स्वाध्याय स्वमन्थन स्वावलम्बन

उ० प्र० राजर्षि टण्डन मुक्त विश्वविद्यालय

॥ सरस्वती नः सुभगा मयस्करत् ॥

इन्दिरा गाँधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय

उत्तर प्रदेश राजर्षि टण्डन मुक्त विश्वविद्यालय

UGZY/BY-09
परिवर्धन जीवविज्ञान

प्रथम खण्ड : पादप परिवर्धन-I

द्वितीय खण्ड : पादप परिवर्धन -II

शान्तिपुरम् (सेक्टर-एफ), फाफामऊ, इलाहाबाद - 211013

उत्तर प्रदेश
राजर्षि टण्डन मुक्त विश्वविद्यालय

UGBY/ZY-09

परिवर्धन जीवविज्ञान

खंड

1

पादप परिवर्धन – I

इकाई 1
परागकोश और बीजांड 7

इकाई 2
युग्मकजनन 34

इकाई 3
परागण और निषेचन 56

इकाई 4
भ्रूणपोष 92

इकाई 5
भ्रूणोद्भव 112

इकाई 6
बीज और फल 134

परिवर्धन जीवविज्ञान

परिवर्धन जीवविज्ञान व्यापक, विज्ञान के अनेक विषयों से संबंधित तेजी से उन्नति करता हुआ विज्ञान है जो जंतु, पादप और सूक्ष्म-जीवों में होने वाले परिवर्धन के अध्ययन से संबंधित है। तितली के अंडे से ईल्ली निकलती है जो वृद्धि करती और प्यूपा में रूपांतरित हो जाती है। फिर इस प्यूपा से एक नवजात तितली जन्म लेती है। इसी तरह चने का बीज अंकुरित होकर एक पौधे को जन्म देता है और यह पौधा जनन कर दुबारा बीजों का निर्माण करता है। यह सब परिवर्धन है। इसी प्रकार यदि वयस्क छिपकली की पूंछ कट जाए तो उस में नई पूंछ का पुर्नजनन हो जाता है। यह भी परिवर्धन है।

जीव-जंतु सृष्टि के किसी चमत्कार से पूर्णरूपेण विकसित पैदा नहीं होते। उनकी उत्पत्ति क्रमवद्ध और उत्तरोत्तर परिवर्तनों की एक शृंखला के जरिए आगे बढ़ती और पूरी होती है। लैंगिक जनन करने वाले जीवों में, चाहे पौधे हों या जंतु, परिवर्धन एक अकेली कोशिका से शुरू होता है। यह कोशिका है: निषेचित अंडा या युग्मज। सुस्पष्ट्य समन्वित चरणबद्ध परिवर्तनों द्वारा युग्मज से व्युत्पन्न कोशिकाएं एक नए जीव को जन्म देती हैं जो अपने जनकों का विशिष्ट रूपाकार लिए होता है। इस नई काया को बनाने वाली कोशिकाएं तरह-तरह की होती हैं जो संबंधित जाति विशेष के जातिगत या विशिष्ट पैटर्न में ऊतकों, अंगों या अंग तंत्रों में संगठित रहती हैं। परिवर्धन जीव विज्ञान का मुख्य उद्देश्य यह पता लगाना है कि एक अकेली जनन कोशिका (युग्मज) या अलैंगिक जनन और पुनर्जनन की स्थिति में कायिक कोशिकाओं के एक छोटे से समूह से उत्पन्न होने वाले जटिल बहुकोशिक जीवों में कौन-कौन से प्रक्रम पाए जाते हैं और उनका नियंत्रण या नियमन कैसे होता है।

परिवर्धन जीवविज्ञान के शुरूआती दौर में भ्रूण और विभिन्न ऊतकों व अंगों के परिवर्धन के विवेचनात्मक और तुलनात्मक अध्ययन पर जोर दिया जाता था। और उतना ही ज़ोर प्रायोगी अवधारणा और विधियों पर भी दिया जाता था। इस सदी के मध्यभाग के बाद से हुई वैज्ञानिक खोजों और तकनीकी प्रगति, खासकर जीवरसायन, आनुवंशिकी, अणु जीवविज्ञान और कोशिका जीवविज्ञान के क्षेत्रों में हुई प्रगति ने परिवर्धन जीवविज्ञान को एक विशिष्ट बहुमुखी विज्ञान में रूपांतरित कर दिया है। मौजूदा समय में परिवर्धन जीवविज्ञान में मुख्य बल आण्विक और कोशिकीय स्तर से लेकर शरीरीय तक अंड अवस्था से आगे विकास की हर अवस्था पर होने वाले उन प्रक्रमों को समझने पर और यह पता लगाने पर दिया जाता है कि ये सब अपने अनुवर्ती चरणों में उत्तरोत्तर जटिल संरचनाओं को किस तरह से जन्म देते हैं। जैसा कि हम कह चुके हैं परिवर्धन जीव विज्ञान अब एक व्यापक आधार वाला बहु विषयों से संबंधित विज्ञान का रूप ले चुका है जो सभी जीववैज्ञानिक और भौतिक विज्ञानों से जुड़ा है और जो इन सभी क्षेत्रों में विकसित हो रही नित नई प्रौधोगिकियों का लाभ उठा रहा है।

आयोजन

यह एक चार क्रेडिट का पाठ्यक्रम है जिसे चार खंडों में संजोया गया है। इस पाठ्यक्रम में पादपों और जंतुओं में होने वाले परिवर्धन को दो अलग-अलग खंडों में शामिल किया है। प्रत्येक समूह के विशिष्ट जातिगत परिवर्धन प्रक्रमों और क्रियाविधियों को देखते हुए यह व्यवस्था आवश्यक थी। इन प्रक्रमों और क्रियाविधियों को पादपों और जन्तुओं की जीवन शैली के अनुकूलनों के रूप में लिया जाना चाहिए, जिन्हें प्रत्येक समूह ने लाखों वर्षों में विकसित किया है। पौधों और जंतुओं के परिवर्धन प्रक्रमों में पाई जाने वाली विविधता अद्वितीय हैं, विशेषकर जब हम यह जानते हैं कि लैंगिक जनन करने वाले जीवों के ये दोनों समूह एक अकेली कोशिका यानी युग्मज से अपना जीवन चक्र शुरू करते हैं।

खंड – 1, पादप परिवर्धन – I : इस खंड में मुख्यतः पुष्पी पौधों में लैंगिक जनन से जुड़े परिवर्धन पहलुओं की जानकारी दी गई है।

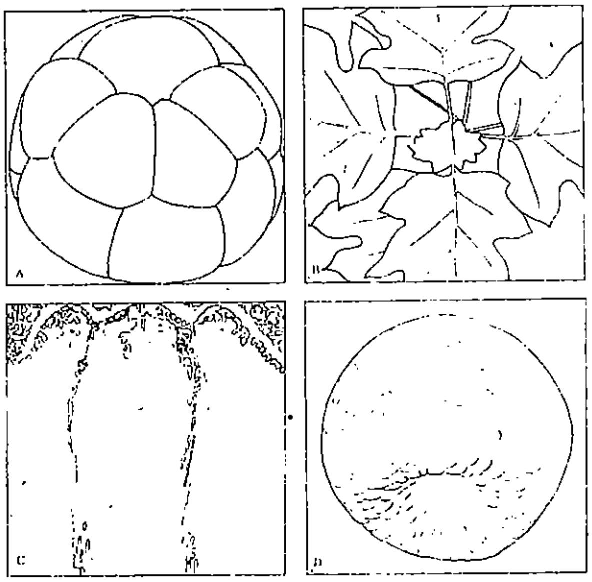
खंड –2, पादप परिवर्धन – II : इस खंड की विषय-वस्तु जनन को छोड़ शेष विभिन्न परिवर्धन प्रक्रम हैं। इस खंड में मूल और प्ररोह सरचना विकास, शिखाग्र प्रभाविता, और द्वितीयक वृद्धि के बारे में बताया गया है। इसके अलावा इस खंड में पादप में किए जाने वाले परिवर्धन अध्ययनों में मौजूदा रूझानों एवं प्रगतियों के बारे में भी संक्षेप में बताया गया है।

खंड –3, जंतु परिवर्धन – I : इस खंड में भ्रूण अवधि के दौरान होने वाले परिवर्धन, विशेष रूप से उन क्रियाविधियों की जानकारी दी गई है जो एक कोशिका युग्मज को त्रि-स्तरीय संरचना गैस्ट्रुला में रूपांतरित करती हैं। हमने जनन स्तरों से विशिष्ट अंगों और अंग तंत्रों के संरचना विकास की चर्चा भी इस खंड में की है।

खंड – 4, जंतु परिवर्धन – II : इस खंड में कायांतरण, पुनर्जनन, काल प्रभावन और कैंसर की परिघटनाओं पर प्रकाश डाला गया है। इसके अलावा इस खंड में मानव परिवर्धन की चर्चा भी की गयी है।

आपको क्या ज्ञात होना चाहिए

हम यह मानकर चलते हैं कि आपको कोशिका जीवविज्ञान (LSE–01) की बुनियादी जानकारी है क्योंकि इस पाठ्यक्रम को समझने के लिए कोशिका जीव विज्ञान पूर्वापेक्षित (prerequisite) है। इस पाठ्यक्रम के अध्ययन को सुगम सुबोध बनाने के लिए अच्छा रहेगा कि आप आनुवंशिकी पाठ्यक्रम (LSE–03) खासकर इकाई 14,15 और 17; प्राणी शरीर विज्ञान – II (LSE–05) की इकाई 8 और इकाई 10 को दोहरा लें। साथ ही जैव-विकास – I (LSE–07) की इकाई 10 को भी ज़रूर पढ़ लें।



A. मेंढक के 16 कोशिका अवस्था के भ्रूण का स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ (एल. एम. बीडलर)

B. पत्तियों के सम्मुख-क्रॉसित विन्यास को दिखाता शीर्ष दृश्य (प्रो. .ग. वाई. मोहनराम)।

C. अल्पक्रिय पट्टिका में अंतर्वलन को दिखाता समुद्री अर्चिन का आरंभिक गैस्ट्रुला (मॉरिल और सॉतोस)

D. शिखाग्र मेरिस्टेम को दिखाती प्ररोहशीर्ष की अनुदैर्ध्य काट (प्रो. एम. आर. विजयराधवन)।

स्वर्गीय. प्रो. एस. सी. गोयल को समर्पित

खंड – 1 पादप परिवर्धन –I

लैंगिक जनन करने वाले सभी जीवों की तरह पुष्पी पौधों में भी परिवर्धन की शुरुआत एक निषेचित अंडे या युग्मज से होती है। यह युग्मज एक भ्रूण में विकसित होता है जो फल के अंदर, बीज में सुरक्षित रहता है। वृद्धि के लिए अनुकूल परिस्थितियां मिलने पर यह भ्रूण एक पादपक में विकसित हो जाता है। भ्रूणोद्भवन की आरंभिक अवस्थाओं में दो विशिष्ट भाग ध्रुवों के समीप अलग-अलग बन जाते हैं। इन भागों में सतत वृद्धि करने की क्षमता बनी रहती है। इनमें से एक प्ररोह शिखाग्र मेरिस्टेम है जो प्ररोह तंत्र की रचना करता है। दूसरा भाग मूल शिखाग्र मेरिस्टेम भी इसी तरह प्रसारी मूल तंत्र का निर्माण करता है। शिखाग्र मेरिस्टेम की क्रियाशीलता के फलस्वरूप पौधे के प्राथमिक शरीर का निर्माण होता है। कई पौधों में, परिवर्धन का एक और घटक द्वितीयक वृद्धि पायी जाती है। इस द्वितीयक वृद्धि के कारण ही अक्ष के घेर में वृद्धि होती है। लैंगिक रूप से परिपक्व हो जाने पर पौधों में पुष्प उगते हैं। इन पुष्पों में नर और मादा जनन अंग मौजूद होते हैं। इन दोनों अंगों में बनने वाले युग्मक भी युग्मज का निर्माण करते हैं। इस तरह एक और पौधे का विकास होता है और यह प्रक्रिया उत्तरोत्तर आगे बढ़ती है।

इस पाठ्यक्रम में हमने पौधों में परिवर्धन के बारे में उपरोक्त क्रम के अनुसार नहीं बताया है बल्कि इसके सूत्रों को बीच-बीच में से उठाया है।

पराग कोष और बीजांड : यह पहली इकाई है। इसमें नर और मादा जनन अंगों के प्रकार्यात्मक पहलुओं के संदर्भ में संरचनात्मक संगठन पर चर्चा की गई है। ये अंग पराग और भ्रूण यानि पुष्प कोष यानि पुष्पी पौधों के नर और मादा युग्म कोद्भिदों के निर्माण स्थल हैं।

लघुबीजाणु में अर्धसूत्री विभाजन होता जिससे एक बड़ी कायिक कोशिका और एक छोटी जनन कोशिका बनती है। जनन कोशिका में और विभाजन होता है जिससे दो शुक्राणु कोशिकाएँ बनती हैं। इन्हें नर युग्मक कहते हैं। दूसरी ओर कार्यशील गुरुबीजाणु एक भ्रूणकोश में संगठित हो जाता है। इसी भ्रूणकोश में अंड कोशिका मौजूद रहती है जिसे मादा युग्मक कहा जाता है। **इकाई –2 युग्मकोद्भव :** में आप उन घटनाओं के बारे में पढ़ेंगे जिनसे नर और मादा युग्मकों की रचना होती है।

इकाई –3 परागण और निषेचन : नर और मादा युग्मकों की रचना के बाद लैंगिक जनन के दो निर्णायक चरण आते हैं। ये हैं : परागण और निषेचन। इनके फलस्वरूप ही युग्मज बनता है जो आगे चलकर भ्रूण में विकसित होता है। यह भ्रूण बीज में रक्षित रहता है। प्रकृति में इन प्रक्रमों का सफल समापन अनेक कारकों पर निर्भर है। इनके बारे में भी आप इस इकाई में जानेंगे।

इकाई–4 भ्रूणपोष : आवृतबीजी पौधों की एक खासियत द्विनिषेचन है जिसके फलस्वरूप एक युग्मज और एक त्रिगुणित ऊतक बनता है। यह तिगुणित ऊतक भ्रूणपोष है। यह ऊतक उत्पत्ति की दृष्टि से ही नहीं बल्कि संरचना की दृष्टि से भी रोचक है। असल में यह बीज में बंद भ्रूण के पोषक तत्व का भंडार गृह है। इस इकाई में आप भ्रूणपोष के विशिष्ट आकारकीय, संरचनात्मक और कोशिकीय विशेषताओं के साथ-साथ भ्रूणपोष के प्रकार्यों की जानकारी भी हासिल कर पाएंगे।

इकाई–5 भ्रूणोद्भवन : अंड कोशिका के निषेचन के बाद युग्मज एक भ्रूण में विकसित होता है। इस इकाई के पठन से आप भ्रूण विकास के दौरान होने वाली घटनाओं से परिचित हो पाएंगे।

भ्रूण के समुचित विकास में निलंबक और भ्रूणपोष जैसी विशिष्ट संरचनाओं की भूमिका के बारे में भी इस इकाई में बताया गया है प्रायः सोचा जाता है कि एक बीज में केवल एक ही भ्रूण होता है, मगर ऐसे कई उदाहरण देखने को मिलते हैं जहां एक बीज में एक से अधिक भ्रूण विकसित होते हैं। उत्पत्ति, विकास और उपयोगिता की दृष्टि से भी हम इन बहुल भ्रूणों के बारे में जानेंगे।

इकाई–6 बीज और फल : बीजांड और अंडाशय निषेचनोत्तर परिवर्धन के फलस्वरूप क्रमशः बीज और फल की रचना होती है। इस इकाई में आप बीज और फल के विकास, बीज की सतह पर पाए जाने वाले तरह-तरह के उपांगों, भोजन संचयों की प्रकृति और सामान्य बीज प्रकीर्णन विधियों के बारे में पढ़ेंगे। दो रोचक पहलुओं यानी अनिषेकफलन और जरायुजता के बारे में भी आप इस इकाई में जानेंगे।

उद्देश्यः

खंड को पढ़ लेने के बाद आप इस योग्य होने चाहिए कि आपः

- पुमंग और जायांग को बनाने वाले विभिन्न ऊतकों के संरचनात्मक संगठन और प्रकार्य के बारे में बता पाएं;
- उन घटनाओं का वर्णन और उनकी तुलना कर सकें जिनके फलस्वरूप नर और मादा युग्मकों की रचना होती है;
- परागण और निषेचन प्रक्रमों के बारे में विस्तार से बता पाएं और इन प्रक्रमों को प्रभावित करने वाले महत्वपूर्ण कारकों पर रोशनी डाल सकें;
- भ्रूणपोष की उत्पत्ति, संरचना और महत्व को स्पष्ट कर सकें;
- निलंबक और भ्रूणपोष जैसी विशिष्ट संरचनाओं की भूमिका का उल्लेख करते हुए द्विबीजपत्री और एकबीजपत्री पौधों में भ्रूणोद्भव के बारे में विस्तार से बता पाएं;
- नषेचन के बाद होने वाली उन घटनाओं के बारे में बता पाएं जो बीज और फल का विकास करती हैं।

काई 1 परागकोश और बीजांड

काई की रूपरेखा | पृष्ठ संख्या

1	प्रस्तावना	7
	उद्देश्य	
2	परागकोश	8
	परिवर्धन	
	परागकोशभित्ति परत	
	बीजाणुजन ऊतक	
3	बीजांड	19
	परिवर्धन	
	बीजांडों के प्रकार	
	संरचना	
4	सारांश	28
5	अंत में कुछ प्रश्न	28
6	उत्तर	32

1 प्रस्तावना

धों में परिवर्धन जीवविज्ञान की इस पहली इकाई में पुष्पी पौधों के नर और मादा संरचनाओं बारे में बताया गया है। ये संरचनाएं हैं–पुमंग (androecium) और जायांग(gynoecium)। हीं दो सरचनाओं पर ही पराग और भ्रूण कोश को पैदा करने का दायित्व होता है जो मकोद्भिद् पीढ़ी का प्रतिनिधित्व करते हैं। जैव विकास के दौरान ये संरचनाएं, विशेषकर वृतबीजी पौधों में अति विशिष्टीकृत बन गईं यानी इन्होंने विभिन्न किस्म की कोशिकाओं और तकों का विकास किया जिनमें से हरेक का दायित्व विशिष्ट प्रकार्य पूरा करना है। इस इकाई आप पुमंग और जायांग की संरचना के परिवर्धन को उनके प्रकार्यों के संदर्भ में विस्तार से गे।

देश्य

इकाई को पढ़ने के बाद आप इस योग्य होने चाहिए कि आप:

- परागकोश की आरंभिक परिवर्धनीय अवस्थाओं को समझ सकें;
- परागकोश के संरचनात्मक संगठन का चित्रण कर सकें;
- लघुबीजाणुधानी को बनाने वाले ऊतकों की उत्पत्ति, संरचना और उनके बीच प्रकार्यक संबंधों के बारे में बता सकें;
- टेपीटम के अमीबाभ और स्त्रावी प्रकारों में भेद कर सकें;
- लघुबीजाणुजनन से जुड़ी क्रमिक घटनाओं को समझा सकें;
- एक प्ररूपिक बीजांड की संरचनात्मक संगठन का चित्रण कर सकें;
- बीजांड के परिवर्धन में होने वाली घटनाओं के बारे में बता सकें;
- बीजांड के विभिन्न भागों में विशिष्टीकरण को पहचान कर उनका स्पष्ट वर्णन कर सकें;
- गुरुबीजाणुजनन कैसे होता है, यह बता सकें।

अध्ययन दिग्दर्शिका

इस इकाई का अध्ययन शुरू करने से पहले आपको पुमंग और जायांग की संकल्पना की स्पष्ट समझ हो जानी चाहिए। *पुमंग*, फूल में पुंकेसरों (stamens) का संचय है और हरेक पुंकेसर एक *परागकोश* (anther) और एक *तंतु* (filament) का बना होता है। *परागकण* परागकोशकों (anther-lobes) के अंदर स्थित परागपुट (pollen sacs) में बनते है। *परागकणों* (pollen) के परिपक्व होने पर परागकोश फटकर खुल जाते हैं और पराग मुक्त करते हैं। जायांग *अंडपों* (carpels) का संचय है। आपको याद होगा कि अंडप एक वर्तिकाग्र (stigma), वर्तिका (style) और अंडाशय (ovary) का बना होता है। *अंडाशय बीजांड* (ovule) या गुरूबीजाणुधानी (megasporangium) को घेरे रहता है, जिसमें गुरूबीजाणु (megaspore) और मादा युग्मकोद्भिद् (gametophyte) विकसित होते हैं। निषेचन के बाद मादा युग्मकोद्भिद् भ्रूण और भ्रूणपोष (endosperm) बनाता है, जबकि संपूर्ण गुरूबीजाणुधानी अपनी परिबद्ध संरचनाओं के साथ बीज बन जाता है, यानी वह इकाई जो अगली पीढ़ी के साथ संबंध को सुनिश्चित करती है।

इस इकाई में कई चित्र दिए गये हैं। उनका ध्यानपूर्वक अध्ययन करना न भूलिए। उनके उपयोग से अपनी धारणाओं को स्पष्ट कर इकाई के अध्ययन को सार्थक बनाइए। इसलिए हर चित्र पर कुछ समय लगाइए। आप विभिन्न स्थितियों के उदाहरणस्वरूप कई वानस्पतिक नाम पाएंगे। उनमें से कुछेक नामों को याद करने की कोशिश अवश्य कीजिए।

पूर्व अध्ययन

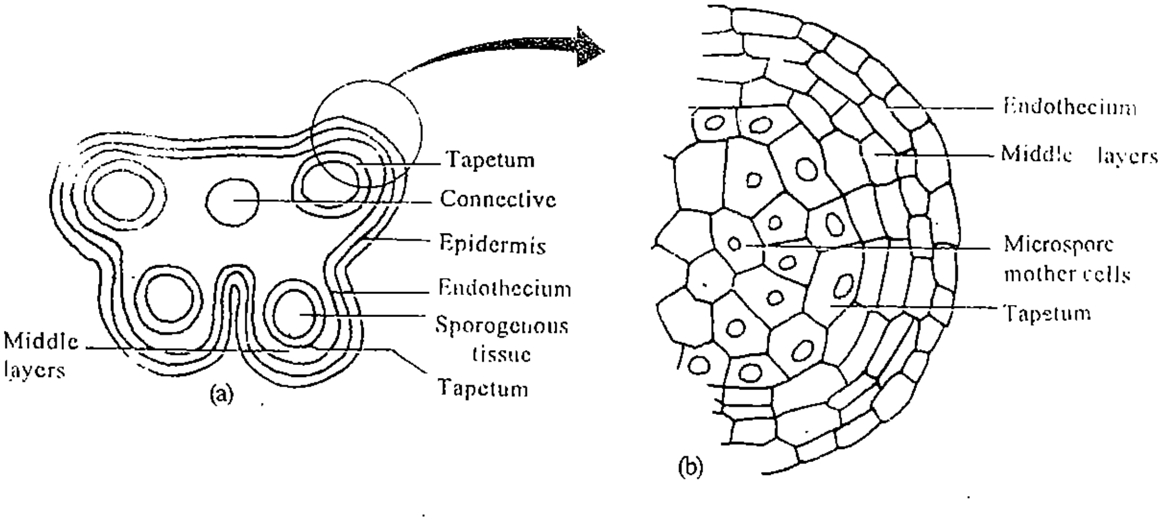
निम्न दो इकाइयों को दोहराने से इस इकाई, विशेषकर उपभाग 1.2.3 में बताई गई कुछ संकल्पनाओं को बेहतर ढंग से समझने में मदद मिलेगी। ये हैं:

इकाई 17 : LSE-01, कोशिका जीवविज्ञान पाठ्यक्रम ;

इकाई 03 : LSE-03 , आनुवंशिकी पाठ्यक्रम।

1.2 परागकोश

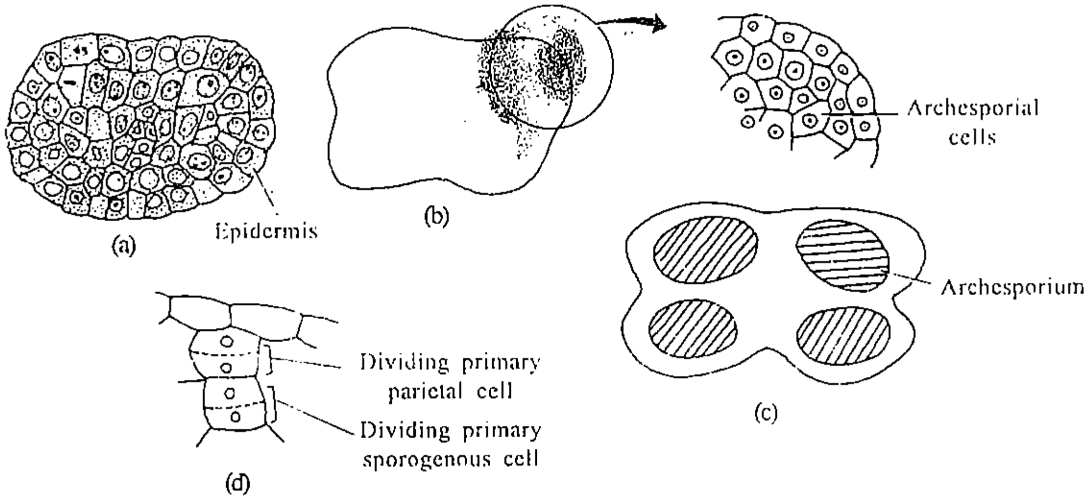
एक प्रारूपी परागकोश में चार लघुबीजाणुधानियां (चतुष्कबीजाणुधानियां) होती हैं, हरेक कोशक में दो (चित्र 1.1 देखें)। परागकोश की संरचनात्मक बारीकियों का अध्ययन करने की सबसे आसान विधि परागकोश की एक अनुप्रस्थ काट (transverse section) काटना है।



चित्र 1.1: (a) अनुप्रस्थ काट में कटे एक प्रारूपी परागकोश का चित्र। (b) बुनियादी कोशिका परतों/ऊतकों को दिखाने के लिए काट का एक दीर्घित अंश।

1.2.1 परिवर्धन

एक तरूण परागकोश, मेरिस्टमी कोशिकाओं के एक समांगी पिंड का बना होता है, जो एक अधिचर्म या वाह्यत्वचा (epidermis) से घिरी होती हैं (चित्र 1.2.a)।

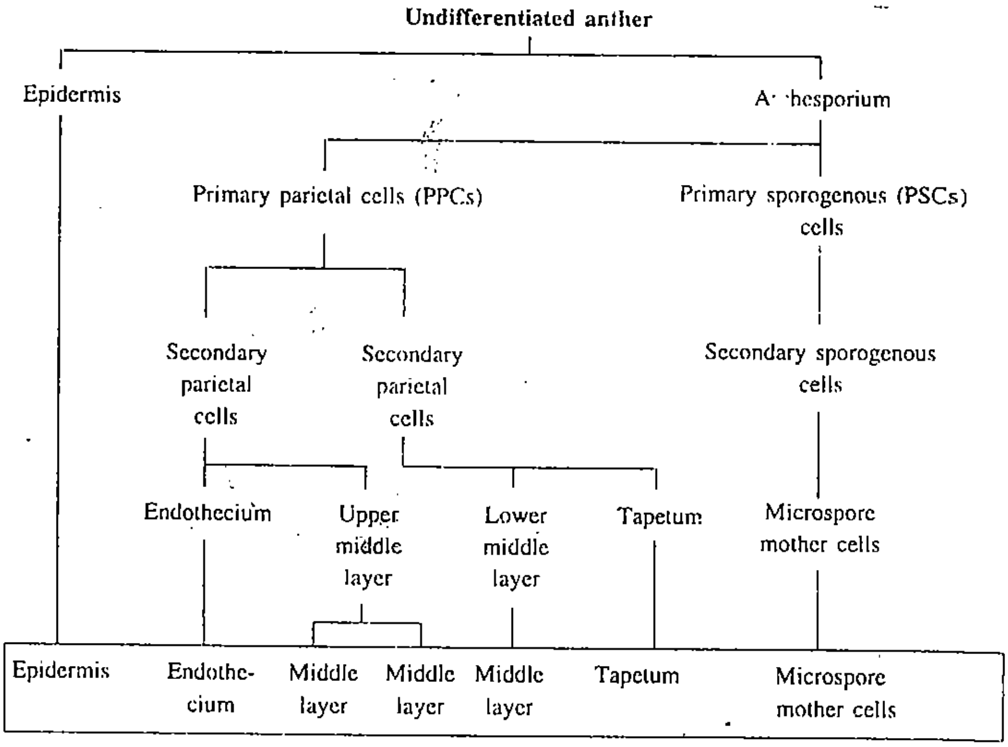


चित्र 1.2 : लघुबीजाणुधानी के परिवर्धन की भिन्न अवस्थाओं का चित्र : (a) अधिचर्मी परत से घिरी कोशिकाओं के समांगी पिंड को दिखाता एक अविभेदित परागकोश, (b) परागकोश जिसने चार कोशकीय रूपरेखा धारण करना शुरू कर दिया है, सुस्पष्ट प्रप्रसू कोशिकाओं (archesporial cells) को दिखाने के लिए इसी परागकोश का एक दीर्घित अंश। (c) एक चार कोशकीय परागकोश का रेखाचित्र। प्रत्येक कोशक में आच्छादित भाग प्रप्रसू कोशिकाओं को दिखाते हैं। (d) प्रप्रसू कोशिकाओं के दो उत्पादों को दिखाता परागकोश का एक वर्धित भाग। अधिचर्म की ओर का उत्पाद प्राथमिक भित्तीय कोशिका (primary parietal cell) और भीतरी प्राथमिक बीजाणुजन कोशिका (primary sporogenous cell) है।

परागकोश का जैसे-जैसे परिवर्धन होता है, वह चार कोशकीय आकार ग्रहण करने लगता है। हर कोशक में दो या अधिक अधिश्चर्मी (hypodermal) प्रप्रसू कोशिकाओं का समूह विभेदन करता है। ये कोशिकाएं शेष कोशिकाओं से स्पष्टतः भिन्न दिखाई देती है, क्योंकि ये अपेक्षाकृत बड़ी, धने जीवद्रव्यी और सुस्पष्ट केन्द्रक युक्त होती हैं (चित्र 1.2 b)। यही प्रप्रसू कोशिकाएं हैं (चित्र 1.2.b में तीर को देखें)। आदि बीजाणुधानी या प्रप्रसूतक (archesporium) एकल-स्तरीय (single-layered) हो सकती है या कोशिकाओं की अनेक खड़ी पंक्तियों की बनी होती है। परागकोश की अनुप्रस्थ काट में ये कोशिकाओं की एक पट्टिका के रूप में दिखाई देती हैं (चित्र 1.2 c)।

प्रप्रसू कोशिकाएं परागकोशक की भित्ति के समानांतर तल पर विभाजन करती हैं। इन विभाजनों को परिनतिक विभाजन (periclinal division) कहते हैं। ऐसे ही एक विभाजन के बाद, अधिचर्म की ओर एक प्राथमिक भित्तीय कोशिका (PPC) और परागपुट (anther sac) के अग्र की ओर एक और प्राथमिक बीजाणुजन कोशिका (PSC) बनती है (चित्र 1.2. d)। बारंबार होने वाले परिनतिक और (समकोण पर होने वाले) अपनतिक (anticlinal) विभाजनों द्वारा PPC यानी प्राथमिक भित्ति कोशिकाएं परागकोश-भित्ति की 2 से 5 परतों का निर्माण करती हैं। और प्राथमिक बीजाणुजन परत की कोशिकाएं सीधे ही या कुछेक समसूत्री विभाजनों के बाद लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं (MMC) को बनाती हैं।

चित्र 1.3 में परागकोश भित्ति परतों और लघुबीजाणुमातृकोशिकाओं के व्यक्तिवृत्त को क्रमबद्ध तरीके से दिखाया गया है।



चित्र 1.3 : *ऐलेक्ट्रा थॉमसोनी (Alectra thomsoni)* के तरूण परागकोश की परागकोशभित्ति परतों और लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं का क्रमबद्ध चित्रण (विजयराघवन और रत्नपारखी : 1972 के अनुसार)।

1.2.2 परागकोश भित्ति परतें

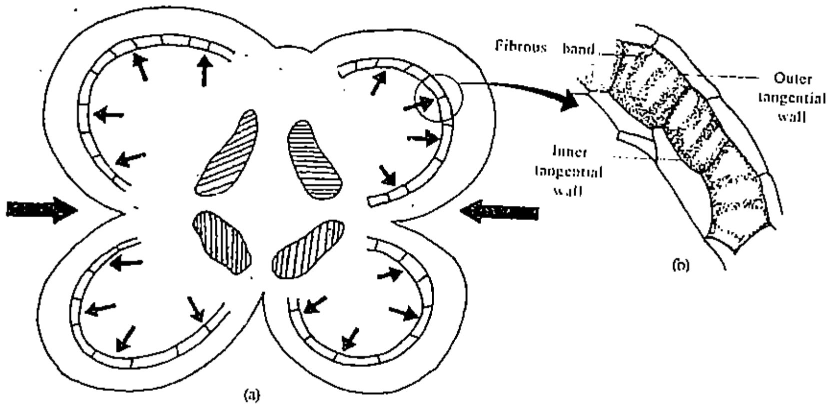
परिपक्व परागकोश की भित्ति भिन्न परतों की बनी होती है जो हैं: अधिचर्म (epidermis) एंडोथीसियम (endothecium), मध्य परतें (middle layers) और टेपीटम (tapetum)।

अधिचर्म

अधिचर्म या बाह्यत्वचा परागकोशभित्ति की सबसे बाहरी परत या स्तर है। इसमें सिर्फ अपनतिक विभाजन होते हैं। इस तरीके से यह तेजी से बढ़ते जा रहे आंतरिक ऊतक के साथ अपने को व्यवस्थित कर लेती है। एक परिपक्व परागकोश में, अधिचर्मी कोशिकाएं लंबी और चपटी दिखाई देती है। अधिचर्मी कोशिकाओं का मुख्य प्रकार्य आंतरिक ऊतक को एक रक्षी आवरण प्रदान करना है।

एंडोथीसियम

अधिचर्म से एकदम नीचे पाई जाने वाली कोशिकाओं की परत एंडोथीसियम है जिसका दायित्व परागकोश में स्फुटन (dehiscence) करना होता है। आमतौर पर यह एकल-स्तरीय होता है मगर कभी कभार बहुस्तरीय भी हो सकती है जैसे *निकोटिआना टैबेकुम (Nicotiana tabacum)* में। आपको याद होगा कि एंडोथीसियम PPC यानी प्राथमिक भित्ति कोशिकाओं से उत्पन्न होता है (चित्र 1.3)। एंडोथीसियम का विभेदन बहुधा परागकोश के चार प्रोद्वर्धों या उभरे भागों में होता है (चित्र 1.4 a में छोटे तीरों को देखिए)। कभी-कभार यह परागकोश के संयोजी हिस्से (connective region) के करीब भी विकसित होता है (चित्र 1.4 के आच्छादित भागों को देखें)। कुछ पौधों में, जैसे *ट्राइटिकेल (Triticale)* में एंडोथीसियम का एक पूरा वलय मौजूद रहता है।



चित्र 1.4 : (a) एंडोथीसियम की स्थिति को दिखाती (छोटे तीर) परागकोश की अनुप्रस्थ काट। बड़े तीर परागकोशों के स्फुटन भागों की ओर इशारा करते हैं जिनमें अनुदैर्ध्य स्फुटन (longitudinal dehiscence) होता है। (b) एंडोथीसियम की कुछ कोशिकाएं जिनमें अभिलाक्षणिक एंडोथीसियमी प्रगाढ़न या स्थूलन (endothecial thickenings) देखा जा सकता है।

एंडोथीसियमी कोशिकाएं अरीय दीर्घित होती हैं (चित्र 1.4 b)। इनका परिवर्धन तब तक सम्पन्न हो जाता है जब परागकोश के परागकणों को मुक्त करने के लिए स्फुटन का समय आ जाता है। परिपक्व हो जाने पर एंडोथीसियम कोशिकाओं को उनमें पाई जाने वाली रेशेदार पट्टियों (fibrous bands) द्वारा आसानी से पहचाना जा सकता है (चित्र 1.4 b)। ये कोशिकाएं आंतरिक स्पर्शरेखीय भित्तियों (inner tangential walls) से उत्पन्न होती हैं। रेशेदार पट्टियां बाहर, ऊपर की ओर प्रसार कर प्रत्येक कोशिका की बाह्य भित्ति के समीप आकर समाप्त हो जाती है। इसीलिए आंतरिक स्पर्शरेखीय (tangential) भित्ति मोटी तथा बाह्य स्पर्शरेखीय भित्ति पतली दिखाई देती है। इन स्थूलनों में उच्च मात्रा में α- सेलुलोस (α-cellulose) और अल्प मात्रा में पेक्टिन (pectin) पाया जाता है।

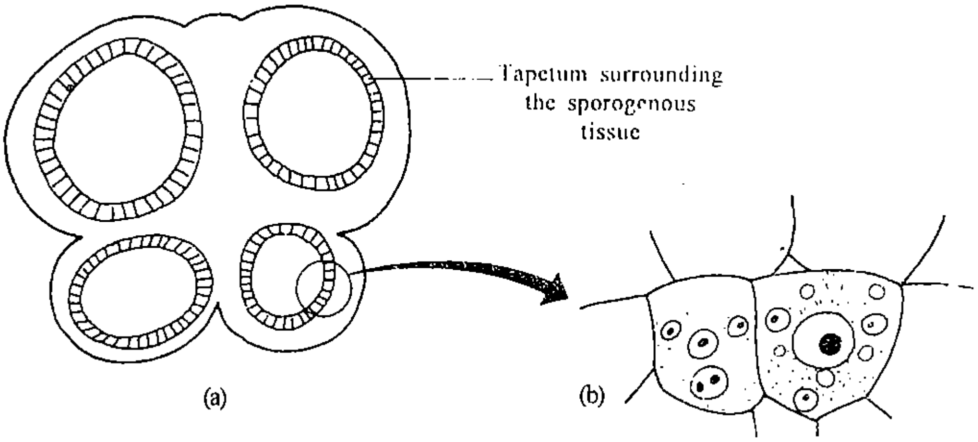
जैसा कि ऊपर बताया गया है, एंडोथीसियम कोशिकाएं अपने स्थूलन के कारण परागकोशों के स्फुटन में मदद करती हैं। स्फुटन एंडोथीसियम कोशिकाओं की बाह्य और आंतरिक स्पर्शरेखीय भित्तियों में विभेदक आर्द्रताग्राही प्रसार (differential hygroscopic expansion) की वजह से होता है। आपको याद होगा कि आंतरिक भित्तियां α- सेलुलोस की मौजूदगी की वजह से अपेक्षाकृत मोटी होती हैं। इस विभेद के कारण आंतरिक भित्तियां बाह्य भित्तियों की तुलना में अधिक नमी अवशोषित करती हैं और अधिक फैलती हैं। इसके फलस्वरूप परागकोश भित्ति फट जाती है। परागकोश भित्ति उन "कमजोर" जगहों से फटती है जहां ऐसा स्थूलन नहीं होता। अनुदैर्ध्य स्फुटन परागकोशों में, जो कि सबसे ज्यादा पाए जाते हैं, प्रायः ऐसे दो "कमजोर" जगहें पाई जाती हैं (चित्र 1.4 में ठोस तीरों को देखिए)। एंडोथीसियम की संरचना और प्रकार्य में कुछ भिन्नताएं भी पाई जाती हैं। अनुन्मील्य परागणी (cleistogamous) रूपों में, जिनके फूल कभी नहीं खिलते, एंडोथीसियमी रेशेदार स्थूलन नहीं होते। ये कोशिकाएं उन पौधों में भी विकसित नहीं हो पातीं जिनके परागकोशों का स्फुटन शिखाग्र छिद्र (apical pore) से होता है। इस प्रकार के परागकोश का स्फुटन, परागकोश के शीर्ष पर कुछ खास कोशिकाओं के घुलने से होता है।

मध्य स्तर

एंडोथीसियम से अंदर की ओर कोशिकाओं की एक से तीन परतें होती हैं, जिन्हें सयुंक्त रूप से मध्य स्तर कहा जाता है। ये परतें प्राथमिक भित्ति कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं (चित्र 1.3 को फिर से देखें)। इनका प्रकार्य लघुबीजाणु मातृ कोशिकाओं का पोषण करना है। इन परतों को बनाने वाली कोशिकाएं परागकोश परिवर्धन की आरंभिक अवस्थाओं में साधारणतया संचित भोजन जैसे स्टार्च से भरपूर होती हैं। ये कोशिकाएं प्रायः अल्पकालिक होती हैं। जब लघु-बीजाणुमातृकोशिकाओं में अर्धसूत्री विभाजन होता है, तो मध्य स्तरों की कोशिकाएं चपटी हो जाती हैं और दब जाती हैं।

टेपीटम

टेपीटम परागकोश भित्ति की सबसे भीतरी और महत्वपूर्ण परत है। यह प्रायः कोशिकाओं की एकल परत की बनी होती है। ये कोशिकाएं बीजाणुजन ऊतक को पूरी तरह से घेर लेती हैं (चित्र 1.5)। बीजाणुजन ऊतक जब चतुष्क अवस्था (tetrad stage) में होता है, तब ये कोशिकाएं अधिकतम परिवर्धन कर लेती हैं। अधिकांश आवृतबीजी पौधों में टेपीटम द्वैत उत्पत्ति (dual origin) का होता है। इसकी बाहरी कोशिकाएं प्राथमिक भित्ति कोशिकाओं के व्युत्पन्नों (derivatives) से बनती हैं, जबकि आंतरिक हिस्से की कोशिकाएं संयोजी भाग की कोशिकाओं से जन्म लेती हैं। भिन्न मूल की टेपीटम कोशिकाएं आकार और संरचना में भी प्रायः भिन्न दिखाई देती हैं। द्वैत मूल के टेपीटम को *द्विरूपी टेपीटम* (dimorphic tapetum) भी कहते हैं। *ऐलेक्ट्रा थॉमसोनी* में बाहर की टेपीटम कोशिकाएं, अन्दर की टेपीटम कोशिकाओं से काफी छोटी होती हैं (चित्र 1.6)।



चित्र 1-5: a) टेपीटम की स्थिति दिखाती परागकोश की अनुप्रस्थ काट का चित्र। (b) टेपीटम कोशिकाओं के घने जीवद्रव्य और बहुकेन्द्रकी अवस्था को दिखाती कुछ वर्धित कोशिकाएं

बीजाणुजन कोशिकाएं जो अर्धसूत्री अवस्था में प्रवेश कर जाती हैं, उन्हें अर्धसूत्राणु या अर्धसूत्रीकोशिका (meiocyte) कहते हैं।

अंतःसूत्री विभाजन (endomitosis)

इस तरह के समसूत्री विभाजन में गुणसूत्र अनुलिपिकरण और क्रोमैटिड पृथक्करण अक्षत केन्द्रक झिल्ली के अंदर ही बिना तर्कु निर्माण के होता है।

प्रत्यवस्थान केन्द्रकों (restitution nucleus) का निर्माण

समसूत्री विभाजन सामान्यतः पश्चावस्था या ऐनाफेज (anaphase) तक जारी रहता है मगर उससे बने गुणसूत्रों के दो सेट एक उभयचर्मी केन्द्रक झिल्ली के अंदर ही परिबद्ध हो जाते हैं। इस प्रकार के केन्द्रक को प्रत्यवस्थान केन्द्रक कहते हैं।

बहुपट्टता (polyteny)

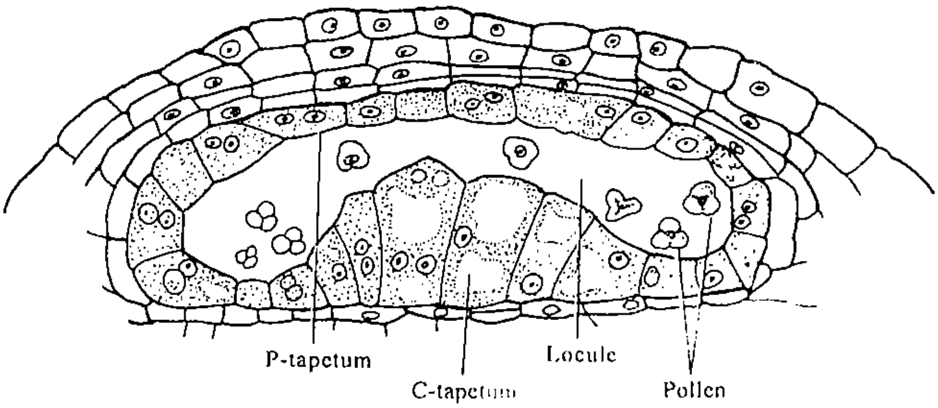
यह प्रति गुणसूत्र क्रोमोनिमैटा (chromonemata) की संख्या में वृद्धि को कहते हैं। इस तरह DNA मात्रा में वृद्धि तो हो जाती है, मगर केन्द्रक में गुणसूत्रों की संख्या में कोई वृद्धि नहीं होती।

टेपीटम एक पोषक ऊतक है। तरूण परागकोश में टेपीटम की कोशिकाएं प्लाज्मोडेस्मैटा (जीवद्रव्यतंतु) के जरिए अर्धसूत्रीकोशिकाओं (meiocytes) के बनने तक लघुबीजाणुमातृ कोशिकाओं के संपर्क में रहती हैं। अर्धसूत्रण के पूरा होते ही ये संयोजन बंद हो जाते हैं। टेपीटम की बाह्यचोल (exine) के निर्माण में और ट्रेफीन (tryphine) व पराग किट (pollen kitt) के निक्षेपण में भी महत्वपूर्ण भूमिका है। आगे की इकाई में आप इन दोनों शब्दों के बारे में विस्तार से जानेंगे। आइए, पहले हम टेपीटमी कोशिकाओं की संरचना के बारे में कुछ जान लें।

टेपीटम कोशिकाएं आरंभ में गाढ़े जीवद्रव्य वाली और एककेन्द्रकीय होती हैं। वे अक्सर दो से चार और कभी-कभी 16 केन्द्रकीय हो जाती हैं। यह बहुकेन्द्रकीय अवस्था उन केन्द्रक विभाजनों का फल है जिनके साथ जीवद्रव्यविभाजन नहीं होता। टेपीटम कोशिकाएं अंतः सूत्री विभाजन (endomitosis), बहुपट्टता (polyteny) या फिर प्रत्यवस्थान केन्द्रकों (restitution nuclei) के निर्माण की वजह से भी बहुगुणित हो जाती हैं।

परागकणों के सामान्य परिवर्धन के लिए टेपीटम का सामान्य परिवर्धन होना बेहद आवश्यक है। यदि टेपीटम विकसित नहीं हो पाता या असामान्य ढंग से कार्य करता है, तो इससे जीवनक्षम परागकणों का निर्माण नहीं होता। फलतः पराग बंध्यता (pollen sterility) हो जाती है।

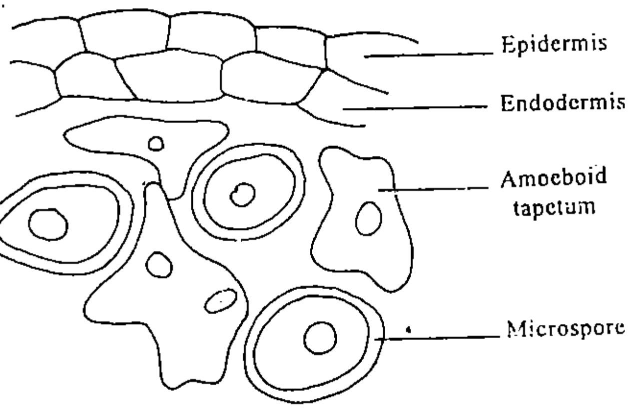
आवृतबीजियों में मुख्यतयः दो प्रकार के टेपीटम पाए जाते हैं: अमीबाभ (amoeboid) और स्त्रावी (secretory)। स्त्रावी टेपीटम में घटक कोशिकाएं अपनी निजता और स्थिति को बनाए रखती हैं, जबकि अमीबाभ टेपीटम अपनी स्थिति और आकृति को व्यक्तिवृत के दौरान बदल लेता है। आइए, अब हम इन दोनों प्रकार के टेपीटम के बारे में कुछ और विस्तार से जानें।



चित्र 1.6: *ऐलेक्ट्रा थॉमसोनी* के लघु बीजाणुधानी का द्विरूपी टेपीटम दिखाता एक भाग। भीतर की ओर की अपेक्षाकृत बड़ी कोशिकाओं को ध्यान से देखें (C– टेपीटम) ये संयोजी खंड से व्युत्पन्न होती हैं। बाहरी कोशिकाएं (P–टेपीटम) लघुतर होती हैं और जो प्राथमिक भित्ति कोशिकाओं का उत्पाद हैं (विजयराघवन और रत्नापारखी, 1973 के अनुसार)।

अमीबाभ टेपीटम

इसे संक्रामक (invasive) या परिप्लैज्मोडियमी (periplasmodial) टेपीटम भी कहते हैं। द्विबीजपत्रों *हेलिएंथस (Helianthus)* की तुलना में इस प्रकार का टेपीटम एकबीजपत्रियों, *अरवी (Arum)* में अधिक पाया जाता है। अमीबाभ टेपीटम में आंतरिक स्पर्शरेखीय कोशिका भित्ति में भंजन (breakdown) हो जाता है जिसके बाद जीवद्रव्यक दीर्घन कर परागकोश पुट में संचलन कर जाते हैं, जहां वे संलयन कर परिप्लैज्मोडियम का निर्माण करते हैं (चित्र 1.7)। परिप्लैज्मोडियम का निर्माण भिन्न-भिन्न जातियों में अर्धसूत्री प्रोफेज़ से लेकर चतुष्क अवस्था तक पराग विकास की विभिन्न अवस्थाओं में होता है। परागकोश पुट में इस तरह से संलयित जीवद्रव्यक या परिप्लैज्मोडिया विकसित हो रहे लघुसूक्ष्मबीजाणुओं को करीब से घेर लेते हैं और पराग के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। चतुष्क अवस्था में टेपीटमी जीवद्रव्य *कैलेस* (callase) नामक एंजाइम का निर्माण करता है। यह एंजाइम लघुबीजाणु चतुष्कों के इर्द-गिर्द की कैलोस भित्ति का भंजन कर देता है। इससे लघुबीजाणु परिप्लैज्मोडियम में मुक्त हो जाते हैं। पराग विकास के अन्तिम चरण में परिप्लैज्मोडियम अपह्रासित हो, सूख जाता है और पराग किट पदार्थ के सामान ही परागभित्ति की सतह पर विलोपित हो जाता है।

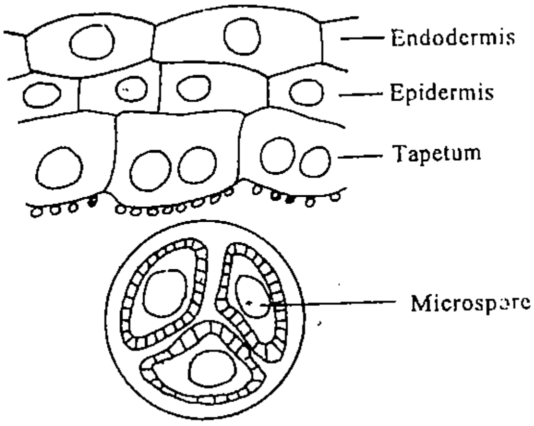


चित्र 1.7: अमीबाभ टेपीटम को दिखाती परागकोश की अनुप्रस्थ काट का एक अंश।

स्त्रावी टेपीटम

स्त्रावी टेपीटम कई दूसरे नामों से भी जाना जाता है : भित्तीय (parietal) कोशिकीय या *ग्रंथीय* (glandular) टेपीटम। स्त्रावी टेपीटम द्विबीजपत्रों में काफी पाया जाता है। अमीबाभ टेपीटम की कोशिकाएं परागकणों के परिपक्व होने तक अपनी मूल स्थिति में अक्षुण्ण बनी रहती हैं। टेपीटम कोशिकाएं अपनी आंतरिक भित्तियों से पदार्थों को स्त्रावित कर उन्हें परागपुट में छोड़ती हैं।

कई पादप वर्गों में, जिनमें स्त्रावी टेपीटम एक विशिष्ट गुण है, टेपीटम कोशिकाओं की भीतरी सतहों पर स्पोरोपोलेनिन कणिकाओं का जमाव होता है। इन कणिकाओं को ऑर्बिक्यूल (orbicule) या यूबिश पिंड (Übisch body) कहते हैं। इन्हें प्रकाश सूक्ष्मदर्शी की सहायता से आसानी से देखा जा सकता है। ऑर्बिक्यूल प्रायः उन पादपों में नहीं पाए जाते, जिनमें टेपीटम प्लाज्मोडियम प्रकार का होता है। ऑर्बिक्यूल जीवद्रव्य में लाइपॉइटी प्राक् ऑर्बिक्यूली (pro-orbicular) पिंडों के रूप में उत्पन्न होते हैं, जिनमें एक सीमक झिल्ली (limiting membrane) होती है। ये प्राक्-आर्बिक्यूल पिंड जीवद्रव्यकला (plasmalemma) के नीचे संचित हो जाते हैं। फिर कोशिका की सतह (कोष्ठक के सामने) पर इन्हें निःस्त्रावित कर दिया जाता है जहां उन पर स्पोरोपोलेनिन (sporopollenin) का एक लेप चढ़ जाता है। ऐसा माना जाता है कि पराग बाह्यचोल (pollen exine) के निर्माण और पराग प्रकीर्णन में, ऑर्बिक्यूल भूमिका निभाता है।



चित्र 1-8: स्त्रावी टेपीटम को दिखाता परागकोश की अनुप्रस्थ काट का एक अंश। लघुबीजाणु के सामने टेपीटम की बाह्य भित्ति पर ऑर्बिक्यूल को ध्यान से देखें।

1.2.3 बीजाणुजन ऊतक (sporogenous tissue)

आपको याद होगा कि प्राथमिक बीजाणुजन कोशिकाएं प्रप्रसू या आदिबीजाणुधानी कोशिकाओं में होने वाले परिनतिक विभाजन का ही परिणाम है। लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं के रूप में काम करने से पहले प्राथमिक बीजाणुजन कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन हो सकता है और उनकी संख्या में वृद्धि हो सकती है। या फिर वे सीधे ही लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं का काम कर सकती हैं। लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं में अर्धसूत्री विभाजन होता है जिससे अगुणित लघु बीजाणु बनते हैं। अर्धसूत्री विभाजन का गहन अध्ययन किया जा चुका है।

अर्धसूत्री विभाजन के लिए परागकोश आदर्श तंत्र हैं। इसकी मुख्य वजह यह है कि प्रयोग के लिए ये बड़े ही सुलभ हैं। फिर हरेक परागकोश में भारी संख्या में अर्धसूत्री कोशिकाएं या अर्धसूत्राणु (meiocytes) पाए जाते है, जिनमें बहुधा तुल्यकालिता देखने में आती है। अर्धसूत्री विभाजन पर अधिकांश जानकारी परागकोशों पर किए गए अध्ययनों से ही हासिल हुई है।

बॉक्स 1.1: परागकोशों में अर्धसूत्री विभाजन।

परागकोशों में होने वाले अर्धसूत्री विभाजन पर अनेक रोचक अध्ययन हुए हैं। इसके लिए ऊतक और अंग संवर्धन तकनीक काम में लाई गई। परागकोशों को उनकी भिन्न-भिन्न परिवर्धन अवस्थाओं पर अलग कर, उन्हें किसी पोषण माध्यम में संवर्धित कर उनमें लघु-बीजाणुजनन (microsprogenesis) की जाँच-पड़ताल करना संभव है। अर्धसूत्री विभाजन के समारंभन से पहले जब परागकोशों को उच्छेदित कर उन्हें एक संवर्ध माध्यम में संवर्धित किया जाता है, तो उनमें अर्धसूत्री विभाजन आरंभ नहीं होता। पर परागकोशों को अगर अर्धसूत्रण के समारंभन के बाद संवर्धित किया जाए, तो विभाजन संवर्धित परागकोशों में जारी रहता है, जिससे एक साधारण से माध्यम पर भी लघुबीजाणु बन जाते हैं। इन परिणामों से पता चलता है कि अर्धसूत्रण के समारंभन के लिए बुनियादी तत्वों के अलावा भी परागकोशों को कुछ विशेष कारकों की जरूरत पड़ती है।

बीजाणुजन कोशिकाओं में अर्धसूत्री विभाजन के प्रेरण के लिए उद्दीपक की ठीक-ठीक प्रकृति क्या है, यह अभी तक पता नहीं चल पाया है। हालांकि ऐसा जान पड़ता है कि अर्धसूत्रण पौधे में कहीं अन्यत्र उत्पन्न होता है जिसे परागकोश में संचारित कर दिया जाता है। यह उद्दीपक अति विशिष्ट होता है और सिर्फ बीजाणुजन कोशिकाओं में ही काम नहीं करता जिनसे होते हुए यह बीजाणुजन ऊतक तक पहुंचता है।

लैंगिक जनन में अर्धसूत्री विभाजन एक महत्वपूर्ण प्रक्रम है। LSE-03 पाठ्यक्रम की इकाई 3, अनुभाग 3.2 के अध्ययन से आपको याद होगा कि गुणसूत्रों की संख्या को द्विगुणित से आधा करने के अलावा अर्धसूत्रण पुनर्योजन जीन विनिमय के कारण आनुवंशिक परिवर्तनशीलता प्रदान करता है। ये घटनाएं नव जीनप्ररूपी संयोजनों को जन्म देती हैं और यह ही लैंगिक जनन का सार है।

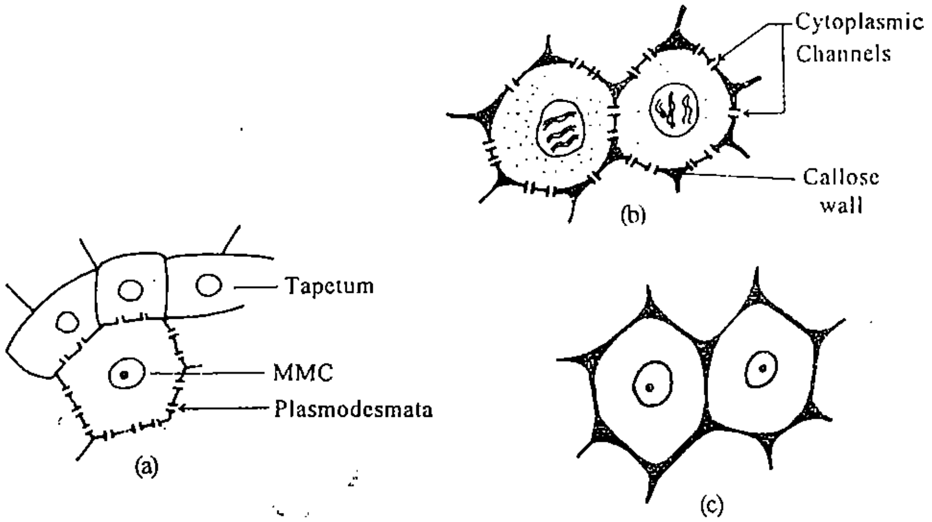
जैसाकि आप पढ़ चुके हैं, अर्धसूत्री चक्र को दो अप्रावस्थाओं में बांटा जा सकता है। अर्धसूत्रण-I में लघुकरण विभाजन होता है, जिसके फलस्वरूप दो अगुणित कोशिकाएं या केन्द्रक बनते हैं। अर्धसूत्रण-II कमोबेश सामान्य समसूत्री विभाजन की तरह ही है। आप इसका अध्ययन पहले ही कर चुके हैं, इसीलिए यहां हम अर्धसूत्री-विभाजन के प्रक्रम का विस्तृत वर्णन नहीं करेंगे। हां, अगर आप इसे दोहराना चाहें तो आप LSE-01 पाठ्यक्रम की इकाई 17 को पढ़ सकते हैं।

सिन्सीशियम (syncytium) का निर्माण

अर्धसूत्री विभाजन के शुरू होने से पहले तरूण परागकोश में विभिन्न कोशिका स्तरों, जैसे- परागकोशभित्ति की परतें, टेपीटम और बीजाणुजन ऊतक (चित्र 1.9 a), में निकटवर्ती परतों की कोशिकाओं के बीच प्लैज्मोडेस्मैटी संबंधन देखने में आते हैं। इसका मतलब यह है कि विभिन्न कोशिका परतों के बीच पोषक तत्वों का प्रवाह होता है। अर्धसूत्रण जैसे समारंभ होता है, विभिन्न कोशिकाओं के बीच (यानी भित्ति परतों और टेपीटम के बीच, और टेपीटम और बीजाणुजन ऊतक के बीच) प्लैज्मोडेस्मैटी संबंधन टूट जाता है। मगर एक ही परत की कोशिकाओं में आपस में यह प्लैज्मोडेस्मैटी संबंधन बराबर बना रहता है।

अर्धसूत्रण के शुरू होते ही बीजाणुजन कोशिकाओं में एक और रोचक संरचनात्मक बदलाव आता है। हर बीजाणुजन कोशिका अपनी सेलुलोस से बनी कोशिका भित्ति के भीतर की ओर कैलोस की एक और भित्ति का विकास करती है। कैलोस एक पालिसैकेराइड है जो β-1, 3 ग्लूकॉन का बना होता है। मूल सेलुलोसी भित्ति अंततः अपह्रासित हो जाती है। निकटवर्ती बीजाणुजन के बीच के कुछ खास प्लैज्मोडेस्मैटा संबंधन विस्तृत होकर स्थूल जीवद्रव्यी सेतुओं का निर्माण करते हैं। इस तरह, आसपास की हर लघुबीजाणु मातृकोशिका, जीवद्रव्यी संबंधनों या चैनलों (जो व्यास में 1.2 mm होते हैं) वाले स्थानों को छोड़, शेष सभी भागों में एक कैलासी भित्ति में परिबद्ध हो जाती हैं (चित्र 1.9 b)। जीवद्रव्य संबंधन इतने चौड़े होते हैं कि उनसे अर्धसूत्राणुओं के बीच जीवद्रव्य और कोशिकांगों का मुक्त प्रवाह बन जाता है। हालांकि हर लघुबीजाणुधानी में सैकड़ों लघुबीजाणु मातृ कोशिकाएं होती हैं, मगर इस तरह वे एक एकल प्रकार्यक सत्ता का निर्माण करती हैं, जिसे *सिन्सीशियम* (syncytium) कहते हैं। अत्यधिक स्थूल जीवद्रव्यी चैनलों की तरह

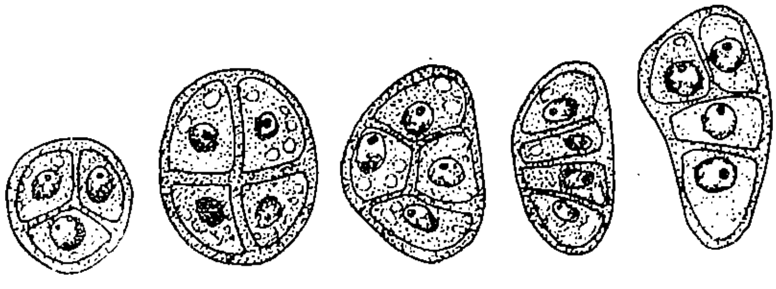
से सिन्सीशियम अपनी सभी कोशिकाओं के बीच आवश्यक कोशिका घटकों का वितरण बेहद प्रभावशाली तरीके से कर पाता है। इस घटना को एक लघुबीजाणुधानी के अर्धसूत्राणुओं के बीच तुल्यकालिता को नियमित करने वाला माना जाता है।



चित्र 1-9 : विकासशील परागकोशों में कोशिकीय संबंधनों का चित्र, यहां परागकोश के सिर्फ एक अंश को ही दिखाया गया है। (a) टेपीटम और लघुबीजाणु मातृ कोशिकाओं के बीच संबंधन को दिखाता है। (b) लघुबीजाणु मातृकोशिकाएं अब स्थूल कैलासी भित्तियों में (जिन्हें गाढ़े रंग में दिखाया गया है) परिबद्ध हो जाती हैं और चौड़े जीवद्रव्यी चैनलों द्वारा परस्पर संबद्ध हो जाती हैं। (c) कैलोस भित्ति लघुबीजाणु मातृ कोशिकाओं को पूरी तरह से घेरकर उन्हें पृथक कर देती है।

अर्धसूत्राणु और लघुबीजाणुओं का पृथक्करण

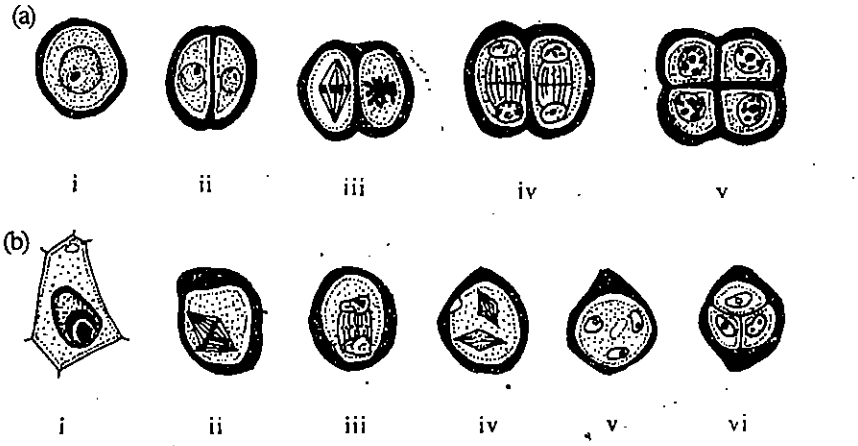
लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं में अर्धसूत्री विभाजन जैसे-जैसे आगे बढ़ता है, कैलासी भित्ति उन भागों तक भी फैल जाती हैं, जहां जीवद्रव्यी चैनल स्थित होते हैं। इससे जीवद्रव्यी चैनलों में बाधा आ जाती है और इस तरह हर लघुबीजाणु मातृकोशिका पूरी तरह से एक कैलासी भित्ति द्वारा परिबद्ध हो जाती है (चित्र 1.9)। यह मेटाफेज–I और मेटाफेज (मध्यावस्था–II के दौरान होता है। यह भी इस पर निर्भर है कि जीवद्रव्य विभाजन अनुक्रमिक (successive) है या समक्षणिक (simultaneous) है। इनके बारे में विस्तार से आप आगे पढ़ेंगे। अर्धसूत्रण के पूरा हो जाने और हर लघुबीजाणु मातृकोशिका से चार-चार लघुबीजाणुओं का निर्माण हो जाने के बाद कैलोस भित्ति लघुबीजाणु चतुष्कों की पृथक्कारी भित्तियों तक फैल जाती है। इस तरह अलग-अलग लघुबीजाणु अपने आसपास के ऊतकों से भी पृथक हो जाते हैं। कैलासी भित्ति एक चयनात्मक अवरोधिका का काम करती है जो प्रोटीनों और पेप्टाइड जैसे बड़े अणुओं के मार्ग को रोकती है। लघुबीजाणु चतुष्क में लघुबीजाणुओं का विन्यास अलग-अलग होता है। इसके पांच भिन्न भिन्न पैटर्न पाए गए हैं (चित्र 1.10)।



चित्र 1.10 : एरिस्टोलोकिया एलिगेंस (Aristolochia elegans) लघुबीजाणु चतुष्कों के विभिन्न विन्यास (जौहरी और भटनागर, 1955, के अनुसार)।

लघुबीजाणु चतुष्कों के चतुष्फलकीय और समपार्श्विक विन्यास सबसे आम हैं। मगर क्रॉसित (decussate) रेखीय और T-आकार के चतुष्क भी पाए जाते हैं। *ऐरिस्टोलोकिया एलिगैंस* में ये पांचों प्रकार के लघुबीजाणु चतुष्क पाए गए हैं।

प्रत्येक लघुबीजाणु को अलग करने वाली कोशिका भित्ति के निर्माण में (जीवद्रव्यविभाजन) भिन्नता पाई जाती है (चित्र 1.11 देखें)। अनुक्रमिक में पहले केन्द्रक विभाजन से बनने वाले दो केन्द्रक एक भित्ति के निर्माण से अलग हो जाते हैं जिससे एक द्वयक (dyad) बन जाता है। हरेक द्वयक के केन्द्रक में एक विभाजन होता है, जिसके बाद फिर से भित्ति बनती है। इसका उदाहरण *कौमेलाइना स्यूबुलैटा (Commelina subulata)* है। समक्षणिक (simultaneous) भित्ति निर्माण में जो कि आम होता है, पहले केन्द्रक विभाजन के बाद भित्ति का निर्माण नहीं होता। भित्तियां चार केन्द्रकों का निर्माण हो जाने के बाद ही बनती हैं।



चित्र 1.11: (a) *कोमेलाइना स्यूबुलैटा* में जीवद्रव्य विभाजन। कोशिकाओं के चारों ओर की कैलासी भित्ति को यहां गाढ़े रंग से दिखाया गया है। i) अर्धसूत्रण से पहले लघुबीजाणु मातृ-कोशिका, ii) द्वयक अवस्था; iii) मेटाफेज-II, iv) टेलोफेज-II, v) चतुष्क (b) *ड्राइमिस विंटरी (Drimys winteri)* में समकालिक जीवद्रव्य विभाजन i) अर्धसूत्रण से पहले लघुबीजाणु मातृकोशिका; ii) मेटाफेज-I; iii) द्विकेन्द्रकी कोशिका; iv) मेटाफेज-II; v) 4-केन्द्रकी अवस्था; vi) चतुष्क अवस्था; [(a) चिकानैयुया, 1960] (b) भंडारी और वेंकटरमण, 1968 के अनुसार].

जीवद्रव्यी पुनर्गठनः

अर्धसूत्रण लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं और बीजाणुओं के जीवद्रव्य के मुख्य पुनर्गठन से भी संबंधित है। लघुबीजाणु मातृकोशिका में उच्च उपापचयी क्रियाशीलता देखने में आती है। जैसे ही अर्धसूत्रण का समारंभन होता है, कोशिका की संश्लेषणात्मक क्रियाशीलता घट जाती है। RNA और प्रोटीनों के संश्लेषण की दर बड़ी तेजी से कम हो जाती है। कोशिका में निर्विभेदन (dedifferentiation) होता है। कोशिका में राइबोसोम की संख्या में भारी कमी आ जाती है। माइटोकोन्ड्रिया और लवकों (plastids) तक में यह निर्विभेदन होता है। यानी ये कोशिकांग अपने अधिकांश आंतरिक झिल्ली तंत्र को खो बैठते हैं और गोलाकार थैली की तरह की संरचना में बदल जाते हैं। तथापि जीवद्रव्य कि लघु कोटरिकाएं झिल्ली द्वारा परिबद्ध हो जाती हैं। इन कोटरिकाओं में सकल जीवद्रव्य का 10–20 प्रतिशत भाग होता है। मगर इन कोटरिकाओं में पुनर्गठन नहीं होता है जैसा कि जीवद्रव्य के शेष हिस्से में देखने में आता है।

अर्धसूत्री विभाजन के अन्त में, लघुबीजाणुओं में संश्लेषणात्मक क्रियाशीलता बहाल हो जाती है। RNA और प्रोटीनों का संश्लेषण फिर से शुरू हो जाता है, कोशिका की राइबोसोम संख्या बहाल हो जाती है और माइटोकॉन्ड्रिया व लवक पुनर्विभेदन करते हैं, जिससे उनका आंतरिक झिल्ली तंत्र युक्त संरूपण लौट आता है और वे फिर से अपनी मूल आकृति में आ जाते हैं।

बीजाणुओं का मोचन (release)

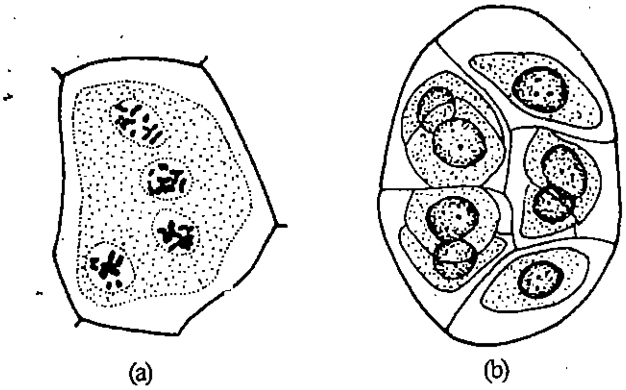
चतुष्क अवस्था तक बीजाणुओं के चारों ओर कोई सेलुलोस भित्ति नहीं होती। जैसा कि आप आने वाली इकाई में पढ़ेंगे, पराग की एक अनूठी विशेषता पराग भित्ति का अलंकरण या सजावट है। यह सजावट पराग या उसके बाह्यचोल की बाहरी परत पर देखने में आती है। बाह्यचोल स्पोरोपॉलेनिन का बना होता है। यह जीव जगत में पाया जाने वाला ऐसा पदार्थ है, जो भौतिक और जैविक अपघटन के प्रति सर्वाधिक रोधी होता है। प्रागैतिहासिक पादपों के परागकण अपने बाह्यचोल के कारण ही जीवाश्म के रूप में अच्छी तरह से आज तक परिरक्षित हैं। पराग बाह्यचोल के अलंकरण में भारी भिन्नता पाई जाती है और यह एक खास जाति की लक्षणगत विशेषता है। पौधों के एक खास समूह के परागकणों को अक्सर उनके बाह्यचोल के पैटर्न के आधार पर पहचाना जा सकता है।

बाह्यचोल का ब्लू प्रिंट, जिसे आदि बाह्यचोल कहते हैं, कैलोस भित्ति से नीचे बनता है। इसके बाद जनन छिद्र (germpore) सहित बाह्यचोल के बुनियादी संरचनात्मक लक्षणों को आदि बाह्यचोल में निर्धारित कर लिया जाता है। जनन-छिद्र परागभित्ति का वह भाग है जिससे पराग नली उभरती है। संरचनात्मक लक्षणों के निर्धारण की यह महत्वपूर्ण संरचनाविकासी घटना तभी घट जाती है जब लघुबीजाणु चार के समूहों में या चतुष्क अवस्था में कैलासी भित्ति के अंदर बंद होते हैं। इस तरह परिपक्व बाह्यचोल का पैटर्न बीजाणुओं के मुक्त होने से पहले ही तय हो जाता है। कैलासी भित्ति की आदिबाह्यचोल के सुव्यवस्थित निक्षेपण में महत्वपूर्ण भूमिका प्रतीत होती है। इस बारे में आप अगली इकाई में और अधिक जानेंगे।

पराग बाह्यचोल का विकास हो जाने के बाद कैलासी भित्ति घुल जाती है। कैलासी भित्ति को घोलने वाले कैलेस एंजाइम को आसपास की टेपीटम कोशिका परिप्लैज्मोडियम पैदा करती है। नर युग्मकाद्भिद् का विकास लघुबीजाणुओं के मुक्त हो जाने के बाद शुरू हो जाता है।

कुछ विरल विशेषताएं

अर्धसूत्रण के बाद लघुबीजाणु प्रायः पृथक्कृत हो जाते हैं। मगर कुछ पौधों में, जैसे *ड्राइमिस (Drimys)* और *ड्रोसेरा (Drosera)* में लघुबीजाणु पृथक नहीं होते। बल्कि वे *संयुक्त पराग कणों* (compound pollen grains) के रूप में पाये जाते हैं। *ऑर्किडेसी* (Orchidaceae) और *ऐसक्लीपिएडेसी* (Asclepiadaceae) में लघुबीजाणुधानी के सभी लघुबीजाणु साथ-साथ बने रहते हैं और एक संरचना का निर्माण करते हैं। यह संरचना परागपिंड (pollinium) कहलाती है। चतुष्क के लघुबीजाणुओं में यदा-कदा और विभाजन हो जाते हैं जिससे बहुसंयुज (polyads) बनते हैं। इस परिघटना को बहुबीजाणुता कहते हैं। *हाइफीनी (Hyphaene)* में लघुबीजाणुओं की संख्या 8 (चित्र 1.12), और *कस्कुटा रिफ्लेक्सा (Cuscuta reflexa)* में 11, और *थनबर्जिया मैसूरेंसिस (Thunbergia mysorensis)* में 22 तक पहुंच जाती है।



चित्र 1.12 : *हाइफीनी इंडिका (Hyphaene indica)* में बहुबीजाणुता। (a) अर्धसूत्री विभाजन के बाद लघुबीजाणु मातृ- कोशिका, जिसमें चार केन्द्रक मौजूद हैं, (b) एक अष्टक (octad) जो चित्र a में दिखाई गई लघुबीजाणु मातृकोशिका की अवस्था से उत्पन्न हुआ है।

प्रश्न 1

कुछ शब्द बिना किसी क्रम में दिए गए हैं। इन्हें कुछ इस क्रम से लिखिए कि जिससे एक ल्पना उभर आए: टेपीटम (tapetum), तंतु (filament), भित्ति स्तर (wall layers), पराग (pollen grains), एंडोथीसियम (endothecium), बीजाणुजन ऊतक (sporogenous ue), अधिचर्म (epidermis), ऐंडोथीसियम (endothecium), मध्य स्तर (middle layers), गकोश (anther)।

प्रश्न 2

ठक में दिए गए गलत शब्द (शब्दों) को काट दीजिए।

(अनुक्रमिक/समक्षणिक) जीवद्रव्य विभाजन में पहले और दूसरे विभाजनों के बाद कोशिका पट्टिका बनती है, जिससे एक स्पष्ट द्वयक अवस्था आती है जबकि (अनुक्रमिक/समकालिक) जीवद्रव्य विभाजन में कोशिका पट्टिकाएं सिर्फ दूसरे विभाजन के बाद ही बनती हैं।

(लघुबीजाणु मातृ/प्रप्रसू) कोशिका में विभाजन के फलस्वरूप एक प्राथमिक भित्तीय कोशिका और एक प्राथमिक बीजाणुजन कोशिका बनती है।

(टेपीटम/एंडोथीसियम) की कोशिकाओं को परिपक्व परागकोशों में रेशेदार पट्टियों या स्थूलनों की मौजूदगी से आसानी से पहचाना जा सकता है, जो आंतरिक स्पर्शरेखीय भित्तियों में परिवर्धित होते हैं।

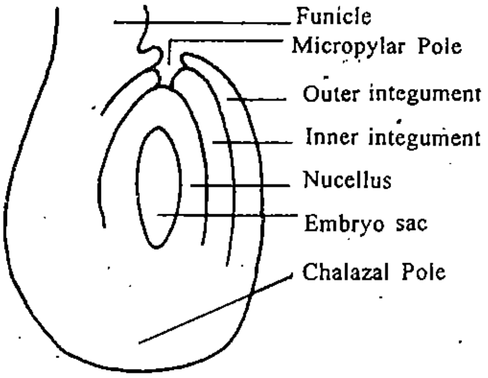
(एंडोथीसियम/मध्य स्तरों) की कोशिकाएं प्रायः अल्पकालिक होती हैं और उनका लघुबीजाणुओं के विकास के दौरान आरंभिक अवस्था में अवशोषण हो जाता है।

(स्त्रावी/अमीबाभ) टेपीटम में कोशिका भित्तियों का भंजन हो जाता है और जीवद्रव्यक परागकोश में प्रवेश कर जाते हैं। उनके संलयन से (लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं / एंडोथीसियम के इर्द-गिर्द एक परिप्लैज्मोडियम बन जाता है।

एक लघुबीजाणुधानी में अनगिनत लघुबीजाणु मातृकोशिकाएं होती हैं और वे एक सकल प्रकार्यक सत्ता के रूप में काम करती हैं (सिन्सीशियम/परागपिंड)।

3 बीजांड (Ovule)

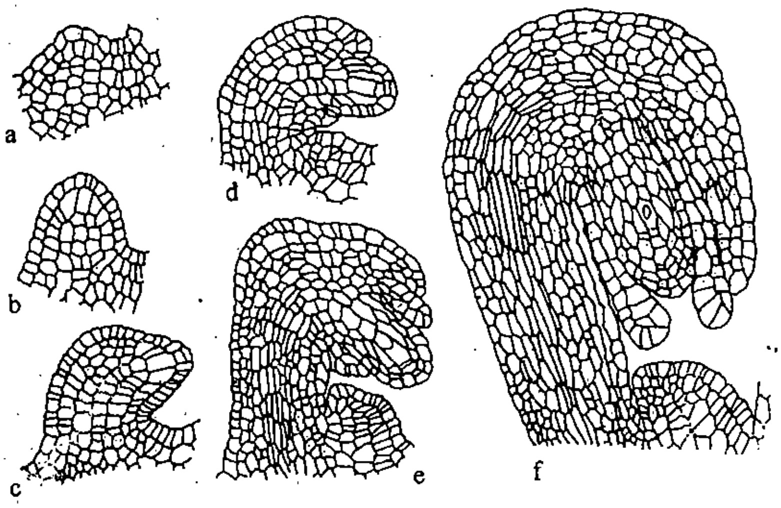
जांड जिसे कि गुरुबीजाणुधानी के रूप में जाना जाता है, बीज का पूर्ववर्ती या अग्रदूत है। यह तक के एक मध्य टीले के आकार का बना होता है। इस ऊतक को बीजांडकाय (nucellus) ते हैं जो एक या दो आवरणों से घिरा रहता है जिन्हें अध्यावरण (integuments) कहा ता है। निषेचन के लिए तैयार बीजांड, बीजांडकायी ऊतक का बना होता है जो अध्यावरणों लगभग पूरा आवरिणत रहता है। इसके शिखाग्र सिरे पर बस एक छोटा-सा छिद्र या द्वार रहता है (चित्र 1.13)। इसे बीजांडद्वार (micropyle) कहते हैं। यही द्वार पराग नली के जांड में प्रवेश के लिए मुख्य मार्ग है। बीजांड के इस सिरे को प्रायः बीजांडद्वारी ध्रुव icropylar pole) कहा जाता है। इसके दूसरे सिरे को जिससे कि बीजांडवृत (funiculus) होता है, निभागी ध्रुव (chalazal pole) कहते हैं। बीजांड एक वृंतनुमा संरचना के द्वारा जांडासन (placenta) से संलग्न होता है, यही संरचना बीजांड वृत है। बीजांडकाय में मादा जोद्भिद् मौजूद रहता है। जिसे साधारणतया भ्रूणकोश (embryo sac) कहते हैं।



चित्र 1.13: विभिन्न घटक अंगों को दिखाता एक प्रारूपी बीजांड का चित्र।

1.3.1 परिवर्धन

बीजांड का विकास अंडाशय के एक विशिष्टीकृत भाग बीजांडासन से होता है। शुरू-शुरू में यह बीजांडासन पर एक छोटे से टीले के आकार के रूप में प्रकट होता है और यह समांगी ऊतक का बना होता है (चित्र 1.14 a-c)। इसके बाद यह अध्यावरणों के लिए प्राथमिकों को अलग कर देता है और विशिष्ट वक्रता प्राप्त कर एक परिपक्व बीजांड में विकसित हो जाता है।

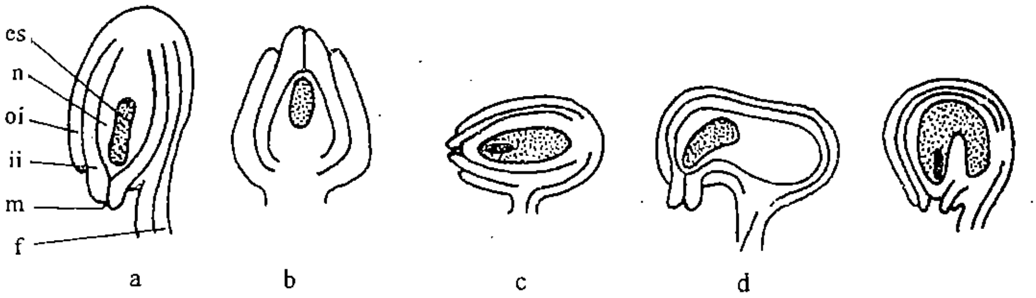


चित्र 1.14: बीजांड के विकास की विभिन्न अवस्थाएं (बोमैन, 1970 के अनुसार)।

बीजांड के संरचनात्मक विकास के बारे में आपको इस इकाई में आगे (उपभाग 1.3.3) बताया जाएगा, जब आप अध्यावरणों के बारे में पढ़ेंगे।

1.3.2 बीजांडों के प्रकार

विकास के दौरान बीजांडों में अलग-अलग मात्रा में वक्रता आ जाती है। बीजांडद्वार की बीजांडवृंत के तुल्य स्थिति भिन्न हो जाती है। यही बीजांडों के वर्गीकरण का आधार बनता है पांच प्रकार के बीजांड पाए जाते हैं। ये हैं प्रतीप (anatropous), ऋजु (orthotropous), अर्धप्रतीप (hemianatropous), वक्र (campylotropous) और अनुप्रस्थ (amphitropous) (चित्र 1.15a-e)।



चित्र 1.15: बीजांडों के प्रकार। (a) प्रतीप, (b) ऋजु, (c) अर्धप्रतीप, (d) वक्र, और (e) अनुप्रस्थ। चित्र में प्रयुक्त लघुरूप हैं: m– बीजांडद्वार: ii– आंतरिक अध्यावरण; oi– बाह्य अध्यावरण, n– बीजांडकाय; es– भ्रूण कोश, और f– बीजांडवृत।

प (Anatropous):

ृतबीजियों में यह सर्वाधिक पाया जाने वाला बीजांड़ है। इसमें वक्रता कुछ इस तरह से होती के बीजांडद्वारी सिरा बीजांडवृत के समानान्तर आ जाता है (चित्र 1.15 a)।

[(Orthotropous) :

तरह के बीजांड में कोई वक्रता नहीं आती। इसमें बीजांडद्वार बीजांडवृंत के तुल्य एक सीधी में स्थित होता है (चित्र 1.15b)।

प्रतीप (Hemianatropous)

प्रतीप स्थिति बीजांड की कुछ ऐसी वक्रता से उत्पन्न होती है कि बीजांडद्वार बीजांडवृंत के ोण पर स्थित हो जाता है (चित्र 1.15c)।

(Campylotropous)

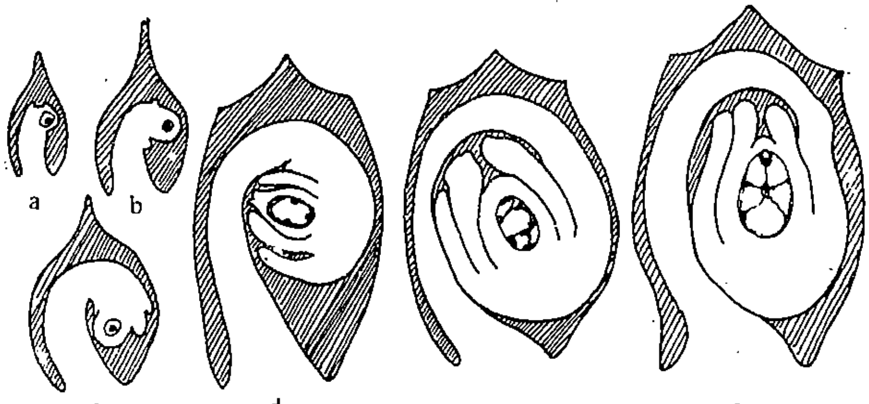
प्रकार में बीजांड वक्रित तो होता है, मगर वक्रता प्रतीप स्थिति से कम होती है (चित्र 1.15)।

प्रस्थ (Amphitropous)

तरह का बीजांड पहली झलक में वक्र बीजांड की तरह दिखाई देता है। मगर इसमें एक पाया जाता है। इस प्रकार के बीजांड बीजांडकाय और भ्रूणकोश, घोड़े की नाल की तरह त होते हैं (चित्र 1.15e)।

लित बीजांड (Circinotropous)

क्त मूलभूत रूपों के अलावा बीजांड का एक और रोचक प्रकार पाया जाता है, जिसके बारे े आपको जानना चाहिए। यह है कुंडलित बीजांड (चित्र 1.15)। इस बीजांड के विकास की भिक अवस्थाओं में बीजांडकायी प्रोद्वर्ध (nucellar protuberance) कमोबेश अक्ष के ांतर होता है (चित्र 1.15a)। विकास की आगे की अवस्था में यह एकपार्श्विक वृद्धि के ा प्रतीप रूप धारण कर लेता है (चित्र 1.16c)। वक्रता यहीं पर नहीं रूकती बल्कि तब तक रहती है, जब तक कि बीजांड पूरी तरह से नहीं पलट जाता जिससे बीजांडद्वारी सिरा फिर ऊपर की ओर उन्मुख हो जाता है (चित्र 1.16 d-f)। इस तरह का बीजांड कैक्टेसी ctaceae) और प्लम्बैजिनेसी (Plumbaginaceae) में आम पाया जाता है।



चित्र 1.16: कुंडलित बीजांड का प्लम्बैगो कैपेंसिस *(Plumbago capensis)* में विकास। आच्छादित भाग अंडाशयी गुहा को बनाता है (हॉप्ट, 1934)।

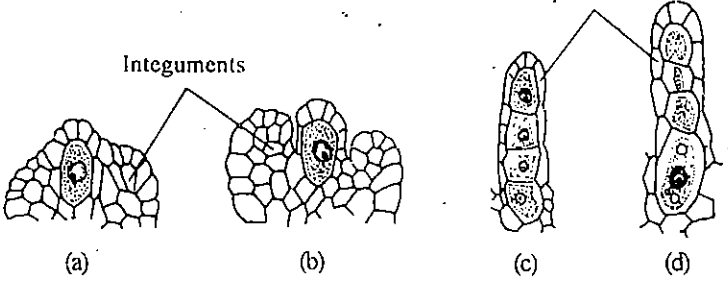
1.3.3 संरचना

अध्यावरण (Integuments)

ये बीजांड के आवरण हैं, जो परिपक्व होकर बीजावरण बन जाते हैं बीजांडों में एक (एकाध्यावरणी अवस्था– unitegmic condition) या दो (द्वि-अध्यावरणी अवस्था– bitegmic condition) अध्यावरण हो सकते हैं। सिम्पिटेली (sympetalae) वर्ग के पादपों में एक-अध्यावरणी अवस्था देखने में आती है। द्वि-अध्यावरणी अवस्था पॉलिपिटेली और एकबीजपत्री में पाई जाती है।

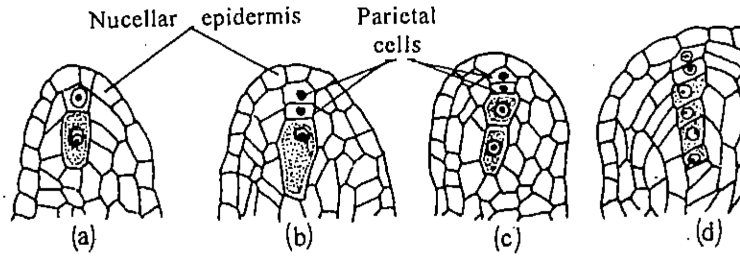
बीजांडकाय

अध्यावरणों में परिबद्ध ऊतक का एक समांगी पिंड रहता है, जिसे बीजांडकाय कहते हैं। इसी ऊतक में मादा युग्मकोद्भिद् विभेदन और विकास करता है। बीजांड विकास की आरंभिक अवस्था में प्रायः एक प्रप्रसू कोशिका या कोशिकाओं का समूह बीजांडकाय के अधस्त्वचीय भाग में विभेदन करता है। प्रप्रसू कोशिका सीधे ही बीजाणुजन कोशिका के रूप में भी काम कर सकती है। ऐसी स्थितियों में बीजाणुजन कोशिका भी अधस्त्वचीय स्थिति में बनी रहती है और वह बीजांडद्वारी भाग में एकल-स्तरीय बीजांडकाय से घिर जाती है (चित्र 1.17)। इस तरह के बीजांडों को तनुबीजांडकायी (tenuinucellate) कहते हैं। ये सिम्पिटैली में पाए जाते हैं।



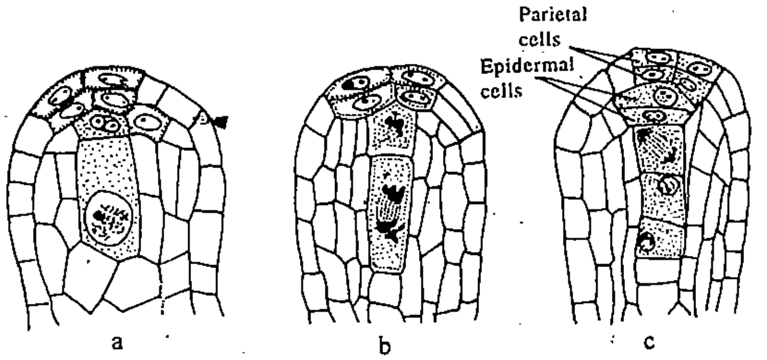
चित्र 1.17: एलिट्रेरिया ऐकौलिस *(Elytraria acaulis)* में तनुबीजांडकायी बीजांड। (c) और (d) में अध्यावरणों को नहीं दिखाया गया है (जॉन और सिंह 1959)।

कुछ मामलों में, अधस्त्वचीय प्रप्रसू कोशिका परिनतिक विभाजन कर एक बाहरी भित्तीय कोशिका और एक आंतरिक बीजाणुजन कोशिका बनाती है। भित्तीय कोशिका या तो अविभाजित रहती या फिर इसमें कुछेक परिनतिक और अपनतिक विभाजन हो सकते हैं। इन विभाजनों से बीजाणुजन कोशिका से ऊपर कोशिकाओं की अनेक परतों का निर्माण होता है (चित्र 1.18)।



चित्र 1.18: *मीरिओफिलस इंटरमीडियम (Myriophyllum intermedium)* **में गुरुबीजाणुजनन। (a) प्रप्रसू कोशिका में एक विभाजन जिससे एक बाह्य प्राथमिक भित्तीय कोशिका और एक आंतरिक प्राथमिक बीजाणुजन कोशिका बनती है। (b) प्राथमिक भित्तीय कोशिका में परिनतिक विभाजन हुआ है। (c),(d) बीजाणुजनक कोशिका में और विभाजन (बावा, 1969)।**

भित्तीय कोशिकाओं के अलावा बीजाणुजन ऊतक के ऊपर स्थित बीजांडकायी कोशिकाएं भी कभी कभार बारंबार विभाजन करती है। फलस्वरूप बीजाणुजन कोशिका स्थूल बीजांडकाय में काफी गहराई पर स्थापित हो जाती है। बीजांडकाय की इस स्थिति को स्थूल बीजांडकायी (crassinucellate) कहते हैं (चित्र 1.19)।



चित्र 1.19: *निजेला डैम्सीना (Nigella damascena)* **बीजांडकाय को दिखाता बीजांड का एक अंश। गुरुबीजाणु मातृ कोशिका बीजांडकायी ऊतक में अंतः स्थापित हो जाती हैं जो बीजांडकाय की अधिचर्मी कोशिकाओं में विभाजन और भित्तीय कोशिकाओं के निर्माण की वजह से होता है (विजयराघवन और मारवाह, 1969)।**

अधिकांश आवृतबीजियों में, बीजांडकाय को वर्धनशील भ्रूणकोश या भ्रूणपोष उपभोग कर लेता है। मगर, कुछ जातियों में, बीजांडकाय पोषक ऊतक के रूप में परिपक्व बीज में बराबर बना रहता है। इस दीर्घजीवी बीजांडकाय को परिभ्रूणपोष (perisperm) कहते हैं। यह एक संचयन ऊतक के रूप में काम करता है। परिभ्रूण पोष का प्रतीकी उदाहरण काली मिर्च है।

भ्रूणकोश के आधार में बीजांडवृंत की संवहन आपूर्ति के ऊपर स्थित कुछेक बीजांडकायी कोशिकाएं दूसरी निकटवर्ती कोशिकाओं से विभेदित हो जाती हैं (चित्र 1.20)। ये कोशिकाएं दृढ़ोतकी, सुबेरिनमय हो सकती हैं। या फिर क्षीण भित्तीय और स्त्रावी बनी रह जाती हैं। ये कोशिकाएं हाइपोस्टेस (hypostase) कहलाती हैं। हाइपोस्टेस कई कुलों में पाया जाता है। इसके मुख्य प्रकार्य इस प्रकार हैं:

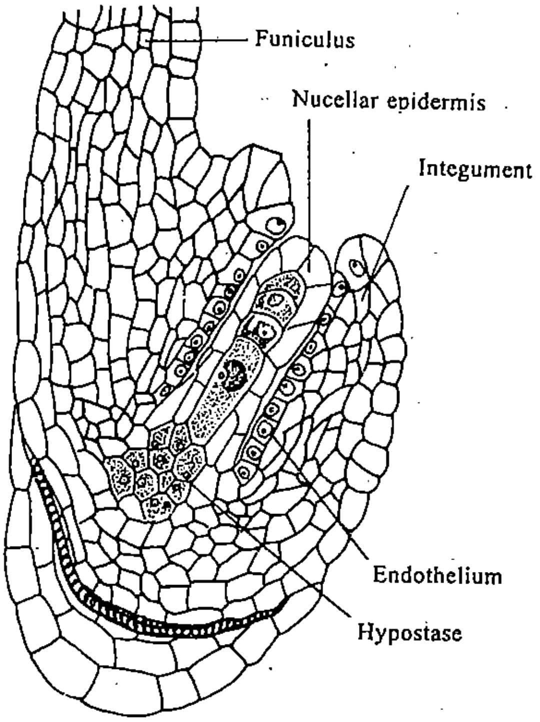
i) पोषक तत्वों का परिवहन;

ii) वर्धनशील भ्रूणकोश के लिए एक अवरोधिका या सीमा के रूप में यह काम करता है और इसे बीजांड के मूल में वृद्धि करने से रोकता है;

iii) संभवतः प्रसुप्ति के दौरान बीज में जल संतुलन को बनाए रखने में मदद करता है

iv) ऐसा भी माना जाता है कि यह कुछ खास एंजाइम या हॉर्मोन पैदा करता है। या परिपक्व बीजों में रक्षी भूमिका निभाता है।

कुछ जातियों में, बीजांडकायी शीर्ष की कुछ कोशिकाएं स्थूलभित्तीय और *एपीस्टेस* (epistase) में विभेदित हो जाती हैं।



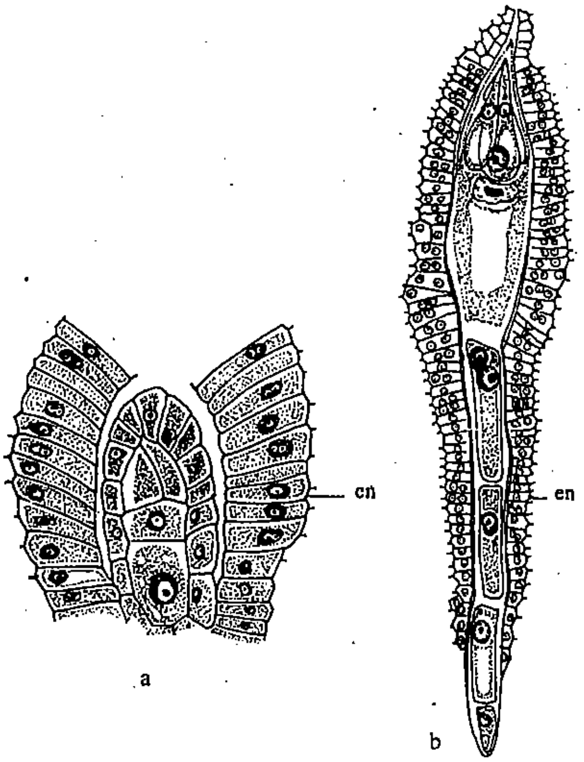
चित्र 1.20: बूप्लूरम टेन्यू (*Bupleurum tenue*) के बीजांड की अनुदैर्ध्य काट, जिसमें हाइपोस्टेस और विकासशील एंडोथीलियम देखा जा सकता है (गुप्ता और गुप्ता, 1964)।

अंतःस्तर (Endothelium)

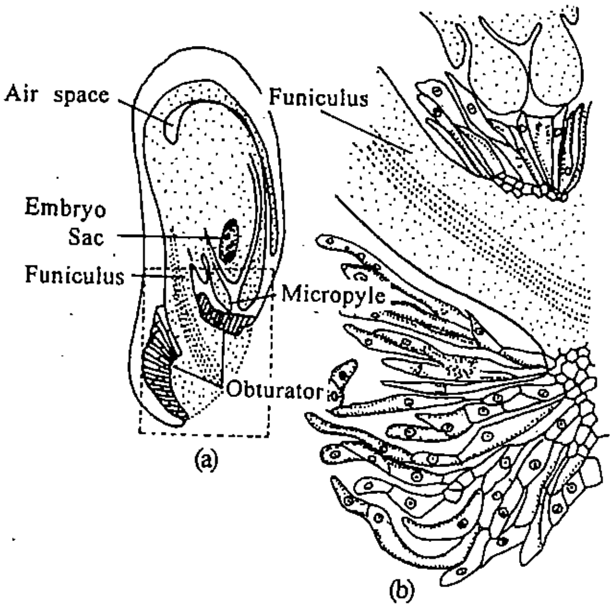
एकअध्यावरणी, बीजांडधारी पौधों में बीजांडकाय बीजांड परिवर्धन के दौरान आरंभिक चरण में अपहासित हो जाता है और भ्रूणकोश अध्यावरण की सबसे भीतरी परत के संपर्क में आ जाता है। इस परत की कोशिकाएं विशिष्टीकृत होकर भ्रूणकोश में पोषक तत्वों की आपूर्ति करती हैं (चित्र 1.20 और 1.21)। इन कोशिकाओं में अरीय दीर्घन होता है। इनका जीवद्रव्य गाढ़ा हो जाता है तथा इनमें स्टॉर्च और वसा का संचय होता है। इस विशिष्टीकृत परत को अंतःस्तर कहते हैं। यह कुछेक द्विअध्यावरणी बीजांडों में भी पाया जाता है। परागकोश की अंतःस्तरी कोशिकाएं भी टेपीटल कोशिकाओं की तरह ही कार्बोहाइड्रेटों, प्रोटीनों, ऐस्कॉर्बिक अम्ल और दूसरे उपापचयजों का संचय करती हैं। यह प्रकार्य में स्त्रावी होता है, इसलिए इसे अध्यावरणी टेपीटम (integumentary tapetum) कहते हैं।

सेतुक (Obturator)

सेतुक बीजांडद्वार के नजदीक बीजांडासन या बीजांडवृंत या अध्यावरण या वर्तिका का एक उद्वर्ध है (चित्र 1.22)। यह माना जाता है कि यह उद्वर्ध पराग नली को बीजांडद्वार में निदेशित करता है। यह ऊतक या तो संकीर्ण-भित्तीय, साथ-साथ सटे हुए ऊतकों का बना होता है या फिर कम सटे हुए रोमिल उद्वर्धों का। परारचना स्तर पर सेतुक की कोशिकाओं में जीवद्रव्य घना होता है जिसमें भारी संख्या में ER यानी अंतर्द्रव्यी जालिकाएं (endoplasmic reticulum), जालिकाय (dictyosomes) और पुटिकाएं (vesicles) पाए जाते हैं। सेतुक कोशिकाएं एकसतही या पृष्ठ निःस्राव पैदा करती हैं और साथ में वर्धनशील पराग नली को यांत्रिक और रासायनिक निर्देशन भी देती हैं।



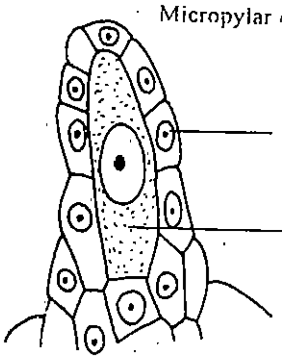
चित्र 1.21: अंतःस्तर (a) अंतःस्तर की कोशिकाएं एककेन्द्रकी और अरीय दीर्घित हैं। बीजांड में तनुबीजांडकायी स्थिति को ध्यानपूर्वक देखें। (b) अंतःस्तर बहुकेन्द्रीय कोशिकाओं का बना होता है (a- देशपांडे, 1964; और b- पुलैय्या 1978)।



चित्र 1.22: *टेट्रागोनिया टेट्रागोनोयोइडिस (Tetragonia tetragonoides)* में सेतुक। (a) सेतुक की स्थिति को दर्शाता एक बीजांड की अनुदैर्ध्य काट का खाका चित्र। सेतुक बीजांडवृंत के दोनों ओर मौजूद है। सेतुक का एक वर्धित अंश जिससे यह देखा जा सकता है कि यह बहुकोशिकीय, ग्रंथिल रोमों का बना होता है (प्रकाश, 1967)।

गुरुबीजाणुजनन (Megasporogenesis)

जैसाकि पीछे बताया गया है, अधिचर्म के अधोलग्न बीजांडकायी कोशिकाओं में से कोई एक कोशिका प्राथमिक प्रप्रसू कोशिका (primary archesporial cell) में विभेदित हो जाती है। यह कोशिका अपनी निकटवर्ती कोशिकाओं से अपेक्षतया बड़ी होती है। इसका जीवद्रव्य गाढ़ा और केन्द्रक बड़ा होता है (चित्र 1.23)।

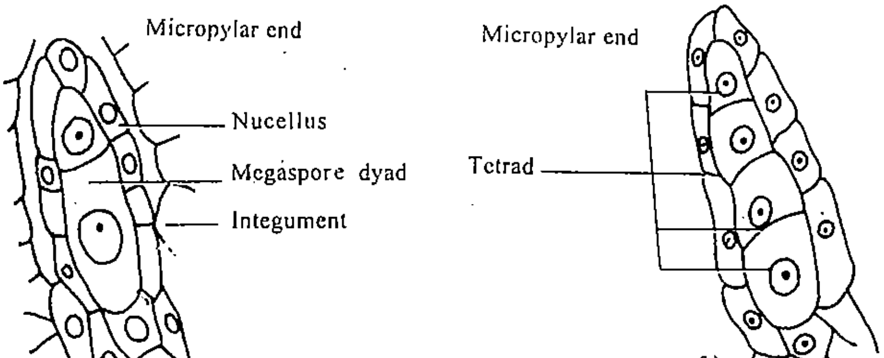


चित्र 1.23: वृहद् गुरूबीजाणु मातृ कोशिका युक्त एक तरूण बीजांड का एक अंश।

तनुबीजांडकायी बीजांडों में प्रप्रसू कोशिका सीधे ही गुरूबीजाणु मातृकोशिका का काम करती है। स्थूल बीजांडकायी बीजांडों में प्रप्रसू कोशिका पहले अनुप्रस्थ विभाजित होकर बाहर की ओर एक प्राथमिक भित्तीय कोशिका और अंदर की ओर एक प्राथमिक बीजाणु-जन कोशिका का निर्माण करती है। प्राथमिक भित्तीय कोशिका या तो अविभाजित रहती है या कुछेक विभाजन कर बीजाणुजन कोशिका के ऊपर कुछ कोशिकाओं का निर्माण कर लेती है।

प्राथमिक बीजाणुजन कोशिका ही प्रायः गुरूबीजाणु मातृकोशिका (MgMc) का काम करती है। इसकी भित्तियां सेलुलोस की बनी होती हैं। प्लैज्मोडेस्मैटा के जरिए यह अपनी निकटवर्ती कोशिकाओं से जुड़ी रहती है। गुरूबीजाणु मातृकोशिका को गुरूबीजाणुकोशिका (megasporocyte) भी कहते हैं। यह अर्धसूत्रण कर चार अगुणित गुरूबीजाणु बनाती है। जैसा कि लघुबीजाणुजनन के दौरान होता है, ठीक उसी तरह गुरूबीजाणु मातृकोशिका की भित्ति के अंदर भी कैलोस का निक्षेपण होता है। यह क्रिया अर्धसूत्री विभाजन के शुरू होते ही हो जाती है। फलस्वरूप गुरूबीजाणु मातृकोशिका के प्लैज्मोडेस्मैटा चैनल बंद हो जाते हैं। फिर गुरूबीजाणु मातृकोशिका के केन्द्रक में पहले अर्धसूत्रण होता है जिसके बाद एक अनुप्रस्थ भित्ती बन जाती है। इस तरह एक द्वयक का निर्माण हो जाता है (चित्र 1.24 a)। हर द्वयक में अर्धसूत्रण- II होता है जिससे चार कोशिकाओं की एक पंक्ति बन जाती है, जो कि गुरूबीजाणु हैं (चित्र 1.24b)। इसे साधारणतया चतुष्क अवस्था कहते हैं। ये गुरूबीजाणु कभी-कभी T- आकार के संरूपण में भी पाए जाते हैं। ऐसी स्थिति ऊपर द्वयक में अनुप्रस्थ विभाजन की जगह उर्ध्व या खड़ा विभाजन होने की वजह से पैदा होती है।

चतुष्क के निर्माण के बाद चारों गुरूबीजाणुओं में से सिर्फ एक ही कार्य कर पाता है और जो मादा युग्मकोद्‌भिद् या भ्रूणकोश बनाता है। बाकी तीनों गुरूबीजाणु लुप्त हो जाते हैं। प्रायः चतुष्क का निभागी गुरूबीजाणु (chalazal megaspore) कार्यशील रहता है।



चित्र 1.24: गुरूबीजाणुजनन की द्वयक और चतुष्क अवस्था को दर्शाता एक विकासशील बीजांड का अंश।

गुरूबीजाणुजनन के दौरान, एक रोचक लक्षण अकार्यशील गुरूबीजाणुओं के इर्द-गिर्द कैलासी स्थूलनों का विकास है। यहाँ हम पॉलिगोनम (Polygonum) भ्रूणकोश का ही उदाहरण देंगे जिसका निर्माण निभागी गुरूबीजाणु से होता है। इस स्थिति में, कैलोस सबसे पहले गुरूबीजाणु के निभागी भाग में प्रकट होता है। फिर यह उसकी समूची सतह पर फैल कर उसे निकटवर्ती मातृ ऊतक से अलग कर देता है। अर्धसूत्रण के बाद कैलोस प्रत्येक गुरूबीजाणु के इर्द-गिर्द भी विकसित हो जाता है। तदोपरान्त कार्यशील गुरूबीजाणु के इर्द-गिर्द का कैलोस जल्द ही विघटित हो जाता है परंतु यह अकार्यशील गुरूबीजाणुओं के चारों ओर लंबे समय तक बना रहता है।

कैलोस निक्षेपण के अलावा गुरूबीजाणुओं में परारचनात्मक स्तर पर जीवद्रव्यी पुनर्गठन भी देखने में आता है। राइबोसोमों, और स्टार्च कण युक्त लवकों का पुनर्गठन लघुबीजाणुजनन की तरह ही होता है (उपभाग 1.2.3 देखें)। इससे इस बात की प्रबल पुष्टि होती है कि बीजाणुकोशिकाओं का पृथक्करण व कैलोस रोधन तथा जीवद्रव्यी पुनर्गठन अर्धसूत्री विभाजन से जुड़ी दो महत्वपूर्ण घटनाएं हैं। ऐसा विश्वास है कि ये दोनों घटनाएं बीजाणु-उद्भिद से युग्मकोद्भिद् पीढ़ी में संक्रमण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। साथ ही ये युग्मकोद्भिदी संजीन की अभिव्यक्ति को भी आसान बनाते हैं।

गुरूबीजाणुजनन के कार्यिकी पहलुओं के बारे में अभी तक हम बहुत कम जानते हैं। इसकी वजह मुख्यतः कुछ तकनीकी कठिनाइयां हैं। परागकोश में पाए जाने वाली अनगिनत लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं की तुलना में एक बीजांड में सिर्फ एक ही कार्यशील गुरूबीजाणु मातृकोशिका रहती है। एक ब्लेड से परागकोश में चीरा लगाकर और उसे दूसरे सिरे से दबा कर हम लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं को अध्ययन के लिए भारी मात्रा में प्राप्त कर सकते हैं। पर यह गुरूबीजाणु के साथ संभव नहीं है चूकिं वह संख्या में केवल एक ही है तथा उसकी स्थिति को बिना माइक्रोस्कोप के जान पाना भी कठिन है। तथापि जो कुछ जानकारी सुलभ है, उससे यही पता चलता है कि लघुबीजाणुजनन और गुरूबीजाणुजनन में अत्यधिक समानता है।

बोध प्रश्न 3

नीचे कुछ तकनीकी शब्दावली दी गई है। इन्हें कुछ इस क्रम में रखिए कि उनसे एक सही संकल्पना उभर सके। आप किसी भी शब्द को एक से अधिक बार प्रयोग कर सकते हैं और साथ ही आप इन शब्दों को जोड़ने के लिए अन्य शब्दों का भी प्रयोग कर सकते हैं।

बीजांड (ovule), बीजांडासन (placenta), बीजांडकाय (nucellus) बाह्य अध्यावरण (outer integument), आंतरिक अध्यावरण (inner integument), बीजांडद्वार (micropyle), बीजावरण (seed coat), प्रप्रसू कोशिकाएं (archesporial cells), बीजाणुजन कोशिका (sporogenous cell), तनुबीजांडकायी (tenuinucellate), स्थूल बीजांडकायी (crassinucellate), भित्तिय कोशिका (parietal cell)।

1.4 सारांश

इस इकाई के अध्ययन से आपने पढ़ा कि:

- अधिकांश आवृतबीजियों में प्रत्येग पुंकेसर एक परागकोश और तंतु का बना होता है। परागकोश में साधारणतया चार लघुबीजाणु-धानियां पाई जाती हैं। परागकोशभित्ति चार प्रकार की कोशिका परतों से बनी रहती हैं। ये चार परागकोश भित्तियाँ हैं अधिचर्म, एंडोथीसियम, मध्य स्तर और टेपीटम। इन भित्ति स्तरों से अंदर की ओर बीजाणुजन ऊतक स्थित होता है। यह लघुबीजाणु मातृकोशिकाओं का बना होता है। ये लघुबीजाणु मातृकोशिकाएं अर्धसूत्री विभाजन करती हैं और लघुबीजाणुओं को जन्म देती हैं।
- अर्धसूत्री विभाजन या अर्धसूत्रण के शुरू होते समय, अर्धसूत्राणु बड़े, जीवद्रव्य से भरपूर और पेक्टिन सेलुलोस की पतली भित्तियुक्त होते हैं। आरंभिक प्रोफेज़ या पूर्वावस्था के दौरान, अर्धूसूत्राणु जीवद्रव्यी चैनलों के माध्यम से एक दूसरे से जुड़ जाते हैं। इसके साथ ही जीवद्रव्य के निर्विभेदन का एक प्रक्रम शुरू हो जाता है। प्रोफेज़ अवस्था जैसे ही शुरू होती है, पेक्टोसेलुलोसी भिति की भीतरी सतह पर एक कैलासी भित्ति का निक्षेपण होने लगता है, जो अर्धसूत्राणुओं को पृथक कर देता है। अर्धसूत्रण के बाद चार अगुणित केन्द्रक बनते हैं। जीवद्रव्य विभाजन के बाद इन केन्द्रकों से चार लघुबीजाणु बनते हैं। जीवद्रव्यविभाजन अनुक्रमिक और समकालिक हो सकता है।
- लघुबीजाणुजनन के दौरान परागकोश भित्ति में विशिष्ट परिवर्तन होते हैं। मध्य स्तर की कोशिकाएं विघटित हो जाती हैं। टेपीटम कोशिकाएं दीर्घन करती हैं और उपापचय क्रियाशील हो जाती हैं। इस अवस्था तक अधिचर्म एंडोथीसियम अपेक्षाकृत अपरिवर्तित रहते हैं।
- मादा जनन अंग जायांग अंडपों से बना होता है। हर अंडप के तीन भाग होते हैं: अंडाशय, वर्तिका और वर्तिकाग्र। अंडाशय बीजांडों को घेरे रहती है जो बीजांडासन के विशिष्ट भागों से विकसित होते हैं। तरूण बीजांड में ऊतक का एक मध्य टीला, बीजांडकाय और इसके आवरणित करने वाले एक या दो अध्यावरण पाए जाते हैं। बीजांड के शीर्ष पर अध्यावरण एक संकीर्ण छिद्र या बीजांडद्वार बनाते हैं। परिवर्धन के दौरान, बीजांड विभिन्न परिमाण में वक्रता दर्शाते हैं। बीजांडवृंत के तुल्य बीजांडद्वार की स्थिति के आधार पर परिपक्व बीजांड को दो वर्गों में बांटा जा सकता है। ये हैं प्रतीप, ऋजु, अर्ध-प्रतीप, वक्र, तथा अनुप्रस्थ।
- बीजांड के ऊतक विभेदन द्वारा विभिन्न संरचनाएं बनती हैं जैसा कि हाइपोस्टेस, सेलुक और अंतःस्तर। हरेक संरचना के विशिष्ट प्रकार्य होते हैं।
- बीजांड परिवर्धन की आरंभिक अवस्था में, बीजांडकाय की एक कोशिका गुरूबीजाणु मातृ-कोशिका में विकसित हो जाती है। यह कोशिका अर्धसूत्री विभाजन कर चार अगुणित गुरूबीजाणुओं की एक रेखीय पंक्ति का निर्माण करती है (इसके अपवाद कम ही मिलते हैं)। इनमें से सिर्फ एक ही गुरूबीजाणु चिरस्थायी होता है। शेष तीन लुप्त हो जाते हैं। गुरू बीजाणुजननके दौरान गुरू-बीजाणु मातृकोशिका और गुरूबीजाणुओं की भित्ति पर कैलोस का निक्षेपण होता है। यह लघुबीजाणुजनन के दौरान होने वाले कैलोस निक्षेपण की तरह ही होता है। गुरूबीजाणुजनन समाप्त हो जाने के बाद कार्यशील गुरूबीजाणु की भित्तियों से कैलोस विलुप्त हो जाता है मगर उन अकार्यशील गुरूबीजाणुओं की भित्तियों में कैलोस लंबे समय तक बना रहता है, जो कि खुद लुप्त हो जाते हैं।

1.5 अंत में कुछ प्रश्न

1) निम्नलिखित में से कौन-सी विशेषताओंनेपरागकोशों को अर्धसूत्री विभाजन के अध्ययन के लिए एक लोकप्रिय सामग्री बना दिया है:

क) ये प्रयोग के लिए भारी मात्रा में सहज सुलभ हैं।

ख) चूंकि अर्धसूत्राणु विकास की भिन्न-भिन्न अवस्थाओं में रहते हैं, इसलिए एक अकेले परागकोश में भी अर्धसूत्रण की विभिन्न अवस्थाओं का अध्ययन किया जा सकता है।

ग) विकास की विभिन्न अवस्थाओं के परागकोशों को एक साधारण, पोषक माध्यम पर संवर्धित किया जा सकता है।

घ) लघुबीजाणुधानी में बस कुछेक लघुबीजाणु मौजूद होते हैं जिससे उनका अध्ययन करना आसान हो जाता है।

ङ) लघुबीजाणुजनन की फिजियोलॉजी की बहुत कम जानकारी प्राप्त है।

च) अर्धसूत्राणु में तुल्यकाली विकास देखने में आता है।

निम्न विकल्पों में से सबसे उपयुक्त उत्तर चुनिए:

i) क, ख, घ　　ii) ग, घ, ङ

iii) ख, घ, च　　iv) क, ग, च

2. नीचे "कुंजी" शीर्षक के अंतर्गत मदों का एक सेट (क-घ) दिया गया है। हर मद का एक मिलता-जुलता स्पष्टीकरण कथनों (i-vi) में दिया गया है। आपको कुंजी के हर मद के लिए मिलता कथन चुनना है और अपने उत्तर को दिए गए स्थान में लिखना है।

कुंजी

क) बीजाणुजनन

ख) एंडोथीसियमी स्थूलन

ग) अर्धसूत्राणु

घ) जीवद्रव्य विभाजन

कथन

i) लघुबीजाणु मातृकोशिकाएं जो अर्धसूत्री विभाजन कर लघुबीजाणु बनाती हैं।

ii) अर्धसूत्री विभाजन जिनके फलस्वरूप लघुबीजाणु मातृकोशिका की संख्या में वृद्धि होती है।

iii) वह प्रक्रम जो कोशिका पट्टिका का निर्माण कर अर्धसूत्रण से उत्पन्न चार अगुणित कोशिकाओं को पृथक करता है।

iv) कैलोस के बने होते हैं और लघुबीजाणुधानी के स्फुटन में मदद करते हैं।

v) इसमें अर्धसूत्री विभाजन होता है जिसके फलस्वरूप लघुबीजाणु बनते हैं।

vi) α – सेलुलोस के बने होते हैं और परागकोश के स्फुटन में मदद करते हैं।

मद　　कथन सं०

क) ....

ख) ....

ग) ....

घ) ....

3. परागकोश के विभिन्न स्तरों के नाम अधिचर्म से शुरू कर अंदर की ओर के क्रम में लिखें। हर भित्ति स्तर की संरचना और संरचना संबंधी विशिष्ट लक्षणों के बारे में लिखिए।

4. स्त्रावी और अमीबाभ टेपीटम में उदाहरण सहित भेद बताइए। दोनों के चित्र बनाइए।

5. क) लैंगिक जनन करने वाले पादपों में लघुबीजाणुजनन के महत्व को स्पष्ट कीजिए।

ख) निम्नलिखित शब्दों का प्रयोग कर लघुबीजाणुजनन पर एक आलेख लिखिए:

अर्धसूत्री उद्दीपक- सिन्सीशियम - कैलोस की भूमिका- जीवद्रव्य का पुनर्गठन - लघुबीजाणुओं का मोचन। विभिन्न शब्दों को स्पष्ट करने के लिए अपने उत्तर को विस्तार से लिखिए।

6. निम्नलिखित कथनों का कौन सा संयोजन परिवर्धनशील लघुबीजाणुधानी में टेपीटम की पोषक भूमिका की ओर संकेत करता है।

क) यह अल्पकालिक होता है और लघुबीजाणुजनन की आरंभिक अवस्थाओं में ही इसका भंजन होता है।

ख) अल्पविकसित टेपीटम युक्त लघुबीजाणुधानी में पराग कणों का सामान्य विकास नहीं हो पाता।

ग) परागकोश भित्ति की यह सबसे भीतरी परत है और अधिकांश आवृतबीजियों में यह द्वैत उत्पत्ति का होता है।

घ) तरूण, परागकोश में टेपीटमी कोशिकाएं प्लैज्मोडेस्मैटा के जरिए लघुबीजाणु मातृ-कोशिका से संबंध कायम रखती हैं।

ङ) टेपीटमी कोशिकाओं में गाढ़ा जीवद्रव्य पाया जाता है, ये अक्सर बहुकेन्द्रकी और इनके केन्द्रक बहुगुणित बन जाते हैं।

नीचे दिए गए विकल्पों में से सबसे सटीक उत्तर चुनिए:

i) क, ख, ग　　ii) ग, घ, ङ

iii) ख, घ, ङ　　iv) क, ग, घ

7. नीचे दिए गए चित्रों में बीजांड के प्रकार की पहचान कीजिए। चित्रों में संकेत इस प्रकार प्रयोग किए गए हैं: m– बीजांडद्वार, f– बीजांडवृंत। गोलाकार, अंडाकार घोड़े की नाल की आकृति वाली संरचनाएं भ्रूणकोश को दर्शाते हैं।

8. "कुंजी" के तहत दिए गए मदों के लिए (i) से (viii) कथनों में से एक मिलता कथन चुनिए

कुंजी

क) बीजांडद्वार

ख) अंतःस्तर

ग) परिभ्रूण पोष

घ) हाइपोस्टेस

ङ) सेतुक

कथन

i) बीजांडकाय जो बीजांड के विकास के दौरान काफी पहले लुप्त हो जाता है।

ii) भ्रूणकोश के मूल में स्थित बीजांडकायी कोशिकाएं विशिष्टीकृत हो जाती हैं और भ्रूणकोश को नीचे की ओर वृद्धि करने से रोकती हैं।

iii) बीजांडद्वार के समीप बीजांड की ही एक संरचना जिसका संबंध परागनली को बीजांडद्वार की ओर निर्देशित करना है।

iv) अध्यावरण एक मार्ग बनाते हैं, जिससे होकर परागनली मादा युग्मकोद्भिद में प्रवेश करती है।

v) बीजांडकाय के अल्पकालिक होने की वजह से मादा युग्मकोद्भिद को पोषण प्रदान करने का काम अध्यावरण की सबसे भीतरी परत, द्वारा ले लिया जाता है।

vi) परिपक्व भ्रूण में बीजांडकाय से क्यूटिनीकृत कोशिकाओं की टोपीनुमा संरचना विभेदित होती है।

vii) बीज में पाया जाने वाला दीर्घस्थायी बीजांडकाय, जो मुख्यतः एक संचयी ऊतक के बतौर काम करता है।

viii) बीजांडकाय के शिखर पर स्थित विभेदित कोशिकाओं का समूह, जो विकासशील स्त्री युग्मकोद्भिद का बचाव करता है।

9. अंतःस्तर कोशिकाओं का कौन सा लक्षण उनकी संभावित पोषक भूमिका की ओर इशारा करता है?

क) स्त्रावी कोशिकाएं जिनमें कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, RNA और दूसरे उपापचयज उच्च मात्रा में पाए जाते हैं।

ख) कोशिकाओं की एक अकेली परत, जो अरीय दीर्घन करती है और स्थूल भित्तीय बन जाती है।

ग) प्लैज्मोडेस्मैटा के जरिए कोशिकाएं एक दूसरे से और अध्यावरण की कोशिकाओं के साथ जुड़ी रहती है।

घ) अधिकतर एक-अध्यावरणी बीजांडों में विकसित होता है और विकास की आरंभिक अवस्थाओं में ही लुप्त हो जाता हैं।

ङ) कोशिकाएं अक्सर बहुकेन्द्रकी और बहुगुणित बन जाती हैं। नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनिए:

i) क, ख, ग   ii) ख, घ, ङ

iii) क, ग, घ   iv) क, ग, ङ

10. तनुबीजांडकायी और स्थूलबीजांडकायी बीजांड में आवश्यक भेद क्या है? इन विशेषताओं को दिखाने के लिए उपयुक्त चित्रों का [illegible]

11. निम्नलिखित बातों का उल्लेख करते हुए हाइपोस्टेस और सेतुक का संक्षेप में वर्णन कीजिए: स्थिति, उत्पत्ति का स्थल, लक्षणगत बीजांडकायी विशेषताएं और प्रकार्य।

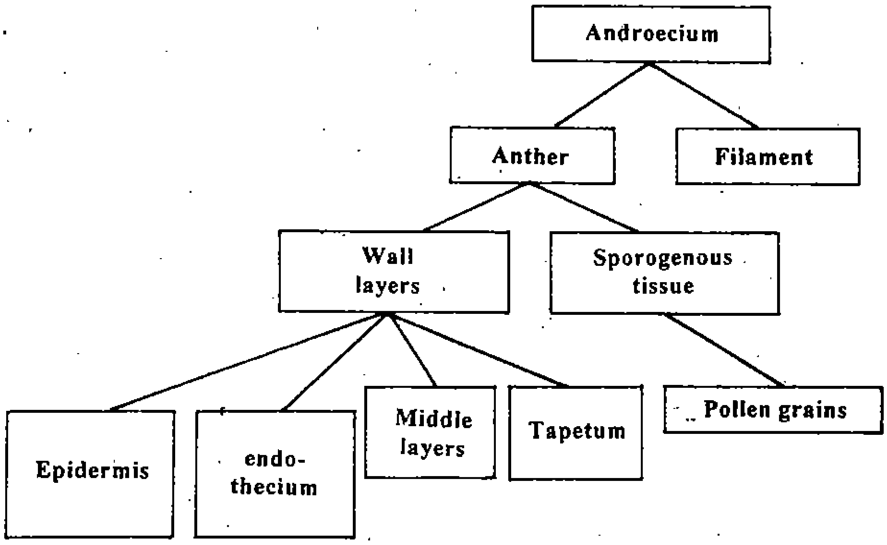
12. क) गुरूबीजाणुजनन की व्याख्या कीजिए। लैंगिकजनन करने वाले पादपों के लिए इसे महत्वपूर्ण क्यों समझा जाता है?

ख) लघुबीजाणुजनन से भिन्न होने के साथ-साथ गुरूबीजाणुजनन उससे किस तरह से मिलता है? अपने उत्तर में दोनों के बीच तुलना कीजिए और उनमें भेद भी बताइए।

1.6 उत्तर

बोध प्रश्न

1.



2. क) समकालिक, अनुक्रमिक

ख) लघुबीजाणु मातृ

ग) एंडोथीसियम

घ) स्त्रावी, एंडोथीसियम

ङ) बहुबीजाणु

3. **अंत में कुछ प्रश्नों के उत्तर**

1. iv

2. क) v

ख) vi

ग) i

घ) iii

3. उपभाग 1.2.2 देखें

4. उपभाग 1.2.2 दखें

5. क) संकेत: गुणिता के स्तर को बनाए रखने के लिए

ख) आप उपभाग 1.2.3 देख सकते हैं।

6. iii

7. क) ऋजु

ख) प्रतीप

ग) वक्र

घ) अर्धप्रतीप

ङ) कुंडलित

च) अनुप्रस्थ

8. क) iv

ख) v

ग) vii

घ) ii

ङ) iii

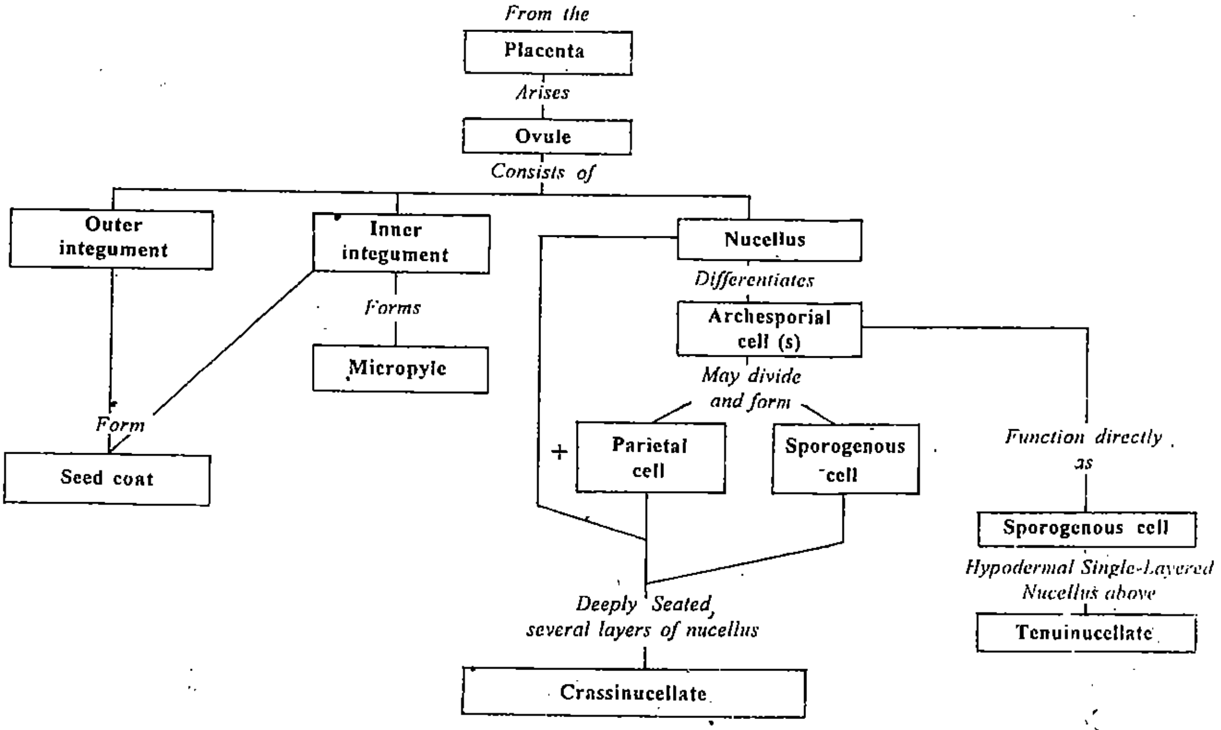
9. iv

10. आप उपभाग 1.3.3 देख सकते हैं

11. उपभाग 1.3.3 देखिए।

12. क) संकेतः अर्धसूत्री प्रक्रम, और उपकोशिकीय संगठन, 5 क) की तरह

ख) उपभाग 1.2.3 और 1.3.3 को पढ़कर अपने शब्दों में लिखिए।



इकाई 2 युग्मकजनन

इकाई की रूपरेखा **पृष्ठ संख्या**

2.1	प्रस्तावना उद्देश्य	34
2.2	नर युग्मकोद्भिद् कायिक और जनन कोशिकाओं का निर्माण परागभित्ति की संरचना परागभित्ति का विकास पराग परिवर्ती	35
2.3	मादा युग्मकोद्भिद् मादा युग्मकोद्भिद के प्रकार परिपक्व भ्रूणकोश भ्रूणकोश का चूषकांग व्यवहार भ्रूणकोश का पोषण	45
2.4	सारांश	54
2.5	अंत में कुछ प्रश्न	54
2.6	उत्तर	54

2.1 प्रस्तावना

पिछली इकाई में आपने बीजाणुजनन के बारे में पढ़ा। बीजाणुजनन दो प्रकार का होता है: लघुबीजाणुजनन (microsporogenesis) और गुरूबीजाणुजनन (megasporogenesis)। लघुबीजाणुजनन के अंतिम उत्पाद लघुबीजाणु हैं, जो परागकोश में पाए जाते हैं। गुरूबीजाणुजनन के अंतिम उत्पाद गुरूबीजाणु हैं जो बीजांडों में पाए जाते हैं। इस इकाई में हम आपको आगे की उन रोचक घटनाओं के बारे में बताएंगे जिनके फलस्वरूप युग्मकों का निर्माण होता है। आपने अभी तक यह जाना है कि "लघुबीजाणु" नर युग्मकोद्भिद् पीढ़ी की पहली अवस्था है। परागण हो जाने के बाद लघुबीजाणु विभाजन कर एक जनन कोशिका (generative cell) और एक कायिक कोशिका (vegetative cell) की रचना करता है। लघुबीजाणु में जैसे ही पहला विभाजन हो जाता है, तब उसे परागकण या नर युग्मकोद्भिद् कहते हैं। जनन कोशिका समसूत्री विभाजन द्वारा दो नर युग्मकों या शुक्राणुओं को जन्म देती है। यह अनुक्रम लघुबीजाणुजनन का "सामान्य" पथ है, तथा इसके बारे में आप अनुभाग 2.2 में पढ़ेंगे। लघुबीजाणु कभी-कभी आसामान्य परिवर्धन पथ से भी विकसित होते हैं। अनुभाग 2.2.4 में आप नर युग्मकोद्भिद् की असामान्य विकासीय भिन्नता के बारे में जानेंगे।

गुरूयुग्मकजनन में विभाजनों का अनुक्रम एक अंड कोशिका या मादा युग्मक को जन्म देता है जिसे गुरूयुग्मक भी कहते हैं। गुरूबीजाणु केन्द्रक और उसके उत्पादों के विभाजन के फलस्वरूप आठ केन्द्रक बन जाते हैं। ये केन्द्रक दो ध्रुवीय केन्द्रकों युक्त एक मध्य कोशिका, दो सहाय-कोशिकाओं (synergids) और एक अंड कोशिका में संगठित होते हैं। अंड कोशिका ही मादा युग्मक है। वर्धित युग्मकोद्भिद् को भ्रूण कोश भी कहते हैं। इकाई के अनुभाग 2.3 में हम गुरूयुग्मकजनन के बारे में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप इस योग्य होने चाहिए कि आप:

- लघुबीजाणु के विकास में होने वाली घटनाओं के क्रम को बता सकें;
- विभिन्न चरणों पर सामान्य विकास से होने वाले विचलनों को उदाहरण देकर समझा सकें;

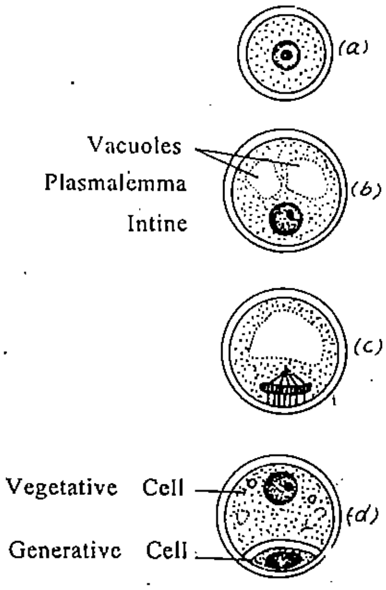
- नर और मादा युग्मकोद्भिद् में तुलना कर सकें;
- परागकणों में वंध्यता के कारणों को समझा सकें;
- भ्रूणकोश परिवर्धन के एकबीजाणु, द्विबीजाणु और चतुष्कबीजाणु-विधियों की तुलना सोदाहरण कर सकें;
- एक प्रारूपिक परिपक्व भ्रूणकोश यानी मादा युग्मकोद्भिद् के मुख्य घटकों में संबंध बता पाएं, और;
- एक मादा युग्मोकद्भिद् में विभिन्न कोशिका प्ररूपों के विशिष्ट प्रकार्यों को समझा सकें।

2.2 नर युग्मकोद्भिद् (Male Gametophyte)

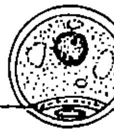
आप जानते ही हैं कि लघुबीजाणु, नर युग्मकोद्भिदी पीढ़ी की प्रथम अवस्था है। लघुबीजाणु के निर्माण और उसके केन्द्रक के विभाजन के बीच विराम की एक छोटी अवधि आती है। लघुबीजाणु का केन्द्रक शुरू में मध्य में स्थित होता है। मगर रसधानी के बनने की वजह से यह भित्ति की ओर धकेल दिया जाता है।

2.2.1 कायिक और जनन कोशिकाओं का निर्माण

परागकण में विभाजन के फलस्वरूप दो असमान कोशिकाएं बनती हैं जो-कायिक कोशिका (vegetative cell) और जनन कोशिका (generative cell) है। विभाजन के बाद परागकण को नर युग्मकोद्भिद् कहा जाता है क्योंकि इस संरचना की दोनों कोशिकाएं गुणसूत्रों का एक सेट लिए होती हैं। आपको याद होगा ही कि युग्मकोद्भिद् एक पादप के जीवन चक्र की अगुणित पीढ़ी का प्रतिनिधित्व करता है। इनमें बड़ी कोशिका ही कायिक कोशिका है, जो पराग नली बनाती है। छोटी कोशिका को जनन कोशिका कहते हैं, जो नए समसूत्री विभाजन द्वारा दो शुक्राणुओं की रचना करती है। जनन कोशिका की स्थिति, लघुबीजाणु केन्द्रक और तर्कु के दिक्‌विन्यास से संबद्ध होती है। चित्र 2.1(b) में आप देख सकते हैं कि पराग केन्द्रक विभाजन करने से पहले पराग कण के एक ओर पलायन करता है। विभाजन में असामान्य तर्कु संरचना बनती है।



चित्र 2.1: कायिक और जनन कोशिकाओं के निर्माण की अवस्थाओं का चित्रात्मक निरूपण, बाह्यचोल को नहीं दिखाया गया है। (a) लघुबीजाणु चतुष्क से मुक्त होने के तुरंत बाद पराग। (b) पराग कण का जीवद्रव्य अति रसधानीयुक्त बन गया है, तथा उसका केन्द्रक एक तरफ विस्थापित हो गया है। (c) पराग समसूत्रण असममित तर्कु को ध्यान से देखें। (d) पराग समसूत्रण के तुरंत बाद द्विकोशिकीय पराग। (e) जनन कोशिका और उसकी प्लाज़्मा झिल्ली के बीच में जनन कोशिका भित्ति प्रकट हो गई है। चित्र में ध्यान देने की महत्वपूर्ण बातें हैं : असमान विभाजन और वक्रित भित्ति।



चित्र 2.2: विभाजन के अंत में एक आदर्शित परागकण का चित्र, जो विभाजन जनन कोशिका को जन्म देता है। जनन कोशिका एक अदृढ़भित्ति में परिबद्ध होती है।

लघुबीजाणु के असमान विभाजन को केन्द्रक तर्कु के रूप से संबद्ध माना जाता है (चित्र 2.1c)। परागभित्ति के सिरे के निकट में स्थित ध्रुव चपटा हो जाता है। इसे जनन ध्रुव कहा जाता है। तर्कु की असममिति के अनुसार फ्रेग्मोप्लास्ट (phragmoplast) कमोबेश वक्रित वाचग्लासनुमा (watch glass-shaped) भित्ति का निर्माण करता है जो जनन कोशिका को कायिक कोशिका से पृथक करती है (चित्र 2.1d) भित्ति की वाचग्लास आकृति सॉक के नियम (Sachs' law) या इरेरा के नियम (Erraras's law) से बनती है, जिसके अनुसार भित्ति का निर्माण एक ऐसे तल में होता है, जो न्यूनतम पृष्ठ क्षेत्रफल को घेरता है। यह भित्ति अपनी अपकेन्द्री वृद्धि अवस्था के अंत में मातृकोशिका भित्ति के साथ संलयन नहीं करती। बल्कि यह मातृकोशिका भित्ति तक एक आस्तर बनाती है, जो जनन केन्द्रक को पूरी तरह से अलग कर देता है (चित्र 2.2)।

यह भित्ति इतनी पतली होती है कि अक्सर साफ-साफ देखने में नहीं आती। जनन कोशिका के परिवर्धन के दौरान मातृकोशिका भित्ति से इसका धीरे-धीरे पृथक्करण होता है। जनन कोशिका मातृकोशिका भित्ति के नजदीक की अपनी स्थिति से विलग्न हो जाती है तथा यह परागकण जीवद्रव्य में आ जाती है। इस अवस्था में यह कायिक कोशिका में "विचरण" करती है और अंडाकार या तर्कुनुमा आकृति की हो जाती है क्योंकि यह एक पतली झिल्ली से घिरी होती है, जो दोनों ओर से प्लाज्मा झिल्ली से सीमांकित रहती है।

कायिक और जनन कोशिका में भेद

कायिक कोशिका और जनन कोशिका के जीवद्रव्य स्पष्टतः भिन्न होते हैं। जनन कोशिका पारदर्शी होती है। इसमें RNA न के बराबर होता है। कायिक कोशिका के जीवद्रव्य में RNA प्रचुर मात्रा में होता है। इन कोशिकाओं के केन्द्रक आकारिकी और कार्यिकी दृष्टि से एक-दूसरे से भिन्न होते हैं। कायिक केन्द्रक में केन्द्रिक (nucleolus) अक्सर जनन कोशिका केन्द्रक के केन्द्रिक से अपेक्षतया बड़ा होता है (चित्र 2.2a,g,f)। कायिक केन्द्रक में DNA कम मात्रा में होता है मगर इसकी प्रोटीन की मात्रा, समसूत्री विभाजन के बाद जनन केन्द्रक से दोगुना बढ़ जाती है। कायिक केन्द्रक का प्रोटीन प्रकृति में अपेक्षतया अधिक अम्लीय होता है। कायिक कोशिका के केन्द्रक की संरचना विश्रांति केन्द्रक से काफी मिलती-जुलती है और यह सामान्यतया विभाजन नहीं करता। जनन कोशिका का केन्द्रक छोटा होता है मगर इसमें DNA अधिक मात्रा में पाया जाता है। यह परागकण में ही या पराग नली में विभाजित होकर दो शुक्राणु केन्द्रक (sperm nuclei) बनाता है।

पराग कणों में कार्बोहाइड्रेटों, प्रोटीनों और लिपिड के रूप में भोजन संचित होता है। ऐसा प्रतीत होता है कि परागकण में संचित सामग्री परागण की विधि पर निर्भर करती है। कीट-परागित (entomophilous) पराग कण लिपिड से भरपूर होते हैं और वायुपरागित (anemophilous) पराग कणों में अधिकांश अंश स्टॉर्च का पाया जाता है।

2.1: परागकण का खाद्य मान।

पराग कण का खाद्य मान (food value) असाधारण रूप से उच्च होता है। इसमें लगभग हरेक पोषक तत्व पाये जाते हैं, जिन्हें विश्लेषण करने में अभी तक कोई सफल नहीं हो पाया है। यह हमें शहद के रूप में बस थोड़ी सी मात्रा में सहज ही प्राप्त होता है। अब यह विशेष प्रकार से तैयार की गई पराग गोलियां (pollen tablets) के रूप में बाजार में उपलब्ध हैं। दवा बनाने वाली एक कंपनी ने एक ऐसी संलवन मशीन (harvesting machine) का विकास किया है, जिससे फूलों से सीधे परागों का संचय किया जा सकता है। एक प्रक्रम द्वारा पराग की बाह्य और आंतरिक भित्तियों को अलग कर दिया जाता है क्योंकि इन्हें मानव आंत अवशोषित नहीं कर सकती। इससे पराग का शेष भाग जोकि अधिक सुपाच्य और खाद्यमान में भरपूर है हमें आसानी से प्राप्त हो जाता है।

अधिकतर पौधों में जनन केन्द्रक का विभाजन पराग नली में ही होता है। मगर विभाजन के "काल" में भिन्नता पाई जाती है, जो इस प्रकार है :

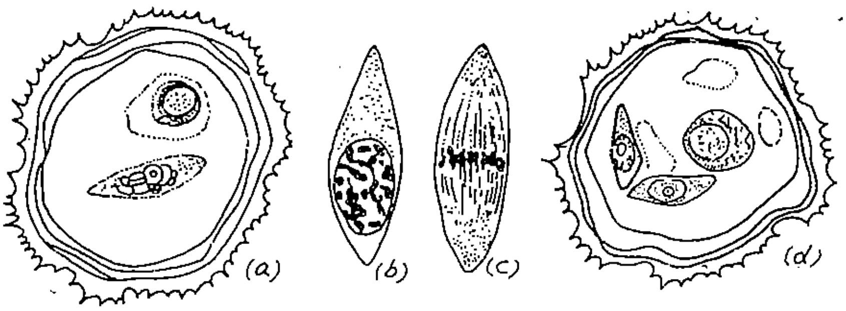
(क) विभाजन तभी हो जाता है जब पराग परागकोश में परिबद्ध ही रहता है। इसलिए परिपक्व परागकण तीन कोशिकीय होते हैं–जैसा कि *पोर्टूलैका ओलेरेसिआ (Portulaca oleracea)* में।

(ख) यह परागकणों में उनके वर्तिकाग्र में उतर जाने के बाद हो सकता है।

(ग) विभाजन पराग के अंकुरण और पराग नली के बनने के बाद होता है (यह सामन्य स्थिति है)।

(घ) यह पराग नली के भ्रूणकोश में पहुंचने तक स्थगित रहता है।

विभाजन सामान्य रूप से एक समसूत्रण विभाजन और एक मध्यवर्ती पट्टिका equatorial plate) का निर्माण के जरिए आगे बढ़ता है (चित्र 2.3 a-c)। कोशिका विभाजन एक कोशिका पट्टी (cell plate) के निर्माण से होता है जैसा कि *पोर्टूलैका* में देखा गया है। खांचों द्वारा भी विभाजन हो सकता है जैसे कि *विंका (Vinca)* और *वैलिसनेरिया (Vallisneria)* में। *वैलिसनेरिया* और कुछ दूसरे पौधों में दोनों में से किसी भी प्रकार का विभाजन हो सकता है।



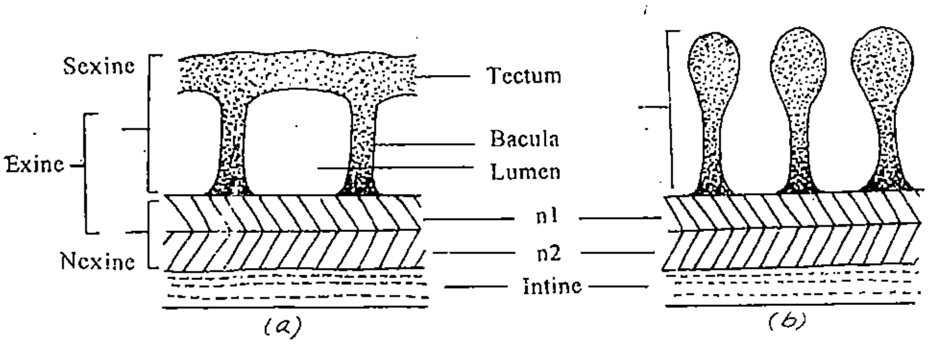
चित्र 2.3 : (a-b) *पोर्टुलेका ओलेरेसिया* परागकण में जनन कोशिका का विभाजन। (a) तर्कुनुमा जनन कोशिका युक्त द्विकोशिकीय परागकण। (b) जनन कोशिका में पश्च पूर्वावस्था (prophase)। (c) मेटाफेज। (d) दो शुक्राणु कोशिकाओं युक्त पराग कण।

जनन केन्द्रक में DNA संश्लेषण पराग समसूत्रण के तुरंत बाद शुरू हो जाता है। इसके बाद कमोबेश दीर्घ समसूत्री विभाजन होता है। इस अवधि के दौरान जनन कोशिका में दीर्घन होता है और वह कृमिनुमा हो जाता है। द्विकेन्द्रक परागकणों वाले पौधों में जनन कोशिका का विभाजन पराग अंकुरण तक स्थगित रहता है। परागकण एक अस्थायी प्रसुप्ति अवस्था से गुजरता है जिसमें "इसका केन्द्रक समसूत्री पूर्वावस्था" होता है।

जनन कोशिका में विभाजन के फलस्वरूप दो शुक्राणु कोशिकाएं बनती हैं (चित्र 2.3d)। ये दोनों शुक्राणु प्रायः घनिष्ठ रूप से जुड़े रहते हैं।

2.2.2 परागभित्ति की संरचना

परागभित्ति दो परतों की बनी होती हैं : भीतरी अंतः चोल (intine) और बाह्यचोल (exine)। बाह्यचोल अनेक उपपरतों में स्तरित होता है (चित्र 2.4 a और b)। प्रकाश (light) और क्रमवीक्षण (scanning electron) सूक्ष्मदर्शी से इसकी संरचना की बारीकियों को काफी हद तक समझ लिया गया है। इस बारे में आप आगे पढ़ेंगे।



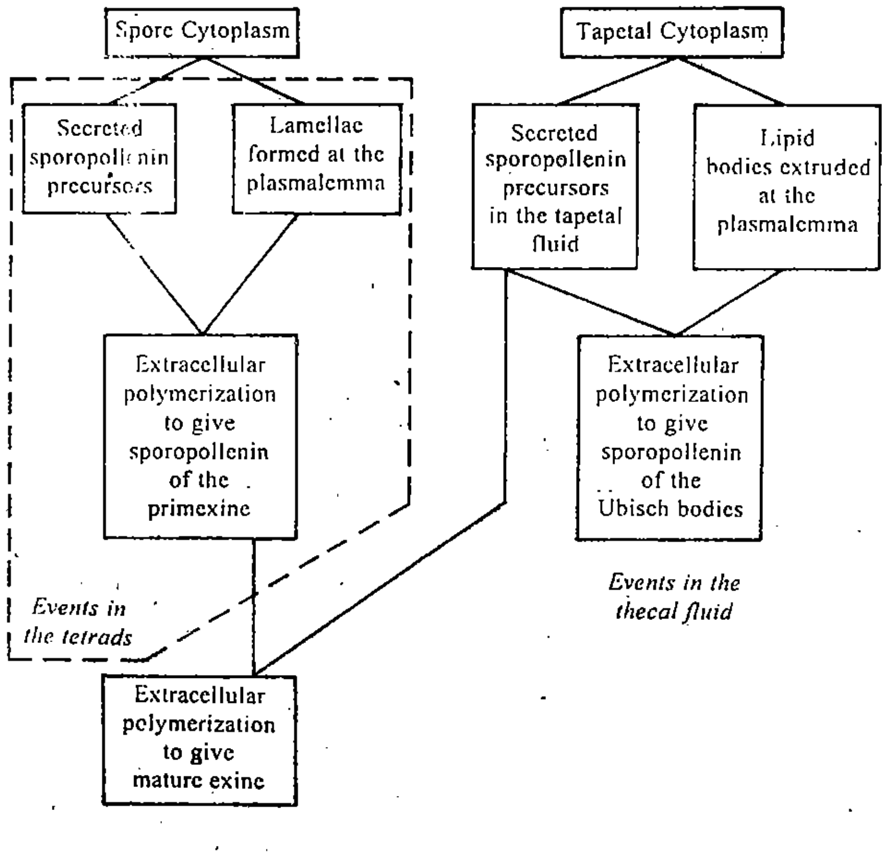
चित्र 2.4 a और b। पराग भित्ति स्थापत्य और भित्ति परतों की शब्दावली। (a) सततच्छदी बाह्यचोल (tectate exine) (b) पॉइलेट बाह्यचोल (pilate exine)।

बाह्यचोल स्पोरोलेनिन का बना होता है जो एक बेहद प्रतिरोधी पदार्थ है। ऐसा माना जाता है कि यह पदार्थ कैरोटीनयुक्त वर्णकों और कैरोटीनयुक्त ऐस्टर के ऑक्सीकरण बहुलकीकरण द्वारा बनता है। बाह्यचोल का तक्षित भाग अरीय अभिविन्यस्त दंड-नुमा बाकुलाओं (baculae) का बना होता है। बाकुला ऊपर से दीर्घित और मुक्त बने रहे सकते हैं (चित्र 2.4a)। या वे आपस में संलयनित होकर एक उत्थित भित्ति बना सकते हैं जिसे टेक्टम (tectum) कहा जाता है (चित्र 2.4a)। यह भित्ति अक्सर जालिकारूपी पैटर्न (reticulate pattern) में पाई जाती है। सततच्छदी परागकणों में रिक्तिकाएं छिद्रों के जरिए बाहर की ओर खुलती हैं। इन छिद्रों को सूक्ष्मरंध्र (micropore) कहते हैं, (इन्हें चित्र में नहीं दिखाया गया है)।

अंतः चोल कायिक कोशिकाओं की प्राथमिक भित्ति की तरह ही पेक्टोसेलुलोस (pectocellulosic) की बनी होती है। कोशिका जीवविज्ञान पाठ की इकाई 20 से आपको याद होगा कि पेक्टोसेलुलोस सिर्फ पादप कोशिका में पाया जाने वाला पॉलिसेकेराइड है। यह पेक्टोस से मिश्रित सेलुलोस का बना होता है। अंतःचोल का विशेष लक्षण एंजाइम प्रोटीनों के मनकों, रिबनों या पट्टिकाओं की, खासतौर से जननछिद्र के आसपास, उपस्थित है।

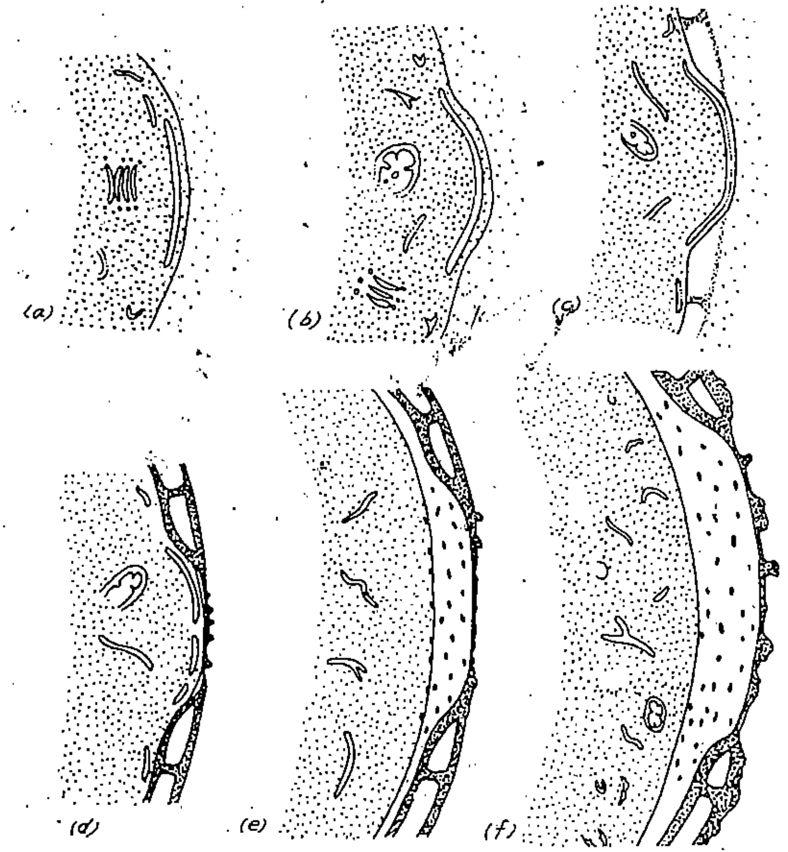
2.2.3 परागभित्ति का विकास

अर्धसूत्री विभाजन के पूरा होते ही, बाह्यचोल के लिए ब्लूप्रिंट यानी आदिबाह्यचोल (primexine) बन जाता है, जबकि लघुबीजाणु चतुष्क कैलोस से बनी एक भित्ति में परिबद्ध होते हैं। कैलोस β-1,3 ग्लूकैन है। परागभित्ति के निर्माण की दो अवस्थाएं हैं (चित्र 2.5)। लघुबीजाणु चतुष्क अवस्था में भित्ति निर्माण सामग्री सिर्फ लघुबीजाणु के जीवद्रव्य से आती है। दूसरी अवस्था में एंजाइमी निम्नीकरण के जरिए, कैलोस के घुल जाने और लघुबीजाणुओं के मुक्त हो जाने के बाद भित्ति सामग्री टेपीटमी कोशिकाओं से आती है।



चित्र 2.5 : *लिलियम (Lilium)* में यूबिश पिंडों (Ubisch bodies) के निर्माण और बाह्यचोल परिवर्धन का क्रमबद्ध निरूपण (हेस्लॉप-हैरिसन, 1972 के अनुसार)।

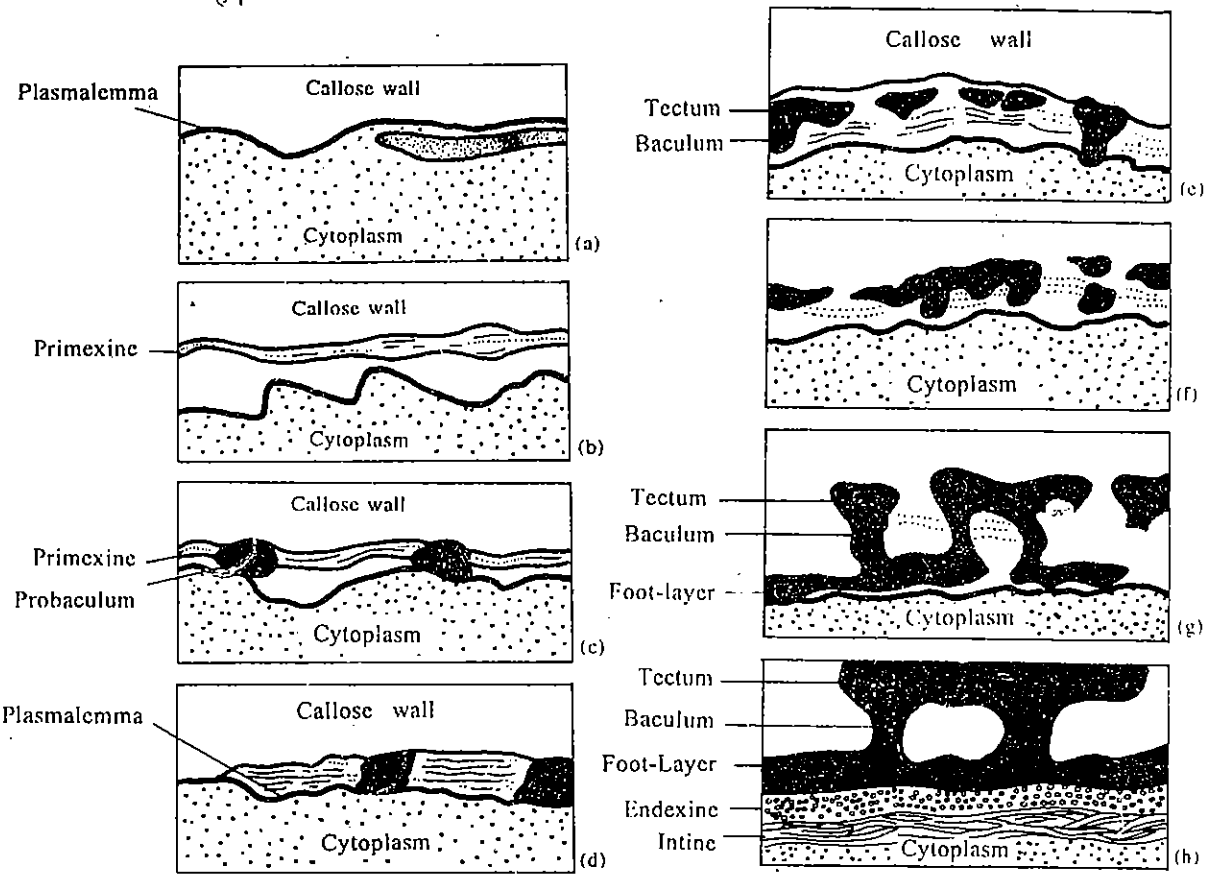
परागभित्ति की पहली भित्ति (आदिबाह्यचोल) सेलुलोसी होती है। इस परत के सेलुलोसी सूक्ष्मतंतुक लघुबीजाणु की संचलित प्लाज़्मा झिल्ली और कैलोस भित्ति के बीच में निक्षेपित हो जाते हैं। लघुबीजाणु के जीवद्रव्य में प्लाज़्मा झिल्ली के ठीक नीचे अंतर्द्रव्यी जालिका (endoplasmic reticulum) की पट्टिकाएं प्रकट होती हैं (चित्र 2.6)। सेलुलोसी आदिबाह्यचोल इन भागों में असंतत हो जाता है और इससे जो अंतराल बनती हैं, वही भावी जननछिद्र का काम करते हैं। सेलुलोसी आदिबाह्यचोल जब एक निश्चित स्थूलता प्राप्त कर लेता है, तो इसमें अतिरिक्त अंतराल प्रकट हो जाते हैं। चतुष्क जैसे-जैसे वृद्धि करता है, संवलित पट्टिकाएं इन अंतरालों में प्लाज़्मा झिल्ली की सतह पर निक्षेपित हो जाती हैं (चित्र 2.7 c.d)। इन स्तंभों को प्रोबाकुला (probaculae) कहते हैं। अब बीजाणु जीवद्रव्य, स्पोरोपॉलेनिन के पूर्ववर्तियों का संश्लेषण करता है जो बहुलकित किए जाते हैं और फिर पटलिकाओं की सतह पर निक्षेपित कर दिए जाते हैं। परिवर्धन की इस अवस्था में इन स्तभों को बाकुला कहा जाता है। बाकुला स्तंभों का वितरण और अभिविन्यास परिपक्व बह्यचोल के पैटर्न के अनुसार अलग-अलग होता है। कालांतर में बाकुला के निचले सिरे पार्श्व से आदिबाहयचोल की सेलुलोसी परत में प्रसार करते हैं और संलीन हो आधार परत (foot layer) बनाते हैं (चित्र 2.7 c-h)। बाकुला स्तंभ के शीर्ष भी पार्श्व से सभी दिशाओं में प्रसार कर टेक्टम बनाते हैं या फिर दीर्घन कर घुंडीनुमा संरचनाएं बनाते हैं। यहां तक बाह्यचोल का निर्माण चतुष्क के कैलोस भित्ति के अंदर ही होता है। इस प्रकार बीजाणुओं के मुक्त होने से पहले ही, परिपक्व बाह्यचोल का पैटर्न निर्धारित हो चुका होता है।



चित्र 2.6 (a-f): *साइलीन पेंडुला (Silene pendula)* के लघुबीजाणु से होती हुई अनुप्रस्थ काट का एक भाग। परागभित्ति का विकास। (a-c) कैलोस भित्ति के अंदर की अवस्थाएं (cw) । (a-h) मोचन के बाद परिवर्धन (शिवन्ना और जैहरी 1989 के अनुसार)।

लघुबीजाणु चतुष्क में कैलोस का धीरे-धीरे पाचन हो जाता है और लघुबीजाणु पराग कोष्ठक (anther locule) के अंदर अलग-अलग मुक्त हो जाते हैं। (चित्र 2.7h)। मुक्त अवस्था में परागकण अंतःचोल और बाह्यचोल की सबसे भीतरी परत का संश्लेषण करते हैं (चित्र 2.7 h)। अंतःचोल का निर्माण जालिकाय (dictyosomes) की क्रियाशीलता से होता है जैसा कि कायिक कोशिकाओं की प्राथमिक भित्ति में होता है। अंतःचोल के दो विशेष लक्षण हैं। पहला, अंतःचोल

की आरंभिक वृद्धि के दौरान बाह्यचोल की सबसे भीतरी परत (अधोबाह्यचोल- endexine) का स्थूलन जारी रहता है और पटलिका पदार्थ और बीजाणु जीवद्रव्य से आने वाले स्पोरोलेनिन पूर्ववर्ती विकासशील अंतःचोल से होकर गुजरते हैं। दूसरा कुछ खास प्रोटीन पट्टिकाओं या रिबनों में, जो कि जनन छिद्र के समीप निहित रहते हैं, एंजाइमी क्रियाशीलता देखने में आती है। इस प्रकार अंतःचोल प्रोटीन पराग जीवद्रव्य यानी नर युग्मकोद्भिद् का एक उत्पाद है, मगर बाह्यचोल प्रोटीन टेपीटमी जीवद्रव्य से आते हैं यानी वे बीजाणुउद्भिद् (स्पोरोफाइट) मूल के होते हैं।

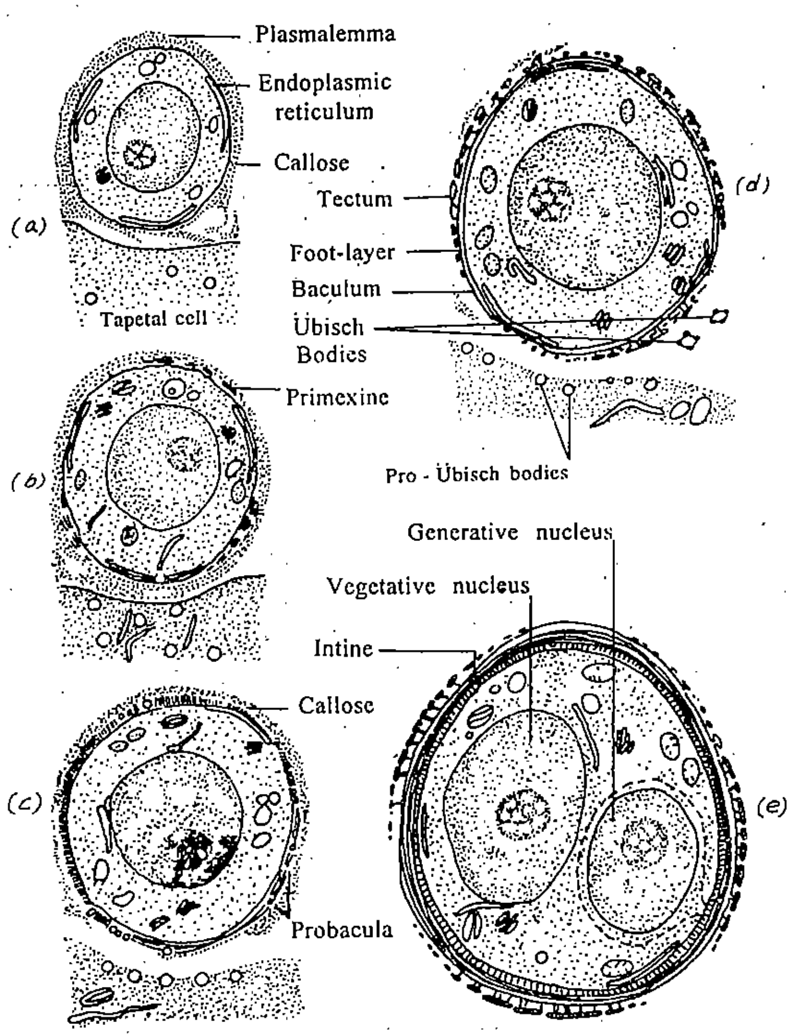


चित्र 2.7: परागभित्ति का विकास। सभी चित्रों में लघुबीजाणु यानी पराग का सिर्फ एक अंश (जिसमें प्लाज़्मा झिल्ली, जीवद्रव्य और भित्ति शामिल हैं), को ही आवर्धित किया गया है। (a) प्लाज़्मा झिल्ली सीधे ही कैलोस भित्ति से घिरी होती है। (b) प्लाज़्मा झिल्ली और कैलोस भित्ति के बीच सेलुलोसी आदि बाह्यचोल प्रकट हो चुका है। (c-d) प्रोबाकुला ने आदिबाह्यचोल प्रवेश कर लिया है। (e) बाकुला और टेक्टम बन गए हैं। (f,g) कैलोस भित्ति लुप्त हो गई है और विकसित है बहिर्बाह्यचोल/बहिर्क्साइन (ektexine) सुविकसित है। (h) भित्ति पूर्ण

टेपीटमी कोशिकाएं जब खंडित होती हैं, तो उनमें परिबद्ध प्रोटीनों और लिपिडों को प्रो-यूबिश पिंडों के रूप में (चित्र 2.8 a-d) बीजाणु गुहिका में छोड़ दिया जाता है। ये अंततः बाह्यचोल के सतही अवसादों में निक्षेपित हो जाते हैं। सततच्छदी पराग कणों में प्रोटीन अंश टेक्टम के बीजाणुओं से होकर बाकुलाओं के बीच मौजूद रिक्त स्थानों में संचित हो जाता है जबकि लिपिड टेक्टम की सतह पर ही रहता है।

पराग कण के अंतःचोल और बाह्यचोल प्रोटीन क्रमशः युग्मकोद्भिद् और बीजाणु-उद्भिद् मूल के होते हैं।

परागकिट (Pollenkitt): अनेक कीट परागित जातियों के परिपक्व पराग कणों के बाहर की ओर पाई जाने वाली वसीय परत को परागकिट कहा जाता है। लिपिडों या वसाओं के अलावा यह फ्लैवोनॉइडों, कैरोटिनॉइडों और टेपीटमी प्रोटीनों के अपह्रास (degeneration) उत्पादों का



चित्र 2.8: (a-d) यूबिश पिंडों का निर्माण और पराग भित्ति का परिवर्धन।

बना रहता है। कैरोटिनॉइड इसे अभिलाक्षणिक पीत या नारंगी रंग प्रदान करता है। परागकिट के प्रकार्य को अभी पूर्णतया समझा नहीं जा सका है। ऐसा माना जाता है कि यह कीट आकर्षी (insect attractant) के रूप में काम करता है, पराग प्रकीर्णन में सहायक है और पराबैंगनी किरणों से होने वाली क्षति से बचाव करता है। फ्लैवोनॉइडों का निक्षेपण पराग के सामान्य प्रकार्यन के लिए महत्वपूर्ण है। मकई में यह साबित किया जा चुका है कि जिन पराग कणों में फ्लैवोनॉइड नहीं होता वे पराग नलियों का विकास करने में असमर्थ रहते हैं जो निषेचन में कामगार होते हैं। लाइपॉइड परागकोश के स्फुटन और पराग के विसर्जन के बाद जल क्षय को रोकने में भी सहायक होते हैं।

कुछ पदार्थों के परागकिट पदार्थ संवेदनशील व्यक्तियों में फेफड़ों और श्वासनली में उत्तेजना और दूसरी ऐलर्जी प्रतिक्रियाएं पैदा करते हैं।

इससे पहले कि हम एक और रोचक विषय पराग परिवर्ती पर चर्चा करें। आइए इस अनुभाग में अभी तक हमने जो कुछ भी जाना हैं, उसे जांच लें।

बोध प्रश्न 1

1. निम्नलिखित में से कौन-से कथन सही हैं और कौन गलत। कथन के दाईं ओर दिए गए कोष्ठकों में सही (✓) या गलत (✗) का निशान लगाइए।

   (i) परागकण जब विभाजन कर एक जनन कोशिका और एक कायिक कोशिका बनाता है, तो वह नर युग्मकोद्भिद् बन जाता है। ( )

   (ii) बाह्यचोल स्पोरोपॉलेनिन का बना होता है, जबकि अंतःचोल पेक्टोसेलुलोस का। ( )

(iii) वाह्यचोल और आदिवाह्यचोल के लिए ब्लू प्रिंट तभी तैयार हो जाता है जब लघु-बीजाणु चतुष्क कैलॉस भित्ति में ही परिबद्ध होते हैं। ( )

(iv) संवलित पटलिकाएं, जो कि आदिबाह्यचोल के अंतरालों में निक्षेपित रहते हैं, प्रोबकुला कहलाती है। ( )

II बाईं ओर के कॉलम में दिए गए कथनों को दाईं ओर दिए गए स्तंभ के कथनों से मिलाइए।

क) परागकणों की अंतःचोल प्रोटीनों को युग्मकोद्भिद् मूल का माना जाता है, क्योंकि	1) टेपीटमी कोशिकाओं से आते हैं, दूसरी बीजाणु उद्भिद् कोशिकाओं की तरह जिनमें गुणसूत्र संख्या द्विगुणित पाई जाती है।
ख) बाह्यचोल स्पोरोपॉलेनिन का बना होता है।	2) एक प्रतिरोधी पदार्थ है। इसका रासायनिक सूत्र ग्लूकैन है।
ग) परागकणों में वाह्यचोल प्रोटीनों को बीजाणु-उद्भिद् मूल का माना जाता है क्योंकि	3) एक अति प्रतिरोधी पदार्थ है जो कैरोटिनॉइड वर्णकों और कैरोटिनॉइड एस्टरों के ऑक्सीकारक वहुलकीकरण से बनता है।
घ) बीजाणु चतुष्क पराग कोश कोष्टक में मुक्त होने से पूर्व कैलोस भित्ति में परिवद्ध होते हैं	4) इनका जन्म बीजाणु जीवद्रव्य से होता है। बीजाणु में गुणसूत्रों की संख्या अगुणित रहती है।

III **खाली स्थान में सही शब्द भरिए–**

i) पराग में जनन कोशिका की स्थिति प्रायः एक वंश या जीनस के लिए निर्धारित होती है और अक्सर यह भीतरी भित्ति के समीप और चतुष्क के .... की ओर होती है।

ii) लघुबीजाणु का असमान विभाजन .... के असममित स्वरूप की वजह से होता है, फलतः फ्रैग्मोप्लास्ट कमोबेश एक वक्रित वाचग्लासनुमा संरचना को बनाता है।

iii) पराग की जनन कोशिका में समसूत्रण के परिणामस्वरूप दो .... बनते हैं, जो प्रायः एक युग्म बनाकर लंबे समय तक घनिष्ठ संबंध में रहते हैं।

iv) बाकुला स्तंभों का वितरण और अभिविन्यास परिपक्व .... के पैटर्न के अनुसार अलग-अलग होता है।

2.2.4 पराग परिवर्ती (Pollen Variants))

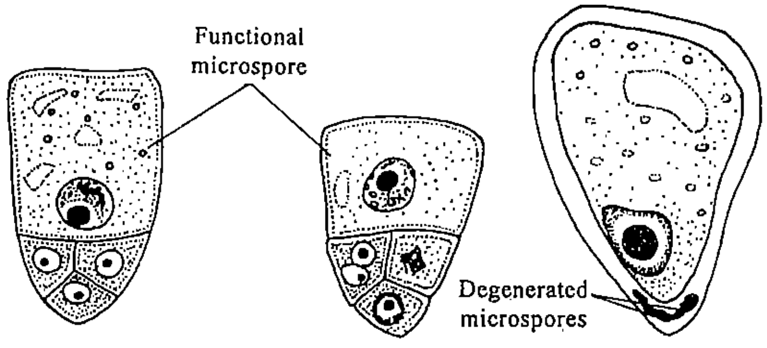
अभी तक आपने नर युग्मकोद्भिद् के विकास के सामान्य क्रम के दौरान घटने वाली घटनाओं के बारे में पढ़ा। आइए, अब ऐसे कुछेक उदाहरणों को लेते हैं, जिनमें नर युग्मकोद्भिद् परिवर्ती संरचनाओं को जन्म देता है, जैसे– रूद्धवृद्धि, पराग, परागपिण्ड (Pollenia) और बीजाणु-पिण्डिका या मैसुला (massulla), पराग भ्रूणकोश (pollen embryosac) और बीजाणुउद्भिद् (sporophytes)।

इकाई के इस भाग में हम सिर्फ पहले तीन पहलुओं पर ही चर्चा करेंगे।

साइपरेसी में पराग का विकास

साइपरेसी (Cyperaceae) कुल के सभी सदस्यों में अर्धसूत्रण के बाद बने चार केन्द्रकों में सिर्फ एक ही कार्यशील रहता है। वाकी के केन्द्रक लोप हो जाते हैं। एक कार्यशील केन्द्रक मध्य में रहता है और शेष तीनों अकार्यशील केन्द्रकों को एक ओर धकेल दिया जाता है। *साइपेरस (Cyperus)*, *काइलिंगा (Kyllinga)* और *सीर्पस (Scirpus)* में अकार्यशील केन्द्रक एक भित्ति के

जरिए कार्यशील केन्द्रक से पृथक हो जाते हैं (चित्र 2.9 a.b)। अकार्यशील केन्द्रकों के बीच भी भित्ति बनती है। कार्यशील केन्द्रक विभाजन कर एक जनन कोशिका और एक कायिक कोशिका की रचना करता है। अकार्यशील केन्द्रकों में भी विभाजन होता है, मगर वे रूद्धवृद्धि कहते हैं और अंततः उनका ह्रास हो जाता है (चित्र 2.9 c)। इस प्रकार एक चतुष्क में सिर्फ एक ही परागगण कार्यशील होता है। यह लक्षण एक बीजाणुज भ्रूण कोश (monosporic embryosac) के विकास में गुरूबीजाणुओं के व्यवहार के समान ही है, जिसे आप इकाई के अगले भाग में पढ़ेंगे।



चित्र 2.9 a–c: साइपेरस में पराग का परिवर्धन। (a) अकार्यशील लघुबीजाणुओं को एक ओर अलग कर दिया गया है। कार्यशील बीजाणु बड़ा और सुस्पष्ट केन्द्रक युक्त होता है। (b) दो अकार्यशील बीजाणु केन्द्रक ने विभाजन किया है। (c) अकार्यशील लघुबीजाणु लुप्त हो गए हैं।

पराग बंध्यता

नर बंध्यता के कई कारण हैं। परन्तु हम यहां सिर्फ उसी एक के बारे में चर्चा करेंगे, जिसमें बीजाणु, मातृकोशिका कुसंक्रिया की वजह से जीवन अक्षम परागकणों का जन्म होता है।

आवृतबीजी पौधों में पराग बंध्यता कई कारणों से होती है। पेराग कोश का या तो निर्माण ही नहीं होता, और अगर होता भी है तो उनमें होने वाला अर्धसूत्री विभाजन उपसामान्य होता है।

(क) उन स्थितियों में जहाँ परागकोश नहीं बनते, पराग रूद्धवृद्धि रूप ग्रहण कर सकते हैं और पंखुड़ियों (दल) या ब्राह्यदलों की तरह दिखाई देते हैं। इन स्थितियों को क्रमशः दलाभिता (petaloidy) और पर्णाभिता (phyllody) कहते हैं। ऐसी भी स्थितियाँ देखने में आती हैं जहाँ परागकोश का निर्माण पूरी तरह से निरुद्ध रह जाता है। पराग बंध्यता के इन मामलों में यह अर्धसूत्रण से पहले ही निर्धारित होता है।

(ख) ऐसे अन्य उदाहरण भी हैं, जिनमें परागकोश तो बनते हैं, मगर उनमें अपसामान्य अर्धसूत्री विभाजन होता है, जिससे जीवन-अक्षम पराग बनते हैं। इस पहलू पर भी हम आगे विस्तार से चर्चा करेंगे।

(ग) कभी-कभार सामान्य पराग कण बनते हैं मगर उनका मोचन नहीं हो पाता। यह परागकोश का स्फुटन हो जाने से होता है। इस स्थिति को भी **वलिकुंचित** परागकोश (contabiscent anther) कहते हैं।

(घ) अर्धसूत्रण कभी-कभी सामान्य होता है पर कैलोस के असमय घुल जाने से वृद्धिरोध हो सकता है। यह लघुबीजाणुजनन की किसी भी अवस्था में हो सकता है।

आइए, हम कारण (ख) पर अपनी चर्चा जारी रखें जो कि विपथी अर्धसूत्रण (abberant meiosis) है। वह नर बंध्यता जिसमें अर्धसूत्राणुओं की कुसंक्रिया के कारण जीवन-अक्षम पराग बनते हैं, उसे युग्मकोद्भिद् निर्धारित बंध्यता कहते हैं। (क) विकल्पतः अक्रियाशील पराग बीजाणुउद्भिद् ऊतकों से उत्पन्न होने वाले कुछेक कारणों या कारकों की वजह से भी बन सकते हैं। इसे बीजाणुउद्भिद्-निर्धारित बंध्यता कहते हैं (ख)।

(क) युग्मकोद्भिद् निर्धारित बंध्यता निम्नलिखित दो कारणों से होती है:

i) अर्धसूत्री अनियमितताएं। बहुगुणित पादपों में अर्धसूत्राणु विभाजन करते हैं जिससे संतरित कोशिकाओं में गुणसूत्रों का असमान वितरण होता है। फलतः अर्धसूत्री विभाजन से संजीनतः असंतुलित बीजाणु बनते हैं। दूसरा उदाहरण एक जीन के लिए विषमयुग्मजी या ऐसे पौधों का है, जिनमें एक लघु त्रुटि होती है मगर जो अगुणित प्रावस्था (haplophase) में घातक रहती है। ये जीवन-अक्षम पराग पैदा करते हैं।

ii) विपथी युग्मकोद्भिद् की स्थिति कुछ पौधों में पाई जाती है, जो सामान्य जीवनक्षम पराग तो पैदा करते हैं मगर जिनमें युग्मकोद्भिद् का विकास पूर्ण नहीं हो पाता।

(ख) बीजाणु-उद्भिद् निर्धारित बंध्यता जिससे जीवन अक्षम बीजाणु बनते हैं। यह अनेक कारकों की वजह से होती है।

यहाँ हम नरबंध्यता के सिर्फ दूसरे कारण की बात कर रहे हैं, जिसमें बीजाणु मातृ-कोशिका या युग्मकोद्भिद् की कुसंक्रिया के कारण जीवन अक्षम पराग कण पैदा होते हैं या फिर यह किसी बीजाणु-उद्भिद् कारक की वजह से भी हो सकती है। पहली स्थिति (ख-क) में परागकोश में निषेचनशील और बंध्य दोनों प्रकार के पराग कणों का मिश्रण हो सकता है जबकि बाद की स्थिति (ख-ख) में पराग कोश के अंदर पराग कणों की समूची संख्या बंध्य रहती है।

कुछेक पौधे 2-3 प्रकार के परागकणों को जन्म देते हैं जो आकार की दृष्टि से एक-दूसरे से भिन्न होती हैं। ऐसा प्रतीत होता है कि ये भिन्न-भिन्न पराग कण आपस में अलग-अलग प्रकार्यों को बांट लेते हैं जैसे परागणकारी को आकर्षित करना, उनके लिए भोजन प्रदान करना और मादा युग्मकोद्भिद् को निषेचित करना। भिन्न-भिन्न प्रकार्यों को करने के लिए भिन्न-भिन्न पराग कणों के इस निर्माण को **पराग बहुरूपता** (pollen polymorphism) कहते हैं।

युग्मकोद्भिद्-निर्धारित बंध्यता प्रायः अर्धसूत्री अपसामान्यताओं के कारण होती है। जैसे बहुगुणितों में अर्धसूत्रण जिससे अक्सर संतति कोशिकाओं में गुणसूत्रों का वितरण असमान हो जाता है। किसी एक जीन के लिए विषमयुग्मजी या ऐसे पौधे जिनमें लघु त्रुटि हो, जो कि अगुणित प्रावस्था में घातक होती हो, उनमें भी जीवन अक्षम परागकण बनते हैं।

बीजाणु-उद्भिद् निर्धारित पराग बंध्यता जीनीय, जीवद्रव्यी या वातावरणीय कारकों की वजह से होती है। यह परागकोश परिवर्धन के किसी भी चरण में क्रियाशील हो सकती है। आवृतबीजियों में जीनीय और जीवद्रव्यी पराग बंध्यता व्यापक रूप में पाई जाती है। जीवद्रव्यी पराग बंध्यता का पादप प्रजनन में भारी महत्व है। जीनीय पराग बंध्यता अप्रभावी जीनों के कारण होती है। मकई में जीनीय और जीवद्रव्यी दोनों तरह की पराग बंध्यता देखने में आती है।

ऑक्सिन, मैलेइक हाइड्राजाइड, मेन्डॉक (2,3 -डाइक्लोरो आइसोब्यूटाइरिक अम्ल का सोडियम लवण) और डालापॉन (2,2 डाइक्लोरोप्रोपियॉनिक अम्ल) जैसे कुछ खास पादप वृद्धि कारक नर बंध्यता को प्रेरित करते हैं।

अधिकांश स्थितियों में पराग बंध्यता टेपीटम की कुसंक्रिया के कारण होती है। इनमें से कुछ अनियमितताएं इस प्रकार हैं :

1. सामान्य RNA संश्लेषण का संदमन और DNA मात्रा में वृद्धि।

2. टेपीटम कोशिकाओं की अतिवृद्धि (hypertrophy) । ये अधिसामान्य जीवद्रव्यी RNA और बहुकेन्द्रकी बन जाती हैं। कोशिकाएं परागकोष्ठक में प्रवेश कर अर्धसूत्राणुओं या बीजाणुओं को दबा देती हैं।

3. टेपीटम का असमय अपह्रास जिससे विकासशील बीजाणुओं के पोषण में रूकावट आ जाती है।

परागपिंड और बीजाणुपिंडिकाः अधिकांश स्थितियों में प्रत्येक चतुष्क के परागकण एक-दूसरे से अलग होकर पराग में मुक्त रूप से रहते हैं। कुछ पौधों में, अधिकतर एरिकेसी कुल के सदस्यों में, परागकण परिपक्व हो जाने पर भी चतुष्क में ही बने रहते हैं। *ऐकेशिया (Acacia)* जैसे कुछ खास पौधों में चतुष्क समूहों में ही चिपके होते हैं, जिनमें 64 परागकण तक मौजूद हो सकते हैं। कुछ अन्य पौधों में, जैसे–ऐस्क्लेपिएडेसी (Asclepiadaceae) के सदस्यों में, परागपुट के सभी परागकण एक ठोस पिंड में गठित रहते हैं जिसे परागपिंड (pollinium) कहते हैं। ऑर्किडेसी (Orchidaceae) कुल के कुछ सदस्यों में परागकोश पराग कणों के ऐसे समूहों को जन्म देते हैं, जो प्रायः वाइसिन सूत्रों (viscin threads) द्वारा एक दूसरे से अदृढ़ तरीके से जुड़े होते हैं। इन समूहों को बीजाणु-पिंडिका (massulae) कहते हैं।

नर युग्मकोद्भिद् के विकास पर हमारी चर्चा यहाँ पर पूरी हो जाती है। आइए अब हम मादा युग्मकोद्भिद् के विकास को समझें। पर इससे पहले निम्न बोध प्रश्न हल कर लें।

बोध प्रश्न 2

1. रिक्त स्थानों में सही शब्द लिखिए :

   i) .... कुल के सदस्यों में अर्धसूत्री विभाजन के फलस्वरूप बनने वाले चार लघुबीजाणुओं में से तीन वृद्धिरूद्ध हो जाते हैं और सिर्फ एक ही कार्यशील रहता है।

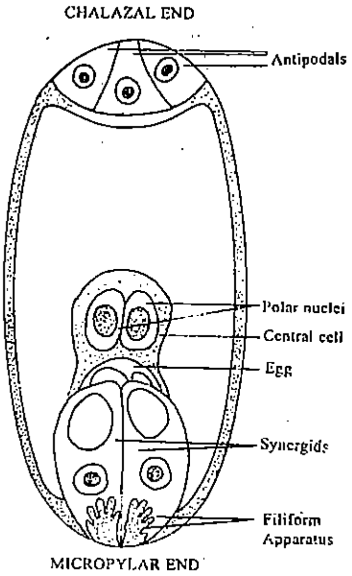
   ii) पौधों में पराग बंध्यता या तो युग्मकोद्भिद् पर निर्धारित है या बीजाणु-उद्भिद् पर निर्धारित हैं। युग्मकोद्भिद् निर्धारित पराग बंध्यता प्रायः .... के कारण और बीजाणु-उद्भिद्-निर्धारित पराग बंध्यता .... कारकों की वजह से होती है।

   iii) वातावरणीय कारक अधिकांश मामलों में बीजाणु-उद्भिद् निर्धारित पराग बंध्यता को .... की क्रिया के जरिए प्रभावित करते हैं।

2.3 मादा युग्मकोद्भिद् (Female Gametophyte)

इकाई के इस भाग में भ्रूणकोश और मादा युग्मकोद्भिद् शब्दों को हम एक दूसरे के स्थान पर प्रयोग करेंगे। इसकी वजह यह है कि भ्रूणकोश व्यक्तिवृत्तीय संदर्भ में आवृतबीजियों की अगुणित पीढ़ी की मादा जाति को ठीक उसी तरह से प्रतिनिधित्व देता है, जिस तरह से पराग नरयुग्मकोद्भिद् को।

पिछली इकाई में आपने चार गुरूबीजाणुओं के निर्माण के बारे में पढ़ा था (उपभाग 1.3.3)। आइए, उसी चर्चा को आगे जारी रखते हुए हम एक प्रारूपिक गुरूबीजाणु के एक मादा युग्मकोद्भिद् में विकास का अध्ययन करें। मादा युग्मकोद्भिद् का परिवर्धन चार गुरूबीजाणुओं में से एक (प्रायः एक रेखीय चतुष्क में निभाग के नजदीक स्थित गुरूबीजाणु) के विवर्धन के साथ शुरू होता है जिसके बाद तीन समसूत्री विभाजन होते हैं। इस प्रकार मादा युग्मकोद्भिद्, जिसे भ्रूणकोश भी कहा जाता है, हमेशा एक 7- कोशिकीय या 8- केन्द्रकी संरचना होता है (चित्र 2.10)। इस तरह बनने वाले 8 केंद्रक अंड उपकरण, दो ध्रुवीय केन्द्रकों युक्त एक मध्य कोशिका और तीन प्रतिव्यासांत (antipodal) कोशिकाओं में संगठित हो जाते हैं। भ्रूणकोश परिवर्धन की यह विधि अधिकांश पुष्पी पौधों में पाई जाती है।



चित्र 2.10 : एक संगठित भ्रूणकोश का चित्र।

मादा युग्मकोद्भिद् परिवर्धन की इस विधि से भिन्न रूप भी होते हैं। इन विचलनों को समझने के लिए आइए, गुरूबीजाणु चतुष्क के निर्माण को एक बार दोहरा लें। चार गुरूबीजाणुओं में से तीन का तो लोप हो जाता है और सिर्फ एक ही गुरूबीजाणु भ्रूणकोश के विकास में भाग लेता है। मादा युग्मकोद्भिद् परिवर्धन की इस विधि को एकबीजाणुज (monosporic) कहा जाता है। कुछ पौधों में चार गुरूबीजाणुओं में दो भ्रूणकोश के परिवर्धन में भाग लेते हैं। उदाहरण के लिए, अर्धसूत्रण-1 के बाद अगर निचला या ऊपरी द्वयक भ्रूणकोश को जन्म देता है और दूसरा द्वयक लुप्त हो जाता है तो इस प्रकार के भ्रूणकोश परिवर्धन को **द्विबीजाणुज** (bisporic) कहते हैं। कभी-कभी किसी भी अर्धसूत्री विभाजन के बाद कोशिका पट्टिका नहीं बन पाती और चारों गुरूबीजाणु केन्द्रक भ्रूणकोश के निर्माण में योगदान देते हैं। इस प्रकार के भ्रूणकोश परिवर्धन को चतुष्कबीजाणुज (tetrasporic) कहते हैं। गुरूबीजाणु केन्द्रकों और उनके व्युत्पन्नों के अभिविन्यास और व्यवहार के आधार पर चतुष्कबीजाणुज युग्मकोद्भिद् कई प्रकार के हो सकते हैं।

2.3.1 मादा युग्मोद्भिद् के प्रकार

नीचे दिए गए विवरण से आपको पता लग जाएगा कि युग्मकोद्भिद् के विकास में शामिल गुरूबीजाणु केन्द्रकों की संख्या के आधार पर भ्रूणकोश परिवर्धन को एकबीजाणुज, द्विबीजाणुज या चतुष्कबीजाणुज में वर्गीकृत किया जा सकता है। हरेक प्रकार के एक से अधिक परिवर्ती पाए जाते हैं जिनका नाम प्रायः उस वंश या जीनस पर रखा गया है, जिसमें इन परिवर्तियों को सबसे पहले देखा गया था (चित्र 2.12)।

एकबीजाणुज भ्रूणकोश (Monosporic Embryo Sac)

एकबीजाणुज भ्रूणकोश वह है जो कि सिर्फ एक गुरूबीजाणु से व्युत्पन्न होता है। जैसे-जीनस *पॉलिगोनम* में। इस प्रकार के भ्रूणकोश में पाए जाने वाले सभी केन्द्रक आनुवंशिकतः समान होते हैं क्योंकि वे एक ही केन्द्रक के समसूत्री विभाजन से पैदा होते हैं। एकबीजाणुज भ्रूणकोश दो प्रकार के होते हैं :

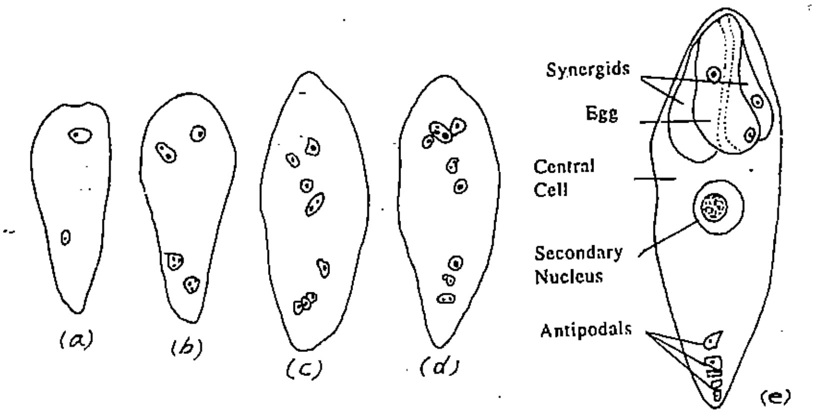
1. पॉलिगोनम प्रकार : भ्रूणकोश चतुष्क के निभागी गुरूबीजाणु से बनता है और अष्ट-केन्द्रकी होता है।

भ्रूणकोश का विकास कार्यशील गुरूबीजाणु के दीर्घन से शुरू होता है। शुरुआत में गुरूबीजाणु जीवद्रव्य में कोई रसधानी नहीं होती मगर बाद में उसमें लघु रसधानियां प्रकट होती हैं, जो संलयन कर एक बड़ी रसधानी बनाती हैं। केन्द्रक विभाजन का तर्कु गुरूबीजाणु के लंब अक्ष के समांतर अभिविन्यस्त होता है। केन्द्रक के विभाजन के बाद भित्ति नहीं बनती। दोनों सभित्ति कोशिकाओं के बीच एक बड़ी केन्द्रीय रसधानी (central vacuole) प्रकट हो जाती है। यह रसधानी फैलती है और केन्द्रकों को कोशिका के विपरीत ध्रुवों की ओर धकेलती है (चित्र 2.11)। दोनों ही केन्द्रक विभाजित होकर चार केन्द्रक बनाते हैं। हरेक ध्रुव पर दो-दो (चित्र 2.11 c-d)। इसके बाद भ्रूणकोश का कोशिकीय संगठन होता है। भ्रूणकोश के बीजांडद्वारी सिरे पर स्थित चार केन्द्रकों में से तीन तो अंड उपकरण में संगठित हो जाते हैं और चौथा मध्य कोशिका के जीवद्रव्य में ऊपरी ध्रुवीय केन्द्रक के रूप में मुक्त छूट जाता है। इस तरह निभागी चतुष्क के तीन केन्द्रक तो प्रतिव्यासांत कोशिकाओं की रचना करते हैं मगर चौथा निचले या अधर ध्रुवीय केन्द्रकका काम करता है। अंततः यह केन्द्रक ऊपरी ध्रुवीय केन्द्रक के निकट आ ठहरता है।

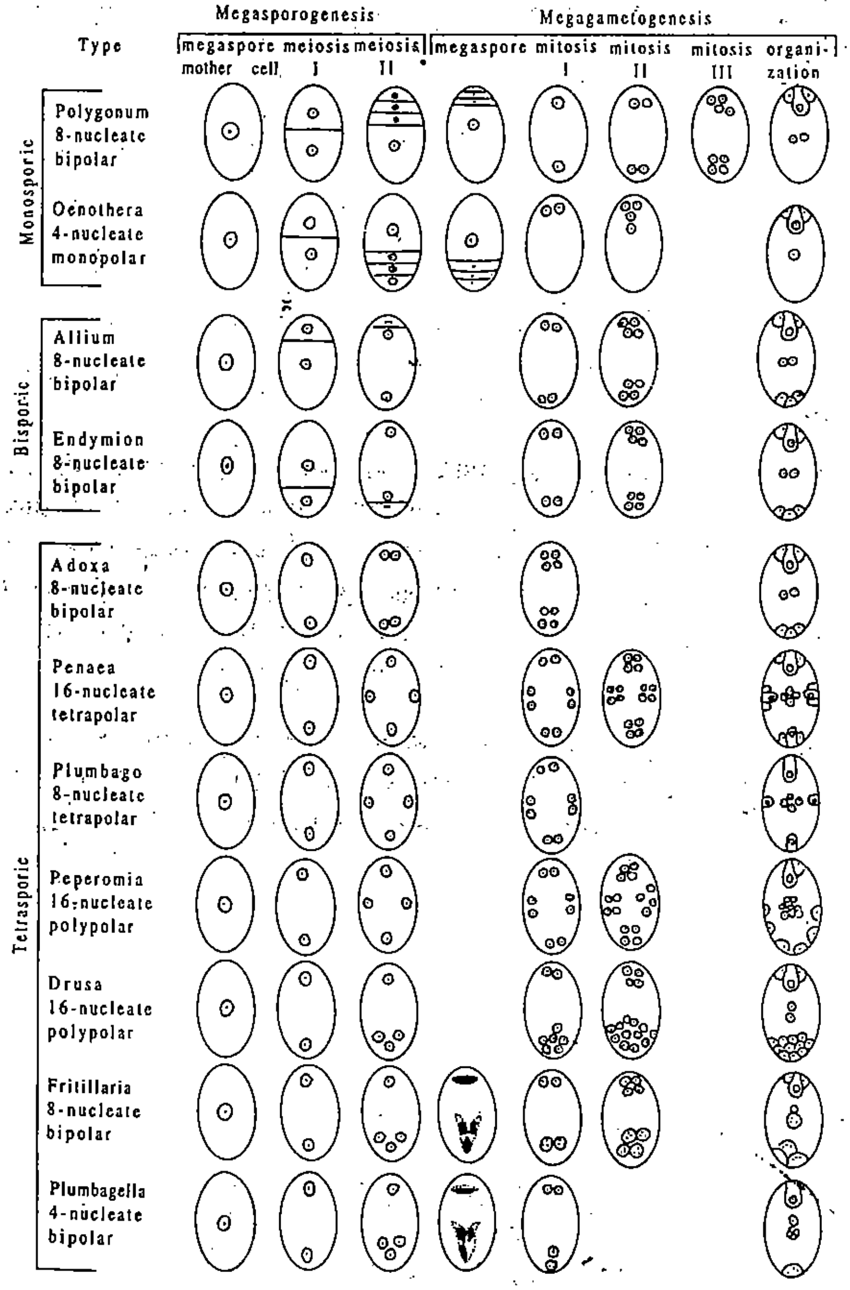
2. ईनोथेरा (Oenothera) प्रकार : इस प्रकार का भ्रूणकोश चतुष्क के बीजांडद्वारी गुरूबीजाणु से व्युत्पन्न होता है। यह चार केन्द्रक युक्त होता है। इस प्रकार का भ्रूणकोश ओनाग्रेसी (Onagraceac) की विशेषता है। परिपक्व भ्रूणकोश में एक अंड उपकरण और एक एककेन्द्रीय मध्य कोशिका होती है (चित्र 2.12)।

द्विबीजाणुज भ्रूणकोश

जैसाकि पहले ही समझाया गया है, द्विबीजाणुज भ्रूणकोश पहले अर्धसूत्री विभाजन के बाद बने द्वयकों में से एक से व्युत्पन्न होता है जबकि दूसरा द्वयक लुप्त हो जाता है। कार्यशील द्वयक में द्वितीय विभाजन के बाद कोशिका भित्ति नहीं बन पाती, और इस तरह दोनों ही केन्द्रकों में समसूत्री विभाजन होते हैं जिससे आठ केन्द्रक बनते हैं। भ्रूणकोश का अंतिम संगठन *पॉलिगोनम* के समान ही होता है (चित्र 2.12 b)।



चित्र 2.11: गुरुबीजाणुजनन की अवस्थाएं (a) पहले पश्च अर्धसूत्री समसूत्री विभाजन के वाद गुरुबीजाणु। (b) 4- केन्द्रक अवस्था (c) 8- केन्द्रक अवस्था। (d) केन्द्रकों के 3+2+3 वितरण को यह 3- कोशिकीय अंड उपकरण, 3 प्रतिव्यासांत कोशिकाओं और एक द्वितीयक केन्द्रक युक्त बड़ी मध्य कोशिका जो कि ऊपरी और निचली ध्रुवीय केन्द्रकों का संलयन उत्पाद है, इन सब घटकों से मिलकर बना होता है।



चित्र 2.12 : विभिन्न प्रकार के भ्रूणकोश विकास का चित्रात्मक निरूपण।

चूंकि द्विबीजाणुज भ्रूणकोश दो अर्धसूत्री उत्पादों से व्युत्पन्न होता है, उनके केन्द्रकों में दो भिन्न आनुवंशिक संघटन पाए जाते हैं। चार केन्द्रक एक किस्म के और बाकी के चार दूसरे किस्म के। द्विबीजाणुज भ्रूणकोश दो प्रकार के होते हैं:

1. **ऐलियम प्रकार (Allium type)** : यह निभागी द्वयक कोशिका से व्युत्पन्न होता है।
2. **एंडिमिआन प्रकार (Endymion type)** : बीजांडद्वारी द्वयक कोशिका से व्युत्पन्न होता है।

चतुष्कबीजाणुज भ्रूणकोश (Tetrasporic Embryo Sac)

इस समूह द्वारा किसी भी अर्धसूत्री विभाजन के साथ भित्ति का निर्माण नहीं होता। इससे अर्धसूत्रण के आखिर में चारों अगुणित केन्द्रक एक उभय जीवद्रव्य में ही बने रहते हैं। इस तरह से बनी संरचना को संगुरूबीजाणु (coenomegaspore) कहते हैं। द्विबीजाणुज भ्रूणकोश की तुलना में चतुष्क बीजाणुज भ्रूणकोश अधिक विषमांगी होता है। इसकी वजह यह है कि इसके निर्माण में सम्मिलित अर्धसूत्रण के चारों उत्पाद आनुवंशिकतः भिन्न होते हैं।

चतुष्कबीजाणुज भ्रूणकोशों में केन्द्रकीय व्यवहार परिवर्ती होता है। संगुरूबीजाणु में चार केन्द्रकों का विन्यास पश्च-अर्धसूत्री समसूत्रण से पहले तीन प्रकार का होता है : (क) 2-2 विन्यास (चित्र 2.12), बीजांडद्वारी सिरे पर दो केंद्रक और दो निभागी सिरे पर।

(ख) 1+1+1+1 विन्यास (चित्र 2.12 f,g,h) , बीजांडद्वारी सिरे पर एककेन्द्रक और एक निभागी सिरे पर, और दो पार्श्व स्थित, हर ओर एक-एक। (c) 1+3 विन्यास (चित्र 2.11 i,j,k, बीजांडद्वारी सिरे पर एक केन्द्रक और तीन केन्द्रक निभागी सिरे पर। केन्द्रक संलयन होता है या नहीं, संगुरूबीजाणु में पश्चात अर्धसूत्री समसूत्रण की संख्या और भ्रूणकोश कई प्रकार के होते हैं। स्पष्टीकरण के लिए चित्र 2.11 को देखिए।

बोध प्रश्न 3

रिक्त स्थानों में सही शब्द लिखिए :

i) भ्रूणकोश के परिवर्धन को, इसके निर्माण में भाग लेने वाले गुरूबीजाणुओं की संख्या के आधार पर वर्गीकृत किया गया है। चार गुरूबीजाणुओं में से अगर तीन का लोप हो जाए और एक भ्रूणकोश बनाता है, तो यह .... प्रकार परिवर्धन कहलाता है। अगर दो गुरूबीजाणुओं का ह्रास हो जाए और बाकी के दो भ्रूणकोश की रचना करते हैं तो यह ....प्रकार का परिवर्धन कहलाता है। भ्रूणकोश के निर्माण में अगर चारों गुरूबीजाणु भाग लेते हैं, तो इसे ....परिवर्धन कहते हैं।

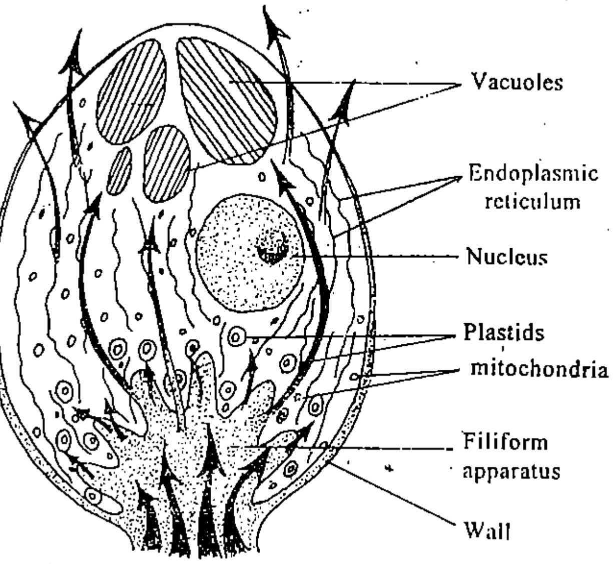
ii) चतुष्क बीजाणुज भ्रूणकोशों में केन्द्रक स्वयं को तीन तरह से अभिविन्यस्त कर सकते हैं। पश्च-अर्धसूत्री समसूत्रण शुरू होने से पहले चारों केन्द्रक क).................... विन्यास ख) .... ग) विन्यास में व्यवस्थित हो सकते हैं।

2.3.2 परिपक्व भ्रूणकोश

परिपक्व होने पर भ्रूणकोश में निम्नलिखित घटक होते हैं: दो सहाय कोशिका (synergids), एक अंड कोशिका (egg cell), ध्रुवीय केन्द्रकों (polar nuclei) युक्त एक मध्य कोशिका (central cell) और तीन प्रतिव्यासांत कोशिकाएं। दोनों सहाय कोशिकाएं अंडकोशिका के साथ मिलकर अंड उपकरण का निर्माण करती हैं। परिपक्व भ्रूणकोश में केन्द्रकों कोशिकाओं की संख्या और विन्यास में काफी विविधता देखने में आती है।

सहाय कोशिका: जैसाकि भ्रूणकोश की अनुदैर्ध्य काट में देखने को मिलता है, सहाय कोशिकाएं हुकनुमा या चोंचनुमा होती हैं। इनमें प्रायः निभागी सिरे पर एक रसधानी और बीजांडद्वारी सिरे पर तंतुरूपी अंड उपकरण और केन्द्रक पाए जाते हैं।

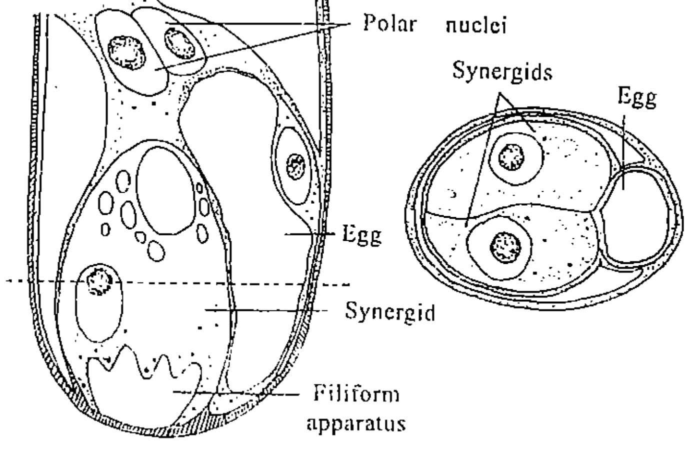
सहाय कोशिकाओं की भित्ति अपूर्ण होती है। सहाय कोशिका के बीजांडद्वारी एक तिहाई भाग के इर्दगिर्द एक सुस्पष्ट भित्ति होती है जो निभागी सिरे की ओर क्षीण होती है और अंततः लुप्त हो जाती है (चित्र 2.13)। फलतः कोशिका का निभागी सिरे का एक तिहाई भाग भित्तिहीन रह जाता है। इस भाग में सहाय कोशिका का जीवद्रव्य दोहरी झिल्लियों से मध्य कोशिका के जीवद्रव्य से पृथक रहता है। इनमें से एक झिल्ली सहाय कोशिका की और दूसरी मध्य कोशिका की होती है। भित्ति की यही स्थिति कपास और अध्ययन की गई दूसरी अधिकांश जातियों में पाई जाती है।



चित्र 2.13: कपास की परिपक्व सहाय कोशिका की काट का एक दृश्य। अधिकांश कोशिकांग तंतुरूपी उपकरण के आसपास संकेन्द्रित होते हैं। तीर भ्रूणकोश में सहाय कोशिका से होते हुए पोषक तत्वों के प्रवाह की दशा को दर्शाते हैं।

सहाय कोशिकाओं के बीजांडद्वारी सिरे पर एक प्रमुख संरचना मौजूद रहती है, जिसे तंतुरूपी उपकरण कहते हैं (चित्र 2.13)। संचरण इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से किए गए अध्ययन से पता चला है कि तंतुरूपी उपकरण (filiform apparatus) भित्ति के जीवद्रव्य में पहुंचे अंगुलीनुमा प्रवर्धों का एक पिंड है (चित्र 2.14)। संरचना की दृष्टि से तंतुरूपी उपकरण के प्रत्येक प्रवर्ध में जकड़े हुए निचित सूक्ष्मतंतुओं का एक क्रोड होता है जो एक तंतुकहीन आच्छद द्वारा परिबद्ध रहता है। सूक्ष्मतंतुक संभवतया सेलुलोसी होते हैं। इनमें पॉलिसेकेराइड प्रचुर मात्रा में होते हैं। तंतुरूपी उपकरण की संरचना "अंतरण कोशिकाओं" (transfer cells) की स्पंजी भित्ति से मिलती-जुलती है जो कि झिल्ली के आरपार लघु दूरी के अभिगमन ससे जुड़ी रहती हैं।

अंतरण कोशिकाएं : ये कोशिकाएं विलायकों के प्रवाह से जुड़ी हैं, जहाँ दाता और आदाता के बीच पृष्ठ आयतन में भारी विषमता होती है। कोशिका में भित्ति अंतःवर्धों का विकास होता है और झिल्ली में वलन बन जाते हैं।

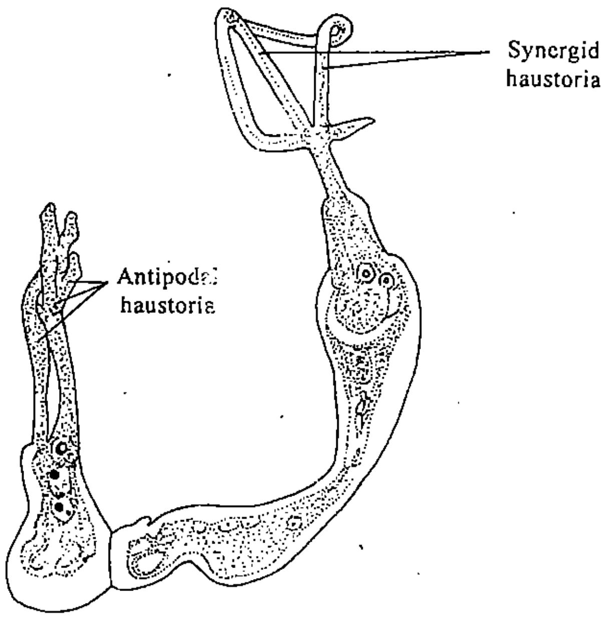


चित्र 2.14: (a) कपास के एक परिपक्व भ्रूणकोश के बीजांडद्वारी सिरे का चित्र। (b) भ्रूणकोश का (b) में चिन्हित स्तर पर अनुप्रस्थ काट।

सहाय कोशिका का जीवद्रव्य बेहद धुवित होता है। कोशिका का निभागी खंड एक बड़ी या अनेक लघु रसधानियों से घिरा होता है (चित्र 2.14.a)। कपास में ये रसधानियां कैल्शियम लवणों और कार्बोहाइड्रेटों से भरपूर होती हैं। कोशिका के बीजांडद्वारी अर्धभाग में भारी मात्रा में जीवद्रव्य और सुस्पष्ट केन्द्रक होता है। इसके जीवद्रव्य में माइटोकॉन्ड्रिया, अंतर्द्रव्यी जालिका और जालिकाओं (dictyosome) की प्रचुरता देखी जा सकती है, जो कि तंतुरूपी उपकरण के समीप संकेन्द्रित होते हैं (चित्र 2.14 b)।

सहाय कोशिकाएं लघु-जीवी संरचनाएं हैं। अधिकांश जातियों के भ्रूणकोशों में, दोनों सहाय कोशिकाओं में से एक परागनली के भ्रूणकोश में प्रवेश करने से पहले ही अपह्रासित हो जाता है। दूसरी सहाय कोशिका का जिसे अक्सर दीर्घस्थायी सहाय कहते हैं, भी इसके थोड़ी देर बाद अपह्रास हो जाता है।

ऐसा बहुत कम ही देखने में आया है कि ये कोशिकाएं चूषकांगी रूपाकार ग्रहण कर लेती हैं। सैन्टेलेसी (santalaceac) कुल के एक सदस्य *क्विंकेमैलियम चाइलेंस* (*Quinchamalium chilense*) में, सहाय कोशिका दीर्घन कर, 1,200 माइक्रोमीटर (μm) तक लंबी हो जाती हैं (चित्र 2.15)। उपभाग 2.3.3 में आप दूसरे प्रकार के चूषकांगों के बारे में पढ़ेंगे।



चित्र 2.15: सहाय कोशिका और प्रतिप्यासांत-चूषकांग को दर्शाता *क्विंकेमैल्मि चाइलेंस* का परिपक्व भ्रूणकोश।

सहाय कोशिकाओं के प्रकार्यः

परासंरचना की दृष्टि से कोशिकांगों की संरचना और सांद्रण से पता चलता है कि सहाय कोशिकाएं उपापचयी रूप से सक्रिय हैं। सहाय कोशिका के निम्नलिखित तीन प्रकार्य हैं:

1. रसो-अनुवर्ती क्रियाशील पदार्थों का स्राव कर पराग नली वृद्धि को संचालित करना।
2. अपह्रासी सहाय कोशिका भ्रूणकोश में पराग नली के विसर्जन के लिए स्थल का निर्माण करती है।
3. तंतुरूपी उपकरण बीजांडकाय से पदार्थों के अवशोषण और उनके भ्रूणकोश में परिवहन में सहायक है।

अंडा (Egg): अंड उपकरण की तीनों कोशिकाएं त्रिभुजाकार तरीके से व्यवस्थित होती हैं जिसमें दोनों सहाय कोशिकाओं और मध्य कोशिका के साथ एक उभयधर्मी भित्ति का सहभाजन करता है। अंडे में भित्ति बीजांडद्वारा सिरे पर स्थूलतर और निभागी सिरे पर अनुपस्थित रहती हैं। इस सिरे पर अंड कोशिका का पार्श्व भित्तियां मध्य कोशिका की भित्ति से आ मिलती हैं। अंड

शिका भित्ति दोनों सहाय कोशिकाओं और मध्य कोशिका की ओर से, तो जीवद्रव्यतंतुओं lasmodesmata) से चंक्रमित रहती है मगर उसके बाहर की ओर से नहीं।

ड्कोशिका अपने विकास के आरंभिक दौर में ही अति ध्रुवित हो जाती है। ध्रुविता की भिव्यक्ति कोशिका के निभागी सिरे पर जीवद्रव्यी अवयवों के पुंजन से होती है। कोशिक का जांडद्वारी सिरा एक बड़ी रसधानी से घिरा रहता है। इस तरह अंड कोशिका में रसधानी और वद्रव्य का वितरण सहाय कोशिकाओं के ठीक उल्टे होता है।

: जीवद्रव्य की परासंरचना यह बताती है कि यह निष्क्रिय है। माइटोकॉन्ड्रिया में कुछेक क्रिस्टा 'ista) पाए जाते हैं। पर *जिआ मेस (zea mays)* को छोड़ जालिकाएँ या तो होती हीन नहीं हैं डेन्ड्रम *(Epidendrum)* या होती भी हैं तो बहुत ही कम संख्या में। जालिकाय जहाँ कहीं भी स्थित होते हैं, वे अक्रिय अवस्था में रहते हैं। अंडे में लवक (plastids) भी पाए जाते हैं, में नर युग्मेकोद्भिद् से कुछ भिन्नता होती है। अंड जीवद्रव्य राइबोसोम से भरपूर होता है।

बैगो कैपेंसिस *(Plumbago capensis)* में, भ्रूणकोश में सहाय कोशिकाएं नहीं पाई जातीं। मगर में अंड कोशिका के बीजांडद्वारी सिरे पर कई अंगुलीनुमा प्रवर्ध होते हैं। इस पौधे में अपने रकी प्रकार्य के अलावा अंड कोशिका ने सहायकोशिका की भूमिका भी ले ली है।

व्यासांत **(Antipodals):** भ्रूणकोश के घटकों के बीच प्रतिव्यासांतों में भारी विविधता देखने में ती है। ये प्रायः निषेचन से ठीक पहले या उसके बाद लुप्त हो जाते हैं। कई पौधों में -व्यासांत दीर्घस्थायी रहते हैं और उनमें कुछ ऐसे संरचनात्मक और कोशिकीय लक्षण देखने में ते हैं जो भ्रूणकोश के पोषण में संभावित भूमिका को बताते हैं।

ों में प्रतिव्यासांत अर्धसूत्री विभाजन कर लगभग 300 कोशिकाएं बनाते हैं। *जिया मेस* में, व्यासांतों में अतिरिक्त विभाजनों के दौरान, कई कोशिकाओं की भित्तियां अपूर्ण रह जाती हैं, ससे एक बहुकेन्द्रकी जीवद्रव्य यानी एक संकोशिका या सिन्सीशियम (syncytium) का निर्माण ा है। प्रतिव्यासांत केन्द्रक भी अंतः बहुगुणिता या बहुपट्टता के कारण बहुगुणित बन जाते हैं।

ई में प्रतिव्यासांत कोशिकाओं में माइटोकॉन्ड्रिया, लवक और बहुकुंडकीय जालिकाय ulticisternal dictyosome) प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। जीवद्रव्य में अंतर्द्रव्यी जालिका या लेकाओं से व्युत्पन्न अनगिनत लघु आशय मौजूद होते हैं। इनमें से कुछ कोशिकाओं में एक क विशेषता पाई जाती है। वह है–पैपिलामय भित्ति उद्वर्धों की उपस्थिति जो जीवद्रव्य में प्त रहते हैं। ये उद्वर्ध बीजांडकाय को घेरे रहने वाली कोशिकाओं तक सीमित रहते हैं और ंतुरूपी उपकरण की तरह ही दिखाई देते हैं। इस तरह के भित्ति प्रवर्ध पोस्त के पौधे की व्यासांत कोशिकाओं में भी पाए जाते हैं।

क-रसायन परीक्षणों से पता चला है कि प्रतिव्यासांत कोशिकाएं प्रोटीन, परऑक्सिडेस, टोक्रोम ऑक्सिडेस, ऐस्कॉर्बिक अम्ल और सल्फहाइड्रिल यौगिकों से परिपूर्ण होती हैं। इनमें A और पॉलिसैकेराइड बहुत कम मात्रा में पाए जाते हैं।

अनेक उदाहरण हैं, जिनमें प्रतिव्यासांत चूषकांगों के रूप में काम करती हैं। *आर्जिमोन क्काना (Argemone mexicana)* में प्रतिव्यासांत कोशिकाएं बहुत बड़ी होती हैं और वे भ्रूण हृदयाकारी (heart-shape) अवस्था तक बनी रहती हैं। ये निभागी सिरे पर स्थित ांडकायी कोशिकाओं की 8-10 परतों का उपभोग कर लेती हैं।

व्यासांत कोशिकाओं की भूमिका को अभी पूरी तरह से समझा नहीं जा सका है। दीर्घस्थायी व्यासांतों की पोषण भूमिका मानी गई है। इनके जीवद्रव्य की प्रकृति से पता चलता है कि ाति क्रियाशील कोशिकाएं हैं। ये कोशिकाएं स्त्रावी परागकोश टेपीटम और अध्यावरणी म से मेल खाती हैं, जिनमें कि DNA की मात्रा अधिक होती है। कुछ खास पौधों में भित्ति ों की उपस्थिति इस बात का संकेत देती है कि ये भ्रूणकोश के पोषण से सक्रियता से हैं।

मध्य कोशिका (Central Cell) : यह भ्रूणकोश की सबसे बड़ी कोशिका है। भ्रूणकोश की मातृ कोशिका भी यही है। आखिरी केन्द्रक विभाजन के बाद होने वाला भ्रूणकोश का विवर्धन मुख्यतः मध्य कोशिका की विशाल केन्द्रीय रसधानी की स्फीति के कारण होती है। मध्य कोशिका की रसधानी को शर्करा, अमीनों अम्ल और अकार्बनिक लवणों का भंडार माना जाता है।

मध्य कोशिका के केन्द्रक, जिन्हें ध्रुवीय केन्द्रक भी कहा जाता है, बहुत बड़े होते हैं, जिनकी विशेषता एक सुस्पष्ट केन्द्रिक है। ये कोशिका के मध्य में मौजूद रहते हैं और जीवद्रव्यी रज्जुकों द्वारा निलंबित रहते हैं। या फिर ये केन्द्रक जीवद्रव्य में अंड उपकरण के समीप पाए जाते हैं (चित्र 2.10)। इस स्थिति में भ्रूणकोश का निभागी हिस्सा एक बड़ी रसधानी से घिरा रहता है। द्विनिषेचन से पहले या उसके दौरान दोनों ध्रुव केन्द्रक संलयन कर द्वितीयक केन्द्रक की रचना करते हैं।

मध्य कोशिका का जीवद्रव्य लवकों, माइटोकॉन्ड्रिया, अनगिनत जालिकाओं, राइबोसोमों या लघु पॉलिसोमों से भरपूर रहता है। यही कोशिका भ्रूणकोश में गहन संश्लेषी गतिविधि का केन्द्र प्रतीत होती है।

मध्य कोशिका की स्थूलता परिवर्ती होती है। बीजांडकाय के संपर्क वाले भागों में यह सबसे स्थूल रहती हैं। अंडे और सहाय कोशिकाओ के मध्य कोशिका जहां पर स्पर्श करती है, वहां इसमें आंशिक भित्ति का उभयधर्मी गुण देखने में आता है। अंड उपकरण के निभागी सिरे की ओर यह पतली होती है और आखिर में निभागी खंड में मध्य कोशिका और अंडे व सहायकोशिकाओं की झिल्लियों के बीच कोई भित्ति नहीं रहती। मध्य कोशिका जीवद्रव्यतंतुक संबंधनों (plasmodesmatal connections) के जरिए अंड कोशिका, सहाय कोशिकाओं और प्रतिव्यासांत कोशिकाओं से जुड़ी रहती है।

2.3.3 भ्रूणकोश का चूषकांग व्यवहार

ऐसे कई उदाहरण हैं जिनसे यह पता चलता है कि समूचा भ्रूणकोश अंडज ऊतक से परे होने पर भी वृद्धि कर सकता है। मध्य कोशिका बीजांडद्वारी और निभागी सिरों से भी बहुकोशिकीय प्रवर्ध बना सकती हैं, जो अंडपी ऊतकों (carpellary tissues) में प्रवेश कर चूषकांग का काम करने लगती हैं।

लोरेन्थेसी (Loranthaceac) कुल में, जिसकी विशेषता अर्ध-परजीवी पौधे हैं, भ्रूणकोश प्रायः अति दीर्घित होते हैं। इस कुल के पौधे *मोक्विनिएला रूब्रा* (*Moquiniella rubra*) में भ्रूणकोश के सिरे को वर्तिका में प्रवेश करते, वर्तिकाग्र को स्पर्श करते और यहाँ तक नीचे की ओर बढ़ते देखा गया है। इस तरह के भ्रूण कोशों की लंबाई लगभग 48 मिमी. के लगभग होती है।

2.3.4 भ्रूणकोश का पोषण

बीजांड की आकारिकी से पता चलता है कि निभागी सिरा पोषक-तत्वों के प्रवेश का मुख्य मार्ग है। बीजांडवृंतीय संवहन आपूर्ति अध्यावरणों के मूल पर खत्म हो जाती है। पोषक तत्व बीजांडकाय से होते हुए भ्रूणकोश तक पहुंचते हैं। बीजांडवृंतीय संवहन आपूर्ति और भ्रूणकोश के निभागी सिरे के बीच विशिष्टीकृत ऊतक का एक खंड मौजूद होता है। इसे **हाइपोस्टेस** (hypostase) कहते हैं। पोषण आपूर्ति में हाइपोस्टेस की भी भूमिका मानी जाती है।

कुछ मामलों में बीजांडकायी ऊतक भ्रूणकोश के परिवर्धन के दौरान पूरी तरह से ग्रहण कर लिया जाता है। भीतरी अध्यावरण एक ग्रंथिल अंतःस्तर बन जाता है और बाहरी ऊतकों से पोषक तत्वों का अवशोषण कर उन्हें भ्रूणकोश तक पहुंचाता है। परागकोश टेपीटम से संरचनात्मक और प्रकार्यक समानता के कारण इस अंतःस्तर को अध्यावरणी टेपीटम भी कहते हैं (चित्र 1.2 देखिए)।

इस इकाई में आपने युग्मकजनन के मुख्य पहलुओं को जाना। अगली इकाई में हम पौधे के जीवन चक्र में होने वाली दो महत्वपूर्ण घटनाओं परागण और निषेचन के बारे में आपको बताएंगे। आइए, इससे पहले एक बोध प्रश्न को हल कर लें।

बाईं ओर के स्तंभ के कथनों को दाईं ओर के स्तंभ के कथनों से मिलाइए।

क) सहाय कोशिका जो पहले लुप्त होती है	i) बाहरी ऊतक से पोषक तत्वों के अवशोषण और उन्हें भ्रूणकोश तक पहुंचाने की भूमिका ले लेता है।
ख) मध्य कोशिका में रसधानी	ii) पराग नली के विसर्जन के लिए स्थान बनाती है।
ग) भ्रूणकोश चूषकांगों के अलावा पौधे	iii) भ्रूणकोश के पोषण के लिए सहाय कोशिका और प्रतिव्यासांत चूषकांगों का विकास भी कर सकते हैं।
घ) कभी-कभी समूचा बीजांडकायी ऊतक का उपयोग कर लिया जाता है	iv) भ्रूणकोश की वृद्धि के लिए शर्करा, अमीनो अम्लों और अकार्बनिक लवणों के भंडार का काम करती है।

. उपयुक्त शब्दों से रिक्त स्थान भरिए–

सहाय कोशिकाओं के बीजांडद्वारी सिरे पर उपस्थित एक प्रमुख संरचना जो भित्ति के अंगुलीनुमा प्रवर्धों की तरह प्रकट होती है, उसे .... कहते हैं।

भ्रूण कोश की मध्य कोशिका की भित्ति स्थूलता अति परिवर्तनशील होती है। यह बीजांडकाय के संपर्क वाले भागों में सबसे स्थूल रहती है और अंड उपकरण के .... सिरे की ओर पतली हो जाती है।

) सहाय-कोशिकाओं का जीवद्रव्य बेहद ध्रुवित होता है। कोशिका का निभानी खंड एक बड़ी या कई लघु .... से घिरा रहता है।

[बताइए कि निम्नलिखित कथन सही हैं या गलत। अपने उत्तर दिए गए कोष्ठकों में लिखिए।

अंड कोशिका की पार्श्विक भित्तियां प्रकट होकर बीजांडद्वारी सिरे पर मध्य कोशिका भित्ति से आ मिलती हैं। असल में अंड कोशिका की सिरस्थ भित्ति मध्य कोशिका की भित्ति की होती है।

मध्य कोशिका जीवद्रव्य तंतुक संबंधनों के जरिए अंडे, सहाय कोशिकाओं और प्रतिव्यासांतों से जुड़ी रहती है मगर मध्य कोशिका और बीजांडकायी कोशिका के बीच ऐसे संबंधन नहीं पाए जाते हैं।

। भ्रूणकोशों में दो सहाय-कोशिकाओं में से एक पराग नली के भ्रूणकोश में प्रवेश करने से पहले ही लुप्त हो जाती है। दूसरी सहाय कोशिका भ्रूणकोश में पराग नली के पहुंच जाने के थोड़ी देर बाद लुप्त हो जाती है।

सहाय कोशिकाएं पोषक तत्वों के परिवहन के प्रकार्य में लगी रहती है, यह तंतुरूपी उपकरण की बनावट से माना जा सकता है जो कि "अंतरण कोशिकाओं" की तरह ही होती है।

सहाय कोशिकाओं की भित्ति अपूर्ण होती है। कोशिका का निभागी एक तिहाई हिस्सा कोशिका भित्ति विहीन रहता है।

2.4 सारांश

- इस इकाई में बीजाणुओं से युग्मकों के निर्माण यानी युग्मकजनन की घटनाओं के बारे में बताया गया है। नर युग्मकोद्भिद् शुक्राणुओं को जन्म देता है और मादा युग्मकोद्भिद् अंडे को।
- नर युग्मकोद्भिद् के परिवर्धन की अपसामान्य धारा यह बताती है कि लघुबीजाणु और गुरूबीजाणु भी कोशिका विभाजनों के समरूप क्रम पर चल सकते हैं जिससे समान दिखाई देने वाली संरचनाओं की रचना होती है।
- युग्मकजनन में मुख्य कोशिकाएं यानी शुक्राणु और अंडा अपने आकार स्वरूप और तत्वों की दृष्टि से एक-दूसरे से काफी भिन्न होती हैं।
- सामान्यतया मध्य कोशिका में दो ध्रुव केन्द्रक पाए जाते हैं जो संलयन कर द्वितीयक केन्द्रक बनाते हैं। यह जीवद्रव्यतंतुक संबंधनों के माध्यम से अंडकोशिका, सहाय कोशिकाओं और प्रतिव्यासांतों से जुड़ी होती हैं।
- सहाय कोशिकाओं, प्रतिव्यासांतों या कभी-कभी समूचे भ्रूण कोश से उपजने वाले चूषकांग भ्रूणकोश के लिए पोषण के अतिरिक्त स्रोत प्रदान करते हैं।

2.5 अंत में कुछ प्रश्न

1. कायिक और जनन कोशिका में क्या अंतर होता है?
2. नर और मादा युग्मकोद्भिद् में क्या-क्या समानताएं और भिन्नताएं होती हैं?
3. सहाय कोशिकाओं के तीन प्रकार बताइए।

2.6 उत्तर

बोध प्रश्न

I.	i) सही	ii) सही	iii) सही	iv) सही	
II	क) 4	ख) 3	ग) 1	घ) 2	
III.	i) मध्य कोशिका	ii) बीजांडकायी तर्कु	iii) शुक्राणु		
2.	i) साइपरेसी	ii) अर्धसूत्री अपसामान्यताएं, जीनीय, जीवद्रव्यी, वातावरणीय			
	iii) टेपीटम				
3.	i) एकलबीजाणुज, द्विबीजाणुज, चतुष्कबीजाणुज		ii) 2+2, 1+1+1+1+1, 1+3		
	iii) संलयन				
4.	I क) ii	ख) iv	ग) iii	घ) i	
	II i) तंतुरूपी उपकरण	ii) निभागी	iii) रसधानियां		
	III i) गलत	ii) सही,	iii) सही,	iv) सही	v) सही

अंत में कुछ प्रश्नों के उत्तर

I)	कसौटी	जनन कोशिका	कायिक कोशिका
i)	आकार	अपेक्षतया लघु	अपेक्षतया बड़ी

ii)	जीवद्रव्य की गुणवत्ता	काचाभ, कोई RNA नहीं होता	घना, RNA से भरपूर
iii)	बीजांडकाय	आकार अपेक्षतया छोटा जिसमें DNA मात्रा अल्प मगर प्रोटीन अधिक मात्रा में होते हैं	बड़ा आकार, उच्च DNA मात्रा मगर प्रोटीन मात्रा में अल्प
iv)	बीजांडकाय में प्रोटीन	अल्प अम्लीय प्रोटीन	अधिक अम्लीय प्रोटीन
v)	संचित भोजन	संचित भोजन नहीं होता	सभी किस्म के संचित भोजन पदार्थ मौजूद रहते हैं
	उत्पाद	विभाजन कर दो नर युग्मक बनाती है	इसमें विभाजन नहीं होता और इसका उपभोग कर लिया जाता है क्योंकि इससे युग्मकों का पोषण होता है

2) **समानताएं :** गुणसूत्रों का एक ही सेट होता है और अगुणित होते हैं, कभी-कभार ऐसी संरचनाओं का निर्माण करती हैं जो समरूप होती है और ये कोशिका विभाजन के समान दौर से गुजरती हैं।

भिन्नताएं:

लक्षण	नर युग्मकोद्भिद्	मादा युग्मकोद्भिद्
पहली अवस्था	लघुबीजाणु	गुरूबीजाणु
परिपक्व युग्मकोद्भिद्	दो केन्द्रक होते हैं एक कायिक और दूसरा जनन कोशिका का	साधारणतया केन्द्रक दो ध्रुव केन्द्रकों, तीन प्रतिव्यासांत कोशिकाओं और एक अंड कोशिका में संगठित रहते हैं।
(अंतिम उत्पाद) युग्मक	साधारणतः शुक्राणु कहा जाता है (इनकी संख्या दो होती है), जिनका निर्माण जनन कोशिका के विभाजन से होता है।	साधारणतया अंडा (एक कोशिका) या यदाकदा चार

3. सहाय-कोशिकाएं पराग नली की वृद्धि के संचालन में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करती हैं। यह काम वे रसा अनुवर्ती सक्रिय पदार्थों के स्त्राव द्वारा करती हैं।

लुप्त होने वाली सहाय-कोशिकाएं भ्रूणकोश में पराग नली के विसर्जन का स्थान बनाती हैं।

तंतुरूपी उपकरण बीजांडकाय से पोषक [illegible] के अवशोषण और उनके वर्धनशील भ्रूणकोश को परिवहन करने में मदद करता है

इकाई 3 परागण और निषेचन

इकाई की रूपरेखा **पृष्ठ संख्या**

3.1 प्रस्तावना 56
उद्देश्य
3.2 परागण 57
परागण में प्रकार
स्व बनाम पर परागण
3.3 निषेचन 61
पराग-वर्तिकाग्र पारस्परिक-क्रिया
पराग अंकुरण : वर्तिकाग्र और वर्तिका में होने वाली घटनाएं
पराग नली की पात्रे वृद्धि
युग्मक संलयन और त्रिसंलयन
3.4 अनिषेच्यता 73
आंतरजातीय अनिषेच्यता
अंतराजातीय अनिषेच्यता
अनिषेच्यता का जीववैज्ञानिक महत्त्व
अनिषेच्यता दूर करने की विधियां
3.5 असंगजनन 83
पुनरावर्ती प्ररूप
अनावर्ती प्ररूप
असंगजनिकों में भ्रूणपोष विकास
असंगजनिकों के परागकोश
असंगजनन के कारण
अनिषेकजनन
असंगजनन का महत्त्व
3.6 सारांश 87
3.7 अंत में कुछ प्रश्न 88
3.8 उत्तर 89

3.1 प्रस्तावना

पिछली इकाइयों में हमने नर और मादा युग्मकोद्भिदों के निर्माण तथा आवृतबीजी पौधों की जनन संरचनाओं की विस्तार में चर्चा की। आपको याद होगा कि अर्धसूत्री विभाजन के फलस्वरूप, अगुणित परागकणों और अंड कोशिका की रचना होती है। युग्मकोद्भिदों के बन जाने के बाद लैंगिक जनन के दो आवश्यक चरण आते हैं। ये हैं परागण और निषेचन। इनके फलस्वरूप युग्मज बनता है जो फिर भ्रूण में परिवर्धित होता है। निषेचन के लिए पराग कणों का अंडप के वर्तिकाग्र तक पहुंचना जरूरी होता है। परागकणों के इस स्थानांतरण या अंतरण को ही परागण (pollination) कहते हैं। परागण हवा, जल या जंतु जैसे अनेक वाहकों द्वारा किसी से भी हो सकता है। परागण के बाद पुष्पी पौधों में द्विनिषेचन (double fertilisation) होता है जो कि पुष्पी पौधों में पायी जाने वाली एक विशेषता है। इस इकाई में आप परागण के प्रकारों, सफल परागण के लिए पौधों में पाए जाने वाले कुछ महत्त्वपूर्ण अनुकूलनों, स्त्रीकेसर (pistil) की संरचनात्मक विशेषताओं, पराग-स्त्रीकेसर अन्तः-क्रिया, द्विनिषेचन, अनिषेच्यता (incompatibility) और असंगजनन (apomixis) के बारे में पढ़ेंगे।

उद्देश्य :

इस इकाई को पढ़ने के बाद, आप इस योग्य होने चाहिए कि आप :

- पुष्पी पौधों में अलैंगिक जनन के प्रक्रम को समझ सकें;
- प्रभावशाली परागण के लिए परागकणों के प्रकीर्णन के लिए पौधे जिन जिन विधियों को अपनाते हैं उन्हें समझा सकें;
- कुछ खास मामलों में संकरण क्यों नहीं हो पाता यह समझा सकें;
- अनिषेच्यता दूर करने की विधियां बता सकें;
- कुछ खास पौधों में उत्तरजीविता सुनिश्चित करने के लिए असंगजनन किस तरह से काम करता है इसका विश्लेषण कर सकें;
- बेतरतीब लैंगिक जनन से बचने के लिए पौधों ने जिस नियंत्रण क्रियाविधि का विकास किया है उसे समझ सकें।

3.2 परागण (Pollination)

स्फुटन करने वाले परागकोशों से पराग कणों के स्त्रीकेसर में स्थानांतरण को परागण कहते हैं। जंतुओं की तरह पौधे लैंगिक जनन के लिए इधर-उधर नहीं जा सकते। इसलिए नर जनक से परागकणों के मादा जनक के वर्तिकाग्र में स्थानांतरण के लिए पौधों को कुछ बाहरी युक्ति या वाहक की जरूरत पड़ती है। *वैलिसनेरिया (Vallisneria)* में, जो एक जलीय पौधा है, पूरा का पूरा नर पुष्प ही मादा पुष्पों में स्थानंतरित हो जाता है। हालांकि ऐसा विरले ही होता है। भौतिक (हवा और पानी) व जैव (कीट, पक्षी और चमगादड़) वाहक पर परागण (cross pollination) को बढ़ावा देते हैं। परागण की सबसे पहली ज़रूरत परागकोशों का स्फुटन और पराग का स्थानांतरण हैं।

परागकोश स्फुटन (Anther Dehiscence) : इसका सीधा सा मतलब सूखे और परिपक्व परागकोशों से परागकणों का मुक्त (release) होना है। इसमें यांत्रिक दाब के कारण परागकोश भित्ति फट जाती है। यह यांत्रिक दाब रंध्रक के साथ की एंडोथीसियम कोशिकाओं के तंतुमय स्थूलनों से बनता है (रंध्रक वह भाग जहां यांत्रिक में विभेदन नहीं होता)। एंडोथीसियम अगर न हो, तब यह यांत्रिक भूमिका अधिचर्मी कोशिकाएं ले लेती हैं। अधिकांश आवृतबीजी पौधों में, रंध्रक परागकोशक की समूची लंबाई के समांतर एक संकीर्ण पट्टी के रूप में पाया जाता है। मगर यह एक ढक्कन या वाल्व (कपाट) (*बेरबरिडेसी* में) या छिद्रों (*सोलेनम*, *कैसिया*, *पॉलिगैला* में) तक सीमित पाया जा सकता है।

पराग अंतरण (Pollen Transfer) : पराग का अंतरण स्वकयुग्मी (स्व परागण) (autogomous) हो सकता है। इसमें परागकोश के परागकण उसी पुष्प के वर्तिकाग्र पर विभिन्न वाहकों द्वारा पहुंच जाते हैं। पर परागण में एक पौधे का पराग उसी जाति के किसी दूसरे पौधे के स्त्रीकेसर में पहुंचता है। परागण अगर एक ही पौधे के दो फूलों के बीच होता है तो इसे सजात-पुष्पी परागण (geitonogamy) कहते हैं और अगर यह दो भिन्न-भिन्न पौधों के फूलों के बीच होता है तब इसे परनिषेचन (xenogamy) कहा जाता है।

3.2.1 परागण के प्रकार (Types of Pollination)

स्व परागण (Self Pollination)

परागकोश से पराग कणों के उसी फूल के वर्तिकाग्र में स्थानांतरण या अंतरण को स्वपरागण कहते हैं। उन्मील परागणी (chasmogamous) फूलों में परिपक्व परागकोश और वर्तिकाग्र

परागण कारकों के लिए खुले रहते हैं। अनुन्मील्य (cleistogamous) पुष्पों में निषेचन जनन अंगों के वातावरण में खुले बिना ही पूरा होता है।

कॉमेलिना बेंगहेलेंसिस (Commelina benghalensis) उन्मील (आकाशी फूल) और अनुन्मील्य (भूमिगत) दोनों ही प्रकार के पष्प बनाता है। उन्मील पुष्पों का अनुन्मील्य पुष्पों में रूपांतरण वातावरणीय स्थितियों जैसे तापमान पर निर्भर करता है।

पर परागण (Cross–pollination)

इस प्रकार के परागण में एक पौधे के परागकोश से पराग उसी जाति के दूसरे पौधे के वर्तिकाग्र में स्थानांतरित होता है। इस प्रक्रम की मध्यस्थता भौतिक या जैव कारक करते हैं जैसे हवा, पानी, कीट, पक्षी और स्तनधारी जन्तु। पर-परागण एक-लिंगी पुष्पों में अविकल्पी है जबकि द्विलिंगी पुष्पों में ऐसे अनुकूलन पाए जा सकते हैं जो स्व-परागण को रोक दें। इन अनुकूलनों में स्व-वंध्यता (self–sterility), भिन्नकालपक्वता (dichogamy), स्वअनिषेच्य उभयलिंगता (herkogamy) और विषम वर्तिकात्व (heterostyly) आदि आते हैं। इनके बारे में अनुभाग 3.2.2 में जानकारी दी गई है। आइए अब हम पर-परागण की मध्यस्ता करने वाले साधारण कारकों के बारे में चर्चा करेंगे।

क) वायु-परागण (Anemophily) : जैसा कि नाम से ही विदित होता है इस प्रकार के परागण में परागकण वायु प्रवाहों के जरिए विचरण करते हैं। परागण सुनिश्चित करने के लिए वायुपरागित पौधे असंख्य छोटे, सूखे, हल्के और चिकने परागकण पैदा करते हैं जिनका मोचन प्रायः गर्म और शुष्क दिनों में होता है। इस तरह के पौधे एकलिंगी होते हैं जिनके दल और बाह्यदल लघुकृत रहते हैं तथा उनके लंबे और पंखदार वर्तिकाग्र, पराग अपरोधन के लिए वातावरण में खुले रहते हैं। उनके पुंकेसरों के तंतु लम्बे होते हैं और बिखरे रहते हैं जिससे कि पराग प्रकीर्णन सहज हो सके। ताड़, घास, ज्वार-बाजरा, बांस इस तरह के परागण के कुछ विशिष्ट उदाहरण हैं।

ख) जलपरागण (Hydrophily) : इसके नाम से आप यह न समझिये कि सभी जलोद्भिद् में परागण पानी द्वारा होता है। वास्तव में अधिकांश जलीय पौधे वायुपरागित होते हैं, जैसे *माइरियोफिलम (Myriophyllum)*, *पोटैमोजेटेम (Potamogeton)* या ये कीट-परागित (entomophilous) होते हैं जैसे *ऐलिस्मा (Alisma)* और निम्फिया *(Nymphaea)*। वायु परागित पौधों की तरह ही जलपरागित पौधों में भी पुष्पी आवरण बेहद लघुकृत होता है या फिर पाया ही नहीं जाता। जलपरागण में जलगत परागण भी होता है जिसे जलाधः परागण (hyphydrophily) कहते हैं जैसे *सेरैटोफिलम (Ceratophyllum)*, *मैजस (Majus)*, और *जोस्टेरा (Zostera)*।

इस प्रकार के परागण का एक अद्वितीय उदाहरण *जोस्टेरा मैरिआना (Z. mariana)* है। यह एक जलमग्न बारहमासी समुद्री पौधा है, जिसमें परागकण 250 μm तक लंबे और सूईनुमा होते हैं : जो देखने में परागनली की तरह लगते हैं। इन परागकणों के विशिष्ट गुरुत्व के कारण ये जल में किसी भी गहराई में मुक्त रूप से तैरते रहते हैं और जब कभी ये वर्तिकाग्र के संपर्क में आते हैं ये उसके चारों ओर कुंडली बना लेते हैं।

कुछ जलीय पादप समूहों में जलपृष्ठपरागण (ephydrophily) होता है। इन पौधों में परागण जल की सतह पर होता है। इसका चिरपरिचित उदाहरण जल-निमग्न एकलिंगाश्रयी (dioecious) पौधा *वैलिसनेरिया* है। नर और मादा पुष्प पानी के नीचे बनते हैं मगर परिपक्व हो जाने पर नर पुष्पवृंत से अलग होकर पानी की सतह पर तैरने लगता है। उधर क्षीण, सर्पिल कुंडलित, लंब, कृशवृंत से संलग्न मादा पुष्प परागण के समय पानी की सतह पर आ जाते हैं। नर पुष्प जब स्त्रीकेसरी पुष्पों के संपर्क में आता है तो परागण जलधारा के द्वारा पूरा हो जाता है। परागण के बाद दोनों पुष्प वृंत के कुंडलन के द्वारा नीचे ओर खींच लिए जाते हैं। इस तरह फल जल के नीचे ही विकसित होता है।

ग) कीटपरागण (Entomophily) : इसमें परागण के लिए कीट परागकणों को ले जाते हैं। *सैल्विया (Salvia)* में एक विशिष्टीकृत 'ट्यूमा पाइप' पुष्पी क्रियाविधि पाई जाती है जो भ्रमर (मधुमक्खी) परागण के लिए विकसित अनुकूलन को दिखाती है।

सैल्विया में दलपुंज (corolla) द्विओष्ठीय होता है और पुंकेसर दलपुंज नलिका से संलग्न पाए जाते हैं। परागकोश का सिर्फ आधारभाग ही निषेचनशील रहता है। दूसरे वंध्य अर्धभाग के परागकोश आपस में जुड़कर ऊतक की एक वंध्य पट्टिका का निर्माण करता है जो फूल के मुख के अधर ओष्ठ के ऊपर स्थित रहती है। तथापि निषेचनशील भाग दलपुंज के ऊपरी ओष्ठ के छत्र के नीचे रहता है। कोई मधुमक्खी मकरंद के लिए जब फूल पर बैठती है तो इससे वंध्य पट्टिका पर धक्का लगता है जिससे निषेचनशील परागकोशों से इसकी पीठ पर परागकण झड़ जाते हैं। अब यह मधुमक्खी जब दूसरे फूल पर बैठती है तो उसको शाखित वर्तिकाग्र पर उसकी पीठ से कुछ परागकण आ जाते हैं।

कीट परागित पौधों में अकसर प्रधानतः पीले या नीले रंग की पंखुड़ियां पाई जाती हैं। कीटों में मधुमक्खी और तितलियां रंग को मानव की तरह नहीं देखते। प्रकाश के वैद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम (electromagnetic spectrum) के पराबैंगनी परास में एक ऐसे भाग को देख लेते हैं जो मानव नेत्र नहीं देख पाता। ये नीले और पीले फूलों को मानव से एकदम भिन्न रंगों में देखते हैं। लाल रंग उन्हें काला दिखाई देता है। इसीलिए वे फूल जिनका परागण कीट करते हैं प्रायः लाल के अलावा अन्य रंगों के होते हैं। अनेक कीट परागित पुष्पों में आश्चर्यजनक पराबैंगनी चिन्ह पाए जाते हैं। ये चिन्ह हम तो नहीं देख पाते पर ये कीट को पुष्प की ओर आर्कषित करते हैं जहां पराग या मकरंद पाया जाता है। कीटों में सुविकसित घ्राण बोध सूंघने की शक्ति पाया जाता है।

कुछ पौधों में परागण के लिए "फ्लाई-ट्रैप क्रियाविधि" (Fly–trap mechanism) विकसित होती है, जो विशेष प्रकार की गंध उत्पन्न करते हैं। जैसे *रैफ्लेसिया (Refflesia)* (सड़े मांस की गंध), *ऐरम (Arum)* (मानव मल की गंध) और *ऐरिस्टोलोकिया (Aristolochia)* (सड़े तंबाकू और खाद की गंध)।

आफ्रिस स्पेकुलम (Ophrys speculum) नामक ऑर्किड में एक अतिविशिष्टीकृत प्रकार का परागण होता है। इसमें *कोल्पा ऐमिया (Colpa amea)* नाम के एक रोमिल वर्र द्वारा परागण होता है। चूंकि मादा वर्र की बनावट और गंध ऑर्किड पुष्प से मिलती है इसलिए नर वर्र इस पुष्प को अपनी मादा साथी समझ बैठता है और इस तरह उसके साथ कूट मैथुन कर लेता है। इस प्रक्रम में परागपिंड (pollinia) एक पुष्प से दूसरे पुष्प तक पहुंच जाते हैं।

टैजेटिकुला (Tegeticula) नामक एक शलभ (पतंगा) और *यक्का (Yucca)* नाम के पौधे के बीच में एक अविकल्पी सहजीवी संबंध देखने में आया है। यक्का पुष्प के सहवास बिना यह शलभ अपना जीवनचक्र पूरा नहीं कर सकता और बदले में *यक्का* के पास कोई और परागणकारी नहीं है। मादा शलभ अपने अंडे इस पुष्प के अंडाशय में देती है। *यक्का* या शलभ एक दूसरे के बिना कोई भी जनन नहीं कर सकता। यदि इनमें से एक जाति लुप्त हो जाए तो दूसरी का लुप्त होना तय है।

घ) पक्षीपरागण (Ornithophily) उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में कीट पतंगों की तुलना में पक्षी महत्वपूर्ण परागणकारी हैं। इनमें सबसे आम पाए जाने वाले पक्षी हैं गुंजन पक्षी (humming bird), सूर्य-पक्षी (sun– birds) और मधु या मकरंद भक्षी। पक्षियों द्वारा परागित होने वाले पुष्प प्रायः लाल, नारंगी या पीले होते हैं। दृश्य प्रकाश के परास में पक्षी अच्छी तरह से देखते हैं।चूंकि पक्षियों में गंध का सबल बोध नहीं होता, फलतः पक्षी-परागित पुष्पों में प्रायः सुगंध नहीं पाई जाती। पक्षी-परागित पुष्पों की विशेषताएं उनकी नलिकाकार (*निकोटिआना ग्लौका–Nicotiana glauca* में), चषकनुमा (*कैलीस्टेमॉन–Callistemon* में), या कुम्भाकार (*ऐरिकेसी–Ericaceae* के कुछ सदस्यों में) बनावट, चटक रंग, पराग और मकरंद की अधिकता हैं। गुंजन पक्षी पुष्प के ऊपर विचरण करते हुए मकरंद ग्रहण कर सकते हैं इसलिए जब वे किसी निलंबन पुष्प पर बैठते हैं तो उन्हें परागण के लिए किसी प्लेटफार्म की जरूरत नहीं पड़ती। एक अन्य पुष्प में सूर्य पक्षी (प्राचीन विश्व के वासी) किसी भी स्थिति में पुष्प पर बैठ सकते हैं और उससे मकरंद ग्रहण कर सकते हैं भले ही पुष्प सीधा खड़ा क्यों न हो।

ङ) चमगादड़-परागण (Cheiropterophily) : जैसाकि आप जानते हैं कि चमगादड़ रात में भोजन करते हैं और अच्छी तरह से नहीं देख पाते। मगर उष्णकटिबंधी इलाकों में यह महत्वपूर्ण

परागणकारी हैं। चमगादड़-परागित पुष्पों की पंखुड़ियां धूसर और फीके रंग की होती हैं। इन पौधों के पुष्प एक विशिष्ट तीखी गंध छोड़ते हैं जो प्रायः किण्वित फलों की तरह होती है। चमगादड़ इसी गंध से पुष्पों की तरफ आकर्षित होते हैं और वे उसके मकरंद को पा जाते हैं। जैसे-जैसे वे एक पुष्प से दूसरे पुष्प में जाते हैं, साथ-साथ पराग भी स्थानांतरित होता जाता है। चमगादड़ों के आवागमन को सुविधाजनक बनाने के लिए चमगादड़ परागित पौधों में पुष्प शाखाओं और पत्तियों से दूर एकल या गुच्छों में बनते हैं। चमगादड़ अपने नखरों (पंजों) से फूल को पकड़ लेता है और जब फूल से वह मकरंद चूस रहा होता है इसकी पीठ पर परागकण बैठ जाते हैं। चमगादड़ द्वारा परागित पौधों के उदाहरण सॉसेज वृक्ष *किजेलिया पिनाटा (Kigellia pinnata)*, डीबैब वृक्ष (*ऐडनसोनिया डिजिटाटा–Adansonia digitata*) आदि हैं।

3.2.2 स्व-बनाम पर परागण (Self vs Cross-Pollination)

स्व परागण का सबसे बड़ा लाभ इसकी निश्चितता है। मगर पीढ़ी दर पीढ़ी सतत स्व-परागण से क्षीण संतति पैदा हो सकती है। इसे अंतः प्रजनन अवनमन (inbreeding depression) कहते हैं। जैव-विकास की दृष्टि से स्व-परागण अलाभकर है क्योंकि इसमें आनुवंशिक पुनर्योजन की कोई संभावना नहीं रहती।

पर परागण में ऐसे पौधों से परागकण निषेचन में भाग लेते हैं, जोकि आनुवंशिक रूप से भिन्न होते हैं। आनुवंशिक विजातीयता कई मामलों में पौधे के लिए लाभकारी होती है। संतति अधिक ओजस्वी और विषम वातावरणीय स्थितियों में भी जीवित रहने के लिए बेहतर अनुकूलित होती है। इसीलिए पर परागित जातियों का वितरण स्व-परागित जातियों की तुलना में अधिक व्यापक पाया जाता है। इसलिए पर-परागण जैव विकास के लिए अनुकूल है। परपरागण की मुख्य कमी इसकी अनिश्चितता है। साथ ही इसमें पौधों द्वारा संसाधनों का भारी खर्च होता है क्योंकि इन्हें स्वपरागित पौधों की तुलना में भारी मात्रा में पराग पैदा करना पड़ता है ताकि बर्बादी की क्षतिपूर्ति हो सके। फिर जब परागणकारी कारक कोई तंतु हो तो पौधे को पराग या मकरंद के रूप में परागणकारी कारक के लिए उपयुक्त पारितोषिक भी प्रदान करना पड़ता है। मगर ये कमियां ऊपर बताये गये उपरोक्त लाभों के सामने कुछ महत्त्व ही नहीं रखतीं।

पर-परागण के विशिष्ट लाभों को देखते हुए पुष्पी पौधों ने ऐसी कई युक्तियों का विकास किया है जो उनमें स्व-परागण को तो रोकें मगर पर परागण को बढ़ावा दें। ये युक्तियां इस प्रकार हैं :

क) भिन्न कालपक्वता (dichogamy) : कई जातियों में परागकोश और वर्तिकाग्र अलग-अलग समय पर परिपक्व होते हैं। इस तरह एक पुष्प के परागकोशों का स्फुटन और वर्तिकाग्र की पराग ग्राहिता एकसाथ यानि एक ही समय पर नहीं होती। सूरजमुखी (sunflower) के पौधे में परागकोश वर्तिकाग्र के ग्राही बनने से पहले ही स्फुटन कर लेते हैं। इस तरह उसमें स्व-परागण नहीं हो सकता। इस स्थिति को पुंपूर्वता (protandry) कहते हैं। *मिरेबिलिस (Mirabilis)* और *मैग्नोलिया (Magnolia)* में वर्तिकाग्र परागकोशों के ग्राही होने से पहले ही पराग ग्राही बन जाता है। इस दशा को स्त्रीपूर्वता (protogyny) कहा जाता है।

ख) स्वअनिषेच्य उभयलिंगता (Herkogomy) : पराग कणों को उसी पुष्प के वर्तिकाग्र के संपर्क में आने से रोकने के लिए कुछ जातियों में संरचनात्मक अनुकूलन पाए जाते हैं। कई स्वअनिषेच्य उभयलिंगी जातियों में परागकोशों और वर्तिकाग्र/परागकोशों के स्तर से परे निकला होता है जिसके फलस्वरूप उसी पुष्प का पराग उस वर्तिकाग्र में नहीं पहुंच सकता। इसी तरह ऑर्किड और *कैलोट्रोपिस (Calotropis)* में पराग पिंड उसी पुष्प के वर्तिकाग्र तक नहीं पहुंच पाते।

ग) स्व-वंध्यता (Self-sterility) : कई जातियों में स्व-परागण के बाद निषेचन ही नहीं हो पाता। यह इस वजह से होता है कि वर्तिकाग्र में पराग अंकुरण या वर्तिकाग्र या वर्तिका में परागनली की वृद्धि अवरूद्ध हो जाती है। प्रभावी निषेचन के लिए, दूसरे पौधे से पराग का आना जरूरी है। ऐसा अनुमान है कि पुष्पी पौधों की लगभग आधी जातियों में यह परिघटना पाई जाती है।

घ) **पृथक् लिंगता (dicliny) :** इन जातियों में पुष्प एकलिंगी होते हैं। नर और मादा पुष्प एक ही पौधे में मौजूद हो सकते हैं जैसे *कुकुरबीटा (Cucurbita)* के कई सदस्य पादपों में। इस स्थिति को उभलिंगाश्रयी (monoecious) कहते हैं। मादा और नर पुष्प जब अलग अलग पौधों पर पैदा होते हैं तो इस स्थिति को एकलिंगाश्रयी (dioecious) कहा जाता है। जैसे खजूर (date palm), शहतूत (mulberry), भांग *(Cannabis)* में। चूंकि एकलिंगाश्रयी पौधों सहित इन पौधों में परागण दो भिन्न पुष्पों के बीच होता है इसलिए इसे पर परागण ही माना जाता है।

बोध प्रश्न 1

कोष्ठक में दिए सही शब्द पर सही का चिन्ह (√) लगाइए

क) (स्वकयुग्मी/परनिषेची) अवस्था में एक ही पुष्प के परागकोशों से पराग का उसी पुष्प के वर्तिकाग्र में स्थानांतरण होता है।

ख) (सजातपुष्पी परागण/परनिषेचन) भिन्न पौधों के पुष्पों बीच पर परागण को कहते हैं।

ग) (उन्मील परागणी/अनुन्मील्य परागणी) पुष्पों में परागण और निषेचन दोनों ही बंद पुष्प के अंदर होते हैं।

घ) (पर/स्व) परागण एकलिंगी पुष्पों में अविकल्पी होता है।

ङ) (वायुपरागित/पक्षीपरागित) पुष्प भारी मात्रा में लघु, चिकने, शुष्क और हल्के परागकण पैदा करते हैं और उनके वर्तिकाग्र लंबे और पंखदार होते हैं।

च) वे पादप जातियां जिनमें (स्व/पर) परागण होते हैं उनका पारिस्थितिक वितरण व्यापक होता है, क्योंकि वे प्रतिकूल वातावरणीय स्थितियों के लिए बेहतर अनुकूलित होते हैं।

3.3 निषेचन (Fertilization)

परागण का एकमात्र लक्ष्य नर और मादा युग्मकों में संलयन कर, सफल निषेचन होना है। पुष्पी पौधों में, कई अवरोध पैदा हो जाते हैं जिन्हें दूर करना जरूरी होता है। ये अवरोध परागण के तुरंत बाद शुरू हो जाते हैं और पराग-वर्तिकाग्र पारस्परिक-क्रिया के साथ इनका समारंभन होता है।

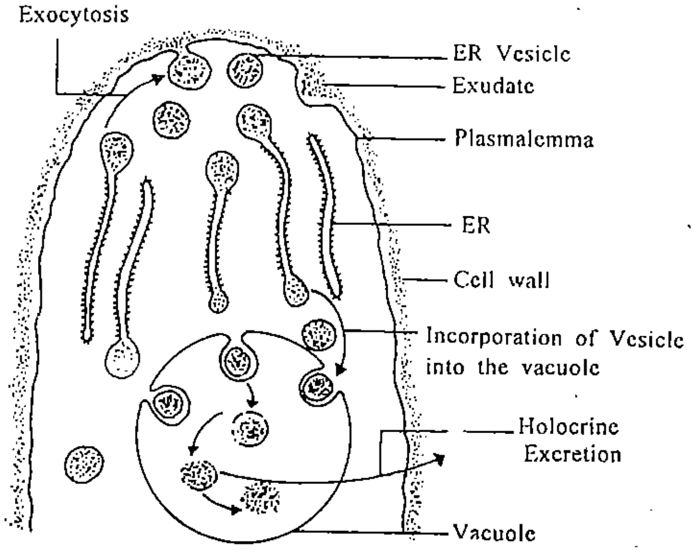
3.3.1 पराग-वर्तिकाग्र पारस्परिक-क्रिया (Pollen-Stigma Interaction)

वर्तिकाग्र

वर्तिकाग्र में उतरने के बाद परागकण अंकुरण कर एक परागनली बनाता है जो नर युग्मकों को ले जाने का काम करती है। परागण के समय वर्तिकाग्री रिसाव (प्रस्वेद) की उपस्थिति या अनुपस्थिति के आधार पर वर्तिकाग्र को दो प्रमुख प्रकारों में बांटा गया है :

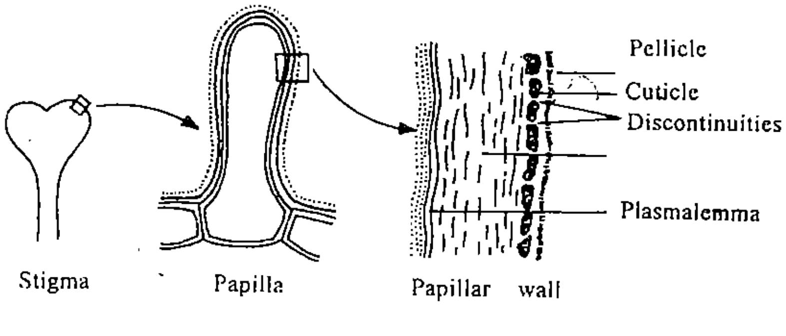
i) **नम वर्तिकाग्र (Wet Stigma)** एक लसलसे स्त्राव से ढका रहता है। उदाहरण *एगल मारमेलोस (Aegle marmelos)* और *पेटुनया हाइब्रिडा (Petunia hybrida)*।

ii) शुष्क वर्तिकाग्र पर कोई स्त्राव नहीं पाया जाता जैसे कपास (cotton) में। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में देखने से पता चलता है कि इस प्रस्वेद का स्त्राव अंतर्द्रव्यी जालिका (ER) से होता है और इसका रिसाव एक्सोसाइटोसिस (exocytosis) द्वारा होता है जो रिसाव के प्रक्रम में मदद करता है। इस प्रक्रम की क्रियाविधि को चित्र 3.1 में दिखाया गया है। *लिलियम (Lilium)* जैसे कुछेक पौधों में वर्तिकाग्र अस्त्रावी होता है। वर्तिकाग्र पर पाया जाने वाला प्रस्वेद असल में वर्तिकाग्री अंकुरकों या पैपिला (papilla) और वर्तिका से उत्पन्न होने वाले वर्तिका नाल (Stylar canal) में मौजूद अंकुरकों द्वारा स्त्रावित होता है। चित्र 3.2 में एक अंकुरक दिखाया गया है।



चित्र 3.1 : ऐप्टेनिया (*Aptenia*) के वर्तिकाग्री अंकुरकों में अभिगृहीत स्राव परिपथ (किस्टेन आदि, 1979 के अनुसार)।

नम वर्तिकाग्र : *पेंटुनिया* की सतह पर अनेक 2 कोशिकी पैपिले यादृच्छिक रूप से वितरित पाए जाते हैं। विकासशील वर्तिकाग्र में अधिचर्म एक संतत, महीन क्यूटिकल से ढकी रहती है और उपाधिचर्मी कोशिकाएं सघन जीवद्रव्य युक्त पाई जाती हैं। उनके बीच अंतराकोशिकीय अंतराल नहीं होते। परिपक्व वर्तिकाग्र मे उपाधिचर्मी खंड की कोशिकाएं दीर्घन कर एक स्त्रावी खंड बनाती हैं जिसमें लिपॉइडी स्त्राव से भरी बड़ी-बड़ी वियुक्तिजात गुहिकाएं (schizogenous cavities) पाई जाती हैं। स्त्रावी खंड वर्तिकाग्र के आधारी भाग से एक संचयक खंड (storage zone) द्वारा परिसीमित रहता है। वर्तिकाग्र की कोशिकाओं में अनगिनत मंडलवक (amytoplast) और भारी संख्या में लिपिड गोलिकाएं (lipid globules) पाई जाती हैं। ये गोलिकाएं संलीन होकर पहले जीवद्रव्य के परिधीय हिस्से की ओर पलायन करती हैं और अंततः कोशिका से बाहर हो जाती हैं। लिपॉइडी प्रस्वेद कोशिका भित्ति और क्यूटिकल के बीच में संचित हो जाता है। स्त्रावी खंड में यह प्रस्वेद अंतराकोशिक वियुक्तिजात गुहिकाओं को भरता है। परागोद्भव के समय, अधिचर्म असंगठित हो जाता है, क्यूटिकल पत्रकों (फ्लेकों) के रूप में त्याग दिया जाता है और संचित प्रस्वेद वर्तिकाग्र की समूची सतह पर फैल जाता है। पानी की एक महीन परत भी इसके साथ घेर ली जाती है।



चित्र 3.2 : वर्तिकाग्री अंकुरक (शिवान्ना के अनुसार, 1977)।

प्रस्वेद एक अति श्यान (viscous), अपवर्तनी (refractive) और आसंजक (adhesive) पदार्थ है। उच्च पृष्ठ तनन (surface tension) के कारण यह अतिलघु बूंदों की तरह दिखाई देता है। यह लिपिडों और फेनॉल यौगिकों का एक जटिल मिश्रण है। लिपिड यौगिक वर्तिकाग्र को निर्जलीकरण (desiccation) से बचाता है और पराग को जल की सुलभता को नियमित करता है। फेनॉल यौगिक एस्टर या ग्लाइकोसाइडों के रूप में पाए जाते हैं। ये वर्तिकाग्र को कीटों और नाशक

जीवों से बचाते हैं। पराग कणों से वर्तिकाग्र पर विसरित होने वाले एंजाइम संभवतः फेनॉल ग्लाइकोसाइडों से मुक्त शर्कराओं को छोड़ते हैं जो फिर उपयुक्त परासरण स्थितियां प्रदान करते हैं। वर्तिकाग्री प्रस्वेद में अपचायी शर्करा (ग्लूकोस, फ्रुक्टोस और सुक्रोस) भी मौजूद होती हैं।

शुष्क वर्तिकाग्र (dry stigma) कपास *(गॉसिपियम हिर्सुटम-Gossypium hirsutum)* का वर्तिकाग्र लंबे एककोशिकीय रोमों से ढका रहता है। परागण के समय वर्तिकाग्र रोमों में एक सुस्पष्ट और संतत क्यूटिकल देखा जाता है जो पतली भित्ति से घनिष्ठ रूप से लग्न होता है। शुष्क वर्तिकाग्र के ऊपर तनुत्वक् (pellicle) मौजूद रहते हैं जो कि बाह्यकोशिक प्रोटीन हैं। इनके अलावा वर्तिकाग्र की सतह पर लिपिड (वसा) और फेनॉल यौगिक भी पाए जाते हैं। इसके ठीक नीचे पतली भित्ति युक्त मृदूतक की कई परतें स्थित होती हैं जिनके बीच बड़े अंतराकोशिक अंतराल पाए जाते हैं। अंतराकोशिक अंतरालों का आकार धीरे-धीरे घटता जाता है और आखिर में कोई अंतराल या रिक्त स्थान बचा नहीं रह पाता। कोशिका भित्ति अब एक भारी पेक्टिन पदार्थ से मोटी हो जाती है। यह ऊतक प्रेषणी ऊतकों के साथ एक संयोजी बंध का काम करता है।

वर्तिका (The Style)

वर्तिका को दो प्रकारों में बांटा गया है : i) *खुली* या *विवृत वर्तिका* (open style) में एक वर्तिका नाल (stylar canal) मौजूद होती है, जो सुविकसित ग्रंथिल अधिचर्म से अभिरेखित पाई जाती है। यह एकबीजपत्रों में पाया जाता है।

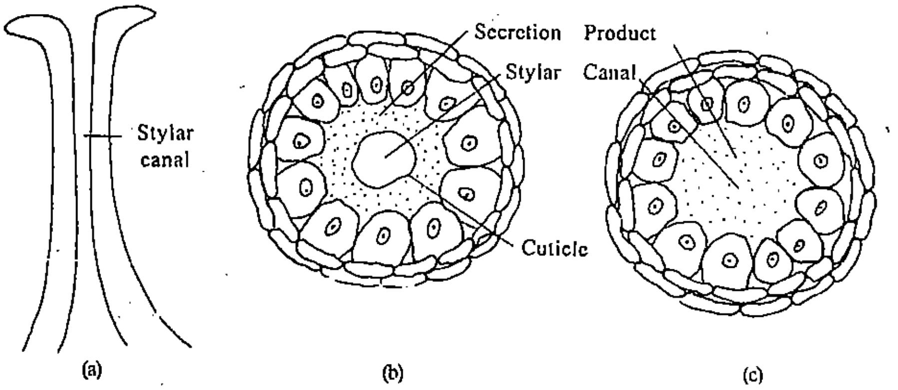
ii) बंद या संवृत वर्तिका (closed style) में प्रेषणी ऊतक का एक ठोस क्रोड पाया जाता है (द्विबीजपत्री पौधों खासकर गैमोपिटेली (Gamopetalae) में)। वर्तिका के प्रकार और वर्तिकाग्री प्रस्वेद के संघटन में एक सहसंबंध पाया गया है। ठोस वर्तिका प्रस्वेद प्रायः पॉलिसैकेराइडों, लिपिडों और प्रोटीनों से भरपूर पाया जाता है जबकि विवृत वर्तिका में सिर्फ पॉलिसैकेराइड ही मिलते हैं।

विवृत वर्तिका : *एगल, फ्रिटिलेरिया (Fritillaria), लिलियम* जातियों में अंडपों की संख्या के अनुसार अलग-अलग संख्या में वर्तिका नाल पाए जाते हैं। वर्तिका नाल अधिचर्मी कोशिकाएं सक्रियता से विभाजन करती हैं और अग्राभिसारी अनुक्रम में अंकुरक बन जाती हैं। *लिलियम* में प्रत्येक कोशिका में 1–5 केन्द्रक पाए जाते हैं जो बाद में संलयित हो जाते हैं। वर्तिका नाल इस तरह अति ग्रंथिल और स्त्रावी कोशिकाओं से अभिरेखित रहती हैं। ये वर्तिका नाल कोशिकाएं गुंबदाकार और एक स्थूल बाह्य स्पर्शी भित्ति से घिरी होती हैं। नाल के ओर की भित्ति चिकनी होती है मगर कोशिकाओं के भीतर की ओर अति संवलित पाई जाती है। *सिट्रस (Citrus)* में नाल कोशिकाओं की आंतरिक स्पर्शी भित्ति स्थूल और रेशकीय समांगी व कणिकामय असमांगी पदार्थ की बनी होती है।

नाल कोशिकाओं में एक बड़ा केन्द्रक पाया जाता है और ये अक्सर बहुकेन्द्रकी बन जाती हैं। जीवद्रव्य माइटोकॉन्ड्रिया, जालिकायों, मुक्त राइबोसोमों या पॉलिसोमों, चिकनी और स्थूल अंतर्द्रव्यी जालिका व कभी-कभी एमिलोप्लास्टर आदि कोशिकांगों से भरा रहता है। वैज्ञानिकों का मानना है कि निकटवर्ती मृदूतक कोशिकाओं (parenchyma cells) से स्त्राव उत्पाद का एक बड़ा हिस्सा अनगिनत जीवद्रव्य-तंतुक संबंधनों (plasmodesmatal connections) के जरिए नाल कोशिकाओं (canal cells) में पहुंचा दिया जाता है।

लिलियम रेगेलि (L. regale) और *लिलियम डिवाइडी (L. devidii)* की नाल कोशिकाओं का गॉल्जी उपकरण कलिका अवस्था में एक असेलुलोसी और रवाहीन पॉलिसैकेराइड का स्त्राव करता है जिसमें श्लेष्मक पाया जाता है। इसे आसानी से नाल कोशिकाओं की बाहरी भित्ति में पहुंचा दिया जाता है। *लिलियम लांगिफ्लोरम (L. longiflorum)* में, नाल कोशिकाओं के स्त्राव उत्पाद परागण के बाद तक क्यूटिकल की एक पतली और सतत परत की सहायता से रोके रखे जाते हैं (चित्र 3.3 A–C)। *लिलियम* के वर्तिकाग्री अंकुरकों में उनकी नाल कोशिकाओं में विशिष्ट

स्त्रावी खंड नहीं पाया जाता। वर्तिकाग्री प्रस्वेद परागण से पहले प्रकट होते हैं। इसलिए वर्तिकाग्री प्रस्वेद नाल कोशिकाओं का ही एक उत्पाद हो सकता है, जिसका वहन अंतराकोशिक अंतरालों के जरिए होता है। वर्तिका प्रस्वेद *लाइकोपर्सिकॉन (Lycopersicon)* में दो चरणों में बनता है; पहले में कार्बोहाइड्रेट और दूसरे में प्रोटीन।



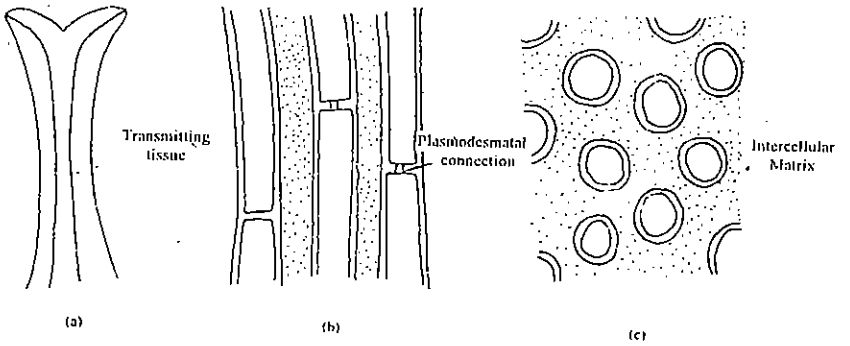
चित्र 3.3 : खोखली वर्तिका की संरचना। A. अनुदैर्ध्य काट, संतत वर्तिका नाल को देखिए। B, C अनुप्रस्थ काट स्त्राव उत्पाद क्यूटिकल और नाल कोशिकाओं के बीच संचित होता है। क्यूटिकल बाद में टूट जाती है।

लिलियम लॉंगिफ्लोरम में स्त्रीकेसर भारी मात्रा में प्रेस्वेद का स्त्राव करते हैं। यह प्रस्वेद वर्तिकाग्र की सतह पर छोटी-छोटी बूंदों के रूप में जमा हो जाता है। वर्तिका नाल भी इस स्त्राव से भर जाती है। यह स्त्राव उच्च अणु भार वाले प्रोटीन का एक जलीय घोल है। इस प्रोटीन में गैलेक्टोस, ऐरेबिनोस, रैमनोस, ग्लुकोरोनिक अम्ल, गैलेक्टुरोनिक अम्ल आदि पॉलिसैकेराइड और मोनोसैकेराइड पाए जाते हैं। यह संघटन पादप गम (गोंद) प्रस्वेदों की तरह का है। पॉलिसैकेराइड गम प्रस्वेद क्षत-चिन्हों को बंद करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इस बात की काफी संभावना है कि *लिलियम* के प्रस्वेद में भारी मात्रा में पाए जाने वाले अम्लीय पॉलिसैकेराइड पराग नली भित्ति के जैव-संश्लेषण के लिए कार्बोहाइड्रेटों के अवशिष्टों के स्त्रोत ही प्रदान नहीं करते बल्कि भंगुर परागनलियों की उनकी वृद्धि के दौरान रक्षा भी करते हैं।

संवृत (ठोस) वर्तिका : कपास के पौधे में रंध्र (stomata) युक्त बाह्य त्वचा, पतली-भित्ति के मृदूतक से बना कई संवहन बंडलों युक्त वल्कुट और प्रेषणी ऊतक की लड़ियां पाई जाती हैं। प्रेषणी ऊतक की कोशिकाओं में अनुप्रस्थ भित्तियां पतली होती हैं मगर पार्श्व भित्तियां स्थूल और कई सुस्पष्ट व संकेन्द्रित परतों की बनी रहती हैं। सबसे भीतरी भित्ति परत–1 पेक्टिन पदार्थों व हेमीसेलुलोस से बनी होती है। इसे भित्ति परत-2 घेरे रहती है जो गहरे रंग, और पतली व संघटन में भित्ति परत-1 के समान होती है जिसमें काफी मात्रा में हेमीसेलोस पाया जाता है। भित्ति परत-2 की बनावट अदृढ़ होती है। यह पेक्टिन पदार्थों से भरपूर होती है और इसमें थोड़ी मात्रा में असेलुलोसी पॉलिसैकेराइड व सेलुलोस पाया जाता है, मगर हेमीसेलुलोस नहीं के बराबर होता है। भित्ति परत-4 का प्रतिनिधित्व मध्य पटलिका (middle lamella) भाग करता है जो प्रधानतः पेक्टिनी होता है। 3, 4 परत में प्रोटीन भी लघुमात्रा में मिलता है। परत-3 में लघु आशयों के पिंड भी पाए जाते हैं।

प्रेषणी ऊतक की कोशिकाओं में कई माइटोकॉन्ड्रिया और क्रियाशील आशय पाए जाते हैं जो जालिकाय का निर्माण करते हैं। लवक बड़े और अनगिनत एमिलोप्लास्ट, पॉलिसोम और प्रचुर स्थूल अंतर्द्रव्यी जालिका युक्त होते हैं। प्रेषणी ऊतक कोशिकाओं में एक गोल या दीर्घवृत्तजीय रसधानी होती है। केन्द्रक बड़े बारंबार पिंडकित पाए जाते हैं जो उनकी सक्रिय अवस्था को दर्शाता है। *पेटुनिया लाइकोपर्सिकॉन, निकोटिआना* और *कुछ दूसरे वर्गों* में, प्रेषणी ऊतक का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन करने पर पता चला है कि इन कोशिकाओं में साधारणतया पतली भित्तियां पाई जाती हैं जो जीवद्रव्यतंतुकों (plasmodesmata) से चंक्रमित रहती हैं। प्रेषणी

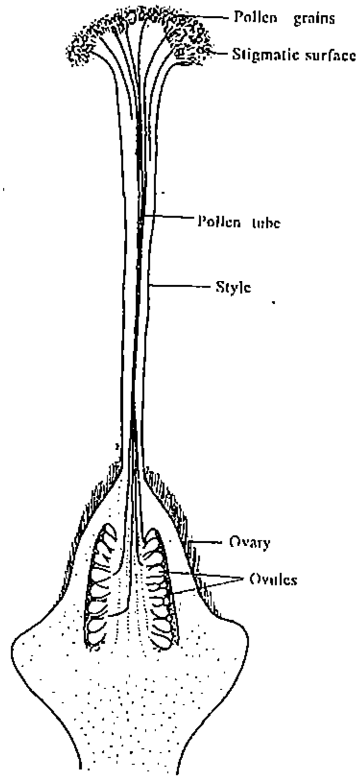
ऊतक की वृद्धि के दौरान एकदम तरूण अवस्था से ही नहीं के बराबर कोशिका विभाजन होता है। हां मगर कोशिका दीर्घन जरूर होता है। जैसा कि अनुप्रस्थ काट में देखने में आता है, कोशिकाएं गोल और एक दूसरे से अलग होती हैं और वे भिन्न इलेक्ट्रॉन घनत्व के अंतराकोशिक पदार्थ से घिरी रहती हैं। यह ऊतक मध्य पटलिका से ज्यादा जटिल होता है और इसकी तुलना वर्तिका नाल के स्राव तरल से की जा सकती है (चित्र 3.4A–C)। *लाइकोपर्सिकॉन* में इसमें प्रोटीन पाया जाता है। प्रेषणी ऊतक में सिर्फ कार्वोहाइड्रेट, परआॅक्सीडेज और फोस्फेटेस अम्ल का ही पता लगाया जा सकता है।



चित्र 3.4 : (ठोस) संवृत वर्तिका का चित्र। A. अनुदेर्ध्य काट। B, C : अनुदैर्ध्य (B), और अनुप्रस्थ काट (C) में प्रेपणी ऊतक। जीवद्रव्यतंतुक संबंधनों को ध्यान से देखिए।

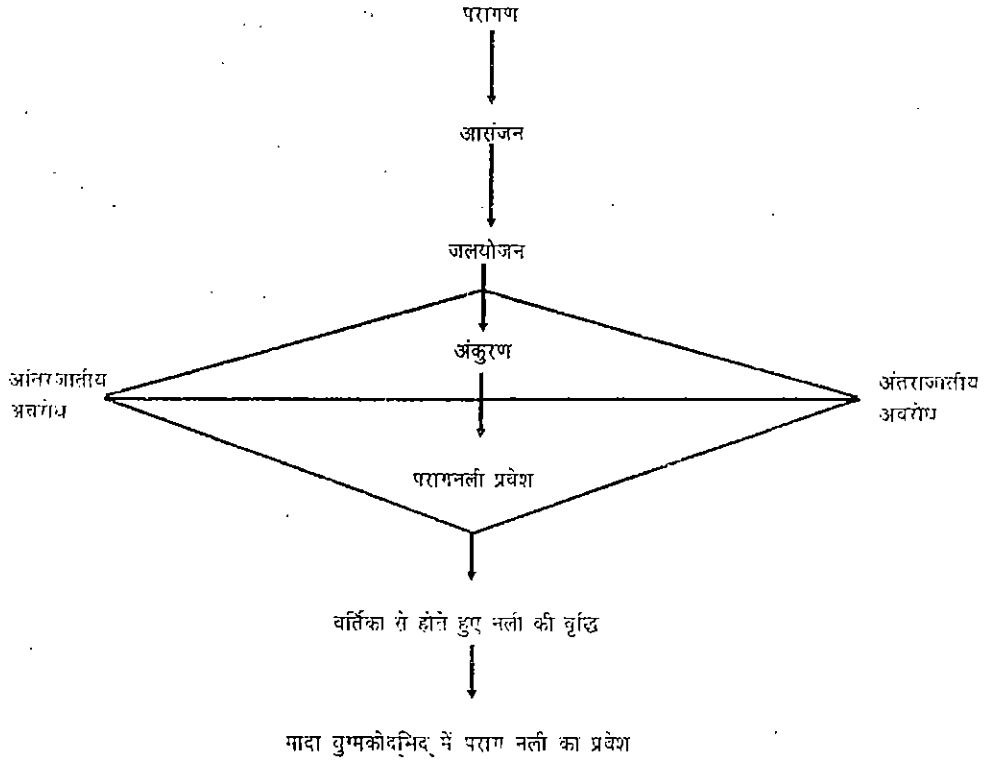
3.3.2 पराग अंकुरण : वर्तिकाग्र और वर्तिका में होने वाली घटनाएं

जैसा कि आप जान ही चुके हैं वर्तिकाग्र परागकणों के धारण और उनके अंकुरण व फिर पराग नली की वृद्धि के लिए अनुकूल स्थितियां प्रदान करता है। (चित्र 3.5)। वर्तिकाग्र की पुनरावर्तिता एक लघु अवधि (परागोद्भवन से पहले और उसके बाद) तक सीमित रहती है। और अलग-अलग जाति में अलग-अलग होती है। वर्तिकाग्र पराग असंजन, जलयोजन (hydration) और अंकुरण में सहायक है।



चित्र 3.5 : पराग नली मार्ग और बीजांड में उसके प्रवेश को दिखाती स्त्रीकेसर की अनुदर्ध्य काट।

परागण के बाद होने वाली घटनाएं नीचे चित्रित की गई हैं :



आसंजन कई जरियों द्वारा होता है। इसका निर्धारण पराग और वर्तिकाग्र की चिपचिपाहट, बाह्यचोल अलंकरण, तनुत्वक् के संघटन, सतही-आवरण पदार्थों की मात्रा, स्थिर-वैद्युत शक्तियों और सबसे महत्त्वपूर्ण, दो जनकों के बीच विशिष्टता आदि कारक करते हैं। पराग जलयोजन वर्तिकाग्री सतह पर प्रदत्त नमी से होता है। शुष्क वर्तिकाग्र में जलयोजन धीरे-धीरे होता है। जलयोजन से परागभित्ति प्रोटीन मुक्त होते हैं जिसके बाद दो जनकों के बीच (निषेच्यता/अनिषेच्यता) पारस्परिक-क्रिया शुरू होती है।

ठोस वर्तिका युक्त शुष्क वर्तिकाग्र वाले पौधों में, पराग नली में पाया जाने वाला क्युटिनेस एंजाइम वर्तिकाग्री क्यूटिकल को संपर्क स्थल पर पचा देता है। पराग-नली अंकुरकों की पेक्टोसेलुलोसी भित्ति को वेध देती है और फिर वर्तिकाग्र और वर्तिका के अंतराकोशिक अवकाशों से होते हुए आगे को जाती है। आखिर में यह प्रेषणी ऊतक के अंतराकोशिक मैट्रिक्स में गुजरती है। शुष्क वर्तिकाग्र और खोखली वर्तिका युक्त पौधों में अंकुरकों के ऊपर क्यूटिकल समूची वर्तिका नाल तक संतत रहती है। परागनली उपक्यूटिकल श्लेष्मक से होते हुए वृद्धि करती है। नम वर्तिकाग्र और संवृत वर्तिका युक्त पौधों में परागनली वर्तिका में प्रवेश करने से पहले वर्तिकाग्र के अंतराकोशिक मैट्रिक्स में पहुंचती है। खोखली वर्तिका वाले पौधों में परागनली पहले वर्तिकाग्र की सतह पर वृद्धि करती है और तब वर्तिका नाल में प्रवेश करती है।

पराग भित्ति (बीजाणुउद्भिद्) में स्थित टपीटम से मिलने वाला बाह्यकोशिकीय प्रोटीन पराग अंकुरण, पराग नली के प्रवेश और उसकी आरंभिक वृद्धि में योगदान करता है। दूसरे भाग अभिज्ञान अनुक्रिया में लगे होते हैं जो अंतरा और आंतरजातीय अनिषेच्यता को नियंत्रित करती है। युग्मकोद्भिद् प्रोटीन लघुबीजाणु जीवद्रव्य से अंतः चोल में अंतः क्षेपित कर दिए जाते हैं। ये प्रोटीन संभवतः परागकण के अंकुरण और आरंभिक पोषण व युग्मकोद्भिद् नियंत्रित अनिषेच्यता तंत्रों में करते हैं। बीजाणु-उद्भिद् एंजाइम परागण के बाद तुरन्त ही निक्षालित हो जाते हैं मगर युग्मकोद्भिद् एंजाइम धीरे-धीरे गमन करते हैं उनका पता कई मिनटों बाद चलता है।

सरसों कुल में वर्तिकाग्री अंकुरक पूरी तरह से एक क्यूटिकल परत से ढके पाए जाते हैं और उनमें प्रस्वेदक नहीं [illegible] क्रिया से क्यूटिकल को तोड़ वर्तिकाग्री अंकुरकों के सीधे संपर्क में आ जाते हैं। परागकण अब वर्तिकाग्र सतह की स्फीत कोशिकाओं से पानी का

पोषण कर लेते हैं और सहजता से अंकुरण करने लगते है। *ब्रैसीका नाइगा (Brassica* ... के वर्तिकाग्र अंकुरकों की भित्तियां क्यूटिकल की एक वाह्य परत, एक पतली मध्यवर्ती पेक्टिक परत और पेक्टिन व सेलुलोस की एक भीतरी परत की बनी रहती है। पर परागण के बाद पराग नलियां क्यूटिकल और मध्यवर्ती पेक्टिक परत को बेध कर और भित्ति के पेक्टिक भागों को खोलकर सबसे भीतरी पेक्टिन-सेलुलोस परत की सेलुलोसी पटलिकाओं के बीच में वृद्धि करती हैं। *बी. ओलेरेसी (B. oleracea)* में, वर्तिकाग्र अंकुरक एक अतिरिक्त गोपी परत से ढके रहते हैं और इस परत को बेधने के बाद ही परागकण क्यूटिकल के संपर्क में आता है। क्यूटिन और पेक्टिन के खंडन के एंजाइमों का परागकणों में पता लगाया जा चुका है।

परागनली का मार्ग

घास के पौधे में परागण के एक घंटे के अंदर ही परागकण एक नली का विकास कर लेता है। यह नली पहले वर्तिकाग्र रोमों की सतह पर वृद्धि करती है और फिर रोमों की जड़ों और उससे परे वर्तिकाग्र की कोशिकाओं के बीच बढ़ती है। वर्तिकाग्र रोम का जीवद्रव्य अपक्षय होता है। कोई प्रस्वेद स्त्रावित नहीं होता। परागनली प्रेषणी ऊतक की पतली भित्ति वाली कोशिकाओं के अंतराकोशिक अंतरालों के बीच से अपनी वृद्धि जारी रखती है। मुख्य रज्जुक की स्थूल-भित्तीय कोशिकाओं में पहुंचने के बाद यह भित्ति परत 3 से होते हुए वृद्धि करती है। ...*िया* में पराग नली को प्रेषणी ऊतक के मध्य पटलिका के ठोस मैट्रिक्स के अंदर वृद्धि करते देखा गया है। ऐसा वह एंजाइम क्रिया द्वारा अपने सामने एक पाइप नुमा रास्ता बनाकर करती है।

...लेकाय की क्रियाशीलता में वृद्धि के द्वारा कोशिकाएं और स्थूल बन जाती हैं। पराग नली के निकल जाने के बाद प्रेषणी ऊतक पर बने गर्त क्षेत्रों में कैलोस जमा हो जाता है। पराग नली संभवतः कोशिकाओं की पारगम्यता को बदल देता है और क्षत अनुक्रिया व कोशिका क्षरण प्रतिक्रिया के रूप में कैलोस का निर्माण हो जाता है। पराग के अंकुरण और परागनली के ...काग्र ऊतक में प्रवेश करते ही शेष वर्तिकाग्र और वर्तिका से होते हुए पराग नली के पथ का निर्धारण कोशिका-भित्तियों की प्रकृति और संरचना व प्रेषणी ऊतक की आकारिकी और ...रण द्वारा निर्धारित होता है।

...णी ऊतक की पोषण भूमिका का पता शुरू-शुरू में ही लगा लिया गया था। *लिलियम*, ...*िया और इनोथेरा* की पराग नालियों को वर्तिका ऊतक से पोषण (शर्करा और अमीनों अम्ल) ...त करते देखा गया है। वर्तिका से होते हुए नलिका की वृद्धि से स्त्रीकेसरों में कार्बोहाइड्रेटों का अंतःप्रवाह बढ़ जाता है। *एगले मार्मेलोस* में वर्तिका नाल को घेरे रहने वाली कोशिकाओं में ...गण से ठीक पहले स्टाच का इष्टतम सांद्रण देखने में आता है। इसके बाद स्टार्च का ...योग कर लिए जाने पर वर्तिका नाल कोशिकाओं और वर्तिकाग्री अंकुरकों के आधारी भागों में ...रा घटती जाती है और परागण के तीन दिन के अंदर लुप्त हो जाती है। वर्तिका स्टार्च को *...लेरिया (Fritillaria)*, *जेफिरैन्थेस (Zephyranthes)*, और *पैवोनिया (Pavonia)* में भी लुप्त होते देखा गया है।

...नली में उपापचय

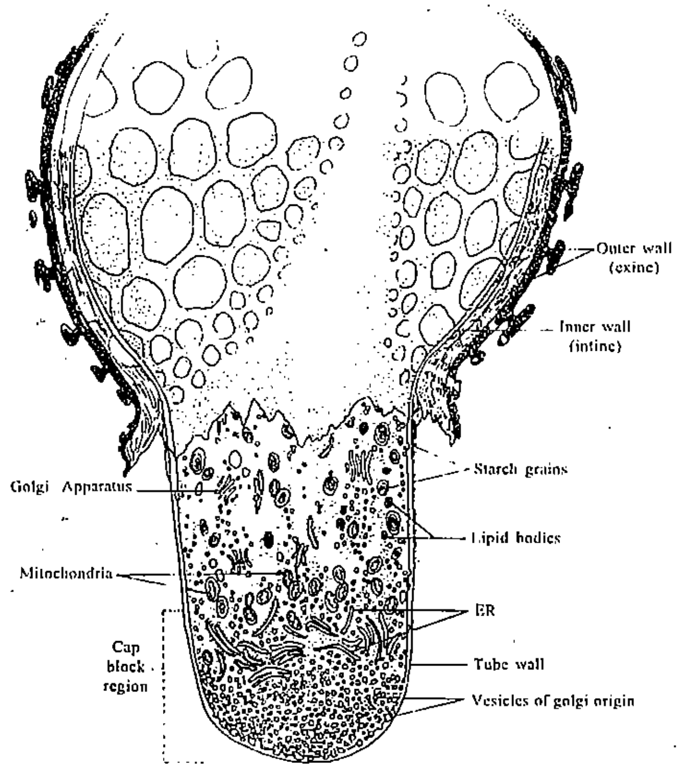
...कणों में ऑक्सिन और जिबेरेलिन पाए जाते हैं। इन वृद्धि कारकों को अंडाशय के ...-परागण वर्धन और फल के विकास में शामिल होने के लिए जाना जाता है। असंबद्ध ...तियों से पराग, जीवन अक्षम पराग और यहां तक कि पराग सत्त्व तक विलगन (abscission) ...रोक देते हैं। इसका एक और प्रभाव अंडाशय में देखा गया है जोकि लगभग सामान्य ...हीन फलों में विकसित हो जाते हैं। अंकुरणशील परागकण से IAA जैसे ऑक्सिन ... ...सिननुमा पदार्थों और GA को स्त्रीकेसर को मिलने वाली आरंभिक ... ... वृद्धि और उपापचयी प्रक्रमों को आरंभ करने का काम ... ...इस वर्तिका और अंडाशय के ... से ऑक्सिन की अतिरिक्त ... ...टिआना ... निषेचित अंडज में भी वृद्धि ...

में भ्रूणपोष में अच्छी मात्रा में ऑक्सिन और जिबेरेलिन व विकासशील भ्रूण में ऑक्सिन और साइटोकाइनिन बनाता है। इस प्रकार अंकुरणशील पराग से ऑक्सिनों और जिबेरेलिनों की आरंभिक आपूर्ति न सिर्फ फल के विकास को शुरू करती है बल्कि स्त्रीकेसर ऊतकों में इसके बाद पादप वृद्धि नियामकों की अतिरिक्त मात्रा को मुक्त करने और उसके निर्माण की जिम्मेदारी भी इसी पर है।

श्वसन: हिप्पेस्ट्रम हाइब्रिडम (Hippeastrum hybridum) के अपरागित स्त्रीकेसरों में वर्तिकाग्र से लेकर वर्तिका के अधिकांश तक अति उच्च O_2 तनाव पाया जाता है। पराग नली की वृद्धि के दौरान वर्तिका के इस भाग में O_2 तनाव में भारी गिरावट आ जाती है जिसमें पराग नली का सिरा प्रवेश कर गया होता है। O_2 तनाव में यह गिरावट परागनली की वृद्धि के साथ-साथ नीचे की ओर उत्तरोत्तर बढ़ती जाती है। मगर नली के निकल जाने के बाद मूल उच्च तनाव फिर से बहाल हो जाता है हालांकि पूरी तरह से नहीं। ऐसा लगता है कि परागनली वर्तिकाग्र और वर्तिका ऊतक से होते हुए वायुवीय वृद्धि करता है और वर्तिका और अंडाशय के सबसे निचले भाग में उसका सामना अवायुवीय स्थिति से होता है।

परागनली संरचना

परागनली जब वर्तिकाग्र में होती है वह जीवद्रव्य से भरी रहती है जो अनगिनत माइटोकॉन्ड्रिया और जालिकाओं से युक्त होता है। जब वह नली में बढ़ती है उसमें जालिकाय कुंडिकाओं (dictyosome cisternae) की संख्या कम हो जाती है। जालिकाओं से सहबद्ध विशाल आशय नली भित्ति में मिल जाता है। अंतर्द्रव्यी जालिका और पॉलिसोम जो या मुक्त रूप में होते हैं या अंतर्द्रव्यी जालिका से संलग्न पाए जाते हैं, भी देखे जा सकते हैं। वर्तिकाग्र और वर्तिका पराग नली भित्ति में दो भिन्न भाग देखे जाते हैं : बाहरी भाग जो PAS धनात्मक होता है और भीतरी भाग जो अधिक स्थूल, अधिक समांगी कैलोस से भरपूर और PAS के साथ अल्प क्रियाशील होता है। इसके घने जीवद्रव्य में अलग-अलग आकारों के आशय, अंतर्द्रव्यी जालिका, राइबोसोम और फूली हुई बाहरी भित्ति युक्त कुछेक अल्पविकसित लवक पाए जाते हैं। जालिकायों की संख्या भी काफी होती है जिनमें 4 या 5 कुंडिकाएं होती हैं जोकि आशय बनाते हैं। ये आशय परागनली के प्लाज्मा भित्ति से संलयन कर लेते हैं। लघु वृताकार आशय भारी संख्या में पराग नली जीवद्रव्य में बिखरे रहते हैं। (चित्र 3.6)।



चित्र 3.6: वृद्धि करती परागनली की सूक्ष्म संरचना का प्रतिनिधि चित्र (इवानामी और सहयोगियों, 1988 के अनुसार)।

... जालिका ... परागकणों में और पराग नली की आरंभिक वृद्धि के दौरान विस्तृत
डेकाएं पाई जाती हैं। यह प्रोटीनों के संचय स्थल का काम करती है। पराग नली के वर्तिका
नीचे की ओर वृद्धि करने पर अंतर्द्रव्यी जालिका में साधारण किस्म की संकीर्ण कुंडिकाएं पाई
ती हैं। इससे इस बात का संकेत मिलता है कि उसमें मौजूद प्रोटीन का नली वृद्धि के दौरान
-धीरे उपभोग किया जा रहा है। पराग नली के दूरस्थ भागों की परासंरचना और नाना प्रकार
कोशिकांगों की उपस्थिति सक्रिय कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन उपापचय का संकेत देती हैं। शीर्ष
के बिल्कुल पीछे वाला नली का भाग कम सघन जीवद्रव्य और छितरे कोशिकांग युक्त होता
पराग नली के अधिक परिपक्व हिस्सों में, जीवद्रव्य से घनिष्ठता से लग्न, जीवद्रव्य की बस
पतली परत और शेष स्थान को घेरे एक बड़ी रसधानी पाई जाती है। भित्ति के पदार्थ के
अधिकांशतः कैलोसी प्लग पराग नली के पुराने हिस्सों को उसके वर्धनशील दूरस्थ खंड से पृथक
ने का काम करते हैं। ये प्लग भित्ति के भीतर की ओर वलयों या छल्लों के रूप में उत्पन्न
हैं और अंदर को इस तरह वृद्धि करते हैं जिस तरह आइरिस डायाफ्राम बंद होता है।

गनली की वृद्धि

च्य और अनिषेच्य स्त्रीकेसरों की परागनलियों के शीर्ष की सूक्ष्म-संरचना में भारी भेद पाए
हैं, जैसे कि *लिलियम* में। निषेच्य स्त्रीकेसरों के अंदर वृद्धि कर रही पराग नलियों में गहरे
खंड तो पाए जाते हैं मगर कक्ष नहीं। जबकि अनिषेच्य स्त्रीकेसर की नलिका में कक्षित
च्छद पाया जाता है। निषेच्य पराग नलियां स्वपोषी पोषण (जो गॉल्जी व्युत्पन्न आशयों के
रत आच्छद की विशिष्टता है) से परपोषी स्थिति की ओर संक्रमण करती हैं। इस स्थिति में
का नाल से स्राव उत्पाद गहरे लघुखंडों के जरिए पराग नलियों में प्रवेश कर जाते हैं।
षेच्य स्त्रीकेसरों में वृद्धि करने वाली परागनलियां यह संक्रमण नहीं कर पातीं, इस से वे
र्जनित भोजन भण्डारों के समाप्त हो जाने के कारण आगे वृद्धि नहीं कर पातीं। पराग नली
भित्ति मुख्यतः पॉलिसैकेराइडों से बनी होती है। चूंकि परागकण में सीमित मात्रा में संचित
न रहता है और उसकी वृद्धि के दौरान नव पराग नली भित्ति के पदार्थ की अपेक्षतया बड़ी
का संश्लेषण होता है इसलिए यह माना गया है कि पराग नली भित्ति के निर्माण के लिए
री पदार्थ का कम से कम एक अंश स्त्रीकेसर ऊतक में मौजूद पॉलिसैकेराइडों से आता है।
प्रमाणित किया जा चुका है कि *लिलियम लांगिफ्लोरम* के वर्तिकाग्र प्रस्वेद का पॉलिसैकेराइड
वृद्धि कर रही पराग नली के जीवद्रव्य में मिल जाता है और बाद में समाविष्ट प्रस्वेद के
विशिष्ट अंश को पराग भित्ति के जैव संश्लेषण में उपयोग करने से पहले उसका गहन
पचयन किया जाता है।

.3 पराग नली की पात्रे वृद्धि

क जातियों की पराग नलियों को संवर्धन में उगाया जा सकता है। लिली (lily) की पराग नलियां
धिकतम एक से. मी. तक वृद्धि करती हैं जबकि लिली स्त्रीकेसर इससे 10 गुना लंबाई पा जाता
इससे साफ हो जाता है कि स्त्रीकेसर नली की वृद्धि के लिए उपयुक्त स्थितियां प्रदान करता
संवर्धन प्रयोगों में एक स्थिर पोषण माध्यम भी प्रयोग किया जाता है। पराग नली जैसे
केसर से होते हुए वृद्धि करती है तो उसके वातावरण में भी बदलाव आ जाता है। कई
नो अम्लों और हर्मोनों को पराग नली की पात्रे वृद्धि को बढ़ावा देते पाया गया है।

सापेक्षिक आर्द्रता पराग अंकुरण के लिए सबसे जरूरी है। पात्रे पराग अंकुरण के लिए
वपूर्ण कारक इस प्रकार हैं :

कार्बोहाइड्रेट – शर्कराएं परागण दाब को नियंत्रित करती हैं और श्वसन क्रियाधारों का
काम करती हैं। सुक्रोस सर्वाधिक प्रभावी है।

बोरॉन – अधिकांश परागकण में बोरान की कमी रहती है जिसकी पूर्ति इसकी वर्तिकाग्र
और वर्तिका में उपस्थिति से हो जाती है। बोरोन पराग नली का फटना कम करता है
और शर्कराओं के अंतरण में सहायक है। इसका कार्बोहाइड्रेटों के जैवसंश्लेषण में शामिल
एंजाइमी चरणों पर भी सीधा या परोक्ष प्रभाव होता है।

3. कैल्शियम: Ca^{++} आयनों के माध्यम से जनसंख्या प्रभाव की मध्यस्थता होती है। नली की वृद्धि बड़ी प्रबल होती है और वे सीधी और कड़ी होती है। नलिकाओं की पारगम्यता भी नियंत्रित होती है। कैल्शियम कुछ खास भारी आयनों के संदमक प्रभाव को निष्क्रिय कर देता है। कैल्शियम प्रभाव एक उपयुक्त परासरण स्थिति, O_2 और बोरेट की उपस्थिति पर निर्भर करता है। मैथिल दाता और अन्य अकार्बनिक धनायनों खासकर Mg^{++}, K^{+}, Na^{+} और H^{+} द्वारा इस प्रभाव में वृद्धि हो जाती है।

4. एंजाइम – पराग कणों में सेलुलेस, पेक्टिनेस और कैलोस एंजाइम पाए जाते हैं। संवर्ध माध्यम में उपस्थित रहने पर ये नली दीर्घन की दर को बढ़ा देते हैं।

5. पादप हार्मोन – ऑक्सिन और जिबेरेलिन नली की वृद्धि को बढ़ावा देते हैं।

6. अंकुरण माध्यम –

सुक्रोस	100 मिग्रा/ली.
H_3BO_3	100 मिग्रा/ली.
$Ca(NO_3)_2$	300 मिग्रा/ली.
$MgSO_4$	200 मिग्रा/ली.
KNO_3	100 मिग्रा/ली.

रैफिनोज युक्त संवर्ध माध्यम पर अक्सर अच्छी वृद्धि होती है। कोबाल्ट ज़िन्क और अन्य खनिजों को यदाकदा पराग नली की वृद्धि को उद्दीपित करते पाया गया है। ईस्टर लिली में कैल्शियम को महत्वहीन पाया गया। लिली पराग की पात्रे वृद्धि CO^{++} द्वारा उद्दीपित होती है। यह स्त्रीकेसर में संचित रहता है जहां से वृद्धि करती पराग नली इसे ग्रहण कर लेती है। CO^{++} पराग में पाए जाने वाले अमीनो एमिलेस एंजाइम को सक्रिय बनाता है।

7. भौतिक कारक – तापमान (20°–30° से.)

पात्रे परागनली वृद्धि की सूक्ष्म संरचना

परागनली की वृद्धि उनके शीर्ष तक ही सीमित रहती है। कोशिकारासायनिक विश्लेषण से पता चलता है कि पराग शीर्ष खंड RNA और प्रोटीन से भरपूर रहता है। इस खंड में असंख्य आशय और चिकनी झिल्लियों का एक विस्तृत नेटवर्क पाया जाता है। आशय जालिकाय कुंडिकाओं (dictyosome cisternae) के सिरों से उत्पन्न होते हैं। ये आशय एक दूसरे से संलीन होकर अपनी झिल्ली और पदार्थ कक्षित आच्छद को दे देते हैं जो शीर्ष पर स्थित वृद्धि खंड को ढ़के रहता है। आच्छद और आशयों में पेक्टिन और उनकी चिकनी झिल्लियों में RNA पाए जाते हैं। शीर्ष खंड से पीछे वाले भाग में नली में वे कोशिकांग मौजूद रहते हैं जो अंकुरण से पहले पराग में होते हैं और इनके साथ एमिलोप्लास्ट भी। पराग नली की भित्ति पतली होती है। स्त्रीकेसर में वृद्धि करने वाली नली में भित्ति जटिल पाई जाती है। सेलुलोस प्राथमिक भित्ति घटक है। पात्रे वृद्धि कर रही पराग नलियों के जीवद्रव्य में सूक्ष्मनलिकाएं नहीं रहतीं। इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में अध्ययन से पता चलता है कि जनन कोशिका अपनी एक विशिष्ट भित्ति से घिरी रहती है और इसका जीवद्रव्य परागकण के जीवद्रव्य से भिन्न होता है। इसमें अल्प विकसित कोशिकांग अल्प मात्रा में पाए जाते हैं जिनमें थोड़ा बहुत संचित भोजन पदार्थ होता है।

पराग रसायन और वृद्धि अध्ययनों से हम निम्न सामान्य निष्कर्ष निकाल सकते हैं :

1. पराग में पाए जाने वाले उपापचयी परिपथ अधिकांश अहरित-ऊतकों में पाए जाते हैं।
2. पराग रसायन घटकों का समग्र संघटन और संतुलन विकास के दौरान जाति, पोषक तत्वों के स्तर और वातावरण के अनुसार परिवर्तनशील होता है।
3. एंजाइम या कुछ रासायनिक संघटक पराग से द्रुत विसरण करते हैं।
4. पराग या पराग सतह से बाहर विसरण करने वाले रसायन स्त्रीकेसर ऊतकों से पारस्परिक-क्रिया कर सकते हैं;
5. पराग नली की वृद्धि को कुछ खास रसायनों द्वारा रूपांतरित किया जा सकता है।

6. नली का विस्तार आशयकृत झिल्ली नुमा घटकों के योजन के जरिए पेक्टिन और हेमीसेलुलोस मिलाने पर होता है। सेलुलोस संभवतः आरंभिक नली झिल्ली बन जाने के बाद आ मिलता है;

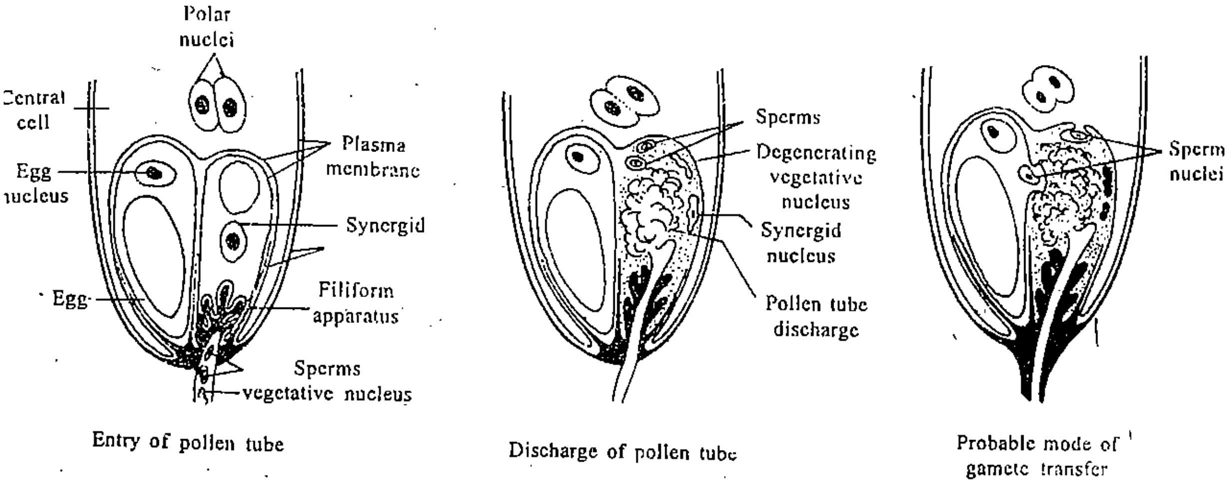
7. स्फुटन के बाद पराग जीवनक्षमता में कमी प्रायः एंजाइम की उपापचयी एंजाइमों की क्रियाशीलता, अंतर्जनित क्रियाधार से जुड़ी रहती है।

3.3.4 युग्मक-संलयन और त्रिसंलयन (Syngamy and Triple Fusion)

वर्तिका क्षेत्र से गुजरने के बाद पराग नली का अंतिम गंतव्य मादा युग्मकोद्भिद् में पहुंचना और उसमें नर युग्मकों को छोड़ना है ताकि निषेचन हो सके। आवृतबीजी पौधों में *द्विनिषेचन* (double fertilization) एक महत्त्वपूर्ण विशेषता है। इसमें एक नर युग्मक अंडे के साथ संलयन कर युग्मज बनाता है इसे युग्मक संलयन कहते हैं। यह युग्मज आगे की पीढ़ी का प्रजनक (progenitor) है। मादा युग्मकोद्भिद् में पहुंचने वाला दूसरा नर युग्मक ध्रुव केन्द्रकों (polar nucleus) के संलयन उत्पाद यानी द्वितीयक केन्द्रक (secondary nucleus) के साथ संलयन कर लेता है जिसे त्रिसंलयन (triple fusion) भी कहते हैं (अगुणित नर युग्मक + दो अगुणित ध्रुव केन्द्रक = 3n)। यह प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (primary enodsperm nucleus) है।

भ्रूण कोश में परागनली का प्रवेशः परागनली किसी एक सहायकोशिका (synergid) के तंतुरूपी उपकरण (filiform apparatus) के जरिए भ्रूण कोश में प्रवेश करती है। साधारणतया पराग नली के प्रवेश से पहले ही एक सहाय कोशिका अपह्रासित हो जाती है और नली इसी सहायकोशिका से होते हुए प्रवेश करती है। *प्लम्बैगो (Plumbago)* में सहायकोशिकाएं नहीं होतीं मगर उसके अंडे में तंतुरूपी उपकरण पाया जाता है जिससे परागनली सीधे ही अंडे में प्रवेश कर जाती है। मगर अनेक पादप वर्गों में दोनों सहाय कोशिकाएं पराग नली के प्रवेश करने तक स्वस्थ बनी रहती हैं और उनमें से एक जो कि पराग नली को लेती है अपह्रास करना शुरू कर देती है। ऐसा माना जाता है कि सहायकोशिका और पराग नली जीवद्रव्य का अपह्रास नर को नकारे जाने (rejection) से बचाने या प्रतिजन-प्रतिरक्षी की तरहप्रतिक्रिया को रोकने के लिए जरूरी है।

युग्मक संलयन और त्रिसंलयन में सम्मिलित नर युग्मक का चयन अर्सेअनुमानों का विषय रहा है। भ्रूण विज्ञानी यह जानने के इच्छुक थे कि युग्मक संलयन में दोनों में से कौन सा नर युग्मक भाग लेता है। ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी अध्ययन और स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी अध्ययन से यह पता लगा है कि कुछ खास पादपों में दोनों युग्मक आकार में असमान हैं और उनमें पाए जाने वाले लवकों और माइटोकॉन्ड्रिया की संख्या में असमानता रहती है। लवक संपन्न शुक्राणु युग्मक संलयन में अधिमानतः शामिल होते हैं और जिसमें अल्प लवक हों वह नर युग्मक द्वितीयक केन्द्रक के साथ संलयन करता है (चित्र 3.7)। मगर नवीनतम अध्ययनों में देखा गया है कि दूसरे पौधों में विषमरूपी शुक्राणु नहीं पाए जाते।



चित्र 3.7 : निषेचन का आरेखीय निरूपण (जैनसन, 1973 के अनुसार)।

युग्मक संलयन (Syngamy) : पराग नली सहाय कोशिका में सीमित वृद्धि कर पाती है। एक अंतस्थ या उपांत छिद्र के जरिए यह अपने द्रव्यों को मुक्त करती हैं।इसमें जीवद्रव्य सहित दो नर युग्मक, कुछ संचित पोषक तत्त्व और कायिक केन्द्रक होते हैं. एक शुक्राणु अंडे में प्रवेश करता है और दूसरा मध्य कोशिका में चला जाता है। अंडे या द्वितीयक केन्द्रक के संपर्क में आने के लिए नर युग्मक को नगण्य दूरी तय करनी पड़ती है।

नर युग्मक अंडे की प्लाज्मा झिल्ली के संपर्क में आता है जो एक सेतु बना लेती है। इसी सेतु के जरिए नर युग्मक उसमें प्रवेश करता है। केन्द्रक संलयन का समारंभन दोनों केन्द्रकों की बाह्य झिल्ली के एक दूसरे में आ मिलने से होता है। आंतरिक झिल्ली भी स्थानगत भागों में संलयन कर दोनों केन्द्रकों के बीच एक लघु सेतु बनाती है। इस सेतु में वर्धन होने पर नर और अंड केन्द्रकों में संलयन हो जाता है यही युग्मक-संलयन है। केन्द्रक संलयन के समय नर युग्मक की अवस्था के आधार पर संलयन के तीन प्रकार पाए गए हैं : क) *समसूत्रणपूर्व प्रकार* में नर केन्द्रक समसूत्री अंतरावस्था (mitotic interphase) से पहले ही अंड केन्द्रक से संलयन कर लेता है, ख) पश्च-समसूत्री प्रकार में नर केन्द्रक अड केन्द्रक के साथ संपर्क रहते हुए ही अंतरावस्था से गुजरता है और संलयन दोनों में पहला समसूत्री विभाजन शुरू होने तक स्थगित रहता है। ग) मध्यवर्ती प्रकार के संलयन में नर केन्द्रक जब अंतरावस्था में होता है तभी संलयन हो जाता है। साधारणतः निषेचन में नर जीवद्रव्य हिस्सा नहीं लेता। मगर ऐसे पौधे में भी हैं जिनमें लवकों की द्विजनक आनुवंशिकता (biparental inheritance) प्रमाणित हो चुकी है।

त्रिसंलयन (triple fusion) : दूसरे नर युग्मक और द्वितीयक केन्द्रक के बीच संलयन प्रक्रम युग्मक संलयन के पैटर्न पर ही होता है। अधिकांश पौधों में ध्रुव केन्द्रक नर युग्मक के पहुंचने तक सिर्फ आंशिक रूप से आपस में संलयनित होते हैं। नर युग्मक का किसी एक ध्रुव केन्द्रक से संलयन होने पर तीनों केन्द्रकों का संलयन प्रक्रम पूरा हो जाता है। यही त्रिसंलयन है। इसमें एक रोचक बात यह है कि युग्मक संलयन त्रिसंलयन से पहले शुरू होता है मगर त्रिसंलयन ही पहले पूर्ण होता है।

बोध प्रश्न 2

खाली स्थानों में सही शब्द लिखिए :

क) पराग नली की वृद्धि .... भाग तक ही सीमित रहती है।

ख) पराग कणों में पाए जाने वाले ...., ... और .... नामक एंजाइम वर्तिका में पराग नली की वृद्धि में सहायक हैं।

ग) वर्तिकाग्र जो प्रस्वेद स्राव करते है .... वर्तिकाग्र कहलाते हैं, जैसे ...., और जिन वर्तिकाग्रों में प्रस्वेद स्राव नहीं होता वे .... वर्तिकाग्र कहलाते हैं, जैसे .... ।

घ) वर्तिकाग्री प्रस्वेद एक वर्तिकाग्र कोशिका से .... द्वारा निकाला जाता है।

ङ) वर्तिकाग्र प्रस्वेद का .... घटक उसे सड़ने से बचाता है और सुलभ जल को नियमित करता है, जबकि .... घटक उसे रोगाणुओं से बचाते हैं।

च) .... वर्तिका में प्रस्वेद पॉलिसैकेराइडों, लिपिडों और प्रोटीनों से भरपूर होते हैं जबकि .... वर्तिका के प्रस्वेदों में अधिकांशतः पॉलिसैकेराइड पाए जाते हैं।

छ) .... विवृत वर्तिकाओं और .... संवृत (ठोस) वर्तिकाओं से संबद्ध हैं।

ज) .... एंजाइम परागण के बाद पलक झपकते ही निक्षालित हो जाते हैं जबकि .... एंजाइम धीरे-धीरे बाहर निकलते हैं उन्हें परागण के कई मिनट बाद भी देखा जा सकता है।

झ) वर्धनशील पराग नली में पाए जाने वाले .... और .... गर्भाशय के पश्च परागण वर्धन और फल के विकास में शामिल होते हैं।

ञ) आवृतबीजी पौधों में द्विनिषेचन के दो उत्पाद होते हैं : एक .... और दूसरा .... ।

3.4 अनिषेच्यता (Incompatibility)

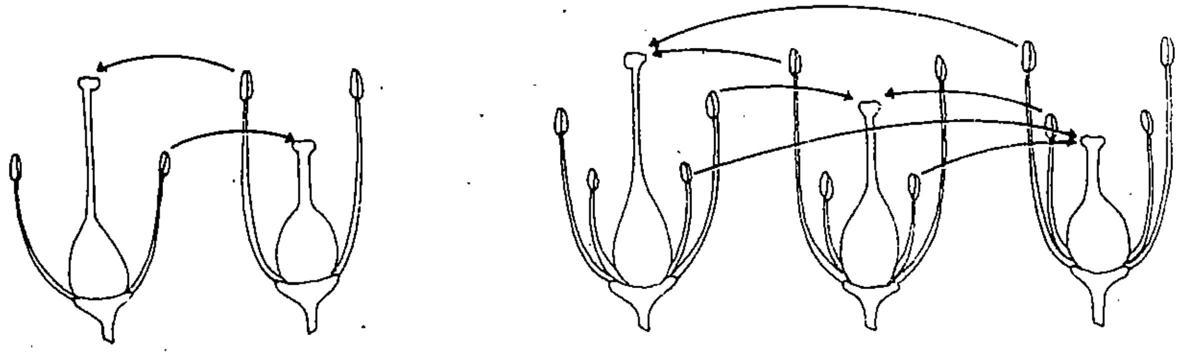
प्राकृतिक स्थितियों में वृद्धि करने वाले पौधों में अपने संगम साथी को चुनने की प्रवृत्ति पाई जाती है। मादा जनक का वर्तिकाग्र सभी किस्म के पराग ग्रहण करता है। मगर वांछित जनक के पराग का चयन, जिससे निषेचन पूरा हो सके, अंततः स्त्रीकेसर और पराग दोनों ही निर्धारित करते हैं। युग्मकोद्‌भिद् (पराग) और बीजाणु– उद्‌भिद् (स्त्रीकेसर) के बीच इस पारस्परिक-क्रिया के फलस्वरूप संगम साथियों का अभिज्ञान (स्वीकरण या अस्वीकरण) होता है। आवृतबीजी पौधों में, मादा युग्मक अंडाशय मे उपस्थित बीजांड के अंदर स्थित रहता है। इसलिए पराग कण पराग नली के माध्यम से नर युग्मकों को ले जाते हैं जो वर्तिकाग्र से अंडाशय तक जाती है ताकि निषेचन हो सके। पराग नली को वर्तिकाग्र और वर्तिका के ऊतकों से होते हुए गुजरना पड़ता है। एक ऐसी स्थिति जिसमें निषेचनशील पराग निषेचन करने में असफल रहता है जिससे जीवनक्षम भ्रूण या बीज नहीं बन पाता, लैंगिक अनिषेच्यता (sexual incompatibility) है।

स्व-अनिषेच्यता (Self incompatibility) का मतलब पौधे की कार्यशील युग्मकों को जन्म न दे पाना है जिससे कि वह स्वपरागण पर बीज का निर्माण कर सकें। यह एक ही जाति के पौधों में (आंतरजातीय स्वअनिषेच्यता) या भिन्न जातियों के पौधों (अंतराजातीय अनिषेच्यता) में काम करती है।

3.4.1 आंतरजातीय अनिषेच्यता (Intraspecific Incompatibility) :

अधिकांश पुष्पी पौधों में सफल निषेचन सिर्फ दूसरे पौधों के पराग से ही हो पाता है। स्व-परागण को रोकने के लिए पौधों में नाना प्रकार के पुष्पी अनुकूलनों का विकास हुआ है। ये अनुकूलन हैं *भिन्नकाल पक्वता* (dichogamy), स्वअनिषेच्य उभयलिंगता (herkogamy) और एकलिंगता (unisexuality)। इनके बारे में आप इकाई के उपभाग 3.2.2 में पढ़ ही चुके हैं। सिर्फ आकारिकी (morphology) के आधार पर ही स्व-अनिषेच्यता को दो प्रकारों में बांटा जा सकता है : विषमरूपी (heteromorphic) और समरूपी (homomorphic)।

विषमरूपी स्व-अनिषेच्यता (Heteromorphic Types) : एक जाति के पौधे ऐसे पुष्प बनाते हैं जो आकारिकी में एक दूसरे से भिन्न होते हैं। इसमें पुष्पों के दो (द्विवर्तिकी – distyly) या तीन (त्रिवर्तिकी – tristyly) आकारिकीय भिन्न प्रकार शामिल होते हैं जिनमें उस जाति के अंदर समान प्रजनन व्यवहार (संगम प्ररूप) पाया जाता है। संगम प्ररूप में भिन्नता वर्तिकाग्र और परागकोशों की स्थिति में (विषमवर्तिक) पाई जाती है। द्विवर्तिक (distyly) एक अकेले जीन काम्प्लेक्स के नियंत्रण में होती है, इस जीन काम्प्लेक्स में दो ऐलील पाए जाते हैं : S (प्रभावी लघुवर्तिका के लिए) और s (अप्रभावी लंबी वर्तिका के लिए)। इसलिए लंबी वर्तिका वाले पौधे समयुग्मजी (ss) और लघुवर्तिका पौधे विषमयुग्मजी (Ss) होते हैं। इससे निषेच्य संकरों से लघु और लंबी वर्तिका वाले पौधों का लगभग समान अनुपात सुनिश्चित हो जाता है। त्रिवर्तिक (tristyly) तीन पुष्प रूपों को कहते हैं जिसमें पौधों में लंबी मध्य-या लघु वर्तिकी पुष्प पाए जाते हैं। हरेक रूप में दो ऊँचाइयों के पुंकेसर होते हैं जो दूसरे दो रूपों में वर्तिकाग्र की ऊँचाई के संगत रहते हैं। सफल परागण सिर्फ ऐसे रूपों के बीच ही होता है जिनमें वर्तिकाग्र और पुंकेसर समान ऊंचाई के हों (चित्र 3.8)। M और S नामक दो जीन त्रिवर्तिकिता को नियंत्रित करते हैं। इन दोनों के दो-दो ऐलील होते हैं। S जीन M से प्रबल (epistatic) रहता है। दोनों जीनों का समयुग्मजी अप्रभावी (ssmm) लंबी वर्तिका को निर्धारित करता है मध्य वर्तिका में ssMM या ssMm जीन पाए जाते हैं। द्विरूपी और त्रिरूपी दोनों में ही युग्मकोद्‌भिदी अनिषेच्यता काम करती है।



चित्र 3.8 : विषमरूपी अंतरजातीय अनिषेच्यता।

s– जीन को अनेक सहलग्नी जीनों युक्त एक सुपर जीन कॉम्प्लेक्स माना जाता है। इसमें कम से कम छः (इससे भी अधिक) घनिष्ठता से सहलग्न जीन पाए जाते हैं। ये जीन वर्तिका की लंबाई (जीन G), वर्तिकाग्र की सतह (S), पराग अनिषेच्यता (I'), वर्तिका अनिषेच्यता (I"), पराग आकार या/और रूप (P) और पुंकेसर की ऊंचाई (A) को निर्धारित करते हैं। घनिष्ठता से सहलग्न रहने के कारण इनकी वंशागति साथ-साथ होती है। मगर जीन विनिमय के कारण ये पृथक भी हो सकते हैं। इसके अलावा विषमरूपी अनिषेच्यता इन कारणों से भी हो सकती है : क) बीजाणु-उद्भिदीय निर्धारित अनिषेच्यता प्रतिक्रिया, ख) वर्तिका में अनिषेच्य परागनली की अवरूद्ध वृद्धि, और ग) पराग और वर्तिका दोनों में अनिषेच्यता जीनों के ऐलीलों के बीच प्रभाविता की अभिव्यक्ति।

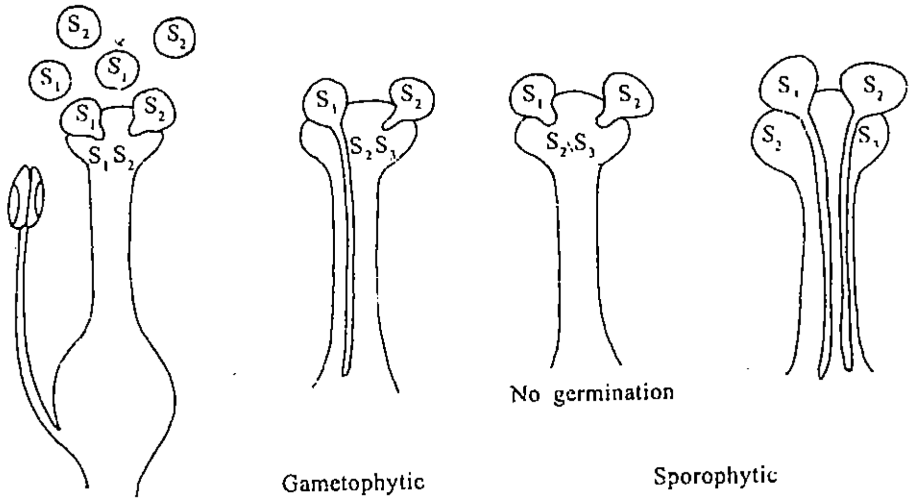
ऐसा माना गया है कि कार्यिकी अनिषेच्यता विषमरूपता द्वारा अध्यारोपित होती है। अवांछित संगम को रोकने में दोनों एक दूसरे के सम्पूरक हैं। आकारिकीय भिन्नताओं के माध्यम से होने वाला अस्वीकरण यांत्रिक होता है और अंतराजातीय अनिषेच्यता से जुड़ा होता है। कार्यिकी नियंत्रण समरूपी क्रियाविधि के समान होता है।

समरूपी अनिषेच्यता (Homomorphic Types) : इसकी विशेषता एक जाति में आकारिकीय दृष्टि से अविभेदी संगम प्ररूप हैं। इनके अभिज्ञान के लिए उपयुक्त प्रजनन होना जरूरी है। इस तरह की अनिषेच्यता आवृतबीजी पौधे के 71 कुलों के लगभग 250 वंशों में पाई जाती है। यह s– जीन के बहुल ऐलीलों (multiple alleles) के माध्यम से काम करती है। 500 पौधों से कोई 45 ऐलील पाए गए हैं। एक s– ऐलील वाले पराग कण, जो स्त्रीकेसर के एक या दोनों s–ऐलीलों का उभयधर्मी हो, अनिषेच्य पाए जाते हैं। इसलिए यह कहा जा सकता है कि पराग की तरफ से अगुणित युग्मकोद्भिद् अनिषेच्यता को नियंत्रित करता है। S– ऐलील पराग और/या स्त्रीकेसर में प्रभाविता या स्वतंत्रता के संबंध की अभिव्यक्ति करता है।

स्व-अनिषेच्यता का आधार (Basis of Self-Incompatibility) : अनिषेच्यता की आनुवंशिकी को जानने के लिए कुछ गिने चुने पादप वर्गों का ही अध्ययन किया गया है। कई वर्गों में इसे एक जीन नियंत्रित करता है, पोएसी (Poaceae) में दो जीन (s और z), जिनमें से हरेक के अनेक ऐलील पाए जाते हैं, और चीनोपोडिएसी (Chenopodiaceae), ब्रैसीकेसी (Brassicaceae) व रैननकुलेसी (Ranunculaceae) में 3 या अधिक जीन अनिषेच्यता को नियंत्रित करते हैं।

ईस्ट और मैन्जेल्सडॉर्फ नामक दो वैज्ञानिकों ने 1925 में स्व अनिषेच्यता के आनुवंशिक नियंत्रण पर "विपरीत S – ऐलील" (Opposition S – alleles) की अवधारणा पेश की। इस अवधारणा के अनुसार एक अकेला जीन यानी अनेक ऐलीलों वाला S – जीन अनिषेच्यता प्रतिक्रियाओं को नियंत्रित करता है। ऐसे पराग कण, जिनमें S – ऐलील हो, जोकि स्त्रीकेसर में मौजूद दोनों ऐलीलों में से किसी का भी उभयधर्मी हो, तो ऐसे पराग कण उस स्त्रीकेसर में कार्यशील नहीं होंगे। एक ऐसे पौधे का उदाहरण लें जिसमें स्त्रीकेसर सहित बीजाणु-उद्भिद् कोशिका में S_1 और

S_2 ऐलील हों (चित्र 3.9) इसमें लघुबीजाणुजनन के दौरान दो तरह के पराग, बनेंगे, जिनमें आधे S_1 ऐलील और आधे S_2 ऐलील युक्त होंगे। इस पौधे में इनमें से कोई भी पराग प्ररूप (S_1 या S_2) कार्यशील नहीं रहेगा क्योंकि वर्तिका कोशिका में भी S_1 और S_2 ऐलील मौजूद होते हैं। मगर इस पौधे को अगर S_2, S_3 जीनप्ररूप वाले किसी दूसरे पौध के पराग से परागित किया जाए तो सिर्फ S_3 ऐलील वाले पराग कण ही निषेचन करा पाएंगे। S_2 ऐलील युक्त दूसरा अर्धभाग अकार्यशील रहेगा। S_3S_4 जीन प्ररूप वाले पौधे के शतप्रतिशत पराग कण S_1S_2 पौधे के स्त्रीकेसर पर कार्यशील होंगे क्योंकि इन दोनों के ऐलीलों में कोई भी उभयधर्मी नहीं है। इन सभी स्थितियों में पराग या नर युग्मकोद्भिद् का S- ऐलील अनिषेच्यता प्रतिक्रियाओं (युग्मकोद्भिद्री स्व-अनिषेच्यता) को नियंत्रित करता है।



चित्र 3.9 : युग्मकोद्भिदी और बीजाणुउद्भिदी अनिषेच्यता की क्रिया। S_1 और S_2 पराग दोनों तरह की निषेध्यताओं में निरूद्ध हो जाते हैं। S_2 S_3 से परागित S_1S_3 पौधा युग्मकोद्भिद् तंत्र में कार्यशील रहेगा क्योंकि S_1 पराग का एक मिलता ऐलील स्त्रीकेसर में मोजूद रहता है मगर S_2 पराग निरूद्ध रहता है। बीजाणु-उद्भिद् तंत्रों में S ऐलील स्वतंत्र रूप से अभिव्यक्त हो सकता है, या पराग में एक ऐलील की दूसरे ऐलील पर प्रभाविता दिखाता है। S_2 और S_3 जब स्वंतत्र कार्य करते हैं या S_2 पराग में प्रभावी हो तो दोनों ही निरूद्ध रह जाते हैं। मगर जब S_1 S_2 पर प्रभावी हो तो दोनों ही कार्यशील रहते हैं। स्त्रीकेसर के S_2S_3 ऐलील स्वतंत्र कार्य करते हैं।

मगर बीजाणुउद्भिद् स्व अनिषेच्य तंत्रों में पराग व्यवहार एक समान रहता है भले ही उनमें मौजूद S- ऐलील कुछ भी हों। उदाहरणतया S_1 S_2 ऐलील युक्त पौधा S_1S_2, S_1 S_5 और S_2 S_4, S_2 S_5 आदि पौधों के लिए पूर्णतः अनिषेच्य पाया जाता है। मगर S_3S_4 या S_3S_5 ऐलील लिए एक पौधे में शत प्रतिशत निषेच्यता देखने में आती है (चित्र 3.9)।

S- जीन क्रिया के समय भेद के आधार पर दो और प्रकार की अनिषेच्यताएं स्पष्ट की गई हैं। बीजाणु-उद्भिद् तंत्रों में S- जीन अर्धसूत्री विभाजन के पूरा होने से पहले ही सक्रियित कर दिया जाता है, दोनों जीनों के उत्पाद सभी लघुबीजाणुओं में सम्मिलित कर लिए जाते हैं। तो भी कुछ पौधों में S- ऐलील विशिष्ट पदार्थ टेपीटम में पैदा होते हैं और फिर पराग वाह्य-चोल में सम्मिलित कर दिए जाते हैं। इस तरह टेपीटम और पराग घटक दोनों बीजाणु-उद्भिदी अनिषेच्यता के नियंत्रण में शामिल रहते हैं। युग्मकोद्भिदी तंत्रों में चूंकि S- जीन की क्रिया में विलंब हो जाता है इसलिए दो लघु-बीजाणु एक S- ऐलील उत्पाद को और अन्य दो लघुबीजाणु दूसरे S- ऐलील उत्पाद को प्राप्त करते हैं।

अनिषेच्यता कारकों की जैवरासायनिक प्रकृति को समझने के लिए अध्ययन किया गया है। कुछ पौधों के पराग सत्त्वों के प्रति खरगोशों में पैदा हुए ऐन्टीसीरम पराग के विसार की उपस्थिति में

अवक्षेपित हो जाते हैं। कुछ खास पौधों में S– ऐलील विशिष्ट प्रतिजन पराग और स्त्रीकेसर दोनों में ही समरूप होते हैं। प्रतिरक्षाविसरण परीक्षणों के माध्यम से *ब्रैसीका* में प्रत्येक S–ऐलील के लिए एक अद्वितीय प्रोटीन की उपस्थिति को दिखाना संभव है। अक्षुण्ण के बिसारों से S– ऐलील विशिष्ट प्रतिजनों का पता लगाया जा सकता है। $S_1S_2 \times S_2S_2$, संकरों की F_1 और F_2 पीढ़ियों में स्व-अनिषेच्यता की लक्षणप्ररूपी अभिव्यक्ति के संदर्भ में स्व-अनिषेच्य प्रोटीनों की प्रकृति पर हुए अध्ययनों से बड़ी रोचक जानकारी मिली है। सभी F_1 संततियों में जनक की तुलना में मध्यवर्ती प्रोटीन सांद्रता जब कि F_2 संततियों में 4:7:4 के अनुपात में S– प्रोटीन के उच्च, मध्यवर्ती और निम्न स्तर पाए गए। इन अध्ययनों के परिणामों से पता चलता है कि S– प्रोटीन की मात्रा अनिषेच्यता प्रतिक्रिया से समानुपाती होती है।

निषेचन के अवरोध (Barriers to Fertilization) : परागण से लेकर युग्मक संलयन तक किसी भी चरण पर अनिषेच्यता पैदा हो सकती है जिससे कि निषेचन अवरूद्ध हो जाता है। पराग या तो अंकुरण नहीं कर पाता या फिर पराग नली को वर्तिकाग्र में प्रवेश करने से रोक दिया जाता है। निषेचन के युग्मनपूर्वी अवरोधिकाएं (progamic barriers) पराग अंकुरण से लेकर नर युग्मक के अंडे की समीपता में विसर्जन तक किसी भी स्तर पर वर्तिकाग्र या वर्तिका में पैदा हो सकती हैं। युग्मक-संलयनी (Syngamy) अवरोधिकाओं में पराग नली के बीजांड या भ्रूण के अंदर अंडाशय में. प्रवेश का निरोध जाता है। परागण की अवस्था में निषेचन अवरोधिकाएं आकारिकीय और पारिस्थतिक होती हैं जबकि संलयनपूर्व अवस्था और युग्मक संलयन में कार्यिकी अवरोधिकाएं (physiological barriers) प्रकट होती हैं।

अनिषेच्यता की कार्यिकी और जैव-रसायन (Physiology and Biochemistry of Incompatibility) : अभिज्ञान और अस्वीकरण प्रतिक्रिया के आधार पर अनिषेच्य प्रक्रम किस प्रकार है यह पहचाना जा सकता है

अभिज्ञान प्रतिक्रिया (Recognition Reaction) : परागकणों की अनिषेच्यता का निर्धारण स्त्रीकेसर द्वारा आण्विक स्तर पर किया जाता है। बीजाणु उद्भिद्-स्वअनिषेच्य तंत्रों में पराग कण का स्वीकरण या अस्वीकरण वर्तिकाग्र की सतह पर होता है। कुछ खास युग्मकोद्भिद् स्व-अनिषेच्य तंत्रों में अभिज्ञान प्रतिक्रिया वर्तिकाग्र में घटती है हालांकि सामान्यतः यह वर्तिका में ही होती है।

अस्वीकरण प्रतिक्रिया (Rejection Reaction) : अभिज्ञान प्रतिक्रिया अस्वीकरण प्रतिक्रिया के लिए स्त्रीकेसर में कई कार्यिकी और जैवरासायनिक प्रक्रम आरंभ हो जाते हैं। यह अभिज्ञान प्रतिक्रिया वर्तिकाग्र पर उतरने वाले पराग के प्रकार के लिए विशिष्ट होती है। उन तंत्रों के विपरीत जिनमें कि पराग निरोध वर्तिकाग्र पर ही हो जाता है जिससे पराग का अंकुरण या उसका वर्तिका में प्रवेश रूक जाता है, युग्मकोद्भिद् स्व अनिषेच्य तंत्रों में यह वर्तिका में ही होता है जिसके फलस्वरूप या तो पराग नली की वृद्धि निरुद्ध हो जाती है या फिर वह फट जाती है।

पराग भित्ति और उसमें पाया जाने वाला प्रोटीन पराग वर्तिकाग्र पारस्परिक-क्रिया में महती भूमिका निभाते हैं। कोशिका रासायनिक अध्ययनों से यह पराग भित्ति जीवद्रव्यक रज्जुओं के द्वारा छिद्रित रहती है। इससे यह एक सजीव कार्यिकी संरचना बन जाती है और पराग कण व क्रियाधार के बीच विनिमय प्रक्रम में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती है। विकास के दौरान पराग भित्ति के इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी अध्ययनों से यह प्रमाणित हो चुका है कि उसके बाह्यचोल और अंतःचोल में प्रोटीन पदार्थों का समावेश होता है। परागकणों के सचल प्रोटीनों का एक खासा हिस्सा S– जीन विशिष्ट पाया जाता है। अनिषेच्यता के अभिज्ञान प्रोटीन परागभित्ति में कोशिका भित्ति से बाहर रखे जाते हैं। युग्मकोद्भिद् स्वअनिषेच्य पौधों में ये प्रोटीन अंतः चोल और बीजाणु-उद्भिद् पौधों में बाह्य चोल में मौजूद रहते हैं।

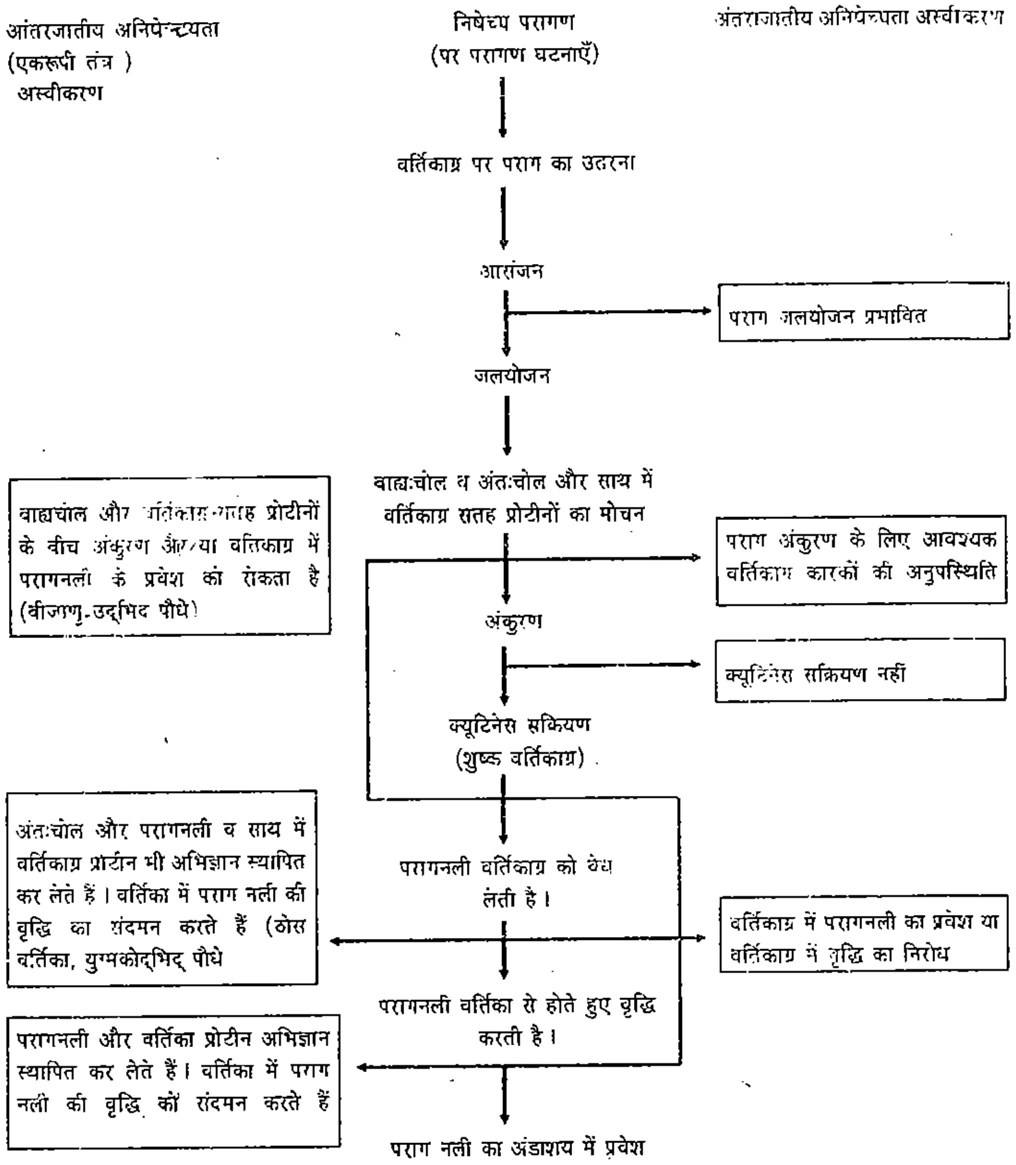
बाह्यचोल परत (The Exine Layer) : यह दो परतों की बनी रहती है। आंतरिक यानी अधोबाह्यचोल (nexine) जो संतत होती है और बाहरी तक्षित परत यानी सेक्साइन (sexine)।

बाहरी परत में छड़-नुमा बाकुला का [illegible] होता है जिनमें अंतस्थ विस्तार पाए जाते हैं। ये विस्तार कभी-कभी मिलकर छत्नुमा टेक्टम का निर्माण करते हैं जो सूक्ष्मछिद्रों से छिद्रित रहती है। पराग विकास के दौरान टेपीटम प्रावरक गुहा (thecal cavity) में एक मिश्रण छोड़ता है जिसे ट्राइफीन (tryphyine) कहते हैं। यह मिश्रण कैरोटिनाइड लिपिड बूंदों और तंतुकणिका प्रोटीनों का बना होता है। ये तंतुकणिका प्रोटीन झिल्ली युक्त कुंडिकाओं में परिबद्ध पाए जाते हैं। सततच्छदी पराग (tectate pollen) में टेपीटम से निकले पदार्थ पराग कणों की सतह में जा मिलते हैं जहां कुंडिका झिल्ली फट जाती है और लघुछिद्रों से विसर्जित होने वाले प्रोटीन टेपीटम में प्रवेश कर बाकुला के अंतरालों में संचित हो जाते हैं। परागकिट (pollenkitt) टैपीटम की सतह पर छूटा वर्णकित लिपिड का अंश है। अंतःचोल के विपरीत बाह्यचोल में पाए जाने वाले प्रोटीनों में सिर्फ एक एंजाइमी क्रियाशीलता देखने में आती है। पराग का जलयोजन पराग भित्ति परतों में मौजूद प्रोटीनों के मोचन में उद्दीपन का काम करता है। बाह्यचोल में स्थित बीजाणु उद्‌भिद् मूल के प्रोटीन द्वारा बाहर निकलने में लिया गया समय लगभग 30 सेकण्ड है जबकि अंतःचोल के युग्मकोद्‌भिदी मूल के प्रोटीन इसमें कुछ मिनटों का समय ले लेते हैं। प्रोटीन मोचन में इस समय भिन्नता के कारण दोनों नमूनों को अलग-अलग एकत्र करना सरल हो गया है। बीजाणु उद्‌भिद् स्व अनिषेच्य पौधों में इसीलिए अस्वीकरण प्रतिक्रिया युग्मकोद्‌भिद् स्व-अनिषेच्य पौधों से तेज होती है।

अंतःचोल परत (The Intine Layer) : चतुष्कों के लघुबीजाणुओं को मुक्त करते ही, पराग भित्ति की आंतरिक परत यानी अंतःचोल बन जाती है। अंतःचोल के मैट्रिक्स में प्रोटीनी पटलिकाएं अंतस्थापित होती हैं, जो जननछिद्र के इर्दगिर्द संकेंद्रित पाई जाती हैं। अंतःचोल में समाविष्ट प्रोटीन युग्मकोद्‌भिद् यानी पराग के जीवद्रव्य से आते हैं। मैलवेसी के सदस्यों और कई दूसरे पौधों में प्रोटीनी पटलिकाएं बाह्यचोल या पराग जीवद्रव्य के संपर्क में आए बिना ही अंतःचोल में छितरी पाई जाती हैं।

बीजाणु-उद्‌भिद् (sporophytic) और युग्मकोद्‌भिद् (Gametophytic) स्व-अनिषेच्यता : आकारिकी के आधार पर बनाए गए वर्गों के अलावा स्वअनिषेच्यता को उन कारकों के आधार पर बीजाणु-उद्‌भिद् या युग्मकोद्‌भिद् में बांटा गया है जो कारक पराग की ओर से संगम प्ररूपों का निर्धारण करते हैं। i) युग्मकोद्‌भिद् स्व अनिषेच्यता को पराग (नर युग्मकोद्‌भिद्) जीनप्ररूप संचालित करता है जैसे पोएसी, लिलिएसी, फैबेसी और कोमेलिनेसी। ii) *बीजाणुद्‌भिद् स्व-अनिषेच्यता* में पराग का निर्माण करने वाला बीजाणु-उद्‌भिद् ऊतक का जीन प्ररूप अनिषेच्यता प्रक्रम को नियंत्रित करता है। उदाहरण ऐस्टरेसी, ब्रैसीकेसी, कॉनवॉल्वुलेसी। युग्मकोद्‌भिद् स्वअनिषेच्य और बीजाणु-उद्‌भिद् स्व-अनिषेच्य पौधों की अन्य विशेषताओं को तालिका 3.1 और 3.2 में दिया गया है। स्वअनिषेच्यता के प्रकार, पराग, कोशिका-विज्ञान और संदमन स्थल के बीच एक सहसंबंध पाया गया है। साधारणतया जिन जातियों मे पराग प्रकीर्णन 2-कोशिका चरण पर होता है उनमें युग्मकोद्‌भिद् अनिषेच्यता पाई जाती है यानी पराग संदमन वर्तिका में होता है। जिन जातियों में पराग प्रकीर्णन 3-कोशिका अवस्था में होता है उनमें बीजाणु-उद्‌भिद् अनिषेच्यता पाई जाती है। इनमें पराग संदमन या निरोध का खंड वर्तिकाग्र पर स्थित होता है। इसके अलावा शुष्क वर्तिकाग्र वाले पादप वर्ग बीजाणु उद्‌भिद् अनिषेच्यता से जुड़े होते हैं जबकि नम वर्तिकाग्र पादप वर्गों में युग्मकोद्‌भिद् अनिषेच्यता पाई जाती है। इन सहसंबंधों के कुछेक अपवाद भी पाए जाते हैं।

तालिका 3.1 : पराग-स्त्रीकेसर पारस्परिक-क्रिया के दौरान अभिज्ञान स्वीकरण और अस्वीकरण का क्रम (शिवन्ना 1979)

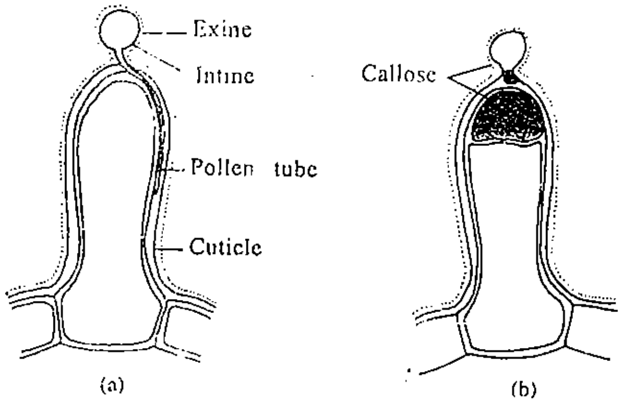


तालिका 3.2 : अनिषेच्यता के कारक और उनका क्रिया स्थल।

	पराग	स्त्री केसर	संदमन स्थल
युग्मकोद्भिद् पौधे	अंतःचोल भित्ति और/या पराग जीवद्रव्य	वर्तिकाग्र की सतह और/या वर्तिकाग्र का प्रेषणी खंड और वर्तिका का ऊतरी भाग	वर्तिकाग्र की सतह
	पराग जीवद्रव्य	वर्तिका नाल स्त्राव	वर्तिका नाल
बीजाणु उद्भिद् पौधे	बाह्यचोल परत और संभवतः पराग जीवद्रव्य	वर्तिकाग्र की सतह	वर्तिकाग्र की सतह

बीजाणु-उद्भिद् अनिषेच्यताः बीजाणुउद्भिद् स्वअनिषेच्य पौधों में अभिज्ञान और अस्वीकरण प्रतिक्रियाएं वर्तिकाग्र सतह पर होती हैं। ये प्रतिक्रियाएं पराग अंकुरण [illegible] वर्तिकाग्र में प्रवेश करने में अवरोध पैदा करती है। इसलिए परागकण या तो अंकुरण ही नहीं [illegible] पाते या उनसे जो लघु परागनली निकलती है उसे शीर्ष पर होने वाला [illegible] [illegible] [illegible] आने वाले अंकुरक [illegible] के 10 मिनट के

अंदर एक मसूराकार कैलोस प्लग बना डालते हैं। असल में अनिषेच्य मामलों में अलग-अलग कोटि का संदमन पराग आसंजन से लेकर जलयोजन, अंकुरण और वर्तिकाग्र में परागनली के प्रवेश तक हर स्तर पर काम करता है।



चित्र 3.10 : बीजाणु उद्भिद् पौधों में वर्तिकाग्र पारस्परिक-क्रिया। A. निषेच्य, B. अनिषेच्य; वर्तिकाग्र अंकुरक में प्लाज़्मा झिल्ली और कोशिका भित्ति के बीच में कैलोस प्लग का अवक्षेपण (शिवन्ना, 1982 के अनुसार)

कुछ पौधों में वर्तिकाग्र क्यूटिकल की एक परत से कुछ इस तरह से ढका रहता है कि अनिषेच्य परागनली उसमें प्रवेश ही नहीं कर पाती। नाना प्रकार के अध्ययनों से पता लगा है कि क्यूटिकल को हटाने के लिए एंजाइम क्यूटिनेस जरूरी है। इस एंजाइम का सक्रियण निषेच्य स्थितियों में ही हो पाता है।

अनिषेच्य वर्तिकाग्रों में प्रचुर प्रस्वेद नहीं होता, मगर शुष्क वर्तिकाग्रों में क्यूटिकल के ऊपर एक जलयोजित परत पाई जाती है। इसे तनुत्वक् (pellicle) कहते हैं। तनुत्वक् लिपिड की एक परत का बना होता है जिसमें प्रोटीनों की एक मोजेक परत होती है। क्यूटिकल में असतता आ जाने से अंकुरकों की सतह पर हुए बहिःसरण द्वारा ही शायद तनुत्वक् उत्पन्न होता है। वर्तिकाग्री सतह द्वारा पराग प्राप्त करते ही अंकुरक कोशिकाए नमी का रिसाव करती हैं। अनिषेच्यता बाह्यचोल और वर्तिकाग्र के प्रोटीनों के बीच होने वाली पारस्परिक क्रिया का परिणाम है।

अनिषेच्य परागण में नर युग्मकोद्भिद् के व्यवहार में कई अनियमितताएं देखने में आती हैं जो इस प्रकार हैं : 1) पराग अंकुरण नहीं करता। 2) यह अगर अंकुरण करता भी है तो पराग नली वृद्धि नहीं करती। 3) एक पराग नली के संदमन के बाद दूसरी पराग नली उभर आती है। 4) पराग नली का सिरा आसंगांग (appresorium) की तरह फूल जाता है। 5) अनिषेच्यता की सर्वाधिक विशिष्ट अनुक्रिया प्लाज्मा झिल्ली और वर्तिकाग्र अंकुरकों की पेक्टोसेलुलोसी परत के बीच एक कैलसी प्लग का पराग के साथ संपर्क विन्दु के ठीक नीचे विकास है। इसी तरह पराग नली के सिरे पर भी एक और प्लग विकसित होता है। फलतः पराग नली की वृद्धि रूक जाती है।

पराग और वर्तिकाग्र के बीच यह संदमन प्रतिक्रिया अति स्थानगत होती है और यह उसी वर्तिकाग्र में पड़े दूसरे पराग कणों की वृद्धि के साथ कोई छेड़छाड़ नहीं करती। अनिषेच्य पराग का पता अस्वीकरण स्थल पर कैलोस अवक्षेपण द्वारा लगाया जा सकता है। इससे यह साफ हो जाता है कि अनिषेच्य प्रतिक्रियाओं में बाह्यचोल प्रोटीन सम्मिलित रहते हैं। इन प्रोटीनों को जब पृथक कर वर्तिकाग्र पर सीधे ही लगाया जाता है तो वे और उसमें मौजूद अक्षुण्ण पराग इसी तरह की अनुक्रिया करते हैं। परागकोश टेपीटम के खंडों को जब वर्तिकाग्र सतह पर ... है तो वे भी ऐसा ही व्यवहार करते हैं।

इस प्रकार की अनिषेच्यता के स्त्रीकेसर कारक इसीलिए वर्तिकाग्र की सतह पर ही स्थानगत रहते हैं। इसके अन्य विशिष्ट लक्षण इस प्रकार हैं: क) S- एलील विशिष्ट प्रोटीनों की सिर्फ वर्तिकाग्र सतह पर उपस्थिति। ख) वर्तिकाग्र निक्षालनकों से अभिलाक्षणिक विशिष्ट प्रोटीनों का पृथक्करण और ग) वर्तिकाग्र के कार्बनिक विलायक उपचार द्वारा अनिषेच्यता का दूर किया जाना।

प्रायोगिक प्रमाणों से पता चलता है कि अभिज्ञान अणुओं का संश्लेषण वर्तिकाग्र में उसके परिपक्वन के दौरान होता है। स्व-अनिषेच्यता दूर करने ... कलिका परागण ...

क्योंकि इस चरण पर S– ऐलील विशिष्ट प्रोटीन या तो अनुपस्थित होते हैं या फिर होते भी हैं तो बहुत कम मात्रा में। इससे यह संकेत मिलता है कि अंकुरण और पराग नली की वृद्धि को निरूद्ध करने वाले कारकों का विकास धीरे-धीरे स्त्रीकेसर में होता है।

युग्मकोद्‌भिद्‌ अनिषेच्यता : युग्मकोद्‌भिद्‌ स्वअनिषेच्य पौधों में कैलोस अवक्षेपण वर्तिकाग्र में तो देखने में नहीं आता मगर पराग नली में एकदम स्पष्ट होता है। कैलोस अवक्षेपण कभी-कभार जनन छिद्र तक में हो जाता है जिससे पराग अंकुरण रूक जाता है। पोएसी में अभिज्ञान प्रतिक्रिया परागण के कुछ मिनट बाद पूरी हो जाती है और अस्वीकरण या स्वीकरण में 10 मिनट लग जाते हैं।

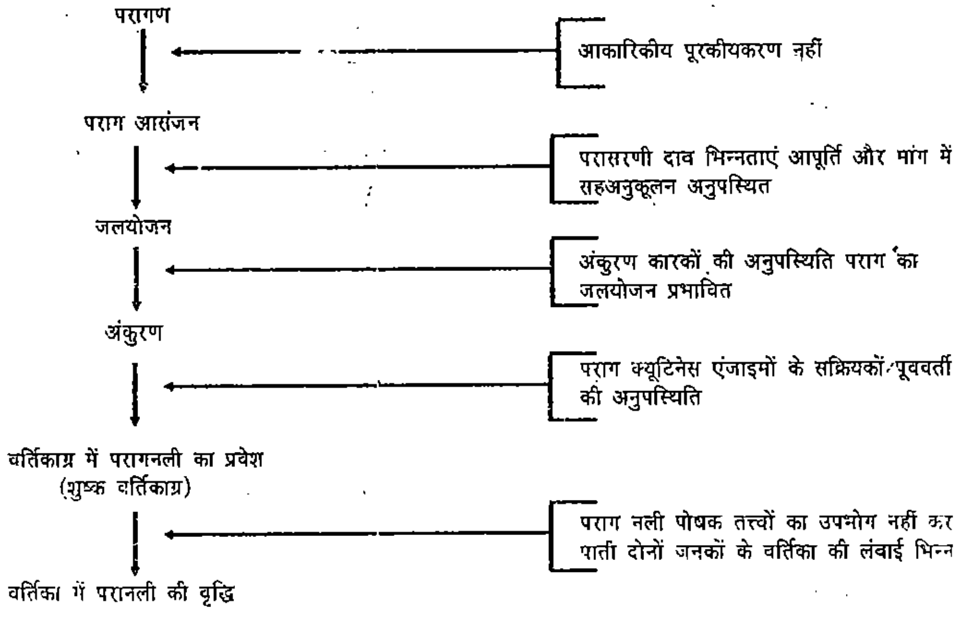
पोएसी और *इनोथेरा* को छोड़ युग्मकोद्‌भिद्‌ स्व-अनिषेच्य पौधों में अभिज्ञान अस्वीकरण प्रतिक्रिया पराग नली में वर्तिका की दो तिहाई लंबाई के बराबर वृद्धि हो जाने के बाद होती है। आनुवंशिकता: नर की तरफ का अभिज्ञान कारक नर युग्मकोद्‌भिद्‌ से आता है, इसमें वो प्रोटीन शामिल होते हैं, जिनका समावेश पराग भित्ति विकास के दौरान अंतः चोल में होता है। युग्मकोद्‌भिद्‌ स्वअनिषेच्य पौधों में अस्वीकरण प्रतिक्रिया अपेक्षतया विलंब से होती है इसलिए यह भी संभव है कि अभिज्ञान पदार्थों का संश्लेषण या सक्रियण और उसके बाद उनका मोचन भी विलंब से होता हो और यह पराग नली में होता है। कुछ पादप वर्गों जातियों में पराग नली में कार्बोहाइड्रेट और स्टार्च स्तर में कमी आ जाती है।

3.4.2 अंतराजातीय अनिषेच्यता

इस तरह की अनिषेच्यता की विशिष्टता भिन्न जातियों के सदस्यों के बीच युग्मकों के संलयन की रोकथाम है अनिषेच्यता कारक निषेचन हो जाने के बाद भी काम करते हैं जिससे भ्रूण विकास नहीं हो पाता। अंतराजातीय संकरों के बाद बीज निर्माण को रोकने वाले कारकों का पता नहीं लग पाया है। मगर इतना जरूर स्पष्ट है कि अस्वीकरण प्रतिक्रिया किसी भी स्तर पर काम कर सकती है। *पेटुनिया* में, पराग नली की आकारिकी अपसामान्यताएं स्व और अंतरावंशीय दोनों अनिषेच्यता में समान रहती हैं। संदमन एकपार्श्विक अनिषेच्यता से या असर्वागता के फलस्वरूप हो सकता है या फिर निष्क्रिय अस्वीकरण (passive rejection) काम करता है (तालिका 3.3 को देखिए)।

अंतराजातीय अनिषेच्यता में वर्तिकाग्र सतह प्रोटीनों के अलावा अप्रोटीन पदार्थों में शामिल पाए जाते हैं। फिनॉलिक और कार्बोहाइड्रेट भी इस अनिषेच्यता में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। ऐसा माना जाता है कि अंतराजातीय अनिषेच्यता को विभिन्न विस्थलों पर स्थित एक से अधिक जीन नियंत्रित करते हैं। अनिषेच्य जातियों के बीच संकरों में या तो निषेचन नहीं होता या फिर संकर भ्रूण भ्रूणपोष के अपर्याप्त विकास या उससे सहायता न मिल पाने कारण निष्फल हो जाता है।

तालिका 3.3 : अंतराजातीय अनिषेच्यता – निष्क्रिय अस्वीकरण और संभावित क्रियाविधियां।



एक पार्श्विक (Unilateral) अनिषेच्यता : इस प्रकार की अनिषेच्यता एक ही दिशा में काम करती है। एकपार्श्विक अनिषेच्यता को निश्चित करने का सबसे साधारण तरीका स्व-अनिषेच्य जाति और स्वकनिषेच्य जाति के बीच संकरण करना है। संकर तभी सफल रहता है जब स्वकनिषेच्य जाति मादा जनक हो। इस तरह की अनिषेच्यता भिन्न वंश की जातियों के बीच देखी जाती है। एकपार्श्विक अनिषेच्यता को इन आधार पर समझाया जा सकता है :

3.4.3 अनेषच्चता का जीववैज्ञानिक महत्त्व

अंतराजातीय और आंतरजातीय अनिषेच्यता दोनों ही पौधोंमेंअंतःप्रजनन और बाह्य-प्रजनन की कोटि को निर्धारित करते हैं। स्व-अनिषेच्यता उस गहन स्वनिषेचन को रोकने का एक प्रबल प्राकृतिक तरीका है जो अन्यथा समयुग्मजी पौधों और फलस्वरूप अंतःप्रजनन अवनमन को बढ़ावा देता है। अंतःप्रजनन अवनमन में घातक अप्रभावियों का संचय होता जाता है।

लैंगिक अनिषेच्यता फसल सुधारक कार्यक्रमों में एक अवरोध का काम भी करती है। पुंजनीय अगुणिता की तकनीक का विकास होने तक समयुग्मजी पौधे प्राप्त करने का एकमात्र तरीका सतत स्वपरागण था। आज तक जब कभी पुंकेसर संवर्धन के माध्यम से अगुणित पौधे पैदा करना संभव नहीं बन पाता, इस काम में सफलता सिर्फ स्व-परागण के जरिए ही पाई जा सकी है। अंतराजातीय अनिषेच्यता दूरस्थ संकरण को रोकती है। इसीलिए अंतराजातीय और आंतरजातीय अनिषेच्यता को दूर करने के लिए विभिन्न विधियां अपनायी गई हैं।

3.4.4 अनिषेच्यता को दूर करने की विधियां

अनिषेच्य पराग का अंकुरण निषेच्य पराग से पराग भित्ति प्रोटीनों के निषकर्षण और फिर उन्हें अंतराजातीय संकरणों के दौरान उपलब्ध करवाना संभव है। वर्तिकाग्र अंकुरकों की क्यूटिनीकृत भित्ति के ऊपर स्थित तनुत्वक् प्रकार्यक दृष्टि से परागकण को पकड़ने और उनके जलयोजन में महत्वपूर्ण है। इसके अलावा यह अभिज्ञान प्रतिक्रियाओं का स्थल भी हो सकता है।

इनोथेरा में वर्तिका कलम प्रयोगों से अनिषेच्य वर्तिकाओं में पराग नली की वृद्धि होते देखी गई है। इसी जाति के पौधे में ca^{++} से अभिक्रियण पर अनिषेच्य वर्तिका में कुछ हद तक पराग नली में वृद्धि हुई। *पेटुनिया* में अपरिपक्व पुष्पों का विपुसन करने से स्त्रीकेसर दीर्घन में कमी और अनिषेच्यता अवरोधिका क्षीण पड़ जाती है। साधारणतया अपेक्षतया उच्च ताप अनिषेच्यता क्रियाविधि को निष्क्रिय बना देता है और वर्तिका सक्रियण का स्थल है। *लिलियन* में स्व-अनिषेच्यता को ताप और लैनोलिन में नैफ्थैलीनऐसीटेमाइड के 1% घोल की पारस्परिक क्रिया करा के दूर किया जा सकता है। परागण से पहले अक्षुण्ण और विलग्न वर्तिका को 50° पर 6 मिनट तक गर्म करने पर अनिषेच्यता को दूर किया जा सकता है। बीजाणु-उद्भिद् अनिषेच्यता वाले कुछ पौधों के वर्तिकाग्र में एक क्यूटिकल परत पाई जाती है जो एक अनिषेच्यता अवरोधिका का काम करती है। ऐसे पौधों के पराग में एक क्यूटिनेस एंजाइम तंत्र पाया जाता है जो क्यूटिकल परत को नष्ट कर देता है। स्व-अनिषेच्यता को दूर करने में उपयोगी कुछ और विशिष्ट विधियों का उल्लेख नीचे किया जा रहा है:

1. निदेशी पराग का प्रयोग : निदेशी पराग (mentor pollen) के प्रयोग द्वारा अनिषेच्यता को दूर करने के विभिन्न तरीके हैं। निदेशी (निषेच्य) पराग और अनिषेच्य पराग के मिश्रण में निषेच्य पराग से अभिज्ञान प्रोटीन संदमन प्रतिक्रिया को ढक देता है और अनिषेच्य पराग को अंकुरित और वर्तिकाग्र में प्रवेश करने देता है। निदेशी पराग, वृद्धि कारक या नियामक पदार्थ प्रदान करता है, जो अनिषेच्य पराग को पराग नली की वृद्धि करने में सहायक है। प्रस्तावित दूसरी क्रियाविधि में ऐसे संकेत शामिल होते हैं जो निदेशी पराग नली को बीजांड, अंडाशय और अन्य फल ऊतकों की सतत वृद्धि के लिए महत्त्वपूर्ण पदार्थों को प्रदान करने के लिए उद्दीपित करता है।

2. कलिका परागण : *पेटूनिया ऐक्सीलैरिस* में कलिका का स्व-परागण कराने पर सामान्य निषेचन हो जाता है।

3. स्थूण परागण : वर्तिकाग्र या वर्तिका के ऊपरी हिस्से को उच्छेदित करके अनिषेच्चता को दूर किया जा सकता है बशर्ते संदमन कारक वर्तिकाग्र में स्थित हो। कभी कभार वर्तिका की लंबाई भी इस प्रक्रम को रोकती है। *इपोनिया ट्राइकोकार्पा* में स्व-अनिषेच्चता को दूर करने के लिए, वर्तिकाग्र पिंडक या वर्तिका का एक भाग उच्छेदित कर दिया जाता है, जिससे परागण के लिए रास्ता खुल जाता है। *निकोटिआना टैबकम* में वर्तिका की लंबाई *नि. रस्टिका* और *नि. डेबनी* से अधिक होती है। *नि. टैबकम* की वर्तिका के एक बड़े भाग को उच्छेदित और उसकी कटी सतह को अंकुरण के लिए अनुकूल ऐगार सुक्रोस माध्यम से रगड़ने पर, *नि. रस्टिका* और *नि. डेबनी* पराग के साथ निषेचन कराना संभव है।

4. अंतः अंडाशयी परागण : वर्तिकाग्र पर या वर्तिका में होने वाली अनिषेच्यता को अंतः अंडाशयी परागण द्वारा दूर किया जा सकता है। इसमें अंडाशय में पराग निलंबन का अंतःक्षेपण कर अंडाशय के अंदर अंकुरण कराया जा सकता है।

इस तकनीक में सबसे पहले एथेनॉल में पृष्ठ निर्जमित किया जाता है। इसके बाद दो छेद किए जाते हैं। एक छेद पराग निलंबन को अंडाशय में पहुंचाने और दूसरा छेद अंडाशयी वायु को बाहर निकालने के लिए ऐसा करने के बाद इन छिद्रों को पेट्रोलियम जेली से ढक दिया जाता है और अब पराग अंडाशय के भीतर की अंकुरण कर सामान्य निषेचन करते हैं।

5. परख नली परागण और निषेचन : उच्छेदित बीजांडों या स्त्रीकेसरों में परागकणों को झाड़ दिया जाता है और उन्हें एक पोषण माध्यम में वृद्धि करने दिया जाता है। यह तकनीक पराग अंकुरण और फिर निषेचन और बीजों के विकास के लिए अनुकूल है।

पेटुनिया हाइब्रिडा और *बैसिका कैम्पेस्ट्रिस* में स्व-अनिषेच्यता को बीजांडासन परागण द्वारा तोड़ा जा सकता है।

बीजांडासन परागण के जरिए अंतराजातीय, अंतरावंशीय और अंतराकुल संकरणों के प्रयास किए गए हैं। जीवनक्षम भ्रूणों वाले बीज *मेलांड्रियम ऐल्बम (Melandrium album)*, *मे. रब्रम (M. rubrum)*, *विस्केरिया वल्गैरिस (Viscaria vulgaris)* *साइलीन शैफ्टा (Silene schafta)*, और *निकोटिआना ऐलाटा (Nicotiana alata)* के बीच हुए संकरों में विकसित होते हैं।

निकोटिआना टैबकम के उच्छेदित बीजांडों के *हाइओसाइमस नाइजर (Hyoscyamus niger)* के परागकणों द्वारा परागित कराने पर भी संकर भ्रूण विकसित होते हैं।

6. वर्तिकाग्र सतह का रूपांतर : वर्तिकाग्र में लेक्टिन, कॉनकैनावैलिन A (Concanavalin A) के अनुप्रयोग से भी *ब्रैसीका* में अनिषेच्यता को दूर करने में मदद मिलती है। इसी तरह अपमार्जक (ट्राइटोक्स हैक्सेन X–100) और कार्बनिक विलायक (हैक्सेन) से वर्तिकाग्र का पूर्व उपचार भी अनिषेच्चता प्रतिक्रिया को रूपांतरित करने में सहायक है।

ब्रैसीका कैम्पेस्ट्रिस में वर्तिकाग्र को NaCl (15 ग्रा/ली.) से पूर्व उपचार करने पर अनिषेच्यता प्रतिक्रिया रूक जाती है।

7. वर्तिका का ऊष्मा उपचार : *लिलियम लांजीफलोरम* में वर्तिका का 50° से. ताप पर 6 मिनट तक पूर्व उपचार स्व-अनिषेच्यता को रोक सकता है। राई में 30° से तक का तापमान अनिषेच्यता प्रतिक्रिया को रोकने में कारगर होता है।

8. किरणन (Irradiation) : *लाइकोपर्सिकॉन पेरूविएनम (Lycoperscion peruvianum)* में अनिषेच्यता को गामा किरणों द्वारा दूर किया जा सकता है। इस विधि से प्रति पादप बीज निर्माण की उच्च दर प्राप्त की गई है जिसमें आरंभिक अवस्था में पुष्प विलगन रूक जाता है। किरणन सिर्फ उन्हीं पौधों में लाभप्रद है जिनमें अनिषेच्यता युग्मकोद्भिद् के नियंत्रण में हो।

9. रासायनिक उपचार : निषेच्यता का अवरोधक जब अकाल विलगन हो तो पुष्पवृंत पर p–क्लोरोफिनॉक्सीऐसीटिक अम्ल का अनुप्रयोग अरारोट (arrowroot) पुष्प के जीवन काल को बढ़ा देता है।

इसी तरह, *इपोमोआ बटाटस (Ipomoea batatas)* में [illegible]
के अनुप्रयोग से रोका जाता है। यह आरंभिक भ्रूण विकास में सहायक है।

लिलियम लांजीफ्लोरम (Lilium longiflorum) और *ईनोथेरा ऑर्गेनेंसिस (Oenothera organensis)* में क्रमशः p–क्लोरोमरक्यूरिबेन्जोएट और काइनेटिन का अनुप्रयोग उपयोगी साबित हुआ है।

10. वर्धित CO_2 स्तर : *ब्रेसीका* जाति में, वायुमंडलीय CO_2 स्तर को 100% सापेक्षिक आर्द्रता में 100 गुना बढ़ाकर स्वअनिषेच्यता को दूर किया जा सकता है। यह विधि S_1 संकर बीजों के उत्पादन के लिए *ब्रैसीका* की अंतःप्रजात जनक वंशाक्रमों को बनाए रखने का एक महत्वपूर्ण साधन हैं।

11. परालैंगिक (parasexual) संकरण : लैंगिक अनिषेच्यता को दूर करने के लिए इसमें चूँकि कायिक कोशिकाओं के जीवद्रव्य का संकरण होता है इसलिए इसे "परालैंगिक संकरण" कहते हैं।

इस प्रक्रम में तीन चरण हैं : 1. जीवद्रव्यकों का पृथक्करण 2. पृथक्कृत जीवद्रव्यकों में संलयन और 3. पूर्ण पौधे के पुनर्जनन के लिए संकर जीवद्रव्यक का संवर्धन।

बोध प्रश्न 3

निम्न में कौन-कौन से कथन सही नहीं हैं ?

क) बीजाणु-उद्भिद्स्व अनिषेच्यता द्विरूपी और त्रिरूपी स्वरूपों में काम करती है।

ख) वर्तिकाग्र पर या वर्तिका में यानी पराग अंकुरण से अंड कोशिका के समीप नर युग्मकों के मुक्त होने तक किसी भी स्तर पर उत्पन्न होने वाली अवरोधिका को युग्मक संलयन अवरोधिका कहते हैं।

ग) युग्मकोद्भिद् स्वअनिषेच्य पौधों में अभिज्ञान प्रोटीन अंतः चोल में जबकि बीजाणु उद्भिद् पौधों में बाह्यचोल में उपस्थित रहते हैं।

घ) पराग जलयोजन होने पर सबसे पहले युग्मकोद्भिद् मूल के प्रोटीन निक्षालित होते हैं जबकि बीजाणुउद्भिद् मूल के प्रोटीन इसमें लंबा समय लेते हैं।

ङ) लैंगिक अनिषेच्यता भिन्न जातियों के पौधों के बीच यानी अंतराजातीय या एक ही जाति के पौधों के बीच यानी आंतरजातीय हो सकती है।

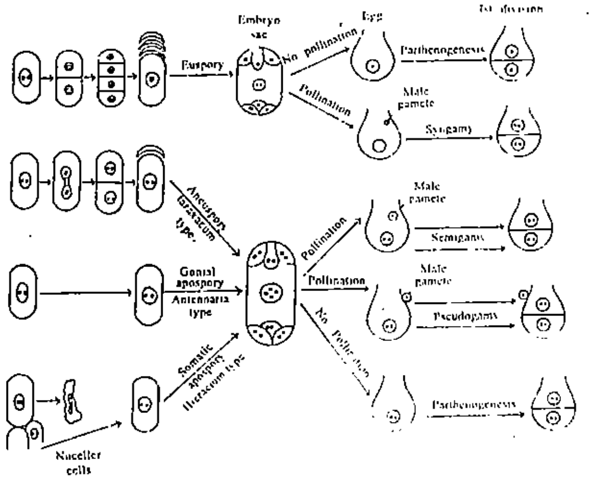
च) अंतराजातीय अनिषेच्यता में वर्तिकाग्र पृष्ठ प्रोटीनों के अलावा अ-प्रोटीनी पदार्थ सम्मिलित रहते हैं जैसे फिनोलिक और कार्बोहाइड्रेट।

छ) लैगिक अनिषेच्यता को पारलैंगिक संकरण के द्वारा सफलता से दूर किया जा सकता है।

ज) प्रकृति में पौधों में संतुलित अंतःप्रजनन और बाह्यप्रजनन को अंतराजातीय और आंतरजातीय अनिषेच्यता नियमित करती है।

3.5 असंगजनन (Apomixis)

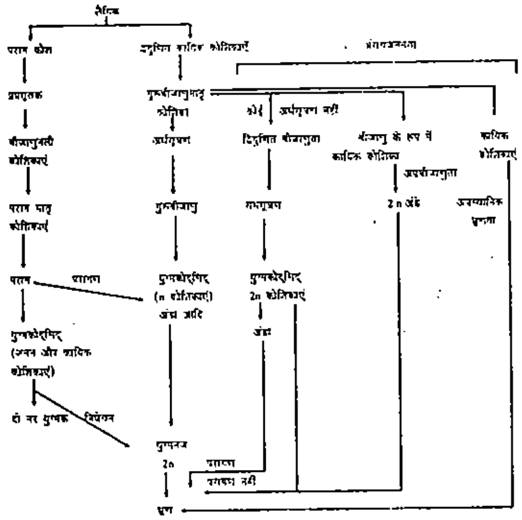
लैंगिक प्रक्रम के बिना युग्मकोद्भिद् से बीजाणु-उद्भिद् का निर्माण असंगजनन कहलाता है। इसमें एक लघुकृति युग्मकोद्भिद् और एक अलघुकृत बीजाणु उद्भिद् के एकांतरण को एक अलघुकृत युग्मकोद्भिद् और बीजाणुउद्भिद् द्वारा बदल दिया जाता है। इसका सार चित्र 3.11 में दिया गया है। यह कोई 35 कुलों में होता है। इसके सबसे आम उदाहरण ऐस्टरेसी और पोएसी हैं। असंगजनन को दो प्रकारों में बांटा जा सकता है: पुनरावर्ती (अलघुकृत भ्रूण कोशों में) और अनावर्ती (लघुकृत भ्रूणकोशों में), अनावर्ती असंगजनन में युग्मकों में वास्तविक संलयन हुए बिना ही अगुणित भ्रूणों का विकास होता है।



3.5.1 पुनरावर्ती (Recurrent) असंगजनन

इस प्रकार के असंगजनन में (सामान्य मामलों पाई जाने वाली) सुबीजाणुता (euspory) की जगह असुबीजाणुता (aneuspory) ले लेती है। यह अनियमित अर्धसूत्रण की वजह से होता है! असुबीजाणुता को द्विगुणित बीजाणुता (diplospory) भी कहते हैं। बीजाणु मातृ कोशिका जब सीधे ही आदि भ्रूणकोश का काम करने लग जाती है तो उसे *आदिजनी अपबीजाणुता* (gonial apospory) कहते हैं। जब बीजांडकाय या निभाग की एक या अधिक कोशिकाएं आदि भ्रूणकोश का काम करती हैं तो इसे *कायिक अपबीजाणुता* (somatic apospory) कहा जाता है।

तालिका 3.4 : असंगजनन का क्रमबद्ध निरूपण



क) **असुबीजाणुता (द्विगुणित बीजाणुता)** : इसमें ऐसे उदाहरण आते हैं जिनमें बीजाणु निर्माण के दौरान अर्धसूत्री प्रक्रम अनियमित होता है। अर्धसूत्री विभाजन में इस अनियमितता की सीमा के आधार पर असुबीजाणुता को विभिन्न प्रकारों में बांटा गया है :

i) **डैटुरा *(Datura)* प्रकार** : दोनों अलघुकृत केन्द्रकों में अर्धसूत्री विभाजन हो जिससे 8–केन्द्रकी भ्रूण कोश बनता है!

ii) **टैरेक्सेकम *(Taraxacum)* प्रकार** : प्रथम अर्धसूत्री विभाजन प्रत्यानयन केन्द्रकों को जन्म देता है। अर्धसूत्रण II अलघुकृत कोशिकाएं बनाता है। अंततः 8– केन्द्रकी भ्रूणकोश बन जाता है। अंडा सीधे ही भ्रूण का निर्माण करता है।

iii) **इक्सेरिस *(Ixeris)* प्रकार** : यह *टैरेक्सेकम* की तरह होता है मगर इसमें एक अकेला द्विकेन्द्रकी स्त्री बीजाणु बनता है। इसमें दो विभाजनों के बाद 8– केन्द्रकी भ्रूणकोश बनता है।

ऐलीयम *(Allium)* प्रकार : इसमें अर्धसूत्रण पूर्व अंतःएकसूत्री द्विभवन अर्धसूत्री प्रावस्था का द्विगुणसूत्र संख्या से आरंभ करता है। इसके फलस्वरूप एक अलघुकृत भ्रूणकोश बनता है

अ) आदिजननी (Gonial) अपबीजाणुता : इसमें अर्धसूत्रण नहीं होता। लघुबीजाणु मातृ-कोशिका बड़ी हो जाती है, और उसमें केन्द्रक के ऊपर और नीचे एक लघु रसधानी प्रकट होती है। कोशिका इस तरह एक-केन्द्रकी भ्रूणकोश बन जाती है, इसमें तीन अनुक्रमिक एकसूत्री विभाजन होने पर एक 8–केन्द्रकी भ्रूणकोश बन जाता है। *ब्रैकियोकोम (Brachycome)* में ध्रुव केन्द्रक प्रथम –2 भ्रूणपोष केन्द्रकों का काम करते हैं।

ा) **कायिक अपबीजाणुता (Somatic apospory) :** अर्धसूत्री विभाजन सामान्य रहता है मगर गुरूबीजाणु भ्रूण कोश निर्माण में हिस्सा नहीं लेते, अर्धसूत्रण के बाद या उसके तुरंत बाद एक या अधिक बीजाणुउद्भिद् कोशिकाए (बीजांडकायां या निभागी) वर्धन करती हैं और बीजांडकायी पिंडक में प्रवेश करती हैं और फिर गुरूबीजाणु को नष्ट कर वहां स्थापित हो जाती हैं। तीन अनुक्रमिक केन्द्रक विभाजनों के बाद ऐसी हरेक कोशिका सामान्य संगठन वाले एक अपबीजाणु 2n भ्रूणकोष में विभेदित हो जाती हैं। इस तरह युग्मकोद्भिद् पीढ़ी का पूरी तरह से उन्मूलन हो जाता है।

ालघुकृत भ्रूणकोशों में संगठन

ृणकोश में एक केन्द्रक की नियति उसकी स्थिति पर निर्भर करती है। आरंभिक ध्रुवण के ौरान के केन्द्रकों की व्यवस्था में कई अनिमितताएँ पाई गई हैं। वैसे परिपक्व भ्रूण कोश में ्क सामान्य संगठन देखनेमेंआता है, इसमें दो सहाय कोशिकाएं, तीन प्रतिव्यासांत कोशिकाएं एक ंडा और प्राक् भ्रूणपोष कोशिका पाई जाती है।

ालघुकृत भ्रूणकोशों में भ्रूणजनन :

न भ्रूणकोशों में परागण के फलस्वरूप भ्रूण विकास हो सकता है। परागण से जुड़े भ्रूणकोशों को *युग्मीक अर्धयुग्मी* या *आभासीयुग्मी* और परागण उद्दीपन के बिना विकसित होने वाले भ्रूण कोशों ो *अनिषेकजनीय* कहते हैं। *सुयुग्मन* (Eugamy) इसमें असंगजनीय अंडों का सामान्य निषेचन ोता है जिससे युग्मज बनता है।

र्धयुग्मन (Semigamy) : नर युग्मक अंडे में प्रवेश तो कर जाता है मगर अंड केन्द्रक के साथ ंलयन नहीं करता। दोनों केन्द्रक स्वतंत्र गुणन करते हैं पर नर केन्द्रक विभाजन जल्दी रूक ाता है।

ालघुकृत आभासी युग्मन (Unreduced Pseudogamy) : नर युग्मक भ्रूण कोश के अंदर या बाहर ापह्रास कर लेता है। इस प्रकार संलयन हुए बिना ही अंडा भ्रूण में विकसित होता है।

.5.2 अनावर्ती असंगजनन (Non–recurrent Apomixis)

ैसा कि पीछे बताया गया है लघुकृत भ्रूणकोश में होने वाले भ्रूणविकास को अनावर्ती असंगजनन ्हते हैं। इस तरह के भ्रूण विकास की क्रियाविधियां इस प्रकार हैं :

) **लघुकृत आभासी युग्मन :** लघुकृत अंडा एक आभासी युग्मी में, और अनिषेजनीय विधि से विकास करता है। पराग नली सामान्य तरीके से प्रवेश करती है मगर नर युग्मक अंडे के साथ संलयन नहीं कर पाता और अंडे के जीवद्रव्य में लुप्त हो जाता है।

) **लघुकृत अनिषेकजनन :** भ्रूण विकास ऊष्मा या शीत उपचार द्वारा किया जाता है।

i) **पुंजनन :** अंड केन्द्रक का अपह्रास हो जाता है। फलतः शुक्राणु केन्द्रक अंडे के जीवद्रव्य में कार्यशील रहता है और भ्रूण बनाता है।

.5.3 असंगजनिकों में भ्रूणपोष विकास (Endosperm Development in Apomicts):

्णपोष विकास प्रायः क्षीण होता है। इस से पहले ध्रुव केन्द्रकों में संलयन नहीं होता इसलिए ह द्विगुणित होता है।

इसी तरह, *इपोमोआ बटाटस (Ipomoea batatus)* में [illegible]
के अनुप्रयोग से रोका जाता है। यह आरंभिक भ्रूण विकास में सहायक है।

लिलियम लांजीफ्लोरम (Lilium longiflorum) और *ईनोथेरा ऑर्गेनेंसिस (Oenothera organensis)* में क्रमशः p–क्लोरोमरक्यूरिबेन्जोएट और काइनेटिन का अनुप्रयोग उपयोगी साबित हुआ है।

10. वर्धित CO_2 स्तर : *ब्रेसीका* जाति में, वायुमंडलीय CO_2 स्तर को 100% सापेक्षिक आर्द्रता में 100 गुना बढ़ाकर स्वअनिषेच्यता को दूर किया जा सकता है। यह विधि S_1 संकर बीजों के उत्पादन के लिए *ब्रेसीका* की अंतःप्रजात जनक वंशाक्रमों को बनाए रखने का एक महत्वपूर्ण साधन हैं।

11. परालैंगिक (parasexual) संकरण : लैंगिक अनिषेच्यता को दूर करने के लिए इसमें चूँकि कायिक कोशिकाओं के जीवद्रव्य का संकरण होता है इसलिए इसे "परालैंगिक संकरण" कहते हैं।

इस प्रक्रम में तीन चरण हैं : 1. जीवद्रव्यकों का पृथक्करण 2. पृथक्कृत जीवद्रव्यकों मे संलयन और 3. पूर्ण पौधे के पुनर्जनन के लिए संकर जीवद्रव्यक का संवर्धन।

बोध प्रश्न 3

निम्न में कौन-कौन से कथन सही नहीं हैं ?

क) बीजाणु-उद्‌भिद्स्व अनिषेच्यता द्विरूपी और त्रिरूपी स्वरूपों में काम करती है।

ख) वर्तिकाग्र पर या वर्तिका में यानी पराग अंकुरण से अंड कोशिका के समीप नर युग्मकों के मुक्त होने तक किसी भी स्तर पर उत्पन्न होने वाली अवरोधिका को युग्मक संलयन अवरोधिका कहते हैं।

ग) युग्मकोद्‌भिद् स्वअनिषेच्य पौधों में अभिज्ञान प्रोटीन अंतः चोल में जबकि बीजाणु उद्‌भिद् पौधों में बाह्यचोल में उपस्थित रहते हैं।

घ) पराग जलयोजन होने पर सबसे पहले युग्मकोद्‌भिद् मूल के प्रोटीन निक्षालित होते हैं जबकि बीजाणुउद्‌भिद् मूल के प्रोटीन इसमें लंबा समय लेते हैं।

ङ) लैंगिक अनिषेच्यता भिन्न जातियों के पौधों के बीच यानी अंतराजातीय या एक ही जाति के पौधों के बीच यानी आंतरजातीय हो सकती है।

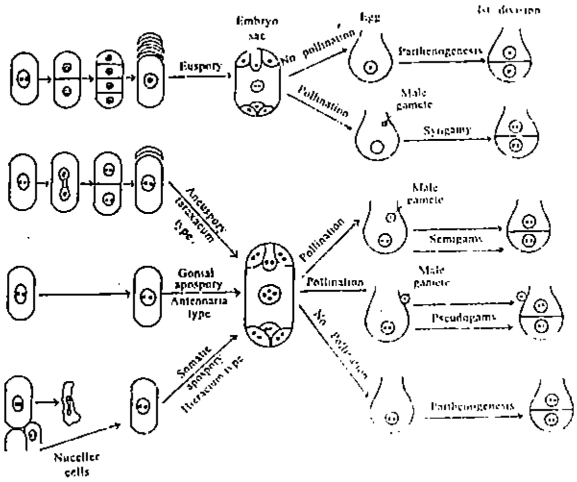
च) अंतराजातीय अनिषेच्यता में वर्तिकाग्र पृष्ठ प्रोटीनों के अलावा अ-प्रोटीनी पदार्थ सम्मिलित रहते हैं जेसे फिनॉलिक और कार्बोहाइड्रेट।

छ) लैगिक अनिषेच्यता को पारलैंगिक संकरण के द्वारा सफलता से दूर किया जा सकता है।

ज) प्रकृति में पौधों में संतुलित अंतःप्रजनन और बाह्यप्रजनन को अंतराजातीय और आंतरजातीय अनिषेच्यता नियमित करती है।

3.5 असंगजनन (Apomixis)

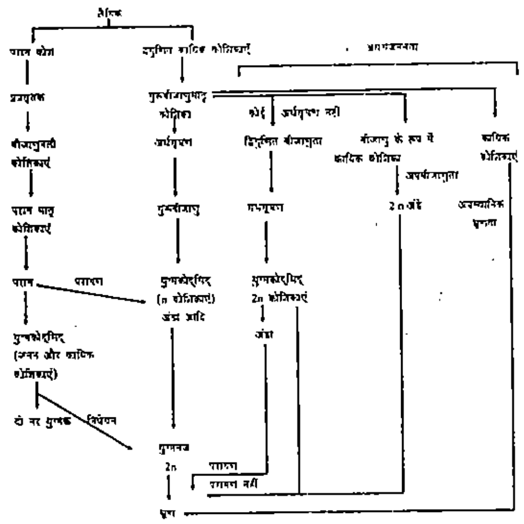
लैंगिक प्रक्रम के बिना युग्मकोद्‌भिद् से बीजाणु-उद्‌भिद् का निर्माण असंगजनन कहलाता है। इसमें एक लघुकृति युग्मकोद्‌भिद् और एक अलघुकृत बीजाणु उद्‌भिद् के एकांतरण को एक अलघुकृत युग्मकोद्‌भिद् और बीजाणुउद्‌भिद् द्वारा बदल दिया जाता है। इसका सार चित्र 3.11 में दिया गया है। यह कोई 35 कुलों में होता है। इसके सबसे आम उदाहरण ऐस्टरेसी और पोएसी हैं। असंगजनन को दो प्रकारों में बांटा जा सकता है: पुनरावर्ती (अलघुकृत भ्रूण कोशों में) और अनावर्ती (लघुकृत भ्रूणकोशों में), अनावर्ती असंगजनन में युग्मकों में वास्तविक संलयन हुए बिना ही अगुणित भ्रूणों का विकास होता है।



3.5.1 पुनरावर्ती (Recurrent) असंगजनन

इस प्रकार के असंगजनन में (सामान्य मामलों पाई जाने वाली) सुबीजाणुता (euspory) की जगह असुबीजाणुता (aneuspory) ले लेती है। यह अनियमित अर्धसूत्रण की वजह से होता है। असुबीजाणुता को द्विगुणित बीजाणुता (diplospory) भी कहते हैं। बीजाणु मातृ कोशिका जब सीधे ही आदि भ्रूणकोश का काम करने लग जाती है तो उसे *आदिजनी अपबीजाणुता* (gonial apospory) कहते हैं। जब बीजांडकाय या निभाग की एक या अधिक कोशिकाएं आदि भ्रूणकोश का काम करती हैं तो इसे *कायिक अपबीजाणुता* (somatic apospory) कहा जाता है।

तालिका 3.4 : असंगजनन का क्रमबद्ध निरूपण



क) **असुबीजाणुता (द्विगुणित बीजाणुता)** : इसमें ऐसे उदाहरण आते हैं जिनमें बीजाणु निर्माण के दौरान अर्धसूत्री प्रक्रम अनियमित होता है। अर्धसूत्री विभाजन में इस अनियमितता की सीमा के आधार पर असुबीजाणुता को विभिन्न प्रकारों में बांटा गया है :

i) **डैटुरा *(Datura)* प्रकार** : दोनों अलघुकृत केन्द्रकों में अर्धसूत्री विभाजन हो जिससे 8-केन्द्रकी भ्रूण कोश बनता है।

ii) **टैरेक्सेकम *(Taraxacum)* प्रकार** : प्रथम अर्धसूत्री विभाजन प्रत्यानयन केन्द्रकों को जन्म देता है। अर्धसूत्रण II अलघुकृत कोशिकाएं बनाता है। अंततः 8- केन्द्रकी भ्रूणकोश बन जाता है। अंडा सीधे ही भ्रूण का निर्माण करता है।

iii) **इक्सेरिस *(Ixeris)* प्रकार** : यह *टैरेक्सेकम* की तरह होता है मगर इसमें एक अकेला द्विकेन्द्रकी स्त्री बीजाणु बनता है। इसमें दो विभाजनों के बाद 8- केन्द्रकी भ्रूणकोश बनता है।

ऐलीयम *(Allium)* प्रकार : इसमें अर्धसूत्रण पूर्व अंतःएकसूत्री द्विभवन अर्धसूत्री प्रावस्था का द्विगुणसूत्र संख्या से आरंभ करता है। इसके फलस्वरूप एक अलघुकृत भ्रूणकोश बनता है

ब) आदिजननी (Gonial) अपबीजाणुता : इसमें अर्धसूत्रण नहीं होता। लघुबीजाणु मातृ-कोशिका बड़ी हो जाती है, और उसमें केन्द्रक के ऊपर और नीचे एक लघु रसधानी प्रकट होती है। कोशिका इस तरह एक-केन्द्रकी भ्रूणकोश बन जाती है, इसमें तीन अनुक्रमिक एकसूत्री विभाजन होने पर एक 8-केन्द्रकी भ्रूणकोश बन जाता है। *ब्रैकियोकोम (Brachycome)* में ध्रुव केन्द्रक प्रथम –2 भ्रूणपोष केन्द्रकों का काम करते हैं।

ग) **कायिक अपबीजाणुता (Somatic apospory) :** अर्धसूत्री विभाजन सामान्य रहता है मगर गुरूबीजाणु भ्रूण कोश निर्माण में हिस्सा नहीं लेते, अर्धसूत्रण के बाद या उसके तुरंत बाद एक या अधिक बीजाणुउद्भिद् कोशिकाए (बीजांडकायां या निभागी) वर्धन करती हैं और बीजांडकायी पिंडक में प्रवेश करती हैं और फिर गुरूबीजाणु को नष्ट कर वहां स्थापित हो जाती हैं। तीन अनुक्रमिक केन्द्रक विभाजनों के बाद ऐसी हरेक कोशिका सामान्य संगठन वाले एक अपवीजाणु 2n भ्रूणकोष में विभेदित हो जाती हैं। इस तरह युग्मकोद्भिद् पीढ़ी का पूरी तरह से उन्मूलन हो जाता है।

लघुकृत भ्रूणकोशों में संगठन

भ्रूणकोश में एक केन्द्रक की नियति उसकी स्थिति पर निर्भर करती है। आरंभिक ध्रुवण के दौरान के केन्द्रकों की व्यवस्था में कई अनिमितताएँ पाई गई हैं। वैसे परिपक्व भ्रूण कोश में एक सामान्य संगठन देखने मेंआता है, इसमें दो सहाय कोशिकाएं, तीन प्रतिव्यासांत कोशिकाएं एक अंडा और प्राक् भ्रूणपोष कोशिका पाई जाती है।

लघुकृत भ्रूणकोशों में भ्रूणजनन :

इन भ्रूणकोशों में परागण के फलस्वरूप भ्रूण विकास हो सकता है। परागण से जुड़े भ्रूणकोशों को *युग्मीक अर्धयुग्मी* या *आभासीयुग्मी* और परागण उद्दीपन के बिना विकसित होने वाले भ्रूण कोशों को *अनिषेकजनीय* कहते हैं। *सुयुग्मन* (Eugamy) इसमें असंगजनीय अंडों का सामान्य निषेचन होता है जिससे युग्मज बनता है।

अर्धयुग्मन (Semigamy) : नर युग्मक अंडे में प्रवेश तो कर जाता है मगर अंड केन्द्रक के साथ संलयन नहीं करता। दोनों केन्द्रक स्वतंत्र गुणन करते हैं पर नर केन्द्रक विभाजन जल्दी रूक जाता है।

लघुकृत आभासी युग्मन (Unreduced Pseudogamy) : नर युग्मक भ्रूण कोश के अंदर या बाहर अपह्रास कर लेता है। इस प्रकार संलयन हुए बिना ही अंडा भ्रूण में विकसित होता है।

.5.2 अनावर्ती असंगजनन (Non–recurrent Apomixis)

जैसा कि पीछे बताया गया है लघुकृत भ्रूणकोश में होने वाले भ्रूणविकास को अनावर्ती असंगजनन कहते हैं। इस तरह के भ्रूण विकास की क्रियाविधियां इस प्रकार हैं :

i) **लघुकृत आभासी युग्मन** : लघुकृत अंडा एक आभासी युग्मी में, और अनिषेजनीय विधि से विकास करता है। पराग नली सामान्य तरीके से प्रवेश करती है मगर नर युग्मक अंडे के साथ संलयन नहीं कर पाता और अंडे के जीवद्रव्य में लुप्त हो जाता है।

ii) **लघुकृत अनिषेकजनन** : भ्रूण विकास ऊष्मा या शीत उपचार द्वारा किया जाता है।

iii) **पुंजनन** : अंड केन्द्रक का अपह्रास हो जाता है। फलतः शुक्राणु केन्द्रक अंडे के जीवद्रव्य में कार्यशील रहता है और भ्रूण बनाता है।

.5.3 असंगजनिकों में भ्रूणपोष विकास (Endosperm Development in Apomicts):

भ्रूणपोष विकास प्रायः क्षीण होता है। इस से पहले ध्रुव केन्द्रकों में संलयन नहीं होता इसलिए यह द्विगुणित होता है।

3.5.4 असंगजनिकों के परागकोश

अर्धसूत्री विभाजन अपसामान्य होता है। या फिर अर्धसूत्री विभाजन पूर्णतः असफल हो जाता है। प्लाज्मोडियमी लघुबीजाणु मातृकोशिका का निर्माण होता है। बहुसंयुज या बहुपटली (polyad) भी पाए जाते हैं, प्रायः एक चतुष्क के सिर्फ दो लघुबीजाणु ही सामान्य रहते हैं। जनन केन्द्रक विरले ही विभाजन करता है, इसलिए पराग 2–कोशिक अवस्था मे ही बना रहता है।

3.5.5 असंगजनन के कारण

असंगजनिक जातियां साधारणतया संकर या बहुगणित होती है। इसके फलस्वरूप उनमें अनियमित अर्धसूत्रण होता है। असंगजनन को जीनों का एक सेट नियंत्रित करता है। यह विशेषक आनुवंशिकतः वंशागत है, लैंगिक जनन को नियंत्रित करने वाले जीन असंगजनन जीनों के प्रति अविकल्पी पाएँ जाते हैं। इस लिए असंगजनन के जीवों की वाहक कोई भी विमत वंशावली असंगजननी और लैंगिक जनन करने वाले दोनों प्रकार के पौधों को जन्म देगी।

ऐसा माना गया है कि असंगजनन अप्रभावी जीनों द्वारा संचालित होता है। तीन जीन (AA BB CC) प्रजनन व्यवहार को निर्धारित करते हैं। समयुग्मजी अवस्था में *a* लघुकृत अंडों का निर्माण करता है, *b* निषेचन रोकता है और *c* निषेचन के बिना अंड विकास को बढ़ावा देता है। इस तरह aa BB cc में अलघुकृत अंडे होंगे मगर वे निषेचन के बिना विकास नहीं कर सकते। AA bb CC लघुकृत अंडा पैदा करता है मगर निषेचन रूक जाने के कारण भ्रूण विकास नहीं हो पाता। AA BB CC में सामान्य लैंगिक व्यवहार देखने में आएगा क्योंकि *c* जीन *A* और *B* की उपस्थिति से प्रभावित नहीं होता।

असंगजनन के फलस्वरूप ऐसी जातियों में आनुवंशिक परिवर्तनशीलता समाप्त हो जाती है क्योंकि उनमें अपने जनकों की तरह के जीन प्ररूप पाए जाते हैं। मगर विकल्पी असंगजनिक (facultative apomicts) इस दृष्टि से श्रेष्ठता रहते हैं कि इनमें दोनों प्रकार का जनन होता है।

3.5.6. अनिषेकजनन (Parthenogenesis)

द्विगुणित बीजाणुता (diplospory) और अपबीजाणुता (apospory) के दौरान भ्रूणकोश में बनने वाला द्विगुणित अंडा निषेचन हुए बिना ही भ्रूण में विकसित होता है। इस तरह उसमें गुणसूत्रों के बीजाणुउद्भिदी स्तर बना रहता है एक अनिषेचित अंडे से भ्रूण विकास के इस प्रक्रम को अनिषेकजनन कहते हैं। भ्रूणों का निर्माण करने वाला उद्दीपक परागण निर्भर हो सकता है। उदाहरणतया घासों में आभासी युग्मन काम करता है जिसमें परागण उद्दीपक शामिल रहता है, जबकि ऐस्टरेसी और रूबीकेसी जैसे असंगजात वर्गों में इस तरह के उद्दीपक की कोई आवश्यकता नहीं पड़ती।

आभासी युग्मन में तीन महत्वपूर्ण घटनाएं होती हैं: i) भ्रूणपोष विकास के लिए नर केन्द्रक की आपूर्ति, ii) बीजांड और अंडाशय की वृद्धि का सक्रियण और iii) अभिषेकजनन का उद्दीपन

परागण से *सिट्रस (Citrus)* के अस्थानिक भ्रूणों में विकास को आरंभ करते पाया गया है। इसी तरह भ्रूण का अनिषेकजनीय विकास घासों में होता है मगर सामान्य भ्रूण तभी बनते हैं जब भ्रूणपोष का भी निर्माण हो।

अनिषेकजनन को लघुकृत और अलघुकृत में विभाजित किया जा सकता है और इनके अनुसार ही विकसित भ्रूण अगुणित या द्विगुणित हो सकते हैं (चित्र 3.11 को देखिए)।

3.5.7 असंगजनन का महत्त्व

असंगजनन से विशेष रूप से अनुकूल जैवप्ररूपों का वियोजन या पुनर्योजन से उत्पन्न विभिन्नता के बिना अनंत गुणन करना संभव है। मैंगोस्टीन (गार्सिनिया मैंगोस्टाना– *Garcinia mangostana)*

जैसे अविकल्पी असंगजात (Obligate apomicts) में यह लाभ दीर्घकालीन जैव विकासीय लचीलेपन की कीमत पर मिलता है जो मुख्यतः लैंगिक जनन के जरिए आगे बढ़ती है। मगर विकल्पी असंगजातों मे, या पौधों के ऐसे समूहों में, जिनमें लैंगिक और असंगजात सदस्य साथ-साथ पाए जाते हैं, इस घटना का विशेष स्थान है।

मौजूदा समय में संकर उत्पादन की लागत को कम करने और ओज को स्थायी बनाने के लिए महत्त्वपूर्ण संकरों में असंगजनन प्रेरण में बेहद रूचि ली जा रही है। चारा घासों में इस दिशा में कुछ सफलता भी मिल चुकी है।

बोध प्रश्न 4

भाग –I निम्न में कौन से लक्षण आवर्ती असंगजनन की विशेषता है ?

a) अनियमित अर्धसूत्री विभाजन के कारण अलधुकृत भ्रूणकोशों का निर्माण

b) अलघुकृत भ्रूणकोश का अंड केन्द्रक अपह्रास करता है और अंडे के जीवद्रव्य में मौजूद शुक्राणु केन्द्रक भ्रूण की रचना करता है।

c) गुरूबीजाणु मातृकोशिका आदि भ्रूणकोश का काम करती है।

d) अनिषेचित अंड कोशिका को ऊष्मा उपचार में रखने पर।

e) बीजांडकाय की कायिक कोशिकाएं आदि भ्रूणकोश का काम करती हैं।

निम्न विकल्पों में सही उत्तर चुनिए

i) a, b, c

ii) c, d, e

iii) a, c, e

iv) b, d, e

भाग –2 निम्न लक्षणों के कौन-कौन से संयोजन अनावर्ती असंगजनन को बताते हैं ?

a) लघुकृत अंड केन्द्रक में अपह्रास हो जाता है और अंडे के जीवद्रव्य में पहुंचा शुक्राणु केन्द्रक कार्यशील होकर भ्रूण बनाता है।

b) लघुकृत अंडे का आभासी युग्मन द्वारा, और अनिषेकजनन विधि से विकास

c) लघुकृत अंडे से ऊष्मा/शीत उपचार द्वारा भ्रूण का विकास

d) बीजांडकायी कोशिका भ्रूण बनाती है

e) अनियमित अर्धसूत्रण की वजह से अंडकोशिका द्विगुणित होती है

नीचे दिए गए विकल्पों से अपना उत्तर छांटिए :

i) a, b, c

ii) b, c, e

iii) c, d, e

iv) a, c, e

3.6 सारांश

इस इकाई में आपने जाना कि

- लैंगिक जनन करने वाले पौधों में युग्मकोद्भवन के बाद परागण और निषेचन होता है।
- परागण पराग का परागकोशों से वर्तिकाग्र में स्थानांतरण होता है। पुष्पी पौधों ने परागण के

लिए कई अनुकूलनों का विकास किया है। अनेक पौधों में स्व-परागण होता है तो दूसरे पौधों में ऐसी युक्तियों का विकास हुआ, जो उनमें पर-परागण को सुनिश्चित करते हैं हालांकि उनके पुष्प द्विलिंगी होते हैं।

- परागण के बाद होने वाली घटनाएं हैं: पराग असंजन, इसका जलयोजन, अंकुरण, वर्तिका में पराग नली का प्रवेश, वर्तिका से होते हुए परागनली की वृद्धि और मादा युग्मकोद्भिद् में प्रवेश।

- मादा युग्मकोद्भिद् में पहुंचने पर परागनली से दो नर युग्मक मुक्त होते हैं। इनमें से एक अंडे के साथ संलयन कर (युग्मकसंलयन) युग्मज बनाता है। दूसरा नर युग्मक मध्य कोशिका के केन्द्रक के साथ संलयन पर प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक बनाता है (त्रिसंलयन)। इसे द्विनिषेचन कहते हैं। यह आवृतबीजी पौधों में ही होता है।

- वर्तिकाग्र प्रकृति में उघड़ी अवस्था में रहता है और उस में नाना प्रकार के परागकण आ सकते हैं। मगर इनमें से सभी परागकण अंकुरण करने और तत्पश्चात् निषेचन पूरा करने पाने में सफल नहीं होते। पौधों में ऐसी भिन्न-भिन्न युक्तियां पाई जाती हैं। जो सिर्फ यथेष्ठ संगम प्ररूप को ही कार्यशील रहने देती हैं। शेष को त्याग दिया जाता है। पादप जनन का सबसे रोचक पहलू यह है कि पौधे-कोशिकीय स्तर पर किस तरह से अभिज्ञान दर्ज करते हैं। कार्यशील ♀ युग्मक युक्त एक स्त्रीकेसर अगर जीवनक्षम और निषेचनशील पराग से परागण होने के बाद, जो कि दूसरे स्त्री केसर में निषेचन करने में समर्थ होते, बीजों का निर्माण नहीं कर सकता तो दोनों को अनिषेच्य कहा जाएगा और इस परिघटना को लैंगिक अनिषेच्यता कहते हैं। लैंगिक अनिषेच्यता अंतराजातीय या आंतरजातीय हो सकती है। पौधों को स्वपरागण से बचाने और उनमें परापरागण को बढ़ावा देने में आकारिकीय, आनुवंशिक और कार्यिकी कार्यविधियां लगी होती हैं। स्वअनिषेच्यता को अनेक शल्य व रासायनिक विधियों द्वारा दूर करना संभव है।

- असंगजनन एक किस्म का जनन है जिसमें एक अनिषेचित अंडा लैंगिक संलयन हुए बिना ही भ्रूण में विकसित हो जाता है। असंगजनन आवर्ती या अनावर्ती हो सकता है। असंगजातों में उनके परागकोशों में अनियमित अर्धसूत्रण देखने में आता है और उनमें अल्प विकसित भ्रूणपोष पाया जाता है। असंगजनन को जीनों का एक सेट नियंत्रित करता है। यह विशेषक आनुवांशिकतः वंशागत है।

3.7 अंत में कुछ प्रश्न

1) स्व और परपरागण के क्या गुण और क्या अवगुण हैं ? अपना उत्तर तालिका के रूप में दीजिए।

2) स्वपरागण को रोकने और परपरागण को बढ़ावा देने के लिए पौधों द्वारा विकसित की गई साधारण क्रियाविधियों के नाम बताइए और हर एक के बारे में पांच, पंक्तियां लिखिए।

3) नीचे कुंजी में दी गई मदों को उनके नीचे दिए गए वर्णनों के साथ मिलाइए:

कुंजी

a) वायुपरागण
b) जलपरागण
c) कीटपरागण
d) पक्षीपरागण
e) चमगादड़-परागण

i) पुष्प जिनमें अति लघुकृत परिदलपुंज (perianth), निम्न विशिष्ट गुरूत्व वाले कृश परागकण पाए जाते हैं।

ii) लाल या नारंगी, सुराही-नुमा पुष्प जो भारी मात्रा में परागकण और मकरंद पैदा करते हैं, जो अधिकांशत उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में पाए जाते हैं।

iii) पुष्प जिनमें एक खास तेज गंध होती है और जो पौधे की शाखों और पत्तियों से दूर एकल या पुंज में पैदा होते हैं।

iv) लघु चिकने, हल्के परागकण जिन्हें अधिकतर लघुकृत परिदलपुंज वाले एक-लिंगि पुष्प भारी मात्रा में पैदा करते हैं। मादा पुष्प लंबे और परदार वर्तिकाग्र लिए होते हैं।

v) दिखावटी, दलपुंज, अक्सर रूपांतरित, गंध और मकरंद युक्त पुष्प।

4. संरचना और प्रस्वेदों की प्रकृति की दृष्टि से विवृत वर्तिका किस तरह से संवृत वर्तिका से भिन्न हैं ?

5. प्रेषणी ऊतक किसे कहते हैं ? यह कहाँ पाया जाता है ? इसकी विशेषताएं बताइए।

6. कौन से कारक वर्तिकाग्र सतह पर पराग अंकुरण को नियंत्रित करते हैं ?

7. परागण में पराग जलयोजना एक निर्णायक चरण क्यों हैं ?

8. युग्मकोद्भिद् और बीजाणु-उद्भिद् अनिषेच्यता के बीच भेद बताइए।

9. परागण के फलस्वरूप विवृत और संवृत वर्तिकाओं में क्या-क्या संरचनात्मक परिवर्तन आते हैं ?

10. निषेच्य और अनिषेच्य स्त्रीकेसरों में वृद्धि करने वाली पराग नलियों के शीर्षों में क्या विशेष संरचनात्मक भेद देखे जाते हैं ?

11. द्विनिषेचन से आप क्या समझते हैं ?

12. युग्मकसंलयन कैसे त्रिसंलयन से भिन्न हैं? इन दोनों के अंतिम उत्पाद और गुणिता स्तर क्या हैं ?

13. विषमरूपी और समरूपी अनिषेच्यता में मुख्य भिन्नता क्या हैं ?

14. स्व-अनिषेच्यता के आनुवंशिक आधार के बारे में बताइए ?

15. पराग भित्ति और उसमें मौजूद प्रोटीन पराग-वर्तिकाग्र पारस्परिक-क्रिया में महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं ? समझाइए।

16. बीजाणुउद्भिद् स्वनिषेच्य पौधों में अस्वीकरण प्रतिक्रिया युग्मकोद्भिद् स्वअनिषेच्य पौधों से तेज क्यों होता है ?

17. वे कौन-कौन से लक्षण हैं जिनसे आप यह सुनिश्चित कर पाते हैं स्वअनिषेच्यता बीजाणु उद्भिद् है या युग्मकोद्भिद् ?

18. अनिषेच्यता के जीव वैज्ञानिक महत्त्व पर टिप्पणी कीजिए।

19. पौधों में अनिषेच्यता को दूर करने की महत्त्वपूर्ण विधियों के नाम बताइए और उनके बारे में कुछ शब्दों में बताइए।

20. आवर्ती और अनावर्ती असंगजनन में अंतर बताइए।

21. असंगजनन को आनुवंशिक दृष्टि से समझाइए।

22. असंगजनन का कायिक जनन पर क्या पारिस्थितिक महत्त्व हैं ?

3.8 उत्तर

बोध प्रश्न

1) क) स्वकयुग्मी

ख) परनिषेचन

ग) अनुन्मील्य परागण

घ) पर

ङ) वायुपरागी

च) पर

2) क) शीर्ष

ख) सेलुलेस, पेक्टिनेस, कैलेस

ग) नम, *पेटुनिया*, शुष्क, कपास

घ) एक्सोसाइटोसिस

ङ) लिपिड, फिनॉलिक

च) ठोस, विवृत

छ) नाल कोशिकाएं, प्रेषणी ऊतक

ज) बीजाणुउद्भिद्‌ी युग्मोद्भिदी

ञ) ऑक्सिन, जिबेरेलिन

ट) युग्मज, प्राथमिक, भ्रूणपोष केन्द्रक

3) ख, घ

4) भाग –1 (iii)

भाग –2 (i)

अंत में कुछ प्रश्न

1) अनुभाग 3.2.2 देखिए

2) अनुभाग 3.2.2 देखिए

3) a) iv

b) i

c) v

d) ii

e) iii

4) संकेतः ग्रंथिल और स्त्रावी कोशिकाओं द्वारा रेखित विवृतया खुली वर्तिकाएं जिनके प्रस्वेदों में मुख्यतः पॉलिसैकेराइड पाए जाते हैं, संवृत वर्तिकाओं में प्रेषणी ऊतक का एक ठोस क्रोड पाया जाता है, इनके प्रस्वेदों मे लिपिड, प्रोटीन और पॉलिसैकेराइड होते हैं।

5) अनुभाग 3.3.1 देखें

6) संकेतः पराग और वर्तिकाग्र की चिपचिपाहट या बाह्यचोल पैटर्न, तनुत्वक् का संघटन, पृष्ठ आवरण पदार्थ, स्थिर वैधुतिकी शक्तियां और दोनों जनकों की विशिष्टता।

7) संकेतः जलयोजन पराग भित्ति प्रोटीनों के मोचन को आरंभ करता है जो फिर दो जनकों के बीच निषेच्यता/अनिषेच्यता पारस्परिक-क्रिया को नियंत्रित करते हैं।

8) पाठ के 3.3.2 अनुभाग को पढ़ें।

9) अनुभाग 3.3.2.1

10) अनुभाग 3.3.2 पराग नली वृद्धि को दोहराएं।

11) संकेतः एक नर युग्मक का अंडे से संलयन, और दूसरे नर युग्मक का द्वितीयक केन्द्रक से।

12) आप इकाई के अनुभाग 3.3.4 को दोहरा सकते हैं।

अंतिम उत्पादः युग्मक संलयन–युग्मन और भ्रूण, त्रिसंलयन–प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक-भ्रूणपोष गुणिता स्तरः युग्मज 2n; प्राथमिक भ्रूणपोष –3n

13) अनुभाग 3.4.1 देखिए।

संकेतः विषमरूपी पौधों में आकारिकीय में भिन्न पुष्प पाए जाते हैं। इस प्रकार की अनिषेच्यता को विभिन्न रूपों की जांच करके आंका जा सकता है। यह आकारिकी और कार्यिकी स्तरों पर काम करती है।

समरूपीः इसमें इस तरह के पुष्प होते हैं जिन्हें अकारिकी के आधार पर अलग कर पाना मुश्किल होता है। इस तरह की अनिषेच्यता का पता समुचित प्रजनन प्रयोगों द्वारा लगाया जा सकता है। इसमें वहुल ऐलील सम्मिलित होते हैं।

14) अनुभाग 3.4.1 देखें।

15) इकाई के अनुभाग 3.4.1 अनिषेच्यता की कार्यिकी और जैवरसायन को दोहराएं।

16) संकेतः सामान्यता बीजाणुउद्भिद् मूल के प्रोटीन बाह्यचोल में स्थित होते हैं और पहले ये ही बाहर निकलते हैं जब कि युग्मकोद्भिद् मूल के अंतःचोल में स्थित प्रोटीन लंबा समय लेते हैं।

17) तालिका 3.1 और 3.2 देखिए।

18) संकेतः यह स्व-निषेचन के द्वारा समयुग्मजी पौधों के निर्माण को रोकता है, ऐसे पौधों में उत्तरजीविता दर कम पाई जाती है। यह आनुवंशिक भिन्नता पैदा करने में सहायक हैं जिससे पौधे विविध पारिस्थितिक स्थितियों में बेहतर ढंग से अनुकूलित हो जाते हैं।

19) अनुभाग 3.4.4 देखिए।

20) 3.5.1 और 3.5.2 अनुभागों को देखिए।

21) अनुभाग 3.5.5 को दोहराएं।

22) अनुभाग 3.5 को दोहराएं।

इकाई 4 भ्रूणपोष

इकाई की रूपरेखा **पृष्ठ संख्या**

4.1 प्रस्तावना 92

4.2 विकास 93

केन्द्रकीयप्ररूप

कोशिकीय प्ररूप

माध्यमिक प्ररूप

4.3 भ्रूणपोष चूषकांग 97

निभागी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

बीजांडद्वारी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

निभागी और बीजांडद्वारी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

द्वितीयक चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

पार्श्विक चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

4.4 भ्रूणपोषों के परिवर्त रूप 101

संयुक्त भ्रूणपोष

किर्मीर भ्रूणपोष

चर्वितास्म भ्रूणपोष

4.5 भ्रूणपोष के प्रकार्य 103

4.6 भ्रूणपोष का कोशिकाविज्ञान 104

4.7 भ्रूणपोष की संरचना और नियति 105

4.8 भ्रूणपोष की आकारिकीय प्रकृति 106

4.9 सारांश 107

4.10 अंत में कुछ प्रश्न 107

4.11 उत्तर 109

4.1 प्रस्तावना

पिछली इकाइयों में आपने परागकोष, बीजांड, युग्मकजनन, परागण और निषेचन के बारे में पढ़ा था। इस इकाई में आपको भ्रूणपोष (endosperm) के बारे में विस्तार से बताया जाएगा। पुष्पी पादपों में एक विलक्षण गुण पाया जाता है वह है दोहरा निषेचन या द्विनिषेचन इन पौधों में दो नर युग्मक पराग नलिका द्वारा भ्रूण-कोष में पहुंचा दिए जाते हैं। इनमें से एक युग्मक अंड कोशिका (मादा युग्मक) से मिलता है, तो दूसरा ध्रुवीय केन्द्रकों या (दो ध्रुवीय केन्द्रकों के संलयन के उत्पाद) द्वितीयक केन्द्रक से जा मिलता है। निषेचित अंड कोशिका यानी युग्मनज (2n) भ्रूण में विकसित होता है और निषेचित द्वितीयक केन्द्रक युक्त मध्य कोशिका यानी प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (3n) भ्रूणपोष में विकसित होता है। भ्रूणपोष प्रधानतः एक त्रिगुणित ऊतक है। मगर अपवाद स्वरूप ओनाग्रेसी (पीतसेवती) कुल के सभी सदस्यों में द्विगुणित और *फ्रिटिलेरिया* में पंचगुणित होता है। इस द्विनिषेचन के उत्पाद युग्मनज और प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक वृद्धि-विकास के परस्पर भिन्न पैटर्न होते हैं और उनकी नियति भी भिन्न होती है। युग्मनज एक सुगठित भ्रूण में विकसित होता है जो भावी पौधे का प्रजनक है। जबकि भ्रूणपोष केन्द्रक एक अगठित ऊतक को जन्म देता है – यही भ्रूणपोष है जो भोज्य पदार्थ का संचय करता है और जिसमें सीमित वृद्धि होती है। बीज जैसे परिपक्व होता है भ्रूण सामान्यतया अपनी पूर्ण संरचना प्राप्त कर लेता है और भ्रूणपोष का आंशिक या पूर्ण उपभोग कर लिया जाता है। भ्रूणपोष इस तरह भ्रूण के लिए मुख्य पोषक ऊतक का काम करता है। आवृतबीजी पौधों का भ्रूणपोष अनावृतबीजी पौधों के मादा युग्मकोद्भिद् (gametophyte) से तुलनीय है। मगर अनावृतबीजी में यह ध्यान देने की जरूरत है कि उनमें भ्रूणपोष एक युग्मकोद्भिद् (अगुणित) ऊतक है जो

निषेचन से पहले ही विभेदित हो जाता है। इस प्रकार दोनों पादप समूहों का भ्रूणपोष एक दूसरे से काफी भिन्न होता है।

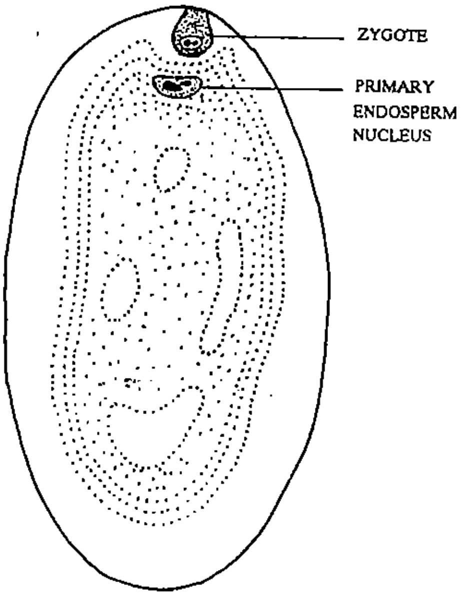
उद्देश्य :

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- भ्रूणपोष के विकास और उसकी प्रकृति के बारे में जान जाएं।
- विभिन्न प्रकार के भ्रूणपोषों के नाम बता सकें।
- भ्रूणपोष चूषकांगों में भेद बता सकें।
- भ्रूण के विकास में भ्रूणपोष के प्रकार्य के महत्त्व को जान पाएं।
- भ्रूणपोष के कोशिका विज्ञान-संरचनाओं और नियति जान सकें।
- भ्रूणपोष की आकारिकीय प्रकृति से परिचित हो जाएं।

4.2 विकास

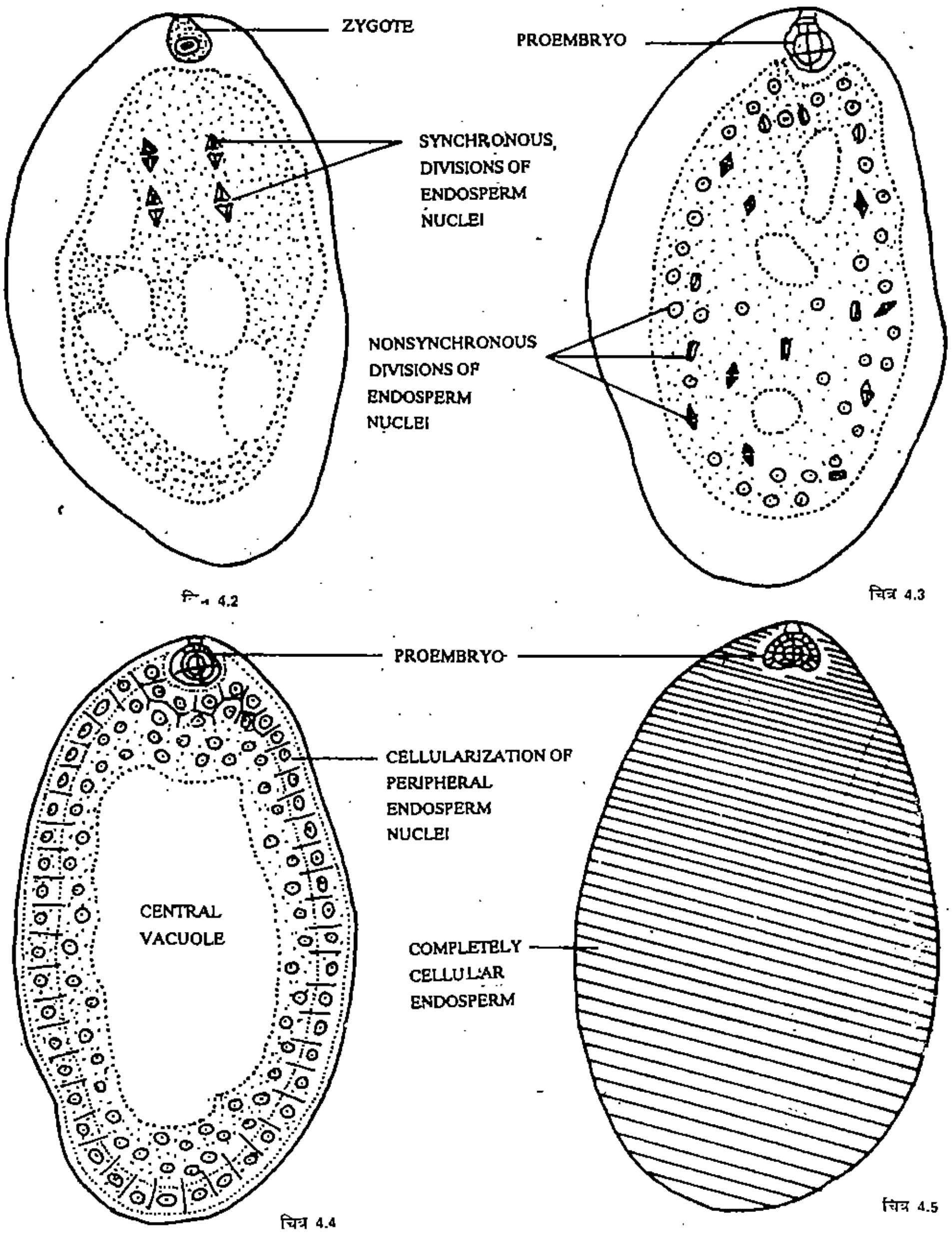
निषेचित भ्रूण-कोष में, प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक प्रायः युग्मनज के नीचे पाया जाता है (चित्र 4.1)। यह विभाजित होता है और इसके उत्पादों के आगे के विभाजन भ्रूणपोष को जन्म देते हैं। भ्रूणपोष की पोषक भूमिका को काफी पहले से मान्यता मिल चुकी है। यह भ्रूण का भ्रूणपूर्व या प्राक्भ्रूण अवस्था से उसके आत्मनिर्भर बनने और विकास पूर्ण कर लेने तक विकास में सहायता करता है। भ्रूणपोष ऊतक जिबरेलिन और साइटोकाइनिन जैसे वृद्धि नियामकों का स्त्रोत है। ऊतक संवर्धन (tissue culture) में वृद्धि को उद्दीपित करने के लिए उसके पोषण माध्यम में नारियल का पानी और कभी कभार दुग्ध अवस्था वाले मकई भ्रूणपोष के सत्त्व को मिलाया जाता है। विकासशील भ्रूणपोष बीजांडकाय (nucellus) और अध्यावरण (integument) में संचित भोजन भंडार से पोषक तत्व प्राप्त करता है। अनेक कुलों में निभागी (chalazal), बीजांडद्वारी (micropylar) या द्वितीयक भ्रूणपोष चूषकांगों के विकास से अध्यावरणों का आंशिक या संपूर्ण अवशोषण हो जाता है। विकास की विधि पर आधारित आवृतबीजियों में तीन मुख्य प्रकार के भ्रूणपोषों का पता लगाया गया है : 1) केन्द्रकीय 2) कोशिकीय और 3) माध्यमिक।



चित्र 4.1 : युग्मनज से नीचे स्थित प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक को दर्शाता एक निषेचित भ्रूणकोष

4.2.1 केन्द्रकाय प्ररूप (Nuclear Type)

प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक विभाजित होता है। इसमें कोशिका भित्ति नहीं बनती। ये केन्द्रक और इनके विभाजन उत्पाद भारी संख्या में मुक्त केन्द्रकों को जन्म देते हैं। पहले के कुछ विभाजन तुल्यकाली होते हैं (चित्र 4.2)। इसके फलस्वरूप दो के गुणन में देखे जाते हैं जैसे 4, 8, 16, 32, ...। बाद के केन्द्रक विभाजन तुल्यकाली नहीं होते यानी बनने वाले केन्द्रकों को हम विभाजन के भिन्न-भिन्न चरणों में देख सकते हैं (चित्र 4.3) और भ्रूणपोष केन्द्रकों की संख्या 2 के गुणन में नहीं होती। इस तरह से बने केन्द्रक भ्रूणकोष के जीवद्रव्य में निलंबित रहते हैं। कुछ समय बाद एक फैलती केन्द्रीय या मध्यधानी द्वारा ये केन्द्रक परिरेखा की ओर धकेल दिए जाते हैं (चित्र 4.4)।



चित्र 4.2–4.5: केन्द्रकीय भ्रूणपोष। चित्र 4.2–भ्रूणपोष केन्द्रकों में तुल्यकाली विभाजन दिखाता भ्रूणकोष। चित्र 4.3–भ्रूणपोष केन्द्रकों में अतुल्य काली विभाजन दिखाता भूणकोष। चित्र 4.4– भ्रूणपोष केन्द्रक भ्रूणकोश की परिधि की तरफ पहुंच चुके हैं। कोशिकीयकरण शुरू हो गया है। चित्र 4.5–भ्रूणपोष पूर्णतः कोशिकीय हो चुका है और भ्रूण हृदय का आकार लिए है।

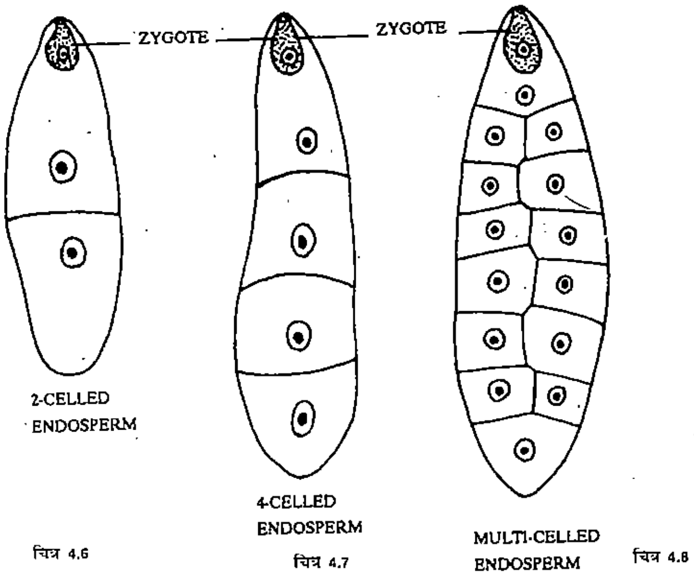
फिर ये बीजांडद्वारी और निभागी सिरों की ओर इकट्ठे हो जाते हैं। ये केन्द्रक दो या दो से अधिक संलयन से या स्वतंत्र वृद्धि द्वारा आकार में वृद्धि करते हैं। कोशिका निर्माण का प्रक्रम

अभिकेंद्रीय वृद्धि कर रही भित्तियों के साथ परिधि से शुरू होकर भ्रूणकोष के मध्य की ओर बढ़ता है। या फिर शीर्ष से आरंभ होकर आधार की ओर बढ़ता है। शुरू में एककेन्द्रकीय कोशिकाओं का एक स्तर बनता है (चित्र 4.4)। इसके बाद होने वाले अपनतिक (anticlinal) और परिनतिक (periclinal) विभाजनों से भ्रूणपोष का कोशिकाकरण पूर्ण होता है (चित्र 4.5)।

कुछ पादपों में भ्रूणपोष के सिर्फ एक या दो परिधीय स्तर ही विकसित होते हैं और समूचा भ्रूणकोष मुक्त केन्द्रक अवस्था में ही रह सकता है। या फिर कोशिका निर्माण भ्रूणकोष के बीजांडद्वारी सिरे तक ही सीमित होता है। कुछ पादपों में तो भित्ति बनती ही नहीं और भ्रूणपोष में केवल मुक्त केन्द्रक होते हैं। भ्रूणपोष कोशिकाएं आम तौर पर सिर्फ एक केन्द्रीय होते हैं। मगर कभी कभी एक कोशिका में दो केन्द्रक भी पाए जा सकते हैं। यह संख्या और विभाजनों द्वारा बढ़ सकती है। नारियल में भ्रूणपोष का विकास बड़ा ही रोचक है। फल जब कच्चा होता है तो उसका भ्रूणकोष एक साफ तरल से भरा होता है, जिसमें अनेक मुक्त भ्रूणपोष केन्द्रक मौजूद रहते हैं। बाद में परिरेखा जेली के समान हो जाती है जिसमें अनेक कोशिकाएं होती हैं। फल जैसे-जैसे परिपक्व होता है और परिरेखा के समानांतर भ्रूणपोष काफी भारी हो जाता है, उसके मध्य भाग में एक मीठा तरल (नारियल पानी) रह जाता है। जिसमें अनेक भ्रूणपोष केन्द्रक होते हैं। कोशिकीय भ्रूणपोष खाई जाने वाली गरी ही है, जिसमें वसा भारी मात्रा में संचित होती है। सुपारी और ताड़ जाति के अनेक फलों में भ्रूणपोष बेहद कठोर और काष्ठीय हो जाता है।

4.2.2 कोशिकीय प्ररूप

जैसा कि नाम से ही पता चल जाता है, इस प्रकार के भ्रूणपोष में प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक के विभाजन के तत्काल बाद एक भित्ति का निर्माण शुरू हो जाता है। यह भित्ति सामान्यतया अनुप्रस्थ होती है (चित्र 4.6) मगर कभी-कभार यह ऊर्ध्व या तिरछी भी हो सकती है। अनुवर्ती केन्द्रक विभाजनों के फौरन बाद भित्ति का निर्माण हो जाता है (चित्र 4.7, 4.8)। इस तरह के विकास का परिणाम यह होता है कि भ्रूणकोष एकदम आरंभ से ही कोशिकीय भ्रूणपोष लिए होता है जिसमें कोई भी मुक्त केन्द्रकीय अवस्था देखने में नहीं आती (चित्र 4.6, 4.8)।

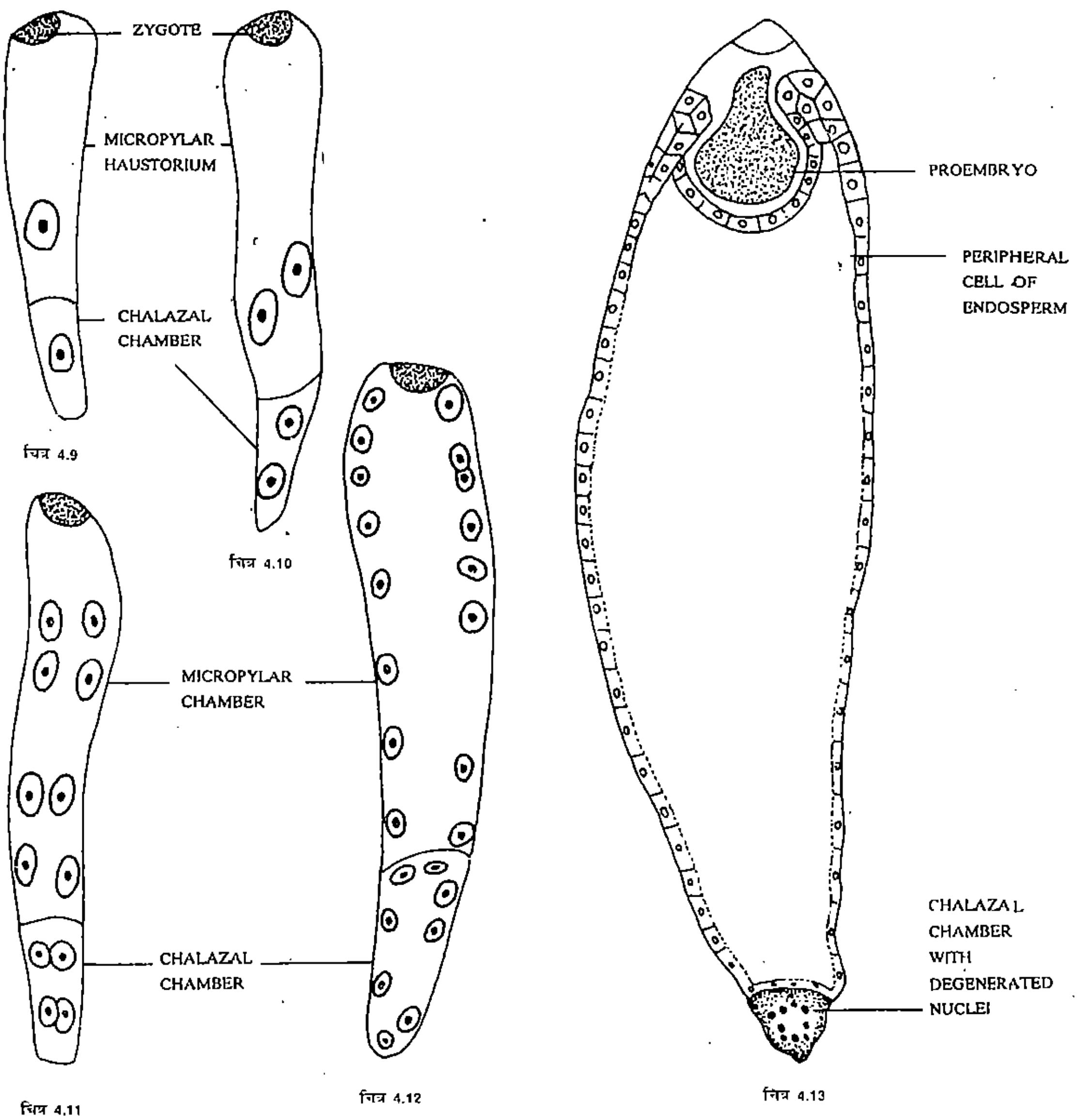


चित्र 4.6–4.8 : कोशिकीय भ्रूणपोष। चित्र 4.6–अनुप्रस्थ भित्ति से बना द्विकोशिकीय भ्रूणपोष। चित्र 4.7–चतुर्कोशिकीय भ्रूणपोष। चित्र 4.8–बहुकोशिकीय भ्रूणपोष।

4.2.3 माध्यमिक प्ररूप (Helobial Type)

इस प्रकार का भ्रूणपोष केन्द्रकीय और कोशिकीय प्ररूपों के बीच मध्यवर्ती है। प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक के विभाजन के बाद अनुप्रस्थ भित्ति की रचना होती है। जो भ्रूणकोष को दो कक्षों

(chambers) में बांटती है–बीजांडद्वारी (micropylar) और निभागीय (chalazal) (चित्र 4.9)। बीजांडद्वारी कक्ष अपेक्षतया बड़ा होता है। इसमें सक्रिय केन्द्रक विभाजन होते हैं जिससे मुक्त केन्द्रकों की रचना होती है (चित्र 4.9–4.12)। निभागी कक्ष (chalazal chamber) अपेक्षाकृत छोटा होता है। इसके केन्द्रक में विभाजन नहीं होता और अगर होता भी है तो थोड़ी संख्या में। बाद में भित्ति का निर्माण सामान्यता सिर्फ बीजांडद्वारी कक्ष में होता है जिससे मुख्य भ्रूणपोष बनता है (चित्र 4.13)। निभागी कक्ष दब जाता है और उसके केन्द्रक विघटित हो जाते हैं। स्वामी और परमेश्वरन के मतानुसार वास्तविक माध्यमिक भ्रूणपोष की रचना एकबीजपत्री कुलों के पादपों तक ही सीमित रहती है। द्विबीजपत्री पौधों में इसका निर्माण होता भी है तो वह कोशिकीय या केन्द्रकीय भ्रूणपोषों का एक रूपांतरण भर होता है। बहरहाल द्विबीजपत्री कुलों जैसे सैन्टेलेसी (Santalaceae) और सैक्सिफ्रैगेसी (Saxifragacae) में भ्रूणपोष की प्रारूपिक माध्यमिक किस्म पाई जाती है।



चित्र 4.9–4.13 : माध्यमिक भ्रूणपोष। चित्र 4.9– वृहद बीजांडद्वारी-कक्ष और लघु निभागी कक्ष युक्त द्विकोशिकीय भ्रूणपोष। चित्र 4.10–4.13– बीजांडद्वारी भ्रूणपोष की पश्च अवस्थाएं।

अब एक सहज प्रश्न दिमाग में उठ सकता है कि भ्रूणपोष इन तीन प्ररूपों में आदिम कौन है? माध्यमिक प्ररूप को केन्द्रकीय से व्युत्पन्न किया जा सकता है और कोशिकीय को माध्यमिक प्ररूप से। तीनों प्रकार के भ्रूणपोष आवृतबीजी के आदि और आगत कुलों में यादृच्छिक रूप से वितरित रहते हैं। यह बात अनेक दूसरे भ्रौणिकी गुणों के बारे में लागू होती है। साधारणतया

केन्द्रकीय प्ररूप पॉलिपेटेली (polypetalae) में, कोशिकीय सिम्पेटेली में (sympetalae) और एकबीजपत्रियों में माध्यमिक भ्रूणपोष आम हैं। मगर चूंकि केन्द्रकीय भ्रूणपोष के शेष दो प्ररूपों की अपेक्षा कई वर्गों (*टैक्सा*) में देखा गया है इसलिए इसे आदिम कहा जा सकता है।

बोध प्रश्न 1

1. एकल और द्विनिषेचन से आप क्या समझते हैं?

....

....

2. दोहरे या द्विनिषेचन के उत्पाद कौन-कौन से हैं? उनकी नियति क्या है?

....

....

3. नारियल के भ्रूणपोष में अनोखी विशेषता क्या है?

....

....

4. एक पौधे का नाम बताइए जिसे परिपक्व भ्रूणपोष कठोर और काष्ठीय हो।

....

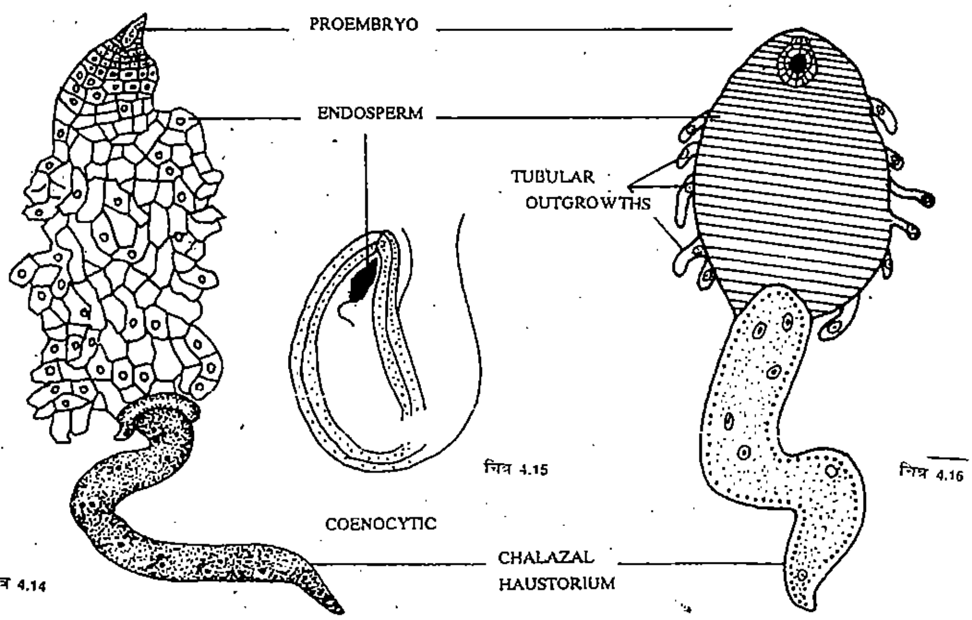
....

4.3 भ्रूणपोष चूषकांग (Endosperm Haustoria)

ऊपर बताए गए तीनों प्रकार के भ्रूणपोषों में विशेष संरचना का विकास हो सकता है जिन्हें चूषकांग (haustorium) कहते हैं। इन संरचनाओं में इतना दीर्घन होता है कि ये बीज और बीजांडासन (placenta) के ऊतक तक पहुंच जाती हैं। माना जाता है कि ये चूषकांग ऊर्जा स्त्रोतों का अवशोषण करते हैं और उनका वर्धनशील भ्रूणपोष के लिए उपापचयन करते हैं। नीचे भ्रूणपोष चूषकांगों के कुछ रोचक उदाहरण दिए जा रहे हैं :

4.3.1 निभागी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

प्रोटेएसी (Proteaceae) के एक सदस्य *ग्रवीलिया रोबस्टा (Grevillea robusta)* में भ्रूणपोष मुक्त केन्द्रकीय होता है। भ्रूणपोष का ऊपरी भाग कोशिकीय बन जाता है जबकि निचला हिस्सा एक संकोशिकी (coenocytic), कृमिसदृश कुंडलित संरचना में विकसित होता है जिसे कृमिरूप उपांग (vermiform appendage) कहते हैं (चित्र 4.14–4.15)। यह एक आक्रामक चूषकांग का काम करता है। निभागी ऊतक (Chalazal tissue) में प्रवेश कर यह पोषक तत्त्वों को मुख्य भ्रूणपोष तक पहुंचाता है। दूसरे कई पौधों में भी निभागी चूषकांग की मौजूदगी का पता चला है जैसे *मैकेडेमिया टर्निफोलिया (Macadamia ternefolia)*, *मैग्नोलिया ओबोवेटा (Magnolia obovata)*, *आयोडीना रोम्बिफोलिया (Iodinia rohombifolia)* आदि। सबसे लंबा भ्रूणपोष चूषकांग कुकुरबिटेसी कुल के *एकाइनोसिस्टिस लोबैटा (Echinocystis lobata)* में पाया जाता है। *लोमैशिया (Lomatia)* में, निभागी चूषकांग के अलावा कोशिकीय भ्रूणपोष से अंगुली की तरह के अनेक एककोशिकीय प्रवर्ध जन्म लेते हैं (चित्र 4.16)। ये प्रवर्ध पोषक बीजांडकाय ऊतक (Nucellus tissue) ऊतक को भेद कर भ्रूणपोष के अवशोषी पृष्ठ में वृद्धि करते हैं।

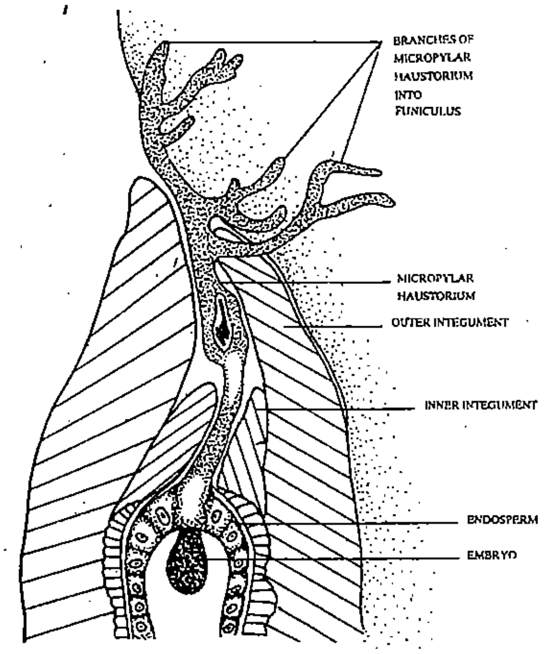


चित्र 4.14

चित्र 4.14–4.16 : निभागी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष। चित्र 4.14 अनुदैर्ध्य काट-*ग्रवीलिया (Grevillea)* में कृमिरूप निभागी भ्रूणपोष को दिखाता बीजांड। संकोशिकी निभागी चूषकांग को दिखाने के लिए आवर्धित रूप में भ्रूणपोष और प्राकभ्रूण। चित्र 4.16–निभागी चूषकांग और अनेक एककोशिकीय नलिकाकार प्रवर्धों को दिखाता *लोमेशिया (lomatia)* का भ्रूणपोष।

4.3.2 बीजांडद्वारी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष :

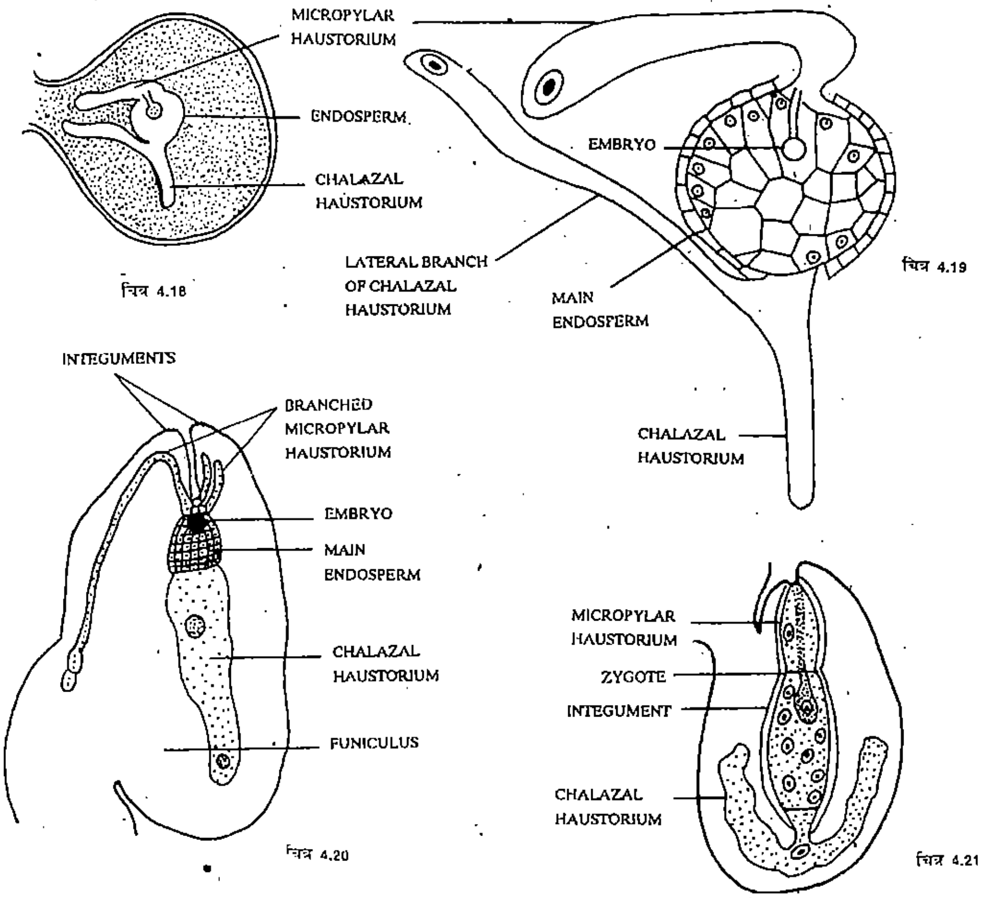
एक काफी बड़ा और आक्रामक बीजांडद्वारी भ्रूणपोष *इम्पैशिएंस (Impatiens)* में पाया जाता है। इसमें प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक के विभाजन के बाद अनुप्रस्थ भित्ति का रचना होती है। जिससे एक ऊपरी (छोटे) कक्ष और एक बृहत्तर (बड़े) निम्नतर कक्ष बनते हैं। ऊपरी कक्ष का अंतिम या दूरस्थ भाग एक विस्तृत और बहुशाखित चूषकांग में विकसित होता है (चित्र 4.17)। इसकी शाखाएं बीजांड वृंत (funiculus) में गहरे तक फैलकर पोषण प्राप्त करती हैं। बीजांडद्वारी चूषकांग कई दूसरे पौधों में भी पाए जाते हैं जैसे *निमोफिला (Nemophilia)* और *हाइड्रोसेरा (Hydrocera)*।



चित्र 4.17: अनुदैर्ध्य काट : बीजांडद्वारी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष दिखाता *इम्पैशिएंस* के बीजांड का ऊपरिभाग। बीजांडवृंत के ऊतक में चूषकांग की शाखाओं के विस्तार को गौर से देखें।

4.3.3 बीजांडद्वारी और निभागी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

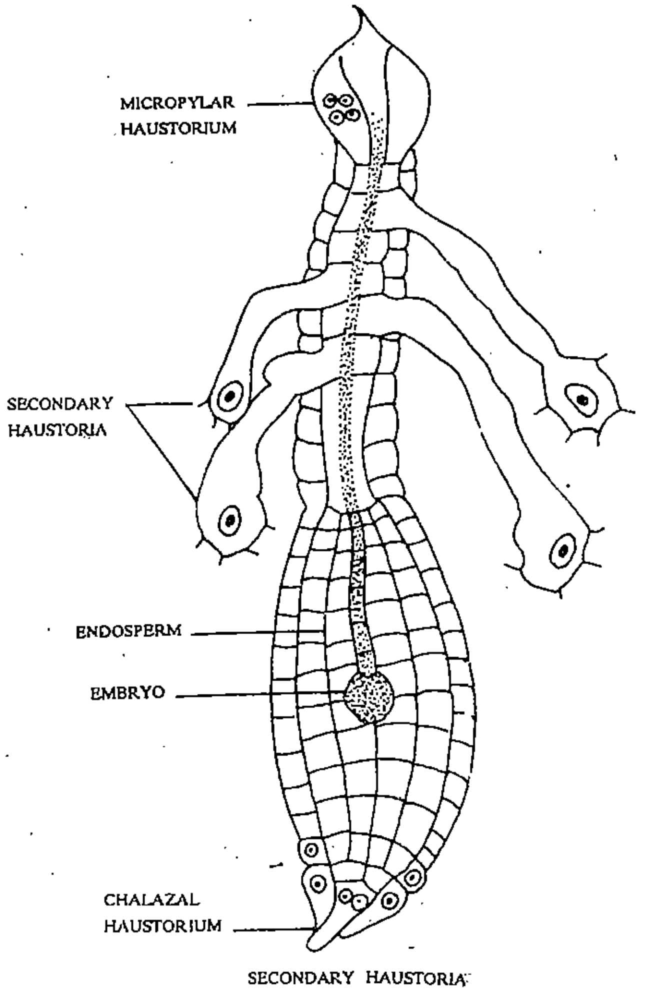
कुछ पौधे में चूषकांगों का विकास भ्रूणपोष के बीजांडद्वारी और निभागी दोनों सिरों से होता है। *निमोफिला* में आक्रामक चूषकांग बीजांडद्वारी और निभागी सिरों से पैदा होते हैं। निभागी चूषकांग कभी-कभार एक उन्नत पार्श्विक शाखा को जन्म देता है जो बीजांडवृंत की ओर वृद्धि कर बीजांडासन के स्टार्च-संपन्न ऊतक के सीधे संपर्क में आ जाती है (चित्र 4.18–4.19)। *मेलमपाइरम लाइनेर (Melampyrum lineare)* में बीजांडद्वारी चूषकांग एकल कोशिका का बना होता है जिसमें अनेक नलिकाकार प्रवर्ध होते हैं। यही प्रवर्ध भारी वृद्धि कर अध्यावरण (integument) और बीजांड-वृंत में प्रवेश कर जाते हैं। निभागी चूषकांग छोटा होता है और बीजांडकाय ऊतक तक ही सीमित रहता है (चित्र 4.20)। *क्लूगिया नोटोनियाना (Klugia notoniana)* निभागी चूषकांग पार्श्विक और अग्रस्थ दिशा में वृद्धि करता है। इस प्रक्रिया में यह अध्यावरण की उप वाह्य त्वचा (sub-epidermal) का उपभोग करता है (चित्र 4.21)। निभागी चूषकांग की क्रियाशीलता में ह्रास होने के बाद बीजांडद्वारी चूषकांग काम करना शुरू कर देता है।



चित्र 4.18–4.21 : निभागी और बीजांडद्वारी चूषकांग युक्त भ्रूणपोष। चित्र 4.18 *निमोफिला* के बीजांड की अनुदैर्ध्य काट। बीजांडद्वारी और निभागी चूषकांग दिखाता विवर्धित भ्रूणपोष; निभागी चूषकांग से निकली पार्श्विक शाखा को ध्यान से देखिए। चित्र 4.20 *मेलमपाइरम* के बीजांड को अनुदैर्ध्य काट जो निभागी और बीजांडद्वारी चूषकांग और इसकी एक शाखा को दिखाता है। शाखा बीजांडवृंत में प्रवेश कर चुकी है। चित्र 4.21 *क्लूगिया* के बीजांड की अनुदैर्ध्य काट जिसमें बीजांडद्वारी और निभागी चूषकांग की शाखाओं को देखा जा सकता है जो अध्यावरण में प्रवेश करती हैं।

4.3.4 द्वितीयक चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

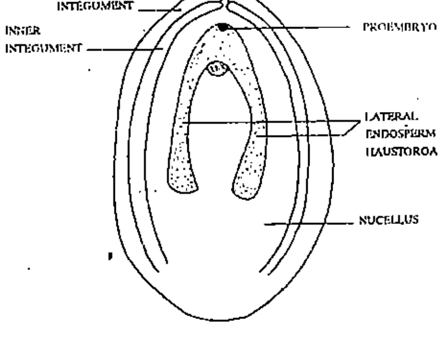
कुकुरबिटेसी कुल के *सेन्ट्रेन्थेरा (Centranthera)* में बीजांडद्वारी और निभागी चूषकांग अल्पकालिक होते हैं। भ्रूणपोष के बीजांडद्वार के करीब की कुछ कोशिकाएं नालिकाकार प्रवर्धों का विकास करती हैं और बीजांडकाय ऊतक में गहरे तक विस्तार कर द्वितीयक चूषकांग का काम करती हैं (चित्र 4.22)।



चित्र 4.22 : भ्रूणपोष जिसमें आक्रामक द्वितीयक चूषकांग है और निभागी व बीजांडद्वारी चूषकांग अपूर्ण रूप से विकसित हैं।

4.3.5 पार्श्विक चूषकांग युक्त भ्रूणपोष

मोनचोरिया (Monochoria) में, जिसमें कि भ्रूणपोष विकास माध्यमिक प्रकार का होता है, चूषकांग न तो निभागी और न ही बीजांडद्वारी होता है बल्कि पार्श्विक होता है। निभागी कक्ष में आगे वृद्धि नहीं करता और उसमें कुछेक ही केन्द्रक होते हैं। बीजांडद्वारी कक्ष सक्रिय केन्द्रकीय विभाजन दिखाता है। यह दो प्रवर्धों को जन्म देता है, निभागी कक्ष के दोनों ओर एक-एक प्रवर्ध (चित्र 4.23)। ये प्रवर्ध नीचे की ओर वृद्धि करते हैं और निभाग ऊतक में प्रवेश कर सक्रिय चूषकांग का काम करते हैं। बाद में भ्रूणपोष का मुख्य भाग काफी विवर्धन कर लेता है और फिर चूषकांग में मिलकर एक ठोस भ्रूणपोष को जन्म देता है।



चित्र 4.23 : *मोनचोरिया* के बीजांड की अनुदैर्ध्य काट जिसमें पार्श्विक चूषकांग होता है।

1. भ्रूणपोष चूषकांग क्या हैं? उनके प्रकार्य क्या हैं?

....

....

2. विभिन्न प्रकार के भ्रूणपोष चूषकांगों के नाम बताइए और हरेक का नामांकित चित्र बनाइए।

....

....

3. भ्रूणपोष चूषकांग जिन ऊतकों में प्रवेश करता है उनके नाम बताइए

....

....

4. पुष्पी पादपों के कौन से कुल में सबसे लंबा निभागी भ्रूणपोष चूषकांग पाया गया है?

....

....

5. कृमिरूप निभागी चूषकांग वाले किसी पौधे का नाम बताइए।

....

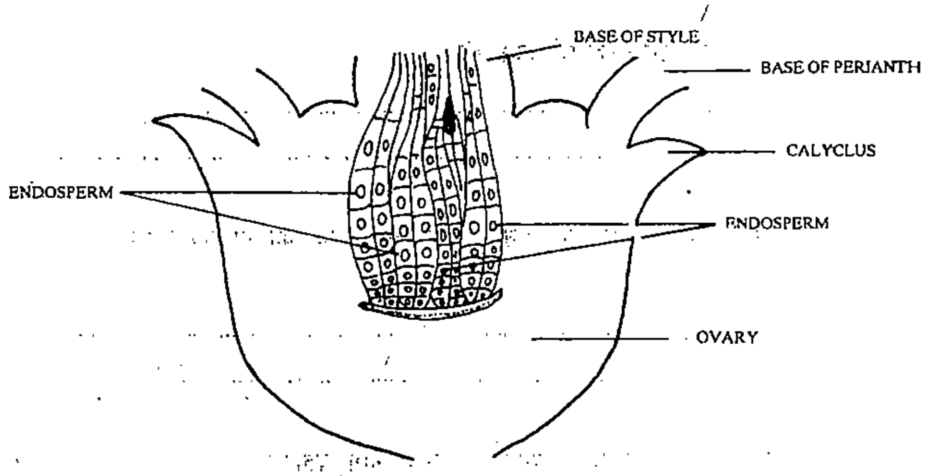
....

4.4 भ्रूणपोष के परिवर्त रूप

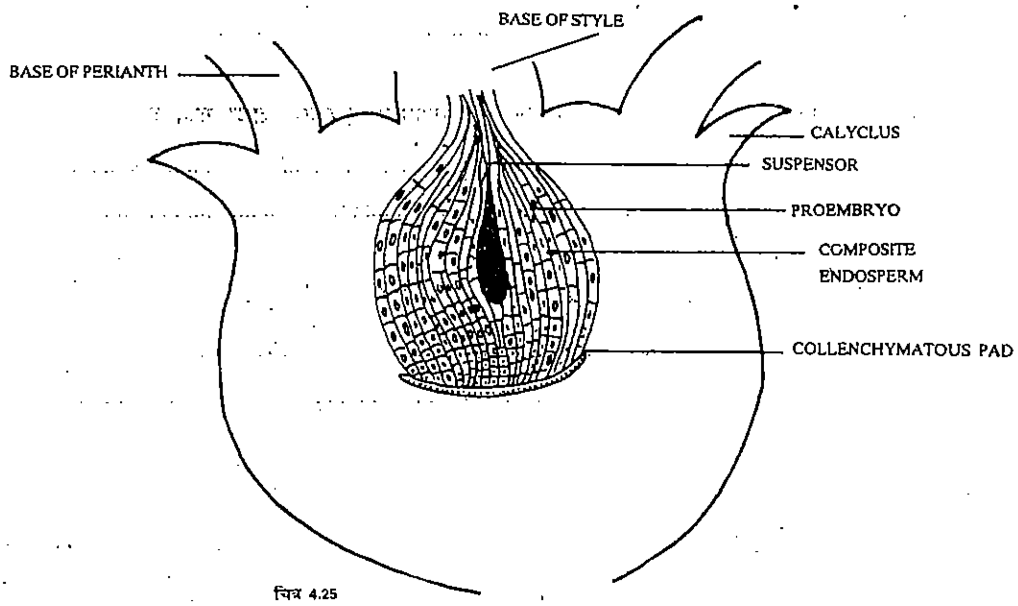
भ्रूणपोष के विकास की विधि जिस पर हम ऊपर चर्चा कर चुके हैं, इन तीनों बुनियादी प्ररूपों में से किसी एक से संरूप होती है : केन्द्रकीय, कोशिकीय और माध्यमिक। मगर विकास की पश्च अवस्था में विविधताएं पैदा हो जाती हैं जैसे संयुक्त भ्रूणपोष, चर्वितास और किर्मीर भ्रूणपोष।

4.4.1 संयुक्त भ्रूणपोष (Composite Endosperm)

लोरेन्थेसी (Loranthaceae) कुल में भ्रूणपोष का विकास अद्वितीय है। अंडाशय में बीजांड होते ही नहीं। अंडाशय की जड़ या आधार में स्थित बीजाणुजन ऊतक (Sporogenous Tissue) कई भ्रूणकोषों (embrysacs) को जन्म देता है। ये भ्रूणकोष भारी दीर्घन करते हैं जिनमें से कुछ वर्तिका (style) में प्रवेश कर जाते हैं। निषेचन के बाद हर भ्रूणकोष का प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक उसके आधार भाग में चला जाता है। यहां यह विभाजन कर कोशिकीय भ्रूणपोष की रचना करता है। आगे और विकास के दौरान सभी भ्रूणकोषों से उपजे भ्रूणपोष अंडाशय में विवर्धन करते हैं और संलयन कर एक संयुक्त भ्रूणपोष (composite endosperm) पिंड को जन्म देते हैं (चित्र 4.25)। अलग-अलग भ्रूणकोषों से उपजे लंबे निलंबक युक्त कई प्राक्भ्रूण विकास तो करते हैं मगर उनमें से सिर्फ एक ही जीवित रह पाता है और परिपक्वता पाता है।



चित्र 4.24



चित्र 4.25

चित्र 4.24–4.25 लोरेन्थेसी में संयुक्त भ्रूणपोष। चित्र 4.24 अपने स्वतंत्र भ्रूणपोषों युक्त अनेक भ्रूणकोषों को दिखाती अनुदैर्ध्य काट इन्हीं भ्रूणपोषों में एक प्राक्भ्रूण है। चित्र 4.25 अंडाशय की अनुदैर्ध्य काट; सभी भ्रूणपोष ने संलयन कर संयुक्त भ्रूणपोष का निर्माण कर लिया है। भ्रूणपोष में ही अंतः स्थापित दीर्घित निलंबक युक्त प्राक्भ्रूण पर ध्यान दीजिए।

4.4.2 चर्बिताभ भ्रूणपोष (Ruminate Endosperm)

कुछ खास पौधों में परिपक्व कोशिकीय भ्रूणपोष की सतह में भारी अनियमितता और असमता देखने में आती है जिससे वह चर्बिताभ (यानी चबाया हुआ जैसा) दिखाई देता है। ऐसा या तो बीज चोल (seed coat) की क्रियाशीलता के कारण या फिर खुद भ्रूणपोष द्वारा होता है। चर्बिताभ भ्रूणपोष आवृतबीजियों के लगभग 32 कुलों में पाया जाता है। आकारिकी के आधार पर पेरियासामी (1962) ने इसके सात प्रकार बताए हैं : *अनोना (Annona)*, *पैसीफ्लोरा (Passiflora)*, *मिरिस्टिका (Myristica)*, *स्पाइजेलिया (Spigelia)*, *वर्बेस्कम (Verbascum)*, *कोकोलोबा (Coccoloba)* और *एलीट्रेरिया (Elytraria)*। *एलीट्रेरिया* को छोड़ बाकी सभी प्ररूपों में अनियमितताएं अध्यावरणों की वृद्धि के दौरान पैदा होती हैं जिससे भ्रूणपोष चर्बिताभ बन जाता है। *एलीट्रेरिया* में विकास के दौरान कोशिकीय भ्रूणपोष की परिधीय परतों के स्थानगत भागों में सक्रिय वृद्धि देखने में आती है जिससे चर्बिताभ बनता है।

.4.3 किर्मीर भ्रूणपोष (Mosaic Endosperm)

छ पादपों में भ्रूणपोष के ऊतकों में दो भिन्न रंगों के पैबंद से प्रकट हो जाते हैं जिससे मोजेक । किर्मीर डिजाइन देखने में आता है। मक्के के दाने में, कभी कभार ऊतकों के लाल और फेद पैबंद से दिखाई देते हैं। इस तरह के भ्रूणपोष का पता *पिटूनिया (Petunia)*, *लाइकोपर्सिकम* *.ycopersicum)* और *ऐकोरस (Acorus)* आदि में भी चला है। किर्मीर भ्रूणपोष के विकास को ष्ट करने के लिए अनेक सिद्धांत प्रतिपादित किए गए हैं मगर इनमें से किसी को भी कोशिका ज्ञान की दृष्टि से प्रमाणित नहीं किया जा सका है। ऐसे भ्रूणपोष के विकास की सबसे कर्षक व्याख्या समसूत्री विभाजन के दौरान गुणसूत्रों में विपथगामी व्यवहार (aberrant :haviour) या कायिक उत्परिवर्तन (somatic mutation) को माना जाता है।

ध प्रश्न 3 :

संयुक्त भ्रूणपोष क्या है? यह किस पादप कुल की विशेषता है?

....

....

नीचे बताए गए प्रत्येक पौधे के सामने भ्रूणपोष के प्रकार का नाम लिखिए :

i) *लोरेन्थस*

ii) *अनोना*

iii) *लाइकोपर्सिकम*

iv) *पैसीफ्लोरा*

v) *ऐकोरस*

vi) *पिटूनिया*

vii) *वर्बेस्कम*

5 भ्रूणपोष के प्रकार्य

भ्रूणपोष ऊतक भोजन सामग्री और विभिन्न वृद्धि हार्मोनों से भरपूर होता है। यह भ्रूण के कास की सुस्पष्ट विधि को नियमित करता है और वर्धनशील भ्रूण को पोषण देता है। बीज कुरण के दौरान, परिपक्व भ्रूणपोष में संचित संरक्षित खाद्य सामग्री का पौधे की वृद्धि के लिए जन और उपभोग किया जाता है जब तक कि पौधा स्वयं क्लोरोफिल का विकास न कर ले र खुद ही अपना भोजन बनाने योग्य नहीं हो जाता। कुछ पादपों में, बीज आवरण और फल त्ति का भ्रूणपोष उपयोग कर लेता है जिससे वह सूर्य के प्रकाश के प्रभाव में आ कर गश-संश्लेषण के लिए क्लोरोफिल का विकास कर लेता है। ऐसे अनावरित भ्रूणपोष की ह्यतम परत रक्षक प्रकार्य विरले ही करती है। भ्रूणपोष के न होने पर, भ्रूण अक्सर मर जाता भ्रूणपोष विकास पोडोस्टेमेसी और ट्रापेसी (Trapaceae) कुलों को छोड़ आवृतबीजियों के । सभी कुलों की एक विशेषता है। आर्किडेसी (Orchidaceae) में भ्रूणपोष आरंभिक चरण में अपह्रासित हो जाता है। भ्रूणपोष को भ्रूण इस तरह से उपयोग में ला सकता है कि परिपक्व न में इसके कोई चिह्न नहीं दिखाई देते। इसे ऐल्बुमिनहीन बीज (exalbuminous seed) कहते अधिकांश एकबीजपत्रियों में भ्रूणपोष यह दीर्घस्थायी होता है जो एल्बुमिनयुक्त अवस्था है। ख खाद्य पौधों जैसे गेहूं, धान, मकई और सोरघम में स्टार्चयुक्त भ्रूण ही अनाज के अधिकांश ा को बनाता है। अधिकांश फलियों में, परिपक्व बीज का संचित भोजन भ्रूणपोष के बजाए जपत्रों (cotyledons) में होता है। कैस्टर के बीज में भ्रूणपोष वसीय पदार्थों से भरा होता है।

धान्नों का भ्रूणपोष परिपक्व होने पर एकदम भिन्न ऊतकों का बन जाता है। बाह्य ऐल्यूरोन eurone) परत सजीव कोशिकाओं की बनी होती है। भ्रूणपोष, दाने का अक्सर अधिकांश ा (87%) लिए होता है एवं भ्रूणपोष का शुष्क भार का 10% केवल ऐल्यूरोन होता है। यूरोन परत में लिपिड (सकल भ्रूणपोष लिपिड का 90%) और 20% प्रोटीन संचित होता है।

अंकुरण के दौरान, एल्यूरोन परत में जलअपघटनी एंजाइम बनते हैं। ये एंजाइम स्टार्चयुक्त भ्रूणपोष में पहुंच जाते हैं जहां संचित भोजन का जलअपघटन होता है।

जौ के दानों को जब पानी में भिगोया जाता है, तो भ्रूण के स्कुटेलम (Scutellum) से जिबरेलिन (GA_3 और GA_1) हार्मोन मुक्त होकर भ्रूणपोष में विसरित हो जाते हैं। इस हार्मोन का लक्ष्य ऊतक एल्यूरोन है जो अनुक्रिया में अपने प्रोटीन भंडारों को खंडित करता है और स्टार्चयुक्त भ्रूणपोष में एंजाइमों (अधिकांश जल अपघटनी) का स्राव करता है। इनमें से कुछ एंजाइम नवसंश्लेषित होते हैं (जैसे α-एमिलेस) तो कुछ पहले से विद्यमान होते हैं (जैसे β-ग्लूकानेस)। सोरघम की छोड़ करीब-करीब सभी खाद्यान्नों में ऐसी एल्यूरोन परत होती है जो इसी तरह अनुक्रिया करती है।

भ्रूण के विकास में इस प्रकार भ्रूणपोष की बड़ी महत्वपूर्ण भूमिका है। अधिकांश अंतराजातीय और अंतरोपजातीय संकर, भ्रूणपोष के नहीं बन पाने की वजह से भ्रूण नहीं बन पाता।

बोध प्रश्न 4

1. भ्रूणपोष के क्या प्रकार्य हैं?

....

....

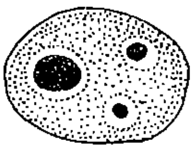
2. आवृतबीजी कुलों के नाम बताइए जिन्हें भ्रूणपोष नहीं होता।

....

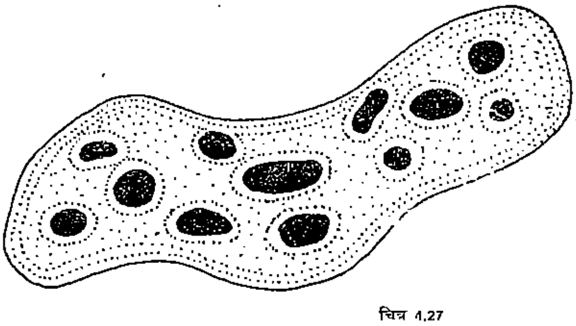
....

4.6 भ्रूणपोष का कोशिका विज्ञान

नवभ्रूणपोष सामान्यतया त्रिगुणित होता है जैसाकि इसकी रचना तीन अगुणित केन्द्रकों (नर युग्मक + ऊपरि ध्रुव केन्द्रक + निम्नतर ध्रुव केन्द्रक) के संलयन से होती है। मगर कुछ पौधों में भिन्न-भिन्न स्तरों की सूत्र गुणता देखने में आती है जिसकी वजह ध्रुव केन्द्रकों की संख्या में भिन्नता है। यह संख्या 1, 2, 4 या 8 हो सकती है जो कि भ्रूणकोष के प्रकार पर निर्भर है। भ्रूणपोष के निर्माण में काम आने वाले ध्रुव केन्द्रकों की संख्या *ईनोथेरा (Oenothera)* में बस एक होती है जिससे एक द्विगुणित भ्रूणपोष बनता है। दूसरी ओर *पेपेरोमिया* में यही संख्या 8 है जिससे बनने वाला भ्रूणपोष 9n होता है। आगे के विकास के दौरान, भ्रूणपोष की कोशिकाओं में अंतःसूत्री विभाजन (endomitosis) और केन्द्रक संलयन के कारण और बहुगुणन हो सकता है। गुणिता का उच्चतम स्तर *ऐरम (Arum)* में पाया गया है जिसमें भ्रूणपोष का केन्द्रक 24576n हो जाता है। केन्द्रक के आकार और केन्द्रिकों की संख्या में भी भारी विविधता देखने में आती है (चित्र 4.26–4.27)।



चित्र 4.26



चित्र 4.27

चित्र 4.26–4.27 : भ्रूणपोष केन्द्रक। चित्र 4.26। तीन केन्द्रक युक्त एक लघु भ्रूणपोष केन्द्रक। चित्र 4.27 एक वृहद् भ्रूणपोष केन्द्रक जिसमें कई केन्द्रिकाएं हैं।

बोध प्रश्न 5

1. द्विगुणित भ्रूणपोष का एक उदाहरण दीजिए।

....

....

2. *पपेरोमिया* के प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक में सूत्र गुणिता का स्तर क्या होगा?

....

....

3. भ्रूणपोष में सूत्र गुणिता के उच्चतम स्तर वाले पौधे का नाम बताइए।

....

....

4. भ्रूणपोष कोशिकाओं में बहुगुणिता किस प्रकार के विभाजनों से होती है।

....

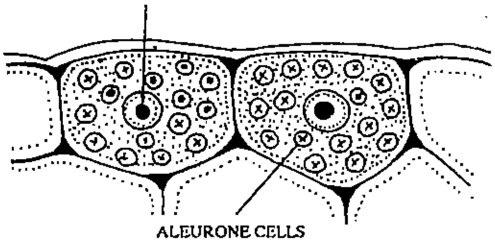
....

4.7 भ्रूणपोष की संरचना और नियति

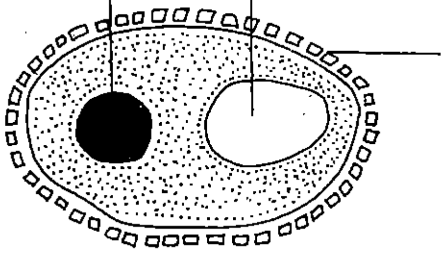
भ्रूणपोष की कोशिकाएं आम तौर पर पतली भित्तियुक्त, बड़ी, समव्यासीय, और गर्तविहीन होती हैं। उनमें भारी मात्रा में भोजन सामग्री भरी रहती है। स्टार्च तेल व प्रोटीन जैसे दूसरे भोज्य पदार्थ इन कोशिकाओं में धीरे-धीरे संचित होते जाते हैं। भोजन सामग्री के भारी संचय की वजह से केन्द्रक विसंगठित और विकृत हो जाते हैं। परिपक्व शुष्क बीजों में, भ्रूणपोष कार्यिकी की दृष्टि से एक निष्क्रिय ऊतक भर होता है। पौधों में ऐसा भ्रूणपोष बीज/फल अनाज का खाने योग्य भाग होता है और व्यावसायिक तेलों (कैस्टर, नारियल) का एक स्त्रोत है।

सामान्यतः भ्रूणपोष क्लोरोफिलहीन होता है। मगर ऐमेरिलिडेसी के कुछ सदस्यों जैसे *क्राइनम (Crinum)* में बीजचोल के साथ-साथ फलभित्ति को भी बीज विकास के दौरान अवशोषित कर लिया जाता है और इस प्रकार सूर्य प्रकाश के प्रभावन में आया भ्रूणपोष हरा हो जाता है। कुछ मामलों में ऐसे अनावृत, भ्रूणपोष की बाह्यतर परत सुबेरिनमय (Suberized) हो जाती है, रक्षा का कार्य करती है। ग्रामिनी (Gramineae) में, भ्रूणपोष की एक या कुछेक परतें बेहद विशिष्टिकृत हो जाती हैं और ऐल्यूरोन ऊतक बनाती हैं। इन परतों की कोशिकाएं मेरिस्टमी होती हैं जो भीतर की ओर पतली भित्ति कोशिकाओं का निर्माण करती हैं। ये नवनिर्मित कोशिकाएं बाद में स्टार्च के साथ निक्षेपित हो जाती हैं। बीज के परिपक्वन के दौरान, बाह्यतर परिधीय परत की कोशिकाएं अपनी मेरिस्टमी क्रियाशीलता खो बैठती है। वे विवर्धित होती हैं और स्थूल भित्तियों का विकास कर लेती हैं। बीज ऐल्यूरोन कणों से भर जाता है (चित्र 4.28)।

प्रत्येक ऐल्यूरोन कण एक एकल झिल्ली से घिरा होता है, जो स्फेरोसोम (Spherosomes) से निकट सहबद्ध होती है (चित्र 4.29)। रचना की दृष्टि से ऐल्यूरोन कण के भरण पदार्थ में दो प्रकार के समावेशन होते हैं : 1) फाइटिन और लिपिड युक्त गोलाभ गुहिका और 2) प्रोटीन। कार्बोहाइड्रेट पिंड उपर्युक्त पिंड युक्त भरण पदार्थ में प्रोटीन का एक उच्च सांद्रण भी होता है। इस प्रकार ऐल्यूरोन कणों के मुख्य रासायनिक घटक प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, फाइटिन और फॉस्फोलिपिड हैं। बीज अंकुरण के दौरान ऐल्यूरोन परत की कोशिकाएं कुछ खास जल-अपघटनी एंजाइमों जैसे एमाईलेस (amylase) और प्रोटिऐस का स्त्राव करती हैं। ये एंजाइम भ्रूणपोष में संचित भोजन पदार्थों को रूपांतरित कर उन्हें अंकुरणशील भ्रूण के लिए उपयुक्त बनाते हैं।



चित्र 4.28



चित्र 4.29

ENLARGED ALEURONE GRAIN

चित्र 4.28–4.29: अनाज की ऐल्यूरोन कोशिकाएं ऐल्यूरोन कण सहित। चित्र 4.29 ऐल्यूरोन कण का वर्धन।

परिपक्व बीजों में भ्रूणपोष की अंतिम नियति के बारे में दो स्थितियां पाई गई हैं। नारियल, कैस्टर, गेहूं और मक्का जैसे कुछ पौधों में भ्रूणपोष भारी संचयन ऊतक के रूप में रहता है। ऐसे बीज को भ्रूणपोषीय या ऐल्बुमिनयुक्त कहते हैं। मटर-चना और सेम जैसे पौधों में भ्रूणपोष को वर्धनशील भ्रूण पूरी तरह से अवशोषित कर डालता है जिससे वह परिपक्व बीज में दिखाई नहीं देता है। इस तरह के बीजों को भ्रूणपोषहीन या ऐल्बुमिनहीन कहा जाता है।

बोध प्रश्न 6

1. भ्रूणपोष कोशिकाओं की संरचना और उनमें संचित होने वाले पदार्थों के बारे में बताइए।

   ....

   ....

   ....

2. भ्रूणपोष सामान्यतया बीज में बंद होता है। कुछ पौधों में यह कैसे अनावृत हो जाता है?

   ....

   ....

4.8 भ्रूणपोष की आकारिकीय प्रकृति

जैव विकास में आवृतबीज में भ्रूणपोष की आकारिकीय प्रकृति काफी चर्चा का विषय रही है। अनावृतबीजी पौधों में भ्रूणपोष एक युग्मकोद्भिद् (अगुणित) ऊतक है क्योंकि इसका विकास सीधे प्रकार्यक गुरुबीजाणु (functional megaspore) के मुक्त केन्द्रकों के सतत विभाजन से होता है। मगर आवृतबीजियों यह प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक से विकसित होता है जो सामान्यतया दो ध्रुवीय केन्द्रकों और एक नर केन्द्रक के संलयन से बनता है। इसलिए यह भ्रूणपोष न तो अगुणित

होता है और न ही द्विगुणित। बल्कि यह साधारणतया त्रिगुणित होता है। कुछ शोधकर्ताओं का कहना है कि आवृतबीजियों में भ्रूणपोष अनावृतबीजियों की तरह एक युग्मकोद्भिद् ऊतक है। लेकिन इसमें अंतर इतना भर है कि इसका विकास पराग नली के बीजांड में प्रवेश करने तक रुका रहता है। दूसरे भ्रूणविज्ञानी इसे एक दूसरा भ्रूण या अशक्त भ्रूण मानते हैं। आवृतबीजियों में भ्रूणपोष की आकारिकीय प्रकृति पर सर्वाधिक मान्य अवधारणा यह है कि यह एक अविभेदित ऊतक है जो भिन्न कोटि की गुणिता दर्शाता है और भ्रूण का सहायक बन जाता है।

बीज में भ्रूण की वृद्धि को दमन कर भ्रूणपोष में त्रिगुणित प्ररोह कलिका के विकास को प्रेरित करना संभव हुआ है। मगर वास्तविक रूप से त्रिगुणित पौधों का विकास नहीं हो पाया है।

4.9 सारांश

- भ्रूणपोष विकास आर्किडेसी, पोडोस्टेमेसी और ट्रेपासी को छोड़ आवृतबीजियों के बाकी सभी कुलों की एक अभिलाक्षणिक विशेषता है।
- विकास की विधि के आधार पर भ्रूणपोष को मुख्यतः तीन प्ररूपों में वर्गीकृत किया गया है :

i) केन्द्रकीय प्ररूप

ii) कोशिकीय प्ररूप

iii) माध्यमिक प्ररूप

- भ्रूणपोष के इन सभी प्ररूपों में चूषकांगों का विकास होता है जो भोजन सामग्री को मुख्य भ्रूणपोष तक पहुंचाने का काम करते हैं।
- भ्रूणपोषों के कुछ परिवर्तप्ररूप हैं : संयुक्त भ्रूणपोष, चर्बिताभ भ्रूणपोष और किर्मीर भ्रूणपोष।
- भ्रूणपोष का मुख्य प्रकार्य विकासशील भ्रूण को पोषण प्रदान करना है। भ्रूणपोष का भ्रूण इस तरह से उपभोग कर सकता है कि परिपक्व बीज में उसका कोई चिन्ह बचा नहीं रहता।
- भ्रूणपोष सामान्यतया त्रिगुणित होता है। मगर विभिन्न पौधों में द्विगुणित से लेकर बहुगुणित तक के भिन्न गुणिता स्तर पाए जाते हैं।
- ऊतकीय दृष्टि से भ्रूणपोष में पतली भित्ति वाली समव्यासी कोशिकाएं होती हैं जो भोजन सामग्री का भारी मात्रा में संचय करती हैं। ऐसे बीज जिनमें भ्रूणपोष एक भारी संचयन ऊतक के रूप में टिका रहता है उन्हें ऐल्बुमिनी बीज कहते हैं। जिन बीजों में भ्रूणपोष का पूरी तरह से उपभोग कर लिया जाता है उन्हें ऐल्बुमिनहीन बीज कहते हैं।

4.10 अंत के कुछ प्रश्न

1. आवृतबीजियों का भ्रूणपोष अनावृतबीजी भ्रूणपोष से किस प्रकार भिन्न है?

....

....

....

....

....

2. एक परिपक्व बीज में दीर्घस्थायी कोशिकीय भ्रूणपोष को देख कर यह कहना मुश्किल क्यों है कि भ्रूणपोष केन्द्रकीय, कोशिकीय या माध्यमिक है?

....

....

....

....

....

....

3. भ्रूणपोष चूषकांग क्या हैं? चूषकांगों के प्रकार बताइए और उनके बारे में लिखिए।

....

....

....

....

4. किर्मीर भ्रूणपोष कैसे बनता है?

....

....

....

....

5. चर्बिताभ भ्रूणपोष का क्या मतलब है? उन दो तरीकों को स्पष्ट कीजिए जिनसे चर्बिताभ का विकास हो सकता है। हरेक का एक-एक उदारहण भी दीजिए।

....

....

....

....

....

....

6. इस कथन का क्या मतलब है : "भ्रूणपोष के बिना दुनिया भूखी रहती"।

....

....

....

....

....

....

....

....

7. भ्रूणपोष और भ्रूण के बीच संबंध को समझाइए?

....

....

....

....

....

....

....

....

8. कुछ ऐल्बुमिनी और ऐल्बुमिनहीन बीजों के नाम बताइए जिन्हें आप रोज देखते हैं।

....

....

....

....

....

....

....

....

4.11 उत्तर

बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न 1

1. निम्न पौधों और अनावृतबीजियों में नर युग्मक मादा युग्मक के साथ संलयन कर युग्मनज (2n) बनाता है। इस प्रक्रम को निषेचन कहते हैं। आवृतबीजियों में, परागनली द्वारा दो नर युग्मक भ्रूणकोष तक पहुंचा दिए जाते हैं। इनमें से एक अंड कोशिका से संलयन कर युग्मनज (2n) बनाता है। दूसरा नर युग्मक मध्य कोशिका में द्वितीयक केन्द्रक से संलयन करता है जिससे प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (3n) का निर्माण होता है। इस प्रक्रम को द्विनिषेचन कहते हैं।
2. युग्मनज (2n) और एक प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (3n) द्विनिषेचन के उत्पाद हैं। युग्मनज भ्रूण में विकसित होता है। प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक का उत्पाद एक पोषण ऊतक को जन्म देता है जिसे भ्रूणपोष कहते हैं। यह वर्धनशील भ्रूण के लिए संरक्षित भोजन सामग्री का संचयन करता है। इसमें सीमित वृद्धि होती है।
3. एक अपरिपक्व नारियल फल में भ्रूणकोष एक साफ तरल से भरा होता है जो कि मुक्त केन्द्रक भ्रूणपोष है। इसका आयतन इतना ज्यादा होता है कि लोग इसे चाव से इस्तेमाल करते हैं। परिधीय भाग धीरे-धीरे कोशिकीय होकर सफेद खाद्य भाग का निर्माण करता है।
4. सुपारी–*ऐरेका केटेचु (Areca catechu)*

बोध प्रश्न 2

1. भ्रूणपोष चूषकांग दीर्घित संरचनाएं हैं जो बीजों के ऊतकों में प्रवेश करती हैं और कभी-कभी बीजांडवृंत तक पहुंच जाते हैं। ये चूषकांग विभिन्न ऊतकों से भोजन सामग्री अवशोषित कर उन्हें विकासशील भ्रूणपोष तक पहुंचाते हैं।
2. इकाई के अनुभाग 4.3 को देखें।
3. i) बीजों के ऊतक

   ii) बीजांडासन
4. कुकुरबिटेसी
5. *ग्रेवीलिया रोबस्टा* (प्रोटिएसी)

बोध प्रश्न 3

1. पाठ के अनुभाग 4.4.1 को देखिए। संयुक्त भ्रूणपोष लोरेंथेसी कुल की विशेषता है।
2. i) संयुक्त प्ररूप

ii) चर्वितिाभ प्ररूप
iii) किर्मीर प्ररूप
iv) चर्बिताभ प्ररूप
v) किर्मीर प्ररूप
vi) किर्मीर प्ररूप
vii) किर्मीर प्ररूप
viii) चर्वितिाभ प्ररूप

बोध प्रश्न 4

1. अनुभाग 4.5 देखिए
2. आर्किडेसी, पोडोस्टेमेसी और ट्रैपेसी

बोध प्रश्न 5

1. *ईनोथेरा*
2. *पेपेरोमिया* में भ्रूणपोष 9n होता है।
3. *ऐरम* में यह 24567n होता है।
4. अनुभाग 4.6 देखिए।

बोध प्रश्न 6

1. भ्रूणपोष की कोशिकाएं सामान्यतया पतली भित्ति युक्त, समव्यासी, बड़ी और गर्तहीन होती हैं। ये कोशिकाएं संरक्षित भोजन सामग्री से भरपूर होती हैं। संचित भोजन सामग्री मुख्यतः स्टार्च और तेल व प्रोटीन के रूप में होती है।

   नोट : उदाहरण के तौर पर आप ग्रैमिनी कुल के किसी भी सदस्य के भ्रूणपोष के बारे में बता सकते हैं।

2. ***ऐमेरिलिडेसी*** **कुल के कुछ सदस्यों जैसे *क्राइनम* में बीजावरण के साथ-साथ फल भित्ति भी बीज के विकास के दौरान अवशोषित कर ली जाती है। फलस्वरूप भ्रूणपोष अनावरित होकर प्रकाश प्रभावन में आ जाता है। कुछ पादपों यह अनावरित भ्रूणपोष सुवेरिनमय हो जाता है और प्रकार्य में रक्षी बन जाता है।**

अंत में कुछ प्रश्न

1.	**अनावृतबीजी**	**आवृतबीजी**
1.	अनावृतबीजी में भ्रूणपोष अगुणित होता है।	आवृतबीजी का भ्रूणपोष सामान्यतया त्रिगुणित होता है।
2.	यह निषेचन से पूर्व ही विभेदित हो जाता है।	यह निषेचन के बाद ही विभेदित होता है क्योंकि यह दो ध्रुवीय केन्द्रकों का संलयन उत्पाद है।

2. दीर्घस्थायी कोशिकीय भ्रूणपोष को देखकर यह कहना सचमुच बड़ा मुश्किल है कि भ्रूणपोष केन्द्रकीय-कोशिकीय या माध्यमिक है क्योंकि ये सभी प्रकार पश्च अवस्थाओं में कोशिकीय बन जाते हैं।
3. अनुभाग 4.3 को देखिए।
4. अनुभाग 4.4.3 को देखिए।
5. कुछ पादपों में परिपक्व कोशिकीय भ्रूणपोष की सतह में भारी अनियमितता और असमता देखने में आती है जिससे वह चर्बिताभ या चबाया हुआ सा दिखाई देता है। इसे चर्बिताभ भ्रूणपोष कहते हैं।

चर्बिताभ –i) बीजावरण की क्रियाशीलता (जैसे *एलिट्रेरिया*) और ii) भ्रूणपोष की क्रियाशीलता (जैसे *अनोना* में) से होता है।

6. भ्रूण के विकास में भ्रूणपोष एक महत्त्वपूर्ण भूमिका अदा करता है। नव भ्रूणपोष का ऊतक संचित भोजन सामग्री और वृद्धि हार्मोनों से भरपूर होता है। यह भ्रूणविकास की प्रतथ विधि का नियमन करता है और साथ-साथ पोषण भी देता है। हमारी मुख्य अनाज की फसलों जैसे गेहूं, चावल, मक्का और सोरघम के दाने स्टार्च युक्त भ्रूणपोष से बने होते हैं। कुछ बीजों में, भ्रूणपोष में वसीय पदार्थ भारी मात्रा में पाए जाते हैं। भ्रूणपोष अंकुरण में भी सहायक है। परिपक्व भ्रूणपोष में संचित भोजन सामग्री का उपयोग पौद की वृद्धि के लिए किया जाता है जब तक कि वह क्लोरोफिल का विकास कर स्वाबलम्बी न बन जाए। इस तरह भ्रूणपोष के बिना भ्रूण वृद्धि नहीं करेगा। अनाज के दानों में कोई भी संचित भोजन नहीं होगा जिसके फलस्वरूप दुनिया भूखों मर जाएगी।

7. अनुभाग 4.5 देखिए।

8. ऐल्बुमिनी–गेहूं, सोरघम, मक्का, जौ, कैस्टर, नारियल

   ऐल्बुमिनहीन–मटर, चना, सेम।

इकाई 5 भ्रूणोद्भव

इकाई की रूपरेखा **पृष्ठ संख्या**

5.1	प्रस्तावना उद्देश्य	112
5.2	युग्मनज	113
5.3	आरंभिक भ्रूणोद्भव भ्रूणोद्भव के प्रकार	113
5.4	ऊतकजनन और अंग विकास	116
5.5	द्विबीजपत्री भ्रूण	116
5.6	एकबीजपत्री भ्रूण	118
5.7	परिपक्व भ्रूण	119
5.8	निलंबक के रूपांतर	120
5.9	भ्रूण का पोषण जीवे अध्ययन पात्रे अध्ययन	124
5.10	बहुभ्रूणता सहाय कोशिकाओं से उत्पन्न भ्रूण युग्मनजी या निलंबक बहुभ्रूणता बीजांडकायी बहुभ्रूणता	125
5.11	बहुभ्रूणों के उपयोग	128
5.12	सारांश	128
5.13	अंत में कुछ प्रश्न	129
5.14	उत्तर	131

5.1 प्रस्तावना

पिछली 1,2,3 इकाइयों में आपने निषेचन तक पादप-विकास के सभी पहलुओं के बारे में पढ़ा। इस इकाई में आप भ्रूणोद्भव के बारे में विस्तार से पढ़ेंगे। द्विनिषेचन प्रक्रम का परिणाम एक नर युग्मक (जिसका विसर्जन परागनली से होता है) के अंडे के साथ संलयन में और दूसरे नर युग्मक के मध्य कोशिका में मौजूद संलयन केन्द्रक के साथ संलयन में होता है। इकाई 3 और 4 में आप पढ़ चुके हैं कि नर युग्मक केन्द्रक के ध्रुव केन्द्रक के साथ संलयन के फलस्वरूप मध्य कोशिका प्राथमिक भ्रूणपोष में रूपांतरण हो जाती है। यही वह कोशिका है जो बीच में पोषक ऊतक को जन्म देती है जिसे भ्रूणपोष (endosperm) कहते हैं। निषेचित अंडा यानी युग्मनज (Zygote) भ्रूण में विकसित होता है और यह बीजाणु उद्भिद् का अग्रदूत है। भ्रूणोद्भव के जरिए भ्रूण एक परिपक्व भ्रूण में विकसित होता है।

उद्देश्यः

इस इकाई का अध्ययन कर लेने के बाद आपः

- युग्मनज से शुरू कर भ्रूण किन-किन चरणों से होकर बनता है यह व्याख्या कर सकें।
- एकबीजपत्री और द्विबीजपत्री भ्रूण के बीच अंतर बता पाएं।
- भ्रूण अपना पोषण कैसे प्राप्त करता है यह बता सकें।

5.2 युग्मनज

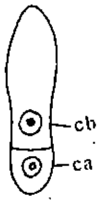
निषेचित अंडा या युग्मज भ्रूणकोष के बीजांडद्वारी सिरे या ध्रुव पर स्थित होता है। इसका आधारी (बीजांडद्वारी micropylar) सिरा भ्रूणकोष भित्ति से संलग्न और शिखाग्र (निभागी chalazal) हिस्से मध्यकोशिका में वर्धित रहता है। युग्मनज प्रायः विराम या विश्रांति काल से गुजरता है जिसके दौरान यह सिकुड़ जाता है। युग्मनज की यह विराम अवधि अलग-अलग जाति में अलग-अलग होती है और कुछ हद तक वातावरणीय परिस्थितियों पर निर्भर करती है। उदाहरण के लिए *थेओब्रोमा कैकाओ (Theobroma cacao)* में युग्मनज निषेचन के 14-15 दिन बाद और *ओरिज़ा सैटाइवा (Oryza sativa)* में निषेचन के 6 घंटे बाद विभाजन करता है। युग्मज के चारों ओर एक पूर्ण भित्ति का निर्माण होता है। (आपको याद होगा कि अंडे के शिखाग्र भाग में सिर्फ प्लाज्मा झिल्ली पाई जाती है और कोई भित्ति नहीं रहती।) एक TEM चित्र से पता चलता है कि युग्मनज जीवद्रव्य अधिक ध्रुवित बनावट लिए रहता है। इसके दोनों ध्रुव भिन्न दिखाई देते हैं, बीजांडद्वारी हिस्सा रसधानीयुक्त और निभागी हिस्सा एक सुस्पष्ट केन्द्रक लिए होता है (चित्र 5.1)।

चित्र 5.1: *गॉसिपियम हिर्सुटम* का युग्मनज निषेचन के चार घंटे बाद अति ध्रुवित युग्मनज; निभागी ध्रुव पर केन्द्रक के इर्दगिर्द लवकों और माइटोकोन्ड्रिया का गुच्छन। (जेन्सन, 1968 के अनुसार)।

माइटोकोन्ड्रिया, जालिकायों और लवकों आदि जीवद्रव्यी कोशिकांगों की सघनता में वृद्धि हो जाती है। अंतर्द्रव्यी जालिका और अधिक विस्तृत, और राइबोसोमों व पॉलिसोमों की सघनता में वृद्धि हो जाती है जिससे गहन उपापचयी क्रियाशीलता का संकेत मिलता है। अब हम भ्रूण में आरंभिक भ्रूणोद्भव का अध्ययन करेंगे।

5.3 आरंभिक भ्रूणोद्भव

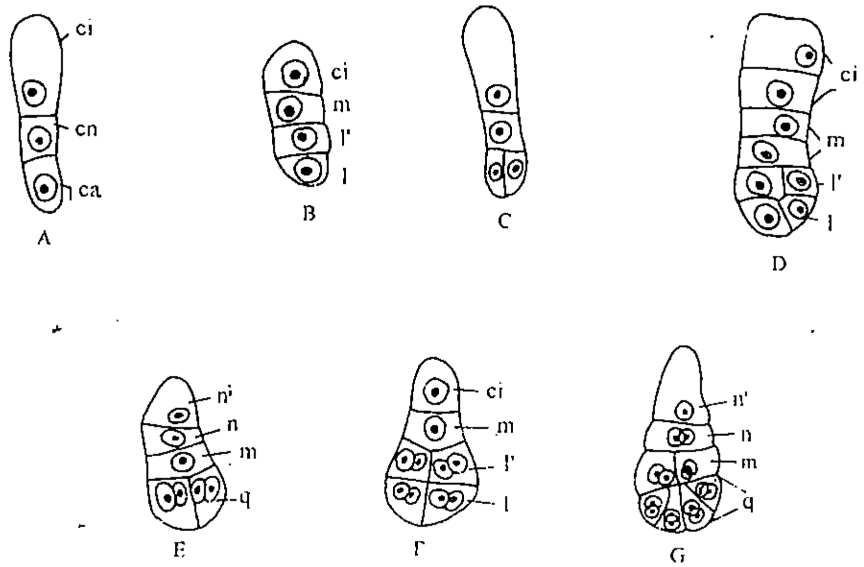
अधिकांश आवृतबीजी पौधों में युग्मनज एक अनुप्रस्थ भित्ति के द्वारा विभाजित होता है (चित्र 5.2)। इस विभाजन के फलस्वरूप एक लघुतर शिखाग्र कोशिका जिसे प्रायः *ca* कहा जाता है और अपेक्षतया एक बड़ी आधारी कोशिका, जिसे *cb* नाम दिया गया है, बनती है। युग्मनज का विभाजन अपवाद स्वरूप ही खड़ा (ऊर्ध्व) या तिरछा (तिर्यक) होता है जिसके उदाहरण लौरेन्थेसी



चित्र 5.2. अनुप्रस्थ भित्ति द्वारा युग्मनज का विभाजन

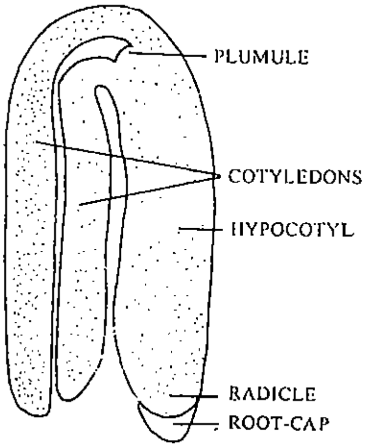
(Loranthaceae) और पाइपरेसी (Piperaceac) के सदस्य पादप हैं। 2- कोशिकी अवस्था से बीजपत्रों के समारंभन तक, तरूण युग्मकोद्भिद् को प्राक्भ्रूण (Proembryo) कहा जाता है। 2- कोशिकी प्राक्भ्रूण में आधारी कोशिका *cb* प्रायः अनुप्रस्थ विभाजन कर दो कोशिकाओं *m* और ci को जन्म देती है (चित्र 5.3a)। शिखाग्र कोशिका *ca* में खड़ा या अनुप्रस्थ किसी भी तरह का विभाजन हो सकता है, जिससे बनने वाले 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण में या तो रेखीय (जिसमें चारों कोशिकाएं एक कतार में रहती हैं (चित्र 5.3b)। T- आकार का संरूपण (चित्र 5.3c) देखने में आता है। रेखीय प्राक्भ्रूण में *ca* की दोनों संतति कोशिकाओं (*l* और *l*) में एक दूसरे से समकोण बनाते हुए दो खड़े विभाजन हो सकते हैं जिससे एक अष्टक (Octant) की रचना होती है। इस अष्टक में चार -2 कोशिकाओं के दो अध्यारोपित सोपान (superposed tiers) (l और l) होते हैं (चित्र 5.3d)।

T- आकारी प्राक्भ्रूण में शिखाग्र कोशिका में पहले खड़े विभाजन से समकोण पर होने वाला एक और खड़ा विभाजन एक चतुष्क (qudrant) *q* को जन्म देता है (चित्र 5.3e)। इसके बाद इसकी हरेक कोशिका में एक अनुप्रस्थ विभाजन रेखीय 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण की तरह ही एक अष्टक का निर्माण कर सकता है (चित्र 5.3f)। T- आकारी प्राक्भ्रूण भी इसी तरह एक अष्टक को जन्म दे सकता है। इसमें अष्टक का निर्माण *q* सोपान की चारों कोशिकाओं में ऊर्ध्व स्पर्श रेखीय विभाजन द्वारा होता है, जिससे कि सभी आठों कोशिकाएं उसी सोपान में रहती हैं (चित्र 5.3g)।



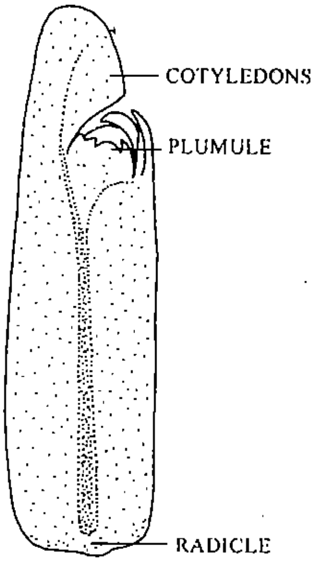
चित्र 5.3 : आवृतबीजी भ्रूण में विभाजन

ci, *m* और *q* से व्युत्पन्न कोशिकाएं और विभाजन तथा विभेदन कर परिपक्व भ्रूण के भिन्न-भिन्न भागों की रचना करती हैं। प्राक्भ्रूण का आरंभिक विकास एकबीजपत्री और द्विबीजपत्री दोनों में समान होता है। अष्टक अवस्था के बाद इन दो प्रमुख समूहों में प्राक्भ्रूर्ण की विभिन्न कोशिकाओं की नियति भिन्न हो जाती है। बाद में होने वाली इन भिन्नताओं के कारण परिपक्व द्विबीजपत्री में एक शिखाग्र प्ररोह शीर्ष और दो पार्श्विक बीजपत्र (चित्र 5.4) तो एकबीजपत्री भ्रूण में सिर्फ



चित्र 5.4: परिपक्व द्विबीजपत्री भ्रूण

क बीजपत्र और कुछ-कुछ पार्श्व में स्थित प्ररोह शीर्ष पाया जाता है (चित्र 5.5)। द्विबीजपत्री ौर एकबीजपत्री भ्रूणों की संरचना का विस्तृत वर्णन हम आपको प्राक्भ्रूण के विकास की ानकारी देने के बाद आगे बताएंगे।



चित्र 5.5: परिपक्व एकबीजपत्री भ्रूण

ोद्भवन के प्रकार: युग्मनज के विभाजन और 2-कोशिकी प्राकभ्रूण की कोशिकाओं के विभाजन तल के आधार पर और 4-कोशिकी- प्राक्भ्रूण की कोशिकाओं की ओर से परिपक्व भ्रूण के ाण में सापेक्षिक योगदानों को ध्यान में रखते हुए, भ्रूणोद्भवन के छः मुख्य प्रकार पाए गए *जॉहैंसेन*, 1950; माहेश्वरी, 1950)।

युग्मनज का विभाजन खड़ा होता है- पाइपरी प्रकार (piperad type) उदाहरण लौरैन्थेसी, पाइपरेसी।

युग्मनज का विभाजन अनुप्रस्थ होता है।

2- कोशिका प्राक्भ्रूण की शिखाग्र कोशिका खड़ा विभाजन कर एक T-आकारी, 4-कोशिकी प्राक्भ्रूण बनाती है।

प्राक्भ्रूण के आगे के विकास में आधारी कोशिका या तो कई भूमिका अदा करती ही नहीं या करती भी है तो न के बराबर। क्रूसीफर (Crucifer) या ओनैग्री (Onagrad) प्रकार (उदाहरण रैननकुलेसी (Ranunculaceae) ब्रैसीकेसी (Brassicaceae)

भ्रूण के विकास में आधारी और शिखाग्र दोनों कोशिकाएं योगदान करती हैं– ऐस्टरी प्रारूप उदाहरण ऐस्टरेसी (Asteraceae), वायोलेसी (Violaceae)

BB. 2- कोशिका प्राक्भ्रूण को शिखाग्र कोशिका अनुप्रस्थ विभाजन करती है, जिससे 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण प्रायः रेखीय होता है।

D. वास्तविक भ्रूण के विकास में आधारी कोशिका का कोई योगदान नहीं रहता, या है भी तो नगण्य।

E. आधारी कोशिका प्रायः एक निलंवक वनाती है-सोलनी प्रारूप उदाहरण, सोलनेसी (Solanaceae) लाइनेसी (Linaceae)

EE. आधारी कोशिका और विभाजन नहीं करतीं और अगर निलंवक मौजूद हो तो वह शिखाग्र कोशिका से व्युत्पन्न होता है–

कैरियोफिली प्रारूप (कैरियोफिलेसी (Caryophyllaceae) क्रैसुलेसी (Crassulaceae)

DD. आधारी और शिखाग्र दोनों कोशिकाएं भ्रूण के निर्माण में योगदान करती हैं– कीनोपीडियमी प्ररूप कीनोपीडिएसी (Chenopodiaceae) बोरैगिनेसी (Boraginaceae)

बोध प्रश्न 1

नीचे दिए गए कथन सही हैं या गलत वताइए। सामने दिए गए कोष्ठकों में सही या गलत लिखिए–

क) युग्मनज में प्रायः एक सधन- जीवद्रव्यी आधारी (बीजांडद्वारी) भाग और एक रसधानी युक्त (निभागी) हिस्सा पाया जाता है [ ]

ख) युग्मनज के चारों ओर एक पूर्ण कोशिका भित्ति होती है। [ ]

ग) युग्मनज का विभाजन लगभग हमेशा खड़ा या तिरछा होता है। [ ]

घ) प्राक्भ्रूण का आरंभिक विभाजन एकबीजपत्री और द्विबीजपत्री दोनों में समान होता है। [ ]

ङ) क्रैरियोफिली भ्रूणोद्भव प्रकार में आधारी कोशिका एक सुविकसित निलंबक को बनाती है। [ ]

5.4 ऊतकजनन और अंगविकास

अष्टक अवस्था के बाद विभिन्न तलों में अनगिनत विभाजन होते हैं। प्राक्भ्रूण अब गोलाकार या बल्बनुमा (कंदीय) बन जाता है। सामान्यतया अष्टक की कोशिकाओं में कुछ स्पर्शरेखीय (tangential) विभाजन होते हैं जिससे कोशिकाओं की तीन परतें विभेदित हो जाती हैं – बाह्य (त्वचाजन) (dermatogen), मध्य वल्कुटजन (periblem) और भीतरी *रंभजन (plerome)*। डर्मेटोजन बाह्यत्वची आवरण बनाती है, वल्कुटजन तने और जड़ के वल्कुट या कार्टेक्स (cortex) को और रंभजन संवहन ऊतक और मज्जा या पिथ (Pith) की रचना करती है। कोशिका स्तरों के इस तरह के विभेदन को ऊतकजनन (histogenesis) कहते हैं।

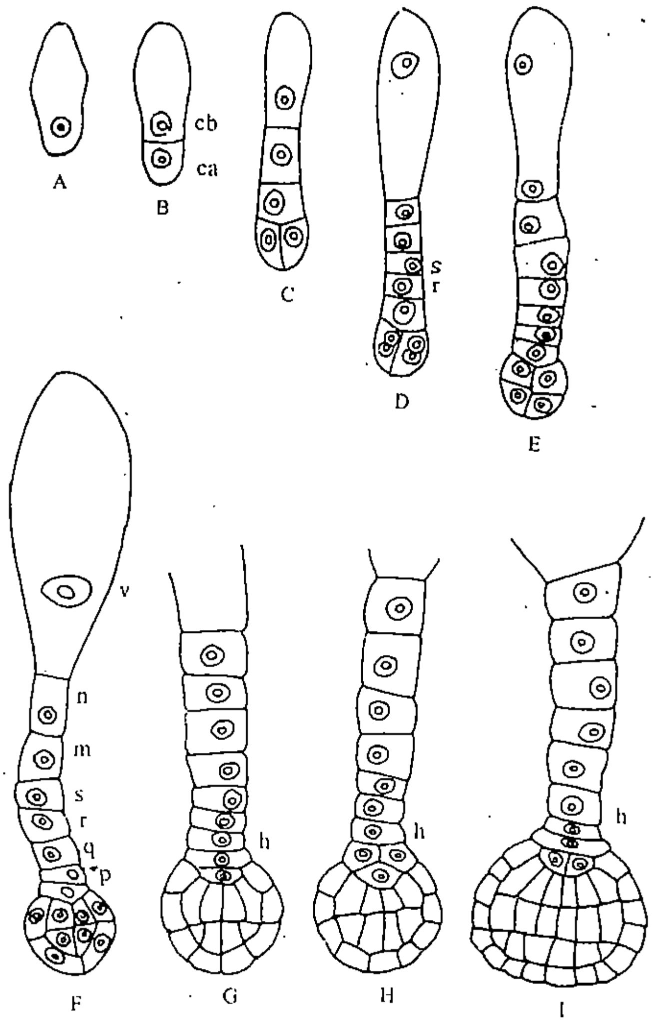
गोलाकार प्राक्भ्रूण में ही भिन्न अंगों के पूर्णवर्तियों का अंगविकास या विभेदन कुछ इस तरह से शुरू होता है कि इससे बीजपत्रों, (जिससे पहली पत्तियों का निर्माण होता है) अधिप्रवध (epiphysis) जिससे तने के शीर्ष का निर्माण होता है और अधः–सफीतिका (hypophysis) (मूल वल्कुट (root cortex और टोपी आच्छद) का निर्माण होता है।

अंगविकास द्विबीजपत्रों और एकवीजपत्रों में चूंकि भिन्न-भिन्न तरीके से होता है, इसलिए हम आवृतबीजियों के इन दोनों समूहों के लिए इस पहलू की चर्चा उदाहरणों की सहायता लेकर अलग-अलग करेंगे।

5.5 द्विबीजपत्री भ्रूण

एक द्विबीजपत्री भ्रूण के विकास को *कैप्सेला बर्सा – पेस्टोरिस* के चिरपरिचित उदाहरण की सहायता से स्पष्ट किया जा सकता है। इस जाति में भ्रूणोद्भवन क्रूसीफर या ओनैग्री प्रकार के

मरूप होती है जैसा कि आपने अभी पढ़ा है। युग्मनज का विभाजन अनुप्रस्थ होता है जिससे क आधारी कोशिका *cb* और एक अंतस्थ कोशिका *ca* बनती है (चित्र 5.6 A,B)। आधारी ोशिका में अनुप्रस्थ विभाजन होता है जबकि अंतस्थ कोशिका अनुदैर्ध्य विभाजन करती है इस कार 4 – कोशिकी प्राक्भ्रूण की बनावट एक उल्टे T- आकार की होती है (चित्र 5.6 C) दोनों तस्थ कोशिकाओं में से एक खड़ी भित्ति के द्वारा अगला विभाजन करती है, जो पहले विभाजन समकोण पर होता है (चित्र 5.6D)। इससे चतुष्क कोशिकाएं अनुप्रस्थ विभाजन कर अष्टक । रचना करती हैं।चतुष्क (quadran) बनता है (चित्र 5.6E)। अनुवर्ती विकास के क्रम को वधानी से अध्ययन करके, यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि इस अष्टक की निचली चार शिकाओं के व्युत्पन्न तने के शीर्ष और बीजपत्रों को, जबकि ऊपरी चार कोशिकाओं से त्पन्न कोशिकाएं बीजपत्राधर (hypocotyl) को बनाती हैं। सभी अष्टक कोशिकाएं परिनतिक भाजन करती हैं (चित्र 5.6F)। बाहरी व्युत्पन्न डर्मेटोजन बनाती हैं जबकि– भीतरी शिकाओं में और विभाजन होते हैं (चित्र 5.6G), जिससे बल्कुट, संवहन और मज्जा खंड ते हैं। इस अवस्था में प्राक्भ्रूण को विकास की गोलाकारी अवस्था में कहा जा सकता है।

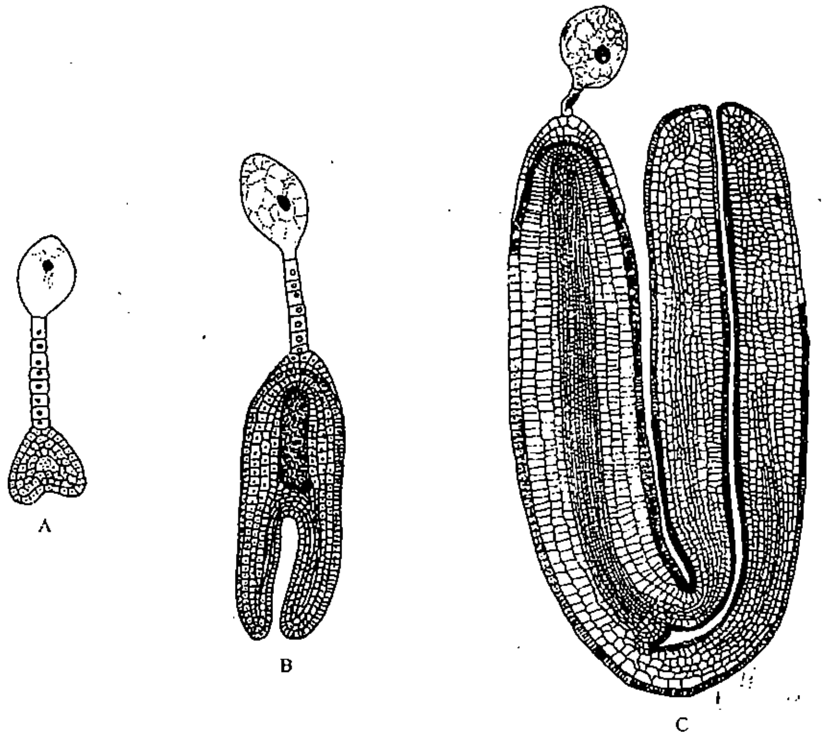


चित्र 5.6: *कैप्सेला बर्सा-पेस्टोरिस में भ्रूणविकास*

स्थ कोशिका में जिस समय ये विकास हो रहे होते हैं, *ci*– की व्युत्पन्न और 4- कोशिकी ्रूण की मध्यवर्ती कोशिका *m* से व्युत्पन्न कोशिकाएं विभाजन कर 6 से 10 निलंबक ाकाओं (Suspensor cells) की एक कतार बनाती हैं (चित्र 5.6G)। इस निलंबक की सबसे ी कोशिका *v* आशयी बन जाती है और एक चूषकांग का काम करती है। *m* की कुछ न्न कोशिकाए निलंबक की रचना में योगदान करती हैं। सबसे निचली कोशिका जो कि बक और भ्रूण पिंड के बीच स्थित रहती है, उसे सामान्यतः अधः स्फीतिका (hypophysis) या कहते हैं *(चित्र 5.6H)* इस कोशिका में एक अनुप्रस्थ विभाजन होता है जिसके बाद इससे न्न दोनों कोशिकाओं में एक दूसरे के समकोण पर दो अनुदैर्ध्य विभाजन होते हैं। इससे

आठ कोशिकाओं का एक समूह बनता है, जिसमें से भीतरी चार कोशिकाएं मूल वल्कुट के पूर्ववर्ती को जन्म देती हैं तो शेष बाहरी चार कोशिकाएं (जोकि निलंबक की ओर होती हैं) मूल आच्छद (root cap) और मूल बाह्य त्वचा (root epidermis) की रचना करती हैं।

गोलाकारी प्राक्भ्रूण और कोशिका गुणन होता है, विशेषकर उन दो बिन्दुओं पर जो बीजपत्रों के निर्माण के लिए नियत होते हैं। बीजपत्रों के समारंभन की अवस्था पर भ्रूण ह्रदयाकार (cordate) रहता है (चित्र 5.7A)। दोनों बीजपत्रों के बीच यानी भ्रूणीय पिंड के शीर्ष पर कोशिकाओं का एक फनाकार समूह अलग हो जाता है जो अधिप्रवर्ध भाग का या प्ररोह शीर्ष का अग्रदूत हैं। बीजपत्राधर और बीजपत्र दीर्घन करते हैं, जिससे भ्रूण टॉरपिडो-नुमा बन जाता है (चित्र 5.7B)। *कैप्सेला* में आगे के विकास के दौरान दीर्घकारी बीजपत्र घोड़े की नाल की तरह वक्रित बन जाता है (चित्र 5.7C)। मगर अधिकांश द्विबीजपत्री पौधों में परिपक्व भ्रूण सीधा रहता है।

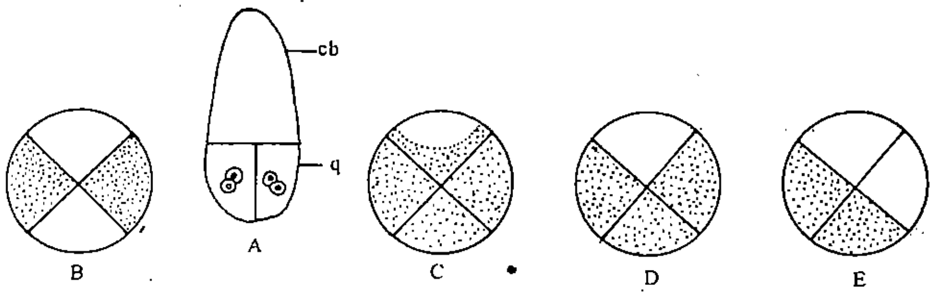


चित्र 5.7: *कैप्सेला* भ्रूण के विकास की पश्च अवस्थाएं

5.6 एकबीजपत्री भ्रूण

एक बीजपत्रियों में प्राक्भ्रूण का आरंभिक विकास द्विबीजपत्री के पैटर्न पर ही होता है। मगर विभेदन के वक्त गोलाकारी प्राक्भ्रूण में कुछ खास मूलभूत विशिष्टीकरण हो जाते हैं। एकबीजपत्रों में अंतस्थ कोशिका और उसकी व्युत्पन्न कोशिकाओं के अर्ध भाग में वृद्धि मंद होती है जबकि इनका दूसरा भाग तेजी से वृद्धि कर एक बीजपत्र बनाता है। इस असमान वृद्धि के फलस्वरूप, पश्च अवस्थाओं में स्तंभ शीर्ष, स्थिति में पार्श्विक हो जाता है। स्तंभ शीर्ष अंतस्थ कोशिका से बनता है।

द्विबीजपत्री और एकबीजपत्री भ्रूणों में मुख्य भिन्नताएं प्राक्भ्रूण के अंतस्थ चतुष्क की कोशिकाओं की तादाद और स्थिति में विषमता के कारण पैदा होती हैं। यही कोशिकाएं बीजपत्रीय और बीजपत्रोपरिक (epicotyl) भागों की रचना में योगदान करती हैं। द्विबीजपत्रियों में ऊपरी चतुष्क से व्युत्पन्न विपरीत कोशिकाएँ बीजपत्रों का निर्माण करती हैं। (चित्र 5.8AB)। एकबीजपत्रियों में योगदान करने वाली चतुष्क कोशिकाओं की संख्या भिन्न-भिन्न होती है (चित्र 5.8 C,D,E)।

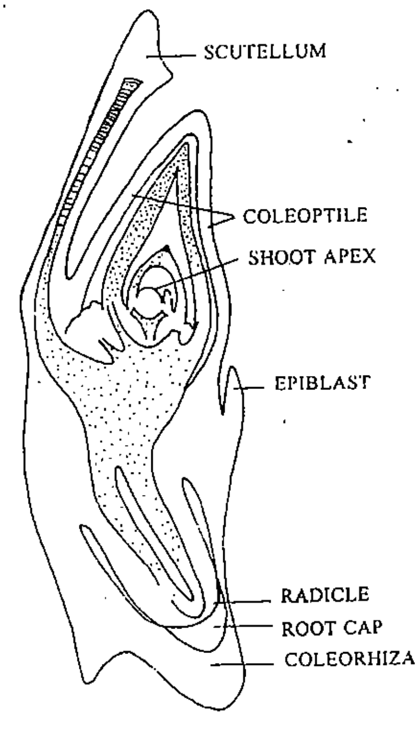


चित्र 5.8: एकबीजपत्रियों और द्विबीजपत्रियों में बीजपत्रों की व्युत्पत्ति A. चतुष्क प्राक्भ्रूण B. द्विबीजपत्रियों में विकास C-E विभिन्न एकबीजपत्री वर्गों में भ्रूण विकास।

5.7 परिपक्व भ्रूण

जैसा कि एक माध्य अनुदैर्ध्य काट में देखने से पता चलता है, एक प्रारूपी द्विबीजपत्री भ्रूण एक भ्रूणीय अक्ष का बना होता है जिसमें दो चौड़े बीजपत्र पाए जाते हैं। बीजपत्रों के स्तर से ऊपर का भ्रूणीय अक्ष का भाग बीजपत्रोपरिक (epicotyl) कहलाता है, जो कि प्रांकुर या स्तंभ शीर्ष (Stem tip) पर समाप्त होता है। बीजपत्रों के स्तर से नीचे का बेलनाकार भाग बीजपत्राधर (hypocotyl) कहलाता है। यह भाग मूलांकुर या मूलशीर्ष (root tip) में निचले सिरे पर समाप्त होता है। मूल मेरिस्टेम (root meristem) एक सुस्पष्ट मूल आच्छद से आवरणित रहता है।

एकबीजपत्री भ्रूण में सिर्फ एक ही बीजपत्र पाया जाता है। घास भ्रूण अति विशिष्टीकृत होता है जिस पर अनुसंधान-कर्ताओं ने काफी ध्यान दिया है। इसमें सिर्फ एक ही बीजपत्र स्कुटेलम (Scutellum) के रूप में पाया जाता है, जोकि-भ्रूणीय अक्ष से पार्श्व से संलग्न रहता है (चित्र 5.9)। इसके निचले सिरे पर, भ्रूणीय अक्ष में मूलांकुर और मूल शीर्ष भ्रूण के एक अविभेदित भाग में परिबद्ध पाए जाते हैं। इस अविभेदित भाग को मूलांकुर-चोल (Coleorrhiza) कहते हैं। मूलांकर-चोल के एक ओर एक लघु उद्वर्ध निकला होता है जिसे अधिकोरक (epoblast) कहते हैं। स्कुटेलम के संलग्न स्तर से ऊपर भ्रूणीय अक्ष का भाग बीजपत्रोपरिक (epicotyl) कहलाता है। इसमें एक छोटा शिखाग्र पाया जाता है, जिसमें एक खोखली पर्णिल संरचना में कुछ पर्ण अधः परिबद्ध होती हैं। इस संरचना को प्रांकुर चोल (coleoptile) कहते हैं



चित्र 5.9: ट्राइटिकम के परिपक्व भ्रूण की माध्य अनुदैर्ध्य काट

जैसा कि आप जानते ही हैं, भ्रूण बीज के अंदर भ्रूणपोष में अंतःस्थापित रहता है, जो स्वयं फल में परिबद्ध होता है। बीज का प्रकीर्णन पौधे द्वारा किया जाता है और यह प्रवर्धन की एक इकाई का काम करता है। बीज मिट्टी में तब तक चिरकालिक बना रहता है जब तक उसके अंकुरण के लिए परिस्थितियां अनुकूल नहीं बन जातीं। अंकुरण होने पर, बीजपत्र फैलकर पत्ती की तरह हो जाते हैं, बीजपत्रोपरिक इसके शीर्ष पर स्थित मेरिस्टेम की सहायता से वृद्धि कर स्तंभ अक्ष बनाता है और मूलांकर या मूल मेरिस्टेम प्राथमिक जड़ की रचना करता है।

बोध प्रश्न 2

निम्न कथनों में से सही के आगे (✓) का निशान और गलत के आगे (×) का निशान लगाएं:

क) आरंभिक भ्रूण का विकास सभी द्विबीजपत्रों में एक समान और सुस्पष्ट तरीके से होता है ( )

ख) डर्मेटोजन अपनतिक विभाजन कर भ्रूण की बाह्यत्वचीय कोशिकाओं की रचना करता है। ( )

ग) मूल आच्छद और मूल वल्कुट के पूर्ववर्ती अधः स्फीतिका से व्युत्पन्न होते हैं। ( )

घ) एकबीजपत्री भ्रूण में स्तंभ शीर्ष अंतस्थ कोशिका से व्युत्पन्न नहीं होती। ( )

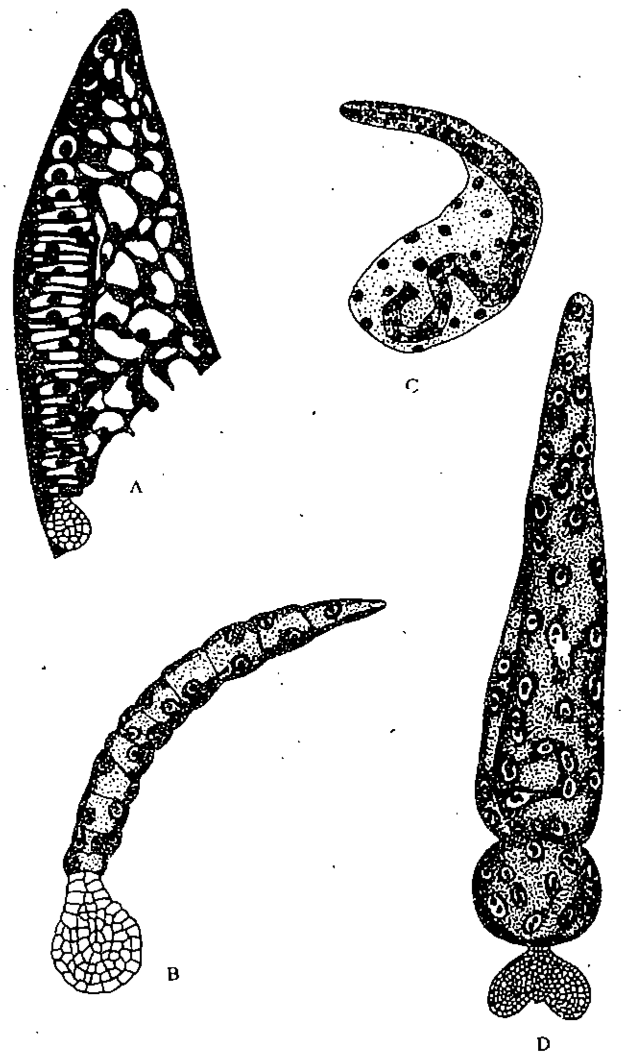
ङ) अधिप्रवर्ध प्रांकुर में जाकर समाप्त होता है, जो प्राथमिक जड़ का निर्माण करता है। ( )

5.8 निलंबक के रूपांतर

इस इकाई के आरंभ में प्राक्भ्रूण के अंतस्थ भाग के विकास के बारे में ज्यादा ध्यान दिया गया था, जिससे वास्तविक भ्रूण की रचना होती है। मगर आपको याद होगा कि आधारी कोशिका भी विभाजन करती है और निलंबक के निर्माण में योगदान करती है। आरंभिक अवस्था में निलंबक अपेक्षतया तेजी से वृद्धि करता है भ्रूण गोलाकार या हृदयाकार अवस्था में अधिकतम आकार प्राप्त कर लेता है। कालांतर में इसका ह्रास हो जाता है और भ्रूण के परिपक्व होने तक निलंबक के बस कुछ अवशेष भर भ्रूण से संलग्न पाए जाते हैं।

पहले ऐसा मानना था कि निलंबक का प्रकार्य बस भ्रूण को एक जगह पर स्थिर रखना और उसे पोषण की दृष्टि से भरपूर भ्रूणपोष की तरफ धकेलना है। मगर विस्तृत अध्ययनों के जरिए निलंबक की कोशिकारसायन और परासंरचना से इसकी कहीं अधिक सक्रिय भूमिका का पता चला है। विभिन्न पादप वर्गों में निलंबक के आकार, बनावट, दीर्घायु और कोशिकावैज्ञानिक विशेषताओं में पाई जाने वाली विविधता निलंबक के प्रकार्य की क्रियाविधि को भ्रूण के पोषण से जोड़ती है।

कुछ पुष्पी पौधों (जैसे *वायोला (Viola)* और *टीलिया (Tilia)* में) निलंबक नहीं पाया जाता तो कई दूसरों में (जैसे *यूफोर्बिया (Euphorbia)* और *ब्रियोनिया (Bryonia)* में अति ह्रसित रहता है। इससे यह स्पष्ट हो जाता है कि ऐसे पौधों में निलंबक की भ्रूण के पोषण में कोई भूमिका नहीं हो सकती। मगर कई कुलों में (जैसे ब्रैसीकेसी (Brassicaceae)) और लोरैन्थेसी (Loranthaceae) एक लंबा तंतुमय निलंबक पाया जाता है। फैबेसी (Fabaceae) में निलंबक में भारी विविधता देखने में आती है। कुछ शिंबी पौधों में निलंबक अल्प विकसित रहता है तो दूसरों में एकपंक्तिक (चित्र 5.10A) या द्विपंक्तिक (चित्र 5.10B) तंतुमय निलंबक पाया जाता है। *सिस्टीसस लैबर्नम (Cytisus Laburnum)* में निलंबक की कोशिकाएं अंगूर के गुच्छे की तरह पुंजित रहती हैं (चित्र 5.10C) और *पाइसम सैटाईवम (Pisum Sativum)* में निलंबक चार बड़ी बहुकेन्द्रकीय कोशिकाओं का बना होता है (चित्र 5.10D)। ऐसी बड़ी बहुकेन्द्रकीय कोशिकाओं वाले बड़े निलंबकों को चूषकांगी माना जाता है क्योंकि ये एक आक्रामक तरीके से आसपास की कोशिकाओं से पोषण प्राप्त करते हैं।



चित्र 5.10: निलंबक कोशिकाओं के विभिन्न रूपांतरण

आप पढ़ चुके हैं कि ऑर्किडेसी, पोडोस्टेमेसी और ट्रैपेसी में भ्रूणपोष का निर्माण नहीं होता। भ्रूणपोष की अनुपस्थिति में प्रायः भ्रूण एक विस्तृत निलंबक चूषकांग का विकास करता है। ऑर्किडेसी में निलंबक के कई तरह के रूपांतर देखने में आते हैं।

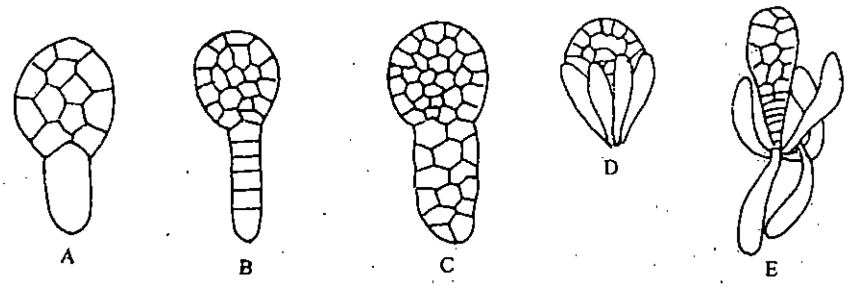
क) यह एक कोशिकी आशयी या थैली-नुमा हो सकता है जैसे डेन्ड्रोबियम (*Dendrobium* (चित्र 5.11A)।

ख) यह 5-10 कोशिकाओं से बना एकपंक्तिक तंतु हो सकता है, जो बीजांडासन ऊतक में चूषकांगी शाखाओं को बनाती हैं (उदाहरण *ओफ्रिस* (*Ophrys* चित्र 5.11B)।

ग) यह अंगूरों के गुच्छे की तरह का हो सकता है (उदाहरण *ऍपीडेन्ड्रम (Epidendrum)* चित्र 5.11 c)।

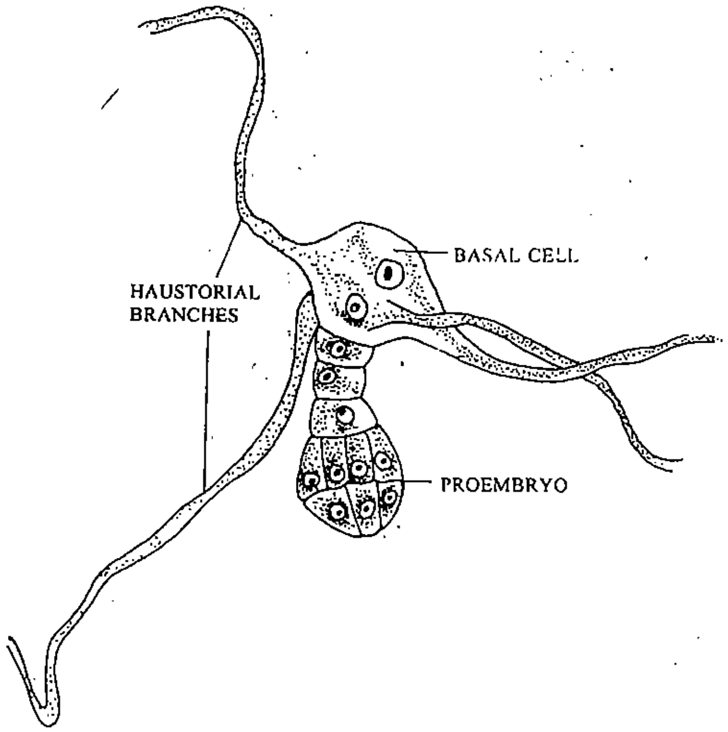
घ) यह आठ कोशिकाओं का बना होता है, जिनका निर्माण निलंबक पूर्ववर्तियों में खड़े विभाजन द्वारा होता है जो नीचे की ओर दीर्घन कर भ्रूण का लगभग आधा भाग घेर लेती हैं (उदाहरण *वांडा (Vanda)* चित्र 5.11D)।

ङ) यह 6-10 कोशिकाओं का एक अनियमित पिंड हो सकता है, जिसमें से बीजांडद्वारा सिरे की ओर स्थित कुछ कोशिकाएं दीर्घन कर नलीनुमा संरचनाएं बनाती हैं (उदाहरण *सिम्बिडियम Cymbidium* चित्र 5.11E)।



चित्र 5.11: ऑर्किड में पाए जाने वाली निलंबक कोशिकाओं के कुछ प्रकार

पोडोस्टेमेसी में (डाइक्रेइआ *Dicraea* चित्र 5.12), कोशिकी प्राक्भ्रूण की आधारी कोशिका वृद्धि करती है और उसमें दो अतिवर्धित (hypertrophied) केन्द्रक पाए जाते हैं। जैसे-जैसे प्राक्भ्रूण वृद्धि करता है, आधारी कोशिका पतली भित्ति युक्त अनेक चूषकांगी शाखों को जन्म देती है जो बीजांड के दो अध्यावरणों के बीच के खाली स्थान में वृद्धि करते हैं।

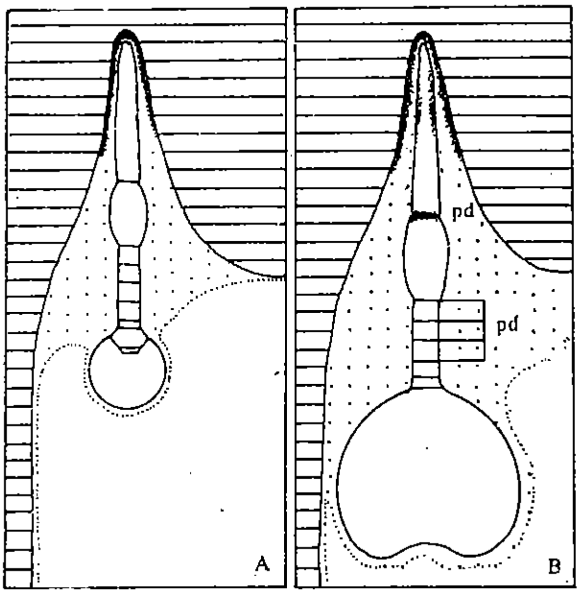


चित्र 5.12: *डाइक्रेइआ* का गोलाकार प्राक्भ्रूण आधारी कोशिका दीर्घन कर चूषकांगी शाखों को जन्म देती है (मुक्कडा, 1962 के अनुसार)

बीजांड के ऊतकों में अंदर तक वृद्धि करने वाले निलंबक चूषकांग रूबिऐसी, फ्यूमरिएसी, क्रैसुलेसी, ट्रोपेओलेसी और कुछ अन्य कुलों में भी पाए जाते हैं।

निलंबक बीजांडी ऊतकों से पोषक तत्वों के भ्रूण में अंतरण के लिए एक वाहिका का काम करता है (उदाहरणतया कैप्सेला *बर्सा-पेस्टोरिस Capsella bursa- pastoris (Schulz & Jensen 1969* और *डिप्लोटैक्सिस इरूकोइडेस (Diplotaxis erucoides (simoncioli 1974)* में भ्रूण में एकपंक्तिक निलंबक पाया जाता है जिसमें बीजांडद्वारी कोशिका बड़ी और चूषकांगी होती है। इस कोशिका की भित्ति में अंगुलि-नुमा अंतःवर्ध पाए जाते हैं, जो प्लाज्मा झिल्ली के पृष्ठ क्षेत्रफल को बढ़ा देते हैं जिससे कि पोषक तत्वों के अधिक अंतर्ग्रहण को बढ़ावा मिलता है (चित्र 5.13)। निलंबक कोशिकाओं को पृथक करने वाली कोशिका भित्तियों पर जीवद्रव्यतंतुक (Plasmodesmata) आड़े पड़े रहते हैं। निलंबक कोशिकाओं के जीवद्रव्य में एक सुविकसित अंतर्द्रव्यी जालिका और राइबोसोम, जालिकाय, माइटोकोंड्रिया, और लवक भारी संख्या में पाए जाते हैं। निलंबक कोशिकाओं में अकसर अति अंतः बहुगुणिता (endopolyploidy) या बहुपट्टता

भी देखी जाती है। आपको याद होगा कि ये अंतरण कोशिकाओं के विशेष लक्षण हैं, जो उपापचयजों के कम दूरी के परिवहन में सम्मिलित होती हैं। इसीलिए निलंबक पोषक तत्वों के अवशोषण में भाग लेता है और उन्हें भ्रूण के संरचना विकास की दृष्टि से अधिक महत्वपूर्ण भाग को प्रदान करता है। *फैसिओलस कॉक्सीनियस (Phaseolus coccineus)* की विकासशील फली में जब C-14 अंकित सुक्रोस पहुंचाया जाता है तो पहले निलंबक और फिर भ्रूण में रेडियोधर्मिता देखने में आती है (येंग 1980)। इससे यह साबित हो जाता है कि तरूण भ्रूण में पोषक तत्वों के उद्ग्रहण का स्थल निलंबक ही है। बाद में आगे की अवस्थाओं में बीजपत्र खुद भ्रूणपोष से पोषक तत्वों का अवशोषण करने लगते हैं। इस प्रकार निलंबक भ्रूण के पोषण के लिए एक अस्थायी 'भ्रूण मूल' (embryonic root) का काम करता है।



चित्र 5.13 : ***डिप्लोटैक्सिस एरूकोइडिस*** **में गोलाकारी प्राक्भ्रूण का चित्रात्मक निरूपण**
(A) हृदयाकार भ्रूण (B) अनुप्रस्थ भित्ति पर जीवद्रव्यतंतुक (plasmodesmata) प्रकट होता है, जो अलग-अलग निलंबक कोशिकाओं को पृथक करते हैं।
(साइमनसिओली, 1974 के अनुसार)।

भ्रूण की हृदयाकारी अवस्था से आगे निलंबक का उपह्रास शुरू हो जाता है। यह जीवद्रव्य के विघटन और रसधानी झिल्लियों के फटने से परिलक्षित होता है।

निलंबक को वृद्धि नियामकों का एक महत्वपूर्ण स्त्रोत भी माना जाता है। निलंबक कोशिकाओं में जिबेरेलिन, ऑक्सिन और साइटोकाइनिन जैसे पादप वृद्धि नियामक (PGR) खासी मात्रा में पाए जाते हैं। ऐसा माना जाता है कि विकास के नियमन के लिए इन वृद्धि नियामकों को विकास की विशिष्ट अवस्थाओं पर वास्तविक भ्रूण में पहुंचाया जाता है। *फेसिओलस* और *एरूका* में ऐसा देखा गया है कि एक तरूण भ्रूण को जब कृत्रिम माध्यम में इसके निलंबक के बिना संवर्धित किया जाता है, तो उसमें वृद्धि मंद पड़ जाती है (कोर्सी, 1972; येंग एवं ससेक्स, 1979)। मगर जब भ्रूण को पश्च अवस्थाओं में निलंबक के बिना संवर्धित किया गया तो इसकी वृद्धि पर कोई असर नहीं पड़ता। बीजपत्रों के निर्माण के बाद निलंबक में जिबेरेलिनों के स्तर में तो भारी कमी आ जाती है मगर भ्रूण में इसके स्तर में भारी वृद्धि हो जाती है। इससे पता चलता है कि जिबेरेलिन को अपह्रासी निलंबक कोशिकाओं से भ्रूण में स्थानांतरित कर दिया जाता है। नैगल (1973) ने पौधों के भ्रूणीय निलंबक की तुलना बड़े सटीक ढंग से स्तनी पोषक (trophoblast), जो गर्भ के पोषण के लिए आपूर्ति माध्यम का काम करता है, से की है।

बोध प्रश्न 3

निलंबक के निर्माण और प्रकार्य के बारे में नीचे कुछ कथन दिए गए हैं। सही कथनों के आगे (√) का निशान और गलत के आगे (×) का निशान सामने दिए गए कोष्ठकों में लगाइए।

क) 2- कोशिकी प्राकभ्रूण की आधार कोशिका प्रायः निलंबक के निमार्ण में योगदान करती है। ( )

ख) निलंबक की वृद्धि प्रायः भ्रूणविकास की हृदयाकारी अवस्था के बाद अधिकतम होती है। ( )

ग) फैबेसी और ऑर्किडेसी के विकासशील बीजों में, एक सुविकसित निलंबक भ्रूण को पोषक भ्रूणपोष में और गहराई तक धकेलने में मदद करता है। ( )

घ) निलंबक कोशिकाओं में अकसर अति बहुगुणिता देखने में आती है। ( )

ङ) निलंबक हार्मोनों से भरपूर रहता है जो भ्रूण की वृद्धि और उसके विभेदन को प्रभावित करते हैं। ( )

5.9 भ्रूण का पोषण

अब आप भ्रूण के पोषण मे जीवे (in vivo) और पात्रे (in vitro) अध्ययनों के बारे में पढ़ेंगे।

5.9.1 जीव अध्ययन

तरूण प्राक्भ्रूण निलंबक की मदद से बीजांडी ऊतकों से पोषण प्राप्त करता है। भ्रूण जैसे -जैसे विकसित होता जाता है इसका निलंबक लुप्त हो जाता है। बाद में विकासशील बीज में भ्रूण के पोषण का मुख्य स्रोत भ्रूणपोष हो जाता है। प्राक्भ्रूण जिस समय तक पश्च गोलाकारी अवस्था में पहुंचता है और इसका निलंबक अकार्यशील बन जाता है, भ्रूणपोष तब तक एक कोशिकीय ऊतक बन चुका होता है जो चारों ओर से भ्रूण को घेरे रहता है। विकासशील बीज पोषक तत्वों के लिए एक शक्तिशाली हौदी (sink) का काम करता है।

बीजांडवृंतीय संवहन आपूर्ति के जरिए प्राप्त भोजन पदार्थों का भ्रूणपोष अवशोषण कर उन्हें भ्रूण तक उसकी वृद्धि विकास के लिए पहुंचाता है। मध्य कोशिका भित्ति में पोषक तत्वों के अवशोषण के लिए अंतरण कोशिकाएं पाई जाती हैं। कभी कभार दीर्घस्थायी प्रतिव्यासांत कोशिकाएं या बीजांड हाइपोस्टेस और पश्चांग (postament) जैसी संरचनाएं भोजन को भ्रूणपोष तक ले जाने में मदद करती हैं (इनके बारे में आप ने इकाई 2 में पढ़ा है)। भ्रूण के पूर्ण वृद्धि कर लेने के बाद भी भ्रूणपोष अनेक पौधों विशेषकर एकबीजपत्रियों, में दीर्घस्थायी होता है, जिसमें स्टार्च, तैल या प्रोटीन या तीनों संचित रहते हैं। इनका उपभोग बीज अंकुरण के दौरान किया जाता है। कुछ पौधों में भ्रूणपोष दीर्घस्थायी नहीं पाया जाता क्योंकि उनमें उसकी जगह बीजपत्र संचित भोजन का भण्डारण करते हैं। इसके सबसे अच्छे उदाहरण शिंबी हैं जो कुछेक वर्षों से संचित प्रोटीनों पर अनुसंधान का विषय रहे हैं।

5.9.2 पात्रे अध्ययन

इस तरह के अध्ययनों में विकास के विभिन्न चरणों पर उच्छेदित भ्रूणों (यानी आरंभिक गोलाकार प्राक्भ्रूण, पश्च गोलाकार प्राक्भ्रूण या हृदयाकार और टॉरपिडोनुमा भ्रूणों) को ऐसे वृद्धि माध्यमों में संवर्धित किया जाता है, जिनमें पोषक तत्वों और वृद्धि नियामकों के विभिन्न संयोजन या सांद्रण पाए जाते हैं। इस प्रकार के अध्ययन भ्रूणों की वृद्धि आवश्यकताओं को समझने जानने में बड़े सहायक सिद्ध हुए हैं।

डाटुरा (*Datura*) और *कैपसेला* व कुछेक अन्य पौधों के भ्रूणों पर हुए प्रयोगों से पता चला है कि जब परिपक्व भ्रूण को किसी पोषण माध्यम में संवर्धित किया जाता है तो वह एक सामान्य पौधे में विकसित हो जाता है। टॉरपिडोनुमा भ्रूण को आवश्यक वृद्धि के लिए आवश्यक खनिजों के लवणों, डेक्ट्रोस और कुछ खास अमीनो अम्लों की, विटामिनों व वृद्धि नियामकों की जरूरत पड़ती है। मगर पश्च गोलाकारी या हृदयाकारी भ्रूणों को उपरोक्त माध्यम में सिर्फ नारियल पानी यानी नारियल के तरल भ्रूण को मिलाने पर भी संवर्धित किया जा सकता है। अभी त.क. युग्मज या कुछ कोशिकी प्राक्भ्रूण को पृथक कर उसे कृत्रिम माध्यम में संवर्धित कर पाना संभव नहीं हो पाया है। तरूण प्राक्भ्रूण को संवर्धित करने पर वह रूपहीन हो जाता है और एक परिपक्व भ्रूण की प्रारूपिक संरचना प्राप्त नहीं कर पाता। पोषण आवश्यकताओं के आधार पर राधवन ने (1966) में दो प्रावस्थाओं का पता लगाया:

i) **विषमपोषी प्रावस्था** (Heterotropic phase): इस प्रावस्था के दौरान जो कि गोलाकार अवस्था तक चलती है, प्राक्भ्रूण भ्रूणपोष (या अंडज ऊतक) पर निर्भर रहता है।

ii) **स्वपोषी प्रावस्था** (Autotrophic phase): यह पश्च हृदयाकारी अवस्था में शुरू होती है जब भ्रूण अपने पोषण के लिए पूरी तरह से स्वतंत्र हो जाता है। फलतः पृथक्कृत पुराने भ्रूणों को एक संगठित भ्रूण में विकसित होने के लिए सिर्फ एक सरल माध्यम (जिसमें सुक्रोस और खनिज हो) की जरूरत पड़ती है।

5.10 बहुभ्रूणता

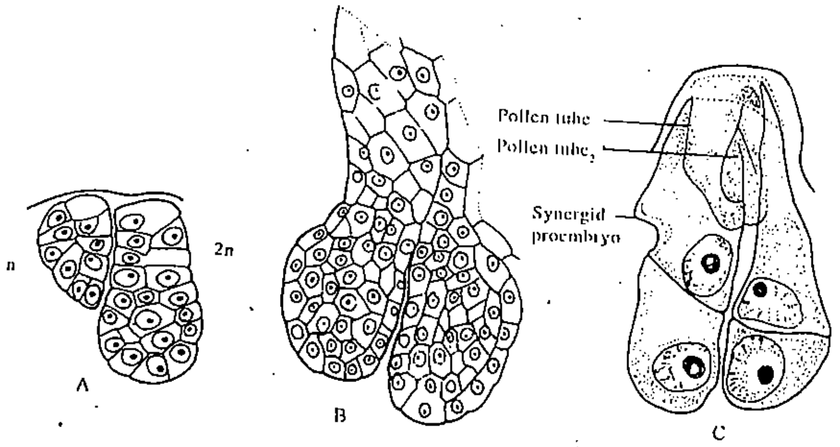
बीज में एक से अधिक भ्रूणों की उपस्थिति को बहुभ्रूणतता (Polyembryony) कहते हैं। इस परिघटना का सबसे पहले लेवनहॉक ने संतरे के बीज में पता लगाया था। बागवानी (उद्यान कृषि) में अनुप्रयोग की संभावनाओं के कारण इस पर काफी ध्यान गया है।

अधिसंख्य भ्रूण बीजांड में एक या अधिक भ्रूणकोष में पैदा होते हैं इस आधार पर बहुभ्रूणता को मोटे तौर पर सरल और बहुल में बांटा गया है। सरल बहुभ्रूणता लैंगिक या अलैंगिक हो सकता है। लैंगिक बहुभ्रूणता में भ्रूण निषेचित अंडे और एक सहायकोशिका या प्राक्भ्रूण कोशिकाओं के मुकुलन या विदलन से या युग्मनजी भ्रूण की निलंबक कोशिका से जन्म लेते हैं। अलैंगिक भ्रूणकोष के अंदर निषेचन के बिना पैदा होते हैं। भ्रूण बीजांड की द्विगुणित बीजांडकायी या अध्यावरणी कोशिकाओं से भी पैदा होते हैं और भ्रूणकोश में भीतर की ओर वृद्धि करते हैं। इन भ्रूणों को अपस्थानिक (adventine) या बीजाणु-उद्भिद् (sporophytic) कहते हैं। बहुल बहुभ्रूणता में एक ही बीजांड में दो या अधिक भ्रूणकोषों से सहायक भ्रूणों का उत्पादन होता है। उदाहरण के लिए सागर द्वीपीय कपास *गॉसिपियम बार्बेडेन्स* (*Gossypium barbadense*) को लें। इस में एक भ्रूणकोष में अंडे का निषेचन से उसी अंडज के अंदर निकटवर्ती अनिषेचित अंडे से एक और भ्रूण का प्रेरण होता है। इस तरह बीज में द्विगुणित अगुणित भ्रूण यमज पैदा होते हैं।

बीज में अतिरिक्त भ्रूणों कुछ और साधारण विधियों के बारे में नीचे बताया जा रहा है:

5.10.1 सहायकोशिकाओं से भ्रूण (Embryo from Synergids)

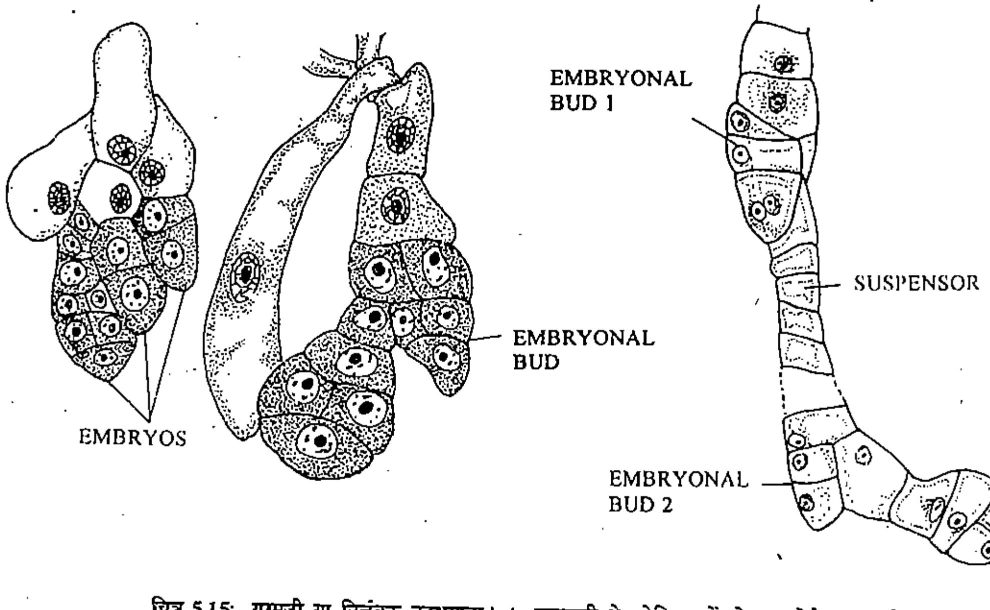
सहायकोशिकाओं को, जिनका प्रायः द्विनिषेचन से पहले या उसके तुरंत बाद अपह्रास हो जाता है, *अर्जिमोन मेक्सिकाना*, (*Argemone mexicana*) *टैमेरिक्स एरिकॉइड्स* (*Tamarix ericoids*), *डाओस्कोरिया कोम्पोजिटा* (*Dioscorea Composita*) में भ्रूणों को जन्म देते पाया गया है। (चित्र 5.14)।



चित्र 5.14: सहायकोशिका बहुभ्रूणता A: आर्जिमोन *मेक्सिकाना* B: *टैमेरिक्स एरिकॉइड्स* C: *जाओसकोरिया कोम्पोजिटा*

सहायकोशिका भ्रूण भ्रूणकोष में युग्मजी भ्रूण के साथ-साथ वृद्धि करता है। *नैजंस मेजर (Najas major)* में सहायकोशिका और अंडकोशिका दोनों का निषेचन होता है। इस तरह बनने वाले भ्रूण एक दूसरे से मिलते-जुलते होते हैं। सहाय कोशिका का निषेचन भ्रूणकोष में अतिरिक्त पराग नली के प्रवेश के कारण होता है। कभी-कभार अनिषेचित सहाय कोशिका भी उद्दीपित हो विभाजन करती है और एक भ्रूणनुमा संरचना बनाती है। कालांतर में सिर्फ युग्मज भ्रूण ही परिपक्वता प्राप्त कर पाता है। अगुणित या द्विगुणित सहाय-कोशिका भ्रूण नष्ट हो जाता है।

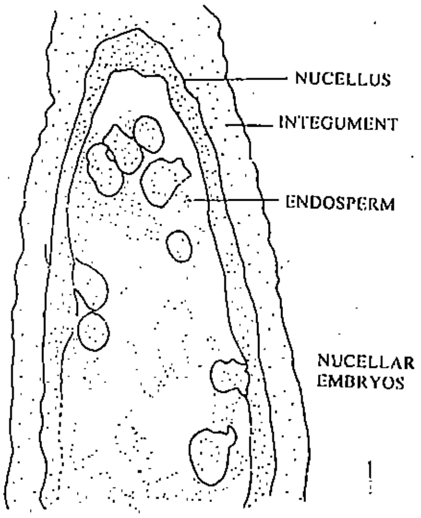
ii) युग्मनजी या निलंबक बहुभ्रूणता (Zygotic or Suspensor Polyembryony) युग्मनज द्वारा निर्मित गोलाकारी या तंतुमय प्राक्भ्रूण की शिखाग्र कोशिकाओं के विदलन से बीज में दो या दो से अधिक भ्रूण बन जाते हैं। उदाहरण *कोकस न्यूसिफेरा (Cocos nucifera)* और *प्रिम्यूला ऑरिक्यूलेटा (Primulla auriculata)* इस प्रकार की बहुभ्रूणता ऑर्किडों में भी आम पाई जाती है। चित्र 5.15A में *यूलोफिया एपिडेन्ड्रेसीआ (Eulophia epidendracea)* में युग्मनज से उत्पन्न कोशिकाओं के एक समूह को दिखाया गया है, जो तीन सुस्पष्ट प्राक्भ्रूणों में विकसित हुआ है। चित्र 5.15B में एक भ्रूण को गोलाकारी प्राक्भ्रूण से मुकुलन करते देखा जा सकता है। *जाइगोफाइलम फैबेगो (Zygophyllum fabago)* (चित्र 5.15C) और ऐकेन्थेसी के कई सदस्यों में तरूण प्राक्भ्रूण के एक पक्तिक निलंबक से कलिकाएं या नवभ्रूण निकलते हैं। प्राक्भ्रूणीय या निलंबक कोशिकाओं से उत्पन्न होने वाले बहुल भ्रूण द्विगुणित होते हैं।



चित्र 5.15: युग्मजी या निलंबक बहुभ्रूणता। A. युग्मनजी ने कोशिकाओं के एक ऐसे समूह को जन्म दिया है जिनमें से तीन विभाजित होकर स्वतंत्र भ्रूण बना लेती हैं। B. एक गोलाकारी प्राक्भ्रूण से भ्रूण का मुकुलन। C. भ्रूणीय कलिका युक्त प्राक्भ्रूण जो एकपंक्तिक निलंबक से जन्म लेती है।

5.10.3 बीजांडकायी बहुभ्रूणता (Nucellar Polyembryony)

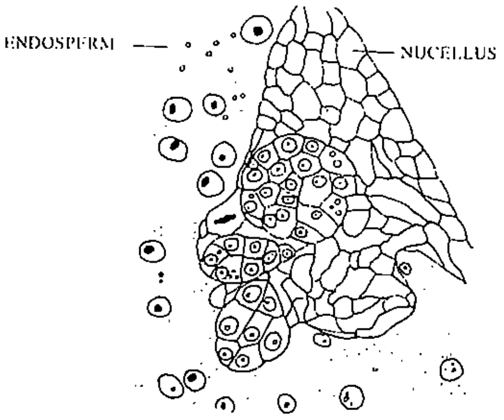
रूटेसी, ऐनाकार्डिएसी, कैक्टेसी, मिर्टेसी और ऑर्किडेसी कुलों के सदस्यों में बीजांडकायी बहुभ्रूणता (Nucellar polyebryony) की एक सुस्पष्ट प्रवृत्ति देखने में आती है। *सिट्रस माइक्रोकार्पा (Citrus microcarpa)* में बीजांडवृंतीय भाग में स्थित कुछ-खास बीजांडकायी कोशिकाएं अपने सघनतर जीवद्रव्य और बड़े केन्द्रकों के कारण सुस्पष्ट बन जाती हैं। ये कोशिकाएं बारंबार विभाजित हो भ्रूणीय संरचनाएं बनाती हैं जो भ्रूणकोष में प्रेक्षित रहती हैं। भ्रूणकोष में 9-21 बीजांडकायी प्राक्भ्रूण पाए जाते हैं (चित्र 5.16) जिसमें कि द्विनिषेचन से बनने वाला एक सामान्य युग्मनजी प्राक्भ्रूण और एक भ्रूणपोष पाया जाता है। बीजांडकायी या अपस्थानिक भ्रूण द्विबीजपत्री भ्रूणों में पूर्ण विभेदन करने से पहले गोलाकारी, हृदयाकारी और टॉरपिडो-आकारी अवस्थाओं से गुजरते हैं।



चित्र 5.16: बीजांडकायी बहुभ्रूणता

सिट्रस की विभिन्न जातियों के बीजांडकायी भ्रूणों का उद्यान कृषि में बड़ा महत्व है क्योंकि ये जिन पादपकों को जन्म देते हैं वे मातृ पादप की प्ररोह कलमों की तुलना में अधिक प्रबल, विषाणु मुक्त और एक सुविकसित मूसला जड़ तंत्र युक्त होते हैं। इसके अलावा इनसे प्राप्त होने वाली नवोद्भिद् प्रौध बीजों से मिलने वाली पौध की तुलना में अधिक समरूप पाई जाती है।

मैन्जीफेरा इंडिका (Mangifera indica) यानी आम में बहुभ्रूणीय बीजों में कोई 50 भ्रूण तक पाए जाते हैं। ये भ्रूण बीजांडद्वारी भाग में स्थित बीजांडकायी कोशिकाओं से उत्पन्न होते हैं और भ्रूणकोष में वृद्धि करते हैं (चित्र 5.17)। युग्मनजी भ्रूण भी मौजूद हो तब इसे आकारिकीय दृष्टि से बीजांडकायी भ्रूणों से अलग कर पाना कठिन हो जाता है। ऐसी किस्मों को जो अपस्थानिक भ्रूण बनाती हैं उन बीजों के द्वारा प्रवर्धित प्रसारित किया जा सकता है जिनसे ऐसी पौधों का जन्म होता है जो पितृ स्टॉक की ... ही समान गुणवत्ता के होते हैं।



चित्र 5.17: अपस्थानिक प्राकभ्रूण

5.11 बहुभ्रूणों के उपयोग

बहुभ्रूणता को जन्म देने वाले बुनियादी कारकों को हालांकि पूरी तरह से समझा नहीं गया है फिर भी अधिसंख्य-भ्रूणों के दोहन में रूचि में कोई कमी नहीं रही है। बीज के अंदर पाये जाने वाले बहुल भ्रूण अगुणित, द्विगुणित या त्रिगुणित होते हैं। अगुणित पौधों को उनके समयुग्मजी रूपों को प्राप्त करनें में प्रयोग किया जा सकता है। ऐसा गुणसूत्र पूरक को एक बहुगुणक कर्मक (polyploidising agent) के द्वारा द्विभवन किया जा सकता है। इस तरह के अगुणितों और द्वि-अगुणितों या समयुग्मजी द्विगुणितों की फसल की उन्नत् किस्मों और संकरों के प्रजनन में भारी उपयोगिता है। अपस्थानिक भ्रूण कृषि और बागवानी में उपयोगी हैं क्योंकि ये आनुवंशिकतः एकरूप और प्रायः रोगमुक्त पाए जाते हैं।

बहुभ्रूणता की उपयोगिता को देखते हुए इसे उन पौधों में कृत्रिम रूप से प्रेरित करने के अनेक प्रयास किए गए हैं, जो सामान्यतया बहुभ्रूणीग नहीं होते या जिनमें यह परिघटना सिर्फ कभी-कभार ही पाई जाती है। बहुभ्रूणता के प्रेरण के लिये अक्सर वातावरणीय कारक जिम्मेदार होते हैं। मगर पादप वृद्धि कारकों (PGRs) के अनुप्रयोग से बहुभ्रूणता के प्रेरण में सफलता नहीं मिल पाई है।

पिछले तीन दशकों से ऊतक संवर्धन प्रौधोगिकी बड़ी सफल रही है जिसमें वांछित ऊतक या अंग को उच्छेदित कर उसे निर्जर्मित परिस्थितियों में पोषण माध्यम में उपजाया जाता है। यह कृषि और बागवानी के महत्व के अनेक प्रकार के पौधों के कायिक या जनन भागों से प्राप्त पादपकों के बड़े पैमाने पर प्रसार में सहायक रही है। बीजांडकाय के द्विगुणित ऊतकों, भ्रूण या अगुणित लघु बीजाणुओं और त्रिगुणित भ्रूणपोष से भी अब पादपक प्राप्त किए जा सकते हैं। ऊतक संवर्धन विधि-के व्यापक अनुप्रयोगों के चलते ही फसली पौधों में बहुभ्रूणता के प्रेरण में वैज्ञानिकों की रूचि घट गई है।

बोध प्रश्न 4

प्रत्येक वाक्य का सही अर्थ समझाने के लिए खाली स्थानों को भरिए:

क) बीज में एक से अधिक भ्रूणों के निर्माण को .... कहते हैं।

ख) अलैंगिक भ्रूण .... के व्यवधान के बिना बनते हैं।

ग) *आर्जिमोन मेक्सिकाना* में अतिरिक्त भ्रूण .... से उत्पन्न हो सकते हैं।

घ) विदलन बहुभ्रूणता .... कुल की विशिष्टता है।

ङ) भ्रूणों के निर्माण के लिए नियत बीजांडकायी कोशिकाओं में सघनतर जीवद्रव्य और ...... केन्द्रक पाए जाते हैं।

च) अपस्थानिक भ्रूणों से उत्पन्न पादपक कायिक कलमों से .... जड़ तंत्र में श्रेष्ठतर होते हैं।

5.12 सारांश

- आपने इस इकाई में पढ़ा कि युग्मज भ्रूण को जन्म देता है। युग्मज विश्रांति काल के दौर से गुजरता है जिसके दौरान यह सिकुड़ता है, अपने चारो ओर एक पूर्ण भित्ति का विकास कर लेता है और ध्रुवित बन जाता है। विभाजन से पहले इसमें उपापचय क्रियाशीलता की उच्च दर पाई जाती है।
- युग्मनज सदा अनुप्रस्थ विभाजन करता है। इसके अपवाद विरले ही मिलते हैं। आधारी कोशिका के व्युत्पन्न प्रायः निलंबक बनाते हैं और शिखाग्र कोशिका के व्युत्पन्न परिपक्व भ्रूण के विभिन्न हिस्सों की रचना करते हैं। चार कोशिकी प्राक्भ्रूण रेखीय या-टी- आकारी होता है।

- युग्मज में होने वाले पहले दो विभाजनों तल और संतति कोशिकाओं के विभिन्न भ्रूण भागों के निर्माण में सापेक्षिक योगदान के आधार पर भ्रूणोद्‌भवन के छः प्रकार पाए गए हैं – पाइपरीड, ओनेग्रीड, ऐस्टरीड, सोलनीड, कैरियोफिलीड और चिनोपॉडी प्ररूप।
- अष्टक की कोशिकाओं में होने वाले स्पर्शरेखीय विभाजनों से तीन भिन्न और स्पष्ट परतों में ऊतकजनीय स्तरीकरण होता है। ये हैं –डर्मेटोजन, परिचर्म और रंभजन।
- विभिन्न अंगों के पूर्ववर्ती बीजपत्र हैं। गोलाकारी भ्रूण में होने वाला सबसे पहला परिवर्तन बीजपत्रों का संमारंभन है। इसके बाद विकास की गोलाकार अवस्था के पश्चात बीजपत्राधर, स्तंभ शीर्ष और मूल सिरा में परिपक्वता के दौरान- संगठित भ्रूण में स्पष्ट हो जाते हैं।
- प्राक्भ्रूण अपना पोषण निलंबक से प्राप्त करता है। पश्च अवस्था में भ्रूण अपना पोषण भ्रूणपोष से लेता है।
- पौधों के कुछ खास समूहों में निलंबक तरह-तरह के रूपांतरणों से गुजरता है, खासकर ऐसे पौधों में जिनमें भ्रूणपोष नहीं पाया जाता। ये रूपांतर भ्रूण के पोषण के लिए निलंबक को भोजन पदार्थो के अवशोषण और परिवहन का प्रभावशाली माध्यम बनाते हैं।
- बीज में एक से अधिक भ्रूण पाए जा सकते हैं। बहुभ्रूणता सहायकोशिकाओं या युग्मजी भ्रूण के विदलन से पैदा होती है। अपस्थानिक भ्रूण बीजांडकीय या अध्यावरणी कोशिकाओं के प्रचुरोद्‌भवन से भी बन सकते हैं। बीजांडकायी भ्रूण बागवानी (उद्यानकृषि) के महत्व के हैं क्योंकि वे जनक की तरह वास्तविक और अनेक गुणों से संपन्न रहते हैं।

5.13 अंत में कुछ प्रश्न

1) युग्मक-संलयन (syngamy) के फलस्वरूप अंडे में होने वाले परिसंरचना परिवर्तनों को सूचिबद्ध कीजिए।

....

....

....

....

2) किस आधार पर भ्रूणोद्‌भव को इसके प्रमुख प्रकारों में बांटा गया है।

....

....

....

....

3) *कैप्सेला* के 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण में उल्टा -T- आकारी संरूपण होता है। इससे आगे होने वाले विकास के बारे में बताइए जिससे एक परिपक्व द्विबीजपत्री भ्रूण का निर्माण होता है।

....

....

....

....

....

....

....

....

4) द्विबीजपत्री भ्रूण और एकबीजपत्री भ्रूण के विकास में पाए जाने वाले भेदों पर रोशनी डालिए।

5) पूर्णतः संगठित एक द्विबीजपत्री भ्रूण के क्या-क्या भाग होते हैं? उनकी नियति बताइए।

6) निलंबक की कुछ विशेषताएं बताइए, जिससे यह पोषक तत्वों के अवशोषण और उन्हें भ्रूण तक पहुंचाने के लिए एक उपयुक्त साधन बन जाता है।

7) निलंबक के कुछ रूपांतरों के बारे में बताइए।

....

....

....

भ्रूण के पोषण में भ्रूणपोष की क्या भूमिका है?

....

....

....

....

....

....

बहुभ्रूणता किसे कहते हैं? पुष्प पौधों में पाई जाने वाली महत्वपूर्ण प्रकार की बहुभ्रूणता के बारे में लिखिए।

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

धान कृषि या बागवानी में बहुभ्रूणता के अनुप्रयोगों का उल्लेख कीजिए।

....

....

....

....

....

....

उत्तर

1

ख) सही, ग) गलत, घ) सही, ङ) गलत

2

ख) ✓ ग) ✓ घ) × ङ) ×

3

ख) × ग) × घ) ✓ ङ) ✓

बोध प्रश्न 4

क) बहुभ्रूणता	ख) निषेचन	ग) सहाय कोशिका	घ) ऑर्किडेसी
ङ) बड़ा	च) मूसला

अंत में कुछ प्रश्नों के उत्तर

1) निषेचित अंडे या युग्मज में एक पूर्णकोशिका भित्ति बनती है। जीवद्रव्य अधिक ध्रुवित जाता है। जीवद्रव्य कोशिकांगों की सघनता में वृद्धि हो जाती है। इकाई के अनुभाग को देखो।

2) भ्रूणोद्भव के छः प्रकारों की पहचानः

   i) युग्मज और 2- कोशिकी प्राक्भ्रूण कोशिकाओं के विभाजन के तल और

   ii) 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण के व्युत्पन्नों के निलंबक और भ्रूण के भागों की रचना में सापेक्षिक योगदान के आधार पर की गई है।

3) उल्टे T- आकार वाले 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण में, दोनों अंतस्थ कोशिकाएं एक खड़ी भित्ति द्वारा विभाजित होकर एक चतुष्क बनाती हैं। अब ये चतुष्क कोशिकाएं अनुप्रस्थ विभाजन कर एक अष्टक बनाती हैं। अष्टक की निचली चार कोशिकाओं के व्युत्पन्न स्तंभ शीर्ष और बीजपत्रों को जन्म देती हैं जबकि ऊपरी चार कोशिकाओं से व्युत्पन्न कोशिकाएं बीजपत्राधर बनाती हैं। *Ci* के व्युत्पन्न और 4- कोशिकी प्राक्भ्रूण की मध्यवर्ती कोशिका *m* अलग हुई कुछेक कोशिकाएं विभाजन कर 6-10 निलंबक कोशिकाओं की एक पंक्ति बनाती हैं। *m* से व्युत्पन्न सबसे निचली कोशिका अधः स्फीतिका या हाइपोफाइसिस (hypophysis) कहा जाता है। यह अनुप्रस्थ विभाजन कर मूल वल्कुट मूल आच्छद व अधिचर्म के पूर्ववर्तियों को जन्म देती है।

4) प्राक्भ्रूण का आरंभिक विकास एकबीजपत्री और द्विबीजपत्री दोनों में ही समान होता मगर इससे आगे के विकास में एकबीजपत्री में अंतस्थ कोशिका और उसके व्युत्पन्नों एक भाग में वृद्धि मंद पड़ जाती है। दूसरे भाग के व्युत्पन्न द्रुत गति से वृद्धि कर बीजपत्र बनाते हैं। फलतः अंतस्थ कोशिका से उत्पन्न होने वाले स्तंभ शीर्ष पार्श्व स्थिति में पाया जाता है।

   लक्ष्मणन् (1972) के अनुसार, एनेरीलिडेसी और पोटोमोगेटोनेसी में प्राक्भ्रूण के अंतस्थ चतुष्क की दो निकटवर्ती कोशिकाएं, इरिडेसी में चतुष्क की तीन कोशिकाएं और फिलिड्रेसी में किसी एक कोशिका के कुछेक व्युत्पन्नों को छोड़ सभी चारों कोशिकाएं बीजपत्र के निर्माण में योगदान देती हैं। चतुष्क का शेष भाग या कोशिकाएं स्तंभ शीर्ष को बनाती हैं।

5) द्विबीजपत्री भ्रूण में एक भ्रूण अक्ष होता है जिसमें दो बीजपत्र होते हैं। यह फैल कर पादप की पर्णनुमा संरचनाओं के एक जोड़े को जन्म देता है। बीजपत्र के स्तर से ऊपर वाले भ्रूण अक्ष के भाग को बीजपत्रोपरिक (epicotyl) कहते हैं। नीचे का बेलनाकार बीजपत्राधर कहलाता है। यह दूसरे छोर पर मूलांकुर या मूलशीर्ष पर समाप्त होता एक सुस्पष्ट मूल आच्छद से ढका होता है।

6) निलंबक की आशयी बीजांडद्वारी कोशिका में अंतरण कोशिका की तरह की संरचना जाती हैं। अलग-अलग निलंबक कोशिकाओं को पृथक करती कोशिका भित्तियों में जीवद्रव्य तंतुक संबंधन पाए जाते हैं निलंबक के जीवद्रव्य में सुविकसित अंतर्द्रव्यी जालिका और राइबोसोम-माइटोकॉन्ड्रिया और जालिका उच्च सघनता में पाए जाते निलंबक कोशिका केन्द्रकों में उच्च बहुगुणिता देखने को मिलती है। ये विशिष्टताएं निलंबक को बीजांड ऊतकों से पोषकतत्वों के अवशोषण और उन्हें भ्रूण तक पहुंचाने का एक सर्वाधिक उपयुक्त साधन बनाती हैं।

7. ***पाइसम सैटाइवम*** में, निलंबक चार बड़ी, बहुकेन्द्रकीय कोशिकाओं का बना रहता है *सिटिसस लैबर्नम* में निलंबक की कोशिकाएं अंगूर के गुच्छे की तरह पुजित पाई जाती फैबेसी में इस प्रकार के रूपांतरित निलंबकों को स्वभाव से चषकांगी माना जा...

ऑर्किडेसी में निलंबक इतने प्रकार का हो सकता है:

i) एक-कोशिकी आशयी (जैसे *वांडा* में)

ii) शाखित, तंतुमयी (जैसे *ओफ्रिस* में)

iii) अंगूरों के गुच्छे की तरह (जैसे *एपीडेन्ड्रम* में)

iv) भ्रूण के ऊपरी अर्धभाग को घेरे अंगुली-नुमा आठ प्रवर्धों के रूप में (*वांडा* में)

v) कोशिकाओं के अनियमित पिंड के रूप में जिनमें से कुछेक बीजांडद्वारी कोशिकाएं दीर्घन कर नलिकाकार प्रवर्ध बनाती हैं (जैसे *सिम्बीडियम* में)।

रूबीएसी, फ्यूमरिएसी, क्रैसुलेसी और ट्रोपीओलेसी में भी निलंबक कोशिकाएं आक्रामक चूषकांगों का निर्माण करती हैं जो वृद्धि कर बीजांड के ऊतक में पहुंच जाते हैं।

बीजांडवृंतीय संवहन आपूर्ति से प्राप्त भोजन पदार्थ भ्रूणपोष द्वारा बीजांड ऊतकों से अवशोषित कर भ्रूण की वृद्धि विकास के लिए उस तक पहुंचा दिए जाते हैं। कुछ खास पौधों में भ्रूणपोष का उपभोग इस विकास के दौरान पूरी तरह से कर लिया जाता है। मगर कई दूसरे पौधों में भ्रूण के पूरी तरह से वृद्धि कर लेने के बाद भी भ्रूणपोष स्टार्च, लिपिड या प्रोटीन के रूप में भारी मात्रा में भोजन पदार्थ संचित किए रहता है। बीज अंकुरण के दौरान भ्रूण इसी संचित भोजन का उपयोग करता है।

बीज में एक से अधिक भ्रूणों की उपस्थिति को बहुभ्रूणता कहते हैं। अगर एक ही भ्रूणकोश में अतिरिक्त भ्रूण बनते हैं तो इसे सरल बहुभ्रूणता कहते हैं और अगर अतिरिक्त भ्रूण बीजांड में एक से अधिक भ्रूणकोषों में बनते हैं तो उसे बहुल बहुभ्रूणता कहते हैं। लैंगिक बहुभ्रूणता में भ्रूण निषेचित अंडे या सहायकोशिका से (जैसे *नैजस*), या केनिलंबक के (जैसे *डिप्टेराकेन्थस*) या युग्मजी भ्रूण जो प्राक्भ्रूणीय कोशिकाओं के (जैसे *यूलोफिया*) मुकुलन या विदलन से उत्पन्न होते हैं। अलैंगिक भ्रूण भ्रूणकोष में निषेचन के बिना ही बन जाते हैं। साधारणतया बहुल भ्रूणों का विकास द्विगुणित बीजांडकाय (जैसे *सिट्रस* और *मैन्गीफेरा*) या बीजांड की अध्यावरणी कोशिकाओं से भी होता है। इन भ्रूणों को अपस्थानिक भ्रूण कहा जाता है।

बहुलभ्रूण अगुणित या द्विगुणित हो सकते हैं। यह इस पर निर्भर है कि वे अनिषेचित युग्मकोद्भिद् कोशिका जैसे सहाय कोशिका या अंडे से उत्पन्न होते हैं या फिर बीजांडकाय या अध्यावरण जैसे बीजाणु उद्भिद् ऊतक से। इससे प्राप्त अगुणित, द्वि-गुणित और समयुग्मजी द्विगुणित, फसल की उन्नत किस्मों के प्रजनन में भारी उपयोगी हैं। समस्थानिक भ्रूण बागवानी (उद्यान कृषि में उपयोगी हैं क्योंकि वे एकरूप और रोगमुक्त पादप को जन्म देते हैं।

इकाई 6 बीज और फल

इकाई की रूपरेखा पृष्ठ सं

6.1 प्रस्तावना 134

उद्देश्य

6.2 बीज 135

बीज के भाग

बीज का विकास कैसे होता है

6.3 बीज उपांग 141

बीजचोल

बीजचोलक

प्रच्छद

पंख और रोम

6.4 संचित उपापचयज 144

6.5 फल का विकास 146

पुटक

कैरिऑप्सिस

शिंब

बेरी

अष्ठिल

6.6 बीजों का प्रकीर्णन 151

स्वप्रकीर्णन

वायु प्रकीर्णन

जल प्रकीर्णन

प्राणि प्रकीर्णन

6.7 अनिषेकफलन 154

6.8 जरायुजता 155

6.9 सारांश 156

6.10 अंत में कुछ प्रश्न 157

6.11 उत्तर 159

6.1 प्रस्तावना

पुष्पी पौधों में लैंगिक जनन के लिए दो प्रक्रम जरूरी हैं: परागण और निषेचन। इनके बारे में आपने इकाई 3 में पढ़ लिया है। द्विनिषेचन के बाद युग्मज भ्रूण में विकसित होता है। प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक में विभाजन होता है और इससे बनने वाले केन्द्रक और आगे प्रचुरोद्भवन करते हैं और अंत में पोषण ऊतक यानी भ्रूणपोष बनाते हैं (इकाई 4)। इसी बीच बीजांड में परिवर्तनों का एक सिलसिला चलता है, जिससे यह तरूण बीजाणु-उद्भिद् का एक रक्षी पात्र में रूपांतरित हो जाता है। (इकाई 5)। इस इकाई में बीज और फल के विकास के विभिन्न पहलुओं का अध्ययन करेंगे। बीज जनन की वह इकाई है, जिसमें भ्रूण और सामान्यतया भोजन युक्त भ्रूणपोष होता है जो बीजांड के अध्यावरणों से व्युत्पन्न एक बीज आवरण में बंद रहता है। परागण से शुरू होकर अंडाशय को फल के निर्माण के लिए सक्रियित बनाया जाता है यही फल विकासशील बीजों को परिबद्ध किए रहता है। फल और बीज तरूण बीजाणु-उद्भिद् की रक्षा और पोषण ही नहीं करते बल्कि उसके प्रकीर्णन का काम भी करते हैं। अनेक पौधों के बीज लंबे समय तक मिट्टी में जीवनक्षम

रहते हैं। उनमें प्रसुप्ति का एक निश्चित काल भी देखने में आता है। इससे उनका अंकुरण परिस्थितियों (खासकर तापमान और नमी) के अनुकूल बन जाने पर सुनिश्चित हो जाता है। संयोगवश फल भित्ति और बीज में संचित भोजन मानव वन्य और पालतू जंतुओं, जीवाणुओं और कवकों के पोषण का भी एक मुख्य स्रोत है।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ लेने के बाद आप '

- बीज की संरचना और उसका विकास किस तरह होता है यह समझा सकें;
- प्रभावी प्रकीर्णन के लिए बीज संरचना में होने वाले रूपांतरों का वर्णन कर सकें;
- बीज अंकुरण और पौद स्थापना के दौरान तरूण बीजाणुउद्भिद् के पोषण के लिए बीज में संचित भोज्य पदार्थों की प्रकृति को समझ पाएं;
- अंडाशय के फल में विकास के दौरान होने वाले परिवर्तनों को जान सकें;
- फलों के विभिन्न प्रकारों में वर्गीकृत कर सकें;
- केले जैसे कुछेक फल बीजों के बिना कैसे बनते हैं यह विस्तार से बता पाएं;
- अपेक्षतया विरल मगर रोचक परिघटना जरायुजता के बारे में बता पाएं, जिसमें कि जनक पादप से परिबद्ध और सहलग्न अवस्था में ही बीज का स्वस्थान में अंकुरण होता है।

6.2 बीज

बीज एक परिपक्व बीजांड हैं जो एक भ्रूण पादप, संचित भोजन पदार्थ (जो भ्रूणपोष, दीर्घस्थायी बीजांडकाय या भ्रूण में ही होता है) और एक या दो अध्यावरणों से निर्मित एक बीज आवरण को घेरे रहता है। मोटे तौर पर बीज छोटे, एकबीजीय सूखे फलों (जैसे गेहूँ या जौ के दाने जो असल में फल भित्ति और बीज आवरण के संलयन से बनते हैं) या दूसरे प्रकीर्णांगों (disseminules) को भी कहा जाता है (प्रकीर्णांग फलों में सहपत्र (bracts) पुष्पक्रम (inflorescence) या कंद और पत्रप्रकलिकाएं जैसी कायिक संरचनाएं सहलग्न पाई जाती हैं)।

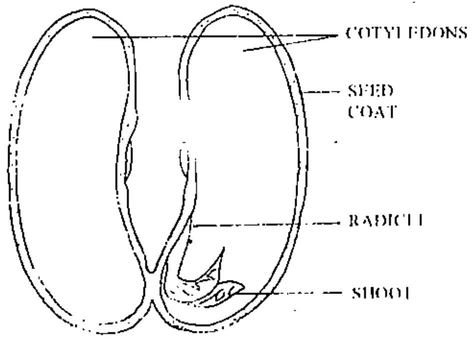
बीज की आकृति, रूपाकार, रंग और सतह में अनगिनत विविधताएं पाई जाती हैं। अधिकांश ऑर्किडों में धूल के कणों की तरह के सूक्ष्म बीज पाए जाते हैं। अधिकांश पुष्पी पौधों के बीजों का व्यास बस कुछेक मिलिमीटर पाया जाता है (जैसे सरसों, अमरूद और पोश्त)। या यह ज्यादा से ज्यादा एक सेंटीमीटर तक लंबे होते हैं (जैसे कैस्टर, ककड़ी और मूंगफली)। कुछ उष्णकटिबंधी वृक्षों और कठताओं में बहुत बड़े बीज पाए जाते हैं। दोहरे नारियल वृक्ष *लोडोइसिया माल्डिविका* में 10 सेन्टीमीटर बड़े और लगभग 6 किलो तक वजन वाले विशाल द्विपालिक बीज पाए जाते हैं।

बीज पृष्ठ या सतह चिकनी, झुर्रीदार, धारीदार, अस्थिमय, खांचेदार हो सकती है या उसमें नाना प्रकार के पैटर्न पाए जाते हैं। सतह चमकदार (जैसे अलसी और कैस्टर में), गूदेदार या पल्पयुक्त *(मैग्नोलिया में)* या रोमों से आच्छादित हो सकती है (जैसे कपास में)

6.2.1 बीज के भाग

बीज फल से एक वृंत द्वारा लग्न होता है जिसे बीजांडवृंत (funicle) कहते हैं। बीज के समांतर चलता और निभाग में समाप्त होने वाला बीजांडवृंत का दीघर्न रेफी (raphe) कहलाता है (चित्र 6.1)। संचित भोजन पदार्थों के लिए अंतर्प्रवाह बीजांडवृंतीय संवहन आपूर्ति उत्तरदायी होती है।

बीज जब बीजांडवृंत से अलग होते हैं तो उसके लग्न स्थल पर एक दाग रह जाता है जिसे नाभिका (hilum) कहते हैं।

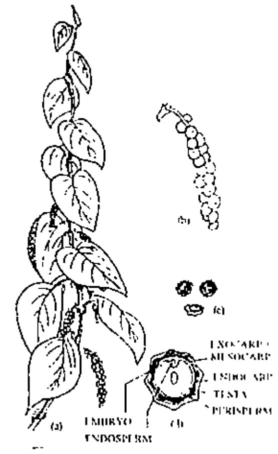


चित्र 6.1: बीजों में साधारणतया पाए जाने वाले विभिन्न भाग

6.2.2 बीज का विकास कैसे होता है

भ्रूण और भ्रूणपोष के विकास के साथ ही बीजांड, अध्यावरणों और बीजांडकाय में भी कुछ खास परिवर्तन होते हैं जिनके फलस्वरूप परिपक्व बीज का निर्माण होता है। इन सामान्य परिवर्तनों के बारे में कुछेक उदाहरणों की सहायता से बताया जा रहा है।

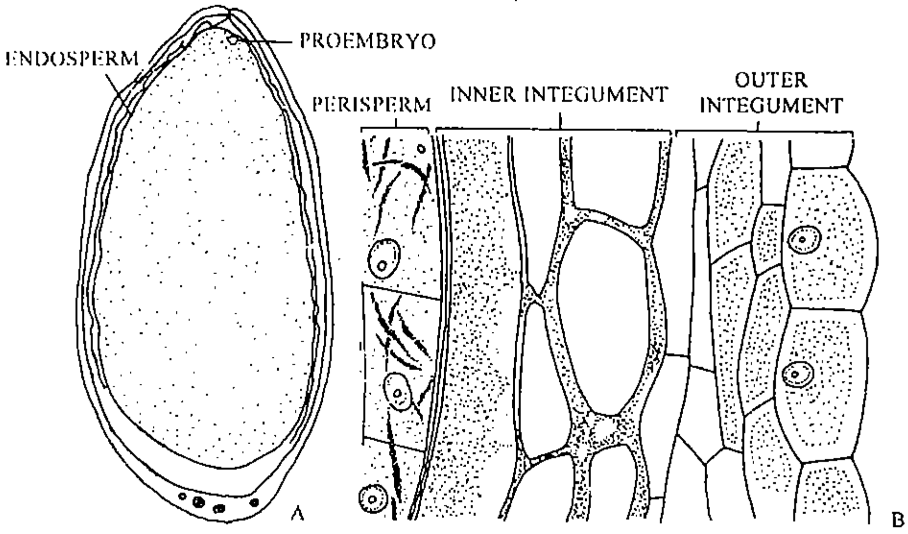
बीजांडकाय अधिकांश पुष्पी पौधों में बीजांडकाय का उपयोग धीरे-धीरे भ्रूणपोष या भ्रूण द्वारा कर लिया जाता है। उदाहरण के लिए, शिंबी बीजों में बीजांडकाय पूरी तरह से समाप्त हो जाता है। कभी कभार बीजांडकाय की बीजांडद्वार (एपीस्टेस) और निभाग (हाइपोस्टेस) के करीब की कोशिकाएं लंबे समय तक जीवित रहती हैं और परिपक्व बीज तक में दीर्घस्थायी पाई जाती हैं। जैसा की *यूफोर्बिया* में देखा जाता है। काली मिर्च के फल में अधिकांश आयतन दीर्घस्थायी बीजांडकाय से घिरा रहता है (चित्र 6.2)। यह मुख्य खाद्य संचय ऊतक भी है, क्योंकि इसमें भ्रूणपोष नहीं के बराबर रहता है। बीज में इस तरह के दीर्घस्थायी बीजांडकाय को परिभ्रूणपोष (perisperm) कहते हैं। *डैफ्नीफाइलम हिमालयेंसिस* में काफी मात्रा में भ्रूणपोष होता है जो परिभ्रूणपोष से घिरा रहता है। परिभ्रूणपोष की विशेषता यह है कि इसमें तैल बूंद और प्रोटीन के क्रिस्टल तक पाए जाते हैं (चित्र 6.3)।



चित्र 6.2: काली मिर्च. A. *पाइपर नाइग्रम* की फलती शाख B. एक लोलकी सघन स्पाइका C. संपूर्ण और टूटे फल D. अनुदैर्ध्य जगह में बीज युक्त फल।

अध्यावरण बीजांड में प्रायः एक या दो अध्यावरण पाए जाते हैं। निषेचन के बाद शुरू में एक या दोनों ही अध्यावरणों में कोशिका परतों में प्रचुरोद्भवन हो सकता है। ऐसा अध्यावरण जिसमें कोशिका परतों में वृद्धि होती है, उसे गुणनात्मक अध्यावरण कहते हैं। अध्यावरण में मौजूद कोशिका परतों की संख्या परिपक्व बीजांड की तरह अगर वही बनी रहती है तो उस अध्यावरण को अगुणनात्मक कहा जाता है। विकल्पतः आरंभिक अवस्था में ही कोशिकाओं के विसंगठन का एक प्रक्रम शुरू हो सकता है। दोनों ही स्थितियों में बीज जैसे-जैसे परिपक्व होता है अधिकांश

कोशिका परतों में अपह्रास हो जाता है और वे संपीडित हो जाती हैं। मगर इसके साथ-साथ एक या दोनों अध्यावरणों में कुछ खास कोशिका परतें दीर्घस्थायी बनी रहती हैं और कठोर होकर एक रक्षी आच्छद बनाती हैं। यह रक्षी परत अक्सर अपनतिक (बीज पृष्ठ के लंबवत्) तल में वृद्धि करती हैं और इनकी भित्तियाँ लिग्निनयुक्त और क्यूटिनीकृत बन जाती हैं। अभिलाक्षणिक परत अगर मौजूद हो तो उसे दृढ़कृत (sclerotic) यांत्रिक, खंभ (palisade) या मैलपीगी स्तर (Malpighian layer) कहते हैं कुछ बीज जीववैज्ञानिक खंभनुमा कोशिकाओं को स्थूलस्केलेरीड (macro sclerid) स्तर कहना पसंद करते हैं।

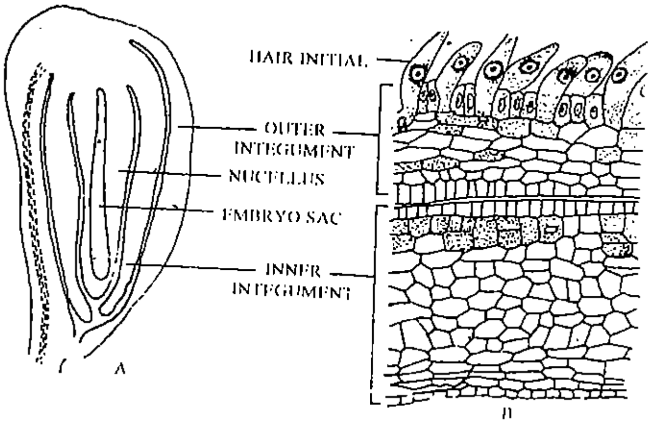


चित्र 6.3: *डैफ्नीफिलम* का भ्रूणपोष और बीज आवरण। A. गोलाकार प्राक्भ्रूण अवस्था में बीज की अनुदैर्ध्य काट। B. टेगमेन या प्रवार में दृढ़ीभवन (sclerefication) और परिभ्रूणपोष में क्रिस्टलीन प्रोटीन संचय को दिखाने के लिए काट का परिवर्धन।

एक द्विप्रवारी (bitegmic) बीजांड से विकसित होने वाले बीज में, बाहरी दीर्घस्थायी अध्यावरण को *बीज चोल* (Testa) और भीतरी अध्यावरण को ***प्रवार*** या ***टेग्मेन*** (Iegmen) कहते हैं। एकप्रवारी बीजांडों से विकसित होने वाले बीजों में बीज आवरण को भी कभी-कभी बीज चोल कहते हैं। अभिलाक्षणिक बीज चोल वाले बीजों को बीज चोलीय और सुस्पष्ट प्रवार युक्त बीजों को प्रवारी (tegmic) कहा जाता है। उन बीजों को, जिनमें बाह्य अध्यावरण का बाहरी भाग यांत्रिक स्तर को बनाता है उन्हें बाह्य बीजचोली (exotestal) कहते हैं। कठोरीकृत आंतरक भाग वाले बीजों को अंतःबीजचोलीय (endotestal) कहा जाता है। इसी प्रकार आंतरिक अध्यावरण के दृढ़ीकृत खंड में रूपांतरित बाहरी भाग वाले बीजों बाह्यप्रवारी (exotegmic) और रक्षी आच्छद बनाने वाली आंतरिक परतों युक्त बीजों को अंतः प्रवारी (endotegmic) कहा जाता है। कुछ पौधों में, जिनमें फल भित्ति कठोर होती है, बीज आवरण पतला और कोमल पाया जाता है (जैसे बादाम और नारियल में)।

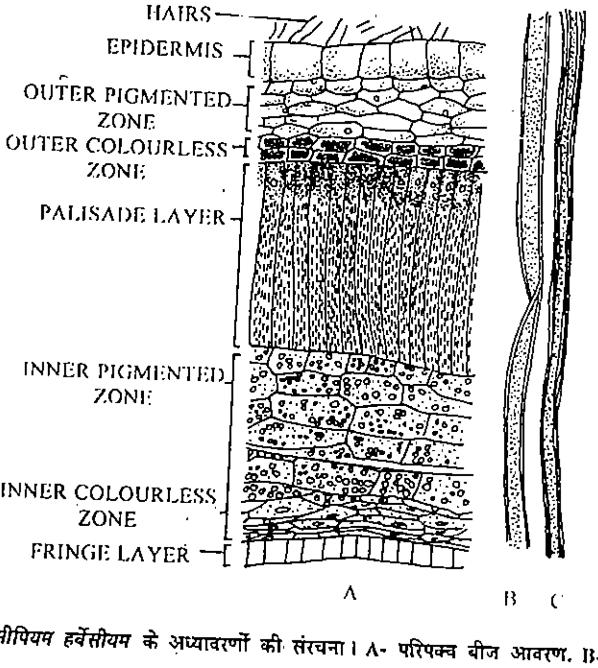
जिन ऊतकीय परिवर्तनों के फलस्वरूप बीज आवरण का निर्माण होता है उनका अध्ययन हम कपास, तरबूज, सरसों और सेम के उदाहरणों की सहायता से कर सकते हैं।

कपास (*गॉसीपियम* जाति) में, बीजांड में दो अध्यावरण पाए जाते हैं (चित्र 6.4)। बीज आवरण की रचना में ये दोनों ही अध्यावरण हिस्सा लेते हैं। परिपक्व भ्रूणकोष अवस्था में बाह्य



चित्र 6.4: *गॉसीपियम हर्बेसीयम* के बीज आवरण का परिवर्धन A: परिपक्व भ्रूणकोश सहित बीजांड की अनुदैर्ध्य काट B: परागण के 2—3 दिन के बाद बीजांड के अध्यावरण का भाग

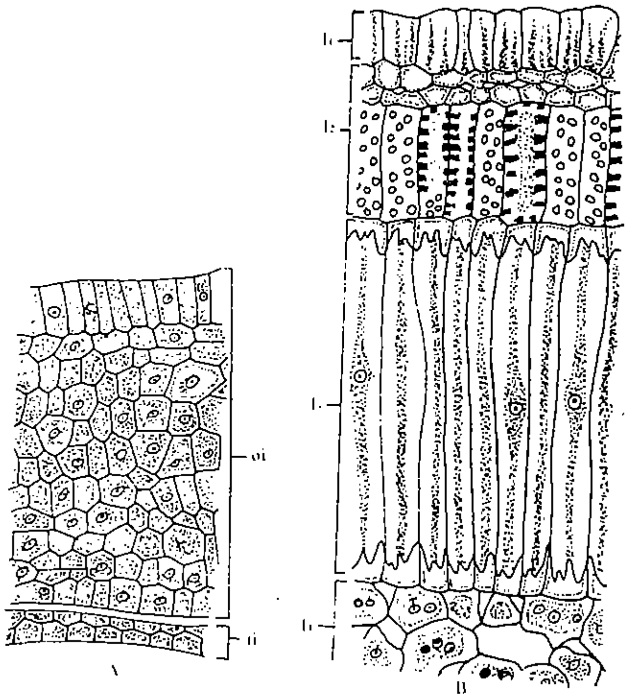
अध्यावरण 4-6 कोशिका मोटा और भीतरी अध्यावरण 8-15 कोशिका मोटा होता है। भीतरी अध्यावरण गुणनात्मक होती है। परागण के छः दिन बाद बाह्य अध्यावरण को तीन सुस्पष्ट खंडों में बांटा जा सकता है (चित्र 6.5) । ये हैं i) बाह्य त्वचा ii) 2.5 स्तरीय बाहरी वर्णांकित खंड जिसमें कुछ टैनिन और स्टार्च से भरी कोशिकाएं पाई जाती हैं। iii) आंतरिक बाह्यत्वचा। आंतरिक अध्यावरण में, बाह्यत्वचा की कोशिकाएं अरीय दीर्घन करने लगती हैं। ये बाह्यत्वचा की कोशिकाएं अपने मूलाकार से कई गुना वृद्धि कर लेती हैं और इनकी भित्तियां मोटी या स्थूल बन जाती हैं (चित्र 6.5)। यही परत परिपक्व बीज आवरण के दृढ़ीकृत स्तर को बनाती है। परिपक्व बीज में आंतरिक अध्यावरण में चार खंड पाए जाते हैं: बाह्य खंभ स्तर; 4-5 परतों का एक वर्णांकित खंड;



चित्र 6.5: *गॉसीपियम हर्बेसीयम* के अध्यावरणों की संरचना। A- परिपक्व बीज आवरण, B-A लिंट रोम। C-A फज़ रोम।

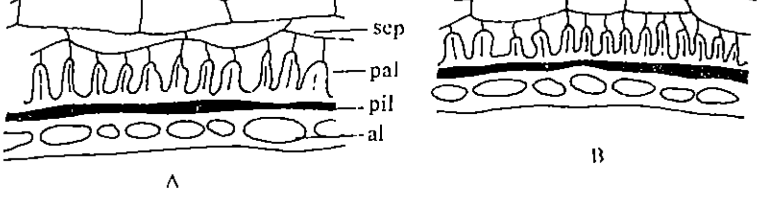
9 या 10 परतों का एक आंतरिक रंगहीन खंड और आंतरिक बाह्यत्वचा। इस प्रकार परिपक्व बीज आवरण में सात अलग-अलग खंड पाए जाते हैं जिनकी रचना दोनों अध्यावरण करते हैं।कपास में बीज आवरण विकास के दौरान बाह्य अध्यावरण में बाहरी बाह्यत्वचा की कुछ कोशिकाएं वर्धन करती हैं और फिर बाहर की ओर दीर्घन कर रोम बनाती हैं। ये रोम जिन्हें कि रूई के या कपास के रूप में बेचा जाता है, एक कोशिकी, पतली भित्ति युक्त होते हैं और 40 मिमी. तक का आकार ले लेते हैं। लिंट रोम लंबे और अभिलक्षिण रूप से घुमावदार जबकि फज़ (Fuzz) रोम छोटे और बिना घुमाव के होते हैं।

कद्दू वर्ग कुकुरबिटेसी में बीजांड द्विप्रावरी तो होते हैं मगर सिर्फ बाह्य अध्यावरण ही बीज आवरण की रचना करता है। *लुफा* जाति में परिपक्व भ्रूणकोष अवस्था में बाह्य अध्यावरण 10-15 स्तर मोटा और आंतरिक अध्यावरण 2 या 3 स्तरीय होता है। (चित्र 6.6)। बीज के विकास के दौरान आंतरिक अध्यावरण में अपक्षय हो जाता है। बाह्य अध्यावरण की बाहरी बाह्यत्वचा की कोशिकाएं अरीय दीर्घन करती है और उनकी अरीय भित्तियों पर दंड-नुमा स्थूलनों का विकास हो जाता है (चित्र 6.6 देखिए)। बाह्यत्वचा के नीचे लघु गर्तमय कोशिकाओं की कुछेक परतें पाई जाती हैं। इस खंड की सबसे भीतरी परतें अरीय दीर्घित कोशिकाओं की बनी होती हैं। इसके बाद बड़ी, अरीय दीर्घित और अस्थिनुमा कोशिकाओं की एक अकेली परत स्थित होती है जो खंभ या यांत्रिक स्तर बनाती है। खंभ स्तर के अंदर या स्पंजी मृदूतक (spongy parenchyma) का भाग स्थित होता है जिसमें पतली भित्तियां और अंतराकोशिक वायु अवकाश (inter cellular air spaces) पाए जाते हैं।



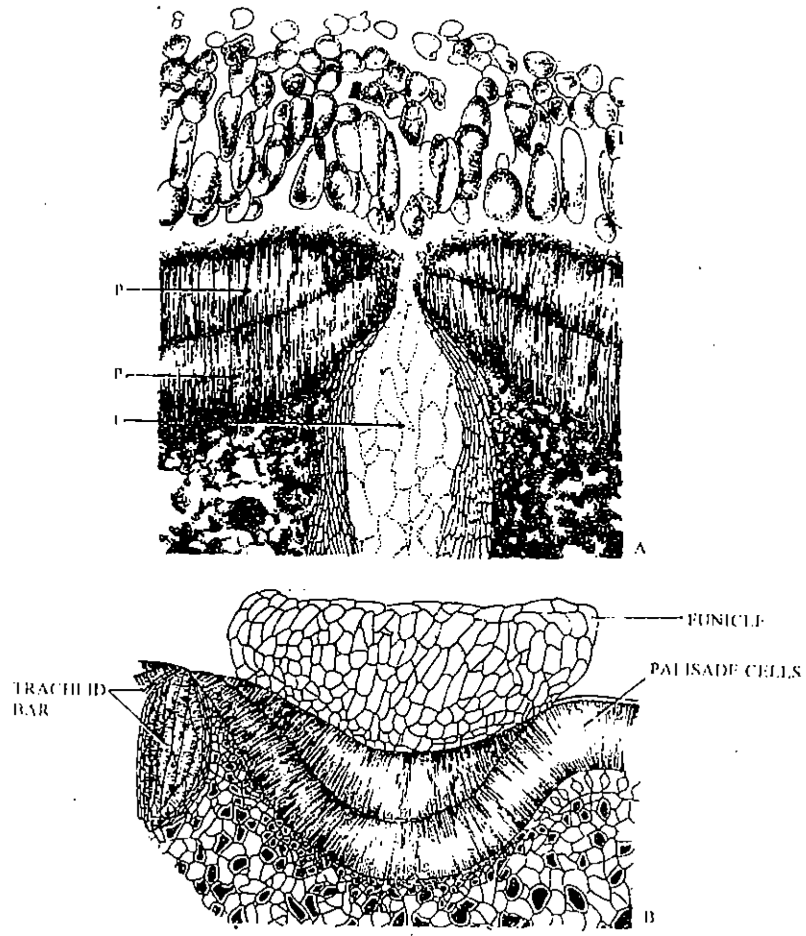
चित्र 6.6: लुफा में बीज आवरण का विकास। आंतरिक अध्यावरण; I_1 बाह्यत्वचा I_2 अधस्त्वचा; I_3 दृढ़ोतकी स्तर I_4 वायुतक A. *लुफा हर्मेफ्रोडिटा* में निषेचन से पहले अध्यावरणों की अनुदैर्ध्य काट। B. *लुफा ग्रेविओलेंस* में परिपक्व बीज आवरण की अनुदैर्ध्य काट का एक हिस्सा; हरित ऊतकी खंड को चित्र में नहीं दिखाया गया है।

सरसों *ब्रैसीका कैम्पेस्ट्रिस* में बाह्य अध्यावरण में कोशिकाओं की 2–5 परतें और आंतरिक अध्यावरण में 10 परतें तक पाई जाती हैं। बाह्य अध्यावरण में बाहरी बाह्यत्वचा की कोशिकाएं बड़ी बन जाती हैं और उनमें श्लेष्मक भर जाता है (चित्र 6.7)। उपाधिचर्मी स्तर में स्पर्श रेखीय दीर्घित कोशिकाएं पाई जाती हैं, जो धीरे-धीरे दब जाती हैं। बाह्य अध्यावरण की भीतरी बाह्यत्वचा पर दृढ़ स्तर बनाती है। आंतरिक अध्यावरण, आंतरिक बाह्यत्वचा को छोड़, विलुप्त हो जाता है। आंतरिक बाह्यत्वचा एक वर्णकित परत की रचना करती है।



चित्र 6.7: *ब्रैसीका* जाति के बीज चोल की अनुप्रस्थ काट। ep- अधिचर्म, sep- उपाधिचर्म, pal- खंभ, pil- वर्णकित स्तर; al- ऐल्यूरोन।

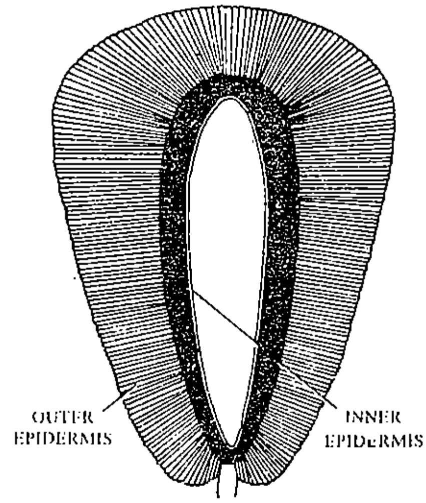
फेसिओलस लुनेटस जैसे शिंबी बीजों में भी बीज आवरण बाह्य अध्यावरण से व्युत्पन्न होता है जबकि आंतरिक अध्यावरण का ह्रास हो जाता है। बीज चोल की बाह्यत्वचा खंभ स्तर की रचना करती है (चित्र 6.8)। इसकी कोशिकाओं में एक विशिष्ट प्रकाश रेखा पाई जाती है जो बाह्य भित्तियों के मध्य या समीप स्पर्श रेखा में चलती है। यह प्रकाश रेखा बाह्यत्वचीय भित्तियों के निश्चित भाग में गहन अपवर्तन का फल है। परिवर्ती अपवर्तन भित्ति स्थूलन को बनाने वाले तंतुकों (fibrils) के अभिविन्यास के कारण होता है। कोशिकाओं की उपाधिचर्मी परत आवर ग्लास या कीप नुमा कोशिकाओं में विभेदित होती है। इसके नीचे पतली-भित्ति वाले मृदूतकी खंड होता है जिसमें संवहन बंडल (vascular bundle) पाए जाते हैं। इस ऊतक के बाहरी हिस्से में सुविकसित अंतराकोशिक अंतराल पाए जाते हैं।



चित्र 6.8: *फेसिओलस औरिअस* की नाभिक से होती हुई माध्य अनुदैर्ध्य काट। A- नाभिक खंड का फोटोग्राफ. B- बीजांडवृंतीय खंड का चित्रात्मक निरूपण।

शिंबी बीजों के नाभिका खंड में एक असाधारण संगठन देखने में आता है। बीजांडवृंत का संलगन स्थल एक डिस्कनुमा संरचना बनाता है जो नाभिका के गर्त में फिट बैठ जाती है। बीजांडवृंत के मुंडक कोशिकाओं की बाहरी परत भी एक खंभ स्तर बनाती है जिसे प्रतिखंभ स्तर (Counter palisade layer) कहते हैं। यह बीज-चोल के खंभ स्तर से सहलग्न रहता है (चित्र 6.8)। खंभ और प्रतिखंभ दोनों के मध्य में एक संकीर्ण खांचा होता है। यह खांचा पकते हुए बीज के लिए एक वायु मार्ग का काम करता है। इस खांचे से वाहिनियों का एक समूह बीज में जाता है जिसे वाहिनी दंड (tracheid bar) कहते हैं। इस दंड के दोनों ओर वायूतक (arenchyma) पाया जाता है। बीज चोल जल अपारगम्य होता है इसलिए यह वाहिनी दंड के पकने और अंकुरण के दौरान नमी के अवशोषण के लिए आर्द्रताग्राही वाल्व (hygroscopic valve) का काम करता है।

कुछ खास पौधों का बीज आवरण गूदेदार या रसीला होता है। उदाहरण के लिए *(प्यूनिका ग्रैनैटम)* में बीज चोल की बाह्य त्वचा की कोशिकाएं आकार में वर्धन करती हैं और उनमें एक मीठा रस भर जाता है। यह भारी स्फीति दाब (Turgor Pressure) के कारण होता है। यह परत बीज के खाने योग्य रसीले भाग की रचना करती है (चित्र 6.9)। बीज चोल का भीतरी हिस्सा कठोर और प्रवार झिल्लीदार होता है। *मैग्नोलिया* जाति में आंतरिक अध्यावरण कठोर छिलका बनाता है जबकि बाह्य अध्यावरण गूदेदार और चटक रंग वाला होता है। पल्प और गूदेदार बीज चोल को ***मांसल*** चोल (sarcotesta) कहते हैं।



चित्र 6.9: *प्यूनिका ग्रैनेटम* (अनार) के बीज की अनुदैर्ध्य काट। बीज चोल की बाह्यत्वचा में अरीय दीर्घित कोशिकाएं पाई जाती हैं। यही कोशिकाएं बीज के गूदेदार भाग को बनाती हैं। ठोस वाला भाग बाह्य अध्यावरण का भीतरी भाग है और यह दृढ़ोतक का बना रहता है।

बोध प्रश्न 1

बताइए कि निम्न कथन सही हैं या गलत। स अथवा ग अपने उत्तर सामने दिए गए कोष्ठकों में लिखिए:

क) पुष्पी पौधों के बीज सदा एक फल में पारिबद्ध पाए जाते हैं। ( )

ख) बीजांड का बीजांडद्वार बीज में नाभिका के रूप में प्रदर्शित होता है। ( )

ग) एक वास्तविक बीज बीजांड से बनता है और यह निषेचन या उसके बिना बने भ्रूण को परिबद्ध किए रहता है। ( )

घ) अधिकांश बीजों में बीजांडकाय पोषक ऊतक की रचना करता है। ( )

ङ) बीजावरण की मैलपीजी-परत में अरीय दीर्घित कोशिकाएं होती हैं जिनकी भित्तियां मोटी और लिग्निन या क्यूटिन से अंतर्भरित रहती हैं। ( )

च) कपास का बीज बाह्य प्रवारी होता है। ( )

छ) शिंबी बीज अंतः बीजचोलीय होता है। ( )

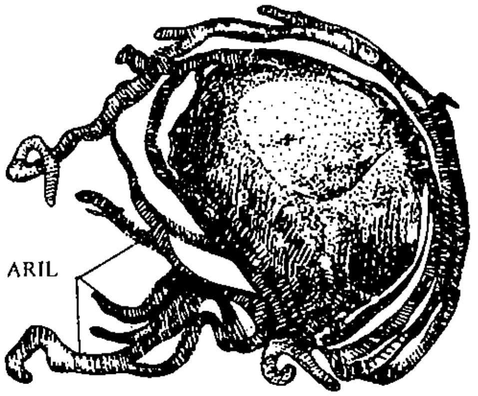
6.3 बीज उपांग

कुछ खास पौधों के बीजों में विशिष्टीकृत उद्वर्ध-या आवरण पाए जाते हैं। ये संरचनाएं निषेचन के बाद बीजांड या बीजांडवृंत से विकसित होती हैं। इकाई के इस भाग में आप बीज के कुछ उपांगों (seed appendages) की उत्पत्ति और उनकी संरचना के बारे में जानेंगे। पाठ में आगे आप और जानेंगे कि ये बीज उपांग किस तरह से बीज प्रकीर्णन में सहायक हैं।

6.3.1 बीज चोल (Aril)

यह एक ऐसा उद्वर्ध है जो बीजांडवृंत से या बीजचोल (testa) से रैफी के समीप उत्पन्न होता है। यह बीज को अंशतः या पूर्णतः ढकता है। इसे अक्सर वृतीय अध्यावरण कहा जाता है। यह प्रायः मांसल या चटक रंग लिए होता है। लिची नामक फल का खाने योग्य भाग बीजचोल (aril) होता है जो भूरे रंग के कठोर बीज आवरण को ढके रहता है। *मिरिस्टीका फ्रैग्रेंस* में कठोर बीज (जिसे जायफल के नाम से जाना जाता है)। एक पतली, अनियमित चटक नारंगी बीजचोल से ढका रहता है। इससे हमें जावित्री नामक कीमती मसाला मिलता है। *पिथेसेलोबियम डुल्से* (*Pithecellobium dulce*) नाम के शिंब वृक्ष के बीज में लाल रंग का एक मांसल बीजचोल पाया जाता है जो बीज को अंशतः घेरे रहता है। *क्रोसोसोमा कैलिफोर्निकम* (*Crossosoma californicum*) में बीज को दोनों ओर से एक झालरदार बीजचोल (fimbriate aril) घेरे रखता है (चित्र 6.10)।। बीजचोल की कोशिकाओं में तेल, स्टार्च, शर्करा, वर्णक और ऐरोमा या सौरभ युक्त यौगिक पाए जाते हैं।

उपांग मुख्यतः पक्षियों को आकर्षित करने का काम करता है जो बीजचोल को खाकर बीजों को इधर-उधर फैलाने में सहायक होते हैं। श्वेत जल लिली *निम्फिया ऐल्बा* (*Nymphaea alba*) के बीजों में स्पंजी बीजचोल होता है जो जलद्वारा बीज के प्रकीर्णन के लिए उत्पलावकता प्रदान करता है या उन्हें तरणशील बनाता है।



चित्र 6.10: *क्रोसोसोमा कैलीफोर्निकम* का परिपक्व बीज जो एक झालरदार बीजचोल से घिरा रहता है।

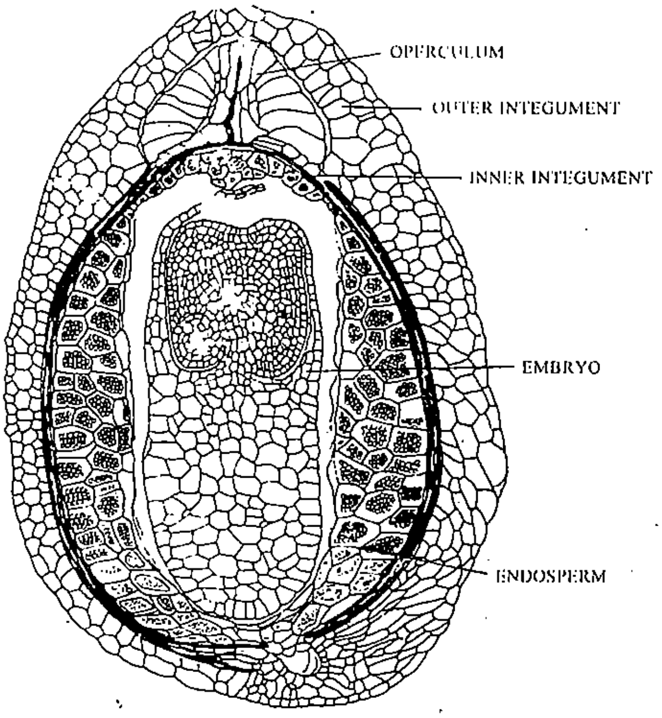
6.3.2 बीजचोलक या कैरंकल (Caruncle)

यह एक सफेद कॉलर-नुमा संरचना है जो यूफोर्बिएसी के अनेक सदस्यों, जैसे *रिसिनस कोम्यूनिस* (*Ricinus communis*) यानी कैस्टर (अंडी), में बीज के बीजांडकायी सिरे पर पाई जाती है। कठोर बीज को आच्छद करने वाला यह मृदूल उद्वर्ध बाह्य अध्यावरण के सिरे पर स्थित कोशिकाओं के प्रचुरोद्भवन से बनता है। यह स्टार्च और शर्कराओं से भरपूर होता है। फल के धमाके से फटने पर बीज कुछेक फुट दूर तक बिखर जाते हैं। बीजों के इस प्रकार के स्फुटन को गन-शॉट क्रियाविधि कहते हैं। माना जाता है कि टियां बीजचोलक को खाती हैं और इस प्रक्रम में बीजों को और दूर तक पहुंचा देती हैं। बीजचोलक को आर्द्रताग्राही माना जाता है, जो बीज अंकुरण के लिए नमी के अवशोषण में सहायक है।

6.3.4 प्राच्छद (Operculum)

यह एक प्लग-नुमा संरचना है। इसका निर्माण बीज के बीजांडकायी भाग में आंतरिक अध्यावरण के शीर्ष पर स्थित कोशिकाओं के या बीजांडकाय के प्रचुरोद्भवन से होता है। अनेक एकबीजपत्री कुलों जैसे कॉमेलिनेसी, म्यूसेसी, लेम्नेसी और जिंजिबेरेसी और कुछेक द्विबीजपत्री कुलों जैसे बिग्नोनिएसी और निम्फीएसी के बीजों पर प्राच्छद पाया जाता है। *लेम्ना पौसीकोस्टा* में, आंतरिक अध्यावरण के शीर्ष पर स्थित कोशिकाओं में निषेचन के बाद भारी विस्तार होता

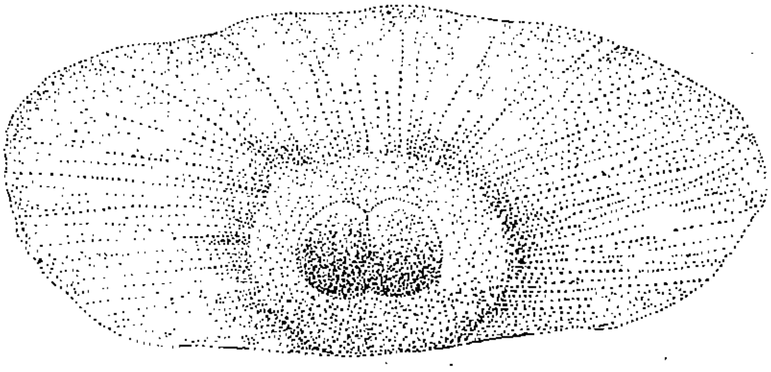
है। इसके फलस्वरूप एक गुंबदाकार, डाटनुमा प्राच्छद बनता है (चित्र 6.11)। प्राच्छद की कोशिकाएं स्थूल भित्तीय और उनमें नारंगी-लाल रंग का एक पदार्थ पाया जाता है। बीज के अंकुरण के दौरान प्राच्छद बीज से विलग हो जाता है और भ्रूण के निर्गमन को आसान बनाता है।



चित्र 6.11: *लेमना पौसीकोस्टा* के परिपक्व बीज की अनुदैर्ध्य काट। बीजांडद्वारी सिरे पर एक सुस्पष्ट प्राच्छद देखा जा सकता है (माहेश्वरी और कपिल, 1964, के अनुसार)।

6.3.4 पंख और रोम

कुछ खास पौधों के बीजों में बाह्यत्वचीय उद्वर्ध पाए जाते हैं। या स्वयं अध्यावरण वलन और प्रवर्धों की रचना करते हैं जो पंख-नुमा दिखाई देते हैं। *ओरोज़ालॉन (Oroxylon)* जाति के वृक्ष में द्विपालि बीज के चारों ओर एक पतला, पारदर्शी सफेद, वृत्ताकार या अंडाकार डिस्क-नुमा पंख फैला रहता है (चित्र 6.12)। कुकुरबिटा *जैनोनिया मैक्रोकार्पा* के बीज में 10 सेमी तक के पंख होते हैं। सहिजन *मोरिंगा ओलीफेरा* के पौधे के बीज में तीन समांतराली पंख पाए जाते हैं। बीज के पंख इष्टतम शक्ति और अल्पतम पदार्थ सहित बड़ी पृष्ठ क्षेत्रफल प्रदान करते हैं। बहुत सारे पंखदार बीज आश्चर्यजनक रूप से एक ही फल में सुसंबद्ध तरीके से व्यवस्थित हो सकते हैं। फल से मुक्त होने पर पंख बीज को कुछ दूरी तक उड़ने, तैरने या फिरकने में मदद करते हैं।



चित्र 6.12: *ओजोज़ालॉन* का पंखदार बीज

क्या आपने कभी हवा में तैरती उन लघु संरचनाओं को देखा है, जिनमें चमकीले सफेद रोम पाए जाते हैं, खासकर गर्मी की शुरूआत में। ये वो बीज हैं जो रोमों की सहायता से लंबी दूरियों तक विचरण करते हैं। *कैलोट्रोपिस प्रोसीरा* (*Calatropis procera*) मिल्कवीड के बीजों के एक सिरे पर रोमों का गुच्छा होता है (चित्र 6.13)। ऐपोसायनेसी कुल की *ऐडिनियम* (*Adenium*) जाति के बीजों के दोनों सिरों पर रोम पाए जाते हैं। कपास और पॉपलर में समूची बीज आवरण तह पर रोम होते हैं। रोम बीज को एक बड़ा पृष्ठ क्षेत्रफल उसके भार में संगत वृद्धि किए बिना प्रदान कर हैं। इस तरह ये उनके हवा द्वारा प्रकीर्णन में सहायक रहते हैं। *निम्फोइडेस* जाति जैसे कुछ जलीय पौधों में बाल रोम वायु से भरे पाए जाते हैं और बीजों को तैरने और दूरदराज तक फैलने के लिए उत्प्लावकता प्रदान करते हैं।

चित्र 6.13: *कैलट्रोपिस* का परिपक्व और स्फुटित फल जिसमें एक सिर पर रोमयुक्त बीज देखे जा सकते हैं।

बोध प्रश्न 2

बीज उपांगों पर नीचे कुछ अधूरे कथन दिए गए हैं। खाली स्थानों में उचित शब्द लिखकर उन्हें पूरा कीजिए।

क) लिची का मीठा खाने योग भाग जिसका हम आनंद लेते हैं .... है। ( )

ख) बीजचोलक .... द्वारा बीज प्रकीर्णन करता है। ( )

ग) बीजचोल (aril) को .... कहते हैं। ( )

घ) सहिजन के फल में बीज .... पंख वाला होता है। ( )

ङ) प्राच्छद .... या .... के शीर्ष पर स्थित कोशिकाओं के प्रचुरोद्भवन द्वारा बनता है। ( )

च) .... और .... ऐसे दो पादप कुल हैं जिनके सदस्यों में बीज रोम पाए जाते हैं। ( )

छ) ओरोक्सीलॉन में प्रकीर्णन के लिए बीज में एक .... होता है। ( )

ज) .... कुल के अनेक सदस्यों में बीजचोल युक्त बीज पाए जाते हैं। ( )

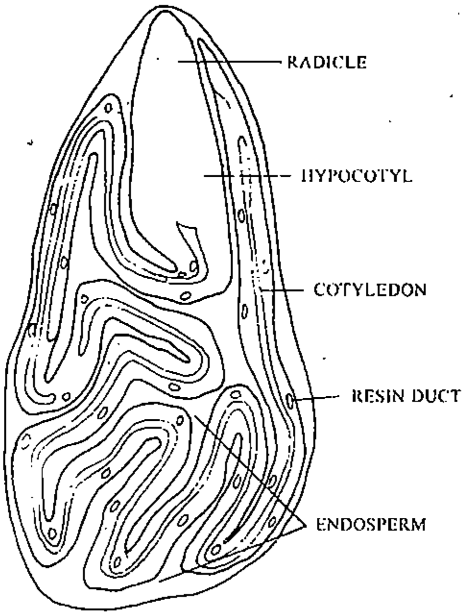
6.4 संचित उपापचयज

अधिकांश बीजों में भोजन भ्रूणपोष की कोशिकाओं में संचित रहता है। उदाहरण के लिए गेहूँ, नारियल और अन्डी में भ्रूणपोषी में ही अधिकांश भोजन संचित रहता है। विकास और बीज-

अंकुरण के दौरान भ्रूण इसी भ्रूणपोष में संचित भोजन का उपभोग करता है। इस खंड की इकाई 4 में आप पढ़ ही चुके हैं कि भ्रूणपोष प्रायः एक त्रिगुणित ऊतक होता है। यह नर युग्मक (जो परागनली द्वारा लाया जाता है) और भ्रूणकोष की मध्य कोशिका के दो ध्रुव केन्द्रकों के संलयन उत्पाद से व्युत्पन्न होता है। भ्रूण को भ्रूणपोष चारों ओर से घेरे रहता है और भ्रूण के पौधे में अंकुरित होकर प्रकाश-संश्लेषण आरंभ कर लेने और स्वपोषी बनने तक उसके पोषण के लिए पर्याप्त होता है।

कुछ बीजों में पोषण ऊतक का एक दूसरा स्थल परिभ्रूण पोष होता है, जोकि दीर्घस्थायी बीजांडकाय का ही रूप है। बीजांडकाय कुछ एकबीजपत्री कुलों जैसे जिंजिबेरेसी (हल्दी और अदरक जिसके सदस्य हैं) और कुछेक द्विबीजपत्री कुलों जैसे पाइपरेसी (काली मिर्च) और निम्फीएसी (कमल) में पाया जाता है। *कैना* में बीजांड की निभागी कोशिका बारंबार विभाजन कर एक स्टार्चयुक्त ऊतक बनाती है जिसे निभागी भ्रूणपोष कहते हैं। परिपक्व बीज जिनमें दीर्घस्थाई भ्रूणपोष अथवा परिभ्रूणपोष होता है उन्हें ऐल्बुमिनी और जिन बीजों में ये नहीं पाये जाते उन्हें अऐल्बुमिनी बीज कहते हैं।

परिपक्व शिंबी बीजों में भ्रूणपोष नहीं होता है मटर, चना (चिक पी), मूंगफली और सभी दालों में भ्रूणों के बड़े-बड़े बीजपत्रों द्वारा ही भोजन के संचय का कार्य किया जाता है। कपास के बीज में बड़े-बड़े खन्डों और परतों वाले बीजपत्रों में पोषकों का भंडारण होता है।



चित्र 6.14: कपास के बीज की लम्बवत् काट जिसमें भ्रूण बीजपत्रों की अनेक जटिल परतों की बीज दिखाई दे रहा है। गहरे रंग के बिन्दु ग्रन्थियाँ को प्रदर्शित करते हैं।

अंकुरित होते हुये बीज में भ्रूण को संचित भोजन के इस्तेमाल में लाने में क्रान्तिक रूप से आवश्यकता होती है इसके लिये भ्रूण को एक पूर्वगामी कार्बन स्रोत की और एक ऊर्जा स्त्रोत की आवश्यकता होती है जिससे जटिल यौगिक के पूर्वगामीयों का निर्माण हो सके। ऊर्जा केवल कार्बोहाइड्रेट से ही नहीं वरन् संचित वसा से भी प्राप्त होती है। तेल की प्रतिशतता सूर्यमुखी में शुष्क भार का 30% तक, अन्डी और मूंगफली में शुष्क भार 50% और नारियल एवं तेल वाले पाम (oil palm) में इससे भी ज्यादा होता है। कार्बोहाइड्रेट भ्रूणपोष की दिवारों में भी संचित होती है (खजूर एवं काफी के बीजों में) बीजपत्रों में (जैसे गुलमेंहदी और नस्टर्शियम में) संचित रहते हैं। भ्रूणपोष की कोशिकाओं में अधिकतर स्टार्च के कण पाए जाते हैं। अनाज के दानों जैसे गेहूँ और चावल में 70-80% स्टार्च, होता है जो मुख्यतः भ्रूणपोष में पाया जाता है। सेमों की बीजपत्री कोशिकाओं में 50% स्टार्च होता है।

बीजों को अक्सर स्टार्च प्ररूप (अनाज) या तैल प्ररूप (अंडी, अलसी) में बांटा जाता है। मगर लगभग सभी बीजों में इसके अलावा संचित प्रोटीन पाए जाते हैं जो तरुण पौधे को तब-तक

नाइट्रोजन योगिकों की आपूर्ति करते हैं जब-तक कि वह खुद जड़ों की मदद से नाइट्रोजन का अवशोषण करने योग्य नहीं बन जाता। प्रोटीन संचय अंकुरण के समय स्टार्च के पाचन के लिए आवश्यक एंजाइमों के द्रुत संश्लेषण के लिए भी जरूरी हैं। संचय प्रोटीन विविक्त प्रोटीन पिंडों के रूप में पाए जाते हैं जिन्हें अक्सर एल्यूरोन कण कहा जाता है। इन कणों में कुछ लवण भी होते हैं। खासकर सोयाबीन के बीज प्रोटीन में भरपूर पाए जाते हैं। मगर कुछ अन्य, जैसे अनाज के दानों में ये भ्रूणपोष की विशिष्टीकृत बाह्य परत में संकेन्द्रित रहते हैं जिसे एल्यूरोन स्तर कहा जाता है। एल्यूरोन प्रोटीन पिंड बीज अंकुरण के दौरान भ्रूण द्वारा स्त्रावित जिबेरेलिनों द्वारा सक्रिय हो जाते हैं। इसके फलस्वरूप α- ऐमिलेस एंजाइम पैदा होता है। यह एंजाइम शेष भ्रूणपोष में मौजूद स्टार्च का पाचन करता है।। दानेदार शिंब या फलियाँ संचित प्रोटीनों से भरपूर रहती हैं। उदाहरण के लिए मूंगफली में 25% और सोयाबीन में लगभग 40% प्रोटीन होता है।

बोध प्रश्न 3

बताइए कि निम्न कथन गलत हैं या सही। सामने दिए गए कोष्ठकों में सही के (स) या गलत (ग) लिखिए

क) अधिकांश बीजों में भ्रूणपोष पोषक तत्वों का मुख्य संचय होता है। ( )

ख) शिंबी बीजों में सुविकसित परिभ्रूणपोष पाया जाता है। ( )

ग) अंडी के बीज ऐल्बुमिनहीन रहते हैं। ( )

घ) बीज में भोजन संचय प्रसुप्ति की अवस्था को पार करने के लिए होता है। ( )

ङ) प्रोटीन सिर्फ उन्हीं बीजों में पाए जाते हैं जिनमें स्टार्च और लिपिड नहीं हो। ( )

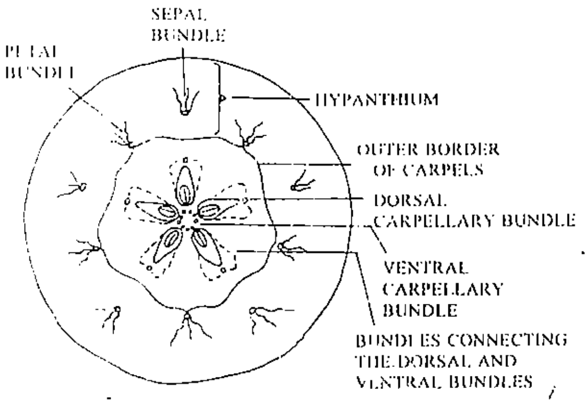
च) गेहूँ व जौ के दानों में प्रोटीन मुख्यतः भ्रूणपोष की सबसे बाह्य परत की कोशिकाओं में रहता है जिसे ऐल्यूरोन स्तर कहते हैं। ( )

छ) बीज अंकुरण के दौरान स्टार्च का पाचन करने वाले एंजाइम बीज में ही बनते हैं। ( )

6.5 फल का विकास

बीज के विकास के साथ-साथ अंडाशय एक फल में रूपांतरित हो जाता है। फल बीज का बचाव करता है और उनके मोचन या अंकुरण में सहायक रहता है। आदिम कुलों में, जैसे मैग्नोलिएसी, में पौधे पर ही फल फट जाता है और बीज स्वयं प्रकीर्णन की इकाई बन जाता है। मगर अधिकांश पुष्पी पौधों में प्रकीर्णन का प्रकार्य अंशतः फल में स्थानांतरित कर दिया जाता है।

एक वास्तविक फल अंडप से विशेषकर उसके बीजांड से विकसित होता है। बहरहाल अनेक तथाकथित फलों में, अंडाशय के अलावा अंग या ऊतक बीजके निर्माण और प्रकीर्णन में भाग लेते हैं। फल के निर्माण में योगदान करने वाले सहायक पादप अंगों या ऊतकों के उदाहरण कई हैं। फ्रैगेरिया जाति यानी स्ट्राबेरी (हिसालू) में पुष्प धानी विस्तार कर फल के मांसल खाने योग्य भाग का निर्माण करती है। *पाइरस मैलस* यानी सेब में पुष्पांगों द्वारा निर्मित पुष्प नली और अधःस्थ अंडाशय के चारों ओर की धानी मिलकर फल के अधिकांश भाग की रचना करते हैं (चित्र 6.15)। इन दोनों उदाहरणों में खाद्य फल अंडपी और सहायक ऊतकों का उत्पाद है। दूसरी ओर कटहल (*आर्टोकार्पस इंटेग्रीफोलिया*) में परिदलपुंज और अनानास (*ऐनानास कोमॉसस*) में सहपत्र, जो पुष्पांगों को घेरे रहते हैं, वे प्रचुरोद्भवन कर फल के निर्माण में योगदान करते हैं। पुष्प क्रम में ये पुष्पांग पुष्प को घेरे रहते हैं। जहाँ जायांग के अलावा दूसरे पुष्पांग फल के निर्माण में हिस्सा लेते हैं ऐसे फल को अवास्तविक फल या आभासी फलिका (Pseudocarp) कहते हैं।



चित्र 6.15: *पाइरस मैलस* (सेब) के फल की अनुप्रस्थ काट।

ाविक फल की भित्ति को फलभित्ति (pericarp) कहते हैं। परिपक्व फलभित्ति बहुधा तीन ष्ट खंडो की बनी रहती है। उदाहरणतया, आम में छिलका बाह्य फलभित्ति (exocarp or :arp) है , गूदेदार और रसीला मध्य भाग मध्यफलभित्ति (mesocarp) है। भीतरी कवच या ी की रचना अंतः फलभित्ति (endocarp) करती है।

ान्न पौधों के फलों के आकार, बनावट, संरचना और कठोरता में भारी विविधता पाई जाती उनके रासायनिक संघटकों और प्रकीर्णन क्रियाविधि में भी विविधता देखने में आती है। ारिकीय दृष्टि से दो आधारों पर फलों को कुछ प्रकारों में बांटा जाता है। मुख्य आधार भित्ति या बाह्यफलभित्ति की है। यानी वह सूखा और कठोर है या कोमल और मांसल। ा आधार पक्वन के बाद फल के स्फुटन या अक्षत बने रहने की क्षमता है। इन्हीं आधारों फलों को कुछ महत्वपूर्ण प्रकारों में बांटा गया है जिन्हें तालिका 1 में दिया गया है।

तालिका 6.1: फलों के प्रकार

; फल

ुटनशील फल (Indehiscent fruits)

अंडप से विकसित होने वाले

ऐकीन (Achene):	इसमें सिर्फ एक बीज पाया जाता है जो फल के अंदर ढीले पड़े रहते हैं (वटरकप)
ारिआपसिस (Caryopsis):	यह ऐकीन की तरह ही होता है मगर एकल बीज की बाह्यफलभित्ति और बीजचोल इसमें आपस में मिल जाते हैं (गेहूँ, मक्का)।
मारा (Samara):	पंखदार एक बीजीय फल (मेपल) अनेक अंडपों युक्त (संयुक्त जायांग) से विकसित होने वाले
ट (Nut):	यह एक-बीजीय फल है जो एक अंडाशय से विकसित होता है जिसमें मूलतः कई अंडप मौजूद होते हैं। मगर विकास के दौरान एक अंडप को छोड़ कर सभी अंडपों का ह्रास हो जाता है। परिपक्व नट में एक अंडप और एक बीज पाया जाता है (अखरोट)।

ुटनशील फल (Dehiscent Fruits)

अंडप से विकसित होने वाले

ुटक (Follicle):	शिंव-नुमा फल जो अधर भाग से फटता है (लार्कस्पर)
ंब (Legume):	शिंब अधर और पृष्ठ दोनों ओर से फटता है (मटर, सेम)।

ा अधिक अंडपों युक्त युक्तांडपी अंडाशय (Syncarpous ovary)

विकसित होने वाले

संपुट (Capsule):	स्फुटन अंडपों की संलयन रेखा के समांतर (*हाइपरसीपम*), पृष्ठ बंडलों या प्रत्येक अंडप के स्फुटन रेखा के समांतर (*आइरिस*), शीर्ष और

अधर भागों में अनुप्रस्थ खंडन द्वारा (*प्राइमुला*) या लघु छिद्रों द्वारा होता है जो वह्यफलभित्ति (दीर्घस्थायी मगर शुष्क वर्तिकाग्र के नीचे) में विकसित होते हैं, पोश्त में)।

8. सिलीक्वा (Siliqua): दो अंडपों से बनने वाला शिंब-नुमा फल जिसमें एक आभासी पट पाया जाता है जो कोष्ठक (locule) को विभाजित करता है। फल के पक जाने पर दोनों वाल्व अलग हो जाते हैं और बीज पर से सहलग्न बने रहते हैं (सरसों)।

मांसल या गूदेदार फल (Fleshy fruits)

9. बेरी (Berry): इनमें वाह्यफलभित्ति, मध्यफलभित्ति और अंतः फलभित्ति विभेदित रहते हैं मगर ये तीनों भाग कोमल या मांसल होते हैं। बाह्यफलभित्ति में एक या कई बीज परिबद्ध रहते हैं (अंगूर, टमाटर)।

10. अष्ठिल (drupe): ये बेरी की तरह ही होते हैं मगर इनकी अंतः फलभित्ति मोटी और कठोर होती है (आड़ू, आम)।

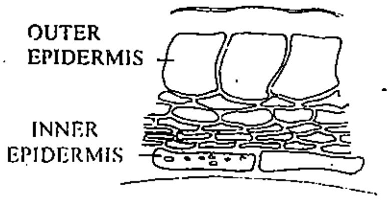
11. पीपों (Pepo): सरस फल की तरह, मगर इनमें वाह्यफल भित्ति कठोर रहती है जो छिलका बनाती है (कद्दू, स्कावश)

भिदुर फल (Schizocarpic fruits): ये फल उन बहुकोष्ठीय अंडाशयों से विकसित होते हैं जो पकने पर अलग-अलग ऐकीनों में अलग हो जाते हैं। हरेक ऐकीन एक अंडप का प्रतिनिधित्व करता है *(माल्वा, ऐंबुटिलॉन)*।

फल के विकास का अध्ययन हम कैरिऑप्सिस, शिंब, संपुट, सरस और अष्ठिल फलों के प्रतिनिधि-उदाहरणों को चुनके कर सकते हैं।

6.5.1 पुटक (Follicle)

लार्कस्पर (Larkspurs) यानी *डेल्फिनियम* जाति में बाह्य फलभित्ति अंडाशयभित्ति के बाह्य त्वचा और कभी कभी अधस्त्वचा से विकसित होती है। यह स्थूल-भित्तीय कोशिकाओं की बनी होती (चित्र 6.16)। मध्यफलभित्ति मृदूतक की बनी होती है। अंतःफलभित्ति स्थूल भित्तीय कोशिकाओं से बनती है, इसका विकास अंतः बाह्यत्वचा से होता है। परिपक्व होने पर बाह्यफलभित्ति सूख जाती है और पुटक अंडपों की संलयन रेखा के समांतर स्फुटन करता है।

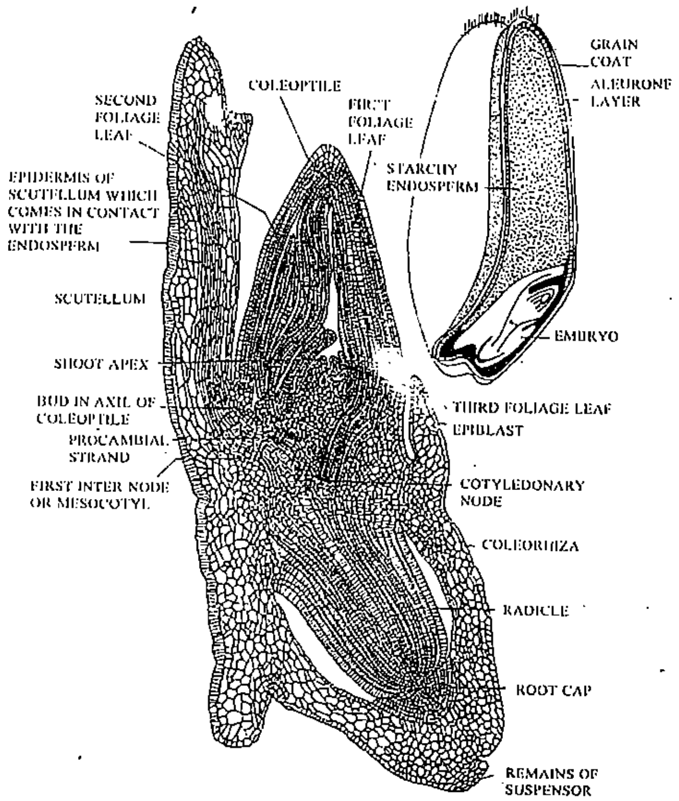


चित्र 6.16 : *डेल्फिनियम* की पुटक भित्ति की अनुप्रस्थ काट

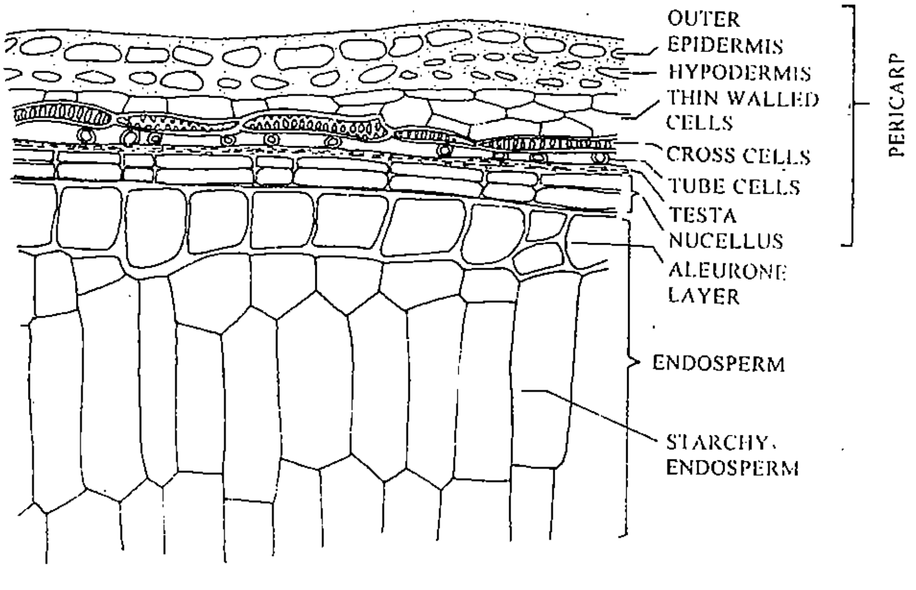
6.5.2 कैरिऑप्सिस

अनाजों में प्रत्येक अंडप एक ही अंडाशय होता है और इसीलिए परिपक्व फल में सिर्फ एक ही बीज पाया जाता है। परिपक्वन के दौरान अंडाशय भित्ति में कोशिका विभाजन की कोई खास जरूरत नहीं पड़ती। गेंहू के कैरिऑप्सिस में तीन मुख्य भाग पहचाने जा सकते हैं: i) कैरिऑप्सिस की भित्ति जिसमें बाह्यफलभित्ति. बीज आवरण और बीजांडकाय के अवशेष मौजूद होते हैं, ii) अंतः भ्रूणपोष; iii) भ्रूण (चित्र 6.17)। बाह्यफलभित्ति को पांच परतों में बांटा जा सकता है: (चित्र 6.18): i) बाह्यत्वचा, ii) अधस्त्वचा, iii) महीन-भित्तियुक्त कोशिकाओं का खंड; iv) आड़ी कोशिकाएं; v) नलिका कोशिकाएं। बाह्यत्वचा और अधस्त्वचा मिलकर बाह्यफलभित्ति बनाती हैं जिसमें स्थूल भित्तीय संपीड़ित कोशिकाएं होती हैं। बाह्यफलभित्ति के अंदर महीनभित्ति युक्त मृदूतकी कोशिकाओं की कुछेक परते हैं स्थित होती हैं। इसके बाद आड़ी कोशिकाएं पाई जाती हैं। जिनमें स्थूल भित्तियाँ होती हैं।) इन कोशिकाओं की विशेषता गर्त हैं जो कोशिका से अनुप्रस्थतः दीर्घित पाए जाते हैं। नलिका कोशिकाएं बाह्यफलभित्ति की आंतरिक बाह्यत्वचा को

ती हैं। इन कोशिकाओं की भित्तियां आड़ी कोशिकाओं से अधिक महीन रहती हैं मगर इनमें गर्त पाए जाते हैं। परिपक्व कैरिऑप्सिस मे बीज चोल तो नष्ट हो जाता है पर प्रवार ांडकाय की एक-दो परतों के साथ दिखाई देता है।



चित्र 6.17: A *ट्राइटिकम* के दाने की अनुदैर्ध्य काट। B *ट्राइटिकम* के भ्रूण की अनुदैर्ध्य काट

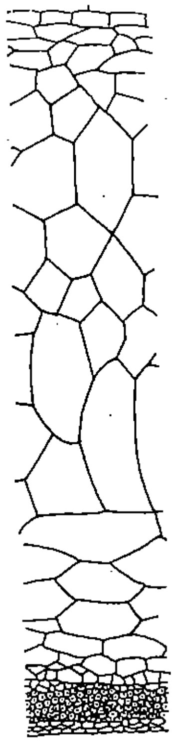


चित्र 6.18: विकास की परिपक्व अवस्था में *ट्राइटिकम* के कैरिऑप्सिस से होती हुई अनुप्रस्थ काट।

3 शिंब (Legume)

य की बाहरी बाह्यत्वचा ही अक्सर शिंबी फल की बाह्यफलभित्ति की रचना करती है। बाद की कुछ कोशिका परतें मध्यफलभित्ति बनाती हैं, जो स्थूल-भित्तीय मृदूतक की होती ... न्ति दृढ़ोतक की बनी रहती है जिसके अंदर की ओर बाह्यत्वचा या मृदूतक की परतें ... पाई जाती है। उदाहरणतया *एस्ट्रागैलस मेक्रोकारपस* में अ...

फलभित्ति के दृढ़ोतकी भाग के अंदर एक महीन-भित्तीय अधस्त्वचा और बाह्यत्वचा पाई जाती (चित्र 6.19)। मध्यफलभित्ति में संवहन बंडल स्थित रहते हैं जिनके साथ-साथ कुछ दृढ़ोतकी कोशिकाएं भी रहती हैं।

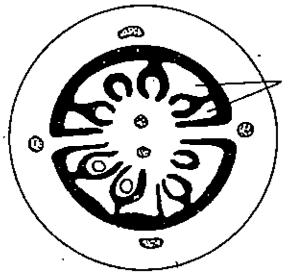


चित्र 6.19 : *ऐस्ट्रागैलस मैक्रोकारपस* (आड़ी काट)

सूखे शिंब के दोनों वाल्व घूम जाते हैं, जिससे वे खुल जाते हैं और उनसे बीज बिखर जाते वाल्वों का घूमना और खुलना तिर्यक अभिविन्यस्त दृढ़ोतकी कोशिका स्तरों के सिकुड़न से होत है।

6.5.4 सरसफल (Berry)

सरसफल में बाह्यफलभित्ति का अधिकांश मांसल या रसीला पाया जाता है। *लाइकोपर्सिकॉन एस्कुलेंटम* यानी टमाटर में बीजांडासन तक पर बीज स्थित होते हैं, मांसल होता है (चित्र 6.2 बाह्यफलभित्ति एक बाह्यत्वचा और स्थूलकोणी (Collenchymatous) कोशिकाओं के 3 या 4 स्तर से बनी होती है। बाह्यत्वचा एक क्यूटिकल से आवरणित होती जाती है। मध्यफलभित्ति बड़ी महीन-भित्तीय कोशिकाओं से बनी होती है जिसमें प्रचुर अंतराकोशिक अंतराल पाए जाते हैं। परागण के बाद, बीजांडों का विकास होने पर बीजांडासन का मृदूतक बीजांडावृंतों के चारों वृद्धि करने लगता है। यह मृदूतक अपना प्रचुरोद्भवन बराबर जारी रखता है और अंततः बीज को पूरी तरह से घेर लेता है।



चित्र 6.20: निषेचन के बाद *लाइकोस्पर्सिकॉन एस्कुलेंटम* के अंडाशय की अनुप्रस्थ काट

6.5.5 अष्ठिल (Drupe)

प्रूनस पर्सिका यानी आड़ू के अष्ठिल में निषेचन के पहले या तुरंत बाद में अंडाशय भित्ति में अधिकांश कोशिका विभाजन होते हैं। फल की आगे की वृद्धि मुख्यतः कोशिका वर्धन द्वारा होती है। शुरू में यह वर्धन सभी दिशाओं में होता है मगर बाद में यह विस्तार मुख्यतः अरीय दिशा में सीमित हो जाता हैं। यह मध्यफलभित्ति के भीतरी भागों में अधिक होता है। परिपक्व हो जाने पर बाह्य बाह्यत्वचा में एक मोटी क्यूटिकल और एक कोशिकीय रोम बन जाते हैं। मध्यफलभित्ति में अदृढ़ मृदूतक पाया जाता है। अंतः फलभित्ति में स्क्लेरीड पाए जाते हैं, और यह फल की गुठली बनाती है।

बोध प्रश्न 4

बताइए कि निम्न कथन सही है या गलत। सामने दिए गए कोष्ठकों में सही या गलत लिखें।

क) वास्तविक बीज अंडप के अंदर विकसित होता है। ( )

ख) सेब को आभासी फल कहा जाता है क्योंकि इसमें निषेचनशील बीज नहीं पाए जाते। ( )

ग) आम में समूची बाह्यफलभित्ति मांसल और बीज आवरण कठोर होता है। ( )

घ) गेहूं के कैरिऑप्सिस में बाह्यफलभित्ति और बीज आवरण आपस में मिल जाते हैं। ( )

ङ) पुटक अंडप के सीमांती संलयन रेखा के समांतर खुलता है। ( )

6.6 बीज का प्रकीर्णन

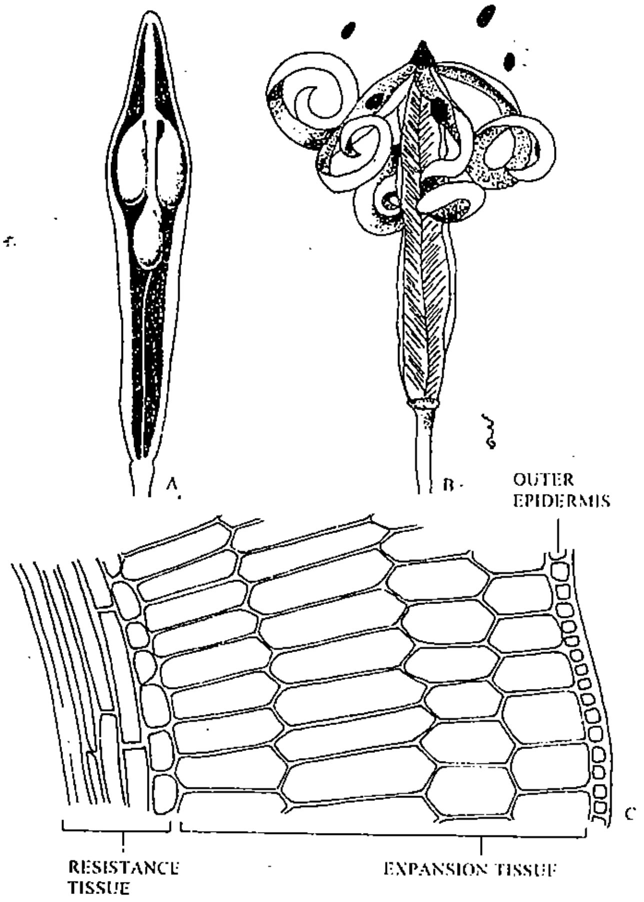
एक पौधे में प्रायः कई फल और अनगिनत बीज होते हैं। एक पौधे द्वारा पैदा किए जाने वाले सभी बीज अगर एकदम निकटता में अंकुरित हों तो इसकी अनेक हानियां हैं। इससे उत्पन्न होने वाले पौधे में आपस में ही स्थान, प्रकाश और खनिज लवणों के लिए स्पर्धा करने लग जाते हैं. इससे पौद पीड़कों और रोगाणुओं के आक्रमण के प्रति सुमेदी या संवेदनशील होंगे। फिर इससे आगे की संतति प्रतीप-संकरण (Back-crossing) की संभावनाएं बढ़ जाएंगी जिससे वे आनुवंशिकतः निकृष्ट बन जाएंगी।

इन समस्याओं को दूर करने के लिए अधिकांश पौधों में बीजों के व्यापक क्षेत्र में प्रकीर्णन के लिए अलग-अलग किस्म की क्रियाविधि का विकास किया है। कुछ पौधों में बीजों को काफी दूर तक फैलाने के लिए स्वविकसित क्रियाविधि (स्व प्रकीर्णन Autochory) पाई जाती है। दूसरे पौधे अपने फलों या बीजों के प्रकीर्णन के लिए बाह्य कारकों या वाहकों जैसे हवा (वायु प्रकीर्णनी Anemochory), पानी (जल प्रकीर्णन Hydrochory) और जन्तुओं (प्राणि प्रकीर्णन Zoochory) पर निर्भर रहते हैं।

6.6.1 स्वप्रकीर्णन (Autochory)

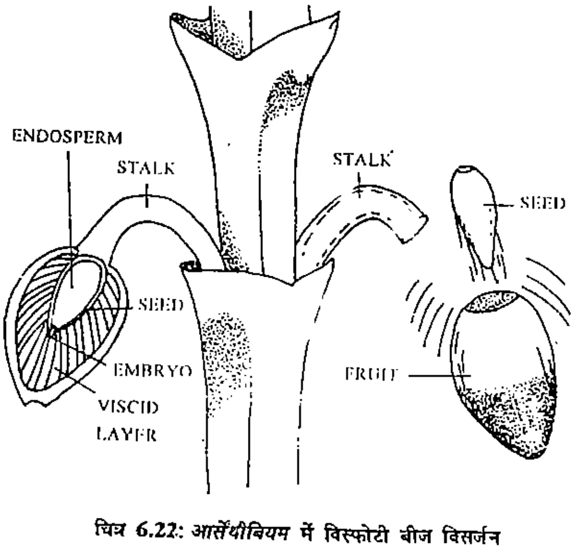
स्व प्रकीर्णन की क्रियाविधि फल से बीज के प्रचण्ड निर्गम पर आधारित है जो बाह्यफलभित्ति की कोशिकाओं के निर्जलीकरण या स्फीति के कारण होता है। उदाहरण के लिए गुलमेंहदी (*इंपेशिएंस* जाति) में फल एक बेलनाकार संपुट होता है जो पांच अंडपों के संलयन से बनता है (चित्र 6.21A)। फल तीन भागों का बना रहता है जिसमें से मध्य भाग अरीय दीर्धित कोशिकाओं का बना होता है जो उच्च स्फीति दाब लिए रहती हैं (चित्र 6.21 B)। इसे प्रसार खंड कहते हैं। सूखे, पके संपुट में प्रसार खंड की कोशिकाएं उच्च तनाव की अवस्था में रहती हैं। मगर बाह्यफलभित्ति का भीतरी भाग स्थूलकोणी कोशिकाओं की 2–3 परतों का बना रहता है जो प्रतिरोध उत्पन्न करती हैं। इस अवस्था

में हल्का सा स्पर्श या झटका लगते ही सारे अंडप जड़ से अलग हो जाते हैं (चित्र 6.21 C)। पांचों अंडप तभी भीतर की ओर मुड़ जाते हैं और बीजों को 2 मीटर तक दूर बिखर जाते हैं।



चित्र 6.21:A. इंपेशिएंस को बंद या संवृत फल की अनुप्रस्थ-काट। बाह्यफलभित्ति से होती हुई अनुप्रस्थ-काट जो उच्च स्फीति दाब युक्त मध्य भाग की दीर्घित कोशिकाओं को दिखाती है। एक फल जिसके वाल्व अंदर की ओर मुड़कर बीजों को बाहर निकाल चुके हैं।

आर्सेंथोबियम ***(Arcenthobium)*** जाति में फल एक आभासी सरस होता है जो एक अकेले बीज को परिबद्ध किए रहता है। मध्यफलभित्ति श्यान कोशिकाओं (viscid cells) द्वारा बनाई जाती है। फल जब अपने वृंत से अलग होता है तो श्यान स्तर की कोशिकाएं एक उच्च दाब बनाती है और बाह्यफलभित्ति संकुचन कर बीजों को प्रचंड वेग से मुक्त कर देती है (चित्र 6.22)।

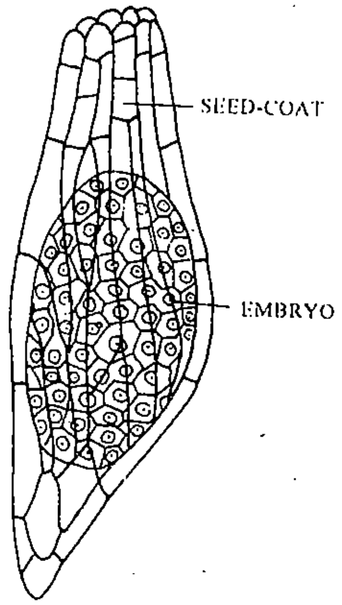


चित्र 6.22: आर्सेंथोबियम में विस्फोटी बीज विसर्जन

6.6.2 वायुप्रकीर्णन (Anemochory)

वायु धाराओं द्वारा बिखराए जाने वाले बीज प्रायः वजन में हल्के होते हैं या उन्हें लंबे समय तक हवा में रखने के लिए के विशिष्ट संरचनाएँ उनमें विकसित होती हैं। इस विधि में चूंकि

भारी संख्या में बीज व्यर्थ चले जाते हैं इसीलिए वायु प्रकीर्ण पौधे प्रायः भारी मात्रा में बीज प्रतिपादप उत्पन्न करते हैं। उदाहरण के लिए कुछ ऑर्किडों में प्रतिपादप 70 करोड़ के लगभग बीज पैदा होते हैं। ये बीज इतने सूक्ष्म होते हैं कि वे धूल के कणों की तरह हवा में उड़ा दिए जाते हैं। ऑर्किड के बीजों में एक अविभेदित भ्रूण होता है और उनमें भ्रूणपोष नहीं पाया जाता (चित्र 6.23)।



चित्र 6.23: *साइप्रिपेडियम (Cypripedium)* का एक बीज। भ्रूणपोषहीन भ्रूण को पारदर्शी बीज आवरण से देखा जा सकता है।

इस इकाई में पहले आप यह पढ़ चुके हैं कि कई पादप जातियों के बीजों और फलों में पंख या रोम पाए जाते हैं जो बीजों को हलकी सी हवा में भी उड़ा ले जाते हैं।

पंखयुक्त फल और बीज कुछ लंबे वृक्षों की विशेषता है मैपिल में पंख बाह्यफलभित्ति के ही विस्तार हैं।

6.6.3 जल प्रकीर्णन (Hydrochory)

पानी या उसके किनारे पर उगने वाले पौधे अक्सर पानी को अपने फलों और बीजों के प्रकीर्णन के लिए प्रयोग करते हैं।

कोकस न्यूसीफेरा यानी नारियल एक ऐसा अनूठा उदाहरण है जिसका फल विभिन्न महाद्वीपों तक फैल गया है क्योंकि यह सैकड़ों हजारों किलोमीटर तक पानी में तैर सकता है। इसके फल में एक चिकनी, जलरोधी बाह्यफलभित्ति होती है, जिसके बाद एक रेशेदार और वायुयुक्त मध्यफलभित्ति व अंततः एक कठोर अंतःफलभित्ति होती है। पतले बीज अवरण युक्त इसका बीज तीन महीने से भी अधिक तक अपनी जीवनक्षमता बनाए रखता है। इस अवधि के दौरान यह फल 4300 किमी. तक तैर सकता है। कमल और कुछ *साइप्रेस* पौधों के बीजों में वायु से भरे वल्कुट ऊतक पाए जाते हैं।

6.6.4 प्राणि प्रकीर्णन (Zoochory)

कुछ फलों को जंतुओं द्वारा खा लिया जाता है और बीजों को मल के साथ बाहर निकाल दिया जाता है (अंत प्रकीर्णन Endozoochory))। आलूबुखारा, लैंटाना, अंगूर, अंजीर और अमरूद आदि पक्षियों द्वारा खाये जाने वाले फलों के उदाहरण हैं। फल के मांसल भाग का चिड़िया की आंत में पाचन हो जाता है और बीज उनकी बीट के साथ त्याग दिए जाते हैं। इस बीट को खाद के रूप में इस्तेमाल कर इनमें से कई बीज अंकुरण कर लेते हैं। ऐसा माना जाता है कि

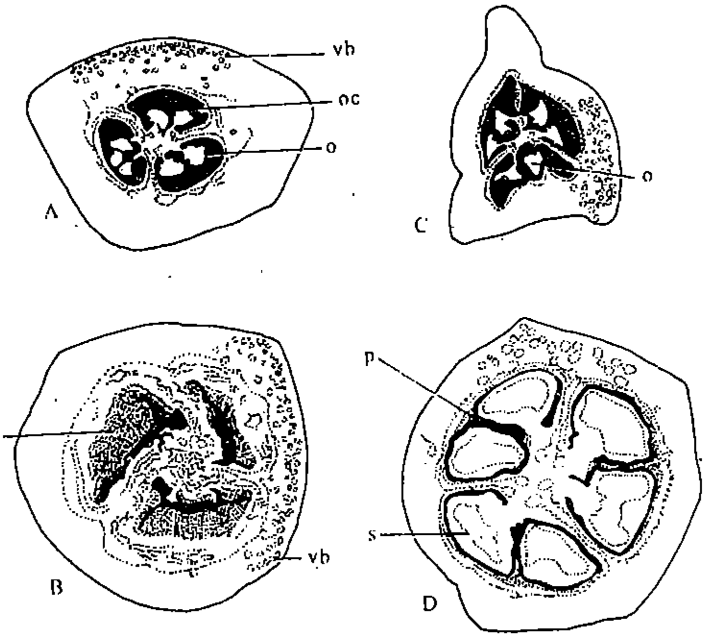
फाइकस जाति के बीज आंत से गुजरने और उसमें कुछ लघु कंकड़ों व आहार नाल के पाचक तरलों द्वारा क्षतचिन्हित होने के बाद ही अंकुरित होता है।

नीम, मौलश्री आदि पौधों में बीज बहुत बड़े होते हैं। पक्षी फल के गूदे को चुग लेती हैं और बीजों को नीचे छोड़ देती हैं। कई दूसरे पौधों के फल और बीजों को जंतुओं द्वारा एक जगह से दूसरी जगह पहुंचाया जाता है जो उनके शरीर या मुंह से चिपक जाते हैं। इसे बाह्य जंतु प्रकीर्णन (Exozoochory)- कहते हैं। *मिसिलटो (विस्कम ऐल्बम)* के बीज दूर-दूर तक प्रकीर्णित हो जाते हैं क्योंकि इसके बीज इसको खाने वाले पक्षियों की चोंचों से चिपक जाते हैं। ऐस्टरेसी कुल के कई सदस्यों के फलों में कांटे (उदाहरण *जैन्थियम*) या हुक (*बाइडेंस*) पाए जाते हैं जिनकी सहायता से वे जंतुओं के शरीरों से चिपक जाते हैं और इस प्रकार दूर-दूर तक फैल जाते हैं।

गिलहरी, बंदर और बकरियां बीज प्रकीर्णन में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन जीवों को किसान *अकेशिया नाइटोटिका* (बबूल कीकर) के बीजों के अंकुरण को बढ़ावा देने के लिए पालते भी हैं। आदमी भी उपयोगी पौधों को उगाता है और इस तरह सुविचारित प्रकीर्णन का एक सक्रिय वाहक बन जाता है।

6.7 अनिषेकफलन (Parthenocarpy)

आम तौर पर यही देखा जाता है कि फल का विकास निषेचन के बाद होता है और इसके अंदर जननक्षम बीज मौजूद रहते हैं। मगर ऐसा हमेशा नहीं होता। कुछ खास किस्म के पौधों के फल, जैसे केला (*मूसा जाति*), टमाटर (*लाइकोपर्सिकॉन ऐस्कुलेंटम*), संतरा (*सिट्रस जाति*) और अंगूर (*वाइटिस विनिफेरा*), बीजों के बिना ही विकसित होते हैं। बीज युक्त केलों में सरस फल के तीनों कोष्ठक बड़े-बड़े बीजों से भरे रहते हैं मगर अनिषेक फली किस्मों में बीजाण्डों का ह्रास हो जाता है और बाह्यफलभित्ति और पटों की कोशिकाएं प्रचुरोद्भवन कर फल के पल्प भाग को बनाती हैं (चित्र 6.24)। निषेचन के बिना ही फल के निर्माण को अनिषेकफलन कहा जाता है। अनिषेकफलन विकास के लिए परागण आवश्यक (उद्दीपक अनिषेक फलन) हो सकता है या यह परागण के बिना ही हो सकता है (कायिक अनिषेकफलन)।



चित्र 6.24: केले की विकासशील अनिषेकफली और बीजीय किस्मों के फल। a) पुष्पक्रम के उद्भव के समय अनिषेकफली फल। b) उद्भव के 8 हफ्ते के बाद अनिषेकफली फल, जिसमें पल्प देखा जा सकता है। d) अंडाशयी गुहा (OC) या कोष्ठक में प्रवेश करते हुए। c) उद्भव के समय बीजीय फल d) उद्भव के 8 हफ्ते बाद बीजीय फल। कोष्ठकों के आसपास बहुत कम पल्प मौजूद है, जिनमें वर्धनशील बीज घेरे रहते हैं। O– बीजांड, S– बीज, vb– संवहन बंडल साधारणतः तीन प्रकार के अनिषेकफलन पाए जाते हैं: i) आनुवंशिक, ii) वातावरणीय, iii) रसायन-प्रेरित

आनुवंशिक अनिषेकफलन कई जातियों में पाया जाता है जिन्हें उनके फलों के लिए उगाया जाता है। यह उत्परिवर्तनों या संकरण की वजह से होता है। अनिषेकफली किस्मों में प्रायः बंध्य पराग तो पाए जाते हैं जिससे परागण उद्दीपन तो सुलभ हो जाता है मगर निषेचन नहीं होता। फलतः ऐसा फल पैदा होता है जिसमें कोई बीज नहीं रहता। सुप्रसिद्ध तुंदी संतरा (Navel Orange) उत्परिवर्तन के जरिए ही *सिट्रस* की एक सामान्य बीजीय किस्म से विकसित हुआ है। यह उत्परिवर्तन एक कक्षवर्ती कलिका में हुआ, जिससे एक ऐसी शाख पैदा हुए, जिसमें बीजहीन फल दिए। अंगूरों और ककड़ी की अनंक संवार्धित किस्में भी उत्परिवर्तनों से ही उपजो हैं।

वातावरणीय अनिषेकफलन कुछ वातावरणीय परिस्थितियों का परिणाम है जो सामान्य जनन प्रक्रम में बाधा डालती हैं जैसे तुषार या अल्प तापमान। उदाहरण के लिए, टमाटर में अल्म तापमान और उच्च प्रकाश तीव्रता में संवर्धन अनिषेकफलन को प्रेरित कर सकता है। इन परिस्थितियों में परागण इतना क्षीण होता है कि बीज उत्पन्न नहीं होते मगर अंडाशय सक्रिय हो जाता है जो फल का निर्माण करती है।

प्रेरित अनिषेकफलन में पुष्पों का कुछ खास पादप वृद्धि नियामकों से उपचार कराया जाता है। (लगभग 10^{-7} से 10^{-6} M) के अल्प संद्रण में ऑक्सिनों और जिबेरेलिनों को ऐसे अनेक पौधों में अनिषेकफलन के प्रेरण में सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया है जो अन्यथा बीजीय फल देते हैं। बीजहीन अमरूद, टमाटर, स्ट्रांबेरी जैसे फल इस विधि द्वारा विकसित लिए गए हैं।

उद्यान-कृषि में अनिषेकफलन का बड़ा महत्व है क्योंकि बीजहीन फल खाने में बड़े सुविधाजनक होते हैं और विशेषकर जाम, जैली और फलों के रसों का निर्माण करने वाले उद्योग के लिए सबसे उपयुक्त है। जिबैरेलिन फल को बड़ा भी बनाते हैं जैसे अंगूर में जिन्हें पैकींग और मंडी के लिए व्यासायिक दृष्टि से उपयोगी माना जाता है। साथ-साथ गुच्छे भी खुले-खुले बनते हैं।

6.8 जरायुजता (Vivipary)

पुष्पी पौधों में बीज या फल प्रायः तभी प्रकीर्णित होते हैं और उनका अंकुरण तभी होता है जब परिस्थितियां वृद्धि के लिए अनुकूल हों। मगर समुद्री तट या कच्छ वनस्पति क्षेत्रों में उगने वाले पौधों की स्थिति में मिट्टी बेहद लवणी या खारी रहती है जिसमें बीज अंकुरित नहीं हो पाते। फिर ऐसी जगहों में बीज और तरूण नवोद्भिद् पौधों के ज्वार में बह जाने का खतरा रहता है। इसलिए कच्छ वनस्पति पौधों (जैसे *राइजोफोरा* जाति) में अंकुरण और तरूण स्पोरोफाइट के विकास को सुनिश्चित बनाने के लिए एक अद्वितीय अनुकूलन विकसित किया है। तरूण नवोद्भिद् अक्षत फल में ही विकसित होता है और इसका नुकीला मुलांकुरी (Radicular) सिरा नीचे की ओर होता है। नवोद्भिद् जब आकार में बड़ा हो जाता है तो यह नीचे गिर पड़ता है और मिट्टी में जाता है। मुलांकुर तेजी से जड़ों की रचना करता है और नवोद्भिद् दृढ़ता से मिट्टी में जम जाता है। इस समय तक नवोद्भिद् विस्तृत प्रकाशसंश्लेषी ऊतक का विकास कर चुका होता है ताकि इसकी स्थापना सुनिश्चित हो जाए इसीलिए इसकी तुलना स्तनधारियों में पाई जाने वाली ऐसी अवस्था से की जाती है। कुछ बांसों और वन वृक्षों में भी जरायजता पाई जाती है।

जनन द्वारा तरूण के लालन पालन की इसी क्रिया विधि को ***जरायजता*** कहते हैं। यह एक विशिष्टीकृत गुण है जिसे उत्तरजीविता की रणनीति के तौर पर कच्छवनस्पति पौधों ने विकसित किया है।

बोध प्रश्न 5

नीचे दिए गए कथनों में रिक्त स्थानों में सही शब्द लिखिए।

क) हवा के माध्यम से बीजों के प्रकीर्णन को .... कहते हैं।

ख) .... में बीज के निर्गम के लिए फल में स्वविकसित क्रियाविधि होती है।

ग) बरगद के बीज बहुधा .... द्वारा प्रकीर्णित होते हैं।

घ) खाने योग्य केला एक .... फल है।

ङ) .... और .... वे पादप वृद्धि नियामक हैं जिन्हें अनिषेकफलन के प्रेरण में काम लाया जाता है।

च) जरायजता .... पौधों में पाई जाती है।

6.9 सारांश

इस इकाई में हमने फलों और बीजों के विकास का अध्ययन किया। आपने जाना कि फल और बीज की संरचना में काफी विविधता पाई जाती है। हमने संचित भोजन पदार्थों की प्रकृति और बीज में उनके भंडारण स्थलों के बारे में भी जाना। इसमें हमने बीज प्रकीर्णन वाहकों के रोचक पहलुओं की भी चर्चा की गई। बीजहीन फलों का निर्माण (अनिषेक फलन) और उद्यान कृषि में उनके महत्त्व को भी इसमें समझाया गया। पौधों में जरायुजता की विरल परिघटना की जानकारी भी आपको दी गई जो कच्छय वनस्पतियों की एक अनुकूलन विशेषता है।

- हमने जो कुछ भी जाना है जिसे इस प्रकार सारबद्ध किया जा सकता है :
- वास्तविक फल एक निषेचित अंडज है। इसमें एक भ्रूण और प्रायः भ्रूणपोष पाया जाता है। ये अध्यावरणों से व्युत्पन्न बीज आवरण द्वारा घिरे रहते हैं।
- बीज तरूण स्पोरोफाइट की रक्षा करता है और एक दक्ष प्रवर्ध्य का काम करता है।
- एक या दोनों अध्यावरण बीज आवरण बनाते हैं। खंभ या दृढ़ स्तर प्रायः विभेदित होती है जो रक्षी खोल की रचना करता है।
- कुछ पौधों में परिभ्रूणपोष (यानी दीर्घ स्थायी बीजांडकाय) एक अतिरिक्त पोषण ऊतक बनाता है। कई बीजों में, मुख्यतः शिंबी बीजों में, बीजपत्र भोजन संचय का काम करते हैं।
- ीजों में उपांग पाए जाते हैं, जैसे बीजचोल, बीजचोलक, प्राच्छद, पंख और रोम, जो उनके प्रर्कीणन में सहायक होते हैं।
- कार्बोहाइड्रेट (जो स्टार्च और कोशिका भित्ति पदार्थों के रूप में पाया जाता है), लिपिड और प्रोटीन अंकुरणशील भ्रूण और तरूण नवोद्भिद् पौध के पोषण का मुख्य स्त्रोत है।
- वास्तविक फल जायांग से परागण और या निषेचन से मिलने वाले उद्दीपन के फलस्वरूप बनता है।
- फलों को उनमें मौजूद जल की मात्रा पर (मांसल या शुष्क), अंडपों और कोष्ठकों की संख्या, बीजों की संख्या के आधार पर और सबसे महत्त्वपूर्ण, उनके स्फुटन करने और न करने की क्षमता के आधार पर बांटा जाता है।
- फल और बीज स्व-प्रकीर्णन, या वायु (वायु-प्रकीर्णन), जल (जलप्रकीर्णन) और जंतुओं (प्राणिप्रकीर्णन) जैसे वाहकों द्वारा प्रकीर्णन के लिए तरह तरह से अनुकूलित होते हैं।
- अनिषेकफलन में फलों का निर्माण निषेचन हुए बिना ही होता है जिससे जननक्षम बीज नहीं बनते। उत्परिवर्तन या संकरण द्वारा उद्यान कृषि पादपों की ऐसी किस्मों का विकास हो सकता है जिनमें बीजहीन फल पैदा होते हैं। वातावरणीय कारकों और वृद्धि हार्मोन नियामकों के अनुप्रयोग के द्वारा भी अनिषेकफलन को प्रेरित किया जा सकता है।
- जरायजता एक ऐसी अद्वितीय परिघटना है जो मुख्यतः कच्छ-वनस्पति पादपों में देखी जाती हैं। इसमें फल के जनक पौधे से सहलग्न होते हुए ही तरूण स्पोरोफाइट का पोषण और अंकुरण होता है।
- फलों और बीजों का अध्ययन बाग, खेत, या एक जंगल में जाकर और भी रोचक बन जाता है। इसके लिए आपको बस पारखी निगाहों, एक चाकू और वर्धक ग्लास की जरूरत पड़ेगी। इस इकाई में आपने जिन प्रकार के फलों और बीजों के बारे में पढ़ा उन्हें आप अपने आस-पास सब्जी मंडी या अपने आंगन में पा सकते हैं। बीज प्रकीर्णन के दृश्य को प्रकृति में सभी जगह और हर वक्त देखा जा सकता है।

6.10 अंत में कुछ प्रश्न

1. बीज स्वभाव के मुख्य लाभ क्या हैं?

....

....

....

....

....

....

2. बीज में पाए जाने वाले भोजन संचय ऊतक कौन-कौन से हैं? भोजन किस रूप में संचित रहता है?

....

....

....

....

3. बीज उपांगों के नाम बताइए और बताइए कि ये बीज के प्रकीर्णन या अंकुरण में कैसे सहायक हैं?

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. वास्तविक फल क्या है? सेब और कटहल को आभासी फल क्यों माना जाता है?

....

....

....

....

5. फलों के वर्गीकरण का मुख्य आधार क्या है?

....

....

6. निम्न पौधों में बीज या फल का कौन सा भाग खाने योग्य/उपयोगी होते हैं :

i) केला

ii) टमाटर

iii) नारियल

iv) मूंगफली

v) सेब

vi) लिची

vii) कपास

viii) कैस्टर (अंडी)

ix) अनानास

x) स्ट्रॉबेरी

xi) अनार

xii) सरसों

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

7. निम्न पौधों के फलों। बीजों का प्रकीर्णन किस प्रकार होता है? इन पौधों ने किस प्रकार के अनुकूलनों का विकास किया है?

i) नारियल

ii) मिसिलटो

iii) बरगद

iv) गुलमेंहदी

v) मिल्कवीड

....

....

....

....

....

....

....

....

8. अनिषेकफली फलों का व्यावसायिक महत्त्व क्या है? बीजहीन फलों के कृत्रिम रूप से कैसे प्रेरित किया जा सकता है?

....

....

....

....

....

9. जरायुजता किसे कहते हैं? कच्छ वनस्पति जातियों को खारे/ज्वारनदमुख आवासों में जीवित रहने में कैसे सहायक हैं?

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

6.11 उत्तर

बोध प्रश्न

1. क) सही
   ख) गलत
   ग) सही
   घ) गलत
   ङ) सही
   च) सही
   छ) गलत
2. क) बीजचोल
   ख) चींटी
   ग) तृतीय अध्यावरण
   घ) तीन
   ङ) आंतरिक अध्यावरण या बीजांडकाय
   च) ऐपोसायनेसी और ऐसक्लेपिएडेसी
   छ) पंख
   ज) यूफोर्बिएसी
3. क) सही
   ख) गलत
   ग) गलत
   घ) गलत
   ङ) गलत
   च) सही
   छ) सही
4. क) सही

ख) गलत

ग) गलत

घ) सही

ङ) सही

च) गलत

5. क) वायुप्रकीर्णन

ख) स्वप्रकीर्णन

ग) पक्षी

घ) अनिषेकफलक

ङ) ऑक्सिन और जिबेरेलिन

च) कच्छ वनस्पति

अंत में कुछ प्रश्न

1) बीज तरूण स्पोरोफाइट की रक्षा और उसका पोषण ही नहीं करता है वल्कि उसके व्यापक वितरण के लिए एक प्रवर्ध्य का काम भी करता है। यह लंबे समय तक जीवनक्षम बना रह सकता है या फिर बीज के अंकुरण और नवोद्‌भिद् पौध की वृद्धि के लिए परिस्थितियों के अनुकूल बनने तक प्रसुप्त अवस्था में पड़ा रहता है।

2) भ्रूणपोष, बीजपत्र, परिभ्रूणपोष और यदाकदा निभागपोष बीज के भोजन संचय ऊतक हैं। कार्बोहाइड्रेट (जो स्टार्च और भित्ति पदार्थ के रूप में पाए जाते हैं), लिपिड और प्रोटीन मुख्य संचित भोजन हैं।

3. बीजचोल को पक्षी और जंतु खाते हैं और इस तरह उनके द्वारा त्यागे गए बीज दूर-दूर तक फैल जाते हैं।

बीजचोलक को चींटियां बहुत पसंद करती हैं जो बीजों को उनके फल से स्फुटित होने के स्थान से काफी दूर तक ले जाती हैं।

कुछ जलीय पौधों में स्पंजी बीजचोलक बीज को पानी में तैरने और दूर-दूर तक जाने के लिए उत्प्लावकता प्रदान करता है। बीज अंकुरण के दौरान (बीज के बीजांडद्वारी हिस्से पर स्थित एक ढक्कननुमा संरचना) प्राच्छद विलग हो जाता है और भ्रूण को उभरने में मदद करता है जिससे कि नवोद्‌भिद् पौध विकसित होता है। पंख और रोम भी हवा से बीज के प्रकीर्णन में सहायक हैं।

4) वास्तविक फल एक अंडप से विकसित होता है। सेब को आभासी फल माना जाता है क्योंकि पुष्प नली और अधः स्थ अंडाशय को घेरे रहने वाली धानी भी फल भित्ति के निर्माण में हिस्सा लेती हैं। कटहल के फल में पुष्पों के पुष्पक्रम का परिदलपुंज भी प्रचुरोद्‌भवन करता है और खाने योग्य भाग की रचना में योगदान करता है।

5) फलों के वर्गीकरण को मुख्य आधार हैं : कठोरता की सीमा; अंडों और कोष्ठकों की संख्या; प्रति कोष्ठक बीजों की संख्या; फल के स्फुटन करने या न करने की क्षमता।

6) i) मध्यफलभित्ति, अंतः फलभित्ति और बीजांडासन

ii) वाह्य दल पुंज को छोड़ समूचा फल (कभी-कभी बीज सहित)।

iii) समूचा बीज।

iv) समूचा बीज (कभी विना वीज आवरण के और कभी सिर्फ बीजपत्र)

v) हाइपैन्थियम (परिदलपुंज और पुंकसरों का आधारीभाग) और मांसल धानी।

vi) बीजचोल

vii) लिंट रोम से वस्त्रतंतु मिलता है और फ़ज रोम का इस्तेमाल उच्च कोटि के सेलुलोस एसीटेट/नाइट्रेट के निर्माण में काम आते हैं। खाली को उर्वरक की तरह या फंजाई/बैक्टीरीया के लिये उद्योग में माध्यम या गॉसीपोल के लिये स्रोत का काम करती है।

viii) भ्रूणपोष

ix) सहपत्र

x) फल (पुष्प) की धानी और सभी अंडपों से विकसित हुए अलग-अलग फल (बीज सहित)।

xi) बीज चोल (testa)

xii) समूचे बीज को तेल के लिए पिराई की जाती है।

i) समुद्री जल द्वारा; अपारगम्य बाह्यफलभित्ति, उत्पलावी मध्य फलभित्ति और कठोर अंतः फलभित्ति

ii) पक्षियों द्वारा; बीज चिपचिपे होते हैं

iii) अधिकांशतः पक्षियों द्वारा; अंजीरों (अंजीरफल या *साइकोनिया*) को पक्षी खा लेतें हैं और इस तरह कठोर बीज (हरेक में एक) युक्त लघु फल अंकुरण के लिए तैयार हो जाते हैं।

iv) स्वप्रकीर्णन; मध्यफलभित्ति में उच्च स्फीति दाव

v) हवा द्वारा; बीज रोम

) बीजहीन फल खाने में सुविधाजनक रहते हैं। ये फल परिरक्षण उद्योग के लिए विशेषरूप से उपयुक्त होते हैं। बीजहीन फलों का विकास उत्परिवर्तन या संकरण के द्वारा किया जा सकता है।अल्प तापमान जैसी वातावरणीय परिस्थितियां भी इसमें सहायक हैं। पादप वृद्धि नियामकों के अनुप्रयोग से कुछ पौधों में अनिषेकफलन को प्रेरित किया जाता है।

) जरायुजता में बीज का अंकुरण और स्पोरोफाइट का पालन पोषण उसके जनक पौधे से सहलग्न रहते हुए ही हो जाता है। यह कच्छ वनस्पतिक परिस्थितिक तंत्रों में पाई जाने वाली विचित्र वातावरणीय परिस्थितियों के प्रति एक अनुकूलन है। कच्छवनस्पति का बीज अगर मुक्त हो जाता है तो वह ज्वारीय जल के साथ बह सकता है। फिर उच्च लवण मात्रा की वजह से बीज के अंकुरण ओर तरूण नवोद्भिद् पौध की वृद्धि पर गंभीर कुप्रभाव पड़ सकता है। एक अनुकूलन के रूप में कच्छ वनस्पति पौधों में नवोद्भिद् पौध जनक पौधे से तभी अलग होता है जब वह पर्याप्त रूप से बड़ा और एक स्वपोषी के तौर पर खारे पानी में स्थापित होने में समर्थ बन जाए।

शब्दावली

यह शब्दावली दिए गए अंग्रेजी शब्दों के वर्णक्रम के अनुसार हैं।

पुमंग (Androecium) : पौधे के नर जनन अंग; पुंकेसरों को इसी. संयुक्त नाम से पुकारा जाता है।

प्रप्रसूतक (archesporium) : एक कोशिका या कोशिकाओं का पिंड जो विभाजन कर लघुबीजाणु मातृकोशिका बनाती हैं।

अपनतिक (anticlinal) : किसी वर्धनशील पौधे के शीर्ष की सतह के समकोण पर कोशिकाओं के विभाजन का तल।

असंगजनन (apomixis) : अनिषेकजनन की तरह ही पौधों में निषेचन के बिना होने वाली जनन प्रक्रम। मगर इसमें बीजांड के अतिरिक्त दूसरी कोशिकाओं से होने वाला परिवर्धन भी शामिल है। जैसे अपयुग्मन (apogamy) और उपबीजाणुता (apospory)।

अनुन्मील्य परागण (cleistogamy) : वह अवस्था जिसमें पुष्प कभी नहीं खुलते और उनमें स्वपरागण होता है।

स्फुटन (dehiscence) : किसी अंग या संरचना का कुछ खास तल या निश्चित दिशा में स्वतः खुलना।

भ्रूणोद्भवन (embryogeny) : वह प्रक्रम जिसके द्वारा भ्रूण बनता है।

भ्रूणकोश (embryoc sac) : आवृतबीजी पौधों का गुरूबीजाणु जिसमें मादा युग्मकोद्भिद् पाया जाता है।

भ्रूणपोष (endosperm) : अधिकांश बीजों का पोषक ऊतक।

एंडोथीसियम (endothecium) : परागकोश की एक भित्ति परत, जो परागकोश के स्फुटन में सहायक होती है।

अंतःस्तर (endothelium) : अध्यावरणी टेपीटम का पर्याय; पोषक भूमिका वाली विशिष्टीकृत कोशिकाएं, ये अध्यावरण की सबसे भीतरी परत से विकसित होती हैं और बीजांडकाय को घेरे रहती हैं।

जनन कोशिका (generative cell) : परागकण की दो कोशिकाओं में से छोटी कोशिका, जो विभक्त होती है और शुक्राणु बनाती है।

चूषकांग (haustorium) : भ्रूणकोश का उद्वर्ध जो पोषक ऊतक तक विस्तार कर पोषण प्राप्त करता है।

अस्फुटनशील (indehiscent) : ऐसे फल जो बीजों के मोचन के लिए खुल नहीं पाते बल्कि पौधे से समूचा फल गिरा दिया जाता है।

बीजाणु पिंडिका (मैसुला massula) : परागकणों का एक समूह जो एकपिंड में दिखाई देते हैं।

गुरुबीजाणु (megaspore) : यह विकसित होकर मादा युग्मकोद्भिद् या भ्रूणकोश को जन्म देता है।

लघुबीजाणुधानी (microsporangium) : पराग पुटक; असंख्य लघुबीजाणु युक्त एक बीजाणुधानी।

लघुबीजाणु (microspore) : यह कोशिका जिससे परागकण या नर युग्मकोद्भिद् का (परिवर्धन) होता है।

अनिषेकजनन (parthenogenesis) : नर युग्मक द्वारा निषेचन के बिना जनन।

परिनतिक (periclinal) : कोशिका या वर्धनशील पौधे के शिखाग्र के समांतर होने वाला विभाजन।

परागनली (pollen tube) : परागण के बाद परागकण से विकासित होने वाली नली नुमाएक संरचना जो नर युग्मकों को भ्रूणकोश तक पहुंचाने का काम करती है।

बहुभ्रूणता (polyembryony) : एक बीजांड में कई भ्रूणों का निर्माण।

प्राक्भ्रूण (proembryo) : वास्तविक भ्रूण से पहले बनने वाली भ्रूणीय संरचना।

निलंबक (suspensor) : आवृतबीजी युग्मज के अधिआधारी खंड से विकसित होने वाली कोशिकाओं की एक शृंखला। यह भ्रूण को भ्रूणकोश से जोड़ता है।

टेपीटम (tapetum) : पोषक स्तर जो बीजाणुजनी ऊतक को एक बीजाणुधानी में प्रतिष्ठित करता है; यह विकासशील लघुबीजाणुओं को पोषण की आपूर्ति करता है।

चतुष्क (tetrad) : लघुबीजाणु कोशिका में पहले और दूसरे अर्धसूत्री विभाजन के बनने वाले चार बीजाणु।

FURTHER READING

1. Bhojwani, S.S. & Bhatnagar, S.P. 1993. *The Embryology of Angiosperms.* Vikas Publishing House Pvt. Ltd., New Delhi.

2. Maheshwari, P. 1950. *An Introduction to the Embryology of Angiosperms.* Tata-McGraw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.

3. Shivanna, K.R. & Johri, B.M. 1985. *The Angiosperm Pollen : Structure and Function.* Wiley, New Delhi.

प्रेय छात्र/छात्रा,

एल.एस.ई. –06

खण्ड –1

:स पाठ्यक्रम के बारे में आपकी राय जानने के लिए हमने यह प्रश्नावली तैयार की है, जो इसी वंड के लिए है। आपके उत्तर हमें पाठ्यक्रम को सुधारने में मदद करेंगे। अतः आपसे अनुरोध है कि आप शीघ्र ही हमें यह प्रश्नावली भर कर भेजें।

प्रश्नावली

ामांकन संख्या | | | | | | | | | | |

1. इकाइयों को पढ़ने में आपको कितने घंटे लगे ?

इकाई सं.	1	2	3	4	5	6
कुल घंटे						

2. इस खंड से संबंधित कार्य को करने के लिए आपको (लगभग) कितने घंटे लगे ?

सत्रीय कार्य सं.		
कुल घंटे		

3. हमारे विचार से आपके सामने चार प्रकार की कठिनाइयां आई होंगी, उन्हें निम्नलिखित तालिका में दिया गया है। उपयुक्त कालमों में कृपया अपनी कठिनाई पर √ का निशान लगाइए और सही पृष्ठ संख्या लिखिए।

पृष्ठ सं.	प्रस्तुतीकरण स्पष्ट नहीं है	कठिनाइयों के प्रकार		
		भाषा कठिन है	चित्र स्पष्ट नहीं है	शब्दावली समझाई नहीं गई है

4. आपको शायद बोध प्रश्नों और अंत में दिये गये प्रश्नों में भी कुछ कठिनाई हुई होंगी। निम्नलिखित तालिका में हमने संभावित कठिनाइयाँ दी हैं। उपयुक्त कालमों में संबंधित इकाइयां और प्रश्न संख्या देते हुए अपनी कठिनाइयों पर सही √ निशान लगाइए।

इकाई संख्या	बोध प्रश्न संख्या	अंत में दी गई प्रश्न संख्या	प्रश्न स्पष्ट नहीं है	कठिनाइयों के प्रकार		
				दी गई जानकारी के आधार पर उत्तर नहीं दिया जा सकता	इकाई के अंत में दिया गया उत्तर स्पष्ट नहीं है	दिया गया उत्तर पर्याप्त नहीं है

5. क्या सभी कठिन पारिभाषिक शब्दों को शब्दावली में दिया गया है ? यदि नहीं, तो कृपया नीचे दी गई जगह में उन शब्दों को लिखिये।

6. अन्य सुझाव :

सेवा में,

पाठ्यक्रम संयोजक, एल.एस.ई. –06, परिवर्धन जीवविज्ञान (खण्ड 1)
विज्ञान विद्यापीठ
इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदान गढ़ी, नई दिल्ली –110068

उत्तर प्रदेश
राजर्षि टण्डन मुक्त विश्वविद्यालय

UGBY/ZY-09

परिवर्धन जीवविज्ञान

खंड

2

पादप परिवर्धन–II

इकाई 7

मूल और प्ररोह संरचना विकास 5

इकाई 8

पादप वृद्धि नियामकों का परिवर्धन पर प्रभाव 28

इकाई 9

शिखाग्र प्रभाविता 51

इकाई 10

द्वितीयक वृद्धि 61

इकाई 11

पादप ऊतक और अंग संवर्धन 98

इकाई 12

परिवर्धन अध्ययनों में वर्तमान उपनति 127

खंड 2 : पादप परिवर्धन-II

पुष्पीय पादपों की संपूर्ण परिवर्धन अवधि को वनस्पति और जनन प्रावस्था की श्रेणी में बांटा जा सकता है। इन दो प्रावस्थाओं के दौरान अनेक प्रक्रम सक्रिय हो जाते हैं। अब चूंकि आप लैंगिक जनन से संबद्ध संरचनाओं और घटनाओं, यानि भ्रूण बनने की घटना तक के बारे में काफी कुछ जान चुके हैं। आइए अब हम पुष्पीय पौधों में भ्रूणोत्तर परिवर्धनीय प्रक्रमों के बारे में और अधिक जानकारी प्राप्त करें।

इकाई 7 : मूल और प्ररोह संरचना विकास– पौधों की वनस्पतिक वृद्धि अनेक घटनाओं की एक अत्यधिक जटिल लेकिन भली प्रकार समन्वित श्रेणी है जो भ्रूण की वृद्धि से शुरू होती है। भ्रूण की वृद्धि आरंभ होने से भी पहले, नर और मादा युग्मकों के कोशिका संलयन से बनने वाला युग्मनज ध्रुवणता के आरंभ को दर्शाता है जो परिपक्व पादप के आकार के लिए मंच तैयार करता है। वृद्धि की प्रारंभिक अवस्थाएं कोशिका विभाजन और परवर्ती कोशिका दीर्घीकरण से शुरू होती है जिसके बाद विभेदन होता है। जैसे-जैसे कोशिका विभाजन, दीर्घीकरण और विभेदन होता जाता है, प्रमुख पादप अंगों यानि मूल और प्ररोह का संरचना विकास होता है। इस इकाई में आप मूल शीर्ष प्ररोह, शीर्ष पर्ण अधकों के निर्माण और पुष्प प्रेरण के बारे में अध्ययन करेंगे।

इकाई 8 : पादप वृद्धि नियामकों का परिवर्धन पर प्रभाव– परिवर्धन की प्राकृतिक प्रगति के दौरान अनेक प्रकार के कार्बनिक अणु महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। आमतौर पर हार्मोन कहलाने वाले इन पदार्थों की बहुत अल्प सांद्रता में जरूरत पड़ती है और उनकी क्रिया उनके उत्पत्ति स्थल से काफी दूर के स्थलों में देखी जा सकती है। आजकल हार्मोनों की जगह वृद्धि नियामक शब्द व्यापक रूप से प्रयोग किया जा रहा है। इसमें प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले और संश्लेषण द्वारा निर्मित सभी पदार्थ शामिल हैं जो पौधों में वृद्धि और परिवर्धन पर प्रभाव डालते हैं। इस इकाई में हमने प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले पादप वृद्धि नियामकों के शरीरक्रियात्मक प्रभावों और अंग विकास में उनकी भूमिका की चर्चा की है। हमने पूरे पौधे में होने वाले परिवर्धन के क्रमबद्ध चक्र की भी चर्चा की है जैसे कि प्रसुप्ति जीर्णता और विलगन।

इकाई 9 : शीर्ष प्रभाविता– शीर्ष प्रभावित परिघटना में पत्तियों, कक्षीय प्ररोहों, भूस्तरियों कदों प्रकंदों और मूलों के प्रभाव सम्मिलित हैं। शीर्ष द्वारा पार्श्व कलिकाओं के सह संबंधी संदमन पर लगभग एक शताब्दी तक प्रयोगात्मक रूप से अन्वेषण होता रहा है। बागवानी, उद्यानविज्ञानीय और कांट-छांट पद्धतियों में शीर्ष की प्रभावी भूमिका के बारे में आपको ज्ञात है। यह सब इस इकाई में वर्णित किया गया है। हमने शीर्ष प्रभाविता को नियंत्रित करने में रासायनिक कारकों की भूमिका की भी चर्चा की है जैसे कि, ऑक्सिन, साइटोकाइनिन और एथिलीन।

इकाई 10 : द्वितीयक वृद्धि– मूल और प्ररोह विभज्योतकों की सक्रियता से पौधे की प्राथमिक काया बनती है। अनेक मामलों में प्राथमिक काया से मतलब संपूर्ण पौधे से होता है लेकिन कई बार इस काया का और भी परिवर्धन होता है और इसके घेरे में वृद्धि होती है जिससे द्वितीयक काया बनती हे। वृद्धि के इस अतिरिक्त घटक को द्वितीयक वृद्धि नाम दिया गया है। वृद्धि संवहनी एधा की सक्रियता से होती है। यह एधा सामान्यतया दारू का भीतरी तरफ से और पोषवाट को बाहरी तरफ से विच्छेन कर देती है। संवहनी एधा के अलावा एक और एधा भी पाई जाती है जिसे कार्क एधा कहते हैं जो पादप काया में रक्षी ऊतक की परते बनाती है। इस इकाई में आपको पौधों में द्वितीयक वृद्धि और कुछ एधा परिवर्तों के बारे में जानकारी दी गई है।

इकाई 11 : पादप ऊतक और अंग संवर्धन– इस इकाई में हमने कृत्रिम माध्यम में कोशिकाओं, ऊतकों और अंगों की अजर्म वृद्धि के बारे में चर्चा की है। आप जानेंगे कि पादप कार्य की सभी जीवित कोशिकाएं पूरे के पूरे पौधों को जन्म दे सकती है– कोशिकीय पूर्णशक्तता भले ही उन कोशिकाओं का सूत्रगुणता स्तर और विशिष्टीकरण का रूप कैसा भी क्यों न हो। प्रायोगिक

वनस्पतिविज्ञान के क्षेत्र में ऊतक संवर्धन एक अमूल्य साधन बन गया है और कृषि विज्ञान तथा उद्यानविज्ञान में इसका व्यावहारिक अनुप्रयोग होने लगा है।

इकाई 12 : परिवर्धन अध्ययनों में वर्तमान उपनति– दुनिया भर के लोग फसली पौधों को अपने प्रमुख भोजन के रूप में काम में लाते हैं। हम खाने के रूप में जो लेते हैं वह अधिकांशरूप से पादप जनन की सफलता पर निर्भर है। हाल के वर्षों में लैंगिक जनन के बारे में अनुसंधान में आश्चर्यजनक जानकारी प्राप्त हुई है। इस खंड की अंतिम इकाई में आपको इस क्षेत्र में हुई महत्वपूर्ण प्रगतियों की जानकारी दी गई है। आप पराग जैविकी अनिषेच्यता परिघटना, मादा युग्मकोद्भिद, भ्रुण निलंबक और भ्रूणपोष के क्षेत्र में हाल में हुई कुछ खोजों के बारे में पढ़ेंगे। जब आप इस इकाई में दी गई पादप परिवर्धन जैविकी में अनुसंधान के कुछ सर्वोत्तम क्षेत्रों से संबंधित जानकारी को खंड 1 में वर्णित पादप जनन के प्रासंगिक पहलुओं के साथ मिलाकर पढ़ेंगे तो आपको पौधों में जनन और परिवर्धन की व्यापक जानकारी मिलेगी।

उद्देश्य

इस खंड को पढ़ने के बाद आप इस योग्य होने चाहिए कि आप :

- मूल और प्ररोह संरचना विकास से जुड़ी प्रमुख घटनाओं का ब्यौरा तैयार कर सकें;
- पौधों में विभिन्न परिवर्धन प्रक्रमों में पादप वृद्धि नियामकों की भूमिका के बारे में चर्चा कर सकें;
- शीर्ष प्रभाविता की परिघटना का वर्णन और उद्यानविज्ञान में इसके महत्व की चर्चा कर सकें;
- संवहनी और कार्क एधा तथा कुछ एधा-परिवर्तों की संरचना और उनके प्रकार्यों की व्याख्या कर सकें;
- पात्रे परिस्थिति में पादप-ऊतकों की वृद्धि और विभेदन में पादप वृद्धि नियामकों की भूमिका स्पष्ट कर सकें;
- पादप और उत्तक संवर्धन तकनीकों के अनुप्रयोग बता सकें;
- उच्चकोटि पादपों की जनन जैविकी के क्षेत्र में हाल में हुई प्रगति का वर्णन कर सकें;

इंकाई 7 मूल और प्ररोह संरचना विकास

इकाई की रूपरेखा **पृष्ट संख्या**

7.1	प्रस्तावना	5
	उद्देश्य	
7.2	मूल शीर्ष	6
	मूल वृद्धि	
	ऊत्तकों का विभेदीकरण	
	पार्श्व मूल	
7.3	प्ररोह वृद्धि	9
7.4	आद्य पर्ण	11
7.5	पुष्प प्रेरण	12
7.6	क्षुवणता	18
7.7	तापगतिकी और संरचना–विकास	18
7.8	सांस्थितिकी और अंगों का विकास	19
7.9	प्रकाश-अनुवर्तन	19
7.10	गुरूत्व-अनुवर्तन	21
7.11	अनुकुंचन अनुक्रियाएं	22
7.12	स्पर्श-अनुवर्तन	23
7.13	पुनर्जनन	23
7.14	प्रतिक्रिया दारु	24
7.15	सारांश	24
7.16	अंत में कुछ प्रश्न	25
7.17	बोध प्रश्नों के उत्तर	25

7.1 प्रस्तावना

जंतुओं की तरह वनस्पतियों को भी कोशिकाओं के गठन के आधार पर दो वर्गों में बांटा जा सकता है– (1) असीमकेन्द्रकी (Prokaryotic)— एक कॉलोनी में संगठित एक या अनेक कोशिकाओं वाली वनस्पतियां, जिनकी कोशिकाओं की संरचना सरल होती है और इन कोशिकाओं में सुसंगठित (Organised) केन्द्रक नहीं होता। (2) ससीमकेन्द्रकी (Eukaryotic)–इनमें एक कॉलोनी या थैलस (Thallus) में एक अथवा अनेक कोशिकाएं होती हैं, मूल तथा प्ररोह जैसे अंगों सहित पूर्ण शारीरिक संरचना होती है और सभी कोशिकाओं का सुसंगठित केन्द्रक होता है।

जब किसी वनस्पति में एक ही कोशिका हो या कोशिकाओं की एक कॉलानी हो, तो प्रत्येक कोशिका कायिक (Vegetative) और जननसंबंधी कार्य करती है। लेकिन जैसे-जैसे वनस्पति प्रजातियों की शारीरिक संरचना जटिल होती जाती है, विशिष्ट कार्यों के लिए विशिष्टीकृत ऊतकों और अंगों की आवश्यकता बढ़ती जाती है। पत्तियां प्रकाश-संश्लेषण (Photosynthesis) और वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) करती हैं। जड़ें पौधे को टिकाए रखती हैं और मिट्टी से पानी तथा लवण सोखती हैं। तना शाखाओं को सहारा देता है। शाखाओं में पत्ते तथा फूल लगते हैं। फूलों के निषेवन के बाद फल पैदा होते हैं। फलों में बीज होता है जो अपने अंदर स्थित भ्रूण

(Embryo) को सुरक्षित रखता है। अंकुरण (Germination) होने पर बीजों में स्थित भ्रूण से नया पौधा पैदा होता है, जिसमें मूल पौधों के लक्षण होते हैं।

आप जानते हैं कि भ्रूण युग्मनज (Zygote) से पैदा होता है जो द्विगुणित (Diploid–2n) कोशिका होती है। इसमें आधे गुणसूत्र (Chromosome) मादा पौधे और आधे नर पौधे (अथवा एक ही पौधे के नर और मादा अंगों से) प्राप्त होते हैं। युग्मनज और इससे विकसित होने वाली कोशिकाओं के समसूत्री विभाजन तथा विभेदीकरण से पौधा पनपता है। जब कोई नवोद्‌भिद् (Seedling) पूर्ण पौधे के रूप में विकसित होता है, कोशिकाओं के विभाजित और विभेदीकृत होने की क्षमता पौधे के कुछ ही अंगों, जैसे – प्ररोह (तने) के अग्र भाग (Shoot apex), मुलाग्र (जड़) के अगले भाग (Root opex) अंतर्वेशी विभज्योतक (Intercalary meristem), एधा (Cambium), कलिकाओं (Buds) आदि तक सीमित होती है। हालांकि पौधे के प्रत्येक अवयव में सजीव कोशिकाएं होती हैं।

विभेदीकरण की प्रक्रिया काफी जटिल है और इससे जुड़े सभी प्रश्नों के संतोषजनक उत्तर हम नहीं दे सकते। साथ ही, इस बुनियादी प्रश्न का उत्तर भी नहीं मिल पाया है कि कोई कोशिका परिपक्व होने पर विभाजित होने और विभेदीकरण की अपनी क्षमता पूरी तरह क्यों खो देती है।

दूसरी ओर प्रयोगशालाओं में (Invitro) पादप कोशिकाओं तथा ऊतकों के संवर्धन (Culture) से सिद्ध हो गया है कि अगर किसी गाजर से एक जीवित मृदूतक (Parenchyma) कोशिका को अलग करके संवर्धित किया जाए तो, इसे पोषक-तत्वों, हारमोनों का उचित मिश्रण, आवश्यक भौतिक कारक सही समय पर उपलब्ध कराए जाएं तो यह विभाजित और विभेदित होकर गाजर का पूरा पौधा विकसित कर सकती है। हैबरलैंड (Haberlandt) ने कोशिकाओं की पूर्णशक्तता (Totipotency) के बारे में जो विचार रखा था, एफ.सी.स्टवार्ड (F.C. Steward) ने अपने अध्ययनों से उसे सिद्ध कर दिया है। हम इस पाठ्यक्रम (एल.एस.सी.–06) की इकाई 11 (पादप ऊतक और अवयव संवर्धन) में कोशिकाओं की पूर्णशक्तता के बारे में विस्तार से पढ़ेंगे।

भ्रूण के ऐसे आकृतिक रूप (Morphological form) में विकास और विभेदीकरण, जो इसके आनुवंशिक गुणों से मिलता है और नर पौधे की तरह सभी प्रकार के कायिक और जनन-संबंधी कार्य कर सकता है, की प्रक्रिया से संबद्ध आणविक, जैवरासायनिक, शरीरक्रियात्मक और कोशिकीय परिवर्तनों के अध्ययन को संरचना विकास (Morphogenesis) कहते हैं।

उद्‌देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप–

- मूल (जड़), प्ररोह (तना) और पर्ण (पत्तियों) के विभेदीकरण के मूल अर्थ को परिभाषित कर सकेंगे,
- मूल, प्ररोह और पर्ण की संरचना-विकास प्रक्रिया को समझा सकेंगे,
- इन दो प्रक्रियाओं की कार्यप्रणाली की विभिन्न जटिलताओं को समझा सकेंगे,
- प्रकाश, गुरूत्व, ताप, स्पर्श जैसे भौतिक कारकों के विभेदीकरण और संरचनाविकास पर पड़ने वाले प्रभावों को समझा सकेंगे, और
- कायिक शीर्ष से पुष्प शीर्ष विकसित होने में जो जटिल प्रक्रियाएं होती हैं, उन्हें समझा सकेंगे।

7.2 मूल शीर्ष

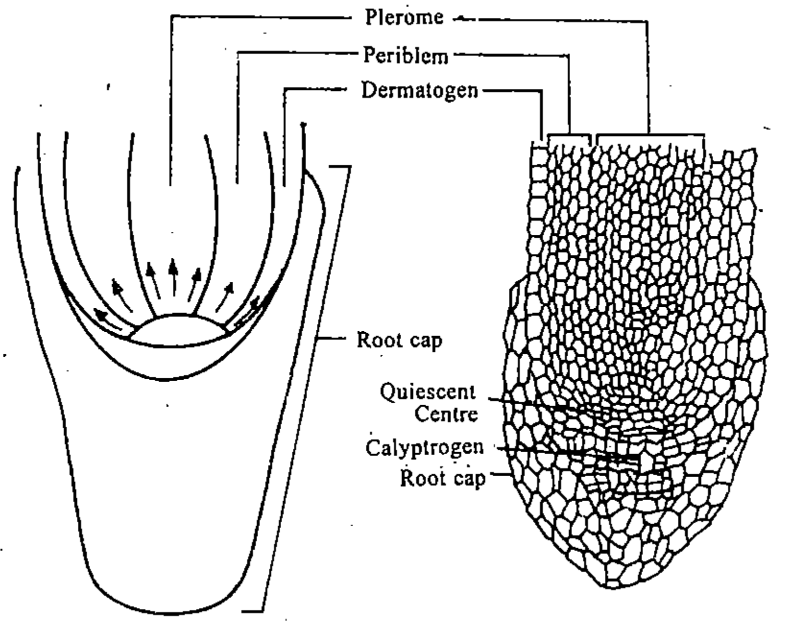
विकसित वनस्पति प्रजातियों का परिपक्व भ्रूण जंतुओं, जैसे – स्तनपायियों के भ्रूण से काफी भिन्न होता है। उदाहरण के लिए, स्तनपायियों के भ्रूण का विकास जब पूर्ण हो जाता है, उस समय उसमें वयस्क जीव के सभी अंग, कम से कम अपने आदि रूप में अवश्य होते हैं। दूसरी

और, वनस्पतियों में मूल, प्ररोह, एधा और अंतर्वेशी मेरीस्टेम में अपेक्षाकृत "स्वायत्त" वृद्धि केन्द्र होते हैं। पूर्ण विकसित भ्रूण अथवा कोई जंतु (जैसे गाय या हाथी) जब मां के गर्भ से जन्म लेता है, तो न केवल वह अपनी पूर्ण विकसित मां से पूरी तरह मिलता-जुलता है, बल्कि कुछ ही घंटों में वह अपने चारों पैरों पर खड़ा भी हो सकता है, वयस्क प्राणी और बच्चे के आकार में एक निश्चित संबंध होता है। लेकिन बरगद के नवोद्भिद् का आकार पूर्ण विकसित बरगद के पेड़ से बिल्कुल नहीं मिलता। दूसरा मुख्य अंतर यह है कि किसी स्तनपायी जंतु का बच्चा मां के गर्भ से एक लगभग निश्चित अवधि के बाद जन्म लेता है। जबकि पौधे का भ्रूण परिपक्व बीज में निष्क्रिय पड़ा रहता है। यह वर्षों तक प्रसुप्त पड़े रहने के बाद अंकुरित हो सकता है।

किसी पादप के परिपक्व भ्रूण में उसके मादा-नर पौधों के अनुवंशिक लक्षणों का पुनःसंयोजन होता हैं। इसमें बाह्य पर्यावरण की परिस्थितियों को आंकने के लिए संवेदन क्षमता होती है।

मूल शीर्ष या मूलाग्र (जड़ के अगले हिस्से) की संरचना को और इसकी गतिशीलता के अध्ययन से पहले हम कुछ तथ्यों को समझाएंगे। पौधे की मूल, प्रणाली वाला जो क्षेत्र जमीन के नीचे होता है, उसका क्षेत्रफल पौधे के भूमि के ऊपर के प्ररोह तंत्र (यानि अक्ष, शाखाएं और पत्तियां) से कहीं अधिक होता है। पौधे चल-फिर नहीं सकते, अतः एक ही स्थान पर पौधे को ज्यादा गहराई और ज्यादा क्षेत्र से पानी और लवण प्राप्त करना होता है।

जड़ के सिरे (मूलाग्र) की संरचना सरल होती है। आमतौर पर, मूलाग्र या मूल शीर्ष अनेक पर्तों वाले मृदुतकों वाले मूल गोप (Root cap) से ढका होता है, जो इसें सुरक्षित रखता है। अक्ष का मेरीस्टेम काफी गहराई में होता है। अनुदैर्ध्य काट (Longitudinal Section) में देखे जाने पर अधिकांश एकबीजपत्री (Monocots) और द्विबीजपत्री (Dicots) पादपों में मेरिस्टेम तीन क्षेत्रों में बंटा दिखाई देता है (चित्र 7.1)। इनमें एक क्षेत्र रंभजन (Plerome) होता है, जो संवहन सिलिंडर (vascular cyclinder) और मज्जा (pith) को जन्म देता है। दूसरा त्वचाजन (Dermatogen) क्षेत्र होता है, जो बाह्यत्वचा (Epidermis) और मूल गोप बनाता है। वल्कुटजन (Periblem) क्षेत्र बाह्यत्वचा और संवहन सिलिंडर के बीच के ऊतक बनाता है। मक्के और लहसुन जैसे कुछ एक एकबीजपत्री पादपों में मेरीस्टेम कोशिकाओं का चौथा क्षेत्र गोपकजन (Calyptrogen) भी होता है जो केवल मूल गोप को जन्म देता है। जड़ जैसे-जैसे नीचे को बढ़ती है, गोपकला की गतिविधि से नई कोशिकाएं और परतें बनती हैं। मूलाग्र प्ररोह शीर्ष की तरह आद्यक (primordium) नहीं बनाता। जड़ों के सिरों को एक्स-किरणों के संपर्क में लाने से गुणसूत्रों में जो गडबड़ियां होती हैं, वे जड़ की सभी नई कोशिकाओं में फैल जाती हैं। (इससे शीर्ष का आकार मात्र तीन कोशिकाओं तक सीमित हो जाता है।)



चित्र 7.1 : मक्के की जड़ की अनुदैर्ध्य काट में मेरीस्टेम के तीन क्षेत्र और शांत केन्द्रीय भाग

लेकिन जब ट्राइटिऐटेड (3H) थाइमिडीन (Tritited thymidine, DNA में अपनी स्थिति के लिए विशिष्ट) जड़ों में लगाकर ऑटोरेडिओग्राफिक (Autoradiographic) परीक्षण किए जाते हैं तो अनेक कोशिकाओं में लेबलिंग (Labelling) देखी जा सकती है। इन अध्ययनों से एक शांत केन्द्र (Quiescent Centre) के होने का पता चलता है। शांत केन्द्र जड़ के अंतिम सिरे के ठीक पीछे होता है और इसमें ऐसी कोशिकाएं होती हैं, जो सक्रिय रूप से विभाजित नहीं होती।

शांत केन्द्र की कोशिकाएं एक वैकल्पिक क्षेत्र (Standing Zone) बनाती हैं। किसी वजह से मूलाग्र को कोई "चोट" पहुंचाने पर शांत केन्द्र की कोशिकाएं मेरीस्टेमेटिक हो जाती हैं, जड़ों को खुरदरी सख्त जमीन में भी नीचे बढ़ना होता है। अतः शांत केन्द्र का होना महत्वपूर्ण है। संभवतः यह हारमोन संश्लेषण का क्षेत्र भी है।

7.2.1 मूल वृद्धि

पी.आर.व्हाइट ने प्रयोगशाला में अध्ययन कर पता लगाया है कि जड़ों का शर्कराओं (Sugars), लवणों (Salts) और मद्यकारी खमीर सार (Brewers Yeast Extract) में संवर्धित किया जा सकता है। लगता है कि मूल वृद्धि (जड़ों की वृद्धि) के लिए कोशिकाद्रव्य विभाजक पदार्थों (Cytokinins) की आवश्यकता होती है।

7.2.2 ऊतकों का विभेदीकरण

मेरीस्टेम (विभज्योतक) कोशिकाओं के विभाजन से बनी नई कोशिकाओं का और विस्तार तथा विभेदीकरण होता है। बाह्यत्वचा, वल्कुट (Cortex) तथा रंभ (Stele) बनते हैं। रंभ में मध्य अक्ष में तारे के आकार का जाइलम (Xylem) बनता है जिसके सिरों के बीच फ्लोएम (Phloem) के स्तंभ होते हैं। ये परिरंभ (Pericycle) से घिरे होते हैं। लेकिन विभेदीकरण की नियंत्रक प्रक्रियाएं क्या हैं?

जड़ों के सिरों के कुछ भाग को निकालकर किसी माध्यम में संवर्धित करते हुए उनका विभेदीकरण देखने से जड़ के विकास के बारे में काफी जानकारी मिली है। छोटे-छोटे टुकड़ों से विभेदीकरण के दौरान एकचापीय (Monoarch) और द्विचापीय (Diarch) संवहन संरचना बनी जबकि मूलतः पादप की जड़ ने त्रिचापीय (Triarch) स्वरूप प्रदर्शित किया था। यह प्रयोग बताता है कि जड़ की संरचनाविकास की पूरी क्षमता की प्रस्तुति के लिए मूलाग्र का एक न्यूनतम आकार होना चाहिए। लेकिन और अधिक वृद्धि होने पर इन छोटे टुकड़ों से भी सामान्य संवहन संरचनाओं का विकास होने लगता है। अगर संवर्धन माध्यम में 10^{-5}M सांद्रण का ऑक्सिन (Auxin) डाला जाए तो बाह्यआदिदारूक (Exarch) संवहन ऊतक बन जाता है।

जड़ की प्राथमिक संवहन प्रणाली की व्यक्तिवृत्तीय (Ontogenic) विकास की प्रक्रिया सरल है। अक्षीय विभज्योतमक (मेरीस्टेम) के पीछे जड़ के ऊतकों के विभेदीकरण की प्रक्रिया का सारांश इस प्रकार है – जाली वाले तत्वों के परिपक्वतः स्तर के पास वल्कुट के परिनत (Periclinal) विभाजन समाप्त हो जाते हैं। इस क्षेत्र के आगे जड़ तेजी से बढ़ती है। और लंबे होने की इस प्रक्रिया के लगभग समाप्त हो जाने पर प्रोटोजाइलम परिपक्व होने लगता है। प्रोटोजाइलम की परिपक्वता से पहले अंतर्त्वचीय कोशिकाओं (Endodermal cells) में कैस्पेरियन धारियां (Casparian Strips) बनने लगती हैं। इसी समय मूल रोग (Root Hair) भी बनने लगते हैं।

फॉइटोहॉर्मोन (Phytohármones) द्वितीयक संवहन ऊतकों के विकास पर प्रभाव डालते हैं। जब किसी इंडोल ऐसिटिक एसिड (Indole Acetic Acid, 10^{-5}m) और सुक्रोज (Sucrose) वाले पोषक माध्यम में जड़ों का संवर्धन किया जाता है तो द्वितीयक संवहन ऊतक प्रेरित होते हैं। कम मात्रा में कोशिकाद्रव्य विभाजक पदार्थ (Cytokinins) और हैकजिटाल[5] (Haxitol[5]) से द्वितीयक संवहन ऊतकों का बनना प्रेरित होता है। जड़ों के उचित विकास के लिए विटामिन भी आवश्यक होता है।

7.2.3 पार्श्व मूल

पार्श्व मूल प्रायः जड़ के सिरे में एक निश्चित दूरी पर जाइलम तारक के किनारों के पास या विपरीत दिशा से निकलती है। इस तरह तीन चापीय जड़ में पार्श्व जड़ों की तीन पंक्तियां होती हैं और चार चाप वाली जड़ से पार्श्वजड़ों की चार पंक्तियां निकलती हैं। मूल जड़ के ऊतक के पार्श्व जड़ों के आद्य रूपों (Primordial) के विकास का अध्ययन बड़ा रोचक है। अनावृतबीजी (Angiosperm) और आवृतबीजी (Gymnosperms) पादपों में पार्श्व जड़ों का विकास प्रायः परिरंभ (Pericycle) में शुरू होता है। इन जड़ों के आदि रूप परिरंभीय कोशिकाओं के परिनतिक (Perielinal) अपनतिक (Anticlinal) विभाजनों से विकसित होती है। एक दृष्टिकोण यह है कि पार्श्व मूलों के बढ़ते आदि रूप उन वल्कुट कोशिकाओं को आंशिक रूप से "पचा" (Digest) लेते हैं, जिनसे वे गुजरते हैं। दूसरा दृष्टिकोण यह है कि यह प्रक्रिया यांत्रिक होती है अर्थात् पार्श्व जड़ें वल्कुट की कोशिकाओं को धक्का देते हुए आगे बढ़ती हैं। जड़ के सिरों में साइटोकिनिन का अपेक्षाकृत अधिक और ऑक्सिन का अपेक्षाकृत कम सांद्रण होता है। इससे यहाँ पार्श्व मूल नहीं बन पाते। (ऑक्सिन प्ररोह शीर्ष में बनते हैं और तलाभिसारी, (Basipetally) रूप से ले जाए जाते हैं और साइटोकिनिन जड़ के अगले हिस्सों में भी संश्लेषित होते हैं) ऑक्सिन का सांद्रण जड़ के सिरे से ऊपर की ओर निरंतर बढ़ता जाता है जिससे पार्श्व जड़ों का बनना प्रेरित होता है।

7.3 प्ररोह वृद्धि

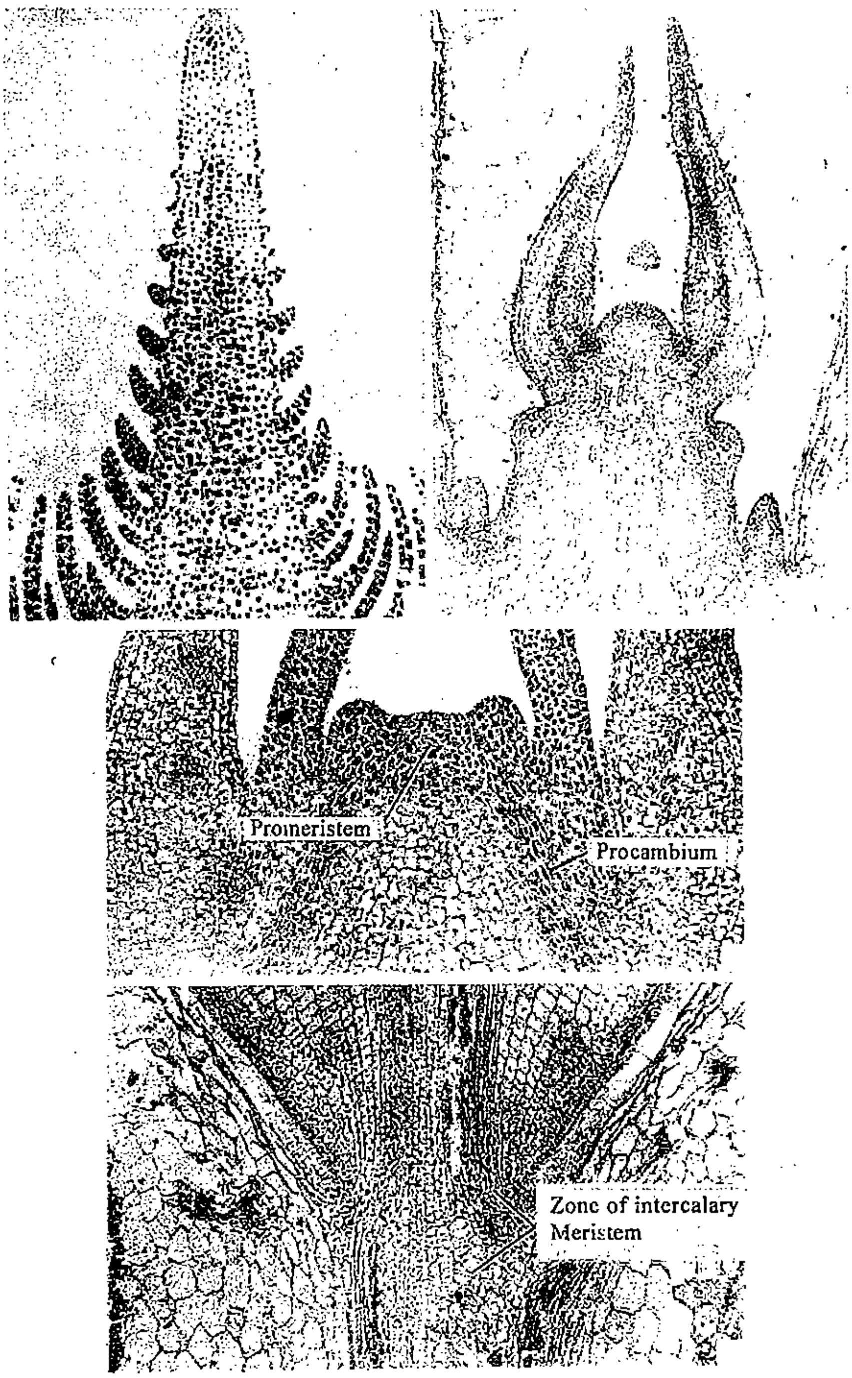
शीर्ष मेरिस्टेम से तना, शाखाएं और अनुपर्ण (Stipules) जैसे पत्तों के उपांग (Appendages) पैदा होते हैं। आनुवंशिक, आयु और परिपक्वता के संकेतों अथवा प्रकाश या ताप जैसे बाह्य प्रेरकों के प्रभाव से अक्ष जनक शीर्ष (Reproductive apex) में बदल जाता है। गुंबदकार शीर्ष (Apical dome) से उभारों (bumps) के रूप में उपांग निकलते हैं।

प्ररोह का शीर्ष मेरिस्टेम पत्तों के आधार में छिपा होता है, इसलिए इसे देख पाना कठिन है। प्ररोह शीर्ष के अध्ययन के आरंभिक तरीकों में एक सीरियल सेक्सनिंग (Serial Sectioning) है। पत्तों को विच्छेदित (Dissect) कर के स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप की मदद से प्ररोह के सिरे का त्रिविमीय (Three Dimensional) चित्र प्राप्त करना अब संभव है (चित्र 7.2)।

प्ररोह शीर्ष मेरीस्टेम का संगठन और विकास समझाने की विभिन्न धारणाएं हैं। कंचुक-पिंड सिद्धांत (Tunica–corpus theory) के अनुसार, शीर्ष रीस्टेम में बाहरी पर्त के कंचुक में मुख्यतः अपनतिक (Anticlinal) विभाजन होते हैं। (L° से सतह से और) कंचुक की अंदर की पर्त में परिनत (Periclinal) विभाजन होते हैं। कंचुक बाह्यत्वचा के विकास में और पिंड पौधे के अंदर के अन्य सारे ऊतकों–वल्कुट, अंतस्त्वचा, जाइलम, फ्लोटम और विभिन्न संबद्ध ऊतकों– के विकास में योग दान देता है (चित्र 7.3)।

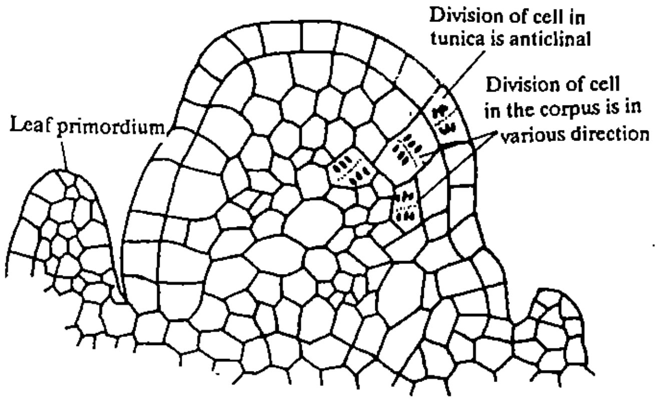
एरनेस्ट बॉल (Ernest Ball) ने कुस्कुटा (Cuscuta) से, प्रयोगात्मक शारीरिकी (Experimental Anatomy) के जरिए, प्ररोह शीर्ष के अंतिम सिरे का एक टुकड़ा निकाल कर किए गए प्रयोग से पता चला है कि शीर्ष का 25,000 कोशिकाओं वाला टुकड़ा पूर्णतः पुनर्जनन (Regeneration) और विभेदीकरण के लिए पर्याप्त है।

ऑक्सिन के प्रभाव से कोशिकाओं की लंबाई बढ़ती है। साइटोकिनिन (Cytokinins) से कोशिका विभाजन उत्प्रेरित होता है। जिबरेलिन (Gibberellin) के प्रभाव से भी कोशिकाओं की लंबाई बढ़ती है – खासतौर से पुष्पाकार (Rossette) पादपों में। शाखाएं कक्षीय (Axillary) कलिकाओं से विकसित होती हैं और मुख्य अक्ष की संवहन प्रणाली से जुड़ी होती हैं। इन संवहन संपर्कों को शाखा अनुपथ (Branch Traces) कहते हैं। पर्वसंधि (Node) पर शाखा अनुपथ पर्ण अनुपथों



चित्र 7.2 कायिक प्ररोह शीर्ष के अनुदैर्ध्य काट का माइक्रोग्राफ– 1,2,3,4

(Leaf Traces) के काफी करीब होते हैं। ये पर्ण अनुपथ पत्ती में प्रवेश करते हैं जिसके अक्ष में शाखा होती है। शाखा अंतराल पर्ण अंतराल के ऊपर स्थित होता है। साथ-साथ ये दोनों अंतराल एक जैसे प्रतीत होते हैं। द्विबीजपत्री और अनावृत्तबीजी पादपों में कक्षीय शाखाओं को संवहन आपूर्ति के प्रायः दो अनुपथ होते हैं। कुछ पौधों में मात्र एक अनुपथ और कुछ में दो से अधिक अनुपथ भी होते हैं। शाखाओं में रंभ मुख्य अक्ष जैसा होता है।



चित्र 7.3 : प्ररोह शीर्ष की अनुदैर्ध्य काट–इसमें एक परत वाले कंचुक और पिंडक दिखाई गए हैं, विभिन्न पादपों में इनकी कोशिकाएं विभाजित हो रही हैं।

बोध प्रश्न 1

(क) निम्न को समझाइए–

(i) मूलाग्र या मूल शीर्ष

(ii) प्ररोह शीर्ष

(iii) प्ररोह वृद्धि

(ख) मूल और प्ररोह वृद्धि में हारमोनों की भूमिका बताएं।

(ग) पार्श्व मूल की उद्गम-प्रक्रिया समझाइए।

7.4 आदि पर्ण

शीर्ष मेरिस्टेम के बाहर की ओर कलिकाएं अथवा उभार (आदि पर्ण) निकलते हैं जो परिपक्व होने पर पत्तियाँ बन जाती हैं। तने पर पत्तों का क्रम पर्णविन्यास (Phyllotaxy) कहा जाता है। यद्यपि एकांतर (Alternate), सर्पिल (Spiral), सम्मुख (Opposite) और चक्करदार (Whorled) पर्ण-विन्यास को पहचानना आसान है, लेकिन पत्तों के सर्पिल क्रम की गणितीय पादप प्रजातियों में प्रायः पर्ण विन्यास की 1/2, 1/3, 2/5, 3/8, 5/13, 8/21 श्रृंखलाएं फिबोनासी (Fibonacci) श्रृंखला होती हैं। एक पत्ती और दूसरी पत्ती के बीच के समयांतराल को घटनांतराल (Plastochron) कहते हैं।

प्रकाश, फाइटोक्रोम (Phytochrome) के जरिए, कोशिका के विकास को इस अर्थ में प्रभावित करता है कि क्लोरोफिल का विकास प्रकाश के बिना नहीं हो सकता – कुछ अनावृतबीजी पौधों को छोड़कर। कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2) के सांद्रण से पर्णवृंत (Petioles) की लंबाई पर नियंत्रण रहता है। विषमपर्णी (Heterophyllous) पौधों में पत्तियों के आकार और संख्या के निर्धारण में पानी की भी भूमिका होती है। उदाहरण के तौर पर, लिम्नोफिला (Limnophila) जाति में, पानी में डूबे प्ररोह में पत्तियां पतली-पतली विभाजित होती हैं। एक पर्वसंधि में 5 से तक पत्तियां होती हैं। वायव प्ररोह में पूरी चौड़ी स्तरिका (Lamina) वाली सम्मुख और क्रॉसित (Decussate) पत्तियां होती हैं। ऑक्सिन शिराओं का विकास प्रभावित करती है। पता चला है कि साइटोकिनिन आद्य पर्ण और पत्ती में कोशिका विभाजन की दर को नियमित कर सकते हैं।

किसी पादप में पर्ण विन्यास संख्या का पता कैसे लगा सकते हैं?

सिरे पर एक पुरानी पत्ती चुनें। इसकी स्थिति ध्यान से देखें। अब नीचे की पत्तियों की संख्या और स्थिति को ऊर्ध्वाधर रेखा (Vertical Allignment) में तब तक ध्यान से नोट करते रहें, जब तक उसी क्रम की ... ती न आ जाए, जिसे प्रारंभ में चुना था। अब निम्न अनुपात उस पौधे का पर्ण विन्यास हो...

$$\frac{\text{तने के चारों और आपने जितने चक्कर लगाए हैं}}{\text{इस दौरान पत्तियों की संख्या}} = \text{इस पादप का पर्णविन्यास है।}$$

तने पर पत्तियों के क्रम में आप काफी विविधता पाएंगे। अधिकतर प्रजातियों के तनों में पत्ते एकांतर और सर्पिलक्रमों में होते हैं। घासों की प्रजातियों में ये एकांतर क्रम में लेकिन दो पंक्तियों में होते हैं।

जब मुख्य उर्ध्वाधर अक्ष से शाखा या पत्ती निकलती है, तो इनका मुख्य उर्ध्वाधर अक्ष के सवंहन ऊतकों से जुड़े रहना जरूरी है। इसे समझने के लिए पाइप लाइनों के जोड़ों (Junctions) को याद करें। पौधों में ऐसे "जोड़ों" को "पर्ण अनुपथ" **(Leaf traces)** या "शाखा अनपथ" (Branch **traces)** कहते हैं।

7.5 पुष्प प्रेरण

कायिक शीर्ष का पुष्प शीर्ष में रूपांतरण अनेक कारकों पर आधारित अनेक चरणों वाली प्रक्रिया है। पिछले करीब सत्तर साल से पौधों के पुष्पित होने के बारे में अनुसंधान चल रहे हैं लेकिन इस बारे में जानकारी अब भी पर्याप्त नहीं है।

प्रकाश

दिन में सूर्य के प्रकाश के शीतोष्ण (Temperate) क्षेत्र के कुछ पादपों फूलों के खिलने पर प्रभाव का अध्ययन सबसे पहले गार्नर और एलड (Garner and Allard) ने किया। बाद में किए गए अध्ययनों के बाद पादपों का उन्हें प्रतिदिन आवश्यक सूर्य की रोशनी के आधार पर वर्गीकरण किया गया है–

दिवस-उदासीन (Day Neutral) पौधे–रोज कितनी सूर्य की रोशनी मिलती है, इस बात का फूलों के खिलने पर असर नहीं पड़ता। जैसे–ककड़ी, सूरजमुखी, मक्का इत्यादि।

दीर्घ दिवस (Long day) पौधे– एक क्रांतिक काल (Critical Period) यानि निश्चित अवधि से ज्यादा समय तक प्रतिदिन सूर्य का प्रकाश चाहिए, जैसे–पालक, लेट्यूस आदि।

अल्पदिवस (Short day) पौधे– निर्धारित क्रांतिक काल से कम रोशनी प्रतिदिन चाहिए। प्रमुख उदाहरण हैं–कॉकलबर (Cockleber) **जैंथियम स्ट्रमेरियम (Xanthium Strumarium)**। गुलदाउदी (Chrysanthemum) भी ऐसे पौधों का उदाहरण हैं।

इसके अलावा कुछ पौधे अविकल्पी रूप (Obligatively) से दीर्घ दिवस या अल्प दिवस पौधे हैं। कुछ पौधों में, प्रेरक परिस्थितियों में ज्यादा फूल आते हैं लेकिन प्रकाश अवधि के कम या ज्यादा होने से पुष्प प्रेरण पर असर नहीं भी पड़ सकता। प्रकाश संश्लेषण में सूर्य के प्रकाश की भूमिका के अलावा पौधों पर प्रकाश का जो असर पड़ता है, उसे दीप्तिकालिता (Photoperiodism) कहते हैं।

7.5.1 प्रकाश उद्दीपन को ग्रहण करना

...ों में पत्तियां प्रकाश उद्दीपन (Light Stimulus) को ग्रहण करती हैं। के.सी. हैमर और जे.बोनर (K.C. Hammer and J. Bonner) ने 1938 में प्रदर्शित किया कि अगर ...

(Cocklebur) के पौधे की सभी पत्तियां तोड़कर मात्र एक पत्ता का आठवां हिस्सा पौधे पर रहने दिया जाए तो भी एक अल्पदिवस के सूर्य के प्रकाश में ही पौधे पर फूल लग जाते हैं। पौधे अगर अ-प्रेरक (Non-inductive) परिस्थितियों में भी हों, तो भी "उद्दीपन" का प्रभाव बना रहता है। कलम लगाने (Grafting) पर यह उद्दीपन दूसरे पौधे तक स्थानांतरित भी हो जाता है। कैलाख्यान (Chailakhyan) ने निकोटियाना (Nicotiana) की अल्प-दिवस और दीर्घ दिवस प्रजातियों के साथ कलम लगाने का जो प्रयोग किया, उससे इस तथ्य की पुष्टि हुई। उन्होंने पौधों में "फ्लोरिजेन (Florigen)" नाम के हारमोन के होने का सुझाव दिया जो फूल खिलाने में सहायक होता है। अब तक ऐसे किसी हारमोन को अलग कर पाना तो संभव नहीं हो सका है, लेकिन ऐसा हारमोन होने के प्रमाण मिले हैं, जिसमें ऐन्थोसाइएनिन (Antholyanin) और जिबरेलिन (Gibberellin) हों। अब तक उपलब्ध जानकारी के अनुसार फूल खिलना संभवतः GA, साइटोकिनिन और ABA के बीच संतुलन से नियंत्रित होता है।

7.5.2 प्रकाश की प्रकृति

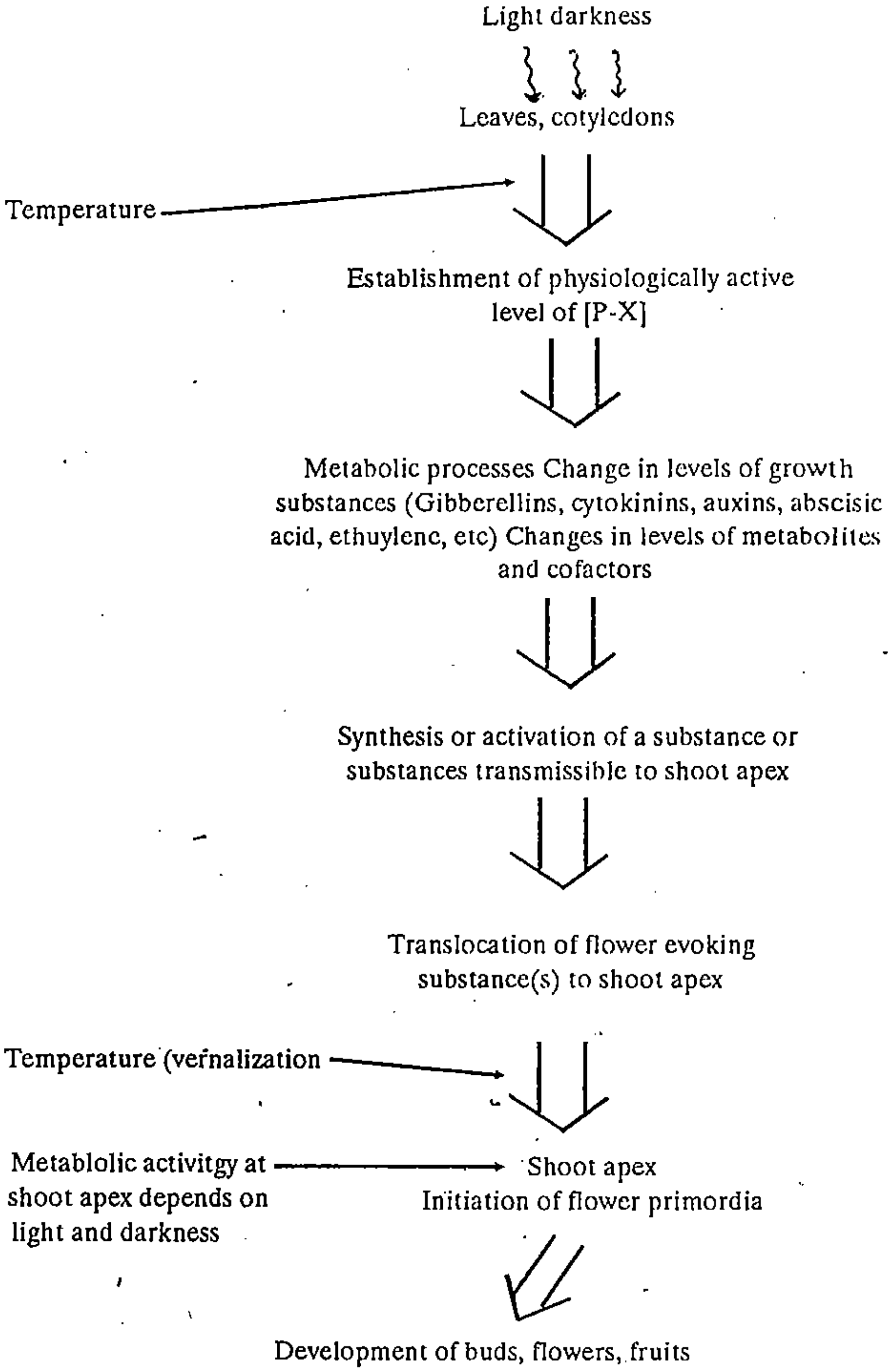
अल्प दिवस पौधों में लाल रोशनी से पुष्प बढ़ता है। अगर अल्प दिवस पौधों में अंधेरे की अवधि के दौरान लाल रोशनी डाली जाए तो फूल खिलना रुकता है। इससे पता चलता है कि फूल खिलने के लिए अंधेरे के निश्चित समय का भी बिना बाधा के जारी रहना जरूरी है। अगर लाल रोशनी डालने के बाद थोड़े समय तक बहुत दूर से लाल रोशनी डालें, तो फूल खिलना रुक जाने वाला लाल रोशनी का प्रभाव नहीं रहता। इन सब प्रयोगों से किसी रंजक (Pigment) की उपस्थिति का पता चलता है। यह रंजक क्लोरोफिल नहीं हो सकता क्योंकि दूर के लाल प्रकाश से पुष्पन (Flowering) के रुकने का प्रभाव दूर हो जाने की प्रवृत्ति क्लोरोफिल में नहीं होती।

7.5.3 फाइटोक्रोम

फाइटोक्रोम एक रंजक है जो परस्पर बदल सकने वाले दो रूपों में पाया जाता है। इसे सबसे पहले हैंड्रिक्स (Handricks) और बौर्थरिक (Borthwrick) और अन्य वैज्ञानिकों ने खोजा और रासायनिक रूप से इसे निकाला और शुद्ध किया। अब इस रंजक का रासायनिक स्वरूप का पता चल गया है। इसके दो भाग हैं – प्रकाश सोखने वाला भाग–क्रोमोफोर (Chromophore) और बड़ा प्रोटीन वाला भाग। फाइटोक्रोम की दीप्तिकालिता, अंकुरण और सुप्तावस्था की समाप्ति के एक्शन स्पेक्ट्रम (Action Spectrum) से स्पष्ट होता है कि फाइटोक्रोम प्रकाश संरचना विकास कारी (Photomorphogenetic Pigment) है क्योंकि इसका ग्रहण स्पेक्ट्रम (Absorption Spectrum) इस प्रक्रिया के एक्शन स्पेक्ट्रम पर पूरी तरह छा जाता है।

फाइटोक्रोम प्रायः कोशिका की झिल्ली में पाया जाता है। यह लाल प्रकाश रूप (Red Light Absorbing Zone) और दूरस्थ लाल प्रकाश रूप (Far red light absorbing zone) में पाया जाता है। लाल प्रकाश ग्रहण रूप वाला फाइटोक्रोम (Phytochrome–R) लाल रोशनी को सोखकर दूरस्थ लाल प्रकाश ग्रहणरूप वाले फाइटोक्रोम (Phytochrome–FR) में बदल जाता है। फाइटोक्रोम एफ-आर दूरस्थ लाल प्रकाश के सामने आने पर फिर फाइटोक्रोम-आर में बदल जाता है। फाइटोक्रोम-एफ-आर लंबे समय तक अंधेरे में रखने पर भी फाइटोक्रोम-आर में बदल जाता है।

जीन रिप्रेसन और डिप्रेसन के जरिए फाइटोक्रोम के कार्य, पुष्प खिलना प्रेरित करने वाले हारमोनों का उत्पादन, एंजाइम के सक्रियकरण आदि जिन क्रियाओं से कायिक शीर्ष पुष्प शीर्ष में बदलता है, उनके बारे में मामुली जानकारी है। इन क्रियाओं के सभी चरणों की जानकारी नहीं है। फाइटोक्रोम से नियंत्रित संरचना-विकास में जीन संख्या 13 के परिवर्तनों के लिप्यंतरण (Transcription) होता है। फाइटोक्रोम से सक्रिय होने वाले अनेक जीन पहचानने और अलग कर पाने में सफलता मिली है। इनमें से एक PAL जीन है (चित्र 7.4)।



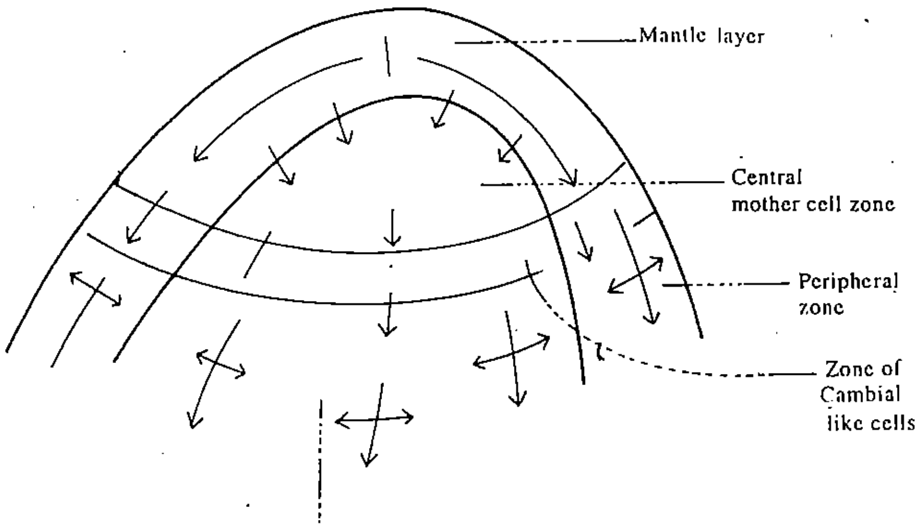
चित्र 7.4 : पुष्प का आद्य रूप बनने से संबद्ध प्रक्रियाओं का सारांश

7.5.4 पुष्प शीर्ष

फूल खिलने के लिए पादप का "परिपक्वता के एक न्यूनतम स्तर" तक पहुँचना ज़रूरी है। दीप्तिकालिका के विशिष्ट वातावरण के अनुरूप अनुक्रिया के लिए पादप तैयार होना चाहिए। इसका तात्पर्य यह है कि पादप की एक विशिष्ट उम्र, आकार और अवस्था तक विशिष्ट संख्या में पत्ते अवश्य विकसित हो जाने चाहिए ताकि फूल खिल सकें। बहुवर्षी पौधों में फूल खिलना शुरू होने तक की इस अवस्था को किशोर अवस्था (Juvenile Phase) कहते हैं। फूल खिलना सुनिश्चित होने के लिए पादप (पौधे) को किशोर अवस्था पार कर व्यस्क अवस्था में पहुंचना आवश्यक है।

ऐसे अनुमान हैं कि प्ररोह शीर्षों में शांत केन्द्र होता है, लेकिन इसके प्रमाण नहीं मिले हैं। थैलेमस में फूल से संबद्ध अंग होते हैं। पुष्प अक्ष से शाखाएं निकलती हैं। थैलेमस (Thalamus) में पत्ते नहीं लगते बल्कि बाह्यदल (Sepals), दल या पंखुडियां (Petals), पुंकेसर (Stamens)

और अंडपों (Carples) का विकास होता है, जो पत्तों के ही विविध रूप हैं। यह तथ्य पुष्प-अंगों के उद्भव के अडंप सिद्धांत (Carpel Theory) से सिद्ध होता है। प्रोफेसर पुरी जैसे भारतीय वैज्ञानिकों का इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान है (चित्र 7.5)।



चित्र 7.5: गुलदाउदी के प्ररोह शीर्ष में अनुक्षेत्र वर्गीकरण (Zonation)

ूल खिलने की प्रक्रिया का प्रारंभ

ेभज्योतक या मेरीस्टेम के मध्य क्षेत्र में सर्वाधिक सक्रियता रहती है। प्रेरण के बाद ज्यादातर ानुक्रियाएं मेरीस्टेम के विभिन्न भागों में रिकॉर्ड की गई है। उदाहरण के लिए *सिनापिस अल्बा Sinapis alba)* में बाह्य क्षेत्र, ***जैंथियम (Zanthium)*** और सूरजमुखी में मध्य पिंड (Central :orpus), तंबाकू में मध्य कंचुक (Central Tunica), कुछ मामलों में पर्ण आद्य पर्ण (Leaf 'rimordia)— ये ऐसे क्षेत्र हैं, जिनमें प्रेरक उद्दीपन के प्रभाव से प्ररोह शीर्ष में कोशिका ेभाजन और विभेदीकरण की ज्यादा गतिविधियां होती हैं।

ष्प प्रेरण के बाद की प्रमुख आणविक घटनाओं में RNA का स्तर, प्रोटीनों का संश्लेषण, ोशिकाओं का प्रतिलिप्यंत एडीनीन ट्राई फॉस्फेट (ATP) का स्तर बढ़ना शामिल है।

ष्प प्रेरण के बाद के संरचना विकास संबंधी कुछ परिवर्तन निम्न हैं–

- मेरीस्टेम के आकार में परिवर्तन
- प्लास्टोक्रोम जैसे उपांगों की वृद्धि दर बढ़ना
- अक्षीय मेरीस्टेमों का पूर्वजनन प्रारंभ होना (Precocius Initiation)
- पर्वों (Internodes) की तेजी से वृद्धि

ायिक शीर्ष का पुष्प शीर्ष में बदलाव विभिन्न पौधों में विभिन्न रूपों में व्यक्त होता है। ूरजमुखी, गुलदाउदी आदि में प्ररोह शीर्ष पुष्पक (Floret) वाले पुष्पक्रम (Inflorescence) में

स्वरूप ही बदल जाता है। इन पौधों में उर्ध्वाधर ऊंचाई में वृद्धि की तुलना में गोलाई में वृद्धि (Radial Growth) बहुत अधिक हो जाती है। कभी-कभी तो हजार पर्तें तक विकसित हो जाती हैं। इस तरह फूल और फल लगने में प्रायः मादा पादप (Mother Plant) की वृद्धि रूक जाती है। वह जीर्ण (Senescent) हो जाता है। और अंततः उसकी मृत्यु हो जाती है। ऐसे भी उदाहरण हैं जब अक्षीय कलिकाएं पुष्पक्रमों अथवा एक-एक फूलों को जन्म देती हैं। निश्चित मौसमों में फलने-फूलने वाले बहुवर्षी (Perennial) पेड़ों में ऐसा होता है। एकवर्षी मटर *(Pisum)* और सरसों *(Brassica)* जैसे पौधों में बड़ी संख्या में अक्षीय कलिकाएं जनन अक्षों में बदल जाती हैं। मटर में कायिक पत्ती में बदल जाता है। लेकिन सभी मामलों में फूल और फल लगने से कायिक वृद्धि कम हो जाती है।

हमें यह ध्यान रखना चाहिए कि पुष्प प्रेरण जीनों द्वारा नियंत्रित प्रक्रिया है। गेहूं में चार महिनों में भी फूल लगते हैं। अनुकूल दीप्तिकालिक परिस्थितियों में भी अपरिपक्व पौधे में फूल नहीं लगते। आम के पेड़ में पौधा रोपने के दो ही साल के अंदर बौर नहीं आ सकती। अगेव (Agave) पेड़ के औसतन 7 से 10 साल का हो जाने पर ही उसमें बौर आती है।

7.5.5 ताप का प्रभाव

कुछ पादप, जैसे – विंटर राइ *(Winter-rye Secale Cereale)* और हेनबेन *(Henbene-Hyocyamus niger)* की द्विवार्षिक प्रजाति को कम तापमान की स्थितियों की आवश्यकता होती है। इस लक्षण को वर्नलाइजेशन (Vernalization) अथवा येरोनाइजेशन (Yeronization) कहते हैं। पहली बार रूस के वनस्पति-विज्ञानी गुस्ताव गुस्नर (Gustav Gussner) ने 1915 में इस लक्षण को नोट किया। यहां भी ऐसा लगता है कि प्ररोह शीर्ष ही कम तापमान की स्थिति को ग्रहण करता है। इस प्रक्रिया में "वर्नालिन" (Vernalin) हारमोन की भूमिका होने का भी अनुमान है। फ्लोरिजिन (Florigin) की तरह वर्नालिन को भी अलग कर पाना और इसका पता लगाना अब तक संभ्भव नहीं हो पाया है।

7.5.6 हारमोनों की भूमिका

प्रकाशदीप्तिता और वर्नलाइजेशन में हारमोनों की भूमिका बताई जा चुकी है। लेकिन यह भी याद रखना चाहिए कि पौधे के पोषण-स्तर पर भी फूलों का खिलना निर्भर करता है। प्रकाश और ताप प्रेरण के बावजूद खराब पोषण वाले पौधे पर कम फूल खिलते हैं।

7.5.7 पुष्पन तथा अंतर्जात ताल (Endogenous Rhythms)

जंतु और वनस्पति शरीरक्रिया विज्ञान के क्षेत्र में पिछले चार दशक के अनुसंधानों से यह स्पष्ट हो गया है कि सभी प्राणियों में समय के मापन के लिए एक जैव घड़ी (Biological Clock) होती है। दैनिक ताल (Circadian rhythem) के एक चक्र के पूरे होने में 24 घंटे (एक दिन-रात) लगते हैं। पत्तियों की गति, फूलों की पंखुड़ियों का खुलना, बंद होना, प्रकाश संश्लेषण, ऑक्सिन उत्पादन और कोशिका विभाजन इसी ताल से नियंत्रित होते हैं। अंदर से नियंत्रित होने वाली इस ताल के एक बार प्रारंभ हो जाने के बाद इस पर बाहर के कृत्रिम परिवर्तनों का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। बहुत लंबे समय तक प्रकाश और अंधेरे की परिस्थितियों की अवधि बदल जाने से इस लय पर प्रभाव पड़ सकता है।

फूल खिलने के दौरान ताल (Rhythms) की भूमिका के बारे में बर्निंग (Bunning) ने अग्रणी कार्य किया। हम जानते हैं कि अंधकार की अवधि के दौरान पौधे पर लाल प्रकाश डालने से फूल खिलने में बाधा पहुंचती है। लेकिन अंधकार अवधि में किस समय–अवधि में लाल प्रकाश यह बाधा पहुंचाता है, यह जानना महत्वपूर्ण हैं। अध्ययनों से पता चला है कि अंधकार अवधि में भी प्रकाश-प्रिय (Photophil) और अंधकार-प्रिय (Skotophil) चरण होते हैं। प्रकाश-प्रिय चरण में लाल प्रकाश फूल खिलने में बाधक नहीं होता जबकि अंधकार – प्रिय चरण में लाल प्रकाश फूल खिलने में बाधक होता है।

क्लैमिडोमोनास (Chlamydomonas) मादा कोशिका से सामान्य विभाजन दो कोशिकाएं पैदा होती हैं। लेकिन ब्रायोफिलम (Bryophyllum) अथवा कालंचोह (Kalanchoe) जैसे पौधे को छोड़कर, अन्य पौधों में पत्ते की कोई कोशिका नए पौधे को जन्म नहीं दे सकता। युग्मनज कोशिका से पैदा हुई कोई कोशिका पूरे पौधे को जन्म देने में पूर्णशक्त (Totipotent) होती हैं, तो वे इस क्षमता का उपयोग क्यों नहीं करतीं?

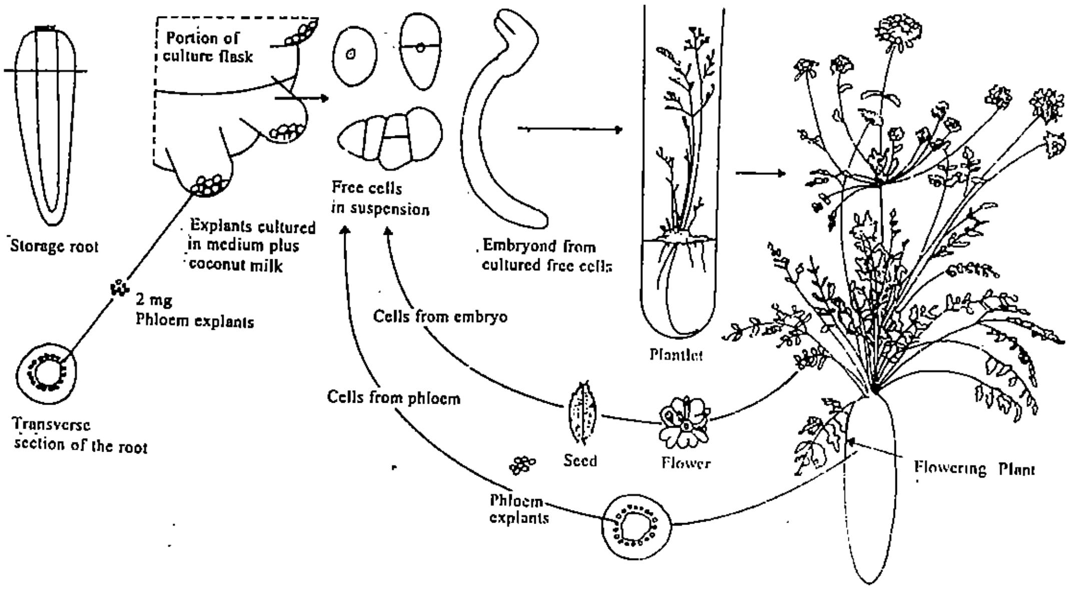
करीब एक सौ वर्ष पूर्व हैबरलांट (Haberlandt) ने इन प्रश्नों पर विचार किया। उन्होंने यह धारणा बनाई कि पौधे की कोई भी जीवित कोशिका पूर्ण पौधा बन पाने में समर्थ होती है। उस समय प्रयोगशाला में ऊतक संवर्धन (Tissue culture) संभव नहीं था, फिर भी उसने पर्णमध्योतक (Mesophyll) कोशिकाओं के साथ प्रयोग किया उनका प्रयोग विफल रहा क्योंकि अब हम जानते हैं कि अलग की गई पर्णमध्योतक कोशिकाओं की संरचना-विकास की पूर्ण क्षमता की प्रयोगशाला में अभिव्यक्ति यानि उनसे पूर्ण पौधे का विकास काफी कठिन कार्य है। साठ वर्ष बाद एफ.सी.स्टीवर्ट (F.C. Stewart) ने गाजर के फाइलम मृदूतम कोशिका से सफलतापूर्वक प्रयोगशाला में संवर्धित किया।

उन्होंने 1950 के दशक के उत्तरार्ध में "अमेरिकन जर्नल ऑफ बॉटनी" में अपने शोध-पत्र प्रकाशित किए। स्टीवर्ट और उनके सहयोगी वैज्ञानिकों ने गाजर की जड़ों के द्वितीयक फ्लोयम के दो मिलीग्राम ऊतक लिए। इन्हें टंबल ट्यूब (Tumble Tubes) कहे जाने वाली नलिकाओं का निपल्स (Nipples) वाले फ्लास्कों में संवर्धित किया गया। इसमें नारियल के पानी वाला श्वेत माध्यम (White Medium) था। इन ट्यूबों और फ्लास्कों को एक पहिये पर चढ़ाया गया। इस पहिए को एक धुरी (Shaft) पर एक मिनट प्रति चक्कर की दर से घुमाया गया ताकि टुकड़े क्रम से द्रव माध्यम में डूबें और फिर हवा में बाहर आएं। इस प्रयोग में कर्तोनक (Explant) की संख्या में काफी वृद्धि पाई गई। फिर किणसंवर्ध (Callus) विकसित हुआ। इसके बाद घोल के कुछ बाहरी कोशिकाओं का विभाजन शुरू हुआ। इससे अर्द्धठोस माध्यम में और कभी-कभी स्थिर नलिकाओं में गुच्छे (Clumps) बनने लगे। जड़ों के दूसरी और प्ररोह विकसित हुए और पूरी पौधे विकसित होने लगे। बाद में कोशिकाओं की पूर्णशक्तता दिखाने के लिए पौधों के अन्य भागों की कोशिकाएं भी इस्तेमाल की गई (चित्र 7.6)।

लंदन में रॉयल सोसाइटी की फैलोशिप (FRS) स्वीकार करते समय उन्होंने अपने प्रयोग सुनियोजित तरीके के बारे में बताया। पूर्णशक्ता की धारणाओं और इनकी प्रयोगात्मक पुष्टि से ऊतक सवंर्धन, कोशिका जीवविज्ञान, आणविक जीवविज्ञान और जैवप्रौद्योगिकी में नई संभावनाओं का सूत्रपात हुआ।

7.6 ध्रुवणता (Polarity)

ध्रुवणता का अर्थ है किसी अक्ष या कोशिकाओं के दो सिरों के बीच (संरचनात्मक, शरीरक्रियात्मक या दोनों प्रकार के) अंतर होना। यह मुख्यतः स्थिति से निर्धारित होता है। अंडप (Ovule) की भ्रूण थैली में, एक ओर अंड कोशिकाएं और सहाय कोशिकाएं (Synergids) होती हैं, दूसरे सिरे पर प्रतिव्यासांत (Antipodals) होते हैं। यह भी ध्रुवणता का एक प्रकार है। ससीमसीमांत (Eucaryotic) एककोशीय जीवों जैसे क्लैमिडोमोनास (Chlamydomonas) में, कशाभ (Flagellae) अगले-सिरे पर स्थित होते हैं। उच्च प्रजातियों के पौधों में, युग्मनज (Zygote) के विभाजन के तुरंत बाद मूलांकुर (Radicle) सिरे और प्रांकुर (Plumule) सिरे के स्थान सुनिश्चित हो जाते हैं। बीजपत्रों (Cotyledons) की स्थिति भी बहुत शीघ्र निर्धारित हो जाती है। ऑक्सिन का आवागमन ध्रुवीय तलाभिसारी (Polar Basipetal) होता है। साइटोकिनिन मूल से प्ररो शीर्ष की ओर बढ़ते हैं।



चित्र 7.6: गाजर की जड़ की कोशिकाओं की पूर्णशक्तता दिखाने के प्रयोग के विभिन्न चक्रों का चित्रीय प्रदर्शन। फ्लोएम अथवा भ्रूण से निकाली कोशिकाओं के विकास के क्रमिक चक्र।

ध्रुवणता एक सामान्य लक्षण है जो भ्रूणावस्था से पौधे के पूर्व विकास तक पौधे के शरीर में पाया जाता है। आपको यह ध्यान में रखना चाहिए कि जीन-प्ररूपों में ध्रुवणता की सूचनाएं निहित होती हैं। जीन इस प्रक्रिया को हारमोनों के जरिए नियंत्रित करती हैं अर्थात् वृद्धि नियामक हारमोनों के अंश ध्रुवणता की समलक्षणीय या लक्षणप्ररूपी (Phenotypic) शारीरिक अभिव्यक्ति को नियंत्रित और नियमित करती हैं।

7.7 तापगतिकी और कोशिकाओं के आकार (Thermodynamics and Cell Shapes)

जीवद्रव्य यानि भित्ति रहित कोशिकाएं (Protoplasts) गोलाकार क्यों होती हैं? अधिकतर एककोशीय (पूर्व केन्द्रीय और ससीम-केन्द्रीय) प्राणी गोलाकार क्यों होते हैं? गोला ऐसा रूप है, जो अवशोषण और अंतःक्रिया के लिए अधिकतम सतह का क्षेत्र उपलब्ध कराता है। इस रूप में कोशिका अपने न्यूनतम संभव ऊर्जा वाले रूप में होती है। ऊतकों में कोशिकाएं विभिन्न आकार ग्रहण कर लेती हैं, जैसे–बहुभुज, चौकोर या अनियमित आकार। ऐसा इसलिए होता है, ताकि न्यूनतम स्थान में अधिकतम कोशिकाएं आ सकें और सभी प्रकार के कार्य संपन्न हो सकें।

बोध प्रश्न 2

(क) ध्रुवणता की परिभाषा दीजिए।

....

....

(ख) निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए–

अल्पदिवस पौधा ....

दीर्घदिवस पौधा ....

दिवस-उदासीन पौधा ....

(ग) पुष्प प्रेरण के दौरान पौधे में कौन-कौन से संरचनात्मक परिवर्तन होते हैं ?

....

....

7.8 सांस्थितिकी और कोशिकाओं के आकार (Topology and cell organ shapes)

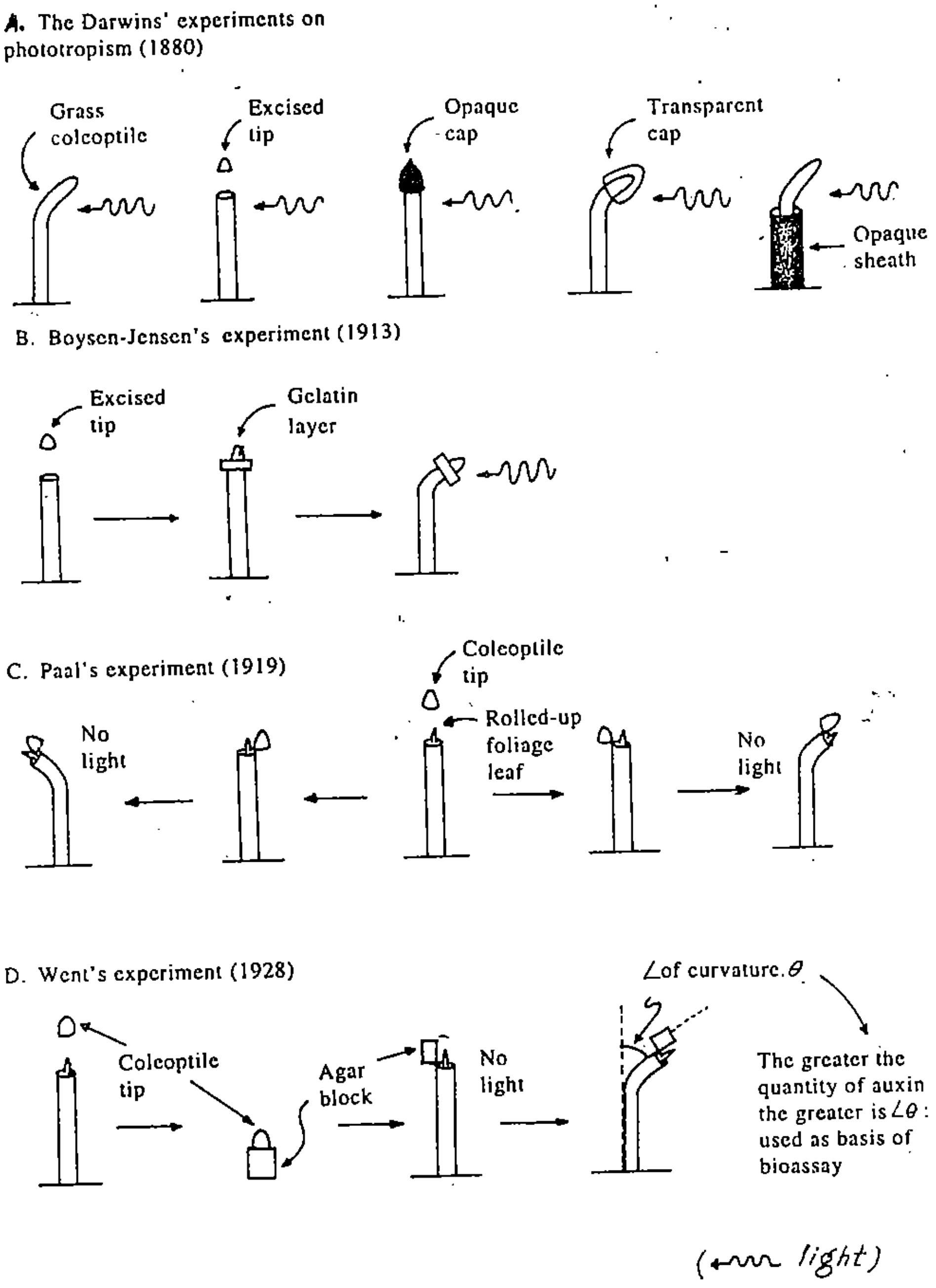
सांस्थितिकी (Topology) एक अभूतपूर्व गणित अभ्यास है, जिसका संबंध एक सतत और अनंत प्रत्यास्थता वाले शरीर के संभावित आकारों और सतह से है। ज्यादातर कोशिकाएं एक सीमा तक प्रत्यास्थ (Elastic) और सुघट्य (Plastic) होती है। सांस्थितिकी जैसे अमूत विषय का उपयोग कोशिकाओं द्वारा प्राप्त आकार और रूपों के अध्ययन में किया जाता है। सांस्थितिकी और जीव विज्ञान के साथ-साथ अध्ययन से विभिन्न परिस्थितियों में कोशिकाओं के संभावित आकारों और रूपों से जुड़े प्रश्नों को उत्तर तलाशा जा सकते है। ऐसे अध्ययन से ये अनुमान भी लगाए जा सकता है कि किन्हीं परिस्थितियों को बदल देने से कोशिकाओं के आकार में क्या-क्या परिवर्तन आ सकते हैं। जड़ का सिरा धीरे-धीरे पतला क्यों होता जाता है ? प्ररोह शीर्ष का आकार ऐसा क्यों होता है ? किस प्रकार के स्तरीय (Laminal) आकार संभव हैं ? इस इकाई में हम सांस्थितिकी और जीवविज्ञान के तर्कसंबंधों के बारे में अधिक चर्चा नहीं करेंगे।

7.9 प्रकाश-अनुवर्तन (Phototropism)

प्रकाश की अनुक्रिया में पौधे की अनुप्रेरित बढ़त प्रकाश-अनुवर्तन (Photo tropism) कहलाती है, जैसे–कमरे में रखे पौधे का खिड़की की तरफ मुड़ जाना। ऐसा तने अथवा छाया वाले हिस्से के सिरे के वृद्धि क्षेत्र (Growth Regions) में कोशिकाओं के लंबे होने से संभव होता है। एक ही तरफ से प्रकाश डाले जाने पर अवेना *(Avena)* के अंधेरे में बढ़े नवोद्भिदों के प्रांकुर-चोल (Coleoptiles) प्रकाश की ओर आकर्षित होते हैं। ऐसा लगता है कि इस क्रिया में सिरे की भूमिका है। वास्तव में सिरे में ही ऑक्सिन बनता है। अगर सिरा हटा दिया जाए तो एकतरफा प्रकाश के प्रति कोई अनुक्रिया नहीं होगी। लेकिन ऑक्सिन युक्त एगार ब्लौक (Agar block) सिरे की जगह प्रयुक्त करें तो सिरा कटे होने के बावजूद प्रांकुर चोल प्रकाश की ओर मुड़ता है।

दोनों ओर की कोशिकाओं के लंबा होने से प्रांकुर-चोल प्रकाश की ओर मुड़ता है। अंधेरे के ओर की कोशिकाएं प्रकाश की तरफ की कोशिकाओं की तुलना में ज्यादा तेजी से लंबी होती हैं।

सामान्यतः यह माना जाता है कि अंधेरे की ओर की कोशिकाओं में रोशनी की ओर की दो तरफ की कोशिकाओं की तुलना में ऑक्सिन ज्यादा होती है। लेकिन कुछ ऐसे ताजा प्रमाण भी मिले हैं कि किसी अन्य कारक के असममितीय वितरण (Asymmetric Distribution) से ऑक्सिन का फैलाव प्रभावित होता है (चित्र 7.7)।



चित्र 7.7: ऑक्सिन की खोज में जुड़े कुछ प्रमुख प्रयोग

प्ररोह हमेशा प्रकाश की ओर झुकते और बढ़ते हैं। यह एक अनुकूलक क्रिया (Adaptive Mechanism) है। प्ररोह में भी, प्रांकुर-चोल की तरह ऑक्सिन ही प्रकाश नियंत्रण में भूमिका निभाते हैं।

यहाँ प्रश्न पूछा जाना चाहिए कि क्या प्रकाश-अनुवर्तन पौधे को प्राप्त प्रकाश- की मात्रा के अनुपात में होता है, दूसरे, क्या पौधे का झुकाव (Magnitude of Curvature) प्रेरित करने वाले प्रकाश की ऊर्जा के अनुपात में होता है ?

प्रकाशग्राही (Photoreceptor)

प्रकाशग्राही की आणविक प्रकृति अभी तक नहीं समझी जा सकी है। शुरू में, 1930 के दशक में कारोटेनइड (Carotenoid) के किसी रूप को प्रकाशानुवर्ती ग्रहणकर्ता (Phototropic receptor) माना जाता था। लेकिन इस समय आम राय यह है कि फ्लैविन (Flavin) का कोई रूप प्रकाशनुवर्ती ग्रहणकर्ता है। पराबैगनी क्षेत्र (Ultra violet region) में प्रकाशानुवर्ती क्रिया और फ्लैविन अवशोषण का वर्णक्रम (Spectrum) एक जैसा होने के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला गया है।

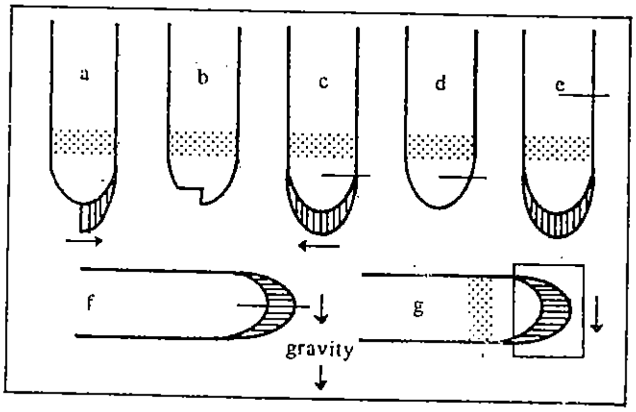
प्रकाशानुवर्तन का क्रियात्मक वर्णक्रम की रिवोफ्लेविन (Riboflavin) और कैरोटीन (Carotene) के अवशोषण से तुलना करने से स्पष्ट होता है कि रिवोफ्लेविन ही अवशोषक रंजक (Absorbing agent) है। कुछ मामलों में यह फ्लेवोप्रोटीन (Flavoprotein) हो सकता है।

7.10 गुरूत्व-अनुवर्तन (Geotropism)

जड़ें हमेशा गुरूत्व की ओर बढ़ती हैं। गुरूत्व-अनुवर्तन के प्रारंभ की अनुक्रिया में एक मिनट जितना कम समय रहता है। गुरूत्व ऑक्सिन को नीचे की ओर खींचता है। इससे जड़ के सिरे के नीचे की ओर वृद्धि और उसके लंबा होने को बढ़ावा मिलता है। ऑक्सिन से प्रेरित एथीलीन (Ethylene) भी गुरूत्व अनुवर्तन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। एथीलिन का तुरंत अस्थायी तौर पर मुक्त होना प्रायः गुरूत्व-अनुवर्ती अनुक्रिया का भाग होता है।

पादप कोशिकाओं में विशेष भारी क्रिस्टल होते हैं, जो गुरूत्व की दिशा में बढ़ते हैं, और अगल-बगल की कोशिकाओं पर दबाव डालते हैं। ये संभवतः परिवर्तनों की एक शृंखला को प्रेरित करते हैं जिसमें ऑक्सिन उत्पादन, शामिल हैं, जिससे कोशिकाओं की गुरूत्व की दिशा में वृद्धि होती है।

(i) अवगम (Perception) – पौधा पर्यावरण के ऐसे उद्दीपनों का कैसे पता लगता है, जिनके कारण अनुवर्तन होता है ? पौधे में पता लगाने का यह तंत्र कहां स्थित होता हैं? पौधों के मामले में इन प्रश्नों के उत्तर कठिन हैं, क्योंकि जंतुओं की तरह उनमें हर कार्य के लिए विशिष्ट अंग नहीं होते (चित्र 7.8)।



चित्र 7.8: मक्का और मटर की जड़ों पर किए गए विभिन्न प्रयोगों का चित्रात्मक प्रदर्शन। इन प्रयोगों से पता चलता है कि मूल गोप की निचली और जड़ की वृद्धि रोकने वाला पदार्थ पैदा होता है जो बढ़ती कोशिकाओं तक पहुंचता है (छायांकित) उपचार के बाद जड़ के घुमाव की दिशा तीरों से दिखाई गई है। (क) ऊर्ध्वाधर सिरा मूल गोप के बचे हिस्से के एक हिस्से की तरफ मुड़ जाता है लेकिन (ख) मूल गोप और मेरिस्टेम के एक हिस्से को काट देने का कोई असर नहीं पड़ता। (ग) मूल गोप और वृद्धि क्षेत्र के बीच क्षैतिज अवरोधक लगा देने से जड़ अवरोधक के स्थान से दूसरी ओर मुड़ने लगती है लेकिन (घ) मूल गोप न रहने पर ऐसे अवरोधक का कोई असर नहीं पड़ता। (ङ) अवरोधक के वृद्धि क्षेत्र के ऊपर होने पर भी उसका कोई असर नहीं पड़ता। क्षैतिज जड़ में क्षैतिज जड़ में क्षैतिज (खड़ा) अवरोधक लगा देने से (च) मुड़नाप्रायः रूक जाता है (छोटे तीर से प्रदर्शित (छ) लेकिन ऊर्ध्वाधर (खड़े) अवरोधक लगाने का झुकाव पर कोई असर नहीं पड़ता।

(ii) **पारक्रमण** (Transduction) – अवगम का तंत्र चाहे कैसा भी हो, यह उद्दीपन के संदेश का उन कोशिकाओं तक पारक्रमण कैसे करता है, जहां उपापचय संबंधी (Metabolic) अथवा वृद्धि को नियमित करने वाले परिवर्तन होते हैं। जीव विज्ञान में यह अनुसंधान का महत्वपूर्ण विषय है।

(iii) **अनुक्रिया** (Response) –अनुक्रियात्मक झुकाव अथवा अन्य अनुक्रियाओं के दौरान वास्तव में क्या होता है ? अवगम और पारक्रमण की व्याख्या के लिए प्रस्तुत किसी परिकल्पना में प्रेक्षित अनुक्रिया को भी ध्यान में रखा जाना चाहिए। लेकिन कुछ समय पूर्व तक प्रत्येक अनुक्रिया के विवरण पर पूरा ध्यान नहीं दिया गया। अब इन पर ध्यान दिया जा रहा है। उन्नीसवीं सदी के उत्तरार्ध और इस सदी के प्रारंभ में अनुवर्ती अनुक्रियाओं का ध्यान से अध्ययन किया गया और पाया गया कि पौधे की एक ओर की कोशिकाएं दूसरी ओर की कोशिकाओं की तुलना में तेजी से वृद्धि करती हैं, इसी से झुकाव आता है। प्रारंभिक शोधकर्ताओं के कार्य की अनदेखी की गई या उसे भूला दिया गया लेकिन अब इसके महत्व को समझकर इस पर पूरा ध्यान दिया जा रहा है।

पिछले दो-तीन दशकों के अनुसंधान के आधार पर अनुवर्तन के बारे में दो सामान्य निष्कर्ष सामने आए हैं। आगामी पृष्ठों में हमें अपनी पाठ्य सामग्री को सीमित रखना है। अतः ये सामान्य निष्कर्ष हमेशा स्पष्ट नहीं हो पाएंगे इनमें पहला निष्कर्ष है कि पौधे में समान प्रक्रिया से प्रायः अलग-अलग अनुक्रियाएं होती हैं, उदाहरण के लिए पोटैशियम आयन (K^+) के कोशिका में आने-जाने से संवेदनशील पौधे में पर्णरंध्री क्रिया (Stomatal action) और स्पर्श अनुकुंचन से पत्ती का सिकुड़ जाना (Thigmonastic leaf folding) जैसी परस्पर विविधतापूर्ण अनुक्रिया हो सकती है। कुछ अनुवर्तनों में भी K^+ महत्वपूर्ण हो सकता है। दूसरा सामान्य निष्कर्ष यह है कि अलग-अलग प्रक्रियाओं से एक ही प्राणी (पौधे) में या अलग-अलग प्रक्रियाओं से एक ही अनुक्रियाएं हो सकती हैं। उदाहरण के लिए, अलग-अलग पौधों के प्रकाशानुवर्तन में मुड़ने के लिए अलग-अलग रंजक प्रणालियां जिम्मेदार हैं। अपवादस्वरूप, कुछ दुर्लभ रंजक प्रणालियां नीले की बजाय लाल प्रकाश से अनुक्रिया करते हैं। इनके बारे में चर्चा की जाएगी।

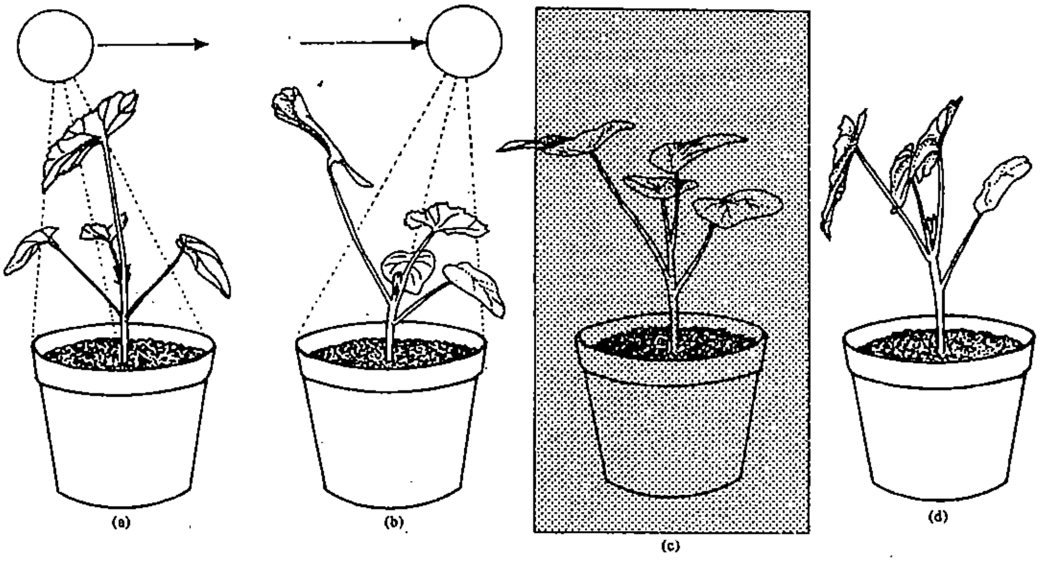
7.11 अनुकंचन और अधोकुंचन अनुक्रियाएं (Nastic And Epinastic Responses)

अनुप्रेरित (Paratonic) गतियों में कभी-कभी पौधों की गति उद्दीपन की दिशा से स्वतंत्र होती हैं। अनुकुंचन (Nastic) गतियों का उदाहरण हैं – छूने से पत्तियों को सिमट जाना (जैसे छुई-मुई- *Mimosa Pudica)* में अधोकुंचन (Epinastic) गतियों का उदाहरण है। पर्णवृंत (Petiole) का नीचे की ओर झुक जाना जिससे पत्ती लटकती स्थिति में आ जाती है।

एथीलीन ऊपर की ओर की कोशिकाओं को लंबा बनाने को प्रेरित करता है, इस तरह पत्तों में अधोकुंचन गति होती है। अगर जैथियम (Xanthium) जैसे पौधे की एक पत्ती का आधा हिस्सा छाया में कर दिया जाए तो पर्णवृंत का दूसरा हिस्सा लंबा हो जाता है ताकि पर्णवृंत झुक जाए और पत्ती की सतह किरणित (Irradiated) क्षेत्र यानि प्रकाश वाले क्षेत्र की ओर मुड़ सके। पत्ते के छाया वाले हिस्से का ऊपर को मुड़ना उर्ध्वकुंचन (Hyponasty) कहा जाता है। इस प्रक्रिया से पौधे में पत्तियां एक-दूसरे के ऊपर नहीं आतीं और उन्हें ज्यादा से ज्यादा प्रकाश मिलता है। इस तरह का वितान (Canopy) मीज़ेक पर्ण बनाता है।

सौर अनुवर्तन (Solar Tracking): सूरजमुखी जैसे अनेक पौधे सूर्य का अनुवर्तन करते हैं। इसमें पत्तियों की चपटी सतह अथवा पुष्पक्रम पूरे दिन सूर्य की रोशनी के समकोण पर रहती है। इससे पत्ती या पुष्पक्रम को सूर्य का अधिकतम प्रकाश मिलता है। इस लक्षण का सबसे पहले डार्विन ने अध्ययन किया था।

यह माना जाता है कि यह गति पर्णवृंतल्प (Pulvinus) कोशिकाओं में स्फीति (Turgidity) के स्तर बनाए रखने की प्रणाली से संभव हो पाती हैं। बाद के अध्ययनों से पता चला है कि कोशिकाओं को झिल्ली से पोटैशियम (K^+) आयनों को सक्रिय पंपिंग की भी इस गतिशीलता में भूमिका है (चित्र 7.9)।



चित्र 7.9: मालवेसी कुल के प्याले के आकार की पत्तियों वाले कुछ पौधों (जैसे–**मालवा** अथवा **लावाटेरा**) में सौर अनुवर्तन। पत्तियाँ सूर्य से दिशा संकेत प्राप्त कर उसकी ओर घूमती रहती हैं। इस प्रक्रिया में इसके आधार की पर्णवृंततल्प कोशिकाएं पानी प्राप्त करती हैं या खोती हैं (क और ख) पत्तियाँ दिन में सूर्य की दिशा में इस तरह घूमती है जैसे रेडियो टेलीस्कोप सेटेलाइट का अनुवर्तन करता है।

(ग) सूर्यास्त के एक-दो घंटे बाद, पत्ती की सतहें क्षैतिज अर्थात् "विश्राम" की स्थिति में होती हैं। रात पर यही स्थिति रहती है। (घ) सूर्योदय के एक घंटा पहले, पत्तियों की सतहें पूर्वी क्षितिज की ओर मुड़ जाती हैं।

7.12 स्पर्शानुवर्तन (Thigmotropism)

ऐसे अनुवर्तन में स्पर्श उद्दीपन का काम करता है। पौधों के प्रतान (Tendrils) जैसे भाग स्पर्श होने पर अनुक्रिया करते हैं। प्रतान संपर्क-बिन्दु की ओर झुकते हैं इससे लताएं किसी टहनी के सहारे ऊपर चढ़ पाती हैं। यह भी देखा गया कि अगर आप दो गमलों में एराबिडोप्सिस थैलिआना (**Arabidopsis thaliana**) के दो पौधे रख दें, जिनमें एक को न छुएं और दूसरे को दिन में दो बार छुएं तो छुए जाने वाला पौधा पहले पौधे से छोटा रहता है। (छुए जाने से लंबा होना प्रतिरोधित होता है)

7.13 पुनर्जनन

उच्च प्रजातियों के पौधों में तीन प्रकार की पुनर्जनन गतिविधियाँ होती हैं–

पुनर्रचना	पुनःस्थापन	प्रजनक पुनर्जनन
(Reconstitution)	(Restoration)	(Reproductive regeneration)
(जंतुओं में **ऐसा** होता है)	(जो अंग नहीं हो, उनका बनना)	(कायिक प्रजनन)

सभी **पौधों में** क्षतिग्रस्त अंगों के पुनर्जनन की अंतनिर्हित क्षमता होती है। उदाहरण के लिए, जब **तने से परिपक्व** ऊतकों का एक भाग काट कर अलग कर दिया जाता है, तो खुली हुई परिपक्व **कोशिकाएं** विभेदीकरण समाप्ति (Dedifferentiation), विभाजन (Division) और पुनः विभेदीकरण **(re-differentiation)** की प्रक्रियाओं से गुजरती है ताकि सामान्य पैटर्न बहाल हो सके। किसी **शाखा के** कट जाने से घाव हो जाने पर, क्षतिग्रस्त ऊतक हटा दिए जाते हैं और नई कोशिकाए **इनका** स्थान लेती हैं। घाव में ऐसी कोशिकाओं का क्षेत्र भी बन जाता है जो मोटी संरक्षक परत बना लेती है। ऑक्सिन और साइटोकिनिन जैसे हारमोनों का प्रेरण भी घाव की प्रतिक्रिया में होता है जिससे कोशिकाविभाजन को बढ़ावा मिलता है। यह भी पुनर्जनन प्रक्रिया का ही हिस्सा है। पोषक पदार्थों का घाव की ओर बढ़ना व नये हारमोनों का संश्लेषण, तेजी से कोशिका विभाजन और कोशिका भित्तियों का मोटा होना–ये सभी अनुक्रियाएं पुनर्जनन में योगदान करती हैं।

7.14 प्रतिक्रिया दारू (Reaction Wood)

तिर्यक अनुवर्ती (Plagiotropic) शाखा जब लंबी होती है, तो इसके बढ़ते भार और तने से दूरी के कारण इसके लटकने की संभावना रहती हैं। प्रतिक्रिया दारू (Reaction wood) के बनने से ऐसा लटकने रोका जाता है। प्रतिक्रिया दारू बनने में शाखा के ऊपर या नीचे की ओर संवंहन कैंबियम (vascular Cambium) में तेजी से विभाजन होने लगता है जिससे उस दिशा में जाइलम (Xylem) की मोटी परत बन जाती है।

7.15 सारांश

इस इकाई में हमने जो पढ़ा, उसका सारांश निम्नलिखित है–

- आकार का उद्भव और विकास आनुवांशिक रूप से निर्धारित और पर्यावरण के अनुरूप संशोधित होता है।
- संरचनाविकास कोशिका विभाजन, कोशिकाओं के लंबे होने और कोशिका विभेदीकरण का परिणाम है।
- पादपहार्मोन जड़ और प्ररोह के विकास पर प्रभाव डालते हैं।
- आंतरिक कोशिका पर्तों से पार्श्व जड़ें विकसित होती हैं।
- पौधे के सुचारु विकास में प्ररोह शीर्ष की अनिवार्य भूमिका है।
- शीर्ष मेरीस्टेम में बाहरी परत "कंचुक" और आंतरिक परत "पिंडक" होती है। "कंचुक से बाह्यत्वचा और पिंडक" से वल्कुट, अंतस्त्वचा, जाइलम और फ्लोएम विकसित होते हैं।
- पत्ती की बढ़त और विकास जटिल क्रिया है, जिसमें हारमोन संतुलन, आनुवंशिक पूर्वनिर्धारण और पर्यावरण की भूमिका होती है।
- पौधे के पुष्प-अंग कायिक प्ररोहों के समजात होता है। दल, बाह्यदल, पुंकेसर तथा अंडप आदि पत्तियों के संवर्धित रूप हैं।
- पौधों के लिए सूर्य के प्रकाश की आवश्यक मात्रा के आधार पर पौधों को दीर्घदिवस, अल्पदिवस, और उदासीन दिवस पौधों में बांटा जा सकता है।

- मूल के जातिवृत्तीय विकास (Phylogenetic development) के दौरान, जुड़ाव (Cohesion), संलग्नता (Adnation) और अंगों का टूटना (Abortion) की प्रक्रियाएं होती हैं।

7.16 अंत में कुछ प्रश्न

1. फूल खिलने और सैक्स अभिव्यक्ति (Sex expression) में पादप हारमोनों की भूमिका का विवेचन कीजिए।
2. निम्न पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए–
   (i) कंचुक पिंडक सिद्धान्त
   (ii) विलगन (Abscission)
3. प्रफुल्लन (Anthesis) से पहले पुष्प अंगों में होने वाले विभिन्न विकासात्मक परिवर्तनों को समझाइए।
4. फिबोनाशी क्रम (Fibonacci sequence) को परिभाषित कीजिए।
5. कायिक वृद्धि से प्रजनन वृद्धि में बदलाव में पर्यावरण संकेतों (Signals) की भूमिका होती है। इस कथन का विवेचन कीजिए।
6. फाइटोक्रोम क्या होता है ? फाइटोक्रोम का विकास के किस लक्षण में योगदान है ?

7.17 बोध प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न 1

1. (क) (i) **मूल शीर्ष**–इसकी संरचना सरल होती है। इसका आकार कितना होता है, यह स्पष्ट नहीं है। इसके सिरे पर कुछ आरंभिक कोशिकाएं होती हैं, जो मूल तथा मूल गोप की कोशिकाओं को जन्म देती हैं। मूल के सबसे अग्र भाग के ठीक पीछे "शांति केंद्र" होता है। इसकी कोशिकाएं सक्रिय रूप से विभाजित नहीं होतीं। इस केन्द्र के चारों और सक्रिय रूप में विभाजित होने वाली कोशिकाओं की परत होती है।

(ii) **प्ररोह शीर्ष**–पौधे के सुनियोजित विकास में प्ररोह शीर्ष की महत्वपूर्ण भूमिका है। प्ररोह शीर्ष ऐसी कोशिकाओं का समुच्चयन (Aggregation) है, जो विभिन्न प्रकार के ऊतकों तथा अंगों के विकास का काम करते हैं। दूरस्थ (distal) क्षेत्र की मेरीस्टेम की कोशिकाएं बढ़ते हुए प्ररोह की सूचारू और निरंतर वृद्धि के लिए जिम्मेदार हैं।

(iii) प्ररोह वृद्धि–शीर्ष मेरीस्टेम तने, शाखाओं और अनुपर्ण जैसे पर्ण उपांगों को जन्म देता है। आनुवंशिक, आयुसंबंधी, परिपक्वता जैसे संकेतों अथवा प्रकाश और ताप जैसे बाह्य उद्दीपनों की अनुक्रिया में शीर्ष प्रजनक शीर्ष मे बदल जाता है। शीर्ष की मेहराबदार संरचना में शाखाएं और उपांग उभरों की तरह नजर आते हैं।

(ख) फाइटोक्रोम कोशिका में द्वितीयक संवहन ऊतकों के विकास को प्रभावित करते हैं। इंडोल एसीटिक एसिड (10^{-5}) में सुक्रोज के साथ पोषक माध्यम में जड़ों को संवर्धित करने से द्वितीयक संवहन ऊतक बनना प्रेरित होता है। साइटोकिनिन कोशिकाओं के विभाजन में सहायक होता है। जिबरेलेन कोशिकाओं के लंबे होने में मदद करता है–खासतौर से पुष्पाकार पौधों में।

(ग) **पार्श्व मूल का उद्भव**–पार्श्व जड़ें प्रायः जड़ के सिरे के पीछे जाइलम तारके के पास या उसकी दूसरी तरफ बराबर दूरी से निकलती हैं। पार्श्व मूल आंतरिक कोशिका स्तरों से निकलते हैं। मूल रोमों के क्षेत्र के ठीक पीछे पार्श्व मूलों का बनना शुरू होता है। आवृतबीजी और निरावृतबीजी पौधों में पार्श्व जड़ें पेरीसाइकिल में बननी शुरू होती हैं, टेरीडोफाइट्स (Pteridophytes) में पार्श्व जड़ें अंतस्त्वच में बननी शुरू होती है।

2. (क) **ध्रुवण्ता (Polarity)**: किसी अक्ष अथवा कोशिका के दोनों सिरों के बीच अंतर को ध्रुवणता कहते हैं। यह मुख्यतः स्थिति से निर्धारित होता है। उदाहरण के लिए, अंडप में स्थित भ्रूण थैली में अंड कोशिकाएं और सहायक कोशिकाएं एक सिरे पर और प्रतिव्यासांत कोशिकाएं दूसरे सिरे पर होती है। यह एक प्रकार की ध्रुवणता है।

(ख) अल्पदिवस पुष्प एक निर्धारित अवधि से कम समय तक प्रकाश में रहता है।

दीर्घदिवस पुष्प निर्धारित अवधि से ज्यादा समय तक प्रकाश में रहता है। दिवस-उदासीन पौधों पर दिन के प्रकाश का कोई असर नहीं पड़ता।

(ग) पुष्प प्रेरण से जुड़े संरचना-विकास संबंधी परिवर्तन निम्नलिखित हैं–

1. मेरिस्टेम के आकार में परिवर्तन।
2. प्लास्टोक्रोम जैसे उपांगों की वृद्धि दर का बढ़ना।
3. सहायक मेरिस्टेम का समय-पूर्व विकास शुरू होना।
4. पर्वसंधियों की तेज वृद्धि।

अंत में कुछ प्रश्नों के उत्तर

1. पौधे के पुष्पन और लिंगी (अभिव्यक्ति (Sex expression) में पादप हारमोनों की अनिवार्य भूमिका होती है। उभयलिंगाश्रयी (Monoecious) ककड़ी में सामान्य विकास के दौरान, नर फूल मादा फूलों से पहले बनते हैं। अगर पौधे का ऑक्सिन से उपचार करें, तो मादा फूल अपेक्षाकृत जल्दी विकसित हो जाते हैं। जिबरेलिन से उपचार किए जाने पर एकलिंगाश्रयी (Dioecious) हेम्प (Hemp) के पौधे में नर फूलों की संख्या बढ़ जाती है। इस प्रकार यह सिद्ध होता है कि लिंगी अभिव्यक्ति से हारमानों का संबंध है। और इनका संतुलन पौधों के सामान्य विकास के लिए आवश्यक है।

2. (i) कंचुक पिंडक सिद्धान्त–शीर्ष मेरिस्टेम में बाहरी परत "कंचुक" और आंतरिक परत "पिंडक" कहलाती है। कंचुक में परिनत और पिंडक में अपतनिक कोशिका विभाजन होता है। कंचुक से बाह्यत्वचा बनती है और पिंडक से वल्कुट, अंतस्त्वचा, जाइलम, फ्लोएम और विभिन्न संबद्ध ऊतक बनते हैं।

(ii) विगलन (Abscission) –विलगन एक शरीरक्रिया प्रक्रिया होती है जो पत्ती के पर्णवृंत के आधार पर एक विशिष्ट क्षेत्र में होते हैं। इस प्रक्रिया से शरीर क्रियात्मक गतिविधियां बढ़ जाती है और प्रोटीन संश्लेषण और श्वसन क्रिया बढ़ जाती है। पत्ती ऑक्सिन उत्पादित करता है जो पत्ती की सतह से पर्णवृंत तक पहुंचता है। विकास और परिपक्वता के दौरान पत्ती द्वारा ऑक्सिन के निरंतर उत्पादन से विलगन पर रोक लगती है। अब पौधे की आयु बढ़ने से ऑक्सिन का उत्पादन कम हो जाता है तो विलगन क्षेत्र एथीलीन और एबसिसिक एसिड (Abscisic acid) के प्रति संवेदनशील हो जाता है।

3. परिपक्व फूलों के पूर्णत खिलने अर्थात् प्रफुल्लन (Anthesis) के दौरान पुष्प अंगों में अनेक विकासात्मक परिवर्तन होते हैं। इससे फूल परागण और निषेचन के लिए तैयार होता है। पुंकेसर के विकास में तंतु का लंबा होना और पराग कणों का बनना शामिल है। स्त्रीकेसर (Pistil) में वर्तिका और वर्तिकाग्र (Stigma) विकसित होते हैं। आधार वाला भाग भी आकार में बढ़ा होता है जिसमें एक या दो अंडपों (Ovules) वाला अंडाशय (Ovary) बनता है।

4. फिबोनाशी क्रम में प्रत्येक संख्या अपनी पिछली दो संख्याओं के योग के बराबर होती है। पहली दो संख्याएं अपवाद हैं। इस श्रृंखला का उदाहरण है–1, 2, 3, 5, 8, 13, 21........

5. कायिक से प्रजनक वृद्धि में परिवर्तन पर्यावरण संकेतों के आधार पर होता है। दिन की लंबाई, ताप और पानी की स्थिति पर्यावरण उद्दीपन बन सकते हैं। फूलों के लिए दिन के प्रकाश की मात्रा उनके वर्गीकरण का एक तरीका भी बन गया है।

6. फाइटोक्रोम एक रंजक है जो एक-दूसरे में परिवर्तित हो सकने वाले दो रूपों में पाया जाता है। ये दो रूप हैं (i) लाल प्रकाश अवशोषण रूप (Red light absorbing form) यानि फाइटोक्रोम-आर (Phytochrome–R) (2) दूरस्थ लाल प्रकाश अवशोषी रूप (Far–red light absorbing form) यानि फाइटोक्रोम-एफ आर (Phytochrome–FR)। फाइटोक्रोम-आर लाल प्रकाश अवशोषित कर फाइटोक्रोम-एफ आर में बदल जाता है। फाइटोक्रोम-एफ. आर पर दूरस्थ लाल प्रकाश पड़ने से वह फिर फाइटोक्रोम-आर में बदल जाता है। फाइटोक्रोम-एफ. आर लंबे समय तक अंधेरे में रखे जाने पर भी फाइटोक्रोम-आर में बदल जाता है।

इकाई 8 : पादप वृद्धि नियामकों का परिवर्धन पर प्रभाव

रूपरेखा **पृष्ट संख्या**

8.1 प्रस्तावना 28

उद्देश्य

8.2 पादप वृद्धि पदार्थों की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि 30

8.3 प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले PGRs के शरीर क्रियात्मक प्रभावों का सारांश 34

8.4 पादप वृद्धि पदार्थ और अंगविकास 35

मूल

तना

पर्ण

पुष्प

फल

8.5 प्रसुप्ति 37

कलिका प्रसुप्ति

बीज प्रसुप्ति

बीजावरण के प्रभाव

अन्य कारक

8.6 जीर्णता 41

हरितलवकों की जीर्णता

कालप्रभावन और मृत्यु के प्रतिरूप

पादपों में जीर्णता के परिसर में विभिन्नताएं

8.7 विलगन 43

8.8 हॉर्मोनों का योगवाही और अनुक्रमिक प्रभाव 45

8.9 साधन और तकनीकें 45

8.10 आण्विक आनुवंशिकी और पादप वृद्धि हार्मोन अध्ययन 46

8.11 सारांश 47

8.12 अंत में कुछ प्रश्न 47

8.13 प्रश्नों के उत्तर 48

8.1 प्रस्तावना

परिवर्धन जैविकी में अब तक अपने परागकोश (anther) बीजांड (ovule) और भ्रूणपोष (endosposm) की संरचना (structure) और परिवर्धन (development) का अध्ययन किया, आपने युग्मक (gamete) निर्माण, परागण (pollination) और निषेचन (fertilization) के बारे में सीखा, बीज और फल के परिवर्धन में शामिल प्रक्रमों (processes) के बारे में आप जान चुके हैं, बाद में हमने शीर्ष प्रभाविता (apical dominance) जैसी कुछ महत्वपूर्ण शरीर क्रियात्मक परिघटनाओं (Physiological phenomena) की चर्चा की है, आपने मूलों (roots) और प्ररोहों (shoots) की संरचना, संगठन, और प्रकार्यों (functions), पर्ण उत्पत्ति (leaf production) और वानस्पतिक प्ररोह शीर्ष (vegetative shoot apex) की पुष्पी शीर्ष (floral apex) में रूपांतरण

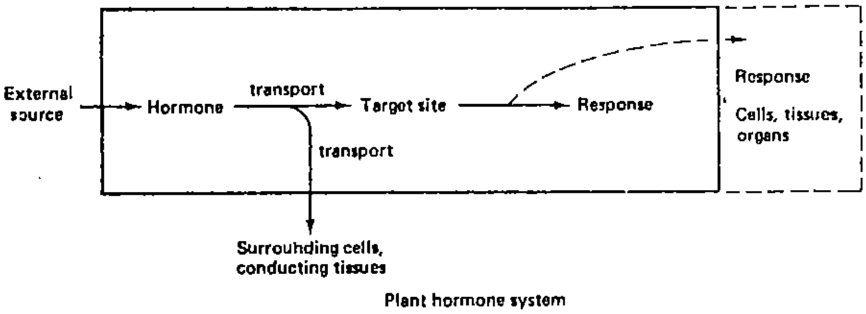
(transformation) के बारे में जानकारी प्राप्त की। द्वितीयक वृद्धि (secondary growth) के लिए उत्तरदायी द्वितीयक उतकों (secondary tissues) और विभज्योतकों (meristematic tissues) की वृद्धि के बारे में भी चर्चा की गई है। ऊतकों और अंगो (organs) के संवर्धन (culture) में अपनाई गई विधियां और कृषि तथा फसल सुधारने में उनके अनुप्रयोग (applications) जैसे विषयों के बारे में जानकारी दी गई।

ऊपर बताए गए ५ प्रक्रम परिवर्धन जैविकी यानी वृद्धि, विभेदन (differentiation), परिवर्धन और संरचनाविकास (morphogenesis) के बारे में हमारे ज्ञान के अभिन्न अंग हैं। प्राणियों (animals) की तरह पादपों को भी वृद्धि और परिवर्धन रखने के लिए बाहरी पर्यावरण (environment) से ऊर्जा-निवेश (input of energy) की आवश्यकता होती है। लेकिन एक मामले में पौधे प्राणियों से भिन्न हैं। पौधे सीधे ही धूप से ऊर्जा ले सकते हैं और मिट्टी से पानी तथा कुछेक अनिवार्य खनिज पोषकों (mineral nutrients) का उपयोग करते हुए कार्बोहाइड्रेटों का संश्लेषण (synthesis) करते हैं जो उनकी संरचना और प्रकार्य का गठन करते हैं, इस मायने में पौधे स्वपोषित (autotrophic) होते हैं। परजीवी (parasites) अर्धपरजीवी (semiparasites), मृतजीवी (saprophytes) और कीटाहारी (insectivorous) पौधे भी होते हैं जो इस पीढ़ी के लिए अपवाद हैं।

कुछ भौतिक कारक (Physical factors) हैं, जैसे कि प्रकाश, तापमान (temperature), गुरूत्व (gravity) और स्पर्श जो इस या उस शरीरक्रियात्मक प्रक्रम को, जैसे कि पुष्पन (flowering), अंकुरण (germination), पर्णहरित परिवर्धन आदि, को आरंभ करते हैं या वृद्धि के प्रतिरूप (pattern) और दिश्म रूपांतरित करते हैं जैसे कि, प्रकाशनुवर्तन (phototropism), गुरूत्वानुवर्तन (geotropism) और जलानुवर्तन (hydrotropism) अनुक्रियाएं (responses)।

पौधों में कुछ रासायनिक पदार्थ अंतजतितः (endogenously) मौजूद होते हैं जो बहुत अल्प सांद्रण (low concentration) पर किसी विशेष शरीरक्रियात्म प्रक्रम को शुरू कर देते हैं उदाहरण के लिए जो कि बीज भ्रूणपोष में α एमिलेस के उत्पादन में वृद्धि या विशिष्ट m–RNA (specific m-RNA) का त्वरण (acceleration) या प्रमुख शरीर क्रियात्मक प्रक्रम का प्रारंभन (initiation) जिसमें अनेक विशिष्ट चरण शामिल हैं जैसे कि अंकुरण, पुष्पन, जीर्णता आदि। पौधों में केवल पांच वृद्धि नियामक होते हैं। ये हैं–अक्सिन, जिबरेलिन, एब्सिसिक अम्ल, साइटोकाइनिन और एथिलीन। इन्हें पादप हार्मोन भी कहते हैं। लेकिन वास्तव में हार्मोन शब्द प्राणियों से उधार लिया गया है। क्योंकि हार्मोन पहले पहल प्राणी-तंत्रों (animal systems) में खोजे गए थे और उनके लक्षण अच्छी तरह निर्धारित किए गए थे। 'पादप हॉर्मोनों' के इन पांच समूहों में से प्रत्येक अनेक शरीर क्रियात्मक प्रक्रमों को प्रभावित/प्रारंभ कर सकते हैं जबकि प्राणियों के मामले में ऐसा नहीं है। एक ही अंग जैसे कि प्ररोह, कलिका, मूल आदि में एक ही हॉर्मोन एक सांद्रता पर तो वृद्धि को बढ़ावा दे सकता है और किसी दूसरी सांद्रता में वृद्धि मंद (retard) कर सकता है। अंकुरण जैसा एक ही शरीर क्रियात्मक प्रक्रम दो भिन्न प्रकार के हॉर्मोनो (जिबरेलिनों और साइटोकाइनिनों) से धनात्मक रूप से प्रभावित हो सकता है। पादप शरीरक्रियाविज्ञानियों ने इन यौगिकों (compounds) के लिए "पादप वृद्धि नियामक" (plant growth hormones-PGRs) शब्द प्रयोग करने की सिफारिश की है। PGRs में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले और संश्लिष्ट (synthetic) यौगिक भी सम्मिलित हैं। कुछ वैज्ञानिक प्राकृतिक मिलने वालें PGRs को हॉर्मोन कहते हैं, वर्तमान समय में इस बारे में बहुत विचार-विमर्श हुआ है कि क्या पौधों के लिए हॉर्मोन शब्द प्रयोग किया जाए अथवा नहीं क्योंकि पादप और प्राणी हॉर्मोनों की उत्पत्ति, संरचना और क्रियाविधि बहुत ज्यादा भिन्न हैं।

फिर भी आइए हम अपने आपसे एक प्रश्न करते हैं। पादप हॉर्मोन क्या है? पादप हॉर्मोन एक कार्बनिक यौगिक (organic compound) है जो वृद्धि नियमन में प्रमुख भूमिका निभाता है। कुछ हॉर्मोन पौधे के एक भाग में संश्लेषित होते हैं और दूसरे भाग को स्थानांतरित हो जाते हैं जहाँ वे विशिष्ट शरीर क्रियात्मक अनुक्रिया दर्शाते हैं, कुछ दूसरे हॉर्मोन जिन ऊतकों में बहुत अल्प सांद्रताओं में बनते हैं उन्हीं में प्रकार्य करते हैं। यह अनुक्रिया वृद्धि, परिवर्धन और विभेदन के लिए वर्धक (promotive) या संदमनी (inhibitory) हो सकती है।



चित्र 8.1: पादप हॉर्मोन तंत्र का मॉडल। पौधों में सभी प्रकार्य–संश्लेषण, स्थानांतरण और अनुक्रिया–कोशिका के भीतर ही हो सकते हैं।

उद्देश्य इस इकाई के अध्ययन के बाद आप

- ये वृद्धि पदार्थ कोशिकीय स्तर पर जिन जैवरासायनिक (biochemical) और जैवभौतिक (biophysical) घटनाओं को प्रभावित करते हैं उनको निर्धारित कर सकेंगे,
- इन पदार्थों द्वारा रूपांतरित/मध्यस्थ पादप अंगों की वृद्धि और विभेदन का वर्णन कर सकेंगे,
- प्रसुप्ति (dormancy), ध्रुवता (polarity), जीर्णता (senescence), विदलन (abscission), पुष्पन आदि जैसी शरीरक्रियात्मक परिघटनाओं को इन वृद्धि पदार्थों से सहसंबंधित कर सकेंगे,
- इन वृद्धि पदार्थों के "सुयुक्त कार्य" की सूची बना सकेंगे और
- पादप वृद्धि पदार्थों के 'मूलभूत' (fundamental) ज्ञान को बागवानी, कृषि और वानिकी आदि में अनुप्रयुक्त कर सकेंगे।

8.2 पादप वृद्धि पदार्थों की ऐतिहासिक पृष्ठभूमि

पादप वृद्धि पदार्थों के पौधों के परिवर्धन पर होने वाले प्रभावों को समझने के लिए नीचे दिए गए प्रश्न पूछे जाने चाहिए,

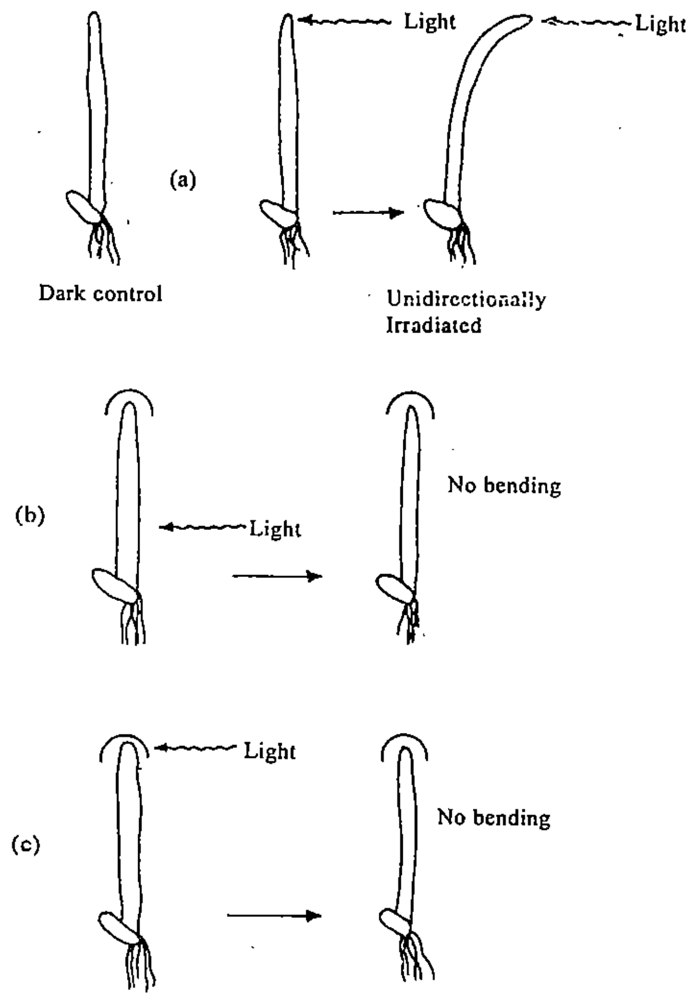
1. पौधों में विशेष वृद्धि पदार्थ कहाँ उत्पन्न होता है?
2. क्या यह सचमुच पौधों से 'निष्कर्षणीय' ('extractable') है?
3. किसी विशेष वृद्धि पदार्थ के 'उत्पादन' स्थलों (sites) के हटा देने से पौधों पर क्या 'प्रभाव' (effects) पड़ते हैं?
4. अगर हम पृथक्कृत/निष्कर्षित पादप वृद्धि पदार्थों का पौधों पर 'अनुप्रयोग' करें तो क्या क्या प्रभाव होंगे?
5. इन वृद्धि पदार्थों की सम्भावित 'कार्य की क्रियाविधियां (Mechanism of action) कौन कौन सी हैं?

ादप वृद्धि पदार्थों के प्रारंभिक इतिहास के संक्षिप्त और शीघ्र पुनरवलोकन से हमें यह जानकारी िलेगी कि ये प्रश्न किस तरह उठे और इनके उत्तर देने के लिए किस तरह प्रयास किए गए ौर किए जाते हैं।

ऑक्सिन :

पने प्रेक्षणों के आधार पर जूलियस सैक्स ने सुझाव दिया कि पौधों में विशेष पदार्थ होते हैं नसे जड़ें बनती हैं और कुछ विशेष पदार्थ ऐसे होते हैं जिनसे पत्तियां आदि बनती हैं। सैक्स ो वैज्ञानिक दूरदर्शिता देखते हुए यह काफी दूरदर्शी परिकल्पना (hypothesis) है। एक दशक हले चार्ल्स डार्विन (जिसे हम उसके 'विकास-सिद्धान्त' के कारण जानते है) और उसके पुत्र ान्सिस ने पौधों की गति (movement) पर गुरुत्व और एकपार्श्विक (unilateral) प्रकाश का ध्ययन किया। उन्होंने निदर्शित किया कि जड़ों और प्ररोहों दोनों के प्रारंभ होने से प्रकाश और रुत्व के प्रभाव अग्र (tip) द्वारा होते हैं और यह प्रभाव पौधों के दूसरे भागों में पारगत ransmitted) हो सकते हैं।

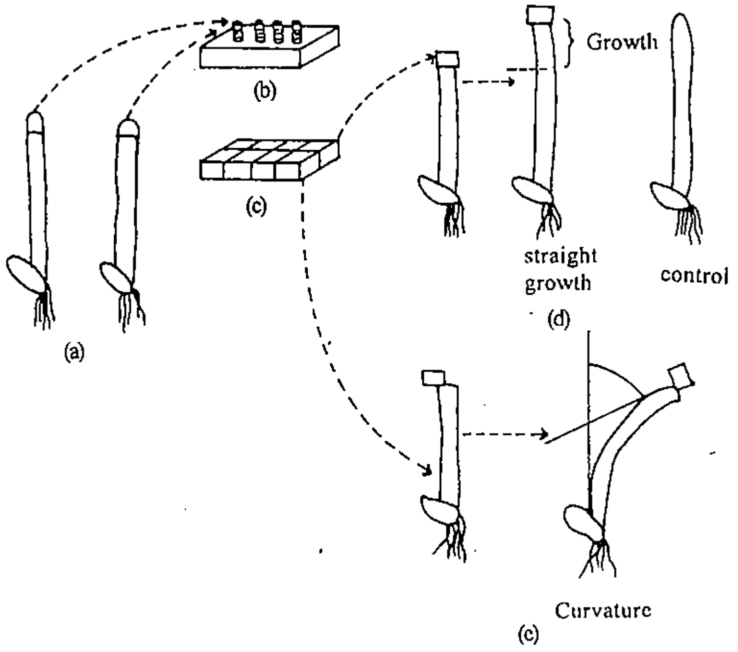
र्विन की दिलचस्पी मुख्यरूप से प्रांकुरचोल (coleoptile) में थी। यह खोखले बेलन के रूप में क विशिष्टीकृत पत्ती है जो बीजपत्रोपरिक (epicotyl) को घेरे रहती है और पहली पर्वसंधि ode) या कहिए गांठ से जुड़ी रहती है। यह घास की पौध (seedling) के कोमल वर्धी अग्र ग या कहिए नोक की उस समय तक रक्षा करती है जबतक अधिक तेजी से वर्धन कर रही ली पत्ती अंततः जमीन से ऊपर नहीं निकल आती (चित्र 8.2. a.b.c.)



चित्र 8.2: a, b, c डार्विन द्वारा घास प्रांकुरचोल में प्रकाशानुवर्तन पर किए गए कुछ प्रयोग।

पाल और हैन्स सॉडिंग ने इस समस्या को प्रयोगात्मक विधि से सुलझाना चाहा। उन्होंने प्रांकुरचोल का शीर्षोच्छेन (decapitated) किया यानी अग्रभाग को हटा दिया और पाया कि इसके फलस्वरूप प्रांकुरचोल प्रकाश के प्रति अनुक्रिया (respond) नहीं कर पाए।

पहले वेन्ट ने बहुत ही सीधे-सादे ढंग से डिजाइन किए गए अपने सुप्रसिद्ध प्रयोग किए (चित्र 8.3)। इन प्रयोगों ने पौधों में 'वृद्धि पदार्थो' को दृढ़ता से सिद्ध किया।



चित्र 8.3: a,b,c,d F.W. वेन्ट का एविना प्रांकुरचोल वृद्धि प्रयोग। सभी परिचालन अंधेरे में किए गए।

कार्बनिक यौगिकों के रासायनिक निष्कर्षण की विधि अधिकाधिक परिष्कृत हो जाने के कारण मूत्र, खमीर कोशिकाओं, राइज़ोपस जाति के कवक और उच्चकोटि पादपों (higher plants) से शुद्ध ऑक्सिन इन्डोल-3ऐसीटिक अम्ल पृथक किया गया।

इस काल के बाद ऑक्सिनों के शरीरक्रियात्मक प्रभावों, उनके कार्य की विधि आदि पर व्यापक कार्य किया गया और अभी भी किया जा रहा है।

- **जिबरेलिन**

1920 के दशक के उत्तरार्ध में कुरोसोवा ने प्रेक्षण किया कि जिस माध्यम में ज़िबरेला कवक उगा था उससे चावल की पौध में अपसामान्य लम्बाई हो जाती है। बाद में याबुता और सुमिकी ने इस पर कार्य किया। उन्होंने ज़िबरेला से एक क्रिस्टलीय उत्पाद पृथक्कृत किया और इसका नाम ज़िबरेलिन रखा।

बाद में, मैक्मिलन, सुमिकी और ताकाहाशी तथा तमूरा ने क्रमशः सेम के पौधों, नेम्बुकुल (सिट्रस) के पौधों और बाँस के प्ररोहों से ज़िबरेलिन पृथक की। इससे पौधों में ज़िबरेलिनों की व्यापकता सिद्ध हुई। आज हमें मालूम है कि विभिन्न प्रकार की 70 ज़िबरेलिन पाई जाती हैं। सबकी संरचना एक जैसी होती है लेकिन अणु में अनेक स्थानों पर प्रतिस्थापन द्वारा विभिन्नताएं (variations) लाई जा सकती हैं (चित्र 8.4)।

चित्र 8.4: पोषक घोलों में ज़िबरेलिक अमल की परिवर्ती (varying) सांद्रणों के मक्का (*ज़िआ मेज़*) पर प्रभाव। बाएं से दाईं ओर GA_3 की सांद्रताएं इस प्रकार हैं:

(1) नियंत्रण (कोई पादप हॉर्मोन नहीं),

(2) 0.005 ppm., (3) ,0.05 ppm. (4) 0.5 ppm और (5) 5.0 ppm

साइटोकाइनिनें

ल्के स्कूग ने प्रेक्षण किया कि कोशिका विभाजन या विभेदन APM और अन्य प्यूरिनों प्रभावित होता है। खमीर से प्राप्त किए जाने वाला न्यूक्लीक अम्ल भी प्रभावशाली या योगी पाया गया। तम्बाकू अर्बुद संवर्धनों (tumor cultures) के विभेदन को जैवअमापन ioassay) के रूप में काम में लाकर खमीर t-RNA से पृथक्करण प्रयासों से काइनेटिन या फरफ्यूरिलऐमीनोप्यूरिन की खोज हुई। लिथन और दूसरों ने मक्का के पौधों से ज़ियाटिन इटोकाइनिन पृथक की।

ज हमें कई प्रकार की प्राकृतिक और संश्लिष्ट साइटोकाइनिनों का पता है। हम इन्हें इसलिए इटोकाइनिनें कहते हैं क्योंकि इनका काम मुख्यरूप से कोशिका विभाजन को बढ़ावा देना है। इटोकाइनिनों के अन्य प्रभाव इस प्रकार हैं: जीर्णता का मंदन, मॉस प्रथमतंतु (Protonema) में लकाओं का परिवर्धन, कलिकाओं से संदमकों का मोचन।

एथिलीन

हाइड्रोकार्बन C_2H_2 एक गैस है और अविश्वसनीय रूप से छोटा और सरल अणु है जिसे र्मोन के रूप में स्वीकार करना कठिन है। एथिलीन का उत्पादन प्राणियों द्वारा नहीं होता। द्र के संदमन में और गुरुत्वानुवर्तन में एथिलीन की भूमिका 1901 में प्रेक्षित की गई थी। डेनी प्रेक्षण किया कि एथिलीन फल के पकने को बढ़ावा देती है। वालेस ने पर्ण-विलगन में लीन की भूमिका का प्रेक्षण किया। गेन ने 1934 में देखा कि वास्तव में पकने वाले फल से लीन निकलती है।

वर्णलेखन (chromatography) जैसी उन्नत तकनीकों से हम पौधों में उत्पन्न होने वाली लीन की सूक्ष्म मात्रा का आकलन कर सकते हैं।

- **एब्सिसिक अम्ल (ABA) (कपास की गुल्ला/कपास की गुल्ली)**

लाइस और कार्न्स ने 1961 में परिपक्व कपास फल से एक पदार्थ क्रिस्टलीय रूप में पृथक किया। इस पदार्थ से फलक (blade) हटा दिए गए कपास वृंतों का विदलन उद्दीपित (stimulate) हुआ। यह पदार्थ कुछ अल्पप्रदीप्तकाली पौधों (short day plants) में पुष्पन को भी बढ़ावा देता है। प्रसुप्ति अनुक्रिया RNA और प्रोटीन संश्लेषण के प्रभाव द्वारा हो सकती है। ऐसा लगता है कि एब्सिसिक अम्ल के कुछ प्रभाव जिबरेलिनों (देखिए प्रसुप्ति) या साइटोकाइनिनों (रंध्र-निमीलन-stomatal closure) द्वारा उल्ट दिए जाते हैं।

8.3 प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले PGRs के शरीरक्रिया का सारांश

- **ऑक्सिन**

अंग निर्माण (साइटोकाइनिनों से पारस्परिक क्रिया करती हैं)

ऊतक संगठन (दूसरे कारकों से पारस्परिक क्रिया करती हैं)

प्रोटॉन स्रवण के उद्दीपन द्वारा कोशिका विभाजन का उद्दीपन (साइटोकाइनिनों से पारस्परिक क्रिया करती है।)

कोशिका भित्ति विश्रांति (cell wall relaxation)
RNA और प्रोटीन संश्लेषण
स्थानांतरण की दिशा
एन्जाइमों के प्रभाव
एथिलीन उत्पादन
शीर्ष प्रभाविता.विलगन रोकती है

- **जिबरेलिन**

साबुत पौधों विशेषरूप से आनुवंशिक बौने पौधों (genetic dwarf) में कोशिका दीर्घीकरण (elongation)

कोशिका विभाजन

एन्जाइम प्रेरण

पुष्पन (दीर्घ प्रदीप्तकाली पादप)

प्रसुप्ति पर काबू पाना (ABA का विरोध करती हैं)

वृक्षों का कालपूर्व पुष्पन

- **साइटोकाइनिनें**

कोशिका विभाजन विशेषरूप से सोयबीन बीजपत्र (cotyledons), ऊतक संवर्ध इत्यादि [प्रेरण और उन्नयन (promotion)- ऑक्सिनों के साथ पारस्परिक क्रिया करती है]
कोशिका विवर्धन (enlargement)
अंग निर्माण (ऑक्सिनों के साथ पारस्परिकक्रिया करती हैं)
प्रसुप्ति पर विजय पाती हैं
शीर्ष प्रभाविता का मोचन करती हैं
जीर्णता रोकती है
पोषकों को गति देती हैं
पॉलिराइवोसोमों का नियमन करती हैं

- **एब्सिसिक अम्ल**

प्रसुप्ति का आरोपण (imposition)

जिबरेलिन विरोधी

पुष्पन (अल्पप्रदीप्तिकाली पौधे)

विलगन

रंध्री निमीलन

भ्रूण परिवर्धन का नियंत्रण (साइटोकाइनिनों और GA सहित)

- **एथिलीन**

(इसका उत्पादन ऑक्सिन के कारण होता है)

अधोकुंचन (epinasty) – शुरू करती है, बढ़ावा देती हैं, मंद करती है

गुरुत्वानुवर्तन

फल को पकाती है

विलगन करती है

8.4 पादप वृद्धि पदार्थ और अंगविकास

पादप वृद्धि पदार्थ जड़ों, प्ररोहों, पत्तियों और फूलों जैसे अंग के प्रारंभन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन अंगों के सभी ऊतकों का न केवल प्रारंभन बल्कि विभेदन भी अकेले पादप वृद्धि पदार्थों के माध्यम से और हॉर्मोनों की पारस्परिक क्रिया द्वारा होता है। अंग वृद्धि और विभेदन पर जीवे (in vivo) और पात्रे (in vitro) अध्ययनों ने अंग प्रारंभन और विभेदन में पादप वृद्धि पदार्थों की भूमिका समझने में हमारी भरपूर सहायता की है आगामी उपभागों में हम जड़, तना फूल और फल के प्रेरण (induction) की विस्तार से चर्चा करेंगे।

8.4.1 मूल

तना कलमों (cuttings) में ऑक्सिनों द्वारा जड़ का प्रेरण एक सुपरिचित परिघटना है। जिन सांद्रताओं की जरूरत पड़ती है वे प्ररोह वृद्धि को बढ़ावा देने वाली सांद्रता की तुलना में बहुत कम है।

ऑक्सिनें अल्प सांद्रता पर पार्श्व मूल वृद्धि (lateral root growth) का भी प्रेरण करती हैं। ऑक्सिनों की उच्च सांद्रताएं मूल वृद्धि के लिए संदमक साबित होती हैं। ऑक्सिन स्थानांतरण मूलतः तलाभिसारी (basipetal) होता है। प्ररोह शीर्ष और पार्श्व सक्रिय प्ररोह कलिकाओं में उत्पन्न ऑक्सिनें जड़ों की ओर रिसती हैं। इससे स्पष्ट है कि जड़ों तक पहुंचने वाली सांद्रताएं कम होती हैं। मूल ऊतकों के विभेदन का माध्यम बनने वाली ऑक्सिनों के प्रभावों का इकाई 7 में पहले ही वर्णन किया जा चुका है।

मूलाग्रों (root tips) में कोशिका विभाजन के उन्नयन के लिए साइटोकाइनिनों की उपस्थिति आवश्यक है। कोशिकीय विभेदन में ऑक्सिनों के साथ पारस्परिक क्रिया करके साइटोकाइनिनें जड़ें और प्ररोह उत्पन्न करती हैं। ऐसा लगता है ज़िबरेलिन की मूल वृद्धि में ज्यादा भूमिका नहीं होती।

गंभीर अनुक्रियाओं और गुरुत्वानुवर्तन को प्रभावित करने में एथिलीन की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। यह कलिकाओं में प्रसुप्ति को भी बढ़ावा देती है।

8.4.2 तना

शीर्ष कलिका प्रभाविता और पार्श्व कलिका प्रसुप्ति के नियंत्रण में ऑक्सिनों, साइटोकाइनिनों, एथिलीन और एबिसिक अम्ल की भूमिका के बारे में इकाई 9 (शीर्ष प्रभावित) में विस्तार से चर्चा की गई है।

ऑक्सिनें तनों के प्रकाशानुवर्तन, गुरुत्वानुवर्तन और अन्य अनुक्रियाओं में भी भूमिका निभाते हैं। ऑक्सिन-साइटोकाईनिन पारस्परिक क्रिया कैलस से प्ररोहों के विभेदन और वृद्धि का नियमन करती है। ज़िबरेलिन प्ररोह शीर्षों में कोशिका विभाजन और कोशिका दीर्घीकरण को उद्दीपित करती हैं। ज़िबरेलिन पौधों में वामनता (रोजेट अवस्थाएं) खत्म कर देती हैं और तना दीर्घीकरण को बढ़ावा देती हैं।

8.4.3 पर्ण

एफ़ वेन्ट ने दर्शाया कि IAA पत्तियों में रेखीय वृद्धि (linear growth) विशेषतया शिराओं (veins) की लम्बाई, पर्ण क्षेत्र और आकृति को प्रभावित करती है। अब यह बख़ूबी मालूम हो गया है कि पर्ण-बिम्ब (leaf disc) और पृथक्कृत बीजपत्रों का विस्तार अंधेरे में भी काइनेटिन द्वारा उद्दीपित होता है।

8.4.4 पुष्प

पुष्प प्रारंभन एक नाटकीय घटना है जिसमें विभज्योतक (meristem) के लक्षण (character) और परिवर्धनीय प्रतिरूप (pattern) पूरे बदल जाते हैं। उद्दीपन आंतरिक हो सकता है जैसे कि पौधे की आयु, अंतर्जात (endogenous) हॉर्मोन आदि और बाहरी कारक (factors) भी हो सकते हैं जैसे कि प्रकाश (दीप्तिकाल photo period) और ताप (वसन्तीकरण- vernalisation)। बाह्य उद्दीपनों की उपस्थिति का मान पादपक्रोम कहलाने वाले एक वर्णक (pigment) से हुआ जो अपनी बारी में श्रेणीबद्ध चरणों को खटाक से शुरू कर देते हैं जिसमें जीन सक्रियण (gene activation), नई एन्जाइमों का संश्लेषण (synthesis) और अंतर्जात हॉर्मोन स्तरों का बढ़ना शामिल हैं।

यह भी सम्भव है कि विभज्योतक में कुछ प्रशांत कोशिकाएं (quiescent cells) शीर्ष पर ले जाई जाती है और पुष्पन्न प्रारंभन के दौरान सक्रिय हो जाती हैं। लेकिन यह भी सम्भव है कि पुष्प-प्रारंभन को नियंत्रित करने वाले जीन उन जीनों से भिन्न हों जो पर्ण परिवर्धन के लिए उत्तरदायी हैं।

पौधों में किसी भी भौतिक उद्दीपन, जैसे प्रकाश (दीप्तिकाल) या ताप (वसन्तीकरण) की रासायनिक प्रकृति हमेशा ही "हॉर्मोन जैसी" समझी गई है। ऐसा नतीजा उन अध्ययनों के आधार पर निकाला गया जिनका निष्कर्ष था कि:

क) भौतिक कारकों द्वारा होने वाला 'उद्दीपन' पौधों को प्रसामान्य/अप्रेरणिक (abnormal/uninductive) अवस्थाओं में लाए जाने के बाद भी 'ठहरे रह' सकते हैं।

ख) प्रेरणिक परिस्थितियों में उद्भासित (exposed) पौधे से ली गई पत्तियों या पत्तियों सहित तनों की कलम को अप्रेरणिक परिस्थितियों में रखे गए पौधे पर 'कलम बांधने' (grafting) से उद्दीपन को स्थानांतरित किया जा सकता है।

ग) उद्दीपन 'अवगम' (perception) स्थलों से 'क्रिया' स्थलों यानी पत्तियों से प्ररोह शीर्ष की ओर चलता है।

ज़िबरेलिन प्ररोह दीर्घीकरण के अतिरिक्त पुष्पन को भी बढ़ावा देती हैं। ज़िबरेलिन उपचार पौधों में दीर्घ प्रदीप्तिकाली उपचार की जगह ले सकता है और फोटोब्लास्टिक बीजों में बिना प्रकाश के अंकुरण को भी बढ़ावा दे सकता है। बीजों को दिया जाने वाला ज़िबरेलिन उपचार उनकी 'द्रुतशीतन' (chilling) आवश्यकताओं की भी पूर्ति कर सकता है।

दीर्घ प्रदीप्तिकाली पौधों के पुष्पन में 'एन्थेसिन' नामक परिकल्पित हॉर्मोन (hypothetical hormone) की भूमिका के बारे में बहुत चर्चा की गई है। दुर्भाग्य यह है कि यह हॉर्मोन अभी तक पृथक्ककृत नहीं हो पाया है। शायद साइटोकाइनिनों, GAs और ABA के स्तरों के बीच संतुलन पुष्पन के हॉर्मोनी नियंत्रण की प्रमुख क्रिया विधि है।

8.4.5 फल

ऑक्सिनों के कारण फलों का बिना निषेचन (fertilisation) के परिवर्धन होता है (अनिषेकफलन Parthenocarpy) । भ्रूणविज्ञानीय अध्ययनों ने यह उजागर किया कि ऑक्सिनें पराग नलिका (pollen tube) वृद्धि और अंडाशय (ovary) परिवर्धन जैसी निषेचन-पूर्व (pre-fertilisation) क्रियाओं में शामिल हैं। एथिलीन उत्पादन द्वारा ऑक्सिनें प्रत्यक्ष रूप से या अप्रत्यक्ष रूप से फल पकने को बढ़ावा देती हैं।

बोध प्रश्न 1

क. पौधों में विभिन्न पादप वृद्धि नियामकों के नाम बताइए।

ख. पादप हॉर्मोन क्या है? पादप हॉर्मोन का संश्लेषण कहां होता है?

ग. ऑक्सिनों, जिबरेलिनों और एथिलीन के पांच प्रमुख शरीरक्रियात्मक प्रभाव लिखिए।

8.5 प्रसुप्ति

निलंबित वृद्धि और उपापचय (metabolism) की अवस्था को प्रसुप्ति कहते हैं। जब अधिकांश पौधों को बहुत प्रतिकूल मौसम की ऋतुनिष्ठ (seasonal) अवधि का सामना करना पड़ता है तो अगर कोई रक्षण क्रियाविधि नहीं हुई तो वे क्षतिग्रस्त हो जायेंगे या मर जायेंगे। जमा देने वाली ठंड या अत्यधिक सूखी गरमी से बचाव का सबसे सामान्य साधन प्रसुप्ति है।

प्रसुप्ति के अनेक रूप हैं जैसे कि बीज प्रसुप्ति और कलिका प्रसुप्ति। प्रसुप्ति के लक्षण हैं – जल की मात्रा के बहुत कम स्तर, निम्न उपापचयी दरें, निम्न ताप और शुष्क परिस्थितियों के प्रति सहनशीलता आदि। कुछ मामलों में कुछ भीतरी करणों से और आनुवंशिकतः नियंत्रित (genetically controlled) होने के कारण प्रसुप्ति 'सहज' (innate) होती है या कुछ मामलों में बाहरी कारकों द्वारा 'प्रेरित' हो सकती है। अगर प्रसुप्ति प्रेरणीय बाह्य कारकों से बचा जाए तो प्रेरित प्रसुप्ति से बचा जा सकता है।

प्रसुप्ति शीतकालीन पाले (frost) और ग्रीष्मकालीन सूखे के प्रति सुरक्षा साधन है और अनेक पौधों के जीवन का आवश्यक अंग हैं। प्रसुप्ति का सही समय में शुरू होना जरूरी है। यह आवश्यक है कि प्रसुप्ति पर्याप्त समय तक बनी रहे और यह भी जरूरी है कि वृद्धि के पुनः शुरू हो जाने के लिए परिस्थितियां ठीक हो जाएं तो प्रसुप्ति का अंत हो जाए। किसी विशेष पौधे या अंग की प्रसुप्ति के बारे में चार मूलभूत प्रश्न पूछना जरूरी है। इस प्रक्रम को चालू करने के लिए पर्यावरणीय संकेत (signal) क्या हैं और उन संकेतों को कैसे अनुभव किया जाता है या समझा जाता है? प्रसुप्ति की कालावधि क्या है? प्रतिकूल परिस्थितियों के दौरान पौधा संयोगवश पुनः सक्रिय/जाग्रत न हो उठे यह सुनिश्चित करने के लिए मुहूर्त क्रियाविधि (timing mechanism) आवश्यक लगता है। प्रसुप्ति की प्रकृति क्या है और प्रसुप्त परिस्थितियां पैदा करने की क्रियाविधियां क्या हैं? प्रसुप्ति केवल उपापचय का अक्रियण (inactivation) भर नहीं है बल्कि इसमें विशिष्टीकृत अंगों (उदाहरण के लिए कलिका शल्कों) या पदार्थों (उदाहरण के लिए गोंद जैसे जलसह पदार्थ) शामिल है। प्रसुप्ति स्पष्टतः एक योजनाबद्ध परिवर्धनीय घटना है जिसमें उपापचयी गतिविधि शुरू/बंद होने के अलावा विशिष्टीकृत संश्लिष्ट उपापचय की आवश्यकता होती है।

8.5.1 कलिका प्रसुप्ति

पर्यावरणीय कारकः प्रसुप्ति प्रेरण करने वाला सबसे महत्वपूर्ण कारक दीप्तिकाल लगता है। अल्प प्रदीप्तिकाल **अनेक** काष्ठीय पौधों में प्रसुप्ति प्रेरित करता है। दीप्तिकाल पत्तियों से समझा जा सकता है **लेकिन शीर्ष** या कलिकाएं अनुक्रिया दर्शाने वाले मुख्य अंग हैं।

ऐसा **लगता है कि** प्रसुप्ति प्रेरण में अकेली ठंड आवश्यक नहीं है। वस्तुतः प्रसुप्ति तोड़ने के लिए **ठंड सबसे** महत्वपूर्ण पूर्वापेक्षा (pre-requisite) लगती है।

कुछ **पौधों में,** विशेषतया उनमें जो गरम सूखे दौर से जीवित बचे रहने के लिए प्रसुप्ति का सहारा **लेते हैं,** नमी या नमी की कमी प्रसुप्ति शुरू करने के लिए महत्वपूर्ण दिखती है। पोषकों, विशेषरूप से नाइट्रोजन की अल्पावधि भी कुछ पौधों में प्रसुप्ति शुरू करती है। फिर भी ऐसा अनुमान है कि पोषक की कमी के फलस्वरूप उपापचय धीमा हो जाने के कारण प्रसुप्ति नहीं होती। इसके विपरीत धीमा पड़ जाने वाला उपापचय प्रसुप्ति का परिणाम है कारण नहीं है।

8.5.2 बीज प्रसुप्ति

पौधों के जीवित बचे रहने के लिए बीज प्रसुप्ति अत्यधिक महत्वपूर्ण है। बीज प्रसुप्ति में निम्नलिखित कारक शामिल हैं:

1. पर्यावरणीय कारकः
   - क) अंकुरण के लिए प्रकाश की आवश्यकता–धनात्मक या ऋणात्मक
   - ख) उच्च या निम्नताप
   - ग) जल का अभाव
2. आंतरिक कारक
   - क) बीजावरण (seed coat) – गैस विनिमय की रोकथाम
   - ख) बीजावरण भौतिक प्रभाव
   - ग) भ्रूण अपरिपक्वता (embryo immaturity)
   - घ) निम्न एथिलीन सांद्रता
   - ङ) संदमकों की उपस्थिति
   - च) वृद्धि बर्धकों (growth promotors) का अभाव
3. मूहूर्त क्रियाविधि
   - क) पकने के बाद
   - ख) संदमकों का गायब हो जाना
   - ग) वृद्धि वर्धकों का संश्लेषण

- **प्रकाश की आवश्यकताः** बहुत से बीजों के अंकुरण के लिए प्रकाश की आवश्यकता सम्भवतया ऐसा साधन है जो जमीन के भीतर गहरे दबे छोटे बीजों के अंकुरण को रोकता है। गहराई पर दबाए गए बीज सतह तक पहुंचने और स्वपोषित बनने से पहले [illegible] निचयों (reserves) को समापत कर डालेंगे। लेकिन आग के बाद अनेक [illegible] अंकुरित हो उठते हैं और वन पुनरुद्भवन आरंभ हो जाता है। इस क्रिया[illegible] वन पौधों की भरमार से भीड़भाड़ नहीं हो पाती और घोर संकट के बाद पुनः वृद्धि बहुत तेजी से होने लगती है।

ऐसा नहीं है कि अंकुरण के लिए सभी बीजों को प्रकाश चाहिए; कुछ बीज प्रकाश से अप्रभावित रहते हैं और कुछ संदमित हो जाते हैं। काफी उच्च तीव्रता वाले नीले प्रकाश का कुछ बीजों के

अंकुरण पर थोड़ा सा प्रभाव पड़ता है लेकिन यह स्पष्ट नहीं है कि ऐसा पादपक्रोम द्वारा नीले प्रकाश के अवशोषण (absorption) के माध्यम से या किसी दूसरे वर्णक (pigment) से होता है।

- ताप (Temperature) : अनेक बीजों में अंकुरण के लिए निम्न ताप उपचार (low temperature treatment) अनिवार्य है और अंकुरण के समय उच्च ताप संदमनी हो सकता है। निम्नताप द्रुतशीतन की पूर्ति प्रायः स्तरण प्रक्रम (stratification process) द्वारा हो सकती है। इसमें बीजों को सबसे ठंडी हवा में कई सप्ताह या महीनों तक ट्रे में स्तरित (laryered) करके रखा जाता है, 0° से 10° सें. के बीच का ताप सबसे प्रभावी होते हैं। द्रुतशीतन आवश्यकता भ्रूण या बीजावरण और कभी-कभी दोनों में विभिन्न स्थलों पर हो सकती है। उदाहरण के लिए सेब के बीजों की द्रुतशीतन आवश्यकता आवरण हटा दिए गए बीजों या पृथक्कित भ्रूणों की अपेक्षा साबुत बीजों में काफी लम्बी अवधि वाली होती है।

लाल प्रकाश और GA के योगवासी प्रभाव (synergistic effect) होते हैं अर्थात दोनों कारकों के अलग-अलग प्रभाव के जोड़ की अपेक्षा दोनों का संयोजन अंकुरण को अधिक उद्दीपित करता है।

8.5.3 बीजावरण के प्रभाव

कुछ बीजों में बीजावरण की उपस्थित उनकी प्रसुप्ति का कारण होती है। अगर बीजावरण को हटा दिया जाए तो बीज अंकुरित हो जाता है। इसमें दो सम्भावित क्रियाविधियों का हाथ हो सकता है। एक तो जैव रासायनिक या शरीर क्रियात्मक हो सकती है और दूसरी एकदम से बलकृत (mechanical) हो सकती है।

स्तरण

बीजावरण गैसों के विसरण (diffusion) के लिए लगभग अप्रवेश्य (impervious) होता है। बेरिंग के समूह ने पाया कि बिर्च (*बेटूला प्यूबेसेन्स*) के जो बीज साबुत रहने पर अंकुरित नहीं हो पाते वे बीजों को खरोंच दिए या तोड़ दिए जाने के बाद अंकुरित हो जाते हैं। इसके अलावा अधिक ऑक्सीजन दिए जाने पर काफी क्षतिग्रस्त बीजों का अंकुरण भी अत्यधिक उद्दीपित हुआ। इससे स्पष्ट हो जाता है कि भ्रूण स्वयं प्रसुप्त नहीं थे, अगर उन्हें बीज से पृथक्कित किया जाए तो उनमें फौरन अंकुरण होने लगता है। एक अन्य सम्भावना यह है कि बीजावरण विसरणीय संदमक के निक्षालन (leaching) को रोकता है।

दूसरे बलकृत' विकल्प का अन्वेषण व्हाई. ईसाशी और ए. सी. लिओपॉल्ड ने किया। उन्होंने *ज़ैन्थियम पेन्सिल्वेनिकम (ज़ैन्थियम स्ट्रुमेरियम* भी कहते हैं) के बीजों का उपयोग किया। इस पौधे के प्रत्येक फल में दो प्रकार के बीज पैदा होते हैं। बड़े जो कि अप्रसुप्त होते हैं और छोटे जो कि प्रसुप्त होते हैं, यह दर्शाने के लिए कि दो ही प्रकार के बीज इतना पर्याप्त बल पैदा नहीं कर पाते जो संदमन के दौरा बीजचोल (testa) को फाड़ सके अनवेषकों ने विशेषरूप से डिजाइन किया हुआ उपकरण (apparatus) काम में लिया। लेकिन अप्रसुप्त बीज बीजचोल को तोड़ने के लिए पर्याप्त बल उत्पन्न करते हैं जबकि अपेक्षाकृत छोटे प्रसुप्त बीज ऐसा नहीं करते। इससे पता चलता है कि कम से कम ज़ैन्थियम में लम्बे समय से चली आ रही यह धारणा सही है कि अंकुरण के दौरान भ्रूण पर्याप्त बल उत्पन्न करें ताकि बीजावरण फट सके। इसके अतिरिक्त यह स्पष्ट है कि केवल अंतः शोषण (imbibition) द्वारा उत्पन्न होने वाले बल ही पर्याप्त नहीं हैं बल्कि सक्रिय वृद्धि भी जरूरी है।

8.5.4 अन्य कारक

बहुत से बीज ऐसे हैं जिन्हें अगर बहते पानी में बड़े पैमाने पर निक्षालित किया जाए या धोया जाए तो वे अंकुरण करने में सक्षम होते हैं (एरंड बीज)

कुछ बीजों में **अंकुरण** के लिए जो दूसरे पदार्थ महत्वपूर्ण हो सकते हैं एथिलीन उनमें से एक है। अनेकों **शोधकर्ताओं** ने यह प्रदर्शित किया है कि अंकुरण के दौरान बीजों से एथिलीन पैदा होती है और **एथिलीन** उपचार से बीज प्रसुप्ति खत्म की जा सकती है।

• IAA कोशिका विवर्धन को उद्दीपित करता है।

कोशिका भित्ति (cell wall) में सेलुलोस तंतुक (fibril) होते हैं जो सामान्यतया काफी दृढ़ होते हैं। इसलिए **कोशिका** की वृद्धि के लिए सेलुलोस तंतुकों को शिथिल बनाने वाली क्रियाविधि होना आव**श्यक है।** IAA तिर्यक् बंधक पट्टी (cross linking bond) का मोचन करता है जो **सूक्ष्मतंतुकों को** आपस में बांधे रहती है। ऐसा समझा जाता है कि ऑक्सिन भित्तियों को सुघट्य (plastic) बना देती है और परासरणी जल अंतर्ग्रहण (osmotic water intake) के कारण कोशिका बैलून की तरह फूल जाती है। पी. एम. रे नामक अमरीकी शरीर क्रियाविज्ञानी ने प्रेक्षण किया कि दीर्घीकरण पर IAA का प्रभाव ऊतकों और प्रांकुरचोलों में केवल 8-12 मिनट के पश्च काल (lag period) के बाद शुरू होता है। हाल ही में यह पाया गया है कि कुछ ऑक्सिनों या IAA को भी जब सही परिस्थितियों में काम में लाया जाता है तो पश्च काल घटकर 1 मिनट या उससे कम हो सकता है। ये प्रभाव झिल्ली में प्रोटॉन पम्प की सक्रियता का परिणाम हैं। झिल्ली कोशिका भित्ति में प्रोटॉनों को पम्प करती है और अम्लता बढ़ा देती है। अम्लीकरण से कोशिका भित्ति में आबंध (bonds) ढीले हो जाते हैं और कोशिका-भित्ति-सुघट्यता बढ़ जाती है।

इस तेज अनुक्रिया के बाद एन्जाइमों में स्थानांतरित m-RNA का सक्रियण होता है। ये एन्जाइमें सेलुलोस और दूसरे कोशिका भित्ति पदार्थों के संश्लेषण को उत्प्रेरित (catalyze) करती हैं जिसकी वजह से दीर्घीकृतकोशिका भित्ति मजबूत होती है और कोशिका दीर्घीकरण पूर्ण हो जाता है।

GA_3 द्वारा $\alpha-$ एमिलेस सक्रियता

मंड (starch) के पाचन के लिए जिन एन्जाइमों की जरूरत पड़ती है उनमें αएमिलेस अंकुरण आरंभ होने के फौरन बाद प्रकट होती है। यह पाया गया है कि अगर भ्रूण हटा दिया जाए तो α एमिलेस प्रकट नहीं होती लेकिन अगर बीज में GA_3 की निम्न सांद्रताएं डाल दी जाएं तो पाचक एन्जाइम की उत्पत्ति होने लगती है। पिछले 30 सालों में हुए कार्य ने इस तथ्य कि पुष्टि की है कि GA_3 अनुलेखनीय (transcriptional) और स्थानांतरणीय (translational) स्तरों पर क्रिया शुरू कर देती है। बीजों के GA_3 के प्रति उद्भासित करने के बाद αएमिलेस के लिए कूटलेखन (coding) करने वाले पहले से मौजूद m-RNAs का सक्रियण बल्कि उसका संश्लेषण भी होने लगता है।

साइटोकाइनिनें और कोशिका विभाजन

कोशिका विभाजन में अंतरावस्था (interphase, कोशिक चक्र s_1 और s_2) में नए DNA, RNA और अनेकों कोशिका प्रोटीनों का संश्लेषण होता है। साइटोकाइनिनें इन सारी घटनाओं को बढ़ावा देती हैं। कोशिका विभाजन का अर्थ उन अनेकों एन्जाइमों के संश्लेषण से भी है जिनकी आवश्यकता कोशिका-भित्ति और मध्य-पटलिका (middle lamellae) के संश्लेषण में पड़ती है।

• एथिलीन

फलों के पकने में निम्नलिखित कोशिकीय घटनाओं की श्रृंखला शामिल है:

क) श्वसन दर का बढ़ जाना,

ख) उच्चतर (higher) कार्बोनेटों का कार्बोक्सिलिक अम्लों में टूट जाना, पर्णहरित (chlorophyll) का भंजन (breakdown) दूसरे वर्णक सुस्पष्ट हो जाते हैं (कैरोटीन, जैन्थोफिल लाइकोपीन)।

ग) प्रोटीनों का ऐमीनो अम्लों में टूटना,

घ) पॉलिसैकेराइडों, जैसे कि मंड, से शर्कराओं (sugars) का निर्माण। इसलिए आम और केले में पके हुए फल मीठे तथा सिट्रस में खट्टे (कार्बोक्सिलिक अम्ल होता है) होते हैं,

ङ) कोशिका-भित्ति और अंगकों (organelles) का अपक्षय (decay)। ये सारी घटनाएं अनेकों एन्जाइमों के माध्यम से सम्पन्न होती हैं जिसका अर्थ यह हुआ कि एन्जाइमों का सक्रियण या नए सिरे से संश्लेषण हॉर्मोन क्रिया का अभिन्न भाग है,

च) फूलों से लिंग परिवर्तन होता है।

- **ABA**

एब्सिसिक अम्ल IAA, GAs और साइटोकाइनिनों जैसे तीनों ही वर्धकों के विरोधी के रूप में प्रकार्य करता है। ABA निम्नलिखित विधि से GA, IAA और साइटोकाइनिन की क्रिया को निष्प्रभावी बना देता है। क) जीनों का दमन करके (repressing) ख) स्थानांतरण स्तर पर एन्जाइमों के संश्लेषण का संदमन करके (उन एन्जाइमों का जिनका IAA, GA, साइटोकाइनिनों द्वारा वर्धन होता है), ग) विलगन, प्रसुप्ति आदि में शामिल एन्जाइमों को बढ़ावा देकर इससे पूर्व कि भ्रूण अपनी वृद्धि शुरू करने के लिए पर्याप्त साइज का बने या परिपक्व बने कुछ बीज गिर जाते हैं। इस मामले में भ्रूण की अपरिपक्वता के कारण बीज कुछ काल के लिए प्रसुप्त हो सकता है।

ये सारे प्रसुप्त तंत्र अनिवार्य रूप से प्रसुप्ति की एक ही क्रियाविधि को अपनाते हैं–लेकिन अल्प प्रदीप्ति काल ABA का पादप क्रोम–मध्यस्थ तंत्र द्वारा होने वाले संश्लेषण को बढ़ावा देता है और दीर्घ प्रदीप्तिकाल प्रसुप्ति को शुरू होने से रोकता है।

कुछ मामलों में, यह भी सम्भव लगता है कि पोषकों की कमी या हॉर्मोनी संघटकों (constituents) के संतुलन में होने वाले परिवर्तनों से भी प्रसुप्ति शुरू हो जाए।

लिओपॉल्ड के समूह ने दर्शाया कि प्रसुप्त स्थिति ऐसी है जिसमें कोशिकाओं की उपापचयी मशीनरी न्यूक्लीइक अम्ल तंत्र की दमित स्थिति के कारण निष्क्रिय पड़ी रहती है।

बोध प्रश्न 2

क) प्रसुप्ति की परिभाषा दीजिए, सहज प्रसुप्ति और प्रेरित प्रसुप्ति के बीच अंतर बताइए।

ख) पौधों में जीर्णता की प्रमुख घटनाएं बताइए

ग) सावृत पौधे पर पुरानी पत्तियां क्यों जीर्ण हो जाती हैं जबकि तरुण पत्तियां नहीं होतीं?

8.6 जीर्णता

ऑक्सिन, जिबरेलिन, साइटोकाइनिन, एब्सिसिक अम्ल और एथिलीन पांच प्रमुख वृद्धि नियामक हैं। ये सभी अनेकों जातियों में जीर्णता को प्रभावित कर सकती हैं और यह इस बात का संकेत हो सकता है कि ये सभी यौगिक प्राकृतिक जीर्णता में भाग लेते हैं।

अनेक जीवों (organism) में कालप्रभावन (ageing) और जीवनक्षमता की कमी संचित उपापचयी दोषों और कोशिका क्षति के कारण होता है। दूसरी ओर पत्तियों और समजात अंगो (homologus organs) जैसे कि बीजपत्रों, पंखुड़ियों (petals) आदि में जीर्णता एक योजनाबद्ध प्रक्रम है। आगामी उपभागों में हम जीर्णता के विभिन्न पहलुओं पर चर्चा करेंगे।

8.6.1 हरितलवकों की जीर्णता

अप्रकाशिक प्रतिबल (dark stress) जीर्ण हो रही जो की पत्तियों से पृथक्कृत हरितलवकों के अवशोषण स्पेक्ट्रम के अभिरक्त अवशोषण पट्टों (red absorption bands) में अभिरक्त विस्थापन

(red shift) करता है और जीर्णता प्रेरित करता है। यह इस बात का संकेत है कि अप्रकाशिक जीर्णता से हरितलवकों में कुछ संरचनात्मक परिवर्तन होते हैं जो उनके प्रकार्य को प्रभावित करते हैं।

जब कालप्रभावी तम्बाकू पत्तियों में हरितलवकों की संरचना और प्रकार्य के बीच सम्बंध का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन किया गया तो ग्रेन की तुलना में जीविका पटलिकाओं (stroma lamellae) का जल्दी निम्नीकरण (degradation) देखा गया।

जौ की पत्तियों के अप्रकाशिक प्रतिबल प्रेरित काल प्रभावन के दौरान मैंगनीज क्लोराइड ($M_n\,Cl_2$) और डाइफेनिल कार्बाजाइड (DPC) जैसे विभिन्न बहिर्जात (exogenous) इलेक्ट्रॉन आदाताओं (donors)) की PSII को इलेक्ट्रॉन करण करने की योग्यता भिन्न-भिन्न पाई गई। M_nCl_2 ने DCPIP अपचयन (reduction) को केवल चौथे दिन तक सहारण दिया जबकि DPC ने ऊष्मायन के सातवें दिन तक अपचयन किया। ये परिणाम अप्रकाशिक प्रेरित जीर्णता के दौरान हरितलवकों की H_2O और PSII अभिक्रिया के बीच ETP (Electron transport chain) में स्थानों के अनुक्रमिक परिवर्तन की ओर संकेत करते हैं।

अगर साइटोकाइनिनों की आपूर्ति की जाए तो पत्तियों और हरितलवकों की इस अप्रकाशिक प्रेरित जीर्णता को कुछ समय तक टाला जा सकता है। पौधों की कुछ अन्य जातियों में ऑक्सिनें और ज़िबरेलिनें भी प्रभावशाली पाई गईं। इसके विपरित ABA और एथिलीन, पत्तियों और हरितलवकों को बढ़ावा देती हैं।

8.6.2 कालप्रभावन और मृत्यु के प्रतिरूप

पौधे और उनके अंग अंकुरण से लेकर मृत्यु तक लगातार परिवर्धित होते रहते हैं। परिवर्धन प्रक्रम का उत्तरार्द्ध जो परिपक्वता से आरंभ होकर अंततः संगठन और प्रकार्य की पूर्ण हानि पर समाप्त होता है जीर्णता कहलाता है। यह पादप व्यवहार की विशिष्टता है कि जीर्णता केवल जीवन प्रक्रमों का अंत नहीं है बल्कि अत्यधिक व्यवस्थित और योजनाबद्ध प्रक्रम या प्रक्रमों की श्रेणी है। अपनी वृद्धि के स्वभाव के अनुसार पौधे अनेक भिन्न-भिन्न तरीकों से जीर्ण हो सकते हैं। हम पौधों में जीर्णता की प्रमुख घटनाओं की संक्षेप में चर्चा करेंगे:

- **संपूर्ण पादप जीर्णताः** पूरा पौधा पुष्पन और फल निर्माण के बाद एक बार जीर्ण होकर मर सकता है (गेंहू, धान, सरसों जैसे एकवर्षी पौधे इस श्रेणी में आते हैं)। पुष्पन में होने वाली देरी पौधों को पुष्पन के लिए प्रतिकूल परिस्थितियों में जिन्दा रखकर जीर्णता प्रावस्था को स्थगित कर देती है।
- **अंग जीर्णताः** पौधे के भागों में, जैसे कि पत्तियां, परिपक्वता के बाद जीर्णता आती है। बाकी पौधा जीवित रहता है, नई पत्तियां जीर्ण हो रही पत्तियों की जगह ले लेती हैं।
- **ऊतक जीर्णताः** दृढ़ोतक (Sclerenchyma), वाहिनिकाएं (tracheids) और दारू-वाहिकाएं (xylem vessels) जैसे कुछ ऊतक पूरे पौधे की अच्छी वृद्धि होते हुए भी जीर्ण हो सकते हैं और मर सकते हैं।

8.6.3 पादपों में जीर्णता के परिसर (range) में विभिन्नताऐं

हमें पौधों की ऐसी श्रेणियों के बारे में पता है जो अपना जीवन चक्र एक ऋतु में पूरा कर लेते हैं। सीकोइया (sequoia) जैसी जाति 5,000 वर्षों तक जीवित रह सकती है।

- **जीर्णता का उपापचयी पक्षः** ऐसा लगता है कि कोशिकीय स्तर पर जीर्णता आनुवंशिक स्तर पर कसकर नियंत्रित रहती है।
- **जीर्णता में पोषणीय स्पर्धाः** एच. मॉलिख (H.Molisch) नामक जर्मन शरीरक्रियाविज्ञानी ने 1920 में सुझाव दिया कि पोषण की कमी से जीर्णता हो सकती है। तेजी से बढ़ने वाले भाग 'सिक' के रूप में काम करते हैं और पुरानी पत्तियों जैसे परिपक्व अंगों से पोषण लेते हैं और उन्हें जीर्ण बना देते हैं।

- **वृद्धि कारकों के प्रभावः** जीर्णता के कारणों का सुराग इस प्रेक्षण से मिला कि अगर टहनी से तोड़ी गई जीर्ण हो रही पत्ती जड़े निकालने लगे तो जीर्णता पलट जाती। इससे यह संकेत मिलता है कि जड़े कुछ ऐसी चीज़ पैदा करती हैं जो पत्तियों में स्थानांतरित हो जाती है और जीर्णता को रोकती है या उसे उलट देती है। अमेरिका और जर्मनी में काम करने वाले वैज्ञानिकों ने यह खोज की कि पत्तियों के जिस भाग में साइटोकाइनिन लगाई जाए उस क्षेत्र की जीर्णता उल्टी हो जाती है। इसे "रिचमॉन्ड और लॉन्ग्" प्रभाव कहते हैं। बाद में जो शोध कार्य हुआ उससे भी यही सिद्ध हुआ कि जड़ें सचमुच ही साइटोकाइनिनें उत्पन्न करती हैं।

साइटोकाइनिन की क्रियाविधि पूर्ण तरह से स्पष्ट नहीं है। हो सकता है साइटोकाइनिनें चिह्नित एमीनो अम्लों को जीर्ण हो रही पत्तियों की ओर भेजती हों और इस तरह प्रोटीन के भंजन और जीर्णता में विलंब करती हों।

ब्रिटेन के ए. सी. चिबनान नामक शरीरक्रियाविज्ञानी ने पहले पता लगाया कि तोड़ी गई पत्तियाँ अगर जड़विहीन रहती हैं तो भले ही उन्हें पूर्ण पोषक घोल पर संवर्धित किया जाए फिर भी वे निरपवादरूप से जीर्ण हो जाती हैं। इससे ऐसा लगता है कि पुनर्युवन (rejuvenation) केवल पोषकों का साइटोकाइनिन-प्रेरित गति का नतीजा नहीं है। लेकिन साइटोकाइनिनों के कारण कोशिका विभाजन होता है और कई उपापचयी प्रक्रमों को बढ़ावा मिलता है जिसमें प्रोटीन, DNA, RNA संश्लेषण शामिल है।

प्रश्न किया जा सकता है: साबुत पौधे पर कुछ (यानी पुरानी) पत्तियां जीर्ण क्यों हो जाती हैं जबकि तरूण पत्तियां जीर्ण नहीं होती? मूल-तंत्र (root system) पर दोनों ही की पहुंच होती है। उत्तर इस तथ्य पर आधारित हो सकता है कि पौधों में पोषणिक यातायात पौधों के अधिक तरूण और अधिक सक्रिय रूप से वर्धन करने वाले भागों की ओर मजबूती से जाता है। स्थानांतरण की यह दिश्म सम्भवतया तेजी से वर्धित ऊतकों में अधिक सशक्त ऑक्सिन उत्पादन का परिणाम है। यह दर्शाया गया है कि ऑक्सिनें अपने अनुप्रयोग स्थल या उत्पादन स्थल की ओर स्थानांतरण को बढ़ाती हैं। जड़ों से साइटोकाइनिनों की गति भी इसी ढंग से प्रभावित हो सकती है। इस प्रकार जीर्णता पुरानी पत्तियों की भुखमरी का नतीजा है।

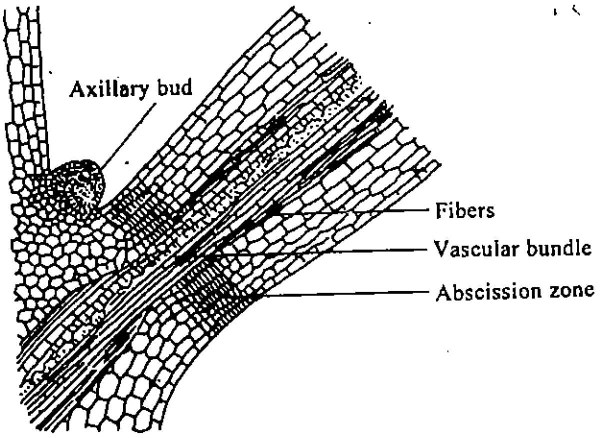
जैसा कि आमतौर पर होता है इसमें भी जटिलताएं हैं। ऐसा नही है कि सभी पौधे उन्हीं हॉर्मोनों के प्रति अनुक्रिया दर्शाएं। ऐसा लगता है कि साइटोकाइनिनें शाकीय पादपों (herbaceous) में अधिक प्रभावकारी होती हैं। *ज़िबरेलिन डेन्डिलिऑन (टैरेक्सेकम ऑफिसिनेल)* और ऐश *(फ्रेक्सिनस)* की जीर्णता को मंद करने में प्रभावकारी हैं और पर्ण जीर्णता के दौरान अंतर्जात (endogenous) ज़िबरेलिन स्तर उत्तरोत्तर गिरते हैं। यह देखा गया कि ऑक्सिनें (IAA और 2,4-D) कुछ पेड़ों में जीर्णता मंद कर देती हैं, हालांकि वे सदा ही सभी पौधों पर ऐसा प्रभाव डालती हैं यह सिद्ध नहीं हुआ है। एथिलीन अनेक ऊतकों में जोरशोर से जीर्णता को बढ़ावा देती है। ऐसा लगता है कि यह फलों के पकने में शरीर क्रियात्मक रूप से शामिल है जिसमें इसकी सांद्रता प्रभावकारी शरीर क्रियात्मक स्तरों तक हो जाती है।

इस बात के ठोस प्रभाव हैं कि काल प्रभावन में एथिलीन का जबरदस्त हाथ होता है। अगर इसे बाहर से अनुप्रयुक्त किया जाए तो इसका प्रबल "पादपजराविज्ञानीय" (phytogerantological) प्रभाव होता है।

8.7 विलगन

जीर्णता के जो अभिलक्षण हें, पत्तियों और फलों का विलगन उनमें अधिक स्पष्ट लक्षण है। पत्तियां मात्र इसलिए नहीं गिरती कि वे मर गई हैं। पत्ती के आधार के पास कोशिका विभाजन का एक मंडल बन जाता है, जो विलगन मंडल (abscission zone) कहलाता है। इसकी वजह से

पर्णवृंत (petiole) के लंबे अक्ष से लंब कोण (right angle) पर अनेक तिर्यक् भित्तियां (crosswalls) बन जाती है। तब विलगन मंडल की इन कोशिकाओं में पेक्टिनेस और सेल्युलेस प्रेरित हो जाते हैं। ये तिर्यक भित्तियों की पटलिकाओं (lamellae) को घोल देती हैं जिसकी वजह से पर्णवृंत टूटकर अलग हो जाता है। टाइलोसों (गोंद जैसे पदार्थों के निक्षेप – deposits) और कॉर्कजैसी कोशिकाओं की परतों के बनने से संवहनी संबंधन (vascular connections) टूट जाते हैं और प्रायः प्लग हो जाते हैं, इस प्रकार विलगन में कम से कम दो महत्वपूर्ण घटनाएं शामिल होती हैं: कोशिका विभाजन और हाइड्रोलेसों का प्रेरण। ये दोनों ही सक्रिय उपापचय के प्रक्रम होने के नाते यह निश्चय ही पौधे के परिवर्धन का योजनाबद्ध भाग है। (चित्र 8.5)



चित्र 8.5: विलगन परत

विलगन के कारणों में अनेक घटनाएं शामिल हैं जो आपस में गुंथी हुई रहती हैं। ऐसा सम्भव लगता है कि कुछ वृद्धि-संदमनकारी पदार्थ भी शामिल हों। GA की तरह ABA भी कपास पर्णवृंत में विलगन उद्दीपित् करता है। जीर्ण हो रही पत्ती के वृंत या फलक (blade) पर ऑक्सिन डालने से विलगन परत का बनना रुक जाता है और इस प्रकार विलगन का संदमन हो जाता है।

ऐसा लगता है कि पर्ण विलगन में एथिलीन की भूमिका होती है। जब पर्णवृंतों का उच्छेदन कर दिया जाता है तब लगभग 3 दिन के भीतर ही विलगन परत बन जाती है और पर्णवृंत को तोड़ने के लिए जिस बल की आवश्यकता होती है वह अचानक घट जाता है। एथिलीन डालने से यह प्रक्रिया अत्यधिक त्वरित हो जाती है।

बोध प्रश्न 3

क) निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए:

i. ग्राही

ii. टाइलोसिस

iii. योगवाही क्रिया

iv. अनुक्रमिक क्रिया

v पूर्णशक्तता

) जीर्णता में निम्नलिखित की भूमिका के बारे में संक्षिप्त चर्चा कीजिए:

i. साइटोकाइनिन

ii. एथिलीन

iii. ज़िबरेलिन

विलगन और जैवआमापन के बीच अंतर बताइए।

; सुझाव दिया गया है कि एथिलीन का दोहरा प्रभाव पड़ता है: एक तो जरावैज्ञानीय क्रिया, पत्ती में जीर्णता का कारण है या जीर्णता को त्वरित करती है और दूसरा विलगन मंडल में शिकाभित्ति निम्नीकरण एन्जाइमों के प्रेरण का उद्दीपन। हालांकि IAA उपचार विलगन को कता है लेकिन अगर इसका देर से अनुप्रयोग किया जाए (जीर्णता आरंभ हो जानने के बाद) यह वस्तुतः विलगन की दर को उद्दीपित करता है। यह एथिलीन के IAA उद्दीपित निर्माण से ंधित हो सकता है। इस बात का भी प्रभाव है कि विलगन पत्ती पर ऑक्सिनों के अनुप्रयोग दिशा से भी प्रभावित होता है।

8 हॉर्मोनों का योगवाही और अनुक्रमिक प्रभाव

स और विलंबन संबधों (suspension cultures) पर पात्रे (in vitro) अध्ययनों से दो रोचक य सामने आए हैं। विभेदन की प्रकृति और दिशा इस तथ्य से निर्देशित होते हैं कि दो हॉर्मोनों आपूर्ति एकसाथ की जाती है (योगवाही प्रभाव) या अनुक्रम (अनुक्रमिक प्रभाव) में की जाती क्या ऑक्सिनों के बाद साइटोकाइनिनों की आपूर्ति होती है अथवा साइटोकाइनिनों के बाद क्सिनों की आपूर्ति होती है। इसके भी भिन्न-भिन्न प्रभाव होते हैं। इस बात का भी महत्व है क्या ऑक्सिनें और साइटोकाइनिनें की आपूर्ति साथ-साथ की जाती है या ऑक्सिनों और बरेलिनों अथवा सभी पांच हॉर्मोनों के ऐसे ही संयोजनों की आपूर्ति की जाती है।

द्व करने की गुप्त अंतर्निमित (built-in) क्षमता गाजर या कई दूसरे आवृतबीजी पौधों की पक्व कोशिकाओं में होती है। वह समुचित बहिर्जात उद्दीपनों द्वारा निर्मुक्त हो सकती है। जब द्व इस प्रकार प्रेरित होती है तो कोशिकाएं कार्बनिक (organic) और अकार्बनिक (inorganic) कों तथा विटामिनों के सामान्य परिसर के प्रति अनुक्रिया दर्शाती हैं बशर्ते कि ये अजर्म ceptic) परिस्थितियों में दिए जाएं। एफ. सी. स्टिवर्ड ने अपने अनेक वर्षों के अध्ययनशील सों से निलंबन में गाजरों की मुक्त कोशिकाओं से पूर्ण वर्धित पौधों का संवर्धन किया।

ों अध्ययनों ने हॉर्मोनों के योगवाही अनुक्रमिक प्रभावों को निदर्शित (demonstrated) किया। क्सिनों की कम मात्रों और साइटोकाइनिनों की अधिक मात्रा से प्ररोह वृद्धि उद्दीपित होती है अधिक आक्सिनों और कम साइटोकाइनिनों से जड़ें प्रेरित होती हैं। पत्तियों की हरियाली के प्रकाश भी आवश्यक है।

9 साधन और तकनीकें (Techniques and Tools)

ो की इकाइयों में हमने "ऑक्सिनों के प्रभाव" के बारे में चर्चा की है। इस भाग में हम न अध्ययनों में अपनाई गई क्रिया-पद्धति (methodology) के बारे में चर्चा करेंगे:

प्रेक्षण (observations): पुष्पन और अंकुरण या *ऐविना* प्रांकुरचोल वक्रता (coleoptile curvature) या शीर्ष प्रभाविता या जीर्णता जैसी अन्य परिघटना में प्रकाश या तापमान की भूमिका के बारे में हमारा ज्ञान उन्नीसवीं शताब्दी के उत्तरार्ध या बीसवीं शताब्दी के प्रारंभिक भाग के दौरान किए गए आनुभविक अध्ययनों (emperical studies) का परिणाम है।

ख) हॉर्मोन जैसे पदार्थ का इसमें हाथ है इस तथ्यय का अनुभव सरल प्रयोगात्मक अध्ययनों द्वारा **हुआ। इन** अध्ययनों में हॉर्मो उत्पादन के स्रोत समझे जाने वाले भागों जैसे कि शीर्षों, **पत्तियों** आदि को हटा कर पौधों की वृद्धि और परिवर्धन पर उनके प्रभावों का प्रेक्षण **किया गया**।

ग) इसके **बाद पृथक्कन**, शोधन (purification) और संरचनात्मक अध्ययनों की **जैवरासायनिक** तकीनीकों द्वारा हॉर्मोनों की रासायनिक प्रकृति का अध्ययन किया गया। **इसमें निम्नलिखित** तकनीकें काम में लाई गई: i) वर्णलेखन (chromatographly), **ii) रासायनिक** शोधन iii) रासायनिक गुणों आदि का अध्ययन।

घ) पिछले 60 **वर्षों** में कोशिकाओं, ऊतकों और अंगों के पात्रे अध्ययनों से हॉर्मोनों के प्रभाव के बारे में हमारे ज्ञान में और भी वृद्धि हुई है।

ङ) अनुलेखन (transcription) और स्थानांतरण (translation) संदमकों के अध्ययनों ने आण्विक स्तर पर हॉर्मोन क्रिया पर नई रोशनी डाली है और अभी भी रोशनी पड़ रही है

च) 'ग्राही' (receptors) कहलाने वाले हॉर्मोनों से बंधन करने वाली प्रोटीनों के पृथक्करण से कोशिका स्तर पर 'संकेतों के अनगम' (perception of signals) पर ध्यान केन्द्रित हुआ है

छ) श्वसन और हॉर्मोन क्रिया के बीच बंधताओं (linkages) पर किए गए अध्ययन फॉस्फोरीलेशन की भूमिका, ऊर्जा आवश्यकता और अन्य कला-बद्ध प्रोटीनों की भूमिका पर लगातार जोर दे रहे हैं।

8.10 आण्विक आनुवंशिकी और पादप वृद्धि हॉर्मोन अध्ययन

पूर्व भागों में हमने पादप वृद्धि हॉर्मोनों और पादप वृद्धि तथा परिवर्धन नियंत्रण में उनकी भूमिका को समझने में उपयोगी साधनों और तकनीकों की चर्चा की। आण्विक आनुवंशिकी (molecular genetics) ने पिछले तीन दशकों में दिन दूनी रात चौगुनी प्रगति की है। इससे हमें परिवर्धनीय घटनाओं के नियंत्रण, न्यूक्लीक अम्लों और प्रोटीनों के बारे में ज्ञान प्राप्त हुआ। इसके अलावा वैज्ञानिकों ने जीनों के अभिनिर्धारण (identification), पृथक्करण और अनुक्रमण (sequencing) तथा नए परपोषियों (hosts) में उनके प्रतिरोपण (transplantation), पारजीवीय (transgenic) फसलों के उत्पादन आदि में काम आने वाली तकनीकों को श्रेष्ठ बनाया है। इसमें कोई आश्चर्य नहीं है कि पादप हॉर्मोन अध्ययन में भी इन तकनीकों को काम में लाने की ललक पैदा हुई है। इन अध्ययनों के निम्नलिखित विभिन्न पक्ष हैं:

क) किसी दिए गए हॉर्मोन के अति उत्पादन या न्यूनोत्पादन (under production) से पहचानी गई विभिन्न पादप जातियों में उत्परिवर्ती किस्में (mutant varities) प्रकृति से पृथक्कृत की गई हैं या कभी-कभी ये उत्परिवर्ती, उत्परिवर्तन प्रजनन (mutation breeding) तकनीकों के माध्यम से उत्पन्न किए जाते हैं। इन उत्परिवर्तियों की लक्षणप्ररूपी (phenotypic) प्रकृति पर किए गए अध्ययनों से इस तथ्य पर नई रोशनी पड़ेगी कि विभिन्न पादप हॉर्मोनों की शरीरक्रियात्मक अनुक्रियाओं के बारे में हमारी पहले की धारणाएं सही हैं या नहीं।

ख) इन उत्परिवर्तियों के अध्ययन से हॉर्मोनों के जैवसंश्लिष्ट (biosynthetic) मार्गों की जटिलताओं को समझने में मदद मिलती है। (उदाहरण के लिए साइटोकाइनिन गेहूं में पर्ण जीर्णता को मंद करती है, पर्ण विस्तार और पर्णहरित जैवसंश्लेषण को बढ़ावा देती है, एक गेहूं उत्परिवर्त हो सकता है जो पर्ण जीर्णता के) अलावा सारी दूसरी अनुक्रियाएं दर्शाता है।

ग) इन हॉर्मोनों को उत्पन्न करने वाले, उनकी क्लोनन (clong) करने वाले और किसी दूसरे पौधों में इनका प्रतिरोपण करने वाले जीनों का अभिनिर्धारण भी हमें हॉर्मोनों की पारस्परिक क्रिया को जानने में सहायता करता है।

छले दो दशकों में हॉर्मोनों के प्रति उद्भासित कोशिका में m-RNA जैसे अणुओं के स्तरों में, र्गात् कुल मात्रा या गुणता के संदर्भ में अर्थात् m-RNA की कितनी नई जातियों में होने वाले वर्तनों का अध्ययन किया गया है। इन अध्ययनों से अनुलेखनीय और अनुलेखनोत्तर (post ıscrriptional) स्तरों पर हॉर्मोनी प्रभावों के बारे में नई जानकारी मिली है।

णों से पता चला है कि साइटोकाइनिन उपचारित कोशिकाओं में पॉलिराइबोस का निर्माण चतर होता है। ऑक्सिनें राइबोसोमी RNA और राइबोसोमी प्रोटीनों के लिए निर्धारित m-RNA नों ही के उत्पादन को उद्दीपित करते हैं। ABA, राइबोसोमों का निष्क्रियण करता है, GA_3 चारित कोशिकाएं राइबोसोमी सक्रियता को बढ़ाती हैं।

ण्विक आनुवंशिकी के अनेक क्षेत्रों में से केवल कुछ ही क्षेत्रों का ऊपर वर्णन किया गया है। का अध्ययन किया जा रहा है ताकि पौधों में हॉर्मोनी भूमिका का अधिक स्पष्ट चित्र तैयार या जा सके।

11 सारांश

इकाई में आपने सीखा कि:

मूलरूप से पादप वृद्धि नियामकों के पांच वर्ग होते हैं: ऑक्सिनें, ज़िबरेलिनें, साइटोकाइनिनें, एब्सिसिक अम्ल और एथिलीन

पादप वृद्धि और परिवर्धन तथा विभेदन में कोई ऐसी परिघटना नहीं है जिसकी मध्यस्थता पादप वृद्धि नियामक नहीं करते।

प्रकाश, ताप और गुरुत्व जैसे भौतिक कारक पादप वृद्धि नियामकों के अंतर्जात स्तरों के नियंत्रण द्वारा क्रिया करते हैं।

पादप वृद्धि नियामक दो स्तरों पर प्रकार्य करते हैं:

क. द्रुत अनुक्रियाएं– कला स्तर परिवर्तनों के माध्यम से।

ख. दीर्घकालीन अनुक्रियाएं– जीन अभिव्यक्ति, अनुलेखनीय और स्थानांतरणीय नियंत्रण के माध्यम से।

जैवरासायनिकी, जैवभौतिकी (biophysics) और आण्विक जैविकी की तकनीकों में हाल ही में हुइ प्रगति से विभिन्न पादप वृद्धि नियामकों की संरचना, जैवसंश्लिष्ट मार्गों, क्रियाविधियों आदि को स्पष्ट करने में अत्यधिक सहायता मिली है।

पादप वृद्धि नियामकों के अध्ययन से एकत्रित सारा ज्ञान कृषि में अनुप्रयुक्त किया गया है।

पुष्पन और फल निर्माण के बाद पूरा का पूरा पौधा एक ही समय जीर्ण हो सकता है, वृद्ध हो सकता है और मर सकता है।

पत्तियों और फलों का विलगन जीर्णता के अधिक स्पष्ट अभिलक्षण हैं।

पौधे और उनके भाग अंकुरण से लेकर मृत्यु तक लगातार परिवर्धित होते रहते हैं।

निलंबित वृद्धि और उपापचय की अवस्था प्रसुप्ति कहलाती है जो बीज प्रसुप्ति और कलिका प्रसुप्ति जैसे अनेक रूप धारण कर लेती है।

12. अंत में कुछ प्रश्न

निम्नलिखित में हॉर्मोनों की भूमिका की चर्चा कीजिए:

i) प्ररोह की वृद्धि

ii) पत्तियों का परिवर्धन

iii) फलों का पकना

2. प्रसुप्ति की परिभाषा दीजिए: प्रसुप्ति लाने में बीज आवरण का क्या महत्व है?
3. हरितलवक जीर्णता में जैवरासायनिक परिवर्तनों की चर्चा कीजिए।
4. वृद्धि हॉर्मोनों के संदर्भ में पादप आण्विक जैविकी में हाल में हुई प्रगति की संक्षिप्त चर्चा कीजिए।
5. बीज प्रसुप्ति में कौन से कारक शामिल हैं?

8.13 प्रश्नों के उत्तर

बोध प्रश्न

1. क) पौधों में पाँच पादप वृद्धि नियामक होते हैं। ये हैं: ऑक्सिन, ज़िबरेलिन, एब्सिसिक अम्ल, साइटोकाइनिन और एथिलीन।

   ख) पादप हॉर्मोन एक कार्बनिक यौगिक है जो वृद्धि के नियमन में प्रमुख भूमिका निभाता है। कुछ हॉर्मोन पौधे के एक भाग में संश्लेषित होते हैं और दूसरे भागों में स्थानांतरित हो जाते हैं। जहां वे विशिष्ट शरीरक्रियात्मक अनुक्रियाएं दर्शाते हैं। कुछ ऐसे हैं जो जिन ऊतकों में बहुत भिन्न सांद्रता में बनते हैं वहीं प्रकार्य करते हैं।

   ग) निम्नलिखित पादप वृद्धि नियामकों के शरीर क्रियात्मक प्रभाव इस प्रकार हैं:

ऑक्सिनः

1. अंग निर्माण
2. कोशिका भित्ति विश्रांति
3. एन्जाइम प्रभाव
4. शीर्ष प्रभाविता
5. विलगन रोकती है

ज़िबरेलिनः

1. कोशिका विभाजन
2. कोशिका दीर्घीकरण
3. पुष्पन
4. प्रसुप्ति पर विजय
5. वृक्षों का कालपूर्ण पुष्पन

एथिलीनः

1. अधोकुंचन (epinasty) को बढ़ावा देती है, उसका कारण बनती है और मंद करती है
2. फलों को पकाती है
3. यह एक ♀ लिंग वर्धक (promoter) है
4. जीर्णता को तेजी से लाती है
5. विलगन करती है

2. क) प्रसुप्ति को निलंबित वृद्धि और उपापचय की अवस्था के रूप में परिभाषित किया जा सकता है।

   सहज प्रसुप्ति Innate Dormancy: यह प्रसुप्ति कुछ अंतर्निर्मित कारणों से होती है और आनुवंशिकतः नियंत्रित होती है।

प्रेरित प्रसुप्ति (Induced Dormancy) : बाह्य कारकों के कारण प्रेरित होती है और अगर प्रसुप्ति प्रेरक बाह्य कारकों से बचा जा सके तो यह प्रसुप्ति परिहार्य है यानी इससे बचा जा सकता है।

ख) पौधों में जीर्णता की प्रमुख घटनाएं इस प्रकार हैं:

* संपूर्ण पादप जीर्णता
* अंग जीर्णता
* ऊतक जीर्णता

ग) पुरानी पत्तियों का जीर्ण और नई पत्तियों का जीर्ण न होने का कारण यह है कि पौधों में पोषणीय यातायात तरूण पत्तियों और पौधे की अधिक सक्रिय रूप से वर्धित हो रहे भागों की ओर प्रबल रूप से निर्देशित होता है। स्थानांतरण की यह दिशा तेजी से वर्धन कर रहे ऊतकों में ऑक्सिन के अधिक जोरशोर से उत्पादन होने का परिणाम है। यह जीर्णता पुरानी होने का परिणाम है। यह जीर्णता पुरानी पत्तियों की भुखमरी का परिणाम भी हो सकता है।

3. क) 1. हॉर्मोनों से बंधन करने वाली पृथक्कृत प्रोटीनें
2. गोंद जैसे पदार्थों के निक्षेप
3. साथ-साथ आपूर्ति किए जाने वाले दो हॉर्मोनों की क्रिया
4. एक हॉर्मोन के बाद दूसरे की क्रिया
5. शरीर से मुक्त हो जाने के बाद जीवित कोशिका द्वारा जीव (organism) बनाने की योग्यता बशर्ते कि इसे उपयुक्त पोषक, हॉर्मोन आदि दिए जाएं।

ख) 1 साइटोकाइनिनें जीर्णता में देरी करती हैं
2. एथिलीन जीर्णता को मज़बूती से बढ़ावा देती है
3. ज़िबरेलिनें जीर्णता को मंद करने में प्रभावकारी हैं।

ग) **विलगनः** पत्तियों, टहनियों, फूलों के वृंतो (stalks) से विलगन मंडल बनने के फलस्वरूप पादप के शरीर से पत्तियों, टहनियों और फूलों का नियंत्रित पृथक्कन। विलगन मंडल में नाजुक, पतली भित्ति वाली कोशिकाओं की परत होती है जो वृंतों तक फैली होती है।

जैव आमापनः जीवित जीवों या जीवों के भागों पर मानवीकृत (standarized) परिस्थितियों में जैविकतः सक्रिय पदार्थों की क्रिया की मात्रा द्वारा उनका मात्रात्मक ऑकलन। उदाहरण ऑक्सिन का *एविना* वक्रता परीक्षण।

अंत में कुछ प्रश्न

1. i) **प्ररोह की वृद्धिः** ऑक्सिन प्रकाशानुवर्तन, गुरुत्वानुवर्तन और शीर्ष प्रभाविता में भूमिका निभाती हैं। ज़िबरेलिन प्ररोह शीर्षों में कोशिका विभाजन और कोशिका दीर्घीकरण को उद्दीपित करती हैं। ज़िबरेलिन पौधों में वामनता (रोज़ेट अवस्थाएं) को समाप्त करती हैं और दीर्घीकरण को बढ़ावा देती हैं। साइटोकाइनिनें शीर्ष प्रभाविता का मोचन करती हैं।

ii) **पत्तियों का परिवर्धनः** इन्डोल ऐसीटिक अम्ल पत्तियों में रैखिक वृद्धि विशेषरूप से शिराओं (veins) की लम्बाई, पर्ण क्षेत्रफल और आकार में वृद्धि को प्रभावित करता है। पर्ण बिंबों (leaf discs) और पृथक्कृत बीजपत्रों का विस्तार काइनेटिन द्वारा होता है।

iii) **फल पकनाः** ऑक्सिन बिना निषेचन (अनिषेकफलन) के फलों के परिवर्धन को बढ़ावा देती हैं। ऐथिलीन उत्पादन द्वारा ऑक्सिनें प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से फल पकने को बढ़ावा देती हैं।

2. **प्रसुप्तिः** प्रसुप्ति को निलंबित वृद्धि और उपापचय के रूप में परिभाषित किया जा सकता है। जब अधिकांश पौधे बहुत प्रतिकूल मौसम के ऋतुनिष्ठ अवधि के लिए उद्भासित होते हैं तो अगर कोई रक्षात्मक क्रियाविधि नहीं होती तो वे क्षतिग्रत हो जाते या मर जाते। प्रसुप्ति, शीत तुषार या ग्रीष्म जलाभाव के प्रति एक रक्षा क्रियाविधि है और अनेक पौधों के जीवन का एक आवश्यक भाग है। कुछ बीजों में बीजावरण की उपस्थिति से प्रसुप्ति प्रेरित होती है। बीजावरण सख्त होता है और गैसों के विसरण (diffusion) के लिए लगभग अप्रवेश्य (impervious) होता है। अगर बीजावरण हटा दिया जाए तो बीज अंकुरित हो जाता है। दो सम्भावित क्रियाविधियां शामिल हो सकती हैं। एक तो जैवरासायनिक या शरीर क्रियात्मक और दूसरी शुद्धरूप से बलकृत (mechanical)।

3. अप्रकाशिक प्रतिबल प्रेरित जीर्णता से हरितलवकों की संरचना में कुछ परिवर्तन हो जाते हैं जो उनके प्रकार्यों को प्रभावित करते हैं। जौ की पत्तियों के अप्रकाशिक प्रतिबल प्रेरित काल प्रभावन के दौरान मैंग्नीज क्लोराइड (M_nCl_2) और कार्बाजाइड (DPC) जैसे विभिन्न बहिर्जात इलेक्ट्रॉन आदाताओं (donors) की PsII को इलेक्ट्रॉन करण की योग्यता भिन्न-भिन्न पाई गई। $M_n\ Cl_2$ ने अपचयन को केवल चौथे दिन तक सहारा दिया जबकि DPC ने ऊष्मायन (incubation) के सातवें दिन तक बनाए रखा। ये परिणाम, अप्रकाशिक प्रेरित जीर्णता के दौरान हरितलवकों की H_2O और PSII के बीच अनुक्रिया ETP (Electron Transport Chain) में स्थलों के अनुक्रमिक परिवर्तन का सुझाव देते हैं। जब बूढ़ी हो रही तम्बाकू की पत्तियों में हरितलवकों की संरचना और प्रकार्य के बीच संबंध का इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी के नीचे अध्ययन किया गया तो ग्रैना की तुलना में पीठिका पटलिकाओं का प्रारंभिक निम्नीकरण देखा गया।

4. वृद्धि हॉर्मोन के संदर्भ में पादप आण्विक जैविकी में हाल ही में हुई प्रगति इस प्रकार है:

   i) दिए गए पादप हॉर्मोन के अति उत्पादन या न्यूनोत्पादन (under production) के लिए पहचानी गई विभिन्न पादप जातियों में उत्परिवर्ती किस्में प्रकृति से पृथक्कृत की गई हैं या कभी-कभी इन उत्परिवर्तियों को उत्परिवर्तन प्रजनन तकनीकों द्वारा उत्पन्न किया गया है।

   iii) इन हॉर्मोनों को उत्पन्न करने वाले जीवों का अभिनिर्धारण (पहचान), उनका क्लोनन और किन्हीं दूसरे पौधों में उनके प्रतिरोपण से भी हमें हॉर्मोनों की पारस्परिक क्रिया को समझने में बहुत मदद मिली है।

5. बीज प्रसुप्ति में सम्मिलित कारक इस प्रकार हैं:

पर्यावरणीय :

क) प्रकाश – धनात्मक या ऋणात्मक

ख) तापमान – उच्च या न्यून

ग) जल का अभाव

आंतरिकः

क) बीजावरण –गैस विनिमय का निवारण

ख) बीजावरण – यांत्रिक प्रभाव

ग) भ्रूण अपरिपक्वता

घ) अल्प एथिलीन सांद्रता

ङ) संदमकों की उपस्थिति

च) वृद्धि वर्धकों की अनुपस्थिति

समयनिर्धारण क्रियाविधिः

क) पकने के बाद

ख) संदमकों का लोप

ग) वृद्धि वर्धकों का संश्लेषण

इकाई 9 : शिखाग्र प्रभाविता (Apical Dominance)

इकाई की रूपरेखा **पृष्ट संख्या**

9.1 प्रस्तावना 51
उद्देश्य
9.2 कुछ सुसंगत शब्दावली 52
9.3 शिखाग्र प्रभाविता के नियमन में रासायनिक कारकों की भूमिका 53
ऑक्सिन
साइटोकाइनिन
एथिलीन
हॉर्मोन शिखाग्र प्रभाविता कैसे नियमित करते हैं ?
9.4 पोषक-तत्व दिवपरिवर्तन सिद्धान्त 57
9.5 शिखाग्र प्रभाविता और फाइटोक्रोम 57
9.6 उद्यान कृषि एवं कृषि में अनुप्रयोग 57
9.7 सारांश 58
9.8 अंत में कुछ प्रश्न 58
9.9 उत्तर 59

9.1 प्रस्तावना

इस पाठ्यक्रम की पिछली इकाइयों में आपने परागकोश का विकास, बीजांड (Ovule), परागण, निषेचन, भ्रूणपोष, भ्रूण, बीज एवं फल जैसी कुछ आधारभूत विकास प्रक्रमों का अध्ययन किया। ये, विकास प्रक्रम पादप-जीवन के बुनियादी आधार हैं। अब हम जीवविज्ञान (पादप) के कुछ खास सूक्ष्म पहलुओं की चर्चा करेंगे। पादपों के विकास जीवविज्ञान के शिखाग्र प्रभाविता एक सहसंबद्ध परिघटना है।

मुख्य प्ररोह का पार्श्विक शाखाओं में शाखन अधिकांश पादपों की वृद्धि की एक मुख्य विशेषता है। अधिक शाखाओं का मतलब है अधिक पत्तियाँ और फलतः अधिक प्रकाशसंश्लेषण। शाखन पेड़ की पत्तियों के अधिक आच्छादन से भी बचाता है। शाखाओं के कारण ही अधिक से अधिक पत्तियां सूर्य के प्रकाश के प्रभावन (Exposure) में आ पाती हैं।

शाखन का एक विशिष्ट विकासीय लाभ है। यह नाना प्रकार के आवासों में एक पौधे को जीवित रहने में सहायक हैं। शाखा रहित पौधे का घने जंगल में या अल्प प्रकाश तीव्रता वाले स्थानों में जीवित रह पाना कठिन होता है।

यदि आप अपने घर या कार्य करने के स्थान के इर्द-गिर्द बड़े पेड़ों (पुष्पी पादपों -Flowering plants) को ध्यान से देखें, तो आप पेड़ों में दो अलग-अलग प्रकार की वृद्धि पाएंगे। एक है-"एकलाक्षी" (monopodial) वृद्धि-इसमें पेड़ का मुख्य तना लम्बाई में वृद्धि करता है। उसके शिखर पर पत्तियों का एक किरीट सा बना होता है। इन वृक्षों में पार्श्व शाखाएं बहुत कम पाई जाती है। जैसे ताड़ जाति के अधिकांश वृक्ष। दूसरी वृद्धि "संधिताक्षी" (sympodial) है। इनमें पार्श्विक शाखाएँ, शिखाग्र से एक-दूसरे के बीच दूरी छोड़ते हुए बढ़ती हैं। इस तरह की वृद्धि करने वाले पेड़ काफी उपयोगी होते हैं, क्योंकि इमारती लकड़ी और फल जैसे आर्थिक लाभ देने के अलावा तपती धूप में छाया भी देते हैं।

एकलाक्षी वृद्धि करने वाले पौधे तीशोष्ण कटिबंधी वनों में मुश्किल से ही जीवित रह पाते हैं, क्योंकि उन्हें कम प्रकाश सुलभ हो पाता है। ताड़ (palms) मुख्यतः उष्णकटिबंधी क्षेत्रों में उगते हैं। बाँस में एक बड़ी ही रोचक बात देखने में आती है। इसमें घासों की तरह भूमिगत बने या प्रकंद पाए जाते हैं। इसमें एकलाक्षी एवं संधिताक्षी दोनों प्रकार का शाखन होता है।

संधिताक्षी वृद्धि वाले पादपों में पाश्विर्क शाखाएँ हमेशा प्ररोह शीर्ष से थोड़ी दूरी पर अंकुरित होती हैं और कुछ पादपों में यह दूरी बहुत अधिक होती है। इस तरह के कुछ सवाल उठाए जा सकते हैं : पार्श्विक शाखाएं प्ररोह शीर्ष के ठीक नीचे अंकुरित क्यों नहीं होती ? पादपों को इस प्रक्रम से वृद्धि और अंकुरणक्षम (Viability) में क्या लाभ होता है ? कोशिकीय स्तर पर जीववैज्ञानिक कारकों के अलावा इस प्रक्रम को नियमित करने वाले भौतिक एवं रासायनिक कारक कौन-कौन से हैं ?

पिछले दो सौ वर्षों से पादप शरीरक्रियाविज्ञानी (Plant Physiologist) शिखाग्र प्रभाविता से अच्छी तरह से परिचित हैं। फिर भी इस प्रक्रम को नियमित करने वाली क्रियाविधि हाल ही के वर्षों में अन्वेषण का विषय बनी है, विशेषकर वृद्धि एवं विकास में पादपहॉर्मोनों (Photohormones) की भूमिका की खोज के बाद से।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप :

- शिखाग्र प्रभाविता से संबंधित शब्दावली को परिभाषित कर सकेंगे,
- इस प्रक्रिया को करने में पादप हॉर्मोन जैसे रासायनिक नियंत्रित कारकों की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगे,
- शिखाग्र प्रभाविता की अभिव्यक्ति में पोषक तत्त्वों जैसे कारकों की भूमिका को बता सकेंगे,
- इष्टतम विकास में इस प्रक्रम के महत्व को समझ सकेंगे जिससे कि पर्णसमूह (Foliage) प्रकाश के अधिकतम प्रभावन में रहता है,
- कृषि एवं उद्यान कृषि में शिखाग्र प्रभाविता के प्रयोजनों एवं परिवर्तनों की सूची बना सकेंगे।

9.2 कुछ सुसंगित शब्दावली

नीचे कुछ शब्दावली दी जा रही है, जिसका शिखाग्र प्रभाविता की चर्चा में प्रयोग किया जाएगा। शाखन के कार्यिकी नियंत्रण (Physiological Control) की जटिल क्रियाविधि को समझने के लिए इन शब्दावलियों की साफ समझ होना जरूरी है।

शिखाग्र प्रभाविता

मुख्य तने या शाखाओं के सक्रिय प्ररोह शीर्ष (active shoot apex) की उपस्थिति में पार्श्विक कलिकाओं (buds) की वृद्धि के संदमन को शिखाग्र प्रभाविता कहते हैं।

पार्श्विक कलिकाएँ (Lateral Buds)

पर्ण आद्य (leaf primodia) के कक्ष (axils) में मौजूद पत्तियाँ जो आकार में मुख्य प्ररोह-शीर्ष की तरह होती है, परन्तु सामान्यतः प्रसुप्त (dormant) रहती है।

प्रसुप्ति (Dormancy)

वृद्धि की अवरुद्ध (arrested) स्थिति।

पादप हॉर्मोन (Phytohormones)

विशिष्ट रासायनिक पदार्थ, जो पादप के किसी एक भाग पर उत्पन्न होते हैं और वहां से पादप के अन्य हिस्सों में जाते हैं। लक्ष्य पर पहुंचकर वे कार्यिकी अनुक्रिया को नियमित करते हैं।

प्ररोह शीर्ष (Shoot apex)

मुख्य तने या शाखा का अंतस्थ ऊतक (terminal tissue) इसकी संरचना सरल होती है, जिसमें यह सिर्फ दो अलग-अलग कोशिकाओं का बना होता है, जो सक्रियता से विभाजन कर भारी संख्या में कोशिकाएं पैदा करती है। इस तरह बची कोशिकाएं विभेदन कर विभिन्न संरचनाएं और तने के ऊतक बनाती हैं।

मुल शीर्ष (Root apex)

जड़ का अंतस्थ, जो ऊतक सक्रिय विभाजनकारी कोशिकाओं का बना होता है, जड़ में जैसे-जैसे वृद्धि होती जाती है, ये कोशिकाएं विभेदनकर जड़ के विभिन्न ऊतकों की रचना करती हैं। सामान्यतः मूल शीर्ष अन्य अंगों और संरचनाओं को जन्म नहीं देता।

अगर हम सावधानी से पौधों की वृद्धि का अध्ययन करें, तो शिखाग्र प्रभाविता को पहचाना जा सकता है। पार्श्व कलिका की वृद्धि का संदमन प्ररोह शीर्ष करता है, जिसे "प्रायोगिक तौर" पर प्रदर्शित किया जा सकता है। इसके लिए आप अपने आंगन में उग रहे किसी पौधे को चुन लीजिए और प्ररोह शीर्ष के ठीक नीचे स्थित उसकी शाखाओं को गिन लें। एक तेज धार वाले ब्लेड से प्ररोह शीर्ष को काट दें। दस-प्रंद्रह दिन तक पौधे की वृद्धि पैटर्न को ध्यान से देखिए। कटे हुए स्थान से नीचे अंकुरित पार्श्विक शाखाओं की गिनती कीजिए।

बोध प्रश्न 1

क) निम्नलिखित वाक्यों को पूरा कीजिए :

i) शिखाग्र प्रभाविता का अर्थ है ....

....

ii) शिखाग्र प्रभाविता .... और .... पादप हॉर्मोनों द्वारा नियमित होती है।

ख) निम्नलिखित अवधारणाओं में अंतर बताइए :

i) शिखाग्र कलिका और पार्श्विक कलिका

ii) शाखन के एकलाक्षी और संधिताक्षी प्रकार

iii) प्ररोह शीर्ष एवं मूल शीर्ष

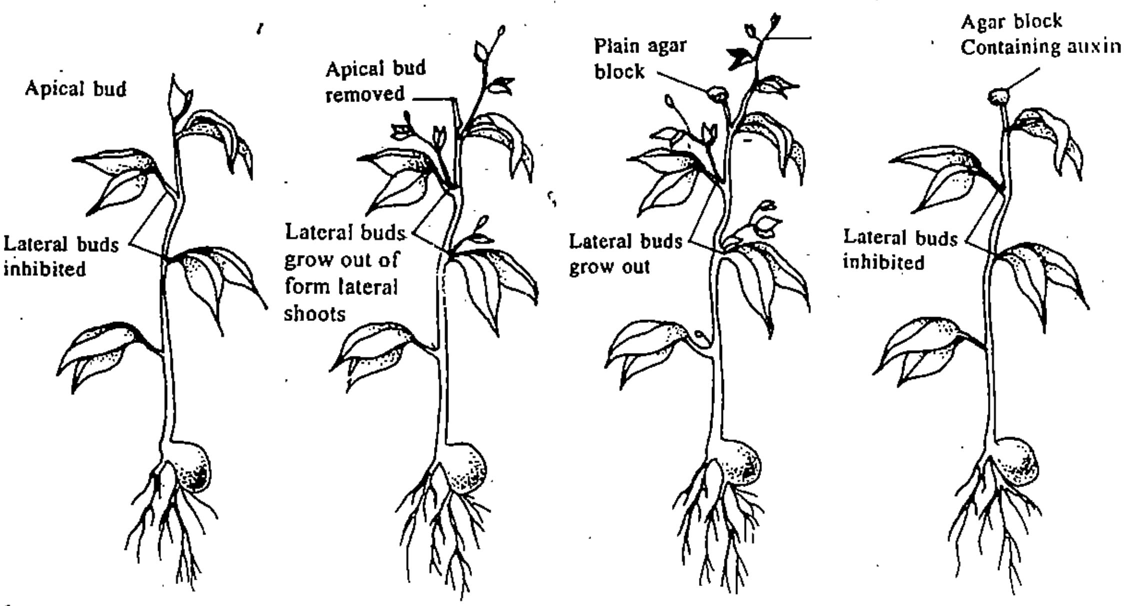
9.3 शिखाग्र प्रभाविता के नियमन में रासायनिक कारकों की भूमिका

19 वीं सदी के बीतते-बीतते पादप हॉर्मोनों के अस्तित्व के संकेत मिल गए थे। इस सदी के तीसरे दशक में पादप हॉर्मोनों को पृथक कर उनकी विशेषताओं को पहचाना गया। इस सदी के ही मध्य तक हमने ऑक्सिन, जिबरेलिन, साइटोकाइनिन, ऐबसिसिक एसिड एवं एथिलीन जैसे विभिन्न प्रकार के पादप हॉर्मोनों की जानकारी प्राप्त की। इनमें से पहले चार रासायनिक पदार्थ हैं जो वृद्धि को विलयन अवस्था में प्रभावित करते हैं। एथिलीन एक गैस है और शायद यह अपनी किस्म का ऐसा एकमात्र हॉर्मोन है। पहले चार पादप हॉर्मोनों की पादप स्रोतों से क्रिस्टल रूप में पृथक्कृत कर उनकी रासायनिक संरचना की विशेषताओं को अच्छी तरह से जान लिया गया है। जन्तु हार्मोनों के प्रभाव का एक स्पेक्ट्रम देखने में आता है। अक्सर एक से अधिक पादप हार्मोन वृद्धि के एक ही प्रक्रम को नियमित करते हैं। शिखाग्र प्रभाविता में भी यही होता है।

पादप हार्मोनों तथा शिखाग्र प्रभाविता में उनकी भूमिका की खोज से पहले यह समझा जाता था कि शिखाग्र प्रभाविता जड़ों एवं पत्तियों से पोषक तत्वों को पाने के लिए शिखाग्र कलिका और पार्श्विक कलिका के बीच होने वाला एक किस्म का अस्तित्व और स्पर्धा का संघर्ष है।

9.3.1 ऑक्सिन (Auxins)

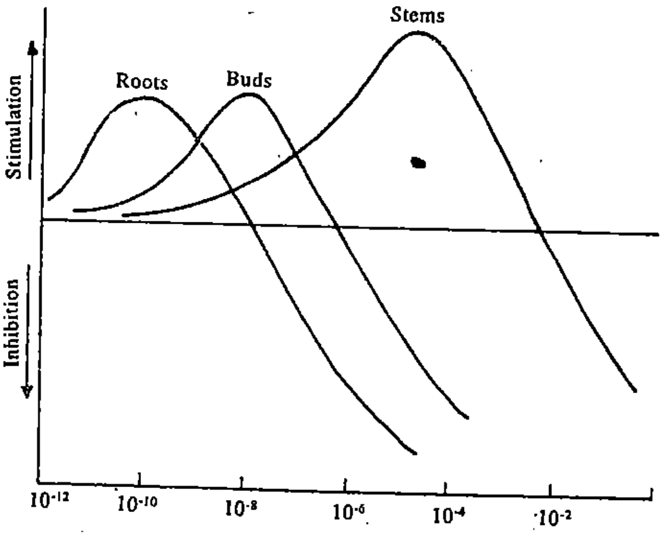
शिखाग्र प्रभाविता को नियमित करने में ऑक्सिन की भूमिका की जानकारी हमें सेम के पौधे पर स्कूज एवं थायमान (Skoog and Thimann) द्वारा किए गए प्रयोगों से हासिल हुई (चित्र 9.1)। अपने प्रयोग में उन्होंने अंतस्थ कलिका को अलग कर दिया था। इसके परिणामस्वरूप पार्श्विक कलिकाओं का विकास और शासन हुआ। यदि शिखाग्र कलिका को हटाने के बाद उसके स्थान पर ऑक्सिनयुक्त ऐगार ब्लॉक लगाया जाए, तो पार्श्विक कलिका का विकास नहीं होता। इसका मतलब यह हुआ कि पार्श्विक कलिका की वृद्धि को अवरुद्ध करने में अंतस्थ कली जो भूमिका अदा करती है, वही भूमिका ऑक्सिन भी अदा करता है। ऑक्सिनयुक्त ऐगार ब्लॉक शिखाग्र कलिका के समान ही कार्य करते हैं। इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि प्ररोह शीर्ष में विद्यमान ऑक्सिन की शिखाग्र प्रभाविता में कुछ न कुछ भूमिका रहती है।



चित्र 9.1: एक शिंबी पौधे में शिखाग्र कलिका को हटाने से और ऑक्सिन का पार्श्विक कलिका वृद्धि पर प्रभाव।

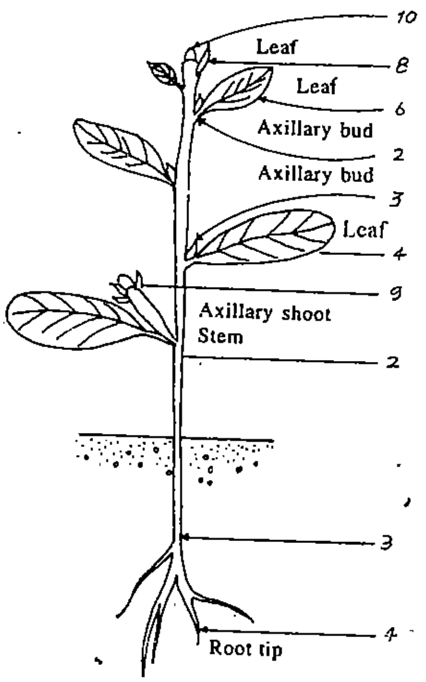
चूंकि अंतस्थ कलिका से ऑक्सिन को पृथक किया जा सकता है, इसलिए यह माना गया कि प्ररोह शीर्ष पर भी ऑक्सिन का संश्लेषण एक स्थल है। प्रयोगों से यह साबित हो चुका है कि अंतस्थ कलिका यानी प्ररोह शीर्ष में ऑक्सिन पार्श्विक कली से अधिक मात्रा में होता है। यहाँ पर एक तर्कसंगत सवाल उठाया जा सकता है कि मुख्य प्ररोह शीर्ष में उपस्थित ऑक्सिन से अगर इसमें वृद्धि होती है, तो उन पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि का संदमन क्या होता है जिनमें ऑक्सिन कम मात्रा में मौजूद रहता है।

थायमान ने सुझाव दिया कि पार्श्विक कलिकाएं ऑक्सिन के प्रति लगभग उसी प्रकार अनुक्रिया करती है, जिस प्रकार जड़ एवं तना करते हैं। मगर पार्श्विक कलियों की तुलना में प्ररोह शीर्ष की वृद्धि के लिए ऑक्सिन की इष्टतम मात्रा कॉफ़ी अधिक होती है। पार्श्विक कलियों को अपनी वृद्धि के लिए ऑक्सिन की बहुत कम मात्रा में आवश्यकता होती है। इस प्रकार पार्श्विक कलियों में विद्यमान ऑक्सिन तथा शीर्ष में वाहित ऑक्सिन परस्पर मिलन पर पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि को रोक देता है।



चित्र 9.2 : के.वी. थायमान द्वारा अभिकल्पित जड़ों, कलियों एवं तनों पर IAA का विभेदीय कार्य।

ऑक्सिन का अभिगमन तलाभिसारी यानी शीर्ष से तल की ओर होता है। प्ररोह शीर्ष में संश्लेषित ऑक्सिन का अभिगमन नीचे की ओर होता है। इसके अलावा नई पत्तियाँ भी ऑक्सिन उत्पन्न करती है। प्ररोह शीर्ष और तरुण पत्तियों से आने वाला ऑक्सिन अधिक मात्रा में संचित होकर पार्श्विक कलियों की वृद्धि को अवरुद्ध कर देता है। शीर्ष से नीचे की ओर ऑक्सिन की मात्रा उत्तरोत्तर कम होती जाती है। (चित्र 9.3)। इससे प्ररोह शीर्ष से ठीक नीचे पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि का संदमन आसान हो जाता है क्योंकि ऑक्सिन की उच्च मात्रा संकेन्द्रण से पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि संदमित करती है। मगर उनके शीर्ष से दूर होने पर पार्श्व कलिकाओं की वृद्धि उत्प्रेरित होती है यानी अल्प ऑक्सिन वृद्धि को बढ़ावा देती है।



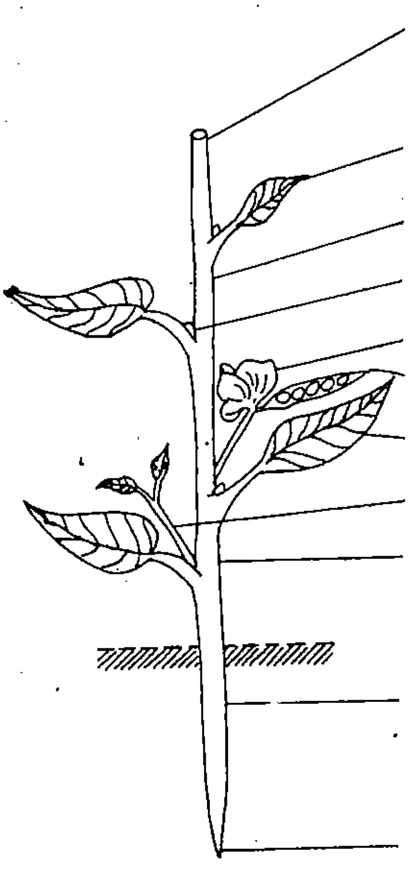
चित्र 9.3 : पौद के विभिन्न भागों में ऑक्सिन की सापेक्षिक मात्राएं : 10 = उच्च मात्रा 1 =अल्प मात्रा

9.3.2 साइटोकाइनिन

शिखाग्र प्रभाविता के नियमन में साइटोकाइनिन भी सम्मिलित होते हैं। विकसन एवं थायमान ने शिखाग्र प्रभाविता को नियमित करने में साइटोकाइनिन और ऑक्सिन की पारस्परिक-क्रिया का अध्ययन किया। उन्होंने ऑक्सिनयुक्त और ऑक्सिनहीन पोषक माध्यमों में मटर के तने के पृथक्कृत खंडों को संवर्धित किया। ऑक्सिन की अनुपस्थिति में पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि में कोई रूकावट नहीं हुई। मगर ऑक्सिन में साइटोकाइनिन मिलाने पर पार्श्विक कलिकाओं का संदमन हो जाता है।

विक्सन एवं थायमान ने संपूर्ण प्ररोहों पर साइटोकाइनिनों के प्रभाव को भी प्रदर्शित किया। जब काइनेटिन के घोल में अविकल प्ररोह को डुबोया गया, तो प्ररोह शिखाग्र कलिकाओं की उपस्थिति में भी पार्श्विक कलिकाओं में वृद्धि होती पाई गई। इस प्रेक्षण से यह निष्कर्ष निकला कि साइटोकाइनिन के अनुप्रयोग से प्ररोह शीर्ष में पाई जाने वाली शिखाग्र प्रभाविता को दूर किया जा सकता है।

वर्तमान अवधारणा यह है कि साइटोकाइनिन और ऑक्सिन की मात्रा के बीच संतुलन से शिखाग्र प्रभाविता का नियंत्रण होता है। कुछ अनुसंधानकर्त्ताओं के अनुसार साइटोकाइनिनों का ऑक्सिन उत्पादन पर संभवतः संदमन प्रभाव पड़ता है। पार्श्विक कलिकाओं में साइटोकाइनिन के अनुप्रयोग से IAA आक्सिडेस के कुछ खास रूपों के संश्लेषण का संदमन हो सकता है, जो सामान्यतः अंतस्थ कलिका से स्थानांतरित IAA द्वारा प्रेरित होता है। IAA ऑक्सीडेस के दमन से फालतू ऑक्सिन पार्श्विक कलिका की वृद्धि और प्ररोह विकास को उत्प्रेरित करता है। IAA निम्नीकरण के संभावित संदमन के अलावा साइटोकाइनिन अन्य हिस्सों में पोषक तत्वों के प्रवाह के दिवपरिवर्तन को आकर्षित करने के लिए पार्श्विक कलिकाओं के स्थल पर एक अभिगमन प्रभाव (Sink effect) को जन्म देते हैं।



	Auxin	Gibberellin	Cytokinin	Abscisic acid
shoot tip	+ + +	+ + +	+ + +	+
Young leaves	+ + +	+ + +	+ + +	+
Elongating stem	+ +	+ +	+ + +	+
Lateral buds	+	+ +	+	+ +
Flowers and fruits	+	+	+ +	+
Developing seeds	+	+ + +	+ +	+ +
Mature leaves	+	+	+	+ + +
Lateral shoot	+ + +	+ +	+ +	+
Mature stem	+	+	+	+
Root	+	+	+	+
Root tip	+	+ +	+ + +	+

चित्र 9.4 : पौधे के विभिन्न हिस्सों पर कुछ पादप वृद्धि पदार्थों की सापेक्षिक मात्रा। + + + उच्च मात्रा + + मध्यम मात्रा, + निम्न मात्रा।

9.3.3 एथिलीन (Ethylene)

पार्श्विक कलिका वृद्धि के संदमन में एथिलीन की भूमिका भी होती है। यह प्ररोह शीर्ष जैसे ऊतकों में पाई जाती है, जिनमें ऑक्सिन भी विद्यमान होते हैं। प्रकाश में उगे सामान्य रूप से परिपक्व पौधो में पार्श्विक कलिकाओं का संदमन एथिलीन की क्रिया से होता है जिसका उत्प्रेरण पार्श्विक कलिकाओं में शिखाग्र कलिका और पत्तियों से आने वाला ऑक्सिन करता है। पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि पर एथिलीन के प्रतिकूल प्रभाव को साइटोकाइनिन के अनुप्रयोग से दूर किया जा सकता है।

9.3.4 हार्मोन शिखाग्र प्रभाविता कैसे नियमित करते हैं ?

ऑक्सिन कोशिका विस्तार एवं विभेदन को बढ़ावा देते हैं। साइटोकाइनिन, कोशिका विभाजन को गति देते हैं। इन दोनों हार्मोनों का उचित संतुलन, तने में विभिन्न प्रकार के ऊतकों के विकास और विभेदन को उत्प्रेरित करता है। यह द्रुत वृद्धि प्ररोह शीर्ष को एक विलय गर्त में परिवर्तित कर जड़ों एवं समीपवर्ती पत्तियों से पोषक तत्वों को प्राप्त करती है। चूंकि मुख्य प्ररोह शीर्ष आमतौर पर अधिकांश पोषक तत्वों का अवशोषण कर लेता है, इसलिए पार्श्विक कलिकाएं अपोषित रह जाती हैं। फलतः उनकी वृद्धि अवरुद्ध हो जाती है।

9.4 पोषक-तत्व दिवपरिवर्तन सिद्धान्त (Nutrient diversion theory)

बार-बार यह देखा गया है कि अगर C^{14} शर्करा, S^{35} एमीनो अम्ल जैसे चिन्हित पोषक तत्वों को प्ररोह के नीचे की पत्तियों पर लगाया जाता है, तो ये तत्व प्ररोह शीर्ष की ओर चले जाते हैं। साइटोकाइनिन के अनुप्रयोग इस प्रक्रिया को प्रत्यावर्त करते हैं क्योंकि वे पार्श्विक कलिका की प्रसुप्ति को तोड़ते हैं। यह माना जाता है कि वृद्धि कारक हॉर्मोन अनुप्रयोग स्थल पर उपापचय की दर को गति देकर पोषक तत्वों के अभिगमन में वृद्धि कर सकते हैं।

9.5 शिखाग्र प्रभाविता और फाइटोक्रोम

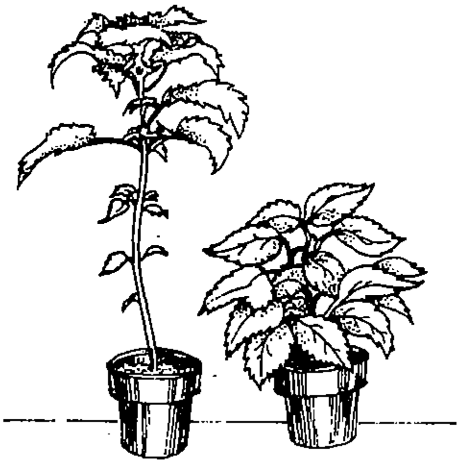
IAA के अति उत्पादन के लिए आनुवंशिकतः नियोजित पौधों में अति शिखाग्र प्रभाविता देखी गई है। अति IAA निर्माण वाले विशिष्ट लक्षण प्ररूप युक्त किसी जीनप्ररूप को अगर ऐसे जीनप्ररूप से संकरण कराया जाता है, जिससे साइटोकाइनिनों का अति निर्माण होता हो, तो शिखाग्र प्रभाविता लक्षणप्ररूपतः कम हो जाती है। इससे पता चलता है कि साइटोकाइनिन के स्तरों के मध्य संतुलन को आनुवंशिक रूप से नियमित किया जा सकता है।

9.6 उद्यान कृषि एवं कृषि में अनुप्रयोग

सार्वजनिक पार्कों में टहलते समय आपने पौधें को ऊँट, हाथी, घोड़े, शेर जैसी आकृतियों में सजा हुआ अवश्य देखा होगा। मालियों को पारंपरिक कला है, जिसे "कर्तन कला" कहा जाता है। इसमें प्ररोह शिखाग्र कलिकाओं को इस तरह से कलम किया जाता है और पार्श्विक शाखाओं को इस तरह से विकसित किया जाता है कि देखने में विभिन्न जानवरों से मिलते हैं। *थूजा (Thuja)* एवं *बायोटा (Biota)* जैसे शंकुधारी पेड़ों को भी कर्तन करके गोलाकृति प्रदान की जाती है। एक और रोचक उदाहरण *पाइसिया (ऐबीज)* है, जिसमें अनेक पार्श्विक शाखाएं बनती हैं। यह पौधा सीधी वृद्धि करता है। आमतौर पर क्रिसमस वृक्ष के रूप में इसका प्रयोग किया जाता है। भारतवर्ष में *ऐरोकेरिया* को क्रिसमस वृक्ष के रूप में बिक्री के लिए उगाया जाता है। यदि *ऐरोकेरिया (Araucaria)* में क्षैतिज वृद्धि कर रही शाखा के अंतस्थ हिस्से को काट दिया जाए और इसे किसी गमले में रोपा जाए तो मूलोत्पति यानी जड़ फूट जाने के बाद यह क्षितिज

वृद्धि करता है। ऐसा लगता है कि पौधाखड़ी वृद्धि करना भूल गया है। इसे स्थायी परिवर्तन (topophysis) कहते हैं।

सैकड़ों वर्षों से चाय के पौधों में शिखाग्र कलिका के कलम की विधि चली आ रही है। इसमें वाणिज्यिक उद्देश्य के लिए ऐसी नई टहनियों का उत्पादन किया जाता है, जिन पर कम पत्तियाँ उत्पन्न होती हैं। इसके लिए चाय के पौधे के मुख्य अक्ष (axis) की शिखाग्र कलिकाओं तथा शाखाओं को हर मौसम में काट दिया जाता है जिससे चाय के पौधों की ऊँचाई सुविधाजनक तल पर बनी रहे। जिससे समय-समय पर दो पत्तियों और एक कलिका को तोड़ने में आसानी रहती है।



चित्र 9.5: पौधों की शिखाग्र कलिका को काटकर पार्श्विक कलिका की वृद्धि पर पड़ने वाले उसके प्रभाव को आसानी से प्रदर्शित किया जा सकता है। शिखाग्र कलिका की अनुपस्थिति में, पार्श्विक कलिका में सक्रिय वृद्धि होती है। लेकिन अल्पकाल में शिखाग्र के आसपास की पार्श्विक कलिका अन्य पार्श्विक कलिकाओं पर प्रभाविता स्थापित कर लेती हैं, जिसके परिणामस्वरूप के पार्श्विक कलियां फिर से निष्क्रिय बन जाती हैं। वस्तुतः शिखाग्र कलिका के उच्छेदन का पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि पर अनुक्रिया भिन्न पौधों में भिन्न-भिन्न पेटर्नों पर होती है। उदाहरण के लिए, ब्रायोफिलम एवं कैलेन्चो में शिखाग्र कलिका के सन्निकट पार्श्विक कलिका सबसे पहले वृद्धि करती है न कि शिखाग्र कली से दूर स्थित कलिकाएं।

9.7 सारांश

आर्थिक एवं कार्यिकी की दृष्टि से शिखाग्र प्रभाविता एक महत्वपूर्ण परिघटना है, जो पौधों की उत्तरजीविता को बढ़ाती है। शिखाग्र प्रभाविता की प्रकृति एवं सीमा को नियमित करने में साइटोकाइनिन एवं एथिलीन के साथ मिलकर ऑक्सिन निर्णायक भूमिका निभाते हैं। इसके अलावा, शिखाग्र एवं पार्श्विक कलिकाओं में पोषक तत्वों के लिए होने वाली स्पर्धा भी शिखाग्र कलिका के प्रभाव को निर्धारित करती है। हॉर्मोन संश्लेषी तंत्र को सक्रिय करते हैं तथा पौधे के अन्य हिस्सों से पोषक तत्वों को प्राप्त करने के लिए विलय गर्त बताते हैं, जिसके फलस्वरूप वृद्धि उत्प्रेरित होती है। हाल ही में किए गए आनुवंशिक अध्ययन फाइटोक्रोम की भूमिका की ओर इशारा करते हैं तथा शिखाग्र प्रभाविता में हॉर्मोनों की भूमिका के संबंध में प्राप्त पूर्व खोजों की पुष्टि करते हैं।

9.8 अंत में कुछ प्रश्न

1. ऐसे कुछ पौधों के नाम बताइए, जो सकलाक्षी एवं संधिताक्षी शाखन प्रदर्शित करते हैं।
2. शिखाग्र प्रभाविता के हमारे ज्ञान में निम्नलिखित वैज्ञानिकों के योगदान का उल्लेख कीजिए:
   i) विकसन एवं थायमान
   ii) स्कूज

3. क्या शाखान पौधों की अतिरिक्त उत्तरजीविता मान प्रदान करता है ? यदि हाँ, तो समझाइए।
4. शिखाग्र प्रभाविता में प्रतियोगिता का स्वरूप क्या होता है ?
5. पोषक तत्व दिवपरिवर्तन सिद्धान्त क्या हैं ? पादपहार्मोनों के संदर्भ में इसकी चर्चा कीजिए।
6. शिखाग्र प्रमुखता पर लाल प्रकाश का क्या प्रभाव होता है ?
7. हाल ही में किए गए आनुवंशिक अध्ययन का शिखाग्र प्रभाविता से संबंधित हमारे ज्ञान पर क्या असर पड़ा है ?
8. उद्यान कृषि एवं कृषि में शिखाग्र प्रभाविता पर आधारित तकनीकों के अनुप्रयोग की संक्षिप्त चर्चा कीजिए।

9.9 उत्तर

बोध प्रश्न

1. प्ररोह शीर्ष (शिखाग्र कली) की उपस्थिति से पार्श्विक कलिकाओं की वृद्धि का संदमन।
2. ऑक्सिन, सांइटोकाइनिन तथा ABA।

(ख) i) शिखाग्र कलिका मुख्य प्ररोह या शाखा की सर्वाधिक मेरिस्टमी ऊतक है, जो मुख्य प्ररोह की वृद्धि करता है।

पार्श्विक कलियां पत्तियों के कक्षों में पैदा होने वाले मैरिस्टमी ऊतक हैं, जो पार्श्विक शाखाओं को उत्पन्न करते हैं।

ii) एकलाक्षी एक प्रकार का शाखन है, जिसमें मुख्य अक्ष बहुत कम पार्श्विक शाखन के साथ सतत् वृद्धि करता है तथा इसकी पत्तियाँ किरीट की तरह दिखाई देती हैं (जैसे ताड़)।

संधिताक्षी प्रकार के शाखन में कई पार्श्विक शाखाएं होती हैं, जो पेड़ को झाड़ी के आकार का वना देती हैं (जैसे–आम, नीम्बू इत्यादि के पेड़)।

iii) प्ररोह शीर्ष मेरिस्टमी ऊतक का बना होता है, जिनका विभाजन एवं विभेदन प्ररोह के सभी ऊतकों और अधिकांश अंगों को जन्म देता है। यह आकार में थोड़ा-सा वड़ा एवं सुस्पष्ट होता है। यह प्रायः शल्की पत्तियों से ढका रहता है।

मूल शीर्ष में सक्रिय विभाजक कोशिकाएं होती हैं, जो मूल में ऊतकों का विभेदन करती हैं। यह कोशिकाओं की एक परत, जिसे मूल आच्छद कहते हैं, से ढका रहता है। मूल शीर्ष आकार में अपेक्षाकृत छोटा होता है।

अंत में कुछ प्रश्न

1. एकलाक्षी वृद्धि : ताड़ जैसे नारियल, बोनासस–(Bonassus)

   संधिताक्षी वृद्धि : नीम *(अजाद्रिक्ता इन्डिका– Azadriacta indica)*

   आम *(मैंजीफेरा इन्डिका–Mangifera indica)*

   सीशम *(डैलवर्जिया सीसो–Dalbergia sissoo)*

2. विक्सन एवं थायमान ने शल्य विधि द्वारा शिखाग्र को हटाकर शिखाग्र प्रभाविता में ऑक्सिन की भूमिका को सिद्ध किया साथ ही शिखाग्र प्रभाविता में साइटोकाइनिनों की भूमिका को भी सिद्ध किया।

3. हाँ, क्योंकि अधिक शाखाओं एवं पत्तियों वाले पौधे अधिक प्रकाशसंश्लेषण कर सकते हैं, शाखाओं के फैलने से पौधे को सौर विकिरण का इष्टतम उपयोग करने में सहायता मिलती है।

4. "जीवित रहने के लिए संघर्ष" की प्रतियोगिता का स्वरूप इस प्रकार होता है : पत्तियों, हॉर्मोनों एवं जड़ों में पोषक तत्वों के अवशोषण के लिए वर्धनशील प्ररोह शीर्ष "विल गर्त" के रूप में कार्य करता है मगर पार्श्विक कलिकाओं को पर्याप्त मात्रा में पोषक तत्व नहीं मिल पाते हैं।

5. पत्तियों से पोषक तत्व बढ़ रहे वर्धनशील प्ररोह शीर्ष की ओर दिवपरिवर्तन हो जाते हैं। इस प्रकार पार्श्विक कलिकाएं पोषक तत्वों से वंचित हो जाती है। पादप हॉर्मोन, पत्तियों एवं जड़ों में भी पैदा होते हैं (जैसे–साइटोकाइनिन, जिबरेलिन इत्यादि)। इस प्रकार के पोषक तत्त्वों के साथ पादप हार्मोन की आपूर्ति भी मुख्य रूप से प्ररोह शीर्ष की ओर होती है। साइटोकाइनिन कलिका प्रसुप्ति को समाप्त कर सकता है। पार्श्विक कलिकाओं को साइटोकाइनिन की आपूर्ति न होने पर प्रसुप्ति प्रेरित होती है।

6. लाल प्रकाश शिखाग्र प्रभाविता को समाप्त कर देता है। यह प्रभाव फाइटोक्रोम के माध्यम से होता है जो लाल प्रकाश को ग्रहण करता है तथा और आगे इस प्रक्रम को पादप हॉर्मोनों के उत्पादन के माध्यम से करता है, जैसे–साइटोकाइनिन जिनकी आवश्यकता प्रसुप्ति को समाप्त करने में होती है।

7. पादप हार्मोन पारस्परिक क्रिया पर किए गए पूर्व के प्रेक्षण अब उत्परिवर्तनों के अध्ययन से सिद्ध हो चुके हैं जिनमें ऑक्सिन उच्च मात्रा में तथा साइटोकाइनिन कम मात्रा में या साइटोकाइनिन अधिक मात्रा में तथा ऑक्सिन कम मात्रा में उत्पन्न होते हैं।

इकाई 10 द्वितीयक वृद्धि

इकाई की रूपरेखा **पृष्ठ संख्या**

10.1 प्रस्तावना 61

उद्देश्य

10.2 प्ररूपी द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि 62

10.3 संवहन कैम्बियन : सामान्य विकास और संरचना 65

संवहन कैम्बियम की संरचना

कैम्बियम के प्रकार

जीवद्रव्यक की संरचना और कोशिका वृद्धि

अर समारंभन

10.4 कैम्बियम की क्रियाशीलता 70

वार्षिक वलयों का निर्माण

10.5 द्वितीयक जाइलम 72

द्वितीयक जाइलम की मूल संरचना

काष्ठ मृदूतक

अंतः काष्ठ और रसदारू

काष्ठ का आर्थिक महत्त्व और विशेषताएँ

10.6 द्वितीयक फ्लोएम 77

द्वितीयक फ्लोएम का आर्थिक महत्त्व

10.7 एकबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि 79

10.8 परिचर्म 79

संरचना

काग

कागअस्तर

परिचर्म की उत्पत्ति और विकास

व्यावसायिक कॉर्क

10.9 वातरंध्रों का वितरण 82

वातरंध्र का विकास और संरचना

10.10 कैम्बियन के परिवर्ती 84

तनों में

जड़ों में

10.11 सारांश 89

10.12 अंत में कुछ प्रश्न 90

10.13 उत्तर 94

10.1 प्रस्तावना

आप यह पढ़ चुके हैं कि बीजधारी पौधों के अधिकांश एकवर्षी शाकीय पौधे एक सीमित ऊँचाई प्राप्त करते हैं और उन्हें मोटाई में वृद्धि करने की जरूरत नहीं पड़ती। इन पौधों की संरचनात्मक आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए प्राथमिक वृद्धि अकसर पर्याप्त होती है। मगर काष्ठीय बहुवर्षीय पौधों में, जो काफी ऊँचाई तक वृद्धि करते हैं और जो विशाल वितानों का निर्माण करते हैं उनके लिये प्ररोह के भार को आधार देने के लिए मोटाई में वृद्धि करना

आवश्यक है। द्वितीयक या पार्श्विक मेरिस्टेमों से व्युत्पन्न द्वितीयक वृद्धि ही इनके तनों और जड़ों के व्यास को बढ़ाने का काम करती है।

उद्देश्य :

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- काष्ठीय पौधों में द्वितीयक वृद्धि की परिघटना को समझ पाएं।
- संवहन कैम्बियम, कॉर्क कैम्बियम, वातरंध्रों की संरचना जान सकें और हर एक के प्रकार्य बता सकें;
- एक बीजपत्री और द्विबीजपत्री तनों की द्वितीयक वृद्धि में अंतर कर पाएं,
- काष्ठ के प्रकारों, इसके वार्षिक वलयों, रसदारू, अंतःकाष्ठ और छाल वल्क में भेद बता सकें;
- कॉर्क और विभिन्न काष्ठ के वाणिज्यी उपयोग का वर्णन कर सकें,
- तनों और जड़ों में विभिन्न प्रकारों के असामान्य द्वितीयक वृद्धि की सूची बना सकें।

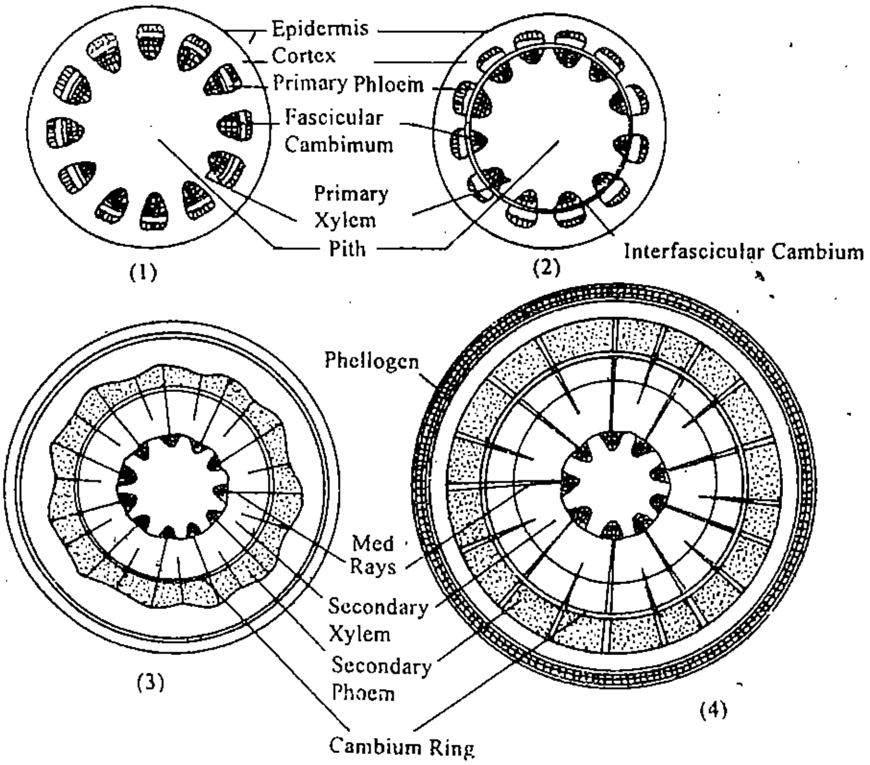
10.2 एक प्ररूपी द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि

इकाई 8 में आप यह पढ़ चुके हैं कि प्राथमिक पादप काय संरचनात्मक और प्रकार्यात्मक दृष्टि से अपने आप में पूर्ण होता है। जैसे अधिकांश एकबीजपत्री और टेरिडोफाइट (pteridophytes)। अनावृतबीजी और अधिकांश द्विबीजपत्री पौधों में प्राथमिक वृद्धि के बाद द्वितीयक वृद्धि होती है।

तने में व्यास की स्थूलता में द्वितीयक वृद्धि **रंभांतरी** (intrastelar) यानी **रंभ** (stele) के अन्दर और **रंभ बाह्य** (extrastelar) भागों दोनों में होती है।

द्वितीयक ऊतकों को बनाने वाली **कोशिकाएं पार्श्विक मेरिस्टेम** (lateral meristem) द्वारा उत्पन्न की जाती हैं। पार्श्विक मेरिस्टेम गोलाई में वृद्धि करते हैं और आपस में जुड़ कर एक वृत्ताकार वलय बनाते हैं जिसे **संवहन कैम्बियम** (vascular cambium) कहते हैं! इसी कैम्बियम से वे कोशिकाएं उत्पन्न होती हैं जो **द्वितीयक संवहन कैम्बियम** (secondary vascular cambium) बनाती हैं। तने में संवहन बंडलों के प्राथमिक जाइलम और प्राथमिक फ्लोएम के बीच स्थित कोशिकाएं मेरिस्टेमी बन जाती हैं और संवहन कैम्बियम का ही हिस्सा बन जाती हैं। संवहन बंडलों के बीच पाई जाने वाली अतिरिक्त कोशिकाएं भी मेरिस्टेमी हो जाती हैं। इस तरह संवहन कैम्बियम को तने की एक अनुप्रस्थ काट में ऊतकों के एक संतत वलय के रूप में देखा जा सकता है। इस वलय में जाइलम और मज्जा (pith) भीतर की ओर तो फ्लोएम वल्कुट (cortex) और बाह्यत्वचा बाहर की ओर स्थित होते हैं (चित्र 10.1)।

संवहन कैम्बियम हमेशा नहीं तो प्रायः प्राथमिक ऊतकों में दोहरी या द्वैत उत्पत्ति वाला रहता है: यह प्राक्संवहन रज्जुकों से और इन रज्जुकों के बीच स्थित 'भरण' (ground) मेरिस्टेम से उत्पन्न होती है। उत्पत्ति की इन दो विधियों को अंतः पूलीय (intra fascicular) यानी पूलिका (fascicle) के अंदर और **अंतरापूलीय** (inter fascicular) यानी पूलिकाओं के बीच। इस इकाई में हम **"प्राक् संवहन ऊतक" (provascular tissue)** शब्द का इस्तेमाल करेंगे। हमें मालूम होना चाहिए कि इसका अर्थ क्या है? प्राक्संवहन ऊतक सभी संवहन ऊतकों का पूर्ववर्ती है। इस प्राक्संवहन ऊतक का हिस्सा प्राक्एधा (procambium) होता है जो कि संवहन एधा या कैम्बियम का पूर्ववर्ती है (यह कुछ **मेटा जाइलम (Metaxylem)** भी उत्पन्न कर सकता है) प्राक्एधा से कैम्बियम बनने के बीच की अवस्थाओं को मेटाकैम्बियम कहते हैं।

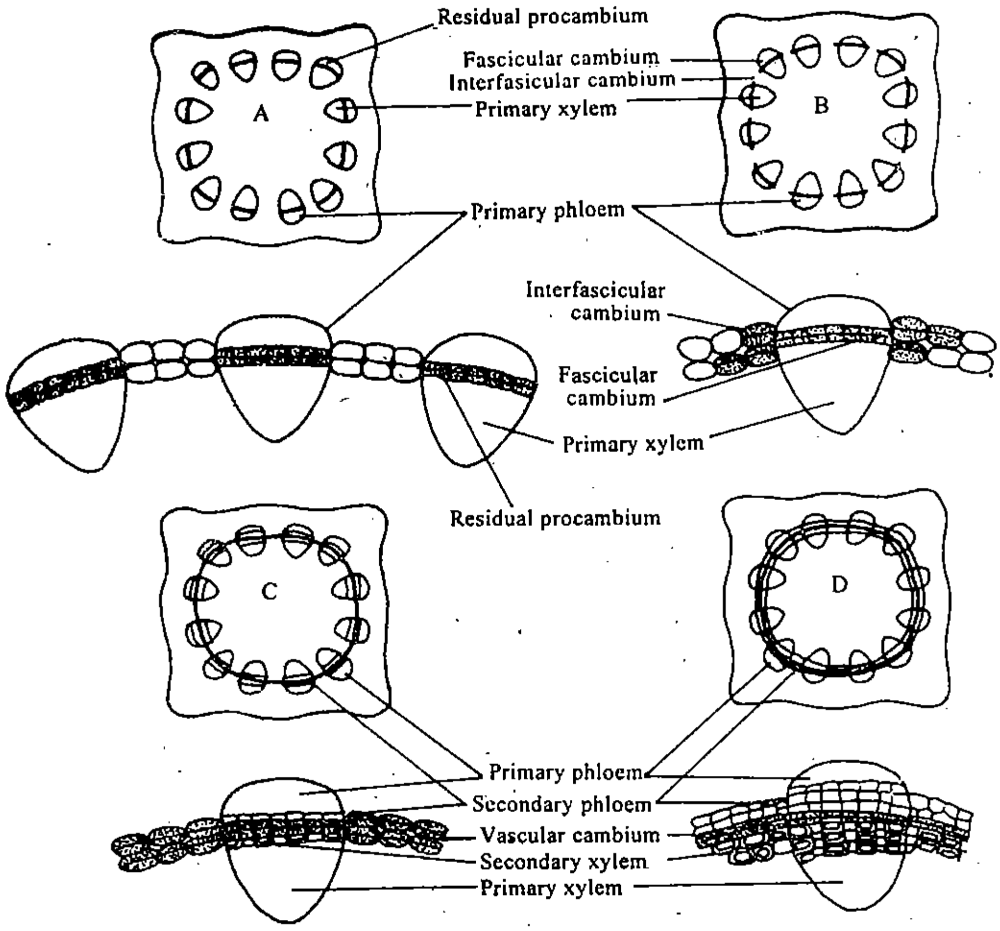


चित्र 10.1 : द्विबीजपत्री तने में दो वर्ष तक द्वितीयक वृद्धि (जिसके चरण अनुपस्थ काट में दिखाए गए हैं)

ाक्एधा और फिर मेटाकैम्बियम दोनों ही प्राक् संवहन बंडलों के अंदर अग्राभिसारी acropetally) विभेदन करते हैं। हम अगर *पोपुलस* की अनुप्रस्थ काट देखें तो मेटाकैम्बियम की पस्थिति का पता स्पशरिखीय अनुयोजित कोशिकाओं के पार्श्विक रूप से विस्तारित समूहों में ाने वाले अरीय, अपनतिक विभाजनों द्वारा चल जाता है। इस स्तर में होने वाले अधिकांश ।भाजन परिनतिक होते हैं। जिनसे मेटाजाइलम और मेटाफ्लोएम बनते हैं। मेटाजाइलम और टाफ्लोएम के बीच स्थित कोशिकाएं आदि कैम्बियम का काम शुरू कर देती हैं।

ादि कैम्बियम (cambium initial) कोशिकाओं के दो आकारिकीय प्रकारों का बना होता है : क्षत: लघु, खंडी अर कोशिका (ray cells)। प्राक्एधा शुरू में लघु कोशिकाओं का बना होता है ानसे दो प्रकार से लंबी कोशिकाएं विकसित होती हैं (soh) 1990 : (1) वृद्धि के दौरान अनुप्रस्थ ौर/अभासी अनुप्रस्थ कोशिका विभाजनों की स्थानिक भिन्न दरों से भिन्न-भिन्न लंबाई की ोशिकाएं बनती हैं। लघुतर कोशिकाएं आदि अर (ray initials) और लंबी कोशिकाएं आदि र्कुरूप (fusiform initials) बन जाती हैं। (2) प्राक्एधा कोशिकाएं पहले लंबी हो जाती हैं। ार इनमें और से कुछ कोशिकाओं के अयादृच्छिक अनुप्रस्थ और/या आभासी अनुप्रस्थ विभाजनों द्वारा अक्षीय लघुअर आदि कोशिकाओं में रूपांतरित हो जाती है।

वहन कैम्बियम का वृत्त जैसे ही पूरा होता है इसकी कोशिकाएं विभाजन कर नई कोशिकाएं नाती हैं। कैम्बियम वलय के अंदर बनी कोशिकाएं विभेदन कर द्वितीयक जाइलम या काष्ठ vood) बनाती हैं। इसके बारे में आप इकाई में आगे जानेंगे। द्वितीयक जाइलम की अधिकांश ोशिकाएं बहुत मोटी भित्ति वाली होती हैं। कैम्बियम जैसे-जैसे नया काष्ठ बनाता जाता है तने ा व्यास बढ़ता जाता हैं, और संवहन कैम्बियम के बाहर की ओर वाला फ्लोएम फैल जाता । इसी बीच संवहन कैम्बियम से ठीक बाहर के ओर बनी कोशिकाएं विभेदित होकर द्वितीयक लोएम बनाती हैं और कार्बनिक पदार्थों के परिवहन में हिस्सा लेने लगती हैं। जैसे-जैसे और धिक द्वितीयक जाइलम बनता है शुरूआत में बना द्वितीयक फ्लोएम नष्ट हो जाता है और सकी जगह नवनिर्मित द्वितीयक फ्लोएम ले लेता है। (चित्र 10.2)



चित्र 10.2 : **पूर्ण संवहन कैम्बियम का निर्माण।** A. प्राथमिक वृद्धि के समापन के बाद कुछ मेरिस्टेमी कोशिकाएं प्राथमिक जाइलम और प्राथमिक फ्लोएम के बीच में बनी रहती हैं। B. अवशिष्ट प्राक्एधा पुनर्सक्रिय हो पूलिका कैम्बियम बनाती हैं। मज्जा की कुछ मृदोतकी कोशिकाएं मेरिस्टेमी हो जाती हैं और अंतरा कैम्बियम बनाती हैं। C. संवहन कैम्बियम के पूर्ण सिलिंडर का निर्माण। D. द्वितीयक फ्लोएम और द्वितीयक जाइलम के सिलिंडरों का सवंहन कैम्बियम द्वारा निर्माण कर लिया गया है।

द्वितीयक ऊतकों के विकसित हो जाने पर द्वितीयक जाइलम और फ्लोएम युक्त तना मोटाई या स्थूलता में बढ़ता जाता है। परिरेखीय प्राथमिक ऊतक, वल्कुट और बाह्यत्वचा दब जाते हैं और नष्ट हो जाते हैं। बाह्यत्वचा की जगह द्वितीयक ऊतक की एक नई रक्षी परत ले लेती है। साथ ही एक अन्य पार्श्विक मेरिस्टेम भी विभेदित है जिसे कागजन (phellogen) कहते हैं (इसे पहले **कॉर्क कैम्बियम** कहा जाता था) यह विभाजन कर बाहर की ओर नई कोशिकाएं बनाता है। ये कोशिकाएं सुबेरीकृत (suberised) हो जाती हैं। यानी इनमें एक जलरोधी मोमी पदार्थ भर जाता है और ये मर जाती हैं। इससे कॉर्क की एक रक्षी परत की रचना होती है।

जड़ों में द्वितीयक वृद्धि तने की तरह ही होती है। पेड़ की मुख्य जड़े विशाल और काष्ठी रहती है। इनका काम पेड़ को सहारा देना होता है। पानी और खनिज तत्त्वों के अवशोषण का काम मूल तंत्र के दूरस्थ सिरों पर तरूण जड़ें करती हैं। द्वितीय ऊतकों की संरचना और द्वितीयक वृद्धि के बारे में इस इकाई में आगे विस्तार से बताया जाएगा।

बोध प्रश्न 1

क) द्वितीयक वृद्धि की परिभाषा दीजिए।

....

....

....

ख) द्विबीजपत्री तने के उस भाग का नाम बताइए जिसमें द्वितीयक वृद्धि होती है।

....

....

....

....

....

10.3 संवहन कैम्बियम : सामान्य विकास और संरचना

एकबीजपत्रियों सहित कुछ खास किस्म के पौधों में प्राक्एधा की सभी कोशिकाएं विभेदन कर प्राथमिक संवहन ऊतक की रचना करती हैं। मगर लगभग सभी द्विबीजपत्री और अनावृतबीजी पौधों में प्राक्एधा का एक अंश प्राथमिक वृद्धि के पूरा हो जाने के बाद भी मेरिस्टेमी ही बना रहता है। यही अंश द्वितीयक काय के कैम्बियम में विकसित होता है। तने के प्राथमिक संवहन ऊतक बंडलों के अंदर बनने वाले कैम्बियम को पूलिका कैम्बियम कहा जाता है क्योंकि यह प्राथमिक संवहन तंत्र के विशाल खंडों या बंडलों में ही उत्पन्न होता है। सामान्यतः पूलिका कैम्बियम की पट्टियां मेरिस्टेम यानी अंतरापूलिका कैम्बियम की अतिरिक्त पट्टियों द्वारा परस्पर जुड़ जाती हैं। यह मेरिस्टेम अंतरापूलिका मृदूतक से उत्पन्न होता है। तने के पूर्ण निर्मित कैम्बियम एक खोखला सिलिंडरनुमा होता है जो पर्वसंधियों (nodes) और पर्वों (inter-nodes) तक फैला होता है। अक्ष अगर शाखित हो तो कैम्बियम का मुख्य अक्ष शाखाओं के अक्ष तक साथ चलता है और कुछ दूरी तक पत्तियों में भी जाता है।

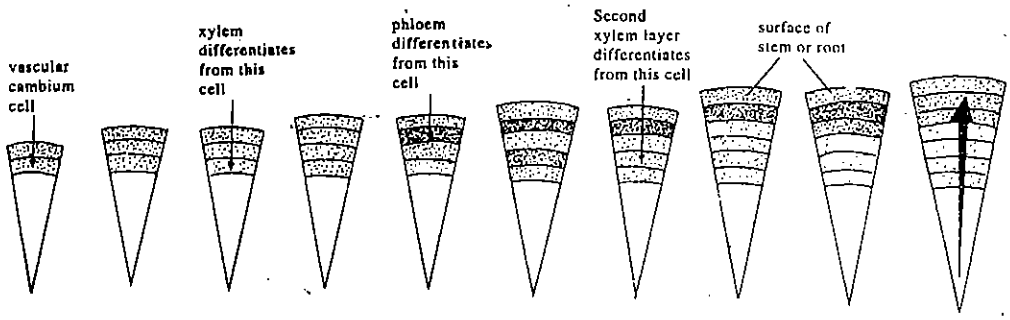
प्राक्एधा और कैम्बियम को एक ही मेरिस्टेम के दो विकासात्मक चरण माना जा सकता है; जो आकारिकीय और कार्यिकीय अभिलक्षणों में अंतराक्रमण करते हैं। काष्ठी द्विबीजपत्री और अनावृतबीजी पौधों के कैम्बियम की प्ररूपी विशेषताएँ इसके आदि रूपों का आदि तर्कुरूप (fusiform)और आदि अर (ray) में अलग-अलग होना, शिखाग्र वृद्धि और जाइलम व फ्लोएम निर्माण के दौरान स्पर्शरेखीय तल पर विभाजन हैं। अंतरापूलीय कैम्बियम की कमोवेश धानीयुक्त अंतरापूलीय मृदूतक में उत्पत्ति एक मेरिस्टमी ऊतक द्वारा मेरिस्टमी क्रियाशीलता फिर से शुरू कर देने के फलस्वरूप होती है। मेरिस्टमी क्रियाशीलता में वापसी से जुड़े कोई भी कोशिकीय परिवर्तन प्रायः नहीं देखे जाते। अधिकांश द्विबीजपत्री और अनावृतबीजी पौधों में कैम्बियम सिलिंडर प्राथमिक जाइलम और फ्लोएम की बीच विकसित होता है। इसकी यह स्थिति पौधे के जीवन भर बनी रहती है। अपनी इसी स्थिति से कैम्बियम द्वितीयक जाइलम का निर्माण अभिकेन्द्रीय ओर और द्वितीयक फ्लोएम की रचना अपकेन्द्रीय ओर करता है (चित्र 10.3) अब हम संवहन कैम्बियम का अध्ययन करेंगे।

10.3.1 संवहन कैम्बियम की संरचना

शारीरिकी के अर्थ में यह मेरिस्टेम ऊतकीय दृष्टि से दो भिन्न प्रकार की कोशिकाओं का बना रहता है: i) आदि तर्कुरूपी (fusiform initials) और आदि अर (ray initials)

i) **आदि तर्कुरूप कोशिकाएँ :**

ये प्ररूपी अक्षीय दीर्घित कोशिकाएं हैं जिनके सिरे शुंडाकार होते हैं। तर्कुरूप कोशिकाओं की लंबाई पादप वर्गों और अलग-अलग पौधों में अलग-अलग होती है। पौधे की आयु के साथ-साथ यह बढ़ती जाती हैं। ये कोशिकाएं जूते के चपटे फीतों की तरह होती हैं। *पाइनस सिल्वेस्ट्रिस*



चित्र 10.3: हर साल नए जाइलम और नए फ्लोएम का निर्माण। संवहन कैम्बियम पौधे केन्द्र से दूर हट जाता है।

अनावृतबीजी पौधों में 1000-8700 μ तक लंबी आदि तर्कुरूप कोशिकाएं पाई गई हैं,

(Pinus sylvestris) पर किए गए अध्ययन से पता चला है कि इन कोशिकाओं में कम से कम 8 पार्श्व होते हैं; इनमें अक्सर 32 पार्श्व हो सकते हैं और औसतन 18, अन्य कोशिकाओं के साथ इनके 14 संपर्क पार्श्व पास जाते हैं।

ii) आदि अर कोशिकाएँ

कोशिकाएं *सिकोआ* सेमीपेरवाइरेंस आदि तर्कुरूप के पुराने तनों में कभी-कभी बेहद लंबी हो जाती हैं, इनकी अधिकतम लंबाई 8700 माइक्रोमीटर तक होती है।

ये आदि तर्कुरूप कोशिकाओं से सरल होती हैं और लगभग समव्यासीय (यानी समान आयामों वाली कुछ ही पार्श्वों युक्त) होती हैं। या अपनी चौड़ाई से ज्यादा से ज्यादा दो-तीन गुना लंबी पाई जाती हैं।

10.3.2 कैम्बियम के प्रकार

तार्कुरूप कोशिकाओं के विन्यास के आधार पर, जैसाकि स्पर्श रेखीय काट में देखने में आता है, कैम्बियम को दो प्रकारों में बांटा गया है:

क) स्तरित कैम्बियम

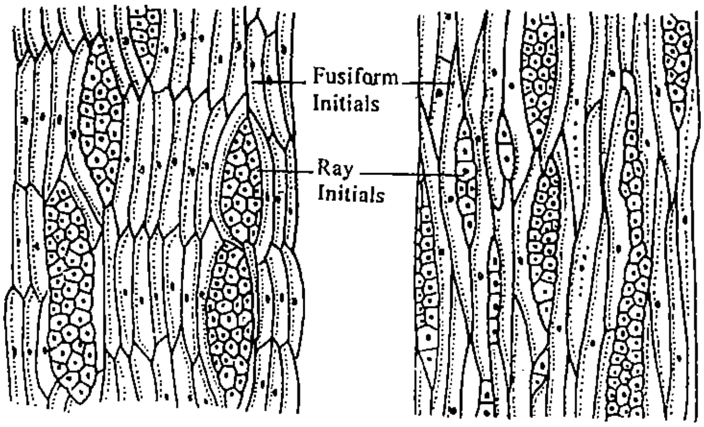
द्विबीजपत्री पौधों के कोई 50 कुलों में स्तरित कैम्बियम (storied cambium) पाए जाते हैं। मगर ये प्रायः एक ही कुल के सभी वंशों में नहीं मिलते। आवृतबीजी पौधों में स्तरित कैम्बियम नहीं पाया जाता।

आदि अर कोशिकाओं के समूह या तो दो आदि अर समूहों के बीच स्थित आदि तर्कुरूप कोशिकाओं के ह्रास के कारण और भी लंबे हो जाते हैं जिसके कि उनमें आपस में संलयन हो जाता है। या एक आदि तर्कुरूप कोशिका अनुप्रस्थ विभाजनों के जरिए स्वयं को आदि अर. कोशिकाओं की एक पंक्ति में बदल डालती है। ऐसे सभी संरचनात्मक अवयव जो अक्षीय विस्तार करते हैं, आदि अर कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न किए जाते हैं (चित्र 10.4)।

इस प्रकार के कैम्बियम में तर्कुरूप कोशिकाएं स्तरों या तलों में व्यवस्थित रहती हैं। यानी कोशिकाओं के बड़े बड़े स्पर्शरेखीय समूहों के सिरे अक्ष के एक ही स्तर पर अनुयोजित रहते हैं। अगर उन्हें स्पर्श रेखितः देखा जाए तो अक्षीय निकटवर्ती स्तरों में कोशिकाओं के सिरे प्रायः बहुत हल्का अतिव्यापन करते हैं जिससे कि एक टेढ़ा-मेढ़ा पैटर्न बन जाता है। स्तरित कैम्बियम द्विबीजपत्री पौधों के लगभग 50 कुलों में पाया जाता है। मगर एक ही कुल के सभी वंशों में यह नहीं पाया जाता। अनावृतबीजी पौधों में स्तरित कैम्बियम नहीं पाया जाता।

ख) अस्तरित कैम्बियम :

इस तरह के कैम्बियम में कैम्बियम तर्कुरूप कोशिकाओं के सिरे काफी ज्यादा और एक यादृच्छिक तरीके से अतिव्यापन करते हैं। अस्तरित कैम्बियम में कोई पार्श्विक अनुयोजन नहीं होता। वाहिकाहीन द्विबीजपत्री पौधों में आदि तर्कुरूप कोशिकाएं अधिकतम 6200 माइक्रोमीटर तक लंबी पाई जाती हैं। इस तरह अस्तरित आदि कोशिकाएं अधिक लंबी होती हैं। ये अधिक पाई भी जाती हैं (चित्र 10.4)।



चित्र 10.4 : आदि तर्कुरूप और आदि अर कोशिकाओं के अनुदैर्घ्य काट के दृश्य।
A स्तरित कैम्बियम B अस्तरित कैम्बियम

10.3.3 जीवद्रव्यक की संरचना और वृद्धि :

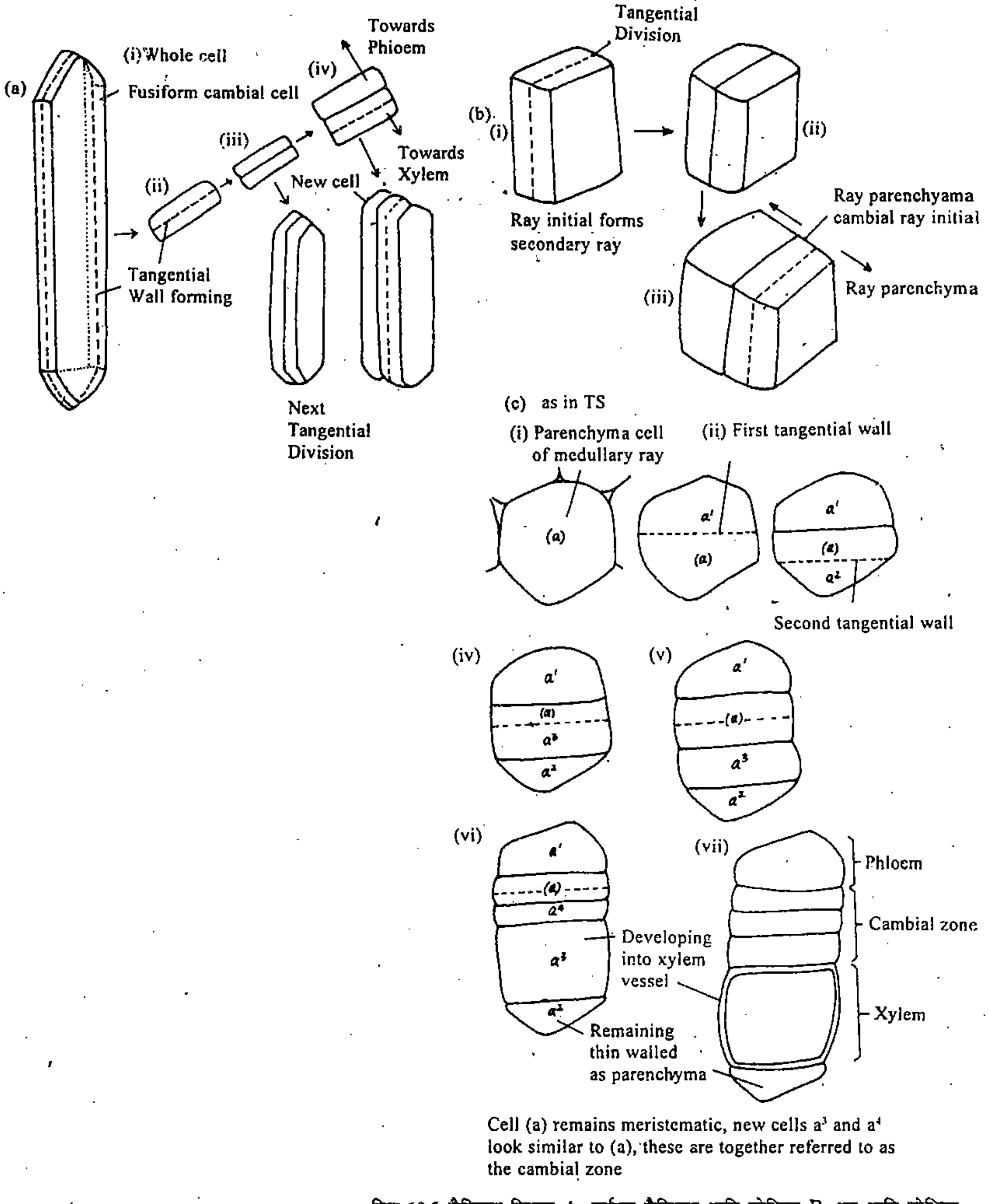
सक्रिय या क्रियाशील कैम्बियम कोशिकाएँ जीवद्रव्य से भरपूर और पूर्णतः अविभेदित भी नहीं होतीं। ये भ्रूणीय भरण मेरिस्टेम और शिखाग्र मेरिस्टेम कोशिकाओं से स्पष्टतया भिन्न होती हैं। कोशिका विज्ञान की दृष्टि से भी ये अन्य मेरिस्टमी कोशिकाओं से भिन्न रहती हैं। ये काफी धानीयुक्त, बड़े माइटोकोंड्रिया युक्त रहती हैं और अक्सर इनमें अतिविभेदित लवक पाए जाते हैं (कैटेसन 1990)। कैम्बियम तर्कुरूप कोशिका में केन्द्रक काफी दीर्घित पाया जाता है। मगर अर कोशिका में यह प्रायः गोलाकार होता है।

क्रियाशील तर्कुरूप कोशिकाओं में साधारणतः एक दो बड़ी रसधानियाँ पाई जाती हैं जिनपर अनेक पतली-पतली जीवद्रव्यी लड़ियाँ आड़ी तिरछी पड़ी पाई जाती है। इनके परिरेखीय जीवद्रव्य में छोटी-छोटी रसधानियां होती हैं।

कैम्बियम आदि कोशिकाएँ स्पर्शरेखीय विभाजन द्वारा फ्लोएम और जाइलम बनाती हैं। इन संवहन ऊतकों का निर्माण दो विपरीत दिशाओं में होता है। जाइलम कोशिकाएं अक्ष के भीतर की ओर तो फ्लोएम कोशिकाएं उसकी परिधि की ओर बनती हैं। संवहन ऊतकों के निर्माण के दौरान विभाजन तलों का सतत स्पर्शरेखीय दिक् विन्यास ही कैम्बियम व्युत्पन्नों के अरीय पंक्तियों में विन्यास को तय करता है। यह पंक्तिबद्धन विकासशील जाइलम और फ्लोएम में दीर्घस्थायी रह सकता है या इन ऊतकों के विभेदन के दौरान होने वाले नाना प्रकार के वृद्धि पुनः संमजनों के चलते यह पंक्तिबद्धन गड़बड़ा भी सकता है।

जाइलम सिलिंडर की स्थूलता द्वितीयक वृद्धि से बढ़ती है। यह कैम्बियम सिलिंडर परिधि में भी बढ़ता है। हालांकि सक्रिय कैम्बियम कोशिकाओं में बारंबार परिनतिक विभाजन होते रहते हैं और अरीय वृद्धि होती है मगर कैम्बियम खंड की मोटाई में अनिश्चित वृद्धि नहीं होती। इसके विपरीत कैम्बियम व्युत्पन्नों के जाइलम और फ्लोएम में विभेदन खंड से कोशिकाओं को बराबर हटाता रहता है; मगर यह खंड लुप्त नहीं होता अरीय वृद्धि और परिनतिक विभाजन की दर को विभेदन के जरिए होने वाले कोशिका ह्रास की दर के द्वारा संतुलित कर दिया जाए तो कैम्बियम खंड की स्थूलता स्थिर बनी रहती है। मगर यह संतुलन अकसर अस्पष्ट होता है और क्रियाशील ऋतु के दौरान कैम्बियम प्रदेश की स्थूलता घटती बढ़ती है। कैम्बियम व्युत्पन्नों के निर्माण की दर कैम्बियम खंड में उपस्थित कोशिकाओं के संख्या और कोशिका चक्र की अवधि पर निर्भर रहती है।

स्तरित कैम्बियम में विद्यमान आदि कोशिकाओं के अनुदैर्ध्य अपनतिक विभाजनों द्वारा नई तर्कुरूप आदि कोशिकाओं का निर्माण होता है। उधर अस्तरित कैम्बियम में तर्कुरूप आदि कोशिकाओं में तिर्यक् या तिरछा, आभासी-अनुप्रस्थ अपनतिक विभाजन होते हैं जिनके बाद अंतर्वेधी वृद्धि (intrusive growth) होती है। प्रत्येक नवनिर्मित कोशिका उस कोशिका के बराबर या उससे भी अधिक लंबी हो जाती है जिस कोशिका से यह व्युत्पन्न होती है (चित्र 10.5)।



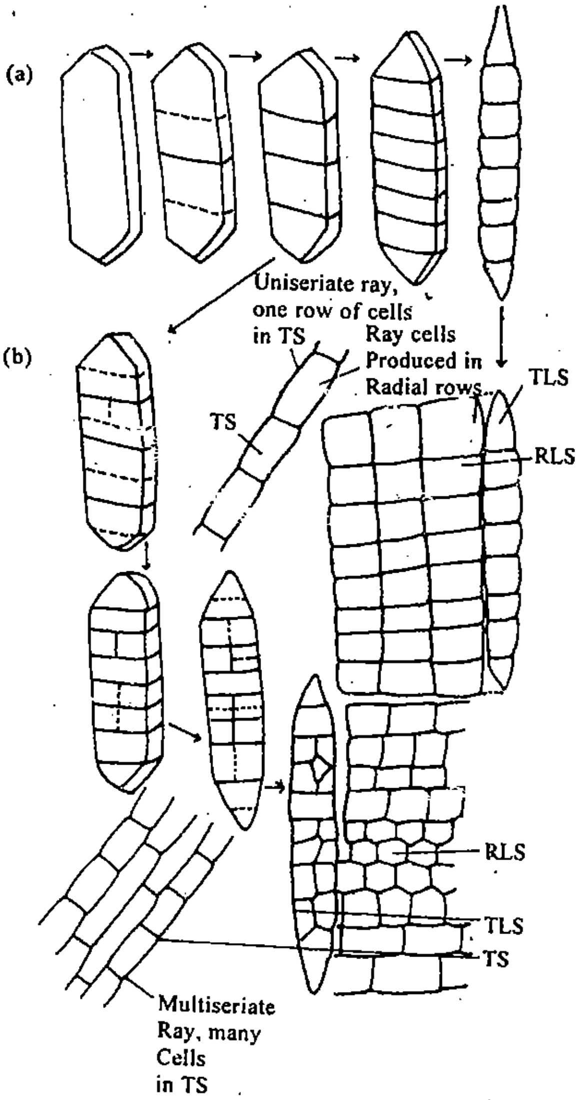
चित्र 10.5: कैम्बियम विकास A. तर्कुरूप कैम्बियम आदि कोशिका B. अर आदि कोशिका

तर्कुरूप आदि कोशिकाओं की लंबाई अत्यधिक होने की वजह से अनुदैर्ध्य विभाजन प्रक्रम के दौरान कोशिका पट्टिका का निर्माण इन कोशिकाओं का एक विशेष गुण है। कोशिका पट्टिका दो केन्द्रकों के बीच बनना शुरू होती है और धीरे-धीरे आगे बढ़ती है। अंतिम भित्तियों तक पहुंचने में यह पट्टिका लबा समय लेती है।

10.3.4 अर समारंभन

कैम्बियम सिलिंडर में वर्धन होने के साथ नई अर आदि कोशिकाएं विकसित होती हैं और कैम्बियम से एकल तर्कुरूप कोशिकाएं बराबर लुप्त होती रहती हैं जिनकी जगह नई कोशिकाएं ले लेती हैं (चित्र 10.6)। आइए अब यह जानें कि कैम्बियम में अर आदि का निर्माण कैसे होता

है। i) एक कोशिका तर्कुरूप आदि कोशिका के पार्श्व पर विभाजित हो सकती है (पार्श्विक विभाजन)। ii) तर्कुरूप आदि कोशिकाओं के सिरे से एक अकेली कोशिका विच्छेदित हो सकती है। iii) एक ह्रासशील तर्कुरूप आदि कोशिका का ह्रास एक अकेली अर आदि कोशिका में हो सकता है। iv) अंत में समूची तर्कुरूप आदि कोशिका या उनका एक हिस्सा अनुप्रस्थ विभाजनों द्वारा खंडीभवित हो अर आदि कोशिकाओं के एक स्तर का निर्माण कर सकता है। इन प्रकारों में अनुप्रस्थ विभाजन की नाना कोटियां पाई जा सकती हैं।



चित्र 10.6 : द्वितीयक अर की उत्पत्ति A. एक पंक्तिबद्धित में तर्कुरूप कैम्बियम आदि कोशिका का विभाजन B. बहु पंक्तिबद्ध अर

बोध प्रश्न 2

क) उन दो कैम्बियमों के नाम बताइए जो जुड़कर कैम्बियम का एक सिलिंडर बनाते हैं।

....

....

....

ख) संवहन कैम्बियम में पाई जाने वाली कोशिकाओं के प्रकार बताइए।

....

....

....

....

ग) स्तरित कैम्बियम और अस्तरित कैम्बियम में भेद बताइए।

....

....

....

10.4 कैम्बियम की क्रियाशीलता

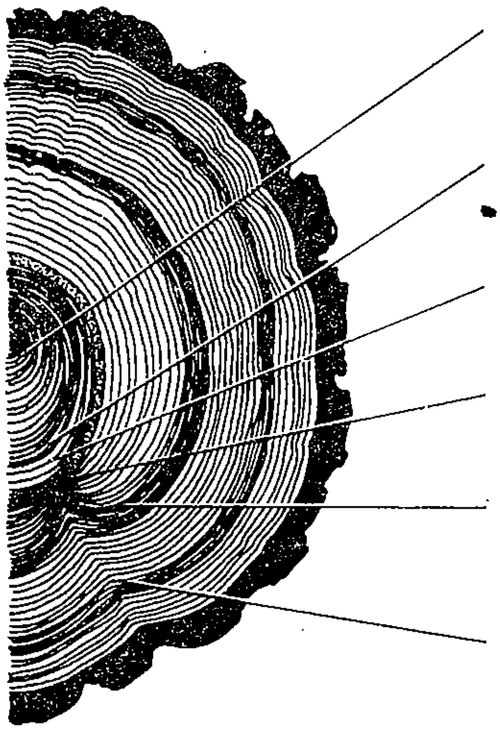
अरीय वृद्धि कैम्बियम सक्रियता या क्रियाशीलता से सीधे जुड़ी है। कैम्बियम खंड में कोशिका की संख्या में भिन्नता कोशिका विभाजन दर और व्युत्पन्नों के विभेदन की दर के बीच संतुलन को अभिव्यक्त करती है। मगर कैम्बियम क्रियाशीलता के समय कोशिका विभाजन कोशिका विभेदन से तेज होते हैं। इससे एक व्यापक कैम्बियम खंड बन जाता है। मगर विभेदन के शुरू होते ही दोनों के बीच एक संतुलन स्थापित हो जाता है और कैम्बियम प्रदेश की मोटाई कमोवेश स्थिर बनी रहती है। विभाजन दर जब कम हो जाती है और विभेदन की दर तेज तो कैम्बियम खंड संकीर्ण होता जाता है। संवहन कैम्बियम की क्रियाशीलता की अवधि-और तीव्रता में भिन्नता पाई जाती है। ये भिन्नताएं आंतरिक और बाहरी कारकों के फलस्वरूप होती हैं।

10.4.1 वार्षिक वलयों का निर्माण

बारहमासी अक्ष में द्वितीयक जाइलम प्रायः संकेन्द्री परतों का बना होता है। इनमें से हरेक परत एक मौसमी वृद्धि को दर्शाती है। अगर आप अक्ष की एक तिरछी काट देखें, तो उसमें ये परतें वलयों या कटे छल्लों की तरह दिखाई देते हैं। इस परत को **वार्षिक वलय** या **वृद्धि वलय** या **वृद्धि स्तर** कहते हैं।

वार्षिक वलय या जाइलम का वृद्धि वलय द्वितीयक जाइलम की एक परत है जो समूचे पौधे में एक वृद्धि मौसम के दौरान बनती है और इसलिए यह एक विस्तीर्ण नलिकाकार संरचना है जिसमें पौधे के अक्ष का ही सामान्य रूप पाया जाता है। यह उन सिरों पर खुला होता है जहाँ मेरिस्टेम मौजूद हो। ऐसे कुछ पौधे भी हैं जिनमें कैम्बियम पूरे जीवन भर सक्रिय रहता है। ये पौधे साधारणतया उष्णकटिबंधी प्रदेशों में पाए जाते हैं जहाँ मौसम या ऋतुओं में कोई विशेष अंतर नहीं रहता। मगर सभी उष्ण कटिबंधी वृक्षों में संतत् कैम्बियम क्रियाशीलता नहीं पाई जाती गर्म शीतोष्ण जलवायु में वलयहीन वृक्षों का प्रतिशत और भी कम पाया जाता है। ऐसे भौगोलिक प्रदेशों में जहां सुस्पष्ट ऋतुएं हीती हैं, कैम्बियम की क्रियाशीलता में पतझड़ शुरू होने पर कमी आ जाती है और जाड़ों में यह अप्रभावी या सुप्त अवस्था में रहती है। यह अवस्था वसंत तक चलती है। वसंत में कैम्बियम फिर से क्रियाशील हो जाता है और गर्मी में सर्वाधिक क्रियाशील हो जाता है। कैम्बियम की इस आवर्ती क्रियाशीलता से वलय काष्ठ का निर्माण होता है। वसंत में बनने वाले काष्ठ को वसंत-ग्रीष्म काष्ठ या आरंभिक काष्ठ (early wood) और पतझड़ में बनने वाले काष्ठ को पतझड़ काष्ठ **(autumn wood)** या पश्चकाष्ठ (late wood) कहते हैं।

यह देखा गया है कि प्रत्येक वार्षिक वलय एक वर्ष की वृद्धि के संगत बनता है। इससे पौधे की आयु का पता एक तने में मौजूद वार्षिक वलयों की संख्या को गिनकर लगाया जा सकता जैसा कि एक अनुप्रस्थ काट (चित्र 10.7) में देखा जाता है। वृक्षवलय विश्लेषण को **द्रुमकालानुक्रमण (Dendrochoronology)** भी कहते हैं। वृक्ष वलयों के विश्लेषण द्वारा अतीत की जलवायु परिस्थितियों के बारे में काफी हद तक पता लगाया जा सकता है। इस तरह के अध्ययन को **द्रुमजलवायु विज्ञान (Dendroclimatology)** भी कहा जाता है। (बाक्स 10.1 देखें)



1914
When the tree was 6 years old, something pushed against it, making it lean, the rings are now wider on the lower side, as the tree builds "reaction wood" to help support it.

1924
the tree is growing straight again. But it neighbours are growing too, and their crowns and root systems take much of the water and sunshine the tree needs.

1927
The surrounding tree are harvested. The larger trees are removed and there is once again ample nourisment and sunlight. The tree can now grow rapidly again.

1930
A fire sweeps through the forest. Fortunately, the tree is only scarred, and year by year more and more of the scare is covered over by newly formed wood.

1942.
These narrow rings may have been caused by a prlonged dry spell. One or two dry summers would not dried the ground enough to slow the tree's growth this much.

1957
Another series of narrow rings may have been caused by an insect like the larva of the sawfly. It eats the leaces and leafbuds of many kinds of coniferous trees.

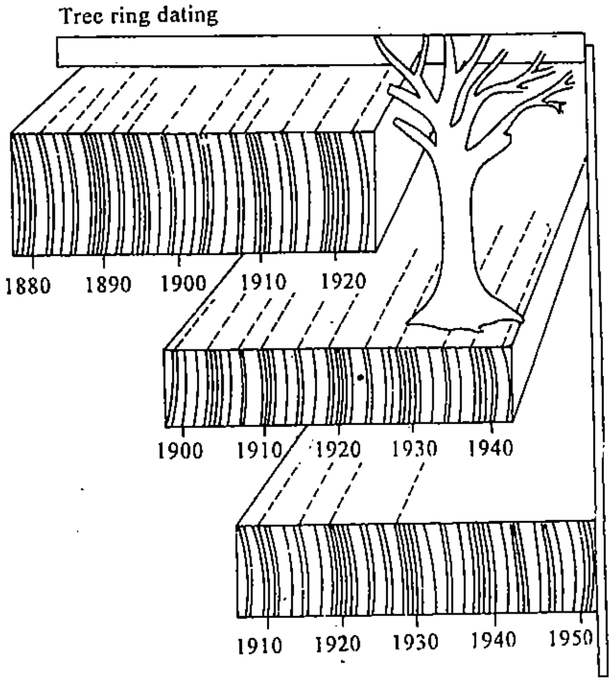
चित्र 10.7: वार्षिक वलय दिखाती द्विबीजपत्री तने की अनुप्रस्थ काट

वृक्ष वलय विश्लेषण – एक वृक्ष के जीवन वृत्त को बताने का एक तरीका

वृक्ष के तने में हर साल एक नया वृद्धि वलय आ जुड़ता है। वसंत में वृद्धि तेज होती है और काष्ठ रंग में हल्का होता है। गरमी में प्रायः काष्ठ गहरे रंग का होता है। गहरे वलयों को गिनकर आप पेड़ की आयु बता सकते हैं। इसके अलावा वृक्ष वलयों का विश्लेषण कर हम और अन्य उपयोगी जानकारियां हासिल कर सकते हैं। उदाहरण के लिए प्रत्येक वलय का आकार वातावरणीय परिस्थितियों के अनुसार बदल जाता है, जिनमें अवक्षेपण और तापमान भी शामिल हैं। कभी कभार वृक्ष वलयों में भिन्नता एक अकेले वातावरणीय कारक की वजह से हो सकती है। फिर एक विशाल भौगोलिक प्रदेश में अनेक वृक्ष जातियों के वलयों में एक ही तरह के पैटर्न देखने में आते हैं। उदाहरणतया, कोई खास वर्ष सूखे का रहा हो तो उस वर्ष विशेष में काष्ठ की बहुत ही छोटी परत बनेगी। कभी-कभार पत्तियों के फूटते ही उन्हें टिड्डी चटकर जाते हैं। इससे प्रकाश संश्लेषण में अत्यधिक कमी हो जाएगी। फलतः काष्ठ का निर्माण भी कम ही होगा। इससे दो वार्षिक वलय एक दूसरे के काफी समीप होंगे क्योंकि वृद्धि बहुत कम होगी।

ऐसे वृक्षों जो हजारों वर्षों से जीवित हों, उनमें वलयों के क्रम का अध्ययन करने के लिए जितने तक संभव हो सके उतने पुराने वलयों के नमूनों के पूर्ण रिकार्डों का एक मास्टर कलानुक्रम (Master chronology) तैयार कर ली जाती है। इसके बाद वलयों का मिलान कर जीवित वृक्ष या वृक्षों की आयु का ठीक-ठीक पता लगाया जा सकता है (चित्र 10.8)।

वृक्ष वलयों के अध्ययन से हम अतीत में जलवायु परिस्थितियों के बारे में भी काफी कुछ जान सकते हैं। यूनिवर्सिटी ऑफ एरिजोना, अमरीका, के वृक्ष-वलय अनुसंधान प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों, डॉगलस, हर्लोड सी. फ्रिट्स और उनके सहयोगियों ने कई वर्षों तक अनेक प्रदेशों के वृक्षों के वलयों की मोटाई का अध्ययन किया। उन्होंने पाया कि वृक्षों की वृद्धि और जलवायु स्थितियों के बीच एक भारी सांख्यिकीय संबंध मौजूद होता है। कम्प्यूटरों और सांख्यिकीय विश्लेषण की मदद से उन्होंने ऐसी तकनीक का विकास किया जो जलवायु और दूसरे वातावरणीय परिवर्तियों को भी उपयोग में लाती है। इससे इन वैज्ञानिकों ने हजारों वर्ष पहले हुए जलवायु परिवर्तनों और उतार चढ़ावों का एक अपेक्षतया स्पष्ट इतिहास बनाया। आजकल वलय विश्लेषण आंकड़ें एकत्र कर प्रागैतिहासिक काल के जलवायु का पता लगाया जाता है।



चित्र 10.8: वृक्ष वलय कालनिर्धारण: एक ही भौगोलिक क्षेत्र के काष्ठ के उत्तरोत्तर प्राचीन टुकड़ों के प्रयोग से एक मास्टर कलानुक्रम विकसित किया जाता है। अज्ञात आयु के काष्ठ नमूनों के वलयों का मिलान मास्टर कलानुक्रम से करने पर नमूने की आयु का ठीक-ठीक निर्धारण किया जा सकता है।

एक जीवित प्राचीन वृक्ष की आयु का पता लगाने के लिए आपको उसे काटने की जरूरत नहीं। उसके वलयों की जांच के लिए एक सरल सा उपकरण उपयोग किया जाता है जिसे इनक्रीमेंट बोरर (increment borer) कहते हैं। यह यंत्र मुख्यतः एक धातु सिलिंडर का बना होता है। इस पेड़ के तने में घुसाया जाता है और काष्ठ का एक क्रोड निकाल लेते हैं। इस छिद्र पर अब एक रोगाणुनाशी लगा दिया जाता है और उसे वृक्ष को नुकसान पहुंचाए बिना ढक दिया जाता है। वलयों की जांच की जाती है, उन्हें क्रोड से गिना जाता है और फिर विश्लेषण किया जाता है।

बोध प्रश्न 3

कौन से कथन सही हैं? सही के आगे सही और गलत के आगे गलत लिखें।

i) सभी उष्णकटिबंधी वृक्षों में एक संतत कैम्बियम सक्रियता पाई जाती है। ( )

ii) गर्म जलवायु वाले प्रदेशों में वलयहीन वृक्षों का प्रतिशत कम होता है। ( )

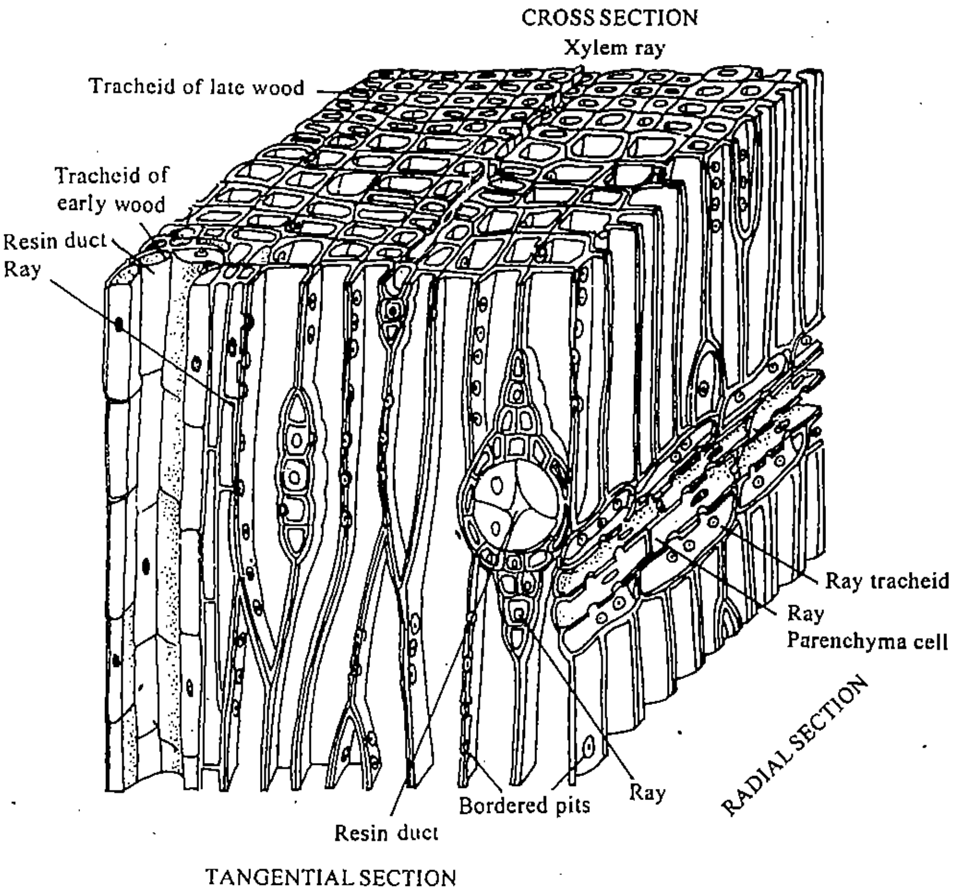
iii) काष्ठ के एक तने में वलयों की कुल संख्या को गिनकर पेड़ की आयु निकालना संभव

10.5 द्वितीयक जाइलम

तने और जड़ के केन्द्र में निर्मित कैम्बियम के उत्पाद द्वितीयक जाइलम बनते हैं। द्वितीयक जाइलम वाहिनियों (tracheid), वाहिकाओं (vessels) विभिन्न प्रकार के रेशों, मृदूतक कोशिकाओं, जाइलम अर (xylem ray) कोशिकाओं और कभी कभी स्त्रावी कोशिकाओं का बना रहता है। इन अवयवों का पाया जाना और इनका विन्यास भिन्न पादप समूहों में भिन्न होता है। एक अकेले जीनस के विभिन्न जातियों में कोशिकाओं की संख्या और उनके आकार में मौजूद परिमाणात्मक भिन्नताओं के चलते हम सिर्फ द्वितीयक जाइलम के आधार पर अलग-अलग जातियों की पहचान कर सकते हैं।

10.5.1 द्वितीयक जाइलम की मूल संरचना

द्वितीयक जाइलम कि सबसे बड़ी विशेषता यह है कि इसमें अवयवों के दो उपतंत्र पाए जाते हैं। ये उपतंत्र अनुदैर्ध्य अक्ष के दिक् विन्यास में एक दूसरे से भिन्न होते हैं: एक तंत्र क्षैतिज या अनुप्रस्थ तो दूसरा ऊर्ध्व। अनुप्रस्थ उपतंत्र जाइलम अरों का बना होता है। ऊर्ध्व या अक्षीय उपतंत्र वाहिकीय अवयवों (tracheary elements), रेशों और काष्ठ मृदूतक का बना होता है (चित्र 10.9)। अरों और ऊर्ध्व उपतंत्र की सजीव कोशिकाएं प्रायः एक दूसरे से जुड़ी रहती हैं और सजीव कोशिकाओं का एक संतत तंत्र बन जाता है। यह तंत्र मज्जा (pith), फ्लोएम और वल्कुट की सजीव कोशिकाओं से जुड़ा रहता है।



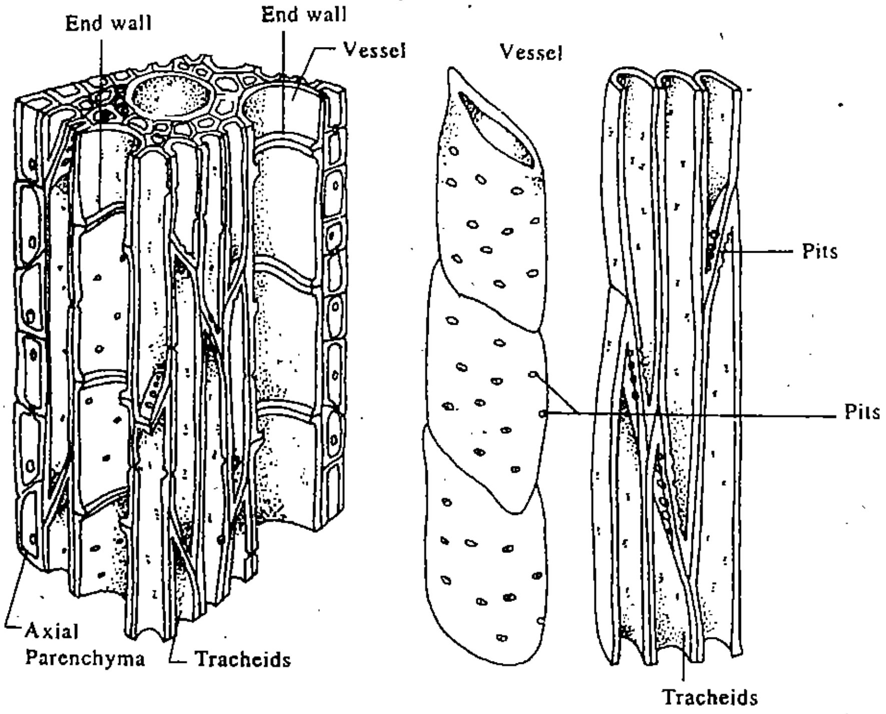
चित्र 10.9: *पाइनस* के घन के त्रि-आयामी चित्र द्वितीयक जाइलम की संरचना

10.5.2 काष्ठ मृदूतक

द्वितीयक जाइलम में दो प्रकार के मृदूतक पाए जाते हैं। अपेक्षतया छोटी, विशेष कैम्बियम की आदि कोशिकाएं और अर मृदूतक (ray parenchyma) को जन्म देती हैं और तर्कुरूप आदि कोशिकाएं अक्षीय मृदूतक (axial parenchyma) बनाती हैं। अक्षीय मृदूतक कोशिकाएँ तर्कुरूप आदि के समान लंबी या फिर उनसे काफी छोटी हो सकती हैं। लघुतर मृदूतक कोशिकाएं अधिक पाई जाती हैं (चित्र 10.10)।

अर मृदूतक भिन्न-भिन्न किस्म का हो सकता है। इसके, सर्वाधिक पाए जाने वाले दो रूप हैं : i) वे जिनमें कोशिका सबसे लंबा अक्ष अरीय होता है; ii) जिनमें यह ऊर्ध्व पाया जाता है।

तने की मोटाई बढ़ने के साथ-साथ जाइलम अर की संख्या में भी वृद्धि होती है। प्रत्येक अर की लंबाई, चौड़ाई और ऊंचाई को क्रमशः अनुप्रस्थ काटों और स्पर्श रेखीय काटों के द्वारा नापा जा सकता है। अर जब एक कोशिका चौड़ी हो तो उसे **एकपंक्तिबद्ध अर (uniseriate ray)**, जब दो

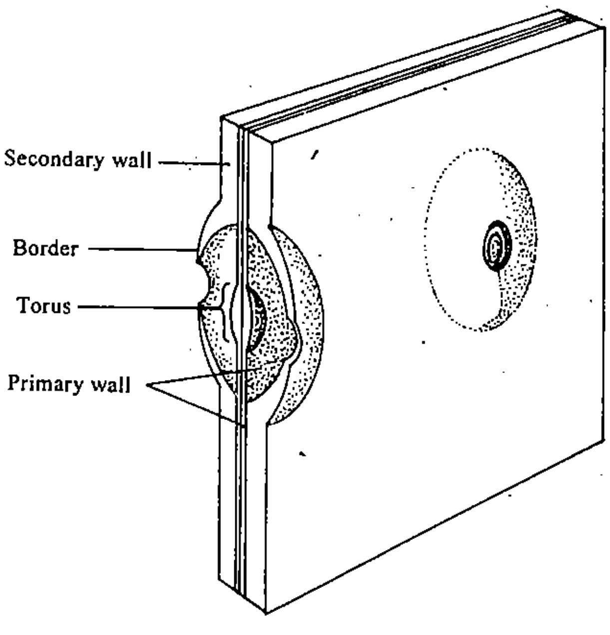


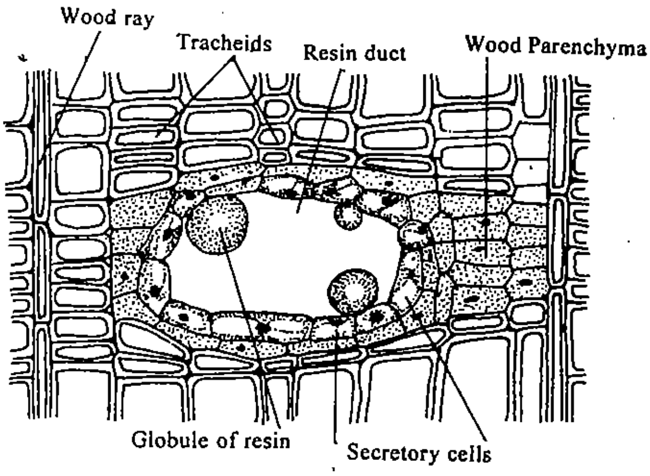
चित्र 10.10: जाइलम की बुनियादी संरचना

कोशिका चौड़ी तो **द्विपंक्तिबद्ध (biseriate ray)** और जब दो कोशिकाओं से अधिक चौड़ी हो तो इसे **बहुपंक्तिबद्ध (multiseriate)** कहते हैं।

अर मृदूतक की सभी कोशिकाओं में या तो प्राथमिक भित्ति या सिर्फ द्वितीयक भित्ति पाई जाती है। द्वितीयक भित्तियों में गर्त-युगलों का विकास हो सकता है जो सरल, अर्धपरिवेशित (half bordered) और कभी कभार समपरिवेशित (even bordered) पाए जाते हैं। इन द्वितीयक भित्तियों की विशेषता इनमें गर्तों या गुहाओं की उपस्थिति है। ये गुहाएँ आकार, गभीरता (गहराई) और संरचना में एक दूसरे से भिन्न रहती हैं। इन गुहाओं को गर्त (pit) कहा जाता है (चित्र 10.11A)। जाइलम की मृदूतक कोशिकाएं स्टार्च और वसा जैसे खाद्य पदार्थों के संचय का काम करती हैं। इन कोशिकाओं में टैनिन (tannin), क्रिस्टल, सिलिका पिंड और दूसरे किस्म के पदार्थ भी संचित रहते हैं। अर मृदूतक ही जाइलम और फ्लोएम के बीच अरीय संद्रव्यीय परिवहन (radial symplasmic transport) का मुख्य मार्ग है।

कई पौधों में काष्ठ मृदूतक कोशिकाएं निष्क्रिय होने या चोट लगने के बाद प्रोद्‌वर्ध (protuberance) को बनाती हैं। ये प्रोद्‌वर्ध गर्तों से होते हुए वाहिकाओं में प्रवेश कर जाते हैं। इन उद्‌वर्धों को टाइलोसिस (tyloses) कहते हैं (चित्र 10.11 B)। मृदूतक कोशिकाओं का केन्द्रक और जीवद्रव्य का एक अंश इन टाइलोसिस में प्रवेश कर सकता है। टाइलोसिस विभाजन भी कर सकते हैं। टाइलोसिस निर्माण को हालांकि एक प्राकृतिक घटना माना जाता है मगर कई पादप जातियों में यह यांत्रिक क्षति या रोगों के फलस्वरूप होता पाया गया है।





चित्र 10.11 : A. परिवेशित गर्त B. पाइनस काष्ठ में रेजिन वाहिनी

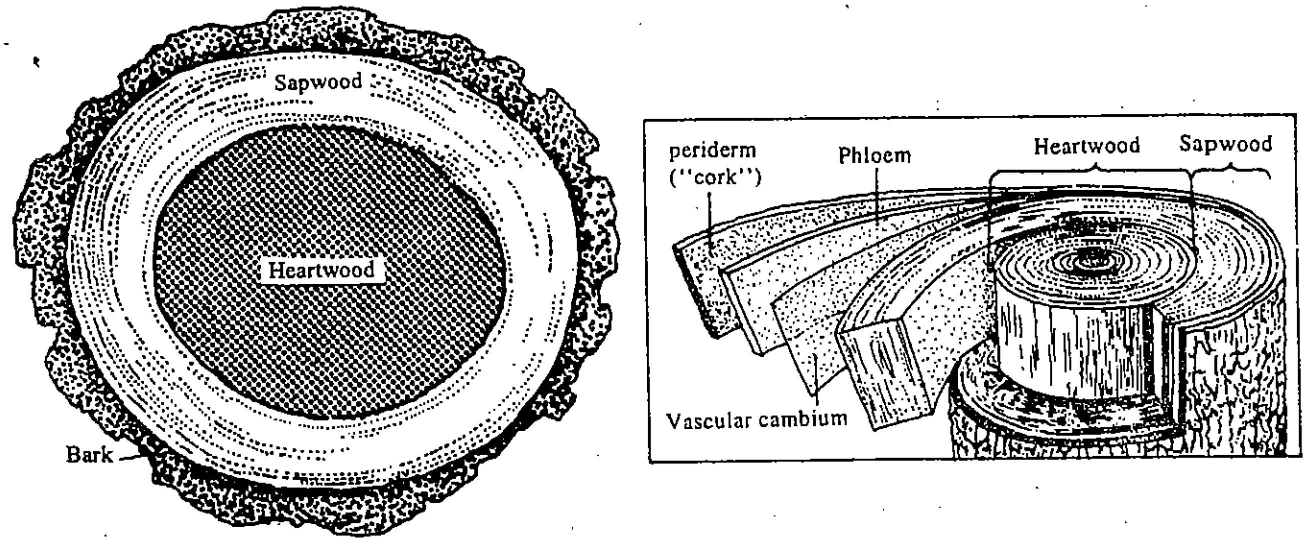
10.5.3 अंतःकाष्ठ और रसदारू

द्वितीयक जाइलम के बाहरी भाग में सजीव कोशिकाएं रहती हैं और जल के चालन में कम से कम एक दो बाह्यतम वलय हिस्सा लेते हैं। सजीव मृदूतक वाले द्वितीयक जाइलम के इसी बाहरी भाग को रसदारू (sapwood) या **एल्बर्नम (alburnum)** कहते हैं (चित्र 10.12)। तकरीबन सभी वृक्षों में जाइलम का मध्य भाग मृत मृदूतक का बना होता है जो जल का वहन बंद कर देता है। इसे अंतः काष्ठ (heart wood) या **कठोर दारू (duramen)** कहते हैं। अंतः काष्ठ की रचना जीवद्रव्यक के विघटन, कोशिका रस के ह्रास और संचित खाद्य पदार्थों के जल अपघटन व टाइलोसिस के निर्माण जैसी घटनाओं के द्वारा पूरा होता है। उन पादप जातियों में, जिनमें टाइलोसिस बनते हैं, कोशिकाओं का भीतरी भाग टाइलोसिस द्वारा पूर्णतः बंद कर दिया जाता है। कोशिकाओं में विकसित होने वाले तेल, गोंद, रेजिन, टैनिन, सुगंधी या ऐरोमैटिक यौगिक और दूसरे किस्म के रंगीन पदार्थ अंतः काष्ठ में ही संचित रहते हैं।

अंतःकाष्ठ कभी-कभार रोगजनक स्थितियों के फलस्वरूप भी बनता है।

अंतःकाष्ठ और रसदारू की मात्रा भिन्न जातियों में भिन्न-भिन्न पाई जाती है। ये भिन्नताएं आनुवंशिक और वातावरणीय स्थितियों द्वारा प्रभावित होती हैं।

इमारती लकड़ी के व्यापार में द्विबीजपत्री पौधों के काष्ठ को दृढ़काष्ठ (hardwood) और अनावृतबीजी पौधों के काष्ठ को मृदुकाष्ठ (softwood) के नाम से पुकारा जाता है। मगर ये नाम कठोरता की सीमा की अभिव्यक्ति ठीक-ठीक नहीं कर पाते क्योंकि दोनों ही समूहों में



चित्र 10.12: शहतूत की अनुप्रस्थ काट में अंतः काष्ठ व रसदारू

कठोर और मृदु दोनों किस्म की संरचनाएं देखी जा सकती हैं। मगर द्विबीजपत्री और अनावृतबीजी काष्ठ में एक महत्त्वपूर्ण अंतर पाया जाता है। द्विबीजपत्री काष्ठ में वाहिकाएं पाई जाती है लेकिन अनावृतबीजी में नहीं। द्विबीजपत्री और अनावृतबीजी काष्ठ की ऊतकीय संरचना को अगर हम देखें तो हमें बुनियादी भेद मिलेंगे।

10.5.4 काष्ठ का आर्थिक महत्त्व और उसकी विशेषताएं

हमारे रोजमर्रा के जीवन में लकड़ी या काष्ठ का काफी महत्त्व है। इसकी फर्नीचर, कागज, गोंद, रेजिन और अनेक दूसरे प्रकार की औद्योगिक उपयोगिताएं हैं। हम काष्ठ के कुछ विशेष गुणधर्मों की यहाँ चर्चा करेंगे। जिससे काष्ठ की गुणवत्ता निर्धारित की जाती है।

i) **भार :** काष्ठ हल्का या भारी होता है। भार में यह अंतर भित्ति पदार्थ और अवकाशिका अंतरालों (lumen space) के अनुपातों में भिन्नता के वजह से पैदा होता है। ल्यूमेन या अवकाशिका जब छोटी हो तो काष्ठ घना और भारी होता है। पतले, स्थूल भित्ति वाले रेशों की प्रचुरता काष्ठ को भारी बनाती है। अति हल्के काष्ठ जैसे *ऑक्रोमा (Ochroma)* भी पाए जाते हैं। वाणिज्य की दृष्टि से महत्वपूर्ण सुविख्यात लकड़ियों का विशिष्ट घनत्व 0.35 से 0.65 होता है। बालसा काष्ठ (*ऑक्रोमा लैगोपस*) और सोला *(Acshynomene)* में मृदूतक प्रचुरता में और रेशा बहुत कम पाए जाते हैं।

हल्के काष्ठ का सीमित आर्थिक महत्त्व है। *बलसा (ऑक्रोमा)* जिसका विशिष्ट गुरूत्व 0.12 से 0.35 तक होती हैं, का उपयोग रोधन (insulation), मॉडलिंग और जीवन बेड़ों के निर्माण के लिए किया जाता है। भारी काष्ठ भवन निर्माण, डिब्बों, बुग्गियों, रेलवे स्लीपरों और फर्नीचर के बनाने के काम आता है।

ii) काष्ठ का एक बड़ा हिस्सा अगर रेशों या रेशों वाहिनियों का बना हो तो यह मजबूत और टिकाऊ रहता है। इसलिए घने और भारी काष्ठ अधिक मजबूत पाए जाते हैं।

iii) **चिरस्थायित्व या टिकाऊपन :** कवकों और जीवाणुओं की क्रिया द्वारा किए जाने वाले क्षय से काष्ठ के टिके रहने की क्षमता काफी हद तक उसकी रासायनिक प्रकृति पर निर्भर करती है। इस क्षमता को चिरस्थाायित्व (durability) कहते हैं। टाइलोसिस और काष्ठ के दूसरे प्राकृतिक घटकों की उपस्थिति जैसे टैनिन, रेजिन और तेल उसके चिरस्थायेत्व को निर्धारित करते हैं। हल्के और भारी दोनों ही काष्ठ चिरस्थायी या टिकाऊ हो सकते हैं।

चिरस्थायी काष्ठ का उपयोग पानी के जहाज, नावों, रेल के डिब्बों, बुग्गिओं, पुलों, रेलवे स्लीपरों आदि को बनाने में किया जाता है।

iv) **काष्ठ के कुछ अन्य उपयोग**

सागौन, शीशम और रोजवुड सज्जाकारी की लकड़ियाँ हैं जिन्हें फर्नीचर कैबिनेट बॉक्सों के पैनलिंग, मूर्तियों की ढलाई, आंतरिक सज्जा, काष्ठ कलाकृतियों के निर्माण में काम लाया जाता है।

iv) **चीड़ :** इसका उपयोग दरवाजों, खिड़कियों, संदूकों, माचिस आदि बनाने में होता है। भारत में *पाइनस रॉकसबर्धाई (Pinus roxburghii)* को घर बनाने, पैकिंग केसों, माचिस, संगीत के साजों और रेलवे स्लीपरों को बनाने में इस्तेमाल किया जाता है।

v) **चंदन :** चंदन की लकड़ी चिकनी होती है। इससे कलाकृतियाँ बनाई जाती हैं और सुगंधित तेल निकाला जाता है। चंदन के सुगंधित तेल को इत्र, सौन्दर्य प्रसाधनों, साबुनों, अगरबत्तियों आदि बनाने में इस्तेमाल किया जाता है।

[illegible] 4

[illegible] में पाए जाने वाले दो उपतंत्रों और विभिन्न कोशिकाओं के नाम बताइए।

....

....

....

[illegible] और बहुपंक्तिबद्ध अर एक दूसरे से किस तरह भिन्न हैं?

....

....

....

[illegible] और मृदुकाष्ठ में भेद बताइए।

....

....

[illegible] संरचनात्मक विशेषताएँ प्रदान करती हैं?

....

....

....

[illegible] बताइए।

....

....

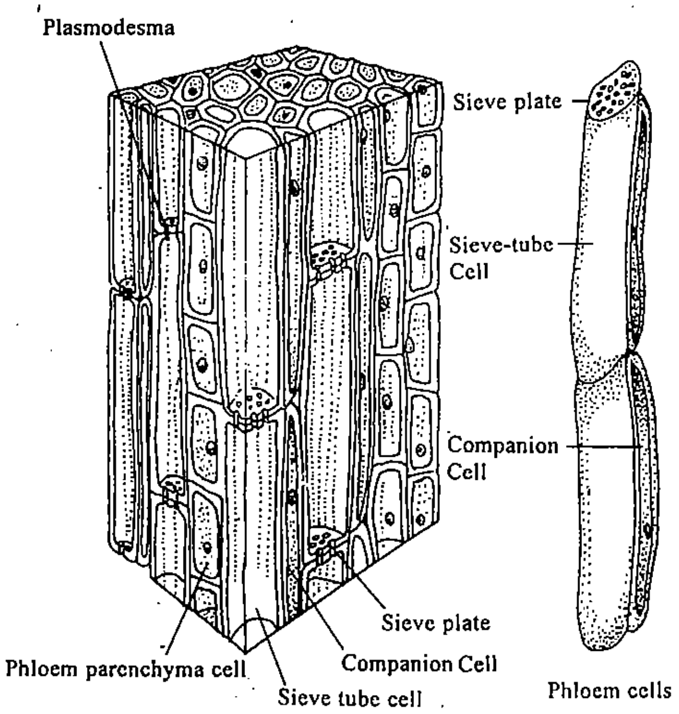
....

0.6 द्वितीयक फ्लोएम

तीयक फ्लोएम में भी दो उपतंत्र पाए जाते हैं–ऊर्ध्व व अनुप्रस्थ। जाइलम की तरह ये भी रकी कैम्बियम आदि कोशिकाओं के उत्पाद हैं। वैसे ये दोनों ऊतक यानी द्वितीयक जाइलम र द्वितीयक फ्लोएम परिपक्व होने पर व्यक्तिवृत्त और संरचना में एक दूसरे के साथ रहते हुए भिन्न होते हैं।

र्ध्व उपतंत्र के महत्त्वपूर्ण घटक चालनी (sieve) अवयव, फ्लोएम मृदूतक और फ्लोएम तंतु हैं त्र 10.13)। अनुप्रस्थ उपतंत्र अक्षीय और अर फ्लोएम का बना होता है जो मृदूतकीय

कोशिकाओं से बनता है। जाइलम की तरह ही, फ्लोएम में ऊतक का विन्यास मुख्यतः कैम्बियम की प्रकृति द्वारा निर्धारित होता है। यानी यह स्तरित है या नहीं। दूसरा, यह कोशिकाओं के विभेदन के दौरान ऊर्ध्व उपतंत्र के विभिन्न अवयवों के दीर्घन की सीमा पर निर्भर करता है।



चित्र 10.13 : फ्लोएम की बुनियादी संरचना

द्विबीजपत्री वृक्षों की कई जातियों में, द्वितीयक फ्लोएम में वृद्धि वलय भी देखे जा सकते हैं। मगर ये द्वितीयक जाइलम में पाए जाने वाले वृद्धि वलय से कम स्पष्ट रहते हैं। इसकी वजह यह है कि ऋतु की शुरूआत में बनने वाली कोशिकाएं अरीय विस्तरित होती हैं लेकिन ऋतु के आखिर में वे चपटी बन जाती हैं। कुछ वृद्धि के बाद वृद्धि वलय विन्यास चालन अवयवों के विलोपन की वजह से अल्पदृश्य बन जाता है। लिग्निन की अनुपस्थिति भी एक कारण है। यह वजह है कि इन वलयों को द्वितीयक फ्लोएम की उम्र के सूचक के रूप में प्रयोग नहीं किया जा सकता।

जैसा कि आप पढ़ ही चुके हैं कैम्बियम में अर आदि ज़ाइलम और फ्लोएम दोनों की ओर कोशिकाएं बनाते हैं। इसलिए जाइलम और फ्लोएम अर संतत रहते हैं। कैम्बियम के समीप ज़ाइलम और फ्लोएम आकार में समान होते हैं मगर कई पौधों में फ्लोएम अर के बाहरी परिपक्व भाग अधिक चौड़े रहते हैं। फ़्लोएम अर का चौड़ाई में वर्धन पूरी तरह से विद्यमान कोशिकाओं के पार्श्विक विस्तार द्वारा होता है। या जैसाकि अधिकतर पाया जाता है अरीय विभाजन द्वारा परिधि पर कोशिकाओं की संख्या में वृद्धि के द्वारा होता है। द्विबीजपत्रों में कार्य करता हुआ द्वितीयक फ्लोएम साधारणतया आखिरी वृद्धि ऋतु में निर्मित फ्लोएम तक ही सीमित रहता है। कुछ स्थितियों में कैम्बियम जब नया फ्लोएम बनना शुरू होता है, तो पूर्व निर्मित चालन-नलिकाएं काम करना बंद कर देती हैं। मगर *टिलिया* में चालन नलिकाएं सर्दियों सहित कई वर्षों तक सक्रिय रहती हैं।

10.6.1 द्वितीयक फ्लोएम का आर्थिक महत्त्व

द्वितीयक फ्लोएम स्त्रावी ऊतकों से भरपूर होता है। यह संभवतः पौधे की रक्षा से जुड़ा है। कुछ पादप जातियों में फ्लोएम में सुविकसित वाहिन प्रणाली (duct system) पाई जाती है। *हेवीया (Hevea)* की छाल वल्क में मौजूद लेटेक्स प्रणाली से रबर निकाला जाता है। इसी तरह शंकु वृक्षों के रेजिन नालों से पाइन रेजिन (लीरस) निकाला जाता है जिसका शोधन कर तारपीन और रेजिन बनाया जाता है।

ट रेशे : ये कुछ खास किस्म के पौधों के तनों के फ्लोएम से संबद्ध दृढ़ोतकी रेशे हैं। इन्हें :शायी काष्ठ ऊतकों से आसानी से अलग किया जा सकता है। ये शिखाग्र मेरिस्टेम से मिक ऊतकों के साथ उत्पन्न होते हैं। या फिर पार्श्विक मेरिस्टेम यानी कैम्बियम से निर्मित ायक ऊतकों के साथ पैदा होते हैं। बास्ट रेशों के महत्त्वपूर्ण स्त्रोत सन, कपास और सनई हैं।

[illegible] सही कथन के लिए सही और गलत के लिए सही/गलत लिखिए।

[illegible] पाए जाते हैं अच्छे और [illegible]। ( )

[illegible] को गिनकर हम किसी पेड़ की ठीक-ठीक आयु का पता लगा सकते [illegible] ( )

[illegible] आलियों में हम द्वितीयक जाइलम की तुलना में द्वितीयक फ्लोएम में [illegible] देख सकते हैं। ( )

7 एकबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि

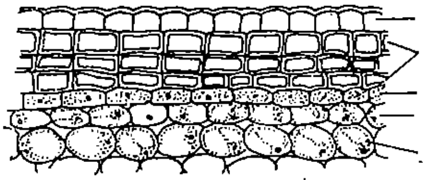
ोजपत्री तने में साधारणतया कोई द्वितीयक वृद्धि नहीं होती। क्योंकि इनके संवहन बंडल रहते हैं। यानी उनमें कैम्बियम नहीं पाया जाता मगर कुछ लिलिएसी, ऐगावेसी आदि कुलों ड़े शाकीय और वृक्ष-नुमा काष्ठीय एक बीजपत्री पौधों की मोटाई में वृद्धि द्वितीयक यम के माध्यम से होती है जो पूर्णतः एक द्वितीयक मेरिस्टेम है। द्वितीयक वृद्धि के समय भीतरी मृदूतकी कोशिकाओं में कुछ मेरिस्टमी बन जाती हैं। ये कोशिकाएं स्पर्शरेखीय जन कर द्वितीयक कैम्बियम की एक पट्टी बनाती हैं जो कुछ परत मोटी होती है। द्वितीयक यम आयताकार तर्कुरूप कोशिकाओं से बनता है। ये कोशिकाएं द्विबीजपत्री तनों और जड़ों रह इसमें बाहर की ओर जाइलम और अंदर की ओर फ्लोएम नहीं बनाती इसके बजाए क कैम्बियम पहले अंदर की तरफ द्वितीयक ऊतकों को और फिर बाहर की तरफ कुछ में नए ऊतकों का निर्माण करता है। नवनिर्मित आंतरिक द्वितीयक ऊतक अंडाकार र्वक संवहन बंडलों में सीधे ही विभेदित हो जाते हैं। साथ ही वे अरीय विन्यास में स्थित मृदूतक कोशिकाओं को भी बनाती है जिन्हें संयोगी ऊतक (conjuctive tissue) कहते स तरह संवहन बंडल संयोगी ऊतक में अंतःस्थापित रहते हैं।

जपत्री तने में परिचर्म (periderm) नहीं होता। मगर इसमें कुछ स्तरित कॉर्क कोशिकाएं पाई जाती हैं जो एक सुबेरिनीकृत रक्षी ऊतक की रचना करती हैं (जैसे *ड्रैसीना*)।

परिचर्म

की रचना को जानने से पहले हमें यह पता होना चाहिए कि परिचर्म किसे कहते हैं? (Phellem) और काग अस्तर (phelloderm) नामक रक्षी ऊतकों और इनके बीच स्थित व न्म देने वाले मेरिस्टेम को संयुक्त रूप से परिचर्म कहा जाता है। इस मेरिस्टेम को न (phellogen) कहते हैं जो संवहन कैम्बियम की तरह ही होता है। कागजन आदि ओं की एकपंक्तिबद्ध परत है जो परिनतिक विभाजन करके अपने अभ्यक्षी (adaxial) पाक्षी (abaxial) तलों से व्युत्पन्नों को जन्म देती हैं। कागजन कागअस्तर का निर्माण य करता है और काग का अपाक्षीय निर्माण करता है (चित्र 10.14)। काग, जो कि का एक प्रमुख घटक है, प्रायः सुबेरिनीकृत होता है और इससे अपाक्षीय स्थित ऊतकों नी और विलेयों का स्थानांतरण नहीं होने देता। फलतः ये ऊतक अकाल ही जीर्ण हो मर

जाते हैं। अधिचर्म के मृत हो जाने और उसे त्याग दिए जाने के बाद कॉर्क ऊतक वृक्ष के लिए एक रक्षी स्तर का निर्माण करता है। कॉर्क प्रायः द्विबीजपत्रों के तनों और जड़ों में बनता है जिनमें एक संतत और प्रखर द्वितीयक स्थूलन होता है। कुछ खास किस्म के पौधों की शरद कलिकाओं के शल्कों को छोड़ कॉर्क पत्तियों में नहीं बनता।



चित्र 10.14 : परिचर्म का निर्माण

कॉर्क द्वितीयक ऊतक का एक महत्त्वपूर्ण भाग है जिसे परिचर्म (periderm) कहा जाता है (चित्र 10.14)। परिचर्म को प्रायः तीन भागों में बांटा जाता है:

i) कागजन–कॉर्क कैम्बियम

ii) काग–कॉर्क जो कागजन द्वारा अपकेन्द्रीयः रूप से उत्पन्न किया जाता है।

iii) कागअस्तर–कुछ जातियों में यह एक मृदूतकी ऊतक है और इसे कागजन द्वारा अभिक्रेन्द्रीय रूप से बनाया जाता है।

10.8.1 संरचना

कागजन एक पार्श्विक मेरिस्टेम है जो आदि कोशिकाओं की एक अकेली परत का बना होता है। ये कोशिकाएं एकरूप, अनुप्रस्थ काट में आयताकार होती हैं जिनका लघु अक्ष अरीय दिशा में रहता है। एक T.L.S, में ये नियमित बहुभुज की तरह दिखाई देते हैं। कागजन कोशिकाओं के जीवद्रव्यक में अलग-अलग आकार की रसधानियां पाई जाती हैं जिनमें हरितलवक और टैनिन हो सकते हैं। वातरंध्रों (lenticels) को छोड़ कागजन में अंतरकोशिकीय अंतराल नहीं मिलते।

कागजन में क्रियाशीलता और अक्रियता की सुस्पष्ट अवधियाँ पाई जाती हैं, क्रियाशील अवधि कैम्बियम क्रियाशीलता के सम्पाती हो सकती है और नहीं भी। मगर कुछ पौधों में कैम्बियम क्रियाशीलता की एकल वार्षिक अवधि में कागजन क्रियाशीलता की दो अवधियाँ पाई गई हैं।

10.8.2 काग (Phellem)

काग या कॉर्क कागजन के अपाक्षी व्युत्पन्नों से बनता है। काग या कॉर्क की कोशिकाएं प्रायः बहुभुजी, अरीय चपटी होती हैं और स्पर्शरेखीय विभाजन करती हैं। अनुप्रस्थ काट में देखने पर पता चलता है कि वातरंध्री खंड को छोड़ इन कोशिकाओं में अंतरकोशिकीय अंतराल नहीं होते। काग की कोशिकाएं स्पर्शरेखीय विभाजन करती हैं। कार्क कोशिकाएं मृत होती हैं। इनमें क्रिस्टल युक्त कोशिकाएं पाई जा सकती हैं। ये दृढ़ीभवी या असुमेरिनी हो सकती हैं। कुछ जातियों में कॉर्क कोशिकाओं की प्राथमिक भित्तियाँ सुबेरिनी होती हैं जिनमें प्राथमिक भित्ति के अंदर की ओर सुबेरिन की एक मोटी परत मौजूद होती है।

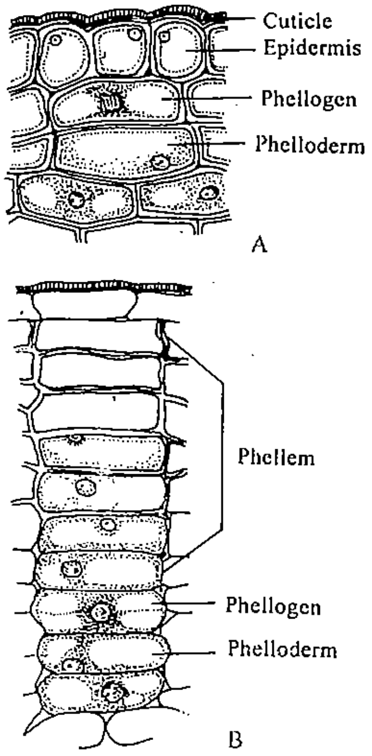
इस परत को **सुबेरिन पटलिका (suberin lamella)** कहते हैं। यह पदार्थ गैसों, पानी के लिए अति अपारगम्य और अम्लरोधी होता है। कोशिका भित्तियों के सुबेरिन से संसेचन की इस प्रक्रिया को सुबेरिनीकरण (suberisation) कहते हैं।

10.8.3 कागअस्तर (phelloderm)

कागअस्तर कोशिकाएं सजीव होती हैं जिनकी भित्तियों में सुबेरिन नहीं पाया जाता। ये वल्कुट की मृदूतक की कोशिकाओं की तरह ही होती हैं। मगर काग अस्तर जब बहुपंक्तिबद्ध हो तो इसकी कोशिकाएं अरीय पंक्तियों में व्यवस्थित रहती हैं। कुछ पौधों में कागअस्तर की कोशिका में हरितलवक पाया जाता है और फलतः वे प्रकाश संश्लेषण कर सकती हैं।

10.8.4 परिचर्म की उत्पत्ति और विकास

कागजन एक सजीव बाह्यत्वचीय स्थूल कोणोतक (collenchyma) या मृदूतक कोशिका में विभेदन करती है। मेरिस्टमी क्रियाशीलता के शुरू होने से ठीक पहले, इस कोशिका के केन्द्रीय धानियों का ह्रास हो जाता है, जीवद्रव्य का आयतन बढ़ जाता है और इसमें एक परिनतिक विभाजन होता है। पहले परिनतिक विभाजन से दो समरूप कोशिकाएं बनती हैं। इनमें से अंदर के ओर की कोशिका में विभाजन बन्द हो जाता है। बाहर के ओर की कोशिका में फिर परिनतिक विभाजन होता हैं। ये दो बाह्य कोशिकाएं अब कार्क कोशिका में विभेदित हो जाती हैं और भीतरी कोशिका कागजन आदि का निर्माण करती है और निरंतर विभाजित होती है (चित्र 10.15)।



चित्र 10.15: परिचर्म के निर्माण की अवस्थायें

कागजन की आदि कोशिकाएं कॉर्क सिलिंडर की परिधि में होती वृद्धि को बनाए रखने के लिए यदा कदा अपनतिक विभाजन करती हैं। काग परतों की संख्या कागअस्तर परतों से अधिक होती है।

अगर पहला-निर्मित परिचर्म कई वर्षों तक अक्षीय अंगतंत्र में ही बना रहता है, तो कॉर्क की दूसरी परतों में दरारें पड़ जाती हैं और वे झड़ जाती हैं। इस तरह पौधे में कॉर्क की मोटाई या स्थूलता स्थिर बनी रहती है।

10.8.5 व्यावसायिक कॉर्क

व्यावसायिक कॉर्क का स्त्रोत *क्वेर्कस सुबर (Quercus suber)* नामक पौधा है जो भूमध्यसागरीय तटों के समीप स्थित देशों में प्राकृतिक रूप से पैदा होता है। इस जाति में कागजन बाह्यत्वचा में बनता है। यह पौधे में अनिश्चित काल तक रह सकता है। जब पेड़ कोई 20 वर्ष का और 40 सेमी मोटा हो जाता है तो व्यावसायिक उपयोग के लिए प्रथम-निर्मित परिचर्म को उच्छेद कर लिया जाता है। काग-अस्तर की और वल्कुट की उखड़ी कोशिकाएँ सूखकर मर जाती हैं। अब वल्कुट के कुछ मिलीमीटर अंदर एक नया कागजन बन जाता है। यह कागजन बड़ी तेजी से कार्क पैदा करता है और 10 वर्ष के अंदर ही व्यावसायिक महत्व की पर्याप्त मोटी तह बन जाती है। छिली कॉर्क में एक खुरदरी बाह्य सतह और एक चिकनी भीतरी सतह होती है।

कॉर्क मूल्यवान है क्योंकि यह गैसों और तरलों के लिए अपारगम्य अनाभिक्रायशील है। इसमें मजबूती, लचीलापन और हल्कापन पाया जाता है। इसका उपयोग (ताप/विद्युत) रोधन, ध्वनिरोधन और खेल के साजसामान बनाने में होता है। मदिरा और शैंपेन की बोतलों के स्टॉपर बनाने के लिए कॉर्क जैसा कोई दूसरा पदार्थ नहीं है।

आप जानना चाहेंगे कि व्यावसायिक कार्क को एक खास तल में ही क्यों काटना पड़ता है। कार्क कई सेंटीमीटर मोटा होता है और इसके वातरंध्र लंबें समय तक क्रियाशील रहते हैं और संपूरक ऊतकों के सिलिंडरों की रचना करते रहते हैं। ये सिलिंडर कागजन से काग की सतह तक फैले रहते हैं। यह संपूरक ऊतक व्यावसायिक कॉर्क में पाए जाने वाले गहरे भूरे रंग के भुरभुरे ऊतक की रचना करता है। ऊतकों के अरीय दिक्विन्यास की वजह से बोतल के लिये निर्मित कार्क की दिशा तने की समांतर दिशा में होना जरूरी है। इस तरह से बेलनाकार वातरंध्र इनसे अनुप्रस्थ तरीके से गुजरते हैं। पेड़ से काटे जाने वाले कॉर्क के शीट 3 सेमी. से अधिक मोटे विरले ही होते हैं। इससे अधिक मोटाई या व्यास वाले कार्क को साधारण तरीके से काटकर प्राप्त नहीं किया जा सकता। विशाल कार्क प्रायः जुड़ा हुआ और संपीड़ित कार्क की शीटों या ऐसी "बहुल शीटों" से काटा जाता है जो कार्क परस्पर सीमेंटित परतों से बनी होती हैं। इस तरह के कार्क की गुणवत्ता निम्न कोटि की रहती है।

आपको वातरंध्रों के बारे में भी जानना चाहिए। यह परिचर्म में स्थित अपेक्षतया अदृढ़ विन्यास में व्यवस्थित कोशिकाओं का संकुचित क्षेत्र है। अपने विशाल आकार और कोशिकाओं के अदृढ़ विन्यास के कारण वातरंध्र परिचर्म से ऊपर उभरे रहते हैं। वातरंध्रों के अंतरकोशिक अंतरालों में अक्षीय अंगों के ऊतको के साथ संतता पाई जाती है। इसलिए माना जाता है कि वातरंध्र गैस विनिमय में हिस्सा लेते हैं।

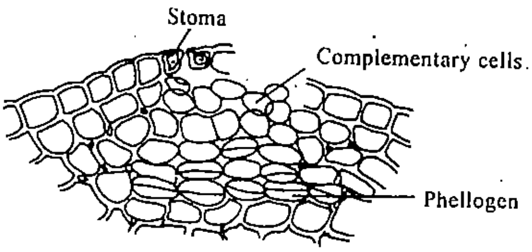
बोध प्रश्न 6

खंड B से सही विकल्प चुन कर खंड A के वाक्यों को पूरा करिए।

खंड A	खंड B
क) परिचर्म प्रायः विभाजित होता है	i) एक ही प्रकार की आदि कोशिकाओं का बना होता है
ख) कुछ पौधों में कागजन में	ii) तीन भागों में : क) कागजन ख) काग ग) कागअस्तर में बंटा होता है।
ग) ऊतकीय रूप से कागजन	iii) पानी, गैसों के लिए अविभेद्य होता है और अम्ल की क्रिया का सामना कर सकता है।
घ) कार्क	iv) क्रियाशीलता और अक्रियता की एकांतरी अवधियां पाई जाती हैं।

10.9 वातरंध्रों का वितरण

वातरंध्र परिचर्म के अति विभेदित लेंसनुमा भाग हैं। ये प्रायः तने और जड़ों पर पाए जाते हैं। तरुण शाखों या दूसरे अंगों पर ये खुरदरे गहरे पैचों के रूप में प्रकट होते हैं। अनेक अंतर कोशिक अंतरालों की वजह से इनकी संरचना अदृढ़ होती है। अधिकतर ये तने की समूची सतह पर बिखरे पाए जाते हैं (चित्र 10.16)।



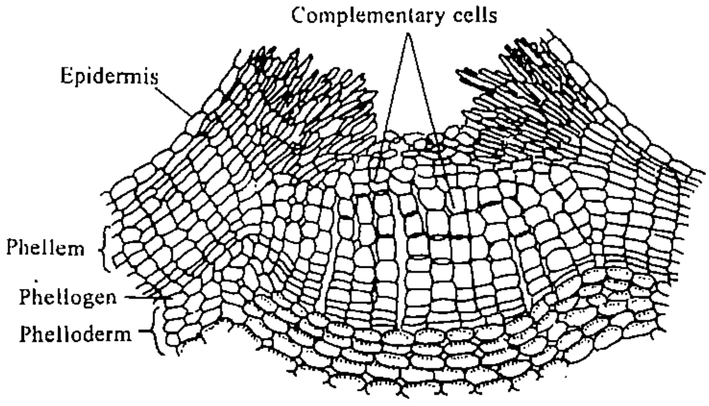
चित्र 10.16: अनुदैर्ध्य काट में वातरंध्र-निर्माण की आरंभिक अवस्था

अगर हम वातरंध्र को देखें तो यह भीतर और बाहर दोनों ओर से एक उत्तल लेंस की तरह दिखाई देता है।

10.9.1 वातरंध्र का विकास और संरचना

वातरंध्र कागजन में स्थानगत भागों से उत्पन्न होते हैं, जो अवातरंध्री कागजन के साथ संतत बन जाते हैं। वातरंध्री कागजन में अंतरकोशिक अंतराल अधिक पाए जाते हैं। और ये अवातरंध्री भागों की तुलना में व्युत्पन्न की रचना अधिक तेजी से करते हैं। पहले निर्मित वातरंध्र साधारणतया किसी रंध्र या रंध्रों के समूह के नीचे प्रकट होते हैं। रंध्रों के नीचे की कोशिकाएं अलग-अलग दिशाओं में विभाजन शुरू कर देती हैं। इनका क्लोरोफिल लुप्त हो जाता है जिससे एक रंगहीन अदृढ़ ऊतक बनता है। विभाजनों से बनने वाली कोशिकाएं वातरंध्रों के कागजन के बनने तक अधिक से अधिक परिनतिक होती जाती हैं। (चित्र 10.17)। अधोरंध्री कोशिकाओं के विभाजन से बनने वाली कोशिकाओं और वातरंध्रों के कागजन द्वारा बाहर की ओर उत्पन्न कोशिकाओं को पूरक कोशिका (complementary cells) कहा जाता है विभाजन के बाद कोशिकाओं की संख्या बढ़ जाती है और पूरक कोशिकाओं के पिंड बाहर की ओर धकेल दिए जाते है जिससे वे अंगतंत्र की सतह पर उभर आते हैं।

फीनिक्स डैक्टिलिफेरा की जड़ में वातरंध्र की तरह की संरचना पाई जाती है जो जड़ का वातन करती है, मगर यह उल्लेखित साधारण वातरंध्रों से भिन्न होती है। यहां वातरंध्र पतली जड़ों के इर्दगिर्द कॉलरनुमा संरचना बनाते हैं। *फिलाडेफस*, *ऐनाबेसिस*, *हैलोक्सिलोन*, *कैंप्सिस रैडिकैंस*, *वाइटिस* जैसे कुछ पौधों और कुछ अन्य जातियों में, जिनमें से अधिकतर आरोही लताएं हैं, वातरंध्र नहीं पाए जाते।



चित्र 10.17 : अनुदैर्ध्य काट में वातरंध्र-सुविकसित

शीतोष्ण प्रदेशों में पतझड़ समाप्त होने तक वातरंध्र बंद हो जाते हैं। इन्हें एक निमीलक परत (closing layer) बंद करती है। कुछ पौधों में वातरंध्र जीवन के आरंभिक चरण में ही हो जाता है और उन्हें छाल वल्क के साथ ही त्याग दिया जाता है। दूसरे पौधों में वातरंध्र वर्षों तक सक्रिय रहते हैं।

बोध प्रश्न 7

दो या तीन वाक्यों में परिभाषित कीजिए–वातरंध्र, पूरक कोशिकाएं

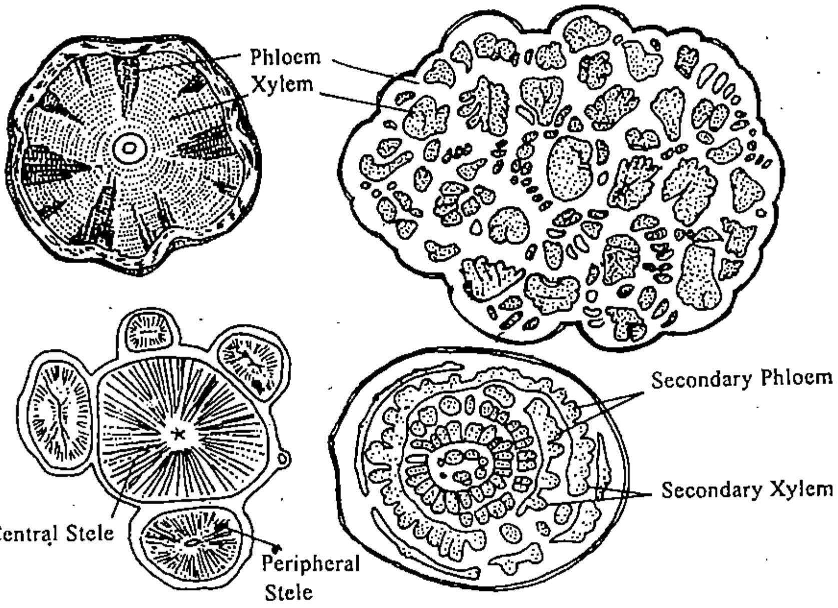
....

....

....

10.10 कैम्बियम के परिवर्ती

अभी तक आपने द्विबीजपत्री और एकबीजपत्री तनों में संवहन कैम्बियम के प्रकार्य के बारे में पढ़ा जिससे कि द्वितीयक ऊतकों का विकास होता है। कैम्बियम की क्रियाशीलता में भिन्नता या परिवर्तिता पाई जाती है जिससे ऐसी स्थितियां पैदा होती हैं जो असामान्य रहती हैं। इन स्थितियों को कैम्बियम के परिवर्ती, असंगत या विपथी द्वितीयक वृद्धि (चित्र 10.18) जैसे अलग-अलग नाम दिए गए हैं। चूंकि कुछ खास पौधों में ये परिवर्ती रूप नियमित रूप से पाए जाते हैं इसलिए पादप शरीरज्ञ इन्हें असंगत द्वितीयक वृद्धि कहने से परहेज करते हैं। इसके बजाए कैम्बियम के परिवर्ती शब्दावली का प्रयोग किया जाता है।

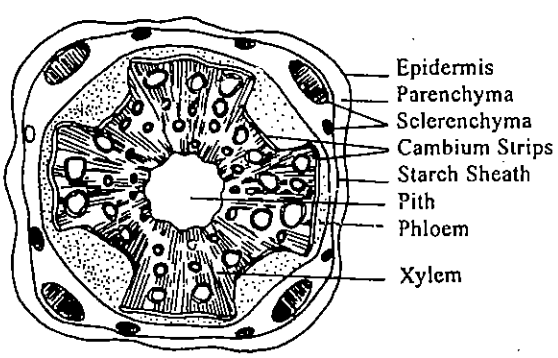


चित्र 10.18: कैम्बियम के परिवर्ती रूप : तने की असंगत संरचनाएं
A. *बिगनेनिया* में B. *सर्जेनिया*, C. *बौहीनिया*, D. *बोअरहाविया* में।

10.10.1 तनों में

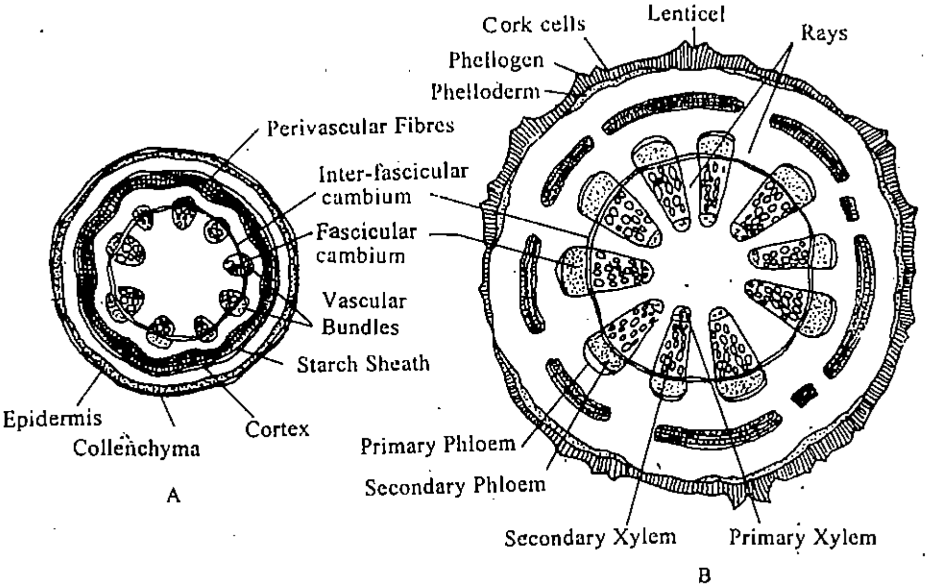
I **कैम्बियम दीर्घस्थायी और स्थिति में सामान्य रहता है। इसके उत्पाद में असामान्य विन्यास और अनुपात पाया जाता है।**

क) *बिगनोनिया (Bignonia)* में (चित्र 10.19) और बिगनोनिएसी कुल के कुछ अन्य सदस्यों में, कैम्बियम अलग-अलग मात्रा द्वितीयक जाइलम और फ्लोएम बनाता है। इससे पौधे के कुछ हिस्सों में फ्लोएम से कहीं ज्यादा जाइलम, तो कहीं जाइलम से कहीं ज्यादा फ्लोएम पाया जाता है। इसकी वजह से एक विशिष्ट कटकित और खांचेदार जाइलम सिलिंडर बनता है। फानों *(Wedges)* की उपस्थिति से फ्लोएम की पहचान हो जाती है। इसमें प्रायः सममितीय विन्यास में व्यवस्थित और स्थिति में बड़े प्राथमिक संवहन बंडलों के संगत ऐसे चार फान पाए जाते हैं।



चित्र 10.19 : कैम्बियम के परिवर्ती रूप दिखाती *बिगनोनिया* जाति के तने की अनुदैर्घ्य काट (L.S.)

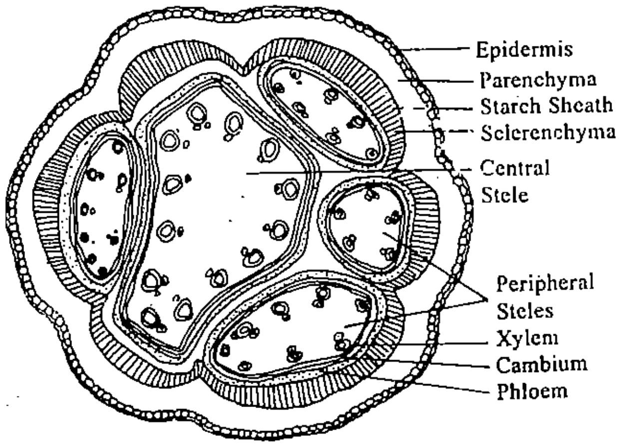
ख) *वाइटिस (vitis), क्लेमैटिस (clematis) अरिस्टोलोकिया (Aristolochia) टीनोस्पोर (Tinospora)*, जीनस के कुछ अरोही लता पादप जातियों में (चित्र 10.20)। कैम्बियम का एक संपूर्ण वलय बनता है। पूलीय कैम्बियम तो सामान्य ढंग से काम करता है मगर अंतरापूलिया कैम्बियम सिर्फ अर-नुमा मृदूतकी कोशिकाएं ही बनाता है। फलतः चौड़ी व लंबी ध्यांश अरों (medullary rays) और खांचेदार संवहन सिलिंडरों की रचना होती है।



चित्र 10.20: अनुदैर्घ्य काट में *अरिस्टोलोकिया* A. एक वर्ष पुराना B. दो वर्ष पुराना

II कैम्बियम स्थिति में सामान्य मगर क्रियाशीलता में असामान्य

ऐसी स्थिति *सर्जेनिया (serjania)* जीनस की कुछ आरोही लता जातियों में पाई जाती है (चित्र 10.21)। विकास के दौरान प्राथमिक संवहन बंडलों के सिलिंडर कुछ स्थलों पर खांचे बन जाते हैं जिससे बंडलों के समूह बनते हैं। इससे बंडल सिलिंडरों से संकीर्ण हो जाते हैं। ये तब प्राक्एधा अवस्था में ही अलग हो सकते हैं। बंडलों के समूह स्वतंत्र संवहन सिलिंडरों के रूप में काम करते हैं और पृथक कैम्बियमों को जन्म देते हैं। इस तरह का बनने वाला प्रत्येक कैम्बियम सामान्य और स्वतंत्र रूप से काम करता है। इस प्रकार तना इस तरह दिखाई देता है कि जैसे यह अनेक असतत अलग-अलग काष्ठीय सिलिंडरों का बना है जिनमें प्रत्येक का स्वतंत्र परिचर्म होता है। कभी-कभी काष्ठीय सिलिंडर केवल एक ही होता है।



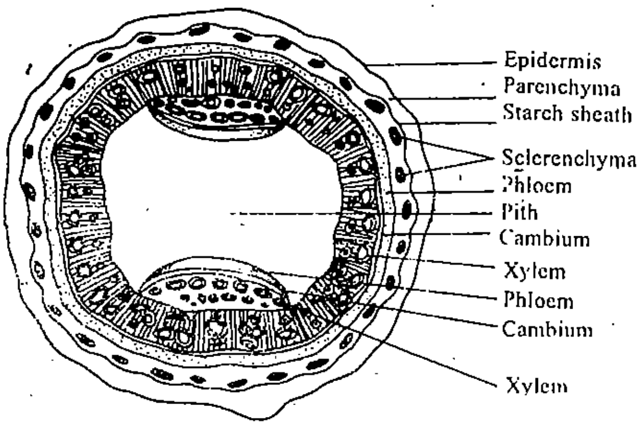
चित्र 10.21: *सर्जेनिया* के तने की अनुप्रस्थ काट

III सहायक कैम्बियम के निर्माण और इसकी क्रियाशीलता के कारण असंगतता

चीनोपोडियम (Chenopodium) की कुछ जातियों और ऐमरेंथेसी के सदस्य पादपों में असंगत द्वितीयक वृद्धि सहायक कैम्बियम के फलस्वरूप होती है। यह एक संवहन ऊतकों का एक खोखला सिलिंडर या अनियमित विन्यास में व्यवस्थित बंडलों का एक वलय होता है। ये बंडल

द्वितीयक प्रकृति के होते हैं मगर इनकी कैम्बियम क्रियाशीलता शीघ्र ही रूक जाती है। इन बंडलों के ठीक बाहर की तरफ एक नया कैम्बियम परिरंभ (pericycle) में बन जाता है। कुछ जातियों में यह कैम्बियम अभिकेन्द्रितः ऊतकों को बनाता है जो असंवहन ऊतक में अंतः स्थापित संवहन बंडलों का बना होता है। इस तरह से बनने वाले बंडल अनियमित रूप से व्यवस्थित या संकेन्द्रित वलयों में व्यवस्थित पाए जाते हैं।

ख) *टेकोमा (Tecoma)* जाति में द्वितीयक जाइलम और फ्लोएम सामान्य कैम्बियम वलय की क्रियाशीलता द्वारा शुरू में ही बन जाते हैं। बाद में सामान्य काष्ठ के भीतर की ओर या मज्जा की ओर एक सहायक द्वितीयक कैम्बियम दो चापों में बन जाता है। यह सहायक कैम्बियम जाइलम और फ्लोएम को उल्टे क्रम में अलग-अलग कर देता है। जाइलम को परिधि की तरफ तो फ्लोएम को अंदर की ओर। यह नव निर्मित फ्लोएम अंतः जाइलमी (intraxylary) फ्लोएम है और द्वितीयक मूल का होता है। उधर द्वितीयक जाइलम धीरे-धीरे पूर्व-निर्मित द्वितीयक जाइलम में मिल जाता है (चित्र 10.22)।



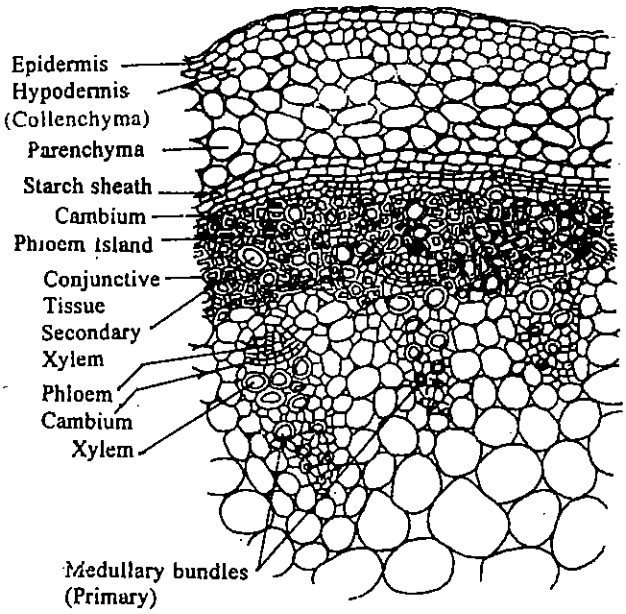
चित्र 10.22: सहायक कैम्बियम दिखाती *टेकोमा* तने की अनुप्रस्थ काट

IV : कैम्बियम की विपथी क्रियाशीलता और स्थिति के फलस्वरूप बने अंतराजाइलमी (अंतर्विष्ट) फ्लोएम के निर्माण से उत्पन्न असंगतता

द्वितीयक फ्लोएम के पैच (patches) कभी कभी रज्जुओं के रूप में द्वितीयक जाइलम में अंतः स्थापित पाए जाते हैं। द्वितीयक जाइलम के अंदर मौजूद द्वितीयक फ्लोएम के इन अतिरिक्त पैचों को **अंतराजाइलमी** (interxylary) या **अंतर्विष्ट फ्लोएम** कहते हैं।

क) कुछ खास किस्म के पौधों में द्वितीयक जाइलम के अंदर द्वितीयक फ्लोएम के रज्जुक पाए जाते हैं। जैसे *ऐवीसिनिया (Avicennia), थंबेर्गिया (Thunbergia), बोगेनविलिया (Bougainvillea), सैल्वाडोरा (Salvadora)* और *ऐमरैंथेसी* और *कीनोपोडिएसी* के सदस्यों में। इन पौधों में, कैम्बियम प्राथमिक संवहन बंडलों के बाहर विभेदन करता है यानी परिरंभ (pericycle) या आंतरिक वल्कुट परतों में। बाद में संवहन कैम्बियमों की एक शृंखला बाहर की ओर बनती जाती है। इनमें प्रत्येक कैम्बियम अंदर की तरफ जाइलम और बाहर की तरफ फ्लोएम बनाता है। ऐसा फ्लोएम से बाहर मृदूतक कोशिकाओं से एक नया कैम्बियम के विकसित होने तक चलता है।

ख) चीनोपोडिएसी में इस तरह एक के बाद एक बनने वाले कैम्बियम लंबे या छोटे चापों के रूप में दिखाई देते हैं। ये अनियमित या सर्पिल विन्यास में व्यवस्थित फ्लोएम रज्जुओं को जन्म देते हैं (चित्र 10.23)। इस कुल में अतिरिक्त कैम्बियम कमोवेश समूचे वलयों की रचना करते हैं।



चित्र 10.23 : *चीनोपोडियम* तने की अनुप्रस्थ काट

प्रश्न 8

विभिन्न प्रकार के कैम्बियम परिवर्ती रूप बताइए।

....

....

....

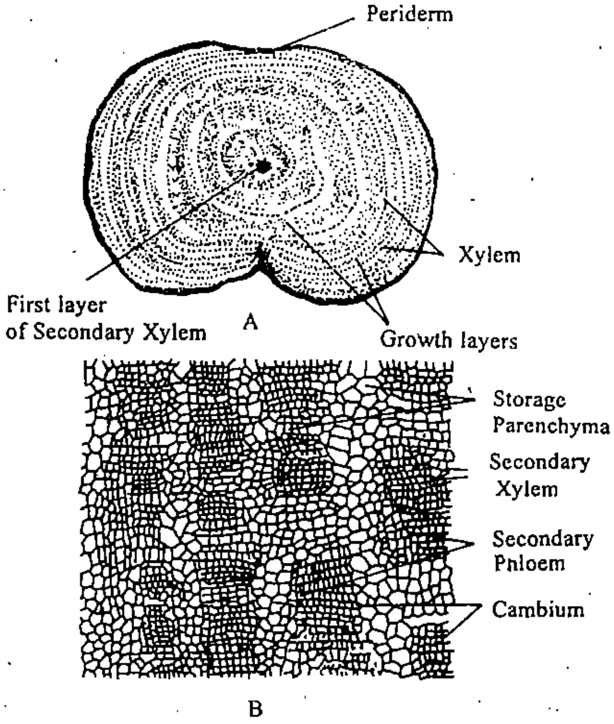
....

....

10.10.2 जड़ों में

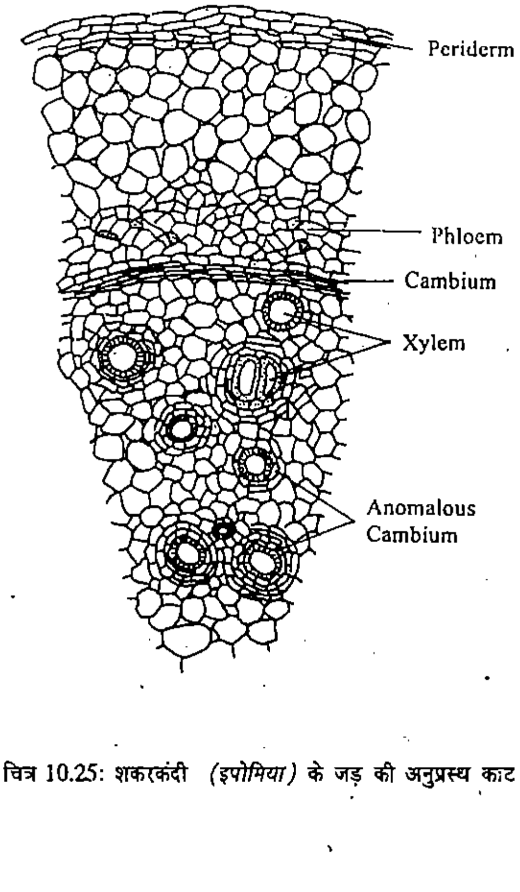
कैम्बियम के परिवर्ती रूप कुछ पौधों की जड़ों में भी पाए जाते हैं विशेषकर ऐसी जड़े जो भंडार का काम करतीं हैं।

क) *बीटा वलगैरिस (Beta vulgaris)* यानी चुकंदर की जड़ों में पहले कैम्बियम वलय प्राथमिक जाइलम पैचों के नजदीक विकसित होते है, जो अंदर की ओर द्वितीयक जाइलम तो बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोएम बनाती है। जल्द ही इसकी क्रियाशीलता रूक जाती है। इसके बाद परिरंभ की कोशिकाओं और फ्लोएम से एक द्वितीयक कैम्बियम वलय बनता है। अब कई संकेन्द्री कैम्बियमों का निर्माण होता है। सभी कैम्बियम परतें अपना प्रकार्य जारी रखती हैं और भारी मात्रा में भंडारण मृदूतक व जाइलम और फ्लोएम के रज्जुओं को बनाते हैं। हालांकि कैम्बियम संतत वलयों में रहते हैं, फिर भी वे पृथक बंडल बनाते हैं जो संयोगी ऊतकों से घिरे रहते हैं। ये बंडल मृदूतक के चौड़े अरीय पैनलों द्वारा एक दूसरे से अलग रहते हैं, जिनका निर्माण नव-निर्मित कैम्बियम की क्रियाशीलता की वजह से होता है। इस तरह प्रचोर्दभवित परिरंभ और संवहन बंडलों की एकांतरी पट्टियां बन जाती है जिन्हें क्रमशः गहरे रंग और हल्के रंग के वलयों के रूप में देखा जा सकता है। संवहन बंडल भी मृदूतकों होते हैं जिनके जाइलम में लिनिनयुक्त कुछ तत्त्व मौजूद रहते हैं (चित्र 10.24)।



चित्र 10.24: A. चुकंदर की जड़ की अनुप्रस्थ काट B. जड़ों का आवर्धित भाग

ख) शकरकंद की जड़ (*इपोमिया बटाटस*) में (कुल कोनवोल्वलेसी) द्वितीयक वृद्धि अनूठी होती है (चित्र 10.25)। जाइलम में प्रचुर मात्रा में मृदूतक पाया जाता है। द्वितीयक कैम्बियम अलग-अलग वाहिका या वाहिका समूहों के इर्द-गिर्द मृदूतक में विकसित होते हैं। कैम्बियम वाहिकाओं की ओर तो वाहिकीय अवयवों को बनाते हैं और वाहिकाओं से दूर चालन नलिकाओं को। दोनों ही दिशाओं में भारी मात्रा में भंडारण मृदूतक बनता है। इस तरह फ्लोएम जड़ का ही एक अंश नजर आता है जो कि मूलतः जाइलम के रूप में विभेदित होता है।



चित्र 10.25: शकरकंदी (*इपोमिया*) के जड़ की अनुप्रस्थ काट

बोध प्रश्न 9

चुकंदर की जड़ों में गहरे और हल्के रंग के वलय किस तरह बनते हैं?

....

....

....

....

....

....

....

....

10.11 सारांश

- साधारणतया ऐसे पौधे जिनमें सिर्फ प्राथमिक वृद्धि होती है उनका आकार और आयुकाल सीमित रहता है। द्वितीयक वृद्धि बहुवर्षीय अनावृतवीजी और द्विबीजपत्री पौधों को व्यास में वृद्धि करने में सहायता करती है और उनकी ऊंचाई और वृद्धि आकार को आधार प्रदान करती है।
- प्राक्एधा रज्जु के प्राथमिक संवहन ऊतक में विभेदित हो जाने के बाद, सक्रिय मेरिस्टमी भाग प्राथमिक जाइलम और फ्लोएम के बीच स्थित रहते हैं जिनसे नए ऊतकों का निर्माण जारी रहता है। ये मेरिस्टमी ऊतक पूलीय कैम्बियम बनाते हैं।
- अर मृदूतक कोशिकाओं से संवहन कैम्बियमों के बीच में एक अंतरापूलीय कैम्बियम उत्पन्न होता है।
- पूलीय और अंतरापूलीय कैम्बियम आपस में मिल जाते हैं और संवहन कैम्बियम का एक संपूर्ण सिलिंडर बनाते हैं। कैम्बियम में अनुदैर्ध्य विभाजन होते हैं, जिससे तना अब मोटाई में ही वृद्धि करता है,।
- कई पौधों में तने की सतह के समीप कागजन विभेदन करता है। इससे काग और काग अस्तर बनते हैं। कार्क की कोशिकाओं की भित्ति में सुबेरिन होता है जो कोशिकाओं को गैस और तरलों के लिए अपारगम्य बना देता है। छाल वल्क के वातरंध्र गैस विनिमय में सहायक होते हैं।
- कॉर्क कैम्बियम उत्तरोत्तर गभीरतर ऊतकों में उत्पन्न हो सकता है : बाह्यत्वचा, वल्कुट और फ्लोएम
- काष्ठी द्विबीजपत्री पौधों के अधिकांश द्वितीयक ऊतक संकेन्द्री परतों में व्यवस्थित रहते हैं। सर्वाधिक स्पष्ट ऊतक काष्ठ (द्वितीयक जाइलम) है। शुरूआती काष्ठ में अपेक्षतया बड़ी वाहिकाएं होती हैं जबकि पश्च काष्ठ में लघुतर वाहिकाएं होती हैं या उसमें वाहिनियों की प्रमुखता होती है।
- साधारणतया वार्षिक वलय जाइलम की एक साल में हुई वृद्धि का मापदंड होता है। किसी वृक्ष और उसके परिस्थितिकीय अतीत के दूसरे पहलुओं को वार्षिक वलयों की ऊतकीय बारीकियों का अध्ययन करके जाना जा सकता है। पुराना काष्ठ काम करना बंद कर देता है और धीरे-धीरे मध्य में संचित होने लगता है। इससे 'अंतः काष्ठ या मृतक्रोड बन जाता है। जिसमें टाइलोसिस मौजूद रहते हैं और अधिक परिधि की ओर स्थित तरुण सजीव

काष्ठ रसदारू कहलाता है। वैज्ञानिकों ने यह साबित कर दिखाया है कि रसारोहण में सिर्फ एक या दो ही नवीनतम वार्षिक वलय शामिल रहते हैं।

- कुछ एकबीजपत्री पौधों में, जैसे *ऐगेव (Agave)*, वास्तविक द्वितीयक वृद्धि होती है। यह वृद्धि एक तरह का कैम्बियम करता है जो द्वितीयक संवहन बंडल और मृदूतक उत्पन्न करता है।

- कुछ खास किस्म के द्विबीजपत्री तनों में कैम्बियम के परिवर्ती रूप पाए जाते हैं जो उसमें असामान्य द्वितीयक वृद्धि लाते हैं। कैम्बियम के परिवर्ती निम्न स्थितियों से उत्पन्न होते हैं : i) कैम्बियम जब दीर्घस्थायी और उसकी स्थिति सामान्य हो, इसके उत्पादों में असामान्य विन्यास और अनुपात देखने में आता है। ii) कैम्बियम की स्थिति अपसामान्य हो मगर उसकी क्रियाशीलता सामान्य हो, iii) सहायक कैम्बियम का निर्माण और उसकी क्रियाशीलता iv) कैम्बियम की अपसामान्य क्रियाशीलता और स्थिति के कारण अंतः जाइलमी फ्लोएम की रचना।

- *इमोमिया बटाटास, बीटा वलगैरिस* आदि के जड़ों में भी कैम्बियम के परिवर्ती रूप पाए गए हैं।

10.12 अंत में कुछ प्रश्न

1. किसी पेड़ के तने में वक्ष तक की ऊंचाई पर अगर एक कील ठोक दी जाए, तो अगले 10 वर्ष के दौरान यह कील जमीन से उसी दूरी पर रहेगी या उससे और ऊपर या नीचे। क्यों, यह स्पष्ट कीजिए?

....

....

....

....

2. द्वितीयक वृद्धि किसे कहते हैं? द्विबीजपत्री और एकबीजपत्री पौधों में द्वितीयक वृद्धि की विधि समझाइए। इनकी द्वितीयक संरचनाओं समानताओ और भिन्नताओं को बताइए।

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

3. टाइलोसिस क्या हैं? इनकी रचना कैसे होती है?

....

....

....

....

....

....

....

....

....

....

4. फर्नीचर के लिए रसदारू की जगह कठोरकाष्ठ को चुने जाने के कुछ कारण बताइए।

....

....

....

....

....

....

....

....

....

5. द्वितीयक फ्लोएम की कुछ प्रमुख विशेषताएं बताइए।

....

....

....

....

....

....

....

6. परिचर्म क्या है? यह कैसे विभाजित होता और किन-किन ऊतकों की रचना करता है, समझाइए।

7. कॉर्क कैसे बनता है? व्यावसायिक कॉर्क की संरचना गुणधर्म और उपयोग बताइए। बोतल स्टॉपर बनाने में कॉर्क के अवयवों का दिक्‌विन्यास क्यों महत्त्वपूर्ण है?

8. वातरंध्र किन्हें कहते हैं? ये कैसे बनते हैं? इनके क्या प्रकार्य हैं?

). सहायक कैम्बियम के बनने और इसकी क्रियाशीलता के फलस्वरूप उत्पन्न संरचनात्मक असंगतता बताइए। उपयुक्त चित्र बनाइए।

). उन पौधों के नाम बताइए जिनमें अंतःजाइलमी (अंतर्विष्ट) फ्लोएम बनता है?

. जड़ों में असामान्य द्वितीयक वृद्धि की मुख्य विशेषताएं बताइए।

....

....

....

10.13 उत्तर

बोध प्रश्न 1

क) द्वितीयक वृद्धि नए ऊतकों के योजन से व्यास में होने वाली वृद्धि है। यह पार्श्विक मेरिस्टेम की क्रियाशीलता के फलस्वरूप होती है।

ख) द्वितीयक वृद्धि रंभीतरी और रंभ बाह्य दोनों भागों में होती है।

2. क) पूलीय कैम्बियम और अंतरापूलीय कैम्बियम

ख) संवहन एधा या कैम्बियम दो प्रकार की कोशिकाओं का बना होता है : **तर्कुरूप आदि** और **अर आदि। तर्कुरूप आदि** दीर्घित कोशिकाएं हैं जिनके सिरे शुंडाकार होते हैं। ये वाहिकीय अवयवों, रेशों, जाइलम और फ्लोएम मृदूतक व चालन घटकों में पाए जाते हैं।

अर आदि : तर्कुरूप आदि कोशिकाओं से काफी छोटी और लगभग समव्यासीय होती हैं। इनमें गहन धानीकरण पाया जाता है। कोशिका भित्ति में प्राथमिक गर्त क्षेत्र रहते हैं जिनमें जीवद्रव्यतंतु (plasmodasmata) पाए जाते हैं। अरीय भित्तियां स्पर्शरेखीय भित्तियों की तुलना में अधिक मोटी होती हैं।

ग) इकाई के भाग 10.3.2 को दोहराइए।

3. क) गलत, ख) सही, ग) सही।

4. क) द्वितीयक जाइलम को दो उपतंत्रों में बांटा जा सकता है : क) एक उपतंत्र क्षैतिज या अनुप्रस्थ होता है और दूसस ख) ऊर्ध्व होता है।

अनुप्रस्थ उपतंत्र जाइलम अरों का बना होता है। ऊर्ध्व उपतंत्र वाहिकीय अवयवों, रेशों और काष्ठ मृदूतक का बना रहता है। अरों की सजीव कोशिकाएं प्रायः परस्पर जुड़ी रहती है जिससे सजीव कोशिकाओं की एक संतत प्रणाली बनती है।

ख) **एकपंक्तिबद्ध अर :** अर जब एक कोशिका के बराबर चौड़ी होती है तो उसे एकपंक्तिबद्ध कहते हैं।

द्विपंक्तिबद्ध अर : अर जब दो कोशिका चौड़ी हो तो उसे द्विपंक्तिबद्ध अर कहते हैं। तने में ये अनुदैर्ध्य या अनुप्रस्थ रूप से व्यवस्थित रहती हैं मगर अधिकतर समूची सतह पर छितरी रहती है। भीतर और बाहर दोनों ओर से यह प्रायः उत्तल लेंस की तरह दिखाई देती है।

बहुपंक्तिबद्ध अर : यह दो कोशिकाओं से अधिक चौड़ी रहती है।।

ग) इमारती लकड़ी के व्यापार में द्विबीजपत्री पौधों के काष्ठ को कठोर काष्ठ और अनावृतबीजी पौधों के काष्ठ को मृदुकाष्ठ कहा जाता है। मगर ये शब्द काष्ठ की कठोरता को व्यक्त नहीं करते। ऊतकीय दृष्टि से द्विबीजपत्री काष्ठ में वाहिकाएं (vessels) तो होती हैं मगर अनावृतबीजी काष्ठ में ये नहीं होती हैं।

घ) काष्ठ का बड़ा हिस्सा रेशों या रेशे-वाहिनियों से बना होता है जो काष्ठ को मजबूती देते हैं। ऐसे काष्ठ घने और भारी होते हैं।

ङ) काष्ठ के अनेक उपयोग हैं जिन्हें नीचे बताया जा रहा है :

i) घरों की निर्माण सामग्री, खिड़कियां, दरवाजे, कैबिनेट, बॉक्सों, फर्नीचर बनाने में

ii) नाव, जहाज, मस्तूल बनाने में

iii) वाहनों की बॉडी, रेल के डिब्बों, स्लीपरों, पुलों के निर्माण में

iv) बिजली के खंभे

v) कला की कृतियाँ व कई पहलू काष्ठ में ही ढाले जाते हैं

vi) मूर्तियों व नक्काशी के काम में

vii) पैकिंग केस, माचिस

viii) वाद्य यंत्र

ix) सौंदर्य प्रसाधन, साबुन, इत्र और अगरबत्ती आदि काष्ठ से निकाले गए सुगंधित तेलों से बनाए जाते हैं।

बोध प्रश्न 5

क) सही ख) गलत ग) गलत

6. क (ii) ख (iv) ग (i) घ (iii)

7. **वातरंध्र :** परिचर्म में अपेक्षतया अदृढ़ कोशिकाओं के सीमित क्षेत्र। अपने अदृढ़ विन्यास, अनेक घटक कोशिकाओं के बड़े आकार की वजह से यह परिचर्म से ऊपर उभरे रहते हैं। वातरंध्र प्रायः तनों की तरुण शाखों व जड़ों में पाए जाते हैं। ये परिचर्म से आंतरिक ऊतकों और वायुमंडल के बीच गैसों के विनिमय में लगे होते हैं।

   पूरक कोशिकाएं : ये अधोरंध्री कोशिकाओं और वातरंध्रों के कागजन द्वारा बाहर की ओर निर्मित कोशिकाओं के विभाजन से व्युत्पन्न होती हैं। ये विभाजन जैसे-जैसे आगे बढ़ते हैं, पूरक कोशिकाओं के पिंड बाहर की ओर धकेल दिए जाते हैं और अंगतंत्र की सतह से ऊतक उभर आते हैं।

8. कैम्बियम के परिवर्ती निम्न प्रकार के होते हैं :

i) कैम्बियम दीर्घस्थायी और स्थिति में सामान्य होता है मगर इसके उत्पादों में असामान्य विन्यास और अनुपात देखा जाता है।

ii) कैम्बियम स्थिति में तो अपसामान्य मगर क्रियाशीलता में सामान्य होता है।

iii) सहायक कैम्बियम के निर्माण व उसकी क्रियाशीलता के कारण उत्पन्न असंगतता

iv) कैम्बियम की विपथी क्रियाशीलता और स्थिति के फलस्वरूप अंतः जाइलमी फ्लोएम के निर्माण से उत्पन्न असंगतता।

9. चुकंदर में पहले निर्मित कैम्बियम की क्रियाशीलता जल्दी ही रूक जाती है। फिर कई संकेन्द्री कैम्बियमों का निर्माण होता है। कैम्बियम की सभी परतें अपना प्रकार्य बराबर जारी रखती हैं और भारी मात्रा में भंडारण मृदूतक व जाइलम और फ्लोएम के रज्जुओं को उत्पन्न करते हैं। कैम्बियम हालांकि संतत होते हैं मगर ये पृथक बंडल बनाते हैं जो संयोगी ऊतक से घिरे रहते हैं। ये बंडल एक-दूसरे से मृदूतक के अरीय पैनलों द्वारा भी पृथक रहते हैं। इस तरह प्रचुरोद्भवित परिरंभ और संवहन बंडलों की एकांतरी पट्टियां बनती हैं जिन्हें क्रमशः गहरे रंग और हल्के रंग के वलयों के रूप में देखा जाता है।

अंत में कुछ प्रश्न

1. तना ऊंचाई में प्ररोह शिखाग्र मेरिस्टेम की क्रियाशीलता के कारण बढता है। अगर तने में कील टोकी जाती है तो यह हमेशा उसी ऊंचाई पर ही बनी रहेगी। कील अंततः तने के मोटाई में बढ़ने से अंतः स्थापित हो जाती है। आप शिखाग्र मेरिस्टेम और संवहन कैम्बियम की क्रियाशीलता में अंतर देख सकते हैं।

2. द्विबीजपत्री पौधों में तना प्रायः मोटाई में वृद्धि संवहन कैम्बियम की क्रियाशीलता की वजह से करता है। इस वृद्धि को द्वितीयक वृद्धि या द्वितीयक स्थूलन कहते हैं।

द्विबीजपत्री तना	एकबीजपत्री तना
1. पार्श्विक मेरिस्टेम जुड़ जाता है और संवहन कैम्बियम बनाता है जो द्वितीयक ऊतकों को बनाता है।	1. कुछ एकबीजपत्री पौधों में यह द्वितीयक मेरिस्टेम होता है।
2. कैम्बियम द्वितीयक जाइलम को अंदर की तरफ और द्वितीयक फ्लोएम को बाहर की ओर से बनाता है।	2. संवहन कैम्बियम सिर्फ मृदूतक बनाता है। इनमें से कुछ मृदूतक अवयव संवहन बंडल में विभेदित होते हैं और मृदूतक या संयोगी ऊतकों में अंतः स्थापित रहते हैं।
3. उदाहरण : अधिकांश द्विबीजपत्री काष्ठी पौधे जैसे *हेलिएंथस*, *बोगेनविलिया*	3. उदाहरण : कुल *ड्रैसीना*, *एगेव* इत्यादि।

3. इकाई का भाग 10.5.2 देखिए।

4. सजीव मृदूतक युक्त द्वितीयक जाइलम के बाहरी भाग को रसदारू कहते हैं। लगभग सभी वृक्षों में मध्य भाग मृत मृदूतक का बना होता है जो जल का चालन करना बंद कर देता है। इसे अंतः काष्ठ कहते हैं। अंतः काष्ठ जीवद्रव्यक के विघटन, कोशिका रस के ह्रास, संचित पदार्थों के जलअपघटन और टाइलोसिस के बनने के बाद बनता है। टाइलोसिस कोशिका को पूरी तरह से अवरूद्ध कर देते हैं। तेल, गोंद, रेजिन, टैनिन अंतः काष्ठ में संचित रहते हैं जो इसे बेहद चिरस्थायी बनाते हैं। इसीलिए अंतःकाष्ठ को रसदारू की जगह फर्नीचर बनाने के लिए अधिक पसंद किया जाता है।

5. इकाई के 10.6 भाग को दोहराइए।

6. इकाई के भाग 10.8 को दुबारा पढ़ें।

7. कॉर्क द्वितीयक ऊतक का एक महत्त्वपूर्ण भाग है जिसे परिचर्म कहा जाता है। यह तीन भागों बंटा होता है

   i) कागजन – कॉर्क कैम्बियम

   ii) काग – कॉर्क जिसे कागजन द्वारा अपकेन्द्रितः उत्पन्न किया जाता है।

   iii) काग अस्तर – कुछ जातियों में मृदूतकी ऊतक, जो कागजन द्वारा उत्पन्न होता है।

कागजन अपाक्षीत काग के रूप व्युत्पन्नों को बनाता है। काग या कॉर्क कोशिकाएं प्रायः बहुभुजी और अरीय चपटी पाई जाती हैं। कोशिकाएं ठोस अरीय पंक्तियों में व्यवस्थित रहती है जिनमें अंतरकोशिकीय अंतराल नहीं होते। कार्क कोशिकाएं मृत होती हैं। कुछ कोशिकाएं खोखली और पतली भित्तियुक्त और कुछ अरीय गोलाकार पाई जाती है। अन्य स्थूल भित्तिय और अरीय रूप से चपटी रहती हैं। इस तरह की कॉर्क कोशिकाएं अकसर काले रेजिनयुक्त या टैनिनयुक्त पदार्थ से भरी रहती हैं।

अधिकांश व्यावसायिक कॉर्क *क्वेर्कस सबेर* से निकाला जाता है। इस जाति में कागजन अधिचर्म

ें उत्पन्न होता है। जब पेड़ 20 वर्ष का और व्यास में 40 सेमी हो जाता है तो प्रथम-निर्मित ारिचर्म को निकाल लिया जाता है। वल्कुट के कुछ मिलीमीटर अंदर एक नया कागजन विभेदन करता है। यह कैम्बियम बड़ी तेजी से विभाजन करता है और 10 वर्ष में यह व्यावसायिक प्रयोग का एक काफी मोटी कॉर्क बना लेता है।

ॉर्क का व्यावसायिक महत्त्व है क्योंकि यह गैसों और तरल के लिए अपारगम्य होता है। साथ ी इसमें मजबूती, लचीलापन और हल्कापन होता है।

. इकाई के भाग 10.9 को देखें।

. कभी-कभी पौधों में असामान्य द्वितीयक वृद्धि सहायक कैम्बियमों के निर्माण और उनकी क्रियाशीलता के कारण होती है। दो प्रकार के संवहन ऊतक पाए जाते हैं i) एक खोखला सिलिंडर या ii) अनियमित विन्यास में व्यवस्थित बंडल। इनकी कैम्बियम क्रियाशीलता बंद हो जाती है और बाहर परिरंभ में एक बंडल यानी नया द्वितीयक कैम्बियम उत्पन्न होता है। कैम्बियम अभिकेन्द्रितः ऊतकों को बनाता है, जो असंवहन ऊतक में अंतः स्थापित बंडलों को बने होते हैं। ये बंडल संकेन्द्री वलयों में व्यवस्थित या अनियमित हो सकते हैं।

). अंतः जाइलमी फ्लोएम इन पौधों में पाया जाता है :

ऐविसेनिया, थंबर्गिया, बोगेनविलिया, सैल्वाडोरा

. इकाई के भाग 10.10.2 को देखिए।

इकाई 11 पादप ऊतक और अंग संवर्धन

इकाई की रूपरेखा **पृष्ट संख्या**

11.1 प्रस्तावना 98

उद्देश्य

11.2 तकनीक 99

अजर्म संवर्धनों का समारंभन

संवर्धन माध्यम

संवर्धन परिस्थितियां

11.3 ऊतर्क संवर्धनों की स्थापना 104

निलंबन संवर्धन

एकल कोशिका संवर्धन

11.4 कोशिकीय पूर्णशक्तता 109

अंग विकास

कायिक भ्रूणोद्भवन

11.5 अनुप्रयोग 112

विरल संकरों का उत्पादन

कायिक संकरण

अगुणित उत्पादन

क्लोनी प्रवर्धन

रोगमुक्त पौधों का उत्पादन

अन्य अनुप्रयोग

11.6 सारांश 123

11.7 अंत में कुछ प्रश्न 123

11.8 उत्तर 124

11.1 प्रस्तावना

पिछली इकाइयों में आपने पढ़ा कि कोशिकाएं स्वतः नियामक विधि से वृद्धि और विभाजन करती हैं। फिर ये विविध ऊतकों और अंगों में विभेदित होती हैं। यह संकल्पना कि किसी अंग की कोशिकाएं पूर्णशक्त (totipotent) होती है श्लीडन (shleiden) और श्वान (schwann) ने अपने कोशिका सिद्धांत में रखी थी। एक पूर्णशक्ति कोशिका एक संपूर्ण पौधों में पुनर्जनन करने में सक्षम होती है। इस इकाई में आप जानेंगे कि पादप ऊतक संवर्धन तकनीकों के जरिए कोशिका सिद्धांत के बुनियादी मतों को प्रायोगिक रूप से किस प्रकार प्रमाणित किया गया है।

पादप कोशिका संवर्धन में, विलगित जीवद्रव्यक (कोशिका भित्तिहीन कोशिकाएं), कोशिकाएं, ऊतक या अंगों को एक कृत्रिम पोषण माध्यम में नियंत्रित ताप और प्रकाश में अजर्मी स्थिति में लगाया जाता है। गाटलीब हेबरलाँट नामक एक जर्मन पादप शरीरज्ञ और शरीरक्रियाविज्ञानी ने पहले पहल अनेक पुष्पों की विलगित पर्णमध्योतक कोशिकाओं को उगाने का प्रयास किया था। कोशिकाओं ने आकार में वृद्धि पाई, स्टार्च का संश्लेषण किया और एक महीने तक जीवित रही। मगर वे विभाजन नहीं कर पाईं। उनकी असफलता दो कारणों से हुई होगी: 1 प्रायोगिक सामग्री के रूप में अति विभेदित कोशिकाओं का चयन और 2. कोशिका विभाजन को बढ़ाने वाले

पादप वृद्धि पदार्थो के ज्ञान की कमी। कुछ महत्वपूर्ण खोजों की सहायता से पादप ऊतक संवर्धन की प्रगति तब से बड़ी तेज रही है। ये खोजे हैं 1. पादप वृद्धि में बी विटामिनों के महत्व को मान्यता, 2. प्राकृतिक वृद्धि नियामक के रूप में ऑक्सिन नामक हार्मोन की पहचान और 3. साइटोकाइनिनों की खोज। ह्वाइट ऐसे पहले वैज्ञानिक थे जिन्हें संवर्धन माध्यम में विटामिन-बी मिलाते रहने पर टमाटर जड़ों के सतत वर्धनशील संवधनों को स्थापित करने में सफलता मिली थी।

शुरू शुरू में पादप ऊतक संवर्धन अध्ययनों में मुख्य चिंता का विषय संबंधित कोशिकाओं और अंगों में विभाजन को प्रेरित करना और सतत वर्धनशील ऊतक संवर्धो की स्थापना के लिए पोषण और हार्मोन आवश्यकताओं को इष्टतम बनाना था। कालांतर में पादप ऊतक संवर्धन को कार्यिकी और जीवरसायन की बुनियादी समस्याओं और विभेदन के जटिल प्रक्रम को अध्ययन करने के लिए एक शोध अस्त्त के रूप में काम लाया गया। मगर इस खोज ने किसी भी सजीव पादप कोशिका से एक संपूर्ण पौधे का पुनरोद्भवन किया जा सकता है, पादप ऊतक संवर्धन तकनीक को एक प्रधान प्रौद्योगिकी का दर्जा दे दिया है जो कृषि और पादप बायोटेक्नोलॉजी में महत्वपूर्ण योगदान कर रही है।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आपः

- पादप कोशिका और ऊतक संवर्धन के अर्जम परिचालन या हेरफेर में काम लाई जाने वाली विधियों के बारे में बता सकेंगे,
- पादप ऊतक और अंग संवर्धन की विधियों को, ऊतकों और कोशिकाओं के संवर्धन में अनुप्रयोग कर पायेंगे,
- पादप ऊतकों की वृद्धि और विभेदन में पादप वृद्धि नियामकों की भूमिका को उचित ठहरा सकेंगे,
- पात्रे भ्रूणोद्भवन और अंगविकास में अंतर बता सकेंगे,
- कृषि, बागवानी और उद्योग में पादप ऊतक संवर्धन के अनुप्रयोग के बारे में चर्चा कर सकेंगे,

11.2 तकनीक

एक मानक ऊतक संवर्धन प्रयोगशाला में कांच के साज सामान को धोने और भंडारण करने, पोषण माध्यम को तैयार करने और भंडारण पादप सामग्री के अजर्म हेरफेर, नियंत्रित तापमान, प्रकाश और आर्दता में संवर्धनों के रख-रखाव की सुविधाएं होनी चाहिए। कम से कम दो अलग अलग प्रयोगशालाएं या कमरे हों जिनमें से एक कांच के साज सामान को धोने और उनके भंडारण और संवर्धन माध्यम तैयार करने के लिए और दूसरा संवर्धो को रखने के लिए फिर पादप संवर्धन के दौरान वातावरण को निर्जर्म या रोगाणुहीन बनाए रखना भी बहुत जरूरी है। रोगाणुक संदूषण से बचने के लिए कुछेक सावधानियां बरतने से आपको प्रयोगों को दोहरा कर प्रयोगशाला के कीमती समय को बर्बाद नहीं करना पड़ेगा। नीचे के उपभागों में हम आपको 1. अर्जम तकनीक के समारंभ 2. संवर्धन माध्यम और 3. संवर्धन परिस्थितियों के बारे में बताएंगे।

11.2.1 अजर्म संवर्धनों का समारंभन

पादप ऊतक संवर्धन के लिए काम में लाया जाने वाला पोषण माध्यम (आधारी माध्यम) जीवाणु और कवकों से सूक्ष्म-जीवों की विशाल वृद्धि को भी आधार देता है। ऊतक और संवर्ध अध्ययनों के लिए जिस आधारी माध्यम का सबसे ज्यादा उपयोग होता है वह मुराशिगे और स्कूज

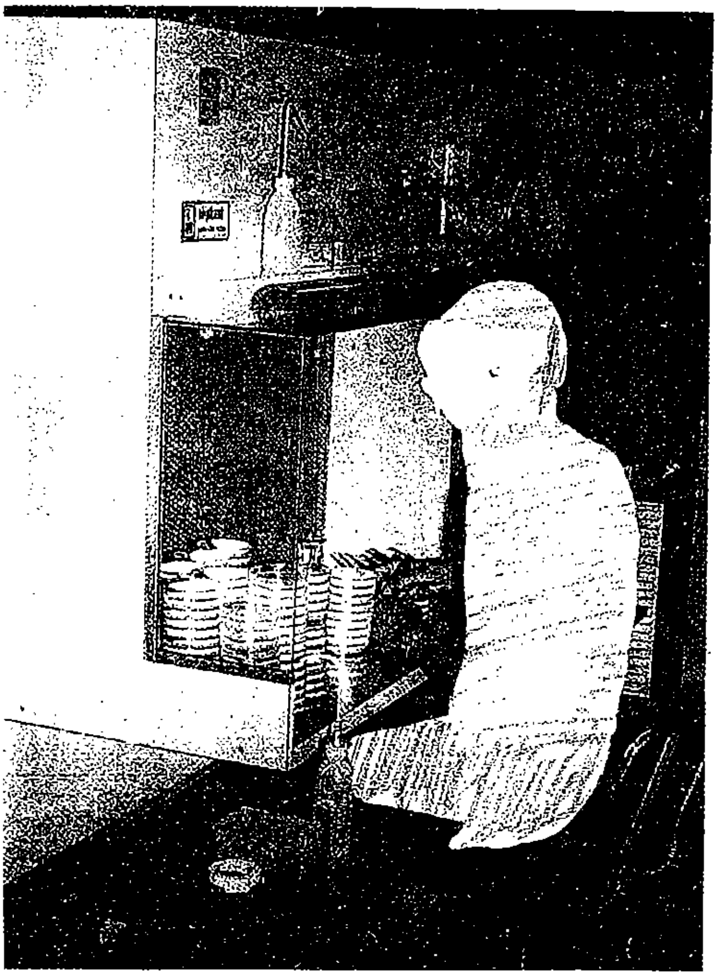
(1962) का है। इस माध्यम में पहुंचकर ये रोगाणु या सूक्ष्मजीव पादप कोशिकाओं से कहीं ज्यादा तेज गति से वृद्धि करते हैं और ऊतक सतहों को ढक उसकी वृद्धि को रोक देते हैं। अंततः ऊतक मर जाता है। ये सूक्ष्मजीव शुरूआत से ही माध्यम में मौजूद हो सकते हैं। इसलिए इन्हें मारने के लिए माध्यम युकत संवर्ध पात्र को डाट लगाकर अच्छी तरह से बंद और 121° सें. पर 15–20 मिनट के लिए दाब में वाष्प तापन कर ऑटोक्लेवित कर लिया जाता है। माध्यम को लघु मात्राओं में निर्जर्मन करने के लिए प्रेशर कुकर का भी प्रयोग किया जा सकता है। अगर आप ऐसे संवर्ध पात्र का इस्तेमाल करते हैं जो पहले से ही निर्जर्मित हो अगर जिसे ऑटोक्लेवित न किया जा सके तो इस दशा में माध्यम को 100 से 1000 मिली. आयतन वाले कॉनिंग या पाइरेक्स फ्लास्क या फिर बोतलों में ऑटोक्लेवित किया जाता है। इसके बाद निर्जर्मित माध्यम को अजर्म परिस्थितियों में संवर्ध पात्रों में उडेल दिया जाता है। यह ध्यान रखिए कि माध्यम के अधिकतर घटक ऊष्मा स्थायी होते हैं जिन्हें आटोक्लेवन से पहले माध्यम में मिलाया जा सकता है। जिबेरेलिक अम्ल, ऐब्सिसिक अम्ल, जिएटिन (Zeatin) और कुछ विटामिन ताप अस्थिर (thermolabile) होता है। यानि उन्न ताप में वे बड़ी तेजी से निम्नीकृत हो जाते हैं। इस प्रकार के यौगिकों के घोलों को निर्जर्मित करने के लिए पहले जीवाणु रोधी 0.2 से 0.45 छिद्रकर वाली छनित्र झिल्ली से गुजारा जाता है। इसके बाद इन्हें 60° सें. ताप पर ठंडे किए गए ऑटोक्लेवित माध्यम में मिलाया जाता है।

संवर्धन शुरू करने में प्रयुक्त होने वाले ऊतकों के टुकड़े, जिन्हें कर्तोतक (Explant) कहते हैं, संवर्धो के संदूषण का मुख्य स्त्रोत है। कर्तोतक की सतह पर वाहित होने वाले सूक्ष्म जीवों को नष्ट करने के लिए कर्तोत्कों को माध्यम मेम सरोपण (inoculation) करने से पहले उसकी सतह को अच्छी तरह से निर्जमित कर लिया जाता है। सोडियम हाइपोक्लोराइट और मरक्यूरिक क्लोराइड सबसे ज्यादा इस्तेमाल होने वाले सतह निर्जर्मन अभिकार्मक है। सोडियम हाइपोक्लोराइट को साधारणतः 2 प्रतिशत के सांद्रण में 5.30 मिनट के लिए प्रयोग किया जाता है। ताने के टुकड़ों और बीजों जैसे कठोर ऊतकों सीधे को ही निर्जर्मक (Sterilants) के सम्पर्क में छोड़ दिया जाता है। मगर भ्रूण और प्ररोह अग्र जैसे कोमल ऊतकों को सतह निर्जमित पादप भागों से विच्छेदित कर लिया जाता है। ट्राइटॉन -x या ट्वीन-80, जैसे सतह निर्जर्मक की कुछेक बूंदे निर्जर्मक घोल में मिलाने पर निर्जर्मक अभिकर्मक की प्रभाविता बढ़ जाती है। निर्जर्मक घोल से अभिक्रियित किए जाने वाले पादप सामग्री की निर्जर्म आसुत जल से कई बार साफ कर निर्जर्मक के सभी अवषेषों को धो लिया जाता है।

ऊतक के सतह निर्जमन के बाद सभी हेरफेर अर्जर्म परिस्थितियों में किए जाते हैं। इस उद्देश्य के लिए आजकल एक पटलीय वातावाहित कैबिनेट (Laminar air flow cabinet) का इस्तेमाल किया जाता है (चित्र 11.1)। वायु को एक जीवाणिक फिल्टर के जरिए कैबिनेट में वायु प्रणोदित किया जाता है। यह वायु समान गति से पटल के ऊपर बाहर और आगे की ओर प्रवाहित होती है। काम शुरू करने से पहले कैबिनेट में कार्य पटल को एथेनॉल (70-80%) से भीगी रूई से साफ कर लेते हैं। संरोपण के लिए सामग्री तैयार करने के काम आने वाले उपकरणों जैसे चिमटी, सुइयां और स्टील छूरियों को एथेनॉल में डुबोकर आग की लो में निर्जर्मित कर लिया जाता है। यह काम शुरू करने से पहले और उसके बीच में कई बार किया जाता है। यहां तक कि प्रयोगकर्ता के हाथों को भी अल्कोहल में डुबा कर हवा में सुखा निर्जर्मित कर लिया जाता है।

11.2.2 संवर्ध माध्यम

प्रकृति में हरे पौधे अपनी वृद्धि विकास के लिए जरूरी कार्बानिक यौगिकों का संश्लेषण करने में सक्षम होते हैं। ये यौगिक वे मिट्टी से अवशोषित खनिज, पोषक तत्वों और पानी और वायुमंडल से प्राप्त CO_2 से बनाते हैं। मगर ऊतक संवर्ध में कोशिकाओं की सामान्य जैवसंश्लेषण क्षमता कमजोर पड़ जाती है। इसलिए उन्हें संवर्ध माध्यम में ही सभी आवश्यक कार्बानिक अकार्बनिक पोषक तत्वों (सुक्रोस सहित) और वृद्धि नियामकों खास तौर से ऑक्सिन और साइटोकाइनिन को प्रदान कराना जरूरी है।



चित्र 11.1 : प्रयोग के लिए तैयार पटलीय वात-वाहित कैबिनेट।

ऊतक संवर्धो की इष्टतम वृद्धि के लिए पोषण आवश्यकताएं स्त्रोत (पादप) के साथ बदल सकती है। यह कर्तोतक की उम्र और विकास के चरण पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए एकदम नए भ्रूणों को परिपक्व भ्रूणों की तुलना में माध्यम के अधिक विस्तृत घटकों की जरूरत पड़ती है। इसी तरह एकल की संवर्धन आवश्यकताएं प्रेरोहों से ज्यादा जटिल होती है।

संघटन : एक मानक पादप ऊतक संवर्ध माध्यम (आधारी माध्यम) में सभी आवश्यक स्थूल तत्व (कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, फ़ासफोरस, सल्फर, कैल्शियम, पोटैशियम, और मैग्नीशियम) और लोह और सूक्ष्मतत्व (लोह, मैगनीज, तांबा, जस्ता बोरॉन और मॉलिब्डेनम) मौजूद होते हैं मगर उनके लवणों की सांद्रता भिन्न संपूरणों में अलग अलग होती है। इसके अलावा कुछ विटामिन और सुक्रोस (2-3%) पादप ऊतक संवर्ध माध्यम का संघटन जिसे विभिन्न एकबीजपत्री और द्विबीजपत्री जातियों के लिए संतोषप्रद पाया गया है उसे तालिका 11.1 में दिया गया है।

पोषक तत्वों के अलावा, संवर्धित सामग्री की अच्छी वृद्धि को आधार देने के लिए साधारणतया एक या दो पादप वृद्धि नियामकों (plant growth regulators-PGRs) की जरूरत पड़ती है। ऊतक संवर्धन माध्यमों में सबसे ज्यादा प्रयोग किए जाने वाले PGR ऑक्सीन (2,4-D, IAA, NAA, IBA) और साइटोकाइनिन (BAP, काइनेटिन) है। PGR ख़ासकर कैलस् ऊतकों की वृद्धि अंगविकास/भ्रूणोद्भवनी विभेदन के लिए महत्वपूर्ण है। माध्यम को आम तौर से 0.8 जीवाण्वीय ऐगार द्वारा जेलयुक्त किया जाता है।

तालिका 11.1 : पादप ऊतक संवर्धन अध्ययनों में व्यापक रूप से प्रयोग होने वाले मुराशिगे और स्कूज (MS) आधारी माध्यम का संघटन।

घटक	सांद्रण (mg/l)
A अकार्बनिक घटक	
$NH_4 NO_3$	1,650.00
KNO_3	1,950.00
$CaCl_2, 2H_20$	440.00
$MgSO_4, 7H_2O$	370.00
$KH_2 PO_4$	170.00
B लौह	
$FeSO_4 7H_2O$	27.80
$Na_2ED7A_2 H_2O$	37.30
C सूक्ष्म पोषक तत्व	
$MnSO_4 4H_2O$	22.30
$ZNSO_4. 7H_2O$	8.60
$H_3 BO_3$	6.20
KI	0.83
$Na_2MOO_4.2H_2O$	0.25
$CuSO_4, 5H_2O$	0.025
$COCl_2. 6H_2O$	0.025
D कार्बनिक घटक	
मायो इनोस्टॉल (Myo-inositol)	100.00
ग्लाइसिन (Glycine)	2.00
निकोटिनिक अम्ल	0.50
पाइरिडॉक्सिन- HCl	0.50
थायेमीन- HCl	0.10
सुक्रोस	30,000.00
Agar	8,000.00

तैयारी : घटकों से परिचित हो जाने के बाद माध्यम को तैयार करना बिल्कुल सरल है। कई पादप ऊतक संवर्ध माध्यक अब शूष्क चूर्ण के रूप में बाजार में मिलने लगे हैं, जिसमें वृद्धि नियामकों सुक्रोस और ऐगार को छोड़ सभी संघटक होते हैं। संवर्धो के दैनिक रख रखाव के लिए इनको तैयार करना बड़ा ही सुविधाजनक होता है। सामान्यतया प्रमुख अकार्बनिक पोषक तत्वों (200 गुना सांद्रित 20 X में अभिव्यक्त) सूक्ष्मअकार्बानिक पोषक तत्व (200 X सांद्रित) लोह (200 X सांद्रित) और सुक्रोस को छोड़ कार्बानिक पोषक तत्वों के सांद्रित स्टॉक घोल तैयार किए जाते हैं और उन्हें फ्रिज में 4° सें. ताप पर रख दिया जाता है। हरेक वृद्धि नियामक के लिए अलग अलग स्टॉक घोल तैयार और भंडारण किए जाते हैं। यह सांद्रित को उचित विलायक की अल्पमत मात्रा में घोल कर और अंतिम आयतन को आसुत जल में समायोजित करके किया जाता है।

माध्यक की तैयारी के लिए एक सामान्य संलेख यहां दिया जा रहा है :

1- माध्यम के बनाए जाने से एक दिन पहले ही स्टॉक घोल तैयार कर लीजिए।

2- ऐगार और सुक्रोस की आवश्यक मात्रा तोल कर उसे माध्यम के अंतिम आयतन के तीन चौथाई के लगभग पानी में एक स्नान टब में गर्म कर या निम्न दाब पर ऑटोक्लेवन के द्वारा घोल लें।

3- विलोड़क पर रखे उपर्युक्त घोल में प्रत्येक स्टॉक घोल की आवश्यक मात्रा पिपेट द्वारा डाल लें।

4. आसुत जल मिलाकर माध्यम का अंतिम आयतन तैयार कर लें।

5. 0.1–0.5 N NaOH या HCl से pH को 5.8 पर समायोजित कर लें।

11.2.3 संवर्धन परिस्थितियां

उपयुक्त ट्रे या रैकों में रखे हुए संवर्धन पात्रों को नियंतित्र ताप और प्रकाश की स्थिति में साफ सुथरे संवर्धन कदन में शैल्फों में रखा जाता है। अगर संभव हो तो सापेक्षिक आद्रता 50% से कम नहीं गिरनी चाहिए ताकि माध्यम का द्रुत शुष्कन न हो पाए। ऊष्मायन के दौरान संवर्धो को संक्रमण से मुक्त रखने के लिए संवर्धन कक्ष धूल मुक्त हो। कक्ष में अकसर दोहरे दरवाजे लगे होते हैं और लोगों के प्रवेश को सीमित रखा जाता है।

प्रकाश और ताप की आवश्यकता में काफी भिन्नता होती है। उच्च तुंगता या ऊंचाई पौधों तथा मरूस्थली जातियों के संवर्ध 25° से 28° से. के तापमान पर अच्छी तरह से वृद्धि करते हैं। मगर पराग भ्रूणोद्‌भवन के प्रेरण में उच्च तापमान (35° से.) की जरूरत पड़ती है। जैसा कि पहले बताया जा चुका है हर ऊतक और प्ररोहों में भी सक्रिय प्रकाश संश्लेषण नहीं देखा जाता। वे अधिकतर परपोषित ही होते हैं। कैलस या कर्तोतको से प्ररोहों के विभेदन और सहायक प्ररोह प्रचुरोद्‌भवन को प्रकाश बढ़ावा देता है। कैलस की व्याख्या एक ऊतकों के एक अनभिज्ञात पिंड के रूप में की जाती है जो बनावट, आकृति और वृद्धि दर में व्यापक भिन्नता लिए है। ऐसे संवर्धो को प्रदीप्त ट्यूबों से मिलाने वाली (1–3 K लक्स की) सतत विसरित प्रकाश में बनाए रखे जाने चाहिए।

आपको जान लेना चाहिए कि अगठित कैलस और नव पृथक्कृत जीविद्रव्यक संवर्ध अक्सर प्रकाश के प्रति संवेदनशील होते हैं। इसलिए उनका ऊष्मायन अंधकार में किया जाता है। पूर्ण अंधकार मूलोत्पत्ति और पराग और कायिक भ्रूणोद्‌भवन के आरंभिक चरणों के लिए अनुकूल है।

बोध प्रश्न 1

क) पादप ऊतक संवर्धन के लिए प्रयोग होने वाले पोषक माध्यमों को निर्जमित किया जाना बेहद महत्वपूर्ण क्यों है?

ख) नीचे दिए गए कथनों में से गलत को छांटिए :

1. कई अवांछित सूक्ष्मजीवी संवर्ध माध्यम को अपनी वृद्धि के लिए उपयुक्त पाते हैं और विभिन्न पोषक तत्वों के लिए पादप ऊतक से स्पर्धा करते हैं।

2. सतह निर्जर्मन का मुख्य उद्देश्य संवर्धन के लिए रखे गए पादप तंत्र को कम से कमतर क्षति पहुंचाते हुए सभी सूक्ष्मजीवों को दूर करना है।

3. पादप ऊतक को अपनी वृद्धि के लिए अक्सर एक संपन्न माध्यम की आवश्यकता होती है, संदूषकों के रूप में सूक्ष्मजीवों की उपस्थिति परिणामों के निर्वचन को उलझा सकता है।

4. संरोपण से पहले माध्यम को ऑटोक्लेवित करना आजकल एक फैशन सा हो गया है। निर्जर्मित माध्यम को एक बेहतर रूप दिया जाता है।

ग) कुछ यौगिक ताप-अस्थायी होते हैं और उन्हें एक जीवाणुरोधी फिल्टर से गुजरने के बाद किसी निर्जर्मित माध्यम में अलग अलग मिलाया जाता है। ताप अस्थायी से आप क्या समझते हैं?

घ) निम्न में कौन सा कथन सही है:

1. ताप अस्थायी वे यौगिक हैं जो ताप के संपर्क में आने पर भी अपनी रासायनिक संरचना और क्रियाशीलता अक्षुण्ण बनाए रखते हैं।

2. जीवाणुरोधी फिल्टर झिल्ली से निकल सकने वाले यौगिकों को ताप अस्थायी यौगिक कहते हैं।

3. कुछ यौगिक तभी क्रियाशील होते हैं। जब उन्हें जीवाणुरोधी फिल्टर झिल्ली से निकाला जाए। ऐसे यौगिकों को तापस्थायी यौगिक कहते हैं।

4. ताप अस्थायी वे यौगिक हैं जो माध्यम ऊष्मा की क्रिया द्वारा नष्ट हो जाते हैं या उनकी अभिलाक्षणिक विशेषताएं खत्म हो जाती है।

ङ.) इस भाग में आपने कर्तोतक शब्द का प्रयोग किया है। बताइए कि निम्न में से कौन सा कथन इस शब्दावली को सबसे अच्छी तरह से परिभाषित करता है।

1. पौधा जो ऊतक संवर्ध के लिए एक संरोप के स्रोत का काम करता है।

2. एक कृत्रिम माध्यम में उगाए गए ऊतक संवर्ध से प्राप्त पादप।

3. ऊतक के टुकड़े जिन्हें संवर्धन के समारंभन के लिए काम में लाया जाता है।

4. माध्यम जिससे संवर्धन में पादप अंगों को पोषक तत्व मिलते हैं।

च) खाली स्थानों में सही शब्द भरिए:

1. पोषक तत्वों के अलावा कैलस वृद्धि और अंगविकासी। भ्रूणोद्भवनी. निर्माण के लिए एक या अधिक .... की जरूरत पड़ती है।

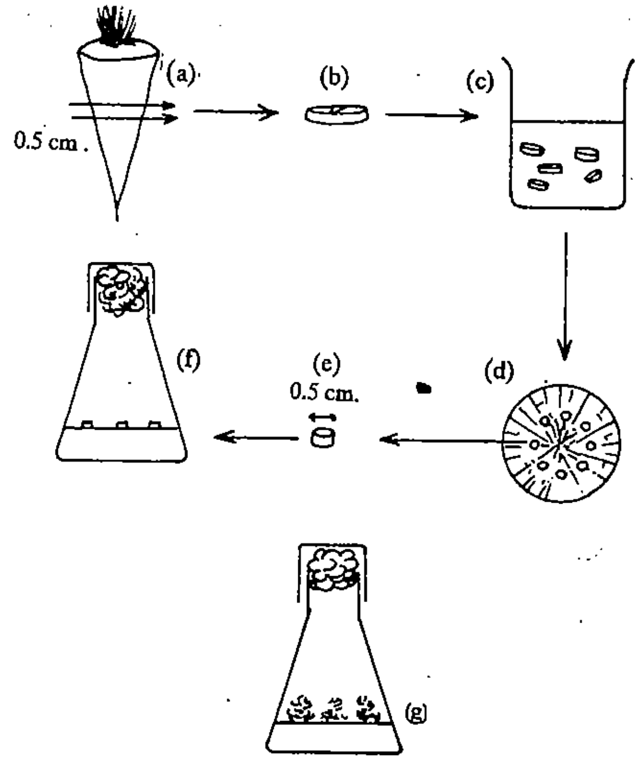
2. कैलस ऊतक की संवर्धन आवश्यकताएं एकल कोशिका से .... विस्तृत होती है।

3. संवर्धन माध्यमों का ऑटोक्लेवन .... पर किया जाता है।

4. पादप ऊतक संवर्धों को .... प्रकाश की जरूरत पड़ती है।

11.3 ऊतर्क संवर्धनों की स्थापना

अब तक आप असव कर्तोतक (Explant) के नाम से परिचित हो चुके हैं। संवर्धन के कुछ दिनों बाद कर्तोतक बनावट में हल्का सा रूखा सा हो जाता है और परावर्तित प्रकाश में उसकी सतह चमकने लगती है। यह कैलस निर्माण की शुरूआत का संकेत है। कैलस (callus) एक ऐसा अनियमित ऊतक पिंड है जो बनावट, रूप रंग और वृद्धि दर में काफी विविधता लिए होता है। प्रकृति में पौधे यांत्रिक क्षति (Mechanical injury) सूक्ष्मजीवों के आक्रमण या कीट संभरण के परिणाम के रूप में कैलस को पैदा करते हैं। कैलस निर्माण आवृतबीजियों, अनावृतबीजियों, फर्न मांस और लिवरवर्ट में देखा गया है। *ऐग्रोबैक्टीरियम ट्रमीफेसियंस* का आक्रमण द्विबीजपत्री पौधों में आबूर्द या किरीट पिटिका (Crown gall) को जन्म देता है। इन स्थितियों में कोशिका प्रचुरोद्भवन के लिए उद्दीपन देने का काम अंतर्जात हार्मोन ऑक्सिन और साइटोकाइनिन करते हैं। प्रारूपिक संवर्धित पादप सामग्री में संवहन कैम्बियम (Vascular) संचयन मदूतक (Storage parenchyma) जड़ों के परिरंभों (Pericycle) बीजपत्रों, पर्ण मध्योतक और प्रकासंवहनी ऊतक। आप को जानना चाहिए कि सभी बहुकोशिकीय पादप कैलस संमारंभन संभावी स्त्रोत है। प्रयोगशाला में 2, 4-D से संपूरित MS माध्यम में आप तंबाकू के स्तंभ मज्जा ऊतकों या गाजर की जड़ के कर्तकों से कैलस संवर्धो की स्थापना कर सकते हैं (चित्र 11.2)। दूसरे ऊतकों को कैलस प्रेरण के लिए साइटोकाइनिन की जरूरत पड़ सकती है। इन स्थितियों में 2, 4-D व साइटोकाइनिन का एक उच्च अनुपात कैलस निर्माण के लिए अनुकूल होता है।



चित्र 11.2 : डॉक्स कैरोटा (गाजर) के मूसला जड़ के कैम्बियमी भाग से कर्तोतकों की तैयारी को दिखाता है चित्र (a,b) (मोटाई में लगभग 0-5 से.मी. एक खंड मूसला जड़ से काट लिया जाता है। (C) खंड को सतह निर्जमित करने के बाद निर्जम DH_2O से साफ कर लिया जाता है इसे चित्र में नहीं दिखाया गया है) (d,e) मूसला जड़ के कैम्बियमी भाग से कि अर्निजर्म कॉर्क वेधक द्वारा ऊतक से लघु सिलेंडर (0.5 सें.मी. 0.D) काट लिए जाते हैं (f) ऊतक के सिरों को जो कि निर्जर्मन में क्षति ग्रस्त हो गए हों, छांट कर्तोतकों को ऐगार पिडित (agar solidified) माध्यम की सतह पर रख दिए जाते हैं। (g) उपर्युक्त ताप पर ऊष्मा के बाद संवर्धित कोशिकाओं में होने वाले पुनरावृत विभाजनों से कैलस का जन्म हो जाएगा।

प्रकार्य की दृष्टि से कैलस की सबसे महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि इसकी अपसामान्य वृद्धि में सामान्य जड़ों प्रोरोहों और भ्रूणाभ के विकास की क्षमता होती है जिनसे पौधे बन सकते हैं। कैलस संवर्धो को अगर एक ही माध्यम में अधिक अवधिक तक वृद्धि करने के लिए छोड़ दिया तो वे भूरे हो जाते हैं और उनमें ऊतक क्षय होने लगता है। यह आवश्यक तत्वों के चुक जाने जल क्षय के कारण ऐगार के शुष्कन और माध्यम में आविष उपापचयजों के जमाव की वजह से होता है। ऊतक अंततः मर भी सकता है। इसलिए कैलस को अब दो या अधिक टुकडों में काट कर एक ताजे माध्यम में स्थानांतरित कर दिया जाता है। ऐसे संवर्धों को उप संवर्ध कहते हैं। कुछेक उपसंवर्धनों के बाद कुछ ऊतक तंत्रों को केलस प्रचुरोदभवन के लिए बहिर्जातीय ऑक्सिन हार्मोनों की जरूरत नहीं पड़ती। ऐसे संवर्धो को ऑक्सिन का आदी कहा जाता है। मगर यह परिघटना को आनुवंशिक बदलाव नहीं है। बल्कि जीन की यह एक वरणात्मक अभिव्यक्ति है जैसा कि ये आदि संवर्ध समय बीतने पर ऑक्सिन आवश्यकता की ओर वापस लौट आने के लिए जाने जाते हैं।

आगे के उपभागों में हम निलंबन संवर्धों और एकल कोशिका संवर्धों की स्थापना के बारे में चर्चा करेंगे।

11.3.1 निलंबन संवर्धन की स्थापना

कैलस को किसी प्रकंपित्र (Shaker) द्वारा धीरे-धीरे (100–120 rpm) हिलाने पर वह तरल माध्यम में छोटे छोटे गुच्छों और एकल कोशिकाओं में छितरा जाता है। संवर्धनों को ये निलंबन संवर्धन विरले ही एकल कोशिकाओं के बने होते हैं क्योंकि कोशिकाएं 2–100 के गुच्छों में इकटठा होने को प्रवृत्त होते हैं। निलंबन संबर्धों को अनिश्चित काल तक कायम रखा जा सकता

है। यह कोशिकाओं के ज्ञात समभागों के एक ताजे माध्यम में संरोपण से किया जाता है। इस प्रक्रम को बैच संवर्धन (Batch culture) कहते हैं। एकांतरतः माध्यम को बराबर अंतरालों पर पुनः पूरित किया जाता है। इसे संतत संवर्धन (Continnuous culture) कहते हैं। संतत संवर्धन प्रक्रम में पुनः पूर्ति के समय माध्यम कोशिकाओं को संलवन या जमा भी किया जाता है। यह मुक्त संतत तंत्र (open continuous culture) है। या फिर जैवमात्रा (briomass) को वृद्धि करने दिया जाता है जो कि संवृत संतत तंत्र (close continuous system) है। निलंबक संवर्धक कोशिका जीवविज्ञान की जटिलताओं के अध्ययन में उपयोगी है जिसमें कोशिकाओं को अजर्म स्थिति में संवर्धित किया जाता है। इसमें संवर्धन परिस्थितियों का बड़ी सूक्ष्मता से मॉनीटर किया जाता है। इसके फलस्वरूप उपापचयनों का उच्चतर उत्पादन होता है। एक बायोरिएक्टर में ताजा माध्यम मिलाने, कोशिकाओं के संलवन उत्पादों के वातन, मिश्रेण और सैम्पल बनाने, pH,O_2 की मात्रा और तापमान को नियंत्रित करने के लिए प्रावधान होते हैं। पादप कोशिकाओं को ऐल्जिनेट, ऐगारोस, पॉलिएक्रिलएमाइड मणिकाओ में गतिहीन या निश्चल कर दिया जाता है। कोशिकाओं के इस निश्चलीभवन के ये लाभ हैं: 1. कोशिकाओं के आवर्तन (rotation) जीवपिंड का पुनः प्रयोग 2. माध्यम से कोशिकाओं का पृथक्करण और 3. उसमें उपापचयंजों का निक्षालन। कॉलम रिऐक्टर भिन्न प्रकार के होते हैं जिनमें अलग तरह के प्रक्षोभन और प्रवाह तंत्र लगे होते हैं। इस प्रकार के रिऐक्टर तीन तरह के हो सकते हैं 1. विलोडित टैंक (Stirred tank reactor) 2. वायु उत्थापक (air-lift) 3. बुलबुला स्तभं (Bubble column reactor) और 4. घूर्णन ड्रम (rotating drum reactor)

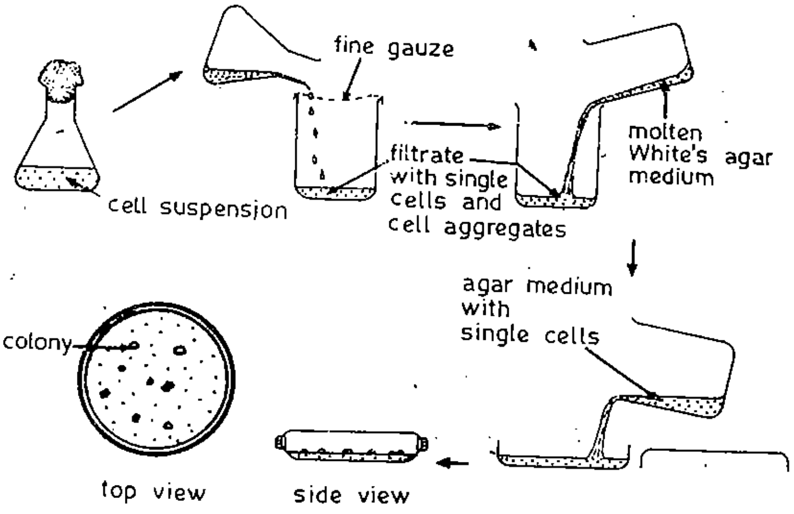
11.3.2 एक कोशिका संवर्धन

यह एक महत्वपूर्ण पात्रे तकनीक है जो चुनिंदा कोशिकाओं के क्लोनीकरण में उपयोगी है। एकल कोशिकाएं सीधे ही पादप अंगों से लिया जा सकता है। इसके लिए माध्यम पटलिका (middle lamellae) घोलने वाले एंजाइमों से अभिक्रिया किया जाता है। पृथक हुई कोशिकाएं तरल माध्यम में छन कर एक निलंवन संवर्ध शुरू कर सकती हैं। एकल कोशिकीय संवर्धन के लिए सबसे अधिक काम आने वाली तकनीक कोशिका पटटन की बर्गमान विधि और सूक्ष्मकक्ष तकनीक है।

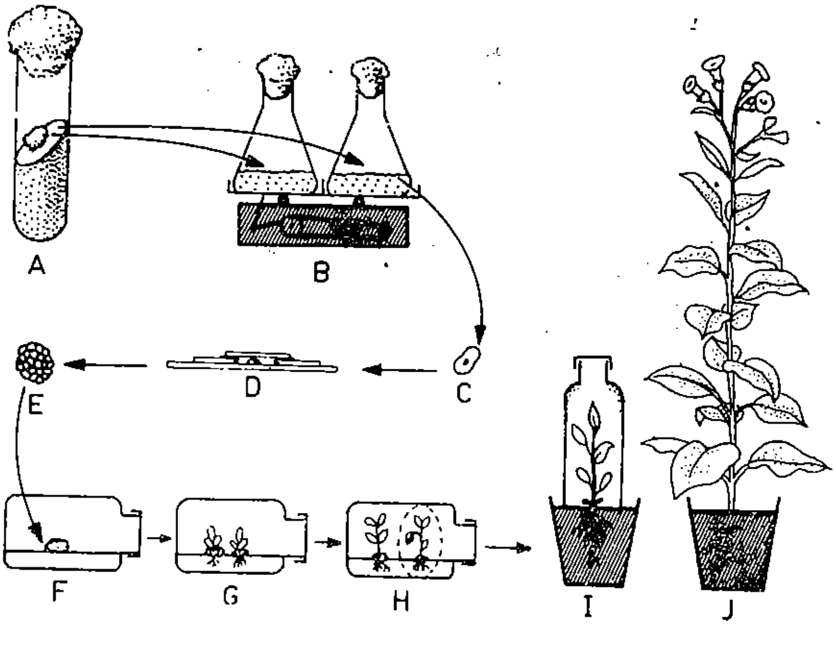
बर्गमान की कोशिका पट्टन विधि : इस विधि में मुक्त कोशिकाएं एक तरल माध्यम में अंतिम वांछित घनत्व से दूने घनत्व पर निलंबित रहती है। गलित ऐगार युक्त माध्यम को जिसका संघटन तरल माध्यम के समान ही होता है टब में 35° सें. पर बनाए रखा जाता है। दोनों माध्यमों का समान आयतन में मिलाकर तेजी से पट्रीडिशों में इस तरह से फैला दिया जाता है कि कोशिकाएं समवितरित रहती है माध्यम के ठंडे और पिंडित हो जाने के बाद उसकी एक पतली परत (1 मि.मी. मोटी) के रूप में जम जाती है। डिशों को एक पैराफिल्म से सीलबंद कर दिया जाता है। जिन कोशिकाओं का अनुगमन करना होता है उन्हें पट्टिका में बाहर से चिन्हिन कर लिया जाता है। यह काम अलग अलग कोशिकाओं से व्युत्पन्न निवहने के वृद्धि कर एक दूसरे में मिल आने से पहले किया जाता है। इन्हें अब पृथक पट्टिकाओ में स्थानांतरित कर दिया जाता है। (चित्र 11-3)।

एकल कोशिका संवर्धन की एक और लोकप्रिय विधि सूक्ष्मकक्ष तकनीक (Microchamber technique) है जिसका विकास जोंस और उनके सहयोगियों ने किया था। इस विधि में यंत्रिकतः पृथक्कृत एकल कोशिकाओ को तरल माध्यम में अलग अलग सूक्ष्म बिंदुओं में संवर्धित किया जाता है जोंस और उनके सहयोगियों ने सूक्ष्मकक्षों को बनाने के लिए निर्जर्म सूक्ष्म स्लाइडों और तीन कवर ग्लासों से काम चलाया था। मगर आज ऐसे।

एकल कोशिकाओं की संवर्ध माध्यम आवश्यकता पटन कोशिका घनत्व घटने के साथ साथ बढ़ती जाती है। पूर्ण पार्थक्य में संवर्धित कोशिका को एक बेहद ज़टिल संवर्ध माध्यम की जरूरत पड़ती है। वर्धनशील कोशिका निलंबन द्वारा प्रानुकूलित एक सरल माध्यम भी निम्न घनत्व वाले एकल कोशिकीय संवर्ध की कुछ समय तक सभी आवश्यकताएं पूरी कर लेता है (चित्र 11.4)।



चित्र 11.3: बर्गमान की कोशिका पट्टन विधि का एक चित्र।



चित्र 11-4: एकल कोशिका से तंबाकू के पौधे का विकास। मज्जा से उच्छेदित ऊतक के एक छोटे से टुकड़े से कैलस का विकास किया जाता है (A)। इसे एक तरल माध्यम में स्थानांतरित कर संवर्धन फ्लास्को को हिलाया जाता है वो कैलस एकल कोशिकाओं में विघटित हो जाता है (B)। एक कोशिका को (C) यांत्रिकतः फ्लास्क से निकाल लिया जाता है और उसे एक सूक्ष्मकक्ष में संवर्ध माध्यम की एक बूंद में रख दिया जाता है (D)। पुनरावृत्त विभाजनों द्वारा कोशिका से व्युत्पन्न एक लघु ऊतक (E) को एक अर्ध ठोस माध्यम में स्थानांतरित कर दिया जाता है! जहां यह वृद्धि कर कैलस बन जाता है (F) और फिर पौधों का विभेदन करता है (G,H)। जब इन पादपों को मिट्टी में रोपा जाता है (I, J) तो ये वृद्धि कर परिपक्व हो, पुष्प और बीज देते हैं।

बोध प्रश्न 2

क) सही शब्द चुनिए:

1. कोशिकाओं का संवर्धनों में पैदा होने वाला रूपरेखा में अनियमित और अविभेदित पिंड .... कहलाता है (कैलस/किरीट पिटिका)।

2. प्रकृति में कैलस निर्माण का प्रेरण यांत्रिक क्षति के फलस्वरूप भी होता है। ऐसे कैलस को .... कहते हैं (क्षत ऊतक या प्रचुरोद्भवित ऊतक)।

3. कैलस निर्माण को एक कृत्रिम ऑक्सिन उद्दीपित करता है, जैसे .... (2,4-D/IAA)।

4. कैलस ऊतक का आवर्ती विभाजन और प्रत्येक खंड को नये माध्यम में स्थानान्तरित करने को .... कहते हैं (रोपण/उपसंवर्धन)।

ख) स्तंभ क में दी गई बातों का स्तंभ ख में उनके सामने दिए गए स्पष्टीकरणों से मिलाइए और फिर अपने उत्तर की तुलना इकाई के आखिर में दिए गए उत्तर से मिलाइए।

स्तंभ क	स्तंभ ख
1. एक कोशिका संवर्धन	एक तरल माध्यम में कोशिकाओं के बड़े सामूहिक उत्पादन और उनकी वृद्धि को मॉनिटर करने में काम में आने वाला एक विशाल पात्र
2. बैच संवर्धन	एकल या लघु पुंजों में एक तरल माध्यम में वृद्धि करने वाली कोशिकाओं को बेहतर वातन और तेज वृद्धि के लिए परिभ्रमी या घूर्णित विलोडक में निलंबित किया जाता है।
3. बायोरिऐक्टर	3. ऐगार माध्यम में विकसित कोशिकाओं का अव्यवस्थित अविभेदित पिंड जिनमें परिसीमा अनियमित होती हैं।
4. निलंबन संवर्धन	4. निलंबन संवर्धन जिनमें माध्यम की आवर्ती पुनः पूर्ति की जाती है। साथ साथ कोशिकाओं का संग्रहण किया जाता है या जीवपिंड को संचित होने दिया जाता है।
5. संतत संवर्धन	5. चुनिंदा कोशिकाओं को उगाने का प्रयत्न जिन्हें बिना संवर्धनों या पादप अंगों के मसृणन द्वारा प्राप्त किया जाता है।
6. कैलस	6. निलंबन संवर्ध जिनमें कोशिकाओं के समभागों को नये माध्यम में समय समय पर स्थानांतरित किया जाता है।

ग. निम्न में से गलत कथन को चुनिए:

1. क्षत कैलस का समारंभन ऑक्सिन और साइटोकाइनिन द्वारा होता है।

2. ऐसे अनेक पादप ऊतकों और अंगों में कैलस निर्माण को प्रेरित किया जा सकता है जो आम तौर पर क्षति में अनुक्रिया स्वरूप कैलस का विकास नहीं करते।

3. प्रयोगशाला में हम तंबाकू के स्तंभ मज्जा ऊतक या गाजर की जड़ के कर्तोंतकों से कैलस संवर्धनों की स्थापना कर सकते हैं।

4. कैलस का समारंभन कुछ विशिष्टिकृत कोशिकाओं तक ही सीमित होता है।

घ. कैलस संवर्धों को अगर एक ही माध्यम में लंबे समय तक छोड़ दिया जाए तो वे भूरे पड़ जाते हैं और उनमें ऊतक क्षय हो जाता है। क्यों ?

.4 कोशिकीय पूर्णशक्तता

पाठ्यक्रम की पिछली इकाइयों में आपने पढ़ा कि असंख्य कोशिकाओं जो उच्च पादप या
के शरीर का निर्माण करती हैं और जिनमें समान आनुवंशिक पदार्थ होता है का उदभव एक
शिका से होता है– वह है युग्मनज। विकास के दौरान कोशिकाएं शरीर में अपनी स्थिति के
सार विविध रचनात्मक और प्रकार्यक विशिष्टिकरण से गुजरती है। पर्ण कोशिकाएं हरितलवक
होती हैं और प्रकाश संश्लेषण स्थल का काम करती है। रंगहीन मूलरोम मिट्टी से पोषक
ों और जल के अवशोषण का प्रकार्य करते हैं। कुछ अन्य कोशिकाएं रंगबिरंगी पंखुडियों का
बन जाती है। सामान्यतः पूर्णतः विभेदित कोशिकाएं मेरिस्टमी अवस्था में दुबारा वापस नहीं
ा करती, जिससे यही संकेत मिलता है कि उनमें स्थायी परिवर्तन हो चुका है। इस इकाई के
ले भागों में आप पढ़ चुके हैं कि पौधे की सभी सजीव कोशिकाओं में पुनर्जनन क्षमता बनी
ी है।

क उद्यान कृषि पौधे जड़, पत्तियों और तने की कलम या कर्तन से पूर्ण पौधे का पुनर्जवन
लेते हैं। मज्जा और वल्कुटी जैसी अति विभेदित और परिपक्व कोशिकाओं में उपयुक्त
र्धन परिस्थितियों में संपूर्ण पौधों को जन्म की क्षमता बनी रहती है। यही गुण अति
ाष्टिकृत कोशिकाओं जैसे सूक्ष्मबीजाणु और भ्रूणपोष में पाया जाता है। इस विचार को प्रयोग
रखने वाले सबसे पहले वैज्ञानिक जी.हैबरलांट थे। कोशिकीय पूर्णशक्तता के नाम से पुकारा
वाला यह वरदान पौधों में अद्वितीय है। जन्तु कोशिकाओं में पूर्णशक्तता नहीं पाई जाती।
ी वजह शायद उनमें अति विशिष्टिकरण का होना है। संवर्धित कोशिकाओं से पूर्ण पादप
निन दो विधियों से हो सकता है:- 1. प्ररोह-कालिका विभेदन (अंगविकास) और भ्रूण निर्माण
द्भवन)।

द्विध्रुवीय रचनाएं होती हैं, जिनका जनक ऊतक से कोई कार्बनिक संबंध नहीं रहता और जो
-सीधे एक पूर्ण पौधे में अंकुरित हो सकते हैं। दूसरी ओर प्ररोह एकध्रुवीय होते हैं। उन्हें
क ऊतक से अलग करने और फिर एक पादपक में स्थापित करने के लिए उन्हें बद्धमूल
की आवश्यकता पड़ती है। अकसर एक ही ऊतक प्ररोह या भ्रूण बनाने के लिए प्रेरित
जा सकता है। इसके लिए संवर्धन माध्यम के घटकों में हेरफेर की जाती है।

के उपभागों में आप अंगविकास और भ्रूणेद्भवन को विस्तार से जानेंगे।

4.1 अंग विकास

प्ररोहों, पुष्पों आदि अंगों के विभेदन को ही अंग विकास कहते हैं। प्ररोह - कलिका
न कर्तोतक या कैलस से सीधे ही हो सकता है। अंग विकास को उद्दीपन माध्यम से,
र्धित ऊतक द्वारा पैदा किए जाने वाले अंतर्जात यौगिकों या मूल कर्तोतक से मिले पदार्थों से
सकता है। अंगविकास को वृद्धि नियामक नियंत्रित करते हैं। तंबाकू के मज्जा कैलस पर
करते हुए स्कूज ने पाया कि इंडोल एसिटिक अम्ल (IAA) नामक एक ऑक्सिन हार्मोन
ने पर जड़ों के निर्माण में तेजी आई और प्ररोह विभेदन का संदमन हुआ। मगर ऐडिनीन
ट (साइटोकाइनिन) मिलाने पर प्रक्रिया एकदम पलट गई। यानि ऑक्सिन का संदमन हुआ
प्ररोहों के निर्माण को बढ़ावा मिला। आपको ये बाते याद रहनी चाहिए:-

अंग विकास साइटोकाइनिन और ऑक्सिन सांद्रण में संतुलन से नियंत्रित होता है। इसका मतलब यह है कि इन वृद्धि नियामकों की निरपेक्ष सांद्रता (absolute concentration) के बजाय सापेक्षिक सांद्रता (relative concentration) ही विभेदन की प्रकृति निर्धारित करती है।

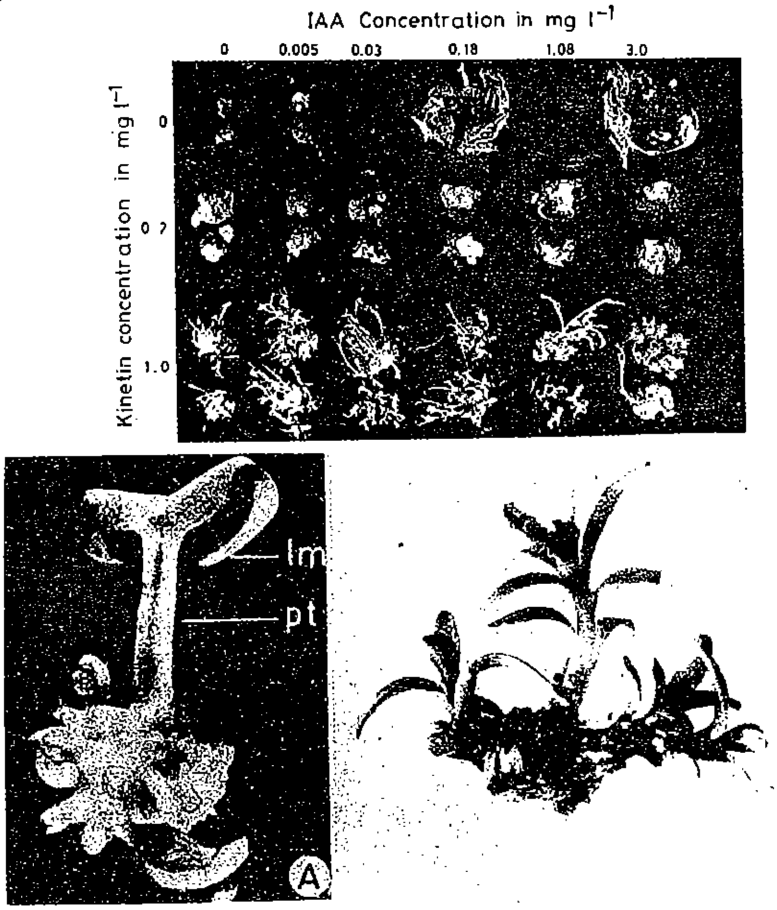
अपेक्षतया एक उच्च ऑक्सिन: साइटोकाइनिन अनुपात जड़ रचना को प्ररित करता है तो वही साइटोकाइनिन ऑक्सिन अनुपात प्ररोह कलिका विभेदन को बढ़ावा देता है।

3. वहिर्जातीय वृद्धि नियामकों के प्रति यह विभेदी अनुक्रिया ऊतक में मौजूद हार्मोनों के अंतर्जातीय स्तरों में भिन्नताओ की वजह से होती है।

अंगा विकास एक जटिल प्रक्रम है। जहां कई जातियों के संवर्धित ऊतकों में अंगविकास को इसी पैटर्न में दिखाया जा सकता है वहीं कुछ पौधे विशेषकर एकबीजपत्री इसके अपवाद है। बाहरी स्त्रोत से प्रयुक्त PGR के प्रति पादप ऊतक भिन्न भिन्न तरीके से अनुक्रिया करते हैं। इसकी वजह अंतर्जातीय पादप वृद्धि नियामकों के स्तरों में भिन्नता है।

11.4.2 कायिक भ्रूणोद्भवन (Somatic Embyogenesis)

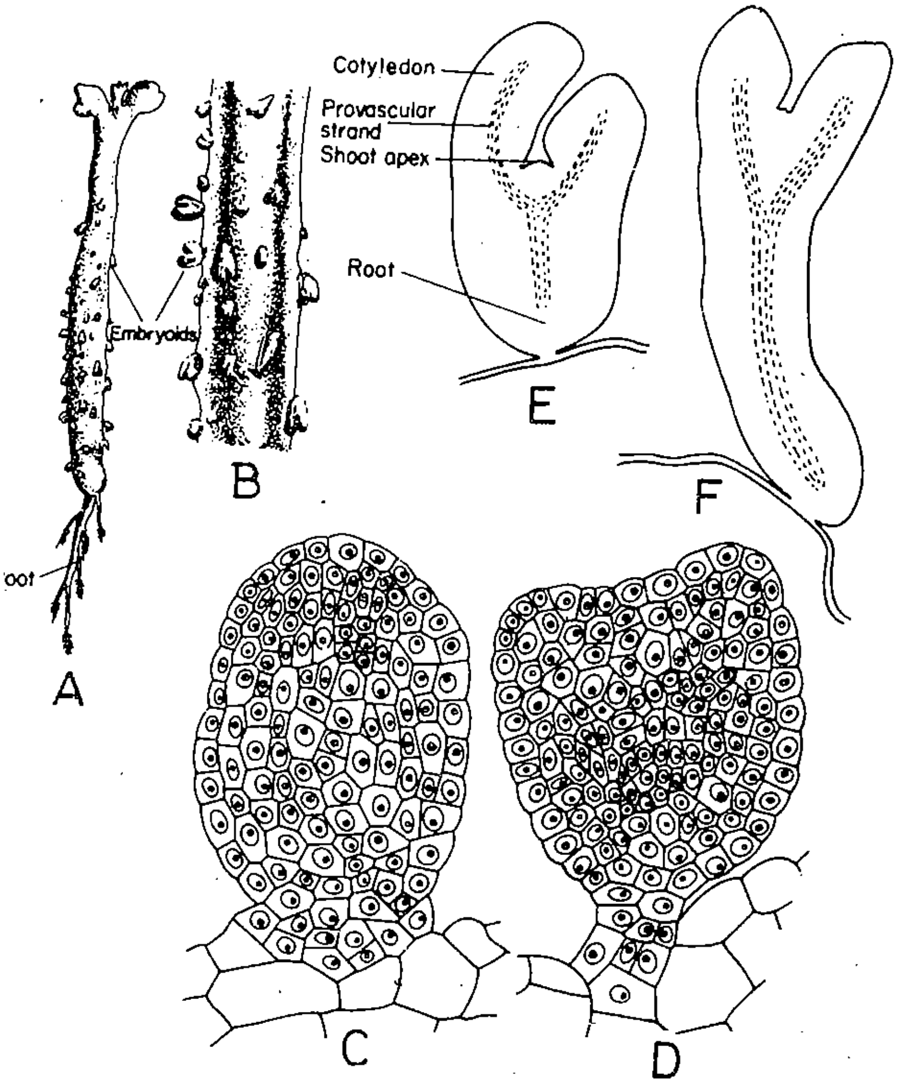
भ्रूण विकास के प्रक्रम को ही भ्रूणोदभवन कहते हैं। भ्रूण की रचना अंडज का ही एकाधिकार नहीं है। मादा युग्मकों दभिद (भ्रूणकोश) की कोई भी कोशिका भ्रूण को जन्म दे सकती है। यही नहीं भ्रूणकोश के इर्दगिर्द के बीजाणोद्भिद ऊतकों (Sporophytic tissues) की कोई भी कोशिका एक नए भ्रूण का निर्माण कर सकती है। इसलिए हम कह सकते हैं कि भ्रूणोंद् की परिघटना अनिवार्यतः जनन चक्र तक ही सीमित नहीं होती। इस उपभाग में हम संवर्धन में निर्मित भ्रूणों के उदाहरणों पर चर्चा करेंगे, जिन्हें "कायिक भ्रूण" भी कहा जाता है।



चित्र 11.5: तंबाकू कैलस संवर्धो में अंगविकास जो IAA और काइनेटिन द्वारा भिन्न भिन्न सांद्रणों, पृथक और विभिन्न संयोजनों में प्रभावित होता है। ध्यान दीजिए कि जड़ निर्माण सिर्फ काइनेटिन की अनुपस्थिति मगर IAA की 0.18–30 मिग्रा/ली. मात्रा की उपस्थिति में ही होता है। प्ररोह विभेदन 0.005—0.18 मिग्रा./लि की मात्रा में कानेटिन की उपस्थिति में होता है।

कायिक भ्रूण सबसे पहले **डैकस कैरोटा** (गाजर) में देखे गए थे। जिन दूसरे पौधों में इस परिघटना का कुछ विस्तार से अध्ययन किया गया है वे हैं **रेननकुलस स्कलरैटस**, साईट्रस और कॉफी। **रेननकुलस स्कालरेटस** में कायिक के साथ ही पुंकेसर सहित विभिन्न पुष्पी ऊतकों का प्रचरोद्भवन कर कैलस का निर्माण करते हैं। यह कैलस कुछ सीमित व अगठित वृद्धि करने के बाद कई भ्रूणों में विकसित हो जाते हैं। ये भ्रूण स्वस्थाने अंकुरित हुए और भ्रूणों की एक वही पौध पौद

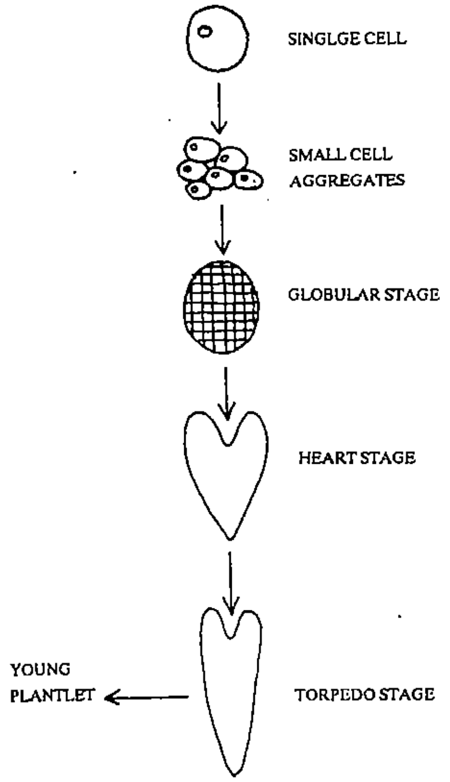
ो सतह पर दिखाई दे गई। ये भ्रूण बीजपत्राधारक (Hypocotyl) की अलग अलग बाह्यत्वचीय
ोशिकाओं से उत्पन्न हुए थे (चित्र 11.6)।



चित्र 11.6: रैननकुलस में तने की बाह्यत्वचीय कोशिकाओं से कायिक भ्रूणों के विभेदन की अवस्थाएं। एक माह का पौद जिसके पूरे तने पर भ्रूण। B इसी चित्र के पाद का एक दीर्घित भाग जिसमें तने की सतह से लटके हुए अनेक भ्रूण देखे जा सकते हैं। C–F गोलाकार (C) हृदयाकार (D) और द्विबीजपत्रीय भ्रूणों की अनुप्रस्थ काट जो तने की बाह्यत्वचीय कोशिकाओं से विभेदित हुए हैं।

ट्रस (Citrus) प्राकृतिक बहुभ्रूणता (Polyembryony) का एक आम उदाहरण है।

पाठ्यक्रम (खंड 1) की पिछली इकाइयों में आप बहुभूणता और अनिषेकपुलन
henocarpy) एक भ्रूण (monoembryonate) न्यूसेलस (nucellus) सवर्धनों का साइट्रस के
्णीय संवर्धनों को विकसित किया जा सकता है बशर्ते उनके आधारी माध्यम में माल्ट
या जाए। आप जानते ही होंगे कि बीजहीन अंगूरों का विकास अनिषेकजननीय
rthenogenetic) भ्रूणों से किया गया है। जो अनिषेचित अंडज से होता है। वाइटिस (Vitis)
यूसेलस संबंधों में भ्रूण निर्माण बी. नेफ्थोक्सीऐसिटिक अम्ल और बेंजिल अमिनोप्यूरीन (BAP)
मौजूदगी में होता है। मगर पात्रे कायिक भ्रूणोद्भवन के लिए अंतर्जाती या बर्हिर्जातीय
्सन के अल्पतम स्तर का होना जरूरी है। माध्यम को सक्रियित चारकोल से संपूरित करने
ॅकस कैरोटा और हेडेरा हेलिक्स में भ्रूणोदभवन होता पाया गया। **डैक्टलस ग्लोभराय** की पत्ती
ध्योत्तक से ही कैलस निर्माण के बिना कायिक भ्रूणों का विकास किया गया है। हालांकि
नी में भ्रूणोदभवन से संपूर्ण पौधों का पुनर्जनन विरले ही होता देखा गया है (चित्र 11.7)



चित्र 11.7: कायिक भ्रूणोभवन की अवस्थाएं। पुनरावर्त कोशिका विभाजन के वाद, कोशिका समूहबद्ध होती है उत्तरोतर विकास करती है और गोलाकार, हृदयाकार और टारपीडो अवस्था से होता हुआ अंततः पादपकोकी रचना कर लेती है।

11.5 अनुप्रयोग

पादप ऊतक संवर्धन पादप जैवप्रौद्योगिकी का एक आश्वयक अंग है। जीवद्रव्यों, एकल कोशिकाओं, ऊतकों और अंगों से संपूर्ण पौधों के पात्रे पुनर्जनन की संभावना ने पादप सुधार के एकदम नए रास्ते खोल दिए हैं। साथ ही पादप जनन और पादप प्रवर्धन की पारंपरिक विधियों की कारगरता को काफी बढ़ा दिया हैं। पाठ के इस भाग में पादप ऊतक सवंर्धन के कृषि, बागवानी और उद्योग में अनुप्रयोगों के बारे में आपको जानकारी दी जायेगी।

11.5.1 विरल संकरों का उत्पादन

संकरण पादप जनन की एक सुप्रतिष्ठित प्रक्रिया है जिनमे विभिन्न पौधों में पाए जाने वाले उपयोगी गुणों के संयोजन से पौधों की श्रेष्ठ किस्मों का विकास किया जाता है। मगर परपरागण (cross-pollination) से हमेशा ही जीवनक्षय बीजों का निर्माण नहीं होता। संकरण के असफल होने का कारण संकरणीयता में युग्मनजपूर्व रोधिका हो सकता है, जो निषेचन को रोक देती है। या फिर संकर भ्रूण पश्च युग्मनजी अनिषेच्चता के कारण मर सकता है। इन दोनों प्रकार के अनिषेच्यता रोधिकाओं को अब दूर करना संभव है।

ऐसे मामलों में जहां संकर भ्रूण भ्रूणपोष विकास न हो पाने के कारण या भ्रूण भ्रूणपोष असंगतता के कारण अक्सर मर जाते हैं, तो उसे तरूण बीच से उच्छेदित कर पात्रे संवर्धित किया जा सकता है।

इस तकनीक को प्रयोग करने वाले सबसे पहले वैज्ञानिक लैबाख (Laiback) थे जिन्होंने *लाइनम* में जीवनक्षय अंतराजातीय संकरों को पैदा किया था।

ब्रेसिका के अनेक संकरों में भ्रूणों का पात ऐसी आरंभिक अवस्था में ही हो जाता है कि उन्हें उच्छेदित कर संवर्धित करना संभव नहीं। संकर भ्रूण को परिबद्ध करने वाले बीजांडो के संवर्धन

(Ovule culture) या अंडाशय के संवर्धन (Ovary) द्वारा भी संकर प्राँप्त किए जा सकते हैं। भ्रूण संवर्धन को लैंगिग रूप से अनिषेच्य जनक *गोसीपियम हिर्सटम* और *गोसीपियम आर्बोरियम* के संकर उत्पन्न करने के लिए भी प्रयोग किया गया है।

निषेचनापूर्ण अनिषेच्यता रोधिकाओं में मुख्यतः ये आते हैं। पराग का किसी विदेशी वर्तिकाग्र पर अंकुरित न हो पाना 2. परागनली की सहजात छोटी लंबाई की वजह से इसका बीजांड तक न पहुंचना साथ ही पराग नली में वृद्धि होने के कारण अंडाशय में रागनली के पहुँचने से पहले ही विलगित हो जाता है। या 3. पराग और स्त्री केसर (Pistill) की अनिषेचयता। इन स्थितियों में पात्रे परागण या परखनली परागण (TTP) उपयोगी सिद्ध हो सकती है। इस तकनीक का विकास दिल्ली विश्वविद्यालय के वैज्ञानिक कांता और उनके सहयोगियों (1962) ने किया था। परखनली परागण में बाजांडासन ऊतक के एक टुकड़े से संलग्न बीजांडों को परागोद्‌भव से एक दिन पहले और एक अनुकूल संवर्धन माध्यम में रख दिया जाता है और उन्हें संवर्धित बीजांडो पर अजर्मतः लगा दिया जाता है। अनुकूल संवर्धन परिस्थितियों में पराग कण बीजांडों की सतह पर अंकुरित होते हैं और पराग नलियां बीजांडों में पहुंच निषेचन पूरा कर लेती है। परखनली परागण से *निकोटिआना* की लैंगिकतः अनिषेच्च जातियों के संकर प्राप्त करने में और *पिटूनिया* में स्वतः अनिषेच्यता को दूर करने में सफलता मिली है।

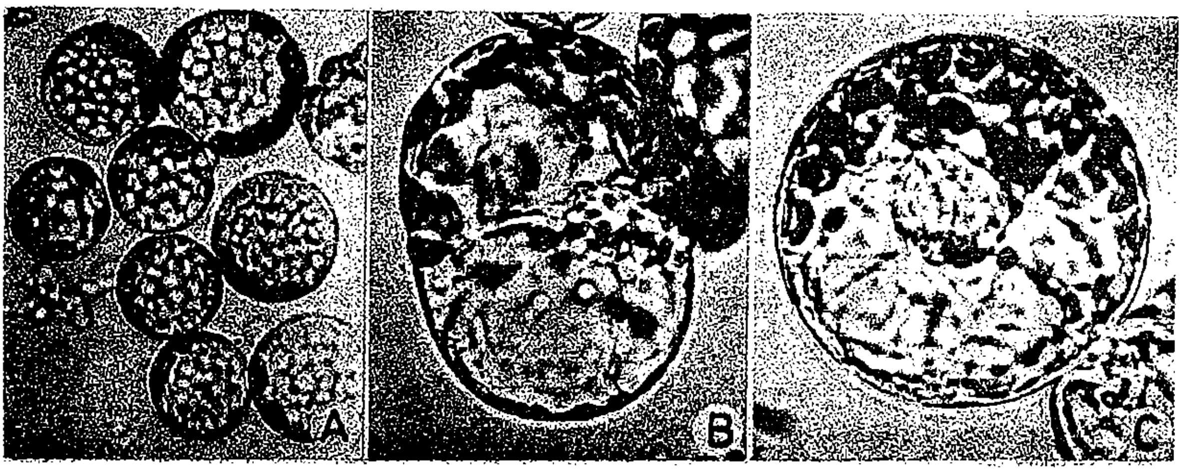
कुछ ही वर्ष पहले क्रांज और जॉर्ज (1990) को मक्का के उच्छेदित नर और मादा युग्मकों के पात्रे संलयन में सफलता मिली है जिसमें संलयन उत्पाद को विभाजित कर थोड़ा सा कैलस विकसित किया गया। पात्रे निषोचित अंडज या इससे व्युत्पन्न कैलस से पौधों के पुनर्जनन की यह तकनीक अनिषेच्यता के निषेचनपूर्ण रोधिकाओं को दूर करने के लिए एक नया रास्ता खुलेगा।

11.5.2 कायिक संकरण (Somatic Hybridisation)

1970 के आरंभ में ऐसे संकरों के विकास के लिए एक नया मार्ग सुझाया गया, जिन्हें संकरण की परम्परागत विधि से पैदा नहीं किया जा सकता था। इसमें कायिक कोशिकाओं का संलयन और संलयन उत्पादों से पौधों का पुनर्जनन किया जाता है। इसे कायिक संकरण (Somatic Hybridisation) कहते हैं।

पादप कोशिकाएं सेलुलोस की एक दृढ़ भित्ति से घिरी होती है, जिन्हें एक पेक्टिन [illegible] मैट्रिक्स आपस में दृढता से बांधकर ऊतकों का निर्माण करता है। पादप कोशिकाओं के [illegible] में एक आवश्यक चरण उनकी प्लैज्मा झिल्लियों को एक दूसरे के संपर्क में लाना है। यह सेलुलोसी भित्ति के निम्नीकरण द्वारा किया जाता है। इस तरह कायिक संकरण का पहला चरण पादप जीवद्रव्यकों का पृथक्करण है। जीवद्रव्यक आनग्न [illegible] कोशिकाएं हैं जिनकी कोशिका भित्तियों को हटा दिया गया होता है। (चित्र 11.8.A, B, C)।

जीवद्रव्यक पृथक्करण के लिए आजमायी गई तरह तरह की सामग्रियों में मध्योतक (पर्ण पैरेन्काइमा या मृदूतक) और तेजी से वृद्धि करने वाले कोशिका संवर्धो को उपयोगी पाया गया है। अब पैक्टोलिएस Y-23 ओनोजुका R-10 मैसरोजाइमा R-10 ड्रीजलेस जैसे अनेक शक्तिशाली और अच्छी तरह से शोधित एंजाइम सुलभ हैं, जिन्हें कवकों से विकसित किया गया है। ये एंजाइम पादप ऊतकों को भारी संख्या में जीवद्रव्यकों में परिवर्तित कर सकते हैं। इसके लिए सक्रिय रूप से वृद्धि कर रहे कोशिका संवर्धों से पत्तियों या कोशिकाओं के छोटे छोटे टुकड़ों का एक सेलुलोस और एक मैसरोजाइम के मिश्रण में 30° सें. पर 3–12 घंटे तक ऊष्मायन किया जाता है (अभिक्रिया की अवधि ऊतक के साथ साथ बदल जाती है)। इससे कोशिका भित्ति और फिर मध्य पटलिका (Middle Lamellae) घूल जाती है। यह क्रिया अंधकार में की जाती है। एंजाइम घोल में एक उपयुक्त ओस्मोटिकम (सुक्रोस या मैनिटॉल) भी मिला होता है क्योंकि ताजे ताजे पृथक्कृत जीवद्रव्यक फट या सिकुड सकते हैं उष्मायन के बाद जीवद्रव्यक को लवण घोल या संवर्ध माध्यम से बार-बार धोकर साफ कर लिया जाता है। इन जीवद्रव्यकों को एकल कोशिकाओं के रूप में संवर्धित किया जाता है या फिर उन्हें संलयन प्रयोगों में प्रयोग किया



चित्र 11.8 A: श्वेत क्लोवर के नए नए पृथक्कृत जीवद्रव्यक। B, C. *पिटूनिया हाइब्रिडा* के निलंबन संवर्धन से एक क्लोरोफिलहीन जीवद्रव्यक से *पिटूनिया पैरोडी* के एक हरे पर्णमध्योतकी जीवद्रव्यक संलयन की अवस्थाएँ। संलयन पिंड पहले डम्बेल आकार का होता है जो बाद में गोलाकार बन जाता है। C- अवस्था में भी हरितलवक विषमकेन्द्रक (heterokaryon) के एक ओर पर ही सीमित रहते हैं। दोनों जीवद्रव्यकों के जीवद्रव्यों के मिलने पर हरितलवक सम वितरित हो जाते हैं।

जाता है। ताजे ताजे पृथक किए गए जीवद्रव्यक आनुवंशिक रूपांतरण के लिए भी उपयोगी है क्योंकि वे जन्तु कोशिकाओं की तरह व्यवहार करते हैं। वे शोधित DNA जैसे गुरू अणुओं को सहज ग्रहण कर सकती है।

जीवद्रव्यों को तरल माध्यम या ऐगार पट्टिकाओं में संवर्धित किया जाता है। जीवद्रव्यक सहजता से सेलुलोस कोशिकाभित्ति का पुनर्जनन कर लेते हैं। अनुकूल संवर्धन परिस्थितियों में कोशिकाओं में विभाजन होकर एक पूर्णशक्त कैलस बन जाता है। अनेक प्रकार के पौधों के पृथक्कृत जीवद्रव्यों से संपूर्ण पौधों का पुनर्जनन किया गया है जैसे चावल, कपास, आलू, टमाटर और सरसों।

नव पृथक्कृत जीवद्रव्यक घनिष्ठ संपर्क में लाए जाने पर सहजता से एक दूसरे के साथ संलयन कर लेते हैं भले ही उनका वर्गी संबंध कुछ भी हो। जीवद्रव्यकों के संलयन को आसान बनाने वाले कई रासायनिक पदार्थों (संलयक–Fusogens) का उपयोग किया गया है। इनमें से एक उच्च अणु भार (1,500–1,600) वाले पॉलिएथिलिन ग्लाइकोल (PEG) को उच्च PH(8–10) और उच्च Ca^{++} की उपस्थिति में प्रयोग करने पर सबसे प्रभावशाली पाया गया है। हाल के कुछेक वर्षों में जीवद्रव्यकों का वैद्युत संलयन (Electrofusion) लोकप्रिय हो गया है जिसका कारण इस विधि में नियंत्रण, कारगरता और इसका बहुमुखी होना है।

जीवद्रव्यक संलयन का एक बहुत ही महत्वपूर्ण अनुप्रयोग असिमित संकरों के उत्पादन में है। यह किरणित दाता जीवद्रव्यक से एक ग्राही जीवद्रव्यक में जीनोम के आंशिक स्थानांतरण और जीवद्रव्यी जीनों को वरणात्मक स्थानांतरण द्वारा किया जाता है। शाकनाशी प्रतिरोधकता और जीवद्रव्यी नर बंध्यता जैसे अनेक महत्वपूर्ण कृषि आर्थिक विशेषकों को अक्सर केन्द्रक बाह्य जीव नियंत्रित करते हैं। जीवद्रव्यी विशेषकों का वरणात्मक अंतरण आदाता जनक के सामान्य जीवद्रव्यकों के उन दाता जीवद्रव्यकों के साथ, जिनमें केन्द्रक विकिरण द्वारा क्रिय बना दिया

गया होता है या फिर उसके अकेन्द्रकित उपजीवद्रव्यों या मिनिप्लास्ट के साथ संलयन द्वारा किया जाता है। मेडगीजी और उनके सहयोगी (1980) ने ***निकोटिऑना टबैकम*** से स्ट्रेप्टोमाइसिन प्रतिरोधता (जीवद्रव्यक DNA द्वारा नियंत्रित) को स्ट्रेप्टोमाइसिन प्रतिरोधी ***नि० टबैकम*** के अविभाजी व आयोडोऐसीटेट अभिक्रियित जीवद्रव्यों को स्ट्रेप्टोमाइसिन संवेदनशील ***नि. सिल्वेस्ट्रिस*** के सामान्य जीवद्रव्यकों के साथ संलयन करा अंतरित किया।

ब्रैसिका नैपस और ***ब्रैसिका ओलरेसी*** की ऐलोप्लाज्मी (Alloplasmic) नर बंध्य संततियों, जिन्हें उनके जीवद्रव्य के स्थान पर नर बंध्य ***रैफनस सैटाइवस*** के जीवद्रव्य के प्रयोग द्वारा उत्पन्न किया गया था, उनको संकर बीज उत्पादन में काम नहीं लाया जा सका। इनकी वजह निम्न ताप पर उनकी पत्तियों का पीला पड़ जाना था। गुटिकायन यंत्र (Pelletier) पर काम कर रहे (1983) रॉवर्टसन (1985) और मेंजेल (1989) ने इन संततियों के जीवद्रव्यकों का इनकी उन जातियों के समान्य जीवद्रव्य संलयन से संवेदनशील जीवद्रव्यकों की जगह असंवेदनशील जीवद्रव्यकों द्वारा अंतरित कर दिया। इन नई ऐलोप्लाज्मी संततियों में अब उपयोगी नर बंध्यता तो वैसी ही बनी रही मगर साथ ही उन्हें प्रकार्यक जीवद्रव्यक भी प्राप्त कर लिए।

भिन्न जनकों से असमान जीवद्रव्यकों का संलयन विषमकेन्द्रकों (Heterokaryon) को जन्म देता है। संलयन अभिक्रिया के बाद संलयन मिश्रण में विषय केन्द्रकों के अलावा असंलयित जीवद्रव्यक और जनकों से समरूप जीवद्रव्यकों के संलयन उत्पाद समकेन्द्रक मिले होते हैं। कुछ मामलों में विषम केन्द्रकों को यांत्रिकतः पृथक करना संभव है। यह माइक्रोपिपेट या कोशिका छंटाई यंत्र (Cell Sorting machine) द्वारा किया जा सकता है। मगर सामान्यतया एक उपयुक्त वरण दाब प्रयोग किया जाता है जो सिर्फ संकर कोशिकाओं को ही वृद्धि करने देता है व दूसरी किस्म की कोशिकाओं के विभाजन का दमन करता है। विषय केन्द्रक संलयन कर एक संकर कोशिका बनाते हैं। यह कोशिका विभाजन कर एक कैलस पिंड को जन्म दे सकती है जिससे बाद में संपूर्ण पौधे विभेदित हो सकते हैं।

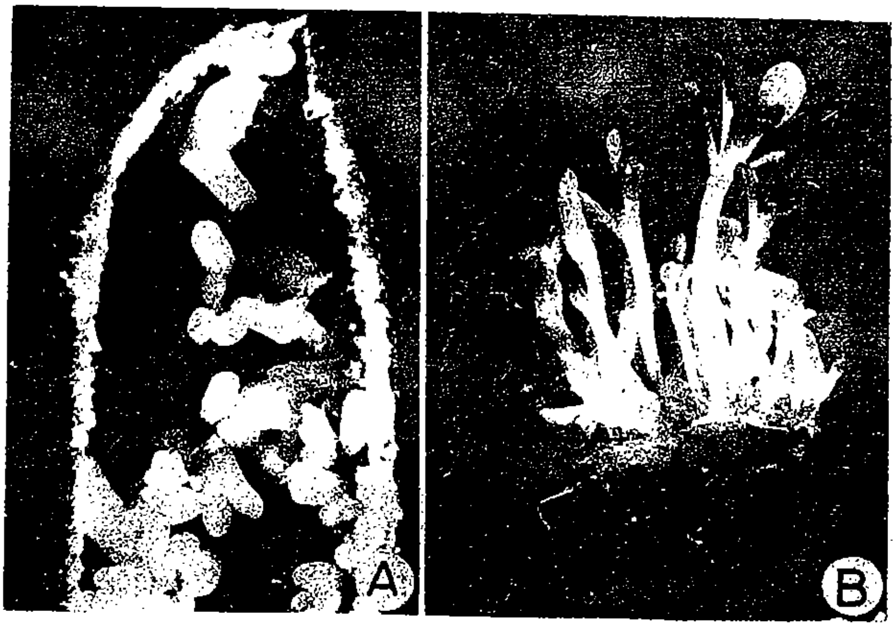
कई तरह के अंतराजातीय और अंतरावशीय (Inter–कायिक–Generic) संकरों को प्राप्त किया जा चुका है। आलू और टमाटर में संलयन से "पोमैटो" यानि आलू टमाटर बना (मेल्चर्स एवं सहयोगी–1978) और ***ऐरेबिडोपिसस*** और ***ब्रैसिका*** के बीच संलयन से ***ऐरेबिडोब्रैसका*** का निर्माण हुआ। मगर ऐसे दूरस्थ संकर आम तौर से बंध्य होते हैं ओर वे जीवनक्षम बीज पैदा नहीं कर पाते। इसलिए अब यह मान लिया गया है कि कायित संकरण के तभी सफल होने की संभावना रहती जब इसमें घनिष्ठ रूप से जुड़े मगर लैंगिक दृष्टि से अनिषेच्य जनम शामिल हों। अब ***सोलैनम ब्रेविर्डेस (Solanum brevidense)*** का ही उदाहरण लें। इस वन्य जाति पर्णवेल्लन विषाणु (Potato leaf roll virus) (PLRV) और आलू विषाणू y (Pvy) के लिए प्रतिरोधकता पायी जाती है। इन दोनों जातियों के कुछ कायिक संकर, जिनमें PLRV और PVY के लिए प्रतिरोधकता होती है, ***सो० ट्यूबरोसम*** के साथ पर निषेच्य (Cross Compatible) होते हैं। इससे आलू कृषिजोपजाति में विषाणु जीन का अंतर्कमण (Introgression) हो जाता है।

11.5.3 अगुणित उत्पादन

उच्च पादप सामान्यतः द्विगुणित होते हैं जिनकी कायिक कोशिकाओं में गुणसूत्रों के दो सेट पाए जाते हैं। प्रकृति में उनके अगुणि (जिनमें गुणसूत्रों का एक ही सेट होता है) अनिषेक जनन (Parthenogenesis) द्वारा पैदा होते हैं। यह सामान्य लैंगिक प्रक्रम में कुसंक्रिया (Malfunction) की वजह से होता है। मगर ऐसी घटनाएं बेहद विरल और अकल्पनीय हैं।

1964 में दो भारतीय वैज्ञानिकों गुहा और माहेश्वरी ने पाया कि ***डतूरा इनोक्सिया*** (Datura innoxia) ने परागकोश में कुछ सूक्ष्मबीजाणुओं ने विकास की सामान्य युग्मकोद्भवनी विधि पर चलने के बाजए बीजाणोद्भिदों यानि पुंजनीय पौधों (Androgenic plants) को जन्म दिया। जैसी आशा थी ये बीजाणोदभिद अगुणित थे (गुहय और महेश्वरी 1966)। इस समाचार

से वैज्ञानिक जगत में हलचल पैदा हो गई क्योंकि अगुणितों का आनुवंशिक और पादप जनन में भारी महत्व है। आज तक लगभग 200 जातियों के अगुणितों को परागकोश और/अथवा पृथक्कृत पराग संवर्धन के जरिए पैदा किया जा चुका है जिनमें अनेक प्रधान फसली पौधे भी शामिल हैं जैसे अनाज ***ब्रैसिका,*** टमाटर और आलू (चित्र 11.9)

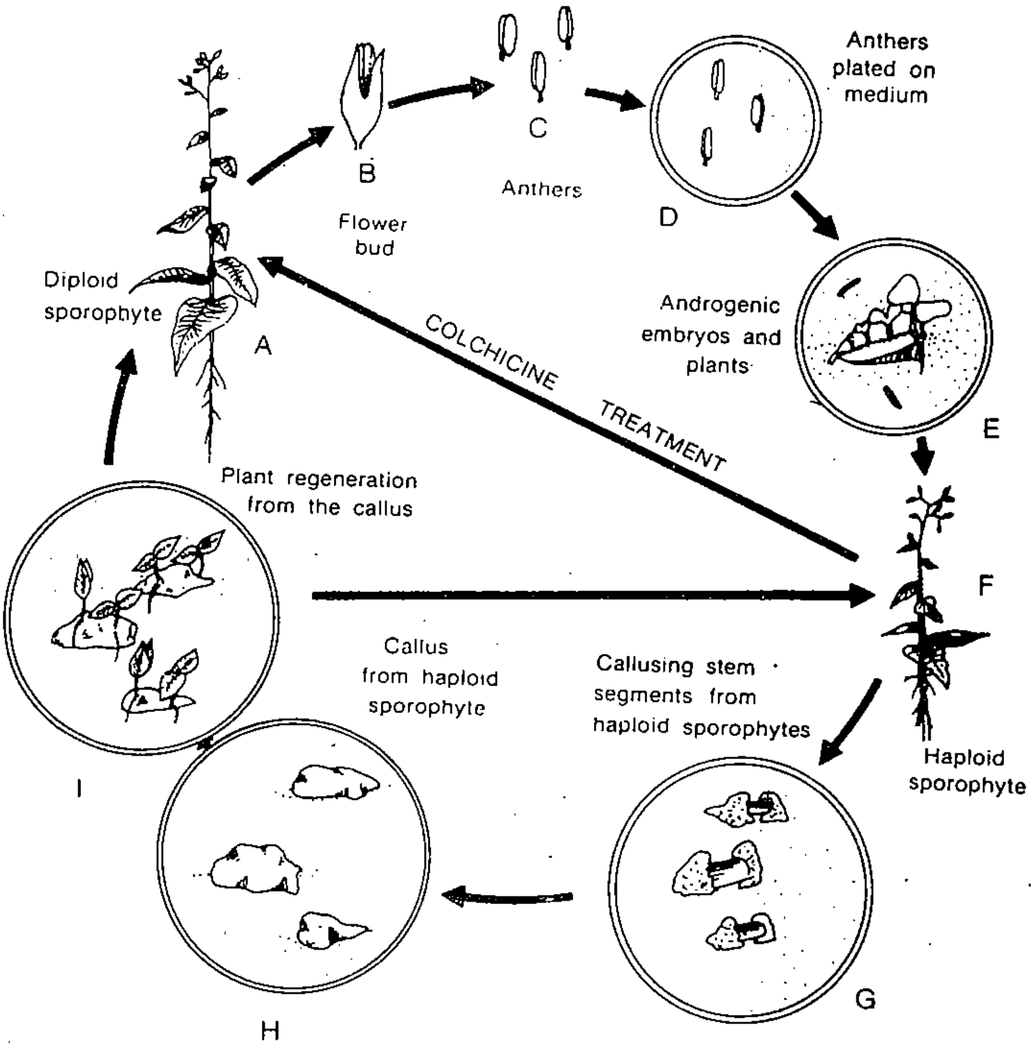


चित्र 11.9: तंबाकु के परागकोश संवर्धों में पुजंनन (Androgenesis) A. अनेक पराग भ्रूण दिखाता एक फटा परागकोश। B. पराग भ्रूण अंकुरित हो गए हैं।

इसके लिए सूक्ष्मबीजाणु विकास के पश्च एककेन्द्रकी अवस्था वाले परागकोशों को सतह निर्जर्मित कलिकाओं से उच्छेदित किया जाता है और उन्हें एक पोषण माध्यम में संवर्धित कर लिया जाता है। संवर्धन के आरंभिक 2–3 दिनों के दौरान 4–5° सें. निम्न ताप का आधात पुंजननी अनुक्रिया को बढ़ा देता है। मगर ब्रैसिका जातियों में 30–35 सें० के उच्चतर तापमान लाभकारी रहा है। प्रेरक परिस्थितियों में सूक्ष्मबीजाणु बारंबार विभाजन कर बहुकोशिकीय संरचनाओं को जन्म देते हैं। पादप और संवर्धन माध्यम के अनुसार ये संरचनाएं सीधे ही भ्रूण में विकसित होती हैं या फिर कैलस बनाती हैं। इसके बाद अंग विकास या भ्रूणोद्‌भवन के जरिए पौधों का पुनर्जनम होता है (चित्र 11.10)।

कुछ जातियों के पुंजनीय अगुणितों को जैसे गेहूं, सरसों और तंबाकू में, पृथक्कृत सूक्ष्मबीजाणु। पराग संवर्धनों के जरिए भी पैदा किया जा सकता है। मगर गंभीर प्रयासों के बावजूद आर्थिक रूप से दूसर महत्वपूर्ण पौधों में पुंजनकीय अगुणितों को विकसित नहीं किया जा सका है।

अगुणित पैदा करने का एक और रास्ता पात्रे जायाजनन (in-vitro gynogenesis) है (यांग और झोंड 1990)। इस तकनीक में अनिषेचित बीजांडों को ऐसे माध्यम में संवर्धित किया जाता है जो अंडज (अनिषेकजनन) या भ्रूणकोश के किसी भी अगुणित कोशिका को उद्‌दीपित (अपयुग्मन (apogamy) करते हों ताकि वह निषेचन के बिना ही भ्रूणोदभवनी विकास कर सके। पात्रे जायाजनन को सैन नाइअम (1967) ने सबसे पहले ***होर्डियम वल्गेर*** (Hordeum vulgare) में देखा था। इसे अब तक कम से कम 16 जातियों में देखा जा चुका है। अगुणित उत्पादन की यह तकनीक खासकर ऐसे पौधों में उपयोगी है जिनमें पुंजनकीय अनुक्रिया असंतोषप्रद। पराग पौधों का एक भारी हिस्सा अगुणित या रंजकहीन (albino) होता है जैसा कि अनेक फसली पौधों में पाया जाता है नर वंध्य पौधों, जो सामान्य सूक्ष्मबीजाणुओं का कभी उत्पादन नहीं कर पाते। इन सब में ही यह तकनीक उपयोगी साबित हो रही है।



चित्र 11.10: परागकोष संवर्धन द्वारा अगुणितों के उत्पादन और समयुग्मनज द्विगुणित पौधों की पैदावार के लिए उनके द्विगुणन (Diplodisation) का एक चित्र।

अगुणित आनंवशिकी और पादप जनन में बेहद महत्वपूर्ण है। अगुणितों में उन अप्रभावी उत्परिवर्तयों की पहचान करना संभव है जो द्विगुणित अवस्था में प्रभावी अलीलों की उपस्थिति के कारण खुद को प्रकट नहीं कर पाते हैं। उच्च विषमयुग्मजता, वाले पर परागणित पौधों और संकरों में पारंपरिक प्रतीप संकरण की विधि से किसी खास विशेषक के निर्धारण में 7–8 साल लग जाते हैं। परागकोश या पराग संवर्धन द्वारा इसे एक ही पीढ़ी में किया जा सकता है। परागकणों से पौधों के पुनर्जनन के बीजाणोदभिद स्तर पर युग्मक भिन्नताओं की जांच भी हो जाती है जिससे हम उपयोगी परिवर्तियों (युग्मकक्लोनी भिन्नताएं) का चयन किया जा सकता है। चीन के वैज्ञानिकों ने परागकोश संवर्धन के माध्यम से गेहूं की 20 नई उन्नत किस्में और चावल की 61 किस्मों का विकास किया है।

11.5.4 क्लोनी प्रवर्धन

अलंकारी और फल जातियों के अधिकांश कृषिजोपजातियां और वन वृक्ष अति विषमयुग्मजी होते हैं। फलतः उनकी बीज संतति सही मायनों में वास्तविक नहीं होती। बागवानी पौधों की चुनिंदा कृषिजोपजातियों के अद्वितीय विशेषताओं के संरक्षण के लिए नर्सरीपाल कायिक प्रवर्धन (vegetative Propagation) की विधि अपनाते हैं। इसके लिए वे तने, पत्तियों या जड़ों की कलम या फिर कंद, घनकंद, शल्ककंद और प्रपत्र कलिकाओं को काम में लाते हैं। ऐसे पौधे

जिनमें बीजों का निर्माण नहीं होता, उनमें गुणन का एकमात्र माध्यम कायिक प्रवर्धन ही रह जाता है। जैसे केला, अंगूर, नींबू, पिटूनिया, गुलाब और गुलदाउदी आदि। कायिक प्रवर्धक द्वारा एक ही पौधे से उत्पन्न पौधों की आबादी आनुवंशिक रूप से एकरूप होती है। और इसे क्लोन कहते हैं।

क्लोनी प्रवर्धन की पारंपरिक विधियां धीमी और बहुधा अव्यावहारिक होती हैं। उदाहरण के लिए संवर्धित ऑर्किडो जो कि जटिल संकर हैं के क्लोनी गुणन की एकमात्र जीवे (in-Vivo) विधि बैक बल्ब (back Bulb) प्रवर्धन है। इसमें प्रसुप्त कलिकाओं को विकसित करने के लिए सबसे पुराने कूट पत्रप्रकलिकाओं को अलग कर लिया जाता है। इस प्रकम से साल भर में पौधों की संख्या ज्यादा से ज्यादा दो गुना हो जाती है। फिर एकलाक्षी ऑर्किडो (Monopodial orchids) में कूट कूटपत्रप्रकलिकाएं नहीं बनती। इसलिए इनकी तादाद में क्लोनीय वर्धन नहीं हो सकता। जी.मोरेल नामक एक फ्रांसीसी वैज्ञानिक ने 1960 में ऑर्किडों के द्रुत क्लोनी गुणन के लिए पात्रे विधि का विकास किया। इसने ऑर्किड उद्योग में क्रांति ला दी और आज ऑर्किडों के क्लोनी गुणन की आर्थिक दृष्टि से एकमात्र ससंगत विधि ऊतक संवर्धन है जिसका व्यापक स्तर पर उपयोग हो रहा है।

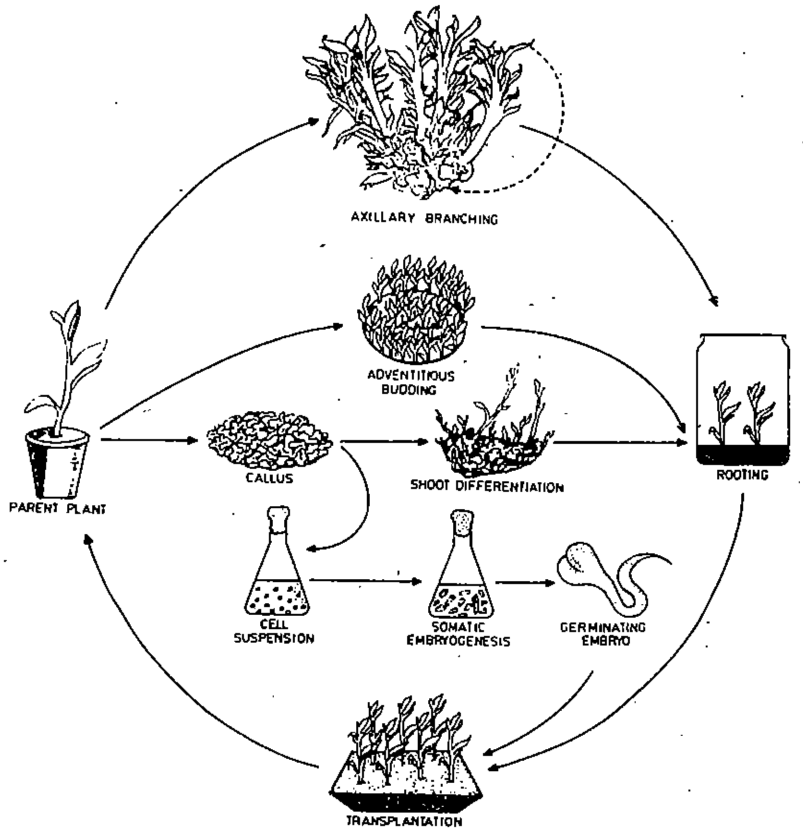
पात्रे क्लोनी प्रवर्धन, जिसे सूक्ष्मप्रवर्धन (चित्र 11.12) भी कहा जाता है, को अब आर्किडों के अलावा अनेक दूसरी जातियों तक प्रार हो गया है जिसे बड़े व्यावसायिक पैमाने पर असंख्य अलंकारी फल देने वाले पौधों और वन्य वृक्षों का प्रयोग किया जा रहा है। अजर्म संवर्धनों के समारंभन के बाद सूक्ष्मप्रवर्धन में सामान्यतया तीन चरण होते हैं। प्ररोह गुणन (shoot multiplication) मूलोत्पत्ति (rooting) और प्रतिरोपण (transplantation) (चित्र 11.11)।

- **प्ररोह गुणन (Shoot Multiplication)**

उत्पादन के प्रवधन और आनुवंशिक एकरूपता की दृष्टि से प्ररोह गुणन सबसे महत्वपूर्ण चरण है। प्ररोह गुणन की सबसे विश्वसनीय और सबसे लोकप्रिय विधि कक्षीय प्ररोहीं (axillary shoots) का प्रणोदित प्रचुरोद्भवन है। इसके लिए संवर्धन शिखाग (apical) या पसंघीय कलमों (nodal cuttings) जो एक या अधिक कायिक कलिकाएं लिए होते हैं से आरंभ किया जाता है। एक साइटोकाइनिन की उपस्थिति भर में या IAA या NAA जैसे किसी एक ऑक्सिन के अल्पसांद्रण संयोजन में पहले से मौजूद कलिकाएं वृद्धिकर महज 3–4 हफ्तों में 4–6 प्ररोह और कभी कभी 30–40 प्ररोहों को जन्म दे देती है। अलग अलग प्ररोहों को समय समय पर अलग कर और उन्हें मूल संघटन वाले ताजे माध्यम में रोपकर प्ररोह गुणन चक्र को अनिश्चित काल के लिए दोहराया जा सकता है और इस तरह छोटे से समय में ही प्ररोहों का भंडार खड़ा किया जा सकता है। ऊपर बताए गए पादप वृद्धि नियामकों से अभिक्रिया भी प्ररोहों के शीध उत्पादन में सहायक हो सकता है जो सीधे कर्तोतक का कैलस निर्माण के वाद अपिस्थानिक कलिकाओं का प्रेरण करते हैं।

- **प्ररोह गुणन (Shoot Multiplication)**

उत्पादन के प्रवर्धन और आनुवंशिक एकरूपता की दृष्टि से प्ररोह गुणन सबसे महत्त्वपूर्ण चरण है। प्ररोह गुणन की सवसे विश्वसनीय और सवसे लोकप्रिय विधि कक्षीय प्ररोहों (axillary shoots) का प्रणोदित प्रचुरोद्भवन है। इसके लिए संवर्धन शिखाग्र (apical) या पर्वसंघीय कलमों (nodal cuttings) जो एक या अधिक कायिक कलिकाएं लिए होते हैं से आरंभ किया जाता है। एक साइटोकाइनिन की उपस्थिति भर में या IAA या NAA जैसे किसी एक ऑक्सिन के अल्प सांद्रण के संयोजन में पहले से मौजूद कलिकाएं वृद्धि कर महज 3–4 हफ्तों में 4–6 प्ररोह और कभी कभी 30–40 प्ररोहों को जन्म दे देती हैं। अलग-अलग प्ररोहों को समय-समय पर अलग कर और उन्हें मूल संघटन वाले ताजे माध्यम में शेषकर प्ररोह गुणन चक्र को अनिश्चित काल के लिए दोहराया जा सकता है और इस तरह छोटे से समय में ही प्ररोहों का भंडार खंडा किया जा



चित्र 11.11: पौधों में अजर्म गुणन की अवस्थाओं का चित्र सारांश। प्ररोह गुणन सीधे कर्तांतकों से या कैलस निर्माण के बाद कक्षीय शासन में वृद्धि और अपस्थानिक मुकुलन (adventitious budding) जरिए होता है। प्ररोह ऑक्सिन युक्त एक माध्यम में अलग अलग मुलवद्ध होते हैं। इससे प्राप्त पादपकों को अच्छी तरह से भीगे हुए पात्रोपचार मिक्स में स्थानांतरित कर दिया जाता है। 3–4 हफ्ते तक उन्हें उच्च आर्दता में रखने के वाद पौधों को साधारण कांचघर या प्रक्षेत्र परिस्थितियों को स्थानांतरित कर देते हैं। कैलस अवस्था वाले पादप गुणन प्ररोह कालिका विभेदन या कायिक भ्रूणोदभवन के जरिए हो सकता है। कायिक भ्रूणोदभवन में मूलोत्पत्ति अवस्था नहीं रहती क्योंकि भ्रूणों में पूर्वनिर्मित मूल आधाक (root primordium) होता है।

सकता है। ऊपर बताए गए पादप वृद्धि नियामकों से अभिक्रिया भी प्ररोहों के शीघ्र उत्पादन में सहायक हो सकता है जो सीधे कर्त्तोतक या कैलस निर्माण के बाद अपस्थानिक कलिकाओं का प्रेरण करते हैं।

कायिक भ्रूणोद्भवन, जोकि कर्त्तोतक के कैलस निर्माण के बाद होता है, सूक्ष्मप्रवर्धन की एक और विधि है। कायिक भ्रूणोद्भवन न सिर्फ तेज है बल्कि सूक्ष्मप्रवर्धन का आंशिक स्वचालन भी कर सकता है। इस तरह से पैदा हुए प्रवर्धक (Propagules) यानी कायिक भ्रूण प्ररोह और मूल मेरिस्टेम (root meristem) दोनों लिए होते हैं। मगर प्ररोहों या कायिक भ्रूणों खासकर कैलस ऊतक से निर्मित, को अपस्थानिक विभेदन में संतति में आनुवंशिक परिवर्तिता आ जाने का जोखिम रहता है। ऐसी विभिन्नता, जोकि ऊतक संवर्धन में विकसित होती है, उसे "कायिकक्लोनी विभिन्नता" (somaclonal variation) कहते हैं। यह सूक्ष्मप्रवर्धन के लिए वांछनीय नहीं है बल्कि इसका उपयोग फसल सुधार में उपयोगी विभिन्नताओं के एक अनूठे स्रोत के रूप में किया जा रहा है।

- **मूलोत्पत्ति (Rooting)**

कक्षीय शाखन या अपस्थानिक विभेदन के जरिए उत्पन्न हुए प्ररोहों को एक माध्यमों में पात्रे मूलबद्ध किया जाता है। माध्यम में IAA, NAA या IBA जैसा कोई उपयुक्त ऑक्सिन होता है। विकल्पतः जहां कहीं भी संभव हो प्ररोहों को ऑक्सिन से अभिक्रिया कराने के बाद जीवे मूलोत्पत्ति (in–vovo rootting) के लिए पात्रोपचार मिश्रण में सीधे ही रोप दिया जाता है।

- **प्रतिरोपण (Transplantation)**

कार्बनिक तत्त्वों युक्त एक माध्यम में गुणित प्ररोहों या पादपकों में प्रकाश-संश्लेषण की कम क्षमता होती है। फिर इन पौधों में पत्तियों से जल के क्षय को रोकने वाली क्रियाविधियां अल्प विकसित होती हैं। इसलिए उन्हें प्रक्षेत्र परिस्थितियों के लिए धीरे-धीरे दशानुकूल बनाया जाता है। कायिक भ्रूणोद्‌भवन, जो कि कर्तोतक के कैलस निर्माण के बाद होता है, सूक्ष्मप्रवर्धन की एक और विधि है। कायिक भ्रूणोदभवन न सिर्फ तेज है बल्कि सूक्ष्मप्रवर्धन का आंशिक स्वचालन भी कर सकता है। इस तरह से पैदा हुए प्रवर्धन 10–15 दिनों तक उच्च आर्दता (80–90%) में रखा जाता है जिसके बाद उन्हें संवर्धन पात्रों से नि[illegible] या जाता है। इसके कुछ हफ्तों के दौरान, पौधों को प्राकृतिक परिस्थितियों में स्थानांत[illegible] पहले उनके आसपास आद्रता को धीरे-धीरे कम किया जाता है।

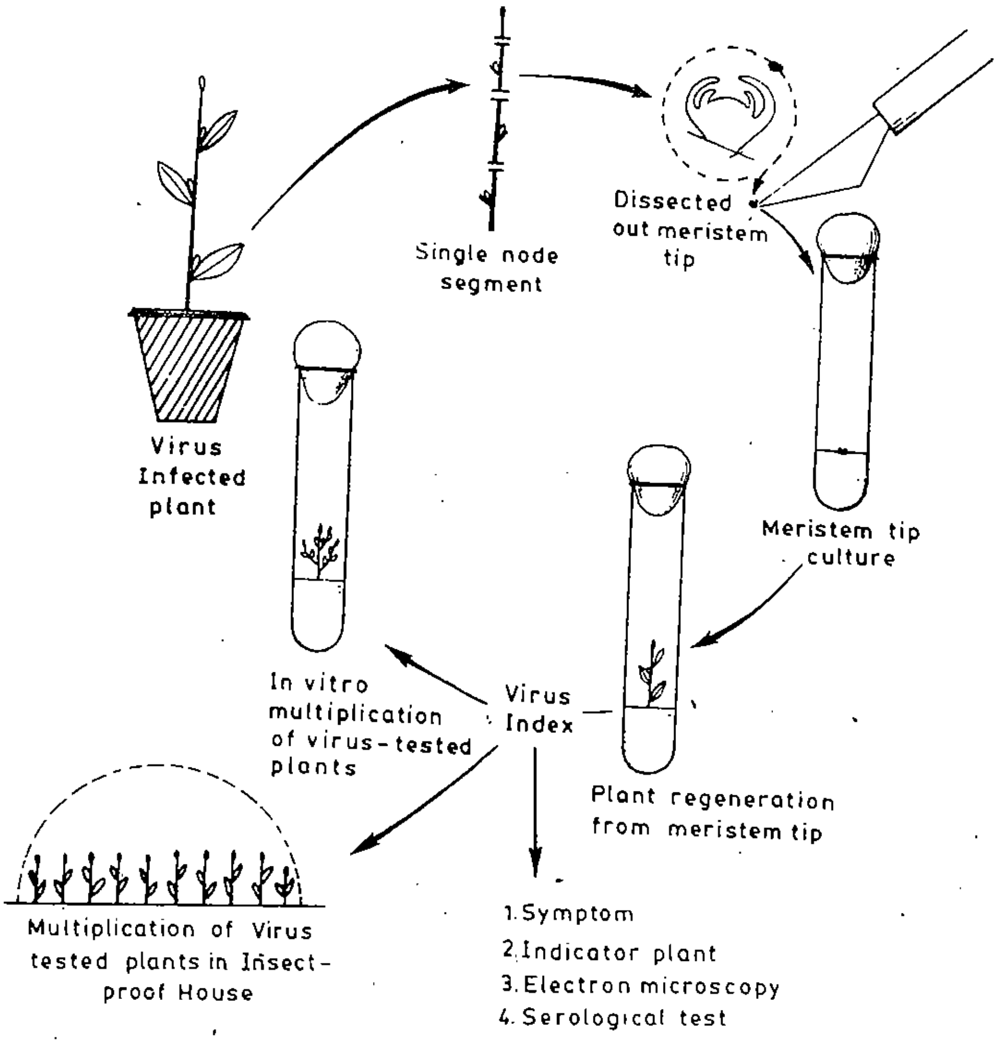
सूक्ष्मप्रवर्धन के कुछ ख़ास लाभ इस प्रकार हैं:– 1. यह गुणन की दर में भारी तेजी लाता है, 2. गुणन की उच्च दर को पूरे साल कायम रखा जा सकता है, 3. गुणित पौधों को रोगमुक्त परिस्थितियों में रखा जाता है। 4. रोगाणुओं और कीटों से मुक्त होने के कारण विदेशज पौधों के बहुमुल्य जीवप्ररूपों को निर्यात के लिए गुणन किया जा सकता है और 5. प्रवर्धकों का छोटा आकार और मृदाहीन वातावरण में उनके प्रचुरोद्‌भवन की क्षमता से उनके सुविधाजनक भंडारण, रख रखाव और अंतर्राष्ट्रीय संसरोधत के पार वायुमार्ग द्वारा द्वैत स्थानांतरण करना आसान है।

11.5.5 रोगमुक्त पौधों का उत्पादन

सामान्य परिस्थितियों में पौधों को नाना प्रकार के रोगाणु जैसे जीवाणु, कवक, विषाणु, वाइराइड और सूत्रकृमि व कीटों द्वारा संक्रमित होते हैं। कई चिरस्थायी पौधे और कायिक विधि से प्रवर्धित पौधे एक या अधिक रोगाणुओं द्वारा बड़े क्रमवद्ध तरीके से संक्रमित होते हैं जो पौधे की उपज, ओज और गुणवत्ता को कम कर देते हैं। इसलिए सूक्ष्मप्रवर्धन के लिए रोगमुक्त स्टॉक पौधों का प्रयोग जरूरी हो जाता है। पादप सामग्रियों के अंतर्राष्ट्रीय विनिमय की दृष्टि से भी विषाणुओं और दूसरे पादप रोगाणुओं का उन्मुलन वांछनीय है।

पादप सामग्री की सतह पर मौजूद जीवाणुओं और कवकों को तो सतह निर्जर्मक अभिकर्मक से धोकर आसानी से दूर किया जा सकता है मगर विषाणुओं के लिए भरोसेमंद उपचार कोई नहीं है। विषाणु पात्रे प्ररोह प्ररोहों के अंदर ही बिना किसी लक्षण के गुणन कर सकते हैं। विषाणु उन्मूलन के लिए तापोपचार (Thermotherapy) किया जाता था। मगर यह सभी विषाणुओं के लिए कारगर नहीं है। फिर ताप उपचार पादप ऊतकों पर बूरा प्रभाव भी छोड़ सकता है।

कुछ कारण वश शीर्षस्थ विभज्या (apical meristem) में या तो प्रवेश नहीं कर पाते या फिर जीवित नहीं रह पाते। इसलिए संक्रमित पौधों में भी शीर्षस्थ मेरिस्टेम या विभज्या आम तौर से विषाणुओं से मुक्त रहते हैं। इस गुण का लाभ उठाते हुए मॉरेल ने (1950) संक्रमित पौधों से विषाणुमुक्त पौधों को उगाने के लिए प्ररोह अग्र संवर्धन (shoot tip culture) की तकनीक का विकास किया (चित्र 11.12)। तब से विषाणु उन्मूलन की यह सबसे कारगर विधि बन गई है। इसमें शीर्षस्थ मेरिस्टैम और एक दो पर्ण आधकों सहित 0.5–1 मिमी लंबे प्ररोह अग्रों को उच्छेदित किया जाता है। इसके बाद संपूर्ण पौधों के पुनर्जनन के लिए उन्हें एक अनुकूल माध्यम में उगाया जाता है। कभी कभी प्ररोह अग्र संवर्धन के साथ रसोचिकित्सा (Chemotherapy) या तापोपचार के संयोजन से संवर्धन में विषाणु उन्मूलन की प्रभावशीलता में वृद्धि पाई गई है। मगर प्ररोह अग्रों में पुनर्योजित पौधों को विषाणुमुक्त घोषित करने से पहले उन्हें संभावित विषाणुओं के लिए अच्छी तरह से जांच लिया जाना चाहिए।



चित्र 11.12: प्ररोह अग्र संवर्धन के जरिए विषाणु मुक्त पौधों का उत्पादन

11.5.6 अन्य अनुप्रयोग

पौधे नाना प्रकार के औद्योगिक उत्पादों के स्रोत हैं, इन उत्पादों में दवाइयां भी शामिल हैं। औषधि की आयुर्वेदिक प्रणाली चिरकाल से पौधे के सूखे भागों या उनके कच्चे सत्व का प्रयोग करती रही है। मगर मानव द्वारा प्रकृति से पादप सामग्रियों के भारी पैमाने पर अनियंत्रित दोहन के कुछ खास पादप जातियों की तादाद इतनी घटा दी है कि उनके विलुप्त होने का खतरा हो गया है। इस संदर्भ में ऊतक संवर्धन से दो संभावनाएं पैदा हुई हैं: 1. संकटापन्न जातियों का पात्रे संरक्षण और 2. संवर्धित कोशिकाओं से उपयोगी योगिकों का उत्पादन।

जर्मप्लाजम संरक्षण : पूर्णशक्त कोशिकाओं और प्ररोह अग्रों को तरल नाइट्रोजन (−196° से) में लंबे समय तक हिम संरक्षित रखा जा सकता है। जरूरत पड़ने पर इन्हें हिमद्रवण कर और संवर्धित कर संपूर्ण पादपों को पैदा किया जा सकता है। विकल्पतः अल्प कालिन भंडारण के लिए प्रचुरोद्भवनी प्ररोह संवंधों जड़ों को वृद्ध सीमक परिस्थितियों जैसे तापमान में कमी (4–12° से) या निम्न पोषक तत्व में ऊष्मायनित किया जा सकता है। ऐसे संबर्धों में उपसंवर्धन के बिना 1–3 साल तक जीवन क्षमता पाई गई है। जड़ या मूल संबर्धों को तो 25–30 वर्ष तक जीवनक्षम रखा जा सका है।

औद्योगिक योगिकों का उत्पादनः संवर्धित पादप कोशिकाएं अपनी उपापचयी क्षमता को बरकरार रखती हैं और वाणिज्य उपयोग के गौण उत्पादों का संश्लेषण करती है। कोशिका संबर्धों को मध्यवर्ती यौगिकों के और अधिक उपयोगी यौगिकों के जैव रूपांतरण के लिए कारखानों की

तरह काम में लाया जा सकता है। शिकॉनिन नामक एक महंगा यौगिक *लिथोस्पेरम ऐरिथ्रोराइजॉन* की जड़ों से निकाला गया है। इस यौगिक को जापानी कई पीढ़ियों से एक वनस्पतिक रंजक और सौंदर्य प्रसाधनों व साबून आदि में करते आए हैं। मगर अत्यधिक दोहन की वजन से यह पौधा जापान में लगभग विलुप्त सा हो गया है। इस पादप सामग्री के आयात पर अपनी निर्भरता को कम करने के लिए जापानी वैज्ञानिकों के शिकॉनिन के व्यावसायिक उत्पादन के लिए एक ऊतक संवर्धन विधि का विकास किया। एक और उदाहरण *कॉप्टिस जैपोनिका* (Coptis Joponica) से निकाला जाने वाला यौगिक बर्बरीन (berberine) है, जिसमें औद्योगिक यौगिक का ऊतक संवर्धन उत्पादन व्यावसायिक स्तर पर हो रहा है। ऊतक संबर्धों में यौगिकों के उत्पादन में वृद्धि कोशिकाओं को उनके जैव संश्लेषी परिपथ के पूर्ववर्तियों के संभरण (जैव रूपांतरण), संवर्धन माध्यम की परिस्थितियों में हेरफेर और उच्च पैदावार देने वाली कोशिका संततियों के चयन द्वारा की जा सकती है। वाणिज्य उपयोग के द्वितीयक पादप उत्पादों के उत्पादप से तेजी से घटती जा रही कृषि योग्य भूमि पर बढ़ते दवाव को कम किया जा सकता है। व्यावहारिक अनुप्रयोगों के अलावा ऊतक संवर्धन प्रणाली को पीढी एकांतरण, संरचनाविकास, वृद्धि और विभेदन तथा परपोषी रोगाणु परस्पर क्रिया जैसे बुनियादी पहलुओं के अध्ययन में आदर्श पाए गए हैं। असल में पादप ऊतक संवर्धन का सबसे महत्वपूर्ण बुनियादी योगदान साइटोकाइनिन की खोज है।

बोध प्रश्न 3

अ) सही कथन बाइए :–

क) जंतु कोशिकाएं पूर्णशक्त होती हैं।

ख) सभी सजीव कोशिकाएं पूर्णशक्त होती हैं।

ग) पादप कोशिकाएं पूर्णशक्त होती हैं

घ) प्ररोह कलिका का विभेदन कोशिकीय पूर्णशक्तता कहलाता है।

ब) सही उत्तर चुनिए:

कोशिकाओं के

क) प्ररोहों

ख) भ्रूणों

ग) संपूर्ण पौधों

घ) जड़ों के उत्पादन की क्षमता को कोशिकीय पूर्णशक्तता कहते हैं।

स) खाली स्थानों में सही शब्द भरिए:

क) विषम जीवद्रव्यकों के संलयन से .... का निर्माण होता है।

ख) पादप कोशिका जिसकी कोशिका भित्ती हटा दी जाए उसे .... कहते हैं।

ग) .... सबसे लोकप्रिय संलयक अभिकर्मक है।

घ) उन संकर भ्रूणों को जो काफी आरंभिक अवस्था में ही मर जाते हैं .... द्वारा बचाया जा सकता है।

द) निम्न कथनों के लिए तकनीकी शब्द बताइए:

क) पराग कणों से पौधे का पात्रे उत्पादन

ख) अनिषेचित अंड कोशिका से पौधों का पात्रे उत्पादन

ग) पौधों का पात्रे प्रवर्धन

घ) पराग कणों से उत्पन्न पौधों में विभिन्नता

ई) गलत कथन बताइए

क) सूक्ष्म बीजाणु और अनिषेचित अंडज संवर्धनों में अगुणित पौधों को जन्म देते हैं।

ख) अगुणित पादप अनुवंशिक अध्ययन में महत्वपूर्ण है क्योंकि इनसे अप्रभावी उत्परिवर्तियों को पहचानने में मदद मिलती है।

ग) ऊतक संवर्धन द्वारा अगुणितों का उत्पादन सिर्फ शैक्षिक रूचि का है क्योंकि ऐसे पौधे अपसामान्य होते हैं जिन्हें पारंपरिक जनन कार्यक्रमों में आत्मसात नहीं किया जा सकता है।

घ) सूक्ष्म प्रवर्धन द्वारा अजर्म परिस्थितियों में प्रवर्धी का भारी संख्या में उत्पादन थोड़े से समय में साल भर किया जा सकता है।

11.6 सारांश

अभी तक हमने जो कुछ इस इकाई में जाना उसका सार इस प्रकार है:-

1. पादप ऊतक संवर्धन पृथक्कृत कोशिकाओं या जीवद्रव्यकों का मानक पादप ऊतक संवर्ध माध्यम (यानि आधारी माध्यम) में अजर्म उत्पादन है।

2. ऊतक संवधों को सभी सजीव पादप कोशिकाओं से विकसित किया जा सकता है और उन्हें ताजे माध्यम में समय समय पर उपसंवर्धन द्वारा अनिश्चित काल तक गुणन किया जा सकता है।

3. सभी सजीव पादप कोशिकाएं पूर्णशक्त होती हैं। माध्यम में वृद्धि नियामकों के संघटन में हेरफेर कर संपूर्ण पौधों का कैलस और निलंबन संवर्धी में पुनर्जनन कर संभव है। यह अंग विकास और कायिक भ्रूणोद्भवन के जरिए होता है।

4. आधारी माध्यम में प्रयोग होने वाले कुछ रसायन उच्च ताप मिलने पर निम्नीकृत हो जाते हैं। इन्हें तापास्थायी (thermolabile) कहते हैं। लेकिन कुछ रसायन स्थायी होते हैं जिन्हें ताप स्थायी (Thermostable) कहते हैं।

5. किसी यांत्रिक या एंजाइमी प्रक्रम द्वारा कोशिका भित्ति से मुक्त होने पृथक्कृत जीवद्रव्यक को अनावरित जीवद्रव्य कहते हैं।

6. "सकर भ्रूण संवर्धन", परखनली परागण या निषेचन और कायिक संकरण जैसे ऊतक संवर्धन तकनीकों का उपयोग विरल संकरों का साइब्रिडों में हो रहा हैं जिन्हें हम पारंपरिक पादप जनन विधियों द्वारा पैदा नहीं कर सकते।

7. ऊतक संवर्धन विषाणु मुक्त पौधों और चुनिदां जीनप्ररूपों के द्रुत क्लोनी गुणन के लिए एक महत्वपूर्ण कृषि उद्यान तकनीक बन गई है।

11.7 अंत में कुछ प्रश्न

1. संवर्धन पात्रों के अंदर पूर्णतः अजर्म वातावरण बनाए रखना जरूरी क्यों है?

2. पादप ऊतक संवर्ध माध्यम के धटकों की मुख्य श्रेणियों कौन सी है? सुक्रोस सभी पादप ऊतक संवर्धन माध्यम का एक जरूरी घटक क्यों हैं?

3. कोशिकीय पूर्णशक्तता से आप क्या समझते हैं? इस संकल्पना को प्रयोग द्वारा परखने वाला सबसे पहला वैज्ञानिक कौन था?

4. संरोपण और उपसंवर्धन में फर्क बताइए।

5. पादप जनन में पादप ऊतक संवर्धन की भूमिका को संक्षेप में बताइए।

6. सूक्ष्मप्रवर्धन पौधों के क्लोनी प्रवर्धन की परंपरागत विधियों किस तरह मे लाभकारी हैं?

7. निम्न वैज्ञानिकों के पादप ऊतक संवर्धन में एक प्रमुख योगदान का उल्लेख कीजिए:

क) जी. मोरेल

ख) एफ. स्कूज

ग) पी.आर. व्याइट

घ) एफ.सी. स्टीवर्ड

ङ) एफ. लैबाख

च) एस. गुह्य और एस.सी. माहेश्वरी

छ) एल. एच. सैन नोएम

10.8 उत्तर

बोध प्रश्नों के उत्तर

1. क) पादप ऊतक संवर्धन के लिए प्रयोग किए जाने वाले पोषण माध्यम को निर्जमित करना बेहद जरूरी है। इसकी वजह यह है कि पादप ऊतक संवर्धन माध्यम में सुक्रोस एक उच्च सांद्रता में मौजूद होता है जिससे जीवाणुओं और कवकों जैसे कई सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को बढ़ावा मिलता है।

ख) 1.

ग) ऐसे यौगिक जो ऊष्मा में टिक न पाए उन्हें तापास्थायी यौगिक कहते हैं। ये यौगिक ऑटोक्लेवन किए जाने पर विघटित हो अपनी क्रियाशीलता खो देते हैं।

घ) ग.

ङ) 1. वृद्धि नियामक
2. कम
3 120° सें.
4 5.8
5 प्ररोह कलिका विभेदन और प्ररोह गुणन

2 क) 1 कैलस
2 क्षत ऊतक
3 2, 4–D
4 उप संवर्धन

ख)
1 5
2 6
3 1
4 2
5 4
6 3

ग) 3

घ) कैलस संबधों को अगर एक ही माध्यम में लंबे समय तक छोड़ दिया जाए तो उनका रंग भूरा पड़ जाता है और उनमें ऊतक क्षय होने लगता है। इसकी वजह है:–

1. आवश्यक पोषक तत्वों का अवक्षय
2. जलक्षय की वजह से ऐगार का पूष्कन और
3. माध्यम में विषैले उपापचयजों का जमाव

3. क) ग.
   ख) ग.
   ग) 1. विषमकेन्द्रक
      2. जीवद्रव्यक
      3. पॉलिएथिलीन ग्लाइकॉल
      4. बीजांड भ्रूणसंवर्धन में
   घ) 1. पुंजनन (Androgenesis)
      2. निषकजन (Parthenogenesis) जायाजनन (gynogenesis)
      3. सूक्ष्मप्रवर्धन
      4. युग्मक क्लोनी विभिन्नत
   ङ) 2.

ंत में कुछ प्रश्न

. पादप ऊतक संवर्धन के लिए प्रयोग होने वाले पोषण माध्यम नाना प्रकार के सूक्ष्म जीवों की प्रचुर वृद्धि को बढ़ावा देते हैं जैसे जीवाणु और कवक। माध्यम में पहुंचने पर ये सूक्ष्मजीवी पादप कोशिकाओं से कहीं ज्यादा तेजी से वृद्धि करते हैं और ऊतक की सतह को ढ़क देते हैं, जिससे उसकी वृद्धि अवरूद्ध हो जाती है और अंततः वह मर जाता है। इसीलिए संवर्धन पात्रों के अंदर पूर्णतः अजर्म वातावरण बनाए रखना बेहद्द जरूरी है।

. किसी भी पादप ऊतक संवर्धन माध्यम में घटकों की निम्न श्रेणियां मौजूद होनी चाहिए: क) प्रधान ओर गौण अकार्बनिक तत्वों के स्रोत, ख) कार्बनिक पोषक तत्व जैसे विटामिन और अमीनो अम्ल, ग) कार्बन के स्रोत के रूप में सुक्रोस और घ पादप वृद्धि नियामक जैसे ऑक्सिन और साइटोकाइनिन। ऐगार का प्रयोग ऐच्छिक है।

. पूर्णशक्तता प्रत्येक सजीव पादप कोशिका के संपूर्ण पौधे में पुनर्जनन की क्षमता है। जी. हैबेरलांट इस विचार को प्रयोग द्वारा आजमाने वाले सबसे पहले वैज्ञानिक थे। मगर वे अपने इस प्रयोग में असफल रहे। इसके दो मुख्य कारण थे: क) प्रायोगिक सामग्री के लिए उन्होंने अतिविभेदित पर्ण कोशिकाओं का चुनाव किया था और ख) उन्होंने वृद्धि बढ़ाने वाले पदार्थों का उपयोग नहीं किया क्योंकि उनके समय में इनकी जानकारी हासिल नहीं हुई थी।

संरोपण में संवर्धन के समारंभन के समय संवर्धन माध्यम में ताजे कतौतकों का रोपरण किया जाता है जबकि उपसंवर्धन में संवर्धित ऊतक को टुकड़ों में विभाजित कर उन्हें ताजे माध्यम में स्थानांतरित किया जाता है।

पादप जनन में पादप संवर्धन के अनुप्रयोगः–

क) विरल संकरों के उत्पादन के लिए भ्रूण संवर्धन।

ख) समयुग्मजी द्विगुणितों के द्रुत उत्पादन के लिए अगुणितों के विकास के लिए परागकोश पराग और अनिषेचित बीजांड संवर्धन

ग) लैंगिक अनिषेचयता की युग्मनजपूर्वी रोधिकाओं को दूर करने के लिए पात्रे परागण और अनिषेचन।

घ) कायिक संकरण और साइब्रिडीकरण।

क्लोनी प्रवर्ध्रन की परंपरागत विधियों की तुलना में सूक्ष्म प्रवधन के अनेक लाभ हैं:–

क) यह अक्सर कायिक प्रवर्धन की परंपरागत विधियों की अपेक्षा अधिक तेज होता है।

ख) थोड़े से समय में पौधों का भारी संख्या में गुणन किया जा सकता है।

ग) गुणन रोगमुक्त परिस्थितियों में होता है।

घ) नियंत्रित परिस्थितियों में गुणन की दर को पूरे वर्ष भर बनाए रखा जा सकता है

7. क) जी मोरेल : विषाणु अन्मुलन के लिए प्ररोह-अंग संवर्धन।

ख) एफ.स्कूजः अंग विकास का रासायनिक नियंत्रण

ग) पी आर व्हाइटः संतत जड़ संवर्धन

घ) एफ.सी. स्टीवर्डः गाजर में कायिक भ्रूणोदभवन

ङ) एफ. लैबाखः संकट भ्रूम संवर्धन

च) एस. गुह्य और एस सी माहेश्वरीः परागकोश संवर्धन द्वारा पुंजनीय अगुणितों का उत्पादन।

छ) एल. एच. सैन नोएमः बीजांड संवर्धन से जायजनी अगुणितों का उत्पादन।

काई 12 परिवर्धन अध्ययनों में वर्तमान उपनति

काई की रूपरेखा पृष्ठ संख्या

.1 प्रस्तावना 127
उद्देश्य
.2 पराग जैविकी 128
.3 अनिषेच्यता 131
.4 मादायुग्मकोद्भिद 132
.5 भ्रूषपोष 133
6 भ्रूण 134
7 निलंबक 134
8 भविष्य 135
9 सारांश 136
10 अंत में कुछ प्रश्न 136
11 उत्तर 137

.1 प्रस्तावना

ीय पादपों में परिवर्धन की शुरूआत उस समय से होती है जब युग्मनज भ्रूण के रूप में वृद्धि े लगता है। भ्रूण बीज में परिबद्ध रहता है। खंड 1 की 1-6 इकाइयों में प्रस्तुत किए गए ले चार दशकों के गहन भ्रूणविज्ञानीय अन्वेषणों से विभिन्न भ्रूणविज्ञानीय प्रक्रमों को समझनें, की तुलना करने और उनके सहसंबंध स्थापित करने में सहायता मिली है। लेकिन भ्रूणीय नाओं के विशिष्टिकरण को प्रभावित करने वाले कारकों और उपापचयी परिवर्तनों के बारे में ज्यादातर अंधेरे में ही हैं।

ण (polarizing), कला विपर्यास (phase contrast), प्रतिदीप्ति (fluorescence), इलेक्ट्रॉन दर्शिकी (TEM, SEM), व्यतिकरण (Nomarski), विपर्यास प्रकाशिकी (interference contrast ics) तथा ऊतकरसायन (histochemistry) के आगमन के साथ-साथ प्रतिरक्षाकोशिकारसायन munocytochemistry), प्रतिरक्षाप्रतिदीप्ति (immunofluorescence) और वीडियो प्रतिबिंब धन (video image processing) जैसी पूरक आधुनिक कोशिका जैविकी तकनीकों के योग से भ्रूणविज्ञान से संबंधित घटकों के कुछ सूक्ष्म संरचनात्मक विवरणों को उजागर करना उनके लक्षण बताना संभव हुआ है। इनके कारण जननांगों (reproductive organs) और ऊतकों की संरचनाओं और उनके प्रकार्यों के अन्वेषणों में नए आयाम जुड़ गए हैं। लिए पिछले दशक के दौरान जनन जैविकी के परस्पर संबंधित प्रक्रमों के जटिल व्यूह के बारे सूचना की बाढ़ आ गई। इन अन्वेषणों के प्रभाव से पुष्पी पादपों में लैंगिक जनन के बारे में ज्ञान में वृद्धि होने की और भी संभावना है।

इकाई में विशिष्ट क्षेत्रों में हमारा ज्ञान वर्धन करने वाली कुछ प्रमुख उपलब्धियों का वर्णन गया है ताकि आप अध्ययन के इस क्षेत्र में वर्तमान उपनतियों से परिचित हो सकें।

इकाई का अध्ययन आरंभ करने से पूर्व 1 से 6 इकाइयों में पढ़ी गई बातों की याद ताजा आपके लिए उपयोगी होगा। उच्चकोटि पादपों में लैंगिक जनन की अधिक स्पष्ट जानकारी के लिए आप इस इकाई में दी गई जानकारी को अपने पहले ज्ञान से जोड़ें।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप इस योग्य होने चाहिए कि आपः

- उच्च कोटि पादपों में भ्रूणीय प्रक्रमों के सूक्ष्म विवरणों को समझ सकें;
- आवृतबीजी पौधों की जनन संरचनाओं की जटिलताओं को सुलझाने में आधुनिक तकनीकों के उपयोग बता सकें;
- यह स्पष्ट कर सकें कि कोशिकीय घटकों में सूक्ष्म विवरणों को उजागर करने के लिए दूसरी प्रासंगिक तकनीकों को क्यों अपनाना चाहि;
- जनन जैविकी में शामिल विभिन्न चरणों का समाकलन और निर्धारण कर सकें।

12.2 पराग जैविकी (Pollen Biology)

इकाई 1 का अध्ययन करने पर आप जान चुके हैं कि लघुबीजाणुजनन (microsporgenesis) के दौरान लघुबीजाणु चतुष्क (microspore tetrads) के चारों ओर कैलोस (callose) का निक्षेपण हो जाता है। इस परिघटना का अनेक टैक्सा में पता चला है। कैलोस निक्षेपण की विधि और प्रकृति के बारे में हमें जो जानकारी मिली है वह मुख्य रूप से प्रतिप्रदीप्ति सूक्ष्मदर्शिकी (fluorescence microscopy) के प्रयोग के कारण है। अब यह स्थापित हो चुका है कि कैलोस संश्लेषण आपाती प्राथमिक भित्ति (persistent primary wall) और बीजाणु कोशिका (sporocyte) के कोशिकाद्रव्य के बीच दो प्रावस्थाओं में होता है। स्थूलपट (pachytene) अवस्था से शुरू होकर यह पूर्वावस्था-I (prophase-I) तक दो परतों के रूप में जारी रहता है। अंत्यावस्था (telophase) के दौरान कैलोस फिर से बनता है और 3 तथा 4 परतें बनाता है। अंत में कोशिका विभाजन (cytokinesis-2) के दौरान और परतें बन जाती हैं जिनमें से परत 6 प्रत्येक लघुबीजाणु का पृथक्करण कर देती है।

इसके अलावा यह देखा गया है कि समकालिक कोशिका विभाजन वाली जातियों में चार या छः पट्टिकाएं एक इकाई बनाती हैं जबकि उत्तरोत्तर कोशिका विभाजन केवल तीन पट्टिकाओं से एक इकाई बनती है। पट्टिकाएं भी प्रोटीनों, अपचायक पदार्थों, और पालिफॉस्फेटों के प्रतिधन अभिक्रिया (positive reaction) दर्शाती हैं जो संघटन की जटिलता को प्रकट करता है।

प्रतिप्रदीप्ति सूक्ष्मदर्शिकी के साथ-साथ जैवरासायनिक विश्लेषण से $\beta - 1, 3$ ग्लूकानेस एंजाइम की विभेदक सक्रियता (differential activity) के समाधान में सहायता मिली है। यह एंजाइम कैलोस के विलयन को उत्प्रेरित करती है। प्रथम अर्धसूत्री विभाजन के दौरान एंजाइम सक्रियता अपेक्षाकृत कम होती है लेकिन बीजाणु मोचन के समय यह अपने चरम पर होती है। एंजाइम सक्रियता को नियंत्रित करने वाली घटनाओं का यह क्रम महत्वपूर्ण है क्योंकि कैलोस का शीघ्र विलयन हो जाने से बंध्यता (sterility) हो सकती हैं। स्वविकिरणीय (autoradiographic) और फ्लूओरोवर्णिक (fluorochromatic) तकनीकों के उपयोग से कैलोस भित्ति की कम हो रही परगम्यता (permeability) और लघुबीजाणुओं के परिणामी रासायनिक पार्थक्य का निदर्शन किया है। प्रावस्था विपर्यास और प्रतिप्रदीप्ति सूक्षमदर्शिकी के संयोजन से यह भी प्रकट हुआ कि बाह्यचोल के (exine) निर्माण के दौरान कैलोस भित्ति सांचि (mold) या रूपादा (template) के रूप में कार्य करती है।

परागकोश (anther) और बीजांड (ovule) में अर्धसूत्रण को आरंभ और नियंत्रित करने वाले कारकों का पता लेबलित अभिकर्मकों द्वारा लगाया जा सकता है। समएंजाइम चिन्हकों (isoenzyme markers) के माध्यम से किए गए जैवरासायनिक अध्ययनों ने पहले ही अर्धसूत्री विभाजन प्रक्रम की विशिष्ट अवस्थाओं को निर्देशित कर दिया है। युग्मपट्ट अवस्था (zygotene stage) पर अम्ल फॉस्फटेस सक्रियता बढ़ जाती है। उसके बाद कम हो जाती है। स्थूलपट्ट अवस्था पर एन्डोन्यूक्लीएस की काफी सक्रियता देखी गई है। *मर्क्यूरिएलिस ऐनुआ* (*Mercurialis*

annua) के सामान्य पराग परिवर्धन में आइसोपरओक्सीडेज (isoperoxidases) को चिन्हक के रूप में काम में लाते हैं।

सूक्ष्मचलचित्रीय तकनीकों (microcinematographic techniques) से पतली भित्ति वाले पारदर्शी परागकणों (pollen grains) की संरचना, परागकणों के परिसंचरण और घूर्णन सहित उनकी अंतर्वस्तु, पराग नलिकाओं की सूक्ष्मसंरचना, जीवद्रव्यी अभिस्रवण (protoplasmic streaming) का वेग और लक्षण, कायिक और जनन कोशिका (generative cell) के केन्द्रकों की आपेक्षिक गति, जनन कोशिका के विभाजन और दो नर युग्मकों की गति का साफ-साफ पता चला है। पात्रे (in vitro) पुंजनन (androgenesis) के प्रेरण के बाद होने वाले परिवर्तनों की जानकारी रोचक होंगी क्योंकि इससे परागकण के विभिन्न घटकों के शामिल होने का पता चलेगा।

अतिरिक्त साक्ष्यों से पता चलता है कि जनन कोशिका व्यक्तिवृत्त (ontogeny) के दौरान पर्याप्त कोशिकाद्रव्यी पुनःप्रक्रमन (reprogramming) होता है। *गैस्टेरिया* (*Gasteria*) में प्रथम पराग समसूत्रण के दौरान मंडलवक (amyloplasts) ध्रुवित हो जाते हैं और पूर्णतः कायिक कोशिका के अंदर रहते हैं जिससे जनन कोशिका को वंशागति के रूप में केवल सूत्रकणिका (mitochondria) मिलती हैं। द्वितीय समसूत्रण से पहले अंगकों का दूसरा ध्रुवण (polarisation) हो सकता है जो असमान वितरण को प्रभावित करता है। उदाहरण के लिए *प्लम्बैगो* (*Plumbago*) की जनन कोशिका में लवक और सूत्रकणिकाएं दोनों ही होती हैं।

कोशिकाद्रव्यी अंगकों (सूत्रकणिका और लवक) की संख्या के आधार पर पराग नलिका में दो नर युग्माकों को पहचानना संभव है। इस जानकारी से और निषेचनोतर (post-fertilization) उत्पादों के कोशिकाद्रव्य के घटकों के संघटन को देखकर युग्मक संलयन (syngamy) और त्रिसंलयन (triple fusion) में शामिल नर युग्मकों की प्रागुक्ति करना और उनकों निदर्शित करना संभव हैं।

जैसे-जैसे जनन कोशिका आकार में काल विशिष्ट परिवर्तन दर्शाती है और कायिक कोशिका के साथ पारस्परिक क्रिया दर्शाती है वैसे-वैसे जीन अभिव्यक्ति में प्रावस्था विशिष्ट परिवर्तन स्पष्ट हो जाते हैं। यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि अंगकों का ध्रुवण प्रथम और द्वितीय पराग समसूत्रण से पहले हो जाता है जब जनन और कोशिकाएं (sperm cells) क्रमशः बन जाती है।

अब जनन कोशिका को जीवित अवस्था में पृथक करना और आकारिकीय परिवर्तनों का अध्ययन करना संभव हो गया है। प्राकृतिक तर्कु रूप से गोलाकार रूप में परिवर्तन पृथक्करण माध्यम की समसांद्रणता (osmolarity) पर निर्भर करता है।

EM अध्ययनों से संकेत मिलता है कि जनन कोशिका के चारों ओर भित्ति निर्माण कोई विशेष प्रक्रम नहीं है बल्कि अन्य कोशिकाओं में भित्ति निर्माण के संगत हैं। जनन कोशिका में कैलोस की उपस्थिति अस्थायी होती है।

अतितनु (ultrathin) क्रमिक परिच्छेदन, जीवित पुमणुओं का पृथक्करण और अभिकलित्र (computer) की सहायता से 3–D (त्रिविम) पुनर्निर्माण जैसी वर्तमान तकनीकों को अपनाने से 3–कोशिकी नर जनन इकाई (male germ unit-MGU) के सूक्ष्म विवरणों को जानने में सहायता मिली है। अध्ययनों से यह प्रमाण मिला है कि अधिकांश आवृतबीजीय पौधों में MGU पराग नलिका में संगठित होता है और पराग नलिका से एक इकाई के रूप में चलता है। बीजांड पर पहुंचने पर पहले कायिक केन्द्रक और उसके बाद पुमणु वियोजित होता है।

क्रमिक पतले परिच्छेदों के आधार पर त्रिविम पुनर्निर्माणों से पराग नलिका में कायिक केन्द्रक (Sua) से सतही तौर पर संयोजित एक पुमणु कोशिका (Svn) के बड़े कोशिकाद्रव्यी प्रेक्षेप के होने का सबूत भी मिला है। यह Svn से साझा कोशिका संधि से जुड़ा रहता है। इसी तरह *रोडोडेन्ड्रॉन लीटम* (*Rhododendron laetum*) और *टी. मैक्ग्रीगोरी* (*T. macgregoriae*) की पुमणु कोशिकाओं के त्रिविम पुनर्निर्माण से पता चलता है कि वे आपस में युग्मित होते हैं और दोनों ही में विस्तार होते हैं जो नलिका केन्द्रक से जुड़कर नर जनन इकाई बनाते हैं। पराग नलिका

में पुमणु कोशिकाओं का विभेदन पात्रे अंकुरण के लगभग 24 घंटे बाद होता है। निषेचन में ऐसी जटिल नर जनन इकाई की प्रासंगिकता अभी पूरी तरह से समझ में नहीं आई है।

पुमणु कोशिकाओं में केन्द्रक की परिधि के चारों ओर घनी अभिरंजित कणिकीय क्रोमैटिन पैक रहती है जिसमें आम तौर पर कम घने क्षेत्र केन्द्रकीय धानियों वाले होते हैं।

दो पुमणु कोशिकाओं में से एक पुमणु में दूसरे (Sua) की अपेक्षा कायिक केन्द्रक (पुमणु Svn) से संयोजित लम्बा विस्तार होता है और सूत्रकणिकाओं की भरमार होती है। *ब्रैसिका* में Sua पुमणुओं में गोलाकार सूत्रकणिकाओं की अंतर्वस्तु कम बल्कि तथ्य यह है कि किसी भी आवृतबीजी कोशिका से सबसे कम होती है। जहां पुमणु कोशिकाओं में सूत्रकणिकाएं और लवक (plastid) दोनों होते हैं वहां Sua में लवकों की संख्या अधिक होती है। ये मात्रात्मक भिन्नताएं एक बार फिर विभेदक जीन सक्रियता की भिन्न-भिन्न मात्रा दर्शाती हैं। पुमणु कोशिकाओं में ऐसी द्विरूपतता के प्रमाण दूसरे मामलों में या तो मिलते नहीं अथवा उन पर काम होना बाकि है।

अब जौ (barley) में पराग नलिकाओं का अध्ययन करना संभव हो गया है। नोर्मास्की व्यतिकरण प्रकाशिकी (interference optics) के अंतर्गत जांची गई पृथक्कृत पुमणु कोशिकाओं में संहत कोशिकाद्रव्य और संघनित क्रोमैटिन वाला सुस्पष्ट केन्द्रक होता है। नर युग्मक बिना कोई दैशिक गति दर्शाए एक दूसरे के संपर्क में रहते हैं। दोनों पुमणु कोशिकाओं का अपने-अपने गन्तव्य स्थानों तक पहुंचने की आपेक्षिक गति की विधि के बारे में अभी भी अनुमान ही लगाए जा रहे हैं। इनके गन्तव्य स्थान हैं अंड कोशिका और केन्द्रीय कोशिका। पुमणु कोशिकाएं तर्कुरूप से गोलाकार बन जाती हैं और पुनः तर्कुरूपी हो जाती हैं। ये परिवर्तन पुमणु कोशिकाओं की परिधि के चारों ओर मौजूद कोशिकाद्रव्यी सूक्ष्मनलिकाओं (microtubules) से संबंधित हैं। यह सुझाव दिया गया है कि आकार में होने वाले परिवर्तन बीजांडद्वार (micropyle) और सहाय कोशिका (synergid) में से पराग नलिका की वृद्धि के दौरान भी होते हैं। पुमणु कोशिका का कोशिकाद्रव्य सक्रिय रहता है जिसमें बाहरी उभार जल्दी-जल्दी नजर आते हैं और गायब हो जाते हैं। यह उनकी गतिशीलता से संबंधित परस्पर क्रियाशील भूमिका का संकेत हो सकता है। इस प्रकार जिस संपूर्ण निषेचन प्रक्रम के बारे में हमें नहीं के बराबर जानकारी है अंततः उसे समझने के लिए इन सुझावों के अनुसार अनुसंधान करने से सहायता मिल सकती है। पुमणु कोशिका का कोशिकाद्रव्यी अच्छेद पराग नलिका विसर्जन के समय अंड सममुच्चय (egg apparatus) में घुस जाता है। यह सुझाव दिया जाता है कि अगर पुमणु कोशिकाओं की सक्रियता का पराग नलिका "रस" (sap) या भ्रूण कोष (embryo sac) रस में या दोनों ही के संयोजन में अध्ययन किया जाए तो इन कोशिकाओं के बारे में और जानकारी मिल सकती है।

कैलकोफ्लर प्रतिप्रदीप्ति प्रभासक है जिससे सेलुलोस का पता लगाने के लिए उपयोग में लाया जाता है।

TEM अध्ययनों से पता चलता है कि *प्लम्बैगो* की दो पुमणु कोशिकाएं कैल्कोफ्लर द्वारा जुड़ी रहती है। यह प्रतिप्रदीप्ति प्रभासक (brightener) है जिसे जीवद्रव्यतंतु (plasmodesmata) द्वारा अतिक्रमित सेलुलोस कैलकोफ्लरधन (calcoflur positive) कोशिका भित्ति का पता लगाने के लिए काम में लाया जाता है। जौ में पराग अंकुरण के 15 मिनट बाद सूक्ष्मतंतुकीय (microfibrillar) अल्पकालिक कोशिका भित्ति प्रकट हो जाती है जो परिपक्व पराग और पराग नलिकाओं में नहीं होती। *ब्रैसिका कैम्पेस्ट्रिस* और *ब्रैसिका ओलिरेसिया* की पुमणु कोशिकाएं अंतरागुलित (interdigitating), अंगुलि जैसे कोशिकाद्रव्यी बहिर्वलनों द्वारा जुड़ी रहती हैं। ऐसी जटिल संरचना और विन्यास का पता लगाना महत्वपूर्ण और आवश्यक है। द्रुत हिमीकरण (rapid freezing) और भौतिक स्थिरीकरण प्रक्रिया (physical fixation procedure) जैसे कि हिम प्रतिस्थापन (freeze substitution) से परिधीय आधारी घटक की उपस्थिति या अनुपस्थिति तय करने में सहायता मिलेगी।

जैवरसायन में हुए हाल ही के अनुसंधानों ने यह उजागर किया है कि परागकणों के परिवर्धन के दौरान अनेक अगुणित जीनोभ विशिष्ट जीन अभिव्यक्त होते हैं जो पराग विशिष्ट प्रकार्यों जैसे कि पराग परिवर्धन, अंकुरण, पुमणु निमार्ण और वर्तिकाग्र-वर्तिका अभिनिर्धारण भी नियंत्रित

करते हैं। इन प्रक्रमों को समझने में आगे और प्रगति तभी हो सकती है जब पराग में अभिव्यक्त होने वाले जीन पृथक किए जाएं।

आण्विक आनुवांशिकी पर हाल में किए गए अध्ययनों से उपापचयी प्रक्रमों को नियमित करने और अंकुरण को नियंत्रित करने में लघुबीजाणुओं की भूमिका पर रोशनी पड़ी है। अनेक द्वितयी एंजाइमों (dimeric enzymes) के अध्ययनों से यह सिद्ध हुआ है कि पराग परिवर्धन के दौरान अनुलेखन और स्थानांतरण में अंगुणित जीनोम का हाथ है। मक्का में ऐल्कोहॉल डिहाइड्रोजेनेस जीन (Adh 1) परागकण की सक्रियता के लिए उत्तरदायी द्वितयी एंजाइम को विनिर्दिष्ट करता है। एंजाइम का संश्लेषण केवल पराग केन्द्रकों के जीनप्ररूप पर निर्भर करता है और द्विगुणित पादप के जीनप्ररूप से प्रभावित नहीं होता। ऐसा लगता है कि परिपक्व पराग में अभिनिर्धारित mRNA, नलिका की वृद्धि में शामिल उपापचयी जीन है। लघुबीजाणुजनन को भी नियंत्रित करने वाले पराग विशिष्ट जीनों के प्रकार्य को निर्धारित करना भी चुनौती भरा होगा।

अनेक जातियों के परिपक्व परागकणों में परागोद्भव (anthesis) से पहले mRNA संश्लेषित होता है और कोशिका मुक्त (cell-free) स्थानांतरण तंत्र में वैसी ही पॉलिपेप्टाइडों के लिए कूटलेखन करता है जो अंकुरण और आरंभिक नलिका वृद्धि के दौरान संश्लेषित होती हैं। जैवरासायनिक प्रयोगों ने यह दर्शाया है कि mRNAs में तीन प्रचुर वर्ग होते हैं: पहला 26,000 *(ट्रैडेस्कैन्शिया पैल्यूडोसा -(Tradescantia paludosa)* और 32,000 *(जीआ मेज)* प्रतियों में मौजूद हैं, दूसरे संख्या में मध्यवर्ती हैं और तीसरे में 100 से 200 प्रतियां प्रति परागकण होती हैं। दोनों ही पौधों में परिपक्व परागकणों में mRNAs लगभग 20,000 भिन्न-भिन्न जीनों के उत्पाद हैं। निवह संकरण (colony hybridization) के आधार पर ऐसा अनुमान लगाया गया है कि मक्का और *ट्रैडेस्कैन्शिया* में क्रमशः अभिव्यक्त कुल जीनों का 10% और 20% पराग के लिए विशिष्ट हो सकता है। Zin 13 जीन मक्का जीनोम में बहुत कम प्रतियां निरूपित करता है लेकिन इसका विशिष्ट mRNA कायिक कोशिका के कोशिकाद्रव्य में और कायिक कोशिका के सारे पराग नलिका कोशिकाद्रव्य में तथा अंकुरण के बाद पराग नलिका में भी निदर्शित किया गया हैं। कोशिका संबंधित mRNA और उनके उत्पाद का ऐसा अभिलक्षणन तथा अंत में नर लिंग संरचनाओं के अन्य घटकों के साथ उनकी पारस्परिक क्रिया नर जनन इकाई की प्रकृति और उसके महत्व पर प्रकाश डालेगी।

12.3 अनिषेच्यता (Incompatibility)

EM अध्ययनों ने यूबिक पिंडों और सैक्साइन के संगामी परिवर्धन को सिद्ध कर दिया है। फ्लुओरोक्रोम-प्रेरित प्रतिप्रदीप्ति और प्रतिरक्षा प्रतिप्रिदीप्ति के उपयोग से बाह्यचोल और अंतःचोल (intine) प्रोटीनों का संसूचन अभिनिर्धारण और परिशुद्ध स्थाननिर्धारण संभव हुआ है। अब इतनी ज्यादा जानकारी उपलब्ध होने के कारण दोनों भित्ति परतों में दो पदार्थों के स्थान आसानी से जाने जा सकते हैं। इसी तकनीक का उपयोग करते हुए पराग भित्ति के परिवर्धन और प्रोटीनों के समक्षणिक समावेशन पर भी काम किया गया है।

पराग भित्ति में विशिष्ट क्षेत्र अभिनिर्धारित किए गए हैं जिनमें प्रमुख रूप से एस्टरेस होते हैं जिन्हें बाह्यचोल चिन्हक समझा जाता है और फॉस्फेटेस होते हैं जिन्हें अंतःचोल चिह्नक माना जाता है। जलयोजन (hydration) के प्रभाव से एस्टरेसों, ऐमिलैसों, गैलेक्टोसिडेसों, ग्लूकोसिडेसों और फास्फेटेसों का मोचन होता है। इन एंजाइमों और दूसरी प्रोटीनों के कारण पराग प्रत्यूर्जता (allergy) होती है।

मक्का अंतः प्रजात क्रम (inbred lines) के अभिनिर्धारण के लिए एस्टरेस और ल्यूसीनऐमीनोपेप्टीडेस के समएंजाइम प्रतिरूपों को पहले से ही काम में लाना संभव है। जटिल अनिषेच्य (incompatible) पारस्परिक क्रियाओं के लिए अतिरिक्त प्रयासों की जरूरत है ताकि इसमें शामिल क्रियाविधि को सुलझाने की संभावनाओं का पता लगाया जा सके। इससे अनेक असफल प्रजनन कार्यक्रमों के समाधान में मदद मिलेगी। नर और मादा जनन संरचनाओं के बीच

सहाय कोशिकाओं में प्रक्षेपों की उपस्थिति बहुत पहले ही प्रमाणित हो चुकी थी। EM उपचयनों से अब पता चला है कि सहाय कोशिकाओं का तंतुरूप समुच्चय कोशिकाद्रव्य में भित्ति के सामान्य अंगुलिरूप प्रक्षेप नहीं है। प्रत्येक प्रेक्षप में मजबूती से पैक किए हुए सूक्ष्मतंतुकों (microfibrils) का क्रोड (core) होता है जो पॉलिसैकेराइड्रों से भरपूर तंतुकहीन आच्छद से लिपटा रहता है। वस्तुतः तंतुरूप समुच्चय स्थानांतर कोशिकाओं (transfer cells) की स्पंजी भित्ति जैसा होता है।

समएंजाइमी अध्ययनों से विशिष्ट मादा ऊतकों में भिन्नताओं का पता चलता है। लेकिन वे ये अध्ययन किसी निष्कर्ष पर पहुंचाने वाली व्याख्या नहीं करते। यह दिलचस्प बात है कि *लिलियम रीगेल* में अंडाशय भित्ति में और बाह्य अध्यावरणों (integuments) की अपेक्षा भीतरी अध्यावरणों में ग्लूकोस–6–फॉस्फोग्लूकोनेट डिहाइड्रोजेनेस (G6PDH) और 6–फास्फोग्लूकोनेस डिहाइड्रोजेनेस (6PGDH) के उच्च स्तर होते हैं। अविलेय निचित (insoluble reserve) पॉलीसैकराइड का संश्लेषण बाहरी अध्यावरण में होता है जबकि उनका जल अपघटन भीतरी अध्यावरण में होता है। उपापचयज प्रवणता और एंजाइमी क्रिया द्वारा भ्रूणकोष में अंतःस्तर (endothelium) बीजांडकाय द्वारा अध्यावरणों से विसरित होते हैं।

अभिनव प्रयास *प्लम्बैगो*, *लिलियम* और *जीआ मेज* के भ्रूण कोषों के एंजाइमी पृथक्करण की संभावना निदर्शित करते हैं। भ्रूणकोष के विभिन्न घटकों की अपनी-अपनी भागीदारी निर्धारित करने के लिए और प्रयोग किए जा सकते हैं। *लिलियम लांजीफ्लारम (L longiflorum)* में मादा युग्मकोद्भिद की सारी परिवर्धनीय अवस्थाओं को जीवित परिस्थितियों में पृथक्कृत किया जा सकता है। *प्लम्बैगो जीलेनिका (Plumbago zeylanica)* के जीवनक्षम अंडों और केन्द्रीय कोशिका की पुनःप्राप्ति जैव रासायनिक अध्ययनों के लिए सुगम बना देगी। यह लाभ ऐसा है जो अभी तक नर युग्मकोद्भिदी कोशिकाएं उठाती रहती हैं।

जैसिऑन मॉन्टेना (Jasione montana) में द्वितीयक केन्द्रक के केन्द्रिक (nucleolus) का संकुचन चक्र (contraction cycle) 7 मि. से लेकर कई घंटो तक का है। *गैलेन्थस नीवेलिस (Galanthus nivalis)* भ्रूण कोष की केन्द्रीय कोशिका में पुमणु गति लगभग 3 मी. प्रति मिनट है। ऐसे मापों के कारण युग्मकों का अंडों से और द्वितीयक केन्द्रक से संलयन के लिए जरूरी समय के वारे में जानकारी प्राप्त करना और सुगम बन जाता है। *गै. नीवेलिस (G. nivalis)* में सिलिकन तरल माध्यम में 20. सें. पर प्रक्रम होने में लगभग 150 मिनट लगते हैं। केन्द्रिकें लगभग 10-15 मि. लेती है।

12.5 भ्रूणपोष (Endosperm)

जैसिऑन मॉन्टेना के जीवित पदार्थ की जांच करने से पता चला कि प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (primary endosperm nucleus) का विभाजन अनुप्रस्थ (transverse) या कहिए आड़ा होता है जिसके बाद भित्ति बन जाती है। विभागीय कक्ष (chalazal chamber) उदग्र (vertical) या कहिए खड़ी भित्ति से विभाजित हो जाता है। दीर्घित (elongated) नलिकाकार युग्मनज (zygote) 60-80 μm लम्बा होता है और वृद्धि दर 6.5 μm प्रति घंटा होती है। कायिक कोशिकाओं की तुलना में भ्रूणपोष केन्द्रकों का समसूत्री चक्र (mitotic cycle) छोटा होता है। कुछ प्रारंभिक अवस्थाओं के दौरान भ्रूणपोष और भ्रूण परिवर्धन की लय का विश्लेषण करना संभव है। यह जानकारी दूर संकरण में भ्रूण वृद्धिरोध (abortion) रोकने के तरीके मालूम करने में मदद देगी।

परिवर्धन के दौरान भ्रूणपोष पर किए गए एंजाइम विज्ञानीय अध्ययन से विभिन्न एंजाइमों की परिवर्ती सक्रियता का पता चलता है। *लिलियम रीगेल* मुक्त केन्द्रकों भ्रूणपोष कोशिकाएं कोशिकाभवन (cellularisation) प्रक्रम शुरू होने तक 6PGDH और G6PDH की उच्च सक्रियता दर्शाती है। मक्का में नाइट्रोजन संचयन का सर्वाधिक सक्रिय काल ग्लूटेमेट सिन्थेस में द्रुत वृद्धि से मेल खाता है। प्रसामान्य और अपारदर्शी–2 मक्का भ्रूणपोष के बीच भिन्नता को भी समएंजाइम परिच्छेदिकाओं के विश्लेषण से चिन्हित किया जा सकता है। पन्द्रहवें दिन प्रसामान्य

भ्रूणपोष प्रोटिएस I और II दर्शाता है जबकि अपारदर्शी –2 दोनों आयु पर केवल I प्रदर्शित करता है।

परिवर्धी एरंड (castor) भ्रूणपोष के लवकों में G6PDH की तीन समएंजाइमों का और साइटोसॉल में एक का स्थाननिर्धारण यह दर्शाता है कि तरूण एरंड भ्रूणपोष ग्लाइकोलिटिक और पेन्टोस फास्फेट दोनों के मार्गों का आधार है। बीज परिवर्धन के दौरान भ्रूण और भ्रूणपोष संबंध तथा भ्रूणपोष की भूमिका एक महत्वपूर्ण पहलू है जिस पर और ध्यान दिया जाना जरूरी है।

12.6 भ्रूण (Embryo)

ट्रोपीओलम मेजस (*Tropaeolum majus*) के तरूण भ्रूणों की निलंबक कोशिकाएं दर्शाती हैं कि अम्ल फास्फेटेस की सक्रियता बीजांडद्वारी ध्रुव (micropylar pole) से निभागी ध्रुव की ओर बढ़ती जाती है। *लिलियम रीगेल* के बहुत तरूण भ्रूणों में 6-PGDH और G6PDG की सांद्रता उच्च होती है। इन परिणामों में यह तथ्य अंतर्निहित हैं कि भ्रूण के भिन्न-भिन्न क्षेत्रों से भिन्न-भिन्न भ्रूणोद्भवी (embryogenic) प्रक्रमों की कुछ व्याख्या हो सकेगी। इसके अलावा परिवर्धी भ्रूणों में विभेदक (differentiating) क्षेत्रों के अभिनिर्धारण के लिए एक चिन्हक तंत्र तैयार किया जा सकता है। जरूरत इस बात की है कि एंजाइम तंत्र की एकसमानता का विभिन्न जलवायु परिस्थितियों में पता लगाया जाए। परिस्थितियां जो उपापचयी प्रक्रमों को प्रभावित कर सकती हैं और इस प्रकार लैंगिक चक्र पर असर डाल सकती हैं। इससे साहित्य में प्रायः उल्लिखित परिवर्धनीय अनुक्रमों या अपसामान्यताओं में विभिन्नताओं का पता लगाया जा सकता है।

12.7 निलंबक (Suspensor)

निलंबक की संरचना और प्रकार्य पर पर्याप्त ध्यान नहीं दिया गया है। फिर भी पिछले दशक के दौरान हुए अन्वेषणों के उल्लेखनीय नतीजे निकले हैं। इनमें परासंरचनात्मक समएंजाइमी (isoenzymatic), शरीरक्रियात्मक (physiological) और पात्रे प्रयोग शामिल हैं। निलंबक संरचना में बहुत विभिन्नता पाई जाती है जो संभवतया परिवर्धी भ्रूण को सहारा देने के लिए रूपांतरित हुई है। 1950 और 1960 के दशकों के दौरान भ्रूणविज्ञानियों का यह मानना था कि निलंबक मात्र आकारीय अंग है जो भ्रूण को भ्रूणपोष के अधिक अनुकूल परिवेश में गहरे धकेलता हैं। इस दृष्टिकोण पर पुनर्विचार शुरू हो गया है। निलंबक की जो भूमिका अब तक समझी गई है उससे कहीं अधिक प्रभावशाली है। *पाइसम* (*Pisum*) और *फेसियोलस* (*Phaseolus*) जैसे पौधों की फलियों में और *आइपोमिया* (*Ipomoea*) तथा *ट्रोपीओलम* में विशेष प्रकार के लवकों की उपस्थिति भ्रूण की बाद की हृदय-रूपी (heart-shape) अवस्था के चारों ओर असाधारण संरचनात्मक परिवर्तन दर्शाती है। इन असाधारण लवकों के महत्व को निर्धारित करने की आवश्यकता है।

दूसरा रोचक लक्षण निलंबक कोशिकाओं में प्लाज्मा झिल्ली से आस्तरित भित्ति में खाड़ी जैसी छोटी-छोटी संरचनाओं की उपस्थिति है। ऐसा समझा जाता है कि ये स्थानांतर कोशिकाओं के समान ही उपापचयजों के थोड़ी दूरी के स्थानांतरण (short distance translocation) में शामिल है। भ्रूण के समुचित परिवर्धन के लिए निलंबक की उपस्थिति के महत्व को निर्देशित करने के लिए कुछ प्रयोग किए गए हैं। प्रारंभिक अवस्थाओं के दौरान निलंबक को हटा देने से भ्रूण परिवर्धन कम हो जाता है लेकिन संवर्धन माध्यम (culture medium) में जिबरेलिन डालने से निलंबक अभाव के प्रभाव को कम से कम आंशिक रूप से दूर किया जा सकता है। यह खोज निलंबक और भ्रूण कोशिकाओं में मौजूद GA के मात्रात्मक विश्लेषण द्वारा और भी पुष्ट हो जाती है। यह GA जिबरेलिन A1 के रूप में अभिनिर्धारित की गई है।

ट्रोपीओलम मेजस के भ्रूण विशिष्ट और निलंबक में ऑक्सिन की आपेक्षिक सांद्रता का एकल आयन संसूचयन द्वारा अध्ययन किया गया है। निलंबक से ऑक्सिन की महत्वपूर्णरूप से उच्चतर सांद्रता उत्पन्न होती है। इसी तरह *फेसियोलस* में हृदय-रूपी भ्रूण का निलंबक अधिक साइटोकाइनिन दर्शाता है। लेकिन, मध्य बीजपत्रीय (mid-cotyledonary) अवस्था पर निलंबक में कम साइटोकाइनिन होती है और लगता है मानों भ्रूण साइटोकाइनिन के लिए स्वायन्त हो गया है।

ये खोजें स्पष्ट रूप से बताती है कि निलंवक वृद्धि हार्मोनों का भंडार है जिसका उद्देश्य भ्रूण परिवर्धन को सहारा देना है, ये हार्मोन निलंवक कोशिका में नए सिरे से संश्लेशित होते हैं या निलंवक केवल संनाल के रूप में कार्य करता है एक ऐसा प्रश्न है जिसका अभी उत्तर दिया जाना बाकि हैं।

12.8 भविष्य

पृथ्वी पर जीवन बनाए रखने के लिए पुष्पी पौधों में निषेचन अनिवार्य है। अधिकांश फसलों का उत्पादन निषेचन प्रक्रम की सार्थकता पर निर्भर करता है। कुछ समय पहले तक नए कल्टीवार और पादप सुधार का निर्गमन पूरी तरह से सामान्य निषेचन पर निर्भर करता था। इसलिए अनेक अनुसंधान तकनीकों की सक्रिय भागीदारी इस तथ्य का प्रमाण है कि जनन जैविकी पादप जैविकी के सर्वाधिक रोमांचक क्षेत्र के रूप में उभर कर सामने आ रही है।

पिछले दशक के दौरान प्रमुख जोर नर युग्मकोद्भिद और अनिषेच्यता की क्रियाविधि को समझने में रहा है क्योंकि ये दोनों ही प्रजनन कार्यक्रम की सफलता के लिए नितांत महत्वपूर्ण हैं। पिछले पांच साल प्रारंभिक पराग अंकुरण और निषेचन के दौरान अगुणित जीनोम नियमित सक्रियताओं के अभिनिर्धारण और नियंत्रण पर भरपूर जानकारी के साक्षी रहे हैं। पुमणु कोशिकाओं के अभिलक्षणन और संरचना तथा पराग नलिकाओं की संरचना और संघटन भी पर्याप्त ध्यान आकर्षित कर रहे हैं। प्रतिरक्षाप्रतिप्रदीप्ति तकनीकों ने पराग भित्तियों में प्रोटीन होने की पुष्टि की है जिसके कारण स्वीकरण (acceptance) और अस्वीकरण (rejection) अनुक्रिया के बारे में हमारे ज्ञान में वृद्धि हुई है।

प्रतिरक्षा सिद्धांत युग्मकोद्भिदी और बीजाणु उद्भिदी अनिषेच्यता में शामिल बीजाणु उद्भिद कोशिकाओं के उत्पाद की प्रकृति की व्याख्या करने में सहायक होंगें।

सम्पूर्ण भ्रूणकोष और इसकी व्यष्टि कोशिकाओं के पृथक्करण ने निषेचन प्रक्रम और भ्रूण-भ्रूणपोष संबंध के अध्ययन की नई संभावनाओं के द्वार खोल दिए हैं। निलंबक के बारे में कुछ उत्तम प्रयोगात्मक अध्ययनों ने परिवर्धी भ्रूण की वृद्धि में सहारा देने में प्रारंभिक अवस्थाओं के दौरान इसके महत्व को निदर्शित किया है। लेबल लगाने का अध्ययन अंततः पोषकों और वृद्धि हॉर्मोनों के जैवसंश्लेषण के स्थल और निलंबक की प्रशसंनीय भूमिका को उजागर करता है।

अभिकलित्रीकृत प्रतिबिंबन (computerized imaging) की सहायता से पुमणु कोशिकाओं की जो संरचना अभी तक अधूरी समझी गई है वह और अधिक स्पष्ट हो जाएगी।

मुख्यतः जैवभौतिकीय और जैवरासायनिक अन्वेषणों से विभिन्न संरचनाओं के ज्ञान में अत्यधिक वृद्धि हुई जिससे इन संरचनाओं की जीवित अवस्था में जांच पड़ताल करने के लिए अतिरिक्त प्रेरणा दी है। इसलिए विभिन्न कोशिकीय संघटकों के अभिनिर्धारण और स्थाननिर्धारण का महत्व और भी बढ़ गया है। ऐसी आशा है कि एकल कोशिकाओं या छोटे पुंजों में जैवरासायनिक विश्लेषण करने की क्षमता वाली प्रशंसनीय विधि से पर्याप्त विवरण मिलेगा और इस प्रकार असंख्य प्रश्नों के उत्तर मिल जायेंगे।

भ्रूणविज्ञानीय अध्ययनों में किसी भी व्यष्टिगत पौधे द्वारा जीवनक्षभ भ्रूण देने की सफलता की दर का आकलन अब प्रमुख कसौटी होनी चाहिए। इस लक्ष्य की प्राप्ति में भ्रूणविज्ञानी अनेकों नई तकनीकों को अपनाकर लैंगिक प्रक्रम के समाकलित घटकों का मात्रात्मक आकलन करने में

व्यापक रूप से योगदान दे सकते हैं। इसे किसी भी पुष्पी पादप में जनन व्यवहार के प्रकार्यात्मक विश्लेषण के लिए भी काम में लाया जा सकता है जिसमें जनन प्रक्रम में शामिल नर या मादा अंगों की क्षमता के परीक्षण भी सम्मिलित है।

इस प्रकार यह अनुमान लगाया गया है कि तकनीकों में और फलस्वरूप उपगमन में तेज प्रगति से आवृतबीजी भ्रूणविज्ञान के क्षेत्र में मूल्यवान जानकारी प्राप्त हुई है। अधिक प्रयासों से अब तक भ्रूणविज्ञान के जिन विविध पहलूओं की व्याख्या नहीं की जा सकी है। उनके बारे में हमारा ज्ञान बढ़ेगा और जानकारी प्राप्त होगी।

12.9 सारांश

इस इकाई के अध्ययन से आप जनन जैविकी, विशेषरूप से पराग जैविकी, लैंगिक जनन के दौरान अनिषेच्यता अभिक्रियाओं, मादा युग्मकोद्भिद, भ्रूणपोष, भ्रूण और निलंबक के क्षेत्र में हुई अभिनव खोजों से परिचित हुए हैं। विभिन्न आधुनिक साधनों और तकनीकों के फैलाव से अनेक प्रश्नों के उत्तर मिले हैं, जो एक लम्बे समय से जीवविज्ञानियों की बुद्धि में घुमड़ते रहें हैं। आने वाले समय के प्रति महान आशाएं जुड़ी हुई हैं और यह बहुत ही रोमांच भरा समय होगा क्योंकि पादप परिवर्धन का और भी अधिक स्पष्ट चित्र मिलने की संभावना हैं। नए पौधों के उत्पादन में और वर्तमान पौधों में सुधार के लिए इसका अत्यधिक अनुप्रयोग हो सकता है।

12.10 अंत में कुछ प्रश्न

1. निम्नलिखित रिक्त स्थानों में उपयुक्त शब्द भरिएः –

   1. बाह्यचोल बनने के दौरान लघुबीजाणु को घेरे रहने वाली ——— भित्ति सांचे या रूपदा के रूप में कार्य करती है।
   2. पराग नलिका में बड़ा कोशिकाद्रव्यी प्रेक्षप दर्शाने वाली पुमणु कोशिकाओं में से ——— एक से संबद्ध है।
   3. पुमणु कोशिकाओं में तर्कु से गोलाकार रूप में और वापस तर्कु रूप में होने वाला परिवर्तन पुमणु कोशिकाओं की परिधि के साथ-साथ मौजूद ——— से नियंत्रित होता है।
   4. पराग भित्ति के अध्ययन के लिए अधिकतर ——— को बाह्यचोल के लिए चिह्नक के रूप में और ——— को अंतःचोल के लिए चिह्नक के रूप में काम में लाया जाता है।
   5. सहायकोशिकाओं का तंतुरूप समुच्चय ——— कोशिकाओं की स्पंजी भित्ति के समान है।
   6. भ्रूण के समुचित परिवर्धन के लिए ——— की उपस्थिति आवश्यक है।

2. निम्नलिखित कथनों में से कौन से सच नहीं है?

   1. लघुबीजाणु चतुष्कों के चारों ओर कैलोस का लगातार संश्लेषण होता रहता है। [ ]
   2. सूक्ष्मचलचित्रीय तकनीकों से हम निम्नलिखित का अध्ययन कर सकते हैं: पतली भित्ति वाले परागकणों की संरचना, पराग नलिकाओं की सूक्ष्मसंरचना, प्लाज्मा अभिस्रवण का वेग और लक्षण। [ ]
   3. पराग नलिका में दो नर युग्मक एक दूसरे से अपने कोशिकाद्रव्यी अंगकों के संदर्भ में एक दूसरे से भिन्न होते हैं। [ ]

5. परागकणों के परिवर्धन के दौरान अनेक अगुणित जीनोम–विशिष्ट अभिव्यक्त होते हैं जो पराग परिवर्धन, अंकुरण, पुमणु निर्माण आदि के प्रकार्यों को नियंत्रित करते हैं।

5. आधुनिक तकनीकों के अनुप्रयोग से यह सिद्ध हो चुका है कि प्रतिव्यासांत भ्रूण कोष की अधोमूखी वृद्धि रोकते हैं।

6. सहायकोशिकाओं में मौजूद तंतुरूप समुच्चय मजबूती से पैक किए गए सूक्ष्मतंतुकों का बना होता है जो पॉलिसैकेराइड आच्छद से लपेटे हुए होते हैं।

7. नर युग्मकोद्भिद की तरह जीवनक्षम भ्रूण कोष और इसके घटक भी पृथक किए जा सकते हैं।

8. निलंबक वृद्धि हॉर्मोनों का भंडार होता है और यह भ्रूण के समुचित परिवर्धन को सहारा देता है।

3. लघुबीजाणु परिवर्धन के दौरान एंजाइम β–1,3- ग्लूकैनेस की सक्रियता किस समय अपने चरम पर होती है?

4. अगर अर्धसूत्रण–1 (meiosis 1) के दौरान ऐंजांइम β–1,3 ग्लूकैनेस की सक्रियता अधिकतम हो तो उसके क्या परिणाम होंगे?

5. निम्नलिखित स्थिति में 3-कोशिकीय (MGU) नर जनन इकाई का क्या होता है:

(i) पराग नलिका में होने पर, और

(ii) बीजांड पर पहुंचने पर?

6. ऐसे दो लक्षण बताइए जिनके आधार पर हम दो पुमणु कोशिकाओं (Svn और Sua) के बीच अंतर कर सकें।

7. पराग भित्ति के कौन से घटकों से मानवों में प्रत्युजर्क प्रतिक्रिया होती है?

8 प्रतिव्यासांत कोशिकाओं के कौन से अभिलक्षण यह संकेत देते हैं कि वे पोषणिक भूमिका निभाते हैं?

9. निम्नलिखित कथन पर टिप्पणी कीजिए: कायिक कोशिका की तुलना में भ्रूणपोष केन्द्रकों का समसूत्री चक्र कम अवधि का होता है।

10. निलंबक की प्रकार्यात्मक भूमिका पर किए गए आधुनिक अन्वेषणों से कौन से लक्ष्य उजागर हुए हैं?

11. खंड- 1 के अपने अध्ययन से आवृतबीजियों की जननजैविकी के बारे में अपने पहले के ज्ञान को इस इकाई में आपने सीखा है उससे मिलाते हुए निम्नलिखित पहलूओं पर अद्यतन अघुलेख तैयार कीजिए। (i) लघु बीजाणु परिवर्धन, (ii) अनिषेच्यता, (iii) मादा युग्मकोद्भिद, (iv) भ्रूणपोष और निलंबक की भूमिका।

12. इस इकाई में जिन विभिन्न तकनीकों का उल्लेख किया गया है उनकी सूची बनाइए।

12.11 उत्तर

अंतिम प्रश्न

1. 1. कैलोस

2. कायिक केन्द्र

3. सूक्ष्मनलिकाएं

4. एस्टरेस, अम्ल फास्फेटेस
5. स्थानांतरण
6. निलंबक

2. (i) और (v)
3. बीजाणु मोचन के समय
4. इससे बंध्यता (sterility) हो सकती है।
5. (i) यह एक इकाई के रूप में बनी रहती है क्योंकि वे अपने विस्तारों द्वारा जुड़ी हुई रहती है।
   (ii) कायिक केन्द्रक वियोजित हो जाता है और बाद में पुमणु अलग हो जाते हैं।
6. दूसरे पुमणु की अपेक्षा Svn पुमणु में लम्बे विस्तार होते हैं और यह कायिक केन्द्रक से संयोजित रहता है तथा इसमें सूत्रकणिकाओं की भारी संख्या होती है।
7. एस्टरेस, ऐमिलेस, गैलेक्टोसिडेस, ग्लूकोसिडेस, फॉसफेट और कुछ दूसरी प्रोटीनें।
8. संकेतः इनमें सूत्रकणिकाएं, लवक, बहुकुंडकीय जालिकाय, ER या जालिकाय से व्युत्पन्न छोटी पुटिकाएं, सहाय कोशिकाओं जैसे भित्ति अंतःवर्ध बहुत होते हैं, प्रतिव्यासांत और सहायकोशिका और बीच की भित्तियों में जीवद्रव्य तंतु होते हैं तथा ये भित्तियां ऑक्सडेस, एस्कार्बिक अम्ल, सल्फिड्रिल यौगिकों, मंड, प्रोटीनों और लिपिड़ों से भरपूर होती है।
9. संकेतः परिवर्धी भ्रूण को पोषण देने के लिए भ्रूणपोष को अधिक जल्दी परिवर्धित होना पड़ता है।
10. संकेतः पुरानी धारणा ने अपनी जड़ें गहरी जमा ली हैं जिसके अनुसार निलंबक भ्रूण को धकेल कर गहरे पोषण माध्यम में ले जाता है। यह माध्यम भ्रूणपोश है। कोशिका ऑक्सिनों और साइटोकाइनिनों जैसे वृद्धि हॉर्मोनों और असामान्य लवकों की उपस्थिति, प्लाज्मा झिल्ली द्वारा आस्तरित भित्ति की छोटी खाड़ी जैसी संरचनाओं की उपस्थिति स्थानांतर कोशिका की तरह उपापचयजों की थोड़ी दूरी के स्थानांतरण में उनकी भूमिका की परिचायक है।
11. आप 1-6 इकाइयों और इस इकाई में संबंधित अंशों को देख सकते हैं।
12. इस इकाई में जिन तकनीकों का उल्लेख किया गया है उनमें से कुछ इस प्रकार है प्रतिप्रदीप्ति सूक्ष्मदर्शिकी, जैवरासायनिक विश्लेषण, सूक्ष्मचलचित्रकी अति-तनु परिच्छेद (काट), वीडियो प्रतिबिंब प्रक्रिया, नोमास्की व्यतिकरण प्रकाशिकी, हिम प्रतिस्थापन, प्रतिरक्षाप्रतिप्रदीप्ति और ऊतक रासायनिक तकनीकें।

यह शब्दावली दिए गये अग्रेंजी शब्दों के कार्यक्रम के अनुसार हैं।

एब्सिसिक अम्ल (ABA) : उच्च कोटि पादपों में पाया जाने वाला एक हॉर्मोन जो कलियों में जीर्णता पर्ण पात को बढ़ावा देता है और वृद्धि वर्धक पदार्थों का विरोध करता है।

अग्रभिसारी (acropetal): अक्ष से अरोही, उत्तरोत्तर परिवर्धन करने वाला जिससे सबसे तरूण शीर्ष पर निकलती हैं।

वार्षिक वलय (annual ring): द्विबीजपत्रियों (dicotyledons) की अनुप्रस्थ काट में देखे जाने वाले वलयों में से एक वलय जो वर्ष में द्वितीयक वृद्धि (secondary growth) का सूचक है।

प्रतिव्यासांत कोशिकाएं (antipodal cells): भ्रूण कोश (embryosac) के निभाग (chalazal) सिरे पर तीन कोशिकाओं का समूह।

स्वविकिरणी चित्रण (autoradiography): विशिष्ट रासायानिक पदार्थों की उपस्थिति को पहले रेडियो एक्टिव बनाकर और बाद में शरीर, अंगों या ऊतकों (tissue) में उनके वितरण को फोटोग्राफीय फिल्म पर अभिलिखित करके निदर्शित करने की विधि।

छाल (bark): सामूहिकरूण से संवहनी एधा (vascular cambium) से बाहरी ऊतक, अर्थात् द्वितीयक पोषवाह (phloem), वल्कुट (cortex) और परित्वक् (periderm)।

नलभिसारी (basipetal) : शीर्ष से आधार की ओर अवरोही (descending), परिवर्धी।

द्विपंक्तिक (biseriate) : दो पंक्तियों या श्रेणियों से व्यवस्थित।

कैलोस (callose): अक्रिस्टलीय पॉलिसेकेराइड जिससे जल-अपघटन (hydrolysis) होने पर ग्लूकोस बनता है। पोषवाह अवयवों से यह चालनी पट्टिकाओं (sieve tubes) में पाया जाता है।

प्रांकुर चोल (coleoptile) : खोखले बेलन के रूप में एक विशिष्टीकृत पत्ती जैसी संरचना जो बीजपत्रोपरिक (epicotyl) को घेरे रहती है और पहली पर्वसंधि (node) से जुड़ी रहती है।

संवर्धन (culture) : तैयार किए गए माध्यम में सूक्ष्म जीवों (microorganisms) या ऊतकों को उगाना।

परिवर्धन (development) : एक क्रमबद्ध परिवर्तन या प्रगति लेकिन यह परिवर्तन या प्रगति हमेशा तो नहीं पर प्रायः उच्चतर अधिक क्रमबद्ध या अधिक जटिल अवस्था की ओर होती है। इस प्रकार परिवर्धन बिना वृद्धि के और वृद्धि बिना परिवर्तन के हो सकती है लेकिन ये दोनों प्रायः मिलजुलकर होते हैं।

प्रसुप्ति (dormancy) : घटी हुई उपापचयी दर वाली विश्राम की या शांत अवस्था जैसे कि बीजों में।

अंतर्जात (endogenous) : जीव के भीतर ही उत्पन्न होने वाला या गह गभीरस्थ स्तर (deep seated layer) से परिवर्धित होने वाला।

अधोकुंचन (epinastic) : पर्णवृतों (petioles) से नीचे की ओर मुड़ते हुए यानि कि लटकती स्थिति में ले आना। पटल (lamina) ऊपर या नीचे मुड़ सकता है। यह न केवल पर्णवृतो की स्थिति के कारण बल्कि पटल की ही असमान वृद्धि के कारण होता है।

पूलीय एधा (fascicular cambium) : संवहनी पूल (bundle) के ही भीतर एधा।

गुरूत्वानुवर्तन (geotropism) : वृद्धि की गुरूत्व की ओर अथवा उससे दूसरी ओर गति।

वृद्धि (growth) : भार (विशेषतया शुष्क भार), आयतन या कोशिका की संख्या में बढ़ोत्तरी को वृद्धि कहते हैं।

अंतःकाष्ठ (heartwood) : वृक्षों का गहरे रंग की, कठोर, केन्द्रीय काष्ठ जिसमें जीवित कोशिकाएं नहीं होती।

संकर (hybrid) : संकरित (crossbred) प्राणी था पौधा।

जलानुवर्तन (hydrotropism) : जल के स्रोत की ओर वृद्धि।

पात्रे (in vitro) : जीव से पृथक्करण में प्रयोगात्मकरूप से होने वाला जैविक प्रक्रम।

समएन्ज़ाइम (isozyme) : समएन्ज़ाइम।

जीवे (in vivo) : जीव धारी के भीतर ही होने वाला जैविक प्रक्रम।

वातरंध्र (lenticel) : तनों और जड़ों में परित्वक् में संवातन (ventilating) रंध्र जो काग (phellem) से इस मायने में भिन्न हैं कि इनमें अंतराकोशिक अवकाश (intercellular spaces) होते हैं।

विभज्योतक (meristem) : समसूत्रण कर सकने में समर्थ-पादप ऊतक जिसकी वजह से नई कोशिकाएं या ऊतक बनते हैं जैसे कि वर्धी शीर्ष (शीर्ष विभज्योतक) और कार्क एधी तथा एधी (पार्श्व विभज्योतक) पर।

एकलाक्षी (monopodial) : अग्राभिसारी रूप से एक प्राथमिक अक्ष से शाखन।

लभी गति (nicitinasty) : नियमित लयबद्ध गतियां। उदाहरण;- रात को या अंधकार के कारण पत्तियों का उन्मीलन यानी बंद होना।

शिखाचक्रण (nutation) : हालांकि ऐसा लगता है कि तना सीधा बढ़ रहा है लेकिन अगर मंद गति फोटोग्राफी द्वारा प्रेक्षित किया जाए तो तना-वृद्धि में सर्पित प्रतिरूप दिखाई पड़ता है जो कुछ नाजुक है। यह दिखाने के लिए कि ऐसी गतियां सामान्य हैं लोगों ने *कस्कूटा* जैसे प्ररोह-शीर्ष (apex of a shoot) के समय-व्ययगम (time lapse) फोटोग्राफ लिए हैं।

अंगविकास (organogenesis) : अंगों का बनना और परिवर्धन।

परजीवी (parasite) : कोई जीव जो अपने जीवन-वृत्त (life history) की किसी अवस्था में भिन्न जाति (परपोषी – host) के जीव के ऊतक के साथ संबंध जोड़ लेता है। परपोषी से यह अपना खाना लेता है और परपोषी को इस साहचर्य से कुछ सीमा तक क्षति पहुंचती है।

परित्वक् (periderm) : सामूहिक रूप से कागजन (phellogen), काग (phellem) और काग-अस्तर (phelloderm)।

काग (phellem) : कागअस्तर की क्रिया से उत्पन्न परित्वक् के बाह्य मंडल का निर्माण करने वाली कार्क और गैर-सुबेरिनमय परतें।

कागअस्तर (phelloderm) : कार्क एधी द्वारा और या उसकी भीतरी से ओर बनने वाला वृक्षों का द्वितीयक मृदूतक (parenchymatous) सुबेरिनमय वल्कुट।

कागजन (phellogen) : द्वितीयक विभज्योतक के रूप में बनने वाला और कार्क तथा काग अस्तर को जन्म देने वाला काण्ठिल तनों की कार्क एधा।

पादपवर्णक (phytochrome) : पौधों में फाइकोसायनिन से निकट रूप से संबंधित एक प्रोटीन वर्णक जो अनेक परिवर्धनीय परिघटनाओं का नियमन करता है जैसे कि प्रकाश संरचना विकास (photomorphogenesis), दीप्तिकालिकता (photoperiodism), कुछ बीजों का अंकुरण, फल का पकना और जो दो परस्पर रूपांतरणीय (inter-convertible) रूपों, Pr और Pfr में दिन की अवधि का पता लग सकता है।

प्रकाशानुवर्तन (phototropism) : प्रकाश के स्रोत की दिशा द्वारा प्रभावित किसी अंग या सारे पौधे की वक्रता।

प्रतिक्रिया धरू (reaction wood) : अगर प्रमुख प्ररोह को कृत्रिमरूप से (धनात्मकतः गुरूत्वानुवर्ती) नीचे की ओर मोड़ दिया जाए तो क्षैतिज वृद्धि (horizontal growth) केवल कुछ समय तक ही होती है लेकिन पौधा जल्दी ही ऊपर की ओर मुड़ जाता है और अनुदैध्यर्तः (vertically) वृद्धि करने लगता है। आवृत्तबीजियों (angiosperms) में एधी सक्रियता तने (तनाव दारू = tension wood) की ऊपरी तरफ होती है। अनावृत्तबीजियों (gymnosperms) में एधा सक्रियता निचली तरफ (संपीडन दारू = compression wood) होती है।

रस दारू (sap wood) : वृक्षों की अधिक सतही, अधिक फीकी अधिक कोमल दारू जो जल संचालक होती है और जिसमें जीवित कोशिकाएं होती हैं।

मृतजीवी (saprophyte) : मृत और क्षयी जैविक पदार्थ पर जीवित रहने वाला पौधा।

छायानुवर्तन (sketotropism) : पौधों की छाया की तरफ वृद्धि।

ताप अनुकुंचनीय (thermonastic) : ताप का प्रभाव *रोडोडेन्ड्रॉन* में अगर तापमान −15° C होता है तो पत्तियां नीचे लटकने लगती हैं और 0° C पर क्षैतिजतः खड़ी हो जाती हैं।

FURTHER READING

1. Bhojwani, S.S. & Bhatnagar, S.P. 1993. *The Embryology of Angiosperms*. Vikas Publishing House Pvt. Ltd. New Delhi.
2. Maheshwari, P. 1950. *An Introduction to the Embryology of Angiosperms*. Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd., New Delhi.
3. Shivanna, K.R. & Johri, B.M. 1985. *The Angiosperm Pollen : Structure and Function* Wiley, New Delhi.

प्रिय छात्र/छात्रा

इस पाठ्यक्रम के बारे में आपकी राय जानने के लिए हमने यह प्रश्नावली तैयार की है, जो इसी खंड के लिए है। आप के उत्तर हमें पाठ्यक्रम को सुधारने में मदद करेंगे। कृपया इसे भरकर हमें शीघ्र भेज दें।

प्रश्नावली

एल. एस. ई.–06
खंड 2

नामांकन सं. | | | | | | | | | |

1. इकाईयों को पढ़ने में आपको कितने घंटे लगे?

इकाई सं	7	8	9	10	11	12
कुल घंटे						

2. इस खंड से संबंधित कार्य को करने के लिए आपको (लगभग) कितने घंटे लगे?

	टी. एम. ए.	सी. एम. ए.
सत्रीय कार्य सं		
कुल घंटे		

3. हमारे विचार से आपके सामने 4 प्रकार की कठिनाईयाँ आई होंगी, उन्हें निम्नलिखित तालिका में दिया गया है। उपयुक्त कालमों में कृपया अपनी कठिनाई पर (√) का निशान लगाइए और सहि पृष्ठ संख्या लिखिए।

पृष्ठ सं.	कठिनाइयों के प्रकार			
	प्रस्तुतीकरण स्पष्ट नहीं है	भाषा कठिन है	चित्र स्पष्ट नहीं है	शब्दावली समझाई नहीं गई है

4. हमारा विचार है कि बोध प्रश्नों और अंत में दिये गये प्रश्नों में आपको कुछ कठिनाई हुई होगी। निम्नलिखित तालिका में संभावित कठिनाईयाँ दी हैं। उपयुक्त कालमों से संबंधित इकाइयाँ और प्रश्न संख्या देते हुए अपनी कठिनाईयों पर निशान लगाइए।

इकाई संख्या	कठिनाई का प्रकार					
	बोध प्रश्न संख्या	अंत में दी गई प्रश्न संख्या	प्रश्न स्पष्ट नहीं है	दी गई जानकारी के आधार पर उत्तर नहीं दिया जा सकता	इकाई के अंत में दिया गया उत्तर स्पष्ट नहीं है	दिया गया उत्तर प्रयाप्त नहीं है

5. क्या खंड के अंत में दी गई शब्दावली उपयोगी रही? यदि नहीं, तो निम्न स्थान में कठिन शब्द लिखें।

6. अन्य सुझाव

Affix Postage Stamp

सेवा में,

पाठ्यक्रम संयोजक, एल. एस. ई.-06, परिवर्धन जीवविज्ञान (खंड 2)
विज्ञान विद्यापीठ
इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदान गढ़ी
नई दिल्ली-110068

NOTES

NOTES

उत्तर प्रदेश
राजर्षि टण्डन मुक्त विश्वविद्यालय

UGBY/ZY-09

परिवर्धन जीवविज्ञान

खंड

3

प्राणी परिवर्धन - 1

इकाई - 13
नये जीव का आरम्भ 7

इकाई - 14
विदलन एवं गैस्ट्रुलाभवन 37

इकाई - 15
संरचनाविकास और ऊतक संगठन 86

इकाई - 16
कोशिका पारस्परिक क्रिया की क्रिया विधियाँ 112

इकाई - 17
नेत्र और पाद अंग विकास 140

खंड 3 प्राणी परिवर्धन - 1

यह आप जानते ही हैं कि जन्तुओं में प्रजनन की मुख्यतः दो विधियाँ हैं—लैंगिक और अलैंगिक (एल.एस.ई - 05, शरीरक्रिया विज्ञान - II इकाई - 8)। प्रायः सभी बहुकोशिकीय जीवों (मैटाज़ोआ) में यह क्रिया लैंगिक विधि से होती है, यद्यपि कुछ जीवों में अलैंगिक विधि से भी प्रजनन होता है । अधिकांश मैटाज़ोआ में लैंगिक प्रजनन के दौरान मादा एवं नर लिंग का एक-एक सदस्य भाग लेता है, जिनसे क्रमशः अगुणित अंड एवं शुक्राणु उत्पन्न होते हैं । अंडे एवं शुक्राणुओं के निषेचन से निर्मित युग्मनज में पुनः द्विगुणिता की स्थिति आ जाती है और यही युग्मनज नवीन जीव में परिवर्धित होता है । वैसे तो सभी जीवों में पीढ़ी दर पीढ़ी एक सी जीनी संरचना प्रजनन के द्वारा ही कायम रहती है परन्तु फिर भी बहुकोशिकीय प्राणियों की हर पीढ़ी के सदस्यों की समस्त कोशिकाओं में पाए जाने वाले जीनोम से उत्पन्न कोशिकीय दृश्यप्ररूप में अद्भुत विभिन्नता पायी जाती है । प्रत्येक पीढ़ी में कोशिकाओं की विविधता एवं विभेदीकरण कोई स्वतन्त्र क्रिया नहीं बल्कि नए जीव के परिवर्धन की विस्तृत क्रिया का एक अभिन्न अंग है । प्रस्तुत खंड में लैंगिक प्रजनक मैटाज़ोआ के जीवन-काल के भ्रूणीय अंश का विस्तृत विवरण प्रस्तुत है जिसके दौरान एककोशिकीय युग्मनज से सम्पूर्ण नवीन जीव का परिवर्धन होता है ।

आप जैसे विद्यार्थियों के लिए परिवर्धन प्रक्रिया के पठन के आरम्भ में सबसे पहले विभिन्न पशु जातियों में भ्रूणोद्भव (embryogenesis) के समय सभी परिवर्धन सम्बन्धी प्रतिरूपों तथा घटनाक्रमों के विषय में जानकारी प्राप्त करना आवश्यक है । आपको उन सभी क्रियाविधियों एवं प्रक्रियाओं से भी परिचित होना चाहिये जिनके फलस्वरूप क्रमानुसार जैविक संरचना का विकास होता है और संरचनात्मक जटिलता में वृद्धि संभव है । साथ ही विभिन्न परिवर्धन प्रक्रियाओं के बीच संबंध, उनकी अभिव्यक्ति एवं प्रभावी कारकों की जानकारी भी महत्त्वपूर्ण है । आशा है उपर्युक्त विषयों को जान लेने से आप मैटाज़ोआ वर्ग के सभी सदस्यों पर समान रूप से लागू होने वाले अनेक परिवर्धन सम्बन्धी प्रश्नों, धारणाओं तथा सिद्धांतों का भली-भाँति विवेचन कर पाएगें । यही इस खंड का वास्तविक ध्येय है ।

विभिन्न पशुओं में परिवर्धन क्रिया के अनेक प्रकार हैं । उदाहरण के तौर पर अंडे का विकास पानी में या पृथ्वी पर, माता के डिम्बकोष में, मिट्टी के नीचे, पेड़ों के तनों में बने छेदों में या फिर पराश्रयी रूप से अन्य पशुओं के शरीर के अन्दर हो सकता है । स्तनपायी जन्तुओं के अंडे का आकार बहुत ही छोटा होता है। यह अण्डे पोषण के लिए पूर्ण रूप से माता पर निर्भर होते हैं । सही पोषण के फलस्वरूप सूक्ष्म अंडे कई किलोग्राम वज़न वाले बड़े जीवों में परिवर्धित होते हैं । पक्षियों एवं सरीसृपों के अंडे बड़े होते हैं । पीतक से परिपूर्ण होने के कारण यह अंडे पोषण के लिए आत्मनिर्भर होते हैं और इन अंडों से सीधे अपने जनक के समरूप लघु जीव निकलते हैं । कुछ कीटों, मेंढक तथा समुद्री अर्चिन जैसे प्राणियों के अंडों में पीतक की मात्रा बहुत कम होती है । इनके अंडे छोटे-छोटे डिंभक में परिवर्धित हो जाते हैं । कुछ समय तक स्वतंत्र रूप से विचरण करने के पश्चात् ये डिंभक सम्पूर्ण जीव में परिवर्धित होते हैं । डिंभक से जीव में परिवर्धन की विधि को रूपांतरण या कायांतरण (metamorphosis) कहा जाता है ।

क्योंकि सभी जीव मूलतः एक दूसरे से सम्बन्धित होते हैं इसीलिए उनके परिवर्धन की प्रारंभिक क्रियाओं में अद्भुत समरूपता पाई जाती है । यही कारण है कि विभिन्न मैटाज़ोआ के भ्रूण विकास के आरंभ में अनेक महत्त्वपूर्ण समानताएं देखी गई हैं । साथ ही युग्मक-जनन यानि अंडों एवं शुक्राणुओं की रचना भी विभिन्न जीवों में समान रूप से होती है । इसके बाद सभी लैंगिक प्रजनक जन्तुओं में परिवर्धन-क्रिया क्रमानुसार जिन विभिन्न सुनिश्चित एवं समन्वित चरणों में कार्यान्वित होती है वे हैं—निषेचन, तूतक (मोरूला), कोरक (ब्लास्टुला), कन्दुक (गैस्ट्रुला), तीन जनन-स्तरों एवं मूल शारीरिक रचना का विकास, ऊतक एवं अंग विकास तथा अंतिम चरण में नवीन जीव की आकृति की रचना ।

वर्षों से वैज्ञानिकों द्वारा कशेरुकी एवं अकशेरुकी प्रजातियों पर किए गए विभिन्न वर्णनात्मक, तुलनात्मक एवं प्रयोगात्मक अध्ययनों के कारण ही वर्तमान में परिवर्धन प्रक्रिया पर जानकारी प्राप्त है । अनेक भागों में आप कुछ अकशेरुकी प्रजातियों के तथा अधिकांशतः मेंढक, चूज़े एवं स्तनपायी जीवों जैसे मेरूदंडीय प्रजातियों की परिवर्धन-क्रिया के विशय में जान पाएंगे । उल्लेखनीय है कि अकशेरुकी जीवों के मुकाबले में कशेरुकी जीवों में भ्रूणोद्भव के समय अनेक परिवर्धन चरणों एवं परिवर्धन प्रक्रिया की विभिन्न विधियों में समरूपता अधिक स्पष्ट होती है । इसके साथ ही इन जीवों में अंडों के आकार,

संरचना, बनावट तथा परिवर्धन-नीति में अन्तर के फलस्वरूप उपजी विभिन्नता का पता भी अधिक स्पष्टता से चलता है । फल मक्खी तथा समुद्री अर्चिन के भ्रूण के अतिरिक्त चूज़े के भ्रूण भी परिवर्धन क्रिया के परीक्षण और विश्लेषण के लिए सवर्था उपयुक्त हैं । पिछले कुछ वर्षों में विज्ञान के क्षेत्र में महत्वपूर्ण तकनीकी प्रगति हुई है और इसी के फलस्वरूप आज अपरास्तनी (अपरा युक्त स्तनपायी) जीवों (जिनमें मनुष्य भी शामिल है), के भ्रूण का प्रयोगात्मक परीक्षण संभव हुआ है ।

प्रस्तुत खंड 13 से 17 तक पाँच इकाइयों में विभाजित है ।

इकाई 13 — प्रजीवों (प्रोटोज़ोआ) में पाए जाने वाली अनेक प्रकार की लैंगिक प्रक्रियाओं तथा प्रजनन की अनेक विधियों की समीक्षा के साथ इस इकाई में युग्मकजनन (शुक्राणु एवं अंड जनन), अंडों के प्रकार तथा निषेचन की प्रक्रिया और महत्त्व के विषय में बताया गया है ।

इकाई 14 — इसके अन्तर्गत आप अंड विदलन की विभिन्न विधियों एवं प्रक्रियाओं बहुकोशिकता के ऊद्भव तथा विभिन्न प्रकार की संरचना के बारे में जान पाऐगें । कन्दुकन के भाग के अन्तर्गत भविष्यिक-मानचित्र (fate map) तथा प्रारंभिक भ्रूण कोशिकाओं के संभाव्य भविष्य के अध्ययन में उनके महत्व तथा भ्रूणीय कोशिकाओं से तीनों जनन स्तरों की निर्माण-क्रिया के बारे में जानकारी दी जाएगी । साथ ही समुद्री-अर्चिन, मेंढक, चूज़े तथा अपरास्तनी जीवों के कन्दुकन के विभिन्न तरीकों का भी वर्णन किया गया है ।

इकाई 15 — इस इकाई के मुख्य विषय हैं—संरचना विकास में प्रयुक्त अनेक कोशिकी प्रक्रियाएं तथा तीनों जनन-स्तरों से विकसित ऊतकों की संरचना एवं संगठन की जानकारी, उदाहरणार्थ बाह्यचर्मी, तंत्रिक नली, मध्यजनस्तरी, हृदय एवं लाल रक्त कोशिकाएं तथा अंतश्चर्मी आदि जनन-कोशिकाएं ।

इकाई 16 — इस इकाई में भ्रूणोद्भव के दौरान परिवर्धन के विभिन्न चरणों पर किए गए परीक्षणों के फलस्वरूप ज्ञात धारणाओं, सिद्धान्तों तथा प्रश्नों के विषय में बताया गया है । उदाहरणार्थ—1) प्रारम्भिक भ्रूणीय कोशिकाओं की परिवर्धनी शक्ति 2) भ्रूणीय एवं विकसित कोशिकाओं के केन्द्रक की शक्यता एवं जीनोमिक तुल्यता 3) मोज़ेक तथा नियामक अंडों की समस्याएं 4) प्रारंभिक चरण में ही भ्रूणीय कोशिकाओं में सही दिशा में विभेदीकरण करने की क्षमता पैदा कराने में कोशिकाद्रव्य की भूमिका 5) प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण की परिघटना अनुदेशीय एवं अनुज्ञात्मक प्रेरण, कोशिकाओं की पारस्परिक क्रिया, सामर्थ्य एवं स्वरूप निर्धारण की संकल्पनाए । इनके साथ ही उपर्युक्त पक्षों के अध्ययन के लिए किये गए परीक्षणों का भी संक्षेप में वर्णन किया गया है ।

इकाई 17 — इस भाग में आप कशेरुकी जीवों में आँखों एवं पाद (अंगों) के परिवर्धन के बारे में जानकारी प्राप्त करेंगे । साथ ही इनके परिवर्धन के दौरान प्रयुक्त भ्रूण के विभिन्न भागों से उत्पन्न कोशिकाओं तथा ऊतकों के बीच की अनुक्रमिक पारस्परिक क्रिया की जानकारी भी दी गयी है ।

अध्ययन निर्देश

i) प्रस्तुत पाठों को रुचिकर बनाने के लिए विषय से सम्बन्धित रेखाचित्र एवं निर्देशचित्र भी दिये गए हैं । हमारी सलाह है कि आप उन्हें ध्यान पूर्वक पढ़े ताकि पाठ में दी गयी संकल्पनाओं को आप अच्छी तरह समझ सके ।

ii) जैसा कि आप जानते हैं, भ्रूणीय परिवर्धन एक गतिशील प्रक्रिया है, जिसमें समय के साथ प्रक्रिया, संरचना तथा संगठन में निरंतर परिवर्तन होते रहते हैं । कई बार तो इसमें केवल कुछ घंटों का या उससे भी कम समय लगता है । परिवर्धन प्रक्रिया के अध्ययन एवं अवलोकन के दौरान उसके समय का ध्यान रखना बहुत आश्यक है जिसमें आपकी कल्पनाशक्ति सहायक होगी ।

हम आशा करते हैं कि इस खंड से प्रारम्भ 'प्राणियों में परिवर्धन प्रक्रिया' का अध्ययन आपके लिए रुचिकर सिद्ध होगा ।

उद्देश्य :

इस अध्ययन के पश्चात् आप

- शुक्राणुजनन एवं अंडजनन प्रक्रिया का सम्पूर्ण विवरण तथा शुक्राणु और विभिन्न प्रकार के अंडों की संरचना का वर्णन कर सकेगें ।
- शुक्राणुओं द्वारा अंडों के निषेचन की सम्पूर्ण क्रिया विधि को समझा सकेंगे ।
- प्रारम्भिक भ्रूणीय काल का सामान्य प्रतिरूप एवं अनुक्रमिक परिवर्धन के अनेक चरणों, जिनसे नये जीव की शारिरिक संरचना होती है, का वर्णन कर सकेगो ।
- संरचना विकास की सामान्य क्रियाविधि तथा कोशिकाओं की चलनप्रक्रिया का वर्णन कर सकेगें ।
- भ्रूण के तीन जननस्तरों से विभिन्न ऊतकों तथा अंगों का प्रजनन तथा परिवर्धन समझा सकेगें ।
- परिवर्धन प्रक्रिया के विषय में प्रसिद्ध अनेक संकल्पनाओं और सिद्धान्तों तथा परिवर्धन क्रिया की मूलभूत विधियों के विश्लेषण के लिए किये गए परीक्षणों का सम्पूर्ण विवरण दे सकेंगे ।
- विभिन्न कोशिकाओं एवं ऊतकों की अनुक्रमिक और समन्वित पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप जटिल अंगों के विकास को समझ कर उनकी व्याख्या कर सकेगें ।

इकाई 13 नये जीव का आरंभ

इकाई की रूपरेखा

13.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
13.2 ससीमकेन्द्रकीय एककोशिकीय जन्तुओं में परिवर्धन
13.3 शुक्रजनन
शुक्राणुजनन
शुक्राणु की संरचना
13.4 अंडजनन
जलस्थलचरों में अंडजनन
स्तनधारियों में अंडजनन
अंडावरण
13.5 निषेचन
शुक्राणु-अंडाणु के संगलन से पहले का घटना-क्रम
शुक्राणु और अंडाणु का संगलन
शुक्राणु-अंडाणु संगलन के बाद का घटना-क्रम
शुक्राणु और अंडाणु प्राक्केन्द्रकों का घटना-क्रम
विकास का प्रारम्भ
13.6 सारांश
13.7 अंत में कुछ प्रश्न
13.8 उत्तर

13.1 प्रस्तावना

परिवर्धन जीवविज्ञान में उन क्रमिक परिवर्तनों का विवरण होता है, जो एक निषेचित अंड (fertilized egg) के व्यस्क जीव बनने के दौरान होते है । पहले इसे भ्रूण विज्ञान कहा जाता था । लेकिन भ्रूण विज्ञान का अर्थ है – निषेचित अंड के जीव के रूप में जन्म लेने तक विभिन्न चरणों का विवरण । भ्रूण विज्ञान के स्थान पर विकास जीवविज्ञान शब्द इसलिए प्रयुक्त किया गया क्योंकि विकास जीव के जन्म लेने अथवा व्यस्क होने के बाद भी ज़ारी रहता है ।

विकास के साथ दो प्रमुख कार्य जुड़े हैं । पहला कार्य एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक जीवन की निरंतरता सुनिश्चित करना है और दूसरा कार्य एक ही पीढ़ी में कोशिकाओं की विविधता और क्रम बनाए रखना है । एक प्रजाति के नए प्राणियों का निरंतर पैदा होना जनन (reproduction) कहलाता है । ऊतकों और अंगों के आकार बढ़ने को वृद्धि (growth) कहते हैं । कोशिकाओं में विविधता होना विभेदीकरण (differentiation) कहलाता है । विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का ऊतकों के तथा विभिन्न अंगों के रूप में संघटन संरचना विज्ञान (morphogenesis) कहलाता है । परिवर्धन जीवविज्ञान के अंतर्गत इन्हीं विशिष्ट पक्षों – जनन, वृद्धि, विभेदीकरण और संरचना विज्ञान का अध्ययन किया जाता है ।

हम युग्मकों (gametes), शुक्राणु (sperm) और अंडाणु (ovum) के बनने के विवरण के साथ विकास-जीवविज्ञान का अध्ययन शुरू करेंगे । इसके बाद युग्मकों की संरचना के बारे में बताया जाएगा । हम नर और मादा युग्मकों के संगलन की प्रक्रिया, अर्थात निषेचन (fertilization) के बारे में बताएंगे । इस प्रकार, नये जीव के निर्माण में प्रजाति के दोनों लिंगों के प्राणियों के शरीर की एक-एक कोशिका का योगदान होता है । युग्मकों के मिलने से युग्मनज (zygote) बनता है जिसके विभाजन से बनने वाली कोशिकाओं से भ्रूण (embryo) का निर्माण होता है । कोशिका विभाजन की इस प्रक्रिया को विदलन (cleavage) कहते हैं । इसी प्रक्रिया से बहुकेशिकीय जीवों का विकास होता है । इस पाठ्यक्रम की अगली इकाइयों में विदलन, भ्रूण के बनने और भावी विकास के बारे में बताया जाएगा ।

बहुकोशीय जंतुओं का विकास लैंगिक (sexual) अथवा अलैंगिक (asexual) जनन से हो सकता है। अलैंगिक जनन में युग्मनज नहीं बनते और निषेचन नहीं होता। ऐसे जनन में जन्मदाता जीव के शरीर की कुछ कायिक (somatic) कोशकाएं मिलकर कलिका (bud) या आवशेष (rudiment) बनाती है जिसमें नये जीव के सृजन की क्षमता होती है। लैंगिक जनन में जनद कोशकाएं बनती हैं जो नए जीव के सृजन में एक दूसरे के संगलन के बिना असक्षम है। कोई युग्मक अकेले ही प्राणी को जन्म नहीं दे सकता। हर युग्मक अगुणित (haploid) होता है और नर मादा लिंगों के एक-एक युग्मज मिलकर द्विगुणित (diploid) कोशिका अर्थात् युग्मनज बनाते हैं। युग्मनज नये प्राणी के जनन में सक्षम होता है। लैंगिक जनन के विभिन्न चरण इस प्रकार हैं – युग्मकजनन (gametogenesis), निषेचन, विदलन, कोरक (blastula) का बनना, कंदुकन या गैस्ट्रुलाभवन, संररचनाविकास, ऊतकविकास (histogenesis), कोशिकाओं विभेदीकरण (cytodifferentiation) और वृद्धि। ये चरण क्रमिक होते हैं और कई बार पहले चरण में ही अगले चरण की तैयारी शुरू हो जाती है। जैसा हमने पहले बताया है कि जनन प्रक्रिया में युग्मकों का संयुग्मन और निषेचित अंड का बनना सुनिश्चित होता है। इस इकाई में ऐसी प्रक्रिया के लिए आवश्यक मूलभूत प्रक्रियाओं, लिंगी कोशिकाओं का पैदा होना और अंडाणु तथा शुक्राणु जैसे युग्मनजों के बनने के बारे में बताया जाएगा। आप को शुक्राणु और अंड के संयुग्मन से जुड़ी विभिन्न प्रक्रियाओं और इसके बाद इनके प्राक्केन्द्रकों (pronuclei) के संयुग्मन के बारे में भी बताया जाएगा। इन सभी प्रक्रियाओं को सामूहिक रूप से निषेचन कहते हैं।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप –

- परिवर्धन जीवविज्ञान के विषय-क्षेत्र पर चर्चा कर सकेंगे,
- जंतु में जनन की विभिन्न विधियों के बारे में चर्चा कर सकेंगे,
- युग्मकजनन की प्रक्रिया और उद्देश्य को समझा सकेंगे,
- निषेचन की प्रक्रिया को बता सकेंगे और यह समझा सकेंगे कि कैसे अधिकतर बहुकोशिकीय प्राणियों में कोशिकाओं का फिर द्विगुणन हो जाता है,
- अंडाणु और शुक्राणु के संयुग्मनज के दौरान अंडाणु के सक्रिय होने का महत्व बता सकेंगे,
- निषेचित अंड के विदलन से पहले की प्रक्रियाओं को सूचिबद्ध कर सकेंगे।

13.2 ससीमकेन्द्रकीय एककोशिकीय जंतुओं में परिवर्धन

एल.एस.ई.-03–जनन विज्ञान के पाठ्यक्रम में असीमकेन्द्रकीय (prokaryotes) जंतुओं में जीनीय पदार्थ के उत्पादन, स्थानांतरण और आदान-प्रदान के बारे में बताया गया है। इस इकाई में आप ससीमकेन्द्रकीय (eukaryotes) जंतुओं के विकास के बारे में पढ़ेंगे।

एककोशिकीय ससीमकेन्द्रकीय जंतुओं में अपने वंश को बनाए रखने के लिए अधिकतर अलैंगिक जनन होता है। लेकिन कुछ जंतुओं में विभिन्न रूपों में लैंगिक जनन भी होता है। अमीबा, युग्लीना और पैरामीशियम में द्वि-खंडन (binary fission) द्वारा, अमीबा और एल्फीडियम और अनेक स्पोरोज़ोआ प्राणियों में बहु-खंडन (multiple fission) द्वारा, सुक्टोरिया आदि में मुकुलन (budding) द्वारा, मिक्सोस्पोरीडिया माइसेटोज़ोआ में कोशिकाद्रव्यविभाजन (plasmatomy) द्वारा, प्लाज्मोडियम और मोनोसिस्टिस में विखंडनीजनन (schizogony) द्वारा और टौक्सोप्लाज़्मा आदि में अंतः संग: (endogamy) द्वारा अलैंगिक जनन होता है। एल.एस.ई-9-प्राणी विविधता-1 पाठ्यक्रम में एककोशीय जीवों में अलैंगिक जनने के बारे में विस्तार से बाताया गया है।

एककोशिकाय जीवों में लैंगिक जनन भी कई प्रकार का होता है।

i) **समयुग्मन (Isogamy)**–आकार और संरचनामें एक जैसे युग्मज बनते हैं पर उनका व्यवहार भिन्न-भिन्न होता है। यह स्पोरोज़ोआ *(मोनोसिस्टिस)*, फाइटोमोनेडिना *(क्लामीडोमोनास)* फोरामिनीफेरा *(एल्फीडियम)* हेलियोज़ोआ *(एक्टिनाफ्राइस* और *एक्टिनोस्फेरियम)* में दोनों युग्मनज एक ही कोशिका की संतति होते हैं।

ii) **असमयुग्मन (Anisogamy)**—भिन्न संरचना और व्यवहार वाले दो युग्मक पैदा होते हैं। आमतौर पर नर युग्मक (microgametes) छोटे और गतिशील होते हैं और मादा युग्मक (microgametes) बड़े और अचर होते हैं। स्पोरोज़ोआ (*प्लाज़्मोडियम*) और फाइटोमोनाडिना (*वोल्वौक्स*) में ऐसा जनन होता है।

iii) **संयुग्मन (Conjugation)**—दो कोशिकाएं आपस में जुड़कर केन्द्रकों का आदान-प्रदान करते हैं। पक्ष्माभ वाले एककोशिकीय जंतुओं (*पैरामीशियम*) में ऐसा जनन होता है।

iv) **स्वक्युग्मन (Autogamy)**—एक ही एककोशिकीय जीव के दो केन्द्रक अलग-अलग युग्मज के रूप में परस्पर जुड़ जाते हैं और युग्मनज केन्द्रक बनाते हैं। यह केन्द्रकीय पुनर्गठन और आत्मनिषेचन वाला तरीका है (उदाहरण-*पैरामीशियम आरेलिआ*)।

v) **कोशिकायुग्मन (Cytogamy)**—यह संयुग्मन और स्वक्युग्मन के बीच का तरीका है। कुछ भिन्न-भिन्न कोशिकाओं के जोड़े बन जाते हैं लेकिन उनके बीच केन्द्रकों का आदान-प्रदान नहीं होता। लेकिन प्रत्येक कोशिका में, स्वकयुग्मन की तरह दो केन्द्रक (नर और मादा) एक-दूसरे से जुड़े जाते हैं।

कोई एककोशिकीय जंतु आसपास की परिस्थितियों के अनुरूप, जनन के विभिन्न तरीके अपना सकता है। इन एककोशीय जन्तुओं के जीवन चक्र में अर्द्धसूत्री विभाजन (meiosis) (युग्मकजनन में) और निषेचन (युग्मनज के बनने में) की अवधि अलग-अलग होती है। अनेक जंतुओं में पूरे जीवन-चक्र में मात्र युग्मनज की द्विगुणित कोशिका होती है, अन्य सभी चरण अगुणित कोशिका वोले होते हैं क्योंकि युग्मनज का अर्द्धसूत्रण होता है (जैसे-*वालवाक्स* में)। अन्य जन्तुओं में युग्मनज का सूत्री विभाजन हो सकता है जिससे अगले चरण द्विगुणित होते हैं।

बोध प्रश्न 1

1) परिवर्धन जीवविज्ञान का अध्ययन-क्षेत्र क्या है ?

....

....

....

....

2) जनन, वृद्धि, विभेदीकरण और संरचनाविकास के अर्थ बताइए।

....

....

....

....

3) एककोशिकीय जंतुओं के लैंगिक जनन के तरीकों की सूची बनाइए।

....

....

....

....

13.3 शुक्रजनन

बहुकोशिकीय जंतुओं में जनन-प्रक्रिया युग्मनजों के उतपादन से शुरू होती है। युग्मनज जननांगों—नर प्राणी में वृषण और मादा में अडाशय में पैदा होने वाली कोशिकाएं हैं। इस भाग में आप शुक्राणुओं

के बनने यानी शुक्रजनन (spermatogenesis) के बारे में पढ़ेंगे । भाग 13.4 में अंड बनने यानि अंडजनन (oogenesis) के बारे में बताया जाएगा ।

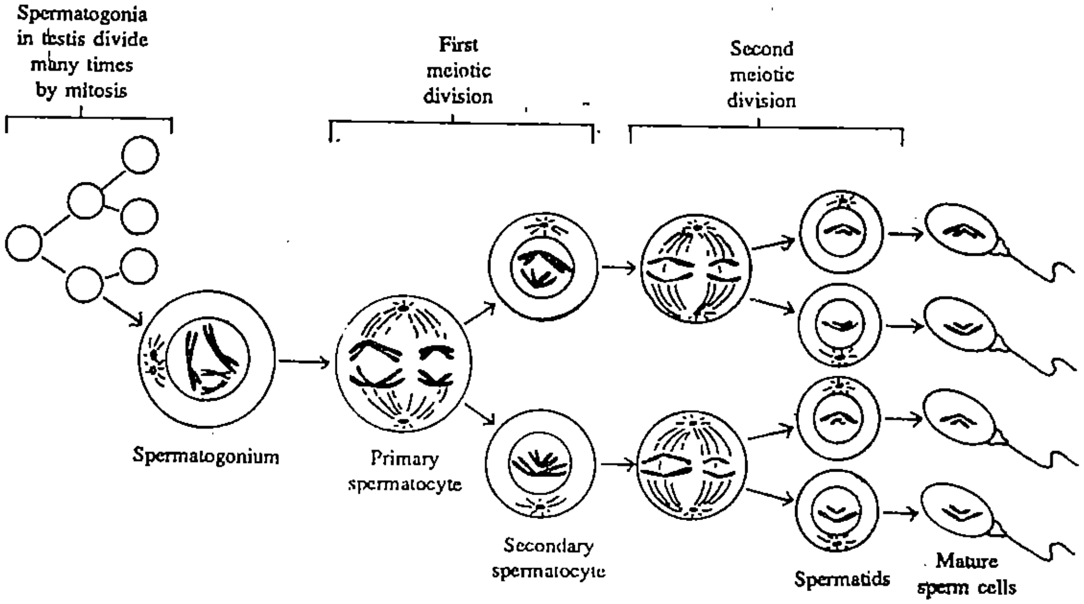
युग्मकजनन के अंतर्गत शुक्रजनन और अंडजनन दोनों ही प्रक्रियाएं शामिल हैं ।

कशेरूक (vertebrates) तथा विकास-क्रम में उच्च अकशेरूक प्राणियों में शुक्राणु उत्पादन वृषणों (testes) में होता है जिनमें अनेक बीर्यवाही नलिकाओं (seminiferous tubules) सहित विभिन्न अंग होते हैं । वृषणों की काट (sections) से अनेक वीर्यवाही नलिकाएं दिखाई देती हैं जिनमें शुक्राणु-विकास के विभिन्न चरण देखे जा सकते हैं । इस तरह शुक्रजनन एक निरंतर चलने वाली प्रक्रिया है और एक ही वृषण में इसके विकास के विविध चरण देखे जा सकते हैं ।

शुक्रजनन को मोटे तौर पर इन तीन अवस्थाओं में बांटा जा सकता है-(1) गुणन अवस्था (2) वृद्धि अवस्था और (3) परिपक्वता अवस्था ।

1) गुणन अवस्था (Multiplication Phase)

जनद कोशिकाओं के [illegible] को आरंभिक कोशिकाओं को आदि जनन कोशिकाएं (primordial germ cells) कहते हैं। ये भावी जननांगों से कुछ दूरी पर पैदा होते हैं, फिर इन जननांगों में पहुंचते हैं । इनका समसूत्री विभाजन होता है और शुक्राणुजनीय कोशिकाएं (spermatogonial cells) बनती हैं । गुणन चरण में वृषण के अंदर अनेक शुक्राणुजनीय कोशिकाएं पैदा हो जाती हैं ।



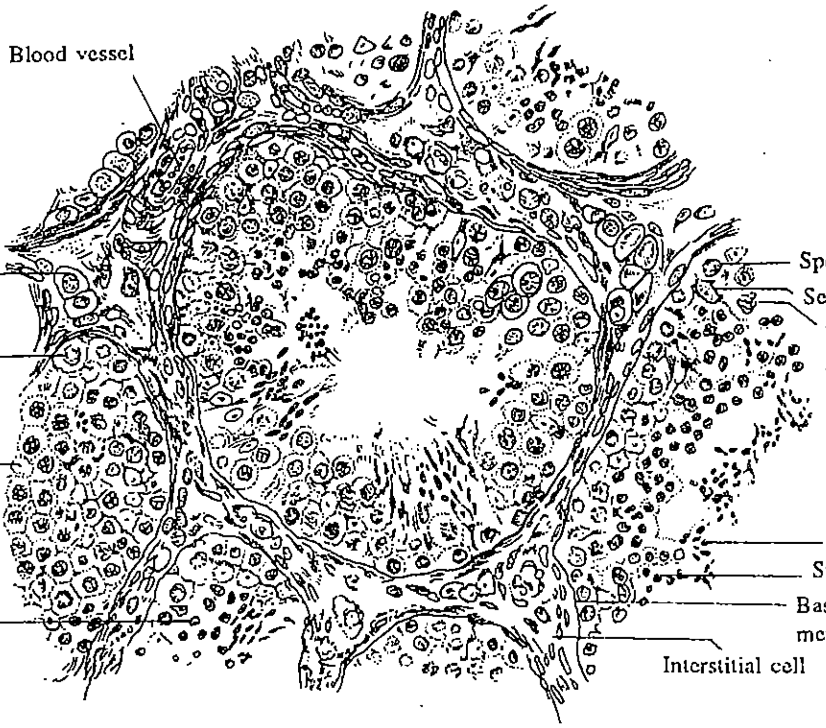
चित्र 13.1 : शुक्रजनन के विभिन्न चरण

2) वृद्धि अवस्था (Growth Phase)

इस चरण में अलग-अलग प्रकार की लैंगिक कोशिकाओं के संरचनात्मक और कार्य-संबंधी लक्षण विकसित होने लगते हैं । शुक्राणुजनन कोशिकाओं के आकार में भी काफी वृद्धि हो जाती है । इन कोशिकाओं को अब प्राथमिक शुक्राणु कोशिकाएं (primary spermatocytes) कहा जाता है ।

3) परिपक्वता अवस्था (Maturation Phase)

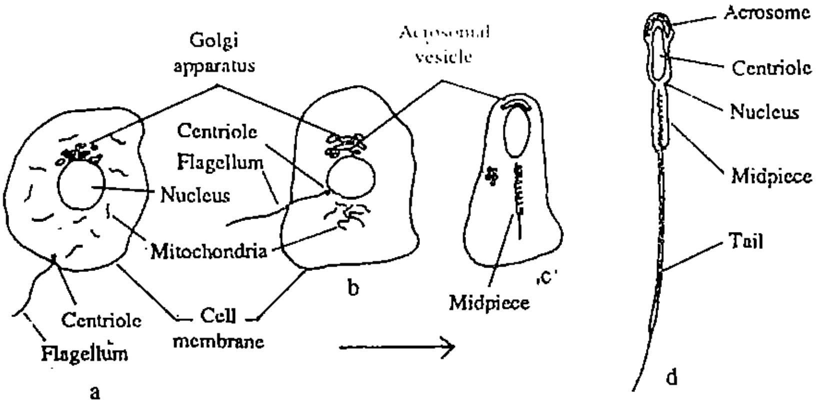
इस चरण में द्विगुणित प्राथमिक शुक्राणु कोशिकाएं अगुणित शुक्राणु-पूर्व कोशिकाओं (spermatids) में बदल जाती हैं (चित्र 13.2) । प्रत्येक प्राथमिक शुक्राणु कोशिका में अर्द्धसूत्री विभाजन होता हैं, जिससे अगुणित केन्द्रक वाली दो द्वितीयक शुक्राणु कोशिकाएं (secondary spermatocytes) बनती हैं । प्रत्येक द्वितीयक शुक्राणु कोशिका का फिर अर्द्धसूत्री विभाजन होता है जिससे दो अगुणित शुक्राणु-पूर्व कोशिकाएं पैदा होती है । प्रत्येक शुक्राणु-पूर्व कोशिका के अंदर विभेदीकरण की प्रक्रिया शुरू होती है जिससे शुक्राणु बनता है । शुक्राणु-पूर्व कोशिका में विभेदीकरण से शुक्राणु बनने की प्रक्रिया शुक्राणुजनन (spermiogenesis) कहलाती है (चित्र 13.3) । अब हम शुक्राणु-जनन की प्रक्रिया का विस्तार में वर्णन करेंगे ।



चित्र 13.2 : मनुष्य की वीर्यवाही कोशिकाओं की काट, जिनमें शुक्रजनन के विभिन्न चरण दिखाए गए हैं ।

13.3.1 शुक्राणु जनन

अर्द्धसूत्री विभाजन की समाप्ति पर शुक्राणु-पूर्व कोशिका सामान्य गोलाकार कोशिका होती है जिसके मध्य में केन्द्रक होता है । शुक्राणु के रूप में उसके विभेदीकरण के लिए व्यापक संरचनात्मक परिवर्तन आवश्यक है । कोशिका के विभिन्न अंग जैसे–माइटोकान्ड्रिया, गॉल्जी काय और तारक केन्द्र इस परिवर्तन में अपनी-अपनी भूमिका निभाते हैं । पहले चरण में गॉल्जी काय से एक अग्रपिंडक (acrosome) संरचना बनती है । यह अग्रपिंडक नजदीक होता है और शुक्राणु के ऊपर टोपी बनाता है । टोपी बनते ही केनद्रक घूमता है और अग्रपिंडक की टोपी शुक्रवाही नलिका की आधार झिल्ली के सामने आ जाती है । यह घूर्णन आवश्यक है क्योंकि केन्द्रक की दूसरी दिशा से तारक केन्द्रक से कशाभ(flagellum) की उत्पत्ति होगी । इसके बाद केद्रक चपटा होता है और सिकुड़ने लगता है । कोशिकाद्रव्य में भी कमी होती है । माइटोकॉन्ड्रिया कशाभ के आधार के चारों ओर छल्ला-सा बना लेता है और यह शुक्राणु का गरदन (neck) वाला भाग बन जाता है । पूरा आकार ले चुका शुक्राणु वीर्यवाही नलिका की अवकाशिमा (lumen) में पहुंचता है ।



चित्र 13.3 : शुक्राणु-पूर्व कोशिका से शुक्राणु के विकास के विभिन्न चरण ।

चूहे में शुक्रजनन की पूरी प्रक्रिया में 34.5 दिन लगते हैं जिसमें से शुक्राणुजनन में 13.5 दिन लग जाते हैं । मनुष्यों में शुक्रजनन की प्रक्रिया 74 दिन में पूरी होती है ।

बोध प्रश्न 2

रिक्त स्थानों की पूर्ति करें ।

i) .... का तात्पर्य नर जननांगों में शुक्राणु कोशिकाओं का बनता है ।

ii) .... नलिकाओं में शुक्राणु उत्पादन के विभिन्न चरण देखे जा सकते हैं ।

iii) शुक्राणु बनने के तीन चरण हैं – (क) .... (ख) ....
(ग) ....

iv) शुक्रजनन के परिपक्वता वाले चरण के अंत में द्विकगुणित ....
अगुणित .... में परिवर्तित होते हैं ।

vi) शुक्राणु-पर्व कोशिकाओं से शुक्राणु बनने की प्रक्रिया .... कहलाती है ।

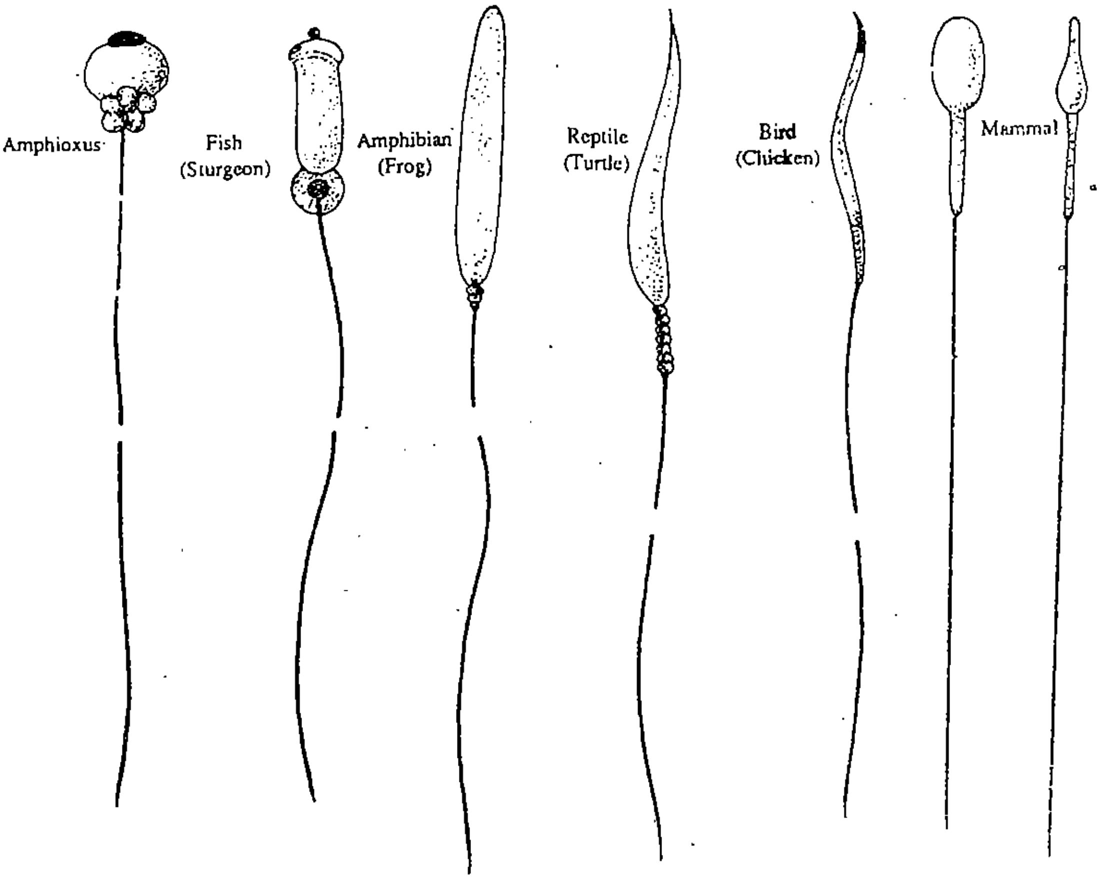
13.3.2 शुक्राणु की संरचना

विभिन्न जंतुओं में शुक्राणु के विभिन्न रूप और आकार होते हैं (चित्र 13 4), लेकिन उनकी सरंचना-विकास की योजना एक जैसी होती है । अधिकतर जंतुओं में शुक्राणुओं में पोषक सामग्री का कोई संग्रह नहीं होता और शुक्राणु द्रव या अर्द्धद्रव माध्यम में गतिशील हो सकते हैं। शुक्राणु का आकार 0.02 मिलीमीटर (मगरमच्छ में) जितना छोटा और 2 मिलीमीटर जितना बड़ा (*बैलेनोग्लासस*) में हो सकता है । शुक्राणु का रूप विभिन्न प्रजातियों में अलग-अलग होता है ।

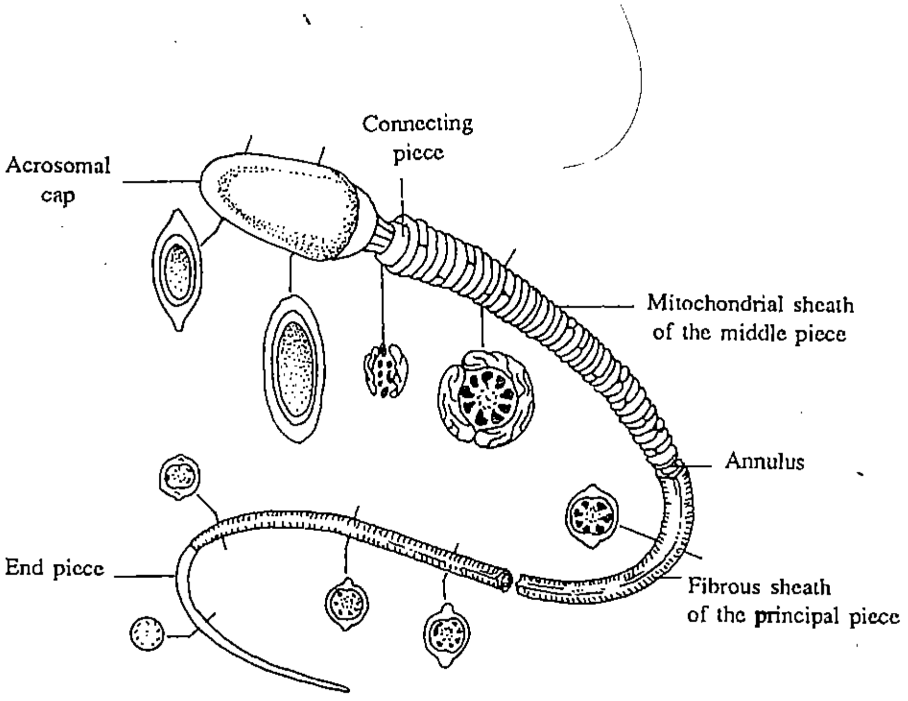
संरचनात्मक दृष्टि से विभिन्न जंतुओं के शुक्राणु में सिर, मध्य भाग और पूंछ होती है (चित्र 13.5) । यहां शुक्राणु के आकार का जो विवरण दिया गया है, वह स्तनधारी प्राणियों, विशेष रूप से मनुष्य के अध्ययनों पर आधारित है ।

सिर

विभिन्न जंतु-समूहों में सिर के आकार में विविधताएँ होती हैं (चित्र 13.4 और 13.5) उदाहरण के लिए यह गोलाकार (हेलीओस्ट मछलियों में), छड़ या भाले के आकार का (जलस्थलचरों में),



चित्र 13.4 : कुछ रज्जुकी (chordate) जंतुओं के शुक्राणु । कशाभ में जो टूटे हुए स्थान दिखाए गए हैं, उनका अर्थ है कि एक बड़ा हिस्सा चित्रित नहीं किया गया है ।



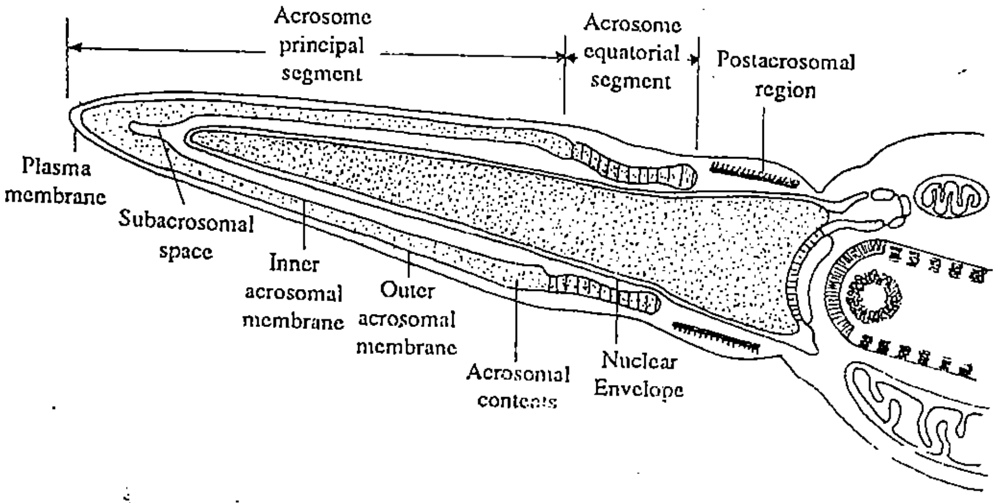
चित्र 13.5 : स्तनधारी जंतु के शुक्राणु को परासंरचना । कोशिका झिल्ली हटा दी गई है ।

बोतलों के काग खोलने वाले उपकरण (corkscrew) की तरह एंठनों वाला कुंडली जैसी (spirally twisted पक्षियों में) चम्मच की तरह (मनुष्यों में), चपटा (भैसे में), हुक के आकार का (चूहों में) या कभी-कभी गोल (दो वाल्वों वाले सोलस्का जीवों में) हो सकता है । इनमें से कुछ आकार इसलिए हो सकते हैं ताकि सरल माध्यम में चलने यानि नोदन (propulsion) में सहायक हों । जनद क्रियाएं (genetic functions) केन्द्रक में होती हैं । निषेचन के दौरान अंड को सक्रिय बनाने का काम मूलत अग्रपिंडक जैसे अगले हिस्से की टोपी द्वारा शुरू होता है ।

चित्र 13.6 : विभिन्न प्रकार के स्तनधारी जंतुओं के शुक्राणु की विविधता दिखाने के लिए उनके शुक्राणुओं के सिरों की सममितार्धी (sagittal) काट का चित्र ।

शुक्राणु के सिर का बड़ा भाग केन्द्रक होता है और इसी से शुक्राणु के सिर की संरचना भी निर्धारित होती है । शुक्राणुजनन के दौरान केन्द्रक में जो कुछ भी आनुवंशिक लक्षणों को अगली पीढ़ी तक पहुंचने से संबद्ध नहीं होता, उसे हटा दिया जाता है और केन्द्रक में अच्छी तरह पैक हो कर मात्र वास्तविक जीनी पदार्थ (gene material) यानि DNA रह जाता है ।

केन्द्रक के अग्र भाग या सिर में पास-पास टोपी जैसे अग्रपिंडक होते (चित्र 13.7) हैं ! शुक्राणु अंडावरण को छेदकर अंड से संपर्क कर पाता है । अग्रपिंडकों के अंदर (अग्रपिंडक कणिकओं में) जलअपघटनीय (hydrolytic) एंजाइम और कुछ पालीसैकराइड होते हैं । भित्तीय कोशिका द्रव्य (parachromosomal cytoplasm) अग्रपिंडक की बाहरी झिल्ली और शुक्राणु की प्लैज्मा झिल्ली के बीच कोशिका द्रव्य की पतली परत होती है ।

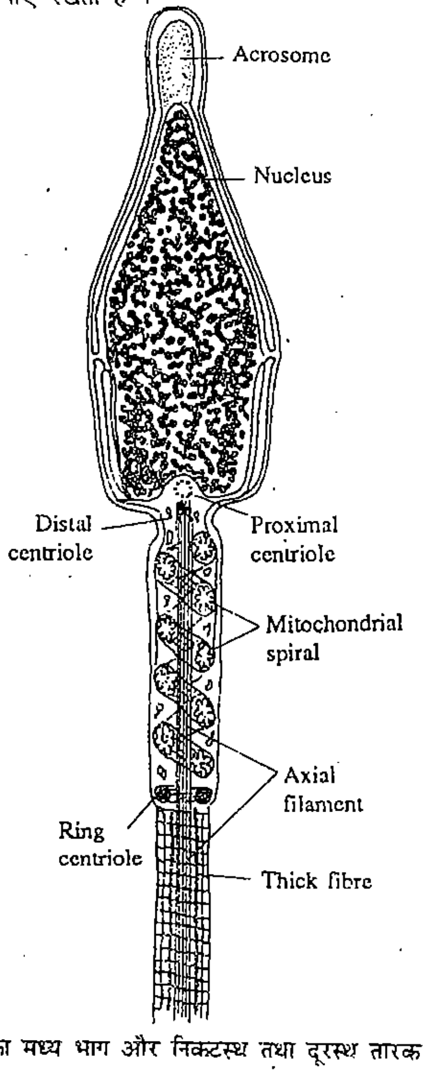


चित्र 13.7 : स्तनधारी जंतुओं के शुक्राणु के सिर की सममितार्धी काट का चित्र

कुछ प्रजातियों में जैसे–टैलीओस्ट मछलियां में) अब तक शुक्राणुओं में अग्रपिंडक होने का पता नहीं चला है

मध्य भाग

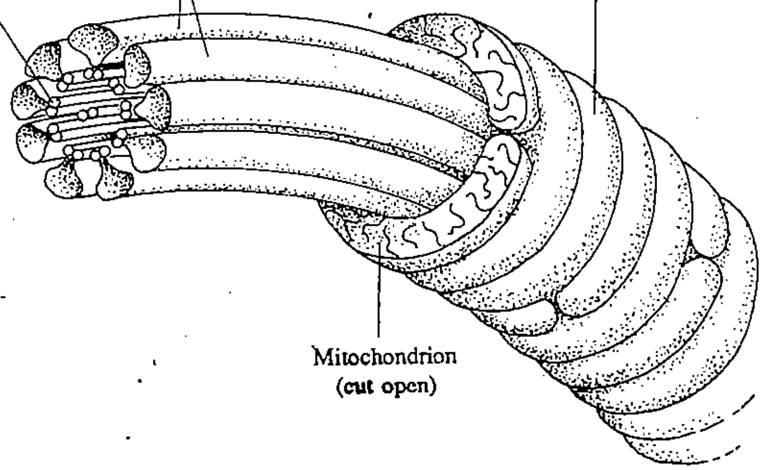
सिर के ठीक पीछे संकरे भाग (गरदन में) एक दूरस्थ और एक निकटस्थ तारक-केन्द्र (centriole) होते हैं जो एक-दूसरे से समकोण पर स्थित होते हैं ! निकटस्थ तारक केन्द्र निषेचित अंड के विदलन के दौरान होने वाले विभाजनों को प्रारंभ करता है और दूरस्थ तारक केन्द्र पूँछ के अक्षीय तंतु (axial filament) से जुड़ाव बनाए रखता है ।



चित्र 13.8 : शुक्राणु का मध्य भाग और निकटस्थ तथा दूरस्थ तारक-केन्द्रों की स्थिति

मध्य भाग में कशाभ (पूँछ) अक्षीय तंतु के आधार को घेरते हुए माइटोकॉन्ड्रिया होता है । माइटोकॉन्ड्रिया में पूरे मध्य भाग में सघन और अलग-अलग संपुजन (clumps) होते हैं अथवा तंतु के निकटस्थ तारक केन्द्र और दूरस्थ तारक केन्द्र के करीब माइटोकॉन्ड्रिया की कसी हुई कुंडली हो सकती है (चित्र 13.9) । माइटोकॉन्ड्रिया में आक्सीकारक (oxidative) एंजाइम होते हैं जो आक्सीकारक फास्फोरिलीकरण (oxidative phosphorylation) में सहायक होते हैं । इस प्रकार, माइटोकॉन्ड्रिया शुक्राणु के बिजली घर (power house) की तरह है जो तरल माध्यम में आगे बढ़ने (नोदन) के लिए कशाभ को ऊर्जा प्रदान करता है ।

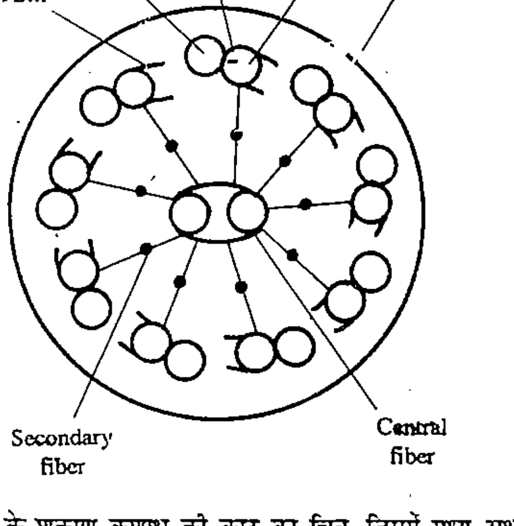
कभी-कभी मध्य भाग के पिछले सिरे पर एक गहरे रंग का छल्ला नजर आता है जो मध्य भाग और पूँछ के बीच सीमा बनाता है । इसे " छल्ला तारक-केन्द्र " (ring centriole) कहा जाता है लेकिन इलेक्ट्रान माइक्रोस्कोप से प्राप्त चित्र के अनुसार, छल्ला तारक केन्द्र की संरचना तारक-केन्द्र जैसी नहीं होती । इसका उद्भव और कार्यों का अब तक पता नहीं चला है ।



चित्र 13.9 : स्तनधारी जंतुओं के शुक्राणु के मध्य भाग का चित्र, जिसमें माइटोकाड्रिया को कुंलिनी की तरह अक्षसूत्र से लिपटे दिखाया गया है ।

पूँछ

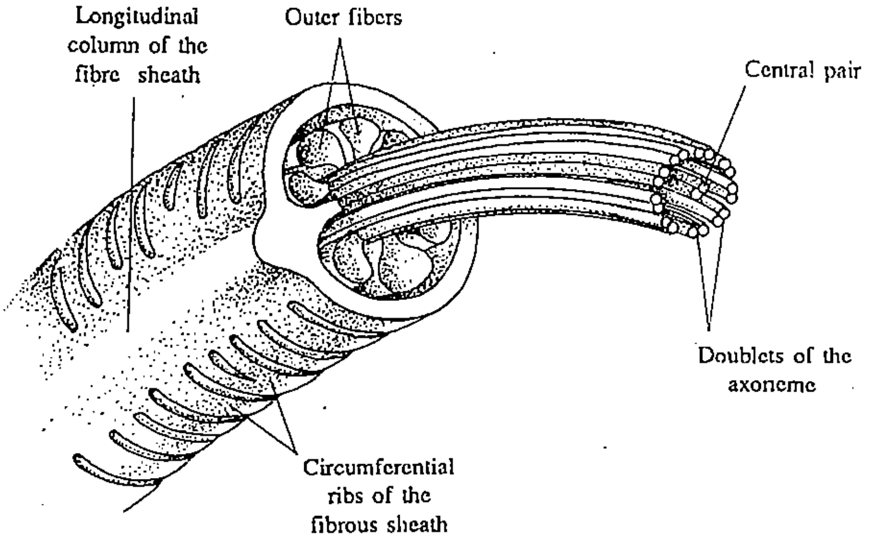
पूँछ या कशाभ शुक्राणु का सबसे लम्बा भाग है । आपनी गतिशीलता से यह शुक्राणु को सिर आगे रखकर तैरते हुए आगे बढ़ाता है । इसमें प्लैज्मा-झिल्ली से घिरी कोशिकाद्रव्य की पतली परत



चित्र 13.10 : स्तनधारी जंतु के शुक्राणु कशाभ की काट का चित्र, जिसमें मध्य अक्षसूत्र (9+2 जोड़े) तथा बाह्य तंतु दिखाए गए हैं ।

होती है । पूँछ या कशाभ का मुख्य भाग अक्षीय तंतु है । इसकी संरचना सामान्य कशाभ या पक्ष्माभ जैसी होती है । इसमें अनुदैर्ध्य रेशों के नौ परिधीय जोड़े और एक केन्द्रीय जोड़ा होता है ।

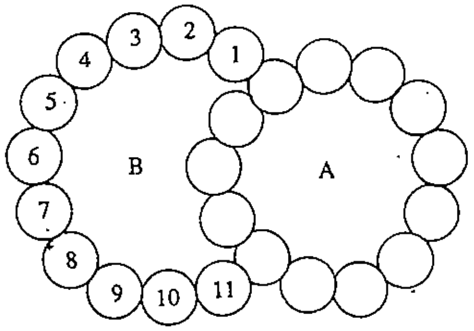
कशाभ के मुख्य भाग को अक्षसूत्र (axoneme) कहते हैं (चित्र 13.11) । शुक्राणु के केन्द्रक के आधार के पास के तारक-केन्द्र से निकलने वाली सूक्ष्मनलिकाओं से अक्षसूत्र बनता है । इसमें दो मध्यवर्ती सूक्ष्म नलिकाएं होती हैं जो नौ दोहरी सूक्ष्मनलिकाओं से घिरी होती हैं । केवल एक सूक्ष्मनलिका ही पूर्ण होती है जिसमें तेरह प्रोटोफिलामेट होते हैं । दूसरी सूक्ष्म नलिका अंग्रेज़ी के सी (C) अक्षर के आकार की होती है जिसमें ग्यारह ही प्रोटोफिलामेंट होते हैं । प्रोटोफिलामेंट पूरी तरह द्वितयी (dimeric) प्रोटीन-ट्यूबूलिन से बने होते हैं । सूक्ष्म-नलिका से एक और प्रोटीन डाइनीन लगा होता । डाइनीन ATP का जल अपघटन कर सकता है और इस तरह रासायनिक ऊर्जा को यांत्रिक ऊर्जा में बदल सकता है जिससे शुक्राणु आगे बढ़ता है ।



चित्र 13.11 : स्तनधारी जंतु के शुक्राणु की पूंछ के प्रमुख भाग का चित्र जिसमें रेशेदार आच्छद (sheath) और इससे संबद्ध पसलीदार संरचनाएँ दिखाई गई हैं ।

सभी ससीमकेन्द्रीय प्राणियों में डायनीन के साथ "9 + 2" सूक्ष्मनलिका व्यवस्था होती हैं । इससे पता चलता है कि शुक्राणु के चलने में ऊर्जा देने के लिए यह व्यवस्था बहुत अनुकुल है ।

कुछ मछलियों और जलस्थलचरों में पूँछ की पूरी लंबाई में एक तरंगित झिल्ली होती है जो शुक्राणु की गतिशीलता में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है ।



चित्र 13.12 : 13 माइक्रोफिलामेंट वाली और 11 माइकेरोफिलामेंट वाली सूक्ष्मनलिकाओं के चित्र ।

इस प्रकार, अंड में अपना केन्द्रक पहुंचाने के लिए विभेदीकरण की प्रक्रिया में शुक्राणु में व्यापक परिवर्तन होते हैं । सूत्रकृमियों (nematodes) और दशपाद (decapod), परूषकवचो (crustaceans) जंतुओं के शुक्राणु तैर नहीं पाते क्योंकि इनमें कशाभ और माइटोकॉन्ड्रिया नहीं होते । इसलिए ये अमीबा की तरह आगे बढ़ते हैं ।

क) परिपक्व शुक्राणु के मुख्य घटक क्या हैं ?

....

....

....

ख) अग्रपिंडक में स्थित घटकों के स्रोत क्या हैं ?

....

....

....

ग) शुक्राणुओं के गतिशील होने का उद्देश्य क्या है ?

....

....

....

घ) शुक्राणु की गतिशीलता के लिए ऊर्जा का स्रोत क्या है ?

....

....

....

13.4 अंडजनन

आदि जनन कोशिकाओं से अंडाशय में अंडजननी (oogonial) कोशिकाएं बनती हैं । इन कोशिकाओं से अंडाणु (ovum) के बनने की प्रक्रिया अंजनन (oogenesis) कहलाती है । आपने शुक्रजनन वाले भाग में पढ़ा कि शुक्राणु का विभेदीकरण अर्द्धसूत्री विभाजनों के बाद होता है । अंडजनन में प्रथम अर्द्धसूत्री विभाजन की प्रक्रिया बहुत लम्बी होती है । इसी प्रक्रिया के दौरान अंडक (oocyte) की वृद्धि और विभेदीकरण होता है । अनेक जंतुओं में अंडक विभेदीकरण से संबद्ध ज्यादातर घटनाएँ प्रथम अर्द्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था के दौरान होती हैं । जो जंतु पीतक-युक्त अंड उत्पन्न करते हैं, उनमें यह अवस्था निम्न चरणों में होती है–

1) पूर्वपीतकजनन चरण (provitellogenesis)

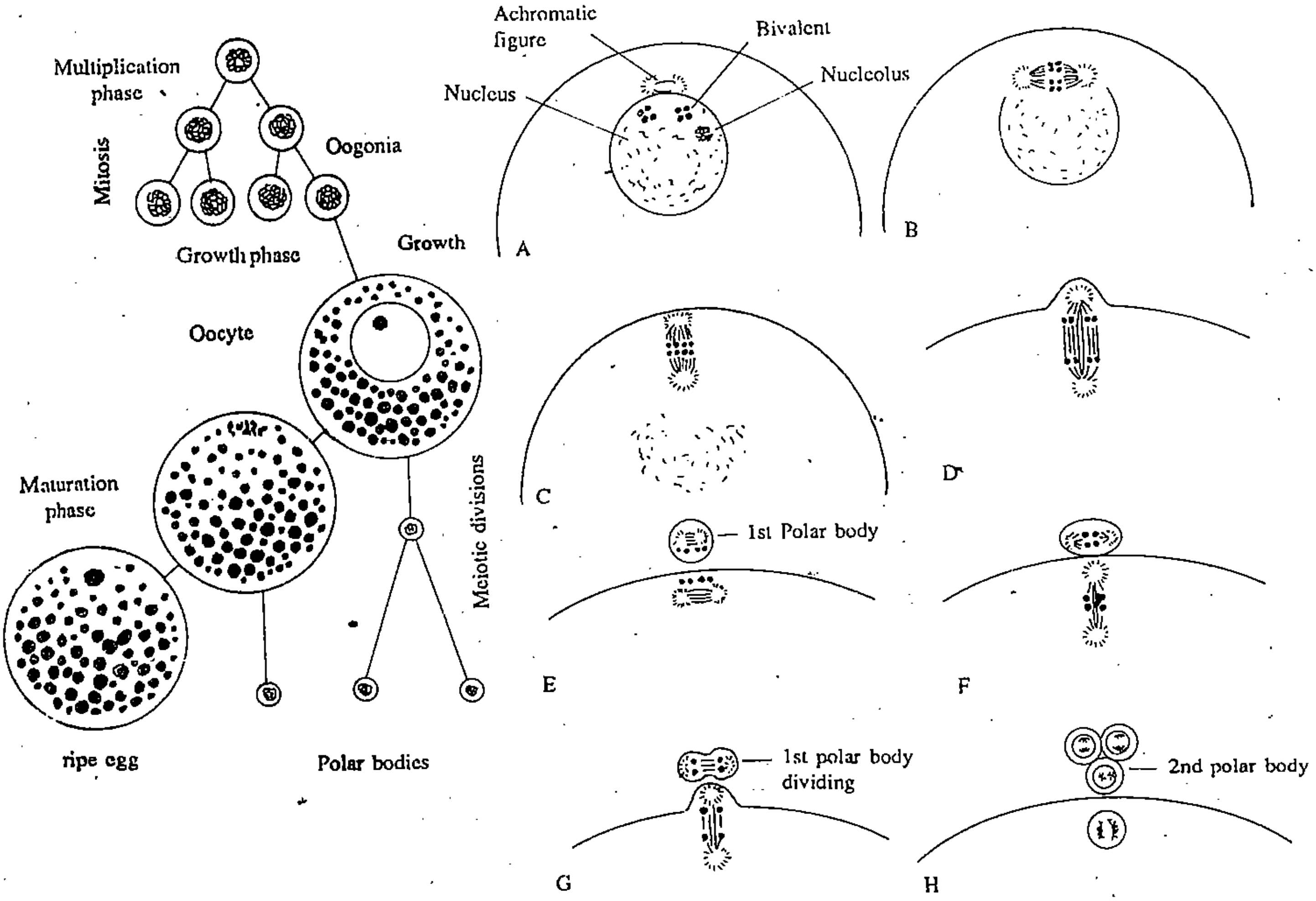
2) पीतकजनन चरण (vitellogenesis)

3) उत्तर-पीतकजनन चरण (post vitellogenesis)

पीतकजनन चरण के दौरान अंडक की ज्यादातर वृद्धि होती है । दूसरा परिपक्वता विभाजन (जो अर्द्धसूत्रण होता है) अंडोत्सर्ग (ovulation) के बाद हो सकता है । इस विभाजन के परिणामस्वरूप परिपक्व अंड बनता है । समुद्री अर्चिन (sea urchin) और मेंढक जैसी कुछ जंतु प्रजातियों में, मादा एक समय में सैकड़ों या हजारों अंडे पैदा करती है लेकिन मनुष्य सहित अधिकांश स्तनधारियों में, एक मादा के जीवनकाल में कुछ ही अंड पैदा होते हैं । इस भाग में हम दो समूहों के जीवों में अंजनन की प्रक्रिया के बारे में बताएंगे–(1) पीतकयुक्त अंड देने वाले जंतुओं के उदाहरण के रूप में जलस्थलचर वर्ग के जंतु (2) पीतक-रहित अंड वाले जंतुओं के उदाहरण के रूप में स्तनधारी जंतु ।

अंड के परिपक्व होने की आधारभूत प्रक्रिया सभी जीवों में समान होती है (चित्र 13.13) । अंडाशय में प्रवेश करने वाली आदि जनन कोशिकाएं समसूत्री विभाजन के बाद अंडजनन कोशिकाएं बनाती हैं ।

ये कोशिकाएं बड़े आकार की होकर प्राथमिक अंडक (primary oocyte) हो जाती हैं । प्राथमिक अंडक के प्रथम अर्द्धसूत्री विभाजन से दो अगुणित कोशिकाएं बनती हैं–जिनमें एक द्वितीयक अंडक (secondary oocyte) और एक ध्रुवीय काय या पोलरबॉडी (polar body) होती है । द्वितीयक अंडक कोशिका के दूसरे अर्द्धसूत्री विभाजन से एक अंडाणु (ovum) और एक ध्रुवायकाय बनती है । अधिकांश कशेरूक प्राणियों में दूसरा अर्द्धसूत्री विभाजन निषेचन के बाद अंडाशय के बाहर ही होता है । प्रथम अर्द्धसूत्री विभाजन से पैदा हुई पोलरबॉडी कोशिका का फिर विभाजन हो सकता है जिससे दो और पोलरबॉडी-कोशिकाएँ पैदा हो सकती हैं । बाद में ये सभी पोलरबॉडी कोशिकाएं नष्ट हो जाती हैं । इस तरह, अंडजनन के दौरान अर्धसूत्री विभाजन से एक अंडजननी कोशिका से एक अंडाणु बनता है जबकि शुक्राणु जनन प्रक्रिया के दौरान एक शुक्राणुजनीय कोशिका से चार शुक्राणु पैदा होते हैं ।

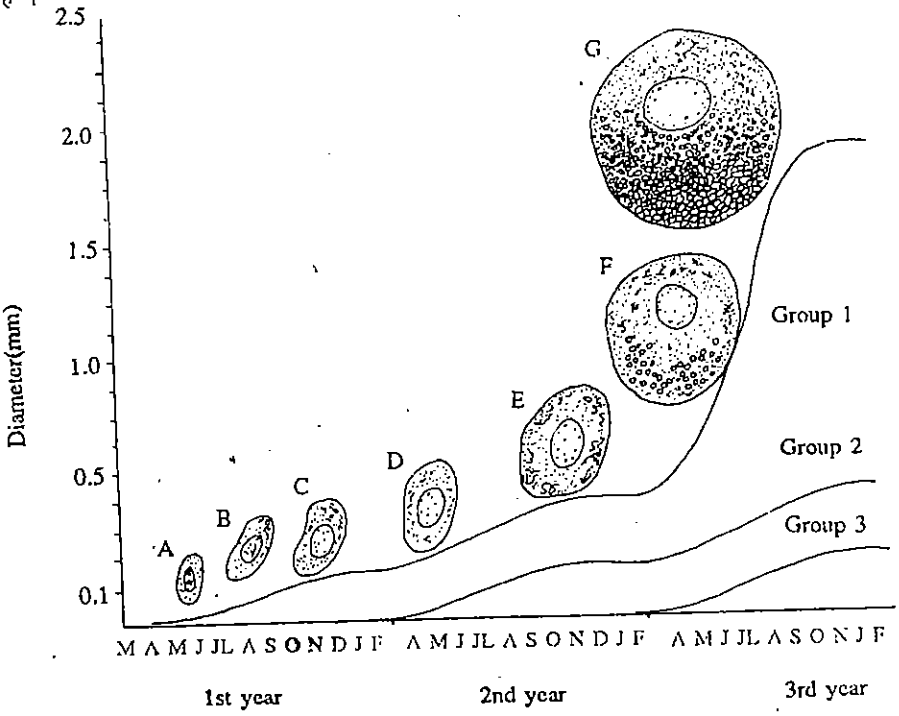


चित्र 13.13 : (1) अंडजनन के चरण (2) अंडक के प्रथम (A-E) और द्वितीय (F-H) अर्द्धसूत्री विभाजन।

13.4.1 जलस्थलचरों में अंडजनन

जैसा कि हम बता चुके हैं कि जलस्थलचर जंतुओं के अंड में पीतक होता है जिसका उपयोग बाद में बढ़ते भ्रूण के पोषण में किया जाता है । अंडजनन के दौरान अंडक के कोशिका द्रव्य में ऊर्जा स्रोतों से समृद्ध पोषक सामग्री जमा हो जाती है । अंड, जो विकास-प्रक्रिया को शुरू करने और निर्देशित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, इसके कोशिकाद्रव्य में माइटोकॉन्ड्रिया, एंजाइम, DNA, RNA और प्रोटीन संशलेषण प्रक्रिया से संबध पूर्व रूप, भंडारित संदेशवाहक mRNA, संरचनात्मक प्रोटीन और संरचना विकास को निर्धारित करने वाले अंग होते हैं (इकाई 12 देखें) ।

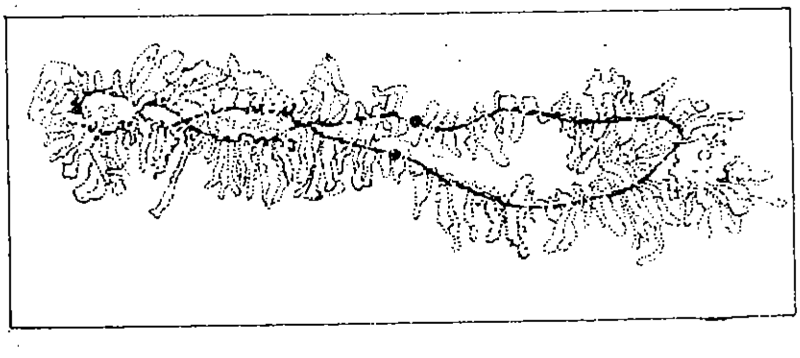
जलस्थलचरों के अंड भी, अन्य जन्तुओं की तरह, स्टेम कोशिकाओं से बनते हैं । स्टेम कोशिकाएँ अंडजननी कोशिकाएँ उत्पन्न करती हैं । अंडजननी कोशिकाएँ प्रति वर्ष नये अंडक पैदा करती हैं । *राना पिपिएन्स (Rana pipiens)* मेंढक में अंडजनन तीन वर्ष में संपन्न होती है (चित्र 13.14) । पहले दो वर्षों में अंडक की वृद्धि-अवस्था होती हैं । इस दौरान अंडक का आकार बढता है । तीसरे वर्ष में अपने कोशिकाद्रव्य में पीतक जमा करता है तथा आकार और बढता है । प्रतिवर्ष कुछ अंडक परिपक्व होते हैं । अंडकों का पहला समूह मेंढक के कायांतरण (metamorphosis) से करीब तीन साल बाद परिपक्व होता है । इसके बाद प्रतिवर्ष हर प्रजनन काल में एक-एक समूह प्रपक्व होता जाता है ।



चित्र 13.14 : राना पिपिएंस में अंडजनन का समय । पहला अंड-समूह तीन वर्ष बाद अंडोत्सर्ग के लिए तैयार है ।

पीतकजनन अर्थात अंडक मे पीतक जमा होने की अवस्था, प्रथम अर्द्धसूत्री विभाजन के द्विपट्ट चरण (diplotene stage) के दौरान होती है । इसी चरण में केन्द्रक में लैंपब्रुश गुणसूत्रों द्वारा (चित्र 13.15) RNA का संश्लेषण होता है । (हाशिये पर टिप्पणी देखें) । पीतक संघटित (composite) संरचना वाला पदार्थ है जिसमें भ्रूण के पोषण के लिए अनेक पोषक तत्व होते हैं । पीतक के प्रोटीन का प्रमुख पूर्ववर्ती विटेलोजेनिन (vitellogenin) है, जो अंडाशय के बाहर यकृत (liver) में संशलेषित होता है, रक्त द्वारा लाया जाता है और सूक्ष्म कोशिकापायन (micropinocytosis) प्रक्रिया द्वारा विकसित हो रहे अंडक में मिल जाता है । परिपक्व अंडक के पीतक में विटोलोजोनिन से विकसित हुए दो प्रोटीन होते हैं—फास्फोरस-युक्त फासविटोलिन और लिपिड-युक्त लिपोविटेलिन । यो दोनों पीतक प्रोटीन मिलकर पीतक पट्टिकाणु (yolk platelets) बनाते हैं, जिनके बाहर झिल्ली होती है । इनके अलावा पीतक में लिपोकाड्रिया समुहों (lipochondrial inclusions) के रूप में लिपिड तथा कार्बोहाइड्रेट और ग्लाइकोजेन कणिकाएं होती हैं ।

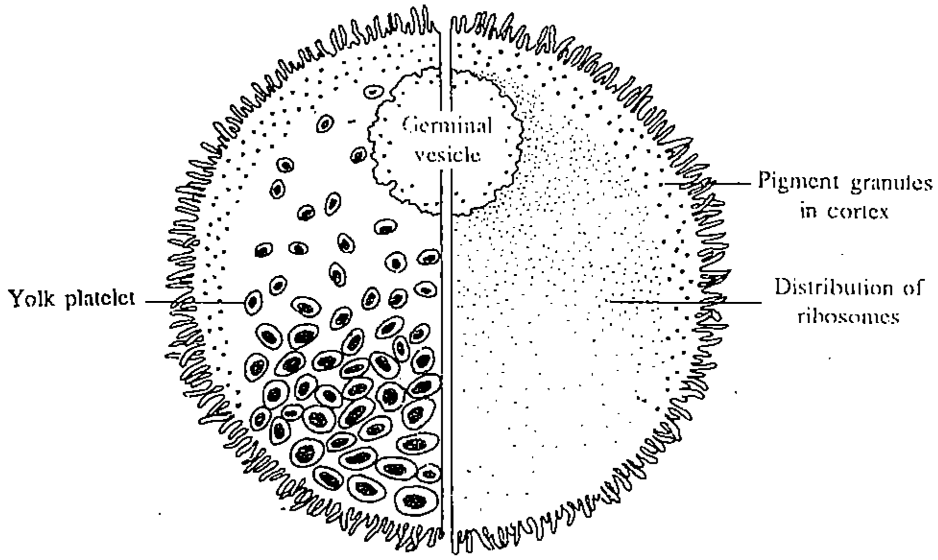
लैंपब्रुश गुणसूत्र (Lamipbrush Chromosome) पालोटीन-रहित गुणसूत्र हैं । उभयचर जंतुओं का सुगठित गुणसूत्र डिप्लोटीन (Diplotone) अवस्था के दौरान फैलकर DNA के लम्बे छल्ले-से (loop) बनाएगा और इस अवस्था के समाप्त होते ही इन्हें समेट लेगा ।



चित्र 13.15 : यूरोडेला उभयचर वर्ग के लेपब्रुश गुणसूत्र अवस्थाओं के बदलाव का चित्र ।

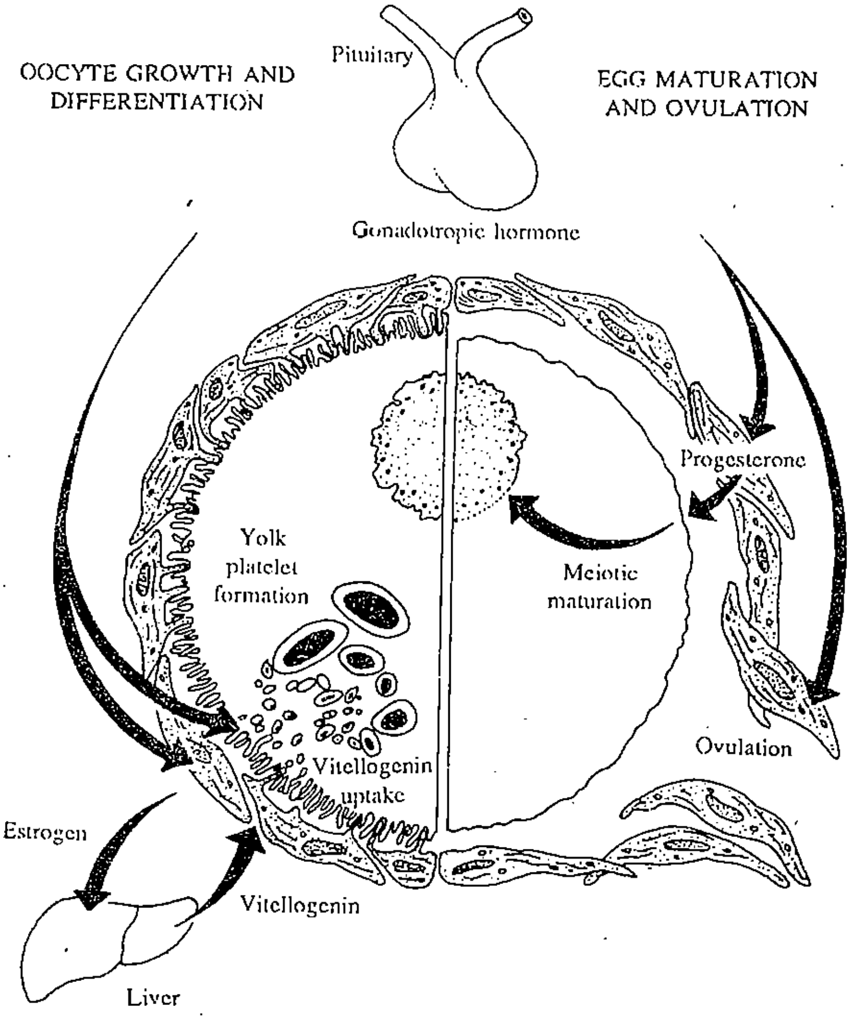
उभयचर जीवों के अंडे अत्यंत असममित (asymmetric) होते हैं अर्थात अंडों में पीतक का फैलाव सब जगह समान नहीं होता । अंडजनन के दौरान अंडे का सक्रिय-असक्रिय अक्ष निर्धारित होता है । अंडक का केनद्रक (जननिक आशय-germinal vesicle) ऊपरी भाग में ही होता है और इसे सक्रिय गोलार्ध (animal hemisphare) कहते हैं । अंड के निचले भाग में पीतक भरा होता है । इसे अल्पक्रिय गोलार्ध (vegetal hemisphere) कहते हैं (चित्र 13.16)।

पीतकजनन अवस्था की समाप्ति के दौरान अंडक के कोशिकाद्रव्य में विशिष्ट क्षेत्र नजर आने लगते हैं । कोशिका की परिधि के पास अंडक बल्कुट (oocyte cortex) बनाते हुए, गॉल्जी बाडी, माइटोकांड्रिया और वर्णक कणिकाएं (pigment granules) बनते हैं । अंडे के आंतरिक भाग में अल्पक्रिय गोलार्ध में पीतक जमा हो जाता है । सक्रिय गोलार्ध में मुख्य रूप से कोशिका द्रव्य होता है जिसमें ग्लाइकोजेन कणिकाएं, राइबोसोम, लिपोकॉन्ड्रिया और अंतर्द्रव्यी जालिका (endoplasmic reticulum) होते हैं ।



चित्र 13.16 : अंडक के घटकों के ध्रुवीकृत वितरण को दिखाने वाला परिपक्व उभयचर अंड । बायी ओर पीतक का वितरण और दांयी ओर राइवोसोम दिखाए गए हैं ।

जेनोपस (Xenopus) में प्रथम अर्धसूत्रण को तनुपट्ट (leptotene) अवस्था 3 से 7 दिन तक चलती है युग्मपट्ट (zygotene) अवस्था 9 से 15 दिन और स्थूलपट्ट (pachytene) अवस्था 3 सप्ताह तक चलती है । हाइपोथैलेमस, पीयूष ग्रंथी (pituitary gland) और अंडाशय के पुटल (follicle) कोशिकाओं से निकले हारमोनों की अंतर्किया से अंडजन की अगली क्रियाएँ नियमित होती है । संगम ऋतु (mating season) के शुरू होते ही हाइपोथैलेमस में गोनेडोट्रोपिन (gonadotropin) मुक्त करने वाला हारमोन पीयूष ग्रंथि को प्रेरित करता है कि वह रक्त में गोनेडोट्रोपिन हारमोन मुक्त करें । ये हारमोन पुटल कोशिकाओं को उत्तेजित करता हैं और वे एस्ट्रोजेन का स्राव करती हैं । एस्ट्रोजन यकृत को सक्रिय करता है और यकृत विटेलोजेनिन संश्लेषित कर मुक्त करता है । अंडक इस विटोलीजोनिन को सक्रिय रूप से ग्रहण करता है । पुटल कोशिकाओं से एक और हारमोन प्रोजेस्टोरोन (progestrone) मुक्त होता है । यह पीयूष ग्रंथी के गोनेडोट्रोपिन की क्रिया से मुक्त होता है । पेरोगेस्टोरोन की क्रिया से प्राथमिक अंडक का अर्धसूत्री विभाजन शुरू होता है । इस हारमोन की क्रिया से जननिक आशय टूटता है । यह हारमोन जननिक आशय को प्रथम अर्धसूत्री विभाजन के लिए प्रेरित करता है और अंडाशय से अंडों को निकलने की प्रक्रिया को भी प्रेरित करता है । इस प्रक्रिया को अंडोत्सर्ग (ovulation) कहते हैं (चित्र 13.17) ।



त्र 13.17 : (1) जलस्थलचर अंडक की वृद्धि और विभेदीकरण का नियमन दिखाने वाला चित्र
(ii) उभयचर अंडक की परिपक्वता और अंडोत्सर्ग दिखाने वाला चित्र

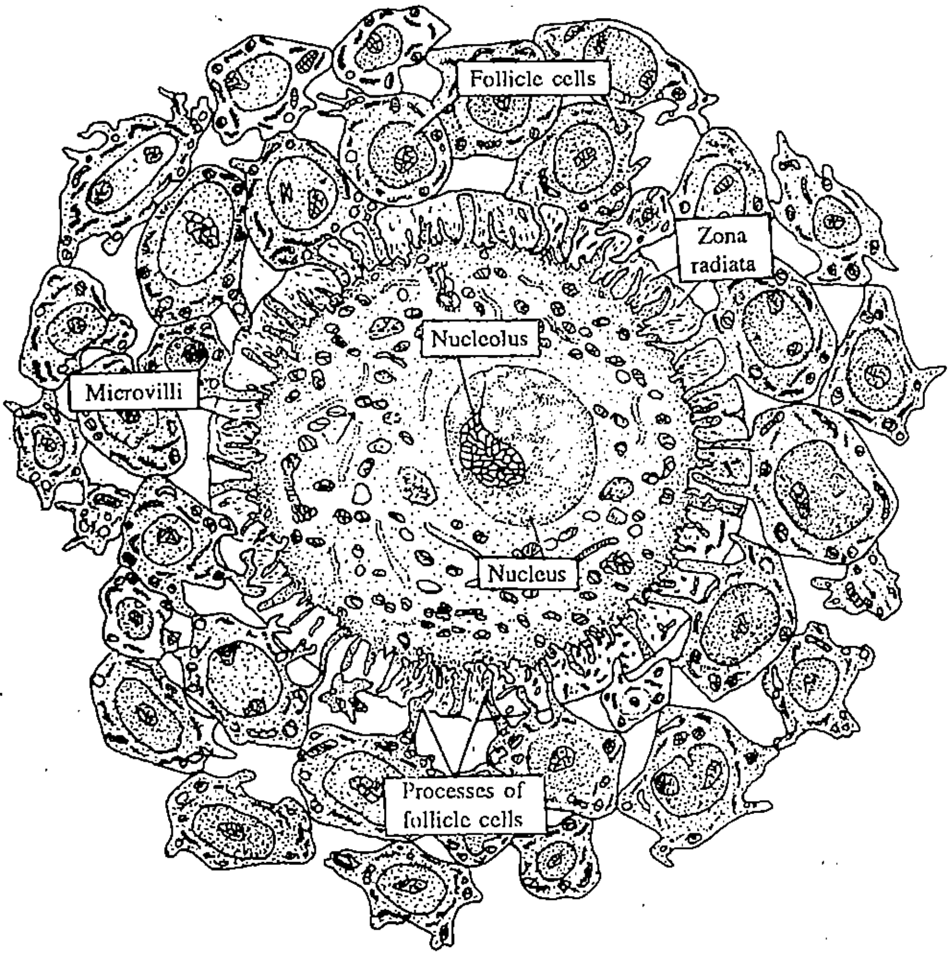
3.4.2 स्तनधारियों में अंडजनन

नधारियों में भी अंडजनन कोशिकाएं आदि जनन कोशिकाओं से बनती हैं । बहुगुणन अवस्था अर्थात भी अंडजननी विभाजन और अंडजननी कोशिकाओं के अंडकों में बदलने की प्रक्रियाएं जन्म से पूर्व थवा उसके कुछ ही देर बाद तक पूरी हो जाती है । अनेक अंडक उत्पन्न होते हैं जिनका अर्धसूत्री भाजन प्रथम पूर्वावस्था के दौरान रुका रहता है ।

नधारी जंतुओं में अंडजनन मादा के जन्म से अंडोत्सर्ग प्रक्रिया जारी रहने तर होता रहता है । मादा युवारम्भ (puberty) में ही अर्द्धसूत्री विभाजन पर रोक हट जाती है और प्रत्येक चक्र के दौरान डकों के एक समूह का विकास होता है । बड़ी संख्या में अंडक परिपक्व नहीं हो पाते और नष्ट जाते हैं ।

नधारियों के अंडाशय में अंडक जननेतर कोशिकाओं (non-germ cells) से घनिष्ट संपर्क में होते । जननेतर या सहायक कोशिकाएं स्टेराइड (steroid) हारमोन पैदा करते हैं । अंडक में कुछ हत्वपूर्ण कोशिकाद्रव्यी घटकों (cytoplasmic components) के परिवहन में मदद करते हैं और कोशिकीय परतों के बनने में भी सहायक होते हैं । अंड के चारों ओर की सहायक कोशिकाएं प्रकार की होती हैं–(i) पुटक कोशिकाएं और (ii) धात्री कोशिकाएं (nurse cells) । पुटक गेशिकाएं कायिक कोशिकाएं होती हैं । ये अंड को एक कोशिकीय परत के रूप में घेरे होती हैं और टक एपीथिलियल कोशिकाएं (follicular epithelial cells) कहलाती हैं । धात्री कोशिकाएं जनन गेशिकाओं से ही पैदा होती हैं और कोशिकाद्रव्यी सेतुओं (cytoplasmic bridges) के द्वारा अंडक जुड़ी होती हैं ।

अंडक की वृद्धि के दौरान एक परत वाली पुटकीय बाह्यत्वचा (epithelium) बहुगुणित होकर बहुत परतों वाली हो जाती है । अब इन कोशिकाओं को कणिकास्तर (granulosa) कोशिकाएं कहते हैं । कणिकासत्र कोशिकाओं और अंडक के बीज रिक्त स्थान होता है जिसमें सल्फेटेड ग्लाइकोप्रोटीन (sulphated glycoproteins) होते हैं । इस परत को पारदर्शी अंडावरण (zona pellucida) कहते हैं । जब कणिकास्तर कोशिकाओं की संख्या में पूर्ण वृद्धि हो जाती है, तो वे एक द्रव स्रवित करते हैं, जो अंतःकोशिकीय स्थानों में भर जाता है । द्रव से भरी या खाली गुहाएं संलीन (coalesce) होकर एक गह्वर (antrum) पुटक बनाते हैं । गह्वर वाली पुटकों को ग्रैफियन पुटक (Graffian follicle) कहते हैं । गह्वर के बन जाने से अंडक पुटक की एक दिशा में हो जाता है और मुक्त होने की स्थिति में आ जाता है (चित्र 13.18)।



चित्र 13.18 : एक स्तनधारी जंतु का पुटक कोशिकाओं से घिरा अंडक।

13.4.3 अंडावरण (Egg Envelope)

अन्य कोशिकाओं की तरह सभी अंडे की कोशिका झिल्ली या प्लैज्मालेमा (plasmalemma) से युक्त होते हैं । इसमें 50 एंगस्ट्रॉम मोटाई की दो पर्तें होती हैं जिनके बीच 60 एंगस्ट्राम का अवकाश होता है ।

प्राथमिक अंडावरण (Primary Egg Envelopes)

ये ऐसे अंडावरण हैं, जो अंडाशय में सूक्ष्मांकुरों (microvilli) के स्थान में अंडक और पुटक के बीच विकसित होते हैं । विभिन्न जंतुओं में इसे विभिन्न नामों से जाना जाता है ।

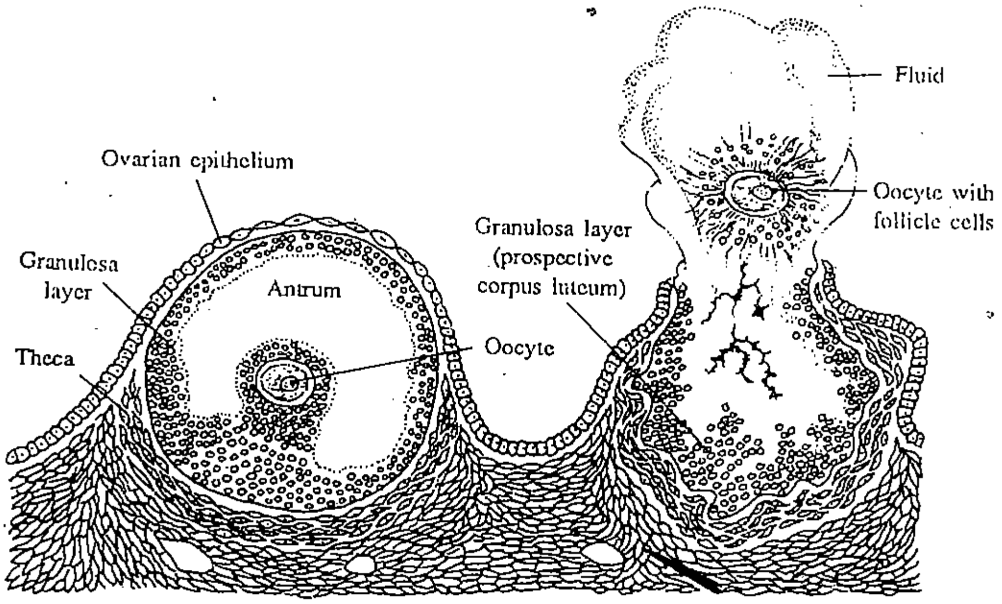
क) कीटों (insects) मृदुकवची (molluscs), जलस्थलचरों पक्षियों में इसे पीतक आवरण या पीतक झिल्ली (vitelline membrane) कहते हैं ।

ख) कंचुकी वाले जीवों (tunicates) और मछलियों में इसे जरायु (chorion) कहते हैं । अनेक शार्क तथा हड्डी वाली मछलियों में प्रथमिक आवरण रेखित (striated) लगता है जो बढ़ते

अंडक के नष्ट होते सूक्ष्मांकुरों (microvilli) को प्रदर्शित करता है । इसे अपारदर्शी अंडावरण (zona radiata) कहते हैं । अंडावरण में छिद्रण (perforation) अंडद्वार (micropyle) बन जाता है जिससे होकर शुक्राणु अंड में प्रवेश करता है ।

ग) स्तनपायियों में अंड और पुटक कोशिकाओं के संयुक्त प्रयास से अरेखित पारदर्शी अंडावरण (zona pellucida) बनता है (चित्र 13.19) । ग्रेफियन पुटक से हटकर, स्तनपायियों में अंडक अपने पारदर्शी आवरण की सतह पर पुटक कोशिकाओं की एक सतह बनाते हैं जिसे अरीय किरीट (corona radiata) कहते हैं ।

प्राथमिक आवरण प्रायः अंडे की सतह से चिपके होते हैं । बाद में ये आवरण झिल्ली (fertilization membrane) बनाने में भाग लेते हैं ।



चित्र 13.19 : एक ग्राफिएन पुटक और स्तनधारी प्राणियों में अंडोत्सर्ग ।

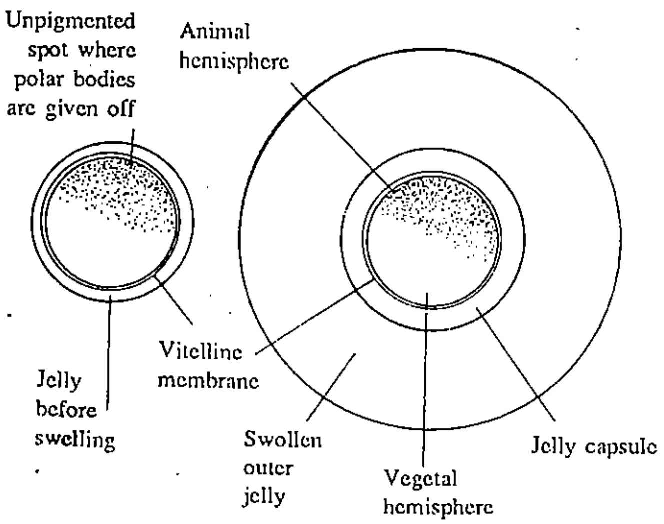
द्वितीयक अंडावरण (Secondary egg envelopes)

ये अंडवाहिनियों (oviducts) और जननांगों के अन्य सहायक भागों द्वारा उस समय स्रावित होते हैं, जब अंडाशय से बाहर निकलते समय इन अंगों से होकर गुजरता है ।

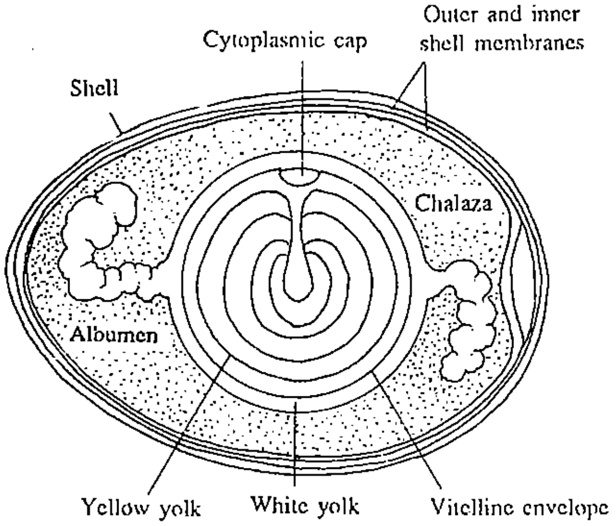
क) अंडजरायुज (ovoviviparous) शार्कों में, अंडे के बाहर एक कड़ा खोल या कवच (shell) होता है जो अंडवाहिनी की कवच ग्रंथियों (shell glands) से स्रावित होता है । यह खोल मुड़े सींगों जैसा आकार ले लेता है जिससे अंडे के समुद्री घास आदि में फंसे रहने में मदद मिलती है ।

ख) उभयचरों में अंडे एक प्रकार की जेली (jelly) की परत से घिरे होते हैं जो इन्हें सूर्य की किरणों के बुरे प्रभाव, टूटने-घिसने और अन्य जंतुओं द्वारा खाए जाने (जेली के बुरे स्वाद के कारण) से बचाती है । जेली पानी सोख कर फूल जाती है (चित्र 13.20) ।

ग) पक्षियों, सरीसृपों और अंडजस्तनी (monotremes) में, द्वितीयकक्डावरण में पीतक-युक्त अंड के बाहर का सफेद हिस्सा शामिल होता है । इसके बाहर आंतरिक तथा बाहरी कवच झिल्लियां (shell membrane) होती हैं । ये दोनों झिल्लियां एक-दूसरे से सबसे बाहर के रंध्रयुक्त (porous) कैल्शियम खोल (calcareous shell) से घनिष्ट संपर्क में होती हैं । मादा के अंडा देते समय कवच लचीला और दबाया जा सकने वाला होता है पर बाह्य वातावरण में आते ही यह कड़ा हो जाता है (चित्र 13.21) ।



चित्र 13.20 : एक जलस्थलचर प्राणी का अंडा । क) अंडवाहिनी से बाहर निकला हुआ ख) कुछ समय बाद पानी में जेली की फूली झिल्ली के साथ ।



चित्र 13.21: मुर्गी के अंडे की मध्यभाग से अनुदैर्ध्य काट, जिसमें अंडावरण दिखाए गए है ।

बोध प्रश्न 4

बताइए कि निम्न कथन सही हैं या गलत:

क) पीतकजनन अवस्था के दौरान अंडक की ज्यादातर वृद्धि होती है । (सही/गलत)

ख) स्तनधारी जंतुओं के अंडों में काफी मात्रा में पीतक होता है । (सही/गलत)

ग) अर्धसूत्री विभाजन से बनी हर पोलर बॉडी के अंडाणु बनने की संभावना है । (सही/गलत)

घ) अर्धसूत्री विभाजन की पहली पूर्वावस्था के दो चरण हैं—पूर्व-पीतक जननी अवस्था और पीतकजनन अवस्था (सही/गलत)

च) राना पिपिएंस में अंडों का पहला समूह कायांतरण के एक वर्ष बाद परिपक्व होता है और फिर पर तीसरे साल एक समूह परिपक्व होता है (सही/गलत)

छ) उभयचरों के अंडों में पीतक का वितरण बड़े सममित तरीके से होता है । (सही/गलत)

ज) जीनोपस में द्विपट्ट अवस्था में अर्धसूत्री विभाजन रूक जाता है । (सही/गलत)

झ) पुटक कोशिकाएं और धात्री कोशिकाएं स्तनपायी अंडक में पाई जाने वाली दो प्रकार की सहायक कोशिकाएं हैं । (सही/गलत)

ट) द्रव-युक्त गह्वरों वाली पुटक कोशिकाएं ग्रैफिएन पुटक कहलाती हैं । (सही/गलत)

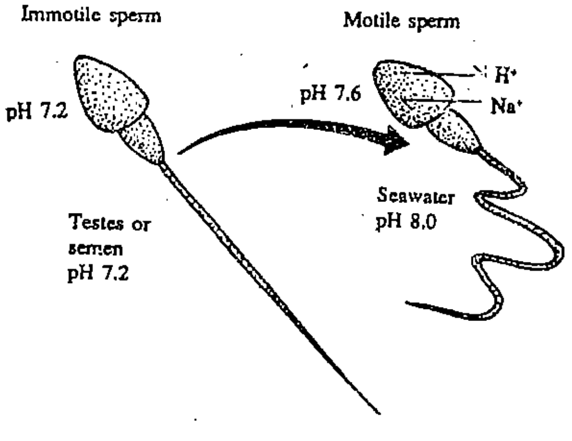
ठ) मुर्गी के अंडा देते समय अंडा लचीला और दबाएं जा सकने वाला होता है । (सही/गलत)

13.5 निषेचन

पिछले दो भागों में आपने उन प्रक्रियाओं के बारे में पढ़ा जिनके अंतर्गत नर और मादा जनन कोशिकाओं—शुक्राणु और अंडाणु का विभेदीकरण होता है । इस भाग में हम शुक्राणु और अंड के मिलकर युग्मनज (zygote) बनने की प्रक्रिया समझाएंगे । इस प्रक्रिया को निषेचन (fertilization) कहते हैं । निषेचन के बाद (i) केन्द्रक में गुणसूत्रों की संखया फिर द्विगुणित हो जाती है, और (ii) विकास-प्रक्रिया सक्रिय हो जाती है । सक्रियता के दौर का तात्पर्य है कि ऐसे उपापचयी-संबंधी (metabolic) और संरचना-विकास संबंधी (morphological) परिवर्तनों का क्रम शुरू हो जाता है जिनसे एककोशिकीय युग्मनज विभाजित होता हुआ बहुकोशिकीय जीव में बदलता है । हम प्रायः स्तनधारियों में और कहीं-कहीं समुद्री अर्चिन (sea urchin) में निषेचन प्रक्रिया के बारे में बताएंगे । निश्चय ही आवास (habitat) और जीवन-शैली के अनुरूप, विभिन्न जीवधारियों में निषेचन प्रक्रिया में विविधताएं हो सकती हैं लेकिन अनेक विभिन्न जंतुओं में निषेचन का घटनाक्रम प्रायः समान ही होता है । शुक्राणु और अंड के केन्द्रकों के संगलन (fusion) से पूर्व, जनन कोशिकाएं निषेचन प्रक्रिया के लिए तैयारी करती हैं । पहले उप-भाग में हम इन तैयारियों के बारे में बताएंगे । फिर आपको संलगन प्रक्रिया के बारे में बताया जाएगा और अंत में युग्मनज के केन्द्रक के बन जाने के बाद होने वाली विभिन्न घटनाओं की चर्चा की जाएगी ।

13.5.1 शुक्राणु-अंड संगलन से पूर्व का घटनाक्रम

अनेक जन्तुओं के अध्ययन से पता चला है कि शुक्राणु वृषण (testis) और शुक्र (semen) में अचर (immotile) रहते हैं । शुक्राणु अंड के पास पहुंचने पर ही गतिशील होते हैं । इसके अनेक कारण बताए गए हैं जिनमें pH मान, ऑक्सीजन तनाव (oxygen tension) और कुछ आयनों (ions) की उपस्थिति आदि शामिल है । समुद्री अर्चिन के विस्तृत अध्ययन से पता चला है कि शुक्राणु pH में परिवर्तन के कारण सक्रिय होता है (चित्र 13.22) । स्तनधारी जीवों में शुक्रणु के सक्रिय होने का निश्चित कारण ज्ञात हनो है और यह माना जाता है कि मादा जनन में शुक्र के पहुंचने के साथ ही शुक्राणु गतिशील हो जाता है ।

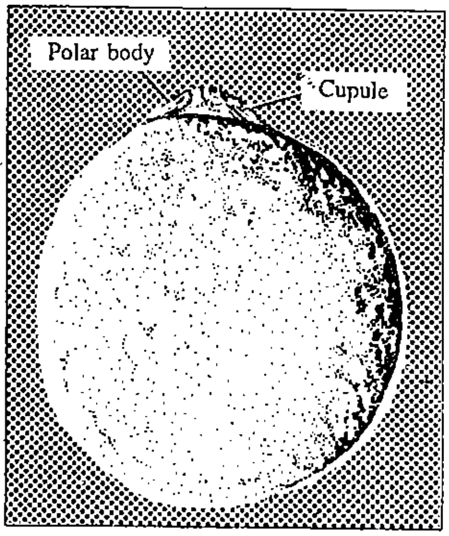


चित्र 13.22 : समुद्री अर्चिन में शुक्राणु को गतिशील बनाने में pH मान की भूमिका ।

शुक्राणु के गतिशील होने से ही उसका अंड से मिलना सुनिश्चित नहीं हो जाता । जब जंतुओं में मादा के शरीर के बाहर, अर्थात बाह्य निषेचन होता है तो वहाँ रासायनिक गतिशीलता की प्रक्रियाएं होती हैं

जो शुक्राणु की अंड की ओर आकर्षित करती हैं । मछलियों में अंडद्वार के पास पाए जाने वाले पदार्थ शुक्राणुओं आकर्षित करते हैं । अंडद्वार (micropyle) के पाए जाने वाले यो पदार्थ शुक्राणु को तेजी से अंड के पास पहुंचाने को प्रेरित करते हैं ।

जेली फिश (jelly fish) में, अंड के सक्रिय ध्रुव में कोशिका के बाहर की ओर एक प्यालिका (cupule) होती है जिसमें एक प्रोटीन अणु होता है जो शुक्राणु को आकर्षित करता है । समुद्री अर्चिन में, अंड जेली में पाया जाने वाला एक ओलिगोपेप्टाइड (oligopeptide) पदार्थ शुक्राणुओं को आकर्षित तरता है । इसमें 14 अमीनों अम्ल होते है और इसे रिसेक्ट यानि श्वसन सक्रियकारी पेप्टाइड (Resact-Sperm respiratory activating peptide) कहते हैं । यह देखा गया है कि रिसैक्ट की थोड़ी सीं मात्रा इजेक्सन से बिखरे हुए शुक्राणु अपने तैरने वाला तरीका बदल लेते हैं और इंजेक्शन वाली जगह के पास जमा होने लगते हैं ।

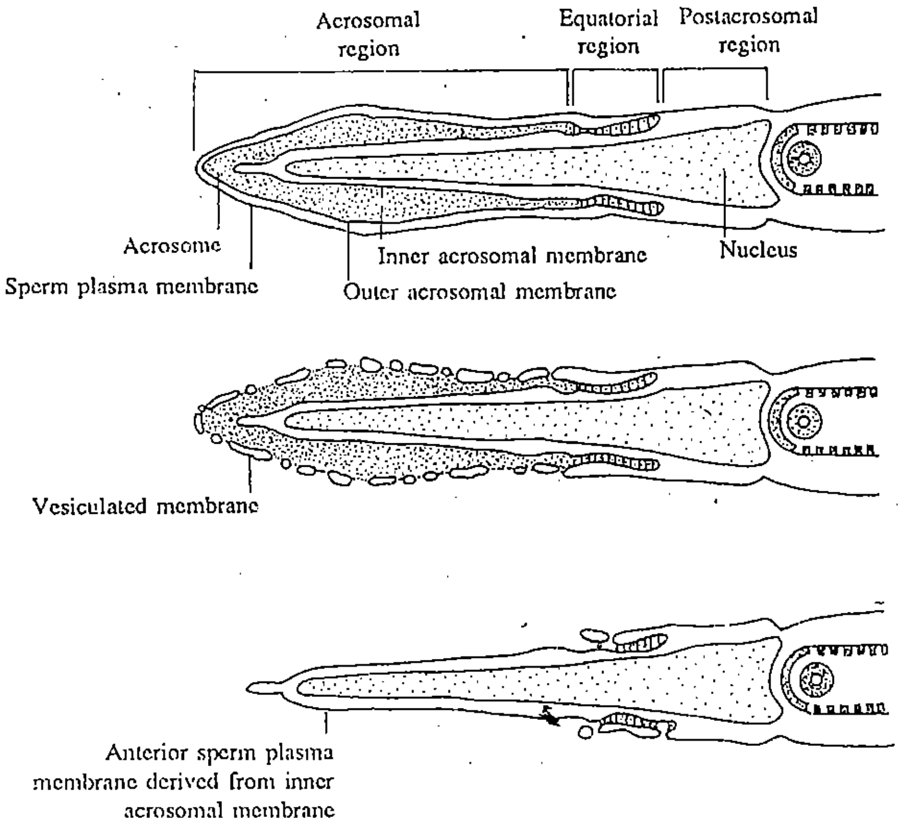


चित्र 13.23 : जेली फिश के अंड में प्यालिका दिखाई गई है जिसमें शुक्राणु को आकर्षित करने वाला प्रोटीन है ।

भाग 13.4.2 में हमने सतह की परतों सहित अंडों की संरचना बताई । ये परतें अंड के संरक्षण के साथ विशिष्ट शुक्राणु–अंड संपर्क में भी भूमिका निभाती हैं । शुक्राणु को प्लैज्मा झिल्ली तक पहुंचाने से पूर्व अंड की सतहों को पार करना होता है । स्तनधारी जीवों में शुक्राणु को मादा के जनन मार्ग में परिपक्व होने में कुछ समय लगता है । इस प्रक्रिया को कैपैसिटेशन (capacitation) कहते हैं । चूहें में यह अवधि एक घंटा और मनुष्यों में पांच से छह घंटे है । इस प्रक्रिया के दौरान शुक्राणु में अनेक परिवर्तन आते हैं जैसे सतह के संघटकों का हटाया जाना और अंतकला कणों (intramembranous particles) का पुनर्सयोजन । कैपैसिटेशन प्रक्रियाओं के बारे में कम जानकारी है । प्रायः इस प्रक्रिया के बाद शुक्राणु ज्यादा आक्सीजन का प्रयोग करता है । इसका उपयोग अंड की सतह की परतों को भेदने के लिए ऊर्जा जुटाने में हो सकता है ।

निषेचन–पूर्व अगली प्रक्रिया अग्रपिंडक क्रिया है । स्तनधारी जंतुओं में शुक्राणु के पारदर्शी अंडावरण तक पहुंचाने पर अग्रपिंडक क्रिया प्रारंभ होती है । इस क्रिया में अग्रपिंडक की बाहरी झिल्ली और अंड की प्लैज्मा झिल्ली प्ररस्पर मिल जाती है । इस संगलन के बाद अग्रपिंडक झिल्ली थैलीनुमा हो जाती है । जिससे अग्रपिंडक में स्थित समाग्री मुक्त हो जाती है । इसके बाद अग्रपिंडक झिल्ली की बाहरी परत समाप्त हो जाती है और केन्द्रक के पास वाला अंतरिक भाग ही पहले जैसा बना रहता है (चित्र 13.24)। जब अग्रपिंडक पदार्थ मुक्त होता है, तो हाइलुरोनिडेस (hyaluronidase) सहित कई एंजाइम मुक्त हो जाते हैं ।

हायल्यूरानिडेस की सतह के पालीसैकराइड हाल्यूरानिक अम्ल के साथ क्रिया करता है । अरीय किरीट को भेदने वाला एंजाइम भी मुक्त होता है । ये एंजाइम अरीय किरीट की कोशिकाओं को ढ़ीला बनाकर शुक्राणु को पारदर्शी अंडावरण तक पहुंचाने में सहायक होते है । ऐसा माना जाता है कि शुक्राणु का सिर पारदर्शी अंडावरण को भेदता हुआ आगे बढ़ जाता है । इस काम में शुक्राणु में स्थित



चित्र 13.24 : स्तनधारी जीवों के शुक्राणु में अग्रपिंडक क्रिया के चरण

(क) अग्रपिंडक क्रिया से पूर्व शुक्राणु का सिर जिससे अग्रपिंडक झिल्ली सामान्य रूप में है ।

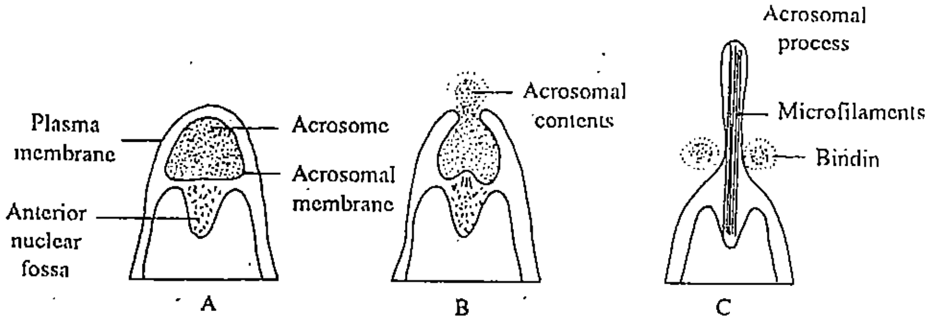
(ख) अग्रपिंडक क्रिया के दौरान शुक्राणु का सिर जिसमें बाहरी झिल्ली का थैलीनुमा बनना दिखाई देता है ।

(ग) अग्रमिपंडक क्रिया के बाद शुक्राणु का सिर जिसमें आंतरिक अग्रपिंडक झिल्ली से प्लैज्मा झिल्ली का बनना दिखाया गाया है ।

प्रोटिएस-एक्रोसिन (acrosin) सहायक होता है । समझा जाता है कि पारदर्शी अंडावरण केवल अपनी ही प्रजाति के शुक्राणु को आगे बढ़ने देता है और स्तनधारियों में विजातीय निषेचन रोकता है । इसके लिए पारदर्शी अंडावरण विशिष्ट प्रजातियों के शुक्राणु को ग्रहण करने वाले पदार्थ मिलते हैं । उदाहरण, चूहे में पारदर्शी अंडावरण में तीन ग्लाइकोप्रोटीन ZP_1, ZP_2, और ZP_3 होते हैं । इनमें ZP_3 शुक्राणु को ग्रहण करता है ।

स्तनपायी जीवों में अग्रपिंडक क्रिया शुक्राणु में कैल्शियम आयनों (Ca^{2+}) के पहुंचने से प्रारंभ होती है । ग्लाइकोप्रोटीन ZP_3 में शर्करा अर्धांश (sugar moiety) शुक्राणु ग्रहणकर्ता बनता है और समझा जाता है कि प्रोटीन वाला भाग अग्रपिंडक क्रिया प्रारंभ करता है ।

समझा जाता है कि समुद्री अर्चिन में शुक्राणु में कैल्शियम (Ca^{2+}) आयनों के जमा होने से अग्रपिंडक और शुक्राणु झिल्लियों का संगलन होती है । Ca^{2+} आयन के कोशिका में संचालन न होने वाले पदार्थ अग्रपिंडक-प्लैज्मा झिल्लियों को मिलने से रोकते हैं । समुद्री अर्चिन में अग्रपिंडक क्रिया की समाप्ति पर, शुक्राणु पीतक आवरण को भेद देता है (चित्र 13.25) । बाइंडिन (bindin) नामक प्रोटीन पीतक आवरण में विशिष्ट प्रजाति की अग्रपिंडक काइमोट्रिप्सिन (chymotrypsin) नामक पदार्थ पीतक आवरण भेदने में शुक्राणु की मदद करता है ।



चित्र 13.25 : समुद्री अर्चिन के शुक्राणु में अग्रपिंडक क्रिया का घटनाक्रम

क) अग्रपिंडक क्रिया से पूर्व शुक्राणु-शीर्ष। अग्रडिक शुक्राणु की प्लैज्मा झिल्ली से घिरा है ।

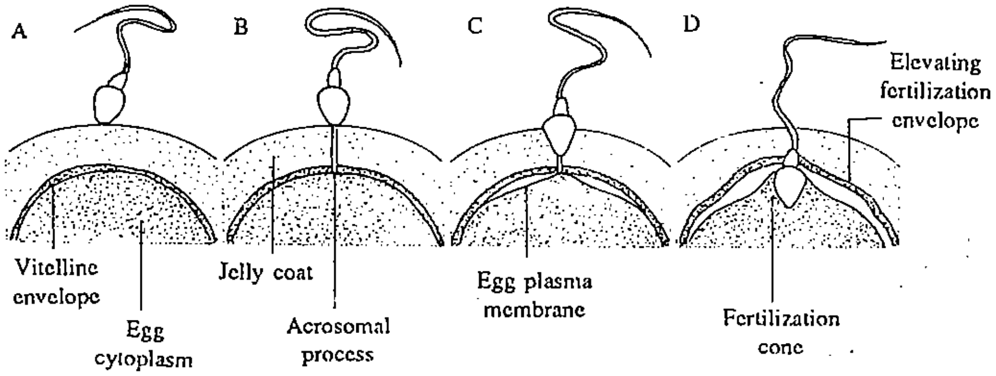
ख) अग्रपिंडक क्रिया के आरंभ में प्लैज्मा झिल्ली और अग्रपिंडक झिल्ली आंशिक रूप से मिल जाती हैं । अग्रपिंडक में मौजूद पदार्थ भी मुक्त हो जाते हैं जिनमें बाइंडिन प्रोटीन का मुक्त होना भी शामिल है ।

ग) अग्रपिंडक क्रिया के बाद के चरणों में अग्रपिंडक समाप्त हो जाता है । अग्रपिंडक क्रिया और बढ़ जाती है और आधार पर बाइंडिन प्रोटीन आ जाती है ।

अंड और शुक्राणु के संयुक्त होने से पूर्व के घटनाक्रम का सारांश इस प्रकार है–शुक्राणु के अंड को भेदने के दौरान और इससे पहले सक्रियकारी और ग्रहणकर्त्ता अणुओं की अंतक्रिया होती है । स्तनपायियों में एक ग्लाइकोप्रोटीन सक्रियकारी पदार्थ होता है । सक्रियकारी और ग्रहणकर्ता अणुओं का कार्य आयन आदान-प्रदान को प्रारंभ कर देना है जिससे अग्रपिंडक क्रिया संभव होती है और एक विशिष्ट प्रजाति का शुक्राणु ही अंड के विभिन्न अवरणों को भेद पाता है ।

13.5.2 शुक्राणु-अंड संगलन

शुक्राणु द्वारा बाह्यकोशिका परतों के भेदन के बाद, शुक्राणु की प्लैज्मा झिल्ली अंड की प्लैज्मा झिल्ली से संगलित हो जाती है । दोनों कोशिकाओं की प्लैज्मा झिल्ली जुड़कर एक कोशिकाद्रव्यी सेतु (cytoplasmic bridge) बनाती है जिससे होकर शुक्राणु का केन्द्रक अंड के कोशिकाद्रव्य में पंहुचता है । प्राय केन्द्रक, तारक केन्द्रों, माइटोकान्ड्रिया, पेलैज्मा झिल्ली, यहां तक कि कशाभ-युक्त अक्षसूत्र सहित पूरा शुक्राणु ही अंड के कोशिकाद्रव्य में पहुंचता है । शुक्राणु के अंड में पहुंचने पर निषेचन शंकु (fertilization cone) बनना शुरू हो जाता है । निषेचन शंकु अंड में प्रवेश कर रहे शुक्राणु के चारों ओर बनने वाली संरचना के कोशिकाद्रव्य का विस्तारित हिस्सा है । निषेचन शंकु में स्थित सूक्ष्मतंतु (microfilaments) शुक्राणु को अंड के अंदर खींच लेते हैं । शूक्ष्मतंतुओं को बनने वाले



चित्र 13.26 : समुद्री अर्चिन में शुक्राणु-अंड संगलन के समय का घटनाक्रम

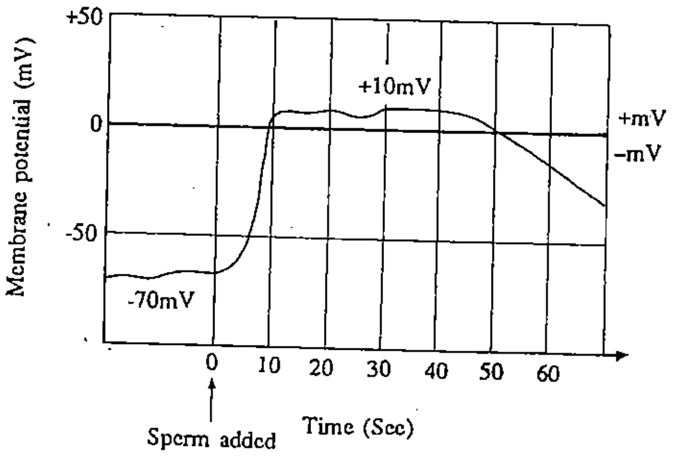
पदार्थ (Inhibitors), जैसे साइटोकैलेसिन बी निषेचन शंकु का बनना और शुक्राणु का अंड में प्रवेश भी रोके रहता है । चित्र 13.26 में, समुद्री अर्चिन के अंड में निषेचन के दौरान-क्रम दिखाया गया है ।

13.5.3 शुक्राणु-अंड संगलन के बाद का घटनाक्रम

शुक्राणु के अंड में प्रवेश से अंड की सक्रियता बढ़ जाती है । इससे दो प्रकार की प्रतिक्रियाएं होती हैं—(1) तुरंत होने वाली प्रतिक्रियाएं (2) देर से होने वाली प्रतिक्रियाएं । शुक्राणु अंड में प्रवेश के बाद तुरंत होने वाली प्रतिक्रिया बहुशुक्राणुता (polyspermy) अर्थात अंड में एक से ज्यादा शुक्राणुओं के प्रवेश या संयुक्ति को रोकता है । बहुशुक्राणु से अनेक असमानताएँ पैदा हो सकती हैं, जैसे—बहुगुणिता (polyploidy), कोशिका विभाजन के दौरान गुणसूत्रों का अमासान्य तरीकों से अलग होना और अंततः भ्रूण की मृत्यु हो जाना ।

एक से ज्यादा शुक्राणुओं के अंड में प्रवेश को रोकने के लिए विभिन्न जंतुओं ने विभिन्न व्यवस्थाएं की हैं । इसके लिए तीन साधारण तरीकों में से एक तरीका अपनाया जाता है । उदाहरण के लिए, मछलियों में शुक्राणु अंड में मात्र एक संकर द्वारा-अंडद्वार से घुस सकता है । अंड का शेष भाग अपारगम्य जरायु (impermeable chorion) से ढका होता है । समुद्री अर्चिन और स्तनधारियों में बहिर्कोशिकीय परतों को भेदकर अंड तक पहुंचने वाले शुक्राणुओं की संख्या प्रतिबंधित होती है । स्तनधारियों में शुक्राणु को लंबे मादा जनन मार्ग से गुजर कर अंड तक पहुंचाना होता है । इसके अलावा, पारदर्शी अंडावरण में संरचनात्मक परिवर्तनों से भी बहुशुक्राणुता पर रोक लगती है । सैलामैंडर जैसे कुछ जंतुओं में शुक्राणुओं के अंड तक पहुंचने पर तो कोई रोक नहीं होती, लेकिन केवल एक शुक्राणु ही अंड से सयुक्त होकर युग्मनज केन्द्रक बना पाता है । शेष शुक्राणु केन्द्रक नष्ट हो जाते हैं ।

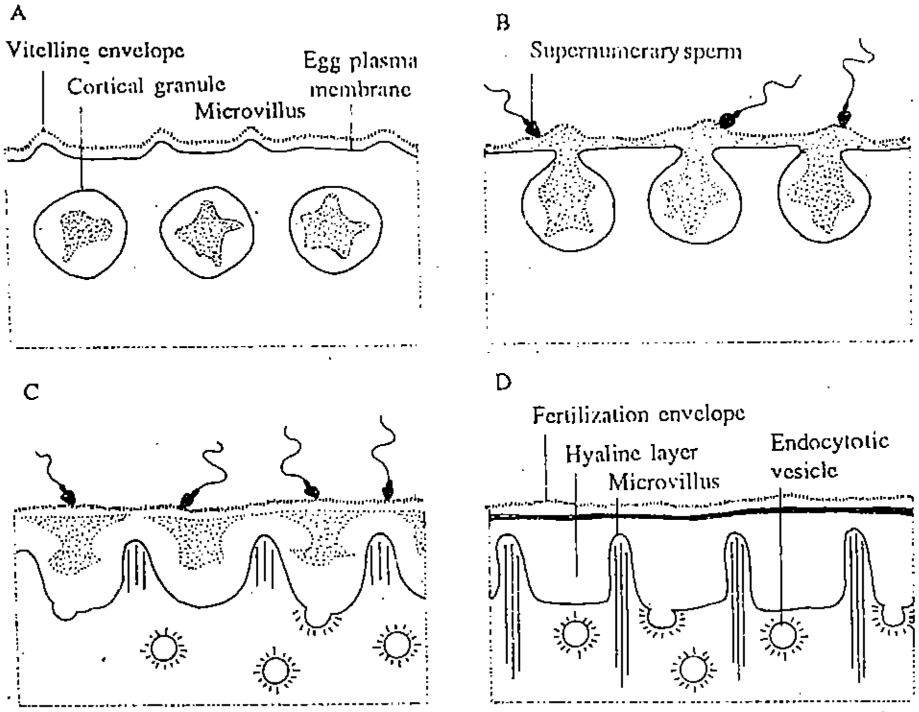
बहुशुक्राणुता दो चरणों में रोकी जाती ह—(1) शीघ्र रोक (fast block) और (2) धीमी रोक (slow block) शीघ्र रोक अस्थायी उपाय है । इसमें अंड प्लैज्मा झिल्ली का विद्युत विध्रुवीकरण (electrical depolarization) हो जाता है जिसे निषेचन विभव (fertilization potential) कहते हैं । समुद्री अर्चिन में इससे प्लाज्मा झिल्ली के दोनों ओर विद्युत वोल्टता में −70mV से +10mV का अंतर पैदा हो जाता है (चित्र 13.27) । ऐसे विभमांतर के कारण एक से ज्यादा शुक्राणु का अंड से संयोजन नहीं हो पाता । नवीनतम अध्ययनों से पता चला है कि यह विभवांतर एक धनावेशित संयुक्त प्रोटीन के कारण होता है जो शुक्राणु-अंड संयुक्ति को बढ़ावा देता है । जैसे ही अंड झिल्ली धनावेशित हो जाती है, किसी अन्य शुक्राणु द्वारा धनावेशित प्रोटीन का अंदर पहुंचा पाना सहायक नहीं होता ।



चित्र 13.27 : समुद्री अर्चिन के अंड की झिल्ली का निषेचन से पूर्व और पश्चात विद्युत विभव

बहुशुक्राणुता पर धीमी रोक वल्कुटीय प्रतिक्रिया (cortical reaction) के जरिए होता है । धीमी रोक इसलिए आवश्यक है क्योंकि निषेचन विभवांतर एक अस्थायी उपाय है और अंड झिल्ली का विभव शीघ्र ही फिर ऋणात्मक हो जाता है । वल्कुटीय प्रतिक्रिया के अंतर्गत वल्कुटीय कणिकाओं (cortical

granules) के एक्जोसाइटोसिस (exocytosis) की एक लहर-सी होती है जो अंड झिल्ली से संयुक्त होकर अपनी सामग्री प्लाज्मा झिल्ली और पीतकावरण के बीच के स्थान में डाल देती है । शुक्राणु के अंड में प्रवेश करते समय यह प्रतिक्रिया प्रारंभ होती है और एक मिनट में अंड की पूरी सतह में फैल जाती है । परिपीतीय रिक्त स्थान (perivitelline space) में हाइड्रेटेड (hydrated) प्रोटीन और म्यूकोपॉलीसैकराइड (mucopolysaccharides) होते हैं जो अंडावरण के साथ मिलकर निषेचन झिल्ली बनाते हैं । निषेचन झिल्ली तीन तरह से काम करती है - (1) यह झिल्ली अपनी बाहरी सतह के फालतू शुक्राणु और अंड प्लैज्मा झिल्ली के बीच दूरी बढ़ाती है । (11) वल्कुटीय कणिकाओं द्वारा समक्त परॉक्साइड और परॉक्सिडेस से निषेचन झिल्ली कड़ी हो जाती है और शुक्राणु प्रोटीजेज को प्रवेश नहीं करने देती । तीसरे, वल्कुट कणिकाओं का प्रोटीजेज पीतक झिल्ली के ग्लाइकोप्रोटीन ग्रहणकर्ताओं को नष्ट कर देता है जिससे अतिरिक्त शुक्राणुओं की जगह ही समाप्त हो जाती है और उन्हें हटना पड़ता है ।



चित्र 13.28 : समुद्री अर्चिन में वल्कुटीय प्रतिक्रिया और निषेचन झिल्ली का बनना ।

(क) वल्कुटीय कणिकाओं, पतिक झिल्ली और सूक्ष्मांकुर-युक्त झिल्ली वाला अनिषेचित अंड ।

(ख) अभी-अभी निषेचित अंड, जिसमें वल्कुटीय कणिकाओं का और निषेचन झिल्ली बनना दिखाया गया है ।

(ग) निषेचन झिल्ली का उठना और वल्कुटीय कणिकाओं की समाप्ति ।

(घ) निषेचित युग्मनज, जिसमें उन्नत निषेचन झिल्ली, पूर्णत लंबे बने सूक्ष्मांकुद और हायालिन पर्त **(hyaline layer)** दिखाई गई है ।

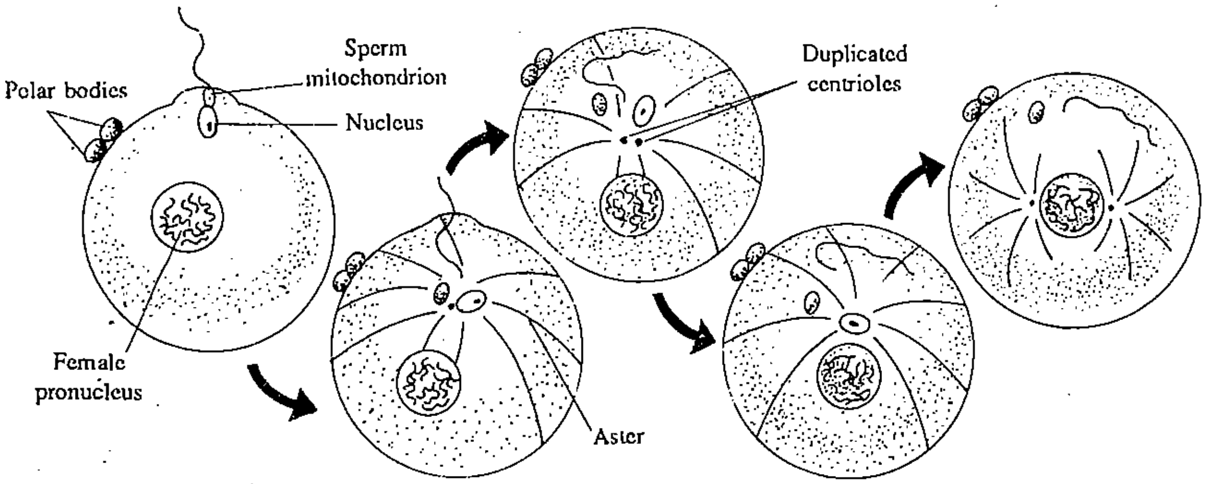
स्तनपायियों में वल्कुटीय कणिकाओं में हाइड्रोलिटिक एंजाइम होते हैं, जो वल्कुटीय प्रतिक्रिया के दौरान परिपीतक रिक्त स्थान में मुक्त किए जाते हैं । इससे पारदर्शी अंडावरण सख्त हो जाता है और अन्य शुक्राणुओं को अंदर नहीं घुसने देता । अंडावरण में ये परिवर्तन जोना क्रियाएं (zona reactions) कहलाते हैं ।

13.5.4 अंड और शुक्राणु के प्राक्केन्द्रकों का संगलन

अंड और शुक्राणु का संयुक्त होना निषेचन क्रिया का प्रारंभ है । यह प्रक्रिया नर और मादा प्राक्केन्द्रकों (pronoclei) के संयुक्त होने से पूरी होती है जिससे युग्मज केन्द्रक (zygote nucleus or synkaryon) बनता है । शुक्राणु के अंड से जुड़ने के प्राय 15-20 मिनट बाद केन्द्रक जुड़ते हैं । समुद्री अर्चिन में अंड में दूसरा अर्द्धसूत्री विभाजन शुक्राणु के अंड में पहुंचने के बाद होता है जिससे

अंड का अगुणित केन्द्रक बनता है जिसे मादा पूर्व-केन्द्रक (female pronucleus) कहते हैं । अंड में पहुंचने के बाद शुक्राणु के केन्द्रक को नर प्राक्केन्द्रक (male pronucleus) कहते हैं । अंड में पहुंचने के बाद शुक्राणु का केन्द्रक-आवरण टूटता है, क्रोमेटिन (chromatin) बिखरता है और प्राक्केन्द्रक आवरण बनता है ।

समुद्री अर्चिन में अर्धसूत्री विभाजन पूरा हो जाने के बाद मादा प्राक्केन्द्रक अंड के मध्य क्षेत्र में और नर प्राक्केन्द्रक प्रारंभ में अपने प्रवेश वाले वल्कुटीय क्षेत्र में स्थित होता है । दोनों प्राक्केन्द्रकों के संयुक्त होने के लिए नर (शुक्राणु) प्राक्केन्द्रक को कोशिकाद्रव्य में बाच की दूरी पार कर मादा प्राक्केन्द्रक तक पहुंचना होता है । समुद्री अर्चिन में शुक्राणु तारक (sperm aster) नामक संरचना नर प्राक्केन्द्रक के इस संचालन में सहयोगी होती है (चित्र 13.29) । शुक्राणु तारक लंबी सूक्ष्मनलिकाओं का एक संकुल होता है जो जोड़े वाले शुक्राणु तारक केन्द्रों से चारों ओर को निकलती है । शुक्राणु के साथ ही अंड में पहुंचने वाले तारक ही शुक्राणु तारक के लिए सूक्ष्मनलिकाओं के संचालन-केन्द्र बनते हैं । शुक्राणु की सूक्ष्म नलिकाएं शुक्राणु को अंड की तरफ बढ़ाती हैं । ये सूक्ष्मनलिकाएं मादा प्राक्केन्द्रक से भी संपर्क करती हैं और इसे नर प्राक्केन्द्रक की ओर तेजी से खींचती हैं। यह प्रक्रिया तब तक चलती है, जब तक दोनों प्राक्केन्द्रक अंड के केन्द्र में आ जाते है । यहां ये संयुक्त होकर युग्मनज केन्द्रक बनाते हैं ।

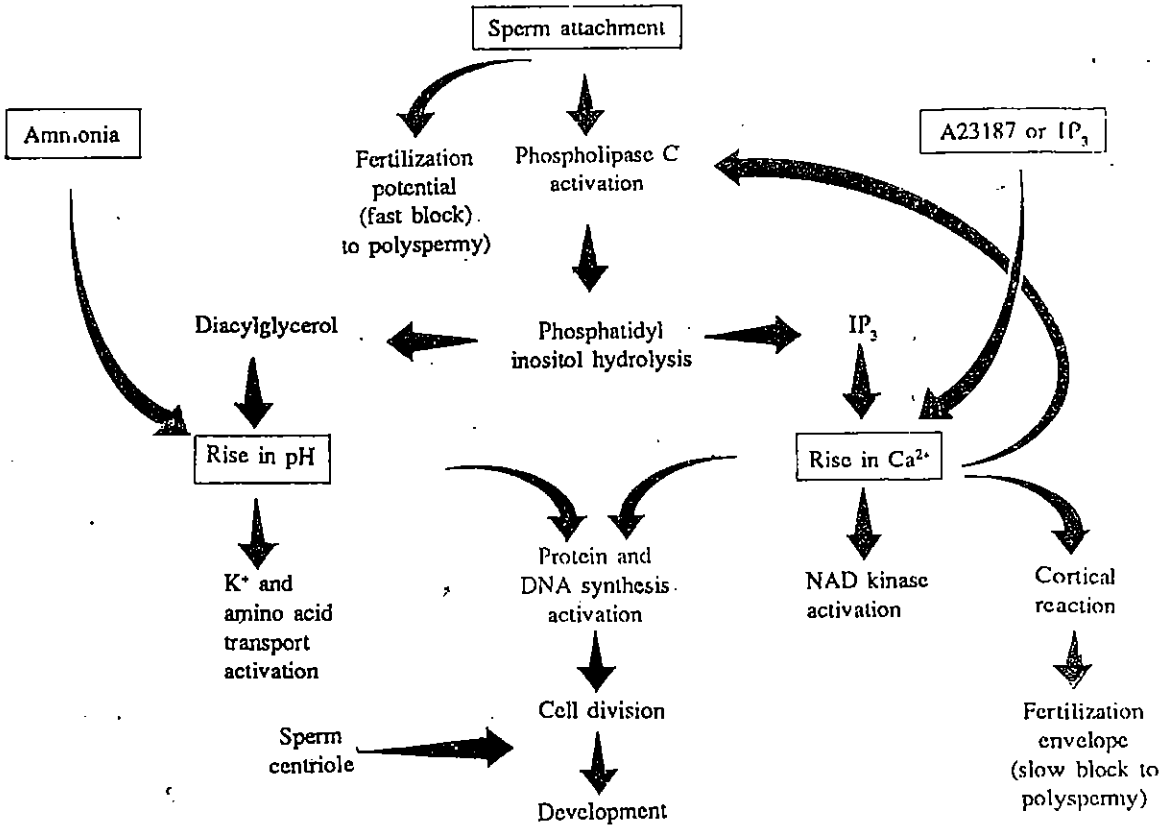


चित्र 13.29 : समुद्री अर्चिन में निषेचन के दौरान प्राक्केन्द्रकों का संचलन

स्तनपायी जंतुओं में युग्मज केन्द्रक का बनना प्राक केन्द्रकों के मिलने पर निर्भर नहीं करता है । इन जंतुओं में समीपीकरण (approximation) प्रक्रिया के अंतर्गत दोनों प्राक्केन्द्रक एक-दूसरे के समीप आ जाते हैं लेकिन संयुक्त नहीं होते । वे अर्द्धसूत्री विभाजन तक एक-दूसरे के करीब बने रहते हैं । इसके बाद इनके आवरण फट जाते हैं और नर तथा मादा गुणसूत्र समान मध्यावस्थीय पट्टिका (metaphase plate) पर मिल जाते हैं ।

13.5.5 विकास का प्रारंभ

पिछले भाग में आपने उन विभिन्न घटनाओं के बारे में पढ़ा, जिन्हें सामूहिक रूप से सक्रियकरण कार्यक्रम कहते हैं । ये घटनाएं भ्रूण के बनने से सीधे तौर पर संबद्ध होती हैं । आपने पढ़ा है कि सक्रियकरण कार्यक्रम की प्रारंभिक प्रतिक्रिया बहुशुक्राणुता रोकने में होती है । बाद की क्रियाओं में अनेक उपापचय परिवर्तन हैं जैसे—पोटेशियम आयनों का सक्रिय होना, अमीनों अम्लों का पहुंचना तेज होना, प्रोटीन संश्लेषण की दर बढ़ना, डी एन ए की प्रतिकृतियां बनने (replication) का प्रारंभ और अनेक प्रमुख नियमनकारी गतिविधियां शुरू होना । इन घटनाओं में आइनोसिटाल ट्राइफास्फेट (inositol triphosphate) और डायासिल ग्लिसराल (diacyl glycerol) का बनना, साइटो-प्लाज्मिक मुक्त कैल्शियम आयनों का निकलना और हाइड्रोजन आयन का संकेनद्रण बढ़ना शामिल है । चित्र 13.30 में ऐसी विभिन्न घटनाएं दिखाई गई हैं जो अंड के सक्रियणकरण कार्यक्रम के अंतर्गत होती हैं . निषेचन से पूर्व अंड का उपापचय रूका होता है । शुक्राणु के अंड में प्रवेश करते ही यह रोक समाप्त हो जाती है । इसके बाद अंड में प्रोटीन और डी एन ए के संश्लेषण होते हैं । इसके बाद अंड का विदलन होता है और नये जंतु में लंबी विकास-प्रक्रिया प्रारंभ हो जाती है ।



चित्र 13.30 समुद्री अर्चिन के अंड में होने वाली प्रक्रियाएं जो विकास का प्रारंभ करती है ।

बोध प्रश्न 5

1) दिए गए विकल्पों में से सही विकल्प चुने–

   क) निषेचन विकास के सक्रियकरण/रोक में भूमिका निभाता है ।

   ख) शुक्राणु के सक्रियकरण से उसका अंड से मिलना सुनिश्चित हो जाता है/सुनिश्चित नहीं होता ।

   ग) बाह्य/आंतरिक निषेचन वाले प्राणियों में शुक्राणु को अंड की तरफ आकर्षित करने के लिए रासायनिक गतिशलता होती है ।

   घ) शुक्राणु को बदलाव के लिए मादा जनन मार्ग में कुछ समय तक परिपक्व होना होता है । इस अवधि को सक्रियकरण/कैपेसिटेशन कहते हैं ।

   च) शुक्राणु एक्रोसिन हायालुरोनिडेस एंजाइम का उपयोग कर पारदर्शी अंडावरण को भेदते हैं ।

   छ) स्तनधारी जीवों में अग्रपिंडक क्रिया कैल्शियम आयनों/ग्लाइकोप्रोटीनों के आने के साथ शुरू होती हैं ।

II) रिक्त स्थानों में उचित शब्द भरिए –

   क) .... अंड में प्रवेश कर रहे शुक्राणु के चारों ओर अंड कोशिकाद्रव्य का विस्तार है ।

   ख) .... जैसे सूक्ष्मतंतु बनने से रोकने वाले तत्व निषेचन शंकु का बनना भी रोकते हैं ।

   ग) शुक्राणु के अंड में प्रवेश के बाद तुरंत प्रतिक्रिया के अंतर्गत .... को रोका जाता है ।

घ) बहुशुक्राणुता रोकने की .... में अंड की प्लैज्मा झिल्ली का विद्युत विध्रुवीकरण होता है ।

च) बहुशुक्राणुता रोकने की धीमी प्रतिक्रिया के अंतर्गत .... प्रतिक्रिया होती है ।

छ) .... में नर और मादा प्राक् केन्द्रक का संगलन होता है ।

13.6 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा –

- परिवर्धन जीवविज्ञान व्यक्तिवृत्तीय विकास (ontogenic development) का अध्ययन है । इसमें भ्रूणजनन और कोरकजनन शामिल हैं । लैंगिक जनन करने वाले बहुकोशिकीय जीवों के व्यक्तिवृत्तीय विकास के प्रमुख चरण हैं—युग्मकजनन, निषेचन, विदलन, कोरकजनन, कंदुकनजनन, वृद्धि, विभेदीकरण और संरचना-विकास ।
- एककोशिकीय जंतुओं में लैंगिक और अलैंगिक जनन होता है लेकिन अर्धसूत्री विभाजन और निषेचन प्रक्रिया में विविधता हो सकती है । कुछ जंतुओं में अर्धसूत्री विभाजन निषेचन के तुरंत बाद होता है । कुछ जंतुओं में यह विभाजन देरी से होता है । एक कोशिकीय जंतुओं में लैंगिक जनन में प्राय जीवद्रव्य को ही नया रूप मिल जाता है ।
- वृषणों की शुक्रनलिकाओं में शुक्राणु अर्थात नर युग्मजों का उत्पादन और विभेदीकरण होता है । शुक्राणु में सिर, मध्य भाग और पूंछ होती है । सिर में केंद्रक और अग्रपिंडक होता है । मध्य भाग में तारक केन्द्र और ऊर्जा देने के लिए माइटोकॉन्ड्रिया होता है । पूंछ में कशाभ अथवा पक्ष्माभ होता है । शुक्राणु के संगठन का मूल उद्देश्य नर प्राणी के गुण अंड तक पहुंचाना है और इसके लिए शुक्राणु का गतिशील होना आवश्यक है । अंड या अंडाणु या मादा युग्मक एक बड़ी कोशिका है जिसका कम संख्या में उत्पादन होता है । इसमें विकसित हो रहे भ्रूण के लिए पोषक सामाग्री भी होती है । पीतक सुरक्षित खाद्य सामग्री का मुख्य रूप है । इसमें प्रोटीन, फास्फोलिपिड, और सामान्य वसाएं होती हैं । प्रोटीन वाले भाग में दो प्रकार की प्रोटीन फॉसविटिन और लिपोविटेलिन होती है ।
- निषेचन प्रक्रिया से शांत और स्थिर अंड सक्रिय हो जाता है और अगली पीढ़ी या कभी-कभी युग्मनज फिर द्विगुणित हो जाता है । शुक्राणु स्वतः ही या कभी कभी रासायनिक आकर्षण से अंड तक पहुंचता है । अंडपोषक सामग्री के युक्त होने से अंडावरण से होकर मार्ग साफ हो जाता है और शुक्राणु केन्द्र अग्रपिंडक नलिकाओं से होकर अंड कोशिका द्रव्य तक पहुंचता है । शुक्राणु केन्द्रक को नर प्राकेंद्रक कहते हैं । नर और मादा प्राक् केन्द्रक संयुक्त हो जाते हैं । इस प्रकार निषेचन प्रक्रिया पूर्ण हो जाती है
- अंड प्लैज्मा झिल्ली के विध्रुवीकरण और अधिकांश मामलों में वल्कुट क्रियाओं से निषेचन झिल्ली के बनने से (अथवा ऐसी ही अन्य क्रियाओं से) बहुशुक्राणुता रोकी जाती है ।
- अंड के सक्रियकरण के अंतगर्त कैल्शियम आयनों (Ca^{2+}) की संख्या बढ़ने और मान में वृद्धि से कोशिकाद्रव्य में प्रतिक्रियाओं पर लगी रोक समाप्त हो जाती है । ऐसे परिवर्तनों के सामूहिक प्रभावों में प्रोटीन संश्लेषण में तेज वृद्धि, आक्सीजन उपयोग में वृद्धि और अंतत निषेचित अंड के विदलन का प्रारंभ शामिल है ।

13.7 अंत में कुछ प्रश्न

1 शुक्राणुजनन प्रक्रिया संक्षेप में समझाइए ।

....

....

....

....

2. निषेचन प्रक्रिया के मूल उद्देश्य क्या है ?

क) ....

ख) ....

ग) ....

घ) ....

च) ....

3 अंडाणु और शुक्राणु के विकास और विभेदीकरण प्रक्रियाओं में प्रमुख अंतर क्या है ?

....

....

....

....

....

....

4 निषेचन के बाद अंड के सक्रियकरण से आप क्या समझते हैं ?

....

....

....

....

5 बहुशुक्राणुता रोकने के लिए अंड में होने वाली क्रियाओं के बारे में बताइए ।

....

....

....

....

....

13.8 उत्तर

बोध प्रश्न

1) विकास जीवविज्ञान एक निषेचित कोशिका के वयस्क जीव बनने तक के परिवर्तनों से संबद्ध है ।

UGZY/BY-09(23)

) जनन : एक प्रजाति की नयी पीढ़ी का निरंतर पैदा होना

वृद्धि : जीव के ऊतकों और अंगों के आकार के बढ़ने को वृद्धि कहते हैं ।

विभेदीकरण : विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का बनना विभेदीकरण कहलाता है ।

संरचना विकास : विभेदीकरण कोशिकाओं का विभिन्न कोशिकाओं और ऊतकों में संघटन संरचना विकास कहा जाता है ।

) क) समयुग्मन ख) असमयुग्मन

ग) संयुग्मन घ) स्वकयुग्मन

च) कोशिकायुग्मन

ोध प्रश्न 2

) शुक्राणुजनन 2) शुक्रवाहिनी

) गुणन, वृद्धि और परिपक्वता 4) प्राथमिक शुक्राणु कोशिका, शुक्राणु-पूर्व कोशिका

) शुक्राणु-विभेदीकरण

ोध प्रश्न 3

क) सिर (अग्रपिंडक और केन्द्रक युक्त), मध्य भाग (माइटोकांड्रिया और तारक-केंद्र सहित), पूंछ

ख) संदेशवाहक आर एन ए (mRNA), राइबोसोम, अंतर्द्रव्यी जालिका, गॉल्जी काय

ग) स्थिर अंड तक पहुंचना

घ) मध्य भाग में स्थित माइटोकॉन्ड्रिया

ोध प्रश्न 4

क) सही ख) गलत ग) गलत

घ) सही च) गलत छ) गलत

ज) सही झ) सही ट) सही

ठ) सही

बोध प्रश्न 5

I क) सक्रियकरण ख) सुनिश्चित नहीं करता ग) बाह्य

घ) कैपैसिटेशन च) एक्रोसिन छ) कैल्शियम आयन

II क) निषेचन शंकु ख) साइटोकैलेसिन बी ग) बहुशुक्राणुता

घ) तुरंत क्रियाओं च) वल्कुटीय छ) युग्मज केन्द्रक

अंत में कुछ प्रश्न

1) उपभाग 13·2·3 देखें

2) क) स्थिर और शांत अंड का सक्रियकरण

ख) उभयमिश्रण (amphimixis)

ग) युग्मनज में फिर द्विगुणित स्थिति

घ) आनुवंशिक विविधताएं

च) कोशिकाद्रव्य का पुनर्जीवीकरण (revitalization)

3)

शुक्राणु	अंडाणु
1) परिपक्वता विभाजन के बाद शुक्राणु-पूर्व कोशिका में विभेदीकरण होता है ताकि अगुणित नर युग्मक कार्यशील हो सके ।	1) परिपक्वता विभाजन से पूर्व, मादा युग्मज कार्यशील होता है । कुछ मामलों में परिपक्वता विभाजन के बाद विभेदीकरण आवश्यक नहीं होता ।
2) वृद्धि की कम अवधि	2) वृद्धि की अवधि लंबी होती है ।
3) चारों शुक्राणु-पूर्व कोशिकाएं कार्यशील नर युग्मक बनते हैं	3) केवल एक अंडाणु कार्यशील मादा युग्मक बनता है । बाकि तीन पोलर बाडी बनते हैं और बेकार हो जाते हैं ।

4) उपभाग 13.5.3 और 13.5.5 देखें

5) उपभाग 13.5.5 देखें ।

काई 14 विदलन एवं गैस्ट्रुलाभवन

ाई की रूपरेखा

.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
.2 विदलन
पीतक और विदलन
विदलन के तल
विदलन के स्वरूप
विदलन के उत्पाद (मोरूला और ब्लैस्टुला)
विदलन की क्रियाविधि
.3 गैस्ट्रुलाभवन
नियति मानचित्र
संरचनाविकासी संचलन
कुछ जंतुओं में गैस्ट्रुलाभवन
.4 सारांश
.5 अंत में कुछ प्रश्न
.6 प्रश्नों के उत्तर

4.1 प्रस्तावना

खंड की इकाई 13 में आपने पढ़ा कि शुक्राणु (Spermatozoa), अण्डाणु (Ovum) तक या तो ोग से या फिर रासायनिक आकर्षण से पहुंचते हैं । इसके बाद कोई एक शुक्राणु, अण्डाणु में लकर संजीनीय द्विगुणित अवस्था को बहाल करता है और इस तरह निषेचित अंड कोशिका या मनज (Zygote) में मौजूद सभी क्षमताओं को सक्रिय करता है । दूसरी पीढ़ी के नये जीव का कास इसी प्रकार होता है ।

मनज एक कोशिकीय होता है, मगर उत्तर जंतु (Metazoa) में वयस्क शरीर कुछ सौ कोशिकाओं से कर लाखों-करोड़ों कोशिकाओं का बना होता है । इसका अर्थ यह निकलता है कि एककोशिकीय मनज अवश्य ही एक के बाद एक होने वाले द्रुत विभाजनों के चरण में प्रवेश करता होगा ताकि एक बहुकोशिकीय शरीर में रूपांतरित हो सके । युग्मनज में होने वाले विभाजनों की ऐसी शृंखला विदलन (Cleavage) या खंडीभवन (segmetation) कहा जाता है ।

दलन के फलस्वरूप बनने वाली इस बहुकोशिकीय संरचना में विभिन्न कोशिकाएं या कोशिका समूह रों (Layers) या उपस्तरों (sublayers) में पुर्नव्यवस्थित हो जाते हैं । इस प्रक्रम को गैस्ट्रुलाभवन astrulation) कहते हैं ।

क्तिवृत्तीय विकास (ontogenetic development) में विदलन और गैस्ट्रुलाभवन महत्वपूर्ण चरण हैं ोंकि विदलन एककोशिकीय युग्मनज को एक बहुकोशिकीय शरीर में रूपांतरित करता है और ट्रुलाभवन प्राथमिक आधांगों (Primary organ rurdiments) की नींव रख कर जंतुओं के उस उत्तर तु समूह की कायिक योजना के अनुसार अंगों की संरचना को आरंभ करता है जिससे जंतु संबंधित ता है ।

द्देश्य

द्देश्य इस इकाई का अध्ययन कर लेने के बाद आप

- विदलन खांचों (Cleavage furrows) के विभिन्न तलों को स्पष्ट कर पाएंगे,
- विभिन्न विदलन स्वरूपों की सूची बना, सकेंगे,

- गैस्ट्रुलाभवन के उद्देश्य को समझा सकेंगे,
- कुछ जंतुओं में होने वाले गैस्ट्रुलाभवन के प्रक्रम और क्रियाविधि के बारे में बता पाएंगे,
- विदलन और गैस्ट्रुलाभवन के स्वरूप और अभीष्ट दिशा के निर्धारण में पीतक के प्रभाव और भूमिका को समझा सकेंगे ।

14.2 विदलन (CLEAVAGE)

विदलन या खंडीभवन निषेचित अंडे में होने वाले कोशिका विभाजनों की शृंखला है, जिसके माध्यम से वह एक बहुकोशिकीय संरचना में रूपांतरित होता है। इस संरचना को बलैस्टुला (blastula) कहते हैं । विदलन की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं

i) एक कोशिकीय अंड उत्तरोत्तर समसूत्री विभाजनों से एक बहुकोशिकीय शरीर या काय में रूपांतरित होता है ।

ii) व्यवहारतः विदलन के दौरान किसी प्रकार की वृद्धि देखने में नहीं आती ।

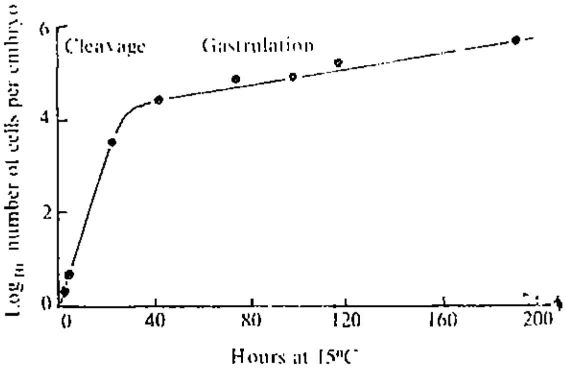
कायिक कोशिकाओं में होने वाला विभाजन समसूत्री (mitotic) होता है । संतति कोशिकाएं (daughter cells) या ब्लास्टोमियर (blastomeres) या विदलन कोशिका (Cleavage Cells) भी युग्मनज के समसूत्री विभाजन से ही जन्म लेती हैं । अब यह सवाल उठ सकता है कि क्या कायिक कोशिकाओं और युग्मनज में होने वाले समसूत्री विभाजन तथा विदलन के दौरान इस विभाजन से बनने वाले ब्लास्टोमियर में कोई फर्क है । नीचे दिए गए विवरण से आप जान जाएंगे कि विदलन के चरण में होने वाले समसूत्री विभाजन में कुछ अलग विशेषताएं होती हैं

क) ब्लास्टोमियर में कोशिका विभाजन का तुल्यकालन : आरंभिक ब्लास्टोमियर युगपत या तुल्यकालित : विभाजन कर युग्मनज से दो ब्लोस्टोमियर बनाते हैं । इसके बाद 4, 8, 16, 32 और इसी क्रम में बलास्टोमियर बनते हैं । परन्तु पश्चकालिक विदलन विभाजनों में यह तुल्यकालन अदृश्य हो जाता है ।

ख) दो उत्तरोत्तर विभाजन के बीच कोई अंतरावस्था (Interphase) नहीं होती । व्युत्पन्न ब्लोस्टोमियर के जीवद्रव्य में कोई वृद्धि नहीं होती, जिससे संतति बलास्टोमियर का आकार उत्तरोत्तर विदलनों के दौरान कम होता जाता है ।

ग) केन्द्रक का आकार व्यवहारतः अपरिवर्तित रहता है । इसलिए केन्द्रक जीवद्रव्य अनुपात, जो कि निषेचित अंड कोशिका या युग्मनज में बहुत कम होता है, उत्तरोत्तर विदलन विभाजनों से बनने वाले ब्लास्टोमियरों में बढ़ता जाता है ।

घ) विदलन के दौरान कोशिका विभाजन की दर बहुत तेज होती है और भारी संख्या में कोशिकाएं बनती हैं (चित्र 14.1 देखें) । यह दर बाद में धीमी पड़ जाती है ।



चित्र 14.1 : मेंढक के आरंभिक विकास के दौरान कोशिकाओं की संख्या में वृद्धि । विदलन और गैस्ट्रुलाभवन के दौरान कोशिका विभाजनों की दर में अंतर को देखिए ।

14.2.1 पीतक और विदलन

विकासशील भ्रूण के लिए पोषक पदार्थ के रूप में पीतक का महत्तव होने के अलावा, पीतक या पोषद्रव्य (deutoplasm) अंडे के प्ररूप और संरचना को भी निर्धारित करता है । साथ ही यह अंडे के विदलन की दर और उसके स्वरूप या पैटर्न को भी प्रभावित करता है । दूसरे शब्दों में, विदलन काफी हद तक अंडे में पीतक की मात्रा, वितरण और अभिविन्यास पर निर्भर करता है ।

अंडे के प्रकार

पीतक की मात्रा के आधार पर, विभिन्न जंतु समूहों में अंडे निम्न प्रकार के होते हैं (चित्र 14.2) :

i) अपीतकी (alecithal) या पीतरहित अंडे जैसे कि यूथीरिया स्तनधारी जंतुओं में पाए जाते हैं (चित्र 14.2 A) ।

ii) सूक्ष्मपीतकी (Microlecithal) या अल्पपीतकी (Oligolecithal) अंडों में पीतक अल्पमात्रा में कणिकाओं के रूप में होता है । जैसे शूलचर्मी या इकाइनोडर्म (echinoderm), एम्फिआक्सस (Amphioxus), (शीर्षपादों को छोड़कर, मोलस्क या मृदुकवची जंतु, ऐनेलिड (Annelids), चपटाकृमि (चित्र 14.2 B) ।

iii) पीतक की साधारण मात्रा वाले मध्यपीतकी (Mesolecithal) अंडे. जैसे कंचुकी (tunicates) जंतु और उभयचर (Amphibians) (चित्र 14.2 C)।

iv) अतिपीतकी (Megalecithal) या गुरूपीतकी (Macrolecithal) या भारी पीतक वाले अंडे । उदाहरण : शीर्षपाद मोलस्क जंतु, अस्थिल मछलियां, सरीसृप, पक्षी और अंडा देने वाले स्तनधारी । पीतक अंडे के लगभग संपूर्ण भीतरी भाग को घेरे रहता है, जिसमें सक्रिय ध्रुव (Animal Pole) के नजदीक जीवद्रव्य छोटे डिस्क के आकार का एक स्पष्ट क्षेत्र होता है । यहीं पर जननिक आशय (Germinal vesicle) या केन्द्रक स्थित होता है । इस तरह के अंडे अधिकतर विशाल आकार के होते हैं (चित्र 14.2 E) ।

पीतक की स्थिति और अभिविन्यास के आधार पर अंडे तीन प्रकार के हो सकते हैं :

क) समपीतकी अंडे, जिनमें पीतक कमोबेश समान रूप से वितरित होता है जैसे इकाइनोडर्म, ऐम्फिआक्सस, मोलस्क (शीर्षपाद को छोड़कर), ऐनेलिड (चित्र 14.2 B) ।

ख) गोलार्धपीतकी (Telolecithal), जिनमें पीतक कण या पीतक पिंड अल्पक्रिय गोलार्ध (Vegetal hemisphere) को घेरे रहते हैं । अत्यधिक गोलार्धपीतकी अंडों में, पीतक अंडे के लगभग समूचे भीतरी भाग को भर लेता है, जिसमें अंडे के सक्रिय ध्रुव के समीप जीवद्रव्य का बस एक छोटा-सा डिस्क बचा रहता है, जो जननिक आशय लिए होता है (चित्र 14.2 C, D, E) ।

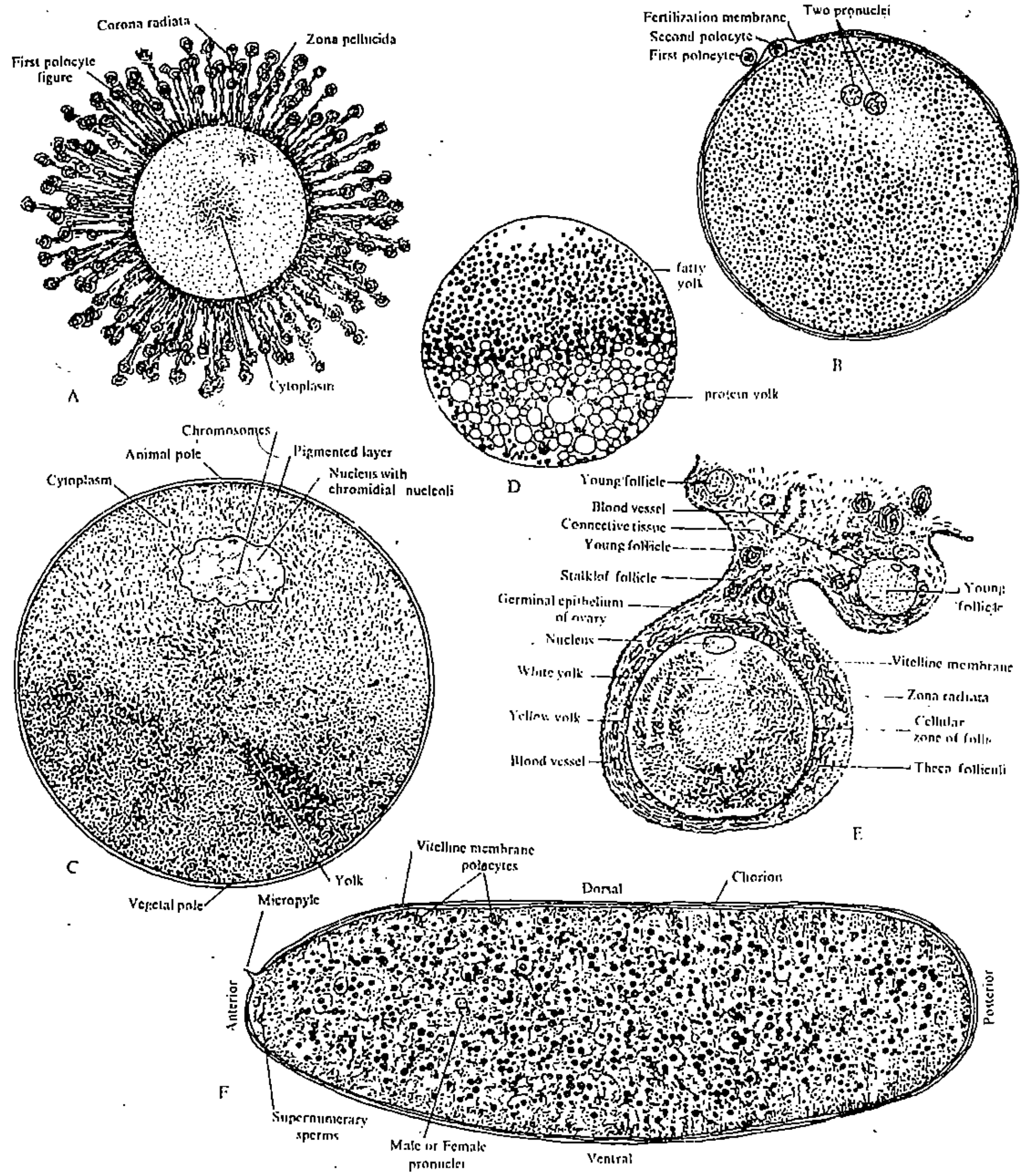
ग) केन्द्रपीतकी (Centrolecithal)—कीटों में पीतक कण अंडे के भीतरी भाग में संकेन्द्रित होते हैं, जबकि जीवद्रव्य पीतक के इर्दगिर्द एक पतले परिधीय स्तर (Peripheral layer) के रूप में वितरित होता है । चारों ओर से पीतक से घिरे इस द्वीप में ही अंड कोशिका का केन्द्रक होता है (चित्र 14.2 E) ।

विदलन पर पीतक का प्रभाव

हालांकि पीतक का जैव विज्ञानी महत्व विकासशील भ्रूण को पोषण प्रदान करना है, लेकिन यह सक्रिय जीवद्रव्य का अंग नहीं होता । पीतक एक मृत और जड़ घटक है, जो कोशिकीय क्रियाओं में भाग नहीं लेता । मगर निम्न तरीकों से यह विदलन पर प्रभाव डालता है :

i) संचित पीतक की मात्रा में क्रमिक वृद्धि के साथ सक्रिय जीवद्रव्य की कुल मात्रा में ह्रास आने लगता है ।

ii) कोशिका विभाजन सिर्फ केन्द्रक और जीवद्रव्य की क्रिया है । पीतक मात्रा में वृद्धि होने से सक्रिय जीव द्रव्य में तर्कुओं (Spindles), कोशिका झिल्लियों और विदलन खांचों का निर्माण होता है, जो युग्मनज के लघुतर क्षेत्रों और संतति ब्लास्टोमियर तक सीमित होता है ।



चित्र 14.2 : विभिन्न प्रकार के अंडे । A–पुटक कोशिकाओं (Follicle cells) से घिरा मानव अंड, B–एम्फिआक्सस का सूक्ष्मपीतकी अंड C–मेंढ़क का मध्यपीतकी अंड D–मोलस्क का गोलार्ध-पीतकी अंड, F अंडाशयी पुटक (ovarian follicle) में मुर्गी का गुरूपीतकी अंड और F–कीटों का केन्द्रपीतकी अंड ।

iii) विदलन की गति पीतक की मौजूद मात्रा के विलोमानुपाती होती है । गोलार्धपीतकी अंडों में, सक्रिय धुव के समीप स्थित ब्लास्टोमियर अल्पक्रिय धुव की ओर स्थित ब्लालस्टोमियरों की तुलना में अधिक तेज दर से विभाजन करते हैं, इसकी वजह यह है कि युग्मनज और संतति ब्लास्टोमियरों के पीतकी भागों में मौजूद जड़ पीतक की निष्क्रियता विदलन खांचों के निर्माण को रोकती है । अतः अंड और उससे व्युत्पन्न बलास्टोमियरों की विभिन्न उपापचयी क्रियाओं की प्रकृति पीतक पिंड की मात्रा और स्थिति पर निर्भर करती है ।

विदलन को संचालित करने वाले सिद्धांत

क) केन्द्रक और समसूत्री अदर्णक आकृति (Mitotic achromatic figure) विभाजी कोशिकाओं के सक्रिय जीवद्रव्यी घनत्व के केन्द्र को घेरने की ओर प्रवृत्त होते हैं । उदाहरणतः समपीतकी या सूक्ष्मपीतकी अंडों में, तर्कु कोशिका के केन्द्र में बनता हैं जबकि गोलार्ध पीतकी अंडों में तुर्क सक्रिय धुव के समीप बनता है ।

ख) प्रत्येक नया विदलन खांचा उससे पहले के विदलन खांचे के तल को समकोण पर काटता है ।

ग) कोशिकाएं या ब्लास्टोमियर दो समाकार संतति कोशिकाओं में विभाजित होती हैं, जब तक कि पीतक असमान रूप से वितरित न हो ।

घ) ब्लास्टोमियरों के मुक्त पार्श्व गोलाकार होने लगते हैं ।

बोध प्रश्न 1

खाली स्थानों में सही शब्द भरिए ।

i) विदलन के दौरान युग्मनज और ब्लास्टोमियर .... द्वारा विभाजित होते हैं ।

ii) विदलन के दौरान ब्लास्टोमियर के दो क्रमिक विभाजनों के बीच कोई .... या .... नहीं होता

iii) मेंढ़क के अंडे को .... और .... कहा जाता है ।

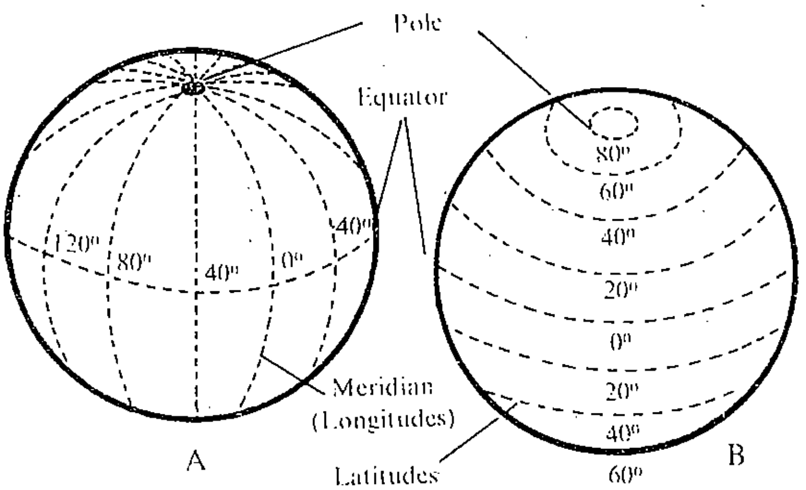
iv) मुर्गी का अंडा पीतक की .... मात्रा के कारण बड़ा होता है ।

v) अवर्णक आकृति या .... जीवद्रव्यी .... के केन्द्र में बनती है ।

14.2.2 विदलन के तल

अधिकतर जंतु समूहों में अंडे (कीटों जैसे कुछ विशिष्ट मामलों को छोड़कर) गोलाकार या लगभग गोलाकार होते हैं, जिनका स्वयं एक वास्तविक केन्द्र होता है जिसकी तुलना पृथवी से की जा सकती है । पृथवी के उत्तरी और दक्षिणी ध्रुवों की तरह ही अंडे में सक्रिय और अल्पक्रिय ध्रुव होते हैं । पीतक पट्टिकाणु (Yolkplatelets) में सक्रिया जीवद्रव्य की तुलना में अधिक घनत्व होता है और वे अल्पक्रिय गोलार्ध की ओर अधिक संकेन्द्रित पाए जाते हैं । इसलिए अंडा जब भी कोई तरल माध्यम हो, तो उसका अल्पक्रिया ध्रुव गुरूत्व केन्द्र के सामने और सक्रिय ध्रुव उससे दूर पाया जाता है (यह पक्षी के जैसे प्रत्यक्षतः स्थलीय अंडों सहित अधिकतर अंडों में पाई जाने वाली मूल विशेषता है) ।

इस विशिष्टता के साथ, पृथ्वी के पृष्ठ पर खींची गई काल्पनिक (अक्षांश और देशांतर) रेखाओं को ध्यान में रखकर हम युग्मनज या बलास्टोमियरों के विदलन तलों की व्याख्या कर सकते हैं ।



चित्र 14.3 : पृथ्वी के पृष्ठ पर खींची गई A—ध्रुववृत्त (Meridian) देशांतर (Longitudes), B—अक्षांश (Latitudes) रेखाएं जिनकी तुलना एक वृत्तकार अंडे से की जा सकती है ।

आरंभिक विदलन के दौरान अंडा और बलास्टोमियर जिन बुनियादी तलों में विभाजित होते हैं वे इस प्रकार है :

i) **ध्रुववृत्तीय तल (Meridional Plane)**—विदलन खांचा सक्रिय ध्रुव से शुरू होकर वृत्तीय अंडे या ब्लास्टोमियर के केंद्र से गुजरता हुआ अल्पक्रिय ध्रुव तक पहुंचता है और इस तरह अंडे को दो

बराबर टुकड़ों में विभाजित कर देता है । उदाहरण के लिए, चूजे में प्रथम विदलन खांचा और मेंढ़क के अंडे में प्रथम और द्वितीय विदलन खांचा (चित्र 14.5 A, B देखें)।

ii) ऊर्ध्व तल (**Vertical Plane**)—विदलन खांचा सक्रिय और अल्पक्रिय अक्ष के समानांतर होता है । मगर यह ब्लास्टोमियर गुरूत्व केन्द्र से थोड़ी दूरी पर होता है । उदाहरण के लिए पक्षी (चूजे) के ब्लास्टोडर्म (Chick blastoderm) का तृतीय विदलन तल (चित्र 14.31 C) ।

iii) मध्यवर्ती या निरक्षीय तल (**Equatorial Plane**)—विदलन खांचा अंडे को ध्रुववृत्तीय अक्ष से समकोण पर सक्रिय और अल्पक्रिय ध्रुवों के ठीक मध्य तक दो भागों में विभाजित करता है । विदलन खांचा गोलाकार अंडे के मध्यवर्ती वृत्त के समानांतर दिखाई देता है । उदाहरणतः समुद्री अर्चिन में तृतीय विदलन तल (चित्र 14.5 C) ।

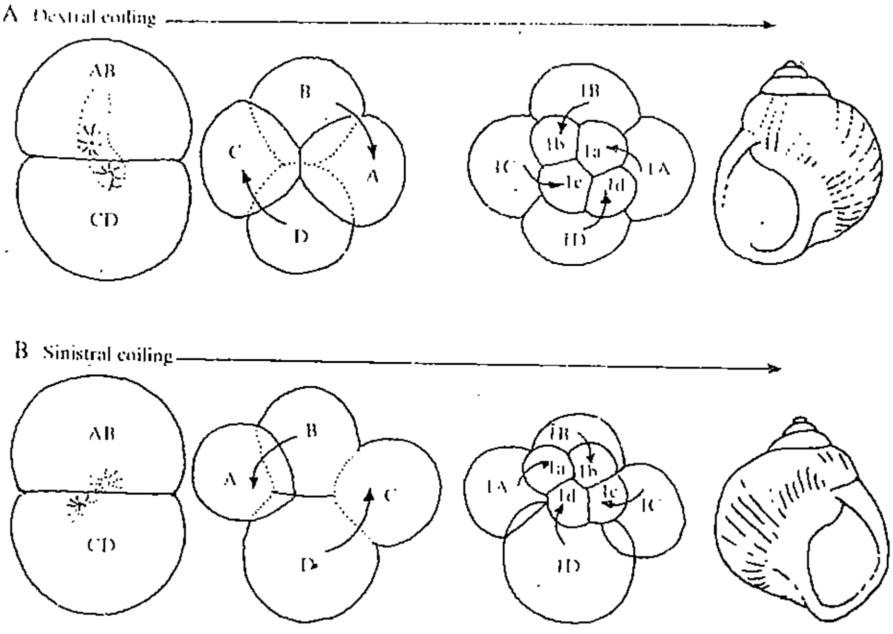
iv) देशांतरीय या अनुप्रस्थ या क्षैतीज तल—यह निरक्षीय मध्यवर्तीय तल की तरह ही है, मगर इसमें विदलन खांचा अंड गोलक के देशांतर के समानांतर मध्यवर्ती वृत्त के दोनों ओर अंडे के जीवद्रव्य से होकर गुजरता है । उदाहरणतः उभयचर अंडों का तृतीय विदलन खांचा (चित्र 14.6 C) ।

14.2.3 विदलन के स्वरूप

गोलाकार या लगभग गोलाकार और अल्प या मध्यम मात्रा में पीतक अंडों वाले (सूक्ष्म या मध्यपीतकी) जन्तु समूहों में अधिकतर प्रथम और द्वितीय विभाजन बराबर आकार के चार ब्लास्टोमियरों को जन्म देते हैं (चित्र 14.5 A, B) । अल्पक्रिय गोलार्ध में पीतक पट्टिकाणुओं का संक्रेदण अधिक होने के कारण, तृतीय विदलन चारों ब्लास्टोमियरों को देशांतर तल पर विभाजित करता है । इससे आठ कोशिकाएं बनती हैं, जो 4-4 ब्लास्टोमियरों के दो अलग-अलग सोपानों में व्यवस्थित होती हैं । इनमें 4 लघु ब्लास्टोमियरों (लघुखंड) का एक सोपान सक्रिय गोलार्ध और 4 बड़े ब्लास्टोमियरों (बृहतखंडों) का दूसरा सोपान अल्पक्रिय गोलार्ध में होता है (चित्र 14.6 C) । इन दो सोपानों में ब्लास्टोमियरों का यह विन्यास बड़ा ही विशिष्ट और भिन्न होता है, जिसके आधार पर विदलन तीन प्रकार का हो सकता है :

क) अरीय विदलन (**Radial Types**): ऊपरी सोपान का प्रत्येक ब्लास्टोमियर अगर निचले सोपान के संगत ब्लास्टोमियर के ठीक ऊपर स्थित है, तो विदलन का पैटर्न या स्वरूप अरीय संममित (radially symmetrical) होगा । यानी ब्लास्टोमियर गोलक की त्रिज्या के समानांतर विन्यसित होंगे । उदाहरणतः इकाइनोडर्म, ऐम्फिऑक्सस, उभयचर (चित्र 14.5 D-F)।

ख) सर्पिल विदलन (**Spiral Cleavage**): अष्ट कोशिकीय भ्रूण अवस्था के ब्लास्टोमियरों का ऊपरी



चित्र 14.4 : मोलस्क घोंघे में सर्पिल विदलन सक्रिय ध्रुव को देखने पर, ब्लास्टोमियर या तो A) दक्षिणावर्त (Dextral) व्यवस्थित होते हैं या फिर B) वामावर्त (sinistral) । यह घोंघे के खोल का कुंडलन है ।

सोपान निचले सोपान के तुल्य स्थानांतरित हो सकता है, जिससे ब्लास्टोमियरों का अरीय सममित विन्यास अलग-अलग अंश में गड़बड़ा जाता है । इस स्थिति में ऊपरी सोपान के ब्लास्टोमियर निचले सोपान के संगत ब्लास्टोमियरों के ठीक ऊपर स्थित नहीं रह पाते । बल्कि ऊपरी सोपान के सभी ब्लास्टोमियर निचले सोपान के ब्लास्टोमियरों को समान दिशा में स्थानांतरित होते हैं । यह स्थिति समसूत्री तर्कु की तिर्यक या तिरछी स्थिति से पैदा होती है, जिससे दो संतति ब्लास्टोमियर एक-दूसरे के ऊपर स्थित नहीं पाए जाते । उदाहरणतः ऐनेलिड, मोलस्क, पॉलिक्लैडिडा संघ के कुछ कृमियों में (चित्र 14.4) ।

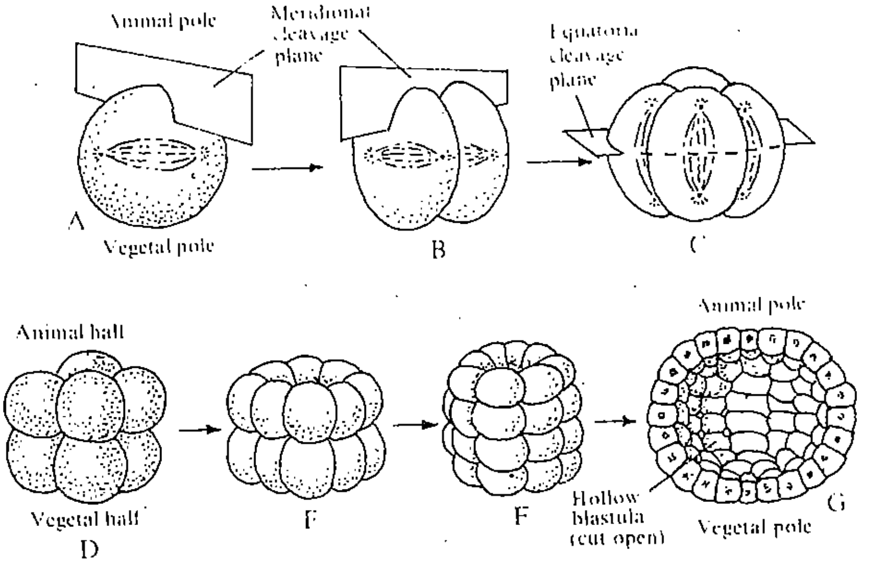
जैसा कि ऊपर देखने में आता है, सर्पिल विदलन का वर्तन दक्षिणावर्त (dextral or clockwise) दिशा में हो सकता है या फिर वामावर्त दिशा में (sinistral or anti-clockwise) । इसलिए इन्हें क्रमशः दक्षिणावर्त और वामावर्त नाम दिया जाता है (चित्र 14.4 A, B) । घोंघा जैसे कई जंतुओं में यह एक आनुवंशिक गुण है ।

ग) **द्विपार्श्विक विदलन (Bilateral Cleavages):** कुछ जंतुओं में (जैसे कंचुकी और सूत्रकृमियों में हालांकि इनमें यह कुछ भिन्न तरीके से होता है) द्वितीय विदलन के बाद 4 ब्लास्टोमियरों का विन्यास अरीय विदलन की ही तरह लगभग अरीय सममित हो जाता है । मगर इनमें से दो ब्लास्टोमियर शेष दो से अपेक्षाकृत बड़े होते हैं, जिससे विकासशील भ्रूण में द्विपार्श्विक सममित का एक तल स्थापित हो जाता है । उत्तरोत्तर विदलनों में ब्लास्टोमियरों का यह द्विपार्श्विक विन्यास और स्पष्ट होता जाता है ।

कोई खास विदलन खांचा अंड को पूर्णतः विभाजित करता है या अंशतः, इस आधार पर भी विदलन को निम्न प्रकारों में बांटा गया है ।

क) **पूर्णभंजी (Holoblastic):** इसमें प्रत्येक विदलन खांचा समूचे अंडे को एक खास तल में पूरी तरह से विभाजित कर डालता है । यह भी दो प्रकार का हो सकता है

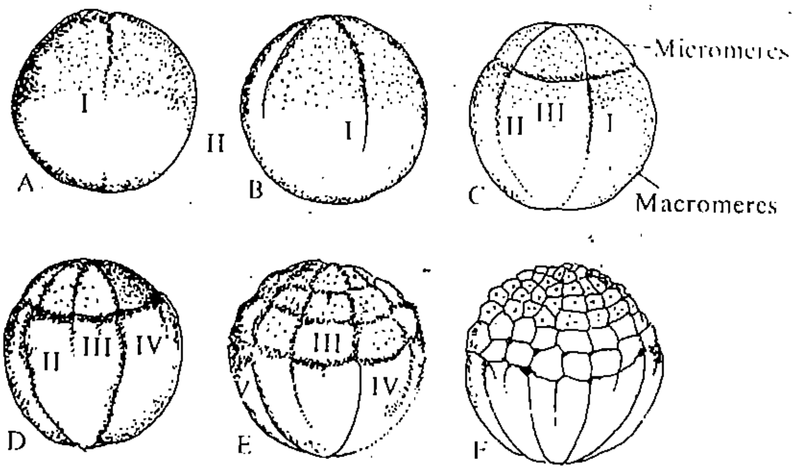
i) **समान पूर्णभंजी विदलन (Equal Holoblastic Cleavage):** यह अपीतकी (यूथेरियन स्तनधारियों) या सूक्ष्मपीतकी (एम्फिऑक्सस, इकाइनोडर्म) अंडों में होता है । इसमें प्रत्येक विदलन खांचा अंडे को इस तरह से विभाजित करता है कि उससे लगभग बराबर आकार के चार ब्लास्टोमियर बनते हैं (चित्र 14.4, A-D) ।



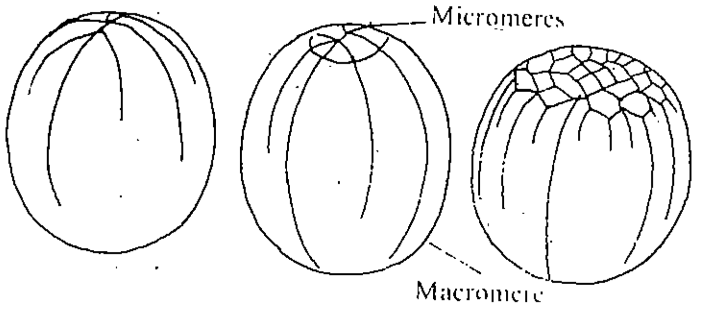
चित्र 14.5 : सिनैप्टा डिजिटा (इकाइनोडर्म जंतु) के सूक्ष्मपीतकी अंडे में पूर्णभंजी और अरीय विदलन जिससे रिक्त ब्लैस्टुला (Hollow Blastula) बनता है (G) । A-B प्रथम और द्वितीय विदलनों के ध्रुववृत्ती तलों को दर्शाते हैं C–मध्यवर्ती तल (तृतीय विदलन) D-G ब्लास्टोमियरों का अरीय-विन्यास ।

ii) **असम पूर्णभंजी विदलन (Unequal Holoblastic Cleavages):** यह मध्यपीतकी और मध्यम रूप से गोलार्धपीतकी अंडों (यानि निम्न वर्ग की अस्थिल मछलियों और उभयचरों) में होता है । इसमें

पीतक अधिकांश अल्पक्रिय गोलार्ध में ही संकेन्द्रित होता है । इन अंडो में प्रथम और द्वितीय विदलन विभाजन मध्यवर्ती तलों में होते हैं, जिनसे 4 बराबर ब्लास्टोमियर बनते हैं । मगर पीतक के अक्रिय भाग में संकेन्द्रित होने के कारण तृतीय विदलन खांचा मध्यवर्तीय वृत्त के ऊपर देशांतरीय और सक्रिय ध्रुव के समीप होता है । यह खांचा चारों ब्लास्टोमियरों में से प्रत्येक को पूर्णतः मगर असमान रूप से एक छोटी और एक बड़ी संतती ब्लास्टोमियर में विभाजित करता है । इस तरह तृतीय विदलन असम पूर्णभंजी है, जो सक्रिय भाग में 4 लघु ब्लास्टोमियर (सूक्ष्मखंड) और 4 विशाल ब्लास्टोमियर (बृहत्खंड) को अल्पक्रिय ध्रुव में जन्म देता है (चित्र 14.6, 14.7) । इसके बाद अल्पतर पीतक वाले सूक्ष्मखंड विशाल पीतक वाले बृहत्खंडों से अधिक दर पर विभाजन करते हैं ।



चित्र 14.6 : मेंढ़क के अंडे में असम पूर्णभंजी विदलन (A-F), विदलन खांचों (Cleavage furrows) को रोमन अंको से दर्शाया जाता है जो उनके उपस्थित क्रम को अंकित करता है, G. एम्फीबीआ के ब्लेस्टुला की काट।

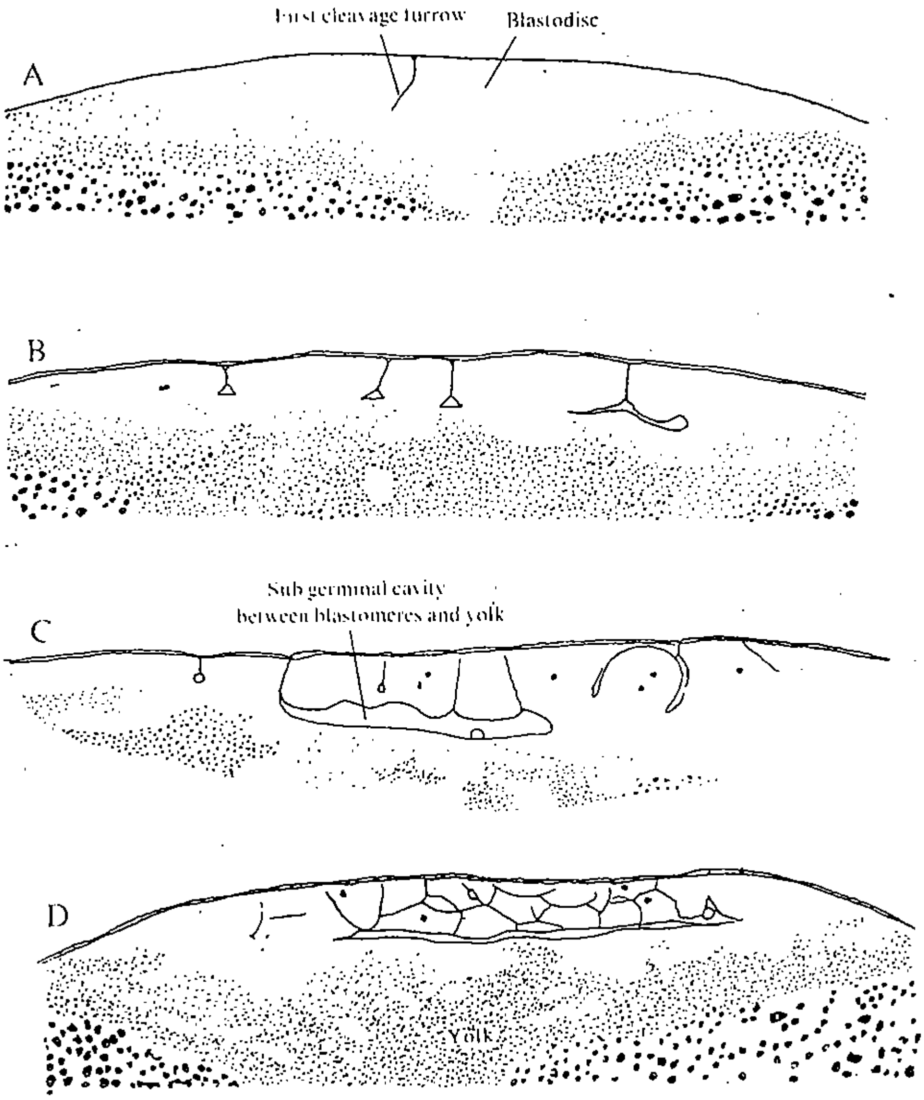


चित्र 14.7 : गेनॉइड मछली ऐमिया में विदलन ।

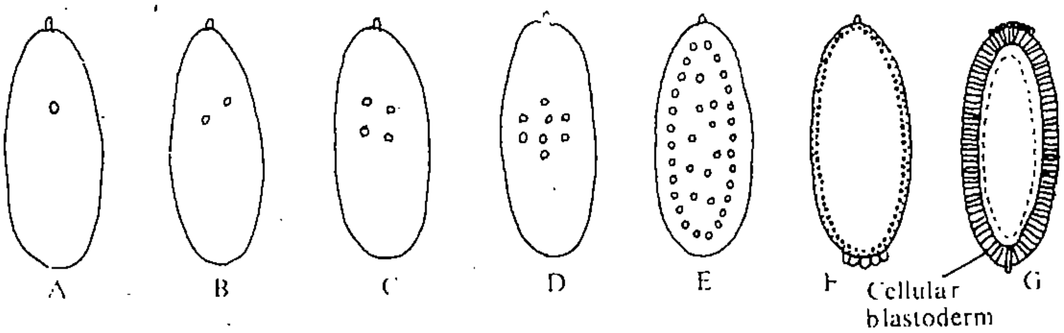
ख) **अंशभंजी (Meroblastic) या आंशिक विदलनः** अंडा पूर्णतः विभाजित नहीं होता, क्योंकि विभाजन अंडे के एक ही भाग में सीमित रहते हैं, जबकि शेष अंडा पूरी तरह से अविभाजित रह जाता है । यह दो प्रकार का होता है

i) **बिम्बाभ अंशभंजी विदलन (Discoidal Meroblastic Cleavage):** यह भारी पीतक वाले गुरू पीतकी और अति गोलार्ध पीतकी अंडों में होता है, जैसे शीर्षपाद मोलस्क, सरीसृप, पक्षी (चित्र 14.8) और अंडा देने वाले स्तनधारी अंडज स्तनी (Monotremes) जंतु विदलन सक्रिय ध्रुव पर स्थित जीवद्रव्यी जननिक डिस्क तक ही सीमित होता है । जननिक डिस्क भी अपूर्ण विभाजित होता है जबकि समूचा पीतक पिंड अविभाजित ही रहता है ।

ii) **सतही अंशभंजी विदलन (Superficial Meroblastic Cleavage):** यह कीटों के केन्द्र पीतकी अंडों में होता है । कोशिका विभाजन परिधीय जीवद्रव्यी स्तर तक ही सीमित रहते हैं, जबकि केन्द्र में स्थित पीतक अविभाजित रह जाता है (चित्र 14.9)।



चित्र 14.8 : निषेचित मुर्गी के अंडे के भागों के चित्र । इसके ब्लास्टोडिस्क में बिम्बाभ अंशभंजी विदलन पीतक के शीर्ष में है ।



चित्र 14.9 : कीट भ्रूण में सतही विदलन का चित्र । A) पीतक में अविभाजित युग्मनज केन्द्रक । (B) – (E) युग्मनज केन्द्रक के प्रथम, द्वितीय, तृतीय और अधिक विभाजन के बाद । (F) संतति केन्द्रक अण्डे के भीतरी भाग से परिधीय जीवद्रव्य में चले चले हैं, जो अभी तक अविभाजित हैं । (G) परिधीय जीवद्रव्य पृथक कोशिकाओं में विभाजित होकर अविभाजित पीतक के इर्द गिर्द कोशिकीय ब्लास्टोडर्म बनाता है ।

अब हम तालिका 14.1 के अनुसार विभिन्न प्रकार के विदलन को सारबद्ध कर सकते हैं ।

तालिका 14.1

विदलन स्वरूप	पीतक की स्थिति	विदलन सममिति	प्रतिनिधि जंतु
पूर्णभंजी विदलन (Holoblastic Cleavage)	समपीतक (अल्प पीतक)	अरीय सर्पिल	इकाइनोडर्म, एम्फिऑक्सस, अधिकांश मोलस्क, ऐनेलिड, चपटाकृमि, गोलकृमि
	अल्प, समवितरित पीतक	द्विपार्श्विक आवर्तन	कंचुकी जंतु, यूथेरियन स्तनधारी
	मध्यपीतक, साधारण से गोलार्धपीतक	अरीय	उभयचर, निम्नवर्गी अस्थिल मछलियाँ
अंशभंजी विदलन (Meroblastic Cleavage)	अति गोलार्धपीतक (घना पीतक)	द्विपार्श्विक बिम्बाभ	शीर्षपादी मोलस्क, सरीसृप, अस्थिल मछलियाँ, पक्षी, अंडा देने वाले स्तनधारी
	केन्द्रपीतक (अंडे के केन्द्र में संकेन्द्रित पीतक)	सतही	ऑर्थोपॉड खासकर कीट

बोध प्रश्न

1) विदलन के विभिन्न तलों के नाम बताइए ।

....

....

....

....

....

2) खाली स्थानों में सही शब्द भरिए ।

अंशभंजी विदलन .... और .... अंडों में होता है ।

कीटों के .... अंडे .... विदलन से गुजरते हैं क्योंकि

कोशिका विभाजन .... के .... स्तर तक सीमित रहता है

जबकि .... स्थित पीतक अविभाजित ही रहता है ।

14.2.4 विदलन के उत्पाद (मौरूला और ब्लैस्टुला)

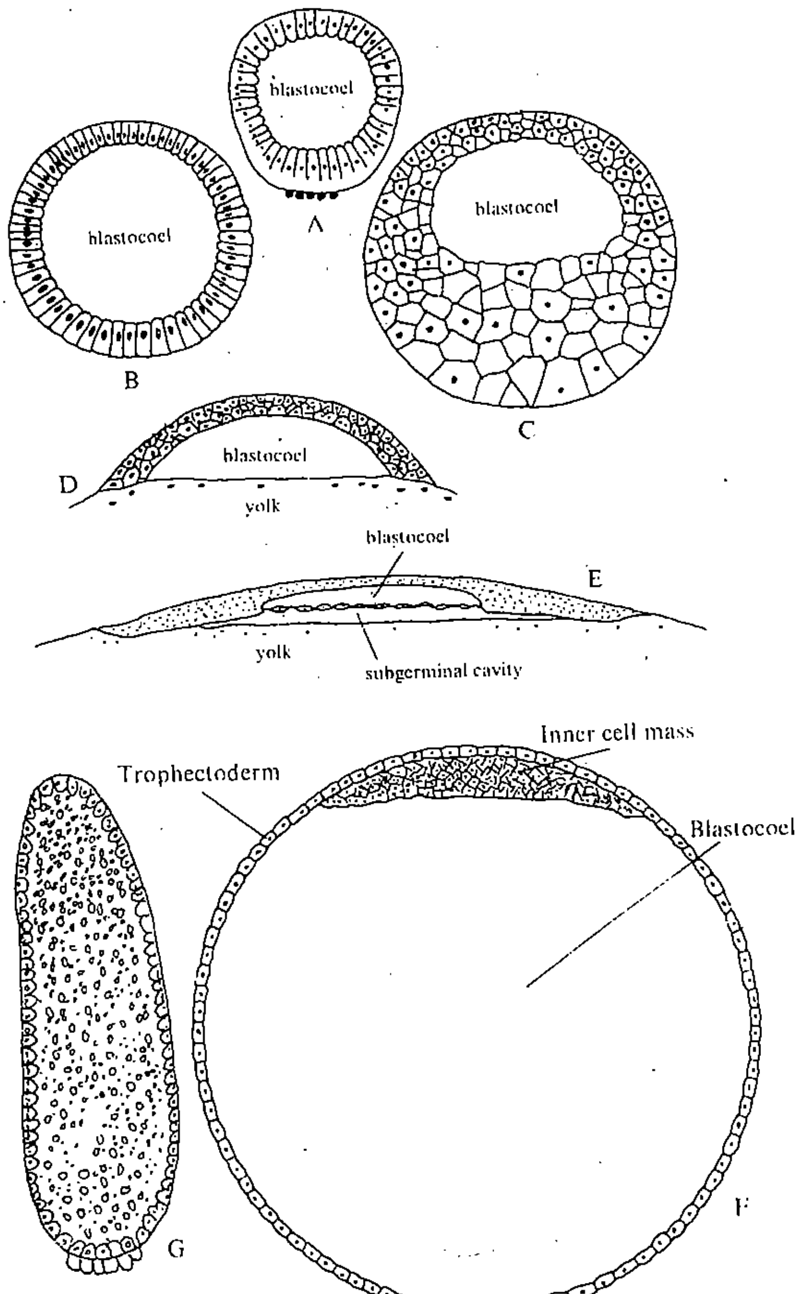
अधिकतर स्थितियों में, आरंभिक विदलन चरणों में ब्लास्टोमियर अंडे के विदलन् से पहले जैसा ही गोलाकार होने लगते हैं । अंड आवरण में उपलब्ध सीमित स्थान से पैदा होने वाला उनके बीच का परस्पर दाब हालांकि एक-दूसरे के संपर्क में आने वाले ब्लास्टोमियरों को चपटा कर देता है, प्रत्येक ब्लास्टोमियर की मुक्त सतह गोलाकार ही रहती है । फलतः कुछ विदलन विभाजनों के हो जाने के बाद भ्रूण की आकृति शहतूत से मिलती-जुलती हो जाती है । इस सतही मेल की वजह से अनेक जन्तुओं के भ्रूण विकास की इस अवस्था को मोरूला कहा जाता है, लैटिन में जिसका अर्थ शहतूत से है ।

विदलन विभाजनों के चलते रहने पर मोरूला में ब्लास्टोमियरों का अनुवर्ती विन्यास जन्तुओं के भिन्न समूहों में अलग-अलग हो सकते हैं । कुछ में ब्लास्टोमियर बीच में किसी रिक्त स्थान के न होने के बावजूद भी एक साथ ठंसे रहते हैं या फिर एक छोटी सी गुहिका बनती तो है मगर जल्दी ही अदृश्य भी हो जाती है । दोनों ही स्थितियों में एक ठोस ब्लैस्टुला की रचना होती है, जिसे स्टीरियोब्लैस्टुला (Stereoblastula) कहते हैं । इसके उदाहरण कुछ चपटे कृमि, ऐनेलिड, मोलस्क और सीलेंटरेट जन्तु हैं । ऐसे ब्लैस्टुलाओं में कुछ ब्लास्टोमियर बाहर ही पड़े रहते हैं और शेष भीतरी भाग में या अंतरस्थ होते हैं ।

लेकिन अधिकांश जंतुओं में ब्लास्टोमियरों के बीच बनने वाली गुहिका बनी रहती है और वह बढ़ भी सकती है । इसे ब्लास्टोसील कहते हैं । जैसे-जैसे विदलन आगे बढ़ता है, ब्लास्टोमियरों का एक-दूसरे से आसंजन बढ़ता जाता है और वे स्वयं को ब्लास्टोसील के इर्द गिर्द एक उपकला स्तर (epithelial layer) के रूप में व्यवस्थित कर लेते हैं । भ्रूण विकास की यह अवस्था ब्लैस्टुला कहलाती है और ऐसे ब्लैस्टुला को सीलोब्लैस्टुला (Coeloblastula) कहते हैं । ब्लास्टोमियर स्तर को ब्लास्टोडर्म (blastoderm) कहा जाता है ।

विभिन्न जन्तु समूहों में ब्लैस्टुला की संरचना में रूपांतरण हो जाता है । यह रूपांतरण अंडे में संचित पीतक की मात्रा से जुड़ा है, जैसा कि आपको कुछ डयूटेरोस्टोम जन्तुओं में ब्लैस्टुला संरचना के विवरण से जानने को मिलेगा ।

इकाइनोडर्म समुद्री ककड़ी का ब्लैस्टुला तरल से भरे एक ब्लास्टोसील का बना होता है, जो घनाभ ब्लास्टोमियर के एक एकल स्तर से घिरा होता है, जिनसे सरल उपकला ब्लास्टोडर्म बनता है । समुद्री अर्चिन और एम्फिऑक्सस के बलैस्टुला में ब्लास्टोसील को घेरे रहने वाला ब्लास्टोडर्म एक उपकला



चित्र 14.10 : इकाइनोडर्म के ब्लैस्टुलाओं की चित्रात्मक तुलना ।(a) ऐम्फिऑक्सस, (b) उभयचर (C) अस्थिल मछली (d) पक्षी (e) स्तनधारियों का ब्लास्टोसिस्ट और (f) कीट

(epithelium) है, जो स्तंभाकार कोशिकाओं (ब्लास्टोमियर) के एक स्तर की बनी होती है । लेकिन सक्रिय ब्लास्टोमियर की तुलना में अक्रिय ब्लास्टोमियर बड़े होते हैं, जिससे उपकला क्रिय ध्रुव पर मोटी और सक्रिय ध्रुव पर पतली होती है । अंडे की ध्रुवता इस तरह से ब्लैस्टुला में भी कायम रहती है (चित्र 14.10, A, B) ।

इकाइनोडर्म और ऐम्फिऑक्सस के ब्लैस्टुला को सीलोब्लैस्टुला कहा गया है ।

बड़ी मात्रा में पीतक अंड वाले जन्तुओं में (जैसे उभयचर) ब्लैस्टुला ब्लास्टोडर्म के ब्लास्टोमियरों के आकार में भारी भिन्नता देखने में आती है । इनमें ब्लास्टोसील केन्द्र में होने के बजाए स्पष्ट रूप से सक्रिय ध्रुव के समीप उत्केन्द्रीय (eccentric) होता है । ब्लास्टोडर्म कोशिकाओं के एक स्तर से बनी सरल उपकला ही नहीं बल्कि दो या अधिक कोशिका मोटा होता है (चित्र 14.10 C) । ब्लास्टोडर्म के अंदर की ओर की कोशिकाएं एक दूसरे से हल्के से जुड़ी होती हैं । लेकिन इसके बाहरी सतह की कोशिकाएं एक-दूसरे से बड़ी दृढ़ता से बंधी रहती हैं । ऐसा इन कोशिकाओं के बीच दृढ़ संधियों की उपस्थिति के कारण होता है । सक्रिय ध्रुव पर ब्लास्टोडर्म और सक्रिय गोलार्ध का अधिकांश सूक्ष्मखंडों (Micromeres) का बना होता है, जो ब्लास्टोसील की गुम्बंदी छत को बनाते हैं। उधर अल्पक्रिय गोलार्ध के ब्लास्टोमियर (Macromere या वृहतखंड) ब्लास्टोसील के फर्श का निर्माण करते हैं । उभयचर में ब्लैस्टुला सीलोब्लैस्टुला ही होता है, परन्तु यह उपर्युक्त तरीके से रूपांतरित हो जाता है । इसका कारण यह है कि पीतक की बड़ी मात्रा अधिकतर अंडे के अल्पक्रिय गोलार्ध में ही स्थित होती है (चित्र 14.10 C) ।

ब्लैस्टुला से तुलनीय भ्रूण अवस्था शार्क, अस्थिल मछलियां, सरीसृप, पक्षी और अंडा देने वाले स्तनधारियों (अंडदस्तनी) में एक से अधिक रूपांतरित रूप में पाई जाती है । इन सभी जन्तुओं के अंडे गुरूपीतकी और अति गोलार्धपीतकी होते हैं । उलबी वर्ग (amniotes) जन्तुओं, सरीसृपों, पक्षियों अंडज-स्तनी (Monotremes) में सक्रिय जीवद्रव्य एक लघु डिस्क (जीवद्रव्यी जननिक डिस्क) तक ही सीमित होता है, जो सक्रिय ध्रुव के समीप पीतक के शीर्ष में होती है, विदलन अंशभंजी होता है, जो सिर्फ जननिक डिस्क में ही होता है और डिस्क की आकृति वाला एक ब्लास्टोडर्म को जन्म देता है यह ब्लास्टोडर्म कोशिकाओं के अनेक स्तरों से बना होता है, जो अविदलित पीतक के ऊपर पाए जाते हैं । इस प्रकार के ब्लैस्टुला को डिस्को-ब्लैस्टुला (discoblastula) कहते हैं । ब्लास्टोडर्म और पीतक के बीच एक तंग स्थान होता हैं । इसे उपजननिक स्थान (Sub-germinal space) या खंडीभवन गुहिका (Segmentation cavity) कहते हैं । यह ब्लास्टोसील के तुल्य नहीं है । पक्षियों में एक वास्तविक ब्लास्टोसील ब्लास्टोडर्म के ऊपरी स्तर (epiblast) और निचले स्तर (hypoblast) के बीच बाद में प्रकट होता है । इसका निर्माण ब्लास्टोडर्म से पलायन करने वाली कोशिकाएं करती हैं (चित्र 14.10 e) ।

कीटों में, जिनमें केन्द्र पीतकी अंडे होते हैं, ब्लैस्टुला अवस्था में कोई गुहिका नहीं पाई जाती । इसमें सिर्फ एक कोशिका मोटा उपकला ब्लास्टोडर्म होता है, जो पीतक भरे अंतस्थ भाग को घेरे रहता है । इस प्रकार के विशिष्ट ब्लैस्टुला को सतही ब्लैस्टुला (Superficial blastula) कहते हैं (चित्र 14.10 F) ।

यूथीरियन स्तनधारी जंतुओं के पीतक रहित अंडों के विदलन पर कोशिकाओं की एक ठोस गेंद (मोरूला) बनती है । इस मोरूला की कोशिकाओं के बीच रिक्त स्थानों में तरल का स्राव होता है । फिर यह आकार में वृद्धि कर ब्लास्टोसिस्ट बन जाता है । यूथीरियन स्तनधारियों की यह ब्लैस्टुला अवस्था है । रचना की दृष्टि से यह कोशिकाओं के एक स्तर (trophectoderm) से बना होता है जो एक तरल भरे विशाल ब्लास्टोसील को घेरे रहता है । ट्रोफेक्टोडर्म या पोषकला की भीतरी सतह से दबे लगे ब्लास्टोसील के एक छोर पर कोशिकाओं का एक समूह होता है, जिसे अंतर कोशिका पिंड (Inner Cell mass या ICM) कहते हैं । भ्रूण का समूचा शरीर कोशिका पिंड की कोशिकाओं से ही मिलकर बनता है (चित्र 14.10 G) ।

बोध प्रश्न 3

i) इकाइनोडर्म जंतुओं और यूथीरिया स्तनधारियों के अंडों में अल्प मात्रा में पीतक या बिल्कुल ही न होने के बावजूद भी इन दोनों वर्गों में विदलन एकदम भिन्न तरीके से होता है । क्यों?,

....

....

....

....

....

नीचे विभिन्न जंतुओं के नाम दिए गए हैं । उनमें होने वाले विदलन और उससे बनने वाले ब्लैस्टुला के प्रकार बताइए

जंतु	विदलन का प्रकार	ब्लैस्टुला का प्रकार
a) सायोना (कंचुकी)	....	....
b) चूहा	....	....
c) रोहू मछली (Labeo rohita)	....	....
d) स्कोलोडिऑन (dogfish)	....	....
e) मेंढ़क (Rana tigrina)	....	....
f) कैलोटेस वर्सिकलर (उधान छिपकली)	....	....
g) कबूतर	....	....
h) समुद्री अर्चिन	....	....
i) नेरीस (ऐनोलिडा)	....	....

14.2.5 विदलन की क्रियाविधि

किसी भी कोशिका में होने वाले समसूत्री विभाजन की ही तरह विदलन दो घटनाओं का परिणाम है : समसूत्री केन्द्रक विभाजन (Karyokinesis), जिसके बाद जीवद्रव्य विभाजन (Cytokinesis) होता है । दोनों घटनाओं में अनेक उपापचयी प्रक्रम होते हैं । अंड जीवद्रव्य में अंडे के अंडाशय से निकलने से पहले ही इन प्रक्रमों की सभी आवश्यकताएं निहित होती हैं । जीवद्रव्य में इनका संश्लेषण और संचय अंडजनन (oogenesis) के दौरान होता है । यह अंडक (oocyte) में मौजूद मातृ जीनों की क्रिया के फलस्वरूप होता है । शुक्राणु द्वारा निषेचन अंड जीवद्रव्य में उपापचयी प्रक्रमों को सक्रिय कर देता है और अंडजनन के दौरान मातृ जीनों द्वारा पहले से तय कार्यक्रम के अनुसार विदलन का आरंभ करता है । इसके काफी प्रमाण हैं कि विदलन अंडजनन के दौरान मां से अंड जीवद्रव्य को प्राप्त होने वाली आनुवंशिक सूचना द्वारा निर्देशित होता है । आरंभिक विदलन के दौरान युग्मनजी केन्द्र में अनुलेखन नहीं होता और होता भी है, तो न के बराबर । इसलिए पितृ जानों के प्रभाव, जो कि अंडे में शुक्राणु केन्द्रक के साथ प्रवेश करते हैं, कलांतर में प्रकट होते हैं ।

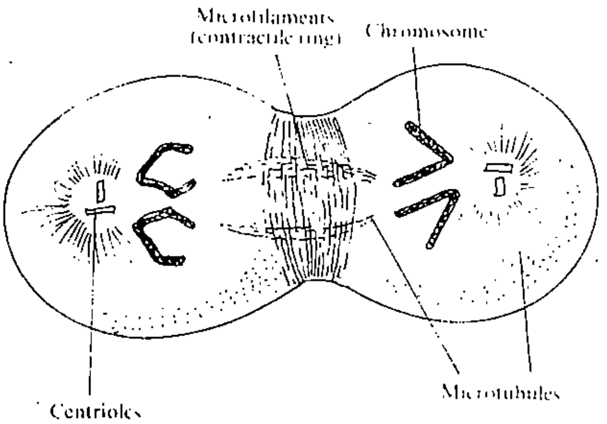
इस प्रकार के द्विप्रावस्थिक खंडीभवन (biphasic segmentation) के नियामक कारक अंड जीवद्रव्य में ही मौजूद रहते हैं ।

साइटोस्केलटल क्रियाविधि (Cytoskelatal Mechanism)

विदलन या कोशिका विभाजन में दो समन्वित प्रक्रम होते हैं (तालिका 2 चित्र 14.11) ।

1 **केन्द्रकविभाजन (Karyokinesis):** केन्द्रक का समसूत्री विभाजन समसूत्री तर्कु (Mitotic Spindle) के निर्माण पर निर्भर करता है । तर्कु सूक्ष्मनलिकाओं (Microtubules) का बना होता है, जिनकी संरचनात्मक इकाई टयुबुलिन प्रोटीन (Tubulin Protein) है । अंडे को कोल्चिसीन नामक दवा से

अभिक्रिया कराने पर सूक्ष्मनलिकाएं ध्वस्त हो जाती हैं और केन्द्रक विभाजन मध्यावस्था (Metaphase) में ही अवरूद्ध हो जाता है (तालिका 14.2) ।



चित्र 14.11 : कोशिका विभाजन में सूक्ष्मतंतुओं (microfilaments) और सूक्ष्मनलिकाओं (microtubules) की भूमिका । अंत्यावस्था (telophase) में यहां दिखाई गई कोशिका में गुणसूत्रों को सूक्ष्मनलिकाओं द्वारा तारककेन्द्र (centriole) की ओर खींचा जा रहा है जबकि जीवद्रव्य सूक्ष्मनलिकाओं के संकुचन के जरिए प्रवेश करता है ।

2 जीवद्रव्य विभाजन (Cytokinesis) : कोशिका का विभाजन संकुचनशील सूक्ष्मतंतुओं पर निर्भर है, जिनकी संरचनात्मक इकाई ऐक्टिन प्रोटीन है । सूक्ष्मतंतुओं का एक वलय कोशिका के चारों ओर वल्कुट (Cortex) में प्रकट होता है, जहां पर विदलन खांचा बनता है । सूक्ष्मतंतु वलय का बटुआ की डोरी की तरह का संकुचन खांचे को और गहरा बनाता है, जिससे आखिर में कोशिका दो भागों में बंट जाती है (चित्र 14.11) । अंडे को साइटोचैलसिन–बी से अभिक्रिया कराने पर सूक्ष्मतंतुओं के संकुचनशील वलय का गठन अवरूद्ध हो जाता है । इससे विदलन नहीं खांचा बनता और जीवद्रव्य विभाजन नहीं हो पाता (तालिका 14.2) ।

तालिका 14.2 केन्द्रक विभाजन और जीवद्रव्य विभाजन में तुलना

प्रक्रम	यांत्रिक कर्मक	मुख्य प्रोटीन संघटन	स्थिति	मुख्य ध्वंसक कर्मक
केन्द्रक विभाजन	समसूत्री तर्कु	ट्यूबुलिन सूक्ष्मनलिकाएं	केन्द्रीय जीवद्रव्य	कोल्चिसीन
जीवद्रव्य विभाजन	संकुचनशील वलय	ऐक्टिन सूक्ष्मतंतु	वल्कुटी जीवद्रव्य	साइटो चैलसिन–बी

केन्द्रक विभाजन और जीवद्रव्य विभाजन समन्वित प्रक्रम हैं, जिसमें जीवद्रव्य विभाजन केन्द्रक विभाजन के बाद होता है । मगर यह समन्वयन किस प्रक्रम के जरिए होता है, इसका अभी तक पता नहीं चल पाया है । उपलब्ध प्रमाण बताते हैं कि समसूत्री तर्कु ही विदलन खांचों की अवस्थिति को निधारित करता है, खांचा, तर्कु की दीर्घ अक्ष के लंब में बनता है ।

विदलन खांचे का निर्माण तारकों के एक युगल की उपस्थिति पर निर्भर करता है एक–एक तर्कु के दोनों सिरों पर । तारक किरणों का ध्वंस, खांचे का निमार्ण और फलतः जीवद्रव्यविभाजन को रोक देता है ।

केन्द्रक विभाजन और जीवद्रव्य विभाजन हालांकि समन्वित होते हैं परन्तु वे स्वतंत्र प्रक्रम हैं । केन्द्रक विभाजन तब भी हो सकते हैं जब उनके बाद जीवद्रव्यी विभाजन न हो रहा हो । जैसा कि आप जान गए हैं कि साइटोचैलसिन–बी से अभिक्रिया कराने पर जीवद्रव्य विभाजन अवरूद्ध हो सकता है, लेकिन केन्द्रकीय विभाजन तब भी पूर्णता की ओर बढ़ता है, जिसके फलस्वरूप द्विकेन्द्रीकी या बहुकेन्द्रकी कोशिकाएं बनती हैं । यह प्रकृति में भी होता है । जैसे कि कीट अंड में, युग्मजी केन्द्रक और उसके संतति केन्द्रक कई बार समसूत्रण विभाजन कर सैकड़ों केन्द्रकों को जन्म देते हैं । जीवद्रव्यी विभाजन तभी होता है, जब ये सभी केन्द्रक परिधीय जीवद्रव्य में पलायन कर लेते हैं (चित्र 14.9 को देखें) । इसी तरह जीवद्रव्य का विदलन केन्द्रक विभाजन के अवरूद्ध होने पर भी हो जाता है । उदाहरणतः

यदि एक निषेचित अंडे के युग्मनजी केन्द्रक को हटा लिया जाए, तो अकेन्द्रकी अंड के जीवद्रव्य में ब्लैस्टुला की अवस्था तक विदलन विभाजन होता है ।

नई झिल्लियों का निर्माण

अंडे या एक ब्लास्टोमियर के विभाजन प्रत्येक विदलन पर झिल्ली द्वारा आवृत दो संतति कोशिकाओं के सकल पृष्ट क्षेत्रफल को बढ़ा देते हैं । पितृ कोशिका की विद्यमान झिल्ली अपर्याप्त होती है । अब तक प्राप्त प्रमाण से यही संकेत मिला है कि विदलन के दौरान संतति ब्लास्टोमियरों के लिए झिल्लियों की इस अपर्याप्तता की पूर्ति दो स्रोतों से की जाती है

1) संतति कोशिका को आवृत करने वाली झिल्लियों का एक भाग युग्मनज या ब्लास्टोमियर की मूल प्लैज्मा झिल्ली की खिंचाव और विस्तार द्वारा प्रदान किया जाता है ।

2) कोशिका झिल्ली के एक भाग का संतति कोशिकाएं नव संश्लेषण करती हैं ।

इस प्रकार खांचा झिल्लियां विभिन्न भागों का मोज़ेक (पच्चीकारी) होती हैं ।

बोध प्रश्न 4

i) परिभाषित कीजिए

क) केन्द्रक विभाजन ....

....

....

ख) जीवद्रव्य विभाजन ....

....

....

ii) **निम्न की मूल संरचनात्मक इकाइयां कौन है**

क) तर्कु तंतु (Spindle fibres)

ख) सूक्ष्मतंतुओं का संकुचनशील वलय

ग) तारक किरणें

....

....

iii) विदलन विभाजन किस तरह से **प्रभावित होता है, जब अंडे को**

क) **कोल्चिसीन से अभिक्रियित किया जाता है**

ख) **साइटोचैलेसिन-बी से अभिक्रियित किया जाता है**

....

....

....

....

14.3 गैस्टुलाभवन (GASTRULATION)

एक कोशिकीय युग्मनज के विदलन का समापन बहुकोशिकीय ब्लैस्टुला के निर्माण में होता है, जो गुहिकाविहीन एक ठोस संरचना (स्टीरियोब्लैस्टुला) हो सकती है या फिर इसकी कोशिकाएं एक गुहिका

के चारों ओर एक कोशिका या अनेक कोशिका मोटी उपकला के रूप में विन्यासित (सीलोब्लैस्टुला) हो सकती हैं जो या तो पीतक के चारों ओर या उसके शीर्ष पर पाई जाती है (सतही ब्लैस्टुला; डिस्कोब्लैस्टुला) । किसी भी स्थिति में ब्लैस्टुला में विकसित जीव शरीर की आकृति या गठन से कोई समानता नहीं होती । इसलिए अनुवर्ती विकास अवस्था में इस सरल ब्लैस्टुला को स्वयं को एक अधिक जटिल भ्रूण संरचना (गैस्ट्रुला) में रूपांतरित करना होता है, जिस पर वयस्क शरीर का निर्माण हो सके । रूपांतरण के ऐसे प्रक्रम को गैस्ट्रुलाभवन (gastrulation) कहा जाता है । व्यक्तिवृत्तीय विकास (Ontogenetic development) की यह एक बहुत ही महत्वपूर्ण अवस्था है, जहां से व्यस्क शरीर के रूप और गठन के विकास की शुरूआत होती है ।

स्पंज और सीलेंटरेट वर्ग को छोड़ सभी उत्तर जंतुओं (Metazoans) के शरीर के विभिन्न ऊतक और अंग उन कोशिकाओं से विकसित होते हैं, जो तीन स्तरों में विन्यासित हो जाती हैं–बाहरी बाह्यत्वचा (ectoderm), भीतरी अंतस्त्वचा (endoderm) और इन दो स्तरों के बीच मध्यजनस्तर (Mesoderm) ।

इन्हें जननिक स्तर (Germinal layers) कहते हैं । कुछ परजीवी चपटे कृमियों को छोड़कर एक नई गुहिका का विकास होता है, जो अंतस्त्वचा से घिरी होती है । इस गुहिका को आधंत्र यानी आदिआंत (archenteron) कहते हैं, जो आहार नाल का आदि स्वरूप है ।

ब्लैस्टुला में सभी कोशिकाएं सतह पर स्थित होती हैं और ब्लास्टोडर्म बनाती हैं । गैस्ट्रुलाभवन के दौरान ब्लास्टोडर्म के हिस्सों का विस्थापन होता है । इससे ब्लैस्टुला सतह से संभावित अंतस्त्वचीय और मध्यजन स्तरीय कोशिकाएं हटा कर भ्रूण के अंतस्थ में ले आई जाती है । आगामी विकास के दौरान यहीं पर संबंधित अंगों की रचना होती है । संभावित बाह्यत्वचा की कोशिकाएं सतह पर ही रहती हैं । कोशिकाओं का एकमात्र स्तर यानी ब्लैस्टुला तीन जननिक कोशिका स्तरों को जन्म देता है–बाहयत्वचा, मध्यजनस्तर और अंतस्त्वचा । गैस्ट्रुलाभवन इस तरह एक गत्यात्मक प्रक्रम है, जिसमें ब्लैस्टुला कोशिकाओं का भारी पैमाने पर संचालन होता है । इसी के फलस्वरूप उनका इस तरह से विन्यास बनता है, जो कि मूल शरीर योजना (basic body plan) को स्थापित कर देता है । अब इसी योजना के अनुसार भ्रूण को अपना आगामी विकास करना होता है । चूंकि ये संचलन शरीर के रूपाकार और संगठन की नींव रखते हैं, इसीलिए इन्हें संरचना-विकासी संचलन (morphogenetic movements) कहा जाता है । इनमें कोशिकाओं की समूची उपकला स्तरों के संचालन के साथ-साथ उन कोशिकाओं का स्वतंत्र संचलन भी होता है, जो उपकला से टूटकर मध्योतक बन जाती है ।

गैस्ट्रुलाभवन के दौरान संरचना विकासी संचलनों की सीमा कुछ हद तक पूर्णित ब्लैस्टुला के ब्लास्टोडर्म में कोशिकाओं की संख्या पर निर्भर करती है । उदाहरण के लिए, ऐसिडियन स्टिएला (ट्यूनिकेटा) में गैस्ट्रुलाभवन के दौरान अपेक्षाकृत सरल और कम संचलन होते हैं । इस जंतु में ब्लैस्टुला अवस्था के समापन पर सिर्फ 100 कोशिकाएं ही होती हैं । मेंढ़क जैसे जन्तुओं में, जिनमें ब्लैस्टुला अवस्था में ब्लास्टोडर्म हजारों कोशिकाओं से बना होता है, इन कोशिकाओं के तीन जननिक स्तरों में पुनर्विन्यास के लिए गैस्ट्रुलाभवन के दौरान बहुत बड़े पैमाने पर और जटिल संचलनों की आवश्यकता पड़ती है ।

गैस्ट्रुलाभवन की महत्वपूर्ण विशेषताएं इस प्रकार है

क) संरचनाविकासी संचलनों के माध्यम से भ्रूण कोशिकाओं का पुनर्विन्यास

ख) कोशिका विभाजन की दर धीमी पड़ जाती है (चित्र 14.1)

ग) न के बराबर वृद्धि

घ) ऑक्सीकरण में तीव्रता

ङ) भ्रूण कोशिकाओं की क्रियाओं को नियंत्रित करने में केन्द्रक अधिक सक्रिय हो जाते हैं । पितृ जीनों का प्रभाव गैस्ट्रुलाभवन के दौरान स्पष्ट होने लगता है ।

14.3.1 नियति मानचित्र (Fate Maps)

ब्लैस्टुला में जननिक स्तरों की भविष्य की कोशिकाओं की स्थिति की जानकारी के बिना गैस्ट्रुलाभवन के विस्तृत प्रक्रम को जानना कठिन है ।

ब्लैस्टुला के प्रत्येक भाग या विकास की किसी भी अवस्था में भ्रूण की संभावी स्थिति या नियति को दिखाने वाले चार्ट या चित्र को नियति मानचित्र (Fate Map) कहते हैं ।

ब्लैस्टुला या विभिन्न जंतुओं के किसी भी विकासीय अवस्था के नियति मानचित्र कई तरीकों से बनाए जा सकते हैं ।

प्राकृतिक चिह्नांकन (By Natural Markings)

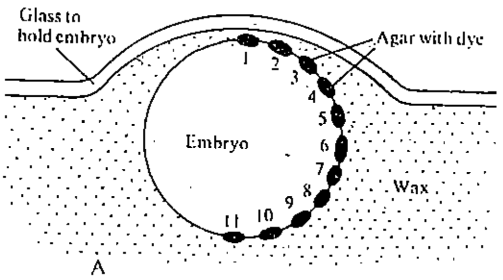
कुछ जंतुओं में अंडे के कुछ खास हिस्सों में जीवद्रव्य की विशेषताओं को काम में लाया जा सकता है, जैसे जीवद्रव्य में पाए जाने वाली वर्णक कणिकाएं । ऐसे जीवद्रव्यी क्षेत्रों के संतति ब्लास्टोमियर जब कभी भी पश्च अवस्था में उपस्थित रहें, तो वे अपने साथ वर्णक कणिकाएं लिए रहते हैं । अंडे के विभिन्न जीवद्रव्यी भागों में अलग-अलग रंग की वर्णक कणिकाएं मौजूद रहती हैं जो विभिन्न जंतुओं में विदलन से उपजे विभिन्न ब्लास्टोमियरों में बनी रहती हैं । जैसे डेंटेलियम (मोलस्क), समुद्री अर्चिन (इकाइनोडर्मेटा), एसिडियां, उभयचर इत्यादि । मगर वर्णकता की विशेषताएं भी भ्रूण के वर्णित भागों या समूचे भ्रूण के विस्तृत नियति मानचित्र बनाने के लिए पर्याप्त नहीं होती ।

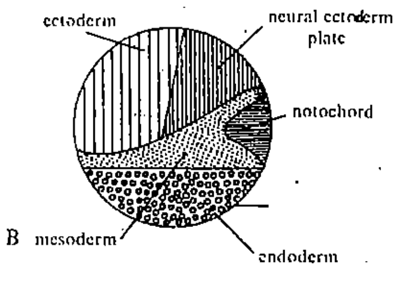
एक आरंभिक भ्रूण के कुछ या सभी हिस्सों की नियति को निश्चित करने और उनके नियति मानचित्र बनने के लिए कुछ कृत्रिम विधियां विकसित की गई हैं, जो इस प्रकार है

जैव रंजक अभिरंजन विधियां (Vital Dye Staining Method)

इस विधि में एक जैव रंजक (Vital dye) के घोल में भीगा ऐगार (agar) या सेलोफेन (Cellophane-काचाभपत्र) का एक टुकड़ा भ्रूण के आवश्यक स्थान पर लगाया जाता है । जैव रंजक नील ब्लू सल्फेट, न्यूट्रल रेड, बिस्मार्क ब्राउन आदि हैं । रंजक ऐगार (या काचामपत्र) से भ्रूण के उस स्थान में विसरित हो जाता है (चित्र 14.12 A) । भ्रूण सामान्य रूप से विकास जारी रखता है । अभिरंजित ब्लास्टोमियर और उनकी संतति कोशिकाएं लंबे समय तक रंजक को लिए रहती हैं । और उनसें रंजक का अनामि-रंजित कोशिकाओं में विसरण भी नहीं होता बाद में विभेदित भ्रूण में अभिरंजित कोशिकाओं की स्थिति से मूलतः अभिरंजित कोशिकाओं की नियति का पता चल जाता है ।

इस विधि से उभयचरों के ब्लैस्टुला और कुछ दूसरी भ्रूण अवस्थाओं के विस्तृत नियति मानचित्र बनाए गए हैं (चित्र 14.12 B) ।

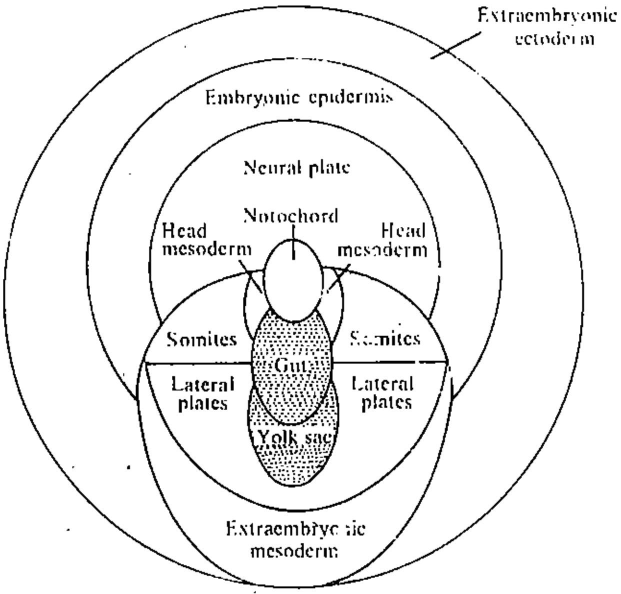




चित्र 14.12 : उभयचर भ्रूण में जैव रंजक अभिरंजन विधि का चित्र ।
A : जैव रंजकों से भ्रूण सतह के विशिष्ट भागों के चिह्नांकन के लिए वोग्ट की विधि
B : ज़नन स्तरों के संभावित भागों को दिखाता उभयचरी ब्लैस्टुला का नियति मानचित्र। तीर भविष्यत ब्लास्टोपोर स्थल को दिखाता है ।

कार्बन कण चिह्नांकन विधि (Carbon Particle Marking Method)

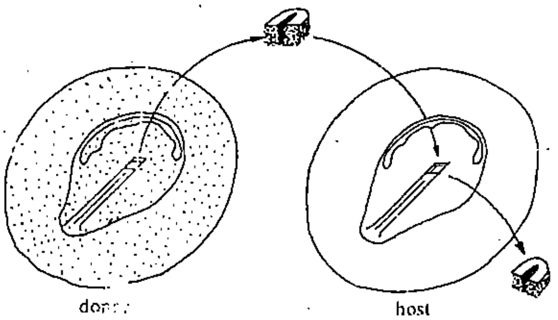
इस विधि में लघु कार्बन कण विकासशील भ्रूण पर लगाए जाते हैं । ये कण कोशिकाओं की सतह से चिपक जाते हैं और आगामी विकास के दौरान उनके संचलन पर दृष्टि रखने के लिए ये चिह्नक का काम करते हैं, जिससे उनकी अंतिम स्थिति नियति निश्चित की जाती है । पक्षी के भ्रूणों के ब्लास्टोडर्म के नियति मानचित्र इस विधि से बनाए गए हैं (चित्र 14.13) ।



चित्र 14.13 : गैस्ट्रुलाभवन से कुछ समय पहले पक्षी के ब्लास्टोडर्म का नियति मानचित्र आदि वर्णरेखा अभी तक नहीं बनी है मगर कालांतर में यह नोटोकॉर्ड (Notochard) या पृष्ठ के रज्जु भाग तक फैलता है ।

रेडियोधर्मी चिह्नांकन (Radioactive Labelling)

पक्षी ब्लास्टोडर्म में रेडियोधर्मी चिह्नांकन विधि का सफलतापूर्वक प्रयोग किया गया है । इस विधि में एक दाता (donor) भ्रूण को चिह्नांकित कर उसके एक अंश को उसी विकास अवस्था वाले दूसरे भ्रूण (अदाता) में ठीक उसी स्थान में प्रत्यारोपित कर दिया जाता है । एक कर्त्तोतकी ब्लास्टोडर्म (explanted blastoderm) को एक माध्यम में डुबोया जाता है, जिसमें रेडियोधर्मी ट्राइटियमित (H^3) थाइमिडीन (Radioactive tritiated thymidine) होता है । तीन से आठ घंटे के अंदर ट्राइटियमित थाइमिडीन विभाजी ब्लास्टोडर्म कोशिकाओं के गुणसूत्री डी एन ए (DNA) में मिल जाता है । ट्राइटियमित थाइमिडीन से इस प्रकार चिह्नांकित भ्रूण एक दाता (donor) का काम करता है । इसी बीच चिह्नांकित दाता भ्रूण द्वारा विकास की उसी अवस्था वाले जिस दूसरे भ्रूण को पा लिया जाता है, उसे अब परपोषी या आदाता के काम के लिए चुना जाता है । आदाता भ्रूण का एक छोटा-सा हिस्सा उच्छेदित किया जाता है और उसकी जगह दाता भ्रूण से एक संगत टुकड़ा आरोपित किया जाता है, जिसकी नियति का निर्धारण करना होता है (चित्र 14.14)। यदि यह क्रिया सावधानी से की जाए, तो उच्छेदित भाग जल्दी ही ठीक हो जाता है और कोशिकाओं के भ्रूण के विकास में कोई बाधा नहीं आती । थाइमिडीन चिह्नांकित केन्द्रक से बाहर नहीं निकलता बल्कि उनकी संततियों के गुणसूत्र में ही बना रहता है । यद्यपि डी एन ए में मौजूद थाइमिडीन रेडियोधर्मी प्रत्येक अनुवर्ती गुणसूत्री अनुलिपिकरण के साथ धीरे-धीरे हल्का पड़ता जाता है, तथापि इसकी रेडियोधर्मिता लंबे समय तक कायम रहती है । अंशतः दाता और अंशतः दाता से जन्में इस संघचित भ्रूण की रेडियोधर्मिता के लिए विकास की एक पश्च अवस्था में जांच की जाती है । इसके लिए ऑटो-रेडियोग्राफी जैसी विशेष तकनीक काम में लाई जाती है । सिर्फ प्रत्यारोपित टुकड़े से विकसित भाग या संरचना में ही रेडियोधर्मिता देखने में आती है, जिससे दाता भ्रूण से निकाले गए अंश विशेष की नियति का निर्धारण हो जाता है ।



चित्र 14.14 : एक चूज़े के ब्लास्टोडर्म के एक खास अंश की नियति की जांच करने वाली विधि को स्पष्ट करता है । इसमें एक ट्राइटियमित थाइमिडिन चिह्नांकित दाता से एक संगत अंश अचिह्नांकित आदाता में आरोपित किया जाता है ।

14.3.2 संरचना विकासी संचलन (Morphogenetic Movements)

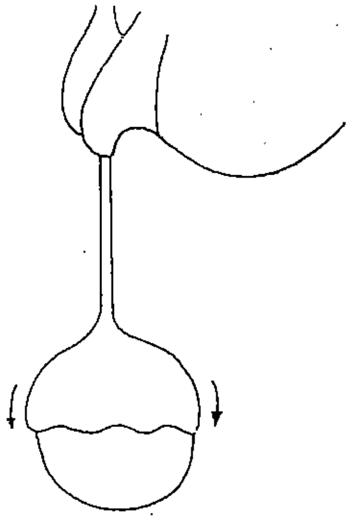
गैस्ट्रुलाभवन एक गत्यात्मक प्रक्रम है, जिसमें ब्लैस्टुला के विभिन्न क्षेत्रों की कोशिकाओं के तरह-तरह के समन्वित संचलन (Coordinated movements) होते हैं ।

भ्रूण में एक स्थान से दूसरे स्थान तक कोशिकाओं के ऐसे संचलनों, जिनसे एक विशेष रूप या संरचनात्मक विन्यास स्थापित होता है, उन्हें संरचना-विकासी संचलन कहते हैं । ये संचलन गैस्ट्रुलाभवन से शुरू होकर भ्रूण विकास में तो होते ही है, साथ ही व्यस्क शरीर (adult body) में भी होते हैं । व्यस्क शरीर में ये संचलन उत्क्रमणीय (reversible) होते हैं मगर गैस्ट्रुलाभवन के दौरान होने वाले संचलन अनुत्क्रमणीय होते हैं ।

गैस्ट्रुलाभवन विभिन्न तरह के संरचना विकासी संचलनों के प्रारंभ होने के फलस्वरूप शुरू होता है और आगे बढ़ता है । ये संचलन कोशिकाओं के वर्ग विशेष में जन्मजात होते हैं । सुविधा के लिए इनका अलग-अलग विवरण दिया गया है मगर यह ध्यान में रखा जाए कि इनमें से दो या अधिक साथ-साथ भी हो सकते हैं । मोटे तौर पर भ्रूण विकास में संरचनाविकासी संचलनों के दो समूह होते हैं । ये है: अध्यारोहण या एपीबोली (Epiboly) और एम्बोली (Emboly) या अंतरारोहण ।

i) अध्यारोहण या अध्यारोही संरचनाविकासी संचलन

अध्यारोहण या एपीबोली का अर्थ क्षेपण या विस्तार करना है । यह सिर्फ संभावी बाह्यत्वचीय ब्लास्टोमियरों (यानी अधित्वचीय और तंत्रिक क्षेत्रों) में ही होता है । इस भाग की कोशिकाओं में



चित्र 14.15 : अध्यारोहण से अनुरूपता दिखाता चित्र । एक गोलक पर श्यान तरल (Viscous liquid) उंडेलने पर वह धीरे-धीरे फैलकर सतह को ढक लेता है ।

चपटा होने, विस्तार करने और फैलने का जन्मजात गुण होता है । संभावी बाह्यत्वचीय क्षेत्रों की कोशिकाएं फैलती हैं और विस्तार करती हैं । मगर ये सतह पर ही बनी रहती हैं और फिर बाह्य स्तर बनाती हैं, जो समूचे भ्रूण को आवृत करता है और अंदर की ओर पलायन करने वाले संभावी मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वची ब्लास्टोमियरों को घेरे रहता है ।

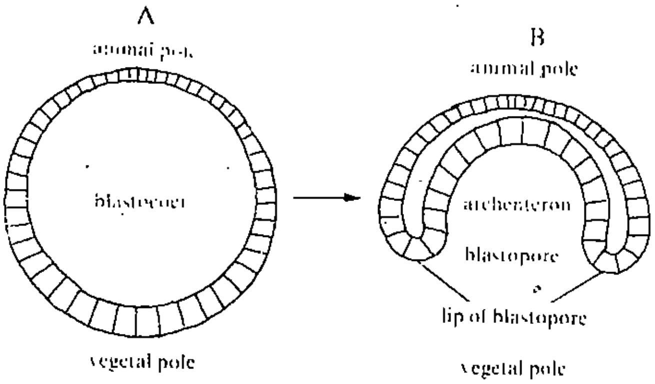
ii) एम्बोली या अंतरारोही संरचनाविकासी संचलन

एम्बोली या अंतरारोहण का मतलब अंदर धकेलना है । ये संचलन भ्रूण की बाहरी सतह से संभावी मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वची कोशिकाओं का उसके भीतरी भाग की ओर पलायन कराते हैं ।

एम्बोली में कई भिन्न प्रकार के संचलन आते हैं

अंतर्वलन (**Invagination**)

इसमें विशेषकर संभावी अंतस्त्वचीय क्षेत्रों का अंतर्धसन (insinking) या अंतवर्लन (infolding) प्रक्रम आता है (चित्र 14.16) । अधिकांश जंतुओं में गैस्ट्रुलाभवन के दौरान यह सर्वाधिक दिखाई देने वाला अंतरारोही संचलन है । उदाहरणतः इकाइनोडर्म, एम्फिऑक्सस उभयचर आदि । अंतर्वलन (invagination) दो प्रकार का हो सकता है



चित्र 14.16 : अंतर्वलन द्वारा गैस्ट्रुलाभवन का चित्रात्मक निरूपण । ब्लैस्टुला (A) और गैस्ट्रुला के अनुभाग (B) ।

क) निश्चेष्ट अंतर्वलन (Passive invagination), जो दूसरी कोशिकाओं की क्रिया के फलस्वरूप होता है, या

ख) सक्रिय अंतर्वलन (active invagination), जो अंतर्वलनकारी कोशिकाओं के अन्तर्निष्ठ से उत्पन्न होता है ।

अंतर्वलन के विभिन्न कारण बताए गए हैं :

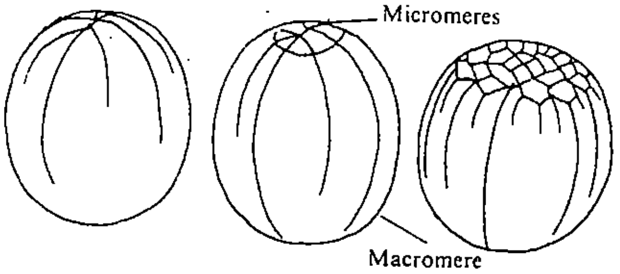
- कुछ खास कोशिकाओं द्वारा ब्लास्टोसील तरल का अवशोषण
- ब्लास्टोसील तरल और बाह्य माध्यम के गुणों में भिन्नता
- ब्लास्टोसील तरल की उच्च सापेक्षिक क्षारता जो कुछ खास कोशिकाओं की झिल्लियों में स्थानीय पृष्ठ-तनाव परिवर्तन पैदा करती है ।

यह बात ध्यान में रखने की है कि कोई एक कारक अंतर्वलन पैदा नहीं करता, बल्कि विभिन्न जन्तुओं में भिन्न-भिन्न कारकों का गठजोड़ इस क्रिया में शामिल होता है ।

निवर्तन (**Involution**)

इसका अर्थ अंदर को मुड़ना या लोटना है । मध्यजनस्तरी ब्लास्टोमियरों का निवर्तन ऐम्फिऑक्सस, उभयचरों, पक्षियों, सरीसृपों, अंडास्तनियों (मोनोट्रीम) और कुछ यूथीरिया स्तनधारियों में भी देखा गया है । उभयचरों में गैस्ट्रुलाभवन के दौरान ब्लास्टोपोर के ओष्ठ (Lip) के कोर पर स्थित ब्लास्टोमियर ओष्ठ पर लोट (निवर्तन) कर आंतरिक बन जाते हैं (चित्र 14.25, 14.28) । पक्षी भ्रूण में ब्लास्टोडर्म

के पश्च कोर (Posterior Margin) पर स्थित कोशिकाएं इसी तरह निवर्तन कर अधर स्तर की रचना करतीं हैं, जिसे हाइपोब्लास्ट (hypoblast) कहते हैं (चित्र 14.17) । ब्लास्टोडर्म की सतह पर स्थित संभावी मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वचीय कोशिकाएं आदि वर्णरेखा (primitive streak) के खांचे से मुड़कर या वलन कर भीतरी भाग में पहुंच जाते हैं (चित्र 14.34) ।



चित्र 14.17 : अतिपीतकी अंडे में ब्लास्टोडर्म के पश्चकोर से कोशिकाओं के निवर्तन से हाइपोब्लास्ट का निर्माण । A अग्र (Anterior), B पश्च (Posterior), तीर हाइपोब्लास्ट कोशिकाओं की दिशा बताता है

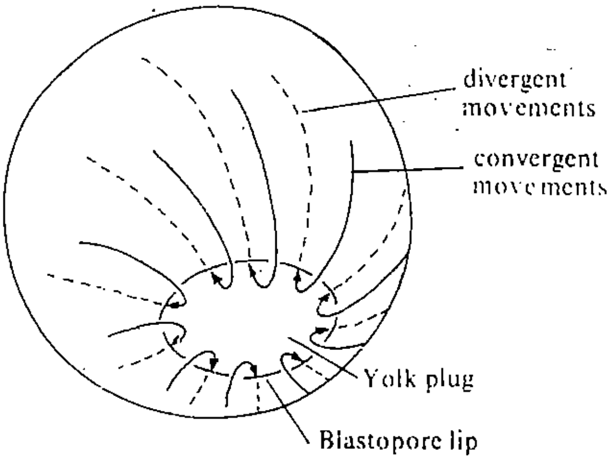
अभिसरण (Convergence)

इसका अर्थ है कई स्थानों से किसी एक बिन्दु की ओर गमन करना । उभयचरी भ्रूण के ब्लैस्टुला की सतह पर स्थित संभावी मध्यजनस्तर रज्जु (Chordamesodermal) कोशिकाओं का गैस्ट्रुलाभवन के दौरान ब्लास्टोपोर के उपांत की ओर संचलन, अभिसरण का उदाहरण हैं (चित्र 14.18)।

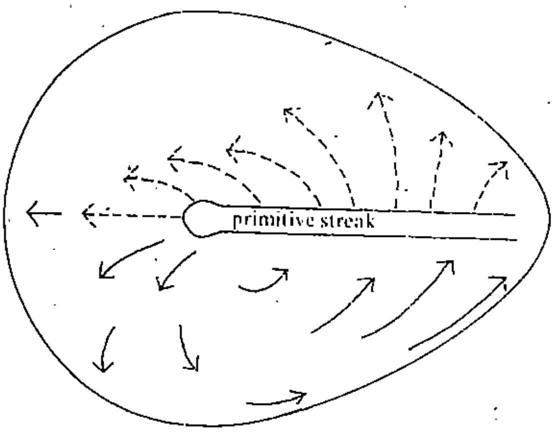
इसी तरह, चूजे में संभावी मध्यजनस्तरी कोशिकाओं का आदि वर्णरेखा की ओर अभिसरण होता है, जिसके बाद आदि वर्णरेखा खांचे से उनका अंदर की ओर निवर्तन होता है (चित्र 14.19) । वास्तव में, निवर्तन और अभिसरण साथ-साथ होते हैं ।

अपसरण (Divergence)

यह अभिसरण का उल्टा है । यानी एक उभयधर्मी बिन्दु से संचलन या विस्तार । मध्यजनस्तर रज्जु कोशिकाओं के अभिसारित होने और फिर गैस्ट्रुलाभवन प्रक्रम से गुजर रहे भ्रूण में ब्लास्टोपोरी उपांत या आदि वर्णरेखा से निवर्तन कर लेने के बाद कोशिकाएं भ्रूण के अंदर अपनी भावी स्थितियों की ओर अपसरण करते हुए ब्लास्टोपोरी उपांत या आदि वर्णरेखा से दूर अपना पलायन जारी रखती हैं (चित्र 14.18) ।



चित्र 14.18 : गैस्ट्रुलाभवन कर रहे उभचरी भ्रूण में कोशिकाओं के अभिसारी और अपसारी संरचनाविकासी संचलन, जो ब्लास्टोपोर की ओर सतह के नीचे पलायन करती हैं ।

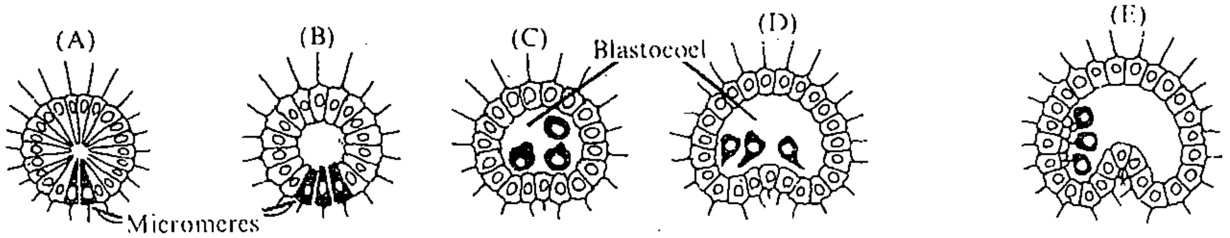


चित्र 14.19 : चूजा भ्रूण गैस्टुलाभवन के दौरान संरचनाविकासी संचलन सतत् रेखाएं (बाईं ओर) एपीब्लास्ट में संचलन दिखाती हैं और टूटी रेखाएं (दाहिनी ओर) कोशिकीय संचलन को दिखाती हैं, जिनमें कोशिकाएं आदि वर्णरेखा से होते हुए अंतस्थ में पलायन कर चुकी हैं ।

विस्तरण (Delamination) यह कोशिकाओं के समूहों का दूसरे कोशिका समूहों से पृथक्करण कर पृथक कोशिका स्तरों का निर्माण है । इसमें कोशिकाओं की एक पूर्ववर्ती परत (स्तर) का दो कमोबेश समानांतर परतों में विपाटन होता है जिसको एक रिक्त स्थान एक-दूसरे से अलग करता है ।

बहुअंतर्वलन (Polyinvagination) या अंतःक्रमण (Ingression)

इस प्रक्रम में ब्लास्टोडर्म या ब्लास्टोडिस्क के विभिन्न भागों की स्वतंत्र कोशिकाएं या कोशिकाओं के लघु समूह अंतर्वलन (या अंतः क्रमण) करते हैं और फिर भ्रूण के अंदर विकसित गुहिका या रिक्त स्थानों की ओर पलायन करते हैं (चित्र 14.20) । चूंकि यह अंतर्वलन एक ही समय में विभिन्न बिन्दुओं पर हो सकता है, इसलिए इसे बहुअंतर्वलन भी कहते हैं । अंतः क्रमण और बहुअंतर्वलन के अर्थ समान हैं । समुद्री अर्चिन की प्राथमिक मध्यजनस्तरी कोशिकाएं इसी प्रक्रम से आंतरिक बनती हैं ।



चित्र 14.20 : समुद्री अर्चिन भ्रूण में प्राथमिक मध्योतक कोशिकाओं के अंतःक्रमण का चित्र । A) पक्ष्माभी सूक्ष्मखंडों युक्त आरंभिक ब्लैस्टुला । B) पश्च ब्लैस्टुला पक्ष्माभ का सूक्ष्मखंडों से अलग होना और कोशिका का गोल बनना । C) मध्योतक ब्लैस्टुला जिसमें सूक्ष्मखंडो का काचाभ स्तर से अलग होना और प्राथमिक मध्योतक कोशिकाओं के रूप में ब्लास्टोसील में प्रवेश । D) चल कोशिकायुक्त आरंभिक गैस्टुला । E) मध्यगैस्टुला, कंकाली मैट्रिक्स के निक्षेपण से पहले (Syncytium) सिन्सीशियम या बहुकेन्द्रकी का निर्माण ।

बोध प्रश्न 5

i) खाली स्थानों को सही शब्दों से भरिए ।

गैस्ट्रुलाभवन .... प्रक्रम जो .... की सतह से

ब्लास्टोमियर के .... से होता है । ब्लैस्टुला के जीवद्रव्यी क्षेत्र

व्यवहारतः .... की तरह .... दिखाते हैं । .... के फलस्वरूप एक स्तरी ब्लैस्टुला दो स्तरी या .... स्तरी .... में .... जाता है ।

ii) विभिन्न संरचनाविकासी संचलनों के नाम बताइए जिनके माध्यम से गैस्ट्रुलाभवन हो सकता है ।

....

....

....

....

iii) विभिन्न जंतु समूहों में भ्रूण के ब्लास्टोडर्म के नियति मानचित्रों के निर्माण में काम में लाई जाने वाली विभिन्न विधियों के नाम बताइए ।

....

....

....

....

....

14.3.3 कुछ जंतुओं में गैस्ट्रुलाभवन

जैसा कि पहले बताया गया है, गैस्ट्रुलाभवन संरचनाविकास (Morphogenesis) का प्रारंभ, जिसमें भ्रूण में कोशिकाओं का संगठन और शरीर रूप का विकास होता है । इस प्रक्रम के अंत में विभिन्न ऊतकों और अंगों को बनाने वाली कोशिकाओं के समूह तीन जननिक स्तरों (बाह्यत्वचा, मध्यजनस्तर, अंतस्त्वचा) के अंदर अपनी-अपनी निर्धारित स्थितियों में विन्यसित हो जाते हैं और जंतु की आदि मूल शरीर योजना स्थापित हो जाती है । विभिन्न जन्तु समूहों में गैस्ट्रुलाभवन भिन्न-भिन्न तरीकों से होता है, जिनका निर्धारण अंडे के प्रकार विदलन के अनुवर्ती स्वरूप और ब्लैस्टुला की संरचना से होता है ।

इकाई के इस भाग में इकाइनोडर्म, उभयचरों, पक्षियों और यूथीरिया स्तनधारियों में गैस्ट्रुलाभवन किस प्रकार होता है, इसका अध्ययन करेंगे । इससे आपके गैस्टुलाभवन की विधि में विभिन्नताओं को समझने में मदद मिलेगी जो अंडे में पीतक की मात्रा और उसके वितरण के पैटर्न, विदलन के अनुवर्ती पैटर्न और ब्लैस्टुला की चरम संरचना के प्रभाव के कारण पैदा होती हैं

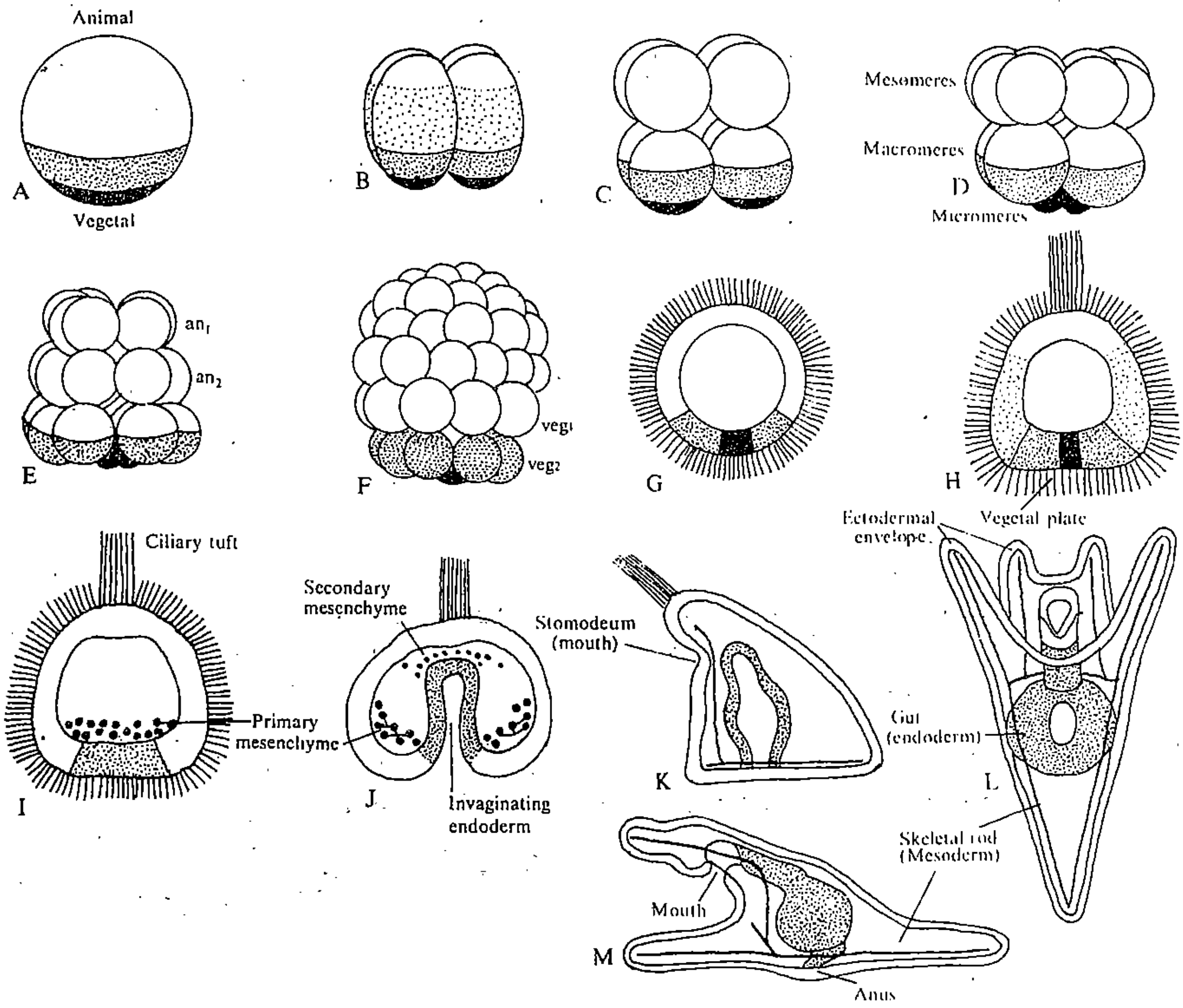
i) समुद्री अर्चिन में गैस्ट्रुलाभवन

समुद्री अर्चिन के छोटे समपीतकी अंडों में बहुत कम पीतक होता है, जिनमें पूर्णभंजी विदलन होता है । परिणामी मुक्तप्लावी पक्ष्माभी (ciliated) ब्लैस्टुला एक गोलक होता है । यह गोलक कोशिकाओं के एकल स्तर का बना होता है, जो एक बड़े ब्लास्टोसील को घेरे रहता है (चित्र 14.21) ।

प्राथमिक मध्योतक का निर्माण

गैस्ट्रुलाभवन का आरंभ अल्पक्रिय भाग की कोशिकाओं के चपटीकरण से होता है, जो अल्पक्रिय पट्टिका (Vegetal plate) की रचना करते हैं (चित्र 14.21 H) । इस पट्टिका के केन्द्र की लघु कोशिकाओं के बाह्य सतह के पक्ष्माभ (cilia) लुप्त हो जाते हैं, आंतरिक सिरे पर स्पंदमान संचलन देखने में आते हैं, जो कि गोलाकार हो जाता है और उनका निकटवर्ती कोशिकाओं से संलगन टूट जाता है । फलतः ये कोशिकाएं अल्पक्रिय पट्टिका से अलग हो जाती हैं और स्वतंत्र कोशिकाओं के रूप में अंतःक्रमण के जरिए ब्लास्टोसील में पलायन कर जाती हैं । अल्पक्रिय पट्टिका के समीप जम

जाने से पहले ये कुछ समय तक ब्लास्टोसील में विचरण करती हैं (चित्र 14.21 I) । यही कोशिकाएं प्राथमिक मध्योतक (Primary mesenchyme) बनाती हैं, जिससे लारवा (Larva) के कंकाल (Skeleton) का जन्म होता है (चित्र 14.21 J, M) ।



चित्र 14.21: समुद्री अर्चिन में विकास दिखाते चित्र (A-F) 64-कोशिका अवस्था तक विदलन (2-कोशिका अवस्था नहीं दिखाई गई है), (G) पक्ष्माभ युक्त आरंभिक ब्लैस्टुला (H) पक्ष्माभी चूड़ा और चपटी अल्पक्रिय पट्टिका युक्त पश्च ब्लैस्टुला (I) प्राथमिक मध्योतक युक्त ब्लैस्टुला (J) द्वितीयक मद्योतक युक्त गैस्ट्रुला (K) प्रिज्म अवस्था लारवा (L, M) प्लूटियस लारवा (Pluteus larvae), युग्मनज जीवद्रव्य की नियति का पता छायांकण में भिन्नता से लगाया जा सकता है ।

अंतर्वलन की प्रथम अवस्था (First Stage of Invagination)

अल्पक्रिय पट्टिका में रहने वाली बड़ी अंतस्त्वचीय कोशिकाएं पट्टिका के केन्द्र की ओर पार्श्विक गमन करती हैं और प्राथमिक मध्योतकी कोशिकाओं के अंतःक्रमण से अल्पक्रिय पट्टिका में उत्पन्न हुए रिक्त स्थान को भर देती हैं । फलतः अल्पक्रिय पट्टिका और चपटी हो जाती है । इसके तुरंत बाद पट्टिका केन्द्र में से अंदर की ओर मुड़ने (अंतर्वलन) लगती है । इससे एक नई गुहिका बनती है, जिसे आधंत्र (archenteron) या आदिआंत (Primitive gut) कहते हैं । अल्पक्रिय पट्टिका पर इसके मुंह को ब्लास्टोपोर (blastopore) कहते हैं । आधंत्र के अल्पक्रिय और सक्रिय ध्रुवों के मध्य दूरी के एक तिहाई तक ब्लास्टोसील में विस्तारित होने तक अंतर्वलन चलता है और फिर रूक जाता है ।

(चित्र 14.21 J) । अल्पक्रिय पट्टिका को यदि अलग कर दिया जाए और उसे इन विट्रो (in vitro) में संवर्धित करें, अंतस्त्वची कोशिकाएं तब भी अंतर्वलन करती हैं । इससे यह पता चलता है कि अंतर्वलन इन कोशिकाओं के नैज गुणधर्म (intrinsic properties) के कारण होता है और इस क्रिया में कोई बाहरी शक्ति शामिल नहीं होती । अंतर्वलन संभवतः अल्पक्रिय पट्टिका की कोशिकाओं की बाहरी सिरों पर स्थित सूक्ष्मतंतुओं की संकुचन क्रिया के फलस्वरूप होता है ।

अंतर्वलन की द्वितीय अवस्था (Second Stage of Invagination)

आधंत्र के अग्र भाग से द्वितीयक मध्योतक के ब्लास्टोसील में मुक्त होने पर अंतर्वलन की द्वितीय अवस्था शुरू होती है । द्वितीयक मध्योतक की कोशिकाएं आधंत्र के अग्र पर ही बनी रहती हैं, जहां से उनको छोड़ा जाता है । लेकिन उनके तन्तुपाद (filopodia) ब्लास्टोपोर के सामने की ब्लास्टोसील भित्ति के भीतरी हिस्से तक फैलकर उससे चिपक जाते हैं । इन तन्तुपादों में संकुचन आधंत्र को सक्रिय ध्रुव की ओर खींचते हैं जिससे अंतस्त्वचा में और अंतर्वलन हो जाता है । इसके बाद, आधंत्र मुड़ती है और उसका अग्र भाग ब्लास्टोसील भित्ति से अधर भाग पर मिल जाता । द्वितीय मध्योतक अब ब्लास्टोसील में बिखर जाता है और मध्यजनस्तरी अंगों को जन्म देता हैं (चित्र 14.21) ।

समुद्री अर्चिन में गैस्ट्रुलाभवन की प्रमुख विशेषताएं इस प्रकार हैं :

i) गैस्ट्रुलाभवन अक्रिय ध्रुव पर शुरू होता है

ii) प्राथमिक मध्यमिक मध्योतक का अंतः क्रमण

iii) अंतस्त्वचा का आरंभिक अंतर्वलन इसकी कोशिकाओं की जन्मजात क्षमताओं के कारण होता है

iv) अंतर्वलन और आधंत्र निर्माण द्वितीयक मध्योतक से मिलने वाली बाहरी मदद से पूरा होता है

v) द्वितीयक मध्योतक (मध्यजनस्तर) की अंतस्त्वचा से उत्पत्ति

बोध प्रश्न 6

i) खाली स्थान भरिए

क) समुद्री अर्चिन में गैस्ट्रुलाभवन का आरंभ .... भाग में .... के .... से होता है ।

ख) समुद्री अर्चिन के गैस्ट्रुलाभवनी भ्रूण की अल्पक्रिय पट्टिका संभावित .... और .... की बनी होती है ।

ग) समुद्री अर्चिन भ्रूण में प्राथमिक मध्योतक कोशिकाएं .... द्वारा .... में प्रवेश करती हैं ।

घ) समुद्री अर्चिन गैस्ट्रुला में आधंत्र .... पर अंतस्त्वची कोशिकाओं के .... से बनता है ।

ङ) समुद्री अर्चिन भ्रूण में द्वितीयक मध्योतक .... के अग्र भाग पर .... से जन्म लेता है ।

ii) समुद्री अर्चिन भ्रूण में गैस्ट्रुलाभवन की प्रमुख विशेषताएं बताइए ।

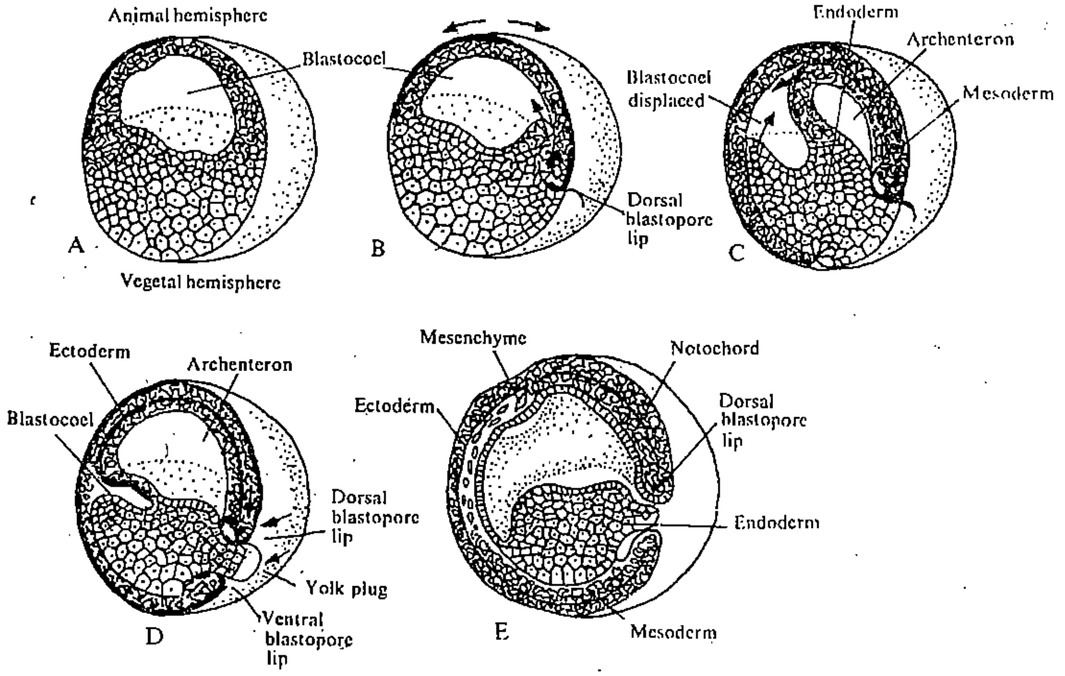
....

....

ii) उभयचरों में गैस्ट्रुलाभवन

उभयचरों में एक बड़ा और साधारण रूप से गोलार्धपीतकी अंडा होता है । विदलन पूर्णभंजी मगर

असमान होता है, जिससे एक गोलाकार ब्लैस्टुला पैदा होता है । इस ब्लैस्टुला में एक लघुकृत उत्केन्द्री ब्लास्टोसील (eccentric blastocael) होता है, जो सक्रिय ध्रुव की ओर बढ़ा हुआ होता है । ब्लास्टोसील में अल्पपीतकी लघु कोशिकाओं की अनेकस्तरीय पतली छत और पीतक संपन्न बड़ी कोशिकाओं से बना अनेक स्तरीय गहरा फर्श होता है, जो अल्पक्रिय ध्रुव तक फैला रहता है (चित्र 14.22 A) । इस प्रकार के ब्लैस्टुला से आरंभ होने वाला गैस्टुलाभवन प्रक्रम जटिल है । इसका कारण यह है कि लघुकृत ब्लास्टोसील के फर्श में पाई जाने वाली भारी पीतकयुक्त बड़ी कोशिकाओं के विशाल पिंड के लिए अल्पक्रिय ध्रुव से भीतर की ओर अंतर्वलन कर पाना असंभव हो जाता है, जैसा कि समुद्री अर्चिन में हुआ करता है । इसके बजाए, अंतर्वलन भ्रूण के भावी पष्ठी भाग (dorsal side) पर शुरू होता है, जहां पर कोशिकाएं छोटी और अल्प पीतक युक्त होती हैं (चित्र 14.22B) । अंतर्वलन बहुत सीमित होता है और सिर्फ गैस्टुलाभवन को ही आरंभ करता है शेष गैस्टुलाभवन प्रक्रम में अभिसरण, अपसरण, निवर्तन और एपीबोली सहित तरह तरह के कोशिका संचलन होते हैं ।



चित्र 14.22 : मेंढ़क गैस्टुलाभवन के दौरान कोशिका संचालन । सेक्सन (काट) केन्द्र से होते हुए काटे जाते हैं, जिनमें पृष्ठ सतह दर्शक की तरफ रहता है । प्रमुख कोशिका संचलनों को तीर से दिखाया गया है । मूल रूप से सक्रिय गोलार्ध पर पाई जाने वाली कोशिकाओं को छायावृत्त किया गया है । (A) ब्लैस्टुला (B) कोशिकाओं के भीतर की ओर गमन के साथ गैस्टुलाभवन आरंभ होता है, जो कि ब्लास्टोपोर के पृष्ट ओष्ठ (dorsal lip) का निर्माण करती हैं । (C) पृष्ठ ओष्ठ से होता हुआ और ब्लास्टोसील की छत के नीचे से निर्वतन आधंत्र की रचना करता है और ब्लास्टोसील को विस्थापित करता है । (D) कोशिकाएं ब्लास्टोपोर के अधर और पार्श्विक ओष्ठों के साथ-साथ पृष्ठी ओष्ठों से निर्वतन करती हैं, बाह्यत्वचीय पूर्वगामी अल्पक्रिय गोलार्ध में पलायन करती हैं । पीतक प्लग (yolk plug) सतह पर दिखाई देने वाले एकमात्र अन्तस्त्वचा का प्रतिनिधित्व करता है । (E) समूचे भ्रूण के बाह्यत्वचा से घिर जाने, अंतस्त्वचा के आंतरिक बन जाने और इन दोनों के बीच मध्यजनस्तरी कोशिकाओं के लाए जाने तक गैस्टुलाभवन जारी रहता है ।

नियति मानचित्र (Fate Map)

ब्लैस्टुला के विभिन्न भागों के नियति मानचित्र के संदर्भ में गैस्टुलाभवन को अच्छी तरह से समझा और बताया जा सकता है । ऐसा पहला मानचित्र 1929 में एक जर्मन भ्रूण विज्ञानी वोग्त ने एक यूरोडेला उभयचर के लिए बनाया था । इसके लिए उन्होंने भिन्न रंगों के जैव रंजकों में डुबोए ऐगार चिप्स से भ्रूण कोशिकाओं के चिह्नांकन की विधि का प्रयोग किया था (इस ईकाई के भाग 14.3.1 को देखें) । इस मानचित्र के अनुसार (चित्र 14.23) उभयचर ब्लैस्टुला की सतह को तीन प्रमुख खंडों में बांटा जा सकता है

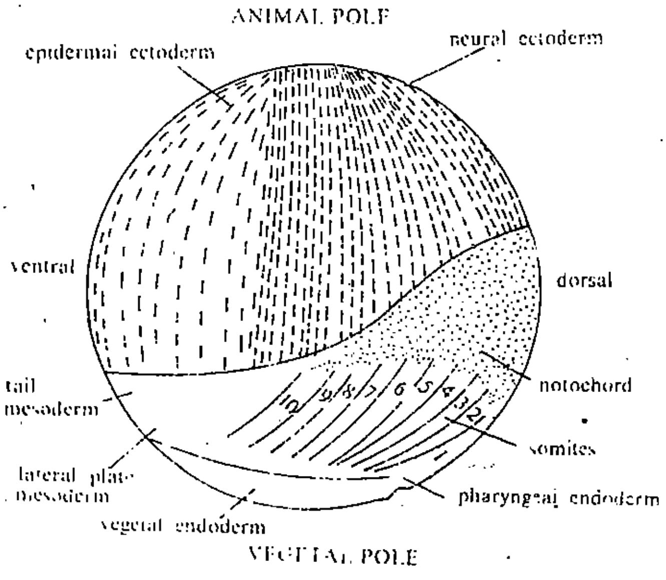
i) सक्रिय ध्रुव (सक्रिय खंड – Animal zone) के आसपास एक विशाल क्षेत्र में अधित्वचीय (epidermal) और तंत्रिक बाह्यत्वचा (Neural ectoderm) सहित संभावित बाह्यत्वचा आती है ।

ii) अल्पक्रिय ध्रुव के आसपास का क्षेत्र (अल्पक्रिय खंड) में संभावित अंतरत्वचा है ।

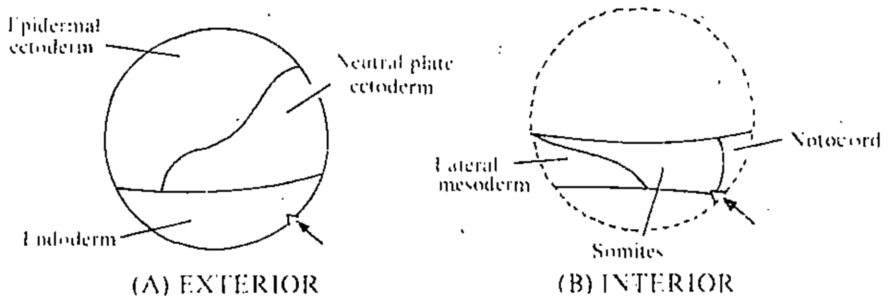
iii) दोनों खंडों के बीच मध्यवर्ती भाग (equatorial region) के आसपास एक चौड़ी पट्टी सा माध्यमिक क्षेत्र (माध्यमिक या सीमांत खंड) जिसमें संभावी मध्यजनस्तर होता है। इसके भीतर सिर मध्यजनस्तर (headmesoderm) और पृष्ठ रज्जु (Notohord) या मध्यजनस्तर रज्जु (Chorda-mesoderm) का संभावी मध्यजनस्तर पृष्ठी सीमांत खंड (धूसर बालचंद) में होता है । कायखंड (somites) के मध्यजनस्तर पार्श्विक और पार्श्विक पट्टिका मध्यजनस्तर पार्श्विक सीमांत खंड के अधर क्षेत्रों के पास जाते हैं ।

कई उभयचर जातियों में, तीनों खंडों को वर्णकता में भिन्नता के आधार पर विभेदित किया जा सकता है जिसमें कि सक्रिय खंड में गहरी वर्णकित कोशिकाएं, सीमांत खंड की कोशिका धूसरी (grey) और अल्पक्रिय खंड की सफेद होती हैं । गैस्टुलाभवन के दौरान पहले सीमांत और फिर अल्पक्रिय खंड की कोशिकाएं अंतःस्थ की ओर गमन करती हैं, जबकि सक्रिय खंड की कोशिकाएं बाहर की ओर बनी रहती हैं और भ्रूण को ढकती हैं ।

उभयचर जंतु सरट (Salamander) के लिए वोग्त द्वारा बनाए गए नियति मानचित्र उभयचरी भ्रूण में गैस्टुलाभवन और अन्य पहलुओं पर विभिन्न प्रकार के अध्ययनों के लिए बड़े उपयोगी रहे हैं । मगर जहां यह मानचित्र ब्लैस्टुला की सतह पर स्थित कोशिकाओं के संचलन और उनकी नियति का पता लगाने में सहायक है, वहीं यह उन कोशिकाओं के बारे में कोई सूचना नहीं दे पाता, जो सतही स्तर के नीचे गहरे स्तरों में स्थित होती हैं । पंजेदार अफ्रीकी मेंढक जीनोपस लीविस (Xenopus laevis) के भ्रूणों पर केलर (1975) द्वारा किए गए नवीनतम अध्ययन के अनुसार सीमांत खंड में सतही स्तर पूर्ण रूप से अंतस्त्वचीय और मध्यजनस्तर रज्जू सहित संभावित मध्यजनस्तर की सभी कोशिकाएं इसी के नीचे गहरे स्तरों में मौजूद रहती हैं । इसके लिए रंचक अभिरंजन विधि का प्रयोग किया गया था । केलर ने जीनोपस ब्लैस्टुला के बाह्य और आंतरिक दोनों सतहों के लिए नियति मानचित्र तैयार किए हैं (चित्र 14.24) । गैस्टुलाभवन के बारे में आगे जो विवरण दिया गया है, वह मुख्यतः केलर द्वारा जीनोपस मेंढक के लिए दी गई जानकारी पर आधारित है । यह संभव है कि इस संदर्भ में विभिन्न उभयचरों में भिन्नताएं हों ।



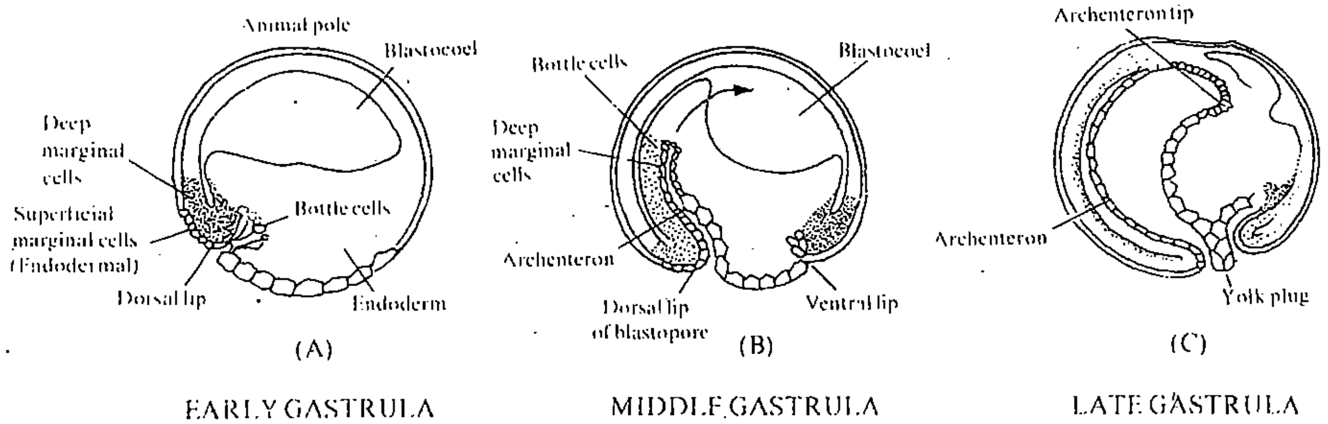
चित्र 14.23 : एक यूरोडेले उभयचर का नियति मानचित्र गैस्टुलाभवन के आरंभ में भ्रूण की सतह पर मौजूद कोशिकाओं की संभावी नियति ।



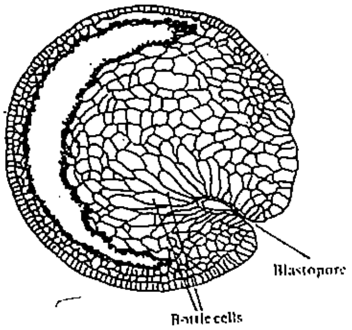
चित्र 14.24 : जीनोपस लीविस मेंढ़क के भ्रूण का नियति मानचित्र । ब्लैस्टुला की बाह्य (A) और आंतरिक (B) कोशिकाओं के लिए नियति मानचित्र, जिससे पता चलता है कि मध्यजनस्तरी व्युत्पन्न में अधिकांश आंतरिक कोशिकाओं से बनते हैं । वह बिन्दु जहां पृष्ठ ब्लास्टोपोर ओष्ठ का निर्माण होता है, तीर से दिखाया गया है ।

गैस्टुलाभवन - अंतर्वलन का प्रारंभ

गैस्टुलाभवन भ्रूण के भावी पृष्ठ भाग पर एक हल्के खांचे के प्रकट होने से शुरू होता है । यह खांचा विषुवत् वृत के नीचे धूसर बालचंद के निम्न कोर पर बनता है, जो अल्पक्रिय खंड और पृष्ठ सीमांत खंड के बीच सीमा का काम करता है (चित्र 14.25 A) । खाचा तब बनता है, जब धूसर बालचंद के सतही स्तर से व्युत्पन्न अंतस्त्वची लघु कोशिकाओं के आकार में असाधारण परिवर्तन आता है और वे सतह के नीचे से अंतर्वलन कर जाती हैं । आकृति में बदलाव के फलस्वरूप ये कोशिकाएं फ्लास्क जैसी बन जाती हैं जिनमें एक गोल कंदिल आंतरिक भाग और एक बाहरी लंबी व संकर्ण ग्रीवा होती हैं । इन्हें बोतल कोशिका (Bottle Cells) कहते हैं (चित्र 14.26)। मगर समुद्री अर्चिन गैस्टुला की प्राथमिक मध्योतक कोशिकाओं के विपरित उभयचरों की बोतल कोशिकाएं अपनी संकीर्ण ग्रीवा सिरों (apical ends) के द्वारा सतह से ही जुड़ी रहती हैं । ये कोशिकाएं अपने आंतरिक सिरों पर कूटपाद नहीं बनातीं । आरंभिक खांचा संभवतः बोतल कोशिकाओं के बाह्य सिरों के समन्वित संकुचन के कारण बनता है । यह संकुचन उनकी लंबी धुरी के लंब तल पर होता है, जैसा कि साधारणतया अंतर्वलनकारी उपकला में हुआ करता है ।

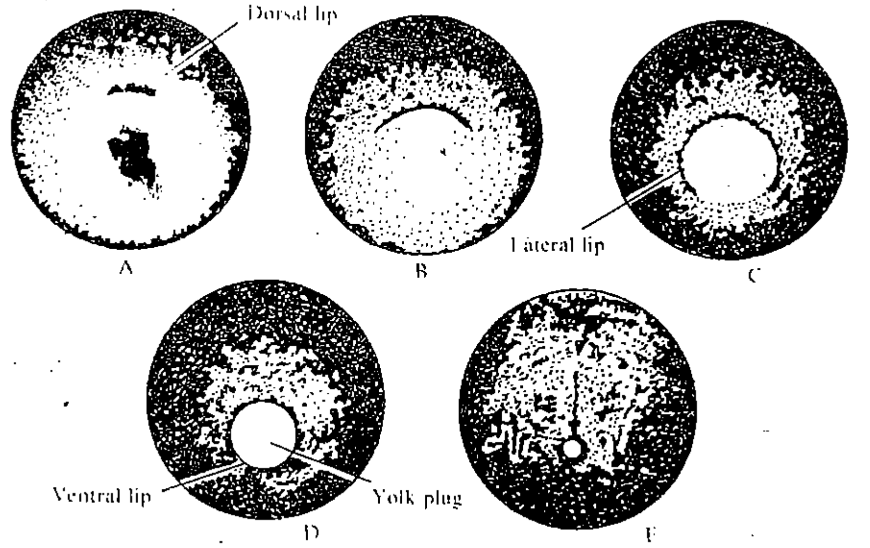


चित्र 14.25 : मेंढ़क जीनोपस लीविस में गैस्टुलाभवन का चित्रण ।



चित्र 14 26 : गैस्टुलाभवनकारी उभयचर भ्रूण के सेक्सन में कोशिकाओं का चित्र, ब्लास्टोपोर से बोतल कोशिकाओं का विस्तार देखा जा सकता है

आरंभिक खांचे का रेखाछिद्र सा मुंह विकासशील ब्लास्टोपोर के मुंह का काम करता है ओर इसके पृष्ठ ओष्ठ को ब्लास्टोपोर का ओष्ठ कहा जाता है । जैसे-जैसे गैस्ट्रुलाभवन की क्रिया चलती है, खाचे के दो सिरे पार्श्विक और अल्पक्रिय खंडों के बीच की सीमा के समांतर दोनों ओर से एक चाप बनाते हुए संस्तर में फैलते हैं । आखिर में वे भ्रूण के भावी अधर तल की मध्यरेखा पर मिलते हैं और पार्श्विक और अधर ओष्ठों के निर्माण के साथ ब्लास्टोपोर पूरा हो जाता है (चित्र 14.27 A) । अल्पक्रिय खंड की पीतकसंपन्न अंतस्त्वची कोशिकाओं का पिंड, जो अब चार ब्लास्टोपोरं ओष्ठों से घिरा होता है, ब्लास्टोपोर से बाहर की ओर निकलता है या बहिःसरण करता है । इसे अब पीतक प्लग (yolk plug) कहते हैं (चित्र 14.27 D) । कालांतर में ब्लास्टोपोर के पार्श्विक ओष्ठ पीतक प्लग के ऊपर से एक-दूसरे की ओर वृद्धि करते हैं और पीतकसंपन्न अंतरस्त्वचा को पूरी तरह ढक लेते हैं । गैस्ट्रुलाभवन का समापन होते-होते ब्लास्टोपोर केवल एक संकीर्ण ऊर्ध्व रेखाछिद्र की तरह रह जाता है ।



चित्र 14.27 : ब्लास्टोपोर और बाह्यत्वचा एपीबोली का बनना और ब्लोस्टोपोर के आसपास होने वाले परिवर्तन जब पृष्ठी, पार्श्विक और अधर ओष्ठ क्रमवार बन जाते हैं । जब अधर ओष्ठ चक्र पूरा कर लेता है तो अंतस्त्वचा उत्तरोत्तर आंतरिक होती जाती है ।

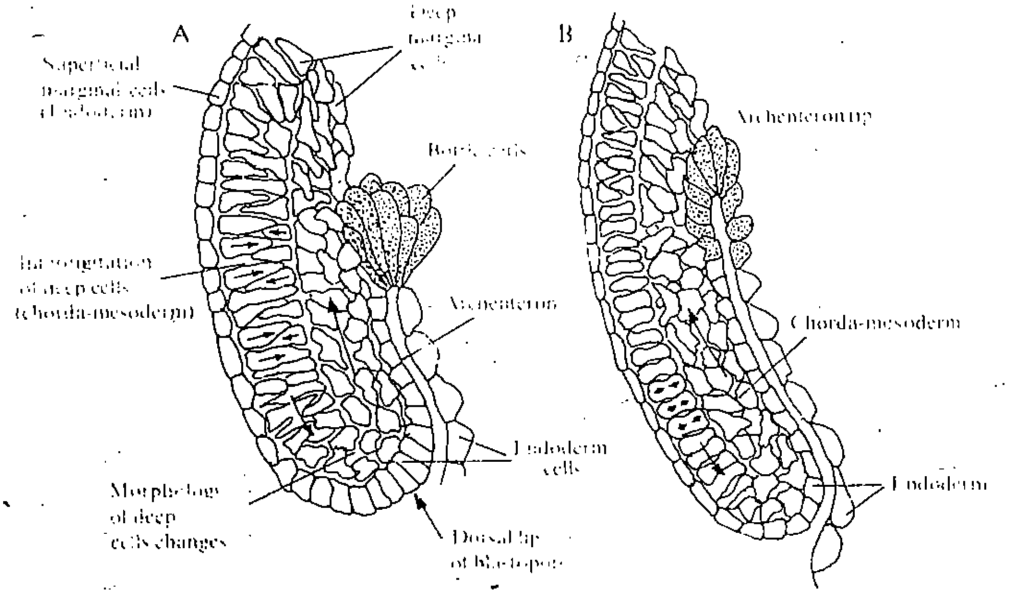
निवर्तन–अंतस्त्वचा का आंतरिकीकरण और आधंत्र का निर्माण

आरंभिक हल्की खांच ही आधंत्र (archenteron) का पूर्वगामी (precursor) होता है । बोतल कोशिकाओं, जो अंतर्वलन कर खांचा बनाती है के पृष्ठ ओष्ठ को छोड़ते ही उनकी जगह पृष्ठी सीमांत खंड (धूसर बालचंद्र) के और अग्र भागों से व्युत्पन्न कोशिकाओं के नये समूह ले लेते हैं । ये कोशिकाएं पृष्ठी ओष्ठ पर भ्रमण करती हैं या निवर्तन करती हैं । साथ ही ये भीतर की ओर पलायन जारी रख खांचे को और गहरा बनाती जाती हैं । दूसरी कोशिकाएं एक के बाद एक इनका अनुसरण करती है जब तक कि इस खंड की सभी कोशिकाएं पृष्ठी ओष्ठ के ऊपर से निवर्तन कर भीतर की ओर पलायन न कर लें । इनमें वे अंतस्त्वचीय कोशिकाएं भी होती हैं जो सतही स्तर से आती हैं और गहराते खांचे को बनाती हैं जो फिर नलिकाकार आधंत्र (tubular archenteron) बन जाता है । निवर्तित कोशिकाओं का सततः अंतर्मुखी पलायन आधंत्र को ब्लास्टोसील के अग्र भाग की ओर खींचते जाता है, जब तक कि इसका शीर्ष (tip) सक्रिय ध्रुव की आंतरिक सतह तक न पहुंच जाए (चित्र 14.25) । इस बीच पार्श्विक सीमांत खंड की अंतस्त्वचीय कोशिकाएं भी ब्लास्टोपोर के पार्श्विक ओष्ठों के ऊपर से पलायन कर आंतरिक बन जाती हैं ।

बोतल कोशिकाएं आधंत्र के अग्रसारी शीर्ष से चिपकी इन कोशिकाओं के साथ-साथ चली जाती हैं (चित्र 14.28), आखिर में वे चपटी होकर ग्रसनी (Pharynx) के अंतस्त्वचीय ऊतक का ही हिस्सा बन जाती हैं ।

अक्रिय खंड की बड़ी पीतक संपन्न कोशिकाएं भी धीमे प्रवाही संचलन करती हैं । इससे आरंभिक खांचे के ठीक नीचे अल्पक्रिय खंड में रहने वाली कोशिकाएं आधंत्र फर्श के अग्र भाग तक पहुंच जाती हैं और अल्पक्रिय ध्रुव भाग से आने वाली कोशिकाएं इस पश्च भाग में जगह बना लेती हैं ।

ब्लास्टोपोर के एक रेखाछिद्र में घट जाने और आधंत्र के वनने पर बलैस्टुला समूची संभावी अंतस्त्वचा आंतरिक बन जाती है । पृष्ठी सीमांत खंड से आरंभिक अंतर्वलन द्वारा और फिर पार्श्विक सीमांत खंड से निवर्तन द्वारा आने वाली अंतस्त्वचीय कोशिकाएं आधंत्र की छत और भित्तियां बनाती हैं । अल्पक्रिय खंड की पीतक संपन्न कोशिकाएं इसके फर्श की रचना करती हैं ।



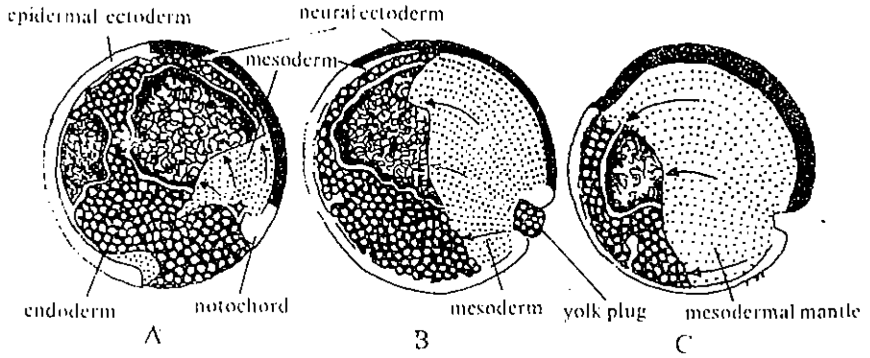
चित्र 14.28 : जीनोपस में गैस्ट्रुलाभवन के दौरान कोशिका संचलन । (A) आरंभिक गैस्ट्रुलाभवन की विशेषता सीमांत गहरे स्तरों का आंतरप्रांगुलन (interdigitation) और निवर्तन क्रिया है । B) पश्च ग्रेस्टुला में गहरी सीमांत कोशिकाएं चपटी हो जाती हैं और पूर्ववर्ती सतपी कोशिकाएं आधंत्र की भित्तियां बनाती हैं । बोतल कोशिकाएं आधंत्र के लंबाई में बढ़ने और उसके उत्तरोत्तर विस्तृत होने से ब्लास्टोसील आगे की ओर धकेला जाता है, जो घटकर एक छोटे से स्थान में सिमटकर रह जाता है । बाद की अवस्था में यह स्थान भी लुप्त हो जाता है ।

निवर्तन (Involution) – मध्यजनस्तर का आंतरिकीकरण (Internalization of Mesoderm)

जैसा कि पहले बताया गया है, मेंढक जीनोपस (और संभवतः दूसरी उभयचर जातियों में भी) संभावी मध्यजनस्तर की कोशिकाएं सतही स्तर के नीचे पृष्ठी और अधर सीमांत खंडों के गहरे स्तरों में पाई जाती हैं । सतही स्तर संभावी अंतस्त्वचा है । समूचा मध्यजनस्तर ब्लास्टोपोरी ओष्ठों के ऊपर निवर्तन द्वारा आंतरिकृत हो जाता है । सतही स्तर की अंतस्त्वचा के निवर्तन के साथ साथ पृष्ठी सीमांत खंड में स्थित मध्यस्तर रज्जु (धूसर बालचंद्र) भी पृष्ठी ओष्ठ के ऊपर से निवर्तन करता है । इस तरह संभावी कायखंडी मध्यजनस्तर (Somitic Mesoderm) पार्श्विक ओष्ठों और संभावी पार्श्विक पट्टिका मध्यजनस्तर अधर ओष्ठ के ऊपर निवर्तन करते हैं चूंकि पृष्ठ ओष्ठ पहले और अधर ओष्ठ आखिर में बनता है, निवर्तन सबसे पहले पृष्ठी सीमांत खंड के भाग में आरंभ होता है, जिसके बाद पार्श्विक सीमांत खंड के क्रमशः पार्श्विक और अधर भागों में होता है । गहरे स्तर की मध्यजनस्तरी कोशिकाएं पहले आंतरअंगुलन कर एक स्थूल स्तर बनाती हैं जिसमें कोशिका विभाजन भी होता है । उपरिशायी सतही अंतस्त्वचीय स्तर के साथ–साथ यह स्तर ब्लास्टोपोरी ओष्ठों की ओर अभिसरण करता है, जहां दोनों स्तरों के कोर पृथक कोशिकाओं में खंडित हो जाते हैं । ये कोशिकाएं अब स्वतंत्र रूप से निवर्तन कर अंदर की ओर गमन करती हैं । निवर्तनकारी मध्यजनस्तरी कोशिकाएं निवर्तन के पहले और बाद भी अपनी गंभीर स्थिति को कायम रखते हैं (चित्र 14.28) ।

संभावी मध्यजनस्तर रज्जु कोशिकाएं उत्तरोत्तर तरंगों में पृष्ठ ओष्ठ पर निवर्तन करती हैं, भीतर पहुंचते ही ये कोशिकाएं सक्रिय ध्रुव के अग्र भाग की ओर प्रवाहों के रूप में सक्रियता से पलायन करती हैं । पलायन का पथ ऊपर सक्रिय खंड सतह के अनिवर्तनित स्तर और नीचे निवर्तनित अंतस्त्वचीय कोशिकाओं के स्तर के बीच की मध्य पृष्ठी रेखा (mix-dorsal line) के समांतर होती हैं (चित्र 14.28) । ऐसे पहले प्रवाहों की कोशिकाएं भावी सिर भाग में जा पहुंचती हैं, जहां वे सिर मध्याजनस्तर की रचना करती हैं । इसके बाद निवर्तनित कोशिकाओं के उत्तरोत्तर प्रवाह आते हैं जो आधंत्र के ऊपर पृष्ठ रज्जु (Notochord) का निर्माण करते हैं ।

संभावी काय खंडों और पार्श्विक सीमांत खंड के पार्श्विक पट्टिका मध्यजनस्तर का अंतर्रोकरण इस तरीके से होता हैं । क्रमशः पार्श्विक और अधर ब्लास्टोपोरी ओष्ठों के ऊपर निवर्तन होने के बाद, ये कोशिकाएं अग्रभाग की दिशा में गमन कर अदृढ़ रूप से गठित स्तर का निर्माण करती हैं । इस स्तर को मध्यजनस्तरी प्रावार (Mesodermal Mantle) कहते हैं, जो आर्धंत्र के दोनों ओर होता है ।

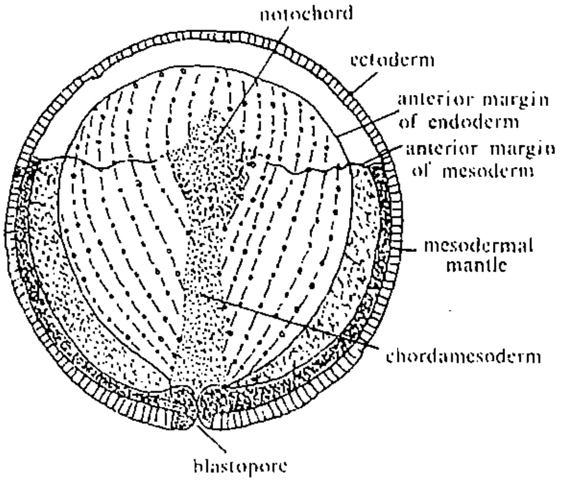


चित्र 14.29 : उभयचर भ्रूण में निवर्तन के बाद ब्लास्टोपोरी ओष्ठ भाग से मध्यजनस्तर का अग्र संचलन । A-आरंभिक गैस्ट्रुला । B-पश्च गैस्ट्रुला C-आरंभिक न्यूरूला (Early Neurula)

एपीबोली : बाह्यत्वचा का प्रसार (Expansion of Ectoderm)

ब्लैस्टुला में संभावी बाह्यत्वचा (अधित्वचा और तंत्रिक बाह्यत्वचा सहित) का प्रतिनिधित्व सक्रिय ध्रुव में सक्रिय खंड के विशाल क्षेत्र में कोशिकाओं के अनेक स्तर करते हैं (चित्र 14.12 और 14.23) ।

गैस्ट्रुलाभवन के दौरान यह क्षेत्र धीरे धीरे इस खंड की परिधि से अल्पक्रिय ध्रुव की ओर विस्तारित होता है और अंततः समूचे भ्रूण को पूरी तरह से घेर लेता है । यह एपीबोली या अध्यारोहण द्वारा किया जाता है जिसका मतलब संभावी बाह्यत्वचा का एक शीट के रूप में प्रसार मात्र है । एपीबोली में स्वतंत्र पृथक कोशिकाओं का संचलन नहीं होता ! प्रसार में संभावी बाह्यत्वचा में होने वाले तीन प्रक्रम आते हैं । जो इस प्रकार है :



चित्र 14 30 : पृष्ठ बाह्यत्वचा के अपनयन के बाद पृष्ठ तल से मेंढक के पश्च गैस्ट्रुला का चित्र । मध्यजनस्तर प्रावार छायांकित है । अंतस्त्वचा (खंडित रेखाएं) मध्यजनस्तरी प्रावार के नीचे हैं ।

i) सतही और गहरे अथवा गंभीर स्तरों में कोशिकाओं की संख्या में वृद्धि ।

ii) एकल एक कोशिका स्थूल स्तर में सभी कोशिका स्तरों का एकीभवन

iii) कोशिकाओं का चपटीकरण और तनन ।

इन तीन प्रक्रमों का संयुक्त परिणाम बाह्यत्वचीय स्तर के पृष्ठ क्षेत्रफल में उत्तरोत्तर वृद्धि है, फलतः जो फैलकर सतह पर रिक्त स्थान को घेर लेता है, जहां की सीमांत खंड कोशिकाएं ब्लास्टोपोरी ओष्ठों की ओर गमन कर निवर्तन करती हैं और फिर आंतरिक भाग में लुप्त हो जाती हैं ।

बाह्यत्वचा का एपीबोली मेंढ़क भ्रूण में एकदम साफ दिखाई देता है, जिसमें सक्रिय खंड गहन वर्णकित,

सीमांत खंड धूसर और अक्रिय खंड सफेद होता है । जैसे-जैसे गैस्ट्रुला आगे बढ़ता हैं, वर्णकित क्षेत्र धीरे-धीरे अल्पक्रिय ध्रुव की दिशा में स्थानांतरित होता है । पीतक प्लग अवस्था आने तक यह चारों ब्लास्टोपोरी ओष्ठों तक विस्तार कर लेता है । अक्रिय खंड की ओर सतत् प्रसार द्वारा वर्णकित बाह्यत्वचा अंततः अक्रिय खंड के सफेद, बड़े पीतक संपन्न अंतस्त्वचीय कोशिकाओं को भी ढ़क लेता है और ब्लास्टोपोर घटकर, सिर्फ एक ऊर्ध्व रेखाछिद्र ही रह जाता है (चित्र 14.27) ।

उभयचरी गैस्टुलाभवन की प्रमुख विशेषताएं इस प्रकार हैं :

i) गैस्ट्रुलाभवन भ्रूण की भावी पृष्ठ सतह पर आरंभ होता है

ii) गैस्ट्रुलाभवन अंतस्त्वचीय कोशिकाओं के सीमित अंतर्वलन

iii) आधंत्र का निर्माण अंतस्त्वचा के अंतर्वलन के फलस्वरूप पूरा होता है ।

iv) मध्यजनस्तर और अधिकांश अंतस्त्वचा का आंतरीकरण ब्लास्टोपर के पृष्ठी, पार्श्विक और अधर ओष्ठों के ऊपर निवर्तन के द्वारा होता है ।

v) बाह्यत्वचा भ्रूण को एपीबोली द्वारा घेरती है ।

vi) ब्लास्टोसील अंततः लुप्त हो जाता है ।

बोध प्रश्न 7

i) खाली स्थान भरिए

क) केलर के अनुसार जीनोपस ब्लैस्टुला में संभावी मध्यजनस्तर का प्रतिनिधित्व .... खंड की .... कोशिकाएं करती हैं ।

ख) उभयचरों में गैस्ट्रुलाभवन ....की भारी मात्रा के कारण भावी .... तल पर होता है न कि .... ध्रुव पर ।

ग) उभयचर गैस्ट्रुलाभवन में शुरूआती अनुवर्तनकारी कोशिकाएं .... बदल कर .... बन जाती हैं ।

घ) उभयचरों गैस्ट्रुलाभवन के दोरान मध्यजनस्तर का आंतरीकरण .... के ...., ... और .... ओष्ठों के ऊपर ....के द्वारा होता है ।

ङ) उभयचर गैस्ट्रुला में आधंत्र के निर्माण में अतस्त्वचा का आरंभिक सीमित .... और अनुवर्ती .... होता है ।

ii) एपीबोली के दौरान बाह्यत्वचा के विस्तार में सम्मिलित तीन प्रक्रमों के नाम बताइए,

....

....

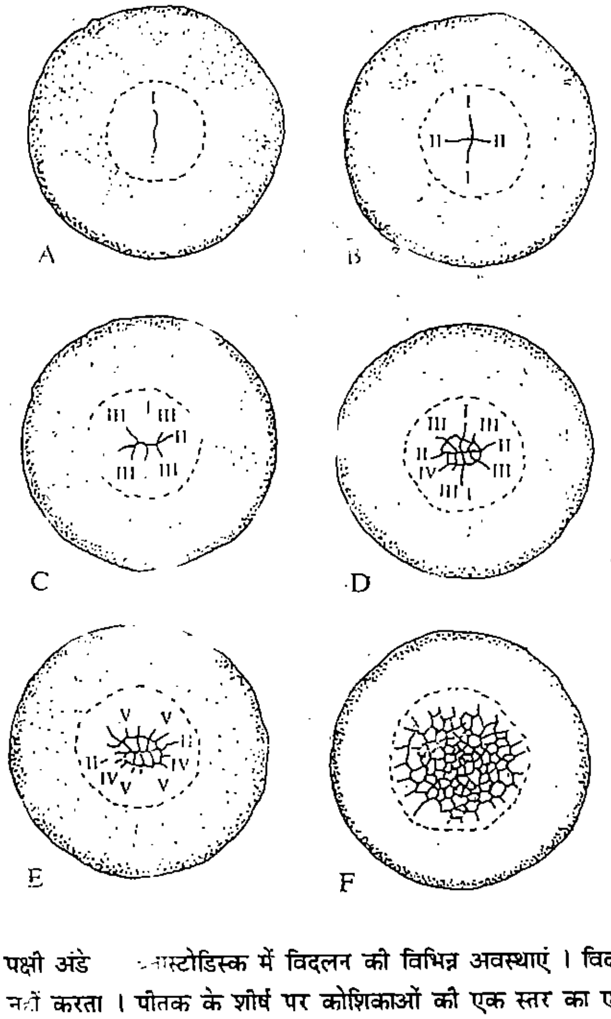
iii) गैस्ट्रुलाभवनी उभयचर भ्रूण में ब्लास्टोपोर कैसे बनता है, बताइए ।

....

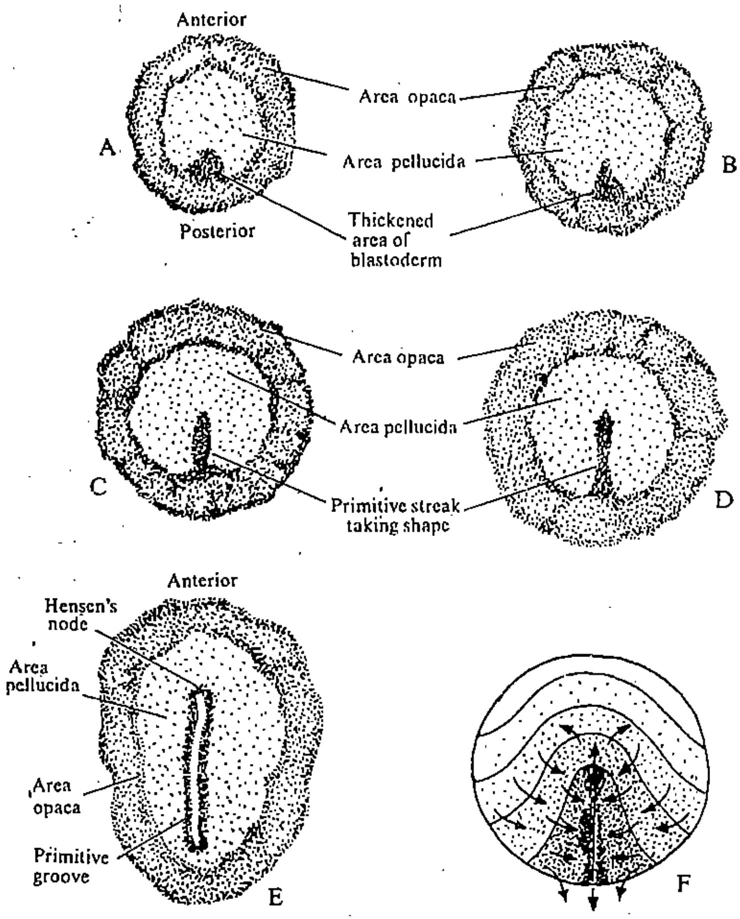
....

i) उल्बी जंतुओं में गैस्ट्रुलाभवन (Gastrulation in Amniotes)

ाप यह जान चुके हैं कि उल्बी जन्तुओं (Amniotes) में सरीसृपों पक्षियों और अंडजस्तनियों में ृपीतकी (Macrolecithal) और अति गोलार्ध-पीतकी (highly telolecithal) अंडे होते हैं । ऐसे ंडों में अंशभंजी विदलन सक्रिय ध्रुव पर जीवद्रव्य के एक लघु डिस्क (ब्लास्टोडिस्क) तक सीमित हता है । इसके फलस्वरूप डिस्क की आकृति का एक ब्लैस्टुला बनता है, जो अविभाजित पीतक के ्पर स्थित होता है । इसे डिस्को ब्लैस्टुला (disco-blastula) कहते हैं । इस तरह के ब्लैस्टुला में ड़ पीतक पिंड गैस्ट्रुलाभवन के दौरान कोशिका संचलनों में भारी बाधा पहुंचाता है । इससे अंतर्वलन ा संदमन हो जाता है और आधंत्र नहीं बन पाता । फलतः इन जन्तुओं में गैस्ट्रुलाभवन की विधि मुद्री अर्चिन और मेंढ़क से भिन्न होती है । उल्बी जन्तुओं में सजीवप्रजक (...parous) उच्च तनधारियों, जिनमें शिशुधानीस्तनी (Marsupials) और यूथीरिया जंतु आते हैं में गौण रूप से पीतक ा लोप हो चुका होता है और उनमें पीतकरहित अंडे पाए जाते हैं । मगर इनमें गैस्ट्रुलाभवन की ही विधि कायम रहती है, जो सरीसृपों और पक्षियों के भारी पीतक वाले भ्रूण में पाई जाती है । काई के इस भाग में हम आपको अंडा देने वाले उल्बी जंतुओं में गैस्ट्रुलाभवन के एक उदाहरण के प में एक पक्षी (चूजा) भ्रूण में गैस्ट्रुलाभवन कैसे होता है, इस बारे में बताएंगे । इसके बाद यूथीरिया तनधारियों में गैस्ट्रुलाभवन के बारे में जानकारी दी जाएगी । आपको जानने को मिलेगा कि उल्बियों में ोने वाले गैस्ट्रुलाभवन और समुद्री अर्चिन व मेंढ़क में होने वाले गैस्ट्रुलाभवन में जहां अनेक भिन्नताएं , वहीं कई समानताएं भी हैं ।



चित्र 14.31 : निषेचित पक्षी अंडे ...ब्लास्टोडिस्क में विदलन की विभिन्न अवस्थाएं । विदलन खांचा पीतक में प्रवेश नहीं करता । पीतक के शीर्ष पर कोशिकाओं की एक स्तर का एक डिस्क की आकृति ...ला ब्लास्टोडर्म बनता है (F) । रोमी संख्याएं विदलन खांचे जिस क्रम में प्रकट होते है, उसे दर्शाती है ।

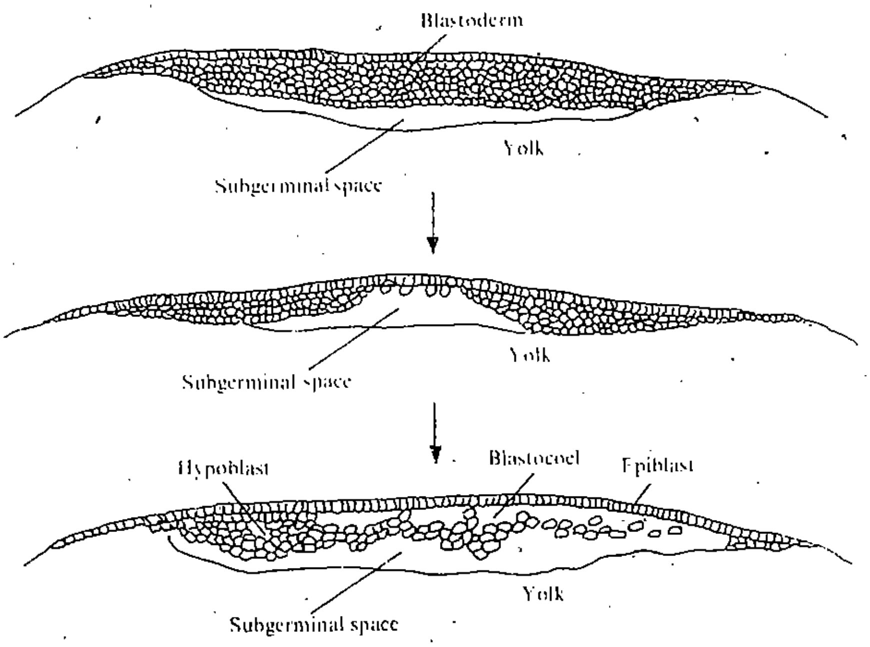


चित्र 14.32 : पक्षी भ्रूण के आदि वर्णरेखा को बनाने वाले कोशिका संचलन । (A) 3-4 घंटे, (B) 5-6 घंटे (C) 7–8 घंटे, (D) 10-12 घंटे, (E) 15-16 घंटे में पक्षी ब्लास्टोडर्म का पृष्ठ दृश्य । इन संचलनों का सार (F) में दिखाया गया है ।

A) पक्षी में गैस्ट्रुलाभवन (Gastrulation in Chick)

निषेचित अंडे में विदलन तब होता है, जब अंडा अंडनाल से होता हुआ मुर्गी के अवस्कर (cloaca) में गुजर रहा होता है (चित्र 14.31) । अंडो के दिए जाने तक उसमें होने वाला अंशभंजी विदलन (Meroblastic Cleavage) से डिस्क की आकृति वाला एक अनेक स्तरीय ब्लास्टोडर्म (डिस्कोब्लैस्टुला) बन चुका होता है । इसमें दो स्पष्ट और अलग भागों को पहचाना जा सकता है i) स्पष्ठ केन्द्रीय वृत्ताकार (area pellucida) जो एक रिक्त स्थान द्वारा अधःशायी पीतक से पृथक होता है जिसे उपजननिक स्थान (Sub-germinal Space) या गुहिका कहते हैं और ii) परिधीय अपारदर्शी क्षेत्र या एरिया ओपेका (Area opaca), जिसमें निचले स्तर की कोशिकाएं पीतक के साथ अंतरंग संपर्क में रहती हैं, जिससे यह भाग काला और अपारदर्शी हो जाता है । एरिया ओपेका की भीतरी सीमा जो एरिया पेलुसिडा के बिल्कुल निकटवर्ती होती है, सीमांत खंड (Marginal zone) है और इसका शेष परिधीय भाग जनन भित्ति (germ wall) कहलाता है । अधिक घनत्व के कारण सीमांत खंड का गहरा भाग भ्रूण के भावी पश्च को दर्शाता है (चित्र 14.31, 14.32 A) ।

पक्षी या चूजे में गैस्ट्रुलाभवन एक दीर्घ प्रक्रम है। अंडे दिए जाने के बाद ऊष्मायन (incubation) की क्रिया आरंभ होते ही यह शुरू हो जाता है और लगभग 4 दिन में पूरा हो जाता है । गैस्ट्रुलाभवन के असली प्रक्रम से पहले कुछ खास कोशिकाओं के कुछ गैस्ट्रुला पूर्व संचलन होते हैं, जिनके फलस्वरूप वे ब्लास्टोडर्म से पृथक हो जाती हैं और एक निम्न स्तर की रचना होती है, जिसे हाइपोब्लास्ट (hypoblast) कहते हैं । बहरहाल अधिकतर कोशिकाएं ब्लास्टोडर्म के उपरि स्तरों में ही बनी रहती हैं, जो अब एपीब्लास्ट (epiblast) बनाती हैं (चित्र 14.33) ।



चित्र 14.33 : पक्षी अंड में हाइपोब्लास्ट की रचना ।

हाइपोब्लास्ट का निर्माण और उसकी भूमिका

दो प्रक्रमों के फलस्वरूप हाइपोब्लास्ट की रचना होती है । पहले प्रक्रम में, कुछ कोशिकाएं अलग-अलग ब्लास्टोडर्म को त्यागती हैं और बहुअंतर्वलन (polyinvagination) के द्वारा उप-जननिक स्थान में गमन कर जाती हैं, जिससे एक महीन स्तर (thin layer) की रचना होती है । इसके तुरंत बाद इस स्तर से कोशिकाओं की एक शीट आकर जुड़ जाती है, जो ब्लास्टोडर्म के पश्च सीमांत खंड से पृथक होकर उप-जननिक गुहिका में अग्रभाग की ओर गमन करती है । इस प्रकार बनने वाला हाइपोब्लास्ट अब परिधि की ओर विस्तार और फैलकर ब्लास्टोडर्म के शेष भाग के नीचे एक पूर्ण महीन स्तर को जन्म देता है । इसे एपीब्लास्ट (epiblast) कहते हैं । हाइपोब्लास्ट और एपीब्लास्ट एरिया ओपेका के कोर पर परस्पर आ जुड़ते हैं । उनके बीच रिक्त स्थान ब्लास्टोसील रह जाता है । भ्रूण की संरचना मेंढ़क के ब्लैस्टुला से अब कुछ मिलती है, मगर हाइपोब्लास्ट बाह्यत्वचा, मध्यजन-स्तर या अंतस्त्वचा किसी का भी पूर्वगामी नहीं होता । कालांतर में इसे एपीब्लास्ट से व्युत्पन्न अंतस्त्वचीय कोशिकाएं विस्थापित कर देती हैं ।

हाइपोब्लास्ट कुछ बाह्य-भ्रूणीय झिल्लियों के हिस्सों के लिए कोशिकाएं प्रदान करता है । मगर भ्रूण के शरीर के निर्माण में इसका कोई योगदान नहीं रहता । फिर भी भ्रूण के विकास में हाइपोब्लास्ट की एक महत्वपूर्ण भूमिका है । आरंभिक अवस्था में इसके विस्थापन से एपीब्लास्ट से एक नये हाइपोब्लास्ट के पुनर्जनी होने तक आगे का सारा विकास रूक जाता है । हाइपोब्लास्ट एपीब्लास्ट में प्राथमिक भ्रूणीय धुरी (primary embryonic axis) या आदि वर्णरेखा (primitive streak) के निर्माण को प्रेरित करता है और उसके अभिविन्यास को निर्धारित करता है ।

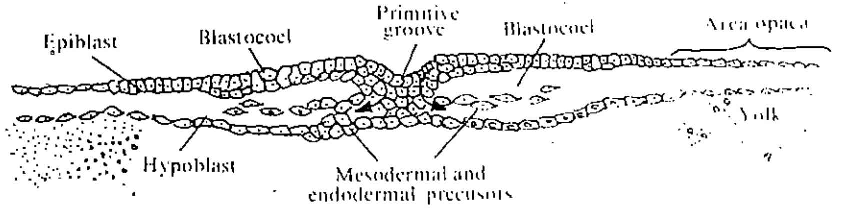
नियति मानचित्र (Fate Map)

तीन प्राथमिक जननिक स्तर (बाह्यत्वचा, मध्यजनस्तर और अंतस्त्वचा) उन कोशिकाओं से बनते हैं, जो मूलतः एरिया पेलुसिडा के भीतर एपीब्लास्ट में स्थित होती हैं । इसलिए चूजे की समूची काया और बाह्य-भ्रूणीय झिल्लियों के अधिकांश भागों (पीतक कोष, अल्ब, अपरापोषिका) का विकास एपीब्लास्ट से व्युत्पन्न कोशिकाओं के द्वारा होता है । अतः पक्षी भ्रूण के ब्लास्टोडर्म के लिए विकसित नियति मानचित्र सिर्फ एपीब्लास्ट में स्थित विभिन्न संभावी अंग निर्माता क्षेत्रों के संदर्भ में हैं । चित्र 14.13 में एरिया पेलुसिडा में ब्लास्टोडर्म का एक सामान्यीकृत नियति मानचित्र दिखाया गया है । यह मानचित्र विभिन्न वैज्ञानिकों द्वारा किए गए कई अध्ययनों पर आधारित है, जिनमें जैव रंजक अभिरंजन, कार्बन कण चिन्हांकन, ट्राइटियमित थाइमिडीन द्वारा चिन्हांकन और फिर ऑटोरेडियोग्राफी, विशिष्ट भागों का

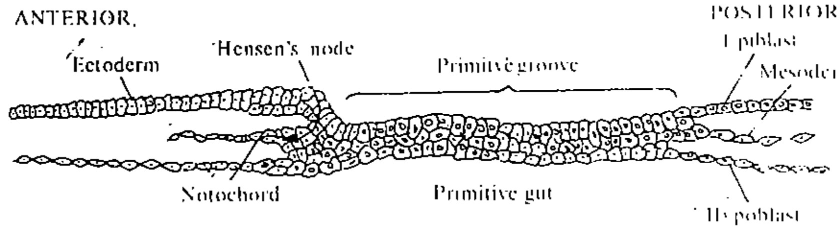
रोपण और प्रत्यारोपण इत्यादि सहित तरह–तरह की इन वीवो (in vivo) और इन विट्रो (invitro) तकनीकें काम में लाई गई । मानचित्र ब्लास्टोडर्म (एपीब्लास्ट) में विभिन्न क्षेत्रों की स्थिति और उनकी सीमा दिखाता है, जहां से तीन जननिक स्तरों के लिए संभावी कोशिकाएं व्युत्पन्न होती हैं । ये जननिक स्तर हैं i) बाह्यत्वचा (अधित्वचीय, तंत्रिक और बाह्यभ्रूणीय बाह्यत्वचा सहित) ii) मध्यजनस्तर जिसमें पृष्ठरज्जु, सिर, कायखंडों, पार्श्विक पट्टिका ओर बाह्य–भ्रूणीय मध्यजनस्तर शामिल हैं और iii) अंतस्त्वचा, जिसमें आंत और बाह्य–भ्रूणीय पीतक कोष अंतस्त्वचा आती है । गैस्ट्रुलाभवन के दौरान होने वाले संरचनाविकासी संचलनों के फलस्वरूप विभिन्न क्षेत्रों से कोशिकाएं अपने–अपने विशिष्ठ गंतव्य स्थानों तक पहुंच कर सतह पर बाह्यत्वचा (ectoderm), नीचे अंतस्त्वचा (endoderm) और दोनों के बीच में मध्यजन स्तर (Mesoderm) का निर्माण करती हैं ।

गैस्ट्रुलाभवन का प्रक्रमः आदि वर्णरेखा का निर्माण

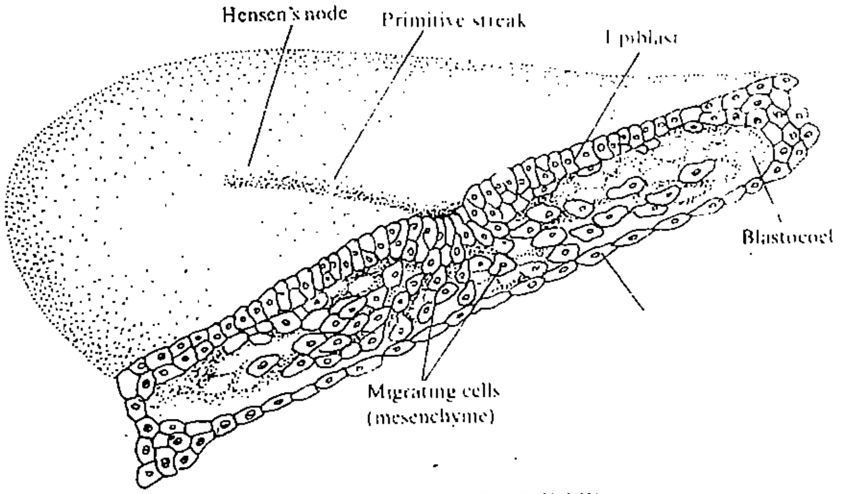
यूथीरिया स्तनधारियों सहित सभी उल्वी जन्तुओं में गैस्ट्रुलाभवन एक अभिलाक्षणिक संरचना से संबद्ध है । इसे आदि वर्णरेखा (primitive streak) कहते हैं । यह एपीब्लास्ट सतह पर 38.50 °C तापमान पर ऊष्मायन के पहले 10 – 18 घंटो के दौरान बनता है (चित्र 14.34) । इसकी रचना कोशिकाओं के



(A) TRANSVERSE SECTION



(B) MEDIAL SECTION



(C) THREE-DIMENSIONAL VIEW

चित्र 14 34 : आदि वर्णरेखा के जरिए अंतस्त्वचीय और मध्यजनस्तरी कोशिकाओं का पलायन ।
(A) 17 घंटे के एक भ्रूण की अनुप्रस्थ काट का चित्र, जो ब्लास्टोसील में गमन करती हुई अंतस्त्वचीय और मध्यजनस्तरी कोशिकाओं के पार्श्विक संचलन को दर्शाता है । (B) उसी भ्रूण के एक मध्य काट का चित्र, जिसमें यह देखने में आता है कि हेनसंस नोड से होकर पलायन करने वाली कोशिकाएं संघनित होकर पृष्ठरज्जु (सिर प्रवर्ध) बनाती हैं ।
(C) गैस्ट्रुलाभवन से गुजरते एक चूजे का स्टीरियोग्राम, जो आदि वर्णरेखा, पलायनकारी कोशिकाओं और ब्लास्टोडर्म के दो मूल स्तरों (एपीब्लास्ट और हाइपोब्लास्ट) के संबंध को दर्शाता है ।

ब्लास्टोडर्म की पृष्ठ मध्यरेखा में अभिसरण के फलस्वरूप होती है । आदि वर्णरेखा निर्माण का पहला संकेत हाईपोब्लास्ट निर्माण के तुरंत बाद एरिया पेलुसिडा के केन्द्रीय पश्च भाग में एक प्रगाढ़न (thickening) से मिलता है । यह प्रगाढ़न एरिया पेलुसिडा के केन्द्र में अग्र वृद्धि करते हुए संकीर्ण और लंबा होता जाता है । पूरा बन जाने पर आदि वर्णरेखा एक संकीर्ण संरचना होती है, जिसमें इसके फर्श पर इसकी लंबाई के समांतर एक खांचा (आदि खांचा) होता है, जिसके अगल-बगल में एक वलय (fold) या कटक (ridge) होता है । यह एरिया पेलुसिडा की लगभग तीन चौथाई लंबाई तक आगे की ओर विस्तार करती है । जहां यह एक गहरे गर्त में समाप्त होती है । इस गर्त को हेन्संस नोड (Hensens Node) कहते हैं जिसके किनारे मोटे होते हैं (चित्र 14.34)।

आदि वर्णरेखा के निर्माण के दौरान एरिया पेलुसिडा की आकृति वृत्ताकार से धीरे-धीरे बदलकर नाशपाती के आकार की हो जाती है, जिसका चौड़ा पार्श्व अग्र और संकीर्ण भाग होता है । यह बदलाव कोशिकाओं के पृष्ठ मध्यरेखा की ओर अभिकरण के फलस्वरूप होता है । यह अभिसरण पश्च सिरे से शुरू होता है और अग्र सिरे की ओर बढ़ता है । मगर वहां रूक जाता है, जहां हेन्संस नोड बना होता है । नियति मानचित्र (चित्र 14 13) के संदर्भ में यह बात ध्यान रखी जानी चाहिए कि आदि वर्णरेखा का पश्च सिरा संभावी बाह्य भ्रूणीय मध्यजनस्तर क्षेत्र के पश्च कटक के केन्द्र में होगा और इसका अग्र सिरा (हेन्संस नोड) पृष्ठरज्ज क्षेत्र के पश्च में संभावी अंतस्त्वचीय क्षेत्र के भीतर होगा । आदि वर्णरेखा भ्रूण के माध्यक अग्र पश्च अक्ष (Median anterior-posterior axis) को बताता है और द्विपार्श्विक सममिति को स्थापित करता है (चित्र 14.34)।

एपीब्लास्ट कोशिकाओं का संचलन

संभावी मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वचीय अंग क्षेत्रों की कोशिकाएं एपीब्लास्ट से आदि वर्णरेखा या खाचे के हेनसंस नोड से होते हुए नीचे स्थित ब्लास्टोसील में गमन करती हैं । यह हेनसंस नोड या वर्णरेखा की ओर अभिसरण करने वाली कोशिका शीटों द्वारा होता है । वहां पहुंचकर कोशिकाएं अपनी आकृति बदलकर बोतल कोशिकाएं बन जाती हैं और शीट अलग-अलग कोशिकाओं में खंडित हो जाती हैं जो आदि वर्णरेखा या हेन्संस नोड से होते हुए अनुवर्तन कर ब्लास्टोसील में अलग-अलग प्रवेश करती हैं । ब्लास्टोसील में पहुंचते ही ये कोशिकाएं चपटी हो जाती हैं । अदृढ़ रूप से संबद्ध मध्योतक के प्रावाहों के रूप में ये कोशिकाएं उर्ध्व अधरी या पार्श्विक और अग्रग पलायन जारी रखती हैं ।

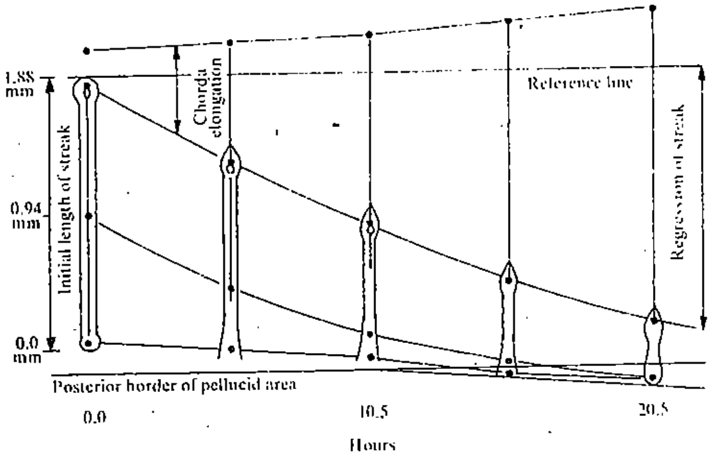
ब्लास्टोसील में सबसे पहले पहुंचने वाली कोशिकाएं संभावी अग्रांत्र (foregut) अंतस्त्वचा की होती हैं, जो हेन्संस नोड के बिल्कुल समीप स्थित होती हैं, जहां से ये कोशिकाएं भीतर की ओर गमन करती हैं । ब्लास्टोसील में प्रवेश करने पर ये अग्रग और पार्श्विक गमन करती हैं और हाइपोब्लास्ट के अग्र भाग में स्थित कोशिकाओं को विस्थापित कर देती हैं । इसके बाद इस अंतस्त्वचीय स्तर के अंतवर्लन से अग्रांत्र की रचना होती है ।

इसके बाद संभावी मध्यजनस्तर रज्जु की कोशिकाएं ब्लास्टोसील में नोड के जरिए ही पलायन करती हैं । अब ये कोशिकाएं एपीब्लास्ट के ठीक नीचे मध्य रेखा पर अग्रग गमन करती हैं और सिर मध्यजनस्तर और पृष्ठरज्जु के पश्च भाग को बनाती है जिसे सिर प्रवर्ध कहते हैं । कालांतर में एपीब्लास्ट की शेष अंतस्त्वचीय और मध्यजनस्तरीय कोशिकाएं क्रमशः वर्णरेखा के अग्र और पश्च भागों से पलायन करती हैं । ब्लास्टोसील के अंदर प्रवेश करते ही ये दो पलायनकारी कोशिका प्रवाह बनाती हैं । एक प्रवाह में अंतस्त्वचीय कोशिकाएं होती हैं, जो हाइपोब्लास्ट में नीचे की ओर जाती हैं जिसे विस्थापित कर वे अग्रांत्र अंतस्त्वचा के साथ एक सतत शीट बनाती हैं । दूसरे प्रवाह में संभावी कायखंड और पाशिवक पट्टिका मध्यजनस्तर की कोशिकाएं होती हैं । ये ब्लास्टोसील में ही रहती हैं, बनने वाले पृष्टरज्जु के दोनों ओर एपीब्लास्ट और हाइपोब्लास्ट के बीच मध्यजनस्तर की एक अदृढ़ शीट के रूप में अपनी स्थिति लेने के लिए ये कोशिकाएं पार्श्विक और अग्रग गमन करती हैं ।

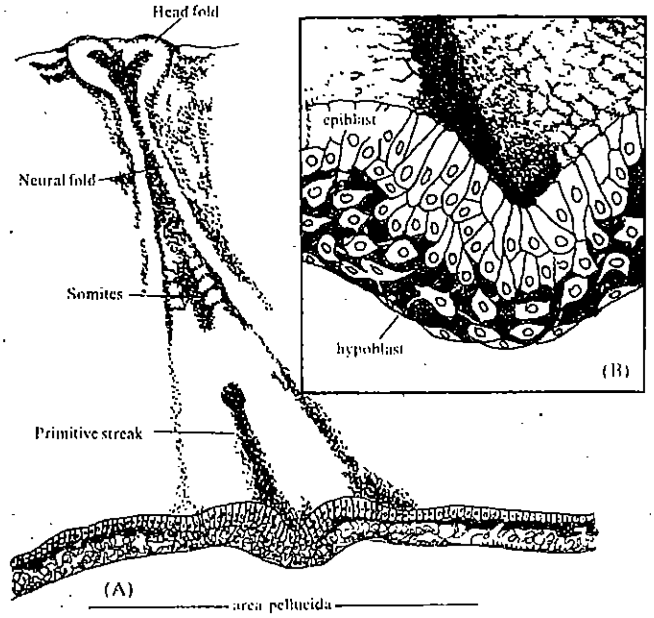
ब्लास्टोसील के अंदर कोशिकाओं के संचलन को हायलूरॉनिक अम्ल (Hyaluronic Acid), सुगम बनाता है । इस अम्ल को एपीब्लास्ट की बाह्यत्वचीय कोशिकाएं स्रावित करती हैं। यह पॉलिसैकेराइड ब्लास्टोसील में जमा हो जाता है और भीतर आने वाली कोशिकाओं पर लेप जैसा चढ़ा देता है । इससे कोशिकाएं पृथक रहती हैं और स्वतंत्र कोशिकाओं के रूप में उनका पलायन बेरोकटोक चलता है ।

आदि वर्णरेखा का प्रतिक्रमण (Regression of Primitive Streak)

आदि वर्णरेखा से होकर कोशिकाओं का अंतर्मुखी पलायन जैसे-जैसे इसके अग्रभाग से पश्च भाग के समांतर एक के बाद एक समाप्त होता जाता है, वर्णरेखा भी उसी दिशा में धीरे-धीरे प्रतिक्रमण (regression) करने लगती है । वर्णरेखा जैसे-जैसे सिकुड़ती जाती है, हेनसंस नोड, जो इसका अग्र सिरा बनाता है, भी पश्च दिशा में गमन करने लगता है (चित्र 14.35) । साथ-साथ एपीब्लास्ट में अभी तक रहने वाली संभावी पृष्ठरज्जु कोशिकाएं भी पश्चगामी नोड के जरिए अंदर की ओर पलायन करती हैं। इससे पृष्ठरज्जु की लंबाई बढ़ जाती है । प्रतिगामी वर्णरेखा इस तरह अपने मार्ग में पीछे भ्रूण की पृष्ठ अक्ष (dorsal axis) को छोड़ जाती है, जिसका प्रतिनिधित्व पश्च दिशा में लंबी होती पृष्ठरज्जु करती है । जब तक वर्णरेखा लुप्त होती है और हेनसंस नोड एरिया पेलुसिडा की पश्च सीमा पर अंतिम स्थिति में आ पहुंचता है, संभावी अंतरत्वचीय और मध्यजनस्तरी कोशिकाएं एपीब्लास्ट को छोड़ चुकी होती हैं । एपीब्लाष्ट में अब सिर्फ बाह्यत्वचीय कोशिकाएं ही शेष रह जाती हैं । वर्णरेखा का प्रतिक्रमण ऊष्मायन के लगभग 22 घंटे बाद शुरू होता है और अगले 20 घंटों में पूरा हो जाता है, यह बात ध्यान रखी जाए कि उभयचरी गैस्ट्रुलाभवन के विपरीत पक्षी भ्रूण में अक्षीय संरचना और तंत्रिक नलिका (Neural tube), कायखंड (Somites), अग्रांत्र (foregut), हृदय जैसे कुछ अंगों का विभेदन (differentiation) शिरोपुश्चीय (cephalocaudally) होता है, जो गैस्ट्रुलाभवन की पश्च अवस्था के साथ चलता है (चित्र 14.36) ।



चित्र 14.35 : आदि वर्णरेखा का प्रतिक्रमण, जो अपने पीछे पृष्ठरज्जु छोड़ जाता है ।



चित्र 14·36 : A) 3 युगल कायखंडों गैस्ट्रुलाभवन से गुजरता पक्षी भ्रूण, जिसे प्रतिक्रमणकारी आदि वर्णरेखा के समानांतर मध्यमार्ग में अनुप्रस्थ काटा गया है । B) एपीब्लास्ट से आदिवर्णरेखा के जरिए अंतर्मुखी पलायन कर रही कोशिकाओं को दिखाने के लिए सेक्सन का परिवर्धन । शिरस्थ भाग (Cephalic region) में होते विभेदन को देखिए, जबकि पश्चभाग में गैस्ट्रुलाभवन बराबर हो रहा है ।

बाह्यत्वचा का अध्यारोहण (Epiboly of Ectoderm)

संभावी अंतस्तवची, पृष्ठरज्जु और मध्यजनस्तरी कोशिकाएं भीतर की ओर प्लायन करती हैं, तो एपीब्लाष्ट में इनमें खाली हुए क्षेत्रों की जगह भ्रूणीय अधित्वचीय और तंत्रिक बाह्यत्वचा के विस्तार (एपीबोली) से भर जाती है । गैस्ट्रुलाभवन के साथ-साथ बाह्यत्वचीय कोशिकाएं वाइटेलाइन झिल्ली (Vitelline membrane) के नीचे एक शीट के रूप में एरिया ओपेका से बाहर की ओर विस्तार करती हैं और अंततः पीतक को घेर लेती हैं । एरिया ओपेका कोशिका की ऊपरी सतहें वाइटेलाइन झिल्ली की आंतरिक सतह के साथ दृढ़ संपर्क में रहती हैं। फलतः वे भी झिल्ली की आंतरिक सतह के साथ-साथ फैलती हैं. ये कोशिकाएं कूटपादी प्रवर्धों को फैलाती है, जो वाइटेलाइन झिल्ली की आंतरिक सतह से चिपक जाती हैं । ऐसा प्रतीत होता है कि एरिया ओपेका की ये सीमांत कोशिकाएं इन कूटपादों की मदद से वाइटेलाइन झिल्ली की आंतरिक सतह के समानांतर बाहर की ओर पलायन करती हैं और अपने साथ-साथ बाह्यत्वचीय कोशिकाओं की विस्तारी शीट को खींच ले जाती हैं जिसकी वे मुख्य सदस्य होती हैं । वाइटेलाइन झिल्ली को हटा देने पर बाह्यत्वचा का एपीबोली संचलन और विस्तार अवरूद्ध हो जाता है ।

पक्षी गैस्ट्रुलाभवन की विशेषताएं

i) हाइपोब्लाष्ट का निर्माण और भ्रूण के अक्ष और अभिविन्यास की रचना में इसकी महत्वपूर्ण भूमिका

ii) एपीब्लास्ट में तीनों जननिक कोशिकाओं की उपस्थिति।

iii) आदि वर्णरेखा का निर्माण और गैस्ट्रुलाभवन की पश्च अवस्था में इसका प्रतिक्रमण ।

iv) आधंत्र निर्माण का न होना ।

v) गैस्ट्रुला कोशिका संचलनों में बहुअंतर्वलन, निवर्तन, अभिसरण, अपसरण और एपीबोली ।

vi) गैस्ट्रुलाभवन के दौरान अक्षीय संरचनाओं का शिरोपुश्चीय विभेदन और भ्रूण की वृद्धि ।

उभयचरी गैस्ट्रुलाभवन से तुलना

पक्षी गैस्ट्रुलाभवन की उभयचरी गैस्ट्रुलाभवन से तुलना करने पर आपको महत्वपूर्ण भिन्नताओं के साथ-साथ कई समानताएं मिलेंगी । आदि वर्णरेखा ब्लास्टोपोर का ही समरूप है, हालांकि उसमें कोई वास्तविक छिद्र नहीं होता । हेनसंस नोड पृष्ठ ओष्ठ का प्रतिनिधित्व करता है और आदि खांचो के पार्श्विक तलों पर पाए जाने वाले वलन पार्श्विक ओष्ठ का प्रतिनिधित्व करते हैं मगर पक्षी में कोई अधर ओष्ठ नहीं पाया जाता । उभयचरों की तरह ही, पक्षी की पृष्ठरज्जुक अंतस्त्वचा और मध्यजनस्तर रज्जु हेनसंस नोड (dorsal lip) से अंदर की ओर पलायन करती हैं और शेष अन्तस्त्वचा और मध्यजनस्तर वर्ण रेखा के पार्श्विक वलनों (पार्श्विक ओष्ठों) के ऊपर से अंतर्वलन करती हैं । संभावी बाह्यत्वचीय मध्यजनस्तर रज्जु; मध्यजनस्तर और अंतस्त्वचीय क्षत्रों की एक दूसरे के सापेक्ष स्थलाकृतिक स्थिति लगभग उभयचरी ब्लैस्टुला की सतह के समान ही होती है । उभयचरों की तरह ही गैस्ट्रुलाभवनकारी पक्षी भ्रूणों में भी निवर्तनकारी मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वचीय कोशिकाएं अपनी आकृति बदलकर बोतल कोशिका का रूप धारण कर लेती हैं ।

बोध प्रश्न 8

i) पक्षी भ्रूणों में गैस्ट्रुलाभवन के दौरान होने वाले कोशिकाओं के संरचनाविकासी संचलनों के प्रकारों के नाम बताइए ।

....

....

ii) पक्षी भ्रूण में हाइपोब्लास्ट की क्या भूमिका है ?

....

....

iii) पक्षी भ्रूण में कौन से संभावी जननिक स्तर एपीब्लास्ट के घटक होते हैं ।

....

....

iv) मध्यजनस्तरीय और अंतस्त्वचीय कोशिकाएं किस प्रकार अंदर की ओर पलायन करती हैं ?

....

....

v) एरिया ओपेका की कोशिकाओं से कौन कौन सी संरचनाएं बनती हैं ?

....

....

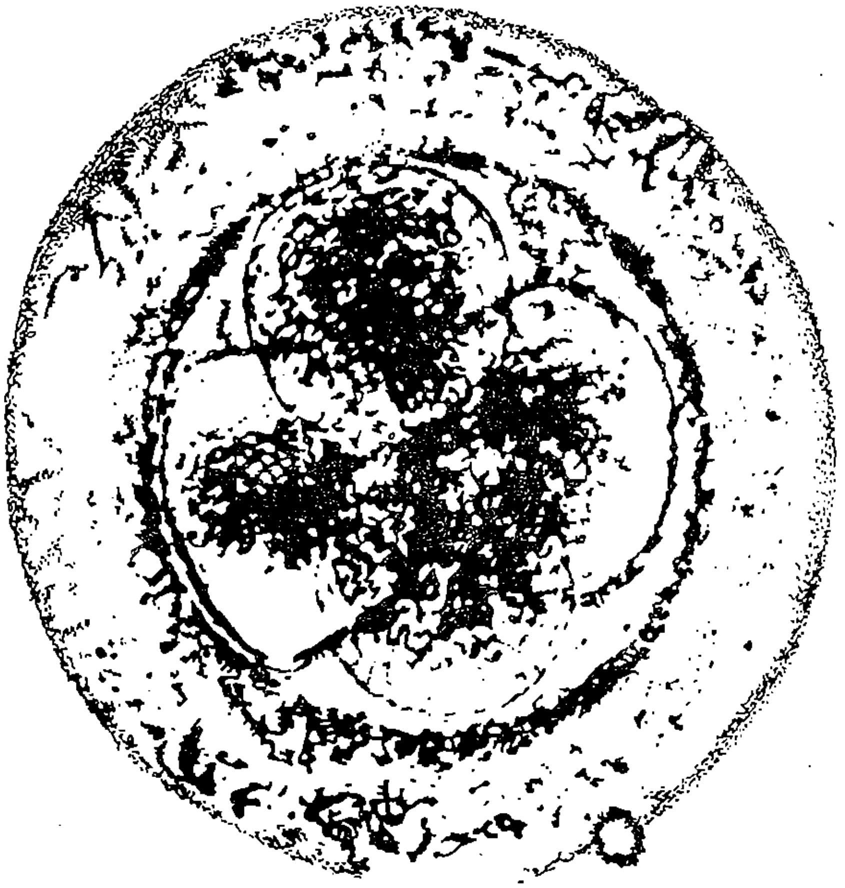
vi) उभयचर में गैस्ट्रुलाभवन के बीच अंतर बताइए ।

....

....

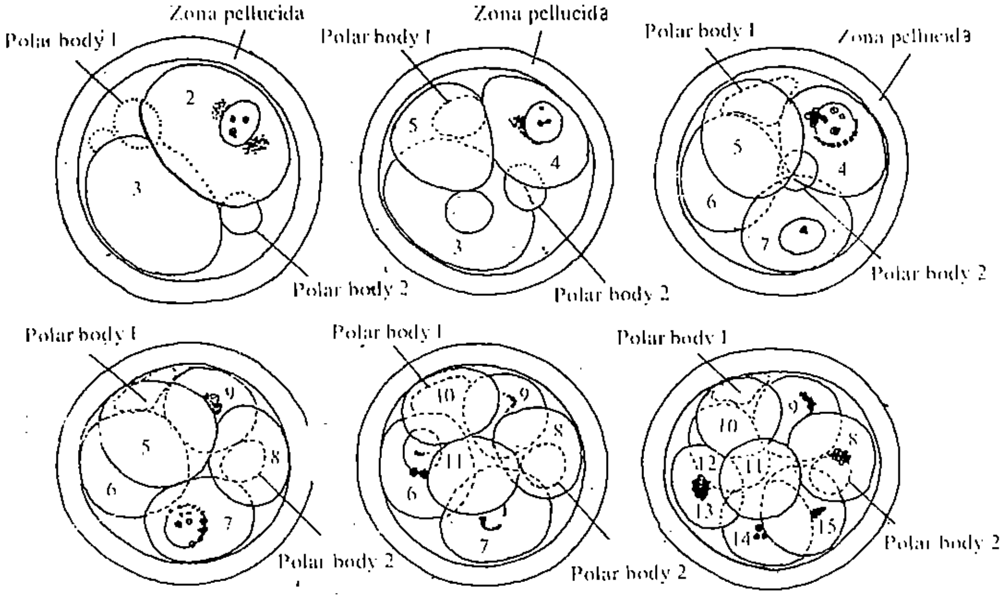
स्तनधारियों (विशेषकर यूथीरिया वर्ग) में गैस्ट्रुलाभवन

पीतक का लोप होने से स्तनधारी अंडों में पूर्ण (पूर्णभंजी) विदलन होता है । मगर अनुवर्ती विकास से पीतक की पूर्व उपस्थिति के प्रचुर प्रमाण मिलते हैं । इनमें होने वाले संरचना विकासी प्रक्रम कई मामलों में उन अंशभंजी अंडों में होने वाले प्रक्रमों से मिलते हैं जिनमें बिम्बाभ विदलन (discoidal cleavage) होता है ।

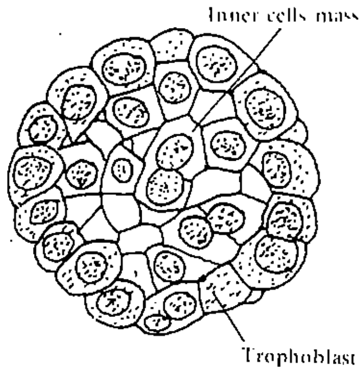


चित्र 14.37 : मानव अंडा विदलन चार ब्लास्टोमियरों वाली अवस्था । जोना पेलुसिडा (Zona pellucida) के बाहर अनेक शुक्राणु ।

विदलन यधपि पूर्ण होता है और सभी ब्लास्टोमियर कमोबेश आकार में समान होते हैं (चित्र 14.37), ब्लास्टोमियरों में समसूत्री विभाजन का तुल्यकालन (Synchronisation) जल्दी ही खत्म हो जाता है । प्रथम दो ब्लास्टोमियर तक भिन्न दरों पर विदलन कर सकते हैं । फलतः एक तीन कोशिका अवस्था और फिर पांच, छ, सात आदि ब्लास्टोमियरों की अवस्थाएं उत्तरोत्तर बनती जाती है (चित्र 14.38)। विदलन के फलस्वरूप कोशिकाओं का ठोस पिंड बनता है जिसे मोरूला (Morula) कहते हैं । मोरूला में कुछ कोशिकाएं सतही होती हैं, तो अन्य दूसरी अंदर की ओर स्थित होती हैं, जो अन्वालोपी कोशिकाओं (enveloping cells) द्वारा सतह से पूरी तरह से कटी होती हैं (चित्र 14.39) । कालांतर में सतही कोशिकाएं मिलकर एक स्पष्ट उपकला स्तर (epithelial layer) बनाती हैं। यही स्तर अधिकांश बाह्यभ्रूणीय भागों (भ्रूणीय झिल्लियों) की रचना करता है। साथ में यह स्तर भ्रूण को कर्भशयी भित्ति (uterine wall) से जोड़ने का काम करता है और अपरा (Placenta) के जरिए मातृ शरीर से भ्रूण को पोषण की आपूर्ति का माध्यम बनता है । स्तनधारी भ्रूण के इस बाह्य स्तर को पोषकोरक या ट्रोफोब्लास्ट (Trophoblast) कहते हैं (यह शब्द trophe से बना है, जिसका अर्थ पोषण होता है) ।

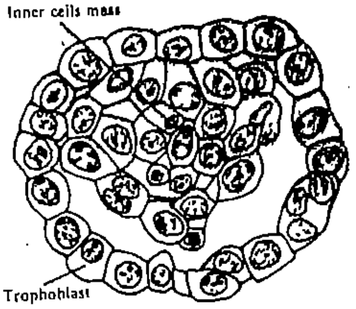


चित्र 14.38 : एक बंदर (मैकाकस मोसस) के अंडे का विदलन ।



चित्र 14.39: मोरूला

आंतरिक भाग में स्थित कोशिकाओं को आंतरिक कोशिका पिंड (inner cell mass, ICM) कहते हैं । यही कोशिकाए वास्तविक भ्रूण की रचना के लिए सामग्री जुटाते हैं, इसलिए इन्हें निर्माणी कोशिका (formative cells) भी कहा जाता है । मोरूला की कोशिकाओं के ठोस पिंड के अंदर एक गुहिका बन जाती है । गुहिका आंतरिक कोशिका पिंड और ट्रोफोब्लास्ट कोशिकाओं के बीच प्रकट होने वाले विदरिकाओं से बनती है। इस गुहिका में तरल पदार्थ अंततः शोषित कर लिया जाता है, जिससे यह बढ़

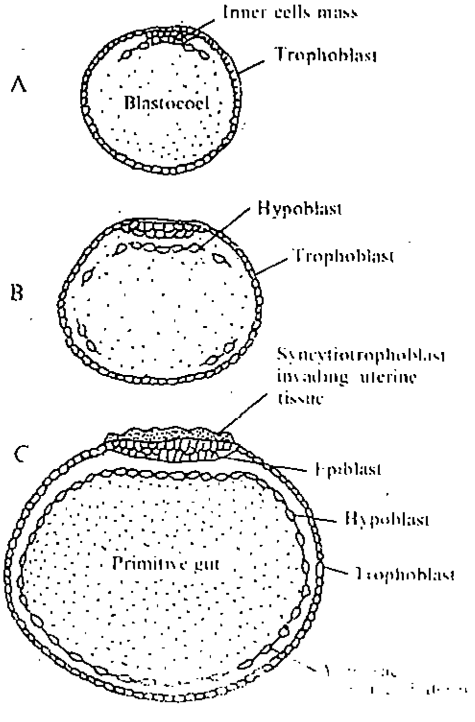


चित्र 14.40 : एक चमगादड़ में आरंभिक ब्लास्टोसिस्ट जिसमें आंतरिक कोशिका पिंड और ट्रोफोब्लास्ट में विभेदन देखने में आता है ।

जाती है। ट्रोफोब्लास्ट उठ जाता है जिससे आंतरिक कोशिका पिंड का अधिकांश सिर्फ एक ही ओर इससे जुड़ा रह पाता है । यह तल बाद में भ्रूण के पृष्ठ तल (dorsal side) के तदनुरूपी हो जाता है । इस अवस्था में स्तनधारी भ्रूण ब्लास्टोसिस्ट कहलाता है (चित्र 14.40)।

जननिक स्तरों का बनना

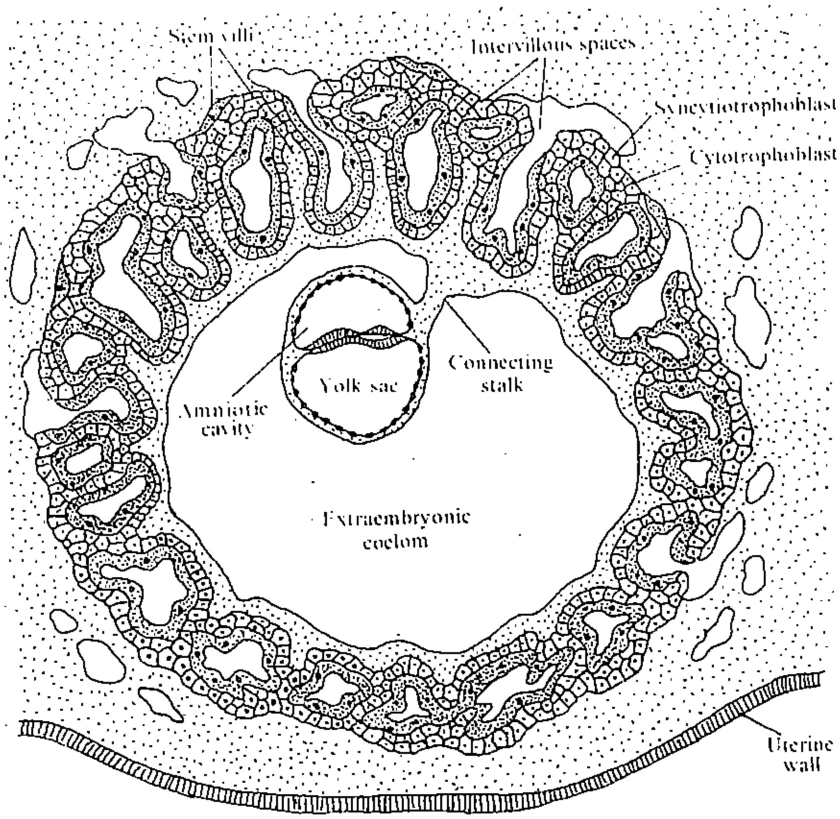
ब्लास्टोसिस्ट की गुहिका की तुलना ब्लास्टोसील से की जा सकती है मगर भ्रूण समग्र में ब्लैस्टुला से भिन्न है, क्योंकि इसकी कोशिकाएं दो प्ररूपों में पहले ही विभेदित हो जाती है : आंतरिक कोशिका पिंड और ट्रोफोब्लास्ट की कोशिकाएं । आंतरिक कोशिका पिंड में कोशिकाओं के प्रथम विसंयोजन में हाइपोब्लास्ट स्तर (चित्र 14.41) का निर्माण हो जाता है, जिसे कभी–कभी आदि अंतस्त्वचा (Primitive endoderm) भी कहा जाता है । ये कोशिकाएं आंतरिक कोशिका पिंड से पृथक होकर ब्लास्टोसील गुहिका में पंक्तिबद्ध हो जाती हैं । यहां वे पीतक पोष अंतस्त्वचा (endoderm) को जन्म देती हैं । पक्षी भ्रूणों की तरह, ये नवजात जीव के लिए अंग का निर्माण नहीं करतीं । हाइपोब्लास्ट के ऊपर शेष बचा आंतरिक कोशिका ऊतक अब एपीब्लास्ट कहलाता है । एपीब्लास्ट कोशिकाएं विदरों (Clefts) द्वारा खंडित होती है, जो अंततः परस्पर मिलकर समूचे एपीब्लास्ट को दो स्तरों में विभाजित कर देती हैं । इनमें एक एपीब्लास्ट भ्रूणीय एपीब्लास्ट (embryomic epiblast) है और दूसरा स्तर उल्व (Amnion) के आस्तर को बनाता है (चित्र 14.42)। उल्व का आस्तर पूरा होते ही यह एक स्त्राव से भर जाता है, जिसे उल्वी तरल पदार्थ (Aminotive fluid) कहते हैं । यह तरल पदार्थ विकासशील भ्रूण के लिए "प्रघात अवशोषक" (Shok absorber) का काम करता है और उसे सड़ने से बचाता है।



चित्र 14.41 : गैस्ट्रुलाभवन से थोड़ी देर पहले स्तनधारी ब्लास्टोसिस्ट आंतरिक कोशिका पिंड ट्रोफोब्लास्ट को आस्तरित करने वाली हाइपोब्लास्ट कोशिकाओं का विस्तरण करता है, जिससे आधंत्र का निर्माण होता है (A-C) शेष आंतरिक कोशिका पिंड एपीब्लास्ट बनाता है ।

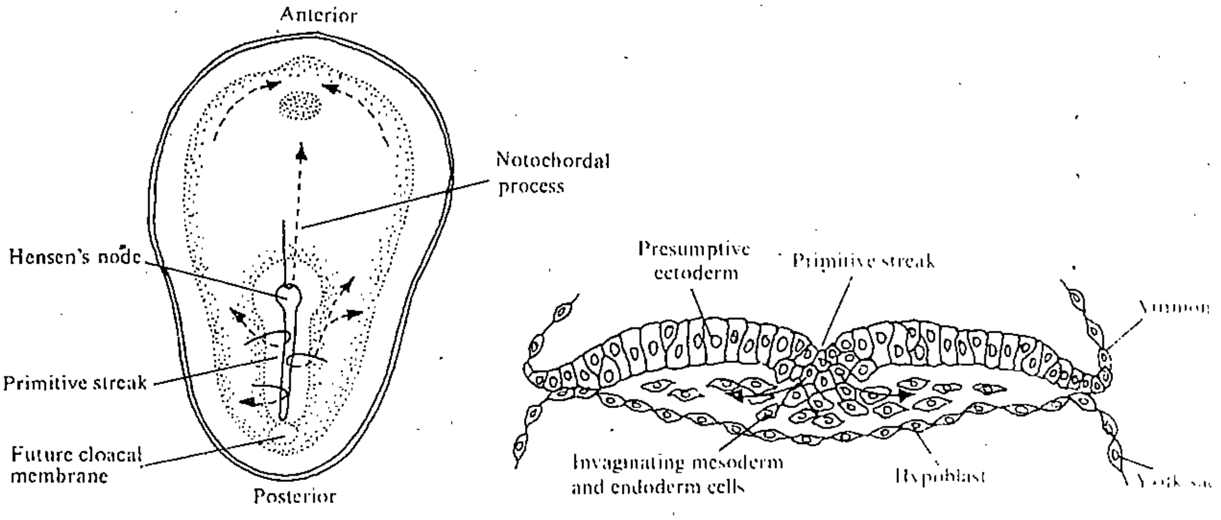
ऐसा माना जाता है कि भ्रूणीय एपीब्लास्ट में वे सभी कोशिकाएं होती हैं, जो वास्तविक भ्रूण को जन्म देती हैं । यह पक्षी एपीब्लास्ट के समान होता है । भ्रूणीय एपीब्लास्ट के पश्च सीमांत में एक स्थानगत स्थूलन (localised thickening) होता है । इससे एक आदि वर्णरेखा बनती है, जिससे अंतस्त्वचीय और मध्यजनस्तरी पूर्वगामी पलायन करते हैं (चित्र 14.43) । पक्षी भ्रूणों की तरह ही, हाइपोब्लास्ट और एपीब्लास्ट स्तरों के बीच पलायन करने वाली कोशिकाओं में हायलुरोनिक अम्ल का लेप चढ़ जाता है, जिसका संश्लेषण आदि वर्णरेखा निर्माण के दौरान होता है ।

भ्रूणीय एपीब्लास्ट में जब कोशिका संचलन हो रहे होते हैं, बाह्यभ्रूणीय कोशिकाएं विशिष्ठ स्तन ऊतकों



चित्र 14:42 : गर्भावधि (gestation) के तीसरे हफ्ते के अंत में गैस्टुलाभवन से गुजरता मानव भ्रूण। अपरा की रचना करने वाली ट्रोफोब्लास्ट कोशिकाएं गर्भाशय की रक्त वाहिकाओं के संपर्क में आ रही हैं । ट्रोफोब्लास्ट से भ्रूण बाह्यभ्रूणीय मध्यजनस्तर के संयोजी वृत द्वारा जुड़ा होता है, जो कुछ ही समय बाद गर्भ रक्त वाहिकाओं को अपरा तक पहुंचाएगा।

की रचना कर रही होती हैं । ये ऊतक गर्भ को मातृ गर्भाशय में जीवित रहने के सक्षम बनाते हैं । आरंभिक ट्रोफोब्लास्ट कोशिकाएं हालांकि सामान्य दिखाई देती हैं, किन्तु वे कोशिकाओं को ऐसे तादाद को जन्म देती हैं, जिनमें केन्द्रक विभाजन जीवद्रव्य विभाजन की अनुपस्थिति में होता है । पहले प्रकार की कोशिकाएं एक स्तर बनाती हैं, जिसे अंतःपोषकोरक (Cytotrophoblast) कहते हैं । दूसरे प्रकार की कोशिकाएं संकोशिका पोषणकोरक (Syncytiotrophoblast) की रचना करती हैं । यह ऊतक गर्भाशय आस्तर पर आक्रमण करता है और भ्रूण को गर्भाशय में अंतः स्थापित कर देता है । प्रतिक्रिया में गर्भाशय रक्त वाहिकाओं को इस क्षेत्र में भेजता है , जहां वे संकोशिका पोषकोरक के संपर्क में आती हैं । इसके कुछ देर बाद गैस्टुलाभवनकारी भ्रूण से मध्यजन स्तर कोशिकाएं बाहर की ओर विस्तार करती हैं (चित्र 14.42) । यह प्रमाणित किया जा चुका है कि इस ऊतक ने आदि मध्यरेखा से होकर पलायन किया था मगर भ्रूणीय मध्यजनस्तर बनने के बजाए यह बाह्यभ्रूणीय मध्यजनस्तर बन जाता है और पोषकोरकी वर्धनों (trophoblastic extensions) से आ जुड़ता है । यह बाह्यभ्रूणीय मध्यजनस्तर (extra-embryonic mesoderm) रक्त वाहिकाओं को जन्म देता है, जो मां से पोषक तत्वों को भ्रूण तक पहुंचाती हैं । इसका संकीर्ण संयोजी वृंत, जो भ्रूण को ट्रोफोब्लास्ट से जोड़ता है, अंततः नाभि रज्जु (umbilical cord) की वाहिकाओं की रचना करता है। पूर्णतः विकसित अंग जो ट्रोफोब्लास्ट और रक्त वाहिका युक्त मध्यजनस्तर का बना होता है, जरायु (Chorion) कहलाता है और यह गर्भाशय से मिलकर अपरा (Placenta) को बनाता है । जरायु मातृ गर्भाशयी ऊतक के काफी सन्निकट होते हुए भी पृथक्करणीय होता है, जैसा कि सूअर में संस्पर्शी अपरा होती है। या फिर यह इतने अंतरंग रूप से एकीकृत हो सकता है कि दोनों ऊतक मां और विकासशील गर्भ को हानि पहुंचाए बिना पृथक नहीं किया जा सकता है, जैसा कि मानव सहित अधिकांश स्तनधारियों के पाती अपरा (deciduous placenta) में होता है ।



(A) SURFACE VIEW (B) TRANSVERSE SECTION

चित्र 14.43 c: स्तनी गैस्ट्रुलाभवन के दौरान कोशिका संचलन । (A) भ्रूणीय एपीब्लास्ट के पृष्ठ सतह को दिखाता चित्र (उल्बी बाह्यत्वचा हटा दी गई है), पक्षी भ्रूणों की तरह, इसमें भी हेनसंस नोड से अग्रभाग की ओर पलायन करने वाली कोशिकाएं पृष्ठ रज्जू की रचना करती हैं, जबकि शेष कोशिकाएं आदि वर्णरेखा से चलकर मध्यजनस्तर और अंतस्त्वचा पूर्वगामी बनने के लिए पार्श्व गमन कर जाती है । बिन्दु रेखाएं आंतरिक पलायन दर्शाती हैं । (B) भ्रूण की अनुप्रस्थ काट, जिसमें संभावी मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वचीय कोशिकाएं आदि वर्णरेखा के जरिए आंतरिक पलायन करते देखी जाती हैं ।

बोध प्रश्न 9

i) स्तनी ब्लास्टोसिस्ट के निर्माण के बारे में बताइए ।

....

....

....

ii) ट्रोफोब्लास्ट और आंतरिक कोशिका पिंड की नियति क्या है ?

....

....

....

iii) स्तनी भ्रूणों में हाइपोब्लास्ट कोशिकाओं का कौन सा स्रोत है ?

....

....

....

iv) स्तनधारियों में गैस्ट्रुलाभवन की कौन सी विशेषताएं पक्षी के गैस्ट्रुलाभवन से मिलती हैं ?

....

....

....

v) इस अवधारणा का भ्रूणवैज्ञानिक आधार क्या है कि पक्षी और स्तनधारी दोनों ही सरीसृप पूर्वजों से विकसित हुए होंगे?

....

....

....

सारांश

- विदलन एककोशिकीय युग्मनज को बहुकोशिकीय संरचना में रूपांतरित करता है। विदलन के दौरान होने वाले विभाजन समसूत्री होते हैं मगर उनमें G_1 और G_2 अवस्थाएं नहीं पाई जातीं, जिन्हें संयुक्त रूप से अंतरावस्था (interphase) कहते हैं। तुल्कालन, जीवद्रव्यी पदार्थों का विस्थापन न होना, भ्रूण आकृति में कोई परिवर्तन नहीं और उच्च केन्द्रक/जीवद्रव्यी अनुपात विदलन की मुख्य विशेषताए हैं।
- पीतक की मात्रा ही अण्डे की संरचना को निर्धारित करती है। पीतक की मात्रा के आधार पर अंडा अपीतकी (यूथीरिया स्तनधारियों में), सूक्ष्मपीतकी (ऐम्फिऑक्सस में) मध्यपीतकी (उभयचरों में) और गुरूपीतकी (अस्थिल मछलियों शीर्षपाद मोलस्क, सरीसृपों, पक्षियों और अंडजस्तनियों में) अथवा अंडे के भीतर पीतक पदार्थों की स्थिति के आधार पर अंडा समपीतकी (समुद्री अर्चिन), गोलार्धपीतकी (उभयचर, सरीसृप, पक्षी और अंडजस्तनी में) और केन्द्रपीतकी (कीटों में) हो सकता है।
- पीतक की मात्रा अंडे के आकार, विदलन खांचों के पथ, विदलन की दर और परिणामी ब्लास्टोमियरों के आकार को प्रभावित करता है।
- अंडा सामान्यतः गोलाकार या लगभग गोलाकार होता है इसका अपवाद कीट हैं इसलिए विदलन के तत्व अक्षीय (meridional), ऊर्ध्व (vertical), मध्यवर्ती (equatorial) या अक्षांशीय (latitudinal) होते हैं।
- ब्लास्टोमियरों के विन्यास के आधार पर विदलन को अरीय (radial), सर्पिल (spiral) या द्विपार्श्विक कहा जा सकता है। विदलन खांचे अंडे को पूर्णतः विभाजित करते हैं या अंशतः इसके आधार पर विदलन पूर्णभंजी या अंशभंजी या सतही होता है।
- विदलन मोरूला को जन्म देता है, जो ब्लैस्टुला या ब्लैस्टुला सदृश संरचना में रूपांतरित हो जाता है। ब्लैस्टुला का संगठन अंडे में मूलतः संचित पीतक मात्रा पर निर्भर है।
- पीतक की मात्रा विकास की सम्पूर्ण प्रक्रिया और भ्रूणीय अवस्थाओं की संरचना को प्रभावित करता है। यह प्रभाव गैस्टुलाभवन की अनुवर्ती अवस्थाओं पर भी जारी रहता है।
- ब्लास्टोमियरों के विभिन्न समूहों के नियति मानचित्रों को भिन्न विधियों द्वारा बनाया जाता है। ये हैं प्राकृतिक वर्णकन (pigmentation), जैव रंजक अभिरंजन तकनीक, कार्बन कणों से चिह्नांकन और रेडियों धर्मी अनुरेखण।
- गैस्टुलाभवन के दौरान ब्लास्टोमियरों के विभिन्न समूहों का पुनर्विन्यास किया जाता है जो एक गत्यात्मक प्रक्रम है। यानी ब्लास्टोमियर और उसके व्युत्पन्न एक स्थान से दूसरे स्थान में गमन करते हैं।
- गैस्टुलाभवन ब्लास्टोमियरों के अनेक संरचनाविकासी संचलनों से प्रभावित होता है। एपीबोली (अध्यारोहण) जिसमें कोशिका प्रसरण, तनुभवन, प्रसार, बाह्यत्वचा का प्रसार और विस्तार होता है। एंबोली (अंतरारोहण) जिसमें मध्यजनस्तर का अंतर्वलन, निवर्तन, अभिसरण, अपसरण, सहवर्धन (concresence), विस्तरण (delamination) अंतःस्पदन (infilteration), अंतःक्रमण (ingression) और बहुअनुवर्तन होता है।
- समुद्री अर्चिन में गैस्टुलाभवन एक सरल प्रक्रम है जिसमें ब्लैस्टुला की सतह से प्राथमिक मध्योतक

कोशिकाओं का ब्लास्टोसील में अंतर्वलन होता है । यह अंतर्वलन अक्रिया ध्रुव पर होता है । इसके बाद अंतस्त्वचा का आरंभिक अंतर्वलन होता है, जिससे आधंत्र और ब्लास्टोपोर का निर्माण होता है ।

- उभयचरों में गैस्ट्रुलाभवन पृष्ठ तल पर अंतस्त्वचा के अंतर्वलन से आरंभ होता है, जिससे आधंत्र का निर्माण शुरू होता है। मध्यजनस्तर और अंतस्त्वचा ब्लास्टोपोर के पृष्ठ, पार्श्विक और अधरी ओष्ठ के ऊपर अंतर्वलन द्वारा आंतरीकृत हो जाती हैं । बाह्यत्वचा भ्रूण को एपीबोली द्वारा बाहर से ढक लेती है ।
- पक्षियों (सरीसृपों, अंडजस्तनी में भी) में गैस्ट्रुलाभवन के दौरान आदि वर्णरेखा संभावी पृष्ठरज्जु, मध्यजनस्तरी और अंतस्त्वची कोशिकाओं के संचलन के लिए मार्ग प्रदान करती है ।
- यूथीरिया स्तनी में हालांकि अंडा छोटा और अपीतकी होता है । इसमें विदलन पूर्णभंजी होता है । गैस्ट्रुलाभवन का प्रक्रम ठीक पक्षी की तरह ही होता है ।
- एक ओर सरीसृपों, पक्षियों और अंडजस्तनियों दूसरी ओर मेटाथीरिया व यूथीरिया स्तनियों के आरंभिक व्यक्ति वृत्तीय विकास में समानताएं इस अवधारणा को पुष्ट करने वाले प्रमाण हैं कि सभी उल्बी जीवों के पूर्वज एक ही थे ।

14.5 अंत में कुछ प्रश्न

1. किसी यूथीरिया स्तनी का अपीतकी अंडा अगर एक विशाल पीतक से भर कर उसे एक कठोर सरंध्री कोश में बंद कर दिया जाए तो निम्न में कौन सा कथन इस काल्पनिक स्थिति के लिए उपयुक्त बैठता है (सही कथन के आगे सही और गलत के आगे गलत लिखिए)

   क) यह सरीसृपों, पक्षियों और अंडजस्तनियों के गुरूपीतकी अंडे की तरह व्यवहार करेगा । ( )

   ख) यह अस्थिल मछलियों या शीर्षपाद मोलस्क के गुरूपीतकी अंडों की तरह आचरण करेगा । (

   ग) विकास की अनुत्क्रमणीयता के नियम के अनुसार यूथीरिया स्तनियों में ऐसी स्थिति का होना असंभव है । ( )

   घ) यह स्थिति उल्बी व्यक्तिवृत्तता के सामान्य प्रयोजन की सीमा से परे हो जाएगी । ( )

2. जंतु के आरंभिक व्यक्तिवृत्तीय विकास (भ्रूणोदभव) को संचालित करने वाले महत्त्वपूर्ण कारक कौन से हैं

   क) ....

   ख) ....

   ग) ....

3. सही कथन लिए 'सही' गलत कथन के आगे 'गलत' लिखिए

   क) भ्रूण एक सजीव सत्ता नहीं है । यह अंडजोत्पत्ति या जन्म के समय जीवित हो उठता है । ( )

   खं) विभिन्न भ्रूणीय अवस्थाएं व्यक्तिवृत्तीय विकास के विभिन्न चरणों पर एक संजीन (genome) की भिन्न लक्षण प्रारूपिक अभिव्यक्तियां हैं । ( )

   ग) विदलन में विषमताएं होने के कारण, सरीसृपों, पक्षियां, अंडजस्तनियों और यूथीरिया स्तनियों को एक साथ 'उल्बी' वर्ग में रखना ! ( )

घ) अंडजोत्पत्ति या जन्म की घटनाओं को अंडे में मौजूद पीतक की मात्रा निर्धारित कर सकती है । ( )

4. निम्न की व्याख्या दीजिए

क) ब्लास्टोडर्म

ख) संरचनाविकासी संचलन

ग) अंशभंजी विदलन

घ) नियति मानचित्र

ङ) सीलोब्लैस्टुला

च) एपीब्लास्ट

छ) आंतरिक कोशिका पिंड

....

....

....

....

....

....

....

5. वयस्क अवस्था के कशेरूकी के ब्लैस्टुला के संभावी पृष्ठरज्जु क्षेत्र की क्या नियति है ?

....

....

14.6 उत्तर

बोध प्रश्न 1

i) समसूत्री कोशिका विभाजन

ii) जीवद्रव्यी वृद्धि या G_1 और G_2 प्रावस्थाएं

iii) मध्यपीतकी, अंत्यावस्था

iv) बड़ा

v) तुर्क, घनत्व

बोध प्रश्न 2

i) आरीय, ऊर्ध्व, मध्यवर्ती, अक्षांशीय

ii) गुरूपीतकी, पीतकी, मध्यपीतकी, सतही, सतही जीवद्रव्य, केन्द्रित, जीवद्रव्य

बोध प्रश्न 3

i) यूथीरिया स्तनधारियों में अपीतकी अंडे सरीसृपी पूर्वज के पूर्वजी गुरूपीतकी अंडों से अमौलिक रूप से व्युत्पन्न हुए हैं । इसीलिए ये पूर्वजी प्ररूपों की तरह व्यवहार (या पुनरावर्तन) करते हैं ।

ii)

जंतु		विदलन के प्रकार	ब्लैस्टुला
a), c), f), g)	–	अरीय, पूर्णभंजी	सीलोब्लैस्टुला डिस्कोब्लैस्टुला
b)	–	आवर्तनी पूर्णभंजी	ब्लास्टोसिस्ट
d)	–	बिम्बाभ अंशभंजी	डिस्कोब्लैस्टुला
e)	–	अरीय पूर्णभंजी (असम)	सीलोब्लैस्टुला
h)	–	अरीय पूर्णभंजी (सम)	सीलोब्लैस्टुला
i)	–	सर्पिल	स्टीरियोब्लैस्टुला

बोध प्रश्न 4

i) इकाई के उपभाग 14.2.5 को देखें

ii) क) सूक्ष्मनलिकाएं

ख) सूक्ष्मतंतुओं

ग) सूक्ष्मनलिकाएं

iii) क) केन्द्रक विभाजन को रोक देता है

ख) जीवद्रव्य विभाजन को अवरूद्ध कर देता है

बोध प्रश्न 5

i) गत्यात्मक, पलायन, ब्लैस्टुला, संगठन, अविभाजित अंडा, गैस्ट्रुलाभवन, रूपांतरित, तीन, गैस्ट्रुला ।

i) इकाई के उपभाग 14.3.2 को पढ़ें

ii) इकाई के उपभाग 14.3.1 को देखें

बोध प्रश्न 6

i) क) चपटाकरण, ब्लास्टोमियर, अक्रिय

ख) प्राथमिक मध्योतक, अंतस्त्वचा

ग) ब्लास्टोसील, अंतःक्रमण

घ) अंतर्वलन, अक्रिय

ड) अंतस्त्वचा, आधंत्र

ii) इकाई के उपभाग 14.3.3-(i) को देखिए ।

बोध प्रश्न 7

i) क) गंभीर (गहरी), मध्यवर्ती या सीमांत खंड

ख) पृष्ठ, अक्रिय, पीतक

ग) आकृति, बोतल कोशिकाएं

घ) निवर्तन, पृष्ठी, पार्श्विक, अधरी, ब्लास्टोपोर

ड) अंतर्वलन, निवर्तन

ii) कोशिका संख्या में वृद्धि, एक कोशिका स्थूल शीट में सभी कोशिकाओं का एकीभवन, कोशिकाओं का चपटीकरण और विस्तार

iii) इकाई के उपभाग 14.3.3-(ii) को देखें ।

बोध प्रश्न 8

i) अभिसरण, अपसरण, निवर्तन, बहुअनुवर्तन, एपीबोली

ii) भ्रूण के अग्र - पश्च मध्यवर्ती अक्ष और उसके अभिविन्यास को प्रभावित करता है

iii) बाह्यत्वचा, अंतस्त्वचा, मध्यजनस्तर

iv) आदि वर्णरेखा से होकर स्वतंत्र रूप से

v) बाह्यभ्रूणीय झिल्लियां (पीतक कोष, उल्व, अपरापोषिका, जरायु) ।

vi) इकाई के उपभाग 14.3.3-(iii) को देखें ।

बोध प्रश्न 9

i) इकाई के उपभाग 14.3.3 - (iv) को देखें) ।

ii) ट्रोफोब्लास्ट अपरा के निर्माण में हिस्सा लेता हैं, गर्भ के शरीर पीतक कोष, अपरापोषिका, वृंत और उल्ब के लिए कोशिकाओं का स्रोत आंतरिक कोशिका पिंड है ।

iii) ब्लास्टोडिस्क

iv) हाइपोबलास्ठ, एपीब्लास्ट, आदि वर्णरेखा, उल्ब, पीतक कोष, अपरापोषिका, आदि वर्णरेखा के जरिए एपीब्लास्ट से अंतस्त्वचीय और मध्यजनस्तरी कोशिकाओं के अनैच्छिक संचलन

v) सरीसृप, पक्षी और स्तनधारियों में आरंभिक भ्रूण विकास का पैटर्न समान होता है ।

अंत में कुछ प्रश्नों के उत्तर

1. क) सही ख) गलत ग) सही घ) गलत

2. क) जातिवृत्तीय समूह (Phylogenetic group) जिससे जंतु विशेष (जाति) संबद्ध है ।

   ख) अंडक (oocyte) की वृद्धि के दौरान अंडे में संचित पीतक की मात्रा ।

   ग) विकास स्थल (मातृ शरीर के भीतर या बाह्य वातावरण में)

3. क) गलत ख) सही ग) गलत घ) सही

4. पाठ के संगत हिस्सों को देखें ।

5. एक कशेरूकी युग्मनज का संभावी पृष्ठरज्जु क्षेत्र आरंभिक भ्रूणीय अवस्थाओं में पृष्ठरज्जु की रचना कर लेता है मगर इसकी नियति में वयस्क अवस्था द्वारा पूर्णतः विलोप हो जाना है । यह साइक्लोस्टोम या चक्रमुखी कशेरूकियों में नहीं होता है ।

इकाई 15 संरचनाविकास और ऊतक संगठन

इकाई की रूपरेखा

15.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
15.2 संरचनाविकास प्रक्रम
संरचनाविकास प्रक्रमों के प्रकार
कोशिकीय संचलन की कारक प्रक्रियाएं
कोशिकीय संचलन में साइटोपंजर संरचनाओं की भूमिका
कोशिकाओं का कोशिका-वाह्य आधार-द्रव्य से आसंजन
15.3 बाह्यचर्म व्युत्पन्नों का संरचनाविकास
उभयचर प्राणियों में तंत्रिकाभवन
चूजों में तंत्रिकाभवन
तंत्रिका पट्टी बनने की प्रक्रिया
15.4 मध्यजनस्तरीय व्युत्पन्नों का संरचनाविकास
उभयचर प्राणियों में हृदय का विकास
चूजों में हृदय का विकास
रक्त कोशिकाओं का विकास
15.5 अंतर्जनस्तरीय व्युत्पन्नों का संरचनाविकास
अंतर्जनस्तरीय अंगों का उद्भव
मेंढ़क में आदि जनन कोशिकाओं का उद्भव और स्थानांतरण
चूजों और स्तनधारी प्राणियों में आदि जनन कोशिकाओं का उद्भव और स्थानांतरण
15.6 सारांश
15.7 अंत में कुछ प्रश्न
15.8 उत्तर

15.1 प्रस्तावना

मौर्फोजेनेसिस (संरचना विकास) ग्रीक शब्द है । इसका अर्थ है - आकार बनना या संयोजित होना ।

पिछली इकाई में आपने विदरण के विभिन्न प्रकारों और इसकी परिक्रिया के बारे में पढ़ा । साथ ही यह भी पढ़ा कि कैसे एक परत वाला कोरक ब्लैस्टुला (blastula) तीन जनन परतों वाले गैस्ट्रुला में बदलता है । इस इकाई में हम गैस्ट्रुला बनने के बाद के परिवर्तनों का अध्ययन करेंगे जिनसे i) भ्रूण की कोशिकाओं के पुन संयोजन के कारण शरीर का निश्चित आकार बनता है, और ii) जनन-परतों से विभाजन अंगों का अलग-अलग रूप में विकास होता है । इन प्रक्रियाओं को ही सामूहिक रूप से संरचना-विकास या आकार-जनन (morphogenesis) कहते हैं ।

इसके अतिरिक्त इस इकाई में आप यह भी पढ़ेंगे कि कैसे विभिन्न प्रकार की संरचना-विकास प्रक्रियाओं के कारण बर्हिजनस्तरीय (ectodermal) मध्यजनस्तरीय (mesodermal), अंतर्जनस्तरीय (endodermal) व्युत्पन्नों (derivatives) का विकास होता है । यह उल्लेखनीय है कि जनन स्तरों और उनके व्युत्पन्न अंगों की प्रक्रिया में एक प्रकार की समानता होती है, चाहे यह शारीरिक विकास मछली, मेंढ़क, चूजे अथवा किसी स्तनधारी जीव का हो । इस इकाई में चूजे और मेंढ़क के कुछ अंगों के संरचनाविकास के बारे में भी बताया जाएगा ।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप -

- विभिन्न प्रकार की संरचनाविकास प्रक्रियाओं और कोशिकाओं के संचलन के तरीकों को जान सकेंगे,

- उभयचर प्रणियों और चूजों में तंत्रिका नली (neural tube) बनने की आकार-जनन प्रक्रियाओं को समझा सकेंगे,
- मध्यजनस्तरीय व्युत्पन्न के रूप में हृदय के बनने की प्रक्रिया समझा सकेंगे,
- यह समझा सकेंगे कि जनन कोशिकाएं जनन अंगों (gonads) में नहीं बनती, बल्कि जनन कोशिकाओं की पूर्ववर्ती आदि जनन कोशिकाएं (primordial germ cells) अंतर्जनस्तर में पैदा होती हैं और विकसित हो रहे जनन अंगों तक स्थनांतरित होती हैं ।

15.2 संरचना विकास प्रक्रम

इकाई 14 में हमने पढ़ा कि कैसे निषेचित डिंब (egg) एक गुहा के चारों ओर एक गेंद या कोशिकाओं की परत का रूप ले लेता है और ब्लास्टुला बनता है । फिर ब्लास्टुला की कोशिकाएं सक्रिय होकर गैस्टुला में पुनर्व्यवस्थित हो जाती हैं जिसके बाद व्यस्क अंगों का निर्माण होता है कोशिकाओं की तीन परतें होती हैं – बहिर्जनस्तर, मध्यजनस्तर, अंतर्जनस्तर । बहिर्जनस्तर की कोशिकाएं त्वचा, इसके व्युत्पन्न और केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र बनाती हैं । भ्रूण के भीतरी अंतर्जनस्तर की कोशिकाएं आहार नली और व्युत्पन्नों को बनाती हैं । इन दोनों परतों के मध्य में स्थित, मध्यजनस्तर की कोशिकाओं से पेशियाँ, कंकाल, योजक ऊतक और जनन-मूत्र तंत्र विकसित होता है । (सारिणी 15.1)

सारिणी 15.1 कशेरूकों में तीन जनन-परतों के प्रमुख व्युत्पन्न अंग

बहिर्जनस्तर
तंत्रिका ऊतक
संवेदी अंग
त्वचा का आधिचर्म (epidermis) और व्युत्पन्न
मध्यजनस्तर
अंतस्त्वचा (dermis of skin)
कंकाल
पेशियाँ
रूधिर-परिसंचरण तंत्र
उत्सर्जन तंत्र
जनन तंत्र (जनन कोशिकाओं के अतिरिक्त)
योजक ऊतक
अंतर्जनस्तर
पाचक तंत्र की कोशिकाएं
पाचक ग्रंथियां
फेफड़ों और श्वसन-नली की कोशिकाएं
आदि जनन कोशिकाएं

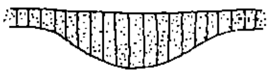
आप यह जानते हैं कि एक ही कोशिका यानि निषेचित डिंब से उपर्युक्त शारीरिक संरचनाएं विकसित होती हैं । एसी विविध कोशिाओं का विकास विभेदीकरण (differentiation) कहलाता है । विभेदीकरण एक व्यापक शब्द है । इनमें निम्नलिखित प्रक्रियाएं शामिल हैं – i) कोशिकीय विभेदीकरण (cytodifferentiation) ii) ऊतकीय विभेदीकरण (histodifferentiation) iii) अंगो के आकार का विकास । विभेदीकरण की प्रक्रिया से विभिन्न अंगों और ऊतकों का विकास होता है और विभिन्न प्रकार की कोशिका संचलन प्रक्रियाएं होती हैं, जिन्हें संरचना विकास प्रक्रियाएं कहते हैं । ये प्रक्रियाएं एक-दूसरे के सापेक्ष कोशिकाओं की स्थिति के पुनःसंयोजन (rearrangement) के लिए उत्तरदायी हैं ।

इसके साथ ही, कोशिकाओं का अपना आकार और व्यवस्था भी संयोजित होती हैं । विभिन्न संरचना विकास प्रक्रियाओं को निम्न छ प्रकार की प्रक्रियाओं में बाँटा जा सकता है—i) कोशिका विभाजन की दिशा और मात्रा ii) कोशिका के आकार में परिवर्तन iii) कोशिका स्थानांतरण (migration) iv) कोशिका विकास (growth v) कोशिका क्षय और vi) कोशिका की झिल्ली और कोशिका–बाह्य आधार द्रव्य में परिवर्तन ।

15.2.1 संरचनाविकास प्रक्रमों के प्रकार

भ्रूण अवस्था के प्रारंभिक परिवर्तनों और अंगों के आदि रूपों (rudiments) के विकास के दौरान उपकला (epithelial) की कोशिकाओं में वलन (folding) और फैलाव की कई प्रकार की गतियां होती हैं । इनमें भ्रूण का आकार बनता है । संरचना विकास प्रक्रियाओं के कारण उपकला को कोशिकाओं के रूपांतरण में उपकला पर्तों में वलन अथवा फैलाव आ सकता है अथवा उनमें शाखाएं बन सकती हैं । वांछित रूपांतरण लाने वाली संरचना विकास प्रक्रियाएं निम्न प्रकार की हो सकती हैं

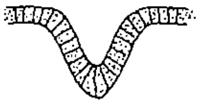
- उपकला परत में कोई परिवर्तन होने से पूर्व उपकला में कुछ मोटापन आ जाता है। इस परिक्रिया **को या खंभ–ऊतक निर्माण** (palisading) कहते हैं । ऐसा कोशिकाओं के लंबा खिंच जाने से **होता है** (चित्र 15.1) । इस प्रक्रिया को तंत्रिका पट्टी (neural plate) और लेंस, कान और **नाक के मूल अंग–रूपों जैसी बहिर्जनस्तरीय पट्टाभ** (ectodermal placoids) के बनने में देखा जा सकता है ।



चित्र 15.1 : उपकला कोशिकाओं का लंबा खिंच जाना अर्थात पैलिसेडिंग, उपकला कोशिकाओं में किसी भी संरचना विकास परिवर्तन से पहले होता है ।

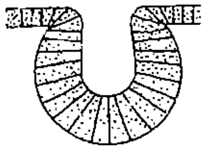
- उपकला अन्दर या बाहर की ओर वलन ले सकती है । जब उपकला भ्रूण की सतह से बाहर की ओर मुड़ती है, तो इसे बहिर्वलन (evagination) कहते हैं । जब सलवट भ्रूण या किसी गुहा में अंदर की ओर होती है, तो इसे अंतर्वलन (invagination) कहते हैं ।

i) एक पंक्ति में वलन आने से खांच (groove) सी संरचना बन जाती है (चित्र 15.2) । तंत्रिका नली और कंठ–श्वास नली (laryngo-tracheal tube) ऐसी वलन प्रक्रियाओं के उदाहरण हैं ।



चित्र 15.2 : मोटी हो चुकी उपकला में वलन आने से एक पंक्ति के रूप में खांच (जैसे तंत्रिक खांच) का बनना ।

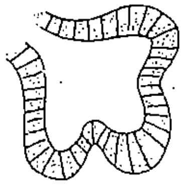
ii) लेंस पुटी अथवा दृक–आशय (optic vesicle) के बनने में भी उनकी उपकला मोटी होती हैं और उपकला में अंदर की ओर वलन (inpocketing) होने से थैले–नुमा संरचनाएं बन जाती हैं ।



चित्र 15.3 : दृक–आशय (optic cup) बनने में उपकला में अंदर को ओर वलन होना ।

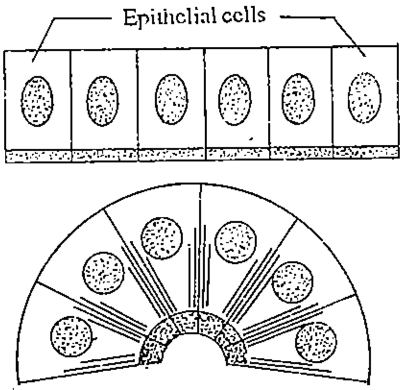
- शाखाओं वाली संरचनाएं बनाने के लिए वलनों और कोष्ठों (pouches) में कुछ और परिवर्तन

होते हैं । उपकला के बाहरी कोष्ठ में वलन या विदर (cleft) पड़ने से विभिन्न ग्रंथियां (glands) बनती हैं ।



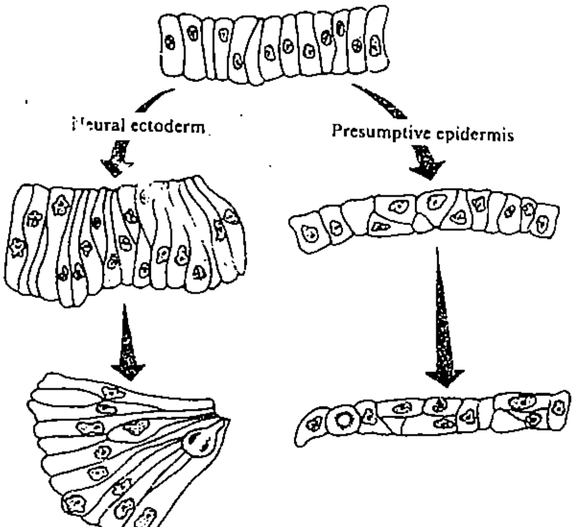
चित्र 15.4 : ग्रंथियों के निर्माण में कोष्ठों का शाखन (branching)

- कोशिकाओं की परतों में वलन या मोड़ों से उपकला में कोशिका का आकार बदल सकता है । उदाहरण के लिए, स्तंभीय (columnar) उपकला कोशिकाओं के शीर्ष में संकरे होने से पिरामिडीय (pyramidal) कोशिकाएं बनती हैं (चित्र 15.5) इससे उपकला परत के दोनों ओर सतह के क्षेत्रफल में अंतर आ जाता है और पूरी परत मुड़ जाती है ।



चित्र 15.5. स्तंभीय उपकला कोशिकाओं के मुड़ने से पिरामिडीय कोशिकाओं का बनना ।

- आपको याद होगा कि उभयचर (amphibian) प्रणियों में गैस्ट्रुलेशन के बारे में बताते हुए एपीबोली (epiboly) प्रक्रिया के विषय में बताया गया था । इस प्रक्रिया में कोशिकाओं में फैलाव आता है । भावी बहिर्जनस्तर फैलकर भ्रूण को ढ़क लेता है । विकास के अन्य चरणों में भी ऐसा ही फैलाव होता है । उदाहरण के लिए, तंत्रिकाभवन के दौरान (neurulation) बहिर्जनस्तर जो (जिसका बाद में त्वचा के रूप में विकास होता है) फैलकर उस क्षेत्र को ढक लेता है, जो पृष्ठ मध्यरेखा (dorsal midline) के पास तंत्रिका उपकला के मिलने से रिक्त होता है । फैलाव के साथ कोशिकाओं का आकार पतला या चपटा हो सकता है (चित्र 15.6) ।

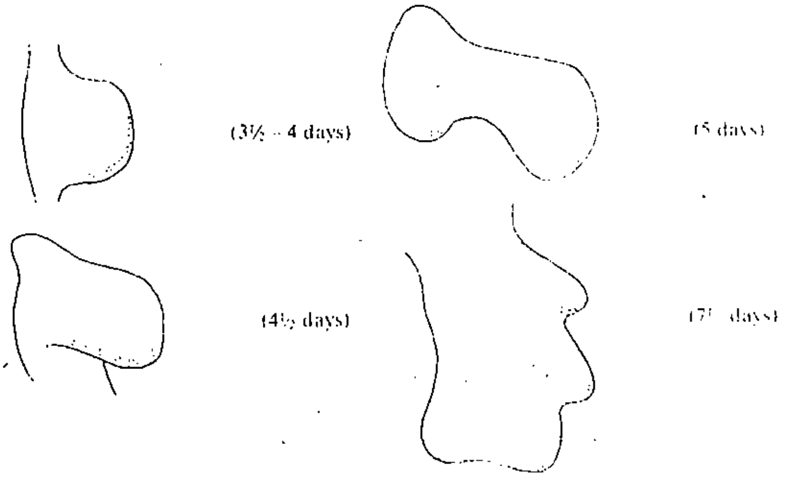


चित्र 15.6 : तंत्रिकाभवन और भावी बाह्य त्वचा के बनने के दौरान उपकला कोशिकाओं का चपटा होना और फैलना ।

- ऐसा भी होता है कि कुछ कोशिकाएं, जैसे मध्योत्तक (mesenchymal) कोशिकाएं अथवा आदि जनन कोशिकाएं प्रमुख कोशिका परतों से अलग हो जाती हैं और दूसरे स्थानों पर चली जाती हैं जहां वे निर्धारित कार्यक्रम के अनुसार विकसित होती हैं ।

- संरचना-विकास की विविध प्रक्रियाओं के साथ-साथ कुछ कोशिकाओं के क्षय होने की भी विकसित हो रहे भ्रूण की विभिन्न संरचनाओं के बनने में महत्वपूर्ण भूमिका है । मस्तिष्क हाथों-पैरों और तालु में कुछ भागों में विकास के दौरान कोशिकाएं नष्ट होती हैं ।

  चित्र 15.7 में चूजो के विकसित हो रहे अंगों के कोशिकाओं के क्षय स्थलों (necrotic regions) को दिखाया गया है । इससे अलग-अलग अंगों का विकास होता है ।



चित्र 15.7 : चूजे के पैरों में विभिन्न चरणों में कोशिका क्षय-स्थल । छायांकित क्षेत्र कोशिका क्षय क्षेत्र हैं, जहां विकास के विशिष्ट चरणों में कोशिकाओं का क्षय होता है IN 2-Interdigital Necrotic zone–अंतअंग कोशिका-क्षय क्षेत्र PN 2-posterior necrotic zone – कोशिका क्षय क्षेत्र ।

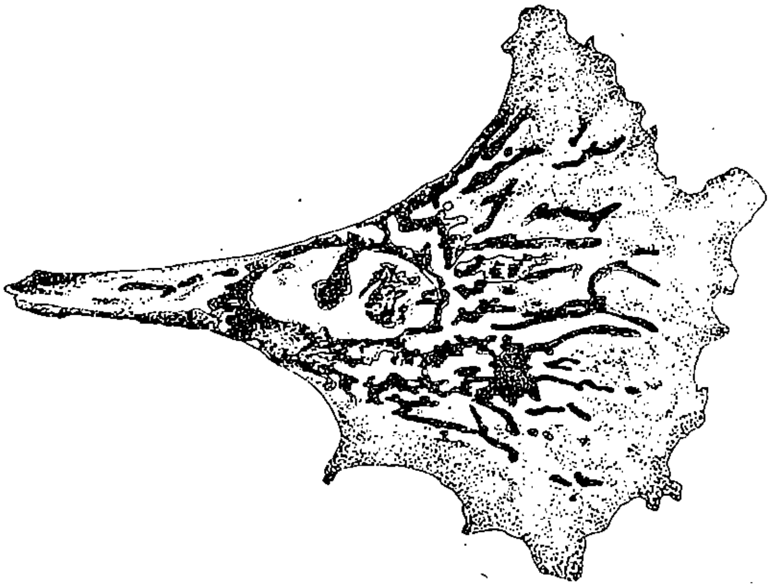
15.2.2 कोशिकीय संचलन की कारक प्रक्रियाएँ

पिछले उपभाग में हमने संरचना विकास की विविध प्रक्रियाओं का उल्लेख किया था । ये प्रक्रियाएं बताती है कि भ्रूण कोशिकाएं सचल होती हैं और इनका संचलन संरचना-विकास प्रक्रियाओं में बुनियादी महत्व रखता है । इस उपभाग में हम संरचना-विकास प्रक्रिया में कोशिका के आकार में परिवर्तन या उन विधियों की चर्चा करेंगे, जिनसे कोशिकाएं अपने सही स्थान की ओर निर्देशित होती हैं ।

योजक उतकों (connective tissues) को जन्म देने वाले तंतुकोरकों (fibroblasts) का व्यापक अध्ययन किया गया है ताकि कोशिकीय संचलन की प्रक्रिया को समझा जा सके । तंतुकोरकों का संचलन दो चरणों में होता है–i) आसंजन (adhesion) चरण, जिसमें कोशिका प्लैज़्म झिल्ली की सीमाओं तक फैलती है ii) विगलन (detachment) चरण, जिसमें कोशिका का पिछला भाग आगे को खिंच जाता है । कोशिका में ऐसे क्षेत्र बनते हैं, जो बड़े महीन और पंखे के आकार के होते हैं । इनकी सहायता से कोशिका स्वयं को आगे धकेलती है । कोशिका के ऐसे क्षेत्रों को पटलिका (lamellae) कहते हैं (चित्र 15.8) इस पटलिका का एक बहुत पतला और चपटा विस्तार भाग होता है जिसे पटलिका आधार कहते हैं । जब पटलिका-आधार आगे बढ़ता है, तो इसका कुछ हिस्सा निचले आधार-स्तर (substratum) से अलग होकर अपने में सिकुड़ता है और उत्कुंचित (ruffled) हो जाता है । ऐसी गतिशील कोशिकाओं के अगले किनारे उत्कुंचित पटलिका-आधार (ruffled lamellipodia) कहलाते हैं । अग्रभाग में पटलिका-आधार का निरंतर उत्पादन होता है । इससे कोशिका का आकार निरंतर बढ़ता है और पिछला भाग निचले आधार-स्तर से अलग हो जाता है ।

कोशिकाएं चलते-चलते निर्धारित स्थान पर पहुंच जाती हैं । प्रश्न यह है कि ऐसे कौन से तरीके हैं, जिनके कारण भ्रूण में कोशिकाएं निर्धारित स्थान की ओर चलती हैं । समझा जाता है कि कोशिकाओं के निर्धारित संचलन के अनेक तरीके हैं । ये हैं–क) रसायन-गतिशीलता (chemotaxis)

ख) स्पर्शगतिशीलता (haptotaxis) ग) विद्युत धारा गतिशीलता (galvanotaxis) और घ) संपर्क निदेशन (contact guidance) । अब हम इन तरीकों की संक्षेप में चर्चा करेंगे ।



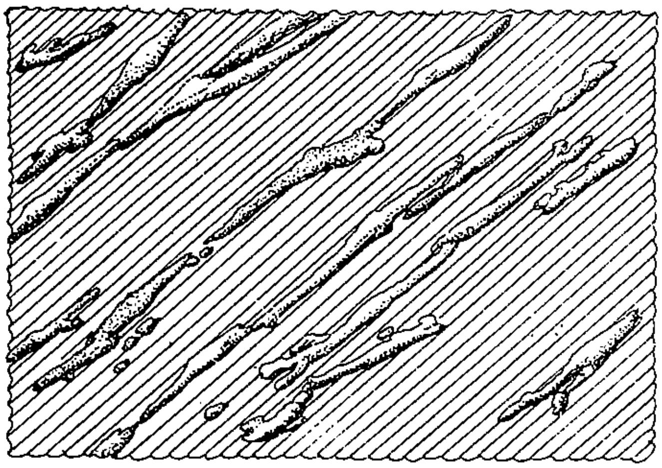
चित्र 15.8 : एक स्थानांतरण करता हुआ तंतुकोरक । कोशिका उस दिशा में गतिशील होती है जहाँ पंख जैसा पटलिका लेमेलीपोडिया (lamellipodia) के साथ बनता है ।

क) **रसायन गतिशीलता** : इस तरीके में विलयन में किसी रासायनिक कारक की सांद्रता के कारण कोशिका का संचलन निर्धारित होता है । भ्रूणीय लसीकाणुओं (lymphocytes) का आस्थिमज्जा (bone marrow) से भ्रूणीय थाइमस (thymus) में जाना ऐसे संचलन का उदाहरण है । समझा जाता है कि कोशिकाओं का यह निर्देशित संचलन ताप में स्थायी बने रहने वाले एक पेप्टाइड रसायन के कारण होता है जिसका अणु भार 1000 से 4000 डाल्टन तक होता है । इस पेप्टाइड की सांद्रता थाइमस में अधिकतम होती है और इसी दिशा में कोशिकाएं संचलित होती हैं ।

ख) **स्पर्श गतिशीलता** : कोशिकाओं का यह निर्देशित संचलन कोशिकाबाह्य आधार द्रव्य (extracellular matrix) में किसी आसंजक अणुओं की उपस्थिति के कारण होता है । यह आसंजक पदार्थ विलयन में नहीं होता । कोशिका ऐसे अणुओं से चिपकती या अलग होती रहती है और इसके कम सांद्रण से अधक सांद्रण की दिशा में बढ़ती रहती है । पूल और स्टर्नबर्ग (Poole and Sternberg 1982) ने इस बात के प्रमाण दिए हैं कि शैलामेंडर (salamander) की प्राकवृक्कीय (pronephric) नली की कोशिकाएं स्पर्श-गतिशीलता के निर्देशनों के अनुरूप चलती हैं । पूर्व-वृक्क नली का आदिरूप पृष्ठ-मध्यजनस्तर मे कोशिकाओं की ठोस रज्जु के रूप में अलग होता है और शुरू में इस भ्रूण के सिरे पर देखा जाता है । भ्रूण का और विकास होने पर, यह आदिरूप लंबा खिंचकर अवस्कर (cloaca) की ओर बढ़ता है जहां से मूत्र उत्सर्जित होता है । अध्ययनों से पता चला है कि संभवतः क्षारीय फॉस्फेटेज एंजाइम पूर्व-वृक्क आदिरूप के स्थानांतरण में आसंजक (adhensive) की भूमिका निभाता है ।

ग) **विद्युतधारा गतिशीलता** : विद्युतधारा गतिशीलता कोशिकाओं में विद्युत-शक्ति में अंतर के कारण संभव हो पाती है । समझा जाता है कि भ्रूण के विभिन्न भागों में अलग-अलग वोल्टता की विद्युत धारा होती है जिसका संरचना-विकास प्रक्रियाओं में महत्वपूर्ण स्थान है । तंत्रिकाओं की विकास-गति को बदलने के लिए 10 से 100 mv/mm का अत्यल्प विद्युत क्षेत्र पर्याप्त है । न्यूकिटेली और एरिक्सन (Nuccitelli and Erickson—1989) ने पता लगाया है कि भ्रूणीय चूजे के तंतुकोरक 2 अत्यल्प विद्युत क्षेत्र में संवर्धित (culture) किए जाने पर ऋण ध्रुव की ओर स्थानांतरित होने लगते हैं। चूजों की प्रारंभिक भ्रूणीय स्थिति, जलस्थलचर प्राणियों के ब्लास्टीमा (blastema) के पुनर्जनन और पतंगों के गर्भाशय में, जहाँ पीतक या जर्दी (yolk) प्रोटीन का संचरण होता है, बड़ी मात्रा में विद्युत-धारा का पता लगाया गया है ।

घ) संपर्क निर्देशन : विकसित हो रहे भ्रूणों में कोशिका-संचलन में रासायनिक आयनी कारकों के साथ ही, संरचना विकास प्रक्रियाओं में भौतिक कारकों की भी भूमिका प्रतीत होती है । संवर्धित नमूनों में संपर्क निर्देशन से कोशिकाओं का संचलन देखा गया है । कोशिका जिस भौतिक सतह से गुजरती है, उससे उसकी गति प्रभावित होती है और वह निर्धारित स्थान की और बढ़ती है । (चित्र 15.9)



चित्र 15.9 : खाँच सतह पर स्वयं को पंक्तिबद्ध करती स्तनधारी जंतुओं की कोशिकाएं

वीस (Weiss–1934) ने प्रदर्शित किया कि कोशिकाएँ अपने आधार-स्तर (substratum) में अनियमितताओं को जान लेती हैं और तंतुओं जैसी संरचनाओं के अनुरूप दिशा बनाकर आगे बढ़ती है । यहां तक कि व पेट्रीडिश (petridish) की तली की खरोंचों के अनुरूप भी चल सकती हैं । हेरिस (Harris–1980) ने अपने अध्ययन में दिखाया है कि सिलिकान रबर या कोलाजेन में संवर्धित तंतुकारक अपने संचलन से जो दबाव डालते हैं, उससे आधार (सिलिकॉन रबर या कोलाजेन) के आकार में बदलाव आ जाता है और ये तंतुकारक आधार के इन्हीं परिवर्तित भागों पर बढ़ते हैं । समझा जाता है कि मछली के पंख (fin) के अंदर की और पूर्वमध्यजनस्तरीय कोशिकाओं के स्थानांतरण में स्पर्श-निर्देशन प्रक्रिया होती है ।

15.2.3 कोशिकीय संचलन में साइटोपंजर संरचनाओं की भूमिका

साइटोपंजर (cytoskeleton) से तात्पर्य है कोशिकाद्रव्य में स्थित उन अनेक प्रकार के तंतुओं (fibres) से जो कोशिका के आकार में परिवर्तन और भ्रूणों में कोशिका संचलन में भूमिका निभाते हैं । इस प्रणाली में तीन तरह के तंतु हैं–i) सूक्ष्म नलिकाएं (microtubules) ii) सूक्ष्म तंतु (microfilament) iii) माध्यमिक तंतु (intermediate filaments) ।

i) सूक्ष्मनलिकाएं : ये कोशिकाओं के मूल ढांचे और कार्य-तंत्र के महत्वपूर्ण अंग हैं और प्रत्येक कोशिका में पाए जाते हैं । (कोशिकीय जीवविज्ञान पाठ्यक्रम की एल.एस.ई.-01 के अंड 1 की इकाई 3 देखें)। सूक्ष्मनलिकाएं 25 नेनोमीटर व्यास की बेलनाकार खोखली छड़ें हैं । प्रत्येक सूक्ष्मनलिका में आदितंतुओं (protofilaments) की 13 पंक्तियां होती हैं जो इसके लंबे अक्ष के समानांतर होती हैं । प्रत्येक आदितंतु एक दोहरा (dimer) प्रोटीन है जिसमें एक α और β ट्यूबुलिन श्रृंखला होती है । प्रोटोफिलामेंट एक-दूसरे के साथ लगकर सूक्ष्मनलिकाओं का निर्माण करते हैं । उपकला कोशिकाओं के लंबे खिंचने और खंभ-कोशिकाएं बनने में इन सूक्ष्मनलिकाओं की यांत्रिक भूमिका है ।

ii) सूक्ष्मतंतु : सूक्ष्मतंतु (microfilament) सभी जंतु कोशिकाओं में होते हैं । पूरे कोशिकाद्रव्य में ये जाली जैसे स्वरूप में (meshwork) अलग-अलग होते हैं । इनका व्यास 6 नैनोमीटर होता है । ये आकुंचनशील (contractile) प्रोटीन एक्टिन (actin) के बहुलक (polymer) हैं । एक्टिन के एक स्थान पर एकत्र बहुलक को F-एक्टिन (F-actin or filamentous actin) कहते हैं । उपभाग 15.2.1 में आपने पढ़ा होगा कि कोशिकाओं में वलन बढ़ने से कोशिकाद्रव्य के अंदर कोशिका का आकार बदलता है और कोशिकाओं का शीर्ष भाग संकरा हो जाता है । एक्टिन से बने सूक्ष्मतंतु के आकुंचन से ही कोशिकीय सतह संकरी होती है ।

iii) माध्यमिक तंतु : इनका आकार सूक्ष्म तंतुओं से बड़ा और सूक्ष्मनलिकाओं से छोटा होता है । इनका व्यास 10 नैनोमीटर होता है । इन्हें पांच वर्गों में बांटा जा सकता है i) किरेटिन (keratin) तंतु बहिर्जनस्तर और अंतःजनस्तर की उपकला कोशिकाओं में पाए जाते हैं । ii) विमेंटिन (vimentin) तंतु मध्यजनस्तर से बनने वाले ऊतकों, जैसे अस्थियों और उपास्थियों में पाए जाते हैं । iii) तंत्रिका तंतु तंत्रिका कोशिकाओं में पाए जाते हैं । iv) ग्लायल (glial) तंतु ग्लायल कोशिकाओं में मिलते हैं । v) डेस्मिन (desmin) तंतु सभी कोशिकाओं में मिलते हैं । विभिन्न प्रकार के माध्यमिक संतुओं के कार्य की स्पष्ट जानकारी नहीं है । हो सकता है कि कोशिकाओं की त्रिज्यायामी आकार बनाये रखने में अन्य कोशिकाओं के साथ इनकी भी भूमिका हो ।

15.2.4 कोशिकाओं का कोशिकाबाह्य आधारद्रव्य से आसंजन

उपभाग 15.2.2 में आपने पढ़ा कि संचलन और आकार बदलने के लिए कोशिकाएं एक-दूसरे से या अपने आधार से चिपकती हैं । प्रायः कोशिकाएं कोशिकाबाह्य आधारद्रव्य के अणुओं के जटिल संरचना वाले आधार से चिपकती हैं। इन अणुओं को कोशिकाबाह्य आधारद्रव्य के अणुओं या ई.सी.एम. अणु (extracellular matrix or ECM molecules) कहते हैं । ये अणु कोशिकाओं के बीच के स्थानों में स्रवित होकर जाली का रूप बनाते हैं । इनमें से कुछ आधार सतह पर सघन शीट (sheet) बनाते हैं जिसे आधारीय लेमिना (basal lamina) कहते हैं । ये अणु स्वयं संकलित और संयोजित हो सकती हैं । इसीलिए ये कोशिकेतर आधार द्रव्य बना पाते हैं । इन ई.सी.एम. अणुओं में प्रोटिओग्लाइकोन (proteoglycans), कोलाजेन और अन्य अनेक ग्लाइकोप्रोटीन शामिल हैं । कोशिकेतर आधारद्रव्य में ये प्लाज्मा झिल्ली में स्थित संग्राही (receptor) प्रोटीनों की मदद से बंधे रहते हैं । विभिन्न ई.सी.एम. अणुओं को जोड़े रखने में सहायक कई संग्राही प्रोटनीं का पता लगाया गया है ।

इसके साथ ही हम संरचना-विकास के कुछ समान्य पक्षों पर चर्चा समाप्त करते हैं । कुछ विशिष्ट संरचनाओं के जनन-स्तरों से अनेक संरचना विकास के बारे में जानने से पहले, आप निम्न बोध प्रश्नों का उत्तर देने का प्रयास करें ।

बोध प्रश्न 1

क) निम्न की परिभाषा दीजिए : i) विभेदीकरण ii) संरचना विकास

....

....

....

....

ख) 'क' स्तंभ की मदों को 'ख' स्तंभ के शब्दों से सुमेलित कीजिए :

क)	ख)
i) उपकला परत में परिवर्तन से पहले उपकला का मोटा होना	क) अंतर्वेशन
ii) उपकला का भ्रूण की सतह की बाहर की ओर मुड़ना	ख) कोशिका की मृत्यु
iii) उपकला में सिकुड़न आने से भ्रूण अंदर की ओर सलवट पड़ना	ग) एपीबोली
iv) जनन कोशिकाओं की एक परत का दूसरी पर फैलना	घ) स्तंभ-उपकला कला
v) कोशिका मृत्यु से विकास के दौरान विशिष्ट कोशिकाओं का हटाया जाना	ङ) बहिर्वेशन

ग) रिक्त स्थानों में उचित शब्द लिखिए :

i) विलयन में किसी रासायतिन कारक की सांद्रता के कारण कोशिका का निर्देशित संचलन .... कहलाता है ।

ii) कोशिकेतर आधारद्रव्य में आसंजक अणुओं की सांद्रता से प्रभावित संचलन .... कहलाता है ।

iii) विद्युत–शक्ति में अंतर के कारण ससीमकेन्द्रकी कोशिकाओं में संचलन .... कहलता है ।

iv) भौतिक आधार सतह से प्रभावित कोशिका संचलन .... कहलाता हैं ।

v) कोशिका के आकार और कोशिका संचलन में भूमिका निभाने वाले कोशिका द्रव्य के समस्त तंतु मिलकर .... कहलाते हैं।

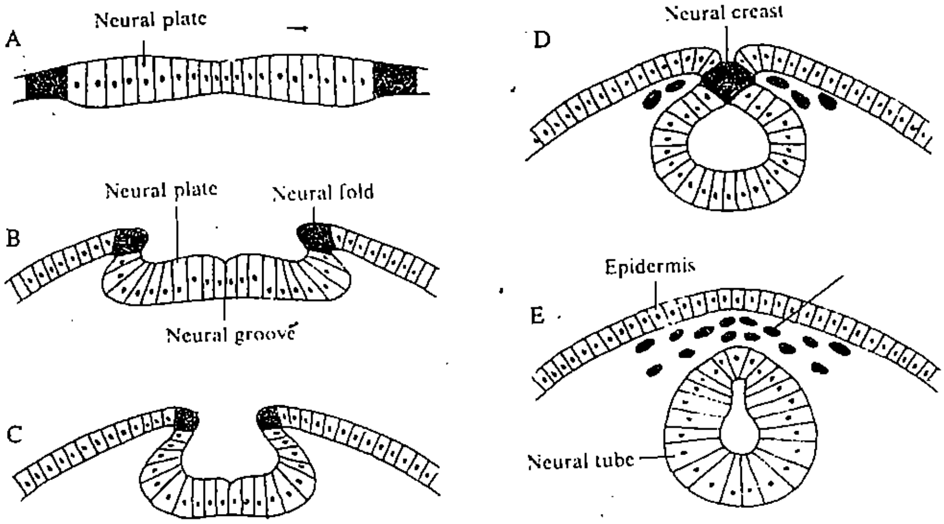
15.3 बाह्यचर्म व्युत्पन्नों का संरचना विकास

कशेरुकों के शारीरिक विकास के दौरान गैस्ट्रुला की तीन जनन परतों में विभिन्न क्षेत्र एक–दूसरे से अलग हो जाते हैं ताकि भावी अंगों और ऊतकों के आदिरूप विकसित हो सकें । इन भाग में हम बाह्यजन स्तर के विविध क्षेत्रों का अलग–अलग होने और मेंढ़क तथा चूजे में तंत्रिका नली के बनने एवं अंतःस्थानांतरण (inward displacement) का अध्ययन करेंगे । इस प्रक्रिया को तंत्रिकाभवन कहते हैं । हमने तंत्रिकाभवन प्रक्रिया को इसलिए चुना है क्योंकि इस चरण में विकसित हो रहे भ्रूण की बाह्य आकृति विकसित हो रहे तंत्रिका तंत्र से प्रभावित होती है । और भ्रूण को भी इस चरण में न्यूरूला ही कहा जाता है । हम बाह्यजनस्तर के अलग–अलग विशिष्ट कोशिका समूहों में विभाजन से शुरू करेंगे । ये समूह अलग–अलग बाह्यजनस्तरीय अंगों में विकसित होंगे । बाह्यजनस्तरीय पर्त इन भागों में अलग–अलग हो जाती है–i) बाह्यत्वचीय बाह्यजनस्तर, जिससे त्वचा बनती है ii) तंत्रिकीय बाह्यजनस्तर, जिससे केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र विकसित होता है iii) तंत्रिकीय शिखर, जिससे बाह्य तंत्रिका तंत्र का एक भाग और अन्य विविध ऊतक निर्मित होते हैं ।

15.3.1 उभयचर प्राणियो में तंत्रिकाभवन

तंत्रिकाभवन की प्रक्रिया में सबसे पहले पृष्ठ बाह्यजनस्तर मोटा और चपटा होकर तंत्रिका पट्टिका (neural plate) बनाता है (चित्र 15.10 क) । यह कोशिका पट्टिका अन्य बहिर्जनस्तर कोशिकाओ से भिन्न होती है । अन्य कोशिकाएं आकार बदल कर ज्यादा स्तंभाकार हो जाती हैं । तंत्रिका पट्टिका के किनारे फिर बाकी पट्टिका से ऊपर की ओर मुड़कर तंत्रिका वलन (neural folds) बनाते हैं (चित्र 15.10 ख) । अब तंत्रिका घुमाव दोनों तरफ अंदर की और मुड़ जाते हैं और बीच का स्थान गहरा होने से नाली–नुमा संरचना बन जाती हैं जिसे तंत्रिका खाँच (neural groove) कहते हैं (चित्र 15.10 ग) । यह तंत्रिका खाँच भ्रूण की पूरी मध्य पृष्ठ रेखा तक फैली होती है । अंत में, तंत्रिका घुमाव गहरी तंत्रिका नाली के बीच में (ऊपर की और) एक–दूसरे से मिल जाते हैं और इसके आपस में चिपक जाने से तंत्रिका नली (neural tube) बन जाती है (चित्र 15.10 घ, ङ, च) तंत्रिका नली के गोलाकार हो जाते समय तंत्रिका पट्टी के पाश्विक यानि बगल के घुमावों (lateral folds) की तंत्रिका उपकला कोशिकाओं (neuroepithelial cells) के अगले सिरों पर सिकुड़नें आने लगती हैं । इससे स्तंभाकार कोशिकाएं पिरामिडीय कोशिंकाओं में बदल जाती हैं । इससे तंत्रिका उपकला कोशिकाओं का शीर्ष भाग की तुलना में पतला होकर मुड़ जाता है । इसीलिए तंत्रिका पट्टी का गोलाकार मुड़ जाना और तंत्रिका नली का बनना संभव हो पाता है । मध्यपृष्ठ रेखा पर तंत्रिका घुमावों के जुड़ जाने के साथ ही, तंत्रिका बहिर्जनस्तर अधिचर्म बहिर्जनस्तर (epidermal ectoderm) से अलग हो जाता है और यह तंत्रिका नली को ढक लेता है तथा भ्रूण के सभी तरफ छा जाता है । तंत्रिका नली की कोशिकाओं के आकार में अंतर से तंत्रिका का शीर्षीकरण (cephalisation) हो जाता है । इससे मस्तिष्कीय सिरे (cephalic end) में, जिसका बाद में विभेदीकरण होकर मस्तिष्क बनता है, नली

की दीवार चौड़ी और मोटी हो जाती है तथा इसमें अनेक उभार तथा सिकुड़ने बन जाती हैं, जो बाद में मस्तिष्क के विभिन्न भागों के रूप में विकसित होते हैं । पृष्ठ भाग यानि पुच्छ (caudal) भाग की और नली साधारण संरचना की और संकरी होती है और पूंछ तक जाती हैं ।

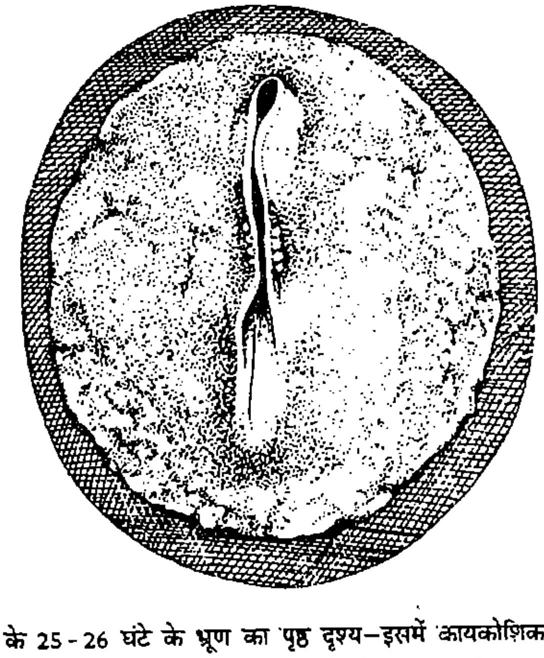


चित्र 15.10 : मेढ़क के तंत्रिका भवन बनने के विभिन्न चरण । क) पृष्ठ बहिर्जनस्तर के मोटे होने से तंत्रिका पट्टिका का बनना । ख) तंत्रिका घुमाव तथा तंत्रिका खाँच का बनना ग) तंत्रिका खाँच का गहरा होना घ) तंत्रिका घुमावों को जुड़ जाना और तंत्रिका नली बनना ङ) तंत्रिका नली का अलग होना और अधिचर्य से ढक जाना/तंत्रिका शिखर कोशिकाएं तंत्रिका घुमावों से अलग हो गई हैं ।

तंत्रिका नली के बनने के बाद, तंत्रिका बहिर्जनस्तर से कुछ और कोशिकाएं अलग होती हैं और तंत्रिका नली तथा अधिचर्य के बीच आ जाती हैं । ये कोशिकाएं तंत्रिका शिखर कोशिकाएं (neural crest cells) कहलाती हैं । ये कोशिकाएं फिर शरीर के विभिन्न भागों में स्थानांतरित होकर विभिन्न प्रकार के उतक बनाती हैं ।

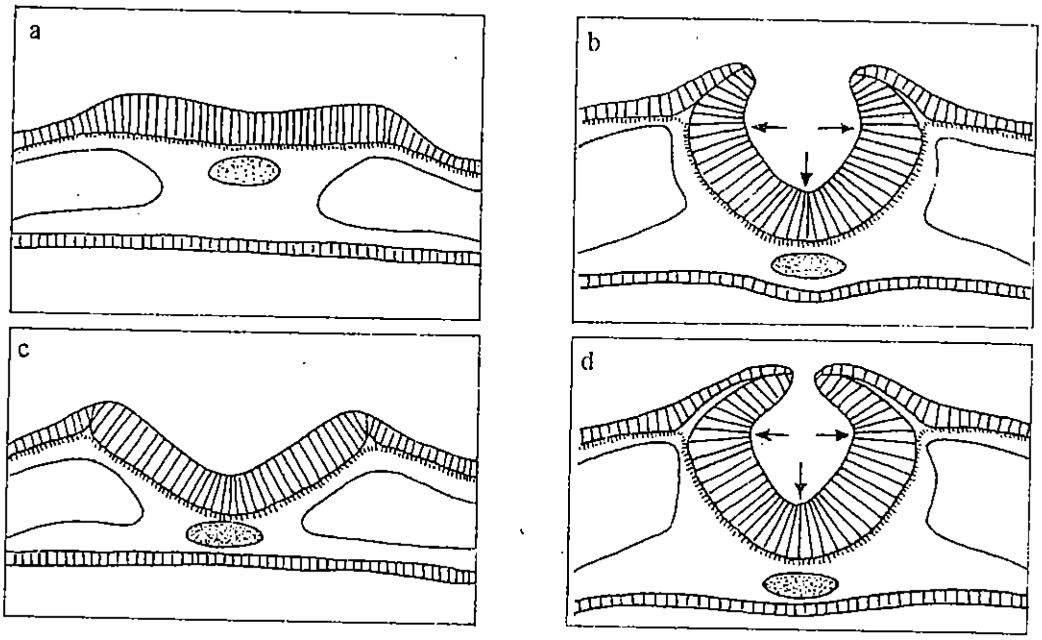
15.3.2 चूजों में तंत्रिकाभवन

चूजे में भी तंत्रिका भवन प्रक्रिया जलस्थलचर प्राणियों जैसी ही है लेकिन इसमें कुछ अंतर भी हैं । जलस्थलचर प्राणियों में तंत्रिका नली पूरे भ्रूण की लंबाई में एक साथ बनती है जबकि पक्षियों,



चित्र 15.11 : चूजे के 25-26 घंटे के भ्रूण का पृष्ठ दृश्य–इसमें कायकोशिकाओं के 5 जोड़े हैं । मस्तिष्क भाग में तंत्रिका घुमाव मुड़कर एक-दूसरे से जुड़कर तंत्रिका नली बनाने वाले हैं, लेकिन पश्च भाग में सीधी आदि संरचना में अब भी गैस्ट्रुलाभवन चल रहा है और तंत्रिका घुमावों का बनना प्रारंभ भी नहीं हुआ है ।

सरीसृपों (reptiles) तथा स्तनधारी जीवों में अगले भाग में तंत्रिका नली बनना शुरू होने के बाद भी, पिछला हिस्सा गैस्ट्रुलाभवन की अवस्था में बना रहता है । जब अग्र भाग में तंत्रिका घुमाव जुड़कर तंत्रिका नली बनने लगती है, उस समय पश्च भाग में तंत्रिका घुमाव बनने शुरू होते हैं (चित्र 15.11) जलस्थलचरों में तंत्रिका-नली बनने में कोशिकाओं के आकार में दो महत्वपूर्ण परिवर्तनों का हमने उल्लेख किया था । ऐसे ही परिवर्तन चूजे के भ्रूण में भी होते हैं । पहला परिवर्तन तंत्रिका बहिर्जनस्तर की कोशिकाओं का घनाकार रूप से स्तंभाकार रूप में बदलना है जिससे तंत्रिका पट्टी मोटी और संकरी हो जाती है । दूसरा परिवर्तन, तंत्रिका पट्टिका में गोल होकर तंत्रिका नली बनते समय तंत्रिका उपकला कोशिकाओं के अग्रभाग का संकरा होना है (चित्र 15.12, ख, ग, घ) ।



चित्र 15.12 : चूजे में तंत्रिकानली बनने के विभिन्न चरण । (क) तंत्रिका पट्टिका का बनना (ख,ग,घ) पट्टिका का तीन स्थानों पर मुड़ना (तीरों से दिखाया गया है) पृष्ठरज्जु (notochord) और तंत्रिका पट्टी के दोनों ओर घुमाव आ रहे हैं ।

15.3.3 तंत्रिका पट्टी बनने की प्रक्रिया

अब आप समझ चुके हैं कि तंत्रिका भवन के दो चरण हैं–i) तंत्रिका पट्टी बनना और (ii) तंत्रिका नली बनना । इन दोनों प्रक्रियाओं के कारक बहुत स्पष्टनहीं हैं । समझा जाता है कि अंडाकार तंत्रिका पट्टी के लंबी, पतली पट्टी में बदलने के कारण तंत्रिका उपकला कोशिकाओं का लंबा खिंच जाना और इसके साथ-साथ इनके अग्र भागों में सिकुड़न आ जाना है । यद्यपि पहले यह माना जाता था कि सूक्ष्म नलिकाओं (microtubules) (उपभाग 15.2.3 देखें) की तंत्रिका पट्टी की कोशिकाओं के लंबा खिंचने में भूमिका हो सकती है लेकिन ऐसी भूमिका का निश्चित प्रमाण नहीं है । ऐसा लगता है कि सूक्ष्मनलिकाओं की भूमिका तंत्रिका पट्टी की कोशिकाओं को लंबा खींचने में नहीं, बल्कि लंबा खिंच जाने के बाद इन कोशिकाओं को इसी रूप में बनाए रखने में है ।

तंत्रिका पट्टी के मुड़कर तंत्रिका नली बनने की प्रक्रिया की व्याख्या के लिए भी अनेक परिकल्पनाएं रखी गई हैं । इनमें ज्यादा स्वीकार्य परिकल्पना यह है कि तंत्रिका नली के मुड़ने के दौरान, तंत्रिका की उपकला कोशिकाओं की अग्र सतह मुड़ने के दौरान तंत्रिका की उपकला कोशिकाओं की अग्र सतह मुड़ने की जगह पर सिकुड़ती है । ऐसा एक्टिन सूक्ष्मतंतुओं के सिकुड़ने के कारण होता है (भाग 15.2.3 देखें) ।

मध्यजनस्तरीय व्युत्पन्नों पर चर्चा किए जाने से पहले निम्न बोध प्रश्नों का उत्तर दीजिए ।

ii) तंत्रिकाभवन का अर्थ, बहिर्जनस्तर में विभाजन और तंत्रिका नली का बनना तथा अंतः स्थानांतरण है ।

iii) तंत्रिकाभवन के बाद वहिर्जनस्तर अधिचर्य बहिर्जनस्तर, तंत्रिका बुहर्जनस्तर और तंत्रिका शिखर कोशिकाओं के रूप में अलग-अलग हो जाता है ।

iv) चूजे के भ्रूण में तंत्रिकाभवन जलस्थलचर प्राणियों से पूरी तरह भिन्न है ।

v) तंत्रिका पट्टी बनने के दौरान तंत्रिका-उपकला कोशिकाएं स्तंभाकार से पिरामिडीय रूप ले लेती हैं ।

vi) तंत्रिका पट्टी के गोल होकर तंत्रिका नली बनने में सूक्ष्म नलिकाओं की महत्वपूर्ण भूमिका है ।

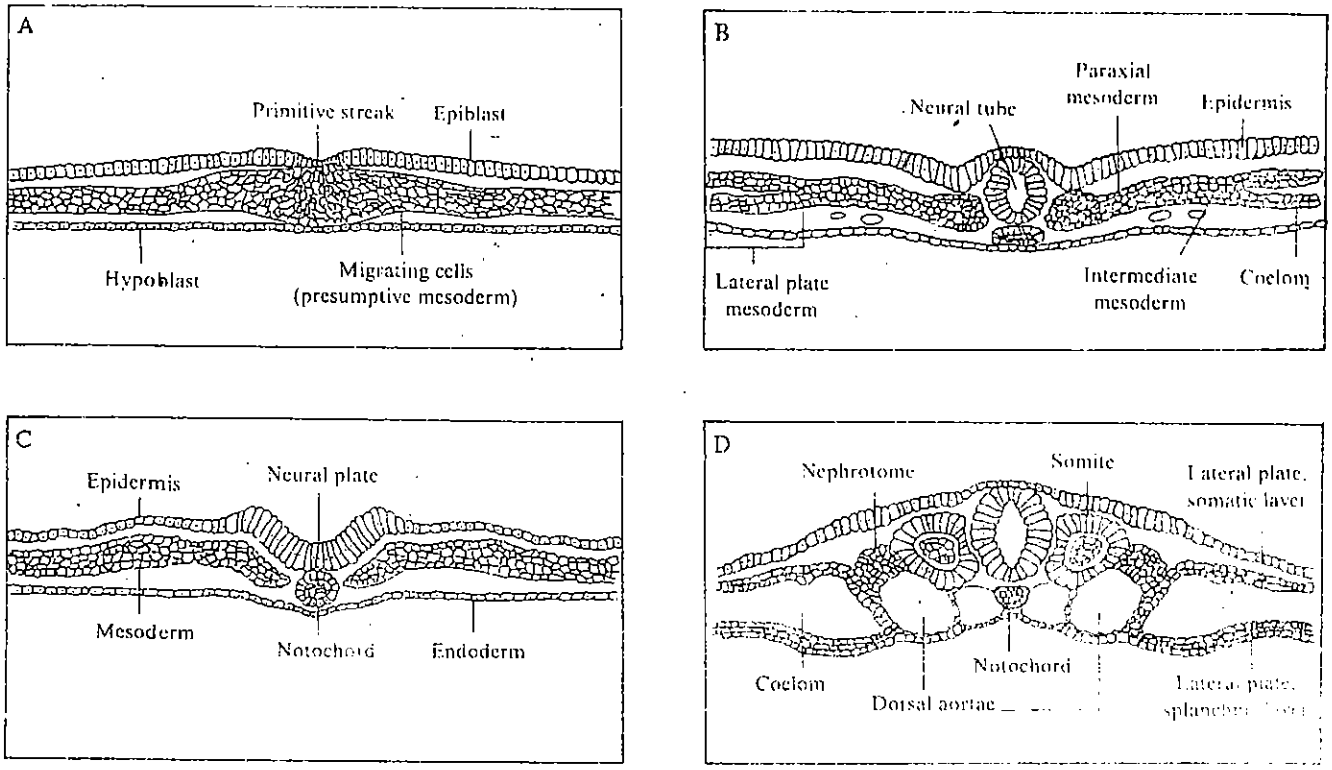
vii) चूजे में तंत्रिकाभवन भ्रूण की पूर्ण लंबाई में एक साथ होती है ।

15.4 मध्यजनस्तरीय व्युत्पन्न का संरचना विकास

इस भाग मे, आप मध्यजनस्तर से पैदा हुए एक अंग के प्रारंभिक विकास का अध्ययन करेंगे । वास्तव में, बहिर्जनस्तर और अंतर्जनस्तर ऊतकों के बीच के सभी अंग मध्यजनस्तर से ही विकसित होते हैं, भ्रूण की स्थिति में मध्यजनस्तर कोशिकाएं पांच विशिष्ठ क्षेत्रों में व्यवस्थित होती हैं । मध्यजनस्तर के ये पांच क्षेत्र और इनसे विकसित होने वाले अंगों का विवरण इस प्रकार है–

- **पृष्ठरज्जुमध्यजनस्तर (chordomesoderm):** पृष्ठरज्जु मध्यजनस्तर बाकी मध्यजनस्तरा के ऊतकों से एक मध्यपृष्ठ पट्टी के रूप में अलग होता है और भ्रूण का शारीरिक अक्ष बनाता है । इसका अगला भाग सिर वाला मध्यजनस्तर बनाता है जबकि बाकी भाग पृष्ठरज्जु बनाता है (चित्र 15.13 ख) ।

- **अभिपृष्ठ मध्यजनस्तर अथवा उपाक्षीय मध्यजनस्तर (dorsal mesoderm or paraxial mesoderm):** इस क्षेत्र से विकसित होने वाले ऊतक भ्रूण के पिछले सिरे में और मेरूरज्जु (spinal cord) के दोनों ओर होंगे । यह अलग-अलग ऊतक-खंडों में बढ़ जाता है जिन्हें कायखंड (somites) कहते हैं । चित्र 15.13 ग, घ) इस क्षेत्र से योजक ऊतक तथा ऐसी



चित्र 15.13 : धड़ के स्तर पर मध्यजनस्तर का विकास दिखाती चूजे के भ्रूण की अनुप्रस्थ काट ।

ही संबद्ध संरचना जैसे–पेशियां, उपास्थि यानि कार्टिलेज और अंतःत्वचा (dermis) विकसित होती हैं ।

- माध्यमिक मध्यजनस्तर (intermedial mesoderm) यह उपाक्षीय मध्यजनस्तर को बाकी मध्यजनस्तरीय शीट (sheet) से जोड़ता है और डंठल-सदृश (stalk like) होता है । इससे जननमूत्र तंत्र (urinogenital system) विकसित होता है (चित्र 15.13 ग, घ) ।

- पार्श्व पट्टिका मध्यजनस्तर (lateral plate mesoderm) यह आहार नली (gut) के दोनों ओर ढीले तौर से संबद्ध कोशिकाओं की शीट (sheet) के रूप में होता है । उपकला कोशिकाओं की यह ढीली शीट दो परतों में बँट जाती है । एक परत काय (somatic) मध्यजनस्तर बहिर्जनस्तर से घनिष्टता से संबद्ध होता है, जबकि दूसरी परत अंतरंग (splanchnic) मध्यजनस्तर अंतर्जन स्तर से घनिष्टता से संबद्ध होता है । दोनों परतों के बीच का खाली स्थान ही बाद में प्रगुही गुहा (coelomic cavity) बनता है (चित्र 15.13 घ) पार्श्व पट्टिका मध्यजनस्तर से हृदय, रक्त वाहिनियां, रक्त कोशिकाएं और शरीर की विविध गुहाओं की कोशिकाएं बनती हैं । हाथ-पैरों के सभी भाग (पेशियों को छोड़कर) पार्श्वपट्टिका मध्यजनस्तर से विकसित होते हैं ।

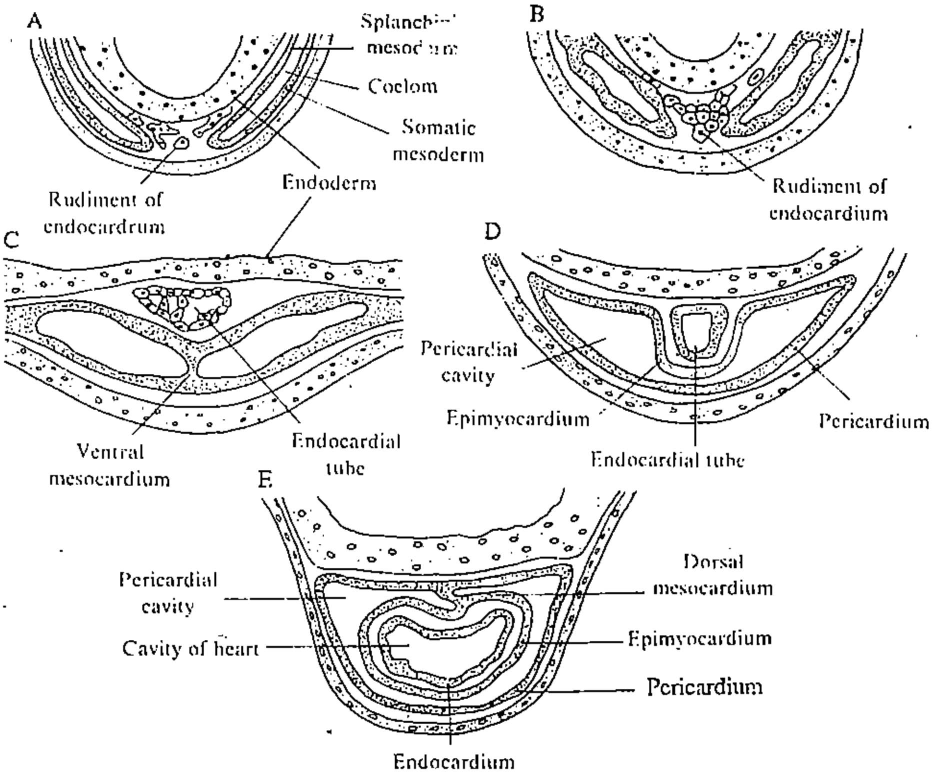
- मस्तक मध्यजनस्तर (head mesoderm) सिर के क्षेत्र में स्थित इस मध्यजनस्तर से सिर की पेशियां विकसित होती हैं।

अब हम मध्यजनस्तर से विकसित होने वाले किसी अंग के मूल रूप के बनने की प्रक्रिया बताएंगे । आम परंपरा यह है कि पार्श्व मध्यजनस्तर से विभेदीकृत होने वाले अंग के विकास के उदाहरण के रूप में हाथ-पैरों (limb) के विकास की प्रक्रिया बताई जाए । वास्तव में, विकास की सभी प्रक्रियाएं हाथ-पैरों के विकास में देखी जा सकती हैं और इनका विकास सभी कशेरूकों में समान है । इस खंड की इकाई 17 में हाथ-पैरों के विकास की विस्तृत जानकारी दी गई है इसलिए हम मध्यजनस्तर से विकसित होने वाले दो अन्य अंगों की जानकारी दे रहें हैं । ये हैं - हृदय और रक्त कोशिकाएं । भ्रूण परिसंचरण तंत्र (circulatory system) विकसित हो रहे भ्रूण का पहला कार्यशील (functional) तंत्र है और हृदय पहला कार्यशील अंग है । हृदय, रक्त कोशिकाओं और रक्त वाहिनियों के साथ परिसंचरण तंत्र का विकास अन्य तंत्रों से कहीं अधिक जटिल है । हम कशेरूकों के निम्न स्तर प्राणियों में उभयचर प्राणियों और उल्बी-प्रवर्ग (amniotes) में चूजे के हृदय के विकास को, उदाहरण के रूप में समझाएंगे । इन दोनों के हृदय के विकास में अंतर काफी सीमा तक इनमें डिम्बों में पीतक या जर्दी की मात्रा में अंतर से निर्धारित होते हैं ।

15.4.1 उभयचर प्राणियों में हृदय का विकास

हृदय और उसके चारों और की हृदयावरण गुहा (pericardial cavity) पार्श्व मध्यजनस्तर से विकसित होते हैं । गैस्टुलाभवन के बाद मध्यजनस्तरीय आवरण (mantle) अग्र (anterior) और अधर (ventral) भागों में बढ़ते जाते हैं । इन आवरणों के आधार के अधर छोरों पर, आहार नल के नीचे और इनके बीच के रिक्त स्थानों में कोशिकाओं की संख्या में वृद्धि होने लगती है (चित्र 15.14 क) । ये कोशिकाएं प्रारंभ में एक रज्जु बनाती हैं (चित्र 15.14 ख) लेकिन फिर रज्जु खोखली होकर नली का रूप ले लेती है (चित्र 15.14) । अंतउपकला कोशिकाओं की बनी नलिका अंतछदस्तर (endocardium) कहलाती है । ऐसी ही अंत उपकला नलिकाएं अंतहृदस्तर के अग्र और पश्च भाग में स्थित होती हैं जो बाद में हृदय को रक्त पहुंचाने वाली और हृदय से रक्त ले जाने वाली प्रमुख रक्तवाहिनियों के रूप में विकसित होती हैं ।

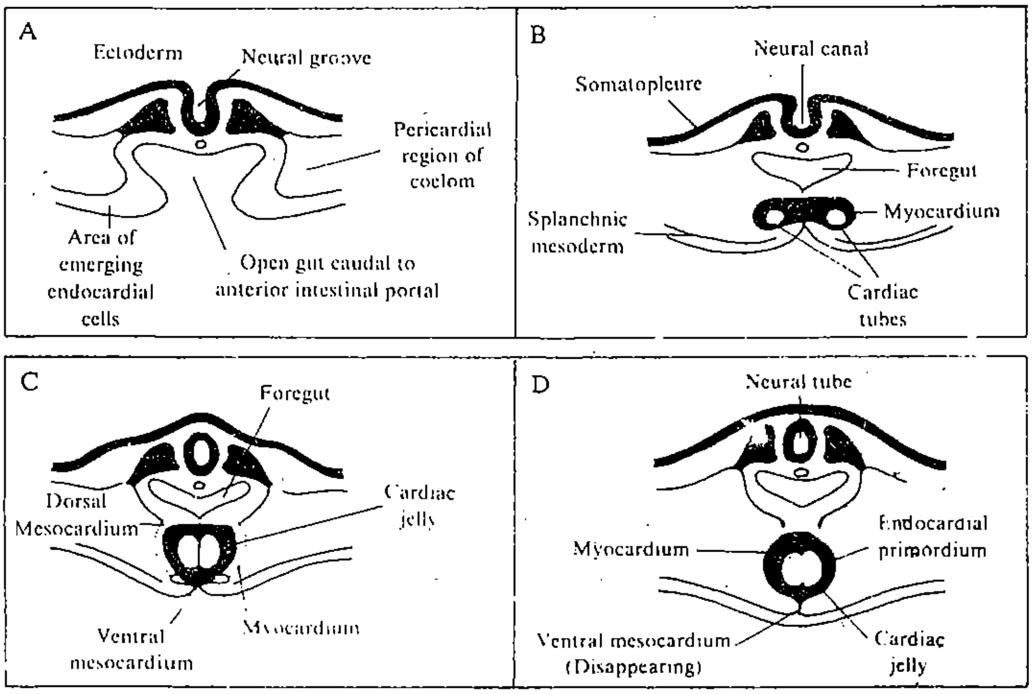
अंतहृदस्तर (endocardium) बन जाने के बाद मध्यजनस्तर के आवरण परस्पर मिलकर अंतहृदस्तर के अधर भाग में परस्पर जुड़ जाते हैं । आशयी मध्यजनस्तर की जो परत, जो अंतहृदस्तर के दोनों और फैली होती है, बाद में अंतहृदस्तर को घेरकर इसके ऊपर मुड़ जाती है । अंतहृदयस्तर को घेरने वाली आशयी मध्यजनस्तर परत बाद में हृदय की पेशीय परत अधिमध्यहृदयस्तर (epimyocardium) बन जाती हैं (चित्र 15.14 घ, ड) हृदय के ऊपर और नीचे मध्यजनस्तर के वे क्षेत्र दोनों ओर का मध्यजनस्तर जुड़ता है, जोजनी या आंत्रयोजनी (mesentaries) में बदल जाता है, जो हृदय को हृदयावरण गुहा में टिकाये रखती है (चित्र 15.14 ड) । उदरगुहा अब हृदयावरण गुहा बन जाती है और मध्यजनस्तर की काय परत (somatic layer) से हृदयावरण गुहा के अंदर की कोशिकाओं अर्थात हृदयावरण (pericardium) का निर्माण होता है ।



चित्र 15.14 : मेंढ़क के भ्रूण को काट, जिसमें हृदय के विकास के विभिन्न चरण दिखाए गए हैं ।

15.4.2 चूजो में हृदय का विकास

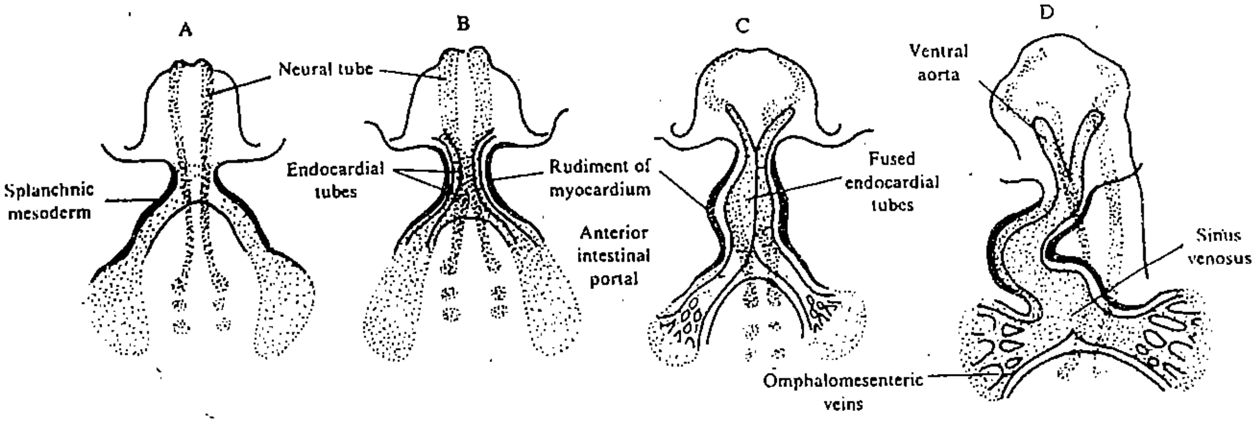
आपने पढ़ा है कि उल्बी प्रवर्ग के प्राणियों (amniotes) में डिंब में ज्यादा मात्रा में पीतक होने के कारण जनन परतें पीतक की चपटी पट्टियों (sheets) जैसे होती हैं । चूजे में हृदय पहले नलियों के जोड़े के रूप में विकसित होता है और फिर दोनों नलियां जुड़कर एक ही नली बदल जाती हैं । भ्रूण के शीर्ष वलन (head fold) चरण में आशयी मध्यजनस्तर की कोशिकाएं उपकला से अलग हो जाती हैं । आहारनली के अग्र भाग की अंत त्वचा के नीचे स्थानांतरित हो जाती है । यहां ये दो वर्गों की कोशिकाएं बनाते हैं । दोनों वर्गों की कोशिकाएं परस्पर जुड़कर पतले किनारों वाली एक-एक नली बनती हैं (चित्र 15.15 क, ख, ग)।



चित्र 15.15 : चूजे के भ्रूण में आशयी मध्यजनस्तर से हृदय के विकास के विभिन्न चरण ।

दोनों नलिकाएं फिर आहारनली के नीचे मध्यरेखा पर जुड़ जाती हैं और अंतहृदस्तर बनाती हैं (चित्र 15.15 ग, घ)। जलस्तलचरों की भांति, यहां भी एंडोकार्डियम के पृष्ठ और अधर भाग आशयी मध्यजंनस्तर के क्षेत्र परस्पर जुड़कर मध्यहृदस्तर बनाते हैं (चित्र 15.15 ग, घ)। चूजो के हृदय का विकास अग्र–पश्च (anterior-posterior) दिशा में होता है । एंडोकार्डियल नलियों का जुड़ाव पहले अग्र और फिर पश्च भाग में होता है ।

(चित्र 15.16 क–घ) चूजे के 33 घंटे के भ्रूण में नलिका जैसा) हृदय होता है लेकिन उसमें कक्ष (chambers) नहीं बने होते । हृदय की धड़कन शुरू हो जाती है और रक्त पश्च भाग से हृदय में प्रवेश करता है । यही पश्च भाग बाद में अलिंद (auricle or artrium) बनता है । फिर रक्त अग्र भाग यानि भावी निलय (ventricle) में पंप किया जाता है । जहां से यह महाधमनी चाहों (aortic arches) के जरिए बाहर भेजा जाता है । उदरगुहा फैलकर हृदयावरण गुहा बनाती है जो हृदय को घेरे होती है और हृदयावरण से संबद्ध होती है ।



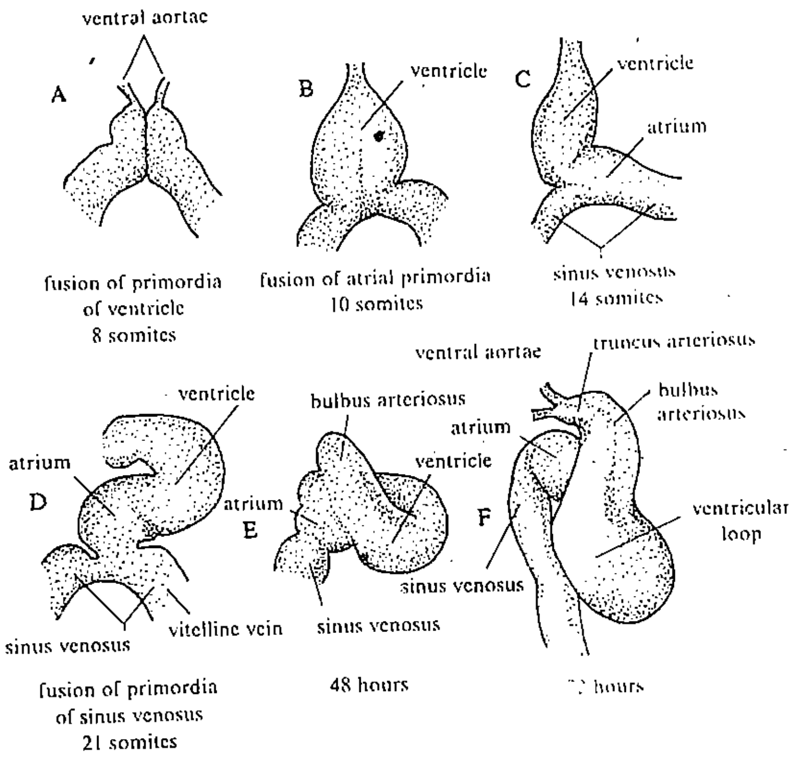
चित्र 15.16 : चूजे के भ्रूण में हृदय विकास के विभिन्न चरणों का अधर-चित्र । देखें कि हृदय की पूर्ववती युग्म-नलिकाएं किस प्रकार अग्र-पश्च स्थिति में जुड़ गई हैं ।

भ्रूण के नलिकाकार हृदय से व्यस्क हृदय बनने में करीब 120 घंटे लगते हैं । नलिकार हृदय से चार–कक्षीय हृदय बनने और फेफड़ों के तंत्र तथा रूधिर परिसंचरण तंत्र के अलग–अलग होने तक के विकास में दो प्रमुख संरचना विकास प्रक्रियाएं होती हैं । i) फंदे बनने और झुकने (looping and bending) की प्रक्रियाओं के जरिए अलिंद (atrium), निलय (ventricles) के पीछे लाया जाता है । ii) पट (septa) से नलिका का कक्षों (chambers) में विकास हो जाता है ।
चित्र 15.17 क – च में दिखाया गया है कि कैसे लूपिंग (looping) के जरिए नलिकाकार हृदय कक्षों वाले हृदय में बदलता है । यह बदलाव हृदय की अंतर्जात (endogenous) प्रक्रिया प्रतीत होती है । इसके अंतर्गत हृदय पेशियाँ उपकला (myocardial epithelium) में कोशिकाओं के आकारों में भी कुछ परिवर्तन होते हैं । इस बदलाव के कारकों की स्पष्ट जानकारी नहीं हो पाई है ।

15.4.3 रक्त कोशिकाओं का विकास

इस उपभाग में हम रक्त कोशिकाओं, मुख्य रूप से लाल रक्त कोशिकाओं (erythrocytes) के विकास के बारे में बताएंगे । लाल रक्त कोशिकाएं रक्त में सबसे बड़ी संख्या में पाई जाने वाली कोशिकाएं हैं । इनके अतिरिक्त रक्त मे श्वेत रक्त कोशिकाएं (leucocytes) प्लेटलेट्स (platelets), प्लाज्मा कोशिकाएं और लसीकाणु (lymphocytes) भी पाई जाती हैं । श्वेत रक्त कोशिकाओं के कणिकाणु (granulocytes) और एककेन्द्रकाणु (monocytes) जैसे कई रूप हैं । रक्त कोशिकाओं के विकास के बारे में हमारी जानकारी मुख्यत पक्षियों और स्तनधारियों के अध्ययन पर आधारित है । सभी रक्त कोशिकाओं का जीवन–काल सीमित होता है । उदाहरण के लिए, मानवीय लाल कोशिकाओं का जीवनकाल करीब 120 दिन होता है । स्वस्थ व्यक्ति में प्रतिदिन खरबों लाल रक्त कोशिकाएं नष्ट होती है और अस्थि मज्जा (bone marrow) में रक्त बनाने वाली हीमेटोपोएटिक स्टेम कोशिकाएं (haematopoetic stem cells) निरंतर नयी कोशिकाएं बनाकर नष्ट हुई कोशिकाओं की क्षतिपूर्ति करती हैं । स्टेम कोशिका अविभेदीकृत या अविशिष्ट (undifferentiated) कोशिका है जो बड़ी संख्या में कोशिकाएं तैयार करने में सक्षम है । यह अपने जैसी भ्रूणीय कोशिकाएं भी बना सकती है और अनेक तरह की विभेदीकृत कोशिकाएं भी बना सकती है । व्यस्कों में ऐसी स्टेम कोशिकाओं की उपस्थिति

बनाई रखी जाती है ताकि जंतु के जीवन-काल में निरंतर नष्ट और क्षय होने वाली विभेदीकृत, विशिष्ट कोशिकाओं की निरंतर क्षतिपूर्ति सुनिश्चित की जा सके ।



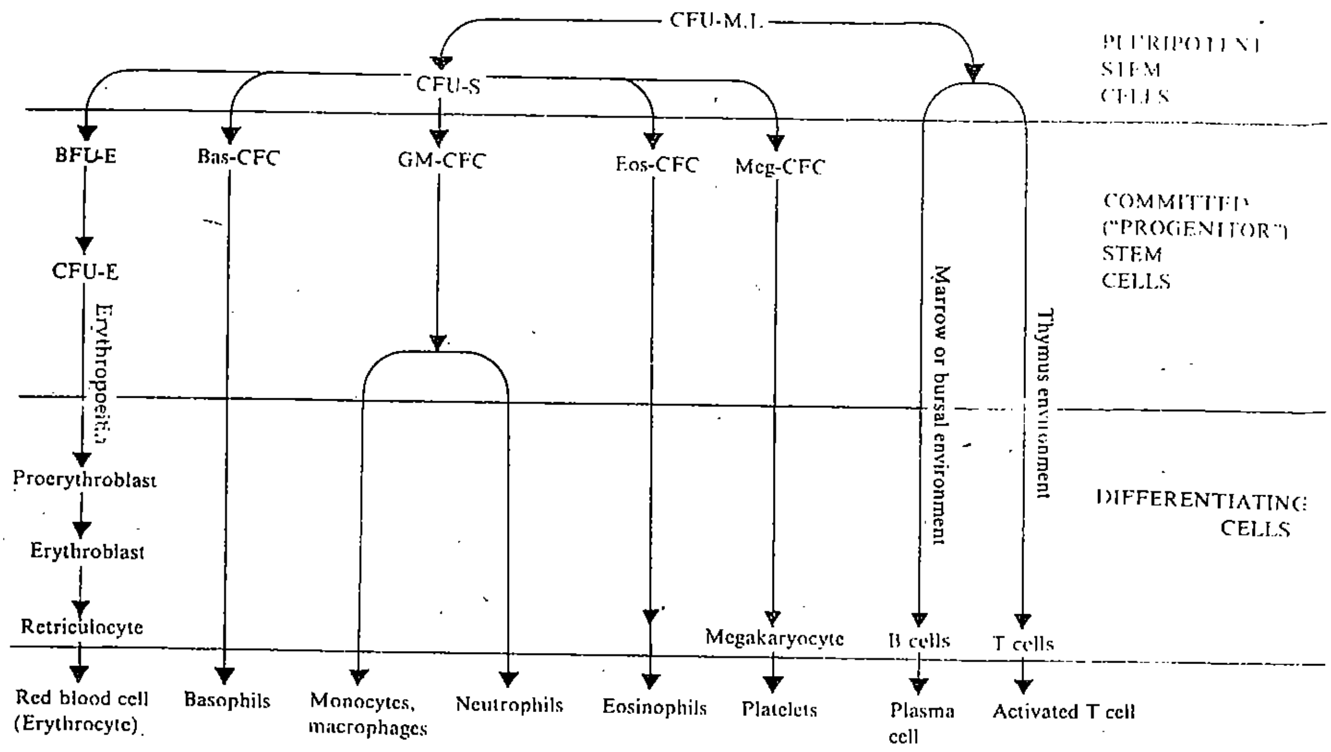
चित्र 15.17 : चूजे के भ्रूण में हृदय के आदि रूपों का जुड़ना (अधर दृश्य) । हृदय के आदिरूप में दो नलिकाएं होती हैं जो मिलकर एक नलिकाकार हृदय में बदल जाती हैं । यह संयोजन निलयों के स्तर पर होता है (8 काय-कोशिकाएं) और पश्च दिशा में जारी रहता है । 10 काय-कोशिकाओं के स्तर पर अलिंद के मूल युग्म-रूप संयोजित होने शुरू होते हैं । 14 काय-कोशिकाओं स्तर पर एक अलिंद बन जाता है । 14 काय-कोशिका स्तर पर दो मूल अंगों के रूप में शिरा कोटर (**sinus venosus**) भी मौजूद है । ख) चूजे के भ्रूण के हृदय के आकार में परिवर्तन (पश्च दृश्य) 21 काय कोशिका स्तर पर शिरः विवर के युग्मित आधांग (**paired rudements**) मिलकर एक होने लगते है और निलय एक लूप में झुक जाता है । 48 घंटो में यह और झुक कर अलिंद के पार्श्व में आ जाता है । 72 घंटे में निलय अलिंद के पश्च भाग में आ जाता है ।

प्रयोगों से प्राप्त प्रमाणों के अनुसार, पक्षियों और स्तनधारियों में सभी प्रकार की रक्त-कोशिकाएं अंतत एक ही प्रकार की स्टेम कोशिका CFU - M, L (Myeloid and Lymphoid Colony forming unit) से बनी हैं । यह कोशिका अनेक प्रकार की कोशिका को बनाने में समर्थ (pluriportent) है और अपने जैसी कोशिकाओं के अतिरिक्त लाल और सफेद-दोनो ही रक्त कोशिकाओं को पैदा करती है ।

लेकिन CFU - M, L कोशिकाएं सीधे विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं को पैदा नहीं करती । बल्कि, ये कोशिकाएं अपनी जैसी कोशिकाओं के साथ-साथ, दो अन्य प्रकार की स्टेम कोशिकाएं पैदा करती हैं । ये हैं – CFU - S और CFU - L, ये कोशिकाएं भी विभिन्न प्रकार की कोशिकाएं पैदा कर सकती है, पर इनकी क्षमता अपनी जनक CFU - M, L की तुलना में सीमित है । CFU - S लाल रक्त कोशिकाओं, ग्रेन्यूलोसाइट तथा मोनोसाइट जैसी सफेद रक्त कोशिकाओं तथा प्लेटलेट्स को ही पैदा कर सकती हैं जबकि CFU - L केवल लिंफोसाइट और प्लाज्मा कोशिकाओं को ही जन्म दे सकती है ।

CFU-S अपनी जैसी कोशिकाओं के अलावा, पांच अन्य प्रकार की स्टेम कोशिकाएं पैदा करता है । ये हैं – BFU-E, Ba - CFC, GM - CFC, Meg - CFC इनमें से प्रत्येक अपने जैसी और कुछ अन्य विशिष्ट प्रकारों की विभेदीकृत कोशिकाओं को जन्म दे सकती है । इनमें से प्रत्येक कोशिका को पूर्व-निधारित स्टेम कोशिका (committed stem cell) कहते हैं । इनमें BFU - E (Blood forming

Unit - erythroid) रक्तिम (erythroid) प्रक्रियाओं के लिए पूर्व निधारित हैं जिनसे, केवल लाल रक्त कोशिकाओं का ही निर्माण हो सकता है (चित्र 15.18) ।



चित्र 15.18 : रक्त और लसीकाभ (lymphoid) कोशिकाओं का जन्म और अगली विकास प्रक्रियाएं

BFU - E कोशिकाएं बार-बार विभाजन से अनेक प्राकरक्ताणुकोरक (procrytheroblast) कोशिकाएं पैदा करती हैं । स्तनधारी जीवों में प्राकरक्ताणुकोरक कोशिकाएं कई चरणों के बाद पूर्णत विभेदीकृत और कार्यशील लाल रक्त कोशिकाएं बन जाती हैं (चित्र 15.18, 15.19) ।

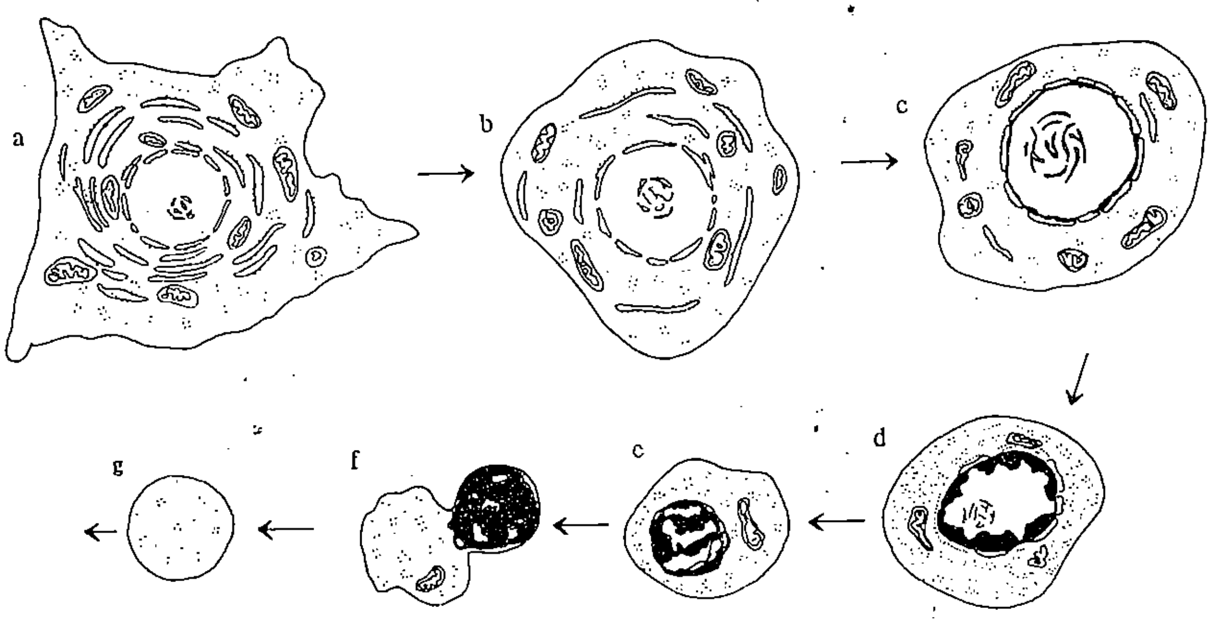
इस प्रक्रिया के दौरान कोशिका में अनेक परिवर्तन होते हैं और हर चरण के अपने विशिष्ट लक्षण होते हैं (चित्र 15.19) ।

प्राकरक्ताणुकोरक	:	सक्रिय RNA का संश्लेषण और वृद्धि
रक्ताणुकोरक (erythroblast) चरण	:	गुणसूत्रों का संघनन, होमोग्लोबिन संश्लेषण का प्रारंभ ।
पॉलीक्रोमेटोफिलिक चरण	:	होमोग्लोबिन के संश्लेषण में वृद्धि और इसका जमा होना । RNA संश्लेषण में कमी ।
ऑरथोक्रोमेटिक रक्ताणुकोरक चरण	:	केन्द्रक पूर्णत निष्क्रिय, कोशिका-विभाजन अब असंभव
रेटिकुलोसाइट चरण	:	केन्द्रक निस्रावित, अब भी कुछ हीमोग्लोबिन बनता है, कोशिका रक्त में पहुंच जाती है ।
लाल रक्त कोशिका (अंतिम चरण)	:	किसी भी प्रकार की संश्लेषण गतिविधि नही, कोशिका एक झिल्लीदार थैले जैसी हो जाती है, जिसमें हीमोग्लोबिन घोल होता है ।

BFU-E से पैदा हुई कोशिकाओं का प्रकरक्ताणुकोरक कोशिकाओं में रूपांतरण तथा उसके बाद उनका लाल रक्त कोशिकाओं में विभेदीकरण एक हारमोन, एरिथ्रोपोटीन (erythropoetin) के प्रभाव से होता है । ऑक्सीजन गैस की सप्लाई कम होने से हारमोन का उत्पादन बढ़ जाता है जिससे BFU-E कोशिकाओं का रूपांतरण बढ़ जाता है और ज्यादा प्रोरक्ताणुकोरक कोशिकाएं तैयार होती हैं । अंत में, रक्ताणुकोरक विभेदीकृत होकर कार्यशील लाल रक्त कोशिकाएं बनाते है ।

व्यस्क स्तनधारी जीवों में रक्त कोशिकाएं बनने का मुख्य स्थान अस्थि मज्जा है । प्रायोगिक अध्ययनों से पता चला है कि भ्रूणों में पहली अनेक प्रकार की कोशिकाओं को जन्म देने वाली और रक्त निर्माता स्टेम कोशिकाएं (CFU-M, L) पीतक थैली (yolk sac) के मध्यजनस्तरीय रक्त क्षेत्रों (mesodermal blood islands) में पैदा होती हैं । ये यकृत या जिगर में पहुंचकर वहां अपनी संख्या बढ़ाते हैं । उसके बाद ये तिल्ली (spleen) और अस्थि मज्जा में पहुंचती हैं । ऐसा लगता है कि पक्षियों के भ्रूणों में, ये मास्टर स्टेम कोशिकाएं (master cells) पीतक थैली (yolk sac) के साथ-साथ भ्रूण में स्थित रक्त वाहिनियों में भी पैदा होती हैं ।

रक्त कोशिकाओं का विभेदीकरण भ्रूण की पीतक थैली में शुरू होता है । फिर यह प्रक्रिया भ्रूण के यकृत में और अंत में अस्थि मज्जा में होती है । चूहें में यह प्रक्रिया पीतक थैली में आठवें दिन और भ्रूणीय यकृत में बारहवें दिन शुरू होती है । अस्थिमज्जा में यह सोलहवें दिन शुरू होती है और गर्भधारण की बाकी अवधि में जारी रहती है । मनुष्य में यह प्रक्रिया नौवें दिन पीतक थैली में शुरू होती है और अस्थिमज्जा में गर्भावधि की पहली तिमाही के बाद प्रारंभ होती है ।



चित्र 15.19 लाल रक्त कोशिकाओं के विभेदीकरण की विभिन्न अवस्थाएं । क) पूर्वमध्यजनस्तरीय अनेक प्रकार की स्टेम कोशिकाओं को जन्म दे सकने वाली CFU - S कोशिकाएं ख) रक्तिम कोशिकाओं को जन्म देने वाली हीमोसाइटोब्लास्ट (BFU - S) स्टेम कोशिकाएं ग) प्रोएरिथ्रोब्लास्ट घ) एरिथ्रो ब्लास्ट ङ) पॉलीक्रोमेटोफिलिक एरिथ्रोब्लास्ट च) ऑर्थोक्रोमेटिकब्लास्ट छ) रेटिकुलोसाइट – इसी अवस्था के बाद पूरी तरह विभेदीकृत लाल रक्त कोशिकाएं पैदा होती हैं ।

बोध प्रश्न 3

क) स्तंभ क में दिये गये मध्यजनस्तर क्षेत्र को स्तंभ ख में उससे व्युत्पन्न अंगों के साथ सुमेलिक कीजिए –

क)	ख)
क) माध्यमिक मध्यजनस्तर	i) पृष्ठरज्जु
ख) पश्च मध्यजनस्तर	ii) हृदय तथा हाथ-पैर
ग) मस्तक मध्यजनस्तर	iii) पेशियां उपस्थि और अंतस्त्वचा
घ) पार्श्व पट्टिका मध्यजनस्तर	iv) मुख की पेशियां
ङ) पृष्ठरज्जु मध्यजनस्तर	v) जनन-मूत्र नलिकाएं

ख) उपलब्ध विकल्पों में सही उत्तर का चयन कीजिए -

i) विकासमान भ्रूण का पहला कार्यशील तंत्र तंत्रिका/तंत्र परिसंचरण तंत्र होता है

ii) हृदय और हृदयावरण गुहा पश्च/पार्श्व मध्यजनस्तर से विकसित होती है ।

iii) मध्यजनस्तर की बढ़ती उपकला/अंतर्कला कोशिकाओं से अंतत हृदय नलिका पैदा होती है जिसे हृदयावरण अंतहृदस्तर कहते हैं ।

iv) पेशियाँ परत को जन्म देने वाला अधिमध्यहृदस्तर कायिक/आशयी मध्यजनस्तर से विभेदीकृत होता है ।

v) चूजे में नलिकाकार हृदय 30 घंटे में/120 घंटे में बन जाता है लेकिन इसमें तब तक कक्ष विकसित नहीं होते ।

vi) उदरगुहा फैलकर हृदय/हृदयावरण गुहा के कक्ष बनाती है ।

vii) नलिकाकार हृदय के कक्षीय हृदय में बदलने से भावी अलिंद/निलय लूपिंग और झुकन की प्रक्रिया से अलिंद निलय के पश्च भाग में लाए जाते हैं ।

ग) निम्न में से कौन से कथन सही हैं और कौन गलत

i) चूजे के हृदय का विकास पश्च-अग्र दिशा में होता है ।

ii) जलस्थलचरों और चूजों में अंतहृदस्तर पश्च और अधर भागों में स्थित काय मध्यजनस्तर जुड़कर मध्यहृदस्तर बनाते हैं ।

iii) नलिकाकार भ्रूणीय हृदय में रक्त पिछले भाग से प्रवेश करता है, निलय में पंप किया जाता है और विकासमान महाधमनी चापों से निकलता है ।

iv) नलिकाकार हृदय का कक्षीय हृदय में परिवर्तन पूरी तरह हृदयशोथ उपकला मायोकार्डियल एपीथिलियम में कोशिका के आकार-परिवर्तनों पर निर्भर है ।

v) चूजे के विकासमान अंगों में ऑक्सीजन आपूर्ति फेफड़ों से होती है ।

vi) CFU - S और CFU-L पूर्व निर्धारित कोशिकाओं का उत्पादन करने वाली कमिटेड कोशिकाएं हैं जो विशिष्ट प्रकार की कोशिकाओं में विकसित होती हैं ।

15.5 अंतर्जनस्तरीय व्युत्पन्नों का संरचना विकास

अब तक हमने बहिर्जनस्तर और मध्यजनस्तर से व्युत्पन्न आदि अंगों की संरचना विकास के बारे में पढ़ा । इस भाग में हम अंतर्जस्तर और इसके व्युत्पन्न अंगों का अध्ययन करेंगे । अंतर्जनस्तर तीसरा और सबसे भीतरी जनन स्तर है । जिससे मुख्यत आहार नली और इसके सहायक अंग, श्वसन अंग और आदि जनन कोशिकाएं (primordial germ cells - PGC) पैदा होती हैं । अंतर्जनस्तर की विकास प्रक्रियाओं में जनन कोशिकाओं का दूर तक स्थानांतरण, प्रमुख वलन (foldings) और आहार-नलिका से अनेक बहिर्वेशन शामिल हैं ।

15.5.1 अंतर्जनस्तरीय अंगों का उद्भव

क) आहार नलिका के बहिर्वेशन से निम्न प्रमुख अंतर्जनस्तरीय अंग बनते हैं -

- ग्रसनी क्षेत्र (pharyngeal region) में युग्मित थैलियां (paired pouches) पार्श्व में बाहर की ओर उभरती हैं, ये बहिर्जनस्तरीय अंतर्वेशनों (invaginations) से मिलकर क्लोम छिद्र (gill slits) बनाती हैं । उच्च कशेरुकों में इनसे कोशिका-रज्जुओं का निर्माण होता है जिनका विकास यूसटेकियन नली (eustachian tube) थाइमस (thymus) और पैराथायरॉइड ग्रंथि (parathyroid gland) में होता है ।
- अंतर्जनस्तर की सतह से ग्रसनी रज्जुओं के अधर में मध्यजनस्तर में धंसने से थायरॉइड ग्रंथि बनती है ।

- ग्रसनी की सतह में एक मध्य-अधर नाली (कंठ-श्वास विविर (laryngo-tracheal groove) से श्वास नली (trachea) और फेफडों का विकास होता है ।
- भावी ग्रहणी (duodenum) के स्तर पर पीछे की ओर अन्य बहिर्वेशनों से यकृत, अग्न्याशय (pancreas) और पित्ताशय (gall bladder) का बनना शुरू होता है ।

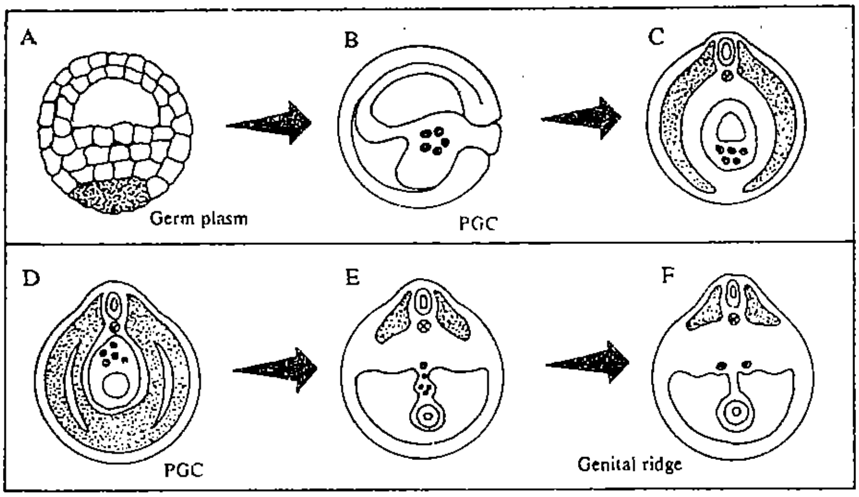
ग्रसनी और आहारनली से विकसित होने वाले अंग अपने अंतिम रूप में पूर्णत अंतर्जनस्तरीय नहीं होते । मध्यजनस्तर उन्हें रक्त वाहिनियां प्रदान करता है और योजक कोशिकाओं का ढांचा प्रत्येक अंग को निश्चित आकार देता है ।

ख) आदि जनन कोशिकाएं अंतर्जनस्तर से स्थानांतरित होकर, अंत में जनन-अंगों में पहुंचती है । इन जनन-अंगों का उद्भव मध्यजनस्तर में होता है । इन कोशिकाओं का विशेष महत्व है ।

इस भाग में आप कशेरूक प्राणियों में आदि जनन कोशिकाओं का उदभव और अपने निर्धारित स्थान में उनके स्थानांतरण का अध्ययन करेंगे ।

15.5.2 मेंढ़क में आदि जनन कोशिकाओं का उद्भव और स्थानांतरण

मेंढ़क में डिंब के पोषक भाग के पास कोशिका द्रव्य में कणिकामय (granular) पदार्थ के रूप में जननद्रव्य (germplasm) रहता है । विदरण के दौरान जननद्रव्य की ये कणिकाएं इस क्षेत्र की अंतजनस्तरीय ब्लास्टोमीयर्स (blastomeres) में होती हैं (चित्र 15.20 क) बाद में इन कोशिकाओं से पैदा होने वाली आदि जनन कोशिकाएं (PGC) पश्च क्षेत्र (posterior region) में पीछे को स्थानांतरित होकर मध्यजनस्तर में पहुंचते हैं (चित्र 15.20 ख -ङ) जिस मध्यजनस्तर क्षेत्र में आदि जनन कोशिकाएं पहुंचती हैं । वहीं जननांग कटक (genital ridge) होती हैं (चित्र 15.20 च) । इन्हीं कटकों से जन-अंग विकसित होते हैं । विकासमान जनन अंगों में अंतर्जनस्तर में पैदा हुई आदि जनन कोशिकाएं विभाजित होती हैं और जनन कोशिकाओं को जन्म देती हैं । इनमें अर्धसूत्री विभाजन (meiosis) से युग्मक (gametes) पैदा होते हैं ।



चित्र 15.20 : मेंढ़क के भ्रूण के पोषक ब्लास्टोमीयर्स में आदि जनन कोशिकाओं का वितरण और उनका जननांक कटक की और स्थानांतरण दिखाने वाला चित्र ।

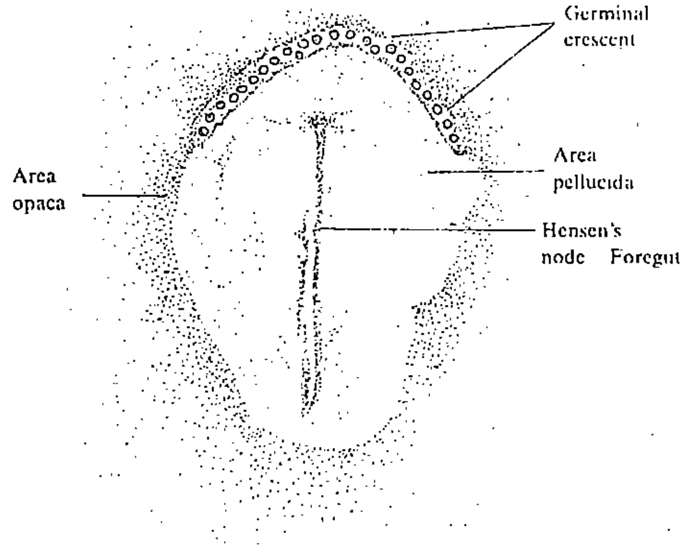
गैस्ट्रुलाभवन की समाप्ति पर आदि जनन कोशिकाएं आद्यंत्र (archenteron) यानि आहार नली की अंतस्त्वचा की सतह पर पाई जाती है । मेंढ़क के भ्रूण की आदि जनन कोशिकाओं जेनोपस (Xenopus) आहार नली की सतह से निकलकर पार्श्व में बढ़ते हैं और फिर पश्च आंत्रयोजनी (dorsal mesentary) से जुड़ जाती हैं । आदि जनन कोशिकाएं योजनी के साथ-साथ बढ़ते हुए जनन अंगों तक पहुंचती हैं । ऐसा लगता है कि इस प्रक्रिया में संपर्क निर्देशन (contact guidance) की मदद से जनन कोशिकाएं जनन अंगों तक पहुंचती हैं । मेंढ़क की आदि जनन कोशिकाएं जनन अंगों की दिशा में अपनी यात्रा शुरू करते ही फाइब्रोनेक्टिन फाइब्रिल (fibronectin fibrils) से संपर्क बनाते हुए आगे बढ़ती हैं ।

चूजे जैसे चक्रिकाभ भ्रूणों (discoidal embryo) में ब्लास्टोसील गुहा के ऊपर कोशिकाओं की परत को अधिकोरक (epiblast) कहते हैं ।

चक्राकार भ्रूण में ब्लास्टोसील गुहा के नीचे की कोशिकाओं की परत को अधकोरक (hypoblast) कहते हैं ।

15.5.3 चूजों और स्तनधारियों में आदि जनन कोशिकाओं का उद्भव और स्थानांतरण

पक्षियों और सरीसृपों में आदि जनन कोशिकाएं अधिकोरक (epiblast) में (हाशिये की टिप्पणियां देखें) पैदा होती हैं और इसके नीचे स्थित अधकोरक (hypoblast) (हाशिये की टिप्पणियां देखें) में पहुंचती हैं । ये कोशिकाएं अधकोरक में आदि रेखाकार अवस्था के भ्रूण क्षेत्र में पारदर्शी क्षेत्र (area pellucida) के अग्र भाग में पहुंचती हैं । इस क्षेत्र को जनन अर्द्धचंद्र क्षेत्र (germinal crescent) कहते हैं । यहां आदि जनन कोशिकाएं अन्य भ्रूणीय कोशिकाओं से बड़ी प्रतीत होती हैं (चित्र 15.21) चूजों में आदि जनन कोशिकाओं को कोशिकीय रसायन के आधार पर पहजाना जा सकता है क्योंकि इनमें बड़ी मात्रा में ग्लाइकोगोन होता है । विकास के अगले चरणों में आदि जनन कोशिकाएं अधकोरक और अधिकोरक के बीच के स्थान में पहुंच जाती हैं और अंत में विकसित हो रही रक्तवाहिनियों में घुस जाती हैं । ये रक्त के साथ निष्क्रिय रूप से बहती हुई जननांग कटक तक पहुंचती हैं । जननाग कटक से ये कोशिकाएं मध्यजनस्तर की कोशिकाओं से होते हुए विकसित हो रहे जनन-अंगों तक पहुंच जाती हैं ।

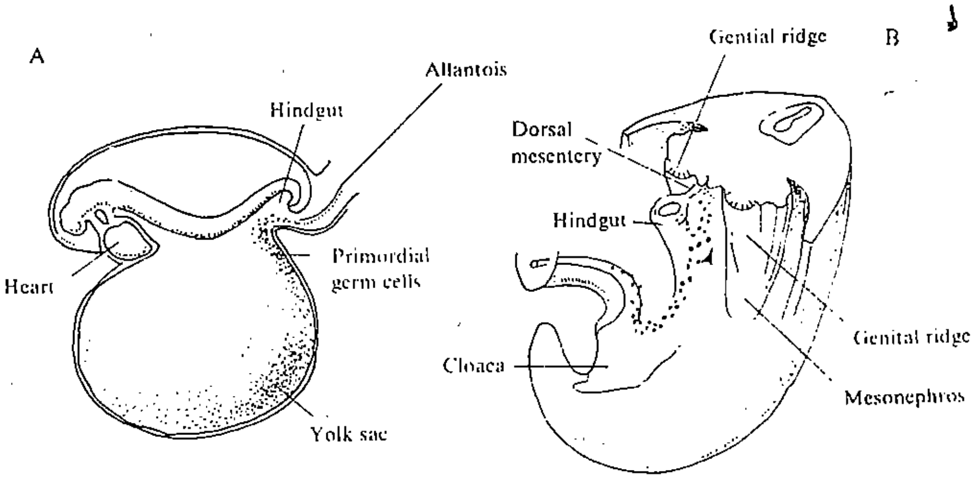


चित्र 15.21 : चूजे के भ्रूण की आदि रेखा अवस्था - इसमें अग्र सीमा पर अर्धचन्द्र में पारदर्शी और अपारदर्शी क्षेत्र (area opaca) के बीच आदि जनन कोशिकाएं दिखाई गई हैं ।

जननांग कटक से जनन अंगों तक आदि जनन कोशिकाओं का संचलन रासायनिक गतिशीलता की मदद से होता है (भाग 15.2.2 देखे) प्रायोगिक अध्ययनों से पता चला है कि जनन ऊतक घुलनशील रासायनिक गतिशील अणु मुक्त करते हैं जो आदि जनन कोशिकाओं को आकर्षित कर उनकी गति को निर्दिष्ट दिशा में निर्देशित करते हैं ।

स्तनधारी जीवों में, आदि जनन कोशिकाओं में क्षारीय फॉस्फेटेज एंजाइम की सांद्रता अधिक होती है । इस एंजाइम को अभिरंजक से रंग कर आदि जनन कोशिकाओं को अन्य भ्रूणीय कोशिकाओं के बीच पहचाना जा सकता है । ये कोशिकाएं सबसे पहले पीतक थैली के अंतर्जनस्तर में भ्रूणीय अपरापोषिका (embryomic allantois) के आधार के पास देखा जा सकता है । चित्र 15.22 क) यहां, ये कोशिकाएं दो शाखाओं में बंट जाती हैं, दोनों समूह विकसित हो रही आहार नली से होते हुए पश्च योजनी (dorsal mesentary) पहुंचते हैं और फिर अपनी-अपनी दिशा की जननांगी कटक में पहुंचते हैं (चित्र 15.22 ख) । चूहों में यह देखा गया है कि तंतुओं की पैरों जैसी संरचनाओं यानि फाइलोपोडिया से संचलन और रासायनिक गतिशीलता की सक्रिया भूमिका के साथ-साथ संपर्क निर्देशन से भी आदि जनन कोशिकाओं के संचलन में मदद मिलती है ।

अब हम संरचना विकास प्रक्रियाओं और संबद्ध जनन-परतों से विशिष्ट अंगों के आकार-जनन का यह अध्ययन समाप्त करते हैं । इस इकाई को आप कितना समझे हैं, इसको जांच के लिए निम्न बोध प्रश्नों का उत्तर देने का प्रयास कीजिए



चित्र 15.22 : स्तनपायियों में आदि जनन कोशिकाओं का विकास -क) आदि जनन कोशिकाएं सर्वप्रथम पीतक थैली में मिलती हैं । ख) इन कोशिकाओं का आहार नली और पीछे की ओर से पश्च योजनी से होते हुए जनन रिज में पहुंचना

बोध प्रश्न 4

उचित शब्दों का प्रयोग करते हुए रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए

i) अंतर्जनस्तर से .... नलिका और इसके सहायक अंगों, ... अंगों और .... का विकास होता है ।

ii) जनन अंग .... पर्त से और आदि जनन कोशिकाएं .... परत से पैदा होती हैं ।

iii) पारभासी और अपारदर्शी क्षेत्रों के बीच सीमावर्ती क्षेत्र, जहां आदि जनन कोशिकाएं सर्वप्रथम पाई जाती हैं, ... कहलाती हैं ।

iv) जीनोपस भ्रूणों में आदि जनन कोशिकाओं के जनन अंगों में स्थानांतरण .... के माध्य से होता है ।

v) चूजों में आदि जनन कोशिकाओं का जननांग कटकों से जननांगों तक स्थानांतरण .... के माध्यम से होता है ।

vi) स्तनधारी जीवों में आदि जनन कोशिकाओं का अपने जन्म स्थान से जननांगों तक स्थानांतरण .... और .... में माध्यम से होता है ।

15.6 सारांश

- इस इकाई में आपने संरचना विकास शब्द का अर्थ समझा और इसकी विभिन्न प्रक्रियाओं तथा कशेरूकों के भ्रूणों में कोशिकाओं के संचलन के कारकों की जानकारी प्राप्त की ।
- हमने आकार-जनन के दौरान साइटोपंजर (cytoskeletal) घटकों, जैसे-सूक्ष्मनलिकाओं, सूक्ष्मतंतुओं और माध्यमिक तंतुओं की कोशिकाओं के संचलन में भूमिका के बारे में बताया । आपको उन अणुओं के कार्य का भी पता चला जिनसे भ्रूणीय कोशिकाएं चिपककर, अपना आकार बदलते हुए संचलन करती हैं और आकर-जनन प्रक्रियाएं संपन्न करती हैं ।
- आपने भ्रूण की तीन जनन परतों, बहिर्जनस्तर, मध्यजनस्तर और अंतर्जनस्तर से मूल अंगों के संरचना विकास की भी जानकारी प्राप्त की । हमने न्यूरूलेशन प्रक्रिया का भी अध्ययन किया जिसके अंतर्गत बहिर्जनस्तर, बाह्यत्वचीय बहिर्जनस्तर और तंत्रिकीय बहिर्जनस्तर के रूप में

अलग-अलग होता है और फिर तंत्रिकीय बहिर्जनस्तर के रूप में अलग-अलग होता है और फिर तंत्रिकीय बहिर्जनस्तर तंत्रिका नली और तंत्रिका शिखर कोशिकाओं के रूप में अलग-अलग होता है । जलस्थलचर प्राणियों और चूजों में इन प्रक्रियाओं के बारे में बताया गया । न्यूरूलेशन के अंतर्गत पहले, तंत्रिका पट्टिका और फिर तंत्रिका नली बनती है । कोशिकाओं के लंबा खिंचने और फिर उनके सिरों के संकरा होने से तंत्रिका पट्टिका बनती है । एक्टिन तंतुओं के सिकुड़ने से कोशिकाओं का आकार बदलता है और तंत्रिका पट्टिका के सिरे मुड़कर जुड़ जाते हैं । इस तरह तंत्रिका नली बन जाती है ।

- हमने न्यूरूला अवस्था में मध्यजनस्तर के पांच विशिष्ठ क्षेत्रों और इनसे विकसित होने वाले अंगों के बारे में बताया । पार्श्व मध्यजनस्तर के व्युत्पन्नों के रूप में, हमने जलस्थलचरों और चूजों में हृदय के विकास का विस्तृत अध्ययन किया । अनेक प्रकार की कोशिकाओं को जन्म देने में सक्षम रक्त-निर्माता स्टेम कोशिका से विभिन्न रक्त कोशिकाओं के विभेदीकरण का भी अध्ययन किया ।
- अंत में अंतर्जनस्तर से विकसित विभिन्न अंगों के मूल रूपों का भी अध्ययन किया । जलस्थलचरों, चूजों और स्तनधारियों में जननांग मध्यजनस्तर से और आदि जनन कोशिकाएं अंतर्जनस्तर से विकसित होती हैं । अपने उद्भव-स्थान से आदि जनन कोशिकाएं जननांग कटकों तक पहुंचती हैं । इसके बाद ये जननांगों में पहुंचकर विभेदीकृत होती हैं और युग्मक बनाती हैं।

15.7 अंत में कुछ प्रश्न

1. कशेरूकों में संरचना विकास की छः प्रक्रियाएं कौन-सी हैं ?

....

....

....

....

2. आकार-जनन के संदर्भ में निम्न को संक्षेप में समझाइए – i) पैलिसेडिंग ii) अंतर्वेशन iii) बहिर्वेशन iv) कोशिका छय

....

....

....

....

....

....

....

....

3. विकसित हो रहे भ्रूण में कोशिकाओं के निम्न प्रकार के संचलन के बारे में बताइए –
क) रासायनिक गतिशीलता ख) संपर्क निर्देशन

....

....

....

4. चूजों में न्यूरूलाभवन की प्रक्रिया समझाइए ।

....

....

....

....

....

....

....

....

5. अनेक प्रकार की कोशिकाओं को जन्म देने में सक्षम (Pluripotent) CFU - S कोशिका से लाल रक्त कोशिका में विभेदीकरण को समझाइए ।

....

....

....

....

....

....

....

....

6. चूजों में आदि जनन कोशिकाओं के जन्म और स्थानांतरण को संक्षेप में समझाइए ।

....

....

....

....

....

....

....

....

15.8 उत्तर

बोध प्रश्न 1.

क) i) विभेदीकरण – कोशिकाओं का विविध कार्यों के अनुरूप विभिन्न रूप लेना विभेदीकरण कहलाता है। एक कोशिका अर्थात निषेचित डिंब से पेशी कोशिकाओं, त्वचा कोशिकाओं

तंत्रिकाओं, लसीकाणु, रक्त कोशिकाओं और अन्य कोशिकाओं का जन्म होता है । इसे ही विभेदीकरण कहते हैं ।

ii) संरचना विकास – विभिन्न भ्रूणीय आकारों और संरचनाओं के पैदा होने की प्रक्रिया आकार-जनन कहलाती है । मौर्फोजेनेसिस ग्रीक शब्द है जिसका अर्थ है – आकार या संरचना का जन्म लेना ।

ख) i) घ i) ड i) ख i) ग i) ख

ग) i) रासायनिक गतिशीलता

ii) स्पर्श गतिशीलता

iii) विद्युतधारा गतिशीलता

iv) संपर्क निर्देशन

v) कोशिकीय ढांचागत संरचनाएं

2. i) गलत

ii) सही

iii) सही

iv) गलत

v) गलत

vi) गलत

3. क) i) ड i) घ i) ख i) ग i) क

ख) i) परिसंचरण

ii) पार्श्व

iii) एंडोकार्डियम

iv) आशयी

v) 30

vi) हृदयावरण गुहा

vii) अलिंद, निलय

ग) i) सही

ii) सही

iii) सही

iv) गलत

v) गलत

vi) गलत

4. i) आहार, श्वसन, आदि जनन कोशिकाओं

ii) मध्यजनस्तर, अंतर्जनस्तर

iii) जनन अर्धचन्द्र

iv) संपर्क निर्देशन

v) रासायनिक गतिशीलता

vi) फाइलोपोडिया, रासायनिक गतिशीलता, संपर्क निर्देशन

अंत में कुछ प्रश्न

1. i) कोशिका विभाजन की मात्रा और दिशा

   ii) कोशिका के आकार में परिवर्तन

   iii) कोशिका का स्थानांतरण

   iv) कोशिका का क्षय

   vi) कोशिका कला और कोशिकेतर आधार द्रव्य में परिवर्तन

2. उपभाग 15.2.1 देखें
3. उपभाग 15.2.2 देखें
4. उपभाग 15.3.2 देखें
5. उपभाग 15.4.3 देखें
6. उपभाग 15.5.2 देखें ।

इकाई 16 कोशिका पारस्परिक क्रिया की क्रियाविधियां

रूपरेखा

16.1 प्रस्तावना

उद्देश्य

16.2 पूर्णशक्तता और बहुशक्तता

केन्द्रकों की संजीनीय तुल्यता का विश्लेषण

अंडों में केन्द्रक प्रतिरोपण द्वारा केन्द्रकों की विकासीय पूर्णशक्तता का विश्लेषण

16.3 कोशिका निर्धारण

किर्मीर (मोजेक) और नियमनकारी अंड

16.4 कोशिका पारस्परिक क्रियाएं और डिम्भद्रव्यी निर्धारक

ऐस्केरिस (सूत्रकृमि) के अंड में डिम्बद्रव्यी निर्धारक और जनन कोशिका वंश परंपरा

कंचुकियों में डिम्बद्रव्यी निर्धारक और कायिक कोशिका निर्धारण

16.5 भ्रूणीय प्रेरण और कोशिका निर्धारण

पृष्ठ मध्यजनस्तर से प्रेरण द्वारा तंत्रिक बाह्यत्वचा का निर्धारण :

प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण

उभयचरों में मध्यजनस्तर का प्रेरण

द्वितीयक प्रेरण

बाह्यत्वचीय और मध्योतक कोशिकाओं में अनुदेशात्मक

पारस्परिकक्रिया

अनुमेय पारस्परिकक्रिया-अगन्याशय का विकास

16.6 सारांश

16.7 अंत में कुछ प्रश्न

16.8 उत्तर

16.1 प्रस्तावना

पिछली इकाइयों में आपने पढ़ा कि विभेदन का अर्थ है एक अकेली कोशिका यानी निषेचित अंडे से प्रकार्य की दृष्टि से एकदम भिन्न अनेक कोशिका प्ररूपों का उत्पादन । निषेचित अंडे के जीवद्रव्य में मौजूद अकेला द्विगुणित केन्द्रक ही वह आनुवंशिक पदार्थ है जो अनगिनत विविध कोशिका प्ररूपों को जन्म देता है । इस एक केन्द्रक में पाए जाने वाले सभी जीन शरीर के प्रत्येक कोशिका प्ररूप के गुणों को निर्दिष्ट करते हैं । इस संदर्भ में इस प्रकार के प्रासंगिक प्रश्न उठाए जा सकते हैं भ्रूण में पाए जाने वाले एक अकेले संजीन का उपयोग भिन्न भिन्न प्रकार्य करने वाले तरह-तरह के कोशिका प्ररूपों के निर्माण में किस प्रकार किया जाता है ? क्या भिन्न भ्रूण कोशिकाएं विभिन्न विभेदित कोशिका प्ररूपों में अभिव्यक्ति के लिए संजीन के भिन्न भिन्न अंशों का चुनाव करती हैं? विशिष्ट कोशिका प्ररूपों में विकसित होने के लिए विभिन्न भ्रूण कोशिकाओं की नियति कौन तय करता है ? क्या भ्रूण की कोशिकाओं जो एक दूसरे के बीच कोई पारस्परिक क्रिया या अनोन्यक्रिया होती है ? और अगर हां तो एक विशिष्ट ऊतक के निर्माण में कोशिकाओं की किसी आबादी को अंतिम नियति के निरूपण में ऐसी पारस्परिक क्रियाओं की क्या भूमिका ऊपरोक्त सभी प्रश्नों का सम्बन्ध कोशिका पारस्परिक क्रिया और कोशिका विभेदन की क्रिया विधियों से है । इस इकाई में हम इन्हीं प्रश्नों के उत्तर बतायेंगे जो इस विषय पर हुए नवीनतम अध्ययनों के द्वारा परिणाम सुझाये गये हैं और उन पर हम चर्चा भी करेंगे ।

उद्देश्य

इस इकाई का अध्ययन कर लेने के बाद आप

- पूर्णशक्तता, बहुशक्तता, कोशिका निर्धारण जैसी संकल्पनाओं और भ्रूणीय केन्द्रकों में पाई जाने संजीनीय तुल्यता को समझा सकेंगे,
- भ्रूण विकास युग्मज अवस्था से जैसे जैसे आगे बढ़ता है केन्द्रकों के सामान्य विकास को आरंभ करने और बढ़ावा देने और विभिन्न एकांतर कोशिका प्ररूपों के विभेदन को प्रोत्साहन देने की शक्ति में उत्तरोत्तर प्रतिबंध लगते जाता है, इस पर चर्चा कर सकेंगे
- बता सकेंगे कि कोशिका निर्धारण या तो भ्रूण कोशिकाओं में पाए जाने वाले नैज (intrinsic) कारकों या कोशिका पारस्परिक क्रियाओं द्वारा बाह्य कारकों द्वारा होता है ।
- किर्मीर और नियमनकारी भ्रूणों में भेद बता पाएंगे और यह समझ पाएंगे कि यह शब्द उस समय को बताता है जिस पर ब्लास्टोमियर या कोरकखंडों पर विकास में प्रतिबंध लग जाते हैं
- भ्रूणीय प्रेरणा की परिघटना को समझ पाएंगे । आसपास की कोशिका संख्याओं में होने वाली अनुदेशात्मक और अनुमेय परस्पर क्रियाएं जातीय ऊतकों के विभेदन को उद्दीपित करती हैं, यह भी समझ जाएंगे ।

16.2 पूर्णशक्तता (Totipotency) और बहुशक्तता (Pluripotency)

प्रारंभ में हम बता ही चुके हैं कि निषेचित अंड कोशिका (युग्मज) में सभी प्रकार के कोशिका प्ररूपों को जन्म देने की क्षमता होती है जैसे रक्त कोशिका, अस्थि कोशिका या पेशी कोशिका । भ्रौणिकी शब्दावली में इस तरह की कोशिका को पूर्णशक्त (totipotent) कहते हैं । युग्मनज विदलन कर भारी संख्या में ब्लास्टोमियर पैदा करता है । एक निश्चित अवस्था तक ब्लास्टोमियर भी पूर्णशक्त बने रह सकते हैं और उनमें जीव के हर कोशिका प्ररूप के निर्माण की क्षमता होती है। परन्तु जैसे जैसे विकास आगे बढ़ता है विभिन्न बलास्टोमियर की पूर्णशक्तता खत्म हो जाती है । फिर भी ये बहुशक्त (pluripotent) रहते हैं । बहुशक्त होने का अर्थ यह है कि ये ब्लास्टोमियर विभिन्न प्रकार कोशिका प्ररूपों या ऊतकों में अनेक का निर्माण तो कर लेते हैं मगर सभी का नहीं । अंत में विकास के और आगे बढ़ने पर यह बहुशक्तता भी हो जाती है । भ्रूण की कोशिकाओं के विभिन्न समूहों में अब सिर्फ एक प्रमुख कोशिका प्ररूप या ऊतक के निर्माण की क्षमता रह जाती है । उदाहरण के लिए, भ्रूण विकास की एक खास अवस्था तक भावी बाह्यचर्मी कोशिकाएं या तो अधिचर्म या फिर तंत्रिक ऊतक का निर्माण कर सकती हैं यानी वे बहुशक्त होती हैं मगर पश्च अवस्था में बाह्य चर्म के एक खंड की कोशिकाएं सिर्फ अधिचर्मी ऊतक का निर्माण कर सकती हैं और दूसरे खंड की कोशिकाएं सिर्फ तंत्रिक ऊतक में ही विभेदित हो सकती हैं । विभिन्न भ्रूण कोशिकाओं में पूर्णशक्तता के इस उत्तरोत्तर प्रतिबंध का कारण क्या हो सकता है जबकि वे सभी उसीएकल कोशिका यानी युग्मनज की वंशज हैं हर किसी भ्रूण कोशिका में एक केन्द्रक होता है जो उसी युग्मनज केन्द्रक का वंशज है । विभिन्न भ्रूण कोशिकाओं में पूर्णशक्तता में प्रतिबंध क्या जातीय जीवद्रव्य पदार्थों का युग्मनज के विदलन और अनुवर्ती विभाजनों के दौरान विभिन्न कोरक खंडो में विभेदी वितरण के कारण होता है । ऐसा ही प्रश्न केन्द्रक के बारे में भी उठाया जा सकता है, जिसमें कि जीन होते हैं जो जातीय ऊतकों और कोशिका प्ररूपों में विभेदन का संचालन करते हैं ।

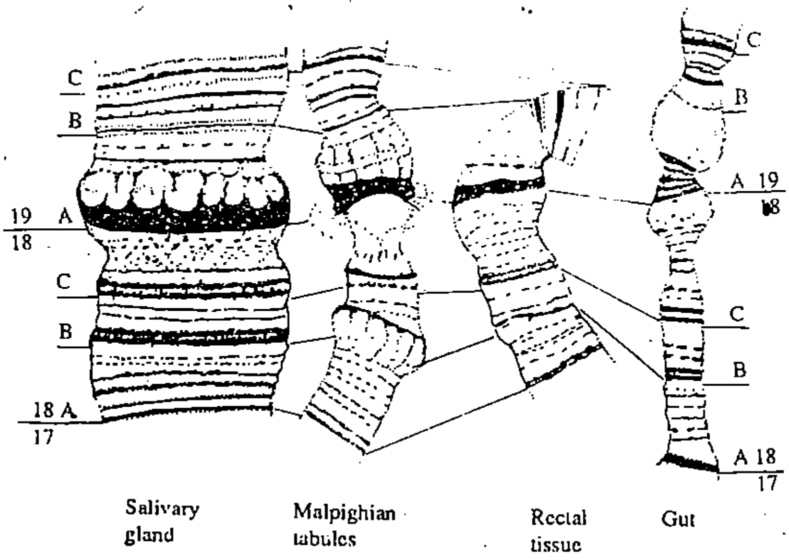
आप जानते ही हैं कि द्विगुणित युग्मनज केन्द्रक जीव के संपूर्ण शरीर के विकास के लिए आवश्यक सूचना लिए होता है । यह सूचना उसके जीन (या संजीन) में पाई जाती है जो अंड से सामान्य विकास और सभी प्रकार के ऊतकों व कोशिका प्ररूपों के निर्माण का संचालन और उन्हें आधार प्रदान करता है । दूसरे शब्दों में इसमें न सिर्फ एक पूर्ण संजीन होता है बल्कि यह पूर्णशक्त भी होता है क्योंकि यह युग्मज अवस्था से आगे के सामान्य विकास को आधार देने में समर्थ होता है । क्या यह बात भ्रूण कोशिकाओं के उन सभी केन्द्रकों के लिए भी लागू होती है जो कि मूल युग्मजी केन्द्रक के ही वंशज हैं ? क्या भ्रूण की सभी कोशिकाओं के केन्द्रक और कालांतर में विकसित होने वाली प्रौढ कोशिकाओं के केन्द्रक युग्मज केन्द्रक की तरह ही सम्पूर्ण संजीन लिए होते हैं ? क्या भ्रूण [illegible]

प्रौढ़ कोशिकाओं के केन्द्रक युग्मज केन्द्रक की तरह ही सभी ऊतक और कोशिका प्ररूपों के पूर्ण और सामान्य विकास को गति देने के लिए पूर्णश्क्त बने रहते हैं या फिर युग्मज से व्युत्पन्न कोशिकाएं विभेदन के भिन्न-भिन्न परिपथों की ओर जैसे जैसे बढ़ती जाती हैं क्या उत्तरोत्तर सीमित घटती या लुप्त हो जाती है ? आगे के उप भागों में उस सूचना से आपको अवगत कराएंगे जो इन प्रश्नों के उत्तर तलाशने के लिए किए गए प्रयोगों से मिली है ।

16.2.1 केन्द्रकों की संजीनीय तुल्यता का विश्लेषण

उन्नीसवी सदी के अंत में ऑगस्ट वीजमान ने एक सिद्धांत प्रतिपादित किया । वह यह कि विदलन के दौरान आनुवांशिक निर्धारकों (जिन्हें बाद में गुणसूत्र माना गया) को भिन्न कोरकखंडों में कुछ इस तरीके से संविभाजित कर दिया जाता है कि जिससे उस विभेदन परिपथ का निर्धारण हो जाता है जिसे कि कोई प्रदत्त कोशिका अपना सकती है । इस सिद्धांत के अनुसार सिर्फ जनन कोशिकाओं में ही सभी आनुवंशिक निर्धारक मौजूद होते हैं और विभिन्न कायिक कोशिका प्ररूपों में उनमें मौजूद आनुवांशिक निर्धारकों में भिन्नता होती है । दूसरे शब्दों में, केवल जनन कोशिकाओं में ही सभी जीन और पूर्ण संजीन होता है । दूसरी ओर विभिन्न कायिक कोशिकाओं के केन्द्रक केवल वही जीन लिए हो सकते हैं जो उनके प्रमुख प्रकार के विभेदन के लिए आवश्यक हैं । परन्तु अब तक जो भी अध्ययन हुए हैं उनके आधार पर अब यह माना जाता है कि किसी जीव के अंदर शरीर की सभी कोशिकाओं के केन्द्रक युग्मज के मूल केन्द्रक की तरह ही सभी जीनों का एक पूर्ण और समरूप सेट लिए होते हैं । इसका यह अर्थ हुआ कि सभी कोशिकाओं और युग्मज के संजीन तुल्य होते हैं । विकास के दौरान प्रत्येक कोशिका अपने खास प्रकार के विभेदन के लिए आवश्यक विभिन्न जीनों का उपयोग इसी उभयधर्मी संजीन से करती है । सभी कोशिकाओं के केन्द्रकों की संजीनीय तुल्यता की इस धारणा को आनुवंशिक और भ्रोणिक दोनों ही प्रकार के प्रमाणों से पुष्ट किया जा चुका है ।

यह प्रमाणित हो चुका है कि गुणसूत्र जिन पर कि जीन विन्यसित होते हैं, की विशिष्ट संख्या प्रौढ़ जीव के सभी ऊतकों में एकसमान रहती है । भिन्न कायिक कोशिकाओं से प्राप्त आनुवंशिक सूचना के वाहक DNA में एक सा संघटन और गुण पाए गए हैं । काइरोनोमस (Chironomus) और ड्रोसोफिला (Drosophila) के डिम्भों में गुणसूत्रों की संख्या और पट्टन पैटर्न (जिनसे कि जीनों की संख्या का पता चल जाता है) सभी कोशिकाओं में स्थिर या एक समान पाया गया है (चित्र 16.1) ।



चित्र 16.1 : मशकाम (midge) काइरोनोमस टेंटैस में विभिन्न ऊतकों से प्राप्त बहुपट्टीय (polytene) गुणसूत्रों का एक खंड । अलग-अलग ऊतकों में पट्ट संख्या में पाई जाने वाली स्थिरता को गौर से देखें ।

सरट (salamander) में यदि लेंस को निकाल दिया जाए तो पृष्ठ आयरिस (dorsal iris) से एक नए लेंस का पुनर्जनन हो जाता है । विभेदित आयरिस कोशिकाओं से व्युत्पन्न नए लेंसे की कोशिकाएं उन सभी क्रिस्टली प्रोटीनों का संश्लेषण कर लेती हैं जो कि विशिष्टतः लेंस में ही पाए जाते हैं । आप जानते ही हैं हर मुख्य प्रोटीन के संश्लेषण को केन्द्रक में स्थित एक विशिष्ट जीन नियंत्रित करता है । इसका यही अर्थ है कि लेंस प्रोटीनों के संश्लेषण के लिए उत्तरदायी जीन आयरिस कोशिकाओं के

न्द्रकों में उपस्थित रहते हैं । इसलिए वे लेंस कोशिकाओं के केन्द्रकों के आनुवंशिकतः तुल्य हैं परन्तु इरिस कोशिकाओं में इन विशिष्ट जीनों का उपयोग नहीं किया जाता है । पर जब इन्हीं आयरिस ोशिकाओं को लेंस कोशिकाओं में रूपांतरित किया जाता है, तो यही जीन सक्रिय हो जाते हैं और स प्रोटीनों के संश्लेषण का संचालन करते हैं ।

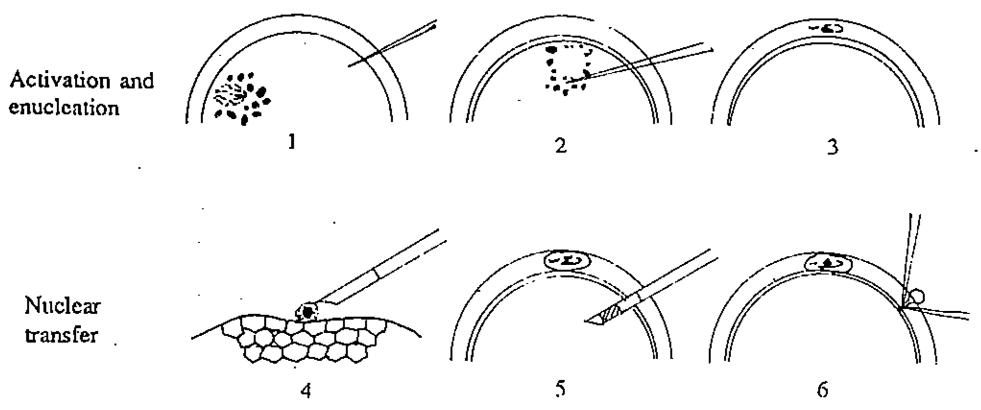
6.2.2 अंडों में केन्द्रकीय प्रतिरोपण (Nuclear Transplantation) द्वारा केन्द्रकों की विकासीय पूर्णशक्तता का विश्लेषण

पर दिए गए उदाहरण और इस तरह के अनेक प्रेक्षणों और प्रयोग के परिणामों से इस अवधारणा ो और अधिक बल मिलता है कि किसी भी जीव में पाई जाने वाली सभी कोशिकाएं आनुवंशिकतः ल्य होती हैं । भले ही उनके विभेदन का प्रकार और प्रकार्यक कार्यभार कुछ भी हो । यानी उन सभी ोशिकाओं के केन्द्रकों में युग्मज केन्द्रक के समरूप ही एक पूर्ण संजीन मौजूद रहता है । पर क्या भेदित कोशिकाओं के केन्द्रक युग्मज के केन्द्रक की तरह ही सभी प्रकार की कोशिकाओं के जनन ौर समान्य विकास को संचलित करने में समर्थ हैं ? दूसरे शब्दों में, युग्मनज से व्युत्पन्न कोशिकाओं ; केन्द्रकों में क्या मूल केन्द्रक की पूर्णशक्तता बनी रहती है ? या क्या इन कोशिकाओं के विभेदन के रान उन्हें कुछ अनुत्क्रमणीय (irreversible) प्रकार्यक प्रतिबंधों से गुजरना पड़ता है ? इस प्रश्न का माधान पाने की सबसे सरल विधि केन्द्रक प्रतिरोपण की तकनीक है, जिसे उपयुक्त रूप से भिकल्पित प्रयोगों में काम लाया जाता है ।

भ्रूण केन्द्रकों का प्रतिरोपण

न्द्रक पूर्णशक्तता को जांचने के लिए एक विधि सुझाने वाले सबसे पहले वैज्ञानिक, हैंस स्पीमान 1936) थे । इस विधि में पुराने भ्रूणों से केन्द्रकों को पृथक कर उन्हें केन्द्रकहीन या अकेन्द्रकी अंडों, ानी जिनके केन्द्रकों को निकाला या मारा दिया गया था, में रोप दिया गया । इसके 14 साल बाद ब्रिग्स और किंग (1952) नामक दो वैज्ञानिकों ने सफलतापूर्वक पहले केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोग किए । सके लिए उन्होंने एक कायिक कोशिका के केन्द्रक को पृथक किया और उसे तेन्दुई मेंढ़क (leopard rog) राना पिपिएंस (Rana pipiens) के अकेन्द्रकी अंडे में प्रतिरोपित किया (चित्र 16.2) । लैस्टुला से पृथक्कृत केन्द्रकों को जब केन्द्रकहीन अंडों में प्रतिरोपित किया गया तो उनमें से ;5 प्रतिशत में सामान्य विदलन हुआ और ब्लैस्टुला में विकसित हो गए । बाकी के 8 प्रतिशत ैडपोल में विकसित हुए और 70 प्रतिशत कायांतरण अवस्था तक पहुंचे । मैककिनेल (1962) द्वारा केए गए प्रयोगों में ब्लैस्टुला केन्द्रकों का अकेन्द्रकी अंडों में प्रतिरोपण किया गया तो सामान्य श्चकायांतरी (postmetamorphic) मेंढ़कों का विकास हुआ । इन प्रयोगों से अनिवार्यतः यही संकेत मेलता है कि ब्लैस्टुला अवस्था तक कोरकखंडों केन्द्रकों की सामान्य विकास को बढ़ावा देने वाली ... ाक्तता का लोप नहीं होता और वे हर दृष्टि से युग्मज केनद्रक के तुल्य हैं ।

दूसरे प्रयोगों में, गैस्टुला के केन्द्रकों को इसी तरह से जांचा गया । विदलन और विकास को बढ़ावा देने में आरंभिक गैस्टुला केन्द्रक बिल्कुल ब्लैस्टुला केन्द्रक की तरह ही प्रभावशाली पाए गए । मगर पश्च अवस्था में केन्द्रकों की विकासी क्षमता में निश्चित प्रतिबंध देखे गए । पश्च गैस्टुला की अंतस्त्वचा से केन्द्रक पाने वाले अकेनद्रकी अंडों के आगे के विकास में प्रगति तो देखी गई मगर बाह्यत्वचीय और मध्यजनस्तरी व्युतपन्न के आकार और विभेदन की सीमा में कमियां पाई गई । अंतस्त्वची व्युत्पन्नों का विकास तो सामान्य रूप से हुआ मगर मध्यजनस्तरी और बाह्यत्वची व्युत्पन्नों में सामान्य विकास नहीं देखा गया । प्रतिरोपण के लिए जब पूच्छ कलिका अवस्था भ्रूण से अंस्त्वचा केन्द्रक चुने गए, तो उन्होंने सामान्य विकास को कोई बल नहीं दिया । इससे यह संकेत मिला कि ये केन्द्रक, अंतस्त्वचा केन्द्रकों के रूप में उत्तरोत्तर विशिष्टकृत होते गए और विकास को बढ़ावा देने की उनकी क्षमता में अंकुश लग गया । मगर कुछ मामलों में पश्चगैस्टुला अवस्था के केन्द्रकों को यदा कदा सामान्य विकास को बढ़ावा देता पाया गया है । इसीलिए न्यूरूला अवस्था के मेंढ़क की तंत्रिक पट्टिका की बाह्यत्वचा कोशिकाओं से केन्द्रकों का प्रतिरोपण करने पर कुछ सामान्य डिम्ब पैदा हुए । अंतस्त्वची केन्द्रक प्रतिरोपणों की तरह यहां भी सामान्य विकास का प्रतिशत घटता गया क्योंकि केन्द्रक प्रगामियतः पुराने भ्रूणों के तंत्रिक बाह्यत्वचा से व्युत्पन्न थे । फिर प्रतिरोपित तंत्रिक कोशिका केन्द्रकों वाले अंडों से विकसित इन विपथी (aberrant) टैडपोलों में तंत्रिक विभेदन तो अच्छा था परन्तु उनमें अंतस्त्वचा रचनाएं नही पाई गई।



चित्र 16.2 : मेंढ़क के अंडों में केन्द्रक प्रतिरोपण के चरण ।

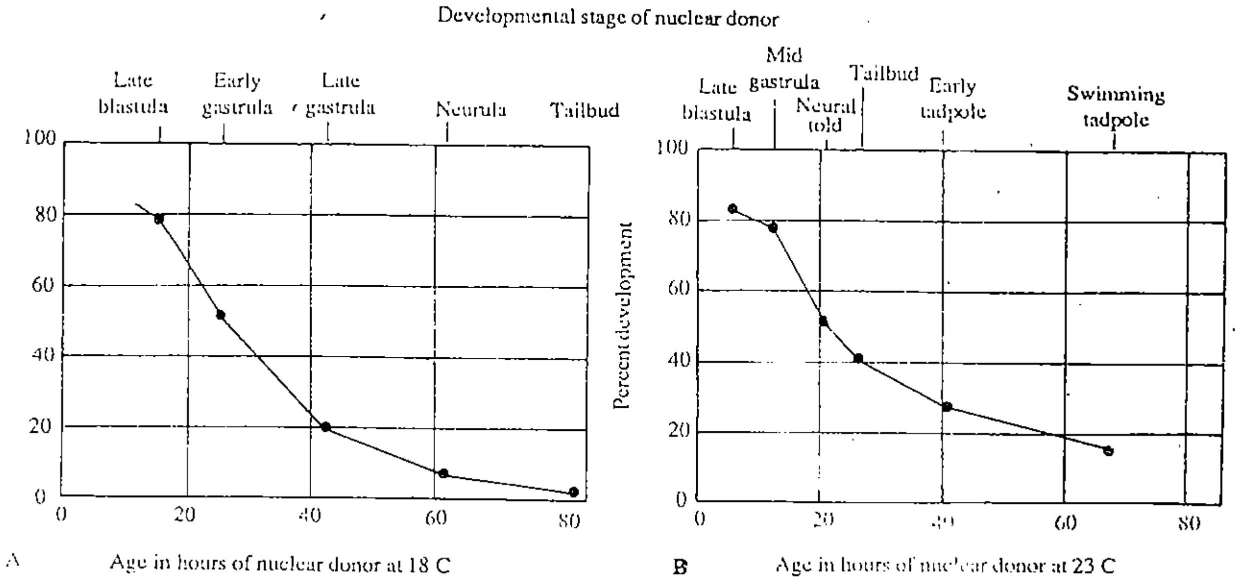
1) कांच की सुई से अंडों का सक्रियण
2) केन्द्रकहरण (enucleation)
3) अकेन्द्रकी अंडे
4) दाता कोशिकाओं का वियोजन और एक केन्द्रक को सूक्ष्मपिपेट में खींचा जाना
5) अकेन्द्रकी अंडों में केन्द्रक का निवेशन
6) प्रतिरोपित अंडे

प्रतिरोपण प्रयोगों में दो चरण होते हैं: 1) मेंढ़क के अदाता अंडे (recipient egg) को तैयार करना और 2) एक दाता कोशिका का पृथक्करण और अकेनद्रकी अंडे में इसके केन्द्रक का अंतण । आदाता अंडे मादाओं में अंडोत्सर्ग के प्रेरण द्वारा प्राप्त किए जाते हैं । इकाई 13 से आपको याद होगा कि सक्रियण निषेचन प्रक्रम का एक अनिवार्य घटक है । यहां अंडे की सतह को कांच की एक सूई से चुभाकर सक्रियण किया जाता है । इसके फलस्वरूप केन्द्रक का सक्रिय ध्रुव की ओर अभिगमन हो जाता है । कांच की एक दूसरी सूई से केन्द्रक को निकाल लिया जाता है । दाता कोशिकाओं को पहले वियोजन घोल में वियोजित कर लिया जाता है । इस घोल में Ca++ नहीं होता, जो सामान्य कोशिका आसंजन के लिए आवश्यक है । अब अलग कोशिका को कोशिका से थोड़ा छोटे व्यास वाले सूक्ष्मपिपेट में खींच लिया जाता है । इससे कोशिका टूट जाती है और उसका केन्द्रक जीवद्रव्य के साथ-साथ सूक्ष्मपिपेट में आ जाता है । इसके बाद इस केन्द्रक को सक्रियित अकेन्द्रकी अंडे में अंतःक्षेपित कर दिया जाता है । प्रतिरोपित अंडा अब विकास के लिए तैयार है ।

ऐसे प्रयोग अध्ययन जिनमें आयु में प्रगामियतः बड़े भ्रूणों की कोशिकाओं से केन्द्रकों को अकेंद्रकी अंडों में प्रतिरोपित किया जाता है, मेंढ़क की एक और जाति जीनोपस लेविस में भी किए गए हैं । ये प्रयोग गर्डन और उनके साथी वैज्ञानिकों ने किए । राना पिपिएंस की तरह जीनोपस में भी बढ़ते विकास के साथ केन्द्रक शक्ति में उत्तरोतर गिरावट पाई गई है (चित्र 16.3) ।

ब्रिग्स और किंग ने अपने प्रयोगों में यह दिखाया है कि विकास के आगे बढ़ते-बढ़ते भ्रूण कोशिकाओं के केन्द्रकों की शक्ति पर जो प्रतिबंध लगता जाता है वह स्थायी और ऊतक विशिष्ट होता है । इस उद्देश्य के लिए उन्होंने क्रमिक केन्द्रक प्रतिरोपण की तकनीक अपनायी इसमें एक केन्द्रक को एक अकेन्द्रकी अंडे में स्थानांतरित कर दिया जाता है । इसे अब ब्लैस्टुला अवस्था तक विकसित होने दिया जाता है जो समरूप केन्द्रकों युक्त हजारों कोशिकाओं का बना होता है । हर केन्द्रक अनेक विदलन विभाजनों के माध्यम से उसी एक मूल प्रतिरोपित केनद्रक से व्युत्पन्न होता है । इन ब्लैस्टुला केन्द्रकों को अब और अकेन्द्रकी अंडों में एकल रूप से अलग-अलग स्थानांतरित कर दिया जाता है । इन्हें फिर ब्लैस्टुला अवस्था तक विकसित होने दिया जाता है, जिससे हजारों केन्द्रकों की एक आर पीढ़ी तैयार कर दी जाती है जो मूलतः प्रतिरोपित केन्द्रक की समरूप प्रतियां भर हैं इसे केन्द्रक क्लोनीकरण

uclear cloning) कहते हैं (चित्र 16.4) । मूल केन्द्रक की इन समरूप केन्द्रकों के प्रयोग से उस न्द्रक को क्लोनी केन्द्रकों की कई पीढ़ियों में परखा और मूल्यांकन किया जा सकता है । इस नीक से यह पाया गया कि अकेन्द्रकी अंडों में प्रतिरोपित पश्च गैस्ट्रुला के एक अकेले अंतस्त्वचा न्द्रक से क्लोनित केन्द्रकों से पीढ़ी दर पीढ़ी उत्पन्न भ्रूणों में वैसी ही कमियां पैदा कीं । इन भ्रूणों में तस्त्वचीय संरचनाएँ (मूख्यतः आंत) तो थी मगर बाह्यत्वचीय और मध्यजनस्तरी संरचनाओं का अभाव । तंत्रिक बाह्यत्वचा के केन्द्रकों को क्लोनित कर अकेन्द्रकी अंडों में जब प्रतिरोपित किया गया तो केत में ऐसी ही ऊतक विशिष्ट प्रतिबंध देखा गया । इस तरह पैदा होने वाले भ्रूण अपसामान्य थे र उनमें मुख्यतः बाह्यत्वचीय संरचनाएं ही थीं।



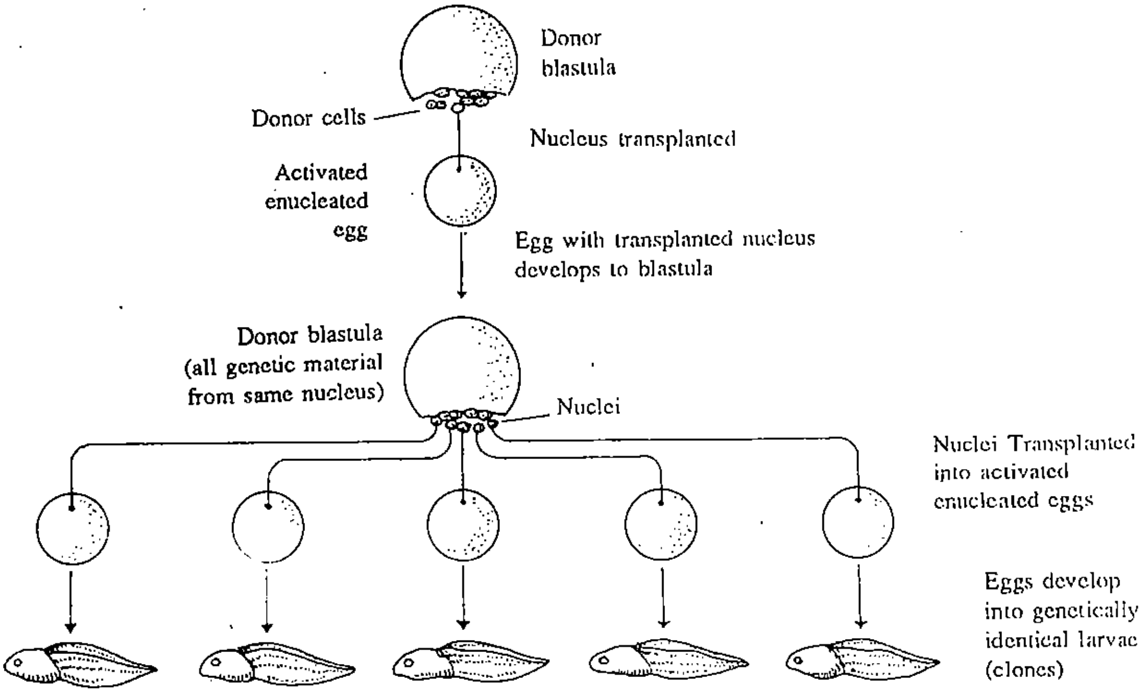
त्र 16.3 : दाता की आयु और सामान्य विकास को बढ़ावा देने की उनके केन्द्रकों की क्षमता में संबंध A) राना पिपिएंस B) जीनोपस लेविस । चित्रों से आप देख सकते हैं राना पिपिएंस यद्यपि जीनोपस लेविस की तुलना में काफी धीरे धीरे विकसीत होता है मगर दोनों जातियों में ही शक्ति का लोप एकसमान दर से होता है ।

पश्च भ्रौणिक केन्द्रकों का प्रतिरोपण :

ी तक हमने केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोगों के बारे में बताया जिसमें भ्रूण केन्द्रकों का उपयोग किया ता है । आइए अब संक्षेप में अब हम उभयचर अंडों में पश्चभ्रौणिक केन्द्रकों पर किए गए तरोपण प्रयोगों के बारे में चर्चा करेंगे ।

पको मालूम है कि भ्रूण जैसे विकसित होता जाता है केन्द्रक शक्ति में लघुकरण होता जाता है । र ऐसा हमेशा नहीं होता । प्रयोगों से यह प्रमाणित हो चुका है कि पश्च भ्रौणिक अवस्थाओं की शिकाओं के केन्द्रक अकेन्द्रकी अंडों में भारी विकास को बढ़ावा दे सकते हैं । इस प्रकार की एक शिका आद्यजनन कोशिका (PGC-Primoodial Germ Cell) है । नव टैडपोल से PGC के केन्द्रकों जब मेंढ़क के अकेन्द्रकी अंडों में प्रतिरोपित किया गया तो 40 प्रतिशत मामलों में पूर्ण टैडपोलों विकास हुआ । PGC चूंकि युग्मकों की पूर्ववर्ती ही हैं, इसलिए उनके केन्द्रकों में उच्च मात्रा में क्तमत्ता होनी चाहिए, जिनमें एक अक्षुण्ण पूर्णशक्त संजीन होता है । यही संजीन भ्रूण के सामान्य र पूर्ण विकास के संचालन में सक्षम होता है । मगर जब पश्च अवस्था जनन कोशिकाओं, जैसे जात और व्यस्क मेंढ़क से शुक्राणुजनीय कोशिकाओं (spermatogonial cell) को अकेन्द्रकी अंडों में तरोपित किया गया तो विकास ब्लैस्टुला अवस्था से आगे नहीं बढ़ पाया । 13 ब्लैस्टुला में से सिर्फ गैस्ट्रुला अवस्था में और एक अपसामान्य लारवा में विकसित हुए । मगर यह लारवा भोजन दिए ने के तुरंत बाद ही मर गया । इन परिणामों से यही संकेत मिलता है कि विकासी पूर्णशक्तता नुवंशिक पूर्णशक्तता से भिन्न है । आनुवंशिक पूर्णशक्त केन्द्रकों का विकासी पूर्णशक्त होना वश्यक नहीं है । यद्यपि जनन कोशिका संतति संजीन को अक्षुण्ण बनाए रखती है, ऐसा प्रतीत होता कि आद्य जनन कोशिका अवस्था के बाद संभवतः PGC के केन्द्रक एक विकासी प्रतिबंध से गुजरता जो उस अंडे में विकास को बल देने के लिए संजीन के उपयोग को सीमित कर देता है जिस अंडे उन्हें प्रतिरोपित किया गया हो ।

पूर्णतः विभेदित कायिक कोशिकाओं के केन्द्रकों की शक्तिमत्ता की जांच के लिए गहन केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोग किए गए हैं । गर्डन (1962) ने जीनोपस टैडपोलों की विभेदित आंत्रीय उपकला कोशिकाओं से केन्द्रक निकालकर उन्हें उसी जाति के अकेन्द्रकी अंडों में प्रतिरोपित किया । 726 आदाता अंडों में से सिर्फ 10 ही प्रौढ़ मेंढ़कों में विकसित हो पाए । मगर काफी मामलों में केन्द्रक आदाताओं में कुछ विदलन विभाजन हुए जिनसे रूद्ध कोरकखंडों का जन्म हुआ । आगे के विकास में विफलता का कारण संभवतः प्रतिरोपण के दौरान केन्द्रकों को होने वाली क्षति या प्रतिरोपित केन्द्रकों में अपूर्ण गुणसूत्री प्रतिकृति को माना गया । इन कठिनाइयों को दूर करने के लिए गर्डन ने भी किंग और ब्रिग्स द्वारा विकसित क्रमिक प्रतिरोपण तकनीक का प्रयोग किया जिसके बारे में आप कुछ ही देर पहले जान चुके हैं (चित्र 16.4 देखें) । इस विधि का प्रयोग कर अपसामान्य रूद्ध भ्रूणों से कई केन्द्रकों को अलग कर उन्हें एकल रूप से अकेन्द्रकी अंडों में अंतःक्षेपित कर दिया गया और उनके विकास को देखा गया । क्रमिक स्थानांतरण भ्रूणों में से कुछ भोजन ले सकने वाले टैडपोलों में विकसित हुए जिससे भोजनग्राही टैडपोलों की संख्या बढ़कर 7 प्रतिशत हो गई । इन में से अनेक आंत्रीय उपकला कोशिका केन्द्रकों को सभी कोशिका प्ररूपों का पुनर्जनन कर लिया जैसे रूधिर कोशिका, स्पंदशील हृदय, पेशिया आदि । फिर इनमें से टैडपोलों ने कायांतरण से परे जननक्षम प्रौढ़ मेंढ़कों में विकास किया । इन परिणामों से यही संकेत मिलता है कि जीनोपस के संभरण अवस्था के टैडपोलों की आंत्र उपकला कोशिकाओं के केन्द्रक पूर्णशक्त होते हैं जिनमें पूर्ण और सामान्य विकास करने की क्षमता होती है ।



चित्र 16.4 : क्रमिक केन्द्रक प्रतिरोपण की शक्तिमत्ता की जांच । ब्लैस्टुला की दाता कोशिकाओं के केन्द्रकों को सक्रियित अकेन्द्रकी अंडों में प्रवेश कराया जाता है । ऐसे प्रतिरोपण से जन्म लेने वाले ब्लैस्टुला को प्रतिरोपणों की दूसरी पीढ़ी के लिए केन्द्रकों के एक स्रोत के रूप में काम लाया जाता है । इस प्रक्रम को केन्द्रक क्लोनीकरण कहते हैं ।

गर्डन और उनके सहयोगियों ने प्रौढ़ मेंढ़क के पैरों के संवर्धित जालज से प्राप्त विभिदित उपकला कोशिकाओं के केन्द्रकों में क्रमिक प्रतिरोपण तकनीक अपनाई । इन कोशिकाओं में केरैटिन था जिससे पता चला कि वे विभेदित हैं । केरैटिन विभेदित प्रौढ़ त्वचा कोशिकाओं में पाया जाने वाला विशिष्ट प्रोटीन है । इन केन्द्रकों के क्रमिक प्रतिरोपण द्वारा आदाता अंडों से अनगिनत टैडपोलों का विकास हुआ । इन टैडपोलों में प्रकार्यक पेशी और तंत्रिका, स्पंदनशील हृदय, संचरणशील रुधिर, लेंस युक्त नेत्र और दूसरी तरह की विभेदित कोशिकाएं पाई गई ।

इसी तरह के परिणाम प्रौढ़ जीनोपस के लसीकाणुओं (लिम्फोसाइट) से केन्द्रकों के अकेन्द्रकी अंडों में प्रतिरोपण से भी प्राप्त हुए हैं ।

उभयचरों में ऊपर किए गए केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोगों के परिणामों से दो संभावित निष्कर्ष निकलते हैं :

i) किसी विभेदित कोशिका के केन्द्रक में मौजूद संजीन विभिन्न प्रकार की अनेक कोशिकाओं के विभेदन को बढ़ावा देने में बेहद शक्त होते हैं ।

ii) भ्रूण विकास युग्मज से जैसे जैसे आगे की और बढ़ता है सामान्य विकास को बढ़ावा देने की केन्द्रकों की शक्तिमत्ता में एक साधारण प्रतिबंध लग जाता है ।

गर्डन के मत के अनुसार एक विशेष कोशिका प्ररूप का एक केन्द्रक अगर अपने प्ररूप के अतिरिक्त कुछ कोशिका प्ररूपों के विभेदन को ही बढ़ावा देता पाया जाता है न कि सभी कोशिका प्ररूपों के विभेदन को, तब यह नहीं मान लिया जाना चाहिए कि उसने शक्तिमत्ता खो दी है । आयु में बड़े भ्रूणों और विभेदित कोशिकाओं के केन्द्रक सामान्य विकास को बढ़ावा अधिकतर मामलों में नहीं दे पाते । इसका कारण यह नहीं हैं कि उनके केन्द्रकों में अनुत्क्रमणीय परिवर्तन हो जाते हैं बल्कि वे आदाता अंडे के विचित्र जीवद्रव्यी वातावरण के साथ तालमेल नहीं बैठा पाते । जीवद्रव्य प्रतिरोपित केन्द्रक और उसके गुणसूत्रों को भी क्षति पहुंचा सकते हैं ।

विभेदित कोशिकाओं के केन्द्रकों की पूर्णशक्तता पर विवाद होते हुए भी, इसमें संदेह नहीं कि वे बेहद बहुशक्त होते हैं । विभेदित कोशिकाओं के केन्द्रकों से अंतर्निहित अनेक अप्रयुक्त जीनों को पुनर्सक्रिय कर अनेक प्रकार की कोशिकाओं को पैदा किया जा सकता है ।

दूसरे प्रयोगों से यह प्रमाणित हो चुका है कि कीटों में भी केन्द्रक कम से कम गैस्टुला अवस्था तक अकेनद्रकी अंडों के सामान्य विकास के बढ़ावा देने में सक्षम बने रहते हैं । स्तनधारी जंतुओं में ब्लास्टोसिस्ट के आंतरिक कोशिका पिंड से पृथक्कृत और अकेन्द्रकी अंडों में अंतःक्षेपित केनद्रकों को गर्भ अवस्थाओं तक विकास को बढ़ावा देता पाया गया है । जैसे जैसे भ्रूण विकास आगे बढ़ता है और कोशिकाएं विभिन्न प्ररूपों में विभेदित होती हैं संजीनीय तुल्यता और केन्द्रकों की शक्तिमत्ता से जुड़े प्रश्न पर इस भाग में हमने चर्चा की । हमने यह भी बताया कि भ्रूण कोशिकाएं या ब्लास्टोमियर, जो विकास की एक निश्चित अवस्था तक पूर्णशक्त होते हैं, धीरे-धीरे बहुशक्त बन जाते हैं और आखिर में सिर्फ एक ही कोशिका प्ररूप के निर्माण में समर्थ पह जाती हैं । जब ऐसा हो जाता है, तो उन्हें निर्धारित (determined) हो लिया माना जाता है । भ्रूण में कोशिका निर्धारण एक प्रगामी प्रक्रम जिसमें निर्णयों के ऐसे क्रम आते हैं जो धीरे धीरे कोशिका की नियति को प्रतिबंधित करते जाते हैं । आगे के भाग में हम कोशिका की निर्धारण के प्रश्न, इस प्रक्रम के अध्ययन की विधियां और उसमें जीवद्रव्य की भूमिका के बारे में चर्चा करेंगे । इससे पहले हमने आपको अभी तक जो कुछ जानकारी दी है उसे आप कितना समझ पाए हैं यह जानने के लिए आप निम्नलिखित बोध प्रश्न का उत्तर दे ।

बोध प्रश्न 1

i) पूर्णशक्तता और बहुशक्तता की व्याख्या दिजिए ।

....

....

....

....

....

....

ii) निशान लगाकर बताइए कि निम्न में कैन से कथन सही हैं और कौन से गलत ।

क) मेंढ़क के ब्लैस्टुला केन्द्रकों में शक्तिमत्ता में कोई क्षति नहीं दर्शाते। सही/गलत

ख) मेंढ़क के गैस्टुला अवस्था केन्द्रकों की विकास क्षमता पर कोई प्रतिबंध नहीं होते । सही/गलत

ग) गैस्टुला अवस्था मेंढ़क की पुच्छ कलिका अंतस्त्वचा से लिए गए केन्द्रकों को जब अकेन्द्रकी अंडों में प्रतिरोपित किया गया तो उनमें सामान्य विकास देखा गया । सही/गलत

घ) अति विभेदित कोशिकाओं में आदाता अंडों के विकास को गति देने की शक्ति का उत्तरोत्तर ह्रास हो जाता है । सही/गलत

ड) आद्य जनन कोशिकाएं युग्मकों के प्रगामियों के रूप में अति निर्धारित कोशिकाएं होती है । सही/गलत

च) विकासी पूर्णशक्तता और आनुवंशिक पूर्णशक्तता का अर्थ एक ही और समान है । सही/गलत

छ) पूर्णतः विभेदित कोशिकाएं ब्लैस्टुला कोशिकाओं के समान ही शक्त होती हैं । सही/गलत

ज) कुछ पश्च भ्रौणिक कोशिकाओं के केनद्रकों में अकेन्द्रकी अंडों के आंशिक विकास की शक्ति बनी रहती है । सही/गलत

16.3 कोशिका निर्धारण

कोशिका निर्धारण वह प्रक्रम है जिसके द्वारा भ्रौणिक संजीन के अंशों की विशिष्ट भ्रूण कोशिकाओं में अभिव्यक्ति के लिए चुना जाता है । विभेदन के एक विशिष्ट परिपथ पर चलने के लिए निर्धारण कोशिका जैवरसायन या आकारिकी में कोई भी स्पष्ट परिवर्तन आने से पहले ही हो जाता है । निर्धारण की दो प्रमुख विधियां हैं । एक विधि में, भ्रूण कोशिकाओं में रहने वाले निश्चित कारक (अंतर्जात कारक) कोशिका निर्धारण को नियंत्रित करते हैं । इन कारकों को डिम्बद्रव्यी (ooplasmic) या जीवद्रव्यी निर्धारक (cytoplasmic determinants) कहते हैं । विदलन के दौरान इन कारकों को विशिष्ट ब्लास्टोमियरों में पहुंचा दिया जाता है, जिनका भावी विभेदन इस तरह तय हो जाता है । इस प्रक्रम को जीवद्रव्यी विसंयोजन द्वारा निर्धारण (determination by cytoplasmic segregation) भी कहा जाता है ।

दूसरी विधि में, कोशिका की अंतिम नियति बाह्य कोरकों से निर्धारित होती है जो कोशिकाओं के बाहर जन्म लेते हैं । बाह्य निर्धारक कारकों में है :

1) भ्रूण के अंदर कोरकखंडों की स्थिति के प्रकार्य के रूप में प्राप्त होने वाले अनुदेश

2) ब्लास्टोमियरों के बीच में संचलित होने वाले संकेत ।

इस दूसरे प्रक्रम को भ्रौणिक प्रेरण (embryonic induction) कहा जता है । उसमें कोशिका नियति का विभिन्न कोशिकाओं से मिलने वाले संकेतों द्वारा होता है । कोशिका निर्धारण में भ्रौणिक प्रेरण की भूमिका के बारे में जानकारी भाग 16.5 में दी गई है । मिर्धारण अलग-अलग जातियों में विकास के दौरान अलग-अलग समय पर होता है । यह एकदम आरंभिक अवस्था में या फिर अपेक्षतया काफी पश्च अवस्थाओं में हो सकता है । ऐनेलिड मोलस्क, कंचुकी आदि जैसे अनेक जंतु समूहों में कुछ आरंभिक विदलन विभाजनों से बनने वाले ब्लास्टोमियरों की नियति तो पहले से ही निर्धारित हो जाती है । ऐसे अंडों और भ्रूणों को निधारी (determinate) या किर्मीर (mosaic) कहते हैं । दूसरे जंतुओं में, जैसे शूलचर्मी और कशेरूकी, अंतिम निर्धारण काफी बाद में होता है । यहां तक कि गैस्टुलाभवन के दौरान या बाद में । इन्हें अनिधार्य (undeterminate) या नियमनकारी अंडा कहा जाता है । इस भाग में हम पहले निर्धारी (मोजैक) और अनिर्धार्य (नियमनाकारी) अंडों के बारे में बताएंगे । इसके बाद हम कोशिका निधारण प्रक्रम में डिम्बद्रव्यी या जीवद्रव्यी निर्धारकों की भूमिका पर चर्चा करेंगे ।

16.3.1 मोजैक और नियमनकारी अंडः

अंड और आरंभिक विदलन भ्रूण को दो समूहों में विभाजित किया जा सकता है i) मोजैक या निधारी भ्रूण और ii) नियमनकारी या अनिर्धार्य भ्रूण । मोजैक और नियमनकारी शब्द उस समय को बताते हैं जब कोरकखंडों के विकास पर प्रतिबंध लगाए जाते हैं । उदाहरण के लिए, कंचुकियों के भ्रूण मोजैक या निर्धारी भ्रूण वर्ग में आते हैं । इन जंतुओं में विभिन्न कोरकखंड जैसे ही बनते हैं या पहले के कुछ

विदलनों के दौरान ही प्रतिबंधित होकर सिर्फ विशिष्ट संरचनाओं का निर्माण करते हैं । दूसरे शब्दों में विभिन्न कोरकखंडों की अलग अलग नियतियां मोजैक भ्रूणों में अंततः निर्धारित हो जाती हैं । फलतः निश्चित कोरकखंडों की क्षतिपूर्ति दूसरे कोरकखंडों से नहीं की जा सकती और वे भ्रूण संरचना में सदोष होंगे जो प्रायः लुप्त कोरकखंडों से व्युत्पन्न होते हैं ।

नियमनकारी और अनिर्धार्य भ्रूणों में कोरकखंडों में प्रतिबंध विकास की पश्च अवस्था में आते हैं । उभयचर और समुद्री-अर्चिन इसी वर्ग में आते हैं । चूंकि कोरकखंडों की कोशिका नियति का निर्धारण अंततः बाद में होता है, आरंभिक विकास के दौरान कोरकखंडों के लोप या नाश की क्षतिपूर्ति दूसरे कोरकखंडों द्वारा कर ली जाती है जो सभी संरचनाओं की रचना करने में सक्षम होते हैं । यह भी माना जाता है कि मोजैक और नियमनकारी भ्रूणों के बीच में भेदों का सीधा संबंध कोशिका निर्धारण के लिए बाह्य और अंतर्जात क्रियाविधियों के प्रयोग से होता है । मोजैक भ्रूण डिम्बद्रव्यी निर्धारकों पर निर्भर करते हैं यानी जो कोशिका नियति निर्धारण के अंतर्जात कारक हैं । इसके विपरित नियमनकारी भ्रूण मुख्यतः कोशिका निर्धारण के लिए कोशिका पारस्परिक क्रिया से व्युत्पन्न बाह्य कारकों पर निर्भर रहते हैं । आगे के भाग में हम उपयुक्त उदाहरण देकर उन बाह्य और अंतर्जात कारकों के बारे में विस्तार से बताएंगे जो कोशिका नियति का निर्धारण करते हैं ।

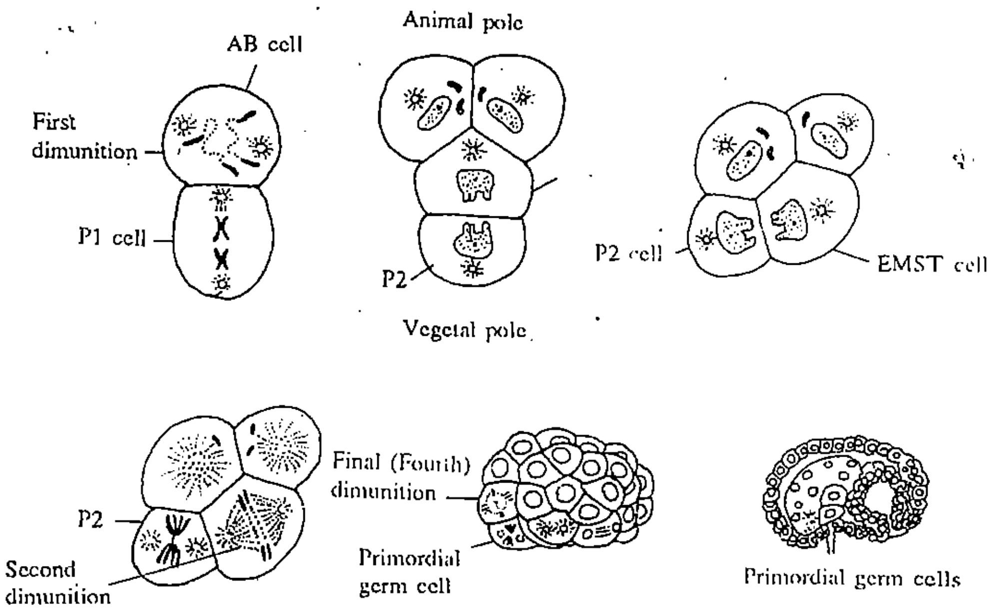
16.4 कोशिका पारस्परिक क्रियाएँ और डिम्बद्रव्यी निर्धारक

अंड जीवद्रव्य के सूक्ष्मदर्शी अवलोकन से पता चलता है कि देखन में वह समांगी नहीं होता । अंडे के जीवद्रव्यी भागों में पाए जाने वाले दृष्टव्य भेदों को जीवद्रव्यी स्थानीकरण (cytoplasmic localisations) कहा जाता है । जीवद्रव्यी स्थानीकरण हमेशा डिम्बद्रव्यक निर्धारकों की उपस्थिति नहीं बताते । बल्कि ये सिर्फ जीवद्रव्यों के विशिष्ट भागों का पता लगाने में सहायता करते हैं । जैसा कि हम पहले ही बता चुके हैं आरंभिक डिम्बद्रव्यी निर्धारक (अंतर्जात कारक) विदलन के दौरान विभिन्न कोरकखंडों में बराबर बंट गए होते हैं । भावी जनन कोशिकाओं और कायिक कोशिका वंशक्रम दोनों का ही निर्धारण डिम्बद्रव्यी निधारकों द्वारा तय किया जाता है । अब हम सूत्रकृमियों में जनन कोशिका वंशक्रम और कंचुकियों में कायिक कोशिका वंशक्रम के निर्धारण में डिम्बद्रव्यी निर्धारकों की भूमिका के विष्य में चर्चा करेंगे ।

16.4.1 ऐस्केरिस (सूत्रकृमि) के अंडों में डिम्बद्रव्यी निर्धारक और जननकोशिका वंशपरंपरा

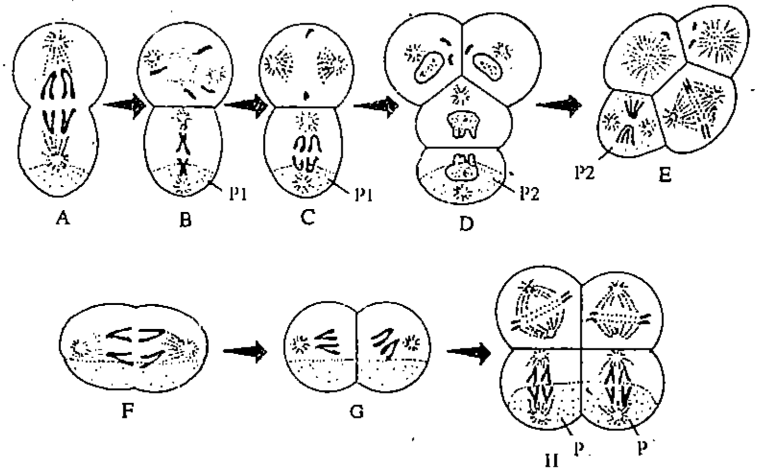
अनेक अध्ययनों से पता चला है कि जनन कोशिकाएं आरंभिक विकास के दौरान ही कायिक कोशिकाओं से भिन्न हो जाती हैं । कुछ प्रमुख उदाहरणों में जैसे कशेरूकी जंतुओं में भावी जनन कोशिकाएं आकार, बनावट और सबसे महत्वपूर्ण जीवद्रव्यी कणिकाओं के रूप में भावी कायिक कोशिकाओं से भिन्न आकारिको प्रदर्शित करती हैं । विशिष्टीकृत जीवद्रव्यी कणिकाएं विकास के दौरान आध जनन कोशिकाओं तक ही परिसीमित होती हैं संभवतः यही वे डिम्बद्रव्यी निर्धारक हैं जो जनन कोशिका निर्धारण को नियमित करती हैं (इकाई 15 को देखें) ।

सूत्रकृमि एस्केरिस में कायिक कोशिका में विकास के लिए नियत कोरकखंडों के गुणसूत्रों के विशिष्ट अंश लुप्त हो जाते हैं । इस प्रक्रम को क्रोमैटिन ह्रास (chromatin diminution) कहते हैं परन्तु जनन कोशिकाएं गुणसूत्रों के पूर्ण सेट और केन्द्रक DNA के पूर्ण संपूरक को बनाए रखती हैं । अध्ययनों से पता चला है कि कायिक कोशिकाओं में संरचनात्मक जीन की हानि नहीं होती । बल्कि उनसे सिर्फ पुनरावृत्त DNA अनुक्रमों का ही लोप होता है । क्रोमैटिन ह्रास इस सूत्रक्रमि में आध जनन कोशिकाओं को कायिक कोशिकाओं से अलग करने के लिए एक भिन्न कोशिकाविज्ञानी चिह्नक का काम करता है ।



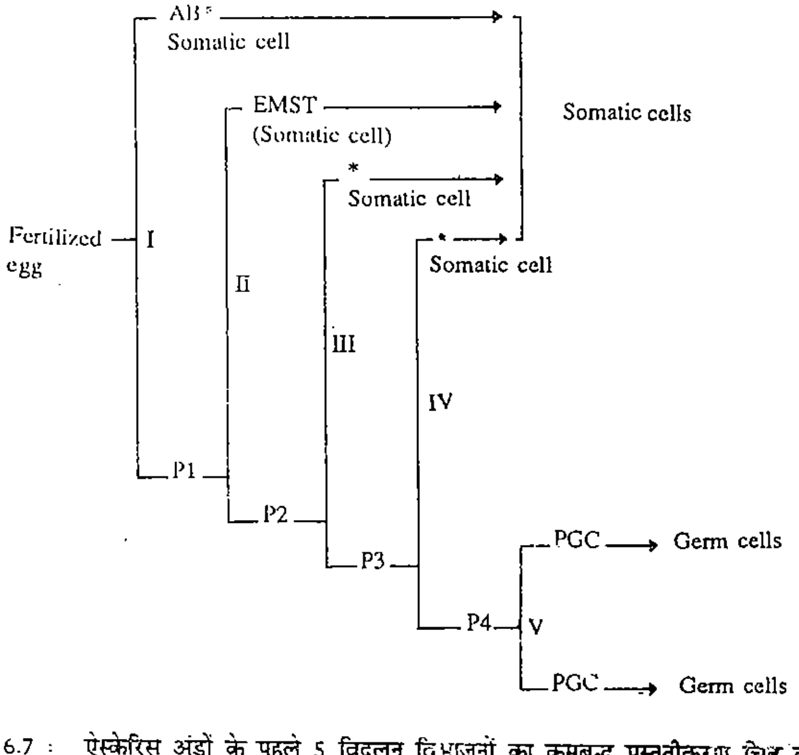
चित्र 16.5 : ऐस्केरिस के आरंभिक विकास में क्रोमैटिन ह्रास और आध जनन कोशिका का निर्धारण

चित्र 16.5 ऐस्केरिस में विदलन और आरंभिक विकास को दर्शाता है, इसमें आप देख सकते हैं कि पहला विदलन मध्यवर्ती है और यह अंडे को एक सक्रिय गोलार्द्ध कोरकखंड और एक अल्पक्रिय कोरकखंड में विभाजित करता है । सक्रिय कोरकखंड को AB कोशिका और अल्पक्रिय गोलार्ध कोरकखंड को PI कोशिका कहते हैं । दूसरे विदलन से पहले इनमें से एक कोशिका का समसूत्रण उपकरण घूमकर दूसरे समसूत्रण उपकरण के लंबवत दशा में आ जाता है । अब AB कोशिका अक्षीय या याम्योत्तरीय और PI कोशिका मध्यवर्ती विभाजन करती हैं । भ्रूण की चारों कोशिकाएं T आकृति में व्यवस्थित हो जाती हैं (चित्र 16.5 B) । दूसरे विभाजन के दौरान AB कोशिका में क्रोमैटिन ह्रास हो जाता है। यह गुणसूत्रों के कुछ अंशों के खंडन से होता है । खंड संतति केन्द्रकों में शामिल नहीं किए जाते और उनसे इस तरह AB की संतति कोशिकाओं के केन्द्रक क्रोमैटिन हीन हो जाती हैं । AB कोशिका के वंशज कायिक कोशिकाओं की रचना करती हैं । PI कोशिका में इस तरह का क्रोमैटिन ह्रास नहीं होता, इसकी दोनों संतति कोशिकाओं को EM क्षत्र और P2 कहा जाता है, जिनके गूणसूत्र अक्षुण्ण होते हैं । T–आकारी चतुर्कोशिकीय भ्रूण एक समलंबाभ - आकारी भ्रूण में रूपांतरित हो जाता है (चित्र 16.5 C) और इसकी कोशिकाओं में तीसरा विदलन होता है । इस विभाजन के दौरान PI कोशिका (जिसे EMST कोशिका नाम दिया गया है) की संतति कोशिकाओं में एक कोशिका में भी क्रोमैटिन ह्रास होता है (चित्र 16.5 D) । इस एक कोशिका और इसकी अनुवर्ती वंशज सभी क्रोमैटिन हीन होती हैं । ये कोशिकाएं कायिक कोशिकाओं के रूप में विकसित होती हैं । PI की दूसरी संतति कोशिका (यानी P2 कोशिका) में कोई क्रोमैटिन ह्रास नहीं होता और यह 2 संतति कोशिकाओं में विभाजित होती है । इनमें से एक कोशिका कायिक होती है जिसमें अगले विभाजन के दौरान कुछ क्रोमैटिन का लोप हो जाता है । P2 की दूसरी संतति कोशिका (P3 कोशिका), भावी जनन कोशिकाओं की प्रगामी है, जिसका संजीन अक्षुण्ण बना रहता है । अगले (चौथे, विदलन के दौरान P3 दो कोशिकाओं को जन्म देती है । इनमें एक (P4 कोशिका) अक्षुण्ण संजीन बनाए रखती है, जिसमें क्रोमैटिन की क्षति नहीं होती और आद्य जनन कोशिका बन जाती है (चित्र 16.5 E) । दूसरी संतति कोशिका को अगले विभाजन में कुछ और क्रोमैटिन क्षय हो जाता और इसकी वंशज कायिक कोशिका बन जाती हैं । अगले (5वें) विदलन के दौरान P4 कोशिका विभाजित होकर दो आध जनन कोशिकाएं बनाती है, जिनमें गुणसूत्र अक्षुण्ण बने रहते हैं (चित्र 16.5 F) । ये दोनों ही जनन ग्रन्थी में पलायन कर जाती हैं और वहां पहुंच प्रचुरोद्भवन कर जनन कोशिकाओं में विभेदित हो जाती हैं । आध जनन कोशिकाओं के किसी भी वंशज में क्रोमैटिन ह्रास नहीं होता । इस तरह चौथे विदलन के अंत में कायिक कोशिकाओं के पूर्ववर्तियों में समानीत क्रोमैटिन होता है और केवल जनन कोशिकाओं में ही अक्षुण्ण गुणसूत्रों का पूरा सेट बना रहता है । चित्र 16.7 में इस समूचे प्रक्रम को क्रमबद्ध तरीके से दिखाया गया है ।



चित्र 16.6 : **A-G** : ऐस्केरिस का अल्पक्रिय जीवद्रव्य और जनन कोशिका निर्धारण के नियमन । **A-E** : सामान्य अंडों में विदलन । अल्पक्रिय जीवद्रव्य (आच्छादित) **P1 P2** कोशिकाओं तक सीमित है जिनमें क्रोमैटिन ह्रास नहीं होता । **F-H** : ये चित्र बोवेरी द्वारा किए गए एक प्रयोग में पहले विदलन से पहले अंडे के अपकेन्द्रण (**centrifugation**) परिणामों को दर्शाते हैं ।

प्रयोगों की एक श्रृंखला में वैज्ञानिक बोवेरी (1910) ने यह दिखाया कि अंडे के अल्पक्रिय जीवद्रव्य में स्थित कुछ डिम्बद्रव्यी निर्धारक ऐस्केरिस में जनन कोशिका निर्धारण को नियमित करते हैं (चित्र 16.6 A-E) । ऐस्केरिस अंडों का अपकेन्द्रण कर और पहले समसूत्रण तर्कु (mitotic spindle) के अभिविन्यास को बदलकर विभाजन के तल को परिवर्तित कर दिया गया जिससे अंडे का पहला विदलन मध्यवर्ती होने के वजाए ऊर्ध्व या खड़ा बन गया (चित्र 16.6 F) । फलतः अल्पक्रिय जीवद्रव्य पहले विदलन विभाजन के बाद दोनों कोरकखंडों में बराबर बंट जाता है । इससे दोनों में से किसी भी कोरकखंड में क्रोमैटिन ह्रास नहीं होता (चित्र 16.6 G) । अगला विदलन मध्यवर्ती हुआ । इससे चतुकोशिका अवस्था में केवल दोनों अल्पक्रिय कोरकखंडों का संपूर्ण अल्पक्रिय



चित्र 16.7 : ऐस्केरिस अंडों के पहले 5 विदलन विभाजनों का क्रमबद्ध प्रस्तुतीकरण चिह्न वाली कोशिकाओं में क्रोमैटिन ह्रास होता है । **P, P2, P3, P4** और **PGC** के गुणसूत्र अक्षुण्ण बने रहते हैं । P3 प्रथम आद्य जनन कोशिका (P4) की पूर्ववर्ती है । यही कोशिका दो आद्य जनन कोशिकाओं को जन्म देती है, जिनसे सभी जनन कोशिकाएं जिनके संजीन अक्षुण्ण रहते हैं, पैदा होते हैं । रोमन अंक I-V विदलन की क्रम संख्या बताते हैं ।

जीवद्रव्य मिल गया और दोनों सक्रिय कोरकखंड इसके बिना रह गए इधर सक्रिय कोरकखंडों में क्रोमैटिन ह्रास हुआ, जबकि अल्पक्रिय कोरकखंडों के गुणसूत्र अक्षुण्ण रहे (चित्र 16.6 H) । इससे यह स्पष्ट था कि अल्पक्रिय जावद्रव्य में कुछ ऐसा पदार्थ (निर्धारक) था, जिसने गुणसूत्रों के खंडित होने और क्रोमैटिन ह्रास से बचा लिया था ।

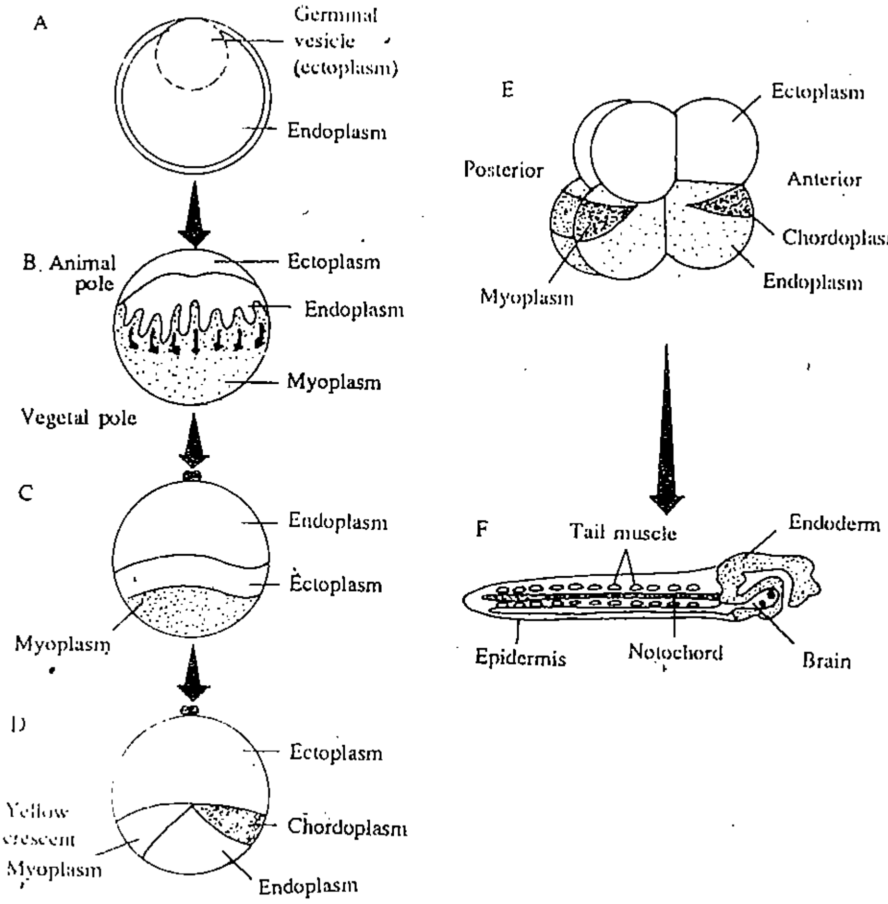
16.4.2 कंचुकियों में डिम्बद्रव्यी निर्धारक और कायिक कोशिका निर्धारण

कंचुकियों (tunicates) के अंडों में प्रारूपी मोजैक विकास होता है, जिसमें विभिन्न कोरकखंड निर्धारित होकर निषेचन के बाद प्रारंभ में विभेदन के आपने विशिष्ट परिपथों पर चलने लगते हैं । इसमें निर्धारण का संकेत अंड जीवद्रव्य में विधमान निर्धारकों द्वारा दिया जाता है, जो पहले तीन विदलन विभाजनों के दौरान विशिष्ट कोरकखंडों में विसंयोजित हो जाते हैं । कंचुकियों की कुछ जातियों जैसे स्टाइला (Styela) और सायोना (Ciona) पर हुए गहन विवरणात्मक प्रायोगी और जैवरासायनिक अध्ययनों से इस बात की पुष्टि हुई है कि निर्धारण अंतर्जात जीवद्रव्यी (डिम्बद्रव्यी) निर्धारकों के प्रभाव में होता है । न कि कोरकखंडों के बीच पारस्परिकक्रिया या विभिन्न कोरकखंडों के केन्द्रकों के संजीव में परिवर्तन द्वारा यह बात विशेषतः कोरकखंडों के निर्धारण में लागू होती है जो अंडे से पैदा होने वाले टैडपोल की पेशी कोशिकाओं को जन्म देता है ।

पिछले उपभाग में आपने ऐस्केरिस के मोजैक अंडों में जीवद्रव्यी निधाईरकों द्वारा जनन कोशिकाओं के निर्धारण के बारे में पढ़ा था । अब हम स्टाइएला और सायोना पर हुए अध्ययनों के आधार पर कंचुकियों में पेशी कोशिका निर्धारण के बारे में बताएंगे । मोजैक अंडों में जीवद्रव्यी निर्धारकों द्वारा कायिक कोशिका प्ररूप (पेशी) के निर्धारण का यह एक अच्छा उदाहरण है । कंचुकियों के अंडों में रंगीन जीवद्रव्यी भाग पाए जाते हैं । स्टाइएला का ही उदाहरण लें । इसके अंडे में पीले रंग का एक भाग होता है, जिसे पेशी द्रव्य (myoplasm) कहते हैं । बोल्टिनिया नामक एक और कंचुकी में पेशीद्रव्य भाग नारंगी होता है । इसके अतिरिक्त अंडे में बहिर्द्रव्य या एक्टोप्लास्म (ectoplasm) और अंतर्द्रव्य (endoplasm) भाग भी होते हैं । जीवद्रव्यी संचलन जिन्हें डिम्बद्रव्यी विसंयोजन कहा जाता है, निषेचन हो जाने के बाद अंडों में इन भागों का स्थानीकरण या स्थान निर्धारण करते हैं । स्टाइएला और बोल्टिनिया में, डिम्बद्रव्यी विसंयोजन जीवद्रव्य के रंगीन भागों के कारण स्पष्ट दिखाई देतचा है । स्टाइएला के अनिषेचित अंडे में स्वच्छ बहिर्द्रव्य जननिक आशय (germinal vesicle) के रूप में सक्रिय ध्रुव के समीप होता है (चित्र 16.8 A) धूसर पीतकी अंतर्द्रव्यी समूचे अक्रिय अर्धभाग को घेरे रहता है और पीला पेशीद्रव्य परिधीय वल्कुटी भाग (peripheral cortical region) तक सीमित रहता है । निषेचन के तुरंत बाद युग्मज में जीनों पदाथों (प्लाज्मा) का विस्थापन हो जाता है । पीला पेशीद्रव्य अक्रिय द्रुव की ओर बह जाता है । जननिक आशय खंडित हो जाता है और स्वच्छ बहिर्द्रव्य अक्रिय गोलार्ध में पहुंच जाता है । इसके साथ साथ अंतर्द्रव्य अंडे के सक्रिय गोलार्ध में विस्थापित हो जाता है (चित्र 16.8 B) युग्मज के जीवद्रव्यी तत्त्वों का यह विन्यास ज्यादा समय तक नहीं रहता और शीघ्र ही विसंयोजन के एक दूसरे चरण द्वारा तीनों जीवद्रव्यी पदार्थ फिर से पुनर्विन्यसित हो जाते हैं । पेशीद्रव्य अंडे के विषुवत वृत्त नीचे एक स्थिति पर जा पहुंचता है और अंडे के भावी पश्च पार्श्व पर एक चंद्राकर भाग बनाता है (चित्र 16.8 C)। इसे पीत चंद्र (yellow crescent) कहते हैं । धूसर पीतकी अंतर्द्रव्य अंडे के भावी अग्र अर्धभाग और बहिर्दव्य अंडे के सक्रिय अर्धभाग में चले जाते हैं । पीत चंद के सामने एक चौथा जीवद्रव्यी भाग यानी कार्डोप्लाज्म (chordoplasm) बनता है (चित्र 16.8 D) । यह भी एक चंद्र ही है जो अंडे के अल्पक्रिय अर्ध के अग्र पार्श्व पर विषुवत वृत के नीचे स्थित होता है । विभिन्न जीवद्रव्यी भागों का यह विन्यास स्पष्टतः जुग्मज अवयवों के द्विपार्श्विक संगठन को दिखाता है ।

विदलन के समय, अंडे के रंगीन भाग विभिन्न कोरकखंडों में बंट जाते हैं । पहला विदलन अक्षीय तल पर होता है जो द्विपार्श्विक सममिति के अक्ष से गुजरता हुआ दो बराबर कोरकखंड पैदा करता है, जिनमें से प्रत्येक में दो चंद्रों के अंश होते हैं । दूसरा विदलन भी अक्षीय परन्तु पहले विदलन के लंब होता है । अब दो अग्र कोरकखंड कार्डोप्लास्म प्राप्त करते हैं और दो पश्च ब्लास्टोमियर पीत चंद्र । तीसरा मध्यवर्ती विदलन आठ ब्लास्टोमियर पैदा करता है। इस अवस्था में, बहिर्द्रव्य चार सक्रिय कोशिकाओं तक ही सीमित रहता है, अंतर्द्रव्य चार अल्पक्रिय कोशिकाओं (2 अग्र और 2 पश्च) में, पेशीद्रव्य दो पश्च अल्पक्रिय कोशिकाओं और कॉर्डोप्लाज्म दो अग्र अल्पक्रिय कोशिकाओं

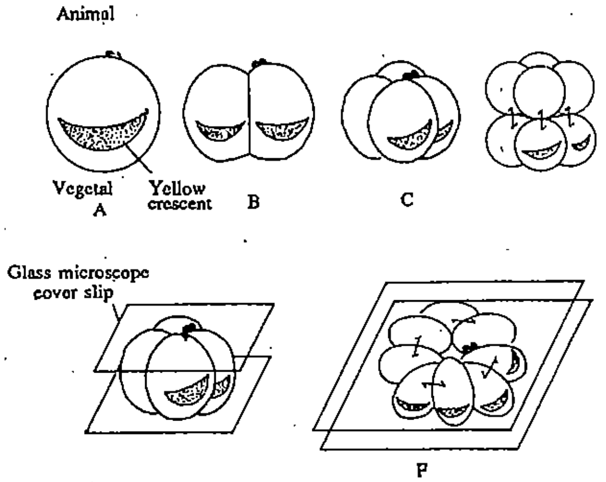
में सीमित रहता है (चित्र 16.8 F) । इन रंगीन कोरकखंड की नियतियों का और आगे तक अध्ययन किया जा सका है और यह पाया गया है कि बहिर्द्रव्य युक्त कोरकखंड बाह्यत्वचा (epidermis) और तंत्रिक ऊतक का निर्माण करते हैं । जिन कोरक खंडों में अंतर्द्रव्य होता है वे आंत, जिनमें कॉर्डोप्लाज्म होता है वो ब्लास्टोमियर, पृष्टरज्जु (notochord) और पेशीयद्रव्य युक्त कोशिकाएं पुच्छ पेशियों को जन्म देती हैं (चित्र 16.8 F) ।



चित्र 16.8 : रंगीन जीवद्रव्यी विसंयोजन के दौरान और स्टाइएला की अष्ट कोशिका अवस्था में वितरण को दिखाता चित्र ।

एसिटिल कोलीनएस्टरेस नामक एंजाइम केवल कंचुकी लारवा की पेशियों में पाया जाता है । ह्विटकर (1973) नें बताया कि विदलन रूद्ध भ्रूणों में यह एंजाइम 2-कोशिका अवस्था में दोनों कोरकखंडों 4-कोशिका अवस्था में सिर्फ दो पश्च कोरकखंडों और 8-कोशिका अवस्था में सिर्फ दो पश्च अल्पक्रिय कोरकखंडों में पाया जाता है । यही वे दो कोशिकाएं हैं जिनमें कि पेशीद्रव्य (स्टाइएला में पाया जाने वाला पीत चंद्र पदार्थ) 8-कोशिका अवस्था पहुंचते सथानगत हो जाता है । कोई अन्य कोरकखंड ऐसिटिल केलीनएस्टरेस पैदा नहीं करता । पीत चंद्र युक्त कोरकखंडों को यदि हटा दिया जाए तो बाकी 6-कोशिकाएं सदोष लारवा को जन्म देती हैं, जिसमें पेशियां नहीं होती । परिणामों से यह पता लगा कि विशिष्ट एंजाइम ऐसिटिल कोलीनएस्टरेस पीत चंद्र पदार्थ (पेशीद्रव्य) के प्रभाव में बनता है, जो दो पश्च अल्पक्रिय कोशिकाओं में स्थानगत हो जाता है । इस तरह ये कोशिकाएं पेशी कोशिकाओं के निर्माण के लिए निर्धारित हो चुकी होती हैं । कालांतर में ह्विटकर (1980) ने एक और शानदार प्रयोग से यह पुष्टि कर दी कि पेशी निर्धारक मूलतः जीवद्रव्यी हैं । तीसरे विदलन से कुछ देर पहले पेशीद्रव्य के वितरण को भ्रूण को दो ग्लास कवरस्लिप के बीच संपीडित कर के बदल दिया गया । कंचुकियों में तीसरा विदलन प्रायः मध्यवर्ती होता है और पेशीद्रव्य दो पश्चच्ल्पक्रिय कोशिकाओं में बंटा होता है (चित्र 16.9 A-E) । परन्तु ग्लास कवरस्लिप के बीच अंडे के संपीडन से तीसरा विदलन अक्षीय तल पर हुआ । फलतः पेशीद्रव्य दो के बजाए चार कोरकखंडों में वितरित हो गया (चित्र 16.9 F, G) । कोरकखंडों के केन्द्रकों में कोई परिवर्तन नहीं हुआ । आठ कोरकखंडों में प्रत्येक को वही केन्द्रक मिला जो उसे विदलन मध्यवर्ती तल पर होने से मिलता । अब, आगे के विदलन को भ्रूण को साइटोचैलसिन (cytochalasin) B से अभिक्रियित करके रूद्ध कर दिया गया ।

यह दवा कोशिकाद्रव्य विभाजन (cytokinesis) को अवरूद्ध कर देती है मगर केन्द्रक विभाजन जारी रहता है । साथ में कोशिकाएं भी अपने जीवद्व्यी विभेदन के विशिष्ट प्ररूप पर आगे बढ़ना जारी रखती हैं । कालांतर में इन विदलन रूद्ध भ्रूणों में ऐसिटिल कोलीनएस्टरेस का सभी चारों कोशिकाओं में उत्पादन देखने में आता है, जिन्हें पेशीद्रव्य प्राप्त हुआ था (चित्र 16.9 G) । ऐसीटिलकोलीन एस्टरेस पैदा करने वाली इन दो अतिरिक्त कोशिकाओं को वही केन्द्रक मिले जो उन्हें सामान्य विदलन से मिले होते । परन्तु यह पेशीद्रव्य की विधमानता ही थी जिसने उन्हें पेशियों के गुण प्रदान किए ।



चित्र 16.9 : सामान्य (A-D) और संपीड़ित (F, G) भ्रूणों में पेशी द्रव्य (पीत चंद्र पदार्थ) के वितरण को दिखाता चित्र ।

अभी तक हमने ऐस्केरिस के मोजैक अंडों में जनन कोशिका निर्धारण में डिम्बद्रव्यी निर्धारकों की भूमिका पर चर्चा की । साथ में ऐसिडियनों के मोजैक अंडों में कायिक कोशिका (पेशी) निर्धारण के बारे में भी बताया गया । आगे के भाग में भ्रूणीय प्रेरण के बारे में जानकारी लेने से पहले निम्न बोध प्रश्न करें ।

बोध प्रश्न 2

खाली स्थानों में सही शब्द भरिए :

क) वह प्रक्रम जिसमें भ्रूणीय संजीन के वरणात्मक अंशों की अभिव्यक्ति विशिष्ट भ्रूण कोशिकाओं में होती है उसे .... कहते हैं ।

ख) कोरकखंडों के बीच में संकेतों के संचारण द्वारा कोशिका नियति निर्धारण के प्रक्रम को .... कहते हैं ।

ग) ऐसे अण्डे जिनमें पहले कुछ विदलनों के दौरान कोरकखंडों पर विकास में प्रतिबंध लग जाते हैं, ... हैं ।

घ) .... वे अंडे हैं जिनमें विकास में प्रतिबंध विकास की बाद की अवस्था में पैदा होते हैं ।

ङ) .... वे अंतर्जात कारक हैं जो मोजैक भ्रूणों में कोशिका नियति को निर्धारण करते हैं ।

च) नियमनकारी अंडे कोशिका निर्धारण के लिए .... यानी बाह्य कारकों पर निर्भर रहते हैं ।

छ) .... अंडे के जीवद्रव्य भागों में पाए जाने वाले दृष्टव्य भेद हैं ।

ज) विकास के दौरान कोरकखंडों में गुणसूत्रों के विशिष्ट अंशों की क्षति के प्रक्रम को .... कहते हैं ।

झ) अंडे के .... में स्थित .... ऐस्केरिस में जनन कोशिका निर्धारण को नियमित करते हैं ।

ञ) कंचुकियों के अंडों में विभिन्न भागों का स्थानीकरण जीवद्रव्यी संचलनों द्वारा होता है जिन्हें .... कहते हैं ।

ट) कंचुकियों में अल्पक्रिय गोलार्द्ध के पश्च भाग को, जहां पेशीयद्रव्य स्थित होता है .... कहते हैं ।

ठ) कंचुकियों के अंडों में डिम्बद्रव्यी विसंयोजन के द्वितीय चरण के बाद प्राप्त चार भाग ...., ..., ... और .... हैं ।

ढ) कंचुकियों में पेशी निर्धारक मूलतः .... होते हैं न कि .... ।

16.5 भ्रूणीय प्रेरण और कोशिका निर्धारण

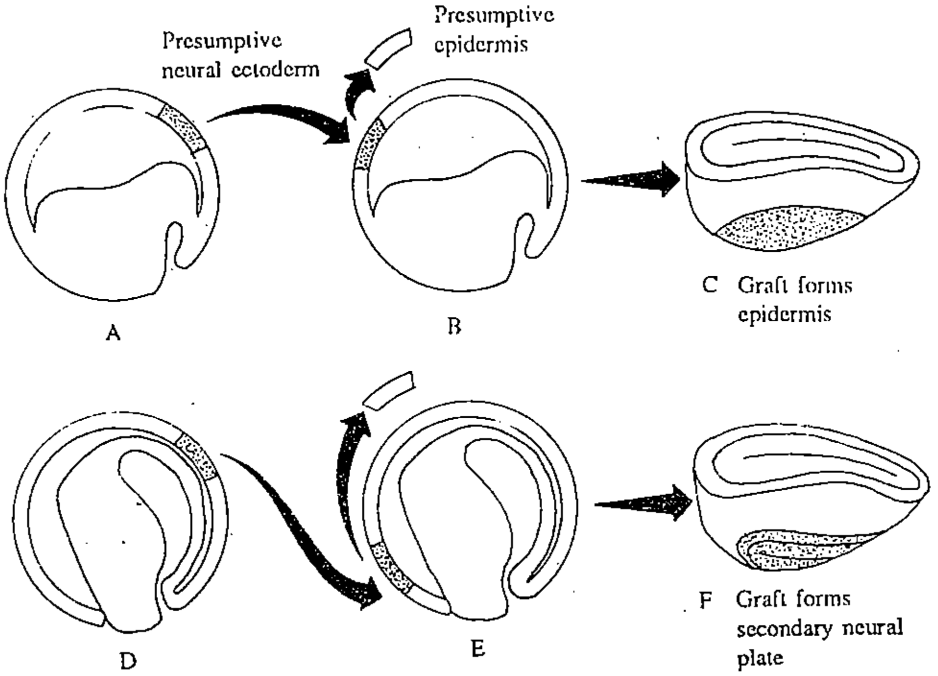
अनुभाग 16.3 में हमने बताया है कि कोशिका निर्धारण या भ्रूण कोशिकाओं की नियति को या तो वे कारक नियमित करते हैं जो भ्रूण कोशिका के अंदर ही रहते हैं । या फिर वे कारक नियमित करते हैं जो कोशिका के बाहर पैदा होते हैं । वास्तव में अधिकांश विभेदित ऊतक एक ऐसे प्रक्रम द्वारा पैदा होते हैं जिसमें भ्रूण की निकटवर्ती कोशिकाओं में पारस्परिकक्रिया आवश्यक है । ये प्रस्परक्रियाएं भ्रूण के स्थानगत भागों के संभावी नियति को सीमित या प्रतिबंधित करती हैं । **एक विशिष्ट दिशा में विभेदन करने के लिए किसी कोशिका संख्या का कोशिकाओं के एक दूसरे समूह द्वारा उद्दीपन को प्रेरण कहते हैं ।** भ्रूणीय प्रेरण की संकल्पना को सर्वप्रथम जरमन भ्रूणविज्ञानी हैंस स्पीमान और उनके सहयोगियों ने इस सदी के आरंभ में रखा था । हैंस स्पीमान और हिल्डी मैनगोल्ड ने उभयचर भ्रूणों का उपयोग कर क्रमवार कलम प्रयोग किए । उन्होने बताया कि तंत्रिका अंतस्त्वचा और अधःशायी मध्यजनस्तर रज्जु (chordamesoderm) के बीच पारस्परिकक्रिया ही तंत्रिक बाह्यत्वचा ऊतक की नियति को निर्धारित करती है । बाद में हुए प्रयोगों से यह बात पुष्ट हुई कि तंत्रिक बाह्यत्वचा के प्रेरण से पहले मध्यजनस्तर भी खुद अल्पक्रिय गोलार्ध की भावी अंतस्त्वची कोशिकाओं द्वारा ब्लैस्टुला अवस्था के दौरान प्रेरित होता है । हम पहले स्पीमान के प्रयोग के बारे में बताएंगे और फिर संक्षेप में उभयचरों में मध्यजनस्तर के प्रेरण के बारे में जानेंगे ।

16.5.1 पृष्ठ मध्यजनस्तर से प्रेरण द्वारा तंत्रिक बाह्यत्वचा का निर्धारण : प्राथमिक भ्रूणीय प्रेरण

हम पहले ही कह चुके हैं कि पृष्ठ मध्यजनस्तर (dorsal mesoderm) बाह्यत्वचा को तंत्रिक ऊतक में विभेदित होने के लिए प्रेरित करता है । स्पीमान और उनके सहयोगियों ने उभ्यचरों के एक समूह न्यूट पर प्रयोग किए । प्रयोगों के लिए न्यूटों की ऐसी दो जातियां चुनी गई जिनकी वर्णकता भिन्न थी । ये थे अवर्णकित *ट्राइट्यूरस क्रिस्टेटस* और वर्णकित *ट्राइट्यूरस टीनिएटस* । उन्होने संभावित अधिचर्मी और तंत्रिक बाह्यत्वचाओं की दोनों जातियों के आरंभिक भ्रूणों के बीच अदला बदली की । इसके बाद उन्होंने दोनें आदाता भ्रूणों में ऊतक के विकास पर नजर रखी जिनके वर्णक को उन्होने चिह्नक के रूप में प्रयोग किया आरंभिक अवस्था वाले दाता भ्रूण से भावी तंत्रिक बाह्यत्वचा के एक टुकड़े को जब आदाता भ्रूण के उस भाग में रोपा गया, जहां उदर त्वचा विकसित होनी थी, तो रोपण उदर बाह्यत्वचा में विकसित हो गया (चित्र 10 A-C) । इसी तरह, भावी अधिचर्मी बाह्यत्वचा को उस भाग में रोपा

गया जहां एक तंत्रिक पट्टिका विकसित होनी चाहिए थी, तो यह एक तंत्रिक पट्टिका (neural plate) में ही विकसित हुई ।

आरंभिक गैस्ट्रुला अवस्थाओं में भ्रूणीय उतकों के इस तरह के विनिमय फलस्वरूप संरचनाओं का विकास उनके नए परिवेश के अनुसार होता है । इन परिणामों से यह स्पष्ट हो गया कि भावी अधिचर्मी और तंत्रिक बाह्यत्वचा में से कोई भी न्यूट की दो जातियों के आरंभिक गैस्ट्रुला अवस्था भ्रूणों में निर्धारित नहीं होते ।



चित्र 16.10 : **A-F स्पीमान और उसके वैज्ञानिकों के रोपण प्रयोगों के परिणाम । A-C भावी तंत्रिक बाह्यत्वचा (A) को आरंभिक न्यूट गैस्ट्रुला में अधिचर्मी बाह्यत्वचा के एक भाग में रोपित करने (B) पर वह अधिचर्म में विकसित हुई C) ।**

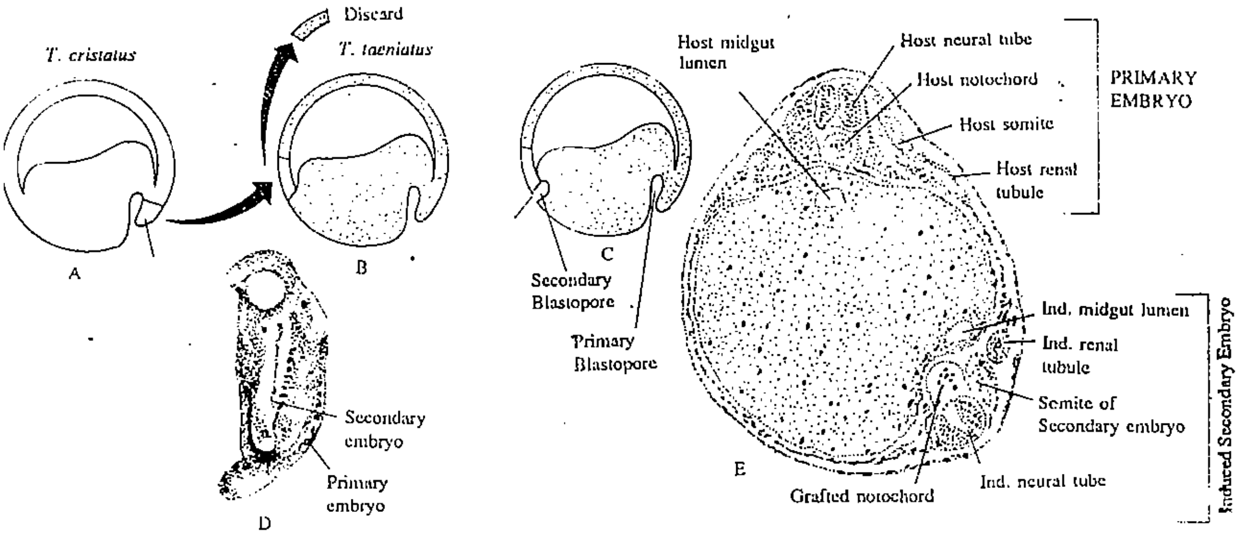
D-F: इस प्रयोग को जब पश्च गैस्ट्रुला में दोहराया जाता (D, E); भावी तंत्रिक बाह्यत्वचा तंत्रिक ऊतक का निर्माण करती है F), जिससे यह पता चलता है कि इस समय तक तंत्रिक बाह्यत्वचा की नियति निर्धारित हो चुकी थी ।

परन्तु जब इस तरह के रोपण ऐसे भ्रूणों में किए गए जिन्होंने विकास की गैस्ट्रुला अवस्था पूरी कर ली थी, तो बिल्कुल भिन्न परिणाम पाए गए । तंत्रिक बाह्यत्वचा को भावी उदर भाग में रोपित करने पर वह तंत्रिक पट्टिका में विकसित हुई (चित्र 16.10 D-F) । इसके उल्टे प्रयोग में जब संभावी अधिकचर्म को तंत्रिक बाह्यत्वचा वाले भाग में रोपा गया तो वह अपनी नई स्थिति के बावजूद भी अधिकचर्म में विकसित हुई परिणामों से स्पष्ट हो जाता है कि तंत्रिक और अधिचर्मी बाह्यत्वचाओं की नियतियां गैस्ट्रुलाभावन के दौरान निर्धारित हो जाता हैं । स्पीमान और हिल्डी मैनगोल्ड (1924) ने यह प्रश्न किया कि तंत्रिक बाह्यत्वचा की नियति कौन निर्धारित करता है । उनके प्रयोगों के परिणामों से पता चला कि तंत्रिक बाह्यत्वचा के नीचे स्थित मध्यजनस्तर रज्जु की तंत्रिक बाह्यत्वचा को तंत्रिक पट्टिका के निर्माण के लिए प्रेरित करता है ।

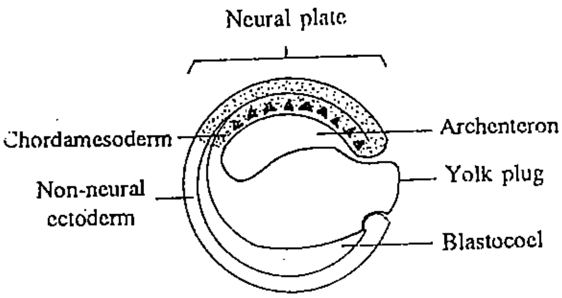
इकाई 14 में आप जैसा कि पढ़ ही चुके हैं, उभयचरों में गैस्ट्रुला के पृष्ठ ओष्ठ भाग में भावी मध्यजनस्तर रज्जु की कोशिकाएं मौजूद होती हैं। गैस्ट्रुलाभवन के दौरान ये कोशिकाएं अंतर्वलन द्वारा ब्लास्टोपोर के पृष्ठ ओष्ठ (dorsal lip) के ऊपर से अंदर ओर पलायन कर, भावी तंत्रिक बाह्यत्वचा के नीचे आ जाती हैं और इसके बाद पृष्ठ रज्जू (notochord) की रचना करती हैं । जब किसी अरंभिक गैस्ट्रुला के पृष्ठ ओष्ठ को उसी या उसी अवस्था वाले किसी दूसरे भ्रूण के अधर भाग पर रोपा जाता है तो उसकी कोशिकाएं भी अंतर्वलन द्वारा अंदर की ओर पलायन करती हैं और ऊपरिशायी बाह्यत्वचा के नीचे आ जाती हैं ।

स्पीमान और मैनगोल्ड ने *ट्राइटयूरस क्रिसटेटस* न्यूट के अवर्णकित भ्रूण आरंभिक गैस्टुला के ब्लास्टोपोर के पृष्ठ ओष्ठ को वर्णकित *ट्राइटयूरस टीनिएटस* के आरंभिक गैस्टुला के अधर भाग में रोपित किया । *ट्रा. टीनिएटस* भ्रूण के अधर भाग में रोपित ट्रा. क्रिस्टेटस के पृष्ठ भाग में एक द्वितीयक भ्रूण का निर्माण हुआ । इस भ्रूण में आंत, तंत्रिक नलिका, पृष्ठरज्जु वृक्क नलिका और कायिक खंड जैसे सभी द्वितीयक अंग पाए गए (चित्र 16.11) । इन द्वितीयक अंगों की सूक्ष्मदर्शी से जांच करने पर पता चला कि आंत और वृक्क नलिकाओं के साथ साथ तंत्रिक नली का निर्माण पूरी तरह से वर्णकित आदाता कोशिकाओं से हुआ था । कायिक खंडों में वर्णकित और वर्णकहीन दोनों ही कोशिकाएं थीं जो वर्णकित आदात मध्यजनस्तर और वर्णकहीन रोपित पृष्ठ ओष्ठ से आई होंगी । पृष्ठरज्जु में सिर्फ वर्णकहीन कोशिकाएं ही पाई गई जो उसे रोपित पृष्ठ ओष्ठ से मिली होंगी ।

प्रतिरोपित पृष्ठ ओष्ठ से पृठरज्जु और कायिक खंडों का निर्माण अपेक्षित था । ये प्रायः पृष्ठ ओष्ठ कोशिकाओं से ही व्युत्पन्न होती हैं । आंत के निर्माण को भी स्पष्ट किया जा सकता है क्योंकि प्रतिरोपित पृष्ठ ओष्ठ का निवर्तन प्रक्रम एक द्वितीयक आधांत्र (secondary archenteron) है परन्तु सबसे आश्चर्यजनक विशेषता तंत्रिक नलिका (neural tube) की रचना थी, जो कि पृष्ठ मध्यजनस्तर (एक ऐसा ऊतक जो पृष्ठ ओष्ठ की कोशिकाओं से विभेदित होता है) का व्युत्पन्न नहीं होता, बल्कि जो बाह्यत्वचा कोशिकाओं से बनता है । सूक्ष्मदर्शी अध्ययन से पता चला है कि तंत्रिक नली आदाता बाह्यत्वचा की वर्णकहीन कोशिकाओं से विकसित हुआ था जिन्हें अन्यथा उदर त्वचा में विकसित होना था । इन परिणामों के आधार पर स्पीमान ने निष्कर्ष निकाला कि पृष्ठ ओष्ठ पदार्थ ने ऊपरिशायी अधिचर्मी बाह्यत्वचा तंत्रिक ऊतक में विकसित होने के लिए प्रेरित किया । गैस्टुलाभवन के दौरान मध्यजनरतररज्जु में होने वाला निवर्तन (पृष्ठ ओष्ठ) इस मध्यजनस्तर को ऊपरिशायी बाह्यत्वचा के संपर्क में लाता है (चित्र 16.12) । यही संपर्क बाह्यत्वचा को प्रेरित करता है जो अब तंत्रिक ऊतक में विकसित होने के लिए निर्धारित हो जाता है । मध्यजनस्तर रज्जु के संपर्क में न आने वाले बाह्यत्वचा के दूसरे भाग उपकला (epidermis) और उसके व्युत्पन्नों में विकसित होते हैं ।



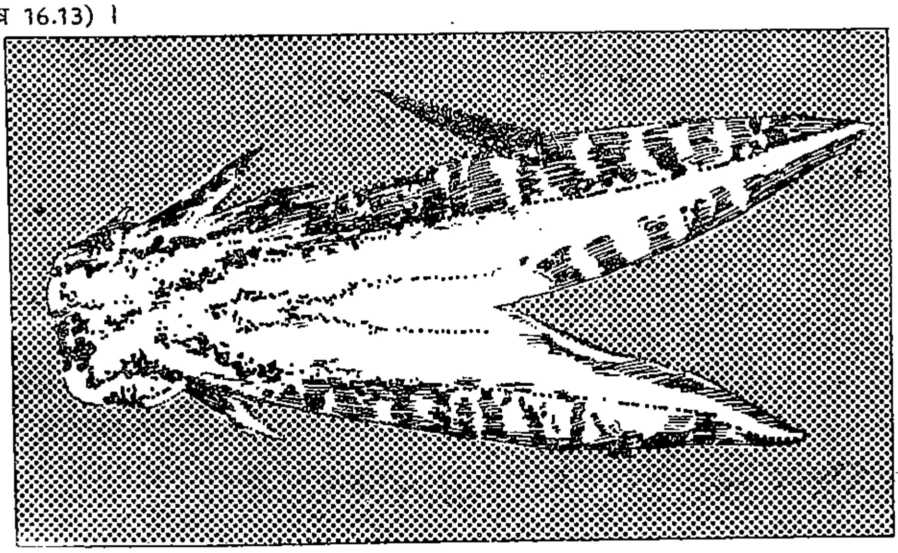
चित्र 16.11 A-E: स्पीमान प्रयोग जिसमें उन्होंने न्यूट की एक वर्णकहीन जाति से ब्लास्टोपोर के पृष्ठ ओष्ठ से एक टुकड़ा लेकर उसे एक वर्णकित जाति में रोपित किया था । A: वर्णकहीन ट्राइटयूरस क्रिस्टेटस का आरंभिक गैस्टुला, B : ट्रा. क्रिस्टेटस के पृष्ठ ओष्ठ का वर्णकित ट्रा. टीनिएटस के आरंभिक गैस्टुला के अधर भाग में प्रतिरोपण, C: आदाता गैस्टुला में रोपित पृष्ठ ओष्ठ का निवर्तन, D: स्पीमान और मैनगोल्ड के मूल प्रयोग का परिणाम आदाता भ्रूण के अधर भाग पर एक द्वितीयक भ्रूण के निर्माण को ध्यान दे देखें, E: पुच्छ कलिका अवस्था में द्वितीयक भ्रूण की अनुप्रस्थ काट जिसमें विभिन्न प्रेरित पृष्ठ संरचनाए देखी जा सकती हैं जैसे तंत्रिक नलिका, कायिकखंड, पृष्ठरज्जु और साथ में अधर भाग में आंत भी ।



चित्र 16.12 : एक उभयचरी भ्रूण की पश्च गैस्ट्रुला अवस्था जो मध्यजनस्तर रज्जु और तंत्रिक बाह्यत्वचा की सापेक्ष स्थितियों का दर्शाता हैं । तीर के शीर्ष प्रेरणिक संकेतों के मार्ग को बताते हैं ।

संभावी तंत्रिक बाह्यत्वचा का प्रेरण, जो तंत्रिक नलिका को जन्म देता है, प्राथमिक प्रेरण (primary induction) कहलाता है क्योंकि इसे भ्रूणोदभवन के दौरान होने वाला सबसे पहला प्रेरण माना जाता था । मगर अब यह पता चल गया है कि तंत्रिक बाह्यत्वचा प्रेरण से पहले भी एक और प्रेरणिक घटना होती है । यह है मध्यजनस्तर प्रेरण । तब भी तंत्रिक बाह्यत्वचा प्रेरण को प्राथमिक प्रेरण ही कहा जाता है । ब्लास्टोपोर के पृष्ठ ओष्ठ द्वारा तंत्रिक बाह्यत्वचा का प्रेरण भ्रूण के अग्र–पश्च अक्षों को भी संगठित करता है जिसमें ऊपर तंत्रिक नली, नीचे आंत और पृष्ठरज्जु के दोनों और कायिक खंड होते हैं । इसीलिए ब्लास्टोपोर के पृष्ठ ओष्ठ को प्राथमिक संगठक (primary organiser) कहा जाता है । अपनी इसी खोज के लिए स्पीमान को 1935 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया ।

प्राकृतिक प्रेरकों की प्रकृति को आज तक नहीं जाना जा सका है । हालांकि जैविक मूल या अजैविक प्रकृति दोनों ही प्रकार के नानाविध पदार्थ प्रेरणिक अनुक्रिया पैदा करते हैं जैसे मेथलीन ब्लू, टॉलूइन, स्टेरॉइड, अम्लीय और क्षारीय घोल । फिर भी, तंत्रिक प्रेरणा की इस परिघटना की खोज के बाद से अनेक जीव वैज्ञानिकों द्वारा किए गए अनगिनत प्रयोगों ने यही पुष्टि की है कि सभी कशेरूकी जंतुओं में बाह्यत्वचा से तंत्रिक नली का प्रेरण अधःशायी मध्यजनस्तर रज्जु से होने वाले अनुदेशात्मक प्रेरण पर निर्भर करता है । प्राथमिक प्रेरण के सिद्धांतों के आधार पर उपयुक्त और सावधानीपूर्वक अभिकाल्पित प्रयोगों से उभयचरों में पूर्ण द्वितीयक भ्रूण की रचना को प्रेरित करना संभव हो सका है (चित्र 16.13) ।

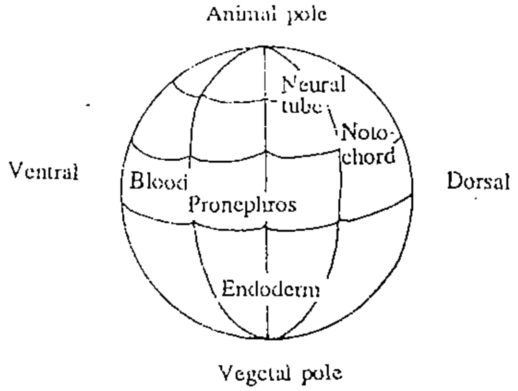


चित्र 16.13 : एक आरंभिक न्यूट गैस्ट्रुला के पृष्ठ ब्लास्टोपोरी ओष्ठ को दूसरे न्यूट के ब्लास्टोसील में प्रतिरोपित करने से एक पूर्ण द्वितीयक भ्रूण का निर्माण हुआ ।

16.5.2 उभयचरों में मध्यजनस्तर का प्रेरण

पिछले उपभाग में हमने आपको बताया कि उभयचरों में तंत्रिक बाह्यत्वचा प्रेरण से पहले मध्यजनस्तर का प्रेरण होता है । द्वितीयक प्रेरण पर चर्चा करने से पहले आइए संक्षेप में इस पहलू के बारे में जानें ।

ायचर ब्लास्टुला में 32 - कोशिका अवस्था तक उसमें सिर्फ दो ही कोशिका प्ररूप होते हैं । इसके क्रिय गोलार्द्ध में लघु बाह्यत्वची कोशिकाएं और अल्पक्रिय गोलार्ध में बड़ी अंतस्त्वची कोशिकाएं होती । आरंभिक ब्लास्टुला अवस्था के दौरान भ्रूण के मध्यवर्ती भाग में एक तीसरे कोशिका प्ररूप का ास होता है जिससे मध्यजनस्तर बनता है । जीनोपस भ्रूण के नियति मानचित्र से (चित्र 16.14) ा चलता है कि ब्लास्टुला के मध्यवर्ती भाग (equator) में सक्रिय और अल्पक्रिय दोनों कोशिकाओं संपर्क में रहने वाली मध्यवर्ती कोशिकाएं ही मध्यजनस्तर की पूर्ववर्ती हैं ।



चित्र 16.14 : 32 - कोशिका अवस्था में जीनोपस का नियति मानचित्र

यों मध्यजनस्तर कोशिकाओं के रूप में मध्यवर्ती कोशिकाओं की नियति कैसे निर्धारित होती है ? ो अंतर्जात कारकों के रूप में डिम्ब द्रव्यी निर्धारकों या फिर बाह्य कारकों के रूप में कोशिका स्परिक क्रियाओं की इस तरह के निर्धारण में भूमिका होती है । इन दोनों संभावनाओं को परखने लिए ब्लास्टुला को सक्रिय मध्यवर्ती और अल्पक्रिय कोशिकाओं के कत्तोतकों में विभाजित कर उन्हें ा - अलग संवर्धित किया गया (चित्र 16.15) । सक्रिय कोशिकाएं बाह्यत्वचा कोशिकाओं, ल्पक्रिय कोशिकाएं अंतस्तवची कोशिकाओं और मध्यवर्ती कोशिकाएं मध्यजनस्तर कोशिका में विकसित । मगर सक्रिय कोशिकाओं को जब अल्पक्रिय कोशिकाओं के साथ सुनर्योजित कर उन्हें संवर्धित ा गया तो उन्होंने भी मध्यजनस्तर का निर्माण किया । इससे यह मालूम होता है कि मध्यजनस्तर रचना सिर्फ डिम्बद्रव्यी निर्धारकों पर निर्भर नहीं करती ।

वर्ती कोशिकाएं मध्यजनस्तर कोशिकाओं में संभवतः इसलिए विकसित होती हैं कि निकटवर्ती क्रिय कोशिकाएं कोई प्रेरणशील पदार्थ स्राव करती हैं जो मध्यवर्ती भाग की निकटवर्ती कोशिकाओं प्रभावित कर उन्हें मध्यजनस्तरी कोशिका बनने के लिए प्रेरित करता है । सामान्य ब्लास्टुला में य गोलार्द्ध कोशिकाएं सिर्फ बाह्यत्वचा में ही विभेदित होती हैं क्योंकि वे कोरकगुहा के कारण क्रिय कोशिकाओं से काफी पृथक होती हैं जिससे वे प्रेरक से काफी दूर रह जाती हैं ।

.3 द्वितीयक प्रेरण

तक हमने जिन दो प्राथमिक प्रेरणिक घटनाओं के बारे में बताया है वे आरंभिक भ्रूण के पैटर्न ण में महत्वपूर्ण हैं । मगर ऐसी ही कुछ संकेतिक घटनाएं और भी हैं जिन्हें द्वितीयक प्रेरण कहते ये दो कारणों से महत्वपूर्ण हैं :

द्वितीयक प्रेरण घटनाएँ विभेदित कोशिकाओं को भ्रूण में प्रतथ स्थानों में प्रनिश्चित करती हैं और

द्वितीयक प्रेरण, जो कि प्रकृति से अनुक्रमिक हो सकते हैं, अपेक्षतया ... पूर्ववर्ती कोशिकाओं से विविध कोशिका प्ररूप पैदा करते हैं ।

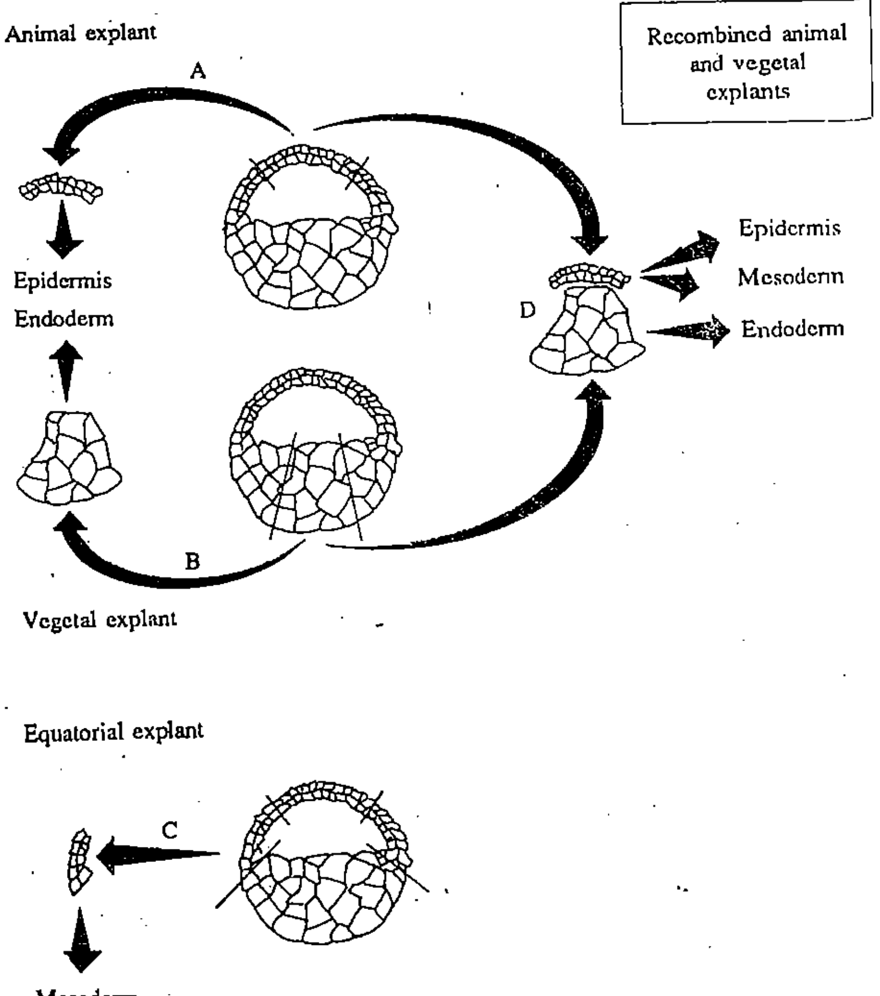
क प्रेरणों को दो वर्गों में बांटा गया है :

अनुदेशात्मक पारस्परिक क्रिया

अनुमेय पारस्परिक क्रिया

अनुदेशात्मक ... पारस्परिक क्रिया ...

2) अनुमेय पारस्परिकक्रिया : इसमें अनुक्रियाशील कोशिकाएँ पहले से ही निर्धारित होती है हैं और किसी एक दिशा में विभेदन के लिए एकदम तैयार रहती है । मगर इसके लिए वे प्रेरणकारी ऊतक से एक संकेत की प्रतीक्षा करती हैं । दूसरे शब्दों में, इन कोशिकाओं को एक भिन्न ऊतक से प्रेरण की आवश्यकता पड़ती है जिससे उनकी प्रतिबद्ध क्षमता की अभिव्यक्ति हो सके ।

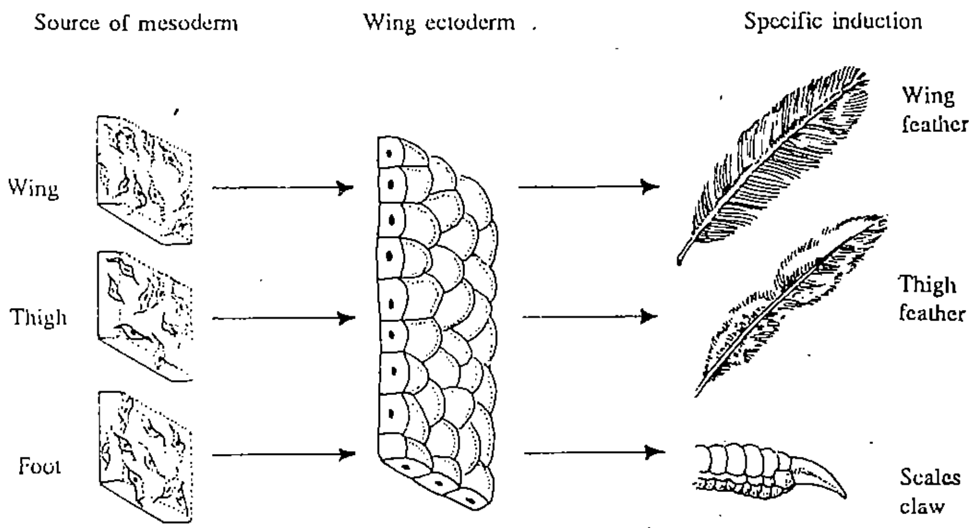


चित्र 16.15 : कत्तोतक प्रयोगों के डिजाइन और जीनोपस भ्रूणों में प्राप्त उनके परिणामों को दिखाता चित्र A : पृथक्कृत सक्रिय कोशिकाएं बाह्यत्वचा में विकसित होती हैं । B : पृथक्कृत अल्पक्रिय कोशिकाएं अंतस्तवचा में विकसित होती हैं C : मध्यवर्ती भाग की कोशिकाएं मध्यजनस्तर कोशिकाओं में विभेदित होती हैं । D : सक्रिय और अल्पक्रिय कोशिकाओं को मिलाकर संवर्धित करने पर वे भी मध्यजनस्तर कोशिकाएं पैदा करती हैं ।

अनुदेशात्मक पारस्परिक क्रिया हो या अनुमेय, विकास प्रक्रम में प्रेरणकारी ऊतक की एक महती भूमिका है । यह याद रखा जाए कि प्रेरणिक पारस्परिक क्रियाओं में दो ऊतक शामिल होते हैं : एक जो प्रेरणिक उद्दीपन (प्रेरक) प्रदान करता है और दूसरा ऊतक, जिसे एक विशिष्ट विधि से विकसित होने के लिए प्रेरित किया जाता है (अनुकारी ऊतक) । इसलिए अनुकारी ऊतक को इतना समर्थ होना चाहिए कि वह प्रेरण संकेतों को ग्रहण कर सके । कई बार अनुकारी ऊतक की प्रेरण संकेतों की तुलना में सामर्थ्य विकास के दौरान एक विशिष्ट समय अवधि तक सीमित होती है । हम अब एक एक उदाहरण देकर अनुदेशात्मक और अनुमेय पारस्परिक क्रियाओं का विश्लेषण करेंगे ।

16.5.4 बाह्यत्वचीय और मध्यजनस्तर कोशिकाओं के बीच अनुदेशात्मक पारस्परिक क्रिया

अधिचर्मी बाह्यत्वचा से विभेदित होने वाले कोशिका प्ररूप अधःशायी चर्म से अनुदेशों पर निर्भर करते हैं । अधिचर्मी बाह्यत्वचा अधिचर्म में विभेदित होती हैं और अधःशायी चर्म मध्यजनस्तर से विभेदित है । अधिचर्म और चर्म मिलकर त्वचा बनाती हैं । विभेदन से पहले चर्म गठन कोशिकाओं के एक अदृढ़ विसंयोजन के रूप में होता है, जिन्हें प्रायः मध्योत्क कोशिका कहते हैं । मध्योतक और ऊपरिशायी उपकला बाह्यत्वचा के बीच होने वाली पारस्परिकक्रिया उपकला मध्योतक पारस्परिक क्रिया का एक उदाहरण है ।



चत्र 16.16 : प्रेरण की खंडीय विशिष्टता मुर्गी में जब चर्म (मध्यजनस्तर) की कोशिकाएं अधिचर्म (बाह्यत्वचा) से पुनर्योजित होती हैं तो बाह्यत्वचा द्वारा बनाई जाने वाली त्वचीय संरचना का निर्धारण मध्यजनस्तर की मूल स्थिति से होता है ।

ब हम मुर्गी की तीन त्वचीय संरचनाओं के विभेदन में ऐसी ही एक उपकला - मध्योतक ारस्परिकक्रिया के बारे में बात करेंगे । ये संरचनाएं है: पक्ष (डैने) के पर, जांघ के संकीर्ण पर ौर पैरों के शल्क और नखर। ये तीनों अधिचर्मी संरचनाएं पूरी तरह से बाह्यत्वचा से व्युत्पन्न हैं । गर इन तीनों का विकास बाह्यत्वचा के अधःशायी मध्योतक (मध्यजनस्तर) द्वारा प्रेरण पर निर्भर रता है । बाह्यत्वचा इन में से किसी भी संरचना के निमार्ण में समर्थ है मगर यह किस संरचना में वकसित होगी यह इसके नीचे स्थित और प्रेरित करने वाले मध्यजनस्तर के प्रकार द्वारा निर्धारित होता (चित्र 16.16) तीनों अधिचर्मी संरचनाओं का विकास अनुदेशात्मक प्रकृति के द्वितीयक प्रेरणों और ंड विशिष्ट प्रेरणों के उदाहरण प्रदान करता है ।

ंघा मध्यजनस्तर के एक टुकड़े को अगर पक्ष बाह्यत्वचा (wing ectoderm) के नीचे प्रतिरोपित कया जाए, तो पक्ष बाह्यत्वचा जंघा परों का प्रतिरोपित जंघा मध्यजनस्तर से अनुदेश पाकर विकास रता है । इसीतरह मध्यजनस्तर को अगर पक्ष बाह्यत्वचा के साथ मिला जाए तो शल्क नखर बनते । इसके विपरीत यदि पाद बाह्यत्वचा को अगर पक्ष मध्यजनस्तर के साथ मिला दिया जाए तो पक्ष र प्ररूपी चौड़े परों का विकास होगा । ये प्रयोग परिणाम निम्न धारणाओं की व्याख्या करते हैं :

) एक अनुकारी ऊतक में कई प्रकार की संरचनाओं के निर्माण की सामान्य सामर्थ्य हो सकती है । मगर यह ऊतक वास्तव में किस संरचना में विकसित होगा, यह प्रेरक से मिलने वाले विशिष्ट अनुदेशों पर निर्भर करता है जिससे वह पारस्परिक क्रिया करता है ।

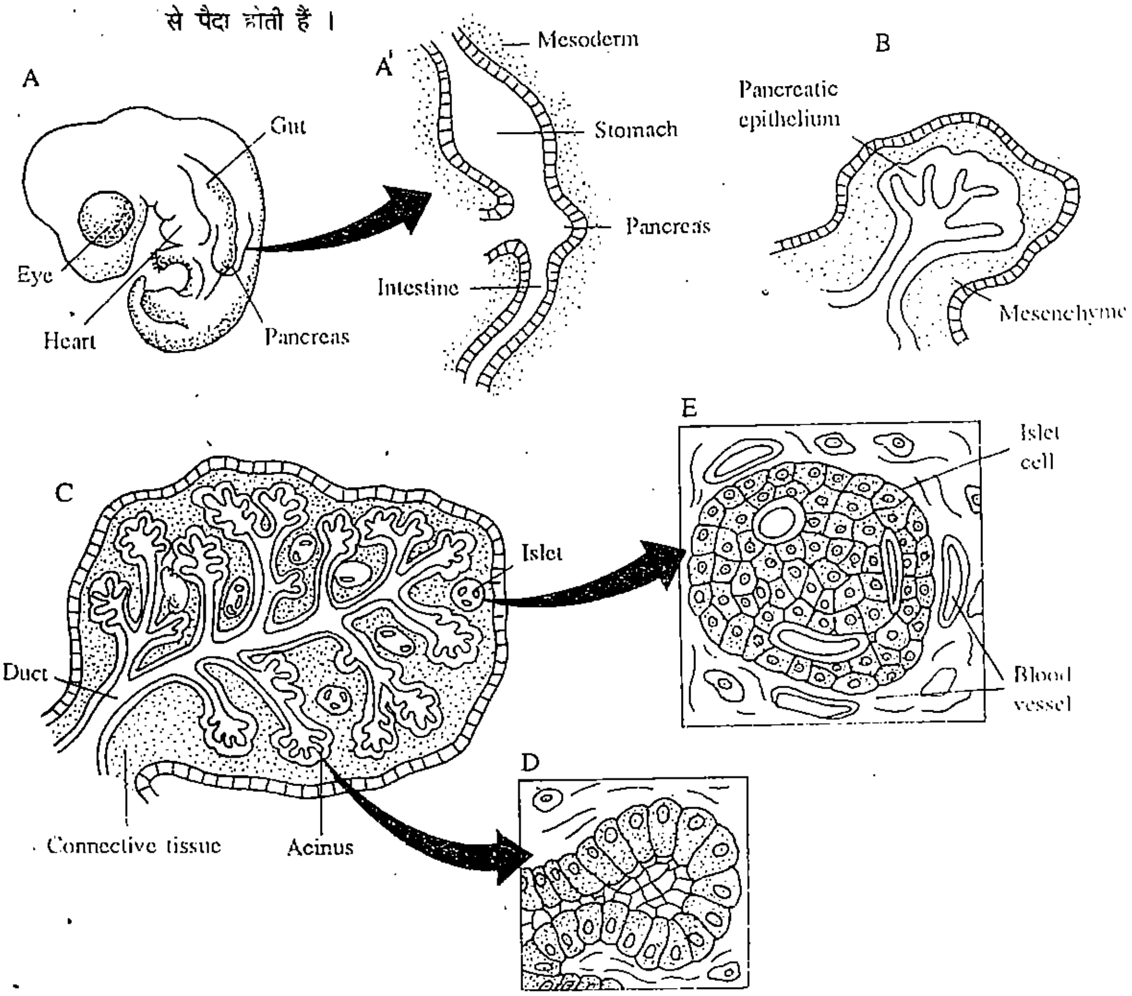
i) भ्रूण के भिन्न खंडों के मध्यजनस्तर में भिन्न भिन्न गुण होते हैं जो भिन्न खंडों में संबंधित अनुकारी ऊतक को विशिष्टतया भिन्न प्रेरणिक संकेत या अनुदेश देता है ।

ii) खंडीय विभेदन खंविशिष्ट प्रेरक ऊतक द्वारा प्रेरित हो सकता हैं ।

16.5.5 अनुमेय पारस्परिकक्रिया—अगन्याशय का विकास

चेत्र 16.17 स्तनधारी में अग्नाशय के विकास को दर्शाता है । चूहे जैसे जन्तु में अग्नाशय सर्वप्रथम वकास के 9वें दिन दिखता है । भ्रूणीय आंत के एक अंधवर्ध (diverticulun) के रूप में चित्र 16.17 क) । जैसे जैसे अंदवर्ध वृद्धि करता है, यह मध्योतक के अंदर बढ़ जाता है और ाखन कर अंध कोटरिकाओं का निर्माण करता है । इन्हें गुच्छ कोष्ठक (acinus) कहते हैं चित्र 16.17 B और D) । इन अग्नाशयी गुच्छकोष्ठकों की कोशिकाएं बहिःस्रावी कोशिकाओं में वेभेदित होती हैं । बहिःस्रावी कोशिकाएं प्रोटिएस, पेप्टिडेस, एमीलेस, लाइपेस इत्यादि पाचक एंजाइमों का स्राव करती हैं । अग्नाशय उपकला से अलग होने वाली कुछ कोशिकाएं भी गुच्छे बनाती हैं जो

मध्यजनस्तर से घिरे होते हैं । यही अंतःस्रावी कोशिकाएं यानी लैंगरहांस के उपद्वीप (Islets of Langerhans) हैं (चित्र 16.17 C, E) । ये कोशिकाएं इंसुलिन, ग्लोकैगॉन और सोमैटोस्टाटेन जैसे हार्मोनों का स्राव करती हैं । बहिस्रावी और अंतःस्रावी कोशिकाएं इस प्रकार भ्रूणीय आंत्र की उपकला से पैदा होती हैं ।



चित्र 16.17 : स्तनधारी में अग्नाशय का विकास । A और B : 9-दिन के एक भ्रूण में आंत्रकी स्थिति और अग्नाशय के निर्माण को दर्शाता अंत का आवर्धन। अग्राशय का निर्माण आंत के बहिर्कोटरिकरण के रूप में होता है । 12-दिन के भ्रूण में अग्राशयी उपकला निकटवर्ती मध्यजनस्तर में वृद्धि करती है और शाखन करती है । C : 15वें दिन तक बहिस्रावी प्रकार्य की गुच्छकोष्ठक कोशिकाएं D और अंतः स्रावी प्रकार्य की उपद्वीप कोशिकाएं E विकसित होती हैं।

अग्नाशय का विकास सहचारी मध्यजनस्तर पर निर्भर करता है । किसी 9 दिन के भ्रूण में अग्नशयी मध्यजनस्तर और अन्तस्त्वचा को एक दूसरे से अलग कर दिया जाए तो उसमें आगे कोई विकास नहीं होगा । पर अगर उन्हें एक संवर्धन माध्यम में पुनर्योजित कर लिया जाए तो बहिःस्रावी और अंतःस्रावी दोनों ही कोशिकाएं सामान्य विकास करती हैं । अग्नाशयी मध्यजनस्तर की जगह अगर दूसरे खंडों से मध्योतक जैसे लार ग्रंथि भाग से मध्योतक को लगाया जाता है, तब भी सामान्य अग्नाश्य कोशिकाओं का विभेदन होता है । पेशी और उपस्थि कोशिकाएं पैदा करने वाले कायिक खंड भी अग्नाशयी अंतस्त्वचा को सामान्य विकास करने के लिए प्रेरित कर सकते हैं । यहां तक कि भ्रूण के सत्त्व भी अग्नाशय अंतस्त्वचा को प्रेरित कर सकते हैं । ये सारे परिणाम यही बताते हैं कि चूंकि भ्रूण जीवन के 9वें दिन तक अग्नाशय अंतस्त्वचा निर्धारित या प्रतिबद्ध हो जाती है और मध्यजनस्तर से केवल अविशिष्ट संकेत ही इसे विकास करने के लिए पर्याप्त होता है । मध्यजनस्तर किसी भी खंड या भाग से हो सकता है परन्तु [illegible] अंतस्त्वचा के [illegible] होना चाहिए । इस प्रकार की पारस्परिक क्रियाएं ही अनुमेय पारस्परिकक्रिया के [illegible]

बोध प्रश्न 3

निम्न प्रश्नों का संक्षेप में उत्तर दें ।

1. भ्रूणीय प्रेरण की व्याख्या कीजिए ।

....

....

....

....

2. आरंभिक गैस्ट्रुला के भावी तंत्रिक बाह्यत्वचा के एक टुकड़े का उदर बाह्यत्वचा के भाग में प्रतिरोपण का क्या परिणाम होगा ?

....

....

....

....

3. न्यूट के पश्च गैस्ट्रुला के तंत्रिक बाह्यत्वचा के एक टुकड़े का उदर बाह्यत्वचा के भाग में प्रतिरोपण करने का क्या परिणाम होगा ?

....

....

....

....

4. प्रश्न 2 और 3 में बताए गए प्रयोगों के परिणामों की व्याख्या आप कैसे करेंगे ?

....

....

....

....

5. स्पीमान के प्रयोग में जिसमें न्यूट की वर्णकित और वर्णकहीन जातियों का उपयोग किया गया था, भ्रूण के किस खंड को तंत्रिक पट्टिका के निर्माण को प्रेरित करता पाया गया

....

....

....

....

6. ब्लास्टोपोर के पृष्ठ ओष्ठ को प्राथमिक संगठक क्यों कहा जाता है

....

....

....

....

7. उभयचर के आरंभिक ब्लास्टुला अवस्था में भावी मध्यजनस्तर कोशिकाएं कहां स्थित होती हैं ?

....

....

....

....

8. मध्यजनस्तर कोशिकाओं में विकसित होने के लिए कौन सी कोशिकाएं मध्यवर्ती कोशिकाओं के साथ पारस्परिक-क्रिया करती हैं ?

....

....

....

....

9. द्वितीयक प्रेरण का क्या महत्व है

....

....

....

....

10. अनुदेशात्मक और अनुमेय प्रेरण में भेद बताइए ।

....

....

....

....

16.6 सारांश

- इस इकाई में हमने कोशिका पारस्परिक-क्रिया और कोशिका विभेदन की कुछ प्रमुख क्रियाविधियों पर चर्चा की । पूर्णशक्तता, बहुशक्तता और कोशिका विभेदन जैसी संकल्पनाओं को उपयुक्त उदाहरणों से समझाया । भ्रूणों में केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोगों की महत्ता को बताया गया जो यह दर्शाते हैं कि भिन्न विकासीय अवस्थाओं से प्राप्त केन्द्रकों की शक्ति में काफी भिन्नता पाई जाती है । विकास की पश्च अवस्थाओं से प्राप्त केन्द्रकों की विकास को बढ़ावा देने की क्षमता में उत्तरोतर प्रतिबंध लगता जाता है । कुछ पश्चभ्रौणिक कोशिकाओं के केन्द्रकों में केवल इतनी शक्ति रह जाती है कि वे आंशिक विकास को ही प्रोत्साहित कर पाते हैं ।

- डिम्बद्रव्यी निर्धारकों जैसे अंतर्जात कारक और कोशिका पारस्परिक क्रिया जैसे बाह्य कारक ही भ्रूणीय जीवन के दौरान यह निर्धारित करते है कि कोशिका विभेदन आरंभ में हो या बाद में ।

सूत्रकृमियों में जनन कोशिका बंशपरंपरा के निर्धारण और कंचुकियों में कायिक कोशिका निर्धारण में डिम्बद्रव्यी निर्धारकों की भूमिका के बारे में आपको जानकारी दी हई ।

- हमने भ्रूणीय प्रेरण की संकल्पना और कोशिका निर्धारण में उसकी भूमिका पर चर्चा की । यह कोशिका पारस्परिक क्रिया कोशिका विभेदन प्रक्रम में एक बाह्य कारक है । स्पीमान के प्रयोगों से पता चला कि तंत्रिक पट्टिका के निर्माण का प्रेरण अधःशायी पृष्ठ मध्यजनस्तर द्वारा होता है । उभयचरी भ्रूणों में आरंभिक ब्लास्टुला की अल्पक्रिय कोशिकाओं और मध्यवर्ती कोशिकाओं के बीच होने वाली पारस्परिक क्रिया मध्यवर्ती कोशिकाओं को मध्यत्रें वनने के लिए प्रेरित करती है ।
- द्वितीयक प्रेरणों का विभेदित कोशिकाओं को निश्चित स्थिति में प्रतिष्ठित करने और विविध कोशिका प्रारूपों के निर्माण में बड़ी महत्वपूर्ण भूमिका है ।
- अनुदेशात्मक पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप कोशिकाएं विभेदन के एक विशिष्ट परिपथ पर चलने के लिए प्रतिबद्ध होती हैं । अनुमेय पारस्परिक-क्रिया में प्रतिवद्ध कोशिकाओं को विकास में अपनी क्षमता को पूरी तरह से प्रकट करने का संकेत दिया जाता है ।

16.7 अंत में कुछ प्रश्न

1. भ्रूणीय कोशिकाओं की केन्द्रक शक्ति को परखने के लिए स्पीमान द्वारा किए गए प्रयोगों के बारे में बताइए ।

....

....

....

....

....

....

....

....

2. क्रमिक प्रतिरोपण तकनीक के क्या लाभ हैं

....

....

....

....

....

....

....

....

3. केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोगों के परिणामों से क्या निष्कर्ष निकाले जा सकते हैं

....

....

....

....

....

....

....

....

4. क्रोमैटिन ह्रास किसे कहते हैं ? जनन कोशिकाओं में क्रोमैटिन ह्रास होने से कौन रोकता है ?

....

....

....

....

....

....

....

....

5. उभयचर भ्रूणों में मध्यजनस्तर प्रेरण के प्रक्रम के बारे बताइए ।

....

....

....

....

....

....

....

16.8 उत्तर

बोध प्रश्नो के उत्तर

1. i) पूर्णशक्तताः भ्रूण कोशिकाओं की उन नानाविध कोशिका प्ररूपों के विकास को बढ़ावा देने की क्षमता है, जिससे जीन बना होता है ।

   ii) बहुशक्तताः भ्रूणीय कोशिकाओं की वह क्षमता है जिससे नाना कोशिका प्ररूपों में से कुछ का विकास होता है ।

   iii) क) सही ख) गलत ग) गलत घ) सही ङ) गलत च) गलत छ) सही ज) सही

2. क) कोशिका निर्धारण ख) भ्रूण प्रेरण ग) मोजैक घ) नियमनकारी ङ) डिम्बद्रव्यी निर्धारक च) कोशिका पारस्परिक-क्रिया छ) जीवद्रव्यी स्थानीकरण ज) क्रोमैटिन ह्रास झ) डिम्बद्रव्यी निर्धारक, पश्च जीवद्रव्य ञ) पीत चंद्र ट) बाह्यत्वचा, अंतस्त्वचा, कॉडोप्लाज्म और पेशीद्रव्य ठ) जीवद्रव्यी, केन्द्रकीय

3. 1) निकटवर्ती कोशिकाओं के साथ पारस्परिक-क्रिया के कारण कोशिका नियति में परिवर्तन को प्रेरण कहते हैं ।

   2) आरंभिक गैस्ट्रुला का तंत्रिक मध्यजनस्तर अपनी नई स्थिति के अनुसार उदर त्वचा में विकसित होगा ।

   3) पश्च गैस्ट्रुला की तंत्रिक बाह्यत्वचा को जब उदर बाह्यत्वचा के भाग में प्रतिरोपित किया जाता है तो वह तंत्रिक ऊतक में विकसित होगी।

4. पहली स्थिति जिसमें आरंभिक गैस्ट्रुला की तंत्रिक बाह्यत्वचा उपर बाह्यत्वचा में प्रतिरोफित करने पर उपर त्वचा में विकसित होती है, इससे पता चलता है कि तंत्रिक बाह्यत्वचा की नियति का निर्धारण अभी तक नहीं हुआ है । परन्तु दूसरी स्थिति में, पश्च गैस्ट्रुला अवस्था में तंत्रिक बाह्यत्वचा का निर्धारण पहले ही हो चुका होता है ।

5. ब्लास्टोपार का पृष्ठ ओष्ठ

6. ब्लास्टोपोर का पृष्ठ ओष्ठ चूंकि भ्रूण के अग्र-पश्च अक्ष का संगठन करता है, इसलिए इसे प्राथमिक संगठक कहते हैं ।

7. ब्लास्टुला के मध्यवर्ती भाग में ।

8. अल्पक्रिय कोशिकाएं

9. द्वितीयक प्रेरण i) विभेदित कोशिकाओं को सुस्पष्ट और निश्चित स्थानों पर प्रतिष्ठित करता है और अपेक्षता कम स्पष्ट पूर्ववर्ती कोशिकाओं के निर्माण को संचालित कर सकता है ।

10. अनुदेशात्मक प्रेरणः प्रेरक ऊतक कोशिकाओं को विकास के एक विशिष्ट परिपथ पर प्रतिबद्ध करने के लिए अनुदेश देता है ।

    अनुमेय प्रेरण : प्रेरक ऊतक पहले से प्रतिबद्ध अनुकारी ऊतक को विभेदन आरंभ के लिए संकेत देता है ।

अंत में कुछ प्रश्नों के उत्तर

1. उपभाग 16.5.1 को देखें ।

2. क्रमिक केन्द्रक प्रतिरोपण प्रयोगों में, ब्लास्टुला या प्राकब्लास्टुला अवस्था वाले एक अपसामान्य भ्रूण को वियोजित किया जाता है । फिर उसकी कोशिकाओं से पृथक किए गए केन्द्रकों में अकेन्द्रकी अंडों में अंतःक्षेपित किया जाता है । अपसामान्य ब्लास्टुला स्वयं भी दूसरे भ्रूण से एक द्विगुणित केन्द्रक प्राप्त कर चुका होता है । यह प्रतिरोपण के दौरान हुई क्षति के कारण या फिर प्रतिरोपित केन्द्रक के अपूर्ण गुणसूत्री प्रतिकृति के कारण एक अपसामान्य भ्रूण में विकसित हुआ । क्रमिक प्रतिरोपण तकनीक इन कठिनाइयों को दूर करने में सहायक है । इससे विकास पूर्ण करने वाले प्रतिरोपणों का प्रतिशत काफी अधिक रहता है ।

3. उपभाग 16.2.2 देखें ।

4. उपभाग 16.4.1 में दिए गए पाठ को पढ़ें ।

5. उपभाग 16.5.2 में दिए गए पाठ को देखें ।

इकाई 17 नेत्र और पाद अंगविकास

संरचना

17.1 प्रस्तावना
17.2 कशेरूकी नेत्र
प्रौढ़ नेत्र
चक्षुषीय क्षेत्र
नेत्र विकास की प्रक्रिया
दृष्टिपटल, लैंस एवं स्वच्छ मंडल का विभेदीकरण
नेत्रीय परिवर्धन में ऊतकों की पारस्परिक क्रिया
17.3 कशेरूकी पाद
पाद की मूल संरचना
पाद क्षेत्र
पाद ध्रुवता का निर्धारण
पाद परिवर्धन की प्रतिकृति
पाद संरचना विकास में बाह्यत्वचा तथा मध्यत्वचा की भूमिका
शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक
आकृति-संरचना का नियन्त्रण ।
17.4 नेत्र तथा पाद परिवर्धन में समानताएं
17.5 सारांश
17.6 अंत में कुछ प्रश्न
17.7 उत्तर

17.1 प्रस्तावना

पिछले भाग में आपने भ्रूणीय परिवर्धन की प्रारम्भिक क्रिया के विषय में जानकारी प्राप्त की । इन प्रारम्भिक परिवर्धन क्रियाओं के फलस्वरूप भ्रूण एक बहुकोशिकी रूपबंध (structure) में परिवर्तित होता है, जिसमें तीन अलग अलग त्वचीय परतें साफ दिखाई देती हैं । वह तीन परतें हैं — बाह्यत्वचा, मध्यत्वचा एवं अंतस्त्वचा । इसके बाद भ्रूण अंगविकास के लिए पूर्ण रूप से तैयार हो जाता है । इस भाग में आप पढ़ेंगे कि किस प्रकार अनेक कोशिकी समूहों की पारस्परिक क्रियाओं से विभिन्न अंगों का परिवर्धन होता है । एक अंग में अनेक ऊतकों से बने कई घटक (components) होते हैं, जो विभिन्न भ्रूणीय परतों से विकसित होते हैं । यह प्रक्रिया संरचनाविकासी गति, वृद्धि, पारस्परिक कोशिकी क्रिया एवं कोशिकी विभेदन द्वारा संपन्न होती है । कोशिकाओं में संरचना-विकासी गति तथा सामर्थ्य, प्रेरण एवं स्वरूप निर्धारण की क्षमता के विषय में जानने के लिए क्रमशः इकाई 15 एवं इकाई 16 को पुनः दोहरायें ।

अंगों के सही परिवर्धन एवं रचना के लिए यह अत्यावश्यक है कि उसके सभी घटकों का विकास समयानुसार एवं सही स्थान पर समन्वय से हो । इसके लिए अंग परिवर्धन के दौरान निरन्तर विभिन्न चरणों में कोशिकाओं तथा ऊतकों के अनेक समूहों में सुनिश्चित रूप से क्रमानुसार पारस्परिक क्रियाएं होती हैं ।

इस भाग में आप मेरूदंडीय प्राणियों में आँख तथा पाद परिवर्धन के विषय में जान पाएंगे । अंग विकास के अध्ययन के लिए हमने उदाहरणार्थ आँख और पाद अंगों का चुनाव कुछ विशेष कारणों से किया है । सभी मेरूदंडीय जीवों में रचनात्मक रूप से आँख एक समान होती है । आँखों के विभिन्न अंशों में भी समानता पाई जाती है । इसके अलावा इन सभी जीवों में आँखें भ्रूण की एक सी कोशिकाओं से समान रूप से विकसित होती हैं । यही बात मेरूदंडीय जीवों के पाद अंग पर भी लागू होती है । इसके अतिरिक्त अनेक परिक्षणों के फलस्वरूप इन दो अंगों की परिवर्धन प्रक्रिया के विषय में काफी जानकारी भी उपलब्ध है ।

प्रस्तुत भाग में सर्वप्रथम नेत्र परिवर्धन के विषय में तथा फिर पाद परिवर्धन के विषय में विवरण दिया गया है । इसके बाद दोनों अंगों के परिवर्धन प्रक्रियों में समानताओं की चर्चा की जाएगी ।

उद्देश्य

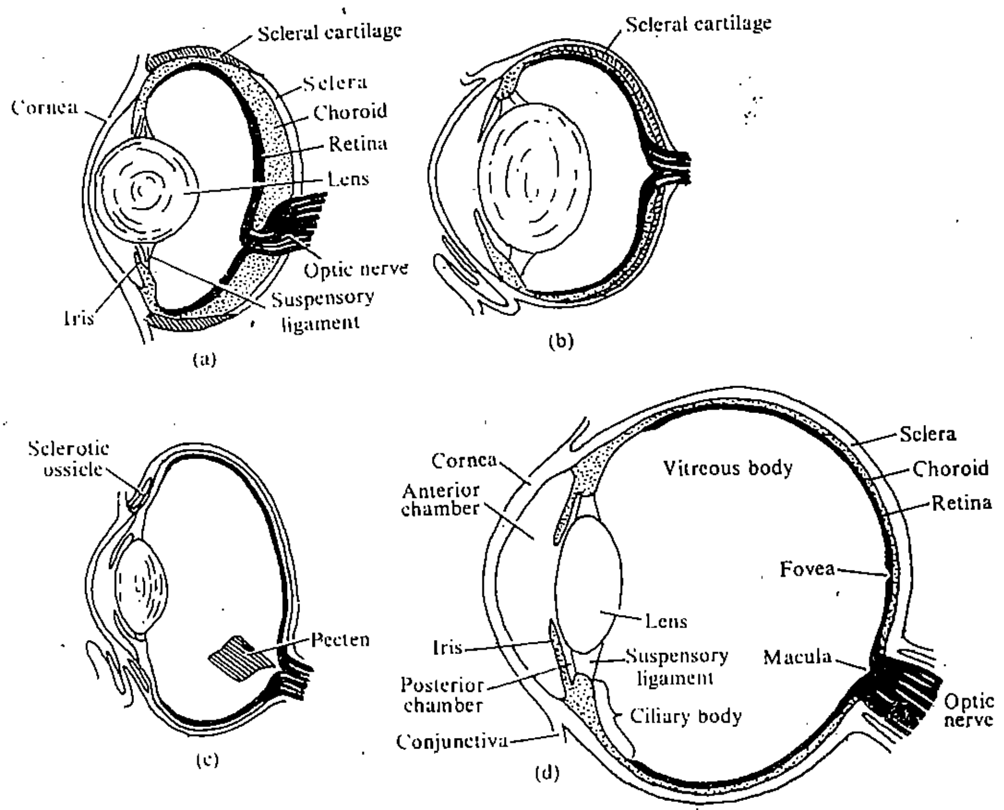
इस इकाई के अध्ययन के बाद आप

- संरचना विकास क्षेत्र के विषय में प्रमुख धारणाओं को स्पष्ट कर सकेंगे,
- नेत्र तथा उसके अवयवों के परिवर्धन का विवरण तथा ऊसमें प्रयुक्त पारस्परिक उतकीय क्रियाओं को स्पष्ट कर सकेंगे,
- पाद परिवर्धन प्रक्रिया का सम्पूर्ण विवरण दे सकेंगें,
- मेरूदंडीय जीवों में पाद अंगों की ध्रुवता (limb polarity) की पहचान कर सकेंगें,
- नेत्र तथा पाद परिवर्तन प्रक्रिया में मध्यत्वचा तथा बाह्यत्वचा की भूमिका को स्पष्ट कर सकेंगे,
- नेत्र तथा पाद परिवर्धन प्रक्रिया में विशेष समानताओं को स्पष्ट कर सकेंगे ।

17.2 कशेरूकी नेत्र

17.2.1 प्रौढ़ नेत्र

जैसा कि 17.1 में बताया गया है विभिन्न कशेरूकी की आँखों की रचना एवं आकृति में विशेष तौर पर कोई असमानता नहीं होती । सरीसृप जीवों की आँखों की रचना भी कशेरूकी की आँखों के समान ही होती है । आईए, अब स्तनपायी प्राणियों की आँखों की संरचना के विषय में कुछ जानें । (चित्र 17.1 (d))



चित्र 17.1 : a) मछली b) मेंढ़क c) चिड़िया d) स्तनपायी जीवों की आँखों के रेखाचित्र ।

स्तनपायी जीवों में आँख गेंद के समान गोल आकार की होती हैं जिसमें तीन सकेंद्रित परतें दिखाई देती हैं । सबसे बाहर की परत को दृढ़ पटल कोटा (sclerotic coat) या श्वेत पटल (sclera) कहते हैं । यह परत स्तनपायी जावों तथा पक्षियों में सख्त संयोजी ऊतक से बनी होती हैं तथा निम्न कोटि के मेरूदंडीय जीवों में इसका निर्माण उपस्थि ऊतक (cartilage) से होता है । अग्रभाग में यह परत

पारदर्शी स्वच्छ मंडल (cornea) से जुड़ी होती है । मध्यपरत संवहनी तथा वर्णकित होती है और इसे रक्तक पटल (कोरोएड) कहा जाता है, जो परितारिका (iris) से जुड़ी होती है । परितारिका के मध्य भाग में पाए जाने वाले छिद्र को पुतली (pupil) कहा जाता है । यह नेत्र लैंस के बिल्कुल सामने स्थित होता है ।

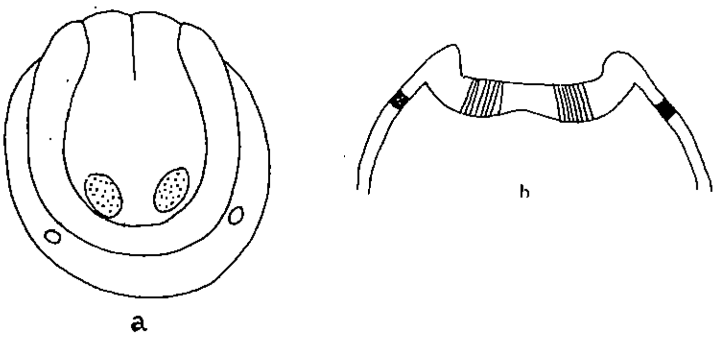
नेत्र की अंतरी परत को दृष्टि पटल (retina) कहा जाता है । यह दो भागों में विभाजित होती है । अग्रीय वर्णकित दृष्ठि तथा आंतरिक तंत्रिक दृष्टि पटल । अंतरी तंत्रिक दृष्टि पटल में प्रकाश के प्रति संवेदनशील कोशिकाओं जिन्हें शंकु (cone) तथा श्लाका (rod) कहते हैं के साथ (गैम्लिऑन) गुच्छिका कोशिका तथा अन्य तंत्रिका भी पाई जाती है । गुच्छिका कोशिका में स्थित तंत्रिका तंतु चक्षुषीय तंत्रिका की रचना करते हैं जो नेत्र को मस्तिष्क से जोड़ती हैं । शंकु कोशिकाएं तंत्रिका दृष्टि पटल के गर्तिका (fovea) में केन्द्रित होती हैं । जिस स्थान से चक्षुषीय तंत्रिका मस्तिष्क की ओर जाती है, उसको 'मैक्युला' कहा जाता है तथा यहाँ किसी भी प्रकार की प्रकाश-संग्राहक कोशिकाएं उपस्थित नही होती । दृष्टिपटल का अग्रभाग संवेदनहीन होता है तथा सिलिया पिण्ड (ciliary body) से जुड़ा होता है जिसमें मृदु मांसपेशियाँ (स्मूथ मसल्स) पाई जाती हैं । नेत्र लैंस, परितारिका के पिछले भाग में स्थित होता है और स्नायुओं (लिगामेन्टस) द्वारा अपने स्थान पर स्थिर रहता है । मांसपेशियों के तन्तुओं के संकुचन और विस्तारण के कारण नेत्र लैंस तथा स्वच्छ मंडल के बीच की दूरी तथा उनकी उत्तलता में अंतर का माप बदलता रहता है । स्वच्छ मंडल और परितारिका के मध्य के स्थान को अग्रकक्ष तथा परितारिका और स्नायु के बीच के स्थान को पश्चकक्ष कहते हैं । यह दोनों एक दूसरे से जुड़े होते है तथा इनमें भरे हुए द्रव्य को नेत्रोद या जलीय द्रव कहते हैं । लैंस तथा तंत्रिका दृष्टि पटल के बीच नेत्र गोलक (आई बॉल) का बहुत बड़ा कोष्ठक होता है जिसे काचाभद्रव (विट्रियस ह्युमर) कहा जाता है ।

पलकें या नेत्रच्छद निमेषक पटल (nictating membrane), नेत्र श्लेष्मला (conjuctiva), अश्रु ग्रंथि तथा नेत्र गुहा की बाह्य अंतःनेत्रीय माँसपेशियाँ आँख के अन्य सहायक अंग हैं ।

नेत्र की संरचना अत्यन्त जटिल है । बाह्यत्वचीय और मध्यत्वचीय परतों की कोशिकाओं से नेत्र का परिवर्धन होता है । दृष्टि पटल तथा लैंस का निर्माण बाह्यत्वचीय कोशिकाओं से होता है तथा स्वच्छ पटल परितारिका और सिलिया पिण्ड की संरचना दोनों बाह्यत्वचीय और मध्यत्वचीय कोशिकाओं से होता है । जहाँ एक ओर बाह्य अंतःनेत्रीय माँसपेशियाँ, रक्तक पटल एवं श्वेत पटल का जनन मध्यत्वचीय कोशिकाओं से होता है वहीं दूसरी ओर पलकों तथा अश्रु ग्रंथि की संरचना पूर्णतया अधिचर्मिक बाह्यत्वचीय कोशिकाओं से होती है ।

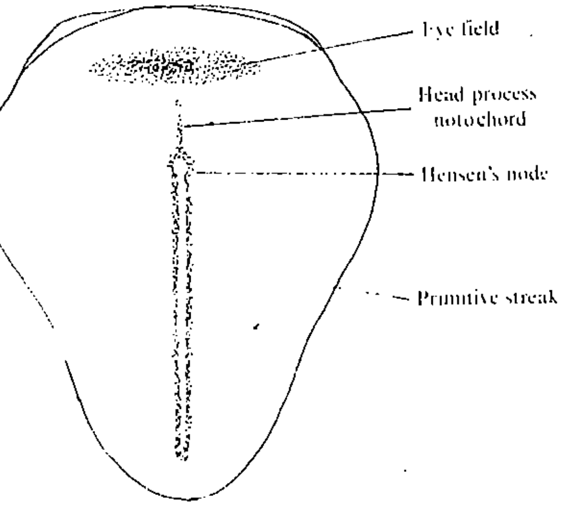
17.2.2 चक्षुषीय क्षेत्र

नेत्र का परिवर्धन अग्रमस्तिष्क के दोनों तरफ के पार्श्विक सिरों के बहिर्वतन से प्रारंभ होता है । इससे नेत्रीय आशय की संरचना होती है । सजीव अभिरंजन के प्रयोग से यह सिद्ध हो चुका है कि जलस्थलचरों में खुली तंत्रिका पट्टिका स्थिति के समय नेत्रीय आशय में परिवर्तन होने वाला संभाव पदार्थ तंत्रिका पट्टिका के अग्रीय भाग के बीच में स्थित होता है। यही क्षेत्र चक्षुषीय क्षेत्र (eye field) कहलाता है । बाद में इस क्षेत्र का विभाजन दोनों नेत्रों के लिए दो पार्श्विक हिस्सों में हो जाता है । तंत्रिक पट्टिका के बाहर अधिचर्मिक बाह्यत्वचा के भाग में लैंस क्षेत्र उपस्थित होता है (चित्र 17.2) ।



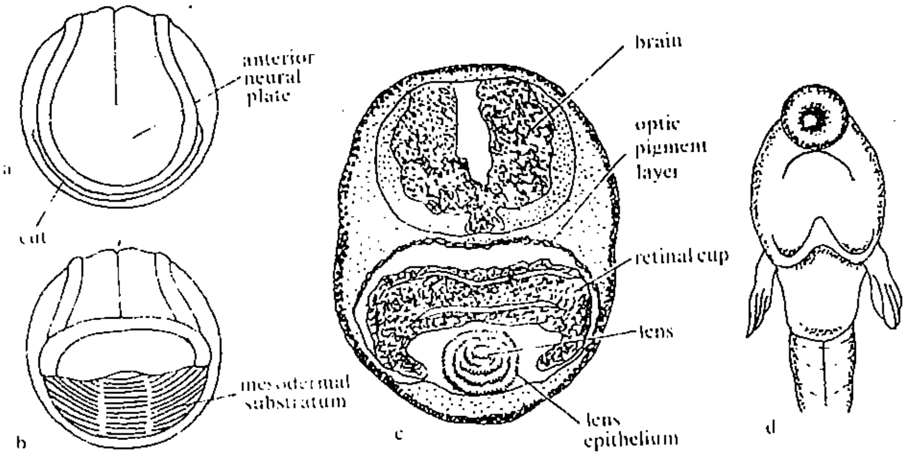
चित्र 17.2 : सजीव अभिरंजन से प्राप्त एक जलस्थलचर में खुली तंत्रिका पट्टिका स्थिति में संभाव्य नेत्र

चूज़े में चक्षुषीय क्षेत्र आदि रेखा (प्रिमिटिव स्ट्रीक) चरण में उपस्थित 'हैन्सन नोड' के सामने उपस्थित अधिकोरक (epiblast) के अग्रीय भाग के मध्य में एक बड़े खंड के रूप में पाया जाता है (चित्र 17.3) ।



चित्र 17.3 : चूजे में कोरकचर्म (blastoderm) में आँख का संरचना क्षेत्र, सिर की संरचना-प्रक्रिया के दौरान ।

चूज़े के भ्रूण में अष्ठ कायखंड (somite) चरण तक चक्षुषीय क्षेत्र के मध्य भाग में आँख की संरचना की क्षमता समाप्त हो जाती है परन्तु दोनों पार्श्विक भागों से पूर्ण नेत्रों का विकास होता हैं । अंडों पर लीथियम क्लोराईड तथा कोरटांन जैसे रसायनों के प्रभाव से चक्षुषीय क्षेत्र में कोई विशेष विभेदन नहीं होता और तब केवल एक मध्यस्थ नेत्र की संरचना होती है । इस प्रकार के नेत्र को 'साइक्लोपियन नेत्र' कहते है । तंत्रिक पट्टिका के अग्रभाग के निचले हिस्से से मध्यजनस्तर रज्जु को हटाने से भी दो पार्श्व नेत्रों के स्थान पर एक मध्यस्थ साइक्लोपियन नेत्र का विकास होता है (चित्र 17.4) ।



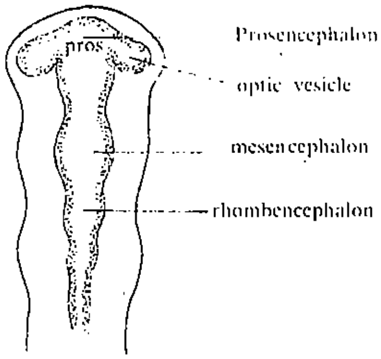
चित्र 17.4 : तत्रनीकी विदरण के कारण साइक्लोपिया का विकास होता है । मज्जका पट्टिका के अग्रभाग से यदि प्रारम्भिक न्यूरूला चरण में मध्यत्वचा को निकाल दिया जाए, तो एकल अधरीय नेत्र की संरचना होती है । a) मज्जका पट्टिका की अग्रीय सीमा से काट कर शल्यक्रिया के लिए तैयार न्यूरूला b) मज्जका पट्टिका को ऊपर उठाने पर दिखाई देने वाली मध्यस्तवचा को अलग कर मज्जका पट्टी का पुनस्थापन होता है । c) सिर के अनुप्रस्थ काट से दिखाई देने वाली अधरीय आँख, जिसमें एक मध्यस्थ लैंस होता है । d) प्रारम्भिक भ्रूण पर मैग्निशियम (या लीथियम) क्लोराइड के प्रभाव से निर्मित मध्यस्थ नेत्र (मछली का डिंभक) ।

भ्रूण के किसी भी क्षेत्र को समस्त कोशिकाओं की विभिन्न विशेषताओं के कारण ही अंग विशेष का परिवर्धन होता है । कोशिकाओं की विभिन्न विशेषताएं ही उस अंग विशेष का क्षेत्र या संरचना विकासी

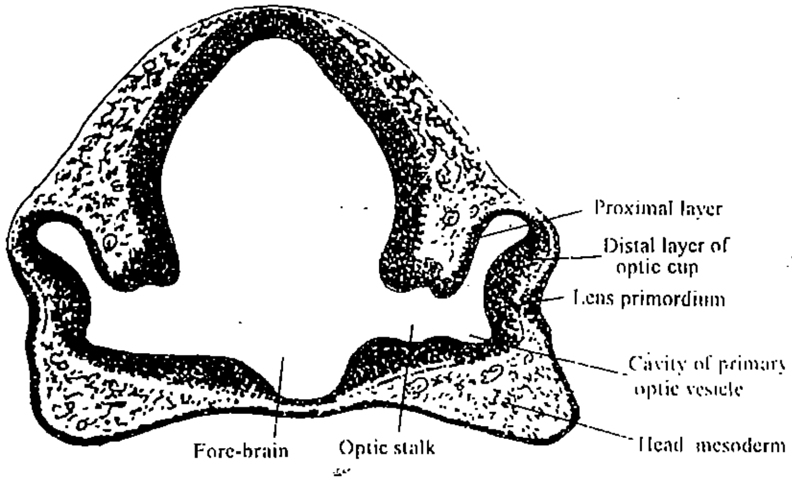
क्षेत्र कहलाती है । सामान्य तौर पर किसी भी अंग विशेष का विकास इस क्षेत्र के मध्यस्थ कोशिकाओं से होता है । परन्तु फिर भी उस अंग विशेष के परिवर्धन में प्रयुक्त विशेषताओं का प्रभाव प्रस्तावित क्षेत्र के बाहर आस–पास तक फैला होता है । इस कारण ही क्षेत्र के मध्यभाग की अनुपस्थिति में उसके आस-पास की कोशिकाओं से उस अंग विशेष की संरचना होती है ।

17.2.3 नेत्र विकास की प्रक्रिया

जैसा कि चित्र 17.5 तथा 17.6 में दर्शाया गया है मेरूदंडीय समुदाय में आँखों के विकास के प्रारम्भ में दो नेत्रीय आशयों की रचना होती है । यह आशय अग्रमस्तिष्क के दोनों ओर की सतहों के बहिर्वतन से या फिर थैलीदार बहि:क्षेपण के कारण विकसित होते हैं ।



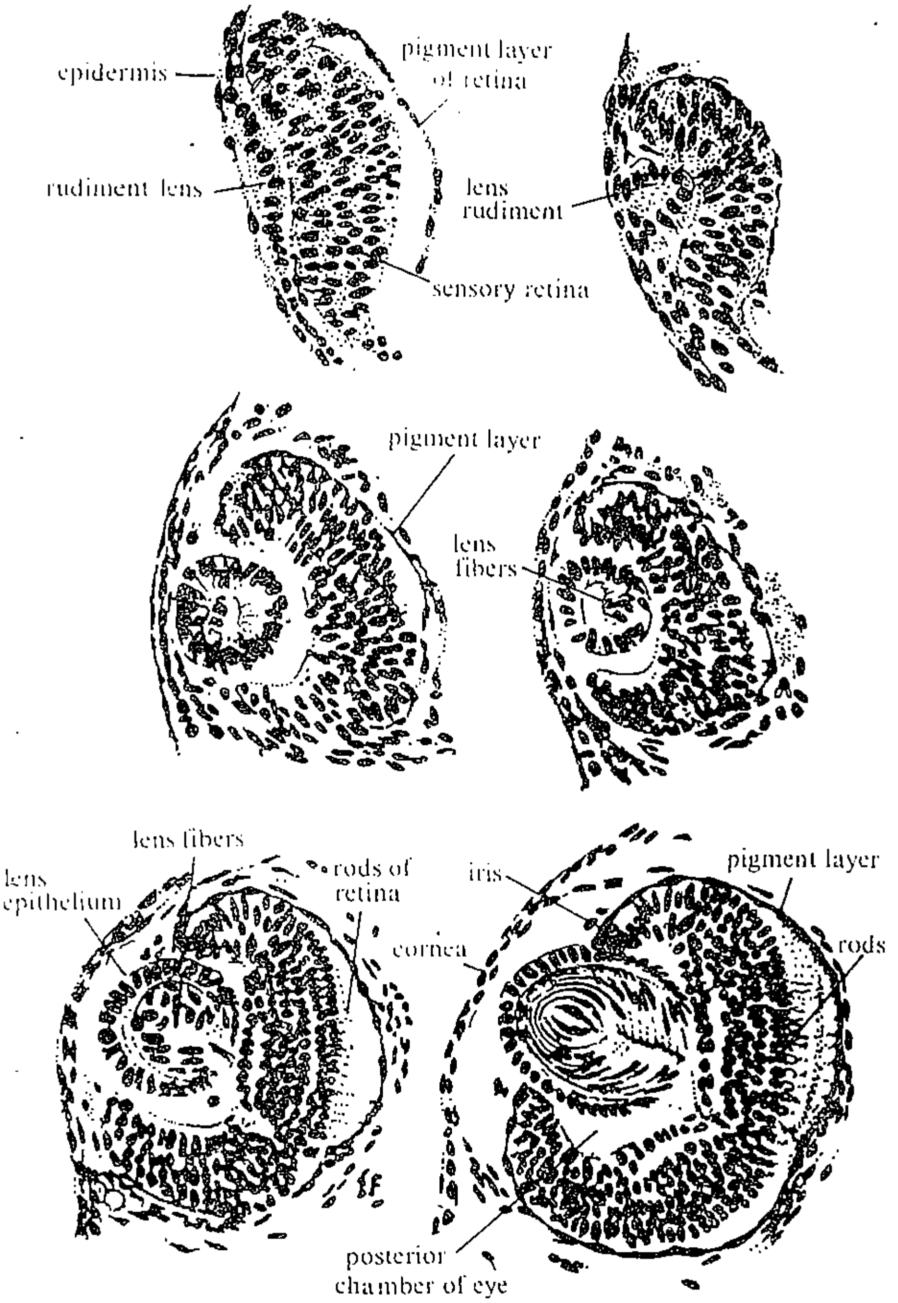
चित्र 17.5 : 33 घंटे के चूजे के भ्रूण में प्राथमिक मस्तिष्क आशय तथा आँख के अवशेष ।



चित्र 17.6 : 5 मिलीमीटर लम्बे मनुष्य के भ्रूण के अग्रमस्तिष्क से परिच्छेदन, जिसमें नेत्र कोटर (कप) का परिवर्धन होता है ।

सभी मेरूदंडीय जीवों में इसके आगे की विकास प्रक्रिया जिन क्रमिक चरणों में पूर्ण होती है वह चित्र 17.7 में दिखाए गए हैं । इस चित्र में 'एक्सोलोटल' नामक जलस्थलचर में नेत्र परिवर्धन की विभिन्न क्रियाओं को दिखाया गया है । आशय मस्तिष्क का विस्तार होते हैं । वैसे तो नेत्र आशय का मुख मस्तिष्क में बहुत चौड़ा होता है परन्तु अग्रमस्तिष्क के निचले भाग से निकले तथा उदर तल की ओर बढ़ रहे अवतलन के कारण संकरा होता जाता है । आशय तथा मस्तिष्क की इस संकरी सबंधनीय आकृति को नेत्रीय वृत कहते है (चित्र 17.6) ।

आशय का आकार बढ़ने के साथ साथ वह संभाव्य लैंस क्षेत्र पर उपस्थित अधिचर्मिक बाह्यत्वचा के अंतरी भाग के संपर्क में आ जाता है । इसके बाद बाह्यत्वचा में स्थूलता आने पर लैंस स्थाली की संरचना होती है । लैंस स्थाली उपरिशायी बाह्यत्वचा से पृथक होकर कोष्ठक युक्त गोल लैंस आशय का आकार ग्रहण करता है । इन क्रियाओं के साथ ही नेत्रीय आशय का वह भाग जो लैंस स्थाली के संपर्क में था बाहरी सिरे की ओर से स्थूल होता जाता है । इस भाग में अंतर्वेशन के कारण दोहरी भित्ती वाले नेत्र कोटर का विकास होता है ।



चित्र 17.7 : एक्सोलाटल नामक जलस्थलचर में नेत्र परिवर्धन के विभिन्न चरण ।

नेत्र कोटर की अंतरी सतह स्थूलकाय होते रहने से तंत्रिक या संवेदक दृष्टि पटल की संरचना होती है । बहरी सतह पतली ही रहती है तथा इससे वर्णकित दृष्टि पटल का विकास होता है (चित्र 17.7)।

नेत्र कोटर के कोष्ठक का परिवर्तन काचाभद्रव में तथा नेत्र कोटर के किनारे का परिवर्तन पुतली में होता है । असमान रूप से नेत्र कोटर के विकास के कारण उसमें उदर तल की ओर कुछ समय के लिए एक दरार के सामने खाली स्थान रह जाता है जिसे रक्तक पटलीय विदर (choroid fissure) कहते हैं ।

इसके पश्चात लैंस स्थाली तथा उसकी निचली झिल्ली के अंतर्वेशन से लैंस के आशय की संरचना होती है, जो आकार में नेत्र कोटर के मुख के अनुरूप होते हैं (चित्र 17.7) । अंतर्वेशन के पश्चात लैंस स्थाली निकटवर्ती अधिचर्मिक बाह्यत्वचा से विकसित दो परतों से पूर्णतयः ढक जाता है । बाह्यत्वचा पर लैंस तथा दृष्टिपटल के प्रभाव से पारदर्शी स्वच्छ मंडल का विकास होता है ।

मौलिक नेत्रीय कोटर की परिधि पर उपस्थित वर्णकित दृष्टि पटल की उपकला (epithelium) एवं अध्यत्वचीय रक्तक पटल के आवरण के विस्तार से परितारिका का परिवर्धन होता है । इसकी संरचना लैंस तथा स्वच्छ मंडल के बीच में होती है । वर्णकित परितारिका पुतली की सीमा रेखा की रचना

करता है । परितारिका में उपस्थित मृदु माँसपेशियों के रेशों से पुतली के आकार पर नियन्त्रण रखा जाता है । पुतली की माँसपोशियों का विकास नेत्र कोटर के बाह्यत्वचीय अतंत्रिक (नान-न्यूरल) क्षेत्र से होता है जबकि शरीर की माँसपेशियाँ मध्यत्वचा से विकसित होती हैं ।

सिलिया पिण्ड का विकास तंत्रिक दृष्टि पटल के उस आंत्रिक क्षेत्र से होता है, जो नेत्र कोटर की परिधि के अतंत्रिक हिस्से में उपस्थित होता है । सिलिया पिण्ड की माँस पेशियों के विकास में रक्तक पटल की मध्यत्वचीय कोशिकाएं भी भाग लेती हैं ।

नेत्र कोटर की मध्यत्वचा से श्वेत पटल तथा रक्तक पटल की संरचना होती है । रक्तक पटल की मध्यत्वचा नेत्र कोटर की सीमा रेखा की ओर से सिलिया पिण्ड की माँसपेशियों, श्वेत मंडल सिरोमा तथा परितारिका के बाहरी उपकला के सम्पर्क में आती हैं ।

17.2.4 दृष्टिपटल, लैंस एवं स्वच्छ मंडल का विभेदीकरण

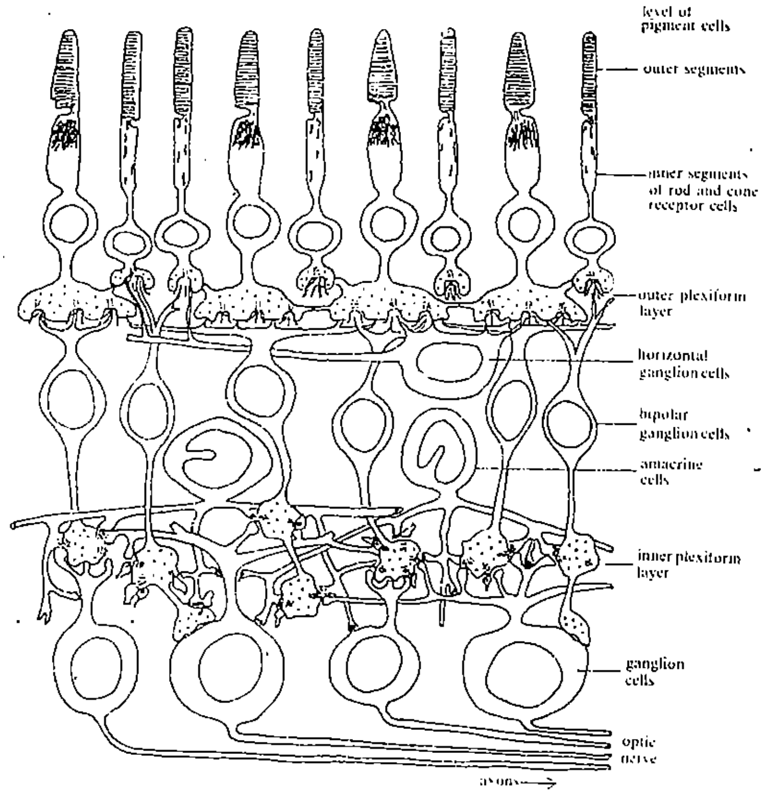
दृष्टिपटल जैसे - जैसे नेत्रीय आशय के अंतर्वेशन से दोहरी सतह वाले नेत्र कोटर का विकास होता है, वहीं साथ ही नेत्र कोटर की दोनों सतहों का पृथक विभेदीकरण (डिफरेन्सियेशन) भी प्रारम्भ हो जाता है । बाहरी मोटी एक कोशिकी परत में रंजक पदार्थ (पिग्मैन्ट) का परिवर्धन होता है तथा यही परत वर्णकित दृष्टि पटल में परिवर्तित हो जाती है (चित्र 17.7 (फ))। नेत्र कोटर की बाहरी सीमा पर विशेषतः भ्रूणीय क्षेत्र में आंतरिक परत की कोशिकाएं शीघ्र गति से अधिक संख्याँ में उत्पन्न होती हैं । यहाँ से नयी उत्पन्न कोशिकाओं का स्थानांतरण अंतरी परत के अधिक गहरे क्षेत्रों में होता है । इस प्रक्रिया से उसकी स्थूलता बढ़ती जाती है । अंततः इन कोशिकाओं का विभेदन प्रकाश संवेदक प्रकाशग्राही कोशिकाओं (शंकु और श्लाका) तंत्रिबंध (glial) कोशिका, अंतातंत्रिक कोशिका (द्विध्रुवीय, समतल, एमाक्राइन तथा गुच्छिका कोशिकाओं में होता है । यह सब कोशिकाएं तंत्रिक दृष्टि पटल का ही संघटक है । इसके पश्चात केवल सीमांतक क्षेत्र में कोशिकाओं का अतिशीघ्र प्रजनन होता है । तंत्रिबंध कोशिकाओं का परिवर्तन ('म्यूलर' रेशों में हो जाता है जो संपुटक (पैकिंग) ऊतक तथा तंत्रिक दृष्टि पटल की आंतरिक एवं बाहरी सतहों की अंतरी एवं बाहरी झिल्लियों की संरचना करती है । द्विध्रुवीय समतल एवं एमाक्राईन कोशिकाएं प्रकाशग्राही शंकु और श्लाका कोशिकाओं को एक दूसरे से जोड़ती हैं । यही कोशिकाएं शंकु और श्लाका कोशिकाओं को तंत्रिका (axon) तथा वृक्षिका (dentrite) के माध्यम से गुच्छिका से भी जोड़ती है । तंत्रिका दृष्टि पटल की गुच्छिका के तंत्रिकाक्ष उसके निचले हिस्से पर आकर मिलते हैं। यहाँ यह नेत्रीय तंत्रिका की रचना करते हैं जो नेत्रीय वृत तक जाकर तंत्रिका दृष्टि पटल को मस्तिष्क से जोड़ती हैं । तंत्रिका दृष्टि पटल का सम्पूर्ण रचनात्मक रूप चित्र 17.8 में दर्शाया गया है ।

तंत्रिका दृष्टिपटल के विभेदन में सर्वप्रथम नेत्रीय कोटर की आंतरिक परत की कोशिकाएं तीन क्षेत्रों में विभाजित होती है -i) बाह्य केन्द्रक क्षेत्र (outer nuclear layer, O.N.L.) जो वर्णकित दृष्टि-पटल के विल्कुल सामने होता है । इसकी कोशिकाएं प्रकाशग्राही कोशिकाओं में परिवर्तित हो जाती है । ii) आंतरिक क्षेत्र, जो लैंस के सामने होता है । इसकी कोशिकाएं गुच्छिका की संरचना करती हैं तथा इसे गुच्छिका परत कहते हैं । iii) मध्य क्षेत्र, जो आंतरिक केन्द्रक क्षेत्र (inner nuclear layer, I.N.L.) कहलाता है, यहाँ की कोशिकाएं तंत्र बंधी कोशिकाओं तथा अंतःतंत्रिकाओं की संरचना करती है (चित्र 17.9 (C)) ।

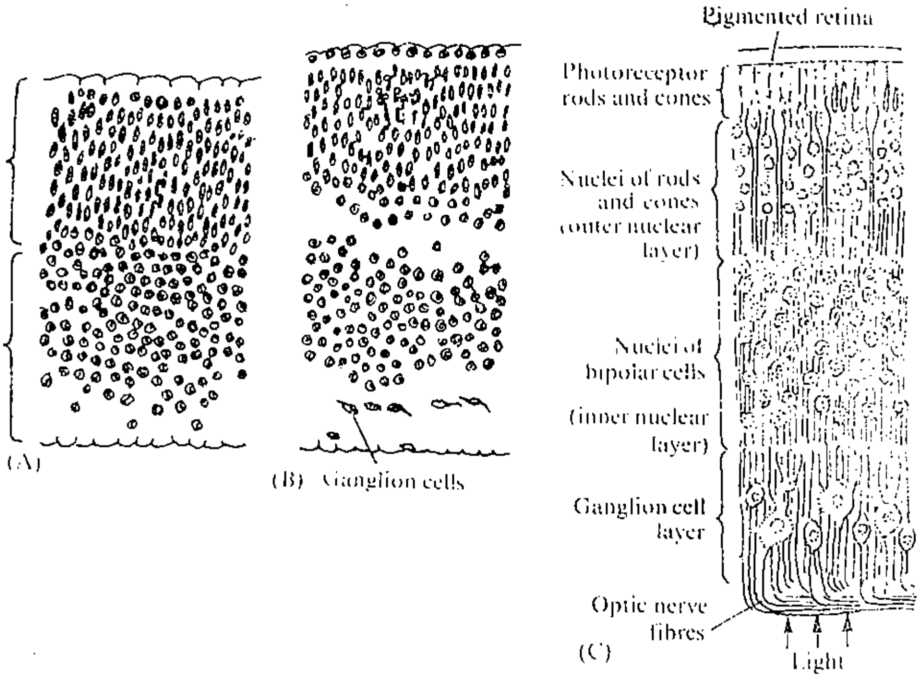
बाह्य सीमांत क्षेत्र से गहराई तक कोशिकाओं के स्थानांतरण के साथ ही तंत्रिका दृष्टि पटल के प्रारम्भिक विभेदीकरण के समय काफी मात्रा में ऊतक क्षय (सैल-डैथ) होता है । ऐसा मान्य है कि शायद कोशिकी क्षय के कारण ही तंत्रिक दृष्टिपटल तीन भागों में विभाजित हो जाता है । तंत्रिक दृष्टिपटल के तीनों क्षेत्रों की कोशिकाओं का विभेदन क्रमशः निम्न प्रकार से होता है ।

1) तंत्रबंधी कोशिकाएं 2) गुच्छिका 3) अनेक प्रकार की अंतरतंत्रिक कोशिकाएं 4) प्रकाशग्राही कोशिकाएं

बाह्य केन्द्रक परत के बाहरी कोनों से प्रकाशग्राही शंकु व श्लाका कोशिकाओं का विकास होता है (चित्र 17.10)। हर कोशिका एक जैविक द्रव्यी मुकुल (cytoplasmic bud) को जन्म देता है । इसका



त्र 17.8 : मनुष्य के तंत्रिक दृष्टि पटल की प्राथमिक कोशिकाओं के सूत्रयुग्मिक सबंधों का संक्षिप्त रेखाचित्र । सबसे उपर की परत में शंकु तथा श्लाका की उपस्थिति होती है जिनका उपरी सिरा रंजक कोशिकाओं की परत में दबा होता है (चित्र में अप्रदर्शित) इन संवेदक कोशिकाओं का सूत्रयुग्मक (synaptic) सबंध आसपास की कोशिकाओं तथा द्विधुवीय, और समतल गुच्छिका से भी होता है । यह कोशिकाएं अंतरी गुच्छिका कोशिकाओं से सम्पर्क स्थापित करती है, जिनके तंत्रिकाक्ष से नेत्र या चक्षुषीय तंत्रिका का परिवर्धन होता है ।



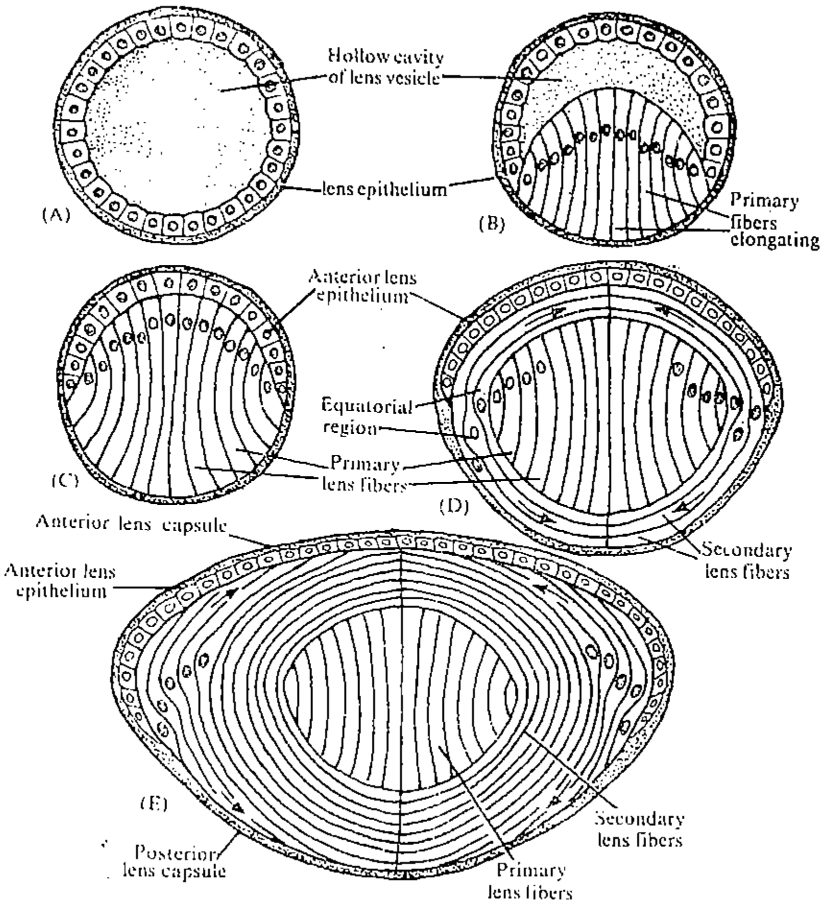
त्र 17.9 : मनुष्य में तंत्रिक दृष्टि पटल का विकास । कोशिकाओं का विभाजन पहले दो परतों (A) तथा फिर तीन परतों में होता है (B) मानव तंत्रिका पटल का परिच्छेदन (C) विभिन्नताओं को नोट कीजिए ।

रवर्धन कोशिका के बाहरी हिस्से में होता है तथा ये बाह्य सीमांत झिल्ली से निकल कर तंत्रिक दृष्टि टल एवं वर्णाकित दृष्टि पटल की मध्यस्थ खाली जगह में स्थित हो जाती है । लम्बाई में बढ़ने के यह मुकुल सर्वप्रथम शंकु एवं श्लाका कोशिकाओं की अंतरी भाग का विकास करती है । इस

डेल्टा) (चित्र 17.11) । इन प्रोटीन के संश्लेषण की क्रमानुसार क्रिया विभिन्न मेरूदंडीय प्राणियों में ग प्रकार से होती है । अधिकांश प्रजातियों में व्यस्क स्थिति में मुख्यतः क्रिस्टलीन में β – रूप की । अधिक होती है ।

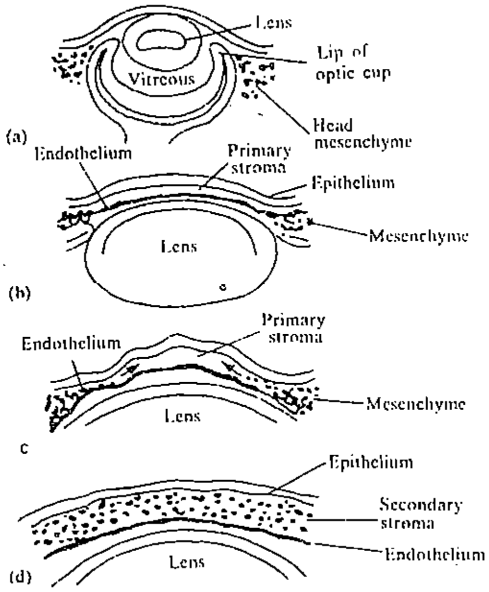
आशय की भीतरी सतह पर स्थित कोशिकाएं दृष्टि पटल के बिल्कुल सामने होती हैं । लम्बाई में ां पर यह लैंस रेशों का स्वरूप धारण करती हैं । विकास के साथ साथ इन कोशिकाओं द्वारा टलीन का संश्लेषण होता है । इस प्रोटीन के भरने से केन्द्रक बाहर निकल पड़ता है तथा अंततः टलीन संश्लेषण रेशे लैंस आशय के कोष्ठक में पूर्ण रूप से भर जाते हैं । इस प्रक्रिया के पश्चात आशय एक पारदर्शी रूपबंध में परिवर्तित हो जाता है ।

उपकला का वह अग्र भाग जो श्वेत मंडल के सामने स्थित होता है, एक प्रजनक क्षेत्र है । यहाँ ाकाओं का निरन्तर विभाजन होता रहता है । जब नयी उत्पन्न कोशिकाएं लैंस के भूमध्य से र गुजरती हैं तो उनकी लम्बाई बढ़ने लगती है (चित्र 17.12) । इसी कारण लैंस में तीन क्षेत्र स्थित होते हैं । प्रथम अग्र भाग, जहाँ उपकला की कोशिकाओं का निरन्तर विभाजन होता रहता दीर्घीकरणीय कोशिकाओं का भूमध्य क्षेत्र तथा मध्यस्थ एवं पश्च क्षेत्र जहाँ रेशिय कोशिकाएं बर सैल्स) क्रिस्टलीन से परिपूर्ण होती हैं । प्राणियों के पूरे जीवन काल तक लैंस का यह प स्थायी है । लैंस के भूमध्य क्षेत्र से सदा नए रेशों की उत्पत्ति होती रहती है । मध्य में पुराने बाहर की ओर नवीन रेशे होते हैं । लैंस की निचली झिल्ली से लैंस सम्पुट की संरचना होती लैंस के विभेदीकरण में बहुत अधिक समय लगता है । व्यस्क चूजे में उपकला की कोशिकाओं से रेशिय कोशिकाओं के प्रजनन में दो वर्ष का समय लग जाता है । तीन दिन पुराने चूहे के लैंस ला की सभी कोशिकाओं में डी एन ए (DNA) संश्लेषण होता रहता है, जो कोशिका विभेदन का सूचक है । परन्तु 12 दिन पुराने चूहे में केवल लैंस के अग्र भाग में स्थित प्रजनक क्षेत्र में डी एन ए संश्लेषण की प्रक्रिया पाई जाती है ।



-17.11 : लैंस की कोशिकाओं का विभेदीकरण A) लैंस आशय B) आंतरिक कोशिकाओं की लम्बाई में वृद्धि के परिणामस्वरूप लैंस रेशों का प्रजनन C) क्रिस्टलीन प्रजनक कोशिकाओं से भरी कोशिकाएं D) अग्रीय लैंस उपकला से उत्पन्न नयी लैंस कोशिकाएं E) लैंस के विकास के साथ नये रेशों का विकास ।

स्वच्छमंडल : पूर्णतयः विकसित स्वच्छ मंडल में दो मुख्य अंश होते हैं – (i) द्विकोशिकीय परतों से निर्मित उपकला तथा (ii) पीठिका (stroma) जो कोशिका के बाहर से संस्रावित पदार्थों से निर्मित होता है । श्वेत मंडल का अधिकांश भाग पीठिका द्वारा बना होता है । स्वच्छमंडल के विकास प्रक्रिया के अध्ययन के लिए सर्वोत्तम उदाहरण चूजे में स्वच्छमंडल की विकास प्रक्रिया है (चित्र 17.12) ।



चित्र 17.12 : चूजे में स्वच्छमंडल की विकास प्रक्रिया के विभिन्न चरण । a) नेत्र आशय का उपरिशायी स्वच्छमंडलीय उपकला से पृथक्करण b) उपकला की कोशिकाओं द्वारा कोलैजन के स्रावण से पीठिका का विकास । उपकला तथा लैंस के बीच के स्थान में मध्योतक (mesenchyme) के भर जाने से अंतःस्तर (endothelium) का विकास होता है । c) अंतःस्तर की कोशिकाओं से हायाल्यूरोनिक अम्ल का स्रावण होने से पीठिका फूल जाती है । d) गतिशील मध्योतक से द्वितीयक पीठिका का विकास ।

लैंस आशय की उपरिशायी बाह्यत्वचा दो कोशिकीय परतों से निर्मित होती है । यही संभाव्य स्वच्छ मंडल क्षेत्र कहलाता है । निचली परत की कोशिकाएं पूरे जीवन काल तक समसूत्रण (माइटोसिस) द्वारा विभाजित होती रहती हैं । उपरी परत की कोशिकाओं के विशल्कन द्वारा नष्ट हो जाने पर निचली परत से इन कोशिकाओं की संख्या पूरी होती है । लैंस आशय के प्रभाव से निचली परत की कोशिकाओं की अकृति स्तंभाकार (columnar) हो जाती है । इन कोशिकाओं में I तथा II प्रकार के कोलैजन ऊतक की करीब बीस परतों का स्रावण होता है । कोलैजन की एकांतरित परतें उपकला के समानांतर होती हैं परन्तु एक दूसरे से उनकी स्थिति समकोणिय होने के फलस्वरूप एक लंबकोणिय परत की संरचना होती है । यही उपकला एवं लैंस के बीच पीठिका की रचना करता है (चित्र 17.13) । इसी बीच रक्त कोशिकाओं से उत्पन्न मध्योतक (mesenchyme) का स्थानांतरण भी पीठिका क्षेत्र में हो जाता है जिससे एक कोशिकी चौड़ी उपकला की संरचना होती है । मध्योतक का विकास न्यूरल श्रृंग (neural crest) से होता है । इस उपकला द्वारा संस्रावित हायाल्यूरोनिक अम्ल प्राथमिक पीठिका में भर जाता है जिससे वह फूलने लगती है । तब मध्योतक की दो तरंगें उसमें स्थानांतरित हो जाती हैं । इन कोशिकाओं से अपने कोलेजन का स्रावण होता है, जिसके फलस्वरूप द्वितीयक पीठिका का विकास होता है (चित्र 17.12) ।

ऊष्मायन के दस दिन के पश्चात चूजे को भ्रूण में हायाल्यूरोनिडेज़ प्रकिण्व (enzyme) का संस्रावण होता है । इससे अम्ल नष्ट हो जाता है तथा पीठिका में संकुचन पैदा होता है । निर्जलीकरण के पश्चात पीठिका एक पारदर्शी तत्व में बदल जाती है । इसका मुख्य कारण थाइराइड ग्रंथि द्वारा संस्रावित प्रकिण्व थाइरॉक्सिन का प्रभाव है ।

जलस्थलचरों में बाहरी स्वच्छ मंडल का विकास अधिचर्मिक बाह्यत्वचा से होता है । पीठिका का विकास भी अधिचर्मिक बाह्यत्वचा तथा मध्यत्वचा के अंतरी स्वच्छ मंडलीय कोशिकाओं से होता है, जो शायद तंत्रिक श्रृंग से विकसित होती है । थाइराईड ग्रंथी के प्रभाव से रूपांतरण क्रिया (metamorphosis) के दौरान स्वच्छ मंडल का पूर्ण विकास होता है ।

चित्र 17.13 : स्वच्छमंडल की पीठिका के परिच्छेदन के समकोणिय एकांतरित कोलेजन की परतें ।

17.2.5 नेत्रीय परिवर्धन में ऊतकों की पारस्परिक क्रिया

मेरुदण्डीय जीवों में नेत्र की रचना अत्यन्त जटिल होती है । इसमें उपस्थित विभिन्न अवयवों के समायोजन से ही यह अपना कार्य ठीक प्रकार से करता है । नेत्र जैसे अंगों की कार्यकुशलता का मुख्य कारण विभिन्न ऊतकीय अनुक्रमिक पारस्परिक क्रियाएं हैं । इन ऊतकों का विकास भ्रूण के अनेक भागों से होता है । नेत्र आशय लैंस एवं स्वच्छमंडल के विकास चरणों में पारस्परिक क्रियाओं का मुख्य योगदान है । इस भाग में इसका सम्पूर्ण विवरण दिया जाएगा ।

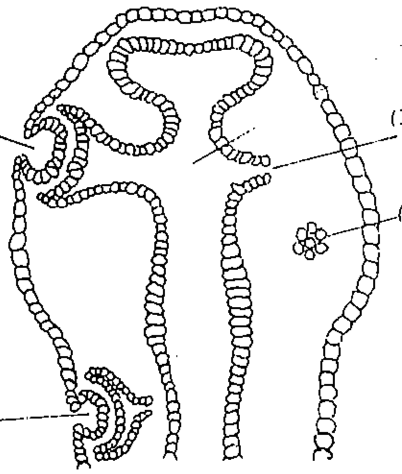
लैंस आशय- यह आपको पहले भी बताया गया है कि लैंस आशय में विकसित होने वाला संभाव्य पदार्थ चक्षुषीय क्षेत्र में प्रारम्भिक तंत्रिक पट्टिका के अग्र भाग में उपस्थित रहता है । जलस्थलचरों के भ्रूण पर किए गए परिक्षणों से ज्ञात होता है कि अगर प्रारम्भिक खुली तंत्रिक पट्टिका चरण में इस पदार्थ को निकालकर किसी दूसरे भ्रूण के पार्श्व में आरोपित कर दिया जाए तो परिणाम स्वरूप नेत्र कोटर का विकास हो जाता है । इससे पता चलता है कि पहले से ही चक्षुषीय क्षेत्र की कोशिकाओं द्वारा नेत्र का विकास निश्चित किया जा चुका है । इस क्रिया के पूर्व बाह्यत्वचा द्वारा तंत्रिक पट्टिका का विकास प्रारम्भ हो जाता है । तंत्रिक पट्टिका का विकास कन्दुक-जनन के दौरान मध्यजनस्तर रज्जु के अंतर्वेशन से होता है (इकाई 16 का अवलोकन करें) । इसके पश्चात तंत्रिक पट्टिका के अग्र भाग में संभाव्य अग्रमस्तिष्क क्षेत्र के निचले हिस्से में स्थित मध्यजनस्तर रज्जु के अग्र भाग में प्रेरण क्रिया का प्रारम्भ होता है । इस चरण में अगर मध्यत्वचा को निकालकर अलग कर दिया जाए तो चक्षुषीय क्षेत्र का विभाजन नहीं होता और अंततः केवल एक मध्यस्थ नेत्र का परिवर्धन होता है । इसके अतिरिक्त इस चरण में तंत्रिक पट्टिका में स्थित संभाव मस्तिष्क क्षेत्र में अगर अग्रीय मध्यजनस्तर रज्जु का आरोपण कर दिया जाए तो वहाँ भी चक्षुषीय क्षेत्र का परिवर्धन संभव है । नेत्र आशय के आगे की विकास क्रिया के लिए भी मध्यत्वचा से लगातार संपर्क स्थापित होना आवश्यक है ।

नेत्र आशय के अंतर्वेशन के द्वारा दोहरी सतह वाले नेत्र कोटर की संरचना होती है । यह प्रक्रिया संभाव्य लैंस बाह्यत्वचा के साथ नेत्र आशय के संपर्क एवं लैंस स्थाली द्वारा पारस्परिक प्रेरण पर निर्भर करती है । इन दो में केवल एक सतह की रचना होती है । साथ ही केवल एक कोशिकी वर्णकित उपकला का ही परिवर्धन संभव होता है ।

उदाहरण के तौर पर नेत्र आशय के प्रेरण से बाह्यत्वचा द्वारा लैंस स्थाली की संरचना होती है तथा लैंस थाली के प्रेरण से आशय में अंतर्वेशन की क्रिया के फलस्वरूप तंत्रिक दृष्टि पटल एवं वर्णकित दृष्टि पटल की संरचना होती है ।

जलस्थलचरों की अनेक प्रजातियों में काफी समय तक भ्रूण के अनेक क्षेत्रों में उपस्थित बाह्यत्वचा लैंस विकास की क्षमता रखती है । ऐसे में किसी क्षेत्र में अगर नेत्र आशय का आरोपण किया जाए तो परिणाम स्वरूप उपरिशायी बाह्यत्वचा द्वारा लैंस का विकास संभव है (चित्र 17.14) । इससे बाह्यत्वचा

...र नेत्र आशय की निर्देशित प्रेरक क्रिया के विषय में पता चलता है, नहीं तो इस प्रक्रिया की अनुपस्थिति में यहाँ अधिचर्म का विकास होता है ।



चित्र 17.14 : ऊतकों की निदेशात्मक पारस्परिक क्रिया । मेरूदंडीय जीवों के एक आदर्श भ्रूण के सिर का परिच्छेदन, जिसमें पारस्परिक क्रिया की परीक्षक तकनीक दिखाई गई है । इस चित्र में नेत्र आशय द्वारा सिर की बाह्यत्वचा से लैंस के परिवर्धन की प्रेरण क्रिया को दर्शाया गया है । 1) सामान्य प्रेरण 2) नेत्र आशय की अनुपस्थिति में लैंस का विकास नहीं होता । 3) नेत्र आशय के स्थल पर किसी और ऊतक की स्थापना से लैस का विकास असंभव है । 4) यदि नेत्र आशय को सिर की बाह्यत्वचा के पास किसी दूसरे स्थान पर रख दिया जाए तो लैंस का विकास किसी अन्य स्थान पर होता है ।

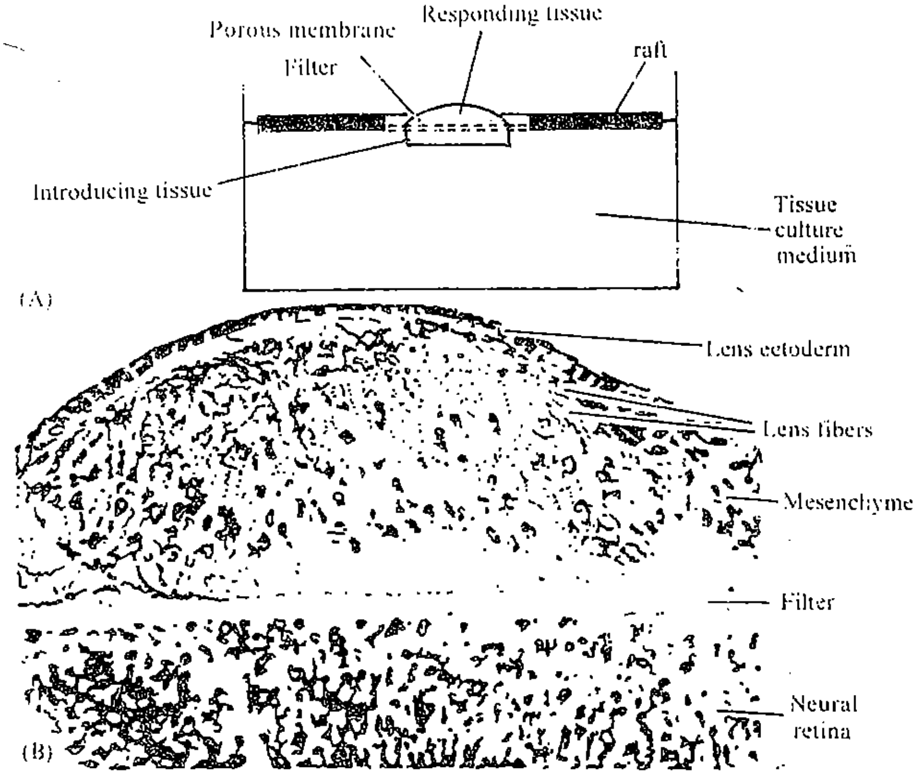
लैंस : अनेक परीक्षणों के फलस्वरूप पता चला है कि अनेक प्रजातियों में लैंस संरचना की क्रिया नेत्र आशय के प्रेरण से ही संभव है । जब नेत्र आशय का संपर्क संभाव्य लैंस बाह्यत्वचा से होता है तो लैस की संरचनात्मक प्रक्रिया का प्रारम्भ होता है । चूजे तथा अनेक जलस्थलचरों में उपर्वर्णित संपर्क के न स्थापित होने से लैंस स्थाली की संरचना नहीं देखी गई (चित्र 17.14) । नेत्र आशय की प्रेरण क्रिया जाति विशेष नहीं है । देखा गया है कि किसी भी प्रजाति के आशय की यदि संभाव्य लैंस बाह्यत्वचीय क्षेत्र में स्थापित किया जाए तो वहाँ लैंस स्थाली की संरचना संभव है । उदाहरणार्थ राना एस्क्युलेन्टा नामक जाति के आशय को अगर राना सिल्वेटिका प्रजाति के सिर की बाह्यत्वचा में आरोपित कर दिया जाए तो लैंस की संरचना हो जाती है ।

कुछ जलस्थलचरों तथा कुछ अन्य प्रजातियों में देखा गया है कि लैंस की संरचना केवल नेत्र आशय के द्वारा ही नहीं होती । जीनोपस तथा राना फ्यूस्का जैसी प्रजातियों में लैस की संरचना नेत्र आशय की अनुपस्थिति में संभाव्य लैंस बाह्यत्वचा से भी संभव है ।

सैलेमैण्डर पर किए गए परीक्षणों से पता चला है कि लैंस संरचना की प्रक्रिया अनेक चरणों में पूर्ण होती है । इस प्रक्रिया के दौरान लैंस की बाह्यत्वचा निरन्तर तीन उत्प्रेरक तत्वों द्वारा प्रभावित होती है । गैस्ट्रुलाभवन प्रथम प्रेरक यह ग्रसन्य (pharyngeal) अंतस्त्वचा से प्राप्त करता है जो गैस्ट्रुलाभवन के दौरान इसके अन्दर चला जाता है । इसके बाद दूसरा प्रेरक संकेत लैंस बाह्यत्वचा से जब वह कुछ समय के लिए संभाव्य हृदयी मध्यत्वचा के ऊपरी क्षेत्र में आ जाता है । तंत्रिका विन्यास के पश्चात लैंस आशय तथा हृदयी मध्यत्वचा के सम्पर्क से अंतिम संकेत भेजा जाता है । इससे पता चलता है कि पहले ही अंतस्त्वचा तथा हृदयी मध्यस्त्वचा से दो आवश्यक संकेत बाह्यत्वचा तक पहुँच चुके हैं । इसी कारण आशय की अनुपस्थिति में लैंस की संरचना संभव है । सैलेमैण्डर पर किए गए विभिन्न परिक्षणों में बाह्यत्वचा तक पहुँचने के पहले ही नेत्र आशय को निकाल लिया गया । तब 42 प्रतिशत नमूनों में लैंस की संरचना देखी गई । चूजे में परीक्षण के समय लैस की संरचना नेत्र आशय के अतिरिक्त अन्य विभिन्न ऊतकों से भी हो सकती है ।

जिन प्रजातियों में लैंस की संरचना केवल नेत्र आशय से ही हो सकती है, वहाँ भी अन्य ऊतकों के सहयोग की आवश्यकता होती है । यह तथ्य सन् 1965 में मुत्थुक्करूप्पन द्वारा किए गए अनेक क्रमिक अंतपात्र (in vitro) परिक्षणों द्वारा स्थापित हुआ है । परीक्षण के समय चूजे के भ्रूण से संभाव्य लैंस बाह्यत्वचा का रोपकूपी निस्यदंक (porous filter) पर संवर्धन किया गया । इनसे कुछ का

संवर्धन मध्योतक के साथ तथा कुछ का मध्योतक के बिना किया गया । निस्यंदक के नीचे कुछ नमूनों में आशय तथा ऊपरी सतह पर लैंस बाह्यत्वचा के साथ मध्योतक था तथा कुछ में नहीं । जिनमें निचले हिस्से में आशय तथा ऊपरी हिस्से में मध्योतक उपस्थित था वहींपर सामान्य लैंस का विकास देखा गया । लैंस बाह्यत्वचा तथा मध्योतक की अनुपस्थिति में लैंस के स्थान पर बाह्यत्वचा का विकास हुआ (चित्र 17.15) । इस प्रकार के कई अन्य परीक्षणों से पता चलता है कि लैंस के विकास के लिए बाह्यत्वचा एवं नेत्र आशय का वास्तविक सम्पर्क आवश्यक नहीं है अपितु यह क्रिया आशय द्वारा संस्रावित विसरणशील पदार्थों से भी संभव है । यह पदार्थ छोटे छोटे अणुओं से बने होते है तथा इनकी विशेषताओं के बारे में जानकारी उपलब्ध नहीं है ।



चित्र 17.15 : सिर की बाह्यत्वचा से लैंस का अंतःपात्र प्रेरण । A) अंतपात्र संवर्धक प्रेरण को देखने की ग्रोबस्टेन प्रक्रिया । रोमकूपी झिल्ली के एक ओर प्रतिक्रियाशील ऊतक को रखा जाता है तथा प्रेरक ऊतक को झिल्ली के नीचे की ओर । फिर इन्हें ऊतक संवर्धक पदार्थ में एक बेड़े पर तैराया जाता है । B) एक रोमकूप पर चूहे के संभाव्य लैंस की बाह्यत्वचा तथा मध्योतक को रखा गया (जिनके स्रोत के विषय में पता नहीं था) । रोमकूप के नीचे तंत्रिक दृष्टि पटलीय ऊतक को रखा गया । तीन दिन के पश्चात पूर्ण लैंस का विकास हुआ ।

लैंस की विकास प्रक्रिया के प्रेरण के पश्चात भी उसका विभेदन एवं पोषण और सरेखण तंत्रिक दृष्टि पटल से प्रभावित होता है । यदि नेत्र कोटर को निकाल दिया जाए तो भी लैंस नष्ट हो जाता है ।

यदि लैंस को निकाल कर उसे 180° पर घुमाया जाए और अपनी जगह पर पुनःस्थापित कर दिया जाए तो अग्रीय उपकला दृष्टि पटल के बिल्कुल सामने आ जाती है । इससे उपकला की कोशिकाओं की लम्बाई में वृद्धि होती है और वह रेशों का विकास करती हैं । ऐसा माना जाता है कि तंत्रिक दृष्टि पटल से एक ऐसे पदार्थ का स्रावण होता है जो काचाभद्रव से विसरण के पश्चात लैंस आशय के पश्च भाग में पहुँचता है । इस पदार्थ के स्रावण से लैंस रेशों के विकास पर प्रभाव पड़ता है । इस प्रकार का एक पदार्थ 'लैन्ट्रोपिन' है । यह चूजे के भ्रूण के नेत्र कोटरों में स्थित काचाभद्रव से निस्सारित किया गया है ।

स्वच्छमंडल : उपरिशायी अधिचर्मक बाह्यत्वचा से अलग होने के बाद लैंस स्थाली बाह्यत्वचा में स्वच्छमंडल की परिवर्धन क्रिया प्रारम्भ करता है । स्वच्छ मंडल के विकास एवं अभिरक्षण में दृष्टि पटल के अनेक धारक अत्यन्त प्रभावी सिद्ध हुए हैं । व्यस्क जीवों में यदि नेत्र गोलक को निकाल दिया जाए तो स्वच्छमंडल अपारदर्शी हो जाता है ।

हाल में हुए परीक्षणों से पता चलता है कि लैंस उपकला की कोशिकाओं के स्थान पर बाह्यकोशिकी

लैंस संपुट के कारण ही बाह्यत्वचा में लैंस विकास का प्रेरण होता है । लैंस संपुट दो विशेष पदार्थों से बना होता है, वह है – ग्लाइकोसएमाइनो ग्लाइकन तथा कोलेजन । इसीलिए लैंस संपुट की सतह पर या शुद्ध कोलेजन युक्त श्लिषि पदार्थ (gel) पर जब स्वच्छमंडलीय उपकला का संवर्धन किया गया तो इसके परिणाम स्वरूप प्राथमिक पीठिका का विकास होता देखा गया ।

संपूर्ण भ्रूण के अधिचर्म में स्वच्छमंडल के विकास की क्षमता काफी लम्बी अवधि तक कायम रहती है । यदि अधिचर्म के नीचे कहीं भी नेत्र कोटर का आरोपण कर दिया जाए तो वह पारदर्शी हो जाता है ।

अब तक आपने नेत्र परिवर्धन की सम्पूर्ण प्रक्रिया का अध्ययन किया । अब इसी से सम्बन्धित निम्न प्रश्नों का उत्तर दीजिए ।

बोध प्रश्न 1

1) निम्न चरणों में चक्षुषीय क्षेत्र कहाँ स्थित होता है ?

   अ) जलस्थलचरों के प्रारम्भिक न्यूरूला में ।

   ब) चूजे के भ्रूण के प्राथमिक चरण में ।

....

2) जलस्थलचर न्यूरूला में किस ऊतक के कारण चक्षुषीय क्षेत्र दो भागों में विभाजित हो कर नेत्रों की संरचना करता है ?

....

3) दृष्टि पटल को मस्तिष्क का दूरस्थ क्षेत्र क्यों कहते हैं ?

....

4) स्वच्छमंडलीय उपकला निम्न में से किसका विस्तार है – शारिरिक अधिचर्म, श्वेत पटल या दोनों का या किसी का भी नहीं ।

....

5) कुछ प्रजातियों में संभाव्य लैंस की बाह्यत्वचा तक प्रेरक संकेत भेजने वाले तीन सूत्रों का नाम बताईये ।

....

6) यदि पार्श्व भाग के अधिचर्म को उसके निचले हिस्से में आरोपित कर दिया जाए तो क्या निम्न चरणों में नेत्र आशय द्वारा लैस की संरचना संभव है ?

   अ) न्यूरूला चरण   ब) अंडों से निकले टैडपोल में

....

7) तंत्रिक दृष्टि पटल को निकालने से लैंस पर क्या प्रभाव पड़ेगा ?

....

8) स्वच्छमंडल के विकास का प्रेरणा निम्न में से किस ऊतक से होता है ?

   i) लैंस उपकला कोशिकाएं   ii) लैंस संपुट

   iii) दोनों से   iv) किसी से भी नहीं

....

9) तंत्रिक दृष्टि में अंदर से बाहर की ओर तीन मुख्य क्षेत्रों के नाम बताइए ।

....

17.3 कशेरूकी पाद

पिछले खंड में आपने पढ़ा कि किस प्रकार कोशिकाओं और उतकों के विभिन्न समूहों के बीच की अनुक्रमिक और समन्वित पारस्परिक क्रियाओं से आँख जैसे जटिल अंग की संरचना होती है । इस भाग में एक और जटिल अंग -पाद (पैर) के विकास का पूर्ण विवरण दिया गया है । सभी चुतुष्पाद (टैट्रापॉड) कशेरूकी में युग्मित पादों का विकास एक जैसी कोशिकाओं से एक समान प्रक्रिया से होता है । भ्रूण में इन कोशिकाओं का समान स्रोत होता है । इसी कारण पाद समांग (homologous) है ।

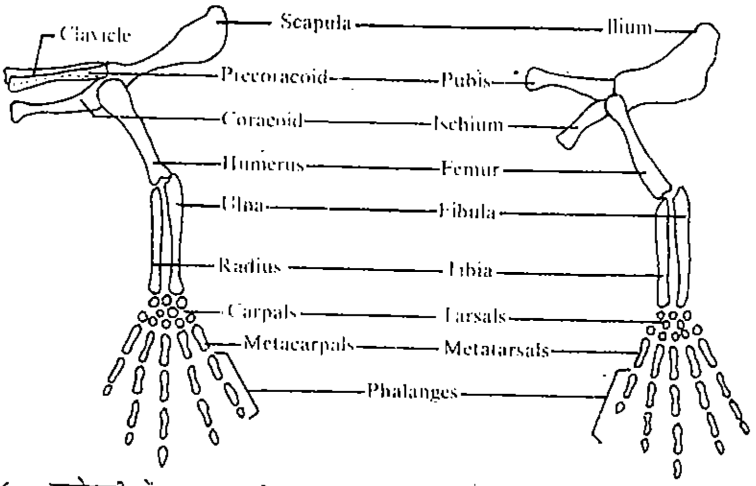
वर्तमान सदी में कशेरूकी में विकास प्रक्रिया पर अनेक विस्तृत अध्ययन कार्य एवं परीक्षण किए गए हैं । पहले अध्ययन एवं परीक्षण मुख्यतः जलस्थलचरों पर किया जाता था परन्तु अब चूजा मुख्य विष्य है । इसका कारण है चूजे के भ्रूण का आकार में बड़ा होना, तथा सारे वर्ष आसानी से उपलब्ध होना । हाल के कुछ वर्षों में अधिकांश परीक्षण कार्य चूजे के भ्रूण में पंखों के विकास पर किया गया है । पंख मुकुल (विंग बड) का आकार बड़ा होने के कारण परीक्षक द्वारा अनेक प्रकार से इसे प्रयोग किया जा सकता है । इन मुकुलों के अंश को काट उसी भ्रूण या अन्य भ्रूणों पर जरायु - अपरापोषिका झिल्ली, युक्त (chorio-allantoic membrane) भ्रूणों पर भी आरोपित किया जाना संभव है । ट्रिप्सिन, इथीलीन डाईअमीन टैट्राऐसेटिक अम्ल (EDTA) जैसे रसायनों एवं सूक्ष्म शल्यकर्म (microsurgery) की सहायता से चूजों के भ्रूण की बाह्यत्वचीय और मध्यत्वचीय अंशों को अलग भी किया जा सकता है तथा दुबारा इन अंशों अन्य समुच्चयों में पुनः एकत्र किया जाना भी संभव है । इस प्रकार के संश्लेषित मुकुल के दोनों अंश एक से या विभिन्न पाद प्रकारों के हो सकते हैं । यह पाद प्रकार भी एक समान या पृथक प्रजाति के भ्रूण के एक से या पृथक चरण से विकसित हो सकते हैं । इस प्रकार के समुच्चयों की विकास क्रिया का अध्ययन भ्रूण या जरायु - अपरापोषिकायुक्त झिल्ली पर आरोपण के द्वारा या अंतः पात्रे संवर्धन से किया जा सकता है । वर्तमान में पाद-विकास क्रिया के विषय में उपलब्ध अधिकांश जानकारी इन्हीं परीक्षणों का परिणाम है ।

पाद विकास क्रिया के अध्ययन के पहले आईए चतुष्पाद स्तनी जीवों में मूल संरचनात्मक तरीकों तथा पाद की आकारिकी को दोहराएं । इसके पश्चात भ्रूण में संभाव्य पाद क्षेत्र (limb field) पाद अक्ष (limb axis) के निर्धारण की समस्या, प्रारम्भिक पाद अवशेष (limb bud) का विकास और संरचना, पाद का संरचना विकास तथा पाद विकास के दौरान मध्यत्वचा और बाह्यत्वचा की पारस्परिक क्रियाओं का अध्ययन किया जाएगा । अंत में उन प्रक्रियाओं का विवरण दिया जाएगा जो पाद परिवर्धन क्रिया का नियन्त्रण करती हैं ।

17.3.1 पाद की मूल संरचना

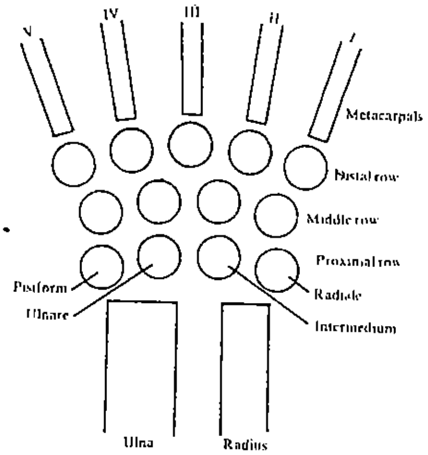
चतुष्पाद जीवों में पाद अंगों की मूल संरचना हम कंकाल अंशों और उनके संगठन से भली भाँति जान सकते हैं । पाद में अनेक अनुक्रमिक हड्डियाँ होती हैं जो निश्चित रूप से अपने स्थान पर स्थित रहती है । इन हड्डियों का परिवर्धन पास और दूर अनुक्रमिक रूप से होता है । सामान्य तौर पर अग्रपाद में क्रमानुसार प्रगंडिका (ह्यूमरस) दो समानांतर हड्डियाँ बहिःप्रकोष्ठिका (रेडियस) तथा अंतःप्रकोष्ठिका (अल्ना), अनेक मणिबंधिका (कार्पल), करभिका (मेटाकार्पल) तथा अंगुलियों की अनेक हड्डियाँ होती हैं । इसके साथ ही पश्च पाद में उर्विका (फीमर), समानांतर अन्तर्जंघिका (टीबीया) और बहिर्जंघिका (फीबुला), गुल्फ (टार्सल), प्रपदिका (मेटाटार्सल) और अगुलियों में विभिन्न संगत हड्डियाँ पाई जाती है । अग्रपाद एवं पश्चपाद में हर एक हड्डी के लिए संगत हड्डी की उपस्थिति के कारण ही पाद अंगों की अनेक हड्डियाँ समांग कहलाती है (चित्र 17.16) ।

पाद अंगों की सभी हड्डियाँ तीन पाद खंडों में व्यवस्थित होती हैं । i) वर्तिकापाद (स्टाइलोपोडियम) - अग्रपाद या उसकी ऊपरी बाँह, पश्चपाद का जंघा । यह प्रथम खंड निकटस्थ सिरे देह से भित्ति (बाडी वॉल) से जुड़ा होता है । इसमें प्रगंडिका या उर्विका हड्डियाँ होती हैं । ii) ज्यूगोपोडियम (अग्रपाद की निचली बाजू तथा पश्चपाद का जंघाभाग) इस खंड में बहिःप्रकोष्ठिका, अंतःप्रकोष्ठिका या अर्न्तजंघिका या बहिर्जंघिका हड्डियाँ आती हैं iii) ओटोपोडियम - (अग्रपाद की कलाई और हाथ तथा पश्चपाद की एड़ी या पंजा) इस दूरस्थ खंड में मणिबंधिका, करभिका या गुल्फ और प्रपदिका तथा अंगुलियों की हड्डियाँ आती हैं । आदि चतुष्पाद प्राणियों में पंचागुलिपाद (pentadactyl) की



चित्र 17.16 : कशेरूकी में अग्रपाद और पश्चपाद की हड्डियों की अनुक्रमिक समांगता (होमोलोगी) ।

उपस्थिति उल्लेखनीय है । हर अंगुली में अनेक अंश पाए जाते थे । इस प्रकार की संरचना में तीन पंक्तियों में व्यवस्थित 13 मणिबंधिकाएं (या गुल्फ), 5 करभिकाओं (या प्रदिकाओं) की एक पँक्ति तथा 5 अंगुलियाँ होती थी । (चित्र 17.17)

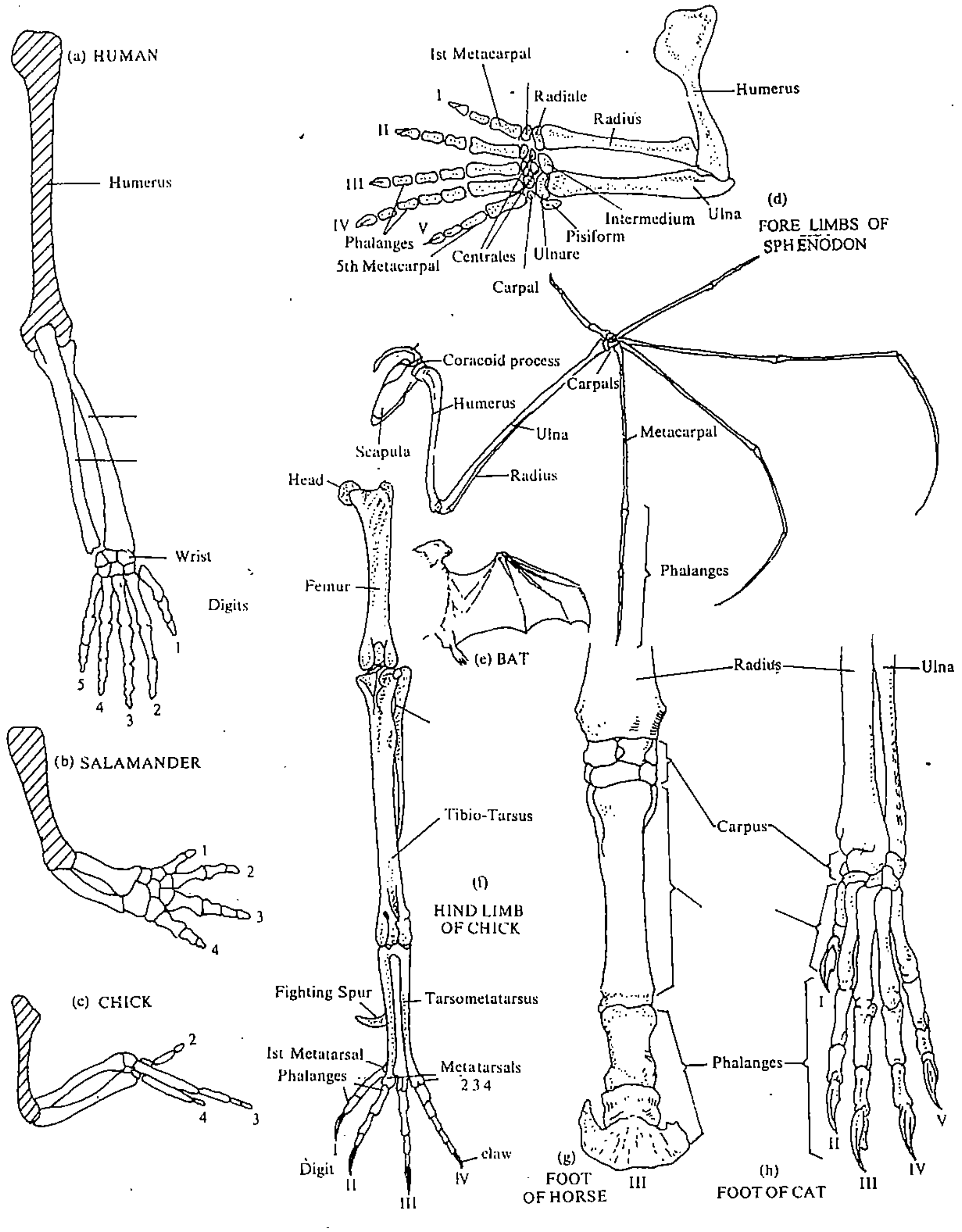


चित्र 17.17 : पचांगुलि अग्रपाद में सम्पूर्ण अंशों का रेखाचित्र ।

सभी चतुष्पाद जीवों में अग्रपाद एवं पश्चपाद की आध मूलभूत संरचना कुछ विभिन्नताओं एवं रूपांतरण के बाद मुख्यतः ओटोपोडियम के समान ही पाई गई है । अधिकांश जीवों में गौण रूप से पंचागुलि पाद विशेषता की समाप्ति गौण बात है । चिड़ियों एवं कई स्तनपायी जीवों तथा जलचरी कशेरूकी में अनेक अंशों के घटने या समाप्त होने, संयोजन (फ्यूजन) या लम्बाई में बढ़ने के कारण ओटोपोडियम में रूपांतरण हुआ है (चित्र 17.18) ।

17.3.2 पाद क्षेत्र (लिम्ब फील्ड)

यह आपने इकाई 14 में पढ़ा ही है कि किस प्रकार अनेक चिह्न (marking) एवं प्रतिरोपण (transplantation) के तरीकों से प्रारम्भिक भ्रूण में कोशिकी समूहों के उन विशिष्ट क्षेत्रों की पहचान संभव है जिनसे अंततः विभिन्न अंगों की संरचना होती है । इन क्षेत्रों की पहचान से हमें विकास के अनेक चरणों में भ्रूण के विभिन्न क्षेत्रों के भविष्यिक मानचित्र बनाने में सहायता मिलती है । उपर्युक्त तरीकों से ही अनेक कशेरूकी जीवों के प्रारम्भिक भ्रूण में अग्रपाद एवं पश्चपाद के संभाव्य क्षेत्रों की पहचान करने में समर्थता प्राप्त हुई है । चित्र 17.19 में एम्बीस्टोमा मैक्यूलेटम (जलस्थलचर) नामक सैलेमैण्डर में भ्रूण के पुच्छ मुकुल चरण (tail bud) चरण में अग्र भाग के संभाव्य क्षेत्र को दर्शाया गया है । यह क्षेत्र क्लोम (gill) क्षेत्र के बिल्कुल पीछे होता है । गोल चक्रीय (circular disc) आकार के इस क्षेत्र में बाह्यत्वचा और उसके नीचे स्थित पार्श्व में पट्टिका रूप में मध्यत्वचा भी साफ दिखाई देती है । असल में पाद का परिवर्धन चक्र की मध्यस्थ कोशिकाओं से होता है । मध्यभाग के आसपास की कोशिकाओं से परिक्लोमी (parabranchial) ऊतक अंस मेखला (shoulder girdle) का विकास होता है । इस विषय पर प्रारम्भिक कार्य सन 1918 में हैरिसन ने किया था ।

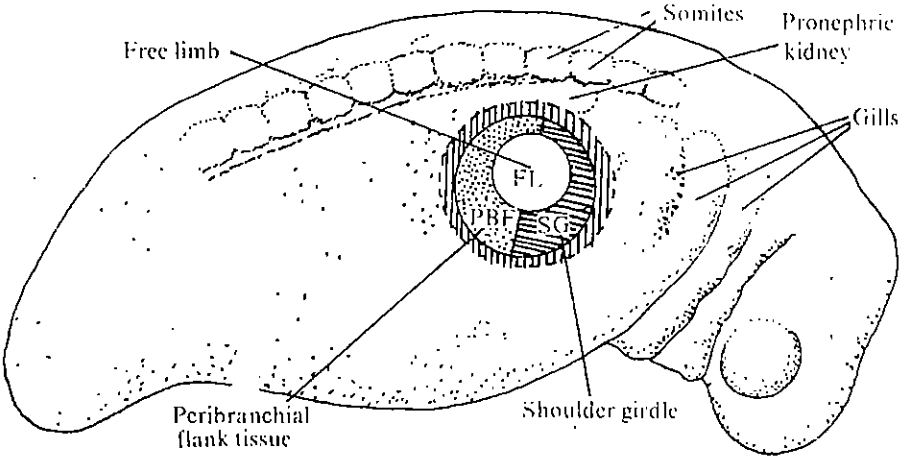


चित्र 17.18 : अग्रपाद a) मनुष्य b) सैलेमैण्डर (जलस्थलचर) c) चूजे के पंख d) स्फीनोडोन (सरीसृप) e) चमगादड़ f) पुरूष चूजे का पश्च पाद g) घोड़े का पैर h) बिल्ली का पैर ।

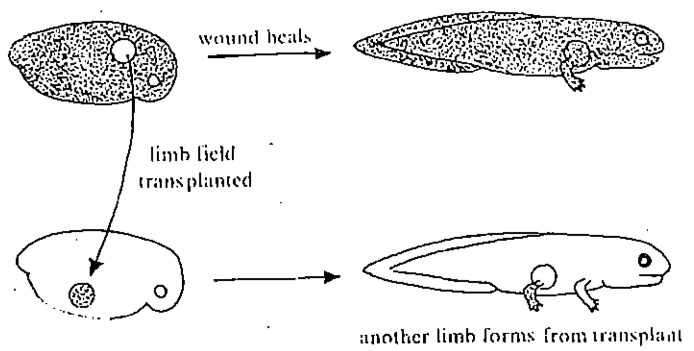
इसके बाद अनेक जीव वैज्ञानिक द्वारा किए गए परीक्षणों एवं अध्ययन कार्यों से पता चलता है कि :

1) यदि चक्र के मध्य भाग (जिसमें बाह्यत्वचा और मध्यत्वचा दोनों या सिर्फ मध्यत्वचा) को निकाल दिया जाए तो बाहरी वलय (ring) की कोशिकाएं जो सामान्यतः परिक्लोमी ऊतक और अंस मेखला की संरचना करती हैं, सही पाद अंग की संरचना करने में संक्षम हैं ।

2) यदि बाहरी वलय के साथ पूरे चक्र को निकाल दिया जाए तो एक और बाहरी वलय की कोशिकाएं खाली स्थान को भर देती हैं । यही कोशिकाएं सामान्य पाद की संरचना भी करती हैं ।



चित्र 17.19 : एम्बीस्टोमा नामक सैलेमैण्डर में संभाव्य अग्रपाद मुकुल । मध्य भाग की कोशिकाओं से मुक्त पाद का परिवर्धन होगा । इसके चारों ओर की कोशिकाओं से परिक्लोमी ऊतक तथा अंस मेखला का विकास होगा । उसके बाहरी क्षेत्र की कोशिकाएं सामान्यतः पाद परिवर्धन नहीं करती अपितु बीच की कोशिकाओं के हटा लेने पर इस क्रिया का नियमन अवश्य कर सकती हैं ।



चित्र 17.20 : एक पाद क्षेत्र से दो पाद-अंगों का विकास । एक भ्रूण से ऊतक के खंड का प्रतिरोपण दूसरे भ्रूण पर किया जाता है। प्रतिरोपित खंड से एक पाद का विकास होता है तथा भरे हुए ऊतक से दूसरे पाद का विकास होता है ।

3) यदि इस बाहरी वलय को भी निकाल दिया जाए तो पाद अंग की संरचना असंभव है । इस प्रकार एम्बीस्टोमा तथा अन्य जलस्थलचरों में पुच्छ मुकुल चरण एवं न्यूरूला चरण में वह क्षेत्र जिसमें सम्पूर्ण चक्र तथा उसका बाह्य वलय स्थित होता है । पाद-क्षेत्र कहलाता है ।
जलस्थलचरों पर किए गए अन्य परीक्षणों से पता चलता है कि :

1) यदि आधे पाद-क्षेत्र को निकाल कर किसी और स्थान पर आरोपित कर दिया जाए तो दो पादों का विकास होता है । इनमें से एक का विकास आरोपित क्षेत्र से तथा दूसरे का विकास मौलिक स्थान पर उपस्थित आधे चक्र से होता है ।

2) जब एक भ्रूण के संभाव पाद क्षेत्र का आरोपण दूसरे भ्रूण के पाद क्षेत्र के बराबर में कर दिया जाए तो दो क्षेत्रों के संयोजन से एक क्षेत्र और अन्ततः एक पाद का विकास होता है ।

3) यदि पाद क्षेत्र को मध्य से विभाजित कर दिया जाए और दोनों क्षेत्रों के संलयन को एक झिल्ली द्वारा रोका जाए तो दोनों आधे क्षेत्रों से दो सामान्य पादों का विकास होता है ।

इन परिक्षणों से जो सारांश निकलता है वह है ।

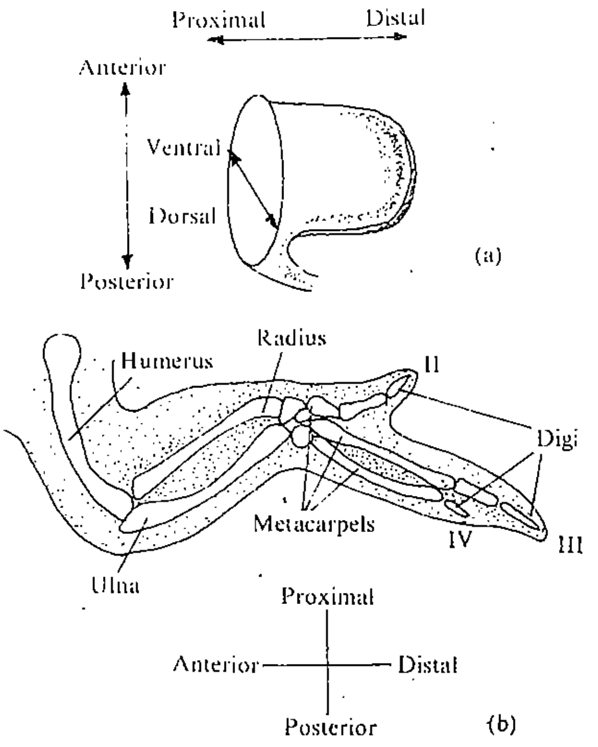
1) वास्तविक निर्धारित पाद क्षेत्र का विस्तार आस पास के कुछ क्षेत्र में भी होता है ।

2) सम्पूर्ण पाद क्षेत्र की कोशिकाएं पाद के विकास में सक्षम होती हैं ।

3) इस क्षेत्र की कोशिकाओं में पाद अंगों, अंस मेखला तथा अन्य ऊतकों की जनन क्षमता के अतिरिक्त कई अन्य विशेषताएं भी होती हैं । क्षेत्र के किसी भी भाग में होने वाले विदारण (जैसे किसी भाग का नष्ट होना, नए भाग का जुड़ना, विभाजन आदि को) क्षेत्र के अंश आसानी से पहचाने जाते हैं । इसके फलस्वरूप नई परिस्थिति के अनुकूल प्रतिक्रिया करते हुए पाद-अंग का विकास करते हैं । इसे नियमन (regulation) कहा जाता है ।

पाद क्षेत्र की विभिन्न विशेषताएं चक्षुषीय क्षेत्र के समान ही हैं, जिसके बारे में हमने पिछले भाग में चर्चा किया है ।

चूज़े के भ्रूण में पंखों तथा पैरों के पाद क्षेत्र आठवें चरण यानि द्विकायखंड चरण पर विकसित होते हैं । पंख तथा पैरों के पाद - क्षेत्र क्रमशः भविष्यिक 15-20 कायखंड तथा 26-32 कायखंड क्षेत्र के बिल्कुल सामने स्थित रहते हैं ।

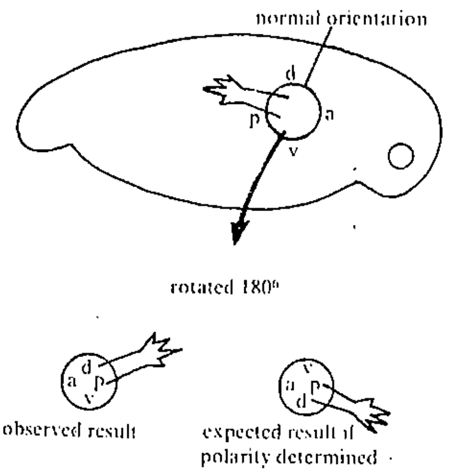


चित्र 17.21 : चूजे में a) प्रारम्भिक पंख मुकुल तथा b) विकसित पंख के तीन अक्ष ।

17.3.3 पाद ध्रुवता का निर्धारण

पाद-अंगों में विशेषतः तीन अक्ष या तीन प्रकार की ध्रुवता (polarity) पाई जाती है (चित्र 17.21) । 1) कंधे या श्रोणि (हिप) से अंगुलियों तक की दिशा जिसे समीपस्थ दूरस्थ अक्ष (proximal-distal, PD) कहते हैं । 2) पाद का कपालीय (सिर) भाग अग्र भाग होता है तथा पुच्छीय भाग पश्च होता है । कपाल से पुच्छ तक की अग्रीय पश्च अक्ष (anterior-posterior (AD)) 3) पाद के ऊपरी हिस्से से नीचे की ओर जाने वाला पृष्ठीय-अधरीय अक्ष (dorsal-ventral (DV)) इसे समझने के लिए आप अपने हाथ को देखिए । आपका अंगुठा अग्रीय भाग तथा कनिष्ठ अगुंलि पश्च भाग में स्थित है । हाथ के पीछे का भाग पृष्ठीय तथा हथेली अधरीय भाग है । आपके अग्रपाद एवं पश्चपाद के प्रतिपार्श्विक अंग (contralateral) एक दूसरे का दर्पण प्रतिबिम्ब ही है । उदाहरण के तौर पर आपका सीधा हाथ और पैर क्रमशः उल्टे हाथ और पैर का दर्पण प्रतिबिम्ब है ।

प्रारम्भिक भ्रूण में उपस्थित संभाव्य पाद क्षेत्र की कोशिकाओं में भविष्यिक पाद अंगों की ध्रुवता या अक्षों की स्थापना होती है, परन्तु कहीं भी इन अक्षों का विकास एक साथ नहीं होता । एम्बीस्टोमा के अग्रपाद क्षेत्र तथा चूजे की भ्रूणीय पंख मुकुल पर किए गए परीक्षणों से पता चलता है कि सर्वप्रथम अग्रीय-पश्च अक्ष की स्थापना होती है । इसके पश्चात पृष्ठीय-अधरीय अक्ष तथा अंत में समीपस्थ - दूरस्थ की स्थापना होती है । तीनों अक्षों की स्थापना पाद-मुकुल के स्पष्ट होने के पश्चात होती है (चित्र 17.22) ।



चित्र 17.22 : पाद अंगों की ध्रुवता । ऊपरी चित्र में जलस्थलचरों के भ्रूण में पाद चक्र (डिस्क) के आकार, स्थिति तथा अपवृद्धि की दिशा को दर्शाया गया है । नीचे बायें : पाद चक्र को निकालने के बाद 180° पर घुमाने के परिणाम स्वरूप अग्रीय पश्च अक्ष का निर्धारण होता है परन्तु पृष्ठीय-अधरीय अक्ष का नहीं । नीचे दायें : ए-पी तथा डी-वी अक्षों के निर्धारण का परिणाम ।

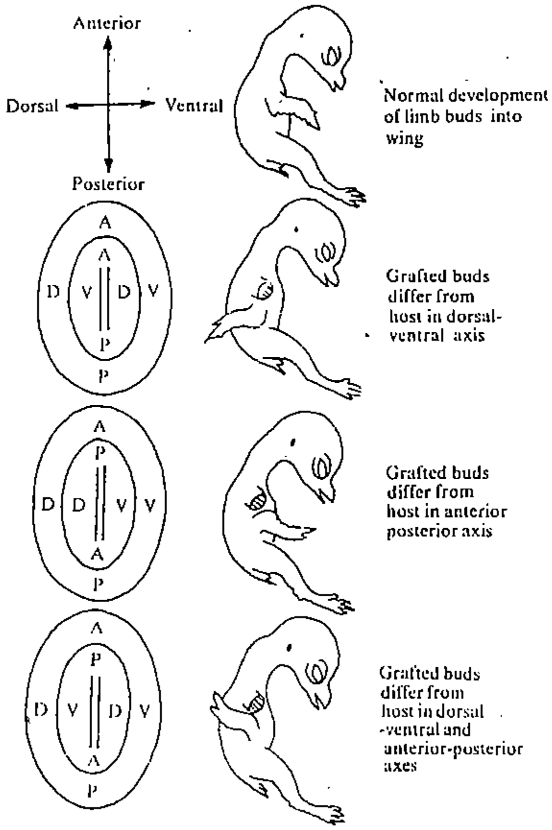
एम्फीस्टोमा के भ्रूण में यदि कन्दुकीय चरण में पाद क्षेत्र (बाह्यत्वचा + मध्यत्वचा) को काट कर अलग कर लिया जाए तथा 180° पर घुमा कर उसी स्थान पर आरोपित कर दिया जाए तो पृष्ठीय-अधरीय, अग्रीय-पश्च तथा समीपस्थ-दूरस्थ अक्षों के संदर्भ में एक सामान्य पाद अंग का विकास होता है । परन्तु यदि यही क्रिया पश्च पुच्छ मुकुल (late tail bud) चरण में की जाए तो विकसित पाद में दोनों अग्रीय-पश्च तथा पृष्ठीय-अधरीय अक्ष उतक्रमित (reverse) हो जाते हैं । इससे अक्ष के संदर्भ में भ्रूण का पृष्ठीय भाग अधर के सामने, अधरीय भाग पश्च के सामने, पश्च भाग अग्र तथा अग्र भाग पश्च के सामने आ जाता है । परन्तु समीपस्थ-दूरस्थ अक्ष में कोई अन्तर नहीं होता । यदि भ्रूण का घूर्णन (rotation) कन्दुक (गैस्टुला) और पुच्छ मुकुल चरण के बीच में किया जाए तो पृष्ठीय-अधरीय अक्ष के संदर्भ में सामान्य पाद का परिवर्धन होता है परन्तु अग्रीय-पश्च अक्ष उत्क्रमित हो जाता है । यह सिद्ध किया जा चुका है कि एम्बीस्टोमा में संभाव्य अग्र पाद के अग्रीय-पश्च अक्ष का निर्धारण पश्च कन्दुक पीतक प्लग चरण तथा पृष्ठीय-अधरीय अक्ष का निर्धारण पुच्छ मुकुल चरण से पहले किया जा सकता है ।

असल में ध्रुवता का निर्धारण पाद क्षेत्र के संभाव्य पाद मध्यत्वचा से होता है । उपर्युक्त परीक्षणों के समय मध्यत्वचा को अलग कर तथा घूर्णन के बाद मौलिक या बाह्यत्वचा के नीचे अस्थानीय क्षेत्र में मध्यत्वचा के आरोपण से यह पता चलता है । विकसित पाद के अक्षों के संदर्भ में वही परिणाम ज्ञात हुए जो पहले परीक्षणों में हुए थे । इससे ज्ञात होता है कि ध्रुवता का असली केन्द्र बाह्यत्वचा नहीं अपितु मध्यस्त्वचा है ।

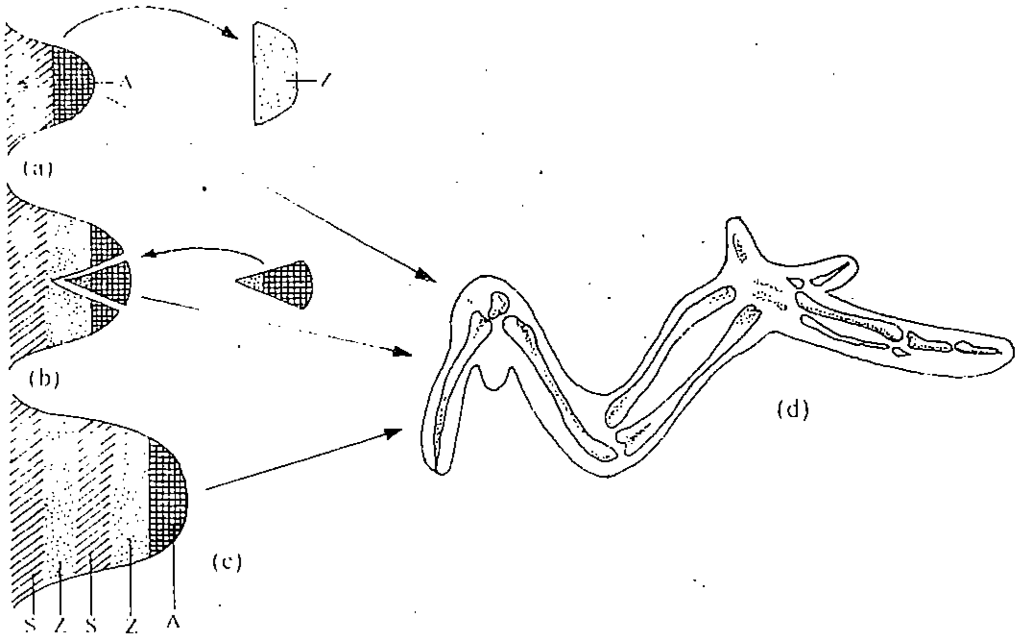
चूज़े के संभाव्य पंख क्षेत्र की मध्यत्वचा में अग्रीय-पश्च अक्ष का निर्धारण 5-कायखंड चरण तथा पृष्ठीय-अधरीय अक्ष का निर्धारण 13-कायखंड चरण में होता है, परन्तु समीपस्थ-दूरस्थ अक्ष की स्थापना प्रारम्भिक पंख मुकुल के स्पष्ट होने के कुछ समय पश्चात ही होती है । जब प्रारम्भिक भ्रूण से पंख की मध्यस्त्वचा को निकाल कर 180° तक घुमाया जाए तथा उसका प्रतिरोपण उसी चरण में दूसरे भ्रूण पर कर दिया जाए तो आरोपित अंश से पूर्वनिर्धारित अग्रीय-पश्च तथा पृष्ठीय-अधरीय अक्षों के अनुसार पंख का विकास होता है । इसमें परिपोषी (host) भ्रूण का कोई प्रभाव नहीं पड़ता (चित्र 17.23) ।

18-21 कायखंड चरण में भ्रूण पर किए गए परीक्षणों से पता चलता है कि समीपस्थ-दूरस्थ ध्रुवता का निर्धारण काफी देर से होता है । चुने हुए भ्रूणों में 1) 85 प्रतिशत पंख मुकुल की मध्यस्त्वचा को निकाल दिया गया था । 2) मुकुल के तीसरे दूरस्थ भाग को हटाने के बाद बचे हुए भाग पर पूरे मुकुल का आरोपण किया गया (चित्र 17.25) ।

दोनों में नियमन क्रिया देखी गई । प्रथम मुकुल में बची हुई कोशिकाओं में तथा दूसरे मुकुल में कोशिकाओं की बढ़ी हुई संख्या में नियमन के फलस्वरूप समीपस्थ दूरस्थ अक्ष के संदर्भ में सामान्य पंखों का विकास हुआ ।



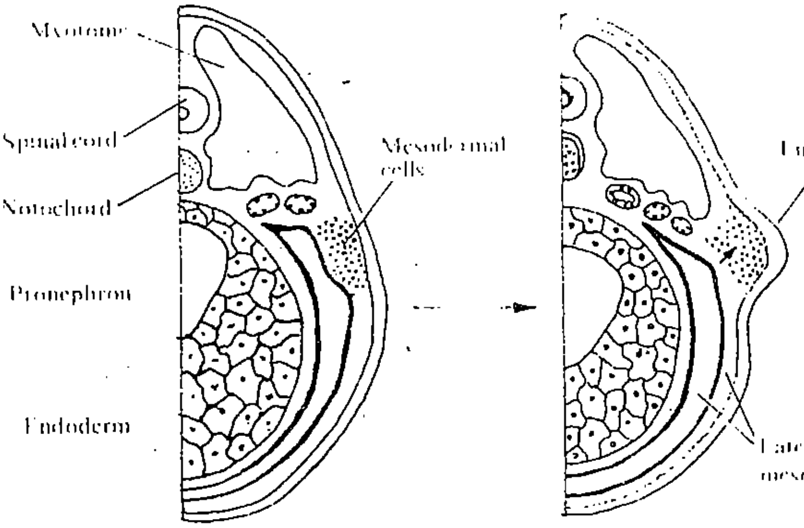
चित्र 17.23 : एक भ्रूण के पंख मुकुल को निकाल कर अनेक प्रकार से घुमाया गया तथा परिपोषी भ्रूण पर आरोपित कर दिया गया जहाँ उसका विकास अपाद स्थान पर हुआ । बाहरी वलय से सामान्य अक्षों का पता चलता है । अंतरी वलय परिपोषी के संदर्भ में उसकी घुमाई हुई अग्रीय-पश्च तथा पृष्ठीय-अधरीय अक्ष की ओर संकेत करते हैं । स्पष्टता के लिए परिपोषी भ्रूण का अपना पंख नीचे के 3 चित्रों में नहीं दर्शाया गया है ।



चित्र 17.24 : चूजे में पाद परिवर्धन क्रिया का नियमन a) 18-21 कायखंड में ज्यूगोपोडियम या मध्यत्वचा के अतिरिक्त भाग का पृथक्करण d) सामान्य पाद विकास b) दूसरे भ्रूण से लेकर बड़े त्रिकोण खंड का निवेशन c) 18-19 चरण में पूरे पाद अंग का प्रतिरोपण वर्तिकापाद - ज्यूजोपोडियम (21-22 चरण) की गाँठ पर किया गया । d) अनेक बार ऐसी क्रियाओं के पश्चात भी सामान्य पाद का परिवर्धन हो जाता है । A, आटोपोडियम; Z, ज्यूगोपोडियम

17.3.4 पाद परिवर्धन की प्रतिकृति

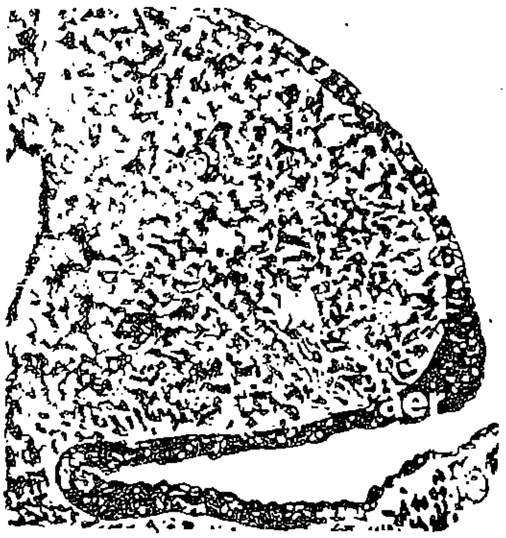
पाद परिवर्धन का प्रारम्भ उल्वीवर्ग (एम्नीओट्स) के भ्रूण की दोनों पार्श्विक सतहों पर एक कटक की उत्पत्ति से होता है । इस कटक को वूल्फीयन कटक कहते हैं । इस कटक का विस्तार बाहु (brachial) तथा श्रेणिय (pelvic) अंशों के बीच में अग्रीय एवं पश्च भाग तक होता है, परन्तु अंततः इस कटक के केवल अग्रीय तथा पश्च किनारे ही रह जाते हैं, जिससे क्रमशः अग्रपाद एवं पश्चपाद का परिवर्धन होता है । जलस्थलचरों में ऐसा कोई कटक नहीं होता । इन प्राणियों में क्रमशः दोनों पादों के क्षेत्र में अलग-अलग कटक का विकास होता है । वूल्फीयन - कटक पर्श्विक मध्यत्वचीय पट्टिका की भित्तिय परत (parietal layers) की कोशिकाओं की वृद्धि से विकसित होता है । कटक या चक्र की मध्यत्वचीय कोशिकाओं के परस्पर उपकलाओं के सम्बन्ध टूटने के पश्चात वह मध्योतक कोशिकाओं में परिवर्तित हो जाती हैं । पृथक कोशिकाओं के रूप में स्थानांतरित होकर, यह मध्यत्वचा कटक के बिल्कुल सामने भ्रूणीय बाह्यत्वचा के नीचे ढीले समूह के रूप में उपस्थित रहती हैं । इन कोशिकाओं की निरन्तर वृद्धि के कारण उपरिशायी बाह्यत्वचा के ऊपर उठने से पाद-मुकुल की संरचना होती है (चित्र 17.25) ।



चित्र 17.25 : जलस्थलचरों के भ्रूण में पाद अंग की मध्यत्वचा का आरेख ।

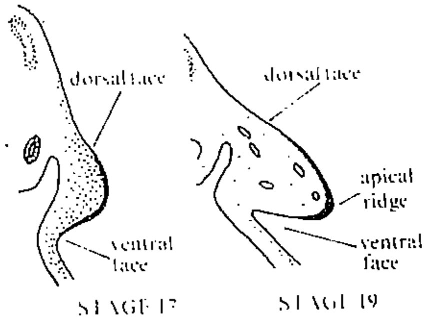
प्रारम्भिक पाद मुकुल में मध्यस्थ तथा उपरिशायी बाह्यत्वचा होती है । बाह्यत्वचा में कोशिकाओं की दो परतें पाई जाती है । बाहरी परिचर्मिक (periderm) परत चपटी कोशिकाओं से निर्मित होती है तथा आंतरिक परत की कोशिकाएं घनाकार (cuboidal) होती है । बाह्यत्वचा की अंतरी परत तथा मध्यत्वचा के बीच एक आधार झिल्ली होती है । पाद मुकुल में मध्यत्वचा की कोशिकाओं की वृद्धि के कारण उसका आकार बढ़ जाता है, जिससे बाह्यत्वचा की अंतरी परत के दूरस्थ किनारे की कोशिकाएं लम्बी स्तंभाकार (columnar) आकृति में परिवर्तित हो छदनस्तरित (pseudostratifide) परत की संरचना करती हैं । उल्बीवर्ग (छिपकली, चिड़िया, स्तनपायी जीव) में शीर्ष बाह्यत्वचा का स्थूल अंश पाद मुकुल की दूरस्थ खुली सीमा के साथ अग्रीय-पश्च दिशा में कटक के रूप में विकसित होता है । इसे शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक कहते हैं (देखिए चित्र 17.26) । जीनोपस तथा कम से कम मेंढ़क की एक प्रजाति (राना टिगरीना) में यह कटक उपस्थित होता है । दूसरे जलस्थलचरों में भी इसकी उपस्थिति संभाव्य है । चूजे के पाद परिवर्धन में इस कटक का महत्व बहुत अधिक है, जिसके विषय में आपको बाद में इस इकाई में बताया जाएगा ।

हाल के परिक्षणों के परिणाम स्वरूप यह निश्चित रूप से पता चलता है कि पाद मुकुल की मध्यत्वचा का व्युत्पन्न दो स्रोतों से होता है : पार्श्विक मध्यत्वचीय पट्टिका से तथा कायखंडों के अधरीय कोनों से । पार्श्विक मध्यत्वचीय पट्टिका की कोशिकाओं से उपास्थि ऊतक (जो बाद में हड्डियों में परिवर्तित हो जाता है), मृदु ऊतक तथा माँस-पेशीय संयोजक ऊतक का विकास होता है । कायखंडों से व्युत्पन्न मध्यत्वचा से माँस पेशियों की संरचना होती है । फिर भी दोनों ही स्रोतों से व्युत्पन्न कोशिकाओं में तब तक कोई अन्तर नहीं पता चलता जब तक उनका विभेदन नहीं होता ।



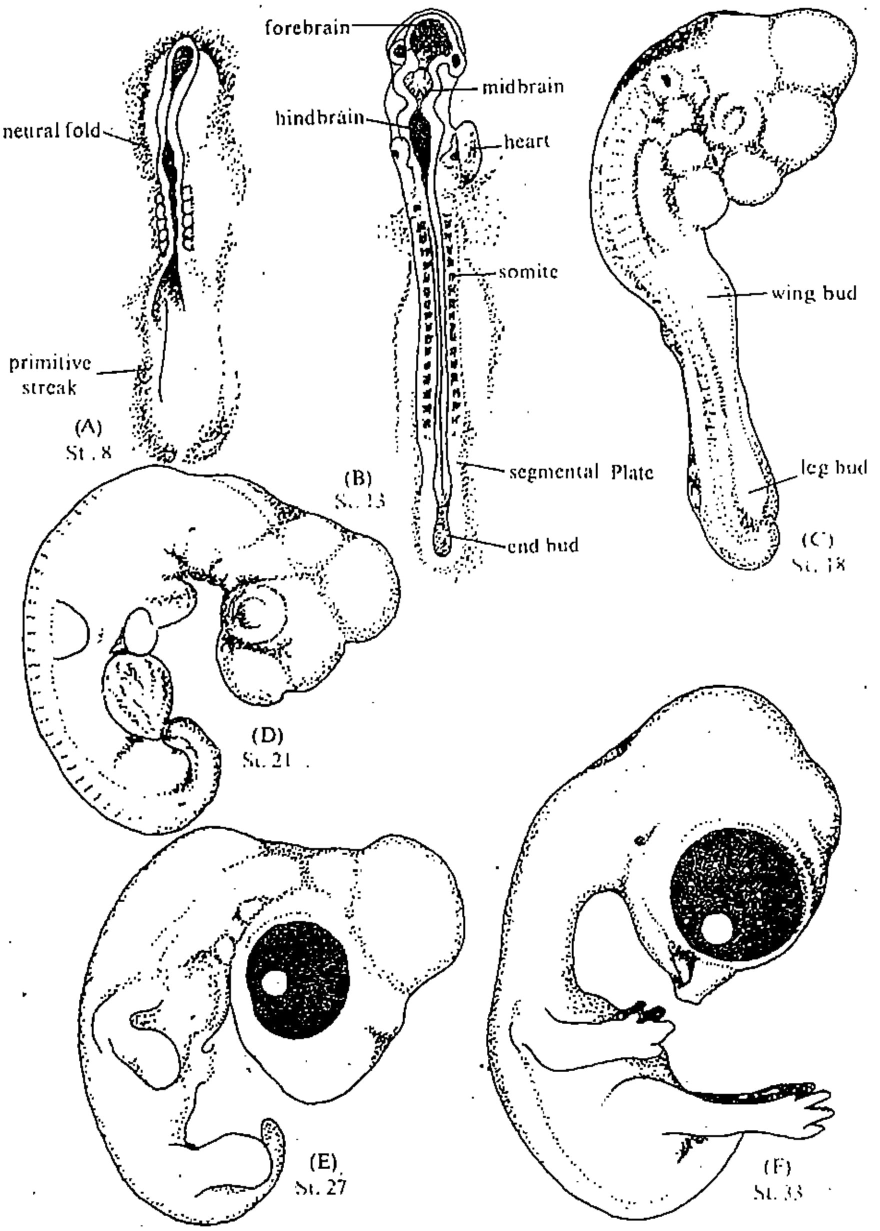
चित्र 17.26 : चूजे के भ्रूण में 19 कायखंड चरण में पाद (पैर) मुकुल में से प्रतिच्छेदन । इसमें शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक तथा उसके नीचे उपस्थित मध्योतक ऊतक ।

चूजे के भ्रूण में विकसित पाद मुकुल की पृष्ठीय सतह उत्तल होती है तथा अधरीय सतह खुली दूरस्थ सीमा पर शीष बाह्यत्वचीय कटक के कारण चपटी हो जाती है (चित्र 17..27) । पाद मुकुल के ऊपरी पतले सिरे में दूर सीधे परिवर्धन होने के बजाय पश्च भाग की ओर टेढ़ी दिशा में वृद्धि होती है । पाद-मुकुल में उपस्थित इस असममितता के कारण ही पूर्ण विकसित पाद में भी असममितता देखी जाती है । जलस्थलचरों में पाद मुकुल शंकुरूप (कोनिकल) जैसी आकृति में विकसित होते हैं । उपर्युक्त दोनों उदाहरणों में पाद मुकुल से वृद्धि के साथ ही दूरस्थ भाग चपटा होकर क्षेपणी (पैडल) का रूप धारण करता है । इस चरण को क्षेपणी चरण कहते हैं । इसके बाद ही लम्बाई में बढ़ते मुकुल में एक मोड़ उत्पन्न होता है । यही स्थान स्टाइलोपोडियल तथा ज्यूगोपोडियम का संधि स्थल है । बाद में ज्यूगोपोडियम तथा ओटोपोडियम की संधि पर भी एक मोड़ उत्पन्न होता है । अनेक अनुक्रमिक विकास चरणों में चपटे क्षेपणी रूपी ओटोपोडियम के खंडों से निश्चित क्रमानुसार अंगुलियों का विकास होता है (चित्र 17.28) ।



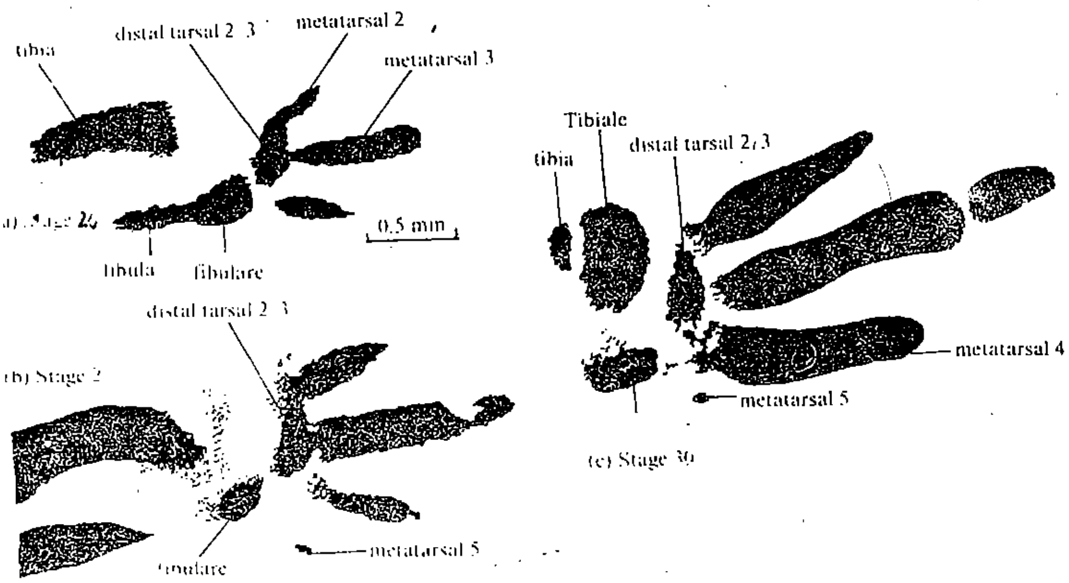
चित्र 17.27 : पंख मुकुल चरण में चूजे के भ्रूण में 17 तथा 19 कायखंड चरण । पंख मुकुल के पृष्ठीय तथा अधरीय हिस्सों की बाह्यत्वचा की मोटाई में अंतर होता है ।

विकासशील मुकुल की बाह्य आकृति में हो रहे परिवर्तन के साथ ही आंतरिक मध्यत्वचा के विभिन्न ऊतकों में भी विभेदन क्रिया प्रारम्भ हो जाती है । मध्योतक कोशिकाएं, जो पहले मुकुल में एक समान रूप से संवेष्टित (packed) थीं, विभेदनशील क्षेत्रों में अलग होने लगती हैं । माँसपेशिय कोशिकाओं (पेशीजनक (myogenic) कोशिकाओं) तथा अन्य मृदु ऊतकों से पृष्ठीय व अधरीय भाग में कोशिकाओं के शिथिल समूहों का विकास होता है । साथ ही मध्य भाग में कंकाल में विकसित होने वाली कोशिकाएं (उपास्थिजनक (chondrogenic) कोशिकाएं) सघन समूहों का निर्माण करती हैं । कोशिकाओं के इन सघन समूहों से आद्यउपास्थि कोशिकाओं का विकास होता है, जो अंततः उपास्थि ऊतक में परिवर्तित हो जाती है । प्रारम्भिक चरणों में हर एक पाद खंड में विकसित होने वाले कंकाल ऊतक का प्रतिरूपण एक ही संघनित मध्योतक ऊतक से होता है । इसके पश्चात आद्य उपास्थि चरण में मध्योतक ऊतक में सकेन्द्रित कंकाल अंश (जैसे बहिःप्रकोष्ठिका, अन्तःप्रकोष्ठिका, मणिबंधिका) अलग अलग स्पष्ट हो जाते है । कुछ जातियों में बाद में इन अंशों का संलयन भी होता है ।



चित्र 17.28 : चूज़े के भ्रूण में पंख तथा पैरों के विकास के विभिन्न चरण । चित्र में परिवर्धन अवस्थाओं की संख्या हेमबर्गर-हैमिल्टन क्रमानुसार दी गई है ।

पाद मुकुल की मध्योतक कोशिकाओं में अंतरी संरचना समसूत्रण की दर तथा संश्लेषक क्रियाओं के संदर्भ में बहुत समानता होती है । रेडियोएक्टिव सल्फेट ($^{35}SO_4$) के प्रयोग से देखा गया है कि चूजे में पंख मुकुल में 22 कायखंड चरण तक (करीब $3\frac{1}{2}$ दिन के भ्रूण में) $^{35}SO_4$ के समावेशन की दर सभी कोशिकाओं में एक सी होती है । इस चरण के बाद विकास क्रिया के साथ साथ समावेशन की दर उन पृष्ठीय एवं अधरीय भागों में कम होती है जहाँ माँसपेशियों की संरचना होती है । परन्तु मध्यउपस्थिजनक क्षेत्र में यह दर बड़ी तेजी से बढ़ती जाती है । इसका मुख्य कारण है कि ये कोशिकाएं उपास्थि आधात्री (मैट्रिक्स) की संरचना के लिए कोन्ड्रोएटीन सल्फेट के संश्लेषण के लिए अधिक मात्रा में सल्फेट का प्रयोग करती है । इस समय तक पेंशीजनक कोशिकाओं की आंतरिक संरचना बदलने लगती है । वहाँ राइबोसोम तथा ग्लाइकोजन अंशों का संचयन होता है । साथ ही मध्य उपस्थिजनक कोशिकाओं में समसूत्रण की दर कम हो जाती है । 25 कायखंड चरण के अंत तक पेशीजनक तथा उपस्थिजनक कोशिकाओं में अन्तर स्पष्ट हो जाता है । पेशीजनक कोशिकाओं के संलयन से पोशीय नली (myotubes) तथा फिर पेशीय क्रियाशील तंतुओं (मायोसिन एकटिन फिलामैण्टस) की संरचना होती है । इसी बीच उपास्थि कोशिकाओं द्वारा अधिक मात्रा में अन्तःकोशिकी स्थानों में आधात्री का (कोन्ड्रोएटिन सल्फेट + कोलेजन) का स्रावण होता है । यह सभी परिवर्तन विकासशील पाद में समीपस्थ दूरस्थ अक्ष पर होते हैं (चित्र 17.29) ।

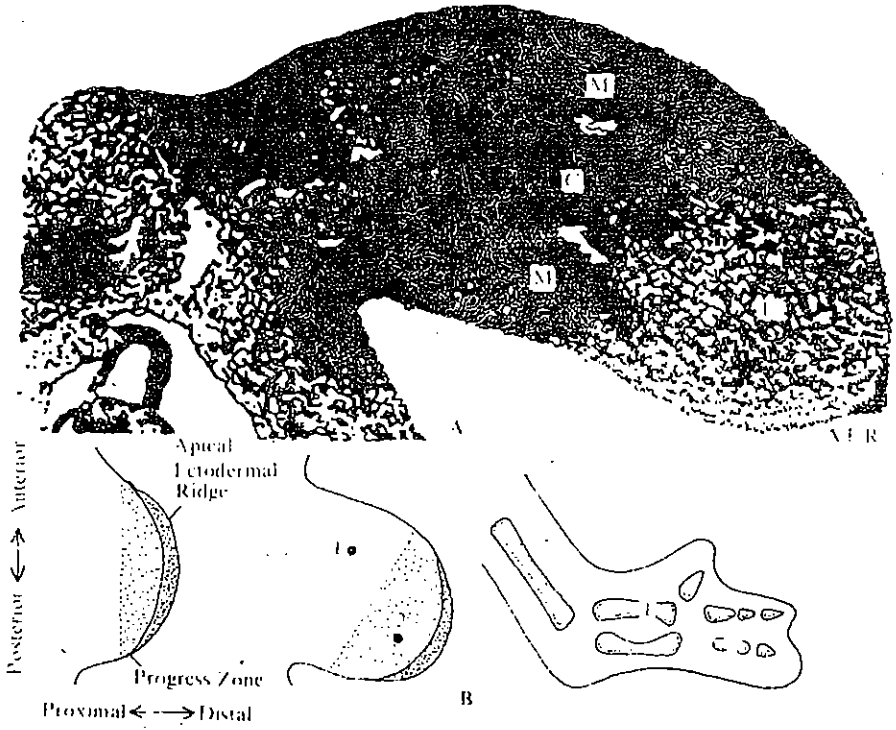


चित्र 17.29 : कोन्ड्रोएटिन सल्फेट में $^{35}SO_4$ के डालने से उत्पन्न चूजे के भ्रूण के पश्चपाद में उपास्थिजनक कोशिकाओं की संरचना । स्वविकिरणी चित्र (ओटोरेडियोग्राफ) को a) 26 - कायखंड b) 27 - कायखंड c) 30 कायखंड चरण में तैयार किया गया ।

पाद कंकाल (तथा अन्य ऊतकों) की विभेदन प्रक्रिया समीपस्थ-दूरस्थ दिशा में प्रारम्भ होती है । वर्तिकापाद के अंश प्रगंडिका (या उर्विका) सर्वप्रथम स्पष्ट होते हैं तथा उसके पश्चात ज्यूमोपोडियम के विभिन्न अंशों (बहिःप्रकोष्ठिका व अन्तः प्रकोष्ठिका या बहिर्जंधिका और अन्तर्जंधिका) का विकास प्रारम्भ होता है । इसके पश्चात समीपस्थ-दूरस्थ दिशा में ही ओटोपोडियम के कंकाल अंशों की संरचना होती है जिससे अँगुलियों का विकास अंत में होता है । परन्तु फिर भी कहीं कहीं इस प्रक्रिया में कुछ भिन्नता देखी जाती है । उदाहरण के तौर पर दूरस्थ करभिका तथा प्रपदिका के बाद क्रमशः मणिबंधिका और गुल्फ का विकास होता है । जल स्थलचरों में अंश मेखला की संरचना वर्तिकापाद के विकास के पश्चात होती है परन्तु उल्बी वर्गी जीवों (Amniote) में प्रगंडिका तथा उर्विका के विकास के साथ । रक्त शिराओं का विकास पाद मुकुल के प्रारम्भिक चरणों में ही हो जाता है ।

शिथिल मध्योतक ऊतक पर उपरिशायी शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक के प्रभाव के कारण ही माँसपेशियों और उपास्थि का विकास समीपस्थ - दूरस्थ दिशा में होता है । विकासशील पाद के ऊपरी किनारे पर कटक तब तक रहता है, जब तक उसके सभी अंगों की संरचना न हो जाए । बहुत बाद के विकास चरणों में भी यह कटक हर अंगुलि के ऊपरी छोर पर तब तक उपस्थित रहता है, जब तक आखिरी अंगुली के आद्यांग का विकास होता है । कटक के पास के मध्योतक ऊतक में काफी अधिक समसूत्रण होता है परन्तु कोशिकाओं में कोई विभेदन नहीं होता । इस क्षेत्र को प्रगति क्षेत्र (प्रोग्रेस जोन) कहते हैं । यहाँ से मुकुल के समीपस्थ क्षेत्रों में निरन्तर कोशिकाओं की वृद्धि होती है । साथ ही पाद मुकुल की लम्बाई में भी वृद्धि होती है । जब तक कोशिकाएं प्रगति क्षेत्र में रहती हैं उनमें कोई विभेदन क्रिया नहीं होती । कोशिकाओं में वृद्धि के कारण शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक तथा प्रगति क्षेत्र की समीपस्थ सीमा पर उपस्थित कोशिकाओं के बीच की दूरी बढ़ती जाती है और अंततः यह कोशिकाएं प्रगति क्षेत्र से निकल कर मुकुल के आंतरिक भाग में प्रवेश करती हैं । इस क्षेत्र में कटक का कोई प्रभाव न होने का कारण इन कोशिकाओं में विभिन्न क्षेत्रों में बँटन के बाद विभेदीकरण होना है । इसके फलस्वरूप समीपस्थ अंशों का विकास होता है । दूरस्थ भाग के अंश कटक के प्रभाव से मुक्त होकर समीपस्थ-दूरस्थ दिशा में विकसित होते हैं। किसी भी मध्योतक के संभाव्य अंग विशेष की संरचना कोशिकाओं की जीनी संरचना पर निर्भर करती है । इस प्रक्रिया पर कटक का कोई प्रभाव नहीं होता ।

शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक तथा पाद मध्योतक पर किये गए अंतःपात्र संवर्धक परीक्षणों से ज्ञात होता है कि कटक का मुख्य कार्य है - 1) समसूत्रण का उद्दीपन (stimulation) 2) मध्योतक के विभेदन में विलम्ब करना ।



चित्र 17.30 : चूजे का पंख मुकुल A) इस परिच्छेदित मुकुल में स्थूलकाय बाह्यत्वचा (सबसे ऊपर) तथा उसके नीचे अविभाजित मध्योतक दिखाया गया है । समीपस्थ क्षेत्र में पाद, माँसपेशियों तथा उपास्थि का विभेदीकरण प्रारम्भ हुआ है B) विकास क्रिया में पंख मुकुल का प्रगतिशील चरण ।

17.3.5 पाद-संरचना विकास में बाह्यत्वचा तथा मध्यत्वचा की भूमिका

चूजे के भ्रूण में पंख मुकुल तथा पाद मुकुल पर किए गए अनेक अनुक्रमिक परीक्षणों से मेरुदंडीय जीवों की पाद-अंग विकास प्रक्रिया में बाह्यत्वचा तथा मध्यत्वचा को महत्वपूर्ण भूमिका एवं उनकी पारस्परिक क्रिया के विषय में पता चलता है । विभिन्न परिक्षणों में अनेक भ्रूणीय चरणों में एक से या भिन्न पाद अंगों मे दोनों अंशों को अलग किया गया । यह भ्रूण एक ही प्रजाति या विभिन्न प्रजातियों के थे । इन अवयवों को एक दूसरे के साथ या अस्थानीय क्षेत्रों के साथ अनेक प्रकार से पुनःसंयोजित कर उनके विकास का अध्ययन किया गया (चित्र 17.31, 17.32) ।

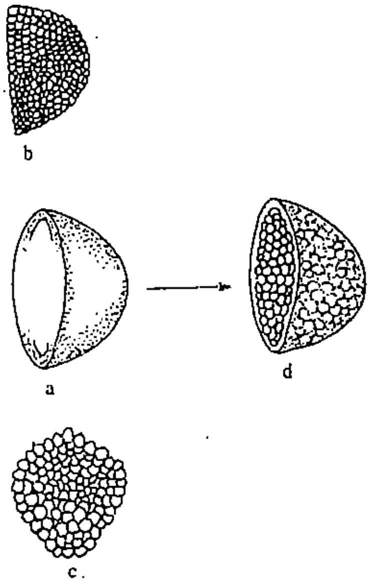
यह सिद्ध किया जा चुका है कि संभाव्य पाद क्षेत्र में प्रारम्भिक चरणों में उपस्थित संभाव्य पाद मध्यत्वचा पाद-विकास प्रक्रिया के लिए अत्यन्त आवश्यक है । निम्न वर्णित परीक्षण के द्वारा इस तथ्य को जाना जा सकता है ।

1) यदि पाद क्षेत्र की बाह्यत्वचा के नीचे से पाद-मध्यत्वचा को निकाल कर उस स्थान पर अपाद (non limb) क्षेत्र की मध्यत्वचा का आरोपण कर दिया जाए तो पाद परिवर्धन असंभव है ।

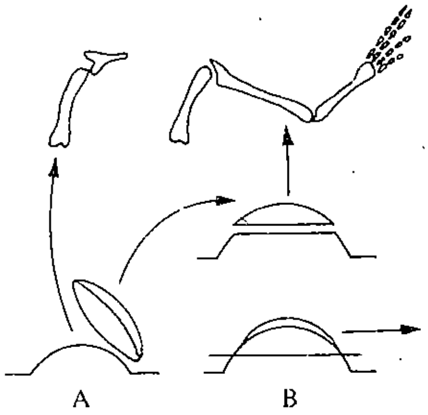
2) पाद क्षेत्र की मध्यत्वचा के द्वारा ही पाद प्रकार (पंख या पैर) का निर्धारण होता है । इसीलिए यदि पाद मुकुल की मध्यत्वचा का संयोजन पंख मुकुल की बाह्यत्वचा से कर दिया जाए तो पैर का विकास होता है । प्रतिक्रम रूप से भी यह तथ्य सही है । इससे स्पष्ट होता है कि हर पाद क्षेत्र में प्रजाति विशेष पाद प्रकार का निर्धारण पहले से ही हो जाता है (चित्र 17.33) ।

3) यदि प्रारम्भिक भ्रूण में अपंख-क्षेत्र में पंख का विकास होता है ।

4) यदि पाद मुकुल की बाह्यत्वचा का आरोपण अपाद क्षेत्र में किया जाए तो पाद का विकास असंभव है । परन्तु यदि पाद-मध्यत्वचा पर पाद मुकुल-बाह्यत्वचा का प्रतिस्थापन अपाद - बाह्यत्वचा से हो तो सामान्य पाद का विकास होता है । चूजे तथा जलस्थलचरों में किसी निश्चित चरण तक बाह्यत्वचा, पाद मध्यत्वचा के संपर्क में, पाद विकास क्रिया में भाग लेती है ।



चित्र 17.31: बाह्यत्वचा-मध्यत्वचा के पुनःसंयोजन की प्रक्रिया a) बाह्यत्वचा को पूरा ही निकाला जा सकता है तथा पाद मुकुल पर ट्रिपसिन के प्रभाव से मध्यत्वचा लुगदी जैसी हो जाती है । b) ई.डी.टी.ए. के प्रभाव से स्वस्थ मध्यत्वचा को अलग किया जा सकता है, बाह्यत्वचा का पृथक्करण पत्रक (flake) रूप में होता है । c) वियोजित तथा पुनःसंयोजित मध्यत्वचा की कोशिकाओं को ट्रिपसिन के प्रभाव के बाद भी निकाला जा सकता है। d) बाह्यत्वचा-मध्यत्वचा संयोजन-यह जरायु अपरापोषिका या पार्श्विकमात्र पर आरोपित होकर भी विकसित हो सकता है ।

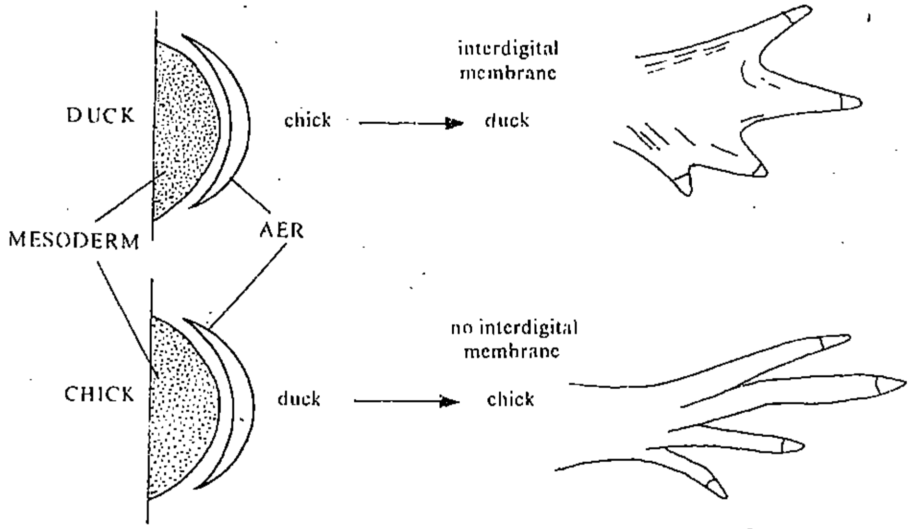


चित्र 17.32 : 1) शीर्ष बाह्यत्वचीय गोप (cap) के हटाने के बाद पाद मुकुल का विभेदन । केवल ऊर्विका एवं प्रगंडिका का विकास होता है । 2) दूरस्थ अर्धभाग के हटाने के बाद पैर के तली के हिस्से में शीर्ष बाह्यत्वचीय गोप का आरोपण । शीर्ष गोप के द्वारा आधार मध्योतक के प्रेरण से दूरस्थ अवयवों का विकास होता है ।

कुछ परीक्षणों के परिणामों का सारांश सारणी 17.1 में दिया जा रहा है ।

सारणी 17.1

चूज़े के पंख की मध्यत्वचा	+	पैर की बाह्यत्वचा	→	चूज़े के पंख
चूज़े के पैर की मध्यत्वचा	+	पंख की बाह्यत्वचा	→	चूज़े के पैर
बत्तख के पैर की मध्यत्वचा	+	चूज़े के पैर की बाह्यत्वचा	→	बत्तख के पैर (जालयुक्त)
चूज़े के पैर की मध्यत्वचा	+	बत्तख के पैर की बाह्यत्वचा	→	चूज़े के पैर (जाल हीन)
चूज़े के पंख की मध्यत्वचा	+	अपाद बाह्यत्वचा	→	पंख
अपाद मध्यत्वचा	+	पंख की बाह्यत्वचा	→	पाद का विकास असंभव

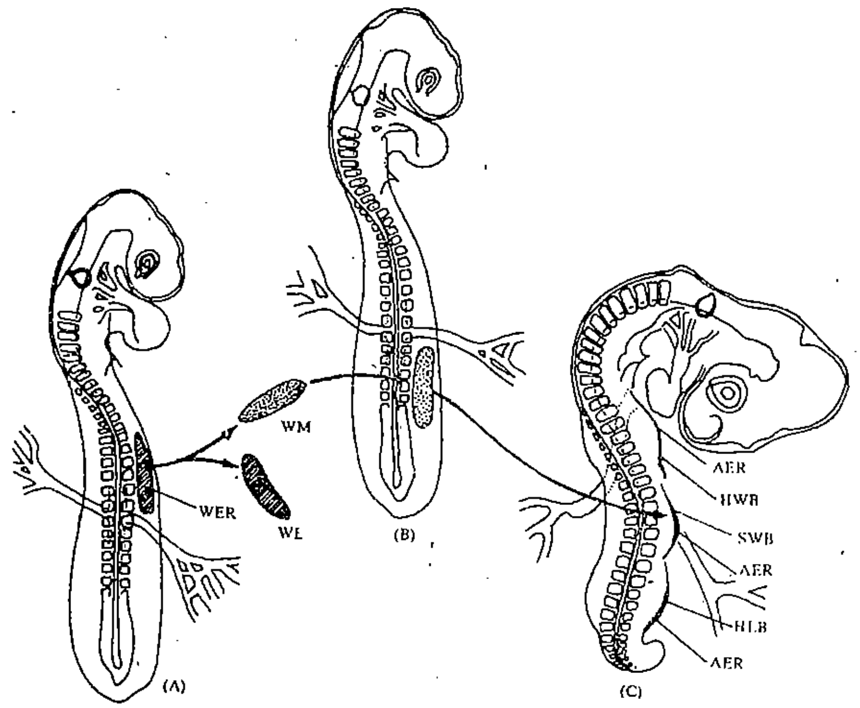


चित्र 17.33 : चूज़े तथा बत्तख के भ्रूण को बदल कर मध्यत्वचा के जातिविशेष प्रेरण को दर्शाया गया है । बत्तख की मध्यत्वचा से अंतःअंगुलिस्थ झिल्ली के विकास का प्रेरण होता है , जबकि चूज़े के भ्रूण की मध्यत्वचा से नहीं ।

17.3.6 शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक (एपीकल एन्डोडर्मल रिज)

जैसा कि हमने पहले भी बताया है कि जब तक अंतिम अंगुलिस्थ उपास्थि ऊतक का विभेदन प्रारम्भ नहीं हो जाता, अंगुली के ऊपरी सिरे पर शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक (AER) विद्यमान रहता है । निम्न परीक्षणों से ज्ञात हुआ है कि पाद मध्यत्वचा के प्रभाव से कटक का विकास एवं संरेखण होता है ।

1) प्रारम्भिक भ्रूण के किसी भी क्षेत्र में यदि बाह्यत्वचा के नीचे पाद मध्यत्वचा का आरोपण किया जाए तो उपरिशायी बाह्यत्वचा में शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का विकास होता है (चित्र 17.34) ।



चित्र 17.34 : संभाव्य पंख मुकुल द्वारा शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का प्रेरण । A) चूज़े के भ्रूण से 15 कायखंड चरण में संभाव्य पंख क्षेत्र तथा बाह्यत्वचा को निकाल लिया जाता है । B) परिपोषी चूज़े के भ्रूण से बाह्यत्वचा के पार्श्विक भाग को निकाल कर उस स्थान पर पंख की मध्यत्वचा का आरोपण किया जाता है । उसे ऊपर परिपोषी भ्रूण की बाह्यत्वचा की पुनःसंरचना हो जाती है । C) बीस घंटे के बाद परिपोषी भ्रूण में कटक से ढके हुए अधिक संख्या में पंख मुकुल का विकास होता है जो परिपोषी भ्रूण की पंख मुकुल एवं (पैर) पाद मुकुल के समान होता है ।

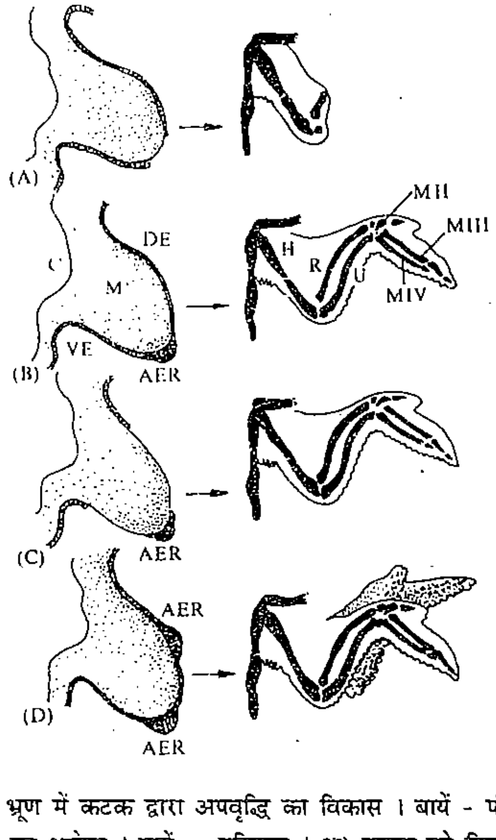
2) पाद मुकुल की मध्यत्वचा को अलग निकाल लिया जाए या किसी अवरोध (जैसे माईका की पतली परत) द्वारा उसे कटक से अलग कर दिया जाए या फिर उसका प्रतिस्थापन अपाद-मध्यत्वचा से कर दिया जाए तो कटक चपटा होकर नष्ट हो जाता है । ऐसा माना जाता है कि पाद मध्यत्वचा से कटक संरेखक कारक (AER maintenance factor, AERME) का स्रावण होता है जो कटक का सही रूप में संरेखण करता है ।

जैसा पहले भी कहा गया है कि कटक का एक मुख्य कार्य विकासशील पाद मुकुल के प्रगति क्षेत्र का संरेखण है । यह कार्य आस पास की मध्यत्वचा में कोशिकी विभाजन की दर को बढ़ा कर तथा विभेदन क्रिया में विलम्ब उत्पन्न कर के किया जाता है । कटक का एक और महत्वपूर्ण कार्य पाद विकास क्रिया में समीपस्थ-दूरस्थ दिशा में विकास का निर्धारण करना है । यह तथ्य अनेक परिक्षणों से साबित किया गया है (चित्र 17.32, 17.35)।

1) किसी भी विकास चरण पर यदि कटक को हटा दिया जाए तो आगे की विकास क्रिया में रूकावट आ जाती है । साथ ही अविकसित दूरस्थ अवयवों का विकास भी नहीं होता ।

2) मूल कटक को हटाने के बाद उस स्थान पर नए कटक के पुनर्जनन से आगे की विकास क्रिया दुबारा प्रारम्भ हो सकती है ।

3) यदि पाद मुकुल में एक और कटक का प्रतिरोपण कर दिया जाए तो रोपण से पहले के अविकसित दो दो अंशों की संरचना होती है । इससे स्पष्ट हो जाता है कि इन अंगों के विकास का मुख्य प्रेरक शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक ही है ।



चित्र 17.35 : चूज़े के भ्रूण में कटक द्वारा अपवृद्धि का विकास । बायें - पंख मुकुल पर विभिन्न शल्य क्रियाओं का आरेख । दायें - परिणाम । अ) कटक को निकालने से पाद के ऊपरी भागों का विकास नहीं होता । ब) सामान्य उपरिशायी बाह्यत्वचा की उपस्थिति में पंख के भाग सामान्य समीपस्थ-दूरस्थ साकारिकी में विकसित होते हैं । स) पृष्ठीय तथा अधरीय बाह्यत्वचा के निकालने से अपवृद्धि में तब तक विकास होता है जब तक कटक उपस्थित रहता है ड) पंख मुकुल की पृष्ठीय सतह पर अतिरिक्त कटक के आरोपण से दो पंखों का विकास होता है ।

शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का विकास एवं संरेखण मध्यत्वचा के प्रभाव से होता है । इसके साथ ही पाद के सभी समीपस्थ दूरस्थ अंगों की संरचना कटक के प्रभाव से होती है । इसलिए कटक तथा मध्यत्वचा के बीच व्युत्क्रमण (reciprocal) पारस्परिक क्रिया पाई जाती है । निम्न परीक्षणों से पता चलता है कि कटक का प्रभाव निर्देशित होने के बजाय अनुज्ञात्मक होता है ।

1) चूज़े में भ्रूण विकास के मध्य चरणों में जब पाद मध्यत्वचा का आरोपण पंख मुकुल के कटक के नीचे किया गया तो दूरस्थ पंख के अंश के स्थान पर पैर का विकास देखा गया ।

2) जब चूज़े के पाद मुकुल के कटक के नीचे बत्तख की पाद मध्यत्वचा का आरोपण किया गया तो बत्तख के जालयुक्त पैरों (वैड फीट) जैसे पाद अंगों की संरचना हुई ।

पाद की मध्यत्वचा तथा बाह्यत्वचा के बीच उपस्थित सम्बन्ध के कारण परीक्षण के समय यह पता लगना आसान हो जाता है कि दो चूजों के उत्परिवर्ती (म्यूटेन्ट) के पाद अंगों के कौन से अंशों पर उत्परिवर्तन (म्यूटोशन) का प्रभाव पड़ा है । परिक्षण के परिणाम स्वरूप देखा गया कि 'पोली डैक्टायलस' उत्परिवर्ती में सामान्य से अधिक सँख्या में अँगुलियों का विकास हुआ । यूडीप्लोडिया उत्परिवर्ती में पंजों की सामान्य से दो पँक्तियां अधिक देखी गई । सारणी 17.2 में दर्शाये गए व्युत्क्रमी संयोजन से यह सिद्ध किया जा सकता है कि दो सामान्य चूजों में से एक में उत्परिवर्तन का प्रभाव मध्यत्वचा पर तथा दूसरे में बाह्यत्वचा पर पड़ा है ।

सारणी 17.2

	मध्यत्वचा		बाह्यत्वचा		विकसित पाद के प्रकार	निष्कर्ष
1.	पोलीडैक्टाइलस	+	वन्य प्ररूप	→	पोलीडैक्टाइलस	मध्यत्वचा पर उत्परिवर्तन का प्रभाव
2.	वन्य प्ररूप (वाइल्ड)	+	पोलीडैक्टाइलस	→	वन्य प्ररूप	
3.	यूडीप्लोडिया	+	वन्य प्ररूप	→	वन्य प्ररूप	बाह्यत्वचा पर उत्परिवर्तन का प्रभाव
4.	वन्य प्ररूप	+	यूडीप्लोडिया	→	यूडीप्लोडिया	

17.3.7 आकृति संरचना का नियन्त्रण

अन्य शारिरिक अंगों के समान ही पाद अंगों की भी विशिष्ट आकृतिक संरचना होती है । प्रश्न यह है कि इस अंग के विभिन्न भागों की विशेष स्थिति के लिए कौन –कौन से कारक तथा पर्यावरण संबधी प्रभाव उत्तरदायी है ? उदाहरण के तौर पर जंघा में एक उर्विका हड्डी तथा पैर में दो समानान्तर हड्डियों के विकास पर किन प्रभावी कारकों का प्रभाव पड़ता है ? अँगूठे को अग्रीय स्थिति तथा कनिष्ठा की पश्च स्थिति का निर्धारण किन कारणों से होता है ? पाद भ्रूण के क्षेपणरूपी ओटोपोडियम खंड से विकसित होने के बावजूद भी बत्तख के पैर जलयुक्त होते हैं परन्तु चूज़े के नहीं । इस प्रकार के अनेक प्रश्नों का सामना जीव वैज्ञानिकों तथा विकास प्रक्रिया में रूचि रखने वाले जन साधारण ने अनेक वर्षो से किया है । अनेक सफल परीक्षणों एवं अध्ययन कार्यों के बाद भी अभी तक हम इस मूल प्रश्न का ऐसा उत्तर अभी तक नहीं ढूँढ पाए कि आकृति संरचना पर नियन्त्रण किस प्रकार रखा जाता है ? इसके लिए ऐसे उत्तर की आवश्यकता है जो किसी एक जीव या एक जीव के सभी अंगों पर या सभी जीवों पर समान रूप से लागू कर सकें । इस भाग में इस प्रश्न से संबंधित परीक्षणों एवं उनके परिणामों पर चर्चा करेंगे । यह तो आपको पता ही है कि पाद अंगों में क्रमशः समीपस्थ-दूरस्थ, अग्रीय-पश्च, पृष्ठीय-अधरीय तीन अक्ष होते हैं, जिनका निर्धारण अलग-अलग भ्रूण के प्रारम्भिक चरण में मध्यत्वचा में होता है । क्या इन कोशिकाओं में प्रारम्भ से ही अक्षों का निर्धारण निश्चित होता है तथा क्या पाद अंगों की मध्यत्वचीय कोशिकाएं आकारिकी का निर्धारण करती हैं या कोशिकाएं स्वयं कुछ समय तक अस्थिर रहती हैं तथा अक्षों का निर्धारण अन्य प्रभावी कारकों जैसे बाह्यत्वचीय कारकों से होता है ? इन प्रश्नों के उत्तर प्राप्त करने के लिए चूज़े के भ्रूणीय पाद मुकुल पर हाल ही में अनेक परीक्षण किए गए ।

I) पाद अंग के समीपस्थ-दूरस्थ अक्ष का निर्धारण कटक द्वारा होता है इस अक्ष की अभिव्यक्ति निश्चित समीपस्थ-दूरस्थ क्रम में होती है । चूज़े के भ्रूण में पाद मुकुल विकास के काफी बाद के चरणों में कटक द्वारा मध्यत्वचीय कोशिकाओं में समीपस्थ दूरस्थ अक्ष के साथ उनकी स्थानीय स्थिति के भविष्यिक रूप को बदला जा सकता है । इस विषय में हम निम्न परीक्षण से जान सकते हैं ।

1) यदि पंख मुकुल पर एक और कटक का आरोपण कर दिया जाए तो दो दूरस्थ पंखों का विकास होता है (चित्र 17.33) । इससे ज्ञात होता है कि एक और कटक के प्रभाव से एक

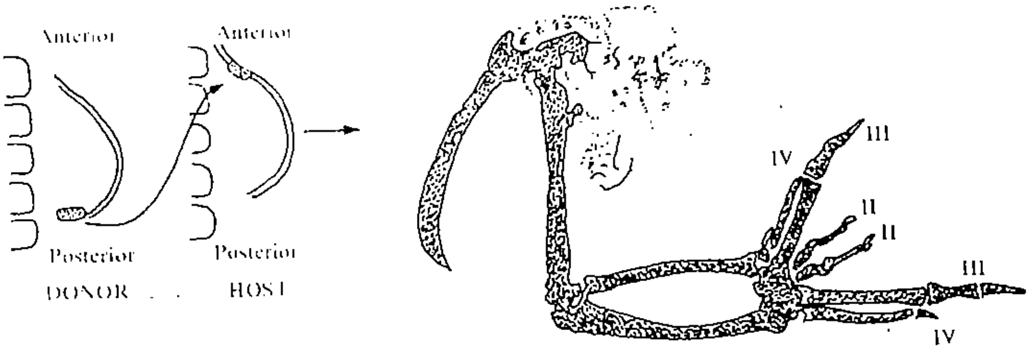
और समीपस्थ दूरस्थ अक्ष की संरचना होती है जिससे दूरस्थ मध्यत्वचा में नियमन होता है। इसके फलस्वरूप दोनों समीपस्थ दूरस्थ अक्षों के साथ दोहरे अंगों की संरचना होती है।

2) चूज़े के भ्रूण में उन्नीसवें चरण में यदि मुकुल के दूरस्थ आधे हिस्से को काट कर, बचे हुए मध्यत्वचीय निचले भाग पर कटक का आरोपण कर दिया जाए, तो पूर्ण सामान्य पाद का विकास होता है। वैसे तो मध्यत्वचा के निचले आधे भाग से वर्तिकापाद के भागों की संरचना होती है परन्तु कटक के प्रेरक प्रभाव से कोशिकाओं में नियमन हो जाता है। इसके फलस्वरूप तीनों खंडों के विभिन्न अवयवों का विकास होता है (चित्र 17.32 (B)।

II) चूजे के भ्रूण में बीसवें चरण तक पृष्ठीय-अधरीय अक्ष का निर्धारण भी बाह्यत्वचा से होता है। यदि पंख मुकुल की उपरिशायी बाह्यत्वचा को निकालकर 90° तक घुमाया जाए तथा अनावृत मध्यत्वचा पर आरोपित कर दिया जाए तो अक्ष में परिवर्तन आ जाता है। 180° पर घूर्णन के कारण एक और ओटोपोडियम की संरचना होती है।

III) ध्रुवीय-क्रिया क्षेत्र (जोन ऑफ पोसराइजिग एक्टीविटी, जैड.पी.ए.)

प्रारम्भिक भ्रूणीय चरण में संभाव्य पाद मध्यत्वचा में सर्वप्रथम अग्रीय-पश्च अक्ष का निर्धारण होता है। चूजे के भ्रूण पर किए गए अनेक अनुक्रमिक परीक्षणों के परिणामस्वरूप यह संकेत मिला है कि पंख में अग्र-पश्च दिशा का निर्धारण मध्यत्वचीय कोशिकाओं के एक छोटे समूह से होता है। यह समूह पंख मुकुल की देह भित्ति के साथ पीछे संधि की ओर स्थित होता है। इस मध्यत्वचा के समूह को ध्रुवीय क्रिया कहते है।



चित्र 17.36 : जब मुकुल के अग्र भाग पर पंख की पश्च सीमा की ओर स्थित ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र का आरोपण किया जाता है तो विकसित दोहरी अंगुलियाँ मूल अंगुलियों का दपर्ण प्रतिबिम्ब प्रतित होती है।

सामान्य तौर पर चूजे के पंख में तीन अंगुलियां होती हैं जिनको अग्र से पश्च दिशा की ओर II, III तथा IV क्रमांक से जाना जाता है (चित्र 17.21 B)। अठारहवें चरण में उससे कुछ बड़े भ्रूण में मुकुल के अग्र भाग में कटक के पास या उसके सम्पर्क में बाह्यत्वचा के नीचे अतिरिक्त ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र का आरोपण किया गया। इससे अग्र भाग में दोहरी सँख्या में अंगुलियों का विकास हुआ। इसके फलस्वरूप अग्र-पश्च दिशा में जो अंगुलिस्थ सूत्र (फारमुला) उत्पन्न हुआ। वह इस प्रकार है - IV, II, II-II, III, IV, जिसमें दोहरी अंगुलियाँ मूल अंगुलियों का प्रतिबिम्ब थी। सबसे पश्च भाग में स्थित IV सँख्यक अंगुलि के ध्रूवीय-क्रिया क्षेत्र के नजदीक होने के कारण सामान्य ध्रुवता में कोई अन्तर नहीं पाया गया।

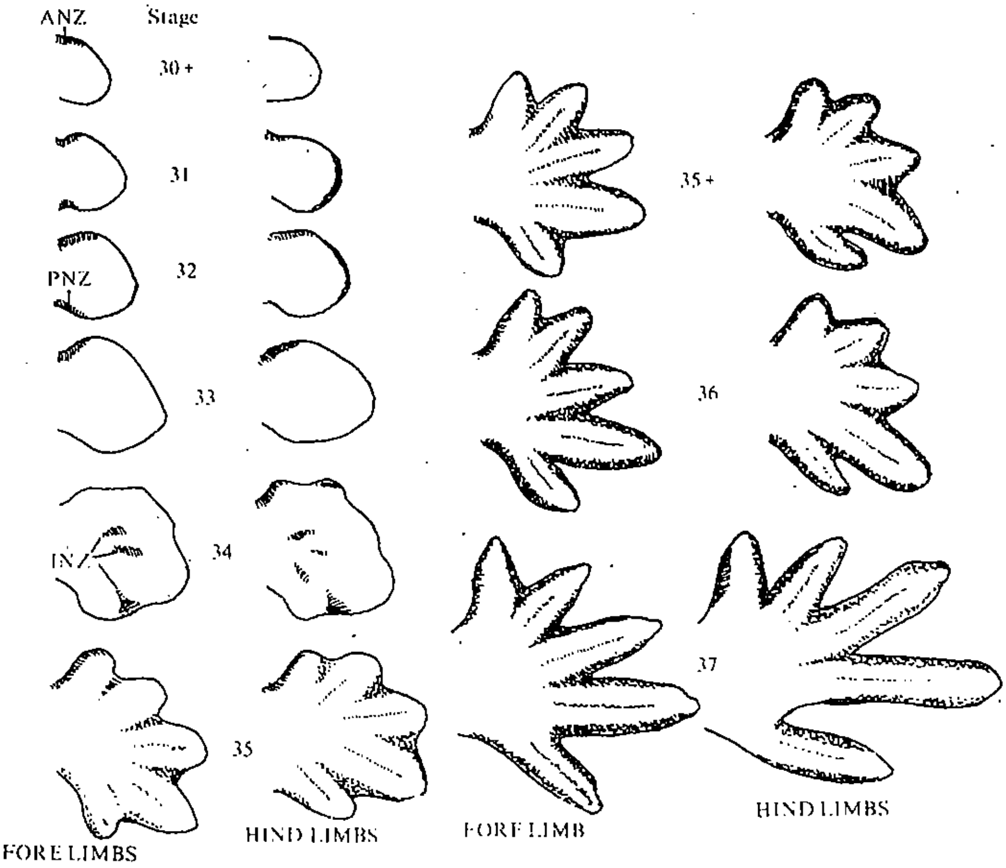
ऐसा मान्य है कि ध्रुवीय-क्रिया क्षेत्र से एक मोर्फोजिन नामक पदार्थ का सांद्रण होता है, जिसके विसरण से अग्रीय -पश्च अक्ष के साथ स्रावण प्रवणता (concentration gradient) में कमी आ जाती है। सँख्यक IV अंगुलि का विकास अधिक सांद्रणता के प्रभाव से तथा III व II का विकास मोर्फोजिन की घटती सांद्रणता के प्रभाव से होता है। अग्र भाग में आरोपित ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र माध्यमि से उल्टी दिशा में सांद्रण प्रवणता की स्थापना से ही दोहरी अंगुलियाँ मूल अंगुलियों का दर्पण प्रतिबिम्ब होती हैं।

परन्तु अधिकांश जीव वैज्ञानिक ध्रूवीय क्रिया क्षेत्र की उपर्वर्णित भूमिका को नहीं मानते। ऐसा इसीलिए क्योंकि चूजों के पंख में शरीर के अन्य भागों की मध्यत्वचा के आरोपण, अन्य ऊतकों और अतिरिक्त कटक के आरोपण तथा मुकुल के अग्रभाग से विटामिन -ए से व्युत्पन्न रेटिनोइक अम्ल के प्रभाव से

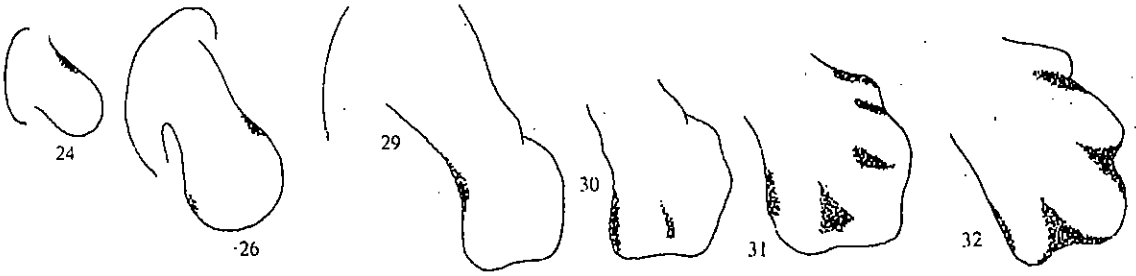
भी दोहरी अंगुलियों का विकास हो सकता है । इसके अतिरिक्त यदि मुकुल के पश्च भाग से ध्रूवीय क्रिया क्षेत्र को निकाल दिया जाए तो भी सामान्य अंगुलियों का विकास होता है । परीक्षण के दौरान ध्रूवीय क्रिया क्षेत्र से ध्रूवीय प्रभाव अवश्य होता है परन्तु सामान्य तौर पर पंख मुकुल में पश्च भाग में उपस्थित ध्रूवीय क्रिया क्षेत्र की विकास क्रिया में भूमिका उतनी स्पस्ट नहीं है ।

IV ऊतकक्षय की भूमिका – पाद अंग के विकास के विभिन्न चरणों में कुछ विशेष क्षेत्रों में मध्यत्वचीय कोशिकाओं के बड़े समूहों का क्षय होता है । यह प्रक्रिया छिपकली (कैलोटेस), चूजे, बत्तख तथा चूहे में स्पष्ठ रूप से देखी गई है परन्तु जलस्थलचरों में नहीं । ऊतकक्षय चार विशेष क्षेत्रों में होता है । अग्र तथा पश्च सीमा के साथ क्रमशः i) अग्रीय ऊतकक्षयी क्षेत्र (ऐन्टीरियर नेकरोटिक जोन–ए.एन.जैड) ii) पश्च ऊतकक्षयी क्षेत्र (पोस्टीरियर नेकरोटिक जोन–पी.एन.जैड) iii) अंतरी मध्यत्वचा में अपारदर्शी क्षेत्र (ओपोक पैच–ओ.पी.) iv) अंतः अंगुलिस्थ ऊतकक्षयी क्षेत्र (इन्टर डिजिटल नेकरोटिक जोन–आई.एन.जैड) (चित्र 17.37, 17.38)।

विभिन्न चरणों में ऊतकक्षय क्रिया पहले से ही निर्धारित होती है । यह क्रिया अग्रपाद में बहिः प्रकोष्ठिका तथा अन्तः प्रकोष्ठिका, पश्च पाद में बहिर्जंघिका तथा अन्तर्जंघिका तथा दोनों पादों में अंतिम छोर पर अंगुलियों के पृथक्करण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं । चूजे के पैरों की अंगुलियों के बीच तथा कैलोटिस के दोनों पैरों के बीच के ऊतक का पूर्ण रूप से क्षय हो जाता है, जिसके फलस्वरूप सभी अंगुलियों को स्पष्टतः अलग अलग देखा जा सकता है । बत्तख में अंतःअंगुलिस्थ कुछ ही कोशिकाओं का क्षय होता है । बची हुई कोशिकाओं से जाल की संरचना होती है । अग्रीय ऊतकक्षयी क्षेत्र तथा पश्च ऊतकक्षयी क्षेत्र में संरचना विकासी ऊतकक्षय का महत्व कुछ स्पष्ट नहीं है । ऐसा मान्य है कि इस क्रिया से पाद–अंगों की आकारिकी की संरचना होती है ।



चित्र 17.37 : केलोटिस के पाद में न्यूट्रल रेड (neutral red) से सजीव अभिरंजन द्वारा दिखाई देता ऊतकक्षय । अग्रीय ऊतकक्षयी क्षेत्र (30 कायखंड चरण की अग्रीय सीमा + अग्रपाद), पश्च उतकक्षयी क्षेत्र (31 व 32 चरण में अग्रपाद की पश्च सीमा), तथा अंतअंगुलिस्थ ऊतकक्षयी क्षेत्र (दोनों पादों में उपचरण के बाद से) ।



चित्र 17.38 : चूज़े के भ्रूण में पैर के विकास के समय ऊतकक्षय की स्थानीय स्थिति । हैमबर्गर-हैमिलटन क्रमानुसार चूज़े के विभिन्न विकास की सँख्या रेखाचित्र में दी गई है । ऊतकक्षयी क्षेत्रों को काला किया गया है ।

बोध प्रश्न - 2

1) निम्न पाद हड्डियों का संगत समांगों के साथ युग्म बनाईये : प्रपदिका, मणिबंधिका, अंतःप्रकोष्ठिका, बहिर्जंघिका, बहिःप्रकोष्ठिका, उर्विका, करभिका, गुल्फ, अन्तर्जंघिका, प्रगडिका

....

....

....

2) पाद की परिवर्धन प्रक्रिया में पाद क्षेत्र के किस ऊतक की आवश्यकता होती है ?

....

....

....

3) एक जलस्थलचर के प्रारम्भिक न्यूरूला से अग्रपाद क्षेत्र को निकालकर 180° तक घुमाया गया । इसके बाद पुनः मूलस्थान पर उसका आरोपण कर दिया गया । इससे विकसित पाद में केवल एक उत्क्रमित अक्ष का विकास हुआ । बताईये तीनों में से किस अक्ष का उत्क्रमण हुआ?

....

....

....

4) विकासशील पाद में वर्तिकापाद-ज्यूगोपोडियम संधि क्षेत्र पर मोड़ उत्पन्न होने के पश्चात् यदि शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक को निकाल दिया जाए तो पाद अंग में किस प्रकार के विदरण की संभावना है ?

....

....

....

5) निम्न कोशिकाओं का भ्रूणीय उत्पत्ति क्षेत्र कौन-सा है ? अ) पाद-माँसपेशियाँ ब) पाद-कंकाल

....

....

....

6) यदि पाद मुकुल के शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक को [illegible] का प्रतिस्थापन [illegible] कर दिया जाए, तो कटक पर क्या प्रभाव पड़ेगा ?

....

....

....

7) विकासशील पाद मुकुल में प्रगति क्षेत्र की मध्यत्वचीय कोशिकाओं पर शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का क्या प्रभाव पड़ता है ?

....

....

....

8) निम्न भ्रूणीय संयोजनो से विकसित मुकुल को यदि चूजे के भ्रूण में आरोपित कर दिया जाए तो क्या पाद विकास संभव है ? यदि है तो किस प्रकार के पाद अंग का विकास होगा?

अ) चूजे के पंख की मध्यत्वचा + चूजे के पैर की बाह्यत्वचा

ब) बत्तख के पैर की बाह्यत्वचा + चूजे के अगाद भागों की मध्यत्वचा

स) बत्तख के पंख की मध्यत्वचा + चूजे के बाजू की बाह्यत्वचा

ड) बत्तख के सिर की बाह्यत्वचा + चूजे के पैर की मध्यत्वचा

....

....

....

9) एक सामान्य चूजे में पश्च से अग्र भाग तक पंख की अंगुलियों का क्रम बताइये !

....

....

....

17.4 नेत्र तथा पाद अंग की परिवर्धन क्रियाओं में समानताएँ

आँख तथा पाद अंग जैसे दो अलग शारिरिक हिस्सों की विकास प्रक्रिया की तुलना की जाए तो अनेक समानताएँ देखने में आती हैं।

1) आँख व पाद अंग दोनों की उत्पत्ति एक ऐसे संरचना विकास क्षेत्र में होती है जिसके प्रभाव में कुछ विशेषताओं के फलस्वरूप एक निश्चित समय में किसी अंग का परिवर्धन होता है ।

2) दोनों अंगों के विकास में प्रयुक्त कोशिकाओं की उत्पत्ति विभिन्न स्रोतों से होती है । आँख में बाह्यत्वचा, न्यूरल बाह्यत्वचा, मध्यांतक कोशिकाओं की उत्पत्ति तंत्रिक शिखर की कोशिकाओं तथा शीर्ष बाह्यत्वचा से होती है । पाद अंगों में इनका विकास बाह्यत्वचा कायखंडी तथा पार्श्विक पट्टिका युक्त मध्यत्वचा से होता है । इसके साथ ही रक्त कोशिकाएं तथा स्नायु तंत्री ऊतकों का आक्रमण भी इन अंगों पर होता है ।

3) दोनों अंगों के विकास में ऊतकों की पारस्परिक क्रिया बहुत महत्वपूर्ण है । दो प्रकार की पारस्परिक क्रियाएं इसमें भाग लेती हैं–एक तरफा प्रेरक क्रियाएं तथा दो तरफा उत्क्रमिक क्रियाएं । आँख के लैंस द्वारा स्वच्छमंडल का विकास प्रेरण एक तरफा क्रिया का उदाहरण है

तथा पाद अंगों में मध्यत्वचा-शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक और आँख में नेत्र आशय-लैंस बाह्यत्वचा की परस्पर क्रियाएं दो तरफा है । इनके फलस्वरूप दोनों अंगों के विभिन्न भागों का परिवर्धन सामंजस्यपूर्ण रूप से होता है ।

4) दोनों अंगों के विकास में एक ऊतक से दूसरे की ओर भेजे जाने वाले प्रेरक संकेत प्रजाति-विशेष नहीं होते ।

5) दोनों अंगों के विकास के समय बहुत अधिक मात्रा में ऊतकक्षय होता है । यह क्रिया वंशाणुओं (genes) द्वारा नियन्त्रित है तथा आकार संरचना में महत्वपूर्ण है ।

17.5 सारांश

अब तक आपने जो पढ़ा उसे संक्षिप्त में समझ सकते हैं :

- आँख व पाद दोनों का परिवर्धन निश्चित संरचना विकासी क्षेत्र में होता है । इस क्षेत्र में कुछ अंगों के अलग करने या समतन्यता से जोड़ने पर भी सामान्य अंग का विकास होता है ।
- आँख व पाद के सही विकास में ऊतकों की पारस्परिक क्रिया का विशेष और निर्णयात्मक योगदान हैं ।
- जिन कोशिकाओं से नेत्र की संरचना होती है वह अलग अलग स्रोतों से उत्पन्न होती है । उदाहरणार्थ तंत्रिक दृष्टिपटल एवं वर्णकित दृष्टिपटल की कोशिकाएं न्यूरल बाह्यत्वचा से, लैंस की सतही बाह्यत्वचा से, स्वच्छमंडल की बाह्यत्वचा तथा न्यूरल शीर्ष के मध्योतक से तथा रक्तक पटल एवं दृढ़ पटल की सिर की मध्यत्वचा से उत्पन्न होती है ।
- कई प्रजातियों में लैंस का विकास प्रेरण ग्रसन्य अन्तस्त्वचा, हृदय की मध्यत्वचा तथा नेत्र आशय से अनेक चरणों में होता है । अनेक प्रजातियों में लैंस की संरचना लैंस आशय की अनुपस्थिति में भी हो जाती है ।
- तंत्रिक दृष्टिपटल की कोशिकाओं का विभेदन एक जटिल क्रिया है । इससे विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का विकास होता है ।
- तंत्रिक दृष्टिपटल के नियन्त्रण में लैंस तथा स्वच्छमंडल का विभेदन होता है ।
- आद्य पाद अंग में उपरिशायी बाह्यत्वचा पर मध्यत्वचा के प्रभाव से शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का विकास होता है । मध्यत्वचा के कारण ही यह कटक अंत तक उपस्थित रहता है, जब तक सभी पाद-अंशों का विकास नहीं हो जाता ।
- पाद प्रकार तथा जाति विशेषता का निर्धारण मध्यत्वचा में होता है ।
- दूरस्थ अपवृद्धि के विकास पर नियन्त्रण तथा दूरस्थ अंगों के विकास से शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक पाद अंग के समीपस्थ-दूरस्थ अक्ष के विकास का नियन्त्रण करता है । कटक की अनुपस्थिति में पाद मुकुल का विकास रुक जाता है ।
- विकासशील पाद अंग के प्रगति क्षेत्र में कटक कोशिकी विभाजन में प्रेरणा तथा विभेदीकरण में विलम्ब पैदा करता है ।
- तीनों अक्षों में सर्वप्रथम अग्रीय-पश्च का निर्धारण होता है । उसके पश्चात पृष्ठीय-अधरीय अक्ष तथा अंत में समीपस्थ - दूरस्थ अक्ष का निर्धारण होता है ।
- पाद अंग के पृष्ठीय-अधरीय आकार का नियन्त्रण पाद द्वारा होता है ।
- पाद अंग के अग्रीय-पश्च आकार का निर्धारण ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र द्वारा किया जाता है । यह तथ्य अभी भी सिद्ध नहीं किया जा सका है ।

17.6 अंत में कुछ प्रश्न

1) नेत्र विकास के समय जिन पारस्परिक क्रियाओं से नेत्र कोटर, लैंस तथा स्वच्छमंडल की संरचना होती है, उनका संक्षेप में वर्णन कीजिए ।

....

....

....

....

....

....

....

....

2) लैंस विभेदीकरण का विस्तृत वर्णन कीजिए ।

....

....

....

....

....

....

....

....

3) स्वच्छमंडल के विभिन्न रचक अंश कौन से हैं? उनका विकास किस प्रकार होता है ?

....

....

....

....

....

....

....

....

4) निम्न अंगों से आँख के किन भागों की संरचना होती है? i) केवल बाह्यत्वचा ii) बाह्यत्वचा तथा मध्यत्वचा iii) केवल मध्यत्वचा

....

5) उत्क्रमित प्रेरक पारस्परिक क्रियाओं से आप क्या समझते हैं? एक उदाहरण सहित वर्णन कीजिए।

6) यदि जंघा की मध्यत्वचा का आरोपण पंख मुकुल के शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक के नीचे कर दिया जाए तो पंख की अंगुलियों के स्थान पर पंजों का विकास होता है। इस उदाहरण को ध्यान में रखते हुए पाद अंग की निर्धारण क्रिया पर अपने विचार प्रकट कीजिए।

7) पंख मुकुल के अग्र भाग में ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र के आरोपण से चूजे में दोहरी अंगुलियों का विकास होता है। एक ऐसे परिक्षण की रूपरेखा तैयार कीजिए, जिससे यह जाना जा सके कि ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र का प्रभाव प्रजाति विशेष है या नहीं।

....

....

....

....

....

8) मान लीजिए एक परीक्षण के दौरान बिना पैर के चूज़े के आरम्भिक भ्रूण के सिर की बाह्यत्वचा का आरोपण सामान्य चूजे के भ्रूण के पैर की मध्यत्वचा पर किया गया । इसके परिणामस्वरूप आरोपित बाह्यत्वचा में शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का विकास नहीं हुआ इससे आप क्या निष्कर्ष निकालेंगें और क्यों ?

....

....

....

....

....

....

....

....

9) अ) चूजे के भ्रूण के विकासशील पाद अंगों की अंगुलियों के बीच में अधिक मात्रा में ऊतकक्षय का क्या महत्व है ? ब) तंत्रिक दृष्टिपटल में विभेदीकरण के समय ऊतकक्षय का क्या महत्व है ?

....

....

....

....

....

....

....

....

17.7 उत्तर

बोध प्रश्न-1

1) अ) खुली तंत्रिका पट्टिका के अग्रभाग के बीच का हिस्सा ।

   ब) हैन्सन नोड के सामने अधिकोरक के अग्रभाग के बीच का हिस्सा ।

2) तंत्रिका पट्टिका में संभाव्य अग्रमस्तिष्क भाग के नीचे स्थित मध्यजनस्तर रज्जु ।

3) इसका विकास नेत्र आशय से होता है जो अग्रमस्तिष्क का विस्तार है । यह नेत्रीय तंत्रिका के माध्यम से मस्तिष्क को सूचनाएं भेजता है ।

4) दोनों

5) i) ग्रसन्य अन्तस्त्वचा

ii) हृदय की मध्यत्वचा

iii) नेत्र आशय

6) अ) हाँ ब) नहीं

7) इसके कारण लैंस का क्षय होता है ।

8) लैंस संपुट के माध्यम से ।

9) i) गुच्छिका परत

ii) आंतरिक केन्द्रक परत

iii) बाह्य केन्द्रक परत

बोध प्रश्न - 2

1) करभिका-प्रपदिका मणिबंधिका - गुल्फ बहिःप्रकोष्ठिका-अन्तर्जंघिका अतः प्रकोष्ठिका-बहिर्जंघिका प्रगंडिका-उर्विका ।

2) पार्श्विक पट्टिका मध्यत्वचा से उत्पन्न पाद-मध्यत्वचा ।

3) अग्रीय पश्च अक्ष; क्योंकि संभाव्य पाद मध्यत्वचा में इसका निर्धारण सबसे पहले होता है ।

4) जाइगोपोडियम के दूरस्थ अंश उपस्थित नहीं होंगे क्योंकि वार्तिकापाद तथा ज़्यूगोपोडियम संधि के समय से पहले ही उनके अवयवों का निर्धारण हो जाता है तथा कटक की अनुपस्थिति में कोशिकी-विभेदन तथा विभाजन की समाप्ति संभव है ।

5) अ) पाद-माँस पेशियों के लिये कायखंडी मध्यत्वचा ।

ब) पाद - कंकाल के लिए पार्श्विक पट्टिका मध्यत्वचा ।

6) अपाद-मध्यत्वचा से कटक के संरेखण कारक का स्रावण न होने से कटक चपटा हो कर नष्ट हो जाता है ।

7) शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक के कारण प्रगति क्षेत्र की मध्यत्वचा की कोशिकाओं के विभाजन को प्रेरणा मिलती है तथा उनके विभेदीकरण में विलम्ब होता है ।

8) अ) चूज़े के पंख

ब) पाद अंगों का विकास नहीं होगा

स) बत्तख के पंख

ड) चूज़े के पैर

9) IV, III, II इस क्रम में अंगुलियों का विकास होता है ।

अंत में कुछ प्रश्न

1) कन्दुकन (गैस्ट्रुलाभवन) के दौरान मध्यजनस्तर रज्जु से तंत्रिका पट्टिका के परिवर्धन का प्रेरण होता है । सर्वप्रथम तंत्रिका पट्टिका में अग्रमस्तिष्क क्षेत्र के नीचे उपस्थित मध्यत्वचा से चक्षुषीय क्षेत्र का विकास होता है । इसके बाद इस क्षेत्र का विभाजन दो भागों में हो जाता है तथा नेत्र आशय का बर्हिर्वलन होता है । नेत्र आशय के प्रभाव से संभाव्य नेत्र लैंस बाह्यत्वचा से लैंस स्थाली का

विकास होता है । लैंस स्थाली के कारण नेत्र आशय में अंतर्वलन के फलस्वरूप वर्णकित तथा तंत्रिक दृष्टिपटल की संरचना होती है । लैंस संपुट के प्रभाव से उपरिशायी अधिचर्मिक बाह्यत्वचा से स्वच्छमंडलीय उपकला तथा प्राथमिक पीठिका का विकास होता है ।

2. देखिए विवरण उपखंड 17.2.4 में

3. देखिए विवरण उपखंड 17.2.4 में

4. i) केवल बाह्यत्वचा 1) वर्णकित तथा तंत्रिक दृष्टिपटल

2) लैंस

3) नेत्रच्छद या पलकें

ii) मध्यत्वचा तथा बाह्यत्वचा से 1) स्वच्छमंडल

2) परितारिका

iii) केवल मध्यत्वचा 1) श्वेत पटल

2) रक्तक पटल

3) अंतः चक्षुषीय माँसपेशियाँ

5. देखिए विवरण उपखंड 17.2.5 तथा 17.3.5 में

6. पंख मुकुल में शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक के नीचे जंघा की मध्यत्वचा के आरोपण से वह मुकुल में दूरस्थ स्थान ग्रहण कर लेती है । नए स्थान पर उसका समीपस्थ–दूरस्थ अक्ष बदल जाता है तथा समीपस्थ अंगों के बजाए वह दूरस्थ अंगों(पंजे) का विकास करता है । इतने नए स्थान पर भी कटक की पाद विशेषता समाप्त नहीं होती ।

7. चूज़े के अतिरिक्त किसी और प्राणी जैसे बत्तख की अंगुलियों में अत्याधिक विभिन्नता होती है । यदि आरम्भिक पंख मुकुल के ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र (बत्तख के) को चूज़े के आरम्भिक पंख मुकुल के अग्रभाग में आरोपित कर दिया जाए और दोहरी अंगुलियों का समूह चूज़े की अंगुलियों जैसा हो तो सिद्ध होता है कि ध्रुवीय क्रिया क्षेत्र के द्वारा अनुज्ञात्मक प्रभाव पड़ा, जो प्रजाति–विशेष नहीं था । परन्तु यदि जालयुक्त पैरों का विकास होता है तो प्रजाति–विशेष प्रभाव के कारण बत्तख के पाद अंग जैसे अंगों का परिवर्धन हुआ ।

8) पैर–रहित चूजे के भ्रूण के सिर की मध्यत्वचा सामान्य चूजे के भ्रूण के पैर की मध्यत्वचा के प्रेरक प्रभाव पर कोई भी प्रतिक्रिया करने में अक्षम है । इस कारण शीर्ष बाह्यत्वचीय कटक का विकास संभव नहीं है । उत्परिवर्तन के कारण पाद रहित चूज़े की बाह्यत्वचा पर प्रभाव पड़ा है ।

9) अ) चूज़े के भ्रूण में विकासशील पाद अंगों में अन्तःअंगुलिस्थ क्षेत्रों में काफी अधिक ऊतकक्षय के फलस्वरूप पैर की अंगुलियों के बीच से बहुत अधिक ऊतक की समाप्ति हो जाती है । इससे पंजे अलग अलग हो जाते हैं । यह प्रक्रिया पाद की आकारिकी में सहायक है ।

ब) ऐसा माना जाता है कि दृष्टि पटल में ऊतक क्षय के कारण आंतरिक हिस्सों में कोशिकाएं तीन भागों में विभाजित हो जाती हैं । वह तीन क्षेत्र हैं – 1) गुच्छिका परत

2) आंतरिक केन्द्रक परत

3) बाह्य केन्द्रक परत

इसके फलस्वरूप विभिन्न कोशिकाओं का विभेदीकरण सही ढंग से होता है जिससे वह सही प्रकार से कार्य कर सकें । यहाँ भी आकृति विकास में ऊतकक्षय को महत्वपूर्ण माना गया है ।

ाब्दावली

ाक्रोसिन (Acrosin) – शुक्राणु शीर्ष पर पाया जाने वाला एक प्रोटिएस एन्ज़ाइम जो पारदर्शी अंडावरण (zona pellucida) को पार करने में शुक्राणु की सहायता करता है ।

ग्रपिंडक (Acrosome) – एक्रोसोम–शुक्राणु के शीर्ष पर पाया जाने वाला झिल्लीमय अंगक । अनेक एंज़ाइम एवं प्रोटीन से युक्त यह अंगक अंडे की बाह्य झिल्लियो को पार करने में शुक्राणु की सहायता करता है ।

ग्रपिंडक प्रतिक्रिया – अंडे के संपर्क में आने पर शुक्राणु की प्रतिक्रिया, जिसके कारण अग्रपिंडक की झिल्ली के पृथक्करण के पश्चात् अनेक एंज़ाइमों का मोचन होता है ।

न्तुक गोलार्ध (Animal hemisphere) – अंडे का अग्रीय भाग जिसमें केन्द्रक पाया जाता है । इस गोलार्ध में पीतक की मात्रा बहुत कम या बिल्कुल नहीं के बराबर होती है ।

ार्ष वाह्यत्वचीय कटक (Apical ectodermal ridge AER) – पाद–मुकुल (limb bud) की उस सीमा पर जहाँ मुकुल के पृष्ठीय एवं अधरीय भाग आपस में मिलते हैं, यह कटक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है ।

ान्डिन (Bindin) – समुद्री–अर्चिन के शुक्राणु के अग्रपिंडक में पाया जाने वाला एक प्रोटीन जो प्रजातीय विशेष अग्रपिंडक–प्रक्रिया को अग्रसर करता है ।

ोरक (Blastula) – विभिन्न कोरक खंडों (ब्लास्टोमियर) के पुर्नविन्यास से कोरक चर्म (ब्लास्टोडर्म) की रचना के दौरान द्रव्य से भरी एक गोल आकृति वाली कोटर (कैविटी) जिसे कोरक गुहा कहते हैं का निर्माण होता है । इस एक सतह वाले भ्रूणीय चरण को कोरक कहते हैं ।

ामर्थ्यकरण (Capacitation) – स्तनपायी जीवों के मादा जनीय क्षेत्र में गमन के समय शुक्राणुओं में वह परिवर्तन जिसके कारण निषेचन संभव हो सकता है ।

कोशिकीय निर्धारण (Cell determination) – कोशिका के परिवर्धन पथ का विशिष्टिकरण ।

ासायन अनुचलन (Chemotaxis) – विसरणशील रसायनिक पदार्थ की प्रवणता के साथ–साथ उसके स्रोत की ओर कोशिकाओं की निर्देशित चलन प्रक्रिया ।

वेदलन (Cleavage) – निषेचित अंडे की कोशिकाओं का क्रमानुसार विभेदन, जिसके फलस्वरूप कोरक का निर्माण होता है ।

ांपर्कीय निर्देशन (Contact guidance) – कोशिकाओं का अधःस्तर में पाई जाने वाली विच्छिन्नता के अनुरूप संरेखण एवं स्थानांतरण ।

अभिसारिता (Convergence) – कोरक की सतह से कोरक रंध्र के किनारे की बाहरी सीमा की ओर कोशिकाओं का स्थानांतरण

विस्तरण (Delamination) – कोशिकाओं के विभिन्न समूहों का एक दूसरे से अलग होना

उपसारिता (Divergence) – विकासशील भ्रूण की कोशिकाओं का उनके संभाव्य स्थल की ओर स्थानांतरण ।

भ्रूणीय प्रेरण (Embryonic induction)	–	वह प्रक्रिया जिससे कोशिकाओं का निकटवर्ती कोशिकाओं से परस्पर क्रिया के कारण उनके भविष्यिक रूप में परिवर्तन होता है ।
कन्दुकन (Gastrulation)	–	वह प्रक्रिया जिसमें कोरक गुहा के विलोपन के पश्चात् दो नए कोटरों का निर्माण होता है । वह है– i) अंतस्त्वचा से परिबद्ध कोरक गुहा का आद्यंत्र (archenteron) ii) मध्यजनस्तर से घिरी प्रगुहा (coelom) ।
भ्रूणीय वर्धमान (Germinal cresent)	–	चूज़े के भ्रूण के अधःकोरक (hypoblast) में वह स्थान जहाँ पारदर्शी तथा पारभासी क्षेत्र का संगम होता है । यहाँ आदि जनन-कोशिकाएं पाई जाती हैं ।
ग्राफी पुटक (Graffian follicle)	–	स्तनपायी जीवों के अंडाशय में पाये जाने वाले स्थूलकाय पुटक जिनमें द्रव्य से भरे कोटर पाये जाते हैं । इन कोटरों को गह्वर (Antrum) के नाम से जाना जाता है ।
स्पर्शानुचलन (Haptotaxis)	–	प्रवणता के साथ आसंजक क्षेत्र की ओर कोशिकाओं का निर्देशित चलन ।
हैन्सन नोड (Henson's node)	–	चूज़े के प्रारंभिक भ्रूण में स्थित आदि रेखा (primitive streak) का ऊपरी स्थूलकाय भाग ।
निर्देशित पारस्परिक क्रिया (Instructive interaction)	–	द्वितीयक प्रेरण क्रिया जिसमें प्रेरक ऊतक अन्य कोशिकाओं के किसी विशिष्ट परिवर्धन मार्ग का निर्देशन करते हैं ।
अंतर्वलन (Invagination)	–	अन्तस्त्वचीय कोशिकाओं की अन्दर की ओर मुड़ने की प्रतिक्रिया ।
अंतर्ग्रसन (Involution)	–	कोरक रंध्र की सीमा की ओर स्थानांतरित होने वाली कोशिकाओं का अंदर की ओर मुड़ना ।
पटलिका (Lamella)	–	स्थानांतरणीय तंतुकोरक (फाईब्रोब्लास्ट) में स्थित पतले पंखनुमा क्षेत्र जो कोशिकाओं को आगे धकेलने में सहायता करते हैं ।
पाद-मुकुल (Limb primordium)	–	पाद आद्यक ऊतक जो पार्श्वभाग से बाहर निकल आते हैं । इनका आकार मछली के पंख के समान होता है ।
लैंस आशय (Lens vesicle)	–	सिर की बाह्यत्वचा की सतह से उत्पन्न आंतरिक समंचन जिससे लैंस की संरचना होती है ।
संरचनाविकास (Morphogenesis)	–	कोशिकाओं का ऊतकों एवं अंगों में गठन
संरचनाविकास क्षेत्र (Morphogentic field)	–	भ्रूण के विशेष क्षेत्र की विभिन्न योग्यताओं तथा संभावनाओं का पूरा विवरण, जिनके प्रभाव से सामान्य अंग की संरचना होती है । (यह क्षेत्र संभाव्य क्षेत्र से अधिक होता है ।) इस क्षेत्र की नियन्त्रक प्रवृत्ति के कारण किसी अवयव के अलग होने या जुड़ने से अंगों के सामान्य विकास पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता ।
संरचनाविकासी चलन (Morphogenetic movement)	–	भ्रूणीय कोशिकाओं का एक स्थान से दूसरे की ओर चलन, जिससे विशेष शारीरिक संरचना और गठन का विकास हो सके ।

ोज़ेक अंडे (mosaic eggs) — वह अंडे जिनमें कुछ प्रारंभिक विदलन क्रियाओं में कोरक अंडों के भावी रूप में प्रतिबंध उत्पन्न हो जाता है ।

त्रिकाभवन (neurulation) — तंत्रिक नली की संरचना एवं अंदर की और विस्थापन ।

ंडजनन (Oogenesis) — अंडजननी कोशिकाओं से अण्डाणुओं (ova) का विकास ।

डंवद्रव्यिक निर्धारक
Ooplasmic determinants) — अंडे में उपस्थित कुछ आंतरिक कारक, जो भ्रूणीय स्वरूप के निर्धारण पर नियन्त्रण रखते हैं । विदलन के समय यह कारक विषम रूप से बँट जाते हैं ।

क-आशय (Optic vesicle) — अग्रमस्तिष्क (प्रोसेनसेफेलॉन) के पार्श्व से उद्वर्ध (outgrowth) जिससे दृष्टि पटल (retina) रेटिना, वर्णक परतों (pigmented layer) तथा परितारिका (iris) के भागों की रचना होती है ।

भकरण (Palisading) — कोशिकाओं के घनाकार आकृति से स्तंभाकार आकृति में परिवर्तन के कारण उपकला की स्थूलता ।

नुमतिबोधक परस्पर क्रिया
Permissive Interaction) — एक प्रकार का द्वितीय प्रेरण जिसमें पूर्व निर्धारित प्रतिक्रियाशील कोशिकाओं की अंतर्निहित क्षमता प्रेरक ऊतक से संकेत मिलने पर सामने आ जाती है ।

हुशक्तता (Pluripotency) — केन्द्रक द्वारा अनेक प्रकर के ऊतक और अंगों की परिवर्धन प्रक्रिया में सहयोग की क्षमता

वणा (Polarity) — एक अंग में विपरीत गुणों वाले दो प्रतिमुख अंतिम सिरे जैसे कि अग्र पश्च ध्रुवणा

हुआंतर्वलन (Polyinvagination) — वह क्रिया जिसमें कोरक या कोरक बिम्ब की बाहरी स्तर के अलग-अलग भागों से एक या छोटे समूहों में कोशिकाएं कोरक गुहा अथवा उसके खंडों में अंतर्वलित हो जाते हैं ।

...य क्षेत्र (Presumptive Area) — वह क्षेत्र जिससे कोई अंग विशेष या उसका भाग उत्पन्न होता है । जैव रंजक द्वारा या किसी अन्य लेबल प्रविधि द्वारा इस क्षेत्र को पहचाना जा सकता है ।

द्यक (Primordium) — भ्रूणिय परिवर्धन के समय कोशिकाओं का वह समूह जो किसी अंग की संरचना करता है ।

ादिजनन कोशिकाएं
Primordial germ cells) — कशेरुकी की जनन कोशिकाओं की पूर्वगामी कोशिकाएं । अंतःश्चर्म से उत्पन्न यह कोशिकाएं अपने मूल स्थल से जननागी कटक तक स्थानांतरित होती हैं ।

मक अंडे (regulative eggs) — वह अंडे जिनमें कोशिका की नियति परिवर्धन के चरणों में देर से निर्धारित होती है ।

क्राजनन (spermatogenesis) — शुक्राणुजनीयी कोशिकाओं से शुक्राणु का विकास

क्राणुजनन (spermiogenesis) — शुक्राणुपूर्व (स्पर्माटिड) से विभेदीकरण द्वारा शुक्राणु का विकास

र्णशक्तता (Totipotency) — केंद्रक की वह क्षमता जिससे वह पीतक युक्त अंडों की सभी कोशिकाओं के परिवर्धन में सहयोग देता है।

ल्पत्रिय गोलार्ध
Vegetal hemisphere) — पीतक से भरे अंडे का पश्च भाग

टेलोजेनिन (Vitellogenin) — पीतक प्रोटीन का पूर्वगामी पदार्थ

ारदर्शी अंडावरण
Zona pellucida) — स्तनपायी अंडक की अकोशिकीय पर्त जिसमें तीन ग्लाइकोप्रोटीन ZP-1, ZP-2 और ZP-3 होते हैं । यह पर्त जाति विशिष्ट शुक्राणु से बंधन प्रक्रिया में सहायक होती है ।

ध्रुवण प्रक्रिया का क्षेत्र (Zone of polarising activity ZAP)	–	पाद कंकाल की अग्र पश्य ध्रुवण को नियंत्रित करने वाली मध्यश्चर्म । यह शरीर की भित्ती और पाद मुकुल के पश्य जोड़ पर स्थित रहती है।
युग्मक (Zygate)	–	निषेचित अंडा

FURTHER READING

Goel Suresh C. 1984 Principles of Animal Developmental Biology. Himalaya Publishing House, Bombay.

K.V. Rao 1994 Developmental Biology—A Modern Synthesis. Oxford & IBH.

प्रश्नावली

एल.एस.ई. - 06
खंड - 3

प्रिय छात्र/छात्रा

इस पाठ्यक्रम के बारे में आपकी राय जानने के लिए हमने यह प्रश्नावली तैयार की है, जो इसी खंड के लिए है । आप के उत्तर हमें पाठ्यक्रम को सुधारने में मदद करेंगे । अतः आपसे अनुरोध है कि आप शीघ्र ही हमें प्रश्नावली भर कर भेजें ।

नामांकन सं. | | | | | | | | | |

1. इकाईयों को पढ़ने में आपको कितने घंटे लगे ।

इकाई सं.	13	14	15	16	17
कुल घंटे					

2. इस खंड से संबंधित कार्य को करने के लिए आपको (लगभग) कितने घंटे लगे ।

सत्रीय कार्य सं.		
कुल घंटे		

3. हमारे विचार से आपके सामने 4 प्रकार की कठिनाईयाँ आई होंगी, उन्हें निम्नलिखित तालिका में दिया गया है । उपयुक्त कालमों में कृपया अपनी कठिनाई पर (√) का निशान लगाइए और सही पृष्ठ संख्या लिखिए ।

पृष्ठ सं.	कठिनाइयों के प्रकार			
	प्रस्तुतीकरण स्पष्ट नहीं है	भाषा कठिन है	चित्र स्पष्ट नहीं है	शब्दावली समझाई नहीं गई है

4. हमारा विचार है कि बोध प्रश्नों व अंत में दिये गये प्रश्नों में आपको कुछ कठिनाई हुई होगी । निम्नलिखित तालिका में हमने संभावित कठिनाईयाँ दी हैं । उपयुक्त कालमों में संबंधित कठिनाईयाँ और प्रश्न संख्या देते हुए अपनी कठिनाईयों पर (√) का निशान लगाइए ।

इकाई संख्या	बोध प्रश्न संख्या	अंत में दी गई प्रश्न सं.	प्रश्न स्पष्ट नहीं है	कठिनाइयों के प्रकार		
				दी गई जानकारी के आधार पर उत्तर नहीं दिया जा सकता	इकाई के अंत में दिया गया उत्तर स्पष्ट नहीं है	दिया गया उत्तर पर्याप्त नहीं है

क्या सभी कठिन पारिभाषिक शब्दों को शब्दावली में दिया गया है ? यदि नहीं तो कृपया नीचे दी गई जगह में उन शब्दों को लिखिये ।

6. अन्य सुझाव ।

सेवा में,

पाठ्यक्रम संयोजक, एल.एस.ई.-06
विज्ञान विद्यापीठ
इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदान गढ़ी, नई दिल्ली-110 068

उत्तर प्रदेश
राजर्षि टण्डन मुक्त विश्वविद्यालय

UGBY/ZY-09

परिवर्धन जीवविज्ञान

खंड

4

प्राणी परिवर्धन - II

इकाई - 18

कायांतरण 5

इकाई - 19

पुनर्जनन 48

इकाई - 20

वृद्धि, कालप्रभावन, कैन्सर 95

इकाई - 21

मानव परिवर्धन 123

खंड 4 प्राणी परिवर्धन - II

इस पाठ्यक्रम के खंड 3 में आपने जाना कि भ्रूणीय परिवर्धन प्रगामी परिवर्तनों की एक ऐसी शृंखला है जो एक अकेली कोशिका यानी निषेचित अंडे को एक बहुकोशिक जीव में रूपांतरित करती है । परिवर्धन जन्म या स्फुटन पर ही समाप्त नहीं हो जाता । बल्कि यह परिवर्धन लंबे भ्रूणोत्तर जीवन के दौरान बराबर जारी रहता है, जिसमें ऐसे प्रगामी परिवर्तन आते हैं जो जीव के रूप, संरचना, कार्यिकी, आकार, स्वास्थ्य और आयुकाल को प्रभावित करते हैं । इस खंड की पहली तीन इकाइयों में जंतुओं के भ्रूणोत्तर जीवन के दौरान होने वाली परिवर्धनीय परिघटनाओं की चर्चा करेंगे, जैसे कायांतरण, पुनर्जनन, वृद्धि, कालप्रभावन और कैन्सर । आखिरी इकाई में हमने मानव परिवर्धन के बारे में बताया है ।

इकाई 18 का विषय कायांतरण है । अनेक जंतुओं में स्फुटन या जन्म के समय जीव रूप और संरचना में प्रौढ़ जंतु का एक लघुरूप भर होता है । इसके आगे के परिवर्धन में विभिन्न ऊतकों और अंगों के प्रकार्यात्मक विकास के अलावा मुख्यतः वृद्धि और लैंगिक परिपक्वता होती है । जंतुओं में ऐसे परिवर्धन को सीधा या प्रत्यक्ष परिवर्धन कहते हैं । मगर अधिकांश अकशेरुकी और कुछ कशेरुकी जंतुओं में परिवर्धन अप्रत्यक्ष होता है । इन जंतु रूपों में एक डिम्भक अर्थात लारवा अवस्था होती है और स्वतंत्र अस्तित्व की एक निश्चित अवधि के बाद यह लारवा परिवर्तनों से गुजरता है और प्रौढ़ रूप में रूपांतरित हो जाता है । लारवा के प्रौढ़ अवस्था में रूपांतरण को ही कायांतरण कहते हैं । इस इकाई में जंतुओं के जीवन में लारवा अवस्थाओं के महत्व पर एक संक्षिप्त चर्चा की गई है और विभिन्न संघों में पाए जाने वाले लारवा रूपों के बारे में बताया गया है । इसके बाद कायांतरण और उभयचरों व कीटों में इसके हार्मोनी नियंत्रण को विस्तार से समझाया गया है ।

इकाई 19 में जंतुओं में पुनर्जनन की जानकारी दी गई है । मोटे तौर पर पुनर्जनन के अंतर्गत विभिन्न ऊतकों की नष्ट और अनुपयोगी कोशिकाओं का नित्यक्रम प्रतिस्थापन, घावों का भरना, ऊतकों की पूर्ति आदि होते हैं । किसी अंग के लुप्त भाग की बहाली या एक खंड मात्र से संपूर्ण शरीर का प्रत्यवस्थान जैसे आमूल परिवर्धनीय घटनाएं विशेष रूप से शरीर क्रियात्मक पुनर्जनन कहलाती हैं । इस इकाई में हमने मुख्यतः जंतुओं में ऐसे ही सुधारात्मक प्रकार के पुनर्जनन की चर्चा की है । पुनर्जनी परिवर्धन में भ्रूणीय परिवर्धन की तरह के अनेक प्रक्रम व सिद्धांत सम्मिलित होते हैं मगर साथ ही कई भिन्नताएं भी इसमें पाई जाती हैं । विस्तृत अध्ययन के लिए हमने हाइड्रा और प्लैनेरिया में पुनर्जनन और यूरोडेल उभयचरों में पाद और नेत्र के पुनर्जनन को चुना है । इनसे आपको सुधारात्मक पुनर्जनन में सामान्यतः सम्मिलित प्रक्रमों और समस्याओं को समझने में मदद मिलेगी । इकाई में विभिन्न संघों के जंतुओं में पुनर्जनी क्षमता का सामान्य सर्वेक्षण भी दिया गया है ।

इकाई 20 में भ्रूणोत्तर परिवर्धन के तीन पहलुओं पर चर्चा है : वृद्धि, कालप्रभावन और कैन्सर ।

वृद्धि वाले भाग में आप कोशिकाओं की संख्या में और कोशिका बाह्य पदार्थों की मात्रा में वृद्धि के द्वारा वृद्धि की क्रियाविधियों और आंतर और बाह्य कारकों द्वारा इनके नियंत्रण के बारे में जानेंगे । इसके साथ ही इस भाग में आप वृद्धि के स्वरूप, पैटर्न और दर व वृद्धि के माप की विधियों के बारे में पढ़ेंगे ।

इकाई के दूसरे भाग में कालप्रभावन की समस्याओं की जानकारी दी गई है । शरीर ऊतकों, कोशिकाओं और कोशिका बाह्य पदार्थों का विशेषकर कोलैजन में उत्तरोत्तर होने वाले उन अनवमनकारी परिवर्तनों के बारे में चर्चा की गई है जो उम्र के साथ-साथ संचित होते जाते हैं । जीव की कार्यिकीय दक्षता पर कालप्रभावन के प्रभावों और कालप्रभावन के संभावित आधार और कारणों के बारे में विभिन्न सिद्धांतों को इस भाग में समझाया गया है ।

कैन्सर का कारण मुख्यतः उन सामान्य परिवर्धनीय क्रियाविधियों में विकार को माना जाता है जो कोशिकाओं के गुणन और विभेदन को नियमित करती हैं । मेटास्टेसिस (metastasis) यानी कैन्सर की आखिरी घातक अवस्था कोशिका प्रवासन (cell migration) पर नियंत्रण खत्म हो जाने के कारण आती है । विभिन्न प्रकार के कैन्सरों, उनकी उत्पत्ति और सामान्य व कैन्सर कोशिकाओं की

विशेषताओं के बीच तुलना यहां की गई है । इकाई के आखिरी भाग में कैन्सर कारक कर्मकों (रसायन, किरणन और विषाणु) ऑन्कोजीन (oncogene) और अबुर्द निरोधक जीन (Tumor suppressor gene) के बारे में बताया गया है ।

इकाई 21 की विषय वस्तु मानव परिवर्धन है । इसे पाठ्यक्रम में इसलिए शामिल किया गया है कि इससे आप यह जान सकें कि दो कोशिकाओं (एक मां से एक पिता से) के मिलन से निर्मित एक अकेली कोशिका से किस तरह से पूर्ण मानव की रचना होती है और वह परिवर्धन करता है, जिसमें उन्हीं तरह के प्रक्रमों का उपयोग होता जो दूसरे जंतुओं में पाए जाते हैं । इसमें हमने स्त्री और पुरुष में युग्मकजनन के प्रक्रमों के बारे में बताया है । इसके बाद निषेचन से शुरु होकर गर्भाशय के अंदर प्रसवपूर्व अवधि से जन्म होने तक समूची परिवर्धन प्रक्रिया को समझाया गया है । इकाई में अपरा (placenta) की संरचना व भूमिका के साथ-साथ परिवर्धन में उन कमियों और दोषों के कारणों की चर्चा भी शामिल है जिनसे नवजात शिशु में अपसामान्यताएं और विकार पैदा हो सकते हैं ।

उद्देश्य :

खंड का अध्ययन कर लेने के बाद आप :

- जंतु जगत में पाए जाने वाले विभिन्न लारवा रूपों के बारे में बता पाएंगे और जंतुओं के जीवनवृत्त में लारवा अवस्था के महत्व को समझा सकेंगे;
- कायांतरण और उभयचरों और कीटों में इसके हार्मोनी नियंत्रण के बारे में बता सकेंगे;
- हाइड्रा, प्लैनेरिया में पुनर्जनन के प्रक्रमों, समस्याओं और सिद्धांतों के साथ-साथ उभयचरों में पाद और लेन्स के पुनर्जनन के बारे में बता सकेंगे;
- भ्रूण परिवर्धन के कई प्रक्रम और सिद्धांत पुनर्जनन और कायांतरण में किस प्रकार लागू होते हैं, यह बता पाएंगे;
- भ्रूणोत्तर जीवन के दौरान वृद्धि की क्रियाविधियों, पैटर्नों, दरों और नियमन के बारे में बता सकेंगे;
- कालप्रभावन की परिभाषा दे सकेंगे और कालप्रभावन के संभावित मूल आधार से संबंधित विभिन्न सिद्धांन्तों की चर्चा कर सकेंगे;
- कैन्सर कोशिकाओं की विशेषताओं और परिवर्धन के नियंत्रण संबंधी क्रियाविधियों के विकार व्यवधान को समझा सकेंगे जिनके फलस्वरूप समान्य कोशिकाएं कैन्सर कोशिकाओं में रूपांतरित हो जाती हैं;
- मानव परिवर्धन के दौरान होने वाले विभिन्न भ्रूणीय और गर्भावस्था परिवर्तनों के बारे में बता पाएंगे ।

आभार : इकाई 20 में प्रो. ए. आर. राव के महत्वपूर्ण सुझाव और सुधारात्मक आलोचना के प्रति ।

इकाई 18 कायांतरण

इकाई की रूपरेखा

18.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
18.2 परिवर्धन के प्रकार
18.3 कायांतरी परिवर्तनों के प्रकार
18.4 विभिन्न जन्तु समूहों में लारवा के रूप
लारवा रूपों के विकास और वितरण में पारिस्थितिक कारकों का महत्व
विभिन्न जन्तु समूहों में लारवा रूपों की एक सूची
18.5 उभयचरों में कायांतरण
ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरण प्रक्रम
यूरोडेला जंतुओं में कायांतरण प्रक्रम
उभयचरों में कायांतरण लाने वाले हार्मोन
कायांतरण प्रक्रम में उभयचर हार्मोनों की पारस्परिक-क्रिया
ऊतक प्रतिक्रियात्मकता
कायांतरण का विप्रेरण
कायांतरण के दौरान थाइरॉइड हार्मोनों के प्रति आण्विक अनुक्रिया
चिरडिम्भता
18.6 कीटों में परिवर्धन, वृद्धि और कायांतरण
कीटों में पश्च-स्फुटन वृद्धि का सामान्य प्रक्रम
कायांतरण के पैटर्न
कीटों में कायांतरण को नियंत्रित करने वाले कारक
कीट कायांतरण में सम्मिलित अंग और हार्मोन
कायांतरण प्रक्रम में कीट हार्मोनों की पारस्परिक-क्रिया
निर्मोचन और कायांतरणशील कीटों में जीन अभिव्यक्ति पर कायांतरी हार्मोनों का प्रभाव
18.7 उभयचरों और कीटों में कायांतरण के बीच तुलना
18.8 सारांश
18.9 अंत में कुछ प्रश्न
18.10 उत्तर

18.1 प्रस्तावना

इस पाठ्यक्रम की पिछली इकाइयों में आपने जाना कि अधिकांश जंतुओं का परिवर्धन सीधा होता है जिसमें उनका युग्मनज बहुगुणन, विभेदन और संरचनाविकास से गुजरते हुए एक तरुण जंतु में विकसित होता है, जो आकार और लैंगिक परिपक्वता को छोड़, शेष सभी पहलुओं में प्रौढ़ जंतु के समान ही होता है । मगर पोरिफेरा (porifera) से लेकर कशेरुकी तक कई जंतु समूहों में युग्मनज से प्रौढ़ तक का परिवर्धन अक्सर अप्रत्यक्ष होता है । अपने परिवर्धन चक्र में इन जंतुओं की एक या कई मध्यवर्ती लारवा (डिम्भक) अवस्थाएं पाई जाती हैं जिसके बाद वे अचानक और आकस्मिक ढंग से होने वाले रूपांतरण के जरिए एक प्रौढ़ जन्तु में विकसित हो जाते हैं । इस तरह के रूपांतरण को कायांतरण कहते हैं ।

परिभाषिक रूप से "कायांतरण परिवर्धन के दौरान होने वाला एक ऐसा प्रक्रम है, जिसमें लारवा की आकारिकी और कार्यिकी (physiology) में आकस्मिक परिवर्तन आ जाता है, जिससे यह लारवा एक ऐसे प्रौढ़ जंतु में रूपांतरित हो जाता है जिसकी आकारिकी और कार्यिकी पूर्णतः भिन्न रहती है । यह परिवर्तन अक्सर एक भिन्न आवास में जीवन के लिए होता है" ।

कायांतरण से गुजरने वाले ऐसे कई जंतुओं के लारवा अक्सर प्रौढ़ से बिल्कुल भिन्न होते हैं । इसके सुपरिचित उदाहरण मेंढ़कों के टैडपोल, तितलियों और शलभों (पतंगों) की इल्लियां (caterpillars), ऐसिडिया के टैडपोल लारवा, क्रस्टेशियाई जंतुओं के विभिन्न लारवा प्ररूप, समुद्री ऐनेलिडों और

मोलस्कों के पक्ष्माभी ट्रोकोफोर आदि हैं । असल में कभी कभार तो लारवा और प्रौढ़ जंतु के बीच अंतर इतना अधिक रहता है कि अंडे की उत्पत्ति जाने बिना या फिर तरुण जंतु के संपूर्ण परिवर्धन को गहराई से समझे बिना यह जानना असंभव सा हो जाता है कि तरुण और प्रौढ़ दोनों जंतु एक ही जाति (species) के हैं । ऐसी भिन्नताओं की वजह से अतीत में कुछेक बार तो ऐसा भी हो चुका है कि एक ही जाति के लारवा और प्रौढ़ जंतु को, अलग-अलग वर्गिकीय समूहों में रख दिया गया । उदाहरणतया एक्सोलटल *एंम्बिस्टोमा* (यूरोडेला-ऐम्फिबिया) और फफोला भृंग, त्रिनखडिम्भक (triangulins larvas) (इंसेक्टा) के लारवों और प्रौढ़ों को हाल तक भिन्न-भिन्न जातियों में रखा गया था । आपको आश्चर्य होगा कि एक सदी पहले तक ऐसिडिया टैडपोल लारवा के कायांतरण के अध्ययन से ही यह तय हो सका कि ऐसिडियन जंतु फायलम कोर्डेटा (chordata) संघ का है ।

कायांतरण की वजह से होने वाले परिवर्तन अक्सर आवास में होने वाले परिवर्तन से जुड़े होते हैं जिसके साथ जीव की संरचना और अन्य लक्षणों में एक संगत परिवर्तन होता है । उदाहरण के लिए समुद्री अर्चिन (sea urchin) के प्लवकी (planktonic) अस्तित्व से नितलस्थ (benthic) में परिवर्तन, मेंढक में जलीय से थलीय जीवन में परिवर्तन, और कीटों में अउड्डयन से उड्डयन जीवन में परिवर्तन ।

इस इकाई में कायांतरण के बारे में बताया गया है, जिसमें आप इस परिघटना का अध्ययन दो विविध जंतु समूहों में करेंगे । एक समूह कशेरुकी उभयचरों का और दूसरा अकशेरुकी जंतुओं में कीटों का है ।

इस अध्ययन से आप को मालूम होगा कि जंतुओं में कायांतरी प्रक्रम, रूपांतरण की प्रकृति और उद्भावन की विधि में इतनी विषमता व भिन्नता होती है कि इससे कायांतरण को सामान्य तरीके से बताना असंभव हो जाता है । किंतु इसके बावजूद भी इसमें कुछ बुनियादी समानताएं होती हैं ।

इन सभी जंतुओं में, परिवर्धन स्फुटन पर आकर ख़त्म नहीं हो जाता बल्कि पश्च-भ्रूणीय जीवन के दौरान भी बराबर जारी रहता है । भ्रूण विकास में लागू होने वाले सिद्धांत पश्च-भ्रूणीय विकास के लिए भी लागू होते हैं । इसके अलावा ऐसे जंतुओं में पश्च परिवर्धन प्रक्रमों को प्रायः विशिष्ट हार्मोन द्वारा पुनः सक्रिय किया जाता है । ये हार्मोन, प्रक्रमों के काल समंजन और अवधि को रूपांतरित और आवश्यकतानुसार अनुकूल बनाने का काम करते हैं । कायांतरी परिवर्तनों में कुछ खास ऊतकों का विभेदी नाश होता है, जिसके साथ-साथ दूसरे ऊतकों की वृद्धि और विभेदन में तेजी आती है ।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- जंतुओं में परिवर्धन और कायांतरण के प्रकारों का वर्णन कर सकेंगे
- कायांतरण, अकायांतरणी (ametabolous), अल्परूपांतरणी (hemimetabolous), पूर्णरूपांतरणीय, (holometabolous), निर्मोक (moult), निरुप/निर्मोकरूप (instar), अर्भक या निम्फ (nymph), जलार्भक या नाएड (naiad), स्टेडियम (stadium), कोशित या प्यूपा (pupa), पूर्णकीट या इमैगो (imago), और उपरति (diapause), इन सभी शब्दावलियों की परिभाषा बता पाएंगे
- विभिन्न जंतु समूहों में पाए जाने वाले लारवा रूपों के नाम बता सकेंगे
- उभयचर और कीट कायांतरण के प्रक्रम और हार्मोनों द्वारा उसके नियंत्रण को समझा सकेंगे
- उन विभिन्न हार्मोनों की पारस्परिक-क्रियाओं को समझा सकेंगे, जिनके कारण उभयचरों और कीटों में कायांतरण होता है
- उभयचरों और कीटों में जीन अभिव्यक्ति पर कायांतरी हर्मोनों के प्रभाव के बारे में बता सकेंगे ।

18.2 परिवर्धन के प्रकार

जंतुओं ने परिवर्धन की अलग-अलग विधियों को विकसित किया है । इन विधियों को मोटे तौर पर

दो श्रेणियों में बांटा गया है : प्रत्यक्ष परिवर्धन (direct development) और अप्रत्यक्ष परिवर्धन (indirect development) ।

प्रत्यक्ष परिवर्धन

कुछ जंतु, जिनके अंडों में पीतक (yolk) कम होता है या न के बराबर होता है, जैसे कि अपरास्तनी, उनके भ्रूण मां के गर्भाशय के अंदर ही पोषण प्राप्त करते हैं, बढ़ते और विकसित होते हैं । जब गर्भस्थ संतान उस अवस्था तक विकसित हो जाए, जिसमें वह प्रौढ़ जंतु का लघुरूप धारण कर ले, तो मां या मातृ जंतु उसे जन्म दे देती है । जन्म लेने के बाद यह नवजात जीव निश्चित कालावधि में धीरे-धीरे वृद्धि कर प्रौढ़ रूपाकार और लैंगिक परिपक्वता प्राप्त कर लेता है ।

पक्षी और सरीसृप जैसे जन्तु, जिनके अंडे में भारी मात्रा में पीतक पाया जाता है, उनके अंडे मातृ शरीर से बाहर अंडप्रजक परिवर्धन करते हैं । प्रौढ़ जंतुओं का लघुरूप नवजात जीव इस अंडे से बाहर स्फुटित हो जाता है । इसके बाद यह कालांतर में धीरे-धीरे वृद्धि कर प्रौढ़ रूपाकार और लैंगिक परिपक्वता पा लेता है ।

अप्रत्यक्ष परिवर्धन

मेंढक, *ऐम्फिऑक्सिस (Amphioxus)*, *हर्डमैनिया (Herdmania)*, कीट और कई दूसरे कशेरुकी और अकशेरुकी जंतुओं में, अंडे से बाहर स्फुटित होने वाली संतान प्रौढ़ से बिल्कुल भिन्न होती है, जिसे लारवा कहा जाता है । यह लारवा कुछ समय तक स्वतंत्र जीवन व्यतीत करता है । यह अवधि अलग-अलग जाति में भिन्न होती है । इसके बाद लारवा कायांतरण प्रक्रम के ज़रिए एक लघुरूप प्रौढ़ में रूपांतरित हो जाता है ।

18.3 कायांतरी परिवर्तनों के प्रकार

कायांतरण प्रक्रम में संरचनाविकासी प्रक्रमों का पुनर्सक्रियण होता है । संरचना विकासी परिवर्तनों के साथ इन परिवर्तनों के उद्भावन की विधि भी विभिन्न जंतु समूहों में अलग-अलग होती है । लारवा और प्रौढ़ रूपों के बीच भेद की सीमा कायांतरण के दौरान होने वाले परिवर्तनों की सीमा पर निर्भर होती है । उदाहरणतया यूरोडेल (urodele) उभयचरों जैसे न्यूटों और अल्परूपांतरणी कीटों (तिलचट्टा) में लारवा और प्रौढ़ में कुछ ही अन्तर होता है । इनमें कायांतरी परिवर्तन अपेक्षतया कम होता है, और इसलिए यह कायांतरण क्रमिक (gradual) या अपूर्ण (incomplete) होता है । ऐन्यूरनी (anuran) उभयचरों जैसे मेंढक में और पूर्णरूपांतरणीय कीटों में जहां लारवा और प्रौढ़ के बीच भारी अंतर पाए जाते हैं, कायांतरण के दौरान होने वाले परिवर्तन गहन और उग्र होते हैं । इस प्रकार के कायांतरण को उग्र आत्यन्तिक या पूर्ण कायांतरण कहा जाता है ।

कायांतरण के दौरान होने वाले परिवर्तनों में संरचनात्मक, कार्यिकी और जैवरासायनिक प्रकृति के परिवर्तन शामिल हैं । इनमें कुछ संरचनाओं का विघटन और क्षीणन, कुछ ऊतकों में कोशिकीय मृत्यु, तो कुछ नई संरचनाओं का विकास और विभेदन व कुछ दूसरी संरचनाओं का पुनःप्रतिरूपण होता है । कायांतरण के ये परिवर्तन कुछ जंतु समूहों (जैसे कीट, क्रस्टेशिया, उभयचर) में हार्मोनों द्वारा नियंत्रित होते हुए पाये गये हैं जो कायांतरण के उद्भावन कारकों का काम करते हैं ।

बोध प्रश्न 1

i) प्रत्यक्ष परिवर्धन ii) अप्रत्यक्ष परिवर्धन को स्पष्ट कीजिए ।

....

....

....

....

18.4 विभिन्न जंतु समूहों में लारवा के रूप

18.4.1 लारवा रूपों के विकास और वितरण में पारिस्थितिक कारकों का महत्व

सर्वत्र जंतु-जगत में जैसा कि आप जानते हैं वातावरणीय कारक अंडे और तरुण जीव को घेरे रहते हैं और उन्हें प्रभावित करते हैं । ये कारक अनेक महत्वपूर्ण जीव संबंधी गतिविधियों पर असर डालते हैं, जैसे अंडे दिए जाने का स्थान, आरंभिक परिवर्धन के दौरान तरुण जंतु को प्रदत्त भोजन की मात्रा, तरुणों की रक्षा के लिए अर्जित विभिन्न युक्तियाँ, गमन के लिए विशिष्टीकृत रूपांतर और उन लारवों के बनने में, जो कायांतरण द्वारा प्रौढ़ में बदल जाते हैं ।

कायांतरण से गुजरने वाले इन लारवों में उन जंतुओं की तुलना में जिनमें सीधा या प्रत्यक्ष परिवर्धन होता है व्यापक विभिन्नताएं पाई जाती हैं । आप जानते ही हैं कि कायांतरण करने वाले जन्तु के लारवा और प्रौढ़ अलग-अलग आवासों और फलतः भिन्न-भिन्न वातावरणों में रहते हैं । इसलिए उन जन्तु-रूपों में कायांतरण आवश्यक हो जाता है जिनमें प्रौढ़ का भोजन और स्वभाव वर्धनशील तरुण जंतु के लिए अनुपयुक्त रहते हैं ।

लवण जल (खारा पानी), अलवणजल और भूमि, इन तीन आवासों में से लवण जल में ही अधिकांश वे जंतु पाए जाते हैं जिनमें कायांतरण होता है । यह बात जैवविकासी प्रमाण पर आधारित इस अवधारणा के संगत लगती है कि सभी जंतुओं की उत्पत्ति समुद्र में हुई थी और अनेक प्रकार के जंतुओं का परिवर्धन नम वातावरण या तरल माध्यम में होता है । फिर लवण से अलवण जल या स्थलीय जीवन में संक्रमण विकासशील तरुण जंतु के लिए बड़ी कठिनाई से भरा रहता है, और इसीलिए अलवण जल या भूमि में रहने वाले जंतुओं में बहुधा प्रत्यक्ष परिवर्धन होता है ।

समुद्री माध्यम एक ज्यादा स्थिर वातावरण प्रदान करता है, उसके तापमान में बिरले ही उतार-चढ़ाव आता है । समुद्री जल न तो सूखता है न ही जमता है । इसकी सतह में प्रचुर मात्रा में भोजन उपलब्ध रहता है । यहीं पर अधिकांश कायांतरी रूप पाए जाते हैं ।

अलवण जल में पाए जाने वाले जंतुओं में कायांतरण बिरले ही देखा जाता है । इसकी वजह यह है कि अलवण जल वातावरण की जीवन परिस्थितियों में समुद्र की तुलना में स्थिरता नहीं पाई जाती । कुछ अपवादों को छोड़ अलवण जल निकायों में प्रायः इतनी गहराई और क्षेत्रफल नहीं पाया जाता कि उनमें न्यूनतम स्थायित्व कायम हो सके । अलवण जल समुद्र जल से काफी तेज गति से गर्म हो जाता है और जमता भी जल्दी है । इसकी धारा या तो बाढ़ से ग्रस्त रहती है या फिर सूख जाती है जिससे कई प्रकार के जीव नष्ट हो जाते हैं । इसके अलावा हर जल धारा जहां प्रवाह तेज होता है वहां पर गहरी और संकीर्ण पाई जाती है, और जहां पर प्रवाह धीमा रहता है वहां सपाट होती है । इसके फलस्वरूप नाज़ुक व अतिसंवेदनशील लारवों के लिए खुद को टिकाए रख पाना मुश्किल हो जाता है । इन कारणवश अलवण के अधिकांश जंतुओं में प्रत्यक्ष परिवर्धन होता है, जिसमें कि तरुण और प्रौढ़ समरूप होते हैं और एक ही वातावरण में रहते हैं ।

स्थलीय वातावरण लारवा के परिवर्धन के लिए सर्वाधिक अनुपयुक्त अवास है : तापमान में भारी उतार चढ़ाव, प्रकाश की चमक, अल्प नमी और शत्रुओं से खुला खतरा । इन्हीं कारणों से स्थलीय जीवरूपों में परिवर्धन या तो प्रत्यक्ष और बिल्कुल साधारण होता है या फिर अति विशिष्टीकृत, जिसमें तरुण की अपरिपक्व काल में रक्षा के लिए जटिल अनुकूलन और संरचनाएं पाई जाती हैं । इस दूसरे प्रकार के परिवर्धन की अभिव्यक्ति कई प्रकार के कीटों में होती है, जिनका जीवन चक्र पेचीदा होता है और जिनमें कायांतरण होता है ।

वातावरणीय कारकों और आवासों में इन विषमताओं के चलते ही जंतु जगत के विभिन्न समूहों के लारवा रूपों में समरूपता नहीं पाई जाती है । एक जंतु समूह में पाए जाने वाले ख़ास लारवा रूप वर्गिकी महत्व के न होकर अनुकूलन महत्व के होते हैं । उदाहरणतया ऐसे जंतुओं में, जिनके प्रौढ़

स्थानबद्ध (sessile) रहते हैं, तरुण सक्रिय पाए जाते हैं । इस सक्रियता के स्पष्ट कारण हैं : पहला तो यह है कि तरुण के अभिगमन के ज़रिए जाति अपना प्रकीर्णन सुनिश्चित कर लेती है । दूसरा कारण यह है कि इससे उसके क्षेत्र की सीमा बढ़ जाती है । यह अभिगमन ऐसे तो निष्चेष्ट या निष्क्रिय होता है, मगर कालांतर में यही सफलतापूर्वक जाति की सीमा बढ़ाने का काम करता है, जैसे प्रौढ़ों ने स्वयं गमन किया हो । इसके अलावा प्रकीर्णन सुनिश्चित करने के लिए युग्मकों का निर्माण भारी मात्रा में होता है क्योंकि निषेचन की संयोग विधि की वजह से कई शुक्राणु और अंडे व्यर्थ चले जाते हैं । इसके साथ-साथ सभी निषेचित अंडे परिपक्वता तक नहीं पहुंच पाते क्योंकि भौतिक कारकों और विभिन्न परभक्षियों की वजह से लारवा मृत्यु दर काफी ज़्यादा रहती है ।

अनुकूलन का एक और उदाहरण समुद्री महाचिंगट (marine lobster) में देखने को मिलता है । समुद्र के तलहटी प्रदेश में रहने वाला यह जंतु प्रकाशानुवर्ती नहीं होता और जो भी मिल जाए उसे खा लेता है, जबकि इसके विपरीत इसी का लारवा प्रकाशानुवर्ती होता है और सागर की सतह पर रहता है जहां इसे भोजन प्रचुर मात्रा में सुलभ रहता है । इस तरह की जीवन शैली में इसमें तरह-तरह की संरचनात्मक रूपांतर पाए जाते हैं जो प्रौढ़ में कायांतरण के बाद बदल जाते हैं । इसी तरह दूसरे जंतुओं में भी जीवित रहने के लिए विशिष्टीकृत संरचनाएं पाई जाती हैं जो उनके वातावरण और आवश्यकताओं के अनुकूल रहती हैं । वैसे आपको यह बात याद रखनी होगी कि लारवा तभी जीवित रहेंगे जब कायांतरण द्वारा होने वाले अनुवर्ती परिवर्तन जीव को जीवन की एक नई विधि में जाने के योग्य बना सकें । दूसरी तरह से कहें तो कायांतरण उन अनुकूलनों के विकास के लिए नितांत जरूरी है जो जीव को अपने स्थायी वातावरण में रहने और सफलतापूर्वक जनन करने में समर्थ बनाते हैं ।

18.4.2 विभिन्न जंतु समूहों में लारवा रूपों की सूची

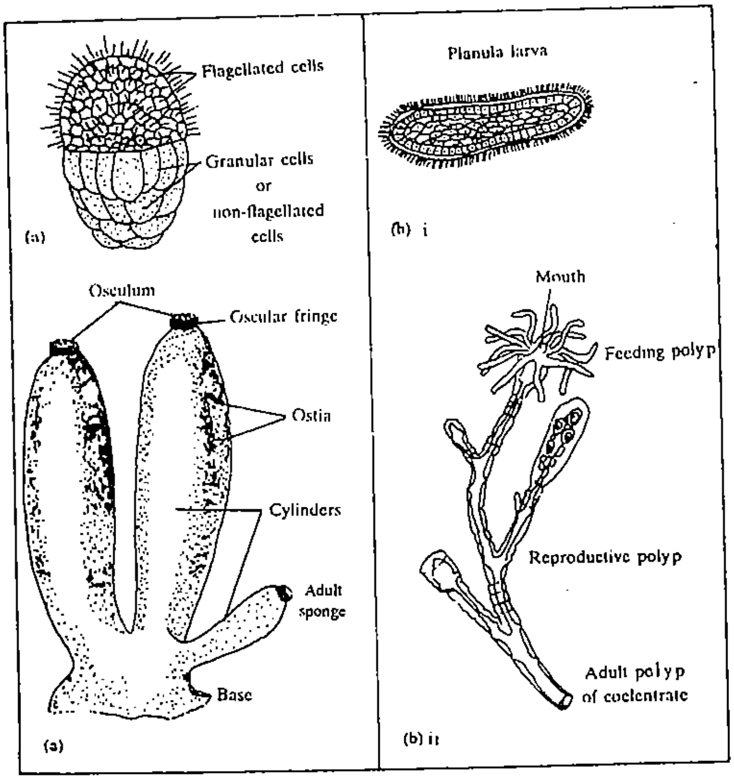
विभिन्न जंतु समूहों में पाई जाने वाली लारवा अवस्थाएं और उनके प्रकार अनेक हैं । प्रत्येक लारवा प्रकार की संरचना भिन्न होती है और उसे अलग नाम से पुकारा जाता है । तालिका 18.1 में कुछ सामान्य लारवों के नाम दिए गए हैं जो भिन्न-भिन्न जंतु समूहों में पाए जाते हैं ।

तालिका 18.1 : प्रमुख जंतु समूहों में लारवा रूपों के उदाहरण

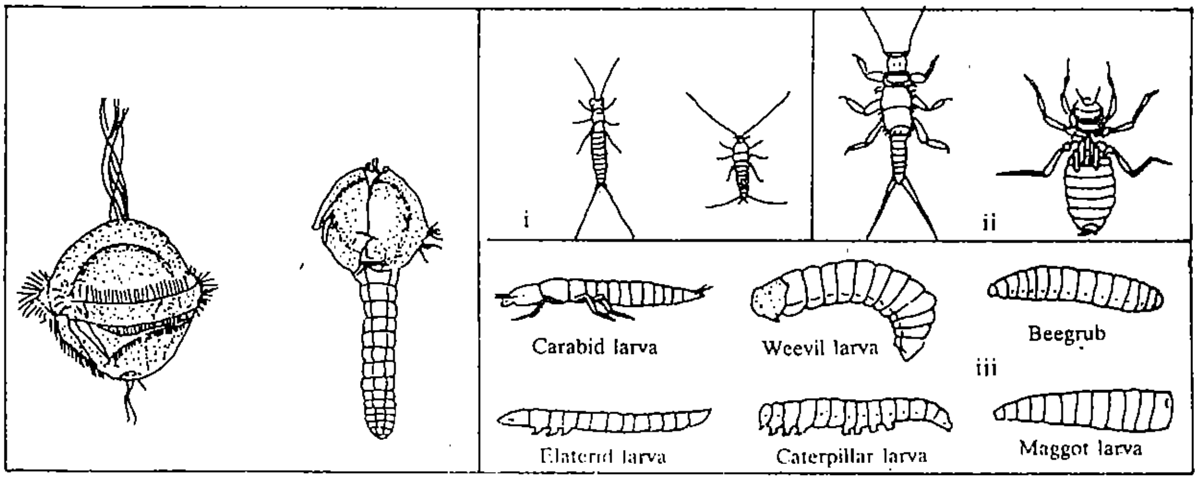
क्रमांक	जंतु समूह	लारवा रूप
1.	निम्न मेटाज़ोआ (Lower Metazoa)	
	स्पंज (Sponge)	एम्फिब्लैस्टुला (amphiblastula) (चित्र 18.1a)
	सीलेंटरेट (Coelenterates)	प्लैनुला (planula) (चित्र 18.1b), ऐक्टिनुला (actinula) सिफिस्टोमा (syephistoma), एफाइरा (ephyra).
2.	प्रोटोस्टोमिया (Protostomia)	
	चपटे कृमि (Flat worm)	मूलर लारवा (Müller's larva),
	टर्बिलेरियन (Turbellarians)	मिरासीडियम (miracidium), सरकेरिया
	ट्रेमेटोड (Trematodes)	(cercaria), रेडिया (redia), स्पोरोसिस्ट (sporocyst)
	सेस्टोड (Cestodes)	ऑकोस्फिअर (onchosphere)
	नेमर्टिन (Nemertines)	पाइलीडियम (pilidium)
	ऐनेलिड (Annelids)	ट्रोकोफ़ोर (trochophore) (चित्र 18.2a)
	मॉलस्क (Molluscs) (मृदुकवची)	ट्रोकोफ़ोर (trochophore), वेलीजर (veliger)
	क्रस्टेशियन (Crustacean)	नौप्लियस (nauplius), मेटानौप्लियस (metanauplius) साईप्रिस (cypris), ज़ोइआ (zoea), माइसिस (mysis), मेगालोप्स (megalops).
	कीट (insects)	
	अपूर्ण कायांतरणी कीट	निम्फ (nymph) (चित्र 18.2b), नाएड (Naiad),
	पूर्ण कायांतरणीय कीट	मैगट (maggot), इल्ली (caterpillars),

	भृगक (Grub) (चित्र 18.2b) प्यूपा (pupa) इत्यादि ।
ऐक्टोप्रोक्ट (Ectoprocts)	साइफोनौट (cyphonautes)
फोरोनिड्स (Phoronids)	ऐक्टिनोट्रोका (actinotrocha)
3. **ड्यूटेरोस्टोमिआ (Deuterostomia)**	
एकाइनोडर्म (Echinoderms)	बाईपिनेरिया (bipinnaria)(चित्र 18.3a), प्लूटियस (pluteus) (चित्र 18.3b) कर्णकाभ डिम्भक (auricularia) (चित्र 18.3b)
हेमीकॉर्डेट (Hemichordates)	टोरनेरिया (tornaria) (चित्र 18.3c)
ट्यूनीकेट (Tunicates) (कंचुकी)	टैडपोल (tadpole) (चित्र 18.3d)
साइक्लोस्टोम (Cyclostomes)	एंमोसीट (ammocoetes) (चित्र 18.3e)
वास्तविक ईल (True eels)	लेप्टोसिफैलस (leptocephalus)
सामन (Salmon)	ऐल्विन (alevin), पार (parr), स्मोल्ट (smolt)
एम्फिबियन [(Amphibians उभयचर)]	यूरोडेला एफ्ट (urodele eft), मेंढक टैडपोल (frog tadpoles)

दी गई तालिका को देखने से ही आप जान जाएंगे कि, कायांतरण जंतु जगत में कई जन्तु-समूहों में पाया जाता है । अकशेरुकियों में यह स्पंज (पॉरिफेरा) से लेकर एकाईनोडर्म तक के संघों में तथा कई कार्डेटों में पाया जाता है । चित्र 18.1, 2 और 3 में कुछ लारवा रूपों को दिखाया गया है जिनका अक्सर अध्ययन किया जाता है । मगर इस इकाई में हम सभी लारवा रूपों या उनके कायांतरण को नहीं ले रहे हैं । बल्कि हम अपने अध्ययन को, लारवा जीवन के उन पहलुओं और कायांतरण तक सीमित रखेंगे, जिनका जीव वैज्ञानिकों ने विशेष रूप से अध्ययन कर रखा है । इस इकाई में उभयचरों और कीटों में कायांतरण के बारे में बताया जाएगा । इसके अलावा आप इस क्षेत्र में हुए कुछ नवीनतम विकासों के बारे में भी जानेंगे ।



चित्र 18.1 : निम्न मेटाज़ोआ के लारवा रूप
a) i) पॉरिफेरा का एम्फीब्लैस्टुला ii) प्रौढ़ स्पंज
b) i) एक हाइड्रोज़ोआ सीलेंटरेट का प्लैनुला लारवा ii) प्रौढ़ *ओबिलिया* (*Obelia*).

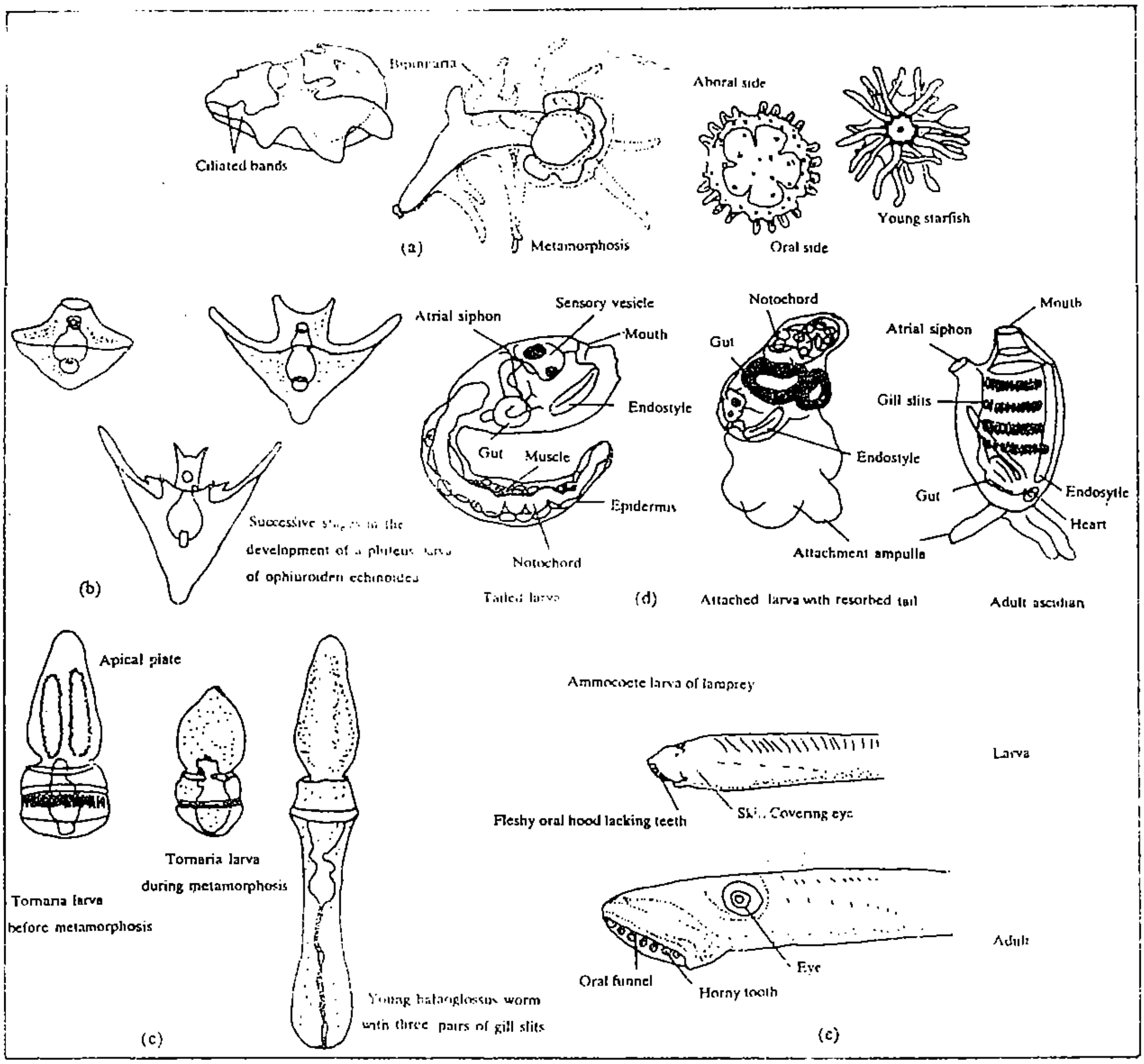


चित्र 18.2 : प्रतिनिधि प्रोटोस्टोमों के लारवा रूप

a) i) ऐनेलिड का ट्रोकोफ़ोर लारवा ii) कायांतरण अग्रिम अवस्था में

b) i) अकायांतरणी कीटों के निम्फ ii) अल्परूपांतरणी कीटों के निम्फ

iii) पूर्णरूपांतरणीय कीटों के लारवा ।



चित्र 18.3 : कायांतरण की विभिन्न अवस्थाओं में ड्यूटेरोस्टोमों के लारवा रूप

a) एस्टेरोइडिया (Asteroidea) का बाईपिनेरिया लारवा b) एकिनोइडिया का प्लूटियस लारवा

c) बैलैनोग्लॉसस (Balanoglossus) का टोरनेरिया लारवा d) ऐसिडिया (Ascidia) का

टैडपोल लारवा e) लेम्परे का एम्मोसीट लारवा ।

बोध प्रश्न 2

i) निम्न कौन से कथन सही हैं और कौन से गलत, बताइए :

क) जिन जन्तुओं में कायांतरण होता है उनके लारवा और प्रौढ़ समान आवासों और फलतः समान वातावरण में रहते हैं । सही/गलत

ख) कायांतरण समुद्री जंतुओं की तुलना में अलवण जलीय और थलीय जीवों में अधिक होता देखा गया है । सही/गलत

ग) स्थलीय वातावरण विकास करते हुए लारवा के लिए बेहद अनुपयुक्त है । सही/गलत

घ) कायांतरण, जीवों में ऐसे अनुकूलनों को अनिवार्यतः जन्म देता है जो उन्हें उनके स्थायी वातावरण में रहने और सफलता से जनन करने में समर्थ बनाते हैं । सही/गलत

ङ) स्थलीय वातावरण में कीट ही ऐसे जन्तु समूह हैं जो मुक्त लारवा जीवन जीते हैं । सही/गलत

ii) निम्न लारवों को उनके प्रौढ़ समूहों से मिलाइए :

A	B
क) ट्रोकोफ़ोर	i) साइक्लोस्टोम (लेम्परे)
ख) टोरनेरिया	ii) क्रस्टेशिया
ग) बाइपिनेरिया	iii) एकाईनोडर्म (एकिनोइडिया)
घ) वेलिजर	iv) बैलैनोग्लोसस (हेमीकॉर्डेट)
ङ) ज़ोइआ	v) ऐनेलिड
च) ऐमोसीट	vi) मोलस्क

18.5 उभयचरों में कायांतरण

ऐन्यूरी (anuran) वर्ग में कायांतरण आत्यन्तिक होता है जबकि यूरोडेल में यह कम होता है या नहीं होता है । ऐन्यूरी उभयचरों में, जैसे टोड (toad) और अधिकांश मेंढक, कायांतरण प्रायः जलीय से एक स्थलीय या उभयचरी जीवन शैली में संक्रमण से जुड़ा रहता है । मगर कुछ उभयचरों की ज़ीवन शैली में कोई संक्रमण नहीं होता है, जैसे *ज़ेनोपस लेविस* (*Xenopus laevis*) नामक मेंढक के लारवा और प्रौढ़ व कई आदिम ऐन्यूरी जंतुओं में जो जीवन भर जलीय रहते हैं । मेंढकों और टोडों के आवास में होने वाले परिवर्तन के फलस्वरूप उनकी खानपान की आदतों में भी बदलाव आ जाता है । कुछ में जैसे *ज़ेनोपस लेविस* में भोजन-आदत में कोई बदलाव नहीं आता, क्योंकि लारवा और प्रौढ़ दोनों ही मांसभक्षी होते हैं ।

कुछ ऐन्यूरी जंतु स्फुटन से पहले एक तरह के संक्षिप्त कायांतरण से गुज़रते हैं । ये अंडे की जेलीनुमा झिल्ली के अंदर ही पुच्छित, गिलयुक्त टैडपोल नुमा अवस्था से होते हुए निकलते हैं । अन्य में प्रत्यक्ष परिवर्धन होता है जिसमें वे लारवा अवस्था से पूर्णतः नहीं गुज़रते हैं ।

यूरोडेल उभयचरों में कायांतरण प्रायः कम प्रखर होता है । इनमें कुछ में प्रत्यक्ष परिवर्धन होता है और कुछ में कायांतरण अधूरा ही रह जाता है । ऐसे यूरोडेल जंतु लारवा के रूप में ही लैंगिक परिपक्वता प्राप्त करते हैं जैसा कि *ऐम्बिस्टोमा* (Ambystoma) के एक्सोलोटल (Axolotl) लारवा में देखने को मिलता है । इस परिघटना को चिरडिम्भता (Neoteny) कहते हैं । इसके बारे में इकाई के 18.5.8 अनुभाग में चर्चा की जाएगी । कुछ यूरोडेल जैसे सरट (सैलामेन्डर) में दो कायांतरण होते हैं ।

ऐन्यूरा और यूरोडेलों दोनों के कायांतरण में प्रौढ़ संगठन का आधार, संजीनीय सेट (जीनोम सेट) का विजर्सन या सक्रियण होता है । इस संजीनीय सेट को अपनी अभिव्यक्ति के लिए ऊतक के एक न्यूनतम पिंड (mass) की आवश्यकता पड़ती है जो कि अंडे से बड़ा होता है ।

ऐसा माना जाता है कि कायांतरण सक्रियण एक मस्तिष्क हार्मोन के स्राव की वजह से होता है । यह हार्मोन अतिरिक्त लारवा अंगों का ह्रास करता है और प्रौढ़ के लिए आवश्यक तथा अब तक निष्क्रिय संरचनाओं की वृद्धि को आरंभ करता है ।

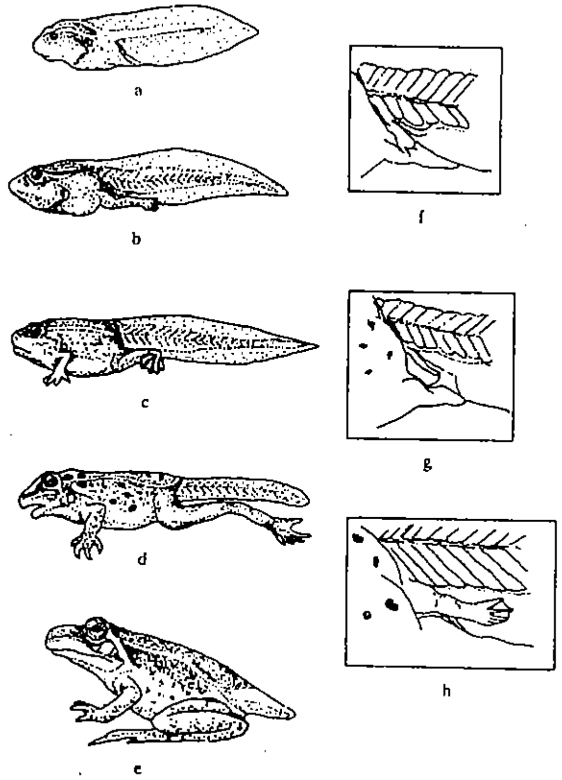
उभयचरों में ध्वंस और वृद्धि प्रक्रम सहजता से समन्वित होते हैं जिसके फलस्वरूप जंतु कायांतरण के दौरान अपनी प्रकार्यक अखंडता कायम रखे रहते हैं, न कि कीटों की तरह प्रसुप्त रहते हैं ।

18.5.1 ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरण प्रक्रम

ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरण सबसे आकस्मिक होता है । इनमें यह वृद्धि और परिवर्धन परिवर्तनों, एक गहन अवधि का द्योतक है, जिसके दौरान शरीर की संरचना और प्रत्येक अंग के प्रकार्य एक नई जीवन शैली के अनुकूलन के लिए अधिक रूपांतरित हो जाते हैं । मगर दूसरे अनुकूली परिवर्तनों के विपरीत इस प्रक्रम का आरंभ और समापन सामान्यतया पर्यावरण में परिवर्तन की प्रत्याशा में होता है । इस प्रक्रम के दौरान देखे जाने वाले परिवर्तन संबंधित ऊतकों में वृद्धि और परिपक्वता लाते हैं । दूसरे परिवर्तनों के फलस्वरूप अंगों का ह्रास और उनकी मृत्यु होती है; गिल और पूँछ को जिनका प्रौढ़ जीवन में कोई उपयोग नहीं रह जाता, पूरी तरह से पुनरवशोषित कर लिया जाता है । ऐन्यूरी जंतुओ के सर्वाधिक परिचित प्रकार मेंढक हैं जिनके अंडे टैडपोलों में विकसित होते हैं । ये टैडपोल पादहीन, जलीय प्राणी हैं जिनमें एक अंडाकार धड़ और एक लंबी पक्षयुक्त पूंछ पाई जाती है (चित्र 18.4) । कायांतरण इन टैडपोलों को चार पादीय, उछलने वाले, मांसाहारी प्रौढ़ों में बदल डालता है (चित्र 18.4)। कायांतरण के बाद अधिकांश ऐन्यूरी जंतु स्थलीय जीवन जीते हैं और सिर्फ प्रजनन करने के लिए पानी में उतरते हैं । टोडों में भी यही जीवन शैली पाई जाती है ।

टैडपोलों में अनेक शारीरीय और कार्यिकी अनुकूलन पाए जाते हैं जो उन्हें प्रौढ़ों से अलग करते हैं । मछलीनुमा टैडपोल शाकाहारी होता है । फलतः इसके मुंह में दो शृंगी चोंचें पाई जाती हैं, जिनमें नुकीले दांतों की पंक्तियां रहती हैं (चित्र 18.4), जो पादप ऊतकों को काटने में सहायक हैं । मुंडक के दोनों ओर त्वचा का एक वलन मौजूद होता है जिसे प्रच्छद (operculum) कहते हैं, जो ग्रसनी चाप (visceral arch) के निचले सिरों से विकसित होने वाले गिल (gill) को ढके रहता है । फेफड़े आद्यांगिक और अकार्यशील रहते हैं । अधिचर्म (epidermis) में भिन्न-भिन्न किस्मों की बड़ी-बड़ी वर्णकित कोशिकाएं पाई जाती हैं । अधिचर्म के नीचे जेलीनुमा चर्म होती है जो हायल्यूरोनिक अम्ल (hyaluronic acid) से भरपूर रहती है । शाकाहारी होने की वजह से टैडपोल की आंत (आंत्र) लंबी और कुंडलित रहती है । नेत्र मुंडक में धंसे रहते हैं और उनकी रेटिना यानी दृष्टिपटल में पॉरफाइरॉप्सिन (porphyropsin) नामक दृष्टि वर्णक मौजूद होता है । नाइट्रोजनयुक्त उत्सर्जी पदार्थों को मुख्यतः अमोनिया के रूप में उत्सर्जित किया जाता है । लाल रूधिर कोशिकाएं मुख्यतः वृक्क (गुर्दे) में बनती हैं । टैडपोल में पाया जाने वाला हीमोग्लोबिन (HbF) प्रौढ़ के हीमोग्लोबिन (HbA) से भिन्न होता है ।

प्रौढ़ में रूपांतरित होने के लिए ये टैडपोल कायांतरी परिवर्तनों के तीन अलग और सुस्पष्ट चरणों से गुजरते हैं, जिन्हें उनकी आकारिकी में देखा जा सकता है । वैज्ञानिक एटकिन (Etkin) के अनुसार ये चरण इस प्रकार हैं: i) *कायांतरण पूर्व* (premetamorphosis), जिसे गहन वृद्धि मगर नगण्य परिवर्धन परिवर्तन की आरंभिक अवधि के रूप में परिभाषित किया जाता है । इसके बाद ii) *प्राक्कायांतरण* (prometamorphosis) की अवस्था आती है । इसके दौरान वृद्धि तो जारी रहती है मगर साथ-साथ सुस्पष्ट विकासात्मक परिवर्तन, जैसे पश्चपादों की वृद्धि, भी होते हैं (चित्र 18.4 b)। प्राक्कायांतरण का समापन अग्रपादों के विकास के साथ होता है (चित्र 18.4 c) । इसके बाद शुरू होती है, परिवर्धन की तीसरी और अंतिम अवस्था iii) *कायांतरी चरम अवस्था* (metamorphic climax) । इसकी अवधि अपेक्षतया छोटी होती है मगर इसके दौरान बड़ी तेजी से भारी आकारिकीय परिवर्तन पैदा होते हैं, जिनमें सबसे ज्यादा स्पष्ट विशाल पेशीय (muscular) पूंछ का पूर्ण पुनरवशोषण है (चित्र 18.4 d) । टैडपोल एक अपक्व या अप्रौढ़ मंडूकक (froglet) में रूपांतरित हो जाता है और इस तरह कायांतरण पूरा हो जाता है (चित्र 18.4 e) ।



चित्र 18.4 : मेंढक में कायांतरण : a एक छोटी सी कलिका के रूप में पश्चपाद का आद्यांग युक्त टैडपोल । b पूर्णतः विकसित पश्चपाद युक्त टैडपोल; c, d कायांतरण की अवस्थाएं; e पुच्छ (पूँछ) के अवशेष युक्त कायांतरित मंडूकक; f, g, h पश्चपाद के परिवर्धन की तीन अवस्थाएं जो कायांतरण के a और b चरणों के बीच पड़ती हैं ।

ऐन्यूरी जंतुओं में लारवा अवधि की लंबाई अलग-अलग पाई जाती है । कुछ जातियां में वसंत काल (spring time) में उत्पन्न हुए टैडपोल ग्रीष्म ऋतु के शुरूआत में ही कायांतरित हो जाते हैं । दूसरी जातियों में टैडपोल अवस्था कायांतरपूर्व रूपांतरण शुरू होने से पहले एक साल या इससे भी लंबे समय तक चल सकती है । वृद्धि या कायांतरपूर्व अवधि में परिवर्तन का पहला संकेत धड़ के पश्च सिरे में दोनों ओर उभारों के रूप में प्रकट होता है (चित्र 18.4a) । ये उभार पश्चपाद हैं, जो प्राक्कायांतरी अवधि के दौरान धीरे-धीरे वृद्धि करते हैं ।

वृद्धि अवधि के बाद प्राक्कायांतरी अवधि आती है । इसके दौरान पश्चपाद की लंबाई धड़ की वृद्धि की अपेक्षा बड़ी तेजी से बढ़ती है (चित्र 18.4 b, f, g, h) । प्राक्कायांतरी अवधि खत्म होने से कुछ दिन पहले कई परिवर्तन शुरू हो जाते हैं, खासकर गुदा (anus) की स्थिति में बदलाव और प्रच्छद में दोनों ओर से क्षीणन होता है, यह ऐसा प्रक्रम है जो पारभासी (translucent) "त्वचा खिड़कियों" को जन्म देता है । इन्हीं से अग्रपाद बाहर निकलते हैं ।

अब आती है कायांतरी चरम अवस्था । इसके फलस्वरूप अग्रपाद वृद्धि कर प्रच्छद से बाहर निकल आते हैं । मुंह चौड़ा हो जाता है, मुखीय भाग की श्रृंगी चोंचें लुप्त हो जाती हैं और मांसल (पेशीय) जबड़ों का विकास होता है । आँखों का पुनर्स्थापन ऊंचे स्तर पर होता है और पलकों (lids) का निर्माण होता है (चित्र 18.4 c & d) इन परिवर्तनों में मुंडक कंकाल का पूर्ण पुनर्प्रतिरूपण होता है और ये परभक्षी जीवन के अनुकूली होते हैं जिसके लिए वायव संवेदी निवेश (aerial sensory input) की आवश्यकता पड़ती है । अधिचर्म (epidermis) स्थूलन कर त्वचा को कठोर बना देती है और जेलीनुमा चर्म (dermis) की जगह एक कड़ा अधिक रेशेदार ऊतक ले लेता है : त्वचा के अंदर वर्णक कोशिकाएं इस तरह से व्यवस्थित हो जाती है जिससे प्रौढ़ रंजन पैटर्न बन जाता है । शिकार पकड़ने के काम आने वाली एक मांसल जिह्वा (जीभ) विकसित होती है, कंठिका उपास्थियां (hyoid cartilage) विभेदन करती है, फेफड़े वायु को शरीर में पहुंचाने के लिए पूरी तरह से विकसित हो जाते हैं और गिल (क्लोम) का पुनरवशोषण हो जाता है । फेफड़े पूर्णतः कार्यशील बन जाते हैं ।

लारवा आहार नाल की कोशिकाएं पूर्णतः त्याग दी जाती हैं और उसकी जगह एक नई और छोटी आहार नली विकसित हो जाती है । कायांतरी चरम अवस्था के एक सप्ताह में टैडपोल एक मंडूकक में रूपांतरित हो जाता है (चित्र 18.4 c) ।

कायांतरण के बाद कुछ ऐन्यूरी उभयचर स्थलीय जीवन अपना लेते हैं और प्रजनन के लिए ही पानी में लौटते हैं । दूसरे अपने जीवन का खासा समय पानी से बाहर व्यतीत करते हैं मगर वे प्रायः नम वातावरण में ही रहते हैं । तालिका 18.2 में ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरण से होने वाले परिवर्तनों को सारबद्ध किया गया है ।

तालिका 18.2 : ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरी परिवर्तनों का सार

1. बाह्य लक्षण		
उतक/अंग	परिवर्तन	प्रकार्य
सिर	शृंगी चोंचों का लुप्त होकर मुंह का बनना मुंह का चौड़ा होना । ऊपरी जबड़े में दांतों का विकास कर्णपटह का परिवर्धन नेत्रों का प्रतिस्थापन	नए भोजन के लिए अनुकूलन । वायव संवेदी निवेश के लिए समंजन ।
पाद	अग्र-और पश्चपादों की पूर्ण वृद्धि	भूमि पर अभिगमन ।
पुच्छ	पूर्ण पुनरवशोषण	अभिगमन की प्रमुख विधि के रूप में तरण का लोप ।
त्वचा	वर्णकता परिवर्तन । कठोर बनना ।	रक्षी रंजन । भूमि पर पानी के क्षय से बचाव ।
2. आंतरिक लक्षण		
अंग/तंत्र		
पाचन तंत्र	मुख गुहिका के तल से लंबी मांसल और द्विशाखी जिह्वा का परिवर्धन आंत्र का मुख्य लघुकरण गुदा का प्रतिस्थापन	शाकाहार से मांसाहार में परिवर्तन ।
श्वसन तंत्र	गिलों का पुनरवशोषण फेफड़ों का परिवर्धन श्वसन के लिए कंठिका उपास्थियों और पेशियों का परिवर्धन	जल से वायु आधारित श्वसन तंत्र में परिवर्तन ।
जनन तंत्र	जनन ग्रंथियों का परिवर्धन	सिर्फ प्रौढ़ रूप में ही लैंगिक परिपक्वता ।
संवेदी अंग नेत्र	निमेषक पटल (nictitating membrane) और पलक (lid) का परिवर्धन	जल में आंखों की रक्षा ।
तंत्रिका तंत्र	माउथनर (Mauthner) कोशिकाओं का ह्रास नई तंत्रिकोशिकाओं और तंत्रिकाओं का परिवर्धन	ह्रासशील ऊतक का वितंत्रिकायन । नई संरचनाओं का तंत्रिकायन ।
पार्श्व रेखा अंग	पार्श्व रेखा अंगों का ह्रास	स्थलीय जीवन के लिए अनावश्यक ।
3. ऐन्यूरी कायांतरण के दौरान जैवरासायनिक परिवर्तन		
नेत्र	दृष्टि वर्णक में पॉरफाइरॉप्सिन (porphyropsin) से रोडोप्सिन (rhodopsin) में परिवर्तन	

यकृत	यूरिया चक्र एंज़ाइमों का संश्लेषण	उत्सर्जी उत्पाद का अमोनिया से यूरिया में परिवर्तन ।
	सीरम ऐल्बुमिन (serum albumin) का संश्लेषण.	समस्थापन का अनुरक्षण ।
	सीरुलोप्लैज़्मिन (ceruloplasmin) का संश्लेषण	परिवर्तित लौह उपयोग से संबद्ध ?
रक्ताणु उत्पत्ति ऊतक	लारवा हीमोग्लोबिन से प्रौढ़ हीमोग्लोबिन संश्लेषण में परिवर्तन	वायु आधारित श्वसन के लिए निम्नबंधुता वाहक (lower affinity carrier) ।
आंत्र	जल-अपघटनीय एंज़ाइमों का संश्लेषण	ऊतक का पुनरवशोषण,
	अग्रांत्र में पेप्टिक क्रियाशीलता का प्रकटन	जंतु ऊतक को पचाने के कारण परिवर्तन
त्वचा	मेलानिन संश्लेषण $Na^+ - K^+$ - ATP एस का प्रेरण सिरोटोनिन (serotonin) संश्लेषण कोलैजन (collagen) निक्षेप में परिवर्तन और भंजन	रक्षी रंजक विद्युत अपघट्य संतुलन का अनुरक्षण । स्थलीय जीवन के लिए त्वचा का यांत्रिक गुणधर्मों में परिवर्तन ।
पुच्छ (पूंछ)	जल-अपघटनी एंजाइमों का संश्लेषण	ऊतक का पुनरवशोषण ।

ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरी परिवर्तन एकदम स्पष्ट होते हैं, और जैसा कि तालिका 18.2 में दिखाया गया है हर अंग रूपांतरित होता है । कायांतरण के दौरान होने वाले परिवर्तनों का दो श्रेणियों के अंतर्गत अध्ययन किया जा सकता है :

i) आकारिकीय (morphological) परिवर्तन

ii) जैवरासायनिक (Biochemical) परिवर्तन

i) आकारिकीय परिवर्तन

उभयचरों की संरचना में कायांतरण के दौरान जो-जो परिवर्तन आते हैं, उन्हें तीन वर्गों में बांटा गया है । ये हैं: क) प्रतिक्रामी परिवर्तन (regressive changes), ख) प्रगामी परिवर्तन (progressive changes) और ग) रचनात्मक परिवर्तन (constructive changes) या पुनर्प्रतिरूपण (remodelling) ।

क) **प्रतिक्रामी (regressive) परिवर्तन** : इन परिवर्तनों में उन लारवा संरचनाओं या अंगों का धीमे-धीमे ह्रास और फिर अंततः लोप होता है जो अंग प्रौढ़ों में अनावश्यक हो जाते हैं । तालिका 18.2 को देखकर आप आसानी से उन संरचनाओं को जान सकते हैं जो प्रतिक्रमण या ह्रास करते हैं । अधरी चूषक (ventral sucker), बाह्य गिल और पंख वलन युक्त लंबी पूंछ को आरंभिक कार्यशील जीवन के दौरान पुनरवशोषित कर लिया जाता है । गिल विदर (clefts) बंद हो जाते हैं । परिक्लोम गुहाएं (peribranchial cavities), शृंगी दंत और जबड़ों की शृंगी पंक्तियां लुप्त हो जाती हैं । मुंह की आकृति बदल जाती है, अवस्कर नलिका (cloacal tube) छोटी हो जाती है । टैडपोल त्वचा के पार्श्व रेखा अंग लुप्त हो जाते हैं और कुछ रुधिर वाहिकाओं का ह्रास हो जाता है ।

ख) **प्रगामी (Progressive) परिवर्तन** : कायांतरण के दौरान और बाद में कुछ अंग और संरचनाएं कार्यशील हो जाते हैं । इन परिवर्तनों को तालिका 18.2 में प्रस्तुत किया गया है । इन परिवर्तनों के चलते अग्र और पश्च पादों, प्रथम ग्रसनी कोष्ठ, (जो चिबुकीय (mandibular) और कंठिका (hyoid) चापों के बीच स्थित रहता है) के संयोजन में मध्य कर्ण (middle ear), कर्णपट्ट झिल्ली (tympanic memberane), जिसे वृत्ताकार कर्णपटह उपास्थि आधार देती है, जैसे अंगों का परिवर्धन होता है । मुंडक या सिर की पृष्ठ (dorsal) सतह पर नेत्र उभर आते हैं और उनमें ऊपरी पलक का परिवर्धन होता है । मुंह के तल से जिह्वा का विकास होता है ।

ग) पुनर्प्रतिरूपण (**remodelling**): कायांतरण से पहले और बाद में भी पाए जाने वाली कार्यशील संरचनाएं व अंग भी प्रौढ़ जीवन की आवश्यकता को पूरा करने के लिए इस प्रक्रम के दौरान रूपांतरित हो जाते हैं । या कह लें पुनर्प्रतिरूपित हो जाते हैं । जैसा कि तालिका 18.2 में दिखाया गया है, ये परिवर्तन मुख्यतः त्वचा, आंत्र और मस्तिष्क में होते हैं । त्वचा मोटी हो जाती है और उसमें बहुकोशिक श्लेष्मा (mucous) और सीरमी (serous) ग्रंथियों का विकास होता है जिससे यह ग्रंथिल (glandular) बन जाती है । इसके अलावा त्वचा में एक बाह्य किरेटिनीकृत परत के साथ-साथ अभिलाक्षणिक रंग और वर्णकता पैटर्न का परिवर्धन भी होता है । मस्तिष्क अति विभेदित बन जाता है । जो आंत शाकाहारी टैडपोल में लंबी और कुंडलित पाई जाती थी वही अब छोटी और सीधी हो जाती है । दूसरे मुख्य परिवर्तनों में हैं : फेफड़ों के आपूर्ति के लिए रुधिर संवहनी तंत्र (blood vascular system), तथा निवाहिका उपतंत्र (portal system) में होने वाला परिवर्तन । हृदय में भी परिवर्तन आ जाता है जो पूर्व की द्विकक्षीय अवस्था से अब तीन-कक्षीय बन जाता है ।

i) जैवरासायनिक परिवर्तन (**Biochemical Changes**):

आकारिकीय परिवर्तनों के साथ-साथ जैवरासायनिक परिवर्तन भी होते हैं जो ऐन्यूरी कायांतरण में बिल्कुल स्पष्ट देखें जा सकते हैं । ऐन्यूरी जंतुओ में होने वाले जैवरासायनिक परिवर्तनों को तालिका 18.2 में सारबद्ध किया गया है ।

क) कायांतरी चरम अवस्था के दौरान दृष्टि वर्णक के रूप में पॉरफाइरॉप्सिन (आप्सिन (opsin) नामक प्रोटीन और विटामिन A_2 के ऐल्डिहाइड (aldehyde) के बीच बनने वाला काम्प्लेक्स) की जगह पूरी तरह से रोडोप्सिन (रोडोप्सिन ऑप्सिन प्रोटीन और विटामिन A_1 के बीच बनने वाला कांप्लेक्स है) ले लेता है । नेत्र में लारवा के लेंस में पाया जाने वाला α क्रिस्टलिन (crystallin) प्रौढ़, क्रिस्टलिन के द्वारा प्रतिस्थापित हो जाता है जो वैद्युत कण संचलन (electrophoretic mobility) में उससे काफी भिन्न रहता है । कायांतरण के दौरान ही त्वचीय किरैटिन का एक प्रौढ़ रूप, लारवा रूप की जगह ले लेता है । इसी के दौरान हायल्यूरोनिडेस (Hyaluronidase) भारी मात्रा में बनता है । यह एंजाइम (enzyme) लारवा त्वचा के हायल्यूरोनिक अम्ल को नष्ट कर देता है । प्रौढ़ में इसकी जगह एवं, अन्य ग्लाइकोसोअमीनो ग्लाइकेन्स (glycosamino glycans) का मिश्रण ले लेता है । प्रौढ़ त्वचा में हायल्यूरोनिडेस एंजाइम खास मात्रा में मौजूद नहीं रहता । कायांतरण के फलस्वरूप त्वचा में होने वाले अन्य जैवरासायनिक परिवर्तनों में कोलैजन (collagen) संश्लेषण और उसके निक्षेपण पैटर्न में बदलाव होता है । इसके फलस्वरूप त्वचा कड़ी हो जाती है जो भूमि पर जीवन के लिए कहीं ज़्यादा उपयुक्त रहती है ।

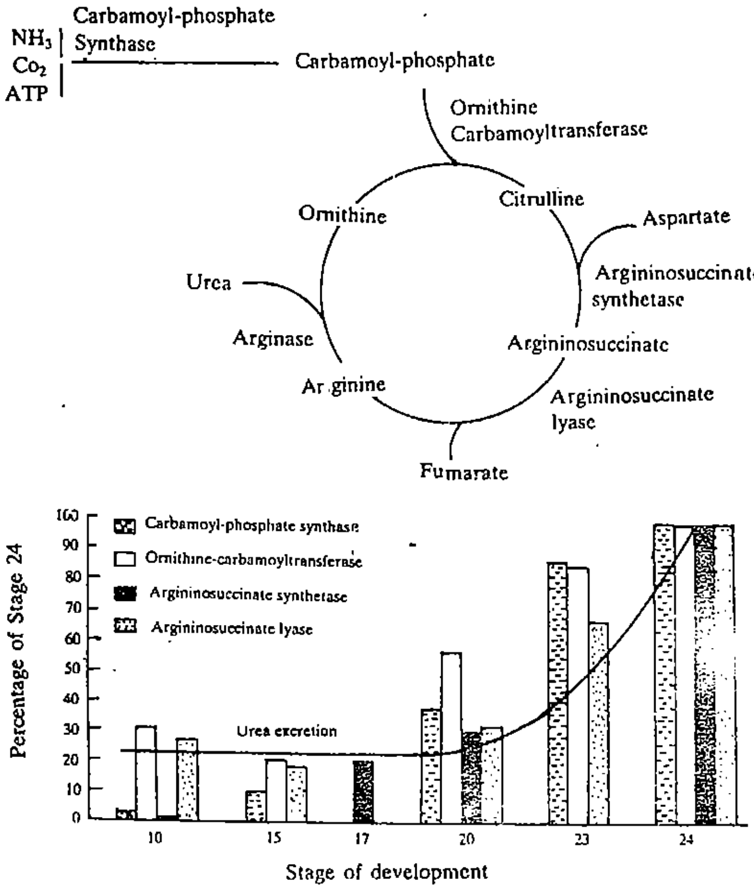
ग) कायांतरण के बाद मेंढक नाइट्रोजनी उत्सर्जी का अधिकांश भाग अमोनिया के बजाए यूरिया के रूप में उत्सर्जन करता है । अमोनिया की तरह यूरिया बहुत घुलनशील तो होता ही है, पर यह कम विषैला या आविषालु रहता है । फलस्वरूप कायांतरण के बाद रक्त में ही यूरिया बनाया और रोका जा सकता है और फिर उसे वृक्कों के जरिए अल्प जल क्षति के साथ उत्सर्जित किया जा सकता है । जब कि अमोनीया के रूप में नाइट्रोजन की इतनी ही मात्रा के उत्र्सजन में ज़्यादा पानी लगता । यूरिया के निर्माण के लिए यकृत में ऑर्निथीन यूरिया चक्र (ornithine-urea cycle) के सक्रियण की जरूरत पड़ती है (चित्र 18.5) ।

घ) इस चक्र में कार्बन-डाइऑक्साइड और नाइट्रोजन यूरिया के रूप में उत्सर्जित किए जाते हैं । इसके लिए कायांतरी परिवर्तनों के चलते यकृत में उपापचयी पैटर्नों का पुनर्गठन होता है जिससे कि ऑर्निथीन-यूरिया चक्र के लिए उपयुक्त एंजाइमों का निर्माण हो । यह पुनर्गठन शरीर रूपाकार में कोई स्पष्ट बदलाव आने से पहले ही कायांतरण के बिल्कुल शुरू में ही आरंभ हो जाता है ।

ङ) कायांतरण के दौरान रक्ताणु उत्पत्ति (Erythropoiesis) स्थल अस्थि मज्जा (bone marrow) और प्लीहा (spleen) जिसे तिल्ली भी कहते हैं, में स्थानांतरित हो जाता है । इस

स्थानांतरण से भिन्न कार्यिकी और वैद्युत-कण संचलन (electrophoretic) गुणधर्मों वाले हीमोग्लोबिन का निर्माण होता है ।

राना कैटिसबिएना में टैडपोल हीमोग्लोबिन (HbF) से प्रौढ़ हीमोग्लोबिन (HbA) के निर्माण में स्थानांतरण हर हाल में पूंछ के लुप्त होने से पहले-पहले पूरा हो जाता है । इसके अलावा कायांतरण के दौरान जल उपघटनीय (hydrolytic) एंजाइमों का भारी मात्रा में संश्लेषण होता है जो लारवा आंत और पुच्छ का ह्रास करते हैं ।



चित्र 18.5 : ऐन्यूरी कायांतरण के दौरान यूरिया चक्र का विकास । (a) यूरिया चक्र की प्रमुख विशेषताएं, जिसके द्वारा नाइट्रोजनयुक्त उत्सर्जी पदार्थों का निराविषकरण कर उन्हें उत्सर्जित किया जाता है । (b) मेंढक *राना कैटिसबिएना* (*Rana catesbiana*) में कायांतरी परिवर्तनों से सहसंबंधित यूरिया चक्र एंज़ाइम क्रियाशीलता का उदय (कोहेन, 1970 के अनुसार) ।

च) अपवृद्धि (degrowth) तब होती है, जब कायांतरण के दौरान लारवा संभरण करना बंद कर देता है । इस चरण पर लारवा संचित भोजन का उपयोग कर विभिन्न कायांतरी प्रक्रमों को पूरा करने के लिए आवश्यक ऊर्जा पैदा करता है । फलतः वज़न में कमी हो जाती है जिसके कारण कायांतरण के अंत में उत्पन्न होने वाला लघुरूपी मेंढक प्रौढ़ मेंढक से छोटा और हल्का रहता है । शरीर द्रव्यमान में इस ह्रास को ही *अपवृद्धि* कहते हैं । यह ह्रास लारवा के कुछ शरीर अंगों के सिकुड़ने से भी होता है । उदाहरणतया कायांतरण के दौरान सिर (मुंडक) और धड़ छोटे हो जाते हैं और कुछ अंग जैसे पूंछ और गिल लुप्त हो जाते हैं ।

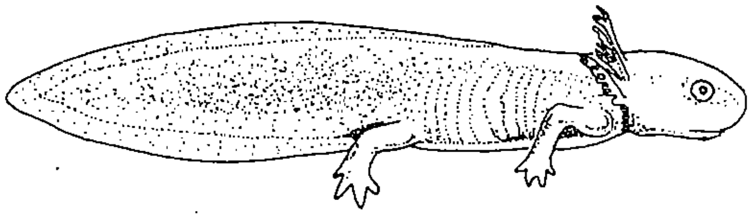
छ) स्वलयन (autolysis) लारवा पुच्छ, गिलों, बाह्य गिल और पखवलनों का लोप करता है । यह प्रक्रम अमीबीय (amoeboid), वृहत् भक्षकाणुओं (macrophages) संचलन द्वारा होता है जो विघटनशील कोशिकाओं के कचरे का भक्षण करते हैं । इन भक्षकाणुओं के लयनकायी (lysosomal) एंजाइमों, खासकर कैथेप्सिन (cathepsin) नामक एंजाइम, में सांद्रता और

उपयोग दोनों में ही भारी चढ़ाव देखने में आता है । भक्षित या स्वलयनित पदार्थ को पुनर्शोषित कर लिया जाता है और फिर उसे प्रौढ़ के नवीन अंगों की रचना में काम लाया जाता है ।

ज) कायांतरण के दौरान एंज़ाइमों में सुस्पष्ट परिवर्तन आ जाता है । कायांतरण के समापन में सहायता के लिए निर्मित एंज़ाइमों के प्रकार और मात्रा दोनों में ही बदलाव हो जाता है । जिन लारवा एंज़ाइमों की प्रौढ़ अवस्था में जरूरत नहीं पड़ती उनका संश्लेषण बंद हो जाता है, जबकि प्रौढ़ के लिए आवश्यक नए एंज़ाइमों का संश्लेषण शुरू हो जाता है । प्रौढ़ में कार्बोहाइड्रेटों (carbohydrates), लिपिड (lipid) और नाइट्रोजन (nitrogen) का उपापचय बदल जाता है ।

18.5.2 यूरोडेला जंतुओं में कायांतरण प्रक्रम

यूरोडेला उभयचरों में कायांतरण कम होता है । उदाहरण के लिए लारवा सरट (*ऐम्बिस्टोमा* वंश का एक सदस्य) में बाह्य गिल और पृष्ठ व अधरी पंख युक्त एक लंबी पूंछ पाई जाती है (चित्र 18.6) । लारवा और प्रौढ़ दोनों का चौड़ा मुंह वैसा ही बना रहता है । अग्रपाद पश्चपाद से पहले निकल आते हैं और उपांगों के दोनों जोड़ों में किसी कायांतरी उद्दीपन के बिना ही धीरे-धीरे वृद्धि होती है । कायांतरण में बाह्य गिलों और पुच्छ पख का लोप, फेफड़ों का परिवर्धन, गिल छिद्रों का बंद होना, पलकों का प्रकटन, जंभिकी या मैक्सिलरी (maxillary) अस्थियों का निर्माण, कंकाल का अस्थीभवन (ocsification), त्वचा का शृंगीभवन (cornification) और त्वचीय ग्रंथियों के विभेदन जैसे परिवर्तन होते हैं ।



चित्र 18.6 : सरट *ऐम्बिस्टोमा* का लारवा

यूरोडेलों में कायांतरण काफी धीरे-धीरे होता है और इसमें कई हफ़्ते लग सकते हैं । इसमें निम्न परिवर्तन होते हैं :

क) प्रतिक्रामी (regressive) परिवर्तन

पूँछ बनी रहती है मगर पंख लुप्त हो जाता है । क्लोम (branchial) उपकरण में ह्रास होता है । बाह्य गिलों का पुनरवशोषण होता है और गिल विदर बंद हो जाते हैं । अंतरंग कंकाल में ह्रास हो जाता है।

ख) प्रगामी (progressive) परिवर्तन

सिर की आकृति बदल जाती है । नेत्रों में पलकों का विकास होता है और सिर के पृष्ठ भाग की ओर से उनमें और उभार आ जाता है । त्वचा बहुस्तरीय और शृंगीय बन जाती है । इसकी वर्णकता बदल जाती है और त्वचीय ग्रंथियां भी विभेदित हो जाती हैं । फेफड़ों और आहार नाल में कोई खास बदलाव नहीं आता ।

कायांतरण के बाद, अलग-अलग जाति के अनुसार, यूरोडेला जंतु जल में बिताए जाने वाले समय को कम कर देते हैं या फिर वे थलचर बन जाते हैं, और सिर्फ प्रजनन करने के लिए ही पानी में लौटते हैं । न्यूट (newt) और सरट जो थलचर या स्थलीय बन जाते हैं प्रजनन के लिए जब पानी में उतरते हैं तो वे एक और कायांतरण से गुजरते हैं ।

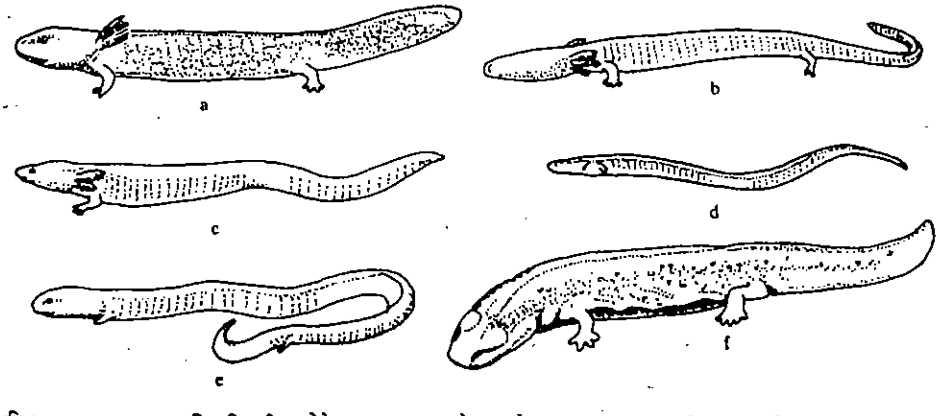
द्वितीय कायांतरण : कुछ यूरोडेल उभयचरों, जैसे न्यूट और सरट, में जन्म (या स्फुटन) और प्रौढ़ता के बीच उनके रूप, कार्यिकी और जीवन स्वभाव में दो बड़े परिवर्तन आते हैं । इसे समझने के लिए आइए चित्तीदार न्यूट (newt) *नोटफ्थैलमस विरिडिसेन्स (Notophthalmus viridescens)* का उदाहरण लेते हैं । इस उभयचर के जीवनचक्र के दौरान दो प्रमुख कायांतरनीय परिवर्तन देखने में आते हैं ।

न्यूट एक ज़ैतूनी हरे रंग के लारवा के रूप में जन्म लेता है जिसमें गिल, कूटकी पूंछ और एक सुविकसित पार्श्विक रेखा अंग तंत्र होता है । (यह अंग, तंत्र ग्राहियों का एक ऐसा तंत्र है जो जल के स्थानीय प्रतिस्थापन के प्रति संवेदनशील रहता है । कुछ महीने तक वृद्धि करने के बाद इसमें कायांतरण होता है जिसके फलस्वरूप गिल और पुच्छ पख पुनरवशोषित कर लिए जाते हैं, पार्श्विक रेखा अंग तंत्र अकार्यशील हो जाता है और त्वचा कड़ी और सूखी व उसका रंग नारंगी हो जाता है । दृष्टि वर्णक, जो कि लारवा में मुख्यतः पॉरफाइरॉप्सिन था, उसकी जगह अब पॉरफाइरॉप्सिन और रोडोप्सिन का मिश्रण ले लेता है । न्यूट को अब एफ्ट (eft) पुकारा जाता है और दो-तीन साल के लिए एक वनवासी बन जाता है जहां यह भूमि पर वृद्धि करते हुए अपना पूरा आकार पा लेता है ।

एफ्ट अवस्था तब समाप्त हो जाती है जब यह उभयचर जीव द्वितीय कायांतरण से गुजरता है । यह प्रोलैक्टिन (prolactin) और पिट्यूटिरी गोनैडोट्रॉपिन (gonadotropin) हार्मोनों की क्रिया के फलस्वरूप होता है । ये हार्मोन इस उभयचर में पानी की ओर एक ऐसा प्रणोद आरंभ करते हैं जिसके साथ-साथ उसमें कार्यिकी परिवर्तन भी आते जाते हैं : जैसे पार्श्विक रेखा अंग तंत्र की कार्यशीलता की पुनर्स्थापना, त्वचा का एक श्लेष्मा स्रावी, नम और चमकीले अंग के रूप में व्युत्क्रमण, पखयुक्त पूंछ की बहाली, जनन ग्रंथियों का परिपक्व होना और मुख्य दृष्टि वर्णक के रूप में पॉरफाइरॉप्सिन को फिर से अपनाया जाना । इस तरह से न्यूट की पानी में वापसी हो जाती है जहां वह अंडे देता है और जीवन भर रहता है जो कि अनेक प्रजनन ऋतुओं तक चलता है ।

स्थायी गिलयुक्त (permanently gilled) सरटों की तरह कुछ यूरोडेलो में, जिन्हें कि पेरिनीब्रैंकिएट (perinnibranchiate) कहा जाता है, कायांतरण नहीं होता । इसलिए ये उभयचर स्थायी जलचरों के रूप में ही वृद्धि कर लैंगिक परिपक्वता प्राप्त करते हैं, मगर साथ ही अपनी लारवा विशेषताओं जैसे गिल, को कायम रखे रहते हैं । इस तरह ये उभयचर चिरडिम्भी (neotenic) और शावकीजनिक (paedogenic) होते हैं । चिरडिम्भता (neoteny) एक ऐसी अवस्था है जिसमें लारवा लक्षण और विशेषताएं लंबे समय तक बनी रहती हैं । चित्र 18.7 में कुछ चिरडिम्भी यूरोडेल उभयचरों को दिखाया गया है । शावकीजनन (paedogeny) एक ऐसा प्रक्रम है जिसके जरिए लारवा उभयचर जनन करते हैं

उपभाग 18.5.8 में आप चिरडिम्भता और शावकीजनन के विषय में और जानकारी प्राप्त करेंगे ।



चित्र 18.7 : कुछ चिरडिम्भी यूरोडेल उभयचर—ये अपने लारवा लक्षण और गुण तो बनाए रखे रहते हैं मगर लैंगिक दृष्टि से परिपक्व होते हैं । a) नेक्ट्यूरस (*Necturus* b) प्रोटिअस (*Proteus*) c) जलपरी (*Siren*) d) स्युडोब्रैंकस (*Pseudobranchus*) e) ऐम्फियमा (*Amphiuma*) f) क्राइटोब्रैंकस (*Crytobranchus*)

बोध प्रश्न 3

i) रिक्त स्थानों में सही शब्द लिखिए :

क) ऐन्यूरी जंतुओं में, कायांतरण प्रायः .... से .... जीवन के संक्रमण से जुड़ा रहता है ।

ख) *एम्बिस्टोमा* का ऐक्सोलोटल लारवा लैंगिक परिपक्वता, लारवा के रूप में ही प्राप्त करता है, इस परिघटना को .... कहा जाता है ।

ग) *नोटफ्थैलमस विरिडिसेन्स* सरट में प्रौढ़ अवस्था में पहुंचने से पहले एक .... कायांतरण होता है ।

घ) कायांतरण समारंभन एक ...., ... द्वारा संजीनीय सेट को .... करने की वजह से होता है ।

ङ) ऐन्यूरी जंतुओं में कायांतरी परिवर्तनों के तीन स्पष्ट व भिन्न अवस्थाएं ...., ... और .... हैं ।

च) उभयचरों के कायांतरण के दौरान होने वाले आकारिकीय परिवर्तनों की तीन श्रेणियां ...., ... और .... परिवर्तन हैं ।

ii) बताइए कि उभयचरों में कायांतरण के दौरान होने वाले निम्न परिवर्तन, प्रगामी हैं, प्रतिक्रामी हैं या पुनर्प्रतिरूपण ।

क) ग्रसनी कोष्ठ के संयोजन में मध्य कर्ण का विकास ।

ख) मुंह की आकृति में परिवर्तन और अवस्कर नलिका का लघुकरण और ह्रास ।

ग) त्वचा के पार्श्वि रेखा अंगों का लोप और रुधिर वहिकाओं का ह्रास ।

घ) मस्तिष्क का विभेदन ।

ङ) फेफड़ों को आपूर्ति के लिए निवाहिका उपतंत्र और संवहनी तंत्र में होने वाले परिवर्तन ।

च) आंत का लघुकरण और सीधा होना ।

छ) हृदय का तीन कक्षीय हृदय में रूपांतरण ।

ज) अग्र और पश्च पादों का परिवर्धन ।

झ) गिल विदर का बंद होना और शृंगी दांतों का लोप ।

ञ) मुंह के तल से जिह्वा का विकास ।

iii) क) टैडपोल के मेढक में रूपांतरण के दौरान होने वाले कोई चार कार्यिकी परिवर्तनों को बताइए ।

....

....

....

ख) यूरोडेला उभयचर में कायांतरण के दौरान होने वाले कोई दो प्रतिक्रामी और दो प्रगामी परिवर्तनों को बताइए ।

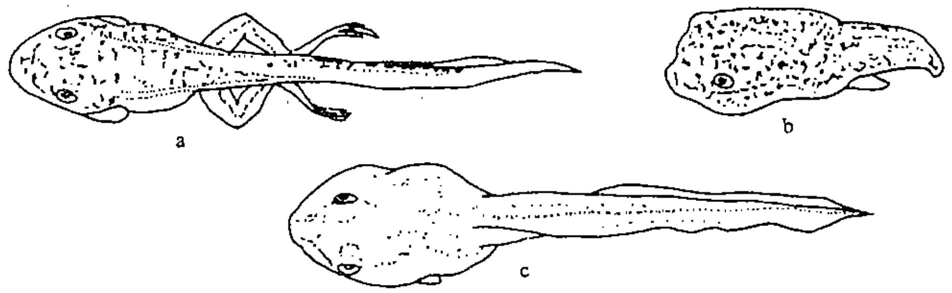
....

....

....

18.5.3 उभयचरों में कायांतरण लाने वाले हार्मोन

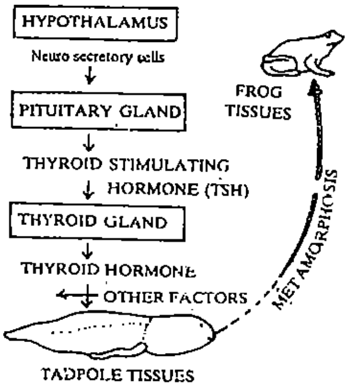
उभयचरों में कायांतरण के दौरान होने वाले परिवर्तन थाइरॉइड (thyroid) ग्रंथि के हार्मोन स्राव द्वारा लाए जाते हैं । इसका पहला संकेत 1912 में मिला, जब गुडेरनात्स (Gudernatsch) ने जानकारी दी कि मेंढक लारवा को भेड़ के सुखाए और चूर्णित थाइरॉइड को खिलाने पर उनमें कालपूर्व या समय से पहले ही (precocious) कायांतरण हो जाता है । जब टैडपोलों को दूसरी ग्रंथियों से तैयार किया गया मिश्रण खिलाया गया तो उनसे ऐसे परिणाम नहीं मिले । इन प्रयोगों से यह अभिधारणा बन पाई कि थाइरॉइड हार्मोन कायांतरण लाने का काम करते हैं । 1918 में वैज्ञानिक बी.एम. ऐलन (B.M. Allen) ने देखा कि जब उन्होंने मेंढक टैडपोलों से थाइरॉइड आद्यांग निकाल कर अलग कर दिया तो उससे उनका कायांतरण रुक गया और इसके बजाए वे विशाल टैडपोल बन गए । दूसरी ओर जब उन्हें थाइरॉइड खिलाया गया या उन्हें थाइरॉइड ग्रंथि के घुलनशील तत्त्वों (soluble extracts) वाले पानी में डाला गया तो उनमें तत्काल ही कायांतरण शुरू हो गया (चित्र 18.8) ।



चित्र 18.8 : हार्मोन और कायांतरण a) सामान्य कायांतरी अवस्था b) तरुण टैडपोल को थाइरॉक्सिन (थाइरॉइड हार्मोन) देने पर होने वाला कालपूर्व कायांतरण c) थाइरॉइड या पीयुष (pituitary) ग्रंथि हटाने के बाद कायांतरण का संदमन ।

यूरोडेल उभयचरों में खासकर एक्सोलोटल *ऐम्बिस्टोमा मेक्सिकैनम (Ambystoma mexicanum)* में, हुए इसी तरह के प्रयोगों ने यूरोडेल उभयचरों के कायांतरण में थाइरॉइड ग्रंथि के महत्व की पुष्टि की ।

1968 में डब्लू एटकिन (W. Etkin) द्वारा किए गए अध्ययनों से भी कायांतरण में विभिन्न हार्मोनों के महत्व और भूमिका का पता चला है । उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि जंतुओं का परिवर्धन नकारात्मक (negative) और सकारात्मक (positive) कारकों, यानी हार्मोनों के एक गतिशील संतुलन द्वारा नियंत्रित होता है । इसके अलावा उन्होंने यह भी पाया कि कायांतरी घटनाओं के बीच अंतरण थाइरॉइड हार्मोन की मात्रा पर निर्भर करता है, जबकि घटनाओं का क्रम ऊतकों में अन्तर्भूत (inherent) होता है ।



चित्र 18.9 : कायांतरण के दौरान थाइरॉक्सिन स्राव का नियंत्रण ।

18.5.4 कायांतरण प्रक्रम में उभयचरी हार्मोनों की पारस्परिक-क्रिया

ऐन्यूरी कायांतरण के दौरान होने वाले सभी विविध परिवर्तन थाइरॉइड ग्रंथि, मस्तिष्क के अधश्चेतक भाग या हाइपोथैलमस (hypothalamus) और पीयूष (पिट्यूटरी) ग्रंथि द्वारा स्रावित हार्मोनों की पारस्परिक-क्रिया द्वारा लाए जाते हैं ।

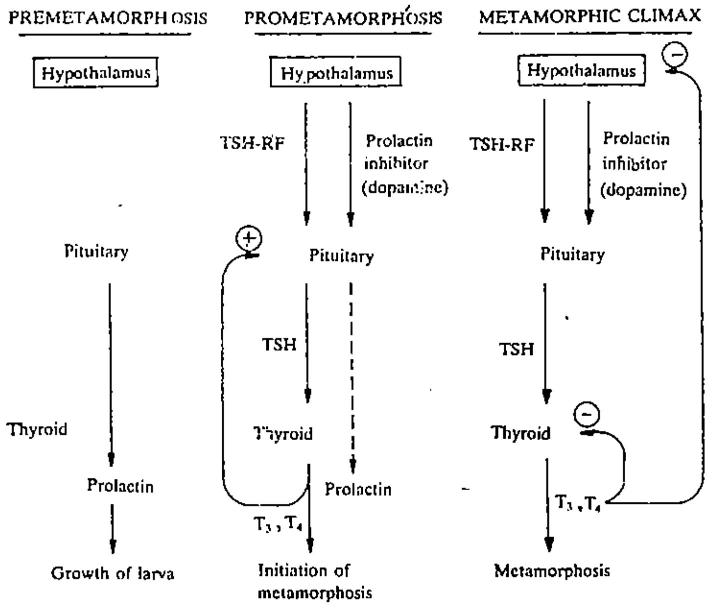
कायांतरण में सम्मिलित प्रमुख अंगों और हार्मोनों से अब तक आप परिचित हो ही गए हैं ।

कायांतरण के दौरान ये किस तरह कार्य और आपस में समन्वय स्थापित करते हैं, आइए यहीं देखें (चित्र 18.9) । एटकिन ने उभयचर कायांतरण को तीन मुख्य घटनाओं में सारबद्ध किया है जो इस प्रकार है :

1. कायांतरी घटनाओं की गति थाइरॉइड हार्मोन की मात्रा पर निर्भर करती है । इसके फलस्वरूप लारवा जीवन के दो तिहाई हिस्से के दौरान रक्त और ऊतकों में थाइरॉइड हार्मोन का स्तर धीरे-धीरे कायांतरी चरम अवस्था तक बढ़ता जाता है । इसके बाद इसमें अचानक गिरावट आ जाती है ।
2. कायांतरण के दौरान रक्त और ऊतकों में थाइरॉइड हार्मोन की मात्रा अधश्चेतक भाग से स्रावित TSH- RF हार्मोन बढ़ा देता है ।

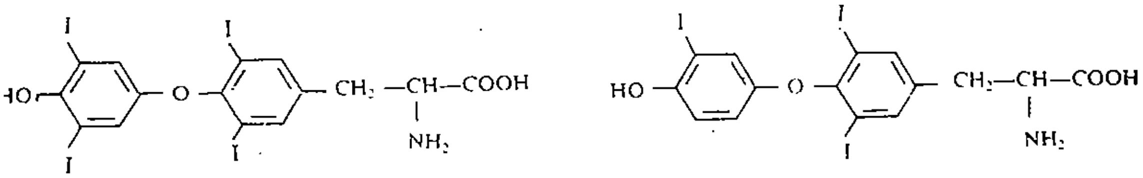
3. थाइरॉइड हार्मोन की भिन्न मात्राओं के प्रति विभिन्न लारवा ऊतकों की अभिक्रियाशीलता ऊतक में सहजात यानी आनुवंशिकतः नियोजित रहती है । इसका मतलब है कि विभिन्न ऊतकों की क्रांतिक प्रभावसीमा (critical threshold) भिन्न-भिन्न होती है ।

कायांतरण की हार्मोन पारस्परिक-क्रियाओं को चित्र 18.10 में सारबद्ध किया गया है और इस प्रकार हैं ।



चित्र 18.10 : ऐन्यूरी कायांतरण की विभिन्न अवस्थाओं के दौरान अधश्चेतक-पीयूष-थाइरॉइड अक्ष । अधश्चेतक परिवर्धन करने पर पीयूष ग्रंथि का हार्मोन स्रावण के लिए थाइरॉइड को निर्देश देने के लिए उद्दीपन करता है और प्रोलैक्टीन के स्राव को रोक देता है । T_3-(ट्राइ-आयोडोथाइरोनीन) **(Triiodothyronine); T_4-थाइरॉक्सिन (thyroxin); TSH-थाइरॉइड उद्दीपक हार्मोन (Thyroid stimulating hormone); TSH-RF-थाइरॉइड उद्दीपक हार्मोन विसर्जन कारक (Thyroid stimulating hormone releasing factor) ।**

थाइरॉइड ग्रंथि एक बड़े जटिल प्रोटीन थाइरोग्लोबुलिन (thyroglobulin) का स्राव करती है जिसका आण्विक भार (molecular weight) 675000 होता है । यह थाइरोग्लोबुलिन निम्न अणु भार वाले यौगिक के अनेक अणुओं से बना होता है । ये यौगिक ट्राइ-आयोडो-थाइरोनिन (T_3) और थाइरॉक्सिन या टेट्रा-आयोडो-थाइरोनिन (T_4) का बना होता है । जैसा कि चित्र 18.11 से पता चलता है, कि इन दोनों यौगिकों में अमीनो अम्ल के दो अवशेष टाइरोसिन (tyrosine) आपस में जुड़े रहते हैं । ट्राइ-आयोडो-थाइरोनिन में आयोडीन के तीन परमाणु और थाइरॉक्सिन में चार परमाणु टाइरोसिन अणुओं से संलग्न रहते हैं । कायांतरण के दौरान थाइरोग्लोबुलिन से आयोडीन युक्त यौगिक T_3 और T_4 मुक्त कर दिए जाते हैं ।



3,5,3',5' Tetraiodothyronine (T_4)
Thyroxine

3,5,3 Triiodothyronine (T_3)

चित्र 18.11 : थाइरॉक्सिन (T_4) और ट्राइआयोडोथाइरोनिन (T_3) का रासायनिक सूत्र ।

इन दोनों हार्मोनों T_3 और T_4 में से T_3 पूर्ववर्ती और T_4 सक्रिय हार्मोन है जो T_4 की तुलना में अति अल्प मात्रा में ही कायांतरण कर सकता है । ऐन्यूरी और यूरोडेल दोनों उभयचरों में लारवा का थाइरॉइड छोटी मात्रा में T_3 और T_4 उत्पन्न करता है । मगर इन हार्मोनों की मात्रा के प्रभाव को अग्र पीयूष ग्रंथि से स्रावित हर्मोनों द्वारा प्रभावहीन कर दिया जाता है । पीयूष की क्रिया अप्रत्यक्ष होती देखी गई है । यह दो हार्मोनों का स्राव करती है : 1) थाइरॉइड उद्दीपक हार्मोन (TSH), लारवा उभयचरों में कायांतरण के शुरू होने पर ही जिसका स्राव होता है । 2) प्रौलैक्टिन (prolactin) की तरह का या उसका समरूप दूसरा हार्मोन जो लारवा जीवन के दौरान थाइरॉक्सिन के विरोध में काम करता है । इसकी वजह यह है कि प्रोलैक्टिन लारवा वृद्धि हार्मोन के रूप में काम करता है और कायांतरण का संदमन करता है । मगर जैसे ही कायांतरण शुरू होता है T_3 और T_4 हार्मोनों की मात्रा इतनी बढ़ जाती है कि वह प्रोलैक्टिन को अप्रभावी बना देते हैं । फलतः टैडपोलों का परिवर्धन मेढकों में और लारवा न्यूटों का विकास थलचर एफ्टों में होता है ।

T_3 हार्मोन का स्राव हाइपोथेलमस यानी मस्तिक के अधश्चेतक भाग के नियंत्रण में रहता है । कायांतरण आरंभन के समय निर्धारण के लिए शरीर से प्राप्त होने वाली रासायनिक सूचना को यह संघटित करता है । लारवा वृद्धि यानी कायांतरणपूर्व के दौरान अधश्चेतक अविकसित होता है (चित्र 18.11) और इसी कारण अग्र पीयूष पर नगण्य प्रभाव डाल पाता है । अधश्चेतकीय नियमन के अभाव में पीयूष ग्रंथि प्रोलैक्टिन का स्राव उच्च मात्रा में करती है और थाइरॉइड उद्दीपक हार्मोन (TSH) का स्राव नगण्य मात्रा में करती है या करती ही नहीं । जब अधश्चेतक का परिवर्धन हो जाता है तो फिर इसके द्वारा *थाइरॉइड उद्दीपक हार्मोन विसर्जन कारक* (TSHG-RF) के उत्पादन में वृद्धि हो जाती है, जिससे TSH का स्तर भी बढ़ जाता है । इसके कारण थाइरॉइड से T_3 और T_4 हार्मोन मुक्त होते हैं । T_3 हार्मोन की मात्रा धीरे-धीरे बढ़ती जाती है जब तक कि कायांतरण के पहले-पहले परिवर्तन (प्राक्कायांतरण) प्रकट नहीं हो जाते । इस अवधि के दौरान पश्चपाद वर्धन शुरू कर देते हैं । T_3 और T_4 टाइटर (titres) में वृद्धि के साथ-साथ अधश्चेतकीय स्राव, (एक पदार्थ संभवतया डोपैमाइन (dopamine)) पीयूष द्वारा किये जाने वाले प्रोलैक्टिन संश्लेषण का संदमन करते हैं । इससे T_3 और प्रोलैक्टिन का अनुपात बदल जाता है और T_3 की मात्रा में भारी वृद्धि हो जाती है । इसके फलस्वरूप कायांतरी चरम अवस्था आ जाती है जिसमें कायांतरण से जुड़े आकारिकीय व जैवरासायनिक उग्र परिवर्तन होते हैं जिनके साथ थाइरॉइड ग्रंथि का आंशिक ह्रास होता है । अधश्चेतक कायांतरी कारकों के उत्पादन को घटा देता है, जिससे पीयूष, हार्मोनों पर प्रभाव पड़ता है और वर्धनशील मंडूकक (शिशु मेंढक) के जीवन के लिए उपयुक्त हार्मोन संतुलन सुनिश्चित हो जाता है ।

कुछ खास यूरोडेलों में प्रथम कायांतरण थलवासी एफ्ट का परिवर्धन करता है जो प्रजनन के लिए पानी में लौटने में समर्थ बनने के लिए दूसरे कायांतरण से गुज़रते हैं । द्वितीय कायांतरण प्रोलैक्टिन के प्रभाव में होता है जो संभवतः पीयूष कारक प्रोलैक्टिन और TSH के संतुलन में परिवर्तन से पैदा होता है, न कि इनमें से किसी एक के सक्रियण से । दूसरे तरीके से कहें तो प्रथम कायांतरण TSH के पक्ष में परिवर्तन द्वारा प्रेरित होता है तो द्वितीय कायांतरण प्रोलैक्टिन प्रभाविता की वापसी द्वारा ।

18.5.5 ऊतक प्रतिक्रियात्मक

एन्यूरी जंतुओं में कायांतरण की क्रियाविधि से पता चलता है कि एक अकेला कर्मक यानी थाइरॉक्सिन ही विभिन्न ऊतकों में बहुल अनुक्रियाओं को जन्म देता है । दूसरे शब्दों में शरीर के विभिन्न अंग इस एकल कर्मक के प्रति अलग-अलग तरीके से अनुक्रिया करते हैं । ऊतकों की अनुक्रियाएं विविध होते हुए भी विशिष्ट होती हैं और लक्ष्य ऊतक के अनुसार भंजक या रचनात्मक हो सकती हैं । इस तरह वही उद्दीपन जहां कुछ खास उतकों का ह्रास करता है तो दूसरों में वृद्धि और विभेदन करता है ।

ऐसा माना जाता है कि ऊतकों की विविध प्रतिक्रिया दो कारणों से होती है ।

1) **लारवा ऊतकों की योग्यता या बहुल अनुक्रिया** (Competence of larval tissue or multiple response): थाइरॉइड हार्मोन के प्रति लक्ष्य अंग के ऊतक की प्रतिक्रियात्मकता ।

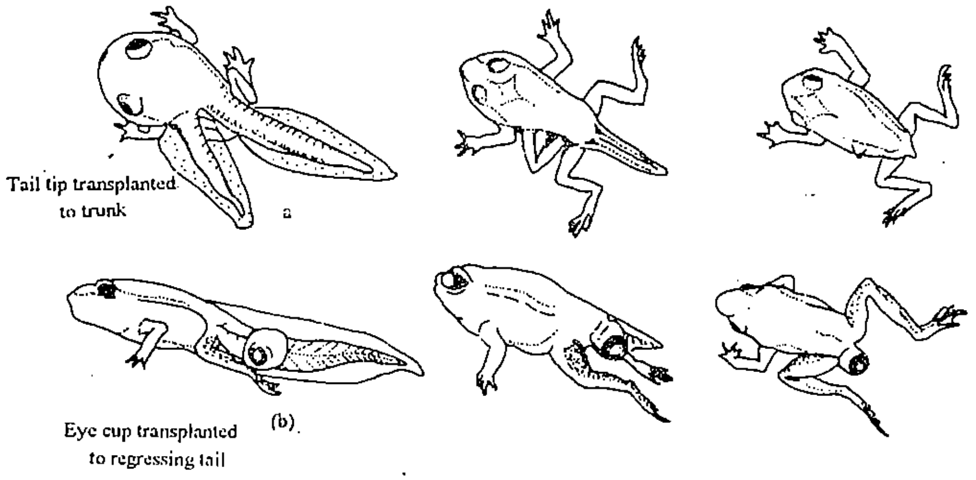
2) **थाइरॉइड हार्मोन सांद्रता के लिए विभिन्न लारवा का प्रभाव सीमा मान ।**

1) लारवा ऊतक की योग्यता या बहुल अनुक्रिया : विभिन्न लारवा ऊतकों की थाइरॉक्सिन के प्रति अनुक्रियता बिल्कुल भिन्न होती है । पुच्छ ऊतकों में क्षय (necrotic) होने लगता है और थाइरॉइड हार्मोन की क्रिया के कारण उनमें ह्रास हो जाता है । दूसरी ओर पाद के ऊतक वृद्धि और विभेदन करते हैं । इसके अलावा थाइरॉक्सिन कायांतरण से गुजर रहे लारवा की लाल रुधिर कोशिकाओं (R.B.C.) का द्रुत जरण और भंजन करता है । इसके साथ ही यह उन कोशिकाओं के परिवर्धन का उद्दीपन करता है जो प्रौढ़ मेंढक में हीमोग्लोबिन का संश्लेषण करती हैं ।

T_3 हार्मोन पूंछ में केन्द्रक अम्लों का जैवसंश्लेषण घटा देता है, मगर उधर यकृत में उनके संश्लेषण को बढ़ा देता है । इसके अतिरिक्त पूंछ की मांसपेशियों का ह्रास होता है जबकि धड़ की मांसपेशियां अप्रभावित रहती हैं ।

ऐसे उदाहरणों से साफ पता चलता है कि एक ही हार्मोन या कर्मक के प्रति लारवा ऊतकों की अनुक्रिया और प्रतिक्रियात्मकता में भारी अंतर रहता है । इसके अलावा प्रयोगों द्वारा यह दिखाया जा सकता है कि लक्ष्य ऊतकों की प्रतिक्रियात्मकता और अनुक्रिया अंतर्जात, विशिष्ट और स्वतंत्र होती हैं ।

एक टैडपोल के पुच्छ सिरों को कायांतरण से गुजर रहे दूसरे टैडपोल के धड़ में प्रतिरोपण द्वारा इसे प्रमाणित किया जा सकता है । या इसके लिए टैडपोल के नेत्र को कायांतरणशील लारवा की पूंछ में रखा जा सकता है (श्विंड (Schwind) 1933, गीगी (Geigy), 1941) । टैडपोल आदाता (host) धड़ में प्रतिरोपित अतिरिक्त पुच्छ का ह्रास से बचाव नहीं हो पाता और उसमें आदाता पुच्छ के साथ-साथ ऊतकक्षय होता है और अवशोषित कर लिया जाता है । ह्रासशील पुच्छ के अंदर घिरे रहने के बावजूद भी नेत्र अपनी संपूर्णता बनाए रखता है (चित्र 18.12) ।

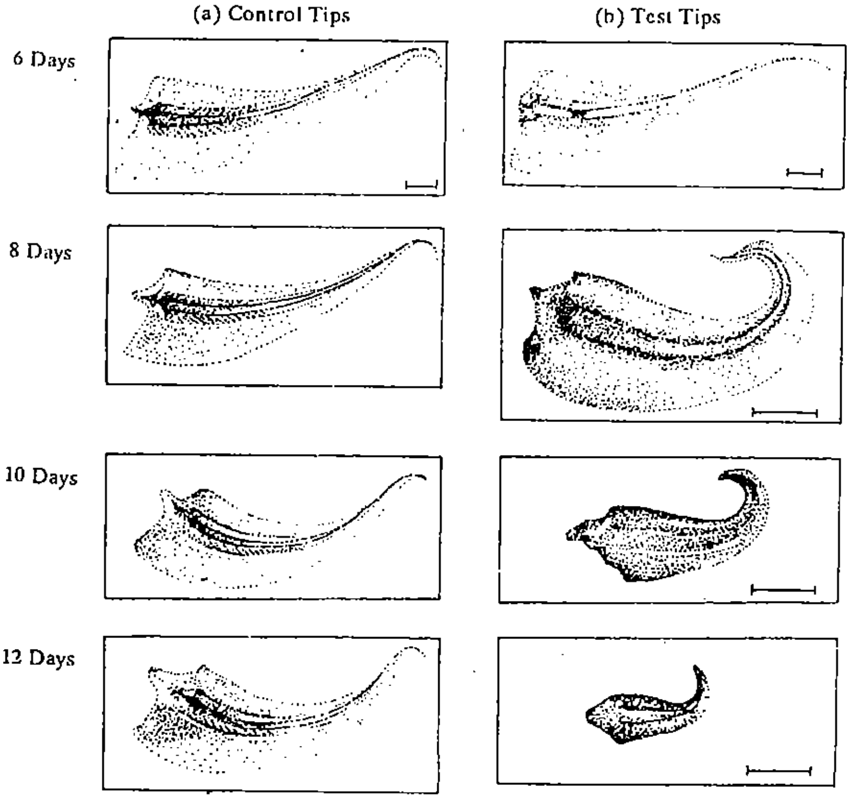


चित्र 18.12 : मेंढक कायांतरण के दौरान अंग विशिष्टता a) धड़ में प्रतिरोपित किए जाने पर भी पुच्छ सिरे आदाता पुच्छ के साथ-साथ ह्रास करते हैं, जबकि नेत्र चषक b) ह्रासशील पुच्छ में प्रतिरोपित किए जाने पर भी अक्षत बना रहता है ।

कायांतरण के दौरान ऊतकों का ह्रास एक प्रकार से आनुवंशिकतः निर्धारित कोशिका मृत्यु (genetically determined cell death) ही है । मानव में ऐसा नियोजित ह्रास अंगुलियों और पादांगुलियों के बीच होता है । भ्रूण परिवर्धन के चौथे हफ्ते के दौरान मानव पुच्छ का ह्रास टैडपोल पुच्छ के ह्रास से मिलता जुलता होता है ।

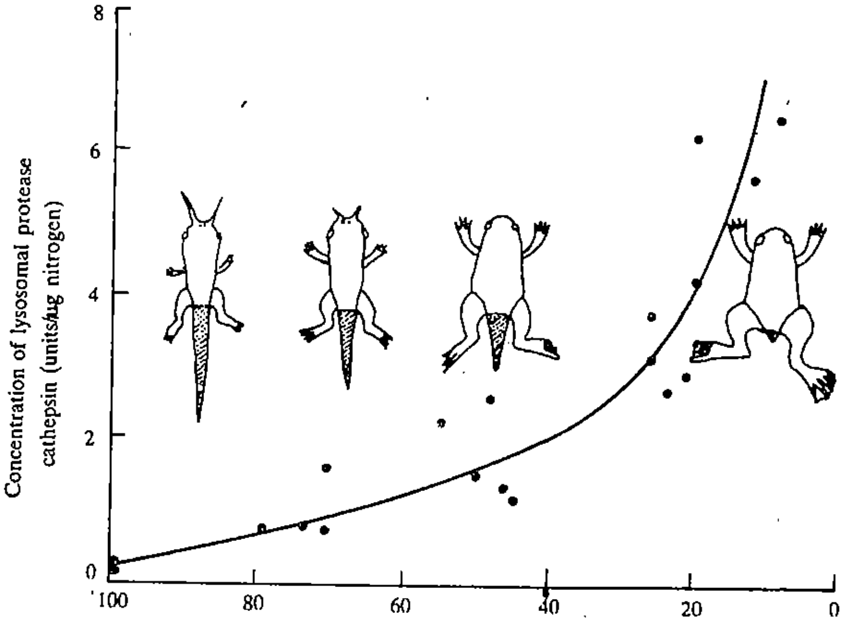
ऐसे प्रेक्षणों से सवाल उत्पन्न होते हैं, कि थाइरॉइड हार्मोन किस तरह से विविध कायांतरी परिवर्तन लाते हैं ? क्या हार्मोन सभी लक्ष्य ऊतकों पर सीधी क्रिया करते हैं या उनकी क्रिया की मध्यस्थता कोई अन्य एक या अधिक हार्मोन द्वारा होती है ? बदलते थाइरॉक्सिन टाइटरों का नियंत्रण कैसे होता है ? इस तरह के सवालों का हल प्रयोगों से निकाल लिया गया है जो स्पष्टतया यह प्रमाणित करते हैं कि हार्मोन लक्ष्य ऊतक पर सीधी क्रिया करता है । वेबर

(Weber, 1967) ने यह सिद्ध कर दिखाया । इसके लिए उन्होंने टैडपोल की उच्छेदित पूंछों को T_4 की उपस्थिति में संवर्धित किया (चित्र 18.13) । जिन पुच्छों को थाइरॉक्सिन से अभिक्रियित किया गया उनमें कायांतरण की तरह ही ह्रास देखा गया, जबकि कंट्रोल (यानी जिन्हें थाइरॉक्सिन से अभिक्रियित नहीं किया गया था) उनमें कोई ह्रास नहीं हुआ और वे स्वस्थ बने रहे ।



चित्र 18.13 : थाइरॉक्सिन के प्रभाव में पृथक्कृत पुच्छ सिरों का ह्रास a) 6, 8, 10 और 12 दिनों के लिए हॉल्टफेल्टर लवण विलयन (Holfelter's salt solution) में संवर्धित कंट्रोल पुच्छ सिरे b) कंट्रोल की ही आयु के अभिक्रियित पुच्छ सिरे जिनके संवर्धन विलयन में थाइरॉक्सिन मिला दिया गया था ।

- पुच्छ का ह्रास चार चरणों में होता माना जाता है । पहले पुच्छ की अभिक्रियित पेशी कोशिकाओं में प्रोटीन संश्लेषण घट जाता है । इसके बाद लयनकाय (लाईसोसोमील) एंज़ाइमों (lysosomal enzymes) में वृद्धि होती है । अधिचर्म, पृष्ठरज्जु (notochord) और तंत्रिका रज्जु कोशिकाओं (nerve cord cells) में प्रोटिएस एंज़ाइम कैथेप्सिन D (Cathepsin D), (आर.एन.ए.एस.) RNase, डी.एन.एस (DNase), कोलैजनेस (Collagenase), फोस्फेटेस (phosphatase) और ग्लाइकोसिडेसस (glucosidases) सभी एंज़ाइमों की मात्रा बढ़ जाती है । कोशिका मृत्यु संभवतः जीवद्रव्य में इन्हीं एंज़ाइमों के विसर्जन से होती है । अधिचर्म पेशी ऊतकों के पाचन में सहायक होती है जो संभवतः इन पाचक एंज़ाइमों को छोड़ती है । पुच्छ के ह्रास के बाद भक्षकाणु पुच्छ भाग में जमा हो जाते हैं जो अपने प्रोटीन अपघटक एंज़ाइमों से इस कचरे का भक्षण कर उन्हें पचा लेते हैं । फलतः पूंछ प्रोटीन अपघटक एंज़ाइमों की एक विशाल पुटिका बन जाती है (चित्र 18.14) । ऐसा देखा गया है कि जब पुच्छ सिरों से अधिचर्म को हटा दिया जाए तो थाइरॉक्सिन में संवर्धित किए जाने पर उनमें ह्रास नहीं होता ।



चित्र 18.14 : कायांतरणी *जीनोपस लेविस* में टैडपोल पुच्छ का ह्रास कोशिकाओं के लयनक पाचन द्वारा होता है । जैसे-जैसे कायांतरण आगे बढ़ता है एंजाइम की मात्रा बढ़ती जाती है (एंजाइम की पूर्ण मात्रा स्थिर रहती है) । फलतः बचे ठूंठ में लयनक एंजाइमों के अलावा कुछ नहीं रह जाता और यह झड़ जाता है ।

2. **थाइरॉइड हार्मोन सांद्रता के लिए विभिन्न लारवा ऊतकों का प्रभावसीमा मान :** कायांतरण की एक मुख्य समस्या विकासात्मक घटनाओं का समन्वय है । पूंछ का लोप तब तक नहीं होना चाहिए जब तक कि संचलन का कोई और माध्यम, जैसे पादों का विकास न हो जाए । इसी तरह गिलों का भी ह्रास तब तक नहीं होना चाहिए जब तक कि जंतु अपने नव विकसित फुफ्फुस (फेफड़ा) मांसपेशियों का उपयोग नहीं करने लग जाता ।

कोलरोस (Kollros) ने (1961) में इस समन्वय की संभावना को प्रदर्शित किया जिससे पता चलता है कि विभिन्न लारवा ऊतकों में थाइरॉक्सिन के लिए प्रभावसीमा मान अलग-अलग होता है । दूसरी तरह से कहें तो विभिन्न लारवा ऊतक थाइराइड हार्मोन की भिन्न-भिन्न सांद्रताओं के प्रति संवेदनशील रहते हैं । इस मॉडल को प्रभावसीमा संकल्पना (threshold concept) कहा जाता है ।

यह देखा गया है कि टैडपोल की संरचनाएं जो कायांतरण के आरंभिक चरण में बदल जाती हैं, थाइरॉक्सिन के प्रति अधिक संवेदनशील रहती हैं और उनका प्रभावसीमा मान उन संरचनाओं से कम पाया जाता है जिनमें रूपांतरण बाद में होता है । जैसे ही कायांतरण शुरू होता है थाइरॉइड हार्मोन स्तर बढ़ने लगता है और भिन्न-भिन्न घटनाएं इस हार्मोन की विभिन्न मात्रा की सांद्रता पर होती हैं । प्रायोगिक अध्ययनों से पता चला है : कि टेडपोल के वे अंग, जिनकी प्रभावसीमा कम होती है उच्च प्रभावसीमा अनुक्रिया वाले अंगों की तुलना में कायांतरण के दौरान जल्दी अनुक्रिया करते हैं । दूसरी तरह से कहें तो प्रभावसीमा मान उस क्रम (sequence) को दर्शाता है जिस क्रम में सामान्य परिवर्धन में कायांतरी परिवर्तन होते हैं । यूरोडेल उभयचरों में नेत्र का उभरना थाइरॉइड हार्मोन की सबसे कम मात्रा (न्यूनतम प्रभावसीमा) की प्रतिक्रिया है और इसलिए कायांतरण की पहली घटना है । इसके बाद पख वलन में ह्रास तथा बाह्य गिलों का लघुकरण और लोप होता है । इन अवस्थाओं के बाद गिल विदर का बंद होना और त्वचा का रूपांतरण होता है ।

आरंभिक अवस्थाओं में उच्च मात्रा में थाइरॉक्सिन देने से कायांतरी परिवर्तनों का कालपूर्व मगर

विकृत क्रम शुरू हो जाता है जिससे मृत्यु हो जाती है । ऐसे में अल्प सांद्रता के प्रति अनुकारी ऊतक तो अनुक्रिया नहीं करेंगे मगर उच्च मात्रा में अनुकारी ऊतक समय से पहले ही अनुक्रिया कर बैठेंगे । उदाहरणतया मेंढक टैडपोल में हार्मोन की मात्रा जैसे-जैसे बढ़ती है, ऊतक क्रियाएं उत्तरोत्तर तेज होती जाती हैं जब तक कि परिवर्तन की अधिकतम दर प्राप्त नहीं हो जाए । जब मात्रा भारी हो तो सभी कायांतरी घटनाएं एक साथ शुरू हो जाती हैं और उनका सामान्य क्रम गड़बड़ा जाता है । भंजक प्रक्रम रचनात्मक प्रक्रमों की अपेक्षा अधिक तेजी से आगे बढ़ते हैं । इसका नतीजा यह होता है कि अग्रपाद विभेदन पूरा होने से पहले ही निकल आते हैं । अभिगमन का काम संभालने के लिए पादों के पर्याप्त रूप से विकसित होने से पहले ही पूंछ का ह्रास हो जाता है । फलतः एक ऐसे अपसामान्य जंतु का जन्म होता है जो जीवित ही नहीं रह पाता । एक अंग विशेष के परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं और समूचे कायांतरी प्रक्रम के दौरान हार्मोनों की प्रभावसीमा में उत्तरोत्तर वृद्धि होती जाती है ।

18.5.6 कायांतरण में प्रेरण

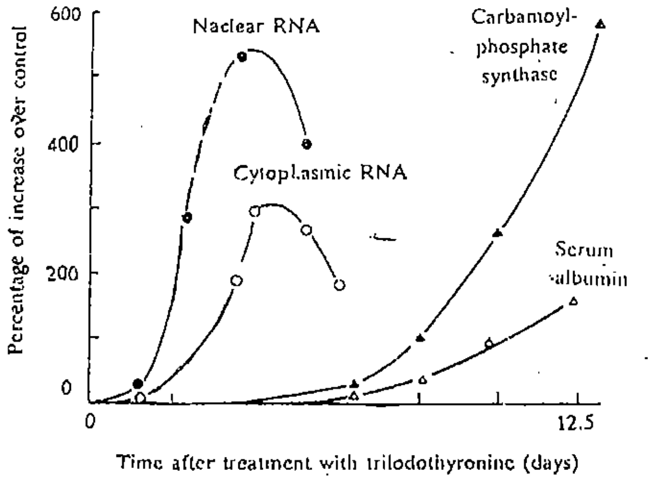
कायांतरण के दौरान होने वाले कुछ संरचनाविकासी परिवर्तन हार्मोन क्रिया से बिल्कुल मुक्त पाए जाते हैं । उदाहरण के लिए कायांतरण के दौरान पुच्छ त्वचा में प्रायः हार्मोन प्रभाव से ह्रास होता है । इसी त्वचा को पूंछ से अलग कर जब दूसरे कायांतरणशील लारवा की पूंछ में प्रतिरोपित कर दिया जाता है तो यह हार्मोन की उपस्थिति के बावजूद भी ह्रास नहीं करती । मगर त्वचा को अधःशायी पेशियों के साथ अगर किसी परिवर्धनगत टैडपोल के धड़ में प्रतिरोपित किया जाता है तो इसमें ह्रास होने लगता है । इस तरह हार्मोन सिर्फ पेशियों पर ही सीधा प्रभाव डालता है जो त्वचा का ह्रास या विकास को प्रेरित करता है । मगर इसके लिए यह उस प्रेरण पर निर्भर करता है जो इसे पुच्छ की त्वचा की अधःशायी पेशियों या धड़ से मिलता है । इसी तरह कर्णपटह (tympanum) प्रेरण प्रक्रम का एक और उदाहरण है । यह प्रत्यक्ष हार्मोन क्रिया से स्वतंत्र रहता है क्योंकि इसका निर्माण कर्णपटही उपास्थि (tympanic cartilage) द्वारा होता है ।

18.5.7 कायांतरण के दौरान थाइरॉइड हार्मोनों के प्रति आण्विक अनुक्रिया

थाइरॉइड हार्मोन मौजूद ऊतकों को नष्ट कर सकते हैं या ऊतकों को उनके प्रौढ़ प्रकार्य के लिए नया रूप दे सकते हैं । उदाहरण के लिए कायांतरण के दौरान टैडपोल की यकृत कोशिकाएं न तो नष्ट होती हैं और न ही प्रतिस्थापित । इसके बजाए उनकी संरचना का पुनर्प्रतिरूपण होता है । इस परिवर्तन के साथ-साथ राइबोसोम (Ribosome) और दूत आर.एन.ए. (messenger RNA) संश्लेषण में आकस्मिक वृद्धि होती है । थाइरॉइड हार्मोन उद्दीपन के चार घंटे के अंदर प्रोटीन संश्लेषण की दर भी 100 गुना बढ़ जाती है । अनेक नए दूत mRNA यकृत के नए प्राकार्यों के लिए कोडीकरण (code) करते हैं ।

प्रोटीन संश्लेषण में मुख्य वृद्धि नए mRNA के अनुलेखन (transcription) से मिलती प्रतीत होती है । जैसा कि चित्र 18.15 में दिखाया गया है, नए RNA संश्लेषण के अधिक मात्रा में बनने के बाद ही एक यूरिया चक्र एंजाइम कार्बोमोइलफोस्फेट सिंथेस (carbamoylphosphate synthase) का संश्लेषण होता है । प्रयोगों से थाइरॉइड हार्मोन के प्रति तीन प्रकार की आण्विक अनुक्रिया का प्रमाण मिला है ।

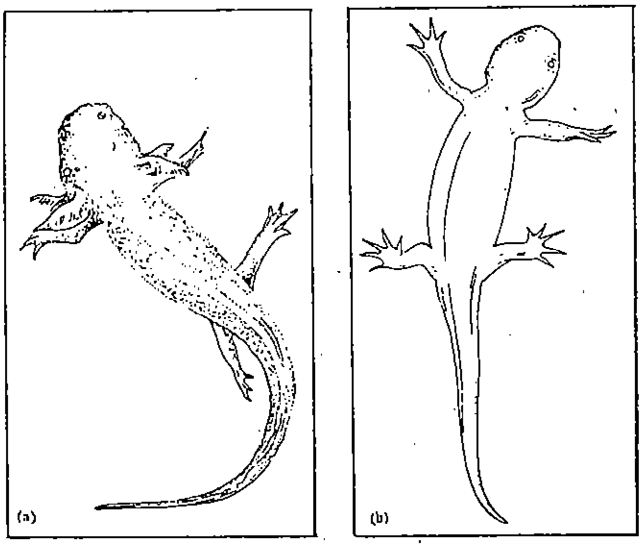
प्राकृतिक या थाइरॉक्सिन प्रेरित कायांतरण से अनुक्रिया में जीनों (genes) का एक सेट अनुलेखन के अपने निम्न स्तर को बढ़ा देता है । जीनों का दूसरा सेट अपने अनुलेखन की दर को घटा देता, तो तीसरा सेट थाइरॉइड हार्मोन के प्रभाव से मुक्त रहता है । मोरी और सहयोगियों (Mori and co-workers) ने 1979 में यह साबित कर दिखाया कि कार्बोमोइलफोस्फेट सिंथेस की मात्रा में अधिकांश वृद्धि इस जीन के वर्धित अनुलेखन से आती है । इसलिए कायांतरण कुछ हद तक अनुलेखन स्तर पर नियंत्रित प्रतीत होता है । अन्य प्रमाण भी थाइरॉइड ग्रंथियों की जीन क्रियाशीलता को अनुलेखन स्तर पर नियमित करने की क्षमता की पुष्टि करते हैं । इसका मतलब यह नहीं है कि अनुलेखन, कायांतरण के दौरान एकमात्र स्तर है । मगर यह महत्वपूर्ण ज़रूर है ।



त्र 18.15 : ट्राइआयोडोथाइरोनिन से टैडपोलों के उपचार के बाद *राना कैटेसबिआना* ***(Rana catesbiana)*** यकृत कोशिकाओं में आण्विक संश्लेषण । यकृत विशिष्ट प्रोटीनों विशेषकर यूरिया चक्र के प्रोटीनों के बढ़ने से पहले केन्द्रक और फिर जीवद्रव्यी **RNA** में वृद्धि देखने में आती है । (ग्राहम **(Graham)** और वेअरिंग **(Wareing)**, 1976 के अनुसार) ।

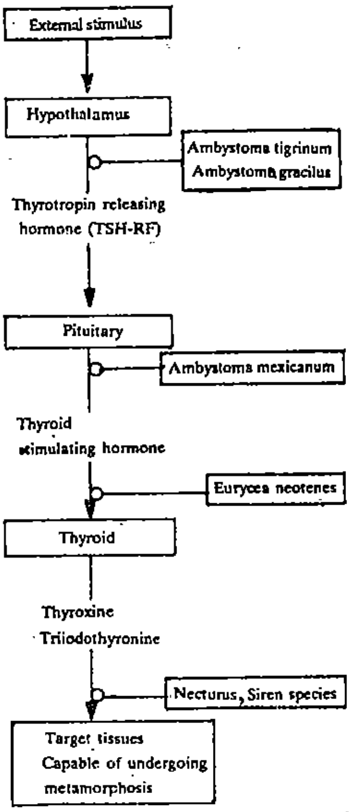
8.5.8 चिरडिम्भता

ायांतरण के दौरान होने वाली जीन अभिव्यक्ति (gene expression) और ऊतक अनुक्रिया esponse) के कुछ विशेष पहलुओं पर यूरोडेल कायांतरण ने रोशनी डाली है । अनेक यूरोडेल भयचरों में विलंबित, आंशिक या कोई कायांतरण नहीं होता । *ट्राइट्यूरिस वलगैरिस* (*Trituris ılgaris*) में प्रौढ़ों में भी लारवा के कुछेक गुणों को बनाए रखे रहने की प्रवृत्ति पाई जाती है । इसे रडिम्भता (neoteny) कहते हैं । कई प्रकार के सरट जीवनभर अपने लारवा गुणों को बनाए रखते और कायांतरण किए बिना ही लैंगिक रूप से वयस्क बन जाते हैं । कायांतरण की मात्रा लग-अलग जातियों में अलग-अलग होती है । मेक्सिकी एक्सोलटल, *ऐम्बिस्टोमा मेक्सिकैनम* (*mbystoma mexicanun*) प्रकृति में कायांतरण से नहीं गुजरता । यह लारवा गुणों युक्त, लैंगिक प से वयस्क जंतु बना रहता है जिसमें बाह्य गिल और पृष्ठ और अधर पख युक्त एक लंबी पूंछ ई जाती है । यह जंतु चिरडिम्भी बना रहता है क्योंकि अपनी थाइरॉइड ग्रंथियों के उद्दीपन के लिए ; सक्रिय TSH नहीं छोड़ता । मगर जब अनुसंधानकर्ताओं ने *ऐ. मेक्सिकैनम* को थाइरॉइड हार्मोन TSH दिया तो वह एक ऐसे प्रौढ़ जन्तु में कायांतरित हुआ जिसे प्रायः नहीं देखा जाता (हक्सले Iuxley), 1920) (चित्र 18.16) ।



त्र 18.16 : कायांतरण में a) एक्सोलोटल की सामान्य स्थिति b) कायांतरण प्रेरण के लिए जन्तु को थाइरॉक्सिन के साथ अभिक्रिया ।

दूसरी जातियां जैसे *एम्बिस्टोमा टाइग्रिनम* (*Ambystoma tigrinum*) तभी कायांतरण करते हैं जब उन्हें पर्यावरण से संकेत (cue) मिलता है । वरना वे चिरडिम्भी बन जाते हैं और लारवों के रूप में ही सफल प्रजनन करते हैं । स्थायी (permanent) रूप से गिलयुक्त रहने वाले कुछ पेरिनीब्रेंकिएट (perinnibranchiates) उभयचरों में प्रयोगशाला में थाइरॉक्सिक या आयोडिन उपचार की कोई अनुक्रिया नहीं होती । इसलिए ये जंतु स्थायी रूप से चिरडिम्भी रहते हैं । इन जंतुओं के ऊतक अपेक्षतया बड़ी-बड़ी कोशिकाओं से बने होते हैं मानो लारवा कोशिका प्रचुरोद्भवन (proliferation) के बजाए कोशिका वर्धन के प्रक्रम के फलस्वरूप प्रौढ़ आकार में विकसित हुआ हो । नेक्ट्यूरस और जलपरी (साइरन) चिरडिम्भी जातियां भी थाइरॉइड हार्मोन उपचार के बावजूद भी अपरिवर्तित रहीं जिससे यह संकेत मिलता है कि इन जंतुओं में लारवा ऊतकों ने थाइरॉइड हार्मोन के प्रति अनुक्रिया करने की अपनी क्षमता खो दी है । इसलिए इनकी चिरडिम्भता सदा के लिए बनी रह जाती है (फ्राइडेन (Frieden) 1981) । अनेक जातियों में चिरडिम्भता को स्थापित करने वाले आनुवंशिक विक्षत (genetic lesions) को चित्र 18.17 में दिखाया गया है ।



चित्र 18.17 : सरट के अधश्चेतक-पीयूष-थाइरॉइड अक्ष के समांतर अवस्थाएं जिन पर विभिन्न जातियों ने कायांतरण रोका है । *यूरिसीआ, नेक्ट्यूरस* और साइरन के अनुकारी ऊतकों में एक ग्राही सदोष प्रतीत होता है । अत्यधिक मात्रा में थाइरॉक्सिन उपचार मिलने पर यूरिसीआ में कायांतरण होता है मगर नेक्ट्यूरस और साइरन में किसी भी मात्रा के प्रति अनुक्रिया नहीं होती । (फ्राइडेन (Frieden), 1981 के अनुसार) ।

डी बीयर (De Beer) (1940) और गूल्ड (Gould) (1977) ने यह अवधारणा प्रस्तुत की कि चिरडिम्भता और अधिक जटिल जंतु वर्गों (टैक्सा) के विकास (evolution) में एक महत्वपूर्ण कारक है । कायिक ऊतकों के परिवर्धन के इस विलंबन से प्राकृतिक वरण (natural selection) को एक लचीला क्रियाआधार मिल जाता है ।

गूल्ड के मतानुसार चिरडिम्भता विशिष्टीकरण से बचाव का रास्ता दिखाती है । जंतु अपने अति विशिष्टीकृत रूपों को त्याग युवा सुलभ परिवर्ती स्थिति पर लौट आते हैं, और अपने को विकास के नए दिशानिर्देशों के लिए तैयार करते हैं ।

बोध प्रश्न 4

1. बताइए कि निम्न कथन सही हैं या गलत :

क) टैडपोलों को जब किसी दूसरे जंतु से सूखी और चूर्णित थाइरॉइड ग्रंथि दी जाती है तो उसमें कालनपूर्व कायांतरण हो जाता है । सही/गलत

ख) कायांतरी घटनाओं का क्रम थाइरॉइड हार्मोन की मात्रा पर निर्भर करता है, जबकि घटनाओं का अंतरण (spacing) ऊतकों में अन्तर्भूत होता है । सही/गलत

ग) पीयूष ग्रंथि द्वारा स्रावित TSH-RF थाइरॉइड ग्रंथि को थाइरॉइड हार्मोनों का स्राव करने के लिए सक्रिय बनाता है । सही/गलत

घ) टेट्राआयोडोथाइरोनिन (T_4) एक कम सक्रिय हार्मोन है और ट्राइआयोडोथाइरोनिन (T_3) का पूर्ववर्ती है । सही/गलत

ङ) प्रोलैक्टिन थाइरॉक्सिन के विरोध में काम करता है और इसलिए यह लारवा वृद्धि को बढ़ावा देता व कायांतरण का संदमन करता है । सही/गलत

च) थाइरॉक्सिन, जो कि एकल हार्मोन कर्मक है, विभिन्न ऊतकों में बहुल अनुक्रियाओं को जन्म देता है और इसका रचनात्मक या भंजक कार्य उस लक्ष्य ऊतक पर निर्भर करता है जिस पर यह क्रिया करता है । सही/गलत

छ) टैडपोल के लक्ष्य ऊतकों की थाइरॉक्सिन हार्मोन के लिए प्रतिक्रियात्मकता और अनुक्रिया बाह्य और अविशिष्ट होती हैं । सही/गलत

ज) आनुवंशिकतः नियोजित कोशिका मृत्यु ही कायांतरण के दौरान होने वाले अनेक अपह्रासी परिवर्तनों का कारण है । सही/गलत

झ) प्रभावसीमा संकल्पना के अनुसार टैडपोल लारवा के विभिन्न ऊतक थाइरॉक्सिन की भिन्न-भिन्न मात्रा के प्रति संवेदनशील होते हैं । सही/गलत

ञ) टैडपोलों में सभी ऊतकों का ह्रास और विकास थाइरॉक्सिन की क्रिया पर पूर्णतः निर्भर है और अधःशायी ऊतकों द्वारा प्रेरण की कायांतरण प्रक्रम में कोई भूमिका नहीं होती । सही/गलत

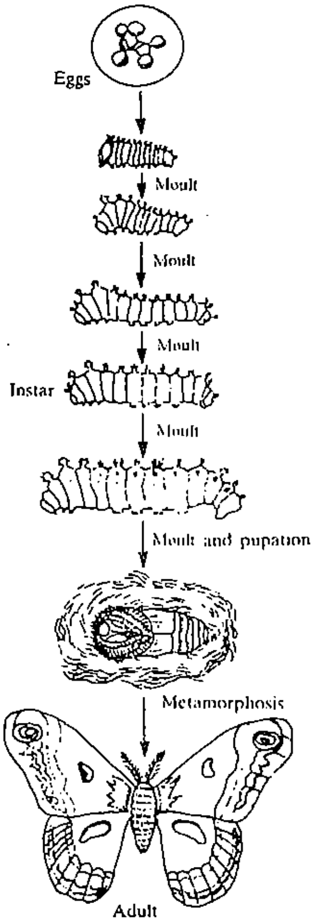
2. दाहिनी ओर (क) दिए गए कथनों को बाईं ओर (ख) में दी गई जातियों से मिलाइए:

(क)	(ख)
क) प्रकृति में कोई कायांतरण नहीं, सभी लारवा गुणों की मौजूदगी रहना मगर लैंगिकतः वयस्क ।	i) *ऐम्बिस्टोमा टाइग्रिनम*
ख) कायांतरण पर्यावरण संकेतों के मिलने पर ही होता है । अन्यथा चिरडिम्भी लारवा सफलता से जनन करते हैं ।	ii) *नेक्ट्यूरस*
ग) थाइरॉक्सिन या TSH के उपयोग से चिरडिम्भी लारवा एक लैंगिक वयस्क में कायांतरण होता है ।	iii) *ऐम्बिस्टोमा मेक्सिकेनम*
घ) थाइरॉइड हार्मोन के प्रयोग का भी लारवा पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता, क्योंकि लारवा ऊतकों की थाइरॉइड हार्मोन के प्रति अनुक्रिया की क्षमता लुप्त हो चुकी होती है ।	iv) *ऐम्बिस्टोमा मेक्सिकेनम*

18.6 कीटों में परिवर्धन, वृद्धि और कायांतरण

18.6.1 कीटों में पश्च-स्फुटन वृद्धि का सामान्य प्रक्रम

जब कोई तरुण कीट अंडे से स्फुटित होकर जन्म लेता है तो उस वक़्त यह एक ठोस, अनम्य, दृढ़ीकृत क्यूटिकल (cuticle) से ढ़का रहता है, जो अपनी कड़ी और दुर्नम्य संरचना की वजह से स्फुटित लारवा की लंबाई में वृद्धि के साथ-साथ नहीं बढ़ पाती है । स्फुटित लारवा को अपने प्रौढ़ आकार और रूप को प्राप्त करने के लिए परिवर्धन की हर अवस्था पर पुरानी दुनर्म्य क्यूटिकल को एक नई और बड़ी क्यूटिकल के द्वारा प्रतिस्थापित करना होता है । यह निर्मोचन (moulting) के द्वारा होता है । इसीलिए कीट में परिवर्धन निर्मोकों (moults) की एक शृंखला द्वारा चिह्नित होता है ।



चित्र 18.18 : एक कीट (रेशम शलभ, *सेक्रोपिया*) का परिवर्धन, जिसमें पूर्ण कायांतरण होता है ।

दो निर्मोकों के बीच के अंतराल को *अंतरावस्था या स्टेडियम* (stadium/stadia) कहते हैं, और निर्मोकों के फलस्वरूप कीट जो रूप प्राप्त करता है उसे *निर्मोकरूप (instar)* कहा जाता है । अंडे से स्फुटित होने के बाद और प्रौढ़ों के रूप में विकसित होने से पहले सभी कीट अनेक निर्मोकों से गुजरते हैं । प्रौढ़ों को *इमैगो (imago)* या पूर्णकीट पुकारा जाता है । एक कीट जाति में निर्मोकों की संख्या 4 या 5 होती है और यह प्रायः पूर्वनिर्धारित रहती है । मगर यह पूर्णतः स्थिर नहीं रहती । इसके अतिरिक्त निर्मोक के साथ कीट का रूप जाति विशेष के विशिष्ट पैटर्न के अनुसार बदलता रहता है । निर्मोचन सिर्फ एक यांत्रिक प्रक्रम नहीं है । बल्कि हर निर्मोक के समय पर निर्मोचित कीट के क्यूटिकल आवरण और आंतरिक संगठन दोनों में ही बदलाव आते हैं । अतः आप यह देख सकते हैं कि कीटों में परिवर्धन प्रायः कायांतरण द्वारा होता है । कायांतरी परिवर्तन अल्प और अनुक्रमिक या उग्र हो सकते हैं जैसा कि प्यूपा (कोशित) अवस्था में देखा जाता है । इस अवस्था के दौरान लारवा भोजन और संचलन के बिना निष्क्रिय पड़ा रहता है जबकि उसके कई गुण खंडित हो जाते हैं और प्रौढ़ संरचनाएं बन जाती हैं । प्यूपा अवस्था के बाद अंतिम लारवा निर्मोचन होता है और फिर प्यूपा से इमैगो निकलता है । चित्र 18.18 में रेशम के कीड़े शलभ (Silk worm) *सेक्रोपिया (Cecropia)* में कायांतरण को दिखाया गया है ।

18.6.2 कायांतरण के पैटर्न

सभी कीटों में कायांतरण का पैटर्न एक समान नहीं होता । इसलिए कायांतरण को मोटे तौर पर तीन प्रकारों में बांटा जा सकता है ।

1) अल्प या कोई कायांतरण नहीं, जैसा कि एप्टेरिगोटा (Apterygota) में देखा जाता है – अकायांतरणी या सीधा, प्रत्यक्ष परिवर्धन (ametabolous or direct development)

2) अपूर्ण कायांतरण जैसा कि एक्सोप्टेरिगोटा (बाह्यपंखी– Exopterygota) में होता है – अल्प रूपांतरणी परिवर्धन (Hemimetabolous development) ।

3) पूर्ण कायांतरण जो एन्डोप्टेरिगोटा (Endopterygota) (अंतःपंखी) में पाया जाता है– पूर्णरूपांतरणी परिवर्धन (Holometabolous development)।

तालिका 18.3 में आप देख सकते हैं कि कीटों को जीवनवृत में होने वाले कायांतरण के प्रकार के आधार पर वर्गीकृत किया गया है ।

तालिका 18.3 : कायांतरण के प्रकार के आधार पर कीटों का वर्गीकरण

वर्ग: इनसेक्टा (Insecta)

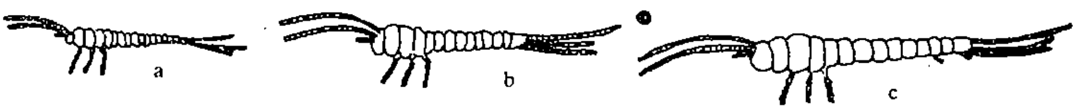
उपवर्ग:

- टेरिगोटा (Pterygota) (पंखदार, कायांतरण होता है)
  - एक्सोप्टेरिगोटा (Exopterygota) (बाह्यपंखी) अल्परूपांतरणी (Hemimetabolous) कायांतरण, पंख बाह्यतः विकास करते हैं
    लघुरूप अवस्था–निम्फ़ (nymph), नाएड (naiad) प्रौढ़ों जैसे दिखाई देते हैं। उदाहरणः तिलचट्टा टिड्डा ।
  - एंडोप्टेरिगोटा (Endopterygota) पूर्णरूपांतरणीय (Holometabolous) कायांतरण, पंख आंतरिक विकास करते हैं
    अपरिपक्व अवस्था–लारवा संरचना और प्रकार्य में प्रौढ़ों से भिन्न होते हैं । उदाहरण : तितली, शलभ, चींटी, मधुमक्खी (भ्रमर), भृंग
- एप्टेरिगोटा (Apterygota) (पंखहीन, कायांतरण नहीं होता; सबसे आदिम कीट) उदाहरण : सिल्वर फिश (Silver fish) कुंडल पुच्छ (Spring tail)

1) अल्प या कोई कायांतरण नहीं

आदिम पंखहीन कीटों (एप्टेरिगोटा) जैसे कुंडल–पुच्छ (spring tails), सिल्वर फिश आदि और द्वितीयक पंखहीन कीटों में अंडों से जन्म लेने वाले तरुण हर हाल में इमैगो के समान ही होते हैं । इनमें फ़र्क होता है तो आकार, अपरिपक्व जनन अंगों (reproductive organs) और बाह्य जननेन्द्रियों (external genitalia) में । यह कई बार निर्मोचन करता है जिससे आकार में धीरे-धीरे वृद्धि होती है जिसके साथ-साथ बाह्य जननेन्द्रियों का प्रकटन होता है और लैंगिक अंग परिपक्व होते हैं । पंखहीन (Apterygota) कीटों में वृद्धि और निर्मोचन जनन परिपक्वता के बाद भी जारी रहते हैं । जिन कीटों में इस प्रकार का परिवर्धन या जीवन चक्र होता है, उन्हें अकायांतरणी (ametabolous) कहते हैं । चित्र 18.19 में सिल्वर फिश (silver fish) (*लेपिस्मा*) में होने वाले कायांतरण को दिखाया गया है

अंडा → अनेक अंतरावस्थाओं और निर्मोक से गुज़रता तरुण कीट → इमैगो (प्रौढ़)



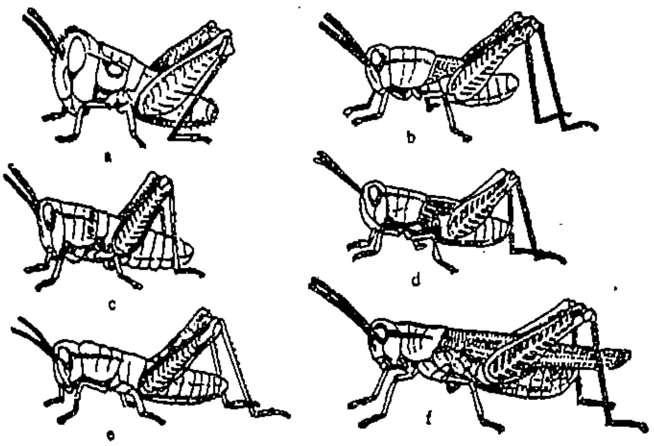
चित्र 18.19 : *लेपिस्मा* (*Lepisma*) में अकायांतरणी विकास

2) अपूर्ण कायांतरण

बाह्यपंखी कीटों में स्फुटन के समय पंखों के आद्यांग सिर्फ मुकुलों (buds) के रूप में मौजूद रहते हैं और लारवा शरीर, प्रौढ़ शरीर से असमानुपात होता है । जैसे-जैसे निर्मोक होते हैं लारवा का रूप और आकार प्रौढ़ के समान होने लगता है । अन्तिम निर्मोक के पश्चात लारवा पूरा विकसित हो जाता है और लैंगिक परिपक्वता प्राप्त कर लेता है ! अल्परूपांतरणी रूपों में कायांतरण दो विशिष्ट किस्म का होता है : आनुक्रमिक (gradual) कायांतरण और विस्तृत (extensive) कायांतरण

क) **आनुक्रमिक कायांतरण (Gradual metamorphosis)**— बाह्यपंखियों में, जैसे टिड्डा, झींगुर, तिलचट्टा इत्यादि, निम्फ़, संरचना और अभ्यास (habit) दोनों में ही प्रौढ़ की तरह होता है मगर इसमें पंख, जननग्रंथियां और बाह्य जननेन्द्रियां नहीं पाए जाते । यह कई निर्मोकों से गुजरता है जिसके फलस्वरूप यह वृद्धि करता है तथा पश्च लारवा काल में जननेंद्रियों, जनन-ग्रंथियों और पंख पैडों (pads) का विकास कर लेता है । अंतिम निर्मोक में पंख पैड कार्यशील पंखों में रूपांतरित हो जाते हैं । इसके बाद कोई निर्मोक नहीं होता । इस प्रकार के कायांतरण में कोई निष्क्रिय (quiescent) अवस्था नहीं पाई जाती और लारवा अंगों का न तो लोप होता है, न ही पुनर्प्रतिरूपण (चित्र 18.20) ।

अंडा → निम्फ़ → अनेक निर्मोकरूप (इंस्टार) और निर्मोक → इमैगो (प्रौढ़)

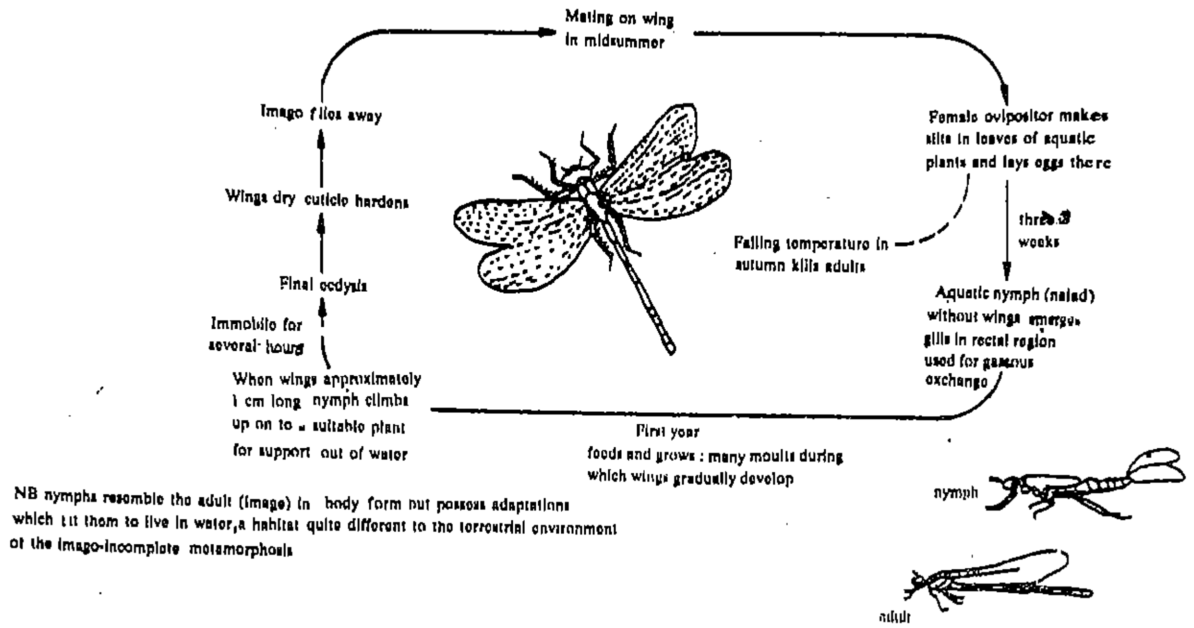


चित्र 18.20 : टिड्डे में आनुक्रमिक कायांतरण : प्रौढ़ अवस्था आने से पहले पांच निम्फ अवस्थाएं आती हैं ।

ख) **गहन पुनर्प्रतिरूपण (extensive remodelling)** : डैमसेल फ़्लाई (damsel fly), ड्रैगन फ़्लाई (dragon fly), मे फ़्लाई (may fly) जैसे कीटों में निम्फ़ बाह्य संरचना और अभ्यास दोनों में ही प्रौढ़ से काफ़ी भिन्न होता है । निम्फ़ शाकाहारी व जलीय होते हैं । इसलिए इनमें पानी में अभिगमन के लिए कुछ अंग, वातक गिल (tracheal gills), और वनस्पति को काटने के लिए चिबुकी (mandibulate) मुंह होता है । ऐसे जलीय लारवा रूप नाएड (जलार्भक) कहलाते हैं । प्रौढ़ अवस्था में पहुँचने के लिए इनमें विस्तृत पुनर्प्रतिरूण होता है । यह गिल त्याग देते हैं, अपने मुख अंगों को रूपांतरित कर लेते हैं और पंखों का विकास करते हैं । निर्मोचन से एक या अधिक निष्क्रिय या अर्ध निष्क्रिय लारवा अवस्थाएं पैदा होती हैं ।

इस प्रकार के कायांतरण को गहन अपूर्ण कायांतरण (incomplete extensive metamorphosis) कहते हैं (चित्र 18.21) ।

अंडा → नाएड — अनेक निर्मोक → इमैगो (प्रौढ़)



चित्र 18.21 : ड्रैगन फ़्लाई (Dragon fly) में विस्तृत अपूर्ण कायांतरण

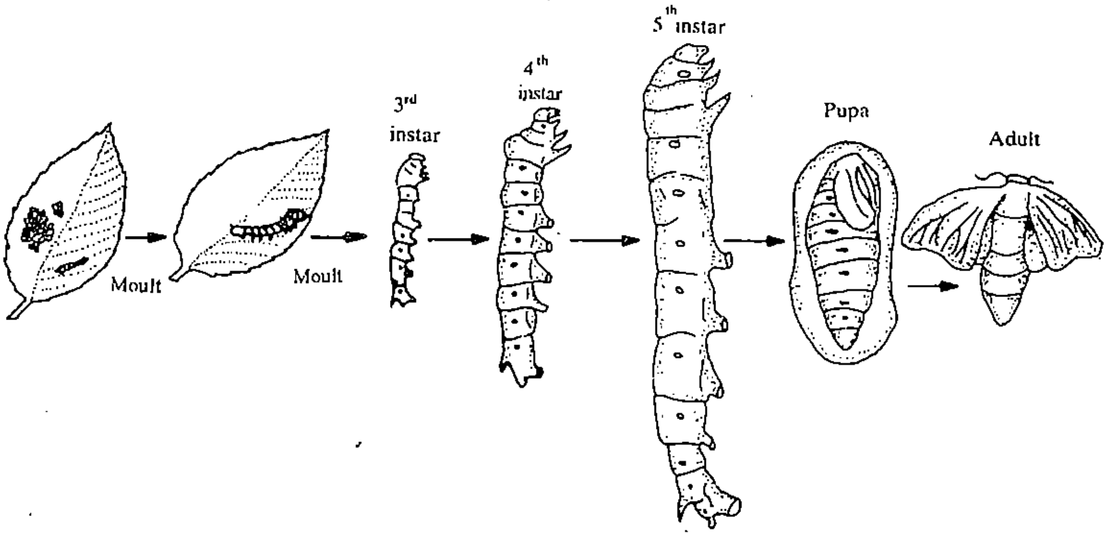
3) पूर्ण कायांतरण

सभी अंतःपंखी कीटों में, जिनमें पंखों व दूसरे अंगों का परिवर्धन आंतरिक (अंतर्वलनित पूर्णक अधिचर्मी कोटरिकों में) होता है, जैसे भृंग, बर्र, मधुमक्खी, तितली, शलभ इत्यादि, अंडे से स्फुटित होने वाला लारवा रूप, संरचना तथा अभ्यास में इमैगो से बिल्कुल भिन्न होता है । लारवा का शरीर कृमिनुमा (worm–like) होता है, मुख अंग आदंश (biting) और चर्वण होते हैं, नेत्र सरल और पाद अल्प विकसित होते हैं । इसका अभ्यास भी एकदम अलग-अलग पाया जाता है । उदाहरण के लिए मच्छर का लारवा पानी में रहता है और प्रोटोज़ोआ जीवों और शैवालों का भक्षण करता है, जबकि प्रौढ़ या तो रक्त और या फल व फूल के रसों को चूसता है । एक और आम उदाहरण तितली का लारवा है । यह ज़मीन पर रेंगता है और पत्तियों को खाता है । इसके बाद यह हवा में उड़ने वाले जीव में रूपांतरित हो जाता है जो फूलों से मकरंद (nector) चूसता है ।

प्यूपीकरण एक कायांतरी निर्मोक है । इसमें विशेष प्यूपी क्यूटिकल का निर्माण हो सकता है, जिसे कोकून या कोया कहते हैं । तितलियां और शलभ के लारवा ऐसा ही कोकून बनाते हैं, जिसके कारण वह प्यूपा अवस्था में इसके अन्दर सुरक्षित रहते हैं । दूसरे कीटों में प्यूपा, पुरानी लारवा त्वचा, प्यूपावरण (puparium) के ही भीतर प्यूपा अवस्था में सुरक्षित रहता है ।

इस तरह इन कीटों के लारवा या तो तैराक होते हैं या फिर रेंगने वाले और अतिभक्षी (voracious eaters) पाए जाते हैं । ये आकार में वृद्धि और कई बार निर्मोचन करते हैं जब तक कि ये निष्क्रिय संभरणहीन (non-feeding) अवस्था में नहीं पहुंच जाते । इस अवस्था को प्यूपा कहते हैं । प्यूपा एक प्यूपा खोल या प्यूपावरण (puparium) में परिबद्ध रहता है । इस खोल का स्राव लारवा की अधरोष्ठ ग्रंथियां (labial glands) करती हैं । प्यूपा न तो गमन करता और न ही भोजन लेता है । लारवा अवस्था में अंत ग्रहण किए गए पोषक तत्त्वों से इसे ऊर्जा मिलती है । बाहर से यह एक अक्रिय (inactive) संरचना की तरह दिखाई देता है । मगर अंदर से यह द्रुत गति से दो बुनियादी परिवर्तनों से गुजरता है और तभी निर्मोचन करता है जब आंतरिक परिवर्तनों की जटिल श्रृंखला पूरी हो जाती है । इन परिवर्तनों से अधिकांश लारवा ऊतकों का पूरा का पूरा नाश यानी ऊतकलयन (histolysis) और पूर्णतः नव प्रौढ़ शरीर का निर्माण होता है । इस प्रौढ़ के अंगों और तंत्रों का परिवर्धन यानी (ऊतक जनन (histogenesis)) अंग विशिष्ट कोशिकाओं के नीड़ों (nests) से होता है, जिन्हें पूर्णक बिम्ब या डिस्क (imaginal disc) कहते हैं । ऊतकलयन से लारवा के पुराने शरीर का क्रमबद्ध विनाश होता है । फलतः केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र को छोड़ सभी लारवा अंग विशेष अमीबी कोशिकाओं (amoebocytic cells) जिन्हें भक्षकाणु (phagocyte) कहते हैं द्वारा खंडित कर दिए जाते हैं । ऊतक तरल, जो कि इस भंजन से बनता है, प्रौढ़ अंगों के निर्माण और ऊतक जनन में आधार सामग्री के रूप में काम आता है । इन परिवर्तनों के पूरा हो जाने पर प्यूपा में निर्मोचन होता है और उससे एक इमैगो (प्रौढ़) निकलता है जो एक लघु या दीर्घ स्वतंत्र जीवन जीने और जनन करने के लिए पूरी तरह से तैयार होता है । इस तरह के कायांतरण को पूर्ण कायांतरण (Complete metamorphosis) कहते हैं (देखिए चित्र 18.22) ।

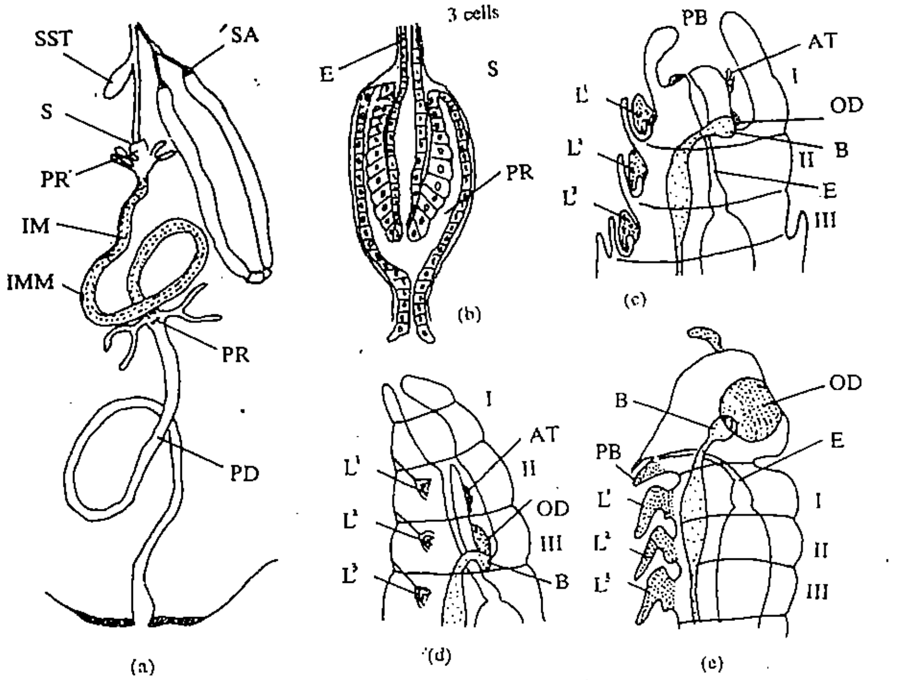
अंडा → लारवा → अनेक अंतरावस्थाओं (इंस्टार और निर्मोक) → प्यूपा → प्यूपा निर्मोक → प्रौढ़



चित्र 18.22 : रेशम कीट (शलभ) में पूर्ण कायांतरण दिखाता चित्र ।

1) **पूर्णक डिस्क (Imaginal disc):** पूर्णरूपांतरणीय लारवा में दो कोशिका समष्टियां पाई जाती हैं: 1) लारवा कोशिकाएं, जिन्हें लारवा संरचना के लिए काम में लाया जाता है और 2) पूर्णक डिस्क और ऊतककोरक (histoblasts) जो गुच्छ में पाए जाते हैं और विभेदन करने के लिए संकेत की प्रतीक्षा में रहते हैं । पूर्णक डिस्क निम्फ़ और अल्परूपांतरणी कीटों के लारवों में नहीं पाए जाते ।

पूर्णक डिस्क या मुकुल (bud) असल में प्रौढ़ के भावी शरीर अंग हैं, जैसे मुंह के अंग, पंख, शृंगिकाएं, चलने वाले पैर और आंतरिक अंग इत्यादि । चित्र 18.23 में एक मक्खी



चित्र 18.23 : मस्का (*Musca*) मक्खी के लारवा और प्यूपा में पूर्णक डिस्क a) लारवा पाचन क्षेत्र का पूर्णक डिस्क b) लारवा का ग्रंथिलजठर (proventriculus) का क्लोज़ अप (close up), मुखपथ (stomodaeum) की पूर्णक कोशिकाओं को दर्शाता है । c, d, e : बाईं ओर से c में लारवा में दिखाई देने वाले पाद और सिर अंग पूर्णक डिस्क कोशिकाएं और d और e प्यूपा अवस्थाओं में । (AT) शृंगिकी पूर्णक डिस्क (antennal imaginal disc); (B) मस्तिष्क brain; (E) ग्रसिका (esophagus); (IM) मध्यांत्र उपकला की पूर्णक कोशिकाएं (Imaginal cells of mid gut epithelium); (IMU) मध्यांत्र पेशियों की पूर्णक कोशिकाएं (imaginal cells of mid gut muscle); (IPA) पश्च उदरीय पूर्णक डिस्क (posterior abdominal imaginal disc); (PIR) गुदपथ (proctodaeum) की पूर्णक कोशिकाएं (imaginal disk of proctodaeum); L^1, L^2, L^3 पहले, दूसरे और तीसरे पाद के लिए डिस्क (OD) नेत्र डिस्क (optic disc); (PB) सुंडिका (probocis); (PD) गुदपथ (Proctodaeum); (PR) ग्रंथिलजठर; (proventriculus); (S) चूषक अमाशय (sucking stomach); (SG) लार ग्रंथि (salivary gland); I, II, III, प्रथम, द्वितीय और तृतीय वक्षीय खंड (thoracic segments) ।

(मस्का *Musca*) के प्यूपा और लारवा में पूर्णक डिस्क (बिम्ब) को दिखाया गया है । ये डिस्क, सीधे अंडों से विकसित होते हैं और लारवा अवस्था के दौरान अकार्यशील बने रहते हैं । प्यूपा अवस्था में ये आकार में वृद्धि करते हैं और विभेदन कर प्रौढ़ संरचनाओं की रचना करते हैं

जो निपतित और वलनित रहते हैं । पुनर्गठन पूरा होने पर प्यूपा निर्मोचन कर प्रौढ़ या इमैगो को मुक्त कर देता है । चित्र 18.19 और 18.22 में पूर्ण कायांतरण दिखाया गया है । जैसे ही प्रौढ़ या इमैगो रक्त इन निपतित संरचनाओं में संचरित होता है, वैसे ही वह इन्हें खोल (unfold) देता है और इन्हें फुला देता है । इसके साथ-साथ इन संरचनाओं पर काइटिन (chitin) भी निक्षेपित होता है जो इन्हें कड़ा बनाता है ।

पूर्णक डिस्क परिवर्धन की विधि अलग-अलग जाति व अंगों में अलग-अलग होती है । कभी कभार भ्रूण परिवर्धन के अन्तस्थ अवस्थाओं के दौरान भी पूर्णक डिस्क बन जाते हैं। इनकी कोशिकाएं भावी लारवा कोशिकाओं से पृथक होती हैं, जैसे *ड्रोसोफिला* (*Drosophila*) और डिप्टेरा वर्ग के अन्य कीटों में । कुछ कीटों में पूर्णक डिस्क लारवा वृद्धि की बाद की अवस्था के दौरान लारवा कोशिकाओं से व्युत्पन्न होते हैं ।

18.6.3 कीटों में कायांतरण को नियंत्रित करने वाले कारक

कीटों में सफ़ल लारवा निर्मोक के लिए ज़रूरी है कि शरीर के सभी अंग इस प्रक्रम में हिस्सा लें और एक साथ इसे पूरा करें । इससे यह संकेत मिलता है कि शरीर के सभी अंगों पर एक उभयधर्मी कारक (common factor) कार्य करता है । कायांतरण में एक उभयधर्मी कारक या कारण का अस्तित्व बहुत ही स्पष्ट जान पड़ता है क्योंकि इसमें बाह्य और आंतरिक अंगों का शामिल होना काफी दूरगामी और आत्यन्तिक हो सकता है । यह उभयधर्मी कारक बाह्य या आंतरिक हो सकता है ।

बाह्य कारक

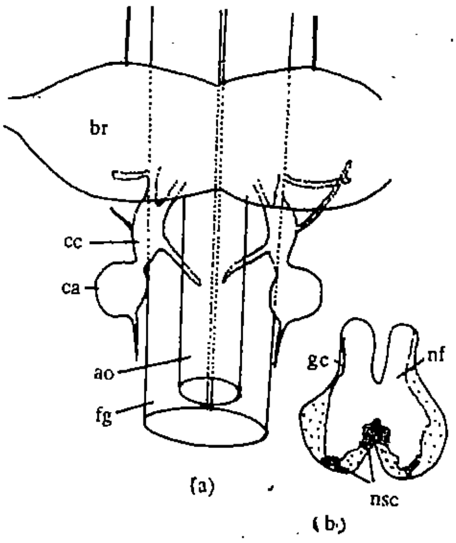
कुछ मामलों में बाह्य कारक निर्मोचन शुरू करते हैं : रक्त चूषक *रोडनियस* (*Rhodnius*) में भोजन (रक्त) का अंतःग्रहण एक ऐसा ही कारक है । एक और उदाहरण प्यूपा शलभ *प्लैटिसैमिया सेक्रोपिया* (*Platysamia cecropia*) का है, जिसमें निर्मोचन के समारंभन के लिए बाह्य कारक आवश्यक है । प्यूपीकरण यानी प्यूपा बन जाने के बाद कीट लारवा एक निष्क्रिय अवस्था (quisant stage) अपनाता है जो जाड़े भर जारी रहती है । इस दौरान उसमें उपापचय (metabolism) की दर लघुकृत रहती है । इस अवस्था को *उपरति* (*diapause*) कहते हैं, जो पूरे शीतकाल भर रहती है । इस दौरान यह आवश्यक है कि प्यूपा पर शीत का प्रभाव पड़े । वरना उपरति की यह अवस्था अनिश्चित काल तक खिंच सकती है । इस प्यूपा को कम से कम दो हफ्ते तक शीत (3° से 5° से. (c) के तापमान) के प्रभाव में उपरति अवस्था को भंग किया जाने के लिए रहना आवश्यक है । यह अस्थायी शीतन (temporary cooling) प्यूपा में जैव प्रक्रमों को सक्रिय बना देता है जिसका पूर्ण परिवर्धन गर्म वातावरण आने पर ही होता है । इसके बाद प्यूपा निर्मोचन करता है, जिससे इमैगो (प्रौढ़ कीट) बाहर निकल आता है ।

दूसरे कीटों में आर्द्रता (humidity), जीवसंख्या घनत्व, (population density) इत्यादि जैसे कारक कायांतरण शुरू करते प्रतीत होते हैं । मगर अधिकांश कीटों में निर्मोक के किसी भी बाह्य कारण का पता नहीं लगा है और निर्मोक एक के बाद एक ऐसे अंतरालों पर होते हैं जो पूरी तरह से प्राणी के आंतरिक प्रक्रमों द्वारा निर्धारित लगते हैं ।

आंतरिक कारक

उभयचरी कायांतरण की तरह ही कीटों में निर्मोचन और कायांतरण का समारंभन आंतरिकतः हार्मोनों द्वारा होता पाया गया है ।

हार्मोन नियंत्रण में तीन अंतःस्त्रावी अंग सम्मिलित होते हैं । ये हैं: 1) मस्तिष्क यानी आद्यप्रमस्तिष्क (protocerebrum), (2) *कोर्पोरा ऐलैटा* (*corpora allata*) और (3) अग्रवक्षीय ग्रंथि (prothoracic gland) । चित्र 18.24 में शलभ के मस्तिष्क से संबद्ध अंतःस्रावी ग्रंथियों *आद्यप्रमस्तिष्क* और *कोर्पोरा ऐलैटा* को दिखाया गया है ।



चित्र 18.24 : शलभ (मील मौथ (meal moth)) में मस्तिष्क से जुड़ी अंतःस्रावी ग्रंथियां: a) एक मील शलभ प्यूपा (meal moth pupa) में मस्तिष्क का पृष्ठ दृश्य; b) मील शलभ की इल्ली में मस्तिष्क के आद्यप्रमस्तिष्क की अनुप्रस्थ काट, Ao, महाधमनी (Aorta); br, मस्तिष्क (brain); ca, कोर्पोरा ऐलैटा (corpora allata); cc, *कोर्पोरा कार्डिएका* (corpora cardiaca); fg, अग्रआंत्र (foregut); nsc, तंत्रिका स्रावी कोशिका (neurosecretory cell)।

18.6.4 कीट कायांतरण में सम्मिलित अंग और हार्मोन

1) मस्तिष्क तंत्रिकास्रावी (neurosecretory) कोशिकाएं और उनके हार्मोन

मस्तिष्क

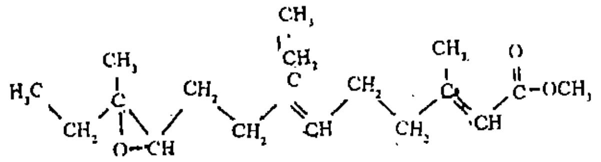
कायांतरण नियंत्रण में हार्मोनों की भूमिका बताने वाले सबसे पहले वैज्ञानिक कोपेक (Kopec) थे। लारवा जिप्सी शलभ (Gypsy moth) *पॉर्थेरिया डिस्पर (Portheria dispar)* पर अपने प्रयोगों के आधार पर उन्होंने निष्कर्ष निकाला कि एक खास अवधि में मस्तिष्क एक ऐसे द्रव्य को रक्त में छोड़ता है जो प्यूपीकरण और फलतः कायांतरण के लिए ज़रूरी है। कायांतरण में मस्तिष्क हार्मोनों की भूमिका पर उनकी खोजो की पुष्टि बाद के वैज्ञानिकों ने भी की जिन्होंने विभिन्न कीट समूहों में ऐसी ही क्रियाविधियों का पता लगाया। कीटों के मस्तिष्क में पाई जाने वाली बड़ी-बड़ी मस्तिष्क स्रावी तंत्रिका कोशिकाओं (neurosecretory cells) की पहचान भी प्यूपीकरण को प्रभावित करने वाले कारक के रूप में की गई। इन कोशिकाओं को तंत्रिकास्रावी कोशिका कहा जाता है।

इन कोशिकाओं के स्राव (secretion) को सक्रियण हार्मोन (activation hormone—AH) या मस्तिष्क हार्मोन (BH) कहा जाता है। यह प्रोटीनों (protein) या लिपोप्रोटीनों (lippoprotein) का बना होता है। संश्लेषण के बाद AH या BH इन कोशिकाओं के तंत्रिकाक्षों (axons) से होते हुए गुज़रता है और संचय व विसर्जन अंगों के एक जोड़े में अंधाधुंध जा मिलता है। इन अंगों को *कोर्पोरा कार्डिएका (corpora cardiaca* (CC) कहते हैं, जो मस्तिष्क के पश्च भाग में स्थित होते हैं। CC सक्रिय हार्मोन पदार्थ विसर्जित करता है, जिसे प्रोथोरैकोट्रॉपिक हार्मोन (prothoracotropic hormone) यानी PTTH कहते हैं। यह हार्मोन एक छोटा पॉलिपेप्टाइड है। यह अग्रवक्षीय ग्रंथि (prothoracic gland) पर क्रिया करता है जिससे वह ग्रंथि निर्मोचन हार्मोन एक्डाईसोन (ecdysone) का स्राव करती है।

कोर्पस ऐलैटम (अंडाभ पिंड) और किशोर हार्मोन (Juvenile hormone) : यह कोर्पोरा ऐलैटा का एकवचन है। ये गोल ग्रंथियां हर कोर्पस कार्डिएकम के पश्च भाग से सहलग्न रहती हैं जिससे मस्तिष्क के ठीक पीछे वाले भाग में एक ठोस पिंड बन जाता है। कुछ कीटों (जैसे हेमीप्टेरा, उच्च डिप्टेरा) में ये एक दूसरे में मिलकर एक अकेली माध्य संरचना बनाती हैं। वैज्ञानिक विगलवर्थ (Wiggleworth) द्वारा किए गए प्रयोगों से पता चला है कि *कोर्पस ऐलैटम* एक ऐसे हार्मोन का स्राव करता है जो प्रत्येक लारवा निर्मोकरूप का गुण निर्धारित करता है। ऐसा वह प्रौढ़ के परिवर्धन की दिशा में विभेदन की दर को सीमित करके करता है। उन्होंने इस संरचना यानी हार्मोन को किशोर हार्मोन (Juvenile hormone-J.H) नाम दिया। इस पदार्थ को न्योटोनिन (neotonin) यानी यौवन तत्त्व (विगलवर्थ 1954) और जननग्रंथिप्रेरक (gonadotropic) हार्मोन (एंगलमान 1957) भी कहा जाता

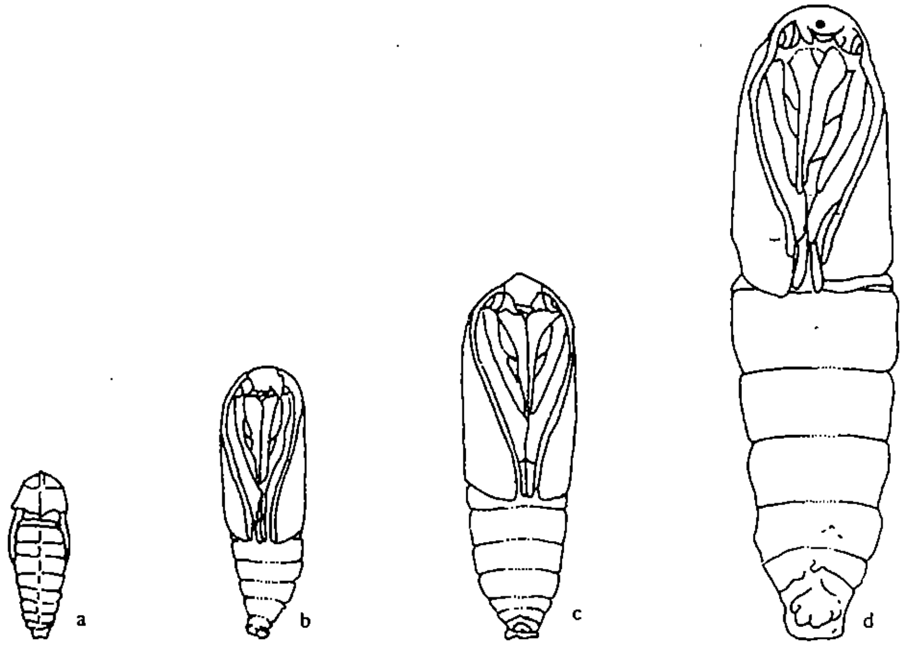
है । यह हार्मोन संरचना में टर्पीनों (terpenes) की तरह होते हैं । किशोर हार्मोन, क्रियाशीलता वाले अनेक यौगिकों को पृथक किया गया है और कई का संश्लेषण (synthesized) भी किया जा चुका है । कुछ संश्लिष्ट हार्मोन तो प्राकृतिक यौगिकों से अधिक शक्तिशाली पाए गए हैं ।

किशोर हार्मोन लारवा निर्मोकों का होना सुनिश्चित करता है और कायांतरण को रोकता है । इसकी उपस्थिति या अनुपस्थिति यह निर्धारित करती है कि लारवा एक लारवा प्यूपा अवस्था में निर्मोचन करेगा या फिर प्रौढ़ अवस्था में । चित्र 18.25 *हाइएलोफ़ोरा सेक्रोपिय* शलभ से पृथक मुख्य प्राकृतिक हार्मोन को दर्शाता है ।



चित्र 18.25 : *सेक्रोपिया (Cecropia)* शलभ से पृथक किया गया किशोर हार्मोन

कायांतरण में कोर्पस ऐलैटम और किशोर हार्मोन की भूमिका की पुष्टि कई प्रयोगों द्वारा की जा चुकी है (चित्र 18.26) । प्रयोगों में यह देखने में आया कि अगर द्वितीय अवस्था लारवा से एक अतिरिक्त कोर्पोरा ऐलैटा को चौथे निर्मोकरूप (यानी आखिरी लारवा निर्मोक रूप) में प्रतिरोपित कर दिया जाता है तो अगला निर्मोक प्यूपा या प्रौढ़ को जन्म नहीं देता । इसके बजाए एक असामान्य आकार वाला लारवा विकसित हो जाता है । लारवा जीवन के आरंभ में ही कोर्पोरा ऐलैटा को विच्छेदित करने से कालपूर्व कायांतरण पाया जाता है ।

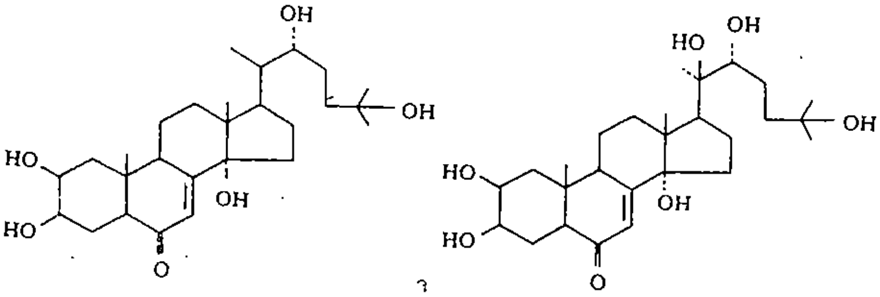


चित्र 18.26 : प्यूपा के आकार पर निर्मोचन हार्मोन के प्रभाव के प्रयोग । a, b, शलभ प्यूपा, तीसरे और चौथे निर्मोकरूप लारवा से कोर्पस ऐलैटम (जो कि निर्मोचन हार्मोन का स्रोत है) के हटाए जाने के बाद; c) एक सामान्य प्यूपा; d) एक विशाल प्यूपा जो एक तरुण लारवा से कोर्पस ऐलैटम निकाल कर उसे एक ऐसे लारवा में प्रतिरोपित करने से उत्पन्न होता है जो उस अवस्था में पहुंच गया होता है जिसमें वह सामान्यतः प्यूपा बनता है ।

2) प्रोथोरेसिक या अग्रवक्षीय ग्रंथि (PTG) या निर्मोचन ग्रंथि और एक्डाइसोन या निर्मोचन हार्मोन

तीसरी अंतःस्रावी ग्रंथी–अग्रवक्षीय ग्रंथि– ग्रंथिल कोशिकाओं का एक अनियमित शाखन पिंड है । यह ग्रंथि श्वासनाल (tracheal tube) के साथ निकट सहबंध बनाते हुए अग्रवक्ष (prothorax) में स्थित रहती है । अग्रवक्ष, वक्ष का वह खंड है जिसमें इसके तीन जोड़ा पैरों के सबसे अग्रपाद पाए जाते हैं । यह ग्रंथि एक्डाइसोन नामक हार्मोन का स्राव करती है । इस हार्मोन को *कैलीफ़ोरा (Calliphora)* और रेशमकीट (silk worm) के प्यूपा से शुद्ध रूप में पृथक कर क्रिस्टलित (crystallized) किया

जा चुका है । यह जल में घुलनशील एक अद्वितीय स्टेरॉयड (steroid) है और कोलेस्टेरॉल (cholesterol) से इसका निकट संबंध है (चित्र 18.27) । नवीनतम अध्ययनों से पता लगा है कि तमाम α (अल्फ़ा) (एक्डाइसोन), रुधिरलसिका या हीमोलिम्फ (haemolymph) में मुक्त कर दिए जाने के बाद β (बीटा) एक्डाइसोन या *एक्डिस्टेरोन (ecdysterone)* में रूपांतरित हो जाते हैं । यह एक्डिस्टेरोन ही असल में सक्रिय निर्मोचन हार्मोन है ।



Ecdysone Ecdysterone

चित्र 18.27 : कायांतरण से गुजरने वाले कीटों में साधारणतया पाए जाने वाले निर्मोचन हार्मोन
a) एक्डाइसोन b) एक्डिस्टेरोन ।

एक्डिस्टेरोन वृद्धि और निर्मोचन से संबंधित कोशिकाओं पर सीधा असर डालता है । यह उन्हें प्रोटीन संश्लेषण का नवीकरण करने के लिए उनका सक्रियण और उद्दीपन करता है । ऐसा माना जाता है कि यह गुणसूत्र के उन विस्थलों (loci) पर सीधी क्रिया करता है जो वृद्धि से जुड़े हैं । यह डिप्टेरा के विशाल पॉलिटीन गुणसूत्र (polytene chromosomes) में विशिष्ट आफुल्लन या फफों के निर्माण (puffing) को प्रेरित करता है । इन पफ़ों (pufts) को प्रोटीन संश्लेषण के लिए आवश्यक दूत RNA का निर्माण स्थल माना जाता है ।

18.6.5 कायांतरण प्रक्रम में कीट हार्मोनों की पारस्परिक-क्रिया

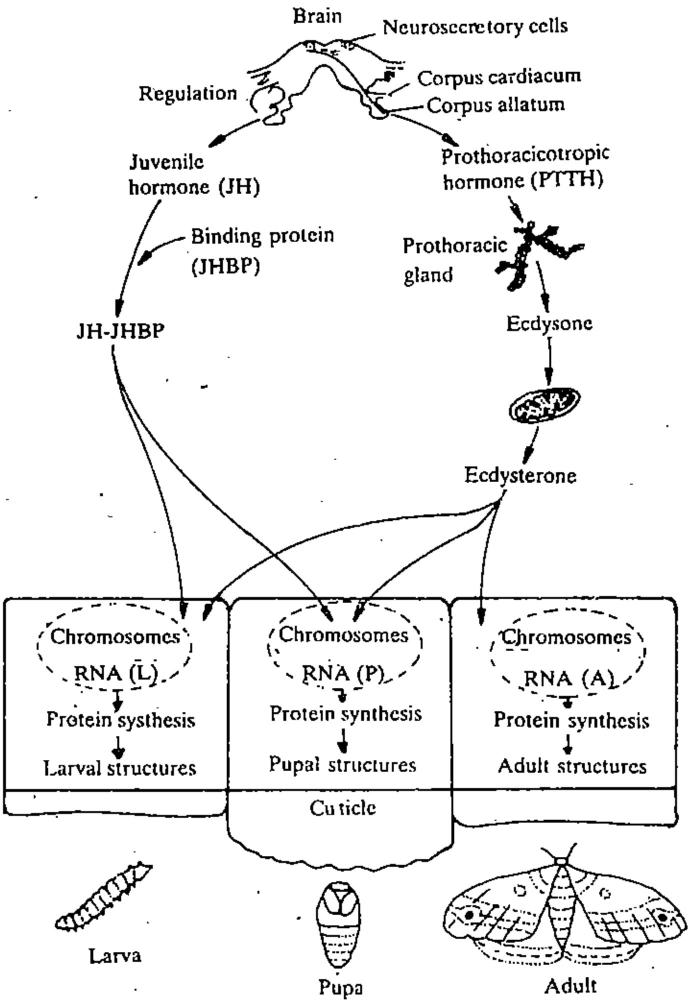
आपने कीट के कायांतरण में प्रायः सम्मिलित अंगों और हार्मोनों के बारे में जान लिया है । कीटों की कोई 10 लाख भिन्न-भिन्न जातियां होने के बावजूद भी विभिन्न अल्परूपांतरणी और पूर्णरूपांतरणी कीटों के अंतःस्रावी प्रकार्य में भारी समानता पायी जाती है । चित्र 18.28 में कीटों के कायांतरण में हार्मोनों की पारस्परिक-क्रिया की एक क्रमबद्ध रूपरेखा दिखाई गई है।

चित्र 18.28 के आधार पर आइए यह जानें कि विभिन्न हार्मोनों की क्रियाएं किस तरह से कीटों में कायांतरण लाती हैं ।

निर्मोचन प्रक्रम यानी कायांतरण का आरंभ मस्तिष्क में होता है । जैसा कि आप जानते ही हैं कायांतरण का उद्दीपक तंत्रिकीय, हार्मोनी या पर्यावरणीय हो सकता है जो मस्तिष्क की तंत्रिकास्रावी कोशिका (neurosecretory cells) के सक्रीयण हार्मोन (activation hormone) को मुक्त करने के लिए प्रेरित करता है । संश्लेषण के बाद यह हार्मोन सक्रिय हार्मोन में बदल जाता है जिसे प्रोथोरैसिकोट्रॉपिक हार्मोन (prothoracotropic hormone-PTTH) कहते हैं । यह PTTH अग्रवक्षीय ग्रंथि या प्रोथेरेसिक को एक्डाइसोन हार्मोन का स्राव करने के लिए उद्दीपित करता है । अपने सक्रिय रूप एक्डिस्टेरोन, में रूपांतरित होने के बाद एक्डाइसोन वृद्धि को प्रेरित करता है और निर्मोचन प्रक्रम शुरू करके अधिचर्म को एक नई क्यूटिकल का स्राव करने के लिए प्रेरित करता है । फिर एक्डिस्टेरोन, अधिचर्म को एंज़ाइमों के संश्लेषण के लिए उद्दीपित करता है जो क्यूटिकल (उपचर्म) के घटकों का पाचन और पुनरचक्रण करते हैं ।

कायांतरण में एक और प्रमुख हार्मोन किशोर हार्मोन है । जब तक यह हार्मोन उपस्थित रहता है एक्डाइसोन प्रेरित निर्मोक से एक नया निर्मोकरूप जन्म लेता है । अंतिम लारवा निर्मोकरूप (enstar) अवस्था में किशोर हार्मोन का संश्लेषण घट जाता है जिससे इसका स्तर क्रांतिक प्रभावसीमा मान (critical threshold value) से नीचे गिर जाता है । इससे मस्तिष्क से PTTH का पुनः स्राव होता है।

बदले में यह PTTH, अग्रवक्षीय ग्रंथि को असामान्य रूप से भारी मात्रा में एक्डाइसोन का स्राव करने के लिए उद्दीपित करता है । इसके रूपांतरण से बनने वाला एक्डिस्टेरोन, किशोर हार्मोन की सापेक्ष कमी में निर्मोकरूप को प्यूपा के निर्माण के लिए प्रेरित करता है । दूसरी तरह से कहें तो लारवा में किशोर हार्मोन की सापेक्ष कमी में और एक्डाइसोन की प्रचुरता में होने वाले निर्मोक, जीव को लारवा अवस्था से प्यूपा की ओर ले जाते हैं । प्यूपीकरण की अवधि के दौरान, कोर्पोरा ऐलैटा किशोर हार्मोन का स्राव नहीं करते । इसके बाद एक्डिस्टेरोन ही प्यूपा को एक प्रौढ़ कीट में कायांतरित होने के लिए उद्दीपित करता है ।



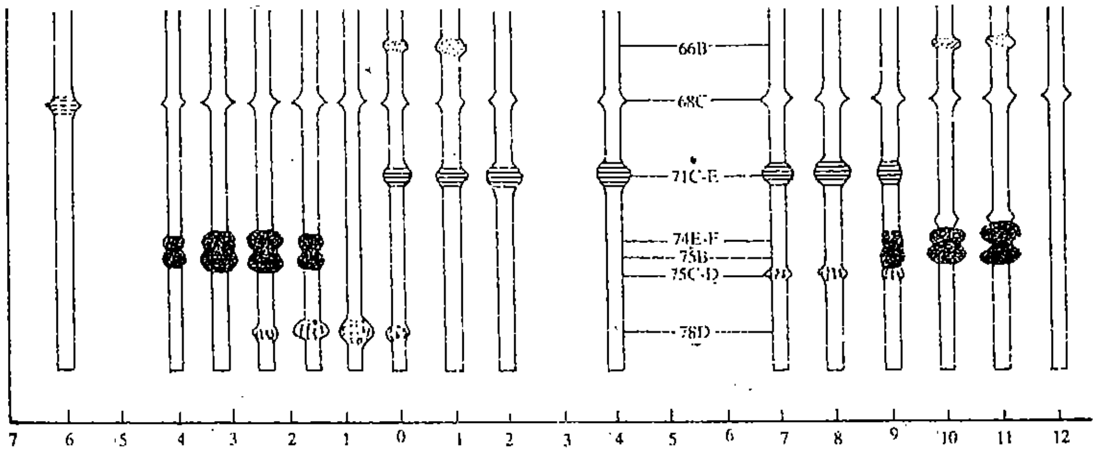
चित्र 18.28 : टोबैको होर्नवर्म मौथ (tobacco hornworm moth) में निर्मोचन और कायांतरण के नियंत्रण को दर्शाता हुआ आरेख (गिलबर्ट और गुडमैन, 1981 के आधार पर)।

18.6.6 निर्मोचन और कायांतरणशील कीट में जीन अभिव्यक्ति पर कायांतरी हार्मोनों का प्रभाव

विशिष्ट जीन विस्थलों (locus) को प्रभावित करने वाले, उनके अनुलेखन (transcription) को नियंत्रित और अंततः कोशिका विभेदन (differentiation) को प्रभावित करने वाले एक विशिष्ट हार्मोन की सूचना क्लीवर (Clever) और कार्लसन (Karlson) नामक दो वैज्ञानिकों ने 1960 के दशक में दी थी । इसका पता उन्होंने *किरोनोमस* (*Chironomous*) नामक एक डिप्टेरा लारवा पर किए गए अपने अध्ययनों के आधार पर किया था । ये खोजें उन प्रयोगों पर आधारित थीं जिनमें क्लीवर ने लारवा में एक्डाइसोन की सूक्ष्म (minute) मात्राएं अंतःक्षेपित की जिसके पंद्रह मिनट के अंदर उन्हें एक ख़ास गुणसूत्र के विशिष्ट खंडों में हार्मोन प्रेरित उभार (पफ़) देखने को मिले (चित्र 18.29) ।

क्लीवर ने लारवा की विभिन्न परिवर्धन अवस्थाओं में पॉलिटीन या बहुपट्टीय गुणसूत्र में बनने वाले उभारों के पैटर्न का अध्ययन भी किया । उन्होंने इस बात की भी पुष्टि की कि विशिष्ट गुणसूत्री पट्टियां (chomosomal bands) में पफ की तरह उभार बनना परिवर्धन के सामान्य दौर में निश्चित समयों पर होता है । यह एक निर्धारित अनुक्रम के अनुसार चलता है जिसमें एक अवस्था आने पर कुछ ख़ास गुणसूत्री पट्टियां उभार बनाकर RNA का संश्लेषण करती हैं और एक पश्च अवस्था में उनका प्रतिक्रमण भी हो जाता है । उदाहरण के लिए क्लीवर ने एक अंतरानिर्मोक (inter moult) लारवा में एक्डाइसोन का अंतःक्षेपण किया, जिसमें 1-19A पट्टी का उभार ख़ासतौर से सक्रिय था । इसके बाद 10-15 मिनट में उन्होंने 1-19A पर बने पफ़ को ह्रास करते, उसके बाद 1-18C पट्टी में उभार बनते और फिर IV-2B गुणसूत्री पट्टी (band) में उभार बनते देखा । उभार बनने या आफुल्लन का यह अनुक्रम, निर्मोचन से ठीक पहले पाए जाने वाले अनुक्रम के एकदम समरूप था । निर्मोचन ऐसा समय है जब कीट स्वतः ही रक्तलसीका में एक्डाइसोन छोड़ता है । चित्र 18.30 में बेकर (Baker), 1959, द्वारा *ड्रोसोफिला Drosophila* में ऐसे ही परिणाम प्राप्त किये गये ।

चित्र 18.29 : कीट गुणसूत्र में पफ़ (puff) बनना । हर गुणसूत्र में पांच सुस्पष्ट पट्टियां देखी जा सकती हैं ।



चित्र 18.30 : *ड्रोसोफिला मेलैनोगास्टर (Drosophila melanogaster)* की लार ग्रंथि (salivary gland) की गुणसूत्री भुजा 111L की जड़ पर तीसरी लारवा निर्मोकरूप और प्यूपापूर्व अवस्था के दौरान प्रकट और लुप्त होने वाले पफ़ । संख्याएं प्यूपावरण निर्माण से पहले और बाद के घंटों को दर्शाते हैं । (बेकर के अनुसार)

इन प्रयोगों के आधार पर यह मान लेना तर्कसंगत लगता है कि एक्डाइसोन हार्मोन किसी तरह से लारवा में एक या अनेक जीनों (genes) के अनुलेखन (transcription) शुरू करता है (यह पफ़ या उभारों के बनने से स्पष्ट हो जाता है) ।

एक्डाइसोन इसी रूप में जीन पर क्रिया करता है या फिर आंतरिक केन्द्रक पर्यावरण को बदल डालता है, इसे अभी तक सही-सही नहीं समझा जा सका है । इसलिए कई सिद्धांत प्रतिपादित (theories) किए गए हैं । 1968 में क्रोगर (Kroeger) ने खोज की, कि एक्डाइसोन कोशिका में पोटैशियम आयनों (Pottasium ion) (K^+) के संचय को प्रेरित करता है क्योंकि एक्डाइसोन के बिना भी पफ़ों के प्राथमिक सेटों को प्रेरित किया जा सकता है । यह K^+ की आंतरकोशिक (intracellulor) या आंतरकेन्द्रक (intranuclear) सांद्रता (concentration) को बढ़ाकर किया जा सकता है । अतः एक्डाइसोन हार्मोन का प्राथमिक प्रभाव कोशिका और केन्द्रक द्वारा K^+ के उद्ग्रहण का उद्दीपन हो सकता है ।

गुडएनफ (Goodenough) और लेवीन (Levene) (1974) के अनुसार एक्डिसोन पफ़ निर्माण और फलतः जीनों के अनुलेखन का नियंत्रण करता है ।

18.7 उभयचरों और कीटों में कायांतरण के बीच तुलना

अब तक आप यह समझ ही गए होंगे कि उभयचरों और कीटों के कायांतरण में कुछ बुनियादी

समानताएं हैं । संभव है आपने इन समानताओं को पहचान लिया होगा । ये समानताएं इस प्रकार हैं :

1) कीटों व उभयचरों दोनों में ही कायांतरण के समारंभन के लिए उत्तरदायी हार्मोन के स्राव के लिए ज़रूरी उद्दीपन, स्रावी अंगों से मिलता है । ये स्रावी अंग मस्तिष्क से संबंध रखते हैं । उभयचरों में अधश्चेतक (हाइपोथैलमस) और कीटों में आद्यप्रमस्तिष्क (protocerebrum)।
2) दोनों में कायांतरण के दौरान होने वाले कोशिका विभेदन और संरचना विकासी प्रक्रमों को हार्मोन प्रभावित करते हैं ।
3) उभयचर और कीट दोनों में ही मस्तिष्क और उसके अंग से होने वाले स्राव लारवा ऊतकों पर सीधी क्रिया नहीं करते । बल्कि वे एक अन्य अंतःस्रावी ग्रंथि यानी उभयचरों में थाइरॉइड और कीटों में अग्रवक्षीय ग्रंथि के स्राव का उद्दीपन करते हैं ।
4) दोनों में ही कायांतरण के दौरान कुछ विनाशी या भंजक क्रियाएं (जैसे ऊतकलयन) तो कुछ रचनात्मक क्रियाएं (ऊतकजनन) होती हैं ।
5) कीटों के किशोर हार्मोन का कोई प्रतिरूप उभयचरों में नहीं पाया जाता और फलतः उभयचरों में ऐसा हार्मोन नहीं होता जो कालपूर्व परिवर्धन को रोक सके ।
6) उभयचरों में लारवा वृद्धि को निर्मोकरूपों में विभाजित नहीं किया जा सकता । बल्कि यह एक सतत परिवर्धन है । कीटों में वृद्धि के दौरान आवर्ती (periodic) निर्मोक बनते हैं । आंतरनिर्मोक (intermoult) अवधि के दौरान कोई वृद्धि नहीं होती ।

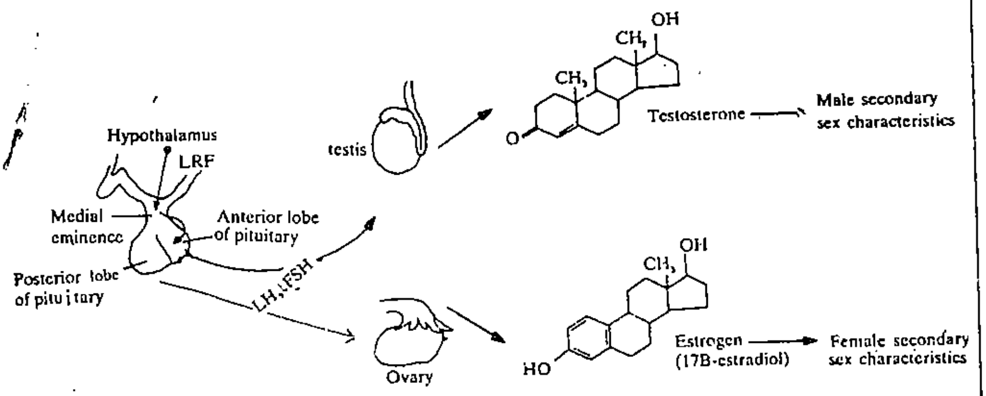
इस तरह कीटों और उभयचरों के रूप में व्यापक रूप से जातिवृत्ततः पृथक-पृथक दो समूहों के कायांतरण में तुलना से आप उनमें भारी समानता देख सकते हैं । ऐसी ही समानता मानव में भी यौवनारम्भ (puberty) के दौरान पाई जाती है, जिसके बारे में आप बाक्स 18.1 में पढ़ सकते हैं ।

बाक्स 18.1

मानव में यौवनारम्भ (puberty) का हार्मोन आधार बहुत ही असाधारण है । अनुसंधान यही बताते हैं कि यौवनारम्भन प्रक्रम काफ़ी हद तक कायांतरण के समान होता है. । जैसा कि आपने उभयचर और कीट दोनों में कायांतरण के विषय में पढ़ा है, दोनों का नियमन हार्मोनी परिवर्तनों द्वारा होता है जिन्हें मस्तिष्क या तंत्रिका हार्मोनों (क्रमशः TSH-RF और PTTH) द्वारा शुरू किया जाता है । इसी तरह मानव में दोनों लिंगों में यौवनारम्भ के परिवर्तन मस्तिष्क के अधश्चेतक (hypothalamus) भाग से निकलने वाले ल्यूटिनाइजिंग हार्मोन विसर्जक कारक (lutenizing hormone releasing factor LHRF) द्वारा शुरू किए जाते हैं (चित्र 18.31) TSH-RF की तरह ही, यह कारक भी अधश्चेतकी तंत्रिकाओं से पीयूष ग्रंथि में विसर्जित होता है । इसी तरह इसके बाद यह पीयूष की रक्त वाहिकाओं के द्वारा ग्रंथि की अग्र पिंडका (anterior lobe) तक पहुंचा दिया जाता है । पीयूष के अग्र भाग में पहुंचते ही यह विसर्जक कारक एक अनुवर्ती (tropic) हार्मोन का विसर्जन करता है । मानव यौवनारम्भ में, LHRF ल्यूटिनाइजिंग हार्मोन (LH) और पुटक या फॉलिकिल (follicle) उद्दीपक हार्मोन (FSH) छोड़ता है । इन दोनों हार्मोनों को संयुक्त रूप से गोनैडोट्रॉपिन (Gonadotropin) कहा जाता है । ये स्त्रियों में अंडाशय (ovaries) और पुरुषों में वृषणों (testis) के परिवर्धन को प्रेरित करते हैं । इस उद्दीपन की वजह से जननग्रंथियां अंडाशय से एस्ट्रोजन (estrogen) नामक लिंग हार्मोन तो वृषणों (testoterone) से टेस्टोस्टेरोन नामक हार्मोन का स्राव करती हैं । इस तरह यौवनारम्भ के अनेक आकारीय और स्वभाव परिवर्तन विभिन्न लक्ष्य उतकों पर इन हार्मोनों की क्रिया के कारण पैदा होते हैं ।

जैसा कि कायांतरण में होता है, यौवनारम्भ में एक प्रौढ़ता संयमनी हार्मोन (maturation inhibiting hormone) पाया जाता है, जिसकी क्रियात्मकता घट जाती है जिससे कि परिवर्धन का पुनर्सक्रियण हो सके । मानव में संभवत : यह हार्मोन मेलैटोनिन (melatonin) है, जिसकी सीरम (serum) मात्रा को LH मात्रा में वृद्धि के साथ घटते पाया गया है ।

इस तरह आप देखते हैं कि यौनारम्भ में और कायांतरी परिवर्तनों में कई समानताएं हैं । क्योंकि यह भी हार्मोन नियंत्रित परिवर्धन का पुनर्सक्रियण है जिससे प्रौढ़ता और देह रूपाकार व कार्यिकी में अनेक परिवर्तन पैदा होते हैं । चित्र 18.31 देखिए ।



चित्र 18.31 : स्तनी लैंगिक परिवर्धन में अधश्चेतक पीयूष-जननग्रंथीय अक्ष ।

बोध प्रश्न 5:

i. निम्न शब्दावलियों की एक या दो वाक्यों में परिभाषा दीजिए :

क) स्टेडियम (stadium) ख) निर्मोकरूप (instar) ग) इमैगो (imago) घ) एक्सोप्टेरिगोटा
ङ) पूर्णरूपांतरणीय कायांतरण च) पूर्णक डिस्क

ii. रिक्त स्थानों में सही शब्द लिखिए :

क) *रोडिनस* में निर्मोचन के समारंभन के लिए एक .... आवश्यक है ।

ख) .... के प्रभावन से *प्लैटिसोमिया सेक्रोपिया* के प्यूपा में उपरति अवस्था भंग हो जाती है ।

ग) मस्तिष्क के .... से स्रावित और .... में संचित सक्रियण हार्मोन अग्रवक्षीय ग्रंथि पर क्रिया करता है जो .... छोड़ती है ।

घ) कोर्पोरा ऐलैटा से विसर्जित होने वाला .... हार्मोन एक .... यौगिक है ।

ङ) .... हार्मोन का काम लारवा गुणों को बरकरार रखना है और एक्डिसोन हार्मोन .... प्रक्रम को बढ़ावा देता है ।

च) .... को हटाए जाने पर कालपूर्व कायांतरण हो सकता है ।

छ) एक्डाइसोन .... में रूपांतरित होता है जो एक सक्रिय निर्मोचन हार्मोन है ।

18.8 सारांश

- तरुण के जन्म या स्फुटन के बाद जन्तु सीधे ही प्रौढ़ रूप में विकसित हो सकता है । यह नव स्फुटित जंतु में परिवर्धन अप्रत्यक्ष हो सकता है, जो पहले आकारिकीय और प्रकार्य की दृष्टि से एक लारवा में प्रकट होता है और फिर कायांतरण द्वारा एक प्रौढ़ में रूपांतरित होता है ।
- लारवा रूप पॉरिफेरा से लेकर कशेरुकी तक अनेक जंतु संघों में पाया जाता है ।
- कायांतरण उन अनेक विधियों में से एक है जिसमें एक जंतु, वृद्धि की समस्या को दूर करता है क्योंकि अंडा हमेशा ही प्रौढ़ से छोटा होता है ।

- कायांतरण से गुज़रने वाले जंतुओं में, लारवा जो अंडे से परिवर्धन के बाद बनता है प्रौढ़ से छोटा होता है, या तो (i) प्रौढ़ के समरूप होता है, फ़र्क होता है तो सिर्फ आकार और लैंगिक परिपक्वता में । या फिर (ii) प्रौढ़ से आवास, रूप, संगठन, कार्यिकी के साथ-साथ आकार और लैंगिक परिपक्वता में बेहद भिन्न रहता है । दोनों ही स्थिति में यह कायांतरण के प्रक्रम द्वारा एक प्रौढ़ जंतु में रूपांतरित होता है ।

- कायांतरण एक ऐसी परिघटना है जिसमें लारवा एक प्रौढ़ में रूपांतरित होने से पहले आकारिकी, संगठन और कार्यिकी परिवर्तनों से गुजरता है ।

- कायांतरण के दौरान भिन्न-भिन्न जंतुओं में भिन्न-भिन्न स्तर के परिवर्तन होते हैं । यूरोडेल उभयचरों और अल्परूपांतरी कीटों में कम परिवर्तन होता है क्योंकि इनके लारवा और प्रौढ़ काफ़ी हद तक समान होते हैं और वह केवल आकार और लैंगिक परिपक्वता में फ़र्क होते हैं । इस प्रकार के कायांतरण को **अपूर्ण कायांतरण** (incomplete metamorphosis) कहते हैं । ऐन्यूरी उभयचरों और पूर्णकायांतरी कीटों जैसे जंतुओं में, जिनके लारवा और प्रौढ़ में भारी अंतर पाया जाता है, कायांतरण अधिक आत्यन्तिक होता है और इसे **पूर्ण कायांतरण** (complete metamorphosis) कहते हैं ।

- कायांतरण कोशिका मृत्यु, कोशिका विभेदन और प्रचुरोद्भवन द्वारा संपन्न होता है । लारवा में सक्रिय कोई जीन काम करना बंद कर देता है तो कई निष्क्रिय जीन सक्रिय हो जाते हैं ।

- कायांतरण हार्मोनों द्वारा नियंत्रित होता है । मगर हार्मोन क्रिया का समारंभन कर कई बहिर्जात और अंतर्जात कारक भी कायांतरण को प्रभावित करते हैं ।

- उभयचरों में पीयूष-थाइरॉइड-अधश्चेतक (हाइपोथैलमस) अक्ष कायांतरण को नियंत्रित करता है । मुख्य प्रभावकारी हार्मोन थाइरॉक्सिन T_3 है जो T_4 का पूर्ववर्ती है । थाइरॉइड हटा देने पर कायांतरण रूक जाता है । मगर टैडपोल के पानी में आयोडीन या चूर्णित थाइरॉइड मिलाने पर इसमें वृद्धि हो जाती है । थाइरॉइड से थाइरॉक्सिन का स्राव T_4 के रूप में होता है । इसका स्राव पीयूष में बनने वाले थाइरॉइड उद्दीपक हार्मोन (TSH) द्वारा शुरु किया जाता है । TSH के उत्पादन में वृद्धि से कायांतरण होता है । कायांतरण शुरु होने से पहले प्रोलैक्टिन नामक हार्मोन (जो लारवा में वृद्धि को बढ़ावा तो देता है मगर थाइरॉक्सिन का स्तर कम होने पर कायांतरण का संदमन करता है) का उच्च स्तर और थाइरॉक्सिन का अल्प स्तर कायांतरण नहीं होने देते । थाइरॉइड स्राव का बढ़ता स्तर लारवा में (i) पूर्व कायांतरण (ii) प्राक्कायांतरण लाता है और अंततः जब इसका स्तर उच्च हो जाता है लारवा (iii) कायांतरी चरम अवस्था में पहुंच जाता है । थाइरॉक्सिन की उच्च मात्रा प्रोलैक्टिन को अप्रभावी बना देती है ।

- किसी भी हार्मोन के प्रति कोशिकाओं की अनुक्रिया उनमें अंतर्जात या नैसर्गिक होती है और यह शरीर में कोशिका की स्थिति से स्वतंत्र होती है । एक ही हार्मोन की क्रिया से कुछ कोशिकाओं में ऊतकक्षय होता है तो कुछ में प्रचुरोद्भवन । फिर एक अंग की कोशिकाएं भी परिवर्धन की भिन्न-भिन्न अवस्थाओं पर एक ही हार्मोन के प्रति अलगअलग तरह से अनुक्रिया करती हैं ।

- कीटों में कायांतरण के आरंभ में मस्तिष्क की तंत्रिकास्रावी कोशिकाएं एक मस्तिष्क हार्मोन (BH) या सक्रियण हार्मोन (AH) का स्राव करती हैं । कोर्पोरा कार्डिएका में संचित BH सक्रिय हार्मोन प्रोथोरेसिकोट्रॉपिक हार्मोन (PTTH) के रूप में छोड़ा जाता है जो अग्रवक्षीय ग्रंथि को निर्मोचन प्राक्हार्मोन एक्डाइसोन का स्राव करने के लिए उद्दीपित करता है । एक्डाइसोन हार्मोन सक्रिय एक्डिस्टेरोन हार्मोन में बदल जाता है । यह हार्मोन वृद्धि और निर्मोचन को प्रेरित करता है । कीटों के लारवा जीवन के दौरान मस्तिष्क का कोर्पोरा ऐलैटा किशोर हार्मोन (JH) का स्राव करता है जो हर निर्मोक पर कायांतरण को दबाता है । क्रमिक निर्मोकों के साथ-साथ JH की मात्रा भी घटती जाती है और जब इसकी सांद्रता बिल्कुल अल्प रह जाती है, तो लारवा एक प्यूपा में विकसित हो जाता है या जिन कीटों में प्यूपा नहीं बनता उनमें अंतिम लारवा अवस्था में पहुंच जाता है । JH के न होने पर प्यूपा या अंतिम लारवा अवस्था प्रौढ़ में बदल जाती है । एक्डाइसोन mRNA संश्लेषण (अनुलेखन) को प्रभावित करता प्रतीत होता है जैसा कि कीट के बहुपट्टीय गुणसूत्र के आफुल्लन (उभार या पफ़ बनने के) पैटर्न में होने वाले परिवर्तनों को प्रयोगों के द्वारा दिखाया गया है । निर्मोचन हार्मोन कोशिका और केन्द्रक में K^+ मात्रा को भी पलट देता है ।

18.9 अंत में कुछ प्रश्न

1. अलवण जलीय या स्थलीय वातावरण की तुलना में लारवा के परिवर्धन के लिए समुद्री वातावरण अधिक उपयुक्त क्यों है ?

....

....

....

2. ऐन्यूरी उभयचरों में कायांतरण प्रक्रम के बारे में कुछ शब्दों में बताइए ।

....

....

3. उभयचर कायांतरण के दौरान होने वाले प्रतिक्रामी, प्रगामी और रचनात्मक परिवर्तनों का उल्लेख कीजिए ।

....

....

....

4. उभयचरों में कायांतरण के हार्मोन नियंत्रण की संक्षेप में चर्चा कीजिए ।

....

....

....

....

5. कायांतरण के दौरान थाइरॉइड हार्मोन किन-किन आण्विक अनुक्रियाओं को जन्म देता है ?

....

....

....

....

6. चिरडिम्भता किसे कहते हैं ? यूरोडेल की विभिन्न जातियों में चिरडिम्भता के बारे में संक्षेप में बताइए ? जैव विकास प्रक्रम में चिरडिम्भता का क्या महत्व है ?

....

....

....

....

7. उपयुक्त उदाहरण देकर अनुक्रमिक (gradual) और गहन (extensive) कायांतरण में भेद बताइए ।

....

....

....

....

8. कीटों में कायांतरण लाने के लिए हार्मोन किस तरह पारस्परिक-क्रिया करते हैं?

....

....

....

....

18.10 उत्तर

1) i) प्रत्यक्ष परिवर्धन वह है जिसमें नवजात जन्म के समय जनक से मिलता जुलता होता है मगर वह आकार (size) यानि माप में और लैंगिक परिपक्वता की दृष्टि से उससे भिन्न होता है। प्रत्यक्ष परिवर्धन सरीसृपों, पक्षियों और स्तनधारियों में होता है।

ii) अप्रत्यक्ष परिवर्धन अनेक अकशेरुकियों के साथ-साथ प्रोटोकॉर्डेट (Protochordates) जैसे एम्फिऑक्सस (amphioxus) और कशेरुकी जंतुओं, जैसे उभयचरों में भी होता है। अंडे से स्फुटित होने वाले तरूणों में अपने प्रौढ़ों से कोई समरूपता नहीं होती। बल्कि वे अपने जनक से काफी भिन्न दिखाई देते हैं। इन्हें लारवा कहा जाता है जो एक स्वतंत्र जीवन जीते हैं। कायांतरण के द्वारा इनकी संरचना में रूपांतरण हो जाता है जिसके बाद ये प्रौढ़ों की तरह दिखाई देने लगते हैं।

2) i) क) गलत ii) क) v

ख) गलत ख) iv

ग) सही ग) iii

घ) सही घ) vi

ङ) सही ङ) ii

च) सही च) i

3) i) क) जलीय, स्थलीय

ख) चिरडिम्भता

ग) दूसरा

घ) सक्रियण, मस्तिष्क हार्मोन

ङ) पूर्वकायांतरण, प्राक्कायांतरण, कायांतरी चरम अवस्था

च) प्रतिक्रामी, प्रगामी, रचनात्मक

ii) क) प्रगामी ख) प्रतिक्रामी ग) प्रतिक्रामी

घ) रचनात्मक ङ) रचनात्मक च) प्रगामी

छ) रचनात्मक ज) प्रगामी झ) प्रतिक्रामी

ञ) प्रगामी

iii) क) अमोनिया उत्सर्जन से यूरिया उत्सर्जन का अपनाया जाना

ख) यकृत में यूरिया चक्र के एंजाइमों के संश्लेषण की क्षमता

ग) जल अवशोषण में वृद्धि द्वारा वृक्कों में जल संतुलन बनाए रखने की क्षमता

घ) लारवा हीमोग्लोबिन की जगह प्रौढ़ हीमोग्लोबिन का आना

iv) क) प्रगामी परिवर्तन — 1) पलक का परिवर्धन (2) एक बहुस्तरीय और शृंगीकृत त्वचा का परिवर्धन

ख) प्रतिक्रामी विकास — 1) बाह्य गिलों का पुनरवशोषण और गिल विदर का बंद होना

2) हनुकंकाल (visceral skeleton) का ह्रास

4) i

क)	सही	च)	गलत
ख)	गलत	छ)	सही
ग)	सही	ज)	सही
घ)	गलत	झ)	सही
ङ)	सही	ञ)	गलत

ii) क iii

ख i

ग iv

घ ii

5) i) क) स्टेडियम (stadium) : कीट की लारवा अवस्था के दौरान दो निर्मोकों के बीच के अंतराल को स्टेडियम कहते हैं ।

ख) निर्मोकरूप (instar) : यह कीट का वह रूप है जो एक कीट, निर्मोचन के फलस्वरूप ग्रहण करता है ।

ग) इमैगो (imago) : अंतिम प्रौढ़ रूप जो कायांतरण के अन्तिम निर्मोचन के बाद निकलता है ।

घ) एक्सोप्टेरिगोटा (Exopterygota) : इनसेक्टा वर्ग के उपवर्ग टेरिगोटा (Pterygota) का एक भाग जिसमें कीटों के पंख बाह्य परिवर्धन से विकसित होते हैं ।

ङ) पूर्णरूपांतरणीय कायांतरण : कीटों का कायांतरण जिससे ऐसे तरूण जीवों का जन्म होता है जो रूप और स्वभाव दोनों में ही अपने जनकों से पूर्णतः भिन्न होते हैं ।

च) पूर्णक डिस्क : ये प्रौढ़ जीव के भावी अंगों के आद्यांग या पूर्ववर्ती हैं जैसे पंख, शृंगिकाएं आंतरिक अंग ।

ii) क) रक्त भोजन ख) शीत ग) आद्यप्रमस्तिष्क, कोर्पोरा कार्डिएका, एक्डसोन
घ) किशोर, टर्पिनॉइड ङ) किशोर, निर्मोचन च) कोर्पोरा एलैटा छ) एक्डिस्टेरोन

अंत में कुछ प्रश्न

1) उपभाग 18.4.1 पढ़ें

2) उपभाग 18.5.1 देखिए

3) उपभाग 18.5.1 देखिए

4) उपभाग 18.5.4 पढ़िए

5) उपभाग 18.5.7 दोहराएं

6) उपभाग 18.5.8 और 18.5.2 पढ़िए

7) उपभाग 18.6.2 देखिए

8) उपभाग 18.6.5 दोहराएं

इकाई 19 पुनर्जनन

इकाई की रूपरेखा

19.1 प्रस्तावना
- उद्देश्य

19.2 पुनर्जनन के प्रकार
- कार्यिकी पुनर्जनन
- सुधारात्मक पुनर्जनन
- क्षतिपूरक अतिवृद्धि

19.3 सुधारात्मक पुनर्जनन के पैटर्न
- अभिरूपी पुनर्जनन
- अंगांतरण पुनर्जनन

19.4 उभयचरों में पाद पुनर्जनन
- यूरोडेल पाद पुनर्जनन में अवस्थाओं का क्रम
- ब्लास्टीमा की पुनर्जनन कोशिकाओं की उत्पत्ति
- ब्लास्टीमा कोशिकाओं को पुनर्जनन शक्तिमत्ता की समस्या
- क्षत अधिचर्म और शिखाग्र अधिचर्मी आच्छद की भूमिका
- तंत्रिकाओं की भूमिका
- पुनर्जनन में हार्मोनों की भूमिका
- ब्लास्टीमा के दूरस्थ रूपांतरण का नियम
- एन्यूरी उभयचरों में पाद पुनर्जनन

19.5 उभयचरों में लेंस पुनर्जनन
- *नोटोफ्थैल्मस वाइरिडेसेंस* में पृष्ठ आईरिस से लेंस पुनर्जनन का प्रक्रम

19.6 हाइड्रा का पुनर्जनन
- पुनर्जनन प्रक्रम
- पुनर्जनन के कोशिका स्रोत
- ध्रुवता की समस्या

19.7 प्लैनेरियों का पुनर्जनन
- पुनर्जनन का प्रक्रम
- ब्लास्टीमा या पुनर्जनी कोशिकाओं की उत्पत्ति
- ध्रुवता की समस्या
- प्रेरण परिघटना

19.8 पुनर्जनन और भ्रूणीय परिवर्धन में तुलना

19.9 प्राणि जगत में पुनर्जनी क्षमता का सर्वेक्षण
- अकशेरुकी जंतुओं में पुनर्जनन
- कशेरुकी जंतुओं में पुनर्जनन

19.10 विषमकायांतरणः सुधारात्मक पुनर्जनन का एक प्ररूपी स्वरूप

19.11 सारांश

19.12 अंत में कुछ प्रश्न

19.13 उत्तर

19.1 प्रस्तावना

आपने ज़रूर देखा होगा कि जब कोई परभक्षी छिपकली को पूंछ से जकड़ लेता है तो छिपकली अपनी पूंछ के दूरस्थ भाग को परभक्षी को जकड़ में ही छोड़कर उसके पंजे से मुक्त हो जाती है। यह पूंछ जो कुछ देर के लिए हिलती रहती है, परभक्षी को चक्कर में डालने का काम तो करती है पर साथ में छिपकली को बच निकलने का मौका भी देती है। पूंछहीन छिपकली को अपनी पूंछ के हिस्से की क्षति की कोई चिंता नहीं रहती क्योंकि उसमें लुप्त भाग को फिर से विकसित कर लेने की क्षमता होती है। ऐसा परिवर्धन पुनर्जनन (regeneration) की क्रियाविधि द्वारा होता है।

पुनर्जनन ने कई पीढ़ियों से वैज्ञानिकों को उलझाए रखा है । इस क्रिया ने अठारहवीं सदी से एक विशाल साहित्य को जन्म दिया है । पुनर्जनन के सिद्धांतों को गढ़ने का मुख्य श्रेय टी. एच. मोर्गन (T.H. Morgan—1901) को जाता है । इन सिद्धान्तों ने पुनर्जनन में आजकल होने वाले अध्ययन की नींव रखी । मोर्गन ने पुनर्जनन की जिन गुत्थियों का पता लगाया था उन पर आज भी अनुसंधान किया जा रहा है । ये गुत्थियां हैं कोशिकाओं की उत्पत्ति और विकासीय क्षमताएं जिनके कारण पुनर्जनन हो सकता है, पुनर्जनित पाद की संरचना के निर्धारण में निकटवर्ती ऊतकों की भूमिका तथा विभिन्न जंतुओं की पुनर्जनी क्षमताओं में भारी भिन्नता के लिए ज़िम्मेदार कारण ।

जीववैज्ञानिक दृष्टि से पुनर्जनन का मतलब क्या है? पुनर्जनन एक रोचक और आकर्षक अद्भुत परिघटना है । इसमें पहले से निर्मित और कार्यशील जीव के पश्चभ्रूणीय जीवन में विकासी प्रक्रमों या संरचना विकास और विभेदन प्रक्रमों का पुनर्जागरण होता है । पुनर्जनन संगठन के अलग-अलग स्तरों पर होता है । उपकोशिकीय (sub cellular) और आण्विक (molecular) स्तर पर इसकी अभिव्यक्ति संतत संश्लेषण में होती है । यह संश्लेषण कोशिकाओं में उपयोग किए जा चुके पदार्थों के आपूरण के लिए निरंतर जारी रहता है । कोशिकीय (cellular) और ऊतक (tissues) स्तर पर इसमें जीर्ण कोशिकाओं, क्षत ऊतकों की मरम्मत और घावों का उपचार होता है । इन स्तरों पर पुनर्जनन की क्षमता सभी जंतुओं की एक सार्विक विशेषता है जिसके बिना किसी भी जीव का जीवन असंभव है । जीव स्तर पर पुनर्जनन में किसी अंग के कटे अंग की बहाली या संबंधित अंग के अवशिष्ट भाग से संपूर्ण शरीर की पुनर्रचना के लिए सर्वथा नवीन परिवर्धन होता है । इस प्रक्रम में बिल्कुल भिन्न कार्यिकी वातावरणीय परिस्थितियों में एक कार्यशील शरीर के मूल व्यक्तिवृत्तीय परिवर्धन के जटिल चरणों का पुनः अनुरेखण होता है । इस तरह के पुनर्जनन की क्षमता को सुधारात्मक (reparative) या प्रत्यवस्थापी (restitutive) पुनर्जनन कहा जाता है, जो कि जंतु जगत में असमान रूप से पाया जाता है । कुछ जंतुओं में कटे अंगों का या एक छोटे से टुकड़े से पूर्ण शरीर फिर से बना लेने की भारी क्षमता पाई जाती है । कुछ जंतुओं में इस तरह के पुनर्जनन की क्षमता सीमित रूप से होती है तो कुछ में इस सुधारात्मक पुर्नजनन की क्षमता रहती ही नहीं । जंतुओं में पुनर्जनन शक्ति की इस असमानता के कारण स्पष्ट नहीं हो पाए हैं । अनेक समूहों में जंतुओं में स्वांगोच्छेदन (autotomy) होता है । जब कोई शत्रु या परभक्षी इन्हें छेड़ता है या इनके लिए खतरा बन जाता है तो ये जंतु स्वांगोच्छेदन द्वारा अपने शरीर के किसी एक या अधिक अंगों, भागों को स्वयं त्याग देते हैं । स्वांगोच्छेदित भागों का अंततः पुनर्जनन हो जाता है ।

अपने कटे अंगों के पुनर्जनन के लिए भिन्न-भिन्न जन्तु अलग-अलग विधियां अपनाते हैं । पुनर्जनन पर किए जाने वाले अध्ययन और अनुसंधान कार्य परिवर्धन के बुनियादी प्रक्रमों और क्रियाविधियों को समझने में बड़े सहायक साबित हुए हैं । 250 वर्ष पहले इसकी खोज से अब तक पुनर्जनी क्षमता का अध्ययन लगभग प्रत्येक संघ के अनेक जंतुओं में किया जा चुका है । पुनर्जनन के विभिन्न परिवर्धन पहलुओं को समझने के लिए विश्लेषणात्मक अध्ययन के लिए जिन जन्तुओं का सर्वाधिक उपयोग किया गया है, वे हैं कशेरुकी जंतुओं में उभयचर (पाद, पुच्छ, नेत्र और लैंस पुनर्जनन) और अकशेरुकी जन्तुओं में हाइड्रा (सीलेंट्रेटा) और प्लैनेरियन (चपटे कृमि), ऐनेलिडों, आर्थोपोडों । कुछ दूसरे जंतुओं में भी पुनर्जनन का काफी अध्ययन किया गया है । इस इकाई का विषय हाइड्रा और प्लैनेरिया तथा यूरोडेल उभयचरों में पादों और लेंसों के पुनर्जनन का अध्ययन है, जिससे आपको पुनर्जनन के बुनियादी सिद्धांतों की जानकारी मिलेगी । अकशेरुकी जंतुओं के एनेलिडों (annelids) में पॉलिकीटों (polychaetes) के और ओलिगोकीटों (oligochaete) की कुछ जातियों में, आर्थोपोडों में कीटों में और कशेरुकी जंतुओं के साइक्लोस्टोमों (cyclostomes), उभयचरों और सरीसृपों में पुच्छ या/और पाद पुनर्जनन पर अध्ययन किए गए हैं । इसके विभिन्न पहलुओं की संक्षिप्त जानकारी इकाई के उस भाग में दी गई है, जिसमें विभिन्न जन्तु संघों में पुनर्जनी क्षमता पर एक सामान्य सर्वेक्षण दिया गया है ।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- जंतुओं में पुनर्जनन को समझा सकेंगे और यह भी बता सकेंगे कि पुनर्जनन का अध्ययन भ्रूणीय परिवर्धन को समझने में किस तरह से सहायक है

- कार्यिकी पुनर्जनन सुधारात्मक पुनर्जनन और क्षतिपूरक अतिवृद्धि में भेद कर सकेंगे
- अभिरूपांतरण (epimorphosis) और अंगांतरण (मॉर्फैलैक्सिस) द्वारा पुनर्जनन के प्रक्रमों को परिभाषित कर उनमें भेद बता पाएंगे
- स्वांगोच्छेदन (autotomy) मेटाप्लासिया (metaplasia) निर्विभेदन (dedifferentiation), ब्लास्टीमा ध्रुवता (polarity) और प्रवणता (gradient) इन शब्दों को स्पष्ट कर सकेंगे
- अकशेरुकी और कशेरुकी जन्तुओं में पुनर्जनी क्षमताओं को बारे में संक्षेप में बता सकेंगे
- यूरोडेल उभयचरों में पाद और नेत्र पुनर्जनन प्रक्रमों के बारे में बता पाएंगे
- हाइड्रा और प्लैनेरिया में पुनर्जनन के बारे में बता सकेंगे ।

19.2 पुनर्जनन के प्रकार

जंतुओं में होने वाले पुनर्जनन के तीन बुनियादी प्रकार हैं: i) कार्यिकी (physiological) पुनर्जनन ii) सुधारात्मक (reparative) पुनर्जनन और iii) क्षतिपूरक अतिवृद्धि (compensatory hypertrophy) ।

19.2.1 कार्यिकी पुनर्जनन (Physiological Regeneration)

इस प्रकार का पुनर्जनन एक नियमित कार्यिकी प्रकार्य है जिसमें कोशिकाओं और ऊतकों का निरंतर प्रतिस्थापन होता है । इसलिए यह सभी जंतुओं में जीवन के अनुरक्षण के लिए अपरिहार्य है ।

सभी सजीव तंत्रों की यह पहली विशेषता है । इस तरह के पुनर्जनन के बिना जीवन संभव ही नहीं क्योंकि जीव का अनुरक्षण ही, निरंतर होने वाले नवनिर्माण और विनिमय पर निर्भर करता है जिसके द्वारा सभी ऊतक और अंग स्वयं का नवीकरण करते हैं । उदाहरण के लिए हमारे शरीर में अधिचर्मी त्वचा परतों और लाल रुधिर कोशिकाओं (red blood cells) का नियमित प्रतिस्थापन बेहद जरूरी है । कहीं-कहीं तो समय-समय पर भारी मात्रा में ऊतकों की जगह नवनिर्मित ऊतक लेते हैं । जैसे : अंडाशय में पुटकों (follicles) के अनुक्रमिक उत्पादन या पंखों (feathers) व रोमों (बालों) का निर्मोचन और प्रतिस्थापन । हम अपने शरीर को ही लें तो सक्रिय संचारण में मौजूद कुल 25×10^{12} लाल रुधिर कोशिकाओं (RBC) में एक प्रतिशत हर दिन नष्ट होती हैं और फिर उनकी जगह नई कोशिकाएं ले लेती हैं ।

पुनर्जनन की कालवधि भिन्न-भिन्न पाई जाती है । जैसे स्तनी त्वचा में आधारी स्तर पर बनने वाली अधिचर्मी कोशिकाओं को ऊपरी या बाहरी सतह तक पहुंचने और फिर उतरने में कई हफ्तों का समय लग जाता है । जबकि दूसरी ओर आंत्र में मौजूद एक उपकला कोशिका का जीवन काल कुछ दिनों तक सीमित रहता है । एक कोशिका जीवों में पाये जाने वाले रोमनुमा गतिशील कशाभ (flagella) और पक्ष्माभ (cilia) विच्छेदन के एक या दो घंटा में ही पुनर्जनन कर लेते हैं ।

19.2.2 सुधारात्मक पुनर्जनन (Reparative Regeneration)

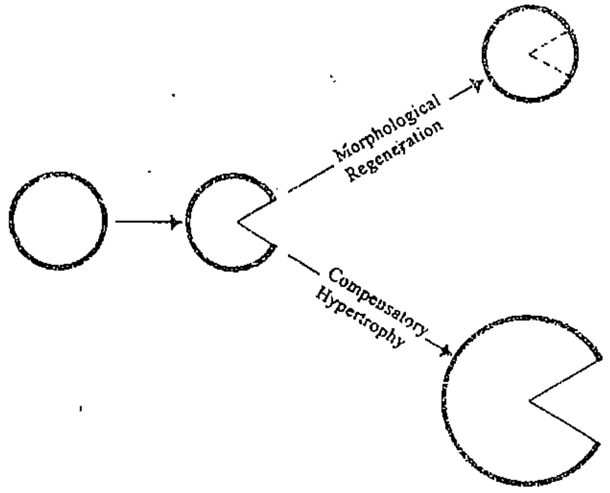
जैसा कि नाम से ही साफ़ हो जाता है इस तरह के पुनर्जनन में चोट के कारण लगे घाव की मरम्मत या जानबूझकर या ग़लती से विच्छेद किए गए शरीर के किसी भाग का प्रतिस्थापन होता है । ऐसे पुनर्जनन में किसी एक शरीर अंग या अंग के एक भाग की बहाली (restoration) होती है । जैसा कि उभयचरों के नेत्र और लैंस (lens) के पुनर्जनन में होती है या फिर इसमें जनक (parent) शरीर से विलगित एक हिस्से से संपूर्ण जीव का पुनर्जनन होता है जैसा कि आप हाइड्रा में देखेंगे । इस तरह के पुनर्जनन की सामर्थ्य सभी जंतुओं में समान रूप से नहीं पाई जाती । कुछ में इस तरह के पुनर्जनन की भारी शक्ति रहती है तो कुछ में यह अलग-अलग मात्रा में होती है तो कुछ में बिल्कुल नहीं पाई जाती । इस इकाई में मुख्यतः सुधारात्मक पुनर्जनन के बारे में ही बताया गया है, जिसे प्रायः पुनर्जनन कहा जाता है, जैसा कि अकशेरुकी और कशेरुकी जन्तुओं में पाया जाता है ।

19.2.3 क्षतिपूरक अतिवृद्धि (Compensatory Hypertrophy)

ऐसा देखने में आया है कि शरीर के किसी अंग या भाग या ऊतक का सही विस्थापन ही जंतुओं में

पुनर्जनन का एक मात्र तरीका नहीं है । बल्कि शरीर के कई आंतरिक अंग लुप्त या कटे भाग के पुनर्वधन के बजाए किसी भी प्रकार के ह्रास की क्षतिपूर्ति वे जो कुछ भी शेष रहता है उसी के विवर्धन द्वारा कर लेते हैं । (चित्र 19.1) । इस प्रक्रम को क्षतिपूरक अतिवृद्धि (compensatory hypertrophy) कहते हैं । यह इसलिए संभव है क्योंकि अंग का बचा भाग उतना ही अच्छा या स्वस्थ होता है जितना कि लुप्त हुआ भाग । स्तनधारियों में यकृत का पुनर्जनन इस प्रक्रम का एक सुप्रमाणित उदाहरण है, जिसमें अवशिष्ट पिंडक (lobe) आकार में फैलता जाता है । इसके फलस्वरूप यकृत उतकों के मूल पिंड और साथ ही उसके प्रकार्य की बहाली हो जाती है । यकृत में क्षतिपूरक अतिवृद्धि के साथ-साथ उसकी कोशिकाओं, और जिन ऊतकीय प्रकार्यात्मक इकाइयों (histological functional unit) में वे गठित होती हैं, उन इकाइयों में भी अतिवर्धन (hyperplasia) होता है । इसी तरह की क्रियाविधियां कई अंतःस्त्रावी (endocrine) और बहिस्त्रावी (exocrine) ग्रंथियों में सर्जरी (surgery) या कार्यिकी अपर्याप्तता के फलस्वरूप देखी गई हैं । अग्नाशय (pancreas), थाइरॉइड, एड्रिनल ग्रंथियां और अंडाशय ऐसे दूसरे अंग हैं जो क्षतिपूरक अतिवृद्धि के द्वारा पुनर्जनन करते हैं । ऐसी क्षति (loss) को वे जिस तरह से पूर्ति करते हैं वह ठीक उसी के समान है जिस तरह वे व्यक्तिवृत्त (ontogeny) के दौरान वृद्धि करते हैं ।

मगर सभी अंग अपनी प्रकार्यात्मक इकाइयों में इस तरह से संवर्धन नहीं कर पाते । जैसे तंत्रिकाएं मांस पेशियां, फेफड़े और वृक्क (kidneys)।



चित्र 19.1 : पुनर्जनन के गुणात्मक और परिमाणात्मक विधियों में तुलना । कुछ संरचनाएं आकारिकी पुनर्जनन के द्वारा स्वस्थाने (in situ) प्रतिस्थापित होती हैं । अन्य संरचनाएं पुनवृद्धि नहीं करती, बल्कि उनके अवशिष्ट भाग क्षतिपूरक अतिवृद्धि के द्वारा विवर्धन करते हैं ।

बोध प्रश्न 1 :

कार्यिकी और सुधारात्मक पुनर्जनन में भेद बताइए और हर एक के दो उदाहरण दीजिए ।

....

....

....

....

....

....

19.3 सुधारात्मक पुनर्जनन के पैटर्न

पुनर्जनन के दो भिन्न पैटर्न या विधियां हैं जिन्हें मोर्गन (1901) ने ये नाम दिए:

i) अभिरूपी पुनर्जनन : अभिरूपांतरण (Epimorphosis)

ii) अंगांतरी पुनर्जनन : अंगांतरण (Morphallaxis)

19.3.1 अभिरूपी पुनर्जनन

इस तरह के पुनर्जनन में जीव शरीर के बचे हुए भाग से एक कलिका (bud) या ब्लास्टीमा की वृद्धि के द्वारा लुप्त या कटे भाग की पुनर्रचना और बहाली होती है । इसके बाद ब्लास्टीमा का पुनर्विभेदन (redifferentiation) और संरचना विकास (morphogenesis) होता है । इसका सुपरिचित उदाहरण सरट (salamander) के पाद का पुनर्जनन है । इस पुनर्जनन के बारे में आप इकाई के भाग 19.4 में और विस्तार से जानेंगे । संक्षेप में, इस पुनर्जनन में अंगोच्छेदन (amputation) स्थल पर एक कलिका या ब्लास्टीमा बन जाती है । ब्लास्टीमा में वे सभी कोशिकाएं होती हैं जो पुनर्जनित भाग की रचना करेंगी और यह उन सभी जंतुओं के पुनर्जनी प्रक्रमों में पाया जाता है जिनमें अभिरूपी पुनर्जनन या अभिरूपांतरण होता है । ब्लास्टीमा ऐसी कोशिकाओं से बना रहता है जो शरीर के बचे हुए ठुंड (stump) के विभिन्न उतकों से अपनी विविध उत्पत्ति के बावजूद भी काफ़ी मिलते जुलते दिखाई देते हैं ।

19.3.2 अंगांतरण (Morphallaxis)

इस तरह का पुनर्जनन पौधों, स्पंजों और सीलेन्टरेट जंतु जैसे जैली फिश और हाइड्रा में होता है । लुप्त या कटे अंगों या भागों को पूर्वविद्यमान (pre-existing) भागों के पुनर्गठन या पुनर्प्रतिरूपण के द्वारा प्रतिस्थापित किया जाता है । घाव भर जाता है और आसपास के ऊतक पुनर्गठन कर लुप्त या उच्छेदित अंग की रचना करते हैं । इस तरह ऐसे पुनर्जनन में जंतु का अवशिष्ट भाग लुप्त भाग को पुनर्स्थापित करने या समूचे जीव को जन्म देने में समर्थ रहता है । ऐसा वह कोशिकाओं के उपलब्ध पिंड को एक नए पूर्ण शरीर में पुनर्प्रतिरूपण या पुनर्गठन करके करता है । इस प्रक्रम में वृद्धि तब तक नहीं होती जब तक कि लुप्त भाग या पूर्ण शरीर का पुनर्जनन न हो जाए जो कि शुरूआत में बहुत छोटा होता है । सामान्य रूपाकार प्राप्त करने के लिए वृद्धि बाद में होती है ।

मॉर्फैलेक्सिसी पुनर्जनन कोशिका विभाजन की पूर्ण अनुपस्थिति में हो सकता है, जैसा कि हाइड्रा के पुनर्जनन में देखा जाता है । कुछेक कोशिकाएं भी एक नए जीव को बनाने में सक्षम रहती हैं । उदाहरण के लिए स्पंजों में कुछ आद्यकोशिकाएं (archaeocytes) ही स्पंज के संपूर्ण शरीर का पुनर्जनन कर लेती हैं । इसी तरह हाइड्रा का एक भाग, जो कि मूलजंतु का दो सौवां भाग (1/200th part) जितना छोटा हो, कोशिश प्रचुरोद्भवन हुए बिना ही एक संपूर्ण जंतु की रचना कर लेता है । मगर यह अंगांतरी (morphallactic) पुनर्जनन सिर्फ निम्न जंतु समूहों (lower group) में ही पाया जाता है । जटिल संगठन संरचना वाले जंतु अपने शरीर अंगों का पुनर्जनन भिन्न तरीके से विशिष्टीकृत कलिका या ब्लास्टीमा के स्फुटन द्वारा करते हैं । जैसा कि आप इकाई के भाग 19.3.1 में पढ़ चुके हैं ।

बोध प्रश्न 2

मेट्रिडियम (Metridium) नामक समुद्री ऐनिमोन किसी चट्टान को पार करते समय बार-बार अपने पैर के खंड छोड़ता जाता है । ये पाद खंड नए, लघुरूपी एनिमोनों में पुनर्गठित हो जाते हैं जो भोजन प्राप्त कर वृद्धि करने लगते हैं । यह किस तरह का पुनर्जनन है ?

....

19.4 उभयचरों में पाद पुनर्जनन

कशेरुकी जंतुओं में उभयचरों ख़ासकर यूरोडेलों में पुनर्जनन करने की अद्भुत शक्ति पाई जाती है ।

पुनर्जनन की इसी शक्ति की वजह से ये उभयचर अनुसंधान कार्य में आकर्षण का विषय रहे हैं और यही वजह है कि इनका बड़ी गहराई से अध्ययन किया गया है । इन कशेरुकी की जंतुओं में पुनर्जनन के प्रक्रमों क्रियाविधियों और दैहिक कारकों के बारे में काफी जानकारी अब हासिल की जा चुकी है । इसलिए हमने कशेरुकियों में पुनर्जनन के दो मॉडलों को चुना है जिन्हें अच्छी तरह से अध्ययन किया गया है । ये हैं :

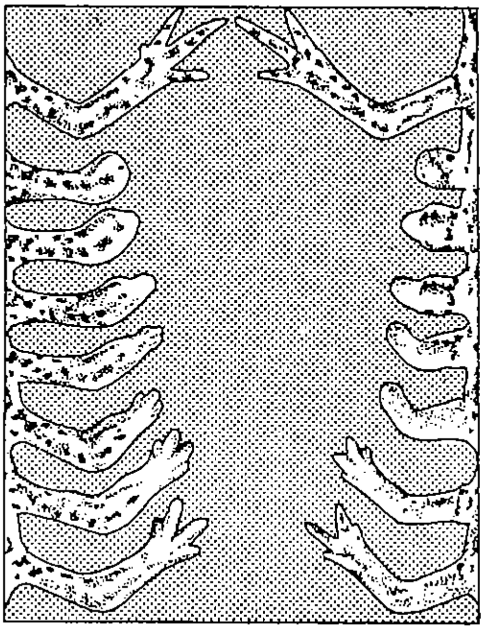
1) यूरोडेल उभयचरों में पाद का पुनर्जनन

2) यूरोडेल उभयचर *नोटोफ्थैलमस ट्राइट्यूरस* (*Notophthalmus trituris*) में लेंस का पुनर्जनन ।

19.4.1 यूरोडेल पाद पुनर्जनन में अवस्थाओं का क्रम

सरीसृपों, पक्षियों और स्तनधारियों के विपरीत यूरोडेल उभयचरों में विच्छेदित पादों के पुनर्जनन की क्षमता पूरे जीवन भर पाई जाती है । ऐन्यूरी उभयचर (मेंढक और टोड) पाद के किसी भी लुप्त या कटे भाग की पुनर्रचना कर सकते हैं, मगर उनकी यह क्षमता लारवा या टैडपोल अवस्था तक ही सीमित रहती है । इसलिए सामान्य परिवर्धन, विशेषकर कशेरुकी भ्रूणों और खास तौर से कशेरुकी जंतुओं में पादांगों के व्यक्तिवृत्तीय परिवर्धन से जुड़ी सभी घटनाएं उभयचरों में होने वाले पाद पुनर्जनन में सहज निहित हैं । इसके अलावा पुनर्जननशील पाद के पैटर्न नियमित करने वाले सिद्धांत भी वही हो सकते हैं जो कि पाद के आरंभिक परिवर्धन के दौरान होने वाले पैटर्न निर्माण में लागू होते हैं ।

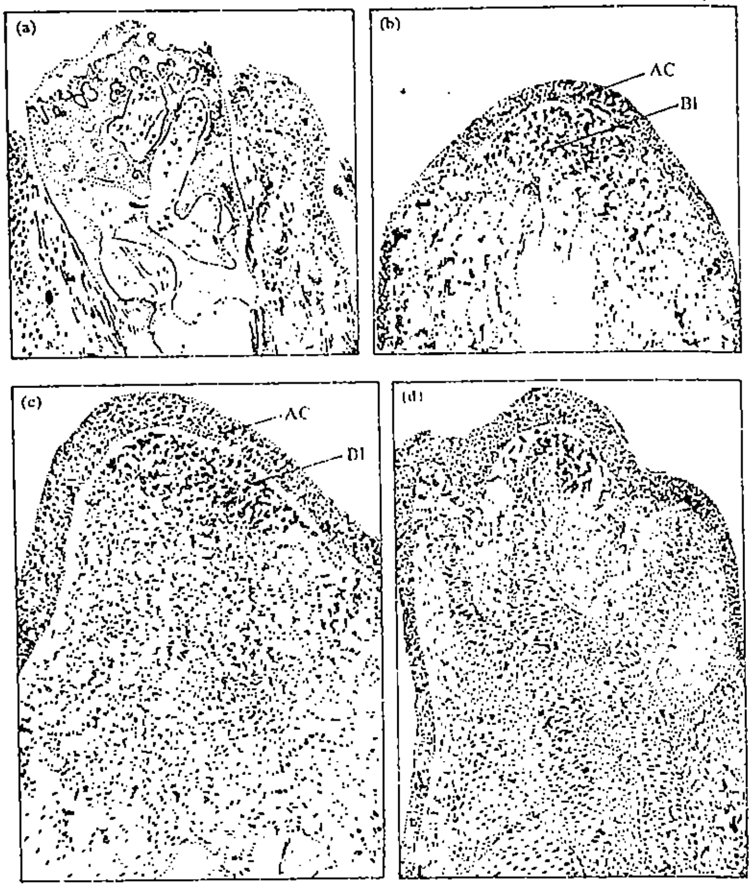
लारवा और प्रौढ़ न्यूटों (newts) में पाद पुनर्जनन का अनेक अनुसंधानकर्ताओं ने गहन अध्ययन किया है । यह अभिरूपांतरण का सर्वाधिक विवेचित उदाहरण है । आइए देखते हैं कि पाद पुनर्जनन होता कैसे है । चित्र 19.2 और 19.3 में न्यूटों में होने वाले अग्र और पश्च पादों के पुनर्जनन को दिखाया गया है ।



चित्र 19.2 : प्रौढ़ सरट के अग्रपादों (ऊपर) को निचली भुजा (बाएं) और ऊपरी भुजा (दाएं) के बीच से विच्छेदित किया गया । दोनों ही स्थितियों में काट के दूरस्त ओर से उपयुक्त अंगों वाले एक सामान्य पाद का पुनर्जनन हुआ (नीचे) ।

यूरोडेल उभयचरों में पाद को काट दिए जाने के बाद घाव का भरना शुरू हो जाता है । घाव के किनारों पर स्थिति अधिचर्म फैल कर खुले घाव की सतह को ढक लेती है (चित्र 19.3 a और b) । घाव का बंद होना तेजी से होने वाला प्रक्रम है, जो जंतु के आकार के अनुसार एक या दो दिन में पूरा हो जाता है । इस घाव के बंद होते ही अधिचर्मी कोशिकाएं प्रचुरोद्भवन (proliferation) कर कोशिकाओं का एक बहुस्तरीय पिंड (mass) बनाती हैं । यह पिंड विच्छेदित पाद के टुंड के सिरे पर एक शक्वाकार उभार के रूप में प्रकट होता है । इस संरचना को शिखाग्र अधिचर्मी आच्छद (Apical epidermal cap) या AEC कहते हैं । इसे आप (चित्र 19.3) में देख सकते हैं । घाव उपचार के साथ-साथ अंगोच्छेदन से क्षतिग्रस्त टुंड ऊतक को क्षत और मरणासन्न कोशिकाओं के

कचरे को हटाने का काम भी चलता है । इस कचरे को हटाने का काम भक्षकाणु (phagocytes) करते हैं जो क्षत उपकला के नीचे जमा हो जाते हैं जिनकी वजह से कुछ देर के लिए शोथ (inflammation) बन जाता है । साथ-साथ आकार में समान और अविभेदित मध्योतकी कोशिकाएं AEC के नीचे जमा हो जाती हैं । इन कोशिकाओं में केन्द्रक बड़े-बड़े और जीवद्रव्य क्षारकरागी (basophilic) होता है । इस तरह ये पुनर्जनन कलिका (regeneration bud) या ब्लास्टीमा (blastema) बनता है (चित्र 19.3 b) ।

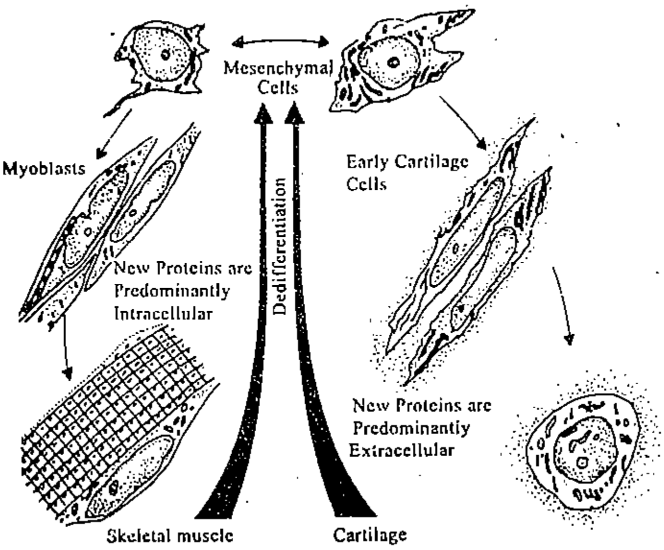


चित्र 19.3 : प्रौढ़ *ट्राइट्यूरस वाइरिडिसेंस* के विच्छेदित पाद में पुनर्जनन के दौरान होने वाले ऊतकीय परिवर्तन a : नवविच्छेदित पाद : कंकाल से त्वचा और मांस पेशियों का आकुंचन । b : बाह्यत्वचा में स्थूलन और ब्लास्टीमा कोशिकाओं का संचय दिखाता सोलह दिवसीय पुनर्जनी । c : विशाल ब्लास्टीमा दिखाता 21 दिवसीय पुनर्जनी । यह ब्लास्टीमा पुनर्विभेदन शुरू कर रहा है । d : विच्छेदन के 28 दिन बाद एक सुविकसित पुनर्जनी जिसमें पुनर्जनित कंकाली आद्यांग दिखाई दे रहे हैं । AC; शिखाग्र आच्छद, BL; ब्लास्टीमा । (थॉमस बी. कॉनेली टी. बी. स्प्रेग और डा. सी. एस. थार्नटन) ।

कोशिकाओं के द्रुत समसूत्री (mitotic) विभाजनों के चलते यह ब्लास्टीमा वृद्धि कर कमोबेश शंक्वाकार हो जाता है जिसके शिखर पर शिखाग्र अधिचर्म आच्छद यानी AEC स्थित होता है । अब यह ब्लास्टीमा पुनर्विभेदन (redifferentiation) प्रावस्था में प्रवेश करता है ।

लुप्त शरीर अंग की रचना करने के लिए पुनर्विभेदन की शुरुआत ब्लास्टीमा के स्पैचुला (Spatula) नुमा बन जाने से होती है । इसके बाद धीमे-धीमे संरचना विकास चलता है जिसके फलस्वरूप ब्लास्टीमा, पाद के लुप्त भाग का आकार पा लेता है (चित्र 19.2) । इस छोटे से पुनर्जनित भाग में अब तेज़ी से वृद्धि होती है । कुछ समय बाद यही अंग इतना परिवर्धन कर लेता है कि इसे रूप और प्रकार्य दोनों में ही विच्छेदित मूल अंश से अलग कर पाना मुश्किल हो जाता है । आंतरिक ऊतक (कंकाली अवयव, मांसपेशी, संयोजी ऊतक रुधिर वाहिका आदि) ब्लास्टीमा कोशिकाओं से विभेदित हो जाते हैं ।

ब्लास्टीमा जब पुनर्विभेदन की अवस्था में प्रवेश करता है तो सबसे पहले बनने वाले ऊतक उपास्थिमय कंकाल अवयव होते हैं (चित्र 19.3 d) । विभिन्न कंकाल अवयव ठीक उसी तरह समीपस्थ दूरस्थ विन्यास में प्रकट होते हैं जिस तरह वे पाद के सामान्य भ्रूणीय परिवर्धन में करते हैं । उपास्थिमय कंकाल घटकों का अस्थीभवन (ossification) बाद में होता है । मांसपेशियों का पुनर्निमाण ब्लास्टीमा कोशिकाओं से एकदम नया और क्षतिग्रस्त भाग में मौजूद पेशियों की मरम्मतरूपेण—इन दोनों तरीके से होता है (चित्र 19.4)।



चित्र 19.4 : मध्योतकी ब्लास्टीमा कोशिकाओं के पेशिकोरको (myoblasts) व पेशी कोशिकाओं, आरंभिक उपास्थि (cartilage) कोशिकाओं और उपास्थि में विभेदन करते समय सूक्ष्म संरचना में होने वाले परिवर्तनों को सारबद्ध करता चित्र । निर्मित कोशिकाएं (चित्र के मध्य में तीर) पाद के विच्छेदन पर मध्योतक कोशिकाओं में विभेदन करती हैं ।

रुधिर वाहिकाएं (blood vessels) पुनर्जनन के अति आरंभिक चरणों में नहीं दिखाई देतीं । मगर वे जल्दी ही टुंड से ब्लास्टीमा में भी फैल जाती हैं । अंत में पुनर्जनित पाद में संवहनीभवन (vascularisation) के मूल पैटर्न की प्रतिकृति बन जाती है । अंगोच्छेदन के द्वारा जब पाद को काटा जाता है तो उसके साथ-साथ अनेक तंत्रिकाएं भी कट जाती हैं । मगर अंगोच्छेदन के शीघ्र बाद ही इनके तंत्रिकाक्ष (axons) घाव के अंदर वृद्धि कर लेते हैं और फिर मूल तंत्रिका पैटर्न की पुंनर्रचना करते हैं । जैसा कि आप आगे जानेंगे, तंत्रिकाएं पाद पुनर्जनन में बेहद महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं । पुनर्जनन के दौरान होने वाले विभेदन ऊतक संगठन और संरचना विकास के सभी प्रक्रम भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान होने वाले प्रक्रमों की तरह ही होते हैं । अंगोच्छेदन का स्तर कुछ भी हो या फिर लारवा या प्रौढ यूरोडेल का अग्रपाद या पश्चपाद हो या ऐन्यूरी उभयचरों के टैडपोल के पाद हों, सभी में पाद पुनर्जनन अवस्थाओं और घटनाओं के समान क्रम में ही होता है । जैसा कि ऊपर बताया गया है ।

बोध प्रश्न 3

निर्विभेदन (de differentiation) से आप क्या समझते हैं ?

....

....

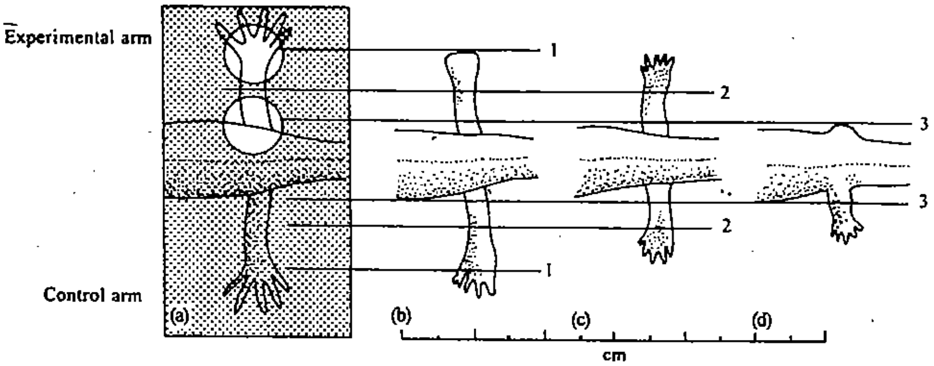
....

....

19.4.2 ब्लास्टीमा की पुनर्जनन कोशिकाओं की उत्पत्ति

कशेरुकी जंतुओं में ब्लास्टीमा को बनाने वाली कोशिकाओं की उत्पत्ति (origin) का न्यूटों और सरटों

के पुनर्जनी पादों में अनेक शोधकर्ताओं ने गहन अध्ययन किया है । इनसे पता चलता है कि ब्लास्टीमा की रचना, कोशिकाएं दैहिक मूल (systemic origin) की न होकर स्थानीय (local) होती हैं । इस निष्कर्ष पर पहुंचने के लिए वैज्ञानिकों ने यूरोडेलों पर अनेक किरणन (irradiation) प्रयोग किए । यह पाया गया कि एक्स-रे (x-ray) की उपयुक्त मात्रा (dose) देने पर यूरोडेलों की पुनर्जनन क्षमता दब जाती है । इस जानकारी का उपयोग करते हुए वैज्ञानिकों ने पाया कि ऐसे यूरोडेल जिनके शरीर पर किरणन किया गया था, वे अंगोच्छेदन के बाद अपने पादों का पुनर्जनन नहीं कर पाए । इसी तरह किरणित पाद भी विच्छेदन के बाद पुनर्जनन नहीं कर पाए । मगर जब पाद को एक्स-रे के प्रभाव से बचा लिया गया और शेष शरीर को किरणित किया गया तो पाद में पुनर्जनन सामान्य तरीके से हुआ । जब पाद का सिर्फ एक हिस्सा, जैसे घुटने के जोड़, पर किरणन किया गया तो पाद का पुनर्जनन तभी हो पाएगा जब विच्छेदन किरणित खंड से ऊपर या नीचे किया गया हो, न कि इस खंड से होते हुए । चित्र 19.5 में यूरोडेलों पर किए गए कुछ किरणन प्रयोगों को दर्शाया गया है । इन प्रयोगों से यह साबित हो गया कि ब्लास्टीमा की कोशिकाएं स्थानीय मूल की होती हैं ।



चित्र 19.5 : (a,b,c) पुनर्जननशील न्यूट पादों की ऊतकीय काटें । ऊपर से नीचे की ओर : घाव उपचार, ब्लास्टीमा निर्माण और आरंभिक विभेदन (d) । एक न्यूट में पाद के हिस्सों का स्थानीय किरणन और करणित पाद (दाएं) और कंट्रोल पाद (बाएं) में विभिन्न स्तरों पर विच्छेदन के परिणाम । बाईं ओर के रेखाचित्र (a) में परिरक्षण या शील्डिंग पट्टिका को दिखाया गया है, जो दाहिने पाद में दो वृत्ताकार छिद्रों को छोड़कर, (जिनसे होकर एक्स-रे गुज़र सकती हैं), शेष सारे शरीर को ढ़के हुए है । पाद को जब किरणित हिस्सों (रेखा 1 और 3) के अंदर उच्छेदित किया जाता है तो वह वृद्धि नहीं कर पाता । कंट्रोल (बाएं) वाला भाग सभी स्तरों पर विच्छेदन होने पर पुनर्जनन कर लेता है ।

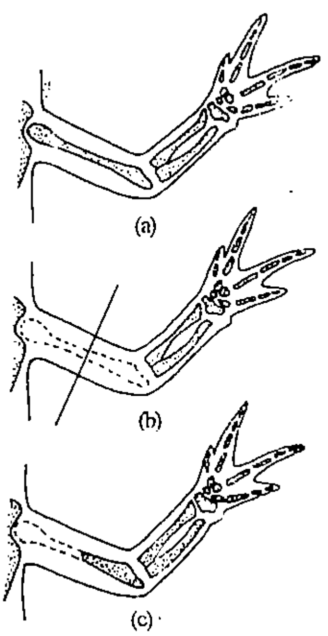
19.4.3 ब्लास्टीमा कोशिकाओं की पुर्नजनन शक्तिमत्ता (Potency) की समस्या

अब आप यह जान गए हैं कि पुनर्जनन का काम स्थानीय कोशिकाएं ही करती हैं । अब सवाल उठता है कि ब्लास्टीमा की कौन सी कोशिकाएं पाद के कौन-कौन से ऊतकों में विभेदन करती हैं ?

पेशियां, उपास्थियां जैसी विभेदन कोशिकाएं क्या अपने विशिष्टीकृत गुणधर्मों को खो देती हैं, प्रचुरोद्भवन करती हैं और अंततः अपनी पूर्व विभेदित अवस्था यानी पेशियों उपास्थियों आदि के अनुसार ही पुनर्विभेदन करती हैं ? या निर्विभेदित कोशिकाएं क्या वाकई बहुशक्तिमान (pluripotent) कोशिका बन जाती हैं जो नाना प्रकार की विभेदित कोशिकाओं को बनाने में समर्थ हों । इसका हल ढूंढने के लिए वैज्ञानिकों ने एक प्रयोग किया जिसमें एक प्रौढ़ न्यूट के पाद खंड से कंकाल निकाल लिया गया (चित्र 19.6) । इसके लिए अस्थि को समूल काट दिया गया जिससे पाद स्थायी रूप से कंकालहीन बन गया । इसके बाद अस्थिहीन खंड को विच्छेदित कर दिया गया । पाद के पुनर्जनन

ार लेने पर उसमें कंकाल घटक यानी अस्थि भी पाई गई । इससे यह स्पष्ट हो गया कि कंकाल ाटक एक ऐसे ब्लास्टीमा से भी विभेदन कर सकते हैं, जिसे पूर्वविद्यमान कंकाल से कोई योगदान न मेला हो । इस तरह ऊतकों खासकर कंकाली ऊतकों को टुण्ड में मौजूद अपने जातिगत उतकों की ोशिकाओं द्वारा निर्माण किए जाने की जरूरत नहीं पड़ती ।

स प्रयोग से यह भी साबित होता है कि पुनर्जनन ब्लास्टीमा टुंड उतकों के निर्विभेदन से उत्पन्न होता । रेडियोधर्मी ट्रेसरों (tracers) की सहायता से किए गए अध्ययनों ने भी इसकी पुष्टि की है कि नेर्विभेदकी ऊतक ही असल में ब्लास्टीमा को रचना करते हैं । न्यूटों के विच्छेदित पाद के ऊतकों को एक प्रयोग में ट्राइशियेटिड थाइमिडिन (tritrated thymidine), जो कि DNA का एक पूर्ववर्ती है, और दूसरे प्रयोग में ट्राईशियेटिड ल्यूसीन (tritiated leucine) दिया गया । दोनों ही प्रयोगों में ेडियोधर्मी चिह्नित पूर्ववर्तियों को विच्छेदन सतह के संलग्न कोशिकाओं द्वारा ग्रहण कर लिया गया । ाह अंतःग्रहण तभी से शुरू हो गया जब कि ऊतकों की ऊतकीय विशेषताएं लुप्त नहीं हो पाई थीं। सससे यह पता लगाया जा सका कि संश्लेषी क्रिया में सभी किस्म के ऊतक हिस्सा लेते हैं । ख़ासकर शियां, तंतुकोरक (fibroblasts), पर्यस्थिकला (periosteum), अंतरस्थिछद (endosteum), तंत्रिकाओं की श्वॉन (Schwann) कोशिकाएं और अधिचर्म । ब्लास्टीमा को इन सब ऊतकों की चिन्हांकित ोशिकाओं से बना पाया गया । इस तरह इससे यही निष्कर्ष निकाला गया कि विच्छेदन टुंड amputation stump) के किसी भी ऊतक को पुनर्जनन में हिस्सेदारी से अलग नहीं रखा जाता । ल्कि सभी कोशिकाएं घाव लगने पर पहले वृद्धि (संश्लेषण) द्वारा और फिर विभेदन के द्वारा भनुक्रिया करती हैं । मगर प्रयोगों में यह पाया गया है कि अधिचर्म आंतरिक ब्लास्टीमा के निर्माण में ोई योगदान नहीं करती है ।



चित्र 19.6 : टुंड ऊतक कि को कंकाल के दूरस्थ भागों के पुनर्जनन में ज़रूरत नहीं पड़ती । a : एक न्यूट का अग्रपाद कंकाल b : ह्यूमेरस को काट दिया जाता है और फिर पाद को ऊपरी भुजा से होते हुए विच्छेद कर दिया जाता है । c : कंकाल सहित दूरस्थ (distal) भागों का पुनर्जनन जो उच्छेदन सतह से आगे बढ़ता है ।

ंततः जीववैज्ञानिक एक और वैकल्पिक विचार रखते हैं कि क्या आरक्षित कोशिकाओं (reserve ells) की कोई स्थानीय संख्या भी सचमुच में मौजूद होती है जिससे बहुशक्तिमत्ता का भ्रूणीय गुण बना हता है, और इसलिए वे पाद पुनर्जनन में विभिन्न प्रकार के विभेदित ऊतकों को बनाने में सक्षम हती हैं । इस वैकल्पिक अवधारणा को प्रयोग द्वारा परखने में वैज्ञानिकों को अत्यधिक कठिनाई रही क्योंकि पाद ऊतक एक ही तरह की कोशिकाओं की विशुद्ध संख्याओं से नहीं बने होते । इसके ालावा विशिष्टीकृत कोशिकाओं के साथ-साथ अधिकांश ऊतकों में संयोजी ऊतक कोशिका भी पाई ाती है जिनमें से कुछ ऊतक बहुशक्तिमान हो सकती हैं ।

ऊतकों की विभेदन अंतःशक्ति (differentiation potential) का पता लगाने के लिए अनुसंधानकर्ताओं ारा उपयोग की जाने वाली मानक विधि एक द्विगुणित (डिप्लॉइड) आदाता (host) जंतु को किरणित ारना है । किरणन आदाता कोशिकाओं का प्रचुरोद्भवन रोक देता है जिससे पुनर्जनन में वे सीमित प से भाग नहीं ले पाती हैं । किरणन के बाद आदाता में तिगुणित (triploid) दाता से एक ऊतक ंतर्रोप लगाया जाता है । पाद को पुनर्जनन करने के लिए काट दिया जाता है । पुनर्जनन के बाद ुनर्जनी का ऊतकीय विश्लेषण किया जाता है । ऊतक की कोशिकाओं में मौजूद तिगुणित केन्द्रक से ता चलता है कि वह दाता ऊतक से है और अगर वह पुनर्जनी में पाया जाए, जैसा कि अक्सर ोता है, तो इससे पता चलता है कि इसने नए ऊतकों की रचना में हिस्सा लिया है । कुछ प्रयोगों में ाता तिगुणित कोशिकाओं को अक्सर 3H--थाइमिडिन (thymidine) से चिन्हांकित किया जाता है । ागुणित रेडियोधर्मी केन्द्रकों की उपस्थिति की वजह से दाता कोशिकाओं को आसानी से पहचान लिया ाता है ।

ायोगों में यह देखा गया है कि जब दाता ऊतक उपास्थि हो, जिससे कि पेशी और संयोजी ऊतकों ो सावधानी से अलग कर दिया गया हो, तो पुनर्जनी में पुनर्जनित उपास्थि, पर्युपास्थि perichondrium) (जो कि उपास्थि को घेरे रहने वाली संयोजी ऊतक की एक परत है), संधियों joints) के संयोजी ऊतक और तंतुकोरकों (fibroblast) में दाता प्ररूप कोशिकाएं ही पाई जाती हैं । ागर अधिचर्म और पेशियों में कोई भी दाता कोशिका नहीं पाई जाती । पर जब तरुण एक्सोलोटल ारवा (प्रौढ़ नहीं) के पाद से उपास्थि निकाल कर उसे आदाता एकसोलोटल के किरणित पाद में ंतिरोपित किया जाता है तो वह आदाता पादों के विच्छेदन के बाद विकसित पुनर्जनी में अंतर्रोप के ाध्यम से कुछ पेशी ऊतकों में कोशिकाओं का निर्माण करती है । दूसरी ओर अनेक अनुसंधानकर्ताओं ा पाया है कि अगर दाता ऊतक पेशी हो तो पेशी मूल की दाता कोशिकाएं उपास्थि सहित सभी ुनर्जनित मध्यजनस्तरी व्युत्पन्नों में पाई जाती हैं । इस परिणाम से यही पता चलता है कि पेशी ऊतक मूल वाली विभेदित कोशिक में पुनर्जनन की शक्ति उपास्थि ऊतक से व्युत्पन्न कोशिका से

कहीं ज़्यादा होती है । बहरहाल, एक बात आपको ध्यान में रखना चाहिए कि पेशी, परिपेशी तंतुकोरकों से घनिष्टता से जुड़ी रहती है । इन तंतुकोरकों को कड़ाई से अलग नहीं रखा जा सकता है । इसलिए ये ऐसे पुनर्जनी में जिसमें कि दाता से पेशी को प्रतिरोपित किया गया हो, पेशी के अलावा दूसरे किस्म के उत्तकों के विभेदन का माध्यम बन सकते हैं ।

जीनोपस लारवा पर किए गए ऐसे ही प्रयोगों की एक शृंखला में एकल पेशी कोरकों या तंतुकोरकों से क्लोनित केन्द्रिक चिह्नक (nucleolar marker) युक्त कोशिकाओं को एक भिन्न आदाता *जीनोपस* में प्रतिरोपित किया गया । इसके बाद पाद को विच्छेदित किया गया । यह देखा गया कि पेशीकोरक और तंतुकोरक दोनों मूल की कोशिकाएं पुनर्जनी में नाना प्रकार के सभी मध्यजनस्तरों ऊतकों को बना लेती हैं ।

अधिचर्म मध्यजनस्तर ऊतकों को बनाने में असमर्थ होती है और निश्चय ही यह ब्लास्टीमा में किसी भी कोशिका की रचना नहीं करती । मगर त्वचीय चर्म तंतुकोरक प्रकृति की कोशिकाएं बनाती है, जो अनेक मध्यजनस्तर ऊतकों में विभेदन कर सकती हैं । एक्सोलोटल (*ऐम्बिस्टोमा अमेरिकैनम*) पर किए गए प्रतिरोपण प्रयोगों, जिनमें कि द्विगुणित और तिगुणित कोशिका चिह्नकों का उपयोग किया गया था, से पता चला है कि ब्लास्टमी कोशिकाओं का एक बहुत बड़ा भाग (43%) चर्मी तंतुकोरक मूल का होता है । चर्म और पेशी ऊतक दोनों में ही तंतुकोरक बड़ी संख्या में पाए जाते हैं । इसलिए इस बात की पूरी संभावना है कि पुनर्जनी के अनेक मध्यजनस्तर व्युत्पन्न तंतुकोरक कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न किए जाते होंगे ।

19.4.4 क्षत अधिचर्मी और शिखाग्र अधिचर्मी आच्छद की भूमिका

अब तक आप जान ही चुके हैं कि अंगोच्छेदन के बाद घाव के किनारे पर मौजूद टुंड अधिचर्म कोशिकाएं, घाव की ओर पलायन कर उसे तेजी से ढ़कते हुए एक बहुस्तरीय शिखाग्र अधिचर्म आच्छद बनाती हैं । इस आच्छद का निर्माण तंत्रिका तंतुओं द्वारा क्षत अधिचर्म के शीघ्र तंत्रिकायन (innervation) पर निर्भर करता है । अगर पाद को विच्छेदन से पूर्व या तुरंत बाद तंत्रिकाहीन (अतंत्रिकायन) बना दिया जाए तो यह आच्छद नहीं बन पाता । इस आच्छद को अगर हटा दिया जाए तो पुनर्जनन नहीं होता । विकासशील ब्लास्टीमा में अगर एक और आच्छद प्रतिरोपित कर दिया जाए तो यह अधिसंख्य पाद (supernumerary limb) के पुनर्जनन को प्रेरित करता है । इस प्रकार क्षत अधिचर्म द्वारा निर्मित शिखाग्र अधिचर्म आच्छद, पुनर्जनन के लिए आवश्यक है । क्षत पृष्ठ पर प्रतिरोपित कोई दूसरी अधिचर्म न तो शिखाग्र आच्छद बनाती है और न ही पुनर्जनन में सहायक है । इससे यही साबित होता है कि सिर्फ़ शिखाग्र आच्छद, जिसका विकास क्षत उपकला से होता है, पाद पुनर्जनन को बढ़ावा देता है और उसमें सहायक है । मेंढकों के पश्च अवस्था वाले टैडपोल और प्रौढ़ के अपुनर्जननशील विच्छेदित पाद में इस विशिष्ट शिखाग्र अधिचर्म आच्छद का विकास नहीं होता । फलतः उसमें पुनर्जनन भी नहीं होता ।

प्रयोगों के परिणाम बताते हैं कि क्षत अधिचर्म अधःशायी कोशिकाओं में निर्विभेदन और समसूत्री विभाजन को प्रेरित करती है । ये कोशिकाएं टुंड ऊतकों से उत्पन्न होती हैं । क्षत अधिचर्म इस तरह ब्लास्टीमा के निर्माण और वृद्धि विकास को प्रेरित करती है जिसके फलस्वरूप पाद का पुनर्जनन होता है । शिखाग्र आच्छद के एकदम निकटवर्ती भाग की ब्लास्टमी कोशिकाएं अविभेदित और प्रचुरोद्भवन अवस्था में रहती हैं जबकि इस भाग की समीपवर्ती कोशिकाएं विभेदन करने लगती हैं । अधिचर्मी आच्छद द्वारा ब्लास्टमी कोशिकाओं का समीपस्थ दूरस्थ (proximal distal) पुनर्विभेदन पैटर्न इस तरह से नियंत्रित होता है ।

आपको याद होगा कि भ्रूण पाद कलिका का शिखाग्र बाह्यत्वचा कटक (Apical ectodermal ridge-AER), पाद की दूरस्थ वृद्धि में ऐसी ही भूमिका निभाता है । भ्रूणीय पाद परिवर्तन में AER और पुनर्जननशील पाद का शिखाग्र आच्छद दोनों अपने नीचे स्थित कोशिकाओं में प्रचुरोदभवन को प्रेरित करते हैं और साथ ही उन्हें विभेदन करने से रोकते हैं । इससे पाद ऊतकों का विभेदन एक समीपस्थ दूरस्थ क्रम (proximo-distal sequence) में हो पाता है ।

19.4.5 तंत्रिकाओं की भूमिका

विच्छेदन के तुरंत बाद तंत्रिकाएं पुनर्जनन ब्लास्टीमा में प्रवेश कर जाती हैं । टुंड को अगर पाद को

ने वाली तंत्रिकाओं को रोढ़ रज्जु से निकलते ही काट कर तंत्रिकाहीन कर दिया जाता है और उन्हें छेदन स्थल पर पुनर्वृद्धि करने से रोक दिया जाए तो पुनर्जनन नहीं हो पाता, तथा शिखाग्र आच्छद ीं बन पाता । लारवा यूरोडेलों में अतंत्रिकायन से टुंड उतकों में भारी पैमाने पर ह्रास हो जाता । इससे पूरा पाद टुंड ही लुप्त हो सकता है । मगर क्षत सतह पर मोटी त्वचा के उगने से पहले तंत्रिका तंतुओं को अगर पुनर्वृद्धि करने दी जाए तो पुनर्जनन फिर से शुरू हो सकता है । इन ध्ययनों से यह बात निश्चित हो गई है कि पाद पुनर्जनन के लिए तंत्रिकाओं की उपस्थिति आवश्यक । यूरोडेलों में पाद पुनर्जनन पर तंत्रिका प्रभाव की प्रकृति और क्रियाविधि को समझने के लिए कई ोग किए गए हैं । माना जाता है कि तंत्रिकाएं पुनर्जननशील पाद की ब्लास्टमी कोशिकाओं पर एक ोषण प्रभाव" (trophic influence) उत्पन्न करती हैं ।

तंत्रिका पोषण प्रभाव को प्रेरक (motor), संवेदों (sensory) और केंद्रिय (central) सभी ार की तंत्रिकाओं द्वारा उत्पन्न किया जाता है, भले ही उनका केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र के साथ कोई ार्यात्मक संबंध हो या न हो । पाद के उन पुनर्जननशील भागों में जिनकी तंत्रिकाओं को काट कर ाग कर दिया गया हो, मेरु गुच्छिकाओं (spinal ganglia) का प्रतिरोपण करने पर उनमें पुनर्जनन ो देखा गया है । मगर पुनर्जनन के लिए तंत्रिका तंतुओं की न्यूनतम संख्या का होना जरूरी है । संख्या में कमी होने पर पुनर्जनन होता नहीं देखा गया है ।

ोगों से यह साबित हो चुका है कि यह तंत्रिका पोषण प्रभाव पुनर्जनन के समारंभन और ब्लास्टीमा वृद्धि के लिए आवश्यक है । पर ब्लास्टीमा में पुनर्विभेदन और संरचनाविकास शुरू होते ही र्जनन का आगे का दौर तंत्रिका के प्रभाव से मुक्त होकर चलता है । इस चरण पर ब्लास्टीमा को ंत्रिकायन करने से उसके पुनर्जनन को पूर्ण होने से नहीं रोका जा सकता ।

देखा गया है कि ऐसी कशेरुकी जातियों (जैसे विकसित टैडपोल और ऐन्यूरी उभयचरों के प्रौढ़), नमें पाद पुनर्जनन नहीं होता, उनमें यूरोडेल *ट्राइटयूरस* की तुलना में विच्छेदन घाव के प्रति इकाई ्फल (per unit area) में तंत्रिका तंतु कम संख्या में ही पाए जाते हैं । संभव है कि पाद पुनर्जनन कर पाने की क्षमता कम से कम अंशतः अपर्याप्त तंत्रिका आपूर्ति की वजह से हो । इस अवधारणा कुछ पुष्टि उन प्रयोगों के परिणामों से हो जाती है जिनमें छिपकली, मेंढ़क और शिशुधानी पोस्म (marsupial opposum) के अंगोच्छेदन स्थल में तंत्रिका आपूर्ति बढ़ाई गई । इसके फलस्वरूप जंतुओं के विच्छेदित पादों में पुनर्जनन ब्लास्टीम की वृद्धि प्रेरित होती देखी गई ।

ोगों से यह साबित हो चुका है, कि पाद पुनर्जनन पर तंत्रिकाएं अपना प्रभाव डाल कर DNA, व टीनों के संश्लेषण और ब्लास्टीमा कोशिकाओं में समसूत्री विभाजन को बढ़ावा देती हैं । नवीनतम ्ययनों से पता चला है कि तंत्रिकापोषण कारक संभवतः एक **तंतुकोरक वृद्धि कारक** (fibroblast owth factor–FGF) है । यह लगभग 13,000 अणु भार वाला एक प्रोटीन है । यह माइलिन ıyelin) से निकलता है जो कि तंत्रिका आवरण का एक मुख्य घटक है । यह कारक तंत्रिका रस्तों (extract) और ब्लास्टीमा में भी पाया जाता है । इसे अंतत्रिकायनी पादों के ब्लास्टीमा में ासूत्रण को प्रेरित करते देखा गया है ।

).4.6 पुनर्जनन में हार्मोनों की भूमिका

र्जनन में अधिकांश तंत्रिकास्त्रावी प्रभाव एक तत्रिकाअंतःस्रावी पुनर्भरण प्रणाली (neuroendocrine ed back system) में संघटित रहते हैं । पुनर्जनन के दौरान हार्मोन प्रभावों को तंत्रिका प्रभावों से लग कर पाना अक्सर कठिन होता है, विशेषकर अकशेरुकी जंतुओं में । पर कशेरुकी जंतुओं में दोनों प्रभावों को आसानी से एक दूसरे से अलग पहचाना जा सकता है ।

यचरों में पाद पुनर्जनन को तीन ग्रंथियों के हार्मोन प्रभावित करते हैं । ये हैं पीयूष, (pituitary) ड्रेनल (adrenals) और थाइरॉइड (thyroid) । ये हार्मोन, पुनर्जनन के प्रक्रम को अलग-अलग यंत्रित करते हैं । मगर इनकी क्रियाविधि को अभी तक नहीं समझा जा सका है ।

र्मोन अनुक्रिया जंतु की आयु के साथ बदलती है । उदाहरण के लिए लारवा यूरोडेलों में पाद र्जनन पीयूष हार्मोन की पूर्ण अनुपस्थिति में होता है । लेकिन यूरोडेल प्रौढ़, पाद पुनर्जनन के लिए ी तरह से पीयूष पर निर्भर रहते हैं । उनकी यह निर्भरता कायांतरण के दौरान अर्जित की जाती

है । पुनर्जनन के नियमन में पीयूष ग्रंथि और इसके हार्मोनों की भूमिका को अनेक प्रयोगों के द्वारा बड़ी मुश्किल से समझा जा सका है ।

कुछ प्रयोगों में न्यूट की पीयूष ग्रंथि को पाद विच्छेदन के वक्त निकाल लिया गया, तो कुछ प्रयोगों में इसे बाद में निकाला गया । इसे **हाइपोफिसेक्टोमी** (hypophysectomy), या **पीयूषिका-उच्छेदन** कहते हैं । परिणामों में यह देखा गया कि अंगोच्छेदन के समय पीयूषका-उच्छेदन किए जाने पर पुनर्जनन नहीं हो पाया लेकिन अंगोच्छेदन के कई दिन बाद ऐसा किए जाने पर कुछ पुनर्जनन हुआ । पुनर्जनन की सीमा अंगोच्छेदन और पीयूषिका-उच्छेदन में विलंब पर निर्भर पाई गई ।

अंगोच्छेदन के तीन दिन बाद पीयूषिका उच्छेदन किए जाने पर पाद पुनर्जनन कुछ-कुछ हुआ । मगर 13 दिन बाद पीयूषिका उच्छेदन होने पर पूरे पाद का पुनर्जनन हो गया । इन परिणामों से यह पता चला कि पीयूष होर्मोनों की ज़रूरत पुनर्जनन की आरंभिक अवस्थाओं में ही पड़ती है, जैसे घाव उपचार में ।

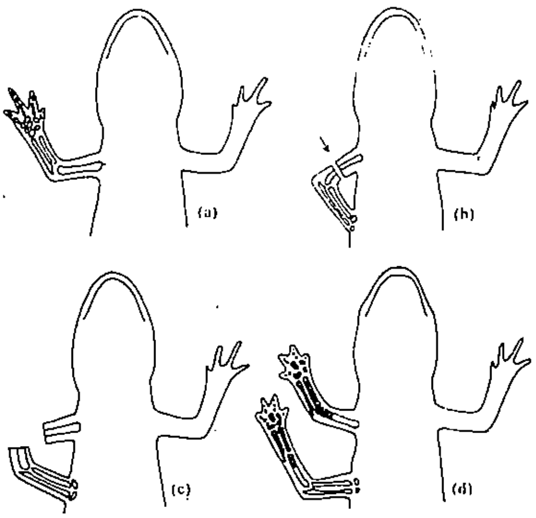
अन्य अध्ययनों से पता चलता है कि पीयूष ग्रंथियां पुनर्जनन पर केवल अप्रत्यक्ष प्रभाव डालती हैं । असल में ये एड्रिनल ग्रंथि को कॉर्टिसोन (cortisone) नामक हार्मोन को उत्पन्न करने के लिए प्रेरित करती हैं । यह निष्कर्ष दो प्रयोगों पर आधारित है । एक प्रयोग में पीयूष उच्छेदित न्युटों की पुनर्जननी क्षमता को कॉर्टिसोन (एड्रिन्ल ग्रंथि से स्रावित) या पीयूष स्त्रावों के एड्रिनोकार्टिकोट्रॉपिक हार्मोन (adrenocorticotropic hormones—ACTH) के प्रतिस्थापन उपचार के द्वारा बहाल कर लिया गया । दूसरे प्रयोग में जब, औषध अनुप्रयोग (drug inhibition) से कॉर्टिसोन स्राव का संदमन किया गया तो इससे पुनर्जनन नहीं हुआ, जिसे कॉर्टिसोन द्वारा फिर से मुक्त तो किया जा सका मगर पीयूष के ACTH के द्वारा नहीं । इन प्रयोगों से पता चलता है कि पीयूष का नियमन एड्रिनल के द्वारा होता है और संभवतः कॉर्टिसोन की भूमिका घाव उपचार की आरंभिक अवस्था तक ही सीमित रहती है । यह भी पाया गया है कि ब्लास्टीमा का निर्माण कॉर्टिसोन की उपस्थिति से मुक्त होता है । पुनर्जनन में कॉर्टिसोन का कार्य स्थायी रूप से घाव उपचार को बढ़ावा देना है । इसके न होने पर घाव का उपचार नहीं हो पाता है । फलतः टुंड स्थल पर एक मोटा चर्म पैड (pad) बन जाता है जो अतिरिक्त पुनर्जनन को रोक देता है ।

थाइरॉइड ग्रंथी थाइरॉक्सिन हार्मोन का स्त्राव करती है । यह उभयचरों में कायांतरण को नियंत्रित करता है । इस के बारे में आप इस खंड की इकाई 18 में पढ़ चुके हैं । साथ ही यह हार्मोन पुनर्जनन को भी प्रभावित करता है, ख़ासकर ऐन्यूरी उभयचरों में जिनमें लारवा का रूपांतरण सबसे आकस्मिक ढंग से होता है । मगर पुनर्जनन में थाइरॉक्सिन के प्रभाव को भली भांति नहीं समझा जा सका है, क्योंकि इसे अगर अंगोच्छेदन से पहले प्रयोग किया जाए तो यह टैडपोल पाद पुनर्जनन का संदमन करता है, पर अगर इसे ब्लास्टीमा अवस्था में दिया जाए तो यह संरचना विकास की दर को तेज कर देता है । थाइरॉक्सिन संदमन लारवा के एक प्रौढ़ जंतु में रूपांतरित हो जाने के बाद पुनर्जनन क्षमता के ह्रास के साथ संगत पाया जाता है । थाइरॉक्सिन ऐन्यूरा टैडपोल में पाद संरचना विकास को प्रेरित करता है । मगर बन जाने के बाद पाद की थाइरॉक्सिन निर्भरता समाप्त हो जाती है और इसके पुर्नजनन का संदमन थाइरॉक्सिन ही करता है ।

19.4.7 ब्लास्टीमा के दूरस्थ रूपांतरण का नियम

पाद पुनर्जनन के दौरान एक विशिष्ट जिज्ञासाजनक घटना देखने में आती है । पाद का सिर्फ वही भाग पुनर्जनन करता है, जिसे अंगोच्छेदन के स्तर से दूरस्थ विच्छेद किया गया हो । उदाहरण के लिए, माना किसी अग्रपाद को ऊपरी भुजा के मध्य से इस तरह काटा जाता है कि ऊपरी भुजा का दूरस्थ अर्धभाग, निचली भुजा मणिबंध (कलाई) और हाथ अलग हो जाते हैं । रह जाता है तो एक टुंड जो ऊपरी भुजा के सिर्फ समीपस्थ अर्धभाग का बना होता है । इस स्थिति में विच्छेदन सिरे पर बनने वाला ब्लास्टीमा एक ऐसा पुनर्जनी (regenerate) उत्पन्न करता है, जिसमें ऊपरी भुजा का दूरस्थ अर्धभाग, निचली भुजा, मणिबंध और हाथ इसी क्रम में बनते हैं । मगर इस पुनर्जनी में ऊपरी भुजा के समीपस्थ भाग (proximal part) की अनुकृति नहीं बनती (चित्र 19.2)। ब्लास्टीमा संरचनाओं या भागों का निर्माण हमेशा ही अपनी उत्पत्ति के स्तर से दूरस्थ, पाद के समीपस्थ-दूरस्थ अक्ष (proximodistal axis) पर करता है । अंगोच्छेदन का स्तर कुछ भी हो, बनने वाला ब्लास्टीमा सिर्फ़ दूरस्थ संरचनाओं का ही पुर्नजनन करता है, अगर टुंड की ध्रुवता को पलट दिया जाए तो भी । जैसा कि एक्सोलोटल पर किए गए एक सुशिष्ट प्रयोग में दिखाया गया है (चित्र 19.7) । इसे

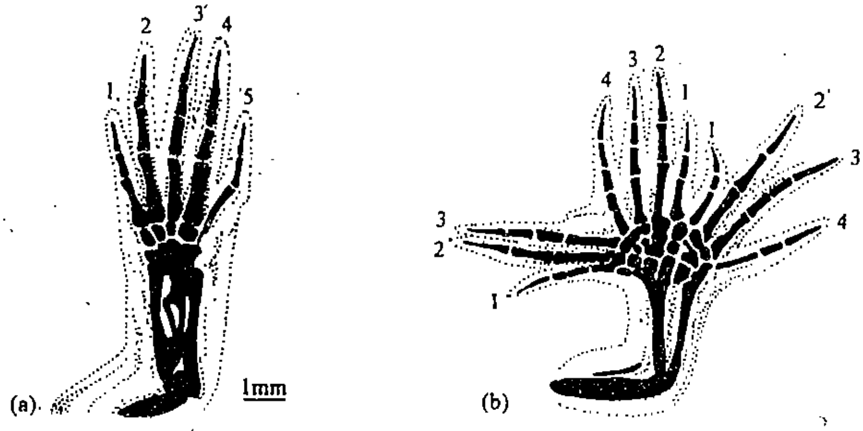
ब्लास्टीमा के दूरस्थ रूपांतरण का नियम (Rule of Distal Transformation of Blastema) कहते हैं। यह नियम यूरोडेलों, ऐन्यूरी उभयचरों के पाद पुनर्जनन के साथ-साथ कीटों में पैर के पुनर्जनन पर भी समान रूप से लागू होता है ।



चित्र 19.7 : ध्रुवता का उत्क्रमण (reversal) : पाद के दूरस्थ सिरे को पार्श्व में प्रतिरोपित कर उसे संवहन संबंधन (vascular connection) स्थापित करने दिया जाता है और फिर शेष भुजा से अलग काट दिया जाता है (तीर)। सही ढंग से तंत्रिकायन किए जाने पर यह पश्चगामी पाद पुनर्जनन एक सीमस्थ दिशा में तो कर सकता है मगर ऐसा करते हुए भी हमेशा दूरस्थ संरचनाएं ही बनती हैं ।

हाल ही में प्रतिपादित स्थितिक सूचना के सिद्धांत (Theory of Positional Information) के अनुसार पाद के समीपस्थ दूरस्थ अक्ष (P-D) के विभिन्न स्तरों पर स्थित कोशिकाओं के पास एक सूचना होती है जो उस स्तर विशेष पर उनकी स्थिति को निर्दिष्ट करती है । इन्हें स्थितिक मान (positional values) कहा जाता है । यह सिद्धांत प्रवणताओं (gradients) की संकल्पना पर आधारित है । उदाहरण के लिए एक अग्रपाद के P-D अक्ष पर विभिन्न स्तरों पर स्थित कोशिकाओं का स्थितिक मान, माना 1 से 10 तक हो । इसमें मान 1 मेखला (girdle) के समीप मूल पर स्थिति को विनिर्दिष्ट करता है, मान 10 पादांगुलियों के शीर्ष पर की स्थिति को, और मान 5 निचली भुजा में कोहनी के नीचे की स्थिति को विनिर्दिष्ट करता है । अंगोच्छेदन अगर स्तर 5 पर किया जाता है, तो इस स्तर पर निर्मित ब्लास्टीमा की कोशिकाएं 6 से 10 के लुप्त स्थितिक मानों (या अंगो) जो कि अंगोच्छेदन के स्तर से दूरस्थ हैं उनका पुनर्जनन कर लेती हैं । मगर वे उसी स्तर से दूरस्थ 1-5 तक के मानों का पुनर्जनन नहीं करतीं । सिर्फ लुप्त स्थितिक मानों का ही ब्लास्टीमा में पुनर्जनन होता है । इस तरह अंगोच्छेदन के स्तर से सिर्फ दूरस्थ पाद अंगों के निर्माण का पाद के समीपस्थ-दूरस्थ अक्ष पर स्थितिक मानों के रूप में व्याख्या की जाती है ।

प्रयोगों से यह भी पता चला है कि जो क्रियाविधियां चतुष्पाद (tetrapod) जंतुओं में पाद पुनर्जनन का नियमन करती हैं वे वही क्रियाविधियां हैं जो परिवर्धन के दौरान पैटर्न निर्माण को नियमित करती हैं । प्रयोगों से यह भी प्रमाणित हो चुका है कि पुनर्जनन भ्रूणीय पाद परिवर्धन की सिर्फ नकल ही नहीं करता बल्कि पुनर्जनन और विकास करने वाले दोनों तरह के पाद ऊतक एक दूसरे के साथ पारस्परिक क्रिया कर एक सामान्य पाद की रचना कर सकते हैं । मुनेस्का और ब्रायंट (Muneska and Bryant, 1982) ने इसी तरह से सरट में सामान्य पाद का विकास किया (चित्र 19.8 a) । इसके लिए उन्होंने सरट के एक टैडपोल से पाद कलिकाएँ निकाल कर उन्हें पुनर्जनन कर रहे ब्लास्टीमा टुंड में प्रतिरोपित किया, इस तरह उन का अक्ष उपयुक्त ढंग से अनुयोजित हो गया । पर जब पुनर्जननशील ब्लास्टीमा और टुंड के अक्ष (axis) गलत ढंग से अनुयोजित किए गए तो अधिसंख्य पादांगुलियों की रचना हुई (चित्र 19.8 b) । ऐसी आशा है कि भविष्य में परिवर्धन और पुनर्जनन जीव तंत्रों पर किए जा रहे अधययन दोनों ही मामलों में पैटर्न के नियंत्रण की व्याख्या दे सकेंगे । साथ ही दूसरे विकासकारी जीव तंत्रों में पैटर्न निर्माण के उभयधर्मी सिद्धांतों की रूपरेखा भी बन जाएगी ।

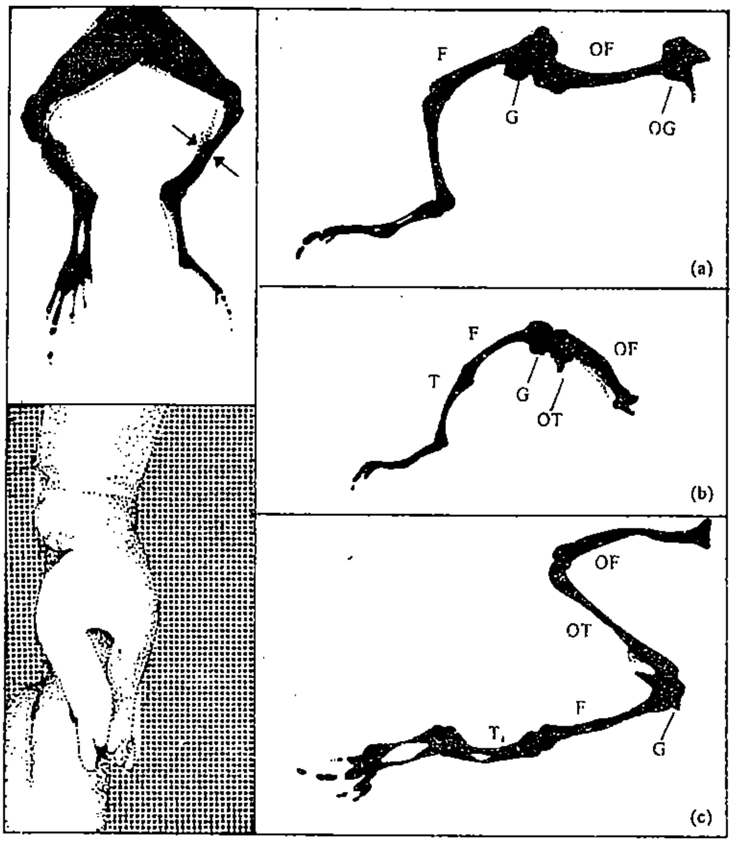


चित्र 19.8 : पुनर्जननकारी और विकासकारी पाद समान स्थितिक संकेतों पर चलते हैं । a) पाद कलिका को एक पुनर्जननकारी पाद टुंड में प्रतिरोपित करने पर एक सामान्य पाद विकसित होता है । b) पाद कलिका को अगर घूर्णित (rotate) कर पुनर्जननकारी पाद टुंड से फिर से जोड़ दिया जाए जिससे उनके अक्ष पलट जाएं तो अधिसंख्या पादांगुलियां ठीक उसी तरह बनती हैं जब ऐसा ही प्रयोग पुनर्जननकारी ब्लास्टीमा और टुंड पर किया गया (मुनेस्का और ब्रायंट 1982, नेचर (Nature) से)

अन्य अध्ययन यह दर्शाते हैं कि ब्लास्टीमा के दूरस्थ रूपांतरण के नियम को नकारा भी जा सकता है, अगर यूरोडेल और ऐन्यूरी टैडपोलों के विच्छेदित पादों का विटामिन A के किसी भी व्युत्पन्न के समुचित मात्रा से उपचार कराया जाए । इन विटामिन व्युत्पन्नों को सामूहिक रूप से रेटिनॉइड (retinoid) कहते हैं, जैसे विटामिन A पामिटेट (Palmitate), विटामिन A अल्कोहल, रेटिनॉइक अम्ल आदि । सत्तर के दशक में ऐन्यूरी टैडपोलों में विच्छेदित पाद के पुनर्जनन का अध्ययन करते हुए राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर, के जंतु विज्ञान विभाग के आइ.ए. नियाज़ी और उनके सहयोगियों ने उस पानी में जब विटामिन A पामिटेट मिलाया, जिसमें टैडपोलों को रखा गया था तो उन्होंने देखा कि निर्मित पुनर्जनित भाग सिर्फ वह दूरस्थ भाग ही नहीं था जिसके लिए विच्छेदित किया गया था, बल्कि कई मामलों में पूर्ण पाद का पुनर्जनन हुआ जिनमें विच्छेदन स्तर के दूरस्थ और समीपस्थ दोनों ही भाग मौजूद थे । इस से यह पता चला कि ब्लास्टीमा पर लगा प्रतिबंध, जिसकी वजह से वह सिर्फ दूरस्थ संरचनाओं को ही बनाता है, रेटिनॉइड द्वारा दूर कर दिया गया थां । कई मामलों में एक ही टुंड से ऐसे एक से अधिक पाद (जो एक दूसरे के दर्पण प्रतिबिंब थे) पुनर्जनित हुए, चाहे टैडपोल पाद को भले ही किसी भी स्तर पर विच्छेदित किया गया हो (चित्र 19.9) ।

इसके बाद इस प्रवर्तनकारी खोज का उपयोग करते हुए मेडन (Maden) (1982) और दूसरे कई वैज्ञानिकों ने एक्सोलोटल और अन्य यूरोडेलों के साथ-साथ ऐन्यूरी जातियों के पाद पुनर्जनन में भी ऐसे ही परिणाम प्राप्त किए । उन्होंने देखा कि प्रौढ़ यूरोडेलों के पाद को विच्छेदित कर अगर उन जंतुओं का रेटिनॉइक अम्ल या किसी और रेटिनॉइड से उपचार किया जाता है तो पुनर्जनित पाद में टुंड अवयवों का अनुलिपीकरण होता है । पाद को भले ही किसी भी तल पर काटा गया हो टुंड से एक पूर्ण पाद विकसित हो जाता है । उदाहरण के लिए पाद को जब मणिबंध से विच्छेद किया गया तो ह्यूमेरस, रेडियस, अल्ना और मणिबंध इन सभी घटकों से युक्त एक पूर्ण पाद विच्छेदन तल से दूरस्थ स्तर से विकसित हो जाता है । (चित्र 19.10) । रेटिनॉइड उपचारित उभयचरों के ब्लास्टीमा द्वारा अंगोच्छेदन तल के समीपस्थ कितनी संरचनाओं का पुनर्जनन किया जाएगा यह प्रयोग किए गए रेटिनॉइड की किस्म और मात्रा व उपचार की अवधि पर निर्भर करता है (चित्र 19.10) । उभयचर पाद पुनर्जनन में इस प्रभाव को उत्पन्न करने वाला सबसे शक्तिशाली रेटिनॉइक अम्ल को पाया गया है ।

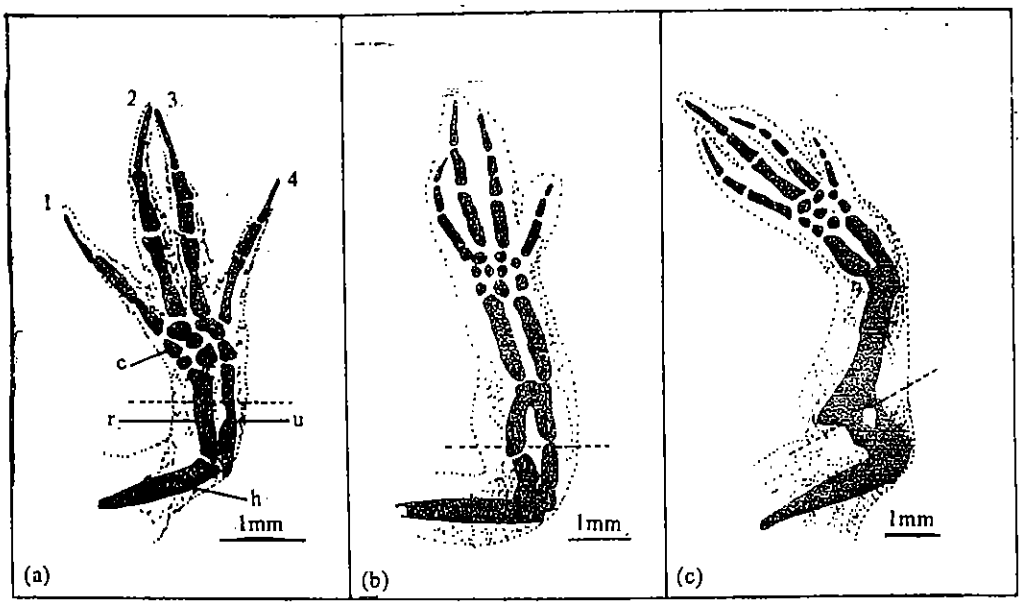
पाद पुनर्जनन के पैटर्न पर इस आकस्मिक प्रभाव से यह संकेत मिलता है कि रेटिनॉइड, ब्लास्टीमा में कोशिकाओं की स्थितिक सूचना को एक अधिक समीपस्थ मान (proximal value) में पुनः नियोजित कर डालता है । इससे वे कोशिकाएं जो अन्यथा दूरस्थ संरचनाएं बनातीं पुनर्योजित (reprogrammed)



चित्र 19.9: विटामिन A (रेटिनॉइड) ब्यूफ़ो (*Bufo*) टैडपोलों के पाद पुनर्जनियों में दूरस्थ रूपांतरण नियम को भंग कर देता है। पाद पुनर्जनन के पैटर्न पर रेटिनॉइड का प्रभाव घुटने से ठीक नीचे (a) मध्य जंघा और टखने के समीपस्थ भाग (b) पर (c) पश्च पादों के विच्छेदन के बाद ब्यूफ़ो टैडपोलों को तीन दिन तक विटामिन A पामिटेट के घोल में रखा गया। सभी में पुनर्जनियों में समीपस्थ संरचनाओं की अनुकृति हुई। एक अतिरिक्त मेखला (G), एक अतिरिक्त फ़ीमर (F) और एक अतिरिक्त टीबियो-फ़िबुला (T)। (OF, OT, OG क्रमशः मौलिक फ़ीमर हैं)।

होकर समीपस्थ संरचनाएं भी बना डालती हैं। दूसरी तरह से कहें तो पुनर्जनन में सम्मिलित ब्लास्टीमा की कोशिकाओं का आनुवंशिक नियोजन (genetic programme) या विकासात्मक अंतःशक्ति को रेटिनॉइड बदल डालते हैं। इस प्रभाव को ब्लास्टीमा का सामीप्यकरण (proximalization) कहते हैं (बाक्स 19.1 देखिए)।

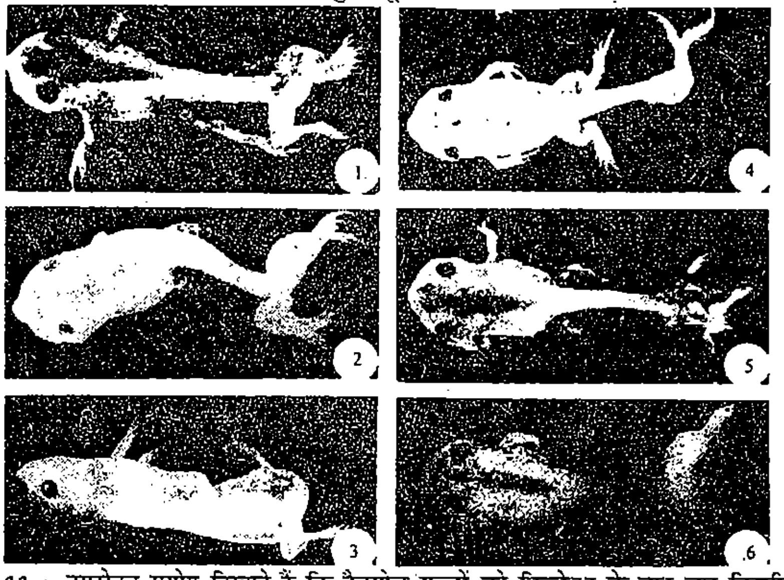
अभी तक सिर्फ रेटिनॉइड ही एकमात्र ज्ञात बाह्य कारक हैं जो भ्रूणोदभव और पुनर्जनन के दौरान परिवर्धन के पैटर्न को पुनः नियोजित कर सकते हैं और फलतः कोशिकाओं की नियति और परिवर्धन अंतःशक्ति को बदल सकते हैं। कोशिकीय स्तर पर रेटिनॉइक अम्ल या किसी दूसरे रेटिनॉइड के प्रभाव को अभी तक नहीं समझा जा सका है। मगर पैटर्न निर्माण को समझने में इसका महत्व साफ़ है क्योंकि पक्षी भ्रूणों में पंख परिवर्धन और उभयचरों में पाद पुनर्जनन के दौरान यह ऐसी ही अनुक्रिया उत्पन्न करता है। एक रोचक बात यह है कि रेटिनॉइक अम्ल के प्रभाव को अगर कोशिकीय स्तर पर जान लिया जाए, तो भ्रूण वैज्ञानिकों को उस क्रियाविधि का एक महत्वपूर्ण सूत्र हाथ लग जाएगा जो कि परिवर्धन और पुनर्जनन दोनों प्रक्रमों में पाद के पैटर्न को सामान्यतया नियमित करती है।



चित्र 19.10 : एक्सोलोटल के पाद का पुनर्जनन जिसे रेडियस और अल्ना से विच्छेद कर विटामिन A के व्युत्पन्न रेटिनॉल पाल्मिटेट की बढ़ती मात्रा से उपचारित किया गया । डॉट की रेखाएं अंगोच्छेदन दिखाती हैं । (a)कंट्रोल जिसमें रेडियस (r), अल्ना (u), कार्पल (c), तथा 4 पादांगुलियां और ह्यूमेरस (h) का प्रतिस्थान होता है । (b) एक मध्यम मात्रा जिसके फलस्वरूप रेडियस और अल्ना अनुकृत रेडियस और अल्ना द्वारा प्रतिस्थापित हो जाती है, जिसके बाद एक और रेडियस और अल्ना तथा मणिबंध और अंगुलियां बनती हैं । (c) उच्च मात्रा पर ह्यूमेरस से शुरू होकर एक पूर्ण पाद अंगोच्छेदन तल से विकसित होता है ।

बाक्स 19.1 : मेंढक के टैडपोल की कोशिकाएं पुच्छ में विकास करना भूल जाती हैं ।

अभी कुछ ही वर्ष पहले उत्कल विश्वविद्यालय भुवनेश्वर, के जंतु विज्ञान विभाग के पी0 मोहंती-हेजमैडी (P. Mohanty-Hejmadi) और उनके साथ अनुसंधानकर्ताओं ने बड़े ही आश्चर्यजनक परिणाम प्राप्त किए । उन्होंने एक मेंढक जाति के तरुण टैडपोलों को पुच्छ विच्छेदन के बाद एक से छः दिन तक विटामिन-A पामिटेट के घोल में रखा । कई टैडपोलों में पूँछ की विच्छेदन सतह पर पूर्णरूप से विकसित अनेक पश्चपादों का पुनर्जनन हो गया, जो कि अविच्छेदित पश्चपादों के स्थल से बिल्कुल दूर थे ।



चित्र 19.11 : उपरोक्त प्रयोग दिखाते हैं कि टैडपोल पुच्छों को विच्छेदन के बाद जब विटामिन A में रखा गया तो उनमें अनेक पश्च पादों का परिवर्धन हुआ । वैज्ञानिक इस रहस्यमय कोशिका की स्मृति लोप को सुलझाने का प्रयास कर रहे हैं ।

(उत्कल विश्वविद्यालय के वैज्ञानिकों के प्रयोगों के आधार पर ।)

19.4.8 ऐन्यूरी उभयचरों में पाद पुनर्जनन

यह आप जानते ही हैं कि विच्छेदन के बाद प्रौढ़ मेंढ़कों का पाद पुनर्जनन नहीं करते । पर प्रायोगी (experimental) जन्तुओं में कुछ-कुछ पुनर्जनन होता देखा गया है । ऊतक अभिघात (tissue trauma) और घाव उपचार की रोकथाम से अधिकांश कायांतरी मेंढकों में पुनर्जनन क्षमता को फिर से प्राप्त किया जा सकता है । इसके लिए एक सूई से उभयचर अंग को गहन रूप से भेदित और अतिपरासारी विलयन (hypertonic solution) से अभिघात किया जाता है । प्रौढ़ ऐन्यूरी उभयचर में घाव उपचार प्रायः अधिचर्म और चर्म के द्वारा क्षत पृष्ठ पर आ जाने से होता है । यूरोडेलों में इसके विपरित सिर्फ अधिचर्म ही घाव को ढकती है । साधारणतया जब ऐन्यूरा के किसी भाग को विच्छेदित किया जाता है तो घाव का उपचार चर्म घटकों द्वारा संयोजी ऊतकों के निर्माण (इसे चर्मोभवन– dermalisation– कहते हैं) और क्षत ऊतकों के पपड़ियाने से होता है । सतत क्षति किसी तरह चर्मोभवन में अवरोध खड़ी करती है जिससे अलग-अलग परिमाण में पुनर्जनन होता है । बैटरियों के प्रतिरोपण और सूक्ष्म तारों से अंगोच्छेदन भाग में सीधी विद्युतधारा सतत प्रवाहित करने पर भी इसी तरह के परिणाम मिले हैं । ऊपरी तौर से यह तंत्रिकाओं के कार्य को प्रेरित करता प्रतीत होता है । पुनर्जनन कभी कभार उत्तेजना (irritation) से भी होता है । एड्रिनल ग्रंथियों का प्रतिरोपण करने पर भी चर्मोभवन रूक जाता है । यह भी देखा गया है कि प्रौढ़ मेंढकों पर अगर लारवा त्वचा लगा दी जाए तो इससे भी पुनर्जनन हो सकता है । दूसरे अध्ययनों ने पुनर्जनन के समारंभन में क्षत उपकला (wound epithelium) को एक महत्वपूर्ण कारक माना है ।

बोध प्रश्न 4 : क्या होगा अगर :

क) न्यूट के पैर को जाने वाली तंत्रिका, अंगोच्छेदन के समय नष्ट हो जाए ?

ख) न्यूट के पुनर्जननकारी पैर के ब्लास्टीमा पर एक्स-रे डाली जाएं ?

19.5 उभयचरों में लेंस पुनर्जनन

यह एक आश्चर्यजनक बात है कि सभी कशेरुकी जंतुओं में सिर्फ कुछ खास उभयचर ही ऐसे हैं जिनमें प्रौढ़ जीवन के दौरान लेंस (lens), आइरिस (Iris) और दृष्टिपटल (retina) के पुनर्जनन की अद्भुत क्षमता पाई जाती है ।

लेंस पुनर्जनन की क्षमता और उस कोशिका स्रोत में, जिससे कि नया लेंस बनता है, उभयचर में भिन्नता पाई जाती है । सैलामैन्ड्रोइडी उपगण (उपआर्डर) के सदस्यों (सरट और *ट्राइट्यूरस*) में पृष्ठ आइरिस उपकला यानी तंत्रिका बाह्यचर्म (neural ectoderm) से नया लेंस बना लेने की अद्भुत क्षमता पाई जाती है । यह मेटाप्लासिया (metaplasia) का एक अद्वितीय उदाहरण है क्योंकि इसमें पुनर्जननकारी आइरिस तंत्रिका बाह्यचर्म से व्युत्पन्न होती है जिसे कि मस्तिष्क का ही एक विस्तार माना जा सकता है, जबकि मूल लेंस अधिचर्मी बाह्यत्वचा से व्युत्पन्न होता है । इस तरह के पुनर्जनन से यही साबित हो जाता है कि विभेदित प्रौढ़ कोशिका भी अन्य कोशिका प्ररूपों को उत्पन्न करने की अपनी अंतःशक्ति को कायम रख सकती हैं । दक्षिण अफ्रीकी मेंढक *ज़ीनोपस लेविस (Xenopus laevis)* के लारवा में स्वच्छमंडल (कॉर्निया) उपकला (corneal epithelium) में एक अंतर्वलन होता है, जो कोशिकाओं के एक गोलाकार पिंड को जन्म देता है । यही पिंड नए लेंस में रूपांतरित होता है । मगर इस ऐन्यूरी उभयचर जाति में पुनर्जनन क्षमता कायांतरण के दौरान लुप्त हो जाती है । वैसे नए लेंस पुनर्जनन का यह प्रक्रम लेंस परिवर्धन के भ्रूणीय प्रक्रम की काफी निकटता से नकल करता है क्योंकि पहले लेंस और पुनर्जनी लेंस दोनों का परिवर्धन अधिचर्म बाह्यत्वचा मूल की कोशिकाओं से होता है । फिर भी यह मेटाप्लासिया का एक उदाहरण है क्योंकि स्वच्छ मंडल (कॉर्निया) उपकला की विभेदित कोशिकाएं लेंस कोशिकाएं बनाती हैं जो आकारिकी और जैवरासायनिक दृष्टि से स्वच्छमंडल (कॉर्निया) उपकला से बिल्कुल ही भिन्न रहती हैं ।

19.5.1 *नोटोफ्थैलमस वाइरिडेसेंस* (Notophthalmus viridescens) में आइरिस से लेंस पुनर्जनन का प्रक्रम

वुल्फियन (Wolffian) पनर्जनन का, जिसमें कि लेंस का पुनर्जनन पृष्ठ आइरिस से होता है, अन्य

प्रकार के लेंस पुनर्जनन से कहीं अधिक गहराई से अध्ययन किया गया है । लेंस के निकाले जाने पर *नोटोफ़्थैलमस वाइरिडेसेंस* (ट्राइट्यूरस) में लेंस का पुनर्जनन किस तरह से होता है, आइए संक्षेप में यह जानते हैं । इस पुनर्जनन के प्रक्रम को समझने के लिए आइए इस पाठ्यक्रम की इकाई 17 में बताए गए नेत्र विकास प्रक्रम को दोहरा लें ।

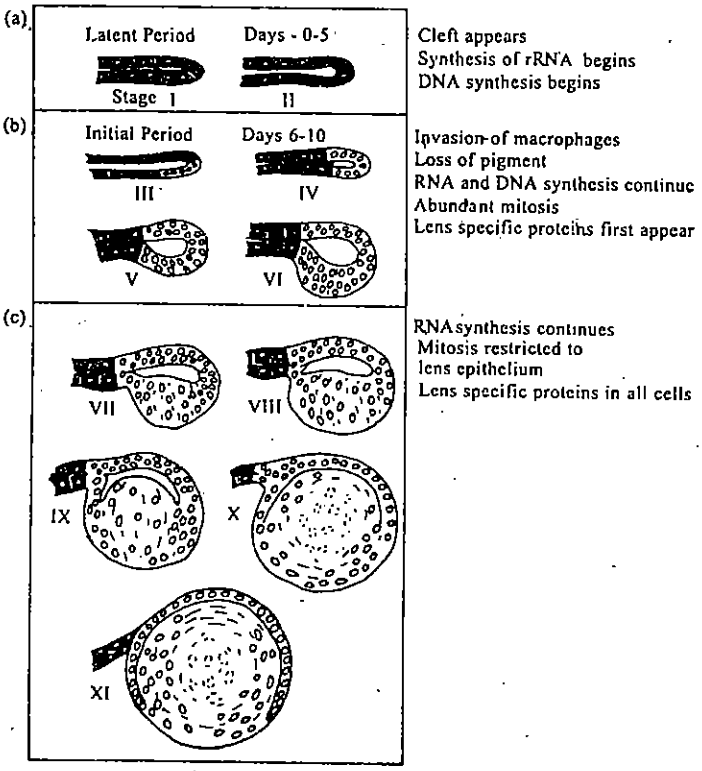
जब ट्राइट्यूरस, जिसे अब *नोटोफ्थैलमस वाइरिडेसेंस* कहते हैं, के नेत्र से लेंस को विच्छेदित (lensectomized) कर दिया जाता है तो लेंस का पुनर्जनन 13 पहचाने जा सकने वाले चरणों में होता है जिन्हें सुविधा के लिए 4 कालों में वर्गीकृत किया गया है चित्र 19.12 :

काल-I: 0-5 दिन; का अव्यक्त काल (latent period); 1, 2 अवस्था ।

काल-II: 6-9 दिन; पुनर्जनन का आरंभन (initiation) निर्विभेदन (dedifferentiation); 3-6 अवस्था ।

काल-III: 10-18 दिन; प्राथमिक व द्वितीयक लेंस तंतुओं का निर्माण; 7-11 अवस्था ।

काल-IV : 20-30 दिन; पुनर्जनित लेंस की वृद्धि; 12-13 अवस्था ।



चित्र 19.12 : यूरोडेलों में आइरिस के पृष्ठ सीमांत से लेंस के पुनर्जनन के दौरान होने वाले आकारीय परिवर्तन और महाआण्विक (macromolecular) संश्लेषण का बदलता पैटर्न ।

लेंस विच्छेदन के बाद पहले के पांच दिन की अवधि अव्यक्त काल (latent period) कहलाती है । चौथे दिन पृष्ठ (dorsal) आइरिस का पैपिलरी किनारा (papillary margin) फूल जाता है । इससे पृष्ठ आइरिस में हल्का सा स्थूलन दिखाई देने लगता है । पांचवे दिन तक आइरिस की उपकला परतों के बीच एक विदर या छिद्र प्रकट हो जाता हैं (चित्र 19.12 a) । छठे दिन से नौवें दिन के काल में पृष्ठ आइरिस के किनारे की कोशिकाओं में निर्विभेदन चलता है । इस काल में इन कोशिकाओं के वर्णक लुप्त हो जाते हैं और इनके केन्द्रक बड़े हो जाते हैं । 7 वें दिन के करीब आइरिस का पृष्ठ सीमांत या किनारा एक छोटे खोखले आशय (resicle) का रूप ले लेता है । यह आशय घनाभ (cuboidal) कोशिकाओं से बना रहता है (चित्र 19.12 bv) । 8-9 वें दिन इस आशय की पश्च भित्ति की कोशिकाएं लंबाई में बढ़ती हैं । नौवें दिन तक वर्धनशील कोशिकाएं पश्च सतह को उभार कर नेत्र, काचाभ द्रव-कक्ष (vitreous chamber) बना लेती हैं और पहली बार अम्लरागी (acidophilic) लेंस तंतुक इन कोशिकाओं में दिखाई देते हैं (चित्र 19.12 b vi) ।

निर्विभेदन के दौरान कोशिकाओं में होने वाले कुछ ऊतकीय परिवर्तन महत्वपूर्ण होते हैं । इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी से इन परिवर्तनों का अध्ययन करने पर विवर्णकता (depigmentation) का प्रक्रम स्पष्ट हुआ है । इसमें कोशिकाओं से वर्णक कणिकाओं का निःस्राव (extrusion) होता है जिन्हें फिर भक्षकाणु अन्तःग्रहण कर लेते हैं । RNA का संश्लेषण बढ़ता जाता है और 5-7 दिनों में चरम सीमा पर पहुँच जाता है । साथ ही जीवद्रव्यी क्षारकरंजी (basophilia) बढ़ जाता है । 8वें दिन तक नवीन प्रोटीन संश्लेषण में काफी वृद्धि देखने में आती है । कोशिकाए अब विभाजन भी शुरू कर देती है । अध्ययनों से पता चला है कि प्रचुरोद्भवनकारी कोशिकाएं बनावट में अपेक्षतया अविभेदित (undifferentiated) रहती हैं ।

10-18 दिन यानी काल-III के दौरान पुनर्विभेदन और नए लेंस का संरचना विकास होता है । 10वें और 11वें दिन पश्च कोशिकाएं दीर्घन कर एक निश्चित प्राथमिक लेंस केन्द्रक बनाती हैं । (चित्र 19.12 c VII, VIII, X) । इसके तुरंत बाद प्राथमिक लेंस केन्द्रक आशय के अवकाशिका (lumen) को भर डालता है । 12वें दिन आशय के मध्य खंड (equatorial zone) से द्वितीयक लेंस तंतु विकसित होने लगते हैं । 18वें दिन नया लेंस आइरिस से अलग हो जाता है ।

9-11 (12-18 दिन) चरणों के बीच में ल्यूसिन (leucine) उद्ग्रहण में तेज़ वृद्धि हो जाती है और पुनर्जननकारी लेंस की कोशिकाओं के जीवद्रव्य में लेंस प्रोटीन बनने लग जाते हैं । 20-30 दिन (12, 13 चरण) के दौरान पुनर्जनित लेंस बढ़ना जारी रखता है और 30वें दिन तक यह पूरा आकार पा जाता है । लेंस तंतुओं के केन्द्रकों क्षारकरागी रंजन गुणों का लोप हो जाता है और उनमें लेंस प्रोटीन भर जाता है ।

लेंस पुनर्जनन के दौरान ऊतकों में पारस्परिक-क्रिया

प्रयोगों से यह बात साबित हो चुकी है कि नेत्र में एक लेंस की उपस्थिति दूसरे लेंस के निर्माण को रोकती है । पृष्ठ आइरिस से लेंस के पुनर्जनन के लिए तत्काल प्रेरण लेंस के विच्छेदन से मिलता है ।

कई प्रयोगों से यह भी पता चला है कि तंत्रिका रेटिना (दृष्टिपटल), लेंस पुनर्जनन के लिए ज़रूरी उद्दीपन के स्रोत (दृष्टिपटल कारक – retinal factor) का काम करता है । यह देखा गया है कि जब आइरिस को अकेले ही किसी बाहरी स्थल पर प्रतिरोपित किया जाता है तो लेंस पुनर्जनन होता ही नहीं है । मगर जब इसे दृष्टिपटल या रेटिना के साथ प्रतिरोपित किया जाता है तो लेंस का पुनर्जनन हो जाता है ।

बोध प्रश्न 5

नोटोफ्थैलमस में लेंस के पुनर्जनन का उद्दीपन कौन करता है ?

....

....

....

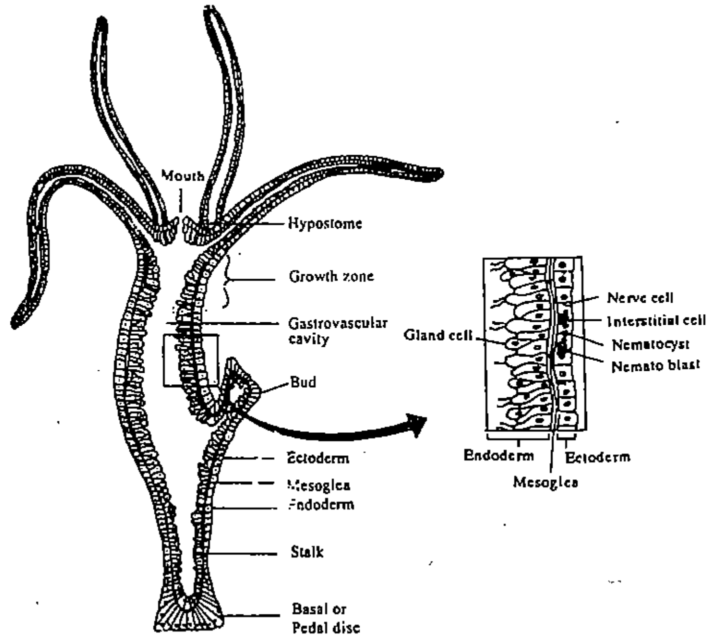
....

....

19.6 हाइड्रा में पुनर्जनन

आप जानते हैं कि हाइड्रा में अद्भुत पुनर्जनी क्षमता पाई जाती है । हाइड्रा एक लघु नलिकाकार (tubular) द्विस्तरीय (two layered) अलवण जल जंतु है । इसकी लंबाई 20 मिमी तक होती है (चित्र 19.13)। इसमें एक सिर या सबसे ऊपरी सिरे पर हाइपोस्टोम (hypostome), होता है जिसमें एक मुंह होता है । हाइपोस्टोम छः बड़े स्पर्शक या टेंटेकल (tentacle) के एक वलय से घिरा रहता

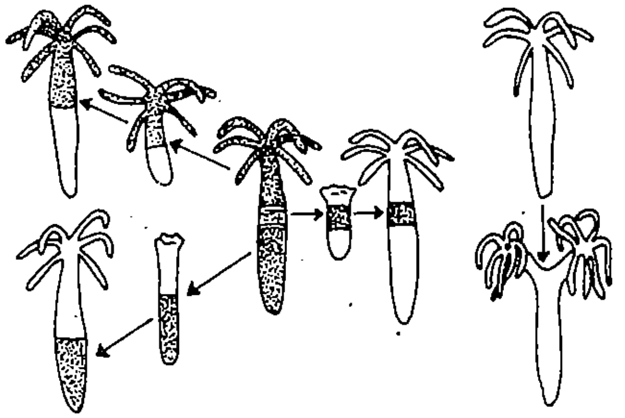
है । इन स्पर्शकों में अनेक दंशन (stinging) कोशिकाएं, स्थित होती हैं जिन्हें दंशकोरक (cnidoblast) कहते हैं । हाइड्रा के पश्च सिरे की ओर एक वृत या वृंतक (penduncle) होता है जो उसके निचली ओर चौड़ा होकर पेंदा बनाता है, जिसे पदिक (pedal) या आधारी डिस्क या पैर कहते हैं । आधारी या पदिक डिस्क के ज़रिए ही हाइड्रा सबस्ट्रैटम (अधःस्तर) से चिपकता है । पदिक के समीप मुकुलन भाग पाया जाता है जहां से अलैंगिक (asexual) मुकुल उत्पन्न होते हैं । आमाशय या जठर भाग, जहां कि अधिकांश पाचन होता है, हाइपोस्टोम और मुकुलन भाग के बीच स्थित रहता है । हाइड्रा की शरीर भित्ति संकेन्द्री (concentric) उपकला की दो परतों की बनी होती है : क) अधिचर्म जो बाह्यत्वचा (बाह्य स्तर) से व्युत्पन्न होती है और ख) जठर चर्म जो अंतस्त्वचा (आंतरिक स्तर) से उत्पन्न होती है । यह जठर चर्म एक मध्य जठर गुहा (central gastric cavity) को घेरे रहती है । अधिचर्म और जठरचर्म एक अकोशिकीय (acellular) मैट्रिक्स के द्वारा एक दूसरे से अलग होती हैं जिसे मध्यश्लेषस्तर या मेसोग्लीआ (mesoglea) कहते हैं ।



चित्र 19.13 : हाइड्रा की संरचना

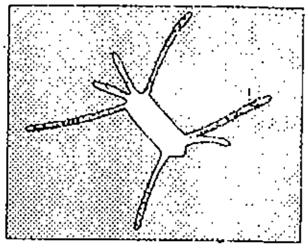
19.6.1 पुनर्जनन प्रक्रम

हाइड्रा को जब जठर भाग से अनुप्रस्थ काटा जाता है तो इसका समीपस्थ भाग अपने दूरस्थ उच्छेदन पृष्ठ से एक नए हाइपोस्टोम को जन्म देता है जिसमें एक मुंह और स्पर्शक मौजूद होते हैं । अब इसका दूरस्थ भाग अपने समीपस्थ उच्छेदन पृष्ठ से पिछले पदिक सिरे का पुनर्जनन करता है । इसके अलावा यह भी देखा गया है कि हाइड्रा को अगर वलयाकार खंडों में अनुप्रस्थ काटा जाए तो ये खंड दूरस्थतः (अग्रदिशा में) एक हाइपोस्टोम और समीपस्थतः (पश्चदिशा में) पदिक भाग को जन्म देते हैं (चित्र 19.14) ।



चित्र 19.14 : हाइड्रा का पुनर्जनन

कभी कभी यह भी देखा जाता है कि हाइपोस्टोम के ठीक नीचे से एक लघु खंड को काटने पर यह भाग अपने कटे भागों के दोनों सिरे से एक नए हाइपोस्टोम का पुनर्जनन करता है, जिसके कारण दोनों सिरों पर मुँह और स्पर्शकों का पुनर्जनन होता है । इस तरह एक द्विध्रुवीय हाइड्रा का जन्म हो जाता है (चित्र 19.15)।



चित्र 19.15 : द्विध्रुवीय पुनर्जनन दिखाता एक हाइड्रा । लघु केन्द्रीय खंड या वलयांश से बना पुनर्जनी, जिसके दोनों सिरों पर हाइपोस्टोम और स्पर्शक हैं ।

हाइड्रायड पॉलिप (hydroid polyps) जीवन के सामान्य दौर में भी "पुनर्जनन की संतत अवस्था" में पाए जाते हैं । स्पर्शकों और हाइपोस्टोम व आधारी पदिक डिस्क की कोशिकाओं का निरंतर क्षय होता रहता है और उन्हें त्याग दिया जाता है । इन की जगह नई कोशिकाएं ले लेती हैं जो एक क्षेत्र से दूरस्थ : और समीपस्थः स्थानांतरित होती हैं, जिसे वृद्धि प्रखंड (growth zone) कहते हैं ।

यह वृद्धि प्रखंड स्पर्शकों के वलय के नीचे स्थित होता है । अंतराली कोशिकाओं (interstitial cells) की उपस्थिति से इस वृद्धि प्रखंड को आसानी से पहचाना जा सकता है (चित्र 19.13) । इस तरह *हाइड्रा* में शरीर के मध्य भाग से कोशिकाओं का निरंतर पलायन (migration) दोनों दिशाओं में होता है : हाइपोस्टोम व स्पर्शकों की ओर और पाद की ओर ।

अंतराली कोशिकाएं छोटी और अविभेदित होती हैं । इनके कोशिकाद्रव्य क्षारकरागी व केन्द्रक अपेक्षतया बड़े होते हैं । ये कोशिकाएं अविभेदित कोशिकाओं के एक खंड के रूप में काम करती हैं । ये विभिन्न कोशिका प्ररूपों (अधिचर्म, अंतस्त्वचा, तंत्रिका कोशिकाएं, जनन कोशिकाएं, दंशकोरकों आदि) में रूपांतरित होने की क्षमता रखती हैं । वृद्धि प्रखंड से अविभेदित अंतराली कोशिकाओं की निरंतर आपूर्ति से ही हाइड्रा में जीवन चलता है । ये कोशिकाएं शरीर के आधारी, हाइपोस्टोम और स्पर्शक सिरों पर नित मरने और त्यागी जाने वाली कोशिकाओं की जगह लेती हैं । यहां पहुंचकर ये कोशिकाएं समुचित कोशिका प्ररूपों में विभेदित हो जाती हैं ।

जब हाइड्रा को अनुप्रस्थ काटा जाता है तो यह किस तरह से पुनर्जनन करता है आइए यह जान लें । पुनर्जनन का प्रक्रम अगांतरण होता है और इसमें ब्लास्टीमा निर्माण नहीं होता ।

पुनर्जनन प्रक्रम घाव के बंद होने से शुरू होता है । घाव अधिचर्म की उपकला-पेशी कोशिकाओं के संकुचन से होता है । इसके बाद क्षत सतह को बाह्यत्वचा ढक लेती है जो उपकला कोशिकाओं की एक शीट (परत) बनाती है । अगले कुछ घंटों में वृद्धि प्रखंड से कोशिकाएं सामान्य से अधिक संख्या में क्षत भाग के उच्छेदन पृष्ठ की ओर जाती हैं । यह क्षत भाग शरीर के मुख या अपमुख सिरे की ओर हो सकता है । प्रत्येक विच्छेदित टुकड़े का पुनर्जनन पूर्ण लघुरूप हाइड्रा में कोशिका विभाजन के बिना भी हो जाता है ।

19.6.2 पुनर्जनन के कोशिका स्रोत

पहले यह समझा जाता था कि अंतराली कोशिकाएँ अविभेदित कोशिकाओं का एक संचय (reserve) बनाती हैं । यही संचय समसूत्री विभाजन के द्वारा हाइड्रा में पुनर्जनन के लिए कोशिकीय सामग्री प्रदान करता है । पर नवीनतम अनुसंधानों ने स्पष्ट किया है कि हाइड्रा में पुनर्जनन अंतराली कोशिकाओं में होने वाले विभाजन को नाइट्रोजन मस्टर्ड या किरणन के ज़रिए रोकने के बावजूद भी होता है ।

पुनर्जनन में हिस्सा लेने वाली कोशिकाएं असल में अधिचर्म (epidermis) और जठरचर्म (gastrodermis) की विभेदित कोशिकाएं होती हैं । अंगोच्छेदन से होने वाली क्षति के कारण ये कोशिकाएं अपने विशिष्टीकृत गुणों को खो देती हैं । इनमें निर्विभेदन होता है और फिर ये पुनर्गठित हो या पुनर्प्रतिरूपण कर लुप्त संरचना का निर्माण करती हैं, जैसे हाइपोस्टोम, मुंह, स्पर्शक या पदिक डिस्क, जैसी भी स्थिति है । अंतराली कोशिकाएं पुनर्जनन के लिए ज़रूरी नहीं हैं । इन कोशिकाओं को जब अक्रिय कर दिया जाता है तब भी पुनर्जनन होता है । मगर आम तौर से हाइड्रा में होने वाले अंगांतरण पुनर्जनन में सामान्यतः अंतराली कोशिकाएं भाग लेती हैं । बाह्यचर्म और अधिचर्म दो अलग स्व-पुनःस्थापी (self renewing lineage) वंश-परंपराओं से जुड़ी रहती हैं । हेन्ज़ और बर्नेट (Haynes and Burnett, 1963) द्वारा किए गए अध्ययनों से पता चलता है कि *पेल्मेटोहाइड्रा ओलिगैक्टिस* (*Pelmatohydra oligactis*) और *हाइड्रा वाइरिडिस* (*Hydra viridis*) में अंतस्त्वचा ही एक पूर्ण जंतु का पुनर्जनन कर सकती है । इस तरह के पुनर्जनन में हाइड्रा की अंतस्त्वचा कोशिकाओं के टुकड़े के विभेदित लक्षण लुप्त हो जाते हैं और फिर वे बाह्यचर्म, अंतराली कोशिकाओं और पुनर्जनित भाग के अंतस्त्वचा घटकों में पुनर्विभेदित हो जाती हैं ।

19.6.3 ध्रुवता की समस्या

पुनर्जननकारी सीलेंटरेट जंतुओं जैसे हाइड्रा में ध्रुवता के नियंत्रण का अनेक वर्षों तक अध्ययन किया गया है । आप जानते ही हैं कि जब हाइड्रा को दो भागों में काटा जाता है तो आधारी पदिक डिस्क वाला आधा भाग एक हाइपोस्टोम बनाएगा और हाइपोस्टोम वाला भाग एक नए आधारी डिस्क को जन्म देता है । इसके अलावा अगर हाइड्रा को शरीर अक्ष के लंब कई खंडों में काटा जाता है तो हर मध्य खंड आधारी डिस्क और हाइपोस्टोम का पुनर्जनन कर लेता है । इस तरह हाइड्रा के शरीर का हर भाग एक नए जीव को जन्म दे सकता है (चित्र 19.14) । तो भी हाइपोस्टोम और पाद अनुदैर्ध्य अक्ष के समांतर कहीं भी या सभी तलों पर नहीं बनते हैं । बल्कि ये दूरस्थ सिरे पर ही बनते हैं । इससे यह संकेत मिलता है कि हाइड्रा के दोनों ध्रुवों से प्रवणताओं (gradients) की एक शृंखला पैदा होती है । हाइड्रा दूरस्थ-समीपस्थ अक्ष में दृढ़ता से ध्रुवित रहता है । प्रतिरोपण प्रयोगों से हाइड्रा में प्रवणताओं की उपस्थिति की और पुष्टि होती है (चित्र 19.16) । हाइपोस्टोम ऊतक को जब दूसरे हाइड्रा के मध्य भाग में जोड़ा गया तो इसने एक नई कलिका बनाई जिसमें एक नया हाइपोस्टोम बाहर की ओर निकला था । इसी तरह आधारी डिस्क कोशिकाओं को जब प्रतिरोपित किया गया तो नई कलिका ने विस्तार कर पदिक डिस्क और पाद को बनाया । आधारी पदिक डिस्क और हाइपोस्टोम कोशिकाएं दोनों को जब जठर क्षेत्र में एक साथ प्रतिरोपित किया जाता है तो अधिसंख्य अंगों की रचना नहीं होती है । ये प्रेक्षण बताते हैं कि हाइड्रा के विपरीत सिरों से निकलने वाले संकेत (सिगनल) एक दूसरे को काट करते हैं जिससे हाइड्रा अपनी ध्रुवता खो बैठता है । दूसरे प्रयोगों में यह देखा गया है कि जब पुर्नजनन करते हाइड्रा के शरीर में एक अक्षत हाइपोस्टोम प्रतिरोपित किया जाता है तो इससे हाइपोस्टोम का सामान्य पुनर्जनन का अवरूद्ध होता है ।

इन प्रयोगों और दूसरे अध्ययनों के चलते प्रवणताओं के दो विपरीत सेटों (sets) का पता चला है जो हाइड्रा के दो ध्रुवों से निकलते हैं : i) सिर सक्रियक और संदमक प्रवणता और (2) पाद सक्रियक और पाद संदमक प्रवणता ।

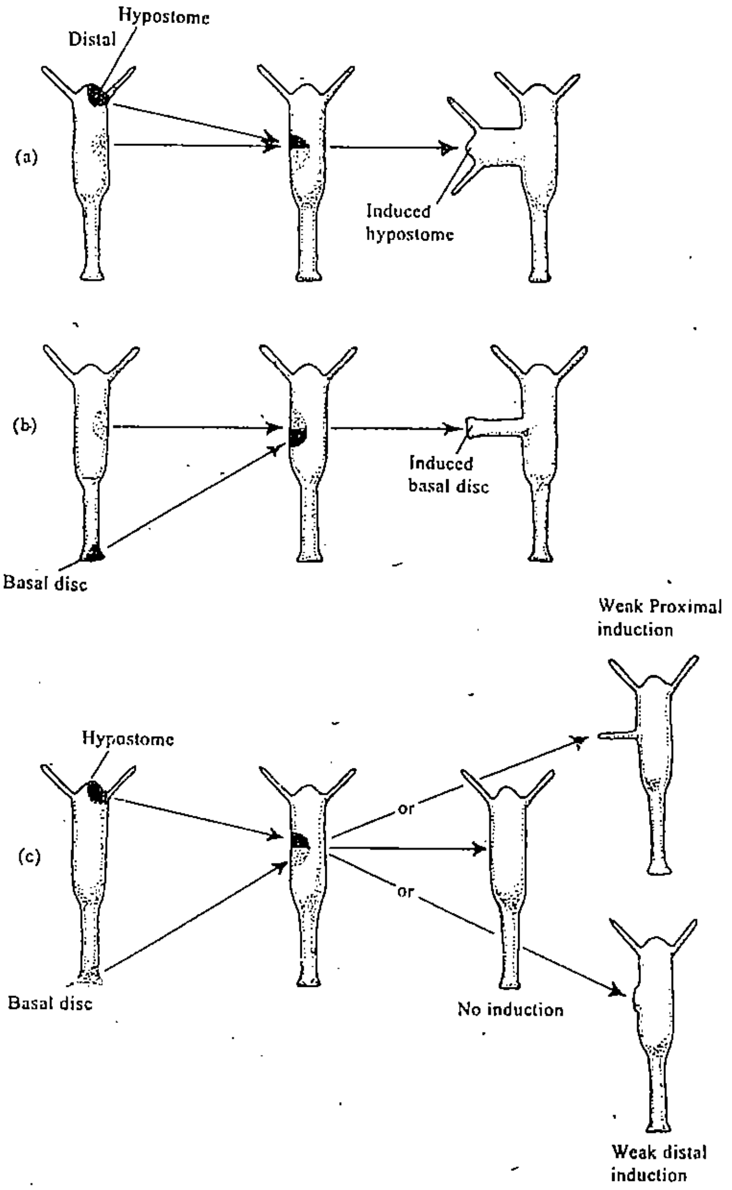
हाइड्रा से अब तक चार विशिष्ट संरचनात्मक (morphogenetic) पदार्थों को पृथक किया जा चुका है जो अपेक्षतया लघु आण्विक भार वाले होते हैं । इन पदार्थों को जब हाइड्रा संवर्धन माध्यम में सूक्ष्ममोलर मात्रा में मिलाया जाता है तो ये पुनर्जनी प्रवणता को प्रभावित करते हैं । सबसे सुज्ञात सिर सक्रियक एक पेप्टाइड है । हाइपोस्टोम और स्पर्शकों के पुनर्जनन में यह तेजी लाता है और मुकुलन को बढ़ावा देता है । यह देखा गया है कि हाइड्रा के वलयाकार खंडों को जब इस सक्रियक वाले संवर्धन माध्यम में रखा जाता है तो ये द्विध्रुवीय पुनर्जनियों को जन्म देते हैं । साथ में दूसरे विचित्र स्वरूप भी बनते हैं । क्योंकि ध्रुवता को यह सक्रियक गड़बड़ा देता है । हइड्रा शरीर में सक्रियक का वितरण तंत्रिका कोशिकाओं के वितरण की तरह होता है जिनकी संख्या हाइपोस्टोम में प्रचुर और पश्च की ओर में कम होता है । आधारी भागों में सक्रियक की हल्की सी वृद्धि रहती है ।

सिर संदमक का वर्णन बर्किंग (Berking) ने 1977 में किया था । हाइड्रा में इसका वितरण सिर सक्रियक की तरह तो होता है, मगर इसका प्रभाव उससे ठीक उल्टा होता है । यह हाइपोस्टोम और स्पर्शकों के पुनर्जनन की दर और मुकुलन निर्माण को घटा देता है । दूसरी तरह से कहें तो अक्षत सिर की मौजूदगी एक ऐसा प्रभाव डालती है जिसके कारण कहीं भी कोई और सिर नहीं बन सकता ।

पाद सक्रियक हाइड्रा के आधारी भाग के पुनर्जनन की दर को तेज करता है तो पाद संदमक इस दर को घटाता है । दोनों पदार्थों की सान्द्रण मात्रा आधार से दूरस्थ भाग की ओर तेजी से घट जाती है । पाद सक्रियक भी सिर सक्रियक की तरह ही एक पेप्टाइड है पर पाद संदमक पेप्टाइड नहीं है । इसके अन्य गुणों का अभी तक पता नहीं चल पाया है । सिर्फ़ यह मालूम है कि इसका आण्विक भार सक्रियक के बराबर होता है । ये सक्रियक और संदमक छोटे अणु हैं और इनका वितरण, जैसा कि सिर कारकों के बारे में बताया गया है, तंत्रिकाओं के वितरण की तरह होता है । यह बात यह निदर्शित करती है कि सक्रियक और संदमक कारक तंत्रिका हार्मोन हैं ।

अगर ऐसा हो तो यह मान लेना उचित ही होगा कि तंत्रिका कोशिकाओं का लोप ध्रुवता और ध्रुवीकृत पुनर्जनन के अनुरक्षण को प्रभावित कर सकता है ।

मगर और प्रयोगों से यह भी जानने में आया है कि तंत्रिका-मुक्त जंतु अपनी ध्रुवता को बनाए रखते हैं और सामान्य दर पर मुकुलों की वृद्धि और निर्माण करते हैं । ये भी सामान्यतः, ध्रुवीकृत तरीके से पुनर्जनन करते हैं ।



चित्र 19.16 हाइड्रा में प्रवणताओं के प्रमाण । (a) हाइपोस्टोम और मध्यहाइड्रा भाग को पार्श्वत (lateral): आदाता के मध्य भाग में प्रतिरोपित करने से दूरस्थ (हाइपोस्टोम) प्रेरण (Induction) होता है । (b) आधारी पदिक डिस्क और मध्य हाइड्रा भाग को पार्श्वतः आदाता मध्य भाग में प्रतिरोपित करने पर समीपस्थ (आधारी डिस्क) प्रेरण होता है । (c) हाइपोस्टोम और आधारी भाग के साथ-साथ पार्श्वतः प्रतिरोपित करने पर या तो प्रेरण होता ही नहीं या होता भी है तो बहुत कम जिसमें स्पष्ट ध्रुवता नहीं पाई जाती ।

शैलर (Schaller) और उनके साथी वैज्ञानिकों ने अपने (1980) प्रयोगों से जानने की प्रयास की है कि तंत्रिका-मुक्त हाइड्रा में सिर और पाद सक्रियक होते हैं या नहीं ? उन्होंने देखा कि ऐसे जन्तु में सिर सक्रियक की विशिष्ट क्रियाशीलता (specific activity) सामान्य हाइड्रा से 8.3 गुना ज्यादा होती है । तंत्रिका-मुक्त जंतु के सिर संदमकों और पाद सक्रियक की विशिष्ट क्रियाशीलता अतंत्रिकायनित जंतुओं से क्रमशः 3.7 और 1.8 गुना अधिक होती है । मगर पाद संदमक में सामान्य हाइड्रा की विशिष्ट क्रियाशीलता का 80% ही देखा गया है । इन परिणामों से पता चलता है कि तंत्रिका-मुक्त हाइड्रा में सामान्य हाइड्रा की तरह के संरचना विकासी पदार्थ रहते हैं । यह अनुमान है कि तंत्रिका-मुक्त हाइड्रा में इन पदार्थों का निर्माण उपकला (epithelial) कोशिकाओं में ही होता होगा ।

यह बिल्कुल निश्चित है कि सामान्य हाइड्रा में सारे सिर सक्रियक, तंत्रिका कोशिकाओं में होते हैं । इन खोजों के परिणामों से कई सवाल उठते हैं जिनका समाधान अभी तक नहीं तलाशा जा सका है । तंत्रिका कोशिकाएं क्या सामान्य जंतु में उपकला कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न किए जाने वाले संरचनाजनों (morphogens) या संरचना विकास तत्त्वों के उत्पादन का संदमन करती हैं ? (2) तंत्रिका कोशिकाएं क्या सामान्य जंतुओं में उपकला कोशिकाओं के द्वारा बनाए जाने वाले संरचना विकास पदार्थों का संचय करती हैं ?

बोध प्रश्न 6

एक ऐसे प्रयोग के बारे में बताइए जिससे यह पता चलता है कि हाइड्रा में पुनर्जनन के लिए अंतराली कोशिकाएं ज़रूरी नहीं हैं ?

....

....

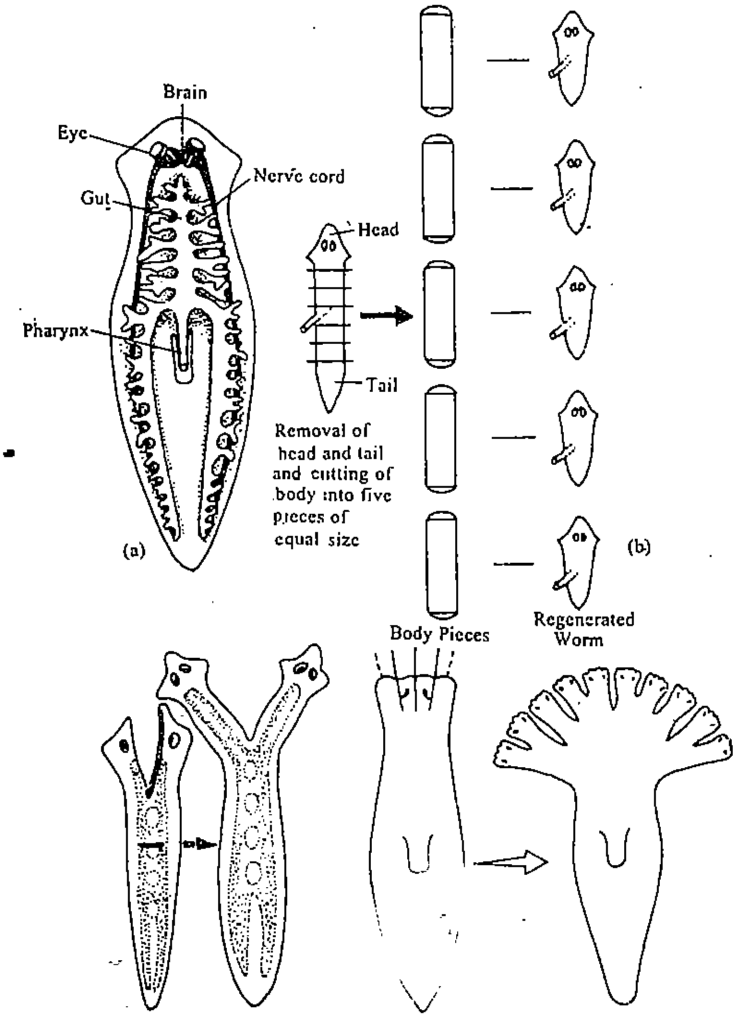
....

....

....

19.7 प्लैनेरिया में पुनर्जनन

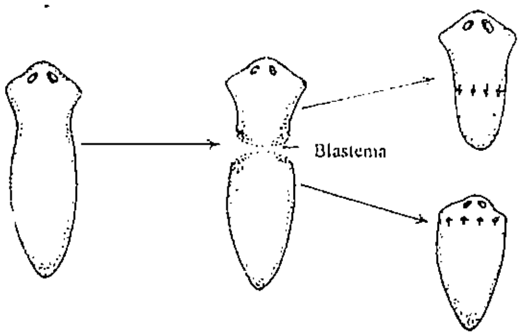
चपटे कृमियों में प्लैनेरिया में पुनर्जनन की अद्‌भुत क्षमता पाई जाती है । प्लैनेरिया को अनुप्रस्थ काटा जाए या लंबाई में, हर भाग लुप्त भाग का पुनर्जनन कर लेता है । प्लैनेरिया के शरीर के अनुप्रस्थ कटे एक छोटे से खंड से एक पूर्ण प्लैनेरिया का पुनर्जनन हो सकता है । प्लैनेरिया के अग्र सिरे को अगर लंबाई में दो या अधिक खंडों में काटा जाए तो हर टुकड़ा एक नए सिर में विकसित हो जाता है, जिससे एक बहुसिरीय जंतु बन जाता है (चित्र 19.17)



चित्र 19.17 : प्लैनेरिया और उसका पुनर्जनन : (a) प्लैनेरिया की व्यापकीकृत शरीर योजना (generalized body plan) (b) प्लैनेरिया में पुनर्जनन की नाना संभावनाएं ।

19.7.1 पुनर्जनन का प्रक्रम

प्लैनेरियों में पुनर्जनन का गहराई से अध्ययन किया गया है । इस पर काफ़ी सूचना भी अब सुलभ है । आइए अब यह जानें कि प्लैनेरियों में पुनर्जनन कैसे होता है (चित्र 19.18) । माना एक प्लैनेरिया का सिर विच्छेद कर दिया गया है । शुरु में नवनिर्मित घाव त्वचा को अधिचर्म द्वारा ढ़क दिया जाता है । इसकी कोशिकाएं प्रचुरोद्भवन (proliferation) किए बिना ही क्षत पृष्ठ पर स्पर्शरेखितः (tangentially) आ जाती हैं । यह प्रक्रम विच्छेदन के पहले चौबिस घंटों में पूरा हो जाता है । इसके बाद अधिचर्म के नीचे एक ब्लास्टीमा बनता है ।



चित्र 19.18: प्लैनेरिया में ब्लास्टीमा का निर्माण ।

पुनर्जनन में अंगोंतरण और अभिरूपण घटनाओं का संयोजन होता है । क्योंकि यह दोनों सिरों पर सीलेंटरेट जंतुओं की तरह संसक्त शीटों (परतों) के पलायन के ज़रिए ही नहीं ब्लास्टीमा की अवविभेदित कोशिकाओं के प्रचुरोद्भवन के द्वारा भी होता है । सिर और पुच्छ ब्लास्टीमा शुरू से निर्धारित हो जाते हैं । सिर ब्लास्टीमा सिर और पुच्छ ब्लास्टीमा पूंछ बनाता है । ब्लास्टीमा कोशिकाएं अधिकांश पुनर्जननकारी अंगों को भी बनाती हैं, जैसे संयोजी ऊतक, ग्रसनी, तंत्रिका तंत्र, पेशियां और जनन अंग भी । त्वचा उपकला घाव के कोर की त्वचा से उत्पन्न होती है । ऐसा माना जाता है कि पुरानी आंत का विच्छेदित कोर ही पुनर्जनी में नई आंत को जन्म देता है ।

19.7.2 ब्लास्टीमा या पुनर्जनी कोशिकाओं की उत्पत्ति

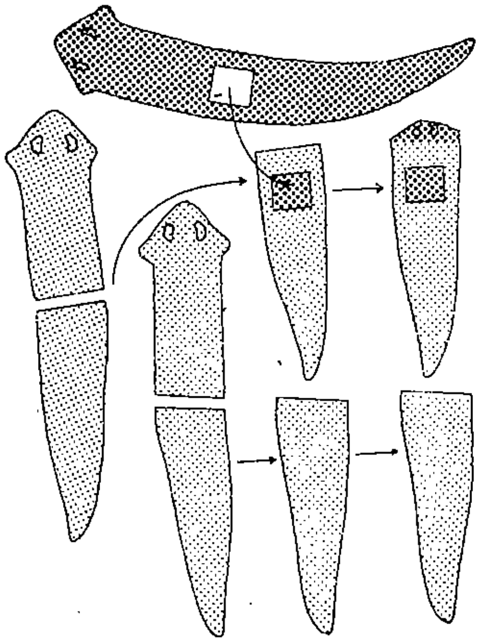
कई वर्षों तक यह माना जाता रहा है कि प्लैनेरिया के लुप्त भागों का पुनर्जनन नियोब्लास्ट (neoblast) कोशिकाओं द्वारा होता है । ये कोशिकाएं समूचे शरीर में वितरित रहती हैं । इनकी विशेष पहचान इनमें पाया जाने वाला प्रचुर जीवद्रव्यी RNA है । अंगोच्छेदन के बाद ये कोशिकाएं क्षत पृष्ठ पर संचित हो जाती हैं और एक पुनर्जननकारी ब्लास्टीमा बनाती हैं । यह ब्लास्टीमा प्रचुरोद्भवन कर लुप्त शरीर अंगों की रचना करता है ।

नियोब्लास्ट की प्रकृति और स्रोत पर कुछ विवाद है जिसे अभी तक सुलझाया नहीं जा सका है । प्लैनेरिया में पुनर्जनन के दौरान पेशी निर्विभेदन भी होता देखा गया है । नियोब्लास्ट पर किए गए इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी अध्ययन के आधार पर हे (Hay) और कोवर्ड (Coward) इस निष्कर्ष पर पहुँचे हैं कि नियोब्लास्ट असल में ग्रंथि कोशिकाएं हैं, न कि अविभेदित कोशिकाएं, जैसा कि प्रकाश सूक्ष्मदर्शी से हुए पहले के अध्ययनों से समझा गया था । इन कोशिकाओं में एक सुस्पष्ट सन्निध केन्द्रीय गॉल्ज़ी खंड (juxtanulcar golgi zone) और एक विस्तृत अंतर्द्रव्यी जालिका (endoplasmic reticulum) पायी जाती है, जैसा कि ग्रंथि कोशिकाओं में होना चाहिए । इनके इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी अध्ययनों से बहुत छोटी-छोटी कोशिकाओं का पता भी चला है जिन्हें प्रकाश सूक्ष्मदर्शी में साफ-साफ नहीं देखा जा सका था । इन कोशिकाओं को बीटा कोशिका (β cells) कहा जाता है । ये कोशिकाएं उन मृदूतक (parenchyma) में पाई जाती हैं जो विभिन्न ग्रंथिल, पेशीय और पाचन ऊतक को घेरे रखती हैं । इन कोशिकाओं में अविभेदित कोशिकाओं के गुण पाए जाते हैं ।

बीटा (β) कोशिकाओं में केन्द्रक क्रोमैटिन (chromatin) का एक छोटा गुच्छन लिए होता है और उसमें केन्द्रिक नहीं रहता । इन कोशिकाओं के जीवद्रव्य में राइबोसोम तो होते हैं पर अंतर्द्रव्यी जालिका नहीं पाई जाती । बीटा और उसके विभिन्न विभेदित कोशिका प्ररूपों के बीच की संक्रमण अवस्था भी पाई गई है । इन खोजों से यह संकेत मिलता है कि बीटा कोशिकाएं उन विभिन्न ऊतक

प्ररूपों के लिए प्रजनक कोशिका बन जाती हैं जिनसे ये संबद्ध होती हैं, ठीक उसी तरह जैसे त्वचा के जनन स्तर की कोशिकाएं किरेटिनीकरण कोशिकाओं के लिए या आंत्रीय गोपक (intestinal crypts) श्लेष्मा (mucosal) कोशिकाओं के लिए प्रजनक कोशिका का काम करती हैं । इससे यह लगता है कि बीटा कोशिकाओं का पूर्णशक्त (totipotent) होना ज़रूरी नहीं है । प्लैनेरिया पुनर्जनन पर हुए अनेक अध्ययनों के बाद भी नियोब्लास्ट कोशिकाओं की उत्पत्ति और इन जंतुओं में पुनर्जनन की क्रियाविधि की गुत्थी को पूरी तरह से नहीं सुलझाया जा सका है ।

प्रतिरोपण अध्ययनों में देखा गया है कि अगर जंतु को क्षत-पूर्व एक्स-रे द्वारा किरणित किया जाता है तो उसकी पुनर्जनन क्षमता का संदमन हो जाता है । पर इस क्षमता को नियोब्लास्ट कोशिका युक्त स्वास्थ ऊतक को प्रतिरोपित करने पर फिर से बहाल किया जा सकता है (चित्र 19.19) । यह देखने में आया है कि प्रतिरोपण वाले किरणित प्लैनेरिया में अगर अंगोच्छेदन प्रतिरोपण स्थल से दूर पर किया जाता है तो पुनर्जनन प्रायः कुछ विलंब के बाद होता है । स्पष्ट है कि विलंब का यह काल प्रतिरोपण से नियोब्लास्ट कोशिकाओं के क्षत स्थल में पलायन और प्रचुरोद्भवन के लिए ज़रूरी है । इससे यह पता चलता है कि नियोब्लास्ट कोशिकाएं लंबी दूरी तक पलायन करने और क्षत स्थल में ब्लास्टीमा बनाने की क्षमता रखते हैं ।



चित्र 19.19 : एक एक्स-रे किरणित चपटे कृमि में पुनर्जनी शक्ति की बहाली । एक किरणित चपटा कृमि जिसमें एक अकिरणित जंतु से ऊतक प्रतिरोपण दिया गया है । यह प्रतिरोपण क्षत स्थल से दूर किए जाने पर भी पुनर्जनन कर सकता है । किरणित प्लैनेरिया अकिरणित जंतु से बिना प्रतिरोपण प्राप्त करे पुनर्जनन नहीं कर पाते ।

19.7.3 ध्रुवता की समस्या

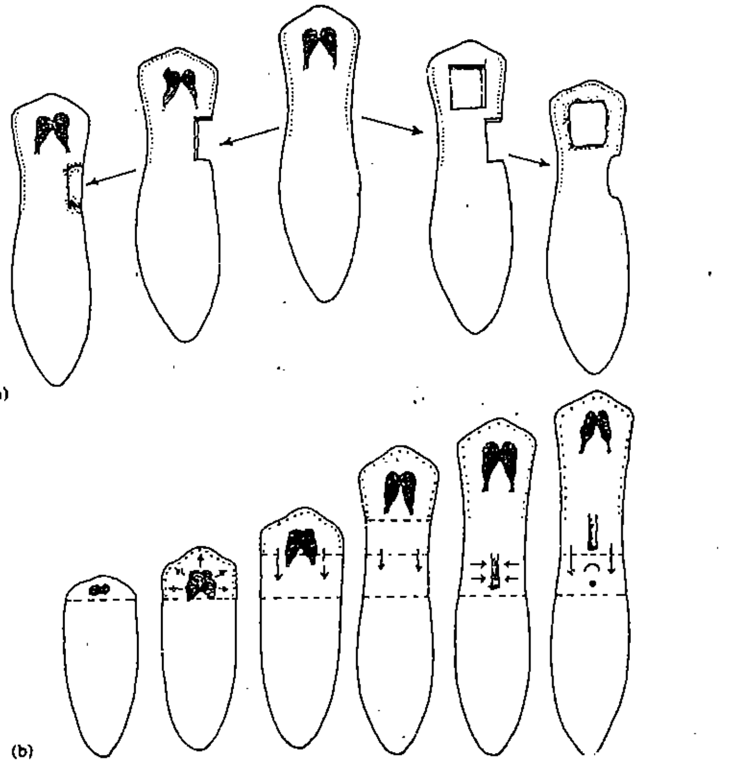
हाइड्रा की तरह चपटे कृमि का पुनर्जनन भी ध्रुवता बनाए रखता हुआ दिखता है । इनमें एक अग्रपश्च प्रवणता उपतंत्र काम करता दिखाई देता है, क्योंकि विच्छेदन अग्र पृष्ठ सिर और विच्छेदन पश्च पृष्ठ एक पुच्छ को बनाता है, हाइड्रा की तरह इसके मध्य खंड सिर और पुंछ दोना का

पुनर्जनन कर सकते हैं । हाइड्रा के समान ही इस नियम का एक अपवाद भी इसमें पाया जाता है । अगर इसका मध्य खंड बेहद पतला हो तो प्लैनेरिया का ऐसा खंड दो सिरों को जन्म देगा (चित्र 19.20) । ऐसा माना जाता है कि ऐसे लघु खंड में अग्र-पश्च प्रवणता अच्छी तरह से चित्रित नहीं हो पाती । यह टुकड़ा यह निर्धारित नहीं कर पाता कि "कौन सा सिरा ऊपर को है" । क्योंकि खंड का कोई भी सिरा दूसरे से लाभ की स्थिति में नहीं रहता । इसका प्रमाण मौजूद है कि ध्रुवता प्रवणता उपापचय क्रियाशीलता (metabolic activity) के कारण होती है । जो सिरा अधिक उपापचय सक्रिय होता है वह सिर बनाता है । अगर अग्र पश्च उपापचय प्रवणता को अलग कर दिया जाए तो दो सिर वाले चपटेकृमि बनते हैं (चित्र 19.20) । अग्र-पश्च ध्रुवता रखने के अलावा चपटे कृमि को अगर लंबाई में या अनुदैर्ध्य काटा जाए तो भी वे लुप्त अर्धभाग का पुनर्जनन कर लेते हैं (चित्र 19.17)। यह माना जाता है कि हाइड्रा की तरह ही प्लैनेरिया पुनर्जनन के पैटर्न को विसरणशील प्रवणताएँ नियंत्रित करती हैं ।

चित्र 19.20 : दो मुखी प्लैनेरिया

19.7.4 प्रेरण परिघटना

पुराने ऊतक की उपस्थिति पुनर्जनन को भ्रूणोद्भवन से और जटिल प्रक्रम बना देती है । बचा ऊतक पुनर्जनन पर प्रेरणी या संदमनक प्रभाव डालता है । यह प्रभाव एक ऊतक पर जातिगत या सामान्य हो सकता है (चित्र 19.21) । अध्ययनों से यह पाया गया है कि पुराने ऊतक नए ऊतकों के निर्माण को प्रभावित करते हैं, खासकर प्लैनेरियों में । प्रेरण के बारे में आप इस पाठ्यक्रम के खंड तीन की इकाई 13 में पढ़ चुके हैं । प्लैनेरिया में इस परिघटना का गहराई से अध्ययन किया गया है । अनेक प्रयोगों से यह साबित किया जा चुका है कि मस्तिष्क में दूर से नेत्र निर्माण को प्रेरित करने की क्षमता रहती है । ऐसा वह रासायनिक पदार्थों के माध्यम से करता है । अगर नेत्र निकाल लिए जाएं तो नये नेत्र पुनर्जनन कर लेते हैं । पर अगर नेत्रों और मस्तिष्क को साथ-साथ निकाल दिया जाए तो मस्तिष्क की अनुपस्थिति में नेत्र दुबारा नहीं बनते (चित्र 19.21 a) । इसी तरह सिर, उपग्रसनी भाग के निर्माण को भी प्रेरित करता है और यह उपग्रसनी भाग ग्रसनी प्रखंड के निर्माण को प्रेरित करता है जो ग्रसनी को मध्यस्थतः और जनन अंगों को पश्चतः बनाता है । प्लैनेरिया में अतिरिक्त मस्तिष्क और ग्रसनी का निर्माण संदमनक पदार्थ रोकते हैं । ये पदार्थ मस्तिष्क में ही बनते हैं ।



चित्र 19.21: (a) उच्छेदन के बाद चपटे कृमि *पॉलिसेलिस निग्रा* (*Polycelis nigra*) में अनेक नेत्रों का पुनर्जनन होता है बशर्ते मस्तिष्क अक्षत रहे (बाएं) : मस्तिष्क की अनुपस्थिति में नेत्र पुनर्जनन नहीं कर पाते (दाएं)। b) पुर्नजनक चपटे कृमि (*पॉलिसेलिस निग्रा*) में प्रेरणक संबन्ध क्रम बायें से दायें : पहला परिवर्धन करने वाला अंग (organ) मस्तिष्क है जो कि विभेदन क्रिया को प्रेरित करता है । तदोपरांत, बना हुआ सिर अपने पीछे एक उपग्रसनी भाग के निर्माण को प्रेरित करता है जिसके कारण ग्रसनी प्रखण्ड निर्मित हो जाता है । यह प्रखण्ड ग्रसनी को मध्यस्थतः और जनन अंगों को पश्चतः बनने के लिए प्रेरित करता है ।

संक्षेप में, मस्तिष्क एक संदमक का भी काम करता प्रतीत होता है जो बाद में पुनर्जनन के दौरान ब्लास्टीमा के अन्य भागों के विभिन्न अंगों में परिवर्धन को चरणबद्ध तरीके से प्रभावित करता है । इस चरणबद्ध निर्धारण में ब्लास्टीमा के विभिन्न भागों की विकासात्मक अंतःशक्ति पर पड़ने वाला नकारात्मक प्रभाव भी आता है (चित्र 19.21 b) ।

बोध प्रश्न 7

एक ऐसे प्रयोग के बारे में बताइए जिससे पता चलता है कि प्लैनेरिया में ब्लास्टीमा का निर्माण शरीर के दूरस्थ भागों से आने वाली प्रवासी (पलायनकारी) कोशिकाएं करती हैं ।

....

....

....

....

....

19.8 पुनर्जनन और भ्रूणीय परिवर्धन में तुलना

अब तक तो आप समझ ही गए होंगे कि पुनर्जनन और भ्रूण परिवर्धन प्रक्रमों में कई बनुयादी समानताएं हैं । शुरू होने के लिए दोनों को एक बाहरी उद्दीपक की जरूरत पड़ती है । भ्रूणोद्भवन (embryogenesis) में यह उद्दीपन अंडे में शुक्राणु का प्रवेश (निषेचन) है तो पुनर्जनन में (आकस्मिक या सौद्देश्य) क्षति (चोट) है । दोनों घटनाओं में मूलतः समान कोशिकीय गतिविधियां होती हैं जैसे कोशिका विभाजन, कोशिका संचलन, ऊतक पारस्परिक-क्रियाएं, प्रेरण, प्रगामी निर्धारण, संरचनाविकास, ऊतकजनन, कोशिका विभेदन और वृद्धि ।

मगर इनके साथ ही पुनर्जनन और भ्रूणीय विकास में महत्वपूर्ण भेद भी पाए जाते हैं । बहुकोशिक जन्तुओं में पुनर्जनन एक एकल पूर्णशक्त अंड कोशिका से नहीं होता । बल्कि यह जन्तु के कार्यशील शरीर के ऊतकों से आने वाली कोशिकाओं के समूह से होता है । ये कोशिकाएं या तो शरीर या अंग के अवशिष्ट भाग के विभिन्न ऊतकों की विभेदित कोशिकाओं के निर्विभेदन से उत्पन्न होती हैं । या फिर अविभेदित कोशिकाओं के संचय से इन कोशिकाओं को संघटित किया जाता है, बशर्ते जंतु द्वारा आपात स्थिति के लिए अगर ऐसा कोई संचय कायम किया गया हो । अगर अविभेदित कोशिकाओं का कोई संचय सुलभ, नहीं हो, तो हो सकता है कि पुनर्जनन में भाग लेने वाली कोशिकाएं बहुशक्ति (pluripotent) न हों । पुनर्जनन में या तो इन कोशिकाओं के प्रचुरोद्भवन द्वारा आरंभिक वृद्धि होती है जिससे कलिका या ब्लास्टीमा बनता है । या फिर इसमें प्रचुरोद्भवन हुए बिना भी मौजूदा ऊतकों या संचय की कोशिकाओं द्वारा लुप्त शरीर अंग का पुर्नप्रतिरूपण होता है । इसके अलावा पुनर्जनन दैहिक कारकों (तंत्रिका, हार्मोन और जीव की कार्यिकी स्थितियों के प्रभाव में होता है, जबकि भ्रूण विकास इन प्रभावों से मुक्त होता है ।

बुनियादी स्तर पर पुनर्जनन और भ्रूणीय परिवर्धन दोनों ही पश्चजात (epigenetic) प्रक्रम हैं । इनमें जीन अभिव्यक्ति और नियोजन होते हैं । इसलिए पुनर्जनन प्रक्रम की जानकारी भ्रूणोद्भवन के दौरान होने वाले परिवर्धन को समझने में काफ़ी उपयोगी है ।

पुनर्जनन अध्ययन से कई प्रश्नों का हल पाने में मदद मिलती है । जैसे कि कोशिका की विभेदित अवस्था कितनी स्थायी है? क्या कोई या सभी विभेदित कोशिकाएं एक नए परिपथ में निर्विभेदन और फिर पुनर्विभेदन (मेटाप्लासिया) कर सकती हैं? या क्या विभेदित कोशिका प्रत्यक्षतः विभेदित लक्षणप्ररूप और एक निर्विभेदित मगर निर्धारित अवस्था (modulation) के बीच विचलन करती रहती हैं? भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान कोशिकाएं क्या जनन या कायिक (somatic) कोशिकाओं में अनुत्क्रमणीय ढंग से प्रतिबद्ध हो जाती हैं? प्रौढ़ के विभिन्न ऊतकों या अंगों के बीच कोई पारस्परिक-क्रिया होती है जिससे उनकी अखंडता या आकार कायम रहता है ?

19.9 प्राणि जगत् में पुनर्जनन क्षमता का एक सर्वेक्षण

लुप्त संरचनाओं के पुनर्जनन की क्षमता किसी न किसी सीमा या अवस्था तक सभी सजीव वस्तुओं में पाई जाती है । मगर यह प्रक्रम अकशेरुकी जंतुओं में एक व्यापक सीमा में विकसित पाया जाता है, जैसे स्पंज, सीलेंटरेट, चपटे कृमि, ऐनेलिड और कंचुकी । इन में से कई जंतु शरीर के खंडों से अलैंगिक जनन किया करते हैं । कशेरुकी जंतुओं में यूरोडेल उभयचर के अलावा जिनकी पुनर्जनन क्षमता विशेष होती है, साइक्लोस्टोम मछली, अन्य उभयचर और सरीसृप, शरीर के मुख अंगों का पुनर्जनन कर लेने की सीमित क्षमता लारवा और प्रौढ़ अवस्थाओं में पाई जाती है । पक्षियों और स्तनधारियों में पुनर्जनन क्षमता बहुत थोड़ा रहतो है ।

कुछ जंतुओं में अनुसंधानकर्ताओं की ख़ास रुचि रही है । क्योंकि इन जंतुओं में अध्ययन कार्य करना न सिर्फ़ आसान है बल्कि ये जंतु पुनर्जनन के दौरान परिवर्धन की विभिन्न गुत्थियों और क्रियाविधियों पर अनुसंधान के लिए एक अच्छी और उपयुक्त सामग्री भी सुलभ कराते हैं । जैसे प्रोटोज़ोआ में कुछ पक्ष्माभी जंतु, पोरिफेरा में स्पंज, सीलेंटरेट जंतुओं में हाइड्रा, ट्यूबुलेरिया और ओबेलिया, प्लैटिहेल्मिंथ में चपटे कृमि (प्लैनेरिया), मर्टिन ने ऐनलिडों में, पॉलिकीट, और कुछ औलिगोकीट (*क्लाईमेनेला, सैबेला*, केंचुआ), कीट (तिलचट्टा), क्रस्टेशिया (लॉब्स्टर, केकड़ा), आर्थोपोडा जंतुओं में, निवही कंचुकी(*क्लैवेलिना, पेरोफ़ोरा*) और कशेरुकी जंतुओं में लारवा लैम्प्रे, मछली, उभयचर और छिपकलियाँ आदि ।
आइए विभिन्न जंतु समूहों में पुनर्जनन क्षमता को जरा विस्तार से जानें ।

19.9.1 अकशेरुकी जंतुओं में पुनर्जनन

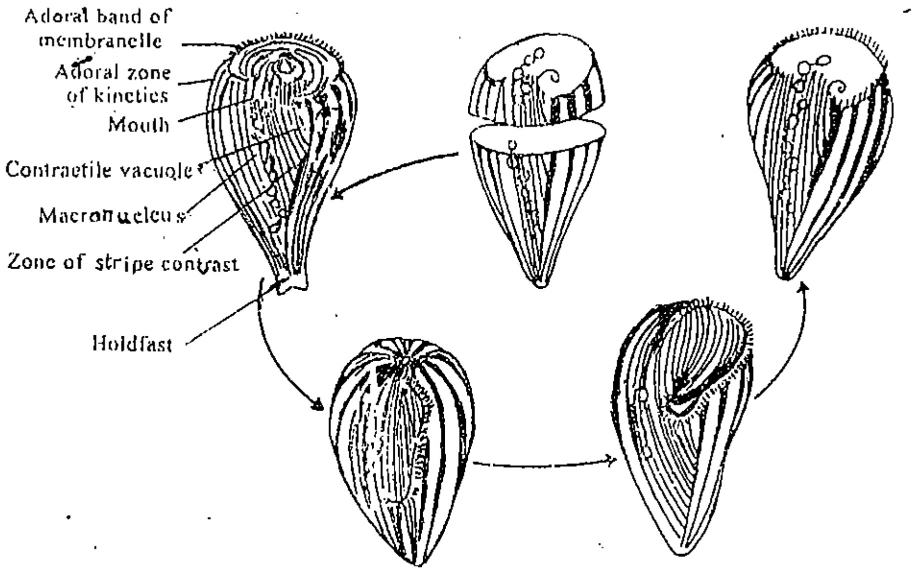
1) प्रोटोज़ोआ : अधिकांश एककोशिकीय जैसे प्रजीव (Protist) (प्रोटोज़ोआ) में बड़ी अच्छी तरह से पुनर्जनन होता है । *अमीबा* (*Ameoba*) से अगर जीवद्रव्य निकाल लिया जाए तो इसकी जगह नया जीवद्रव्य ले लेता है । कशाभी (flagellates) और पक्ष्माभी (ciliates) जीवों में भी ऐसा ही प्रक्रम होता है । पर दोनों ही स्थितियों में पुनर्जनन, जंतु (कोशिका) के उसी खंड से होता है जिसमें केन्द्रक हो ।

स्टेंटर (*Stentor*) एक ऐसा ही प्रोटोज़ोआ जंतु है जिसमें पुनर्जनन का गहराई से अध्ययन किया गया है । यह एक बड़ा सा पक्ष्माभी जीव है । इसमें पुनर्जनन तभी होता है जब वल्कुट (*cortical*) जीवद्रव्य और केन्द्रक संजीन उस में मौजूद हो जिसे पुनर्जनन करना है । (केन्द्रक संजीन एक बड़ा मणिकामय गुरुकेन्द्रक होता है) । स्टेंटर जिस तरह से प्रजनन करता है ठीक उसी तरह से पुनर्जनन भी करता है (चित्र 19.22) । जनन के लिए यह पहले अनुप्रस्थ विभाजन करता है और फिर हर विभाजित भाग एक पूर्ण जंतु को पुनर्रचना करता है । इसी तरह स्टेंटर को जब दो भागों में अनुप्रस्थ काटा जाता है तो प्रत्येक विच्छेदन सिरे पर बना घाव भर जाता है और पहले अग्र भाग की पश्च भाग के पुनर्जनन द्वारा पुनर्रचना होती है । इसके बाद पश्च विच्छेदन सिरा अपने अग्र भाग का पुनर्जनन करता है । इस प्रकार दो जंतु बनते हैं और हरेक, वल्कुट जीवद्रव्य और केन्द्रक संजीन से युक्त होता है ।

ii) पोरिफ़ेरा : स्पंजों में पुनर्जनन की भारी क्षमता पाई जाती है और यह दो तरीके से होता है ।

क) लघु खंडों से पुनर्जनन : शरीर अंगों के छोटे-छोटे टुकड़े जिनमें दोनों परतें मौजूद हों एक नए स्पंज में पुनर्जनन कर लेते हैं । कुछ स्पंज अपने अलैंगिक (asexual) जनन के लिए खंडन का नियमित प्रयोग करते हैं । दूसरी तरह से कहें तो स्पंज अपने शाखों को तोड़कर नए और स्वतंत्र स्पंजों को जन्म देता है ।

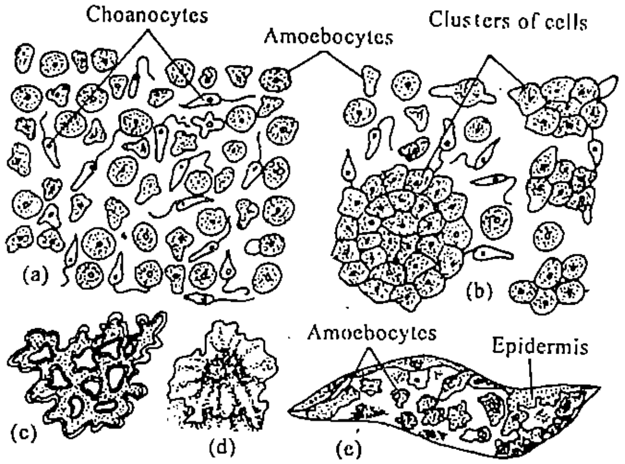
ख) पृथक्कृत कोशिकाओं से पुनर्रचना (reconstitution): कुछ अविभेदित कोशिकाओं (archeocytes) से भी एक संपूर्ण स्पंज की पुनर्रचना हो सकती है । उदाहरण के तौर एक प्रौढ़ स्पंज को अगर एक रेशमी वस्त्र के टुकड़े, जो चालनी का काम करता है, से निचोड़ा जाए तो कोशिकाएं अलग-अलग हो जाती हैं जैसे स्पंज को एक चालनी (छलनी) से गुजारा गया हो । पृथक्कृत कोशिकाओं को पानी के एक डिश (dish) में धीरे-धीरे हिलाया जाता है जिससे वे अच्छी तरह से मिल जाएं । इससे कोशिकाओं का कोई भी मौजूद संगठन पूरी तरह से बिखर जाता है । विलोडन बंद करने पर देखा गया है कि कोशिकाएं धीरे-धीरे गमन करती हैं और मूल स्पंज की तरह एक नया स्पंज बनाती हैं ।



चित्र 19.22 : दो भागों में विभाजित एक स्टेंटर (*Stentor*) के पश्च भाग द्वारा अग्र भाग का पुनर्जनन । घाव के बंद हो जाने के बाद पट्टित विपर्यास (stripe contrast) प्रखंड पर एक नया मुख आद्यक (oral primordium) प्रकट होता है । इसके बाद महीन वर्णक पट्टियों के खंड नए अभिमुखीय प्रखंड में सम्मिलित कर लिए जाते हैं । इस बीच गुरुकेन्द्रक आवशेष सघन बन जाता है और अधिमिश्रित हो जाता है और ऐसा करते हुए अपने पिंडकों की संख्या बढ़ा लेता है ।

प्रयोगों द्वारा यह पता चला है कि स्पंज की कोशिकाओं में कोशिका अभिज्ञान (cell recognition) का गुण पाया जाता है । जब तीन भिन्न जातियों के स्पंजों की कोशिकाओं को रेशमी वस्त्र के टुकड़े से गुज़ार कर विपुंजनित किया गया और इसके बाद उन्हें कोशिकाओं को एक अकेले पिंड में अच्छी तरह से मिला लिया गया तो फिर देखा गया कि इन कोशिकाओं ने एक बड़े एकल पिंड की रचना न करके अलग-अलग पिंड अपनी जाति की कोशिकाओं के साथ बनाया । इस प्रकार हर स्पंज जाति की कोशिकाओं ने इस मिश्रित कोशिका पिंड से स्वयं ही छटाई कर ली और सजातीय कोशिकाओं को पुनर्पुंजित कर मूल स्पंज की तरह नए स्पंजों को जन्म दिया ।

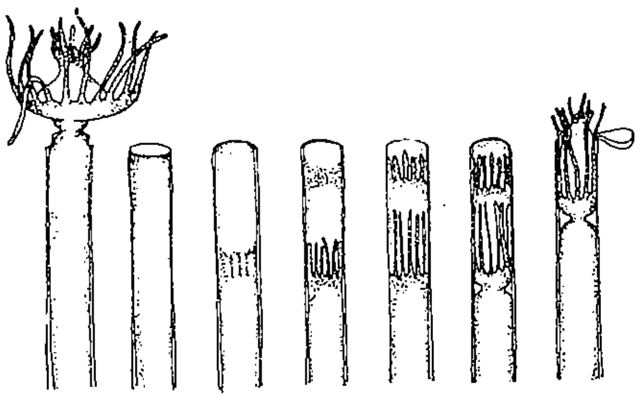
प्रथक्कृत कोशिकाओं का पुनर्पुंजन, जिसे की पुनर्रचना (reconstitution) कहा जाता है, पुनर्जनन से ही जुड़ा है । इसे सबसे पहले 1907 में बी0 एच0 विल्सन (V.H.Wilson) ने स्पंजो में देखा था (चित्र 19.23)। एक नए स्पंज को बनाने में कोई 2000 कोशिकाओं की जरूरत पड़ती है ।



चित्र 19.23 : स्पंज में पुनर्जनन पर विल्सन (Wilson) के प्रयोग a) *माइक्रोसाइयोना* (*Microciona*) की कोशिकाएं जिन्हें वस्त्र के टुकड़े (जो चालनी का काम करता है) में सजीव स्पंज को निचोड़ कर पृथक किया गया । b) लघु पिंडों में पुंजित होती कोशिकाएं c) एक जालिका रूपी (reticulate) पुनर्योग (reunited) पिंड d) पश्च अवस्था जिसमें एक तरुण स्पंज (spongelet) बन गया है । e, d जैसी अवस्था का खण्डित प्ररूप (section) ।

iii) सीलेंटरेट : पुनर्जनन क्षमता सीलेंटरेट के पॉलिपाभ (polypoid) रूपों में तो अधिक होती है मगर इनके मेडूसाभ (medusoid) रूपों में काफ़ी कम पायी जाती है । सीलेंटरेट जंतुओं में पुनर्जनन के अध्ययन के लिए हाइड्रा, ट्यूब्यूलेरिया (Tubularia) और ओबीलिया (Obelia) का सबसे ज़्यादा इस्तेमाल किया गया है । जैसा कि आप जानते ही हैं हाइड्रा के शरीर का दो सौवां अंश भी पुनर्जनन कर एक पूर्ण मगर लघुरूपी जंतु को जन्म दे सकता है । हाइड्रा का पश्च विच्छेदन सिरा मुँह और स्पर्शकों का पुनर्जनन करता है । इसका अग्र सिरा पाद और आसंजक (adhesive) बिम्ब (डिस्क) का पुनर्जनन करता है । यह सब आप इकाई के भाग 19.6 में पीछे संक्षिप्त में पढ़ ही चुके हैं ।

निवह (colonial) हाइड्रा जंतुओं जैसे ट्यूब्यूलेरिया में शाखन स्तंभों की एक शृंखला पाई जाती है । जिनके सिरों पर एक-एक पोषजीवाभ (hydranth) स्थित रहता है । एक पोषजीवाभ (हाइड्रैन्थ) को अगर काट कर अलग कर दिया जाए तो वह कुछ ही दिनों में वृद्धि कर लेता है (चित्र 19.24) । सामान्य अवस्था में भी ये जीव प्राकृतिक रूप से अपने पोषजीवाभों को समय-समय पर उतारते जाते हैं और नए पोषजीवाभों का पुनर्जनन कर लेते हैं । हाइड्रा और ट्यूब्यूलेरिया दोनों में ही पुनर्जनन क्षमता एक काफ़ी हद तक समान होती है । दोनों में ही इसमें ब्लास्टीमा के बने बिना ही अंगांतरण होता है ।



चित्र 19.24 : ट्यूब्यूलेरिया के पुनर्जनन में क्रमबद्ध चरण । पोषजीवाभ के उच्छेदन के बाद स्पर्शकों के नए वलयों का परिवर्धन होता है । पूरी तरह से बन जाने पर पुर्नजनित पोषजीवाभ खुलकर बाहर निकल आता है ।

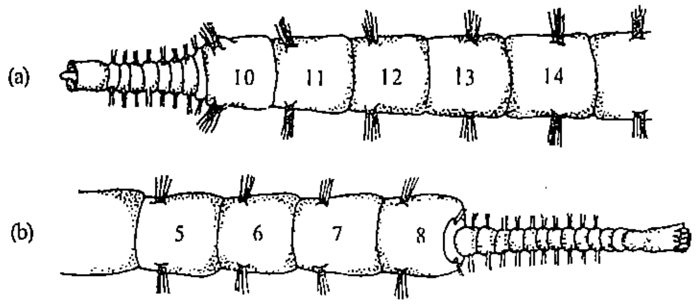
iv) प्लैटीहेल्मिंथीज़ (चपटे कृमि) : चपटे कृमियों (Platyhelminthes) में टर्बेलेरिया (turbellarians) (अधिकतर अलवण जलवासी जातियां और अलवणजलवासी व स्थलचर ट्राइक्लैड (triclads) जंतु) खंडन के द्वारा अलैंगिक जनन करते हैं । अधिकांश में पुनर्जनन की भारी शक्ति पाई जाती है । कई शोधकर्ताओं ने इनकी पुनर्जनन क्षमता का अध्ययन किया है । खासकर प्लैनेरिया जंतुओं (अलवण जलचर ट्राइक्लैड) की कई जातियों में जैसे *डुजेसिया* (*Dugesia*) । हाल ही में हुए कुछ अध्ययनों के अनुसार निर्विभेदित कोशिकाएं ही नए ऊतकों के पुनर्जनन का मुख्य स्रोत हैं । मगर साथ ही यह बात भी सही मानी गई है कि अविभेदित कोशिकाओं (नियोब्लास्ट) का एक संचय भी मौजूद रहता है जिसकी कोशिकाएं पुनर्जनन के लिए प्रमुख स्रोत का काम करती हैं । पुनर्जनन का प्रक्रम अंगांतरण और अभिरूपांतरण का एक संयोजन जैसा लगता है । चपटे कृमियों में एक सुस्पष्ट कार्यिकी प्रवणता विद्यमान रहती है जिससे इनका शरीर ध्रुवित होता है । अग्र (सिर वाला सिरा) एक ध्रुव को और पश्च (पूँछ वाला सिरा) दूसरे ध्रुव को व्यक्त करता है । इसलिए उच्छेदित टुकड़े में अग्र विच्छेदन पृष्ठ सिर को तो पश्च विच्छेदन पृष्ठ नई पूंछ का पुनर्जनन करता है (इकाई के भाग 19.7 को दोहराइए)।

v) नेमर्टीन (nemerteans) : इन जंतुओं में भी उल्लेखनीय पुनर्जनन क्षमता पाई जाती है । इनका एक छोटा सा खंड भी एक संपूर्ण कृमि में पुनर्जनन कर लेता है । इनकी बड़ी जातियों में ख़ास तौर से ऐसी स्पष्ट प्रवृति देखी जाती है कि जब इन्हें छेड़ा जाता है तो इनमें खंडन हो जाता है । शुंडिका (proboscis) को जब कभी छेड़ा जाता है तो यह अक्सर अलग हो जाती है । शुंडिका जल्दी ही पुनर्जनन कर लेती है । कुछ जातियां, खंडन के द्वारा जनन करती हैं और शरीर के पश्च खंड तक पुनर्जनन करने की क्षमता रखती हैं ।

vi) **ऐनेलिड (annelids)** : सखंड कृमियों में पॉलिकीटों (polychaetes) और ओलिगोकीटों (oligochaetes) दोनों में ही पुनर्जनन की ज़बर्दस्त शक्ति पाई जाती है । जोंकों (leeches) में यह क्षमता कतई नहीं होती । पॉलिकीटों में अगर स्पर्शक (tentacles or palps) और सिर परभक्षी द्वारा अलग भी कर दिया गया हो तो वह शीघ्र ही फिर से पुनर्स्थापित हो जाते हैं । यह बिलकारी (burrowers) और नलिका वासी (tube dwellers) कृमियों में आम है । कुछ कृमियों में स्वांगोच्छेदन होता है । उदाहरण के लिए कृमि को जब छेड़ा जाता है तो उसके शरीर के पीछे के खंड विलग हो जाते हैं और इसके कुछ ही देर बाद उनका पुनर्जनन भी हो जाता है ।

केंचुए (ओलिगोकीट) भी अपने अग्र और पश्च दोनों खंडों का पुनर्जनन कर लेते हैं । किसी केंचुए को अगर दो बराबर टुकड़ों में काट दिया जाए तो उसका पश्च अर्धखंड, मुंह सहित अग्र खंडों का पुनर्जनन करता है । उधर अग्र अर्धखंड अपने पश्च उच्छेदन सिरे से नए पश्च खंड का पुनर्जनन कर लेता है । इस प्रकार एक केंचुए से दो नए जीव उत्पन्न हो जाते हैं ।

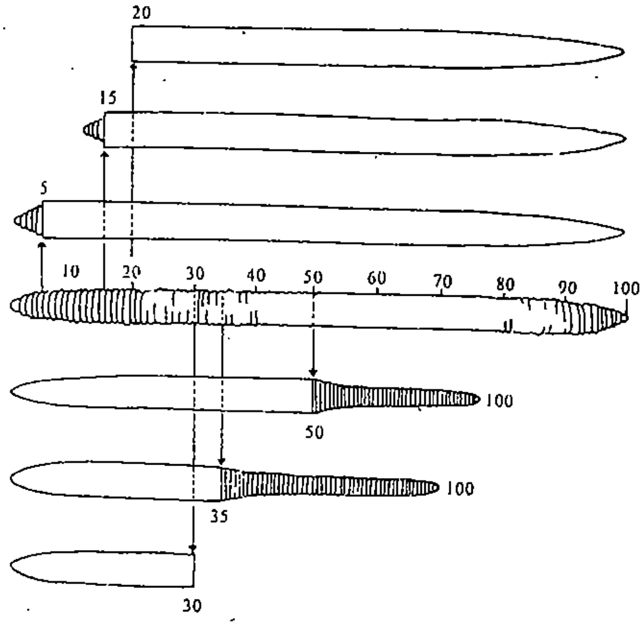
जिन खंडों का पुनर्जनन हो सकता है अलग-अलग ऐनेलिड जंतुओं में उनकी संख्या अलग-अलग होती है । कृमियों की कुछ जातियाँ उतने खंडों का पुनर्जनन कर लेती हैं जितनों का लोप हुआ हो । *क्लाइमेनेला* (*Clymenella*) नामक एक पॉलिकीट कृमि में बाइस खंड पाए जाते हैं और यह जीव सभी खंडों का पुनर्जनन भी कर लेता है (चित्र 19.25) । अग्र दिशा में यह अधिकतम नौ खंडों का पुनर्जनन कर लेता है, जिससे यह विच्छेदित खंडों की ठीक उसी संख्या को प्रतिस्थापित करता है । इससे अधिक खंडों का विच्छेदन किए जाने पर सिर्फ़ छोटे खंडित उद्वर्ध (short segmented outgrowths) ही बनते हैं । पश्चतः भी यह उतने ही खंडों का पुनर्जनन कर लेता है जितनों का विच्छेदन किया गया हो । हालांकि इसमें भी यह जितने खंडों का पुनर्जनन कर सकता है उनकी अधिकतम संख्या चौदह तक ही सीमित है । आठवें खंड के सामने और दसवें खंड के पीछे से अंगोच्छेदन किए जाने पर कोई पुनर्जनन नहीं होता । बल्कि जंतु की अन्ततः मृत्यु हो जाती है ।



चित्र 19.25: *क्लाइमेनेला (Clymenella)* में पुनर्जनन, जिसमें कि ठीक 22 खंड पाए जाते हैं । (a) अग्र पुनर्जनन उच्छेदन के बाद नौ खंडों की पुनर्रचना कर सकता है । (b) मगर पश्च दिशा में 14 खंडों का पुनर्जनन हो जाता है । 10वें खंड के बाद या 8वें खंड से पहले अंगोच्छेदन करने पर पुनर्जनन नहीं हो पाता और कृमि अंततः मर जाता है ।

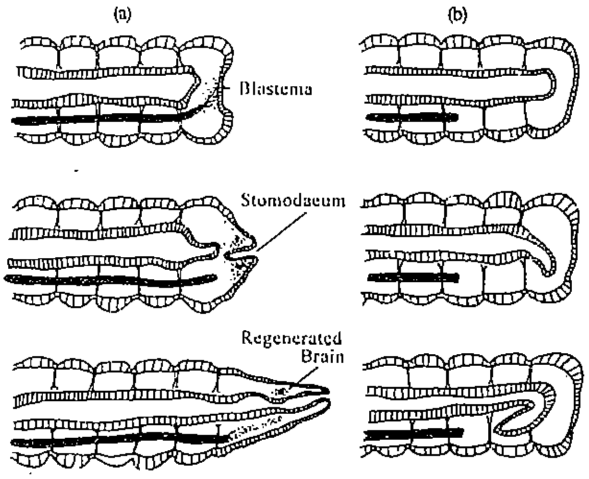
मगर अधिकांश ऐनेलिडों में पुनर्जनन शक्ति अग्र विच्छेदन सिरे तक ही सीमित होता है और इनमें सिर्फ़ सीमित संख्या में ही खंड बन पाते हैं जो कि ऐनेलिड जाति पर निर्भर है । *एलोलोबोफोरा फ़ीटीडा* (*Allolobophora foetida*) केंचुए में सिर्फ चार या पाँच अग्र खंडों का ही पुनर्जनन होता है । *कीटोप्टेरस* (*Chaetopterus*) के पहले के चौदह खंडों में से किसी एक से ही नए पूर्ण जंतु का पुनर्जनन होता है । पर दूसरी ओर पश्च खंडों के पुनर्जनन पर कोई प्रतिबंध इसमें नहीं होता । आइसेनिया फ़ीटीडा (*Eisenia foetida*) नामक केंचुए में कोई सौ खंड पाए जाते हैं (चित्र 19.26) । यह केंचुआ पश्चतः उतने ही खंडों का पुनर्जनन कर लेता है जितनों का उच्छेदन किया गया है । माना 10 खंड काटे जाएं तो सभी दस खंडों का पुनर्जनन हो जाता है । मगर यही स्थिति तब नहीं पाई जाती है जब कुछ अग्र खंडों को काटा जाता है । क्योंकि इनमें से थोड़े से ही खंडों का पुनर्जनन हो पाता है । यह केंचुओं का एक प्रारूपी गुण है ।

इस प्रकार आप देख सकते हैं कि ऐनेलिडों में पुनर्जनन क्षमता की अभिव्यक्ति अंगोच्छेदन के स्तर पर काफ़ी निर्भर करती है । ऐनेलिडों में पुनर्जनन के लिए कोशिकाएं, लुप्त ऊतकों के अवशिष्टों से मिलती हैं । इसके लिए पुरानी अधिचर्म कोशिकाओं से नई अधिचर्म बनती है । मध्यजनस्तर ऊतकों के निर्विभेदन से बनने वाली पेशी कोशिकाओं प्रगुहाणुओं (coelomocytes) और अन्य मध्यजनस्तर कोशिकाएं,



चित्र 19.26 : अग्र (ऊपर) बनाम पश्च (नीचे) पुनर्जनन । पुनर्जननकारी केंचुए, *आइसेनिया फ़ीटीडा* (ओलिगोकीट) में विच्छेदन अगर अग्र की ओर पंद्रहवें खंड तक किया जाए तो अधिक से अधिक पांच अग्र खंडों का पुनर्जनन होता है । विच्छेदन अगर 15वें और 20वें खंड के बीच हो तो 5 से भी कम खंड बनते हैं । विच्छेदन अगर 20वें खंड से पीछे किसी भी खंड पर किया जाए तो एक भी अग्र खंड का पुनर्जनन नहीं होता । विच्छेदन 35वें खंड तक भी किया जाए तो कटे सभी पश्च खंडों का पुनर्जनन हो जाता है । विच्छेदन अगर 20वें और 35वें खंड के बीच में कहीं भी किया जाए तो न तो कोई अग्र खंड ही बनाता है और न ही कोई पश्च खंड ।

मध्यजनस्तर ऊतकों का पुनर्जनन करती हैं । आंत्रिक उद्भव की कोशिकाओं से आंत्र का पुनर्जनन हो जाता है । इनके पुनर्जनन में तंत्रिका तंत्र की महत्वपूर्ण भूमिका प्रेरण की रहती है । सिर्फ़ तंत्रिका रज्जु के काटने से ही एक अतिरिक्त सिर का पुनर्जनन हो जाता है । अग्र पुनर्जनन अधर तंत्रिका रज्जु की उपस्थिति पर निर्भर करता है । अगर इसे काट दिया जाए या क्षत पृष्ठ से हटा ही दिया जाए तो फिर अग्र अंगों का पुनर्जनन नहीं हो पाता (चित्र 19.27)। पुच्छ (पूँछ) के पुनर्जनन के लिए भी मस्तिष्क की उपस्थिति भी ज़रूरी है। पश्च पुनर्जनन के लिए आंत्र की उपस्थिति भी ज़रूरी है। आंत्र को अगर अलग

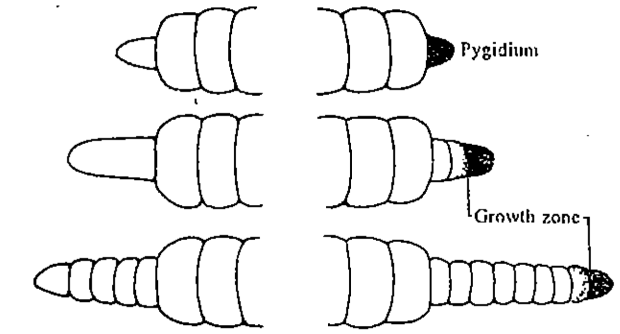


चित्र 19.27 : a) *आइसेनिया फ़ीटीडा* में सिर पुनर्जनन की सामान्य अवस्थाएँ । बाह्यचर्म (ectoderm) और अतंश्चर्म (endoderm) अपनी पहचान बनाए रखती हैं । ब्लास्टीमा कोशिकाओं से नए मस्तिष्क और अधर तंत्रिका रज्जु का विभेदन होता है । b) विच्छेदन स्तर से कई खंड पीछे अधर तंत्रिका रज्जु के प्रायोगिक स्थिति निर्धारण (experimental resection) के परिणाम । मुख पाद (stomodaeum) बाह्यचर्म से परिवर्धन नहीं कर पाता मगर आंत्र का पुनर्जनन होता है ।

किया जाता है तो पश्च खंडों का पुनर्जनन नहीं होता । पुनर्जनन का प्रक्रम अभिरूपांतरणी (epimorphic) होता है । इसमें एक पुनर्जनन *कलिका* या ब्लास्टोमा बनती है ।

पुनर्जननकारी ऐनेलिडों में खंडीभवन :

अधिकांश कृमि वृद्धि करने के साथ-साथ अपने पश्च सिरे पर नए-नए खंड बनाते जाते हैं । इनमें यह खंडीभवन एक वृद्धि प्रखंड (growth zone) में होता रहता है । यह वृद्धि प्रखंड अंतस्थ पाइजिडियम (terminal pygidium) से ठीक पहले स्थित रहता है । इसी भाग में समय-समय पर अतिरिक्त खंड बनते रहते हैं । यह नए पट्टों (septa) के परिवर्धन के फलस्वरूप होता है । एनेलिडों में पुच्छीय पुनर्जनन, वृद्धि की इसी सामान्य विधि का ही अनुकरण करता है । सामान्य व्यक्ति वृत (ontogeny) में अग्र भाग में कोई वृद्धि प्रखंड नहीं पाया जाता जो कि इस भाग में खंडों की संख्या बढ़ा सके । इसलिए पुनर्जनन करते हुए सिर में अंतराखंडीय पट्टों की एक निश्चित संख्या बन जाती है जिसके साथ-साथ खंडों की एक निश्चित संख्या को परिसीमित कर दिया जाता है । यही वजह है कि अग्र खंडों की पुनर्जनन क्षमता प्रायः पश्च खंडों से कम होती है (चित्र 19.28)।



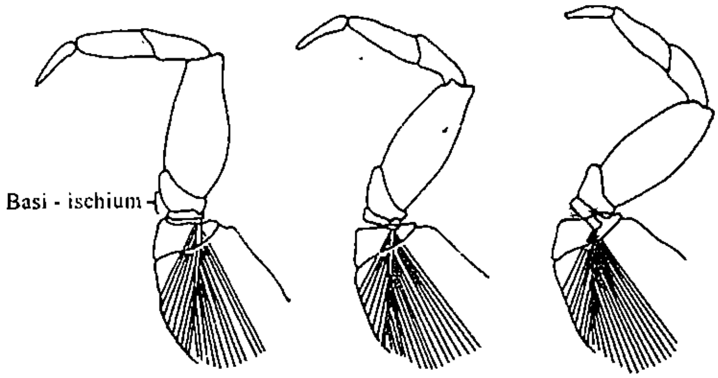
चित्र 19.28 : ऐनेलिडों के पुनर्जनन में खंडीभवन अग्र उद्वृद्धि में प्रायः एक ही बार हो जाता है (बाएं) इसमें और अधिक खंडों के जुड़ने का कोई प्रावधान नहीं रहता । पुच्छीय पुनर्जनन में (दाएं) पहले पाइंजिडियम (pygidium) बनता है । इसके बाद वृद्धि प्रखंड (growth zone) में जो कि पाइजिडियम के एकदम निकटस्थ होता है क्रमवार तरीके से विभाजित होते खंडों की एक श्रृंखला बनती है ।

vii) मोलस्क : मोलस्कों (घोंघा *snail* और सीपिया *sepia*) में पुनर्जनन की क्षमता कम पाई जाती है । जठरपाद (गैस्ट्रोपॉड) जंतुओं जैसे *हेलिक्स (Helix)* में नेत्र युक्त नेत्रवृंत और सिर के विस्तृत भाग पुनर्जनन कर लेते हैं । मगर पूरे सिर का पुनर्जनन नहीं होता । अगर सिर के एक हिस्से के साथ मध्य गैनिालिऑनों (गुच्छिकाओं) को भी अलग कर दिया जाए तो शेष भाग, जोकि अन्यथा पुनर्जनन करने में सक्षम होता, पुनर्जनन नहीं कर पाता है । कुछ गैस्ट्रोपोडों में (जैसे *नासा (Nassa)*, *हार्पा (Harpa)*) पाद का पुनर्जनन हो जाता है । हार्पा में पाद के बड़े-बड़े भागों का स्वयं ही विच्छेदन हो जाता है और इसके बाद वे पुनर्जनन कर लेते हैं । कुछ अनावृतक्लोमी (nudibranch) मोलस्कों में गिलों (gills) का पुनर्जनन होता है । कुछ नर सिफैलोपोडों में शुक्राणु अंतरण के दौरान सवांगोच्छेदन के द्वारा एक भुजा कट जाती है जिसका बाद में पुनर्जनन हो जाता है ।

viii) ऐस्केलमिन्थीज़ (Aschelminthes): इस सुपर फ़ाइलम (super phylum) में सूत्रकृमि (Nematode) और कई अन्य फ़ाइलम आते हैं जैसे गैस्ट्रोट्राइका (Gastrotricha), रोटिफेरा (Rotifera), काइनोरिंका (Kinorhyncha), निमैटिमॉर्फा (Nematimorpha), एकैन्थोसिफैला (Acanthocephala), नैथोस्टोम्यूलिड (Gnathostomulid) आदि । इन जंतुओं में पुनर्जनन क्षमता बिल्कुल भी नहीं होती । हां सतही घावों को काफ़ी कुछ भरने में ये सक्षम होते हैं । इन जंतुओं में कोशिका विभाजन भ्रूणीय परिवर्धन के दौरान ही शरीर के सभी अंगों में रुक जाता है । इसके बाद से इनके शरीर में कोशिकाओं की संख्या स्थिर बनी रहती है । सूत्रकृमियों और अन्य ऐस्केलमिन्थीज़ जंतुओं का यह विशेष गुण ही इन जंतुओं में पुनर्जनन क्षमता की कमी का कारण हो सकता है ।

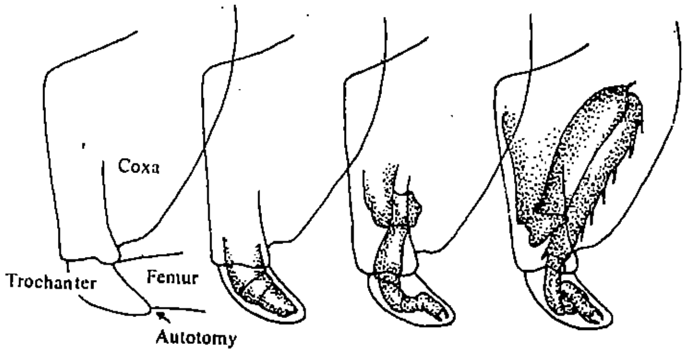
ix) आर्थ्रोपोड: कीटों, क्रस्टेशिया, सेन्टीपीडों, बिच्छुओं और मकड़ी जैसे आर्थ्रोपोड (संधिपाद) जंतुओं में पुनर्जनन की क्षमता या तो कम होती है या होती ही नहीं । इनमें सिर या पूंछ के पुनर्जनन को

क्षमता नहीं रहती । अधिकांश आर्थ्रोपोड जंतुओं में, सिर्फ़ कुछ या फिर सभी उपांग (appendage) का पुनर्जनन होता है । इनमें होने वाला पुनर्जनन, निर्मोचन या निर्मोकोत्सर्जन (ecdysis) से सह संबंधित होता है । पुनर्जनन सिर्फ़ जंतुओं की वृद्धि पूरी न होने तक ही होता है । क्रस्टेशिया जंतुओं में उपांगों के पुनर्जनन की क्षमता जीवन भर रहती है। इसकी वजह यह है कि प्रौढ़ अवस्था सहित इन जंतुओं में परिवर्धन के किसी भी चरण में वृद्धि नहीं रुकती और प्रौढ़ जीवन में भी आवर्ती निर्मोचन बराबर होता रहता है । केकड़ों और मकड़ियों में स्वांगोच्छेदन होता है । जब कोई परभक्षी इन्हें पकड़ लेता है तो ये अपने पाद को दूसरे जोड़ में पूर्व निर्धारित रेखा से अलग कर देते हैं । यह वे अपनी प्रसारिणी (extensor) पेशियों में ज़बर्दस्त संकुचन (violent contraction) के द्वारा करते हैं । (चित्र 19.29)। इस स्वांगोच्छेदन से लुप्त हुए भाग का इसके बाद पुनर्जनन कर लिया जाता है ।



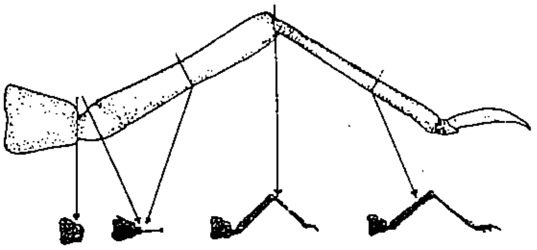
चित्र 19.29 : केकड़े के पाद के स्वांगोच्छेदन में क्रमिक अवस्थाएं । (a) विराम अवस्था में सामान्य पाद : (b) स्वांगोच्छेदन पेशी का संकुचन, पाद को उठा देता है जो आधारी आसनास्थि (basi-ischium) को दबाता है । आधारी-आसनास्थि पर पड़ने वाला यह दबाव आधारी आसनास्थि को पूर्व निर्मित खंडन तल पर दो भागों में बांट देता है ।

कीट अपने पादों के लुप्त हिस्सों का पुनर्जनन सिर्फ लारवा अवस्था के दौरान ही कर पाते हैं । इसी अवधि में निर्मोचन होता है । अंतिम निर्मोक यानी निर्मोकोत्सर्जन के बाद वृद्धि रुक जाती है, जिसके बाद प्रौढ़ अवस्था आ जाती है । इस तरह प्रौढ़ जीवन के दौरान पाद के किसी भी हिस्से का पुनर्जनन संभव नहीं । पाद पुनर्जनन का अध्ययन आर्थोप्टेरा कीटों के लारवा में टिड्डा, यष्टि कीट (stick insect), प्रेइंग मैन्टिड और तिलचट्टों की अर्भक (निम्फ) अवस्था में किया गया है (चित्र 19.30) ।



चित्र 19.30 : कीट अपने उपांगों का पुनर्जनन अगले समीपस्थ खंडों (proximal segments) के अंदर करते हैं । यहां आठवें निर्मोकरूप (instar) अर्भक (nymphal) तिलचट्टे (*पेरिप्लैनेटा अमेरिकाना*) का पश्च वक्षीय पाद (metathoracic leg), कक्षांग (Coxa) और शिखरक (trochanter) के अंदर पुनर्जनन कर रहा है । स्वांगोच्छेदन के एक हफ्ते बाद हल्का सा वलित पाद पुराने कक्षांग के अंदर अंशतः होता है, जिसके लिए जगह पेशी ह्रास से बनाई जाती है । दो हफ़्ते में पुनर्जनन हर हाल में पूरा हो जाता है । अब तक पाद मुड़ी अवस्था में कक्षांग टुंड में अगले निर्मोचन पर निकलने के लिए तैयार पड़ा रहता है ।

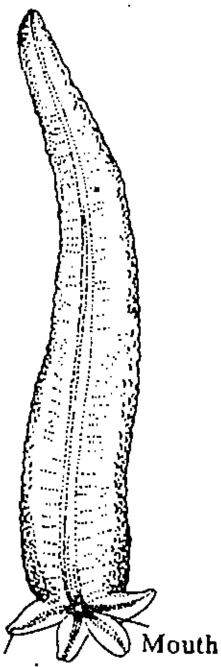
हेमीप्टेरा गण का रक्त चूसने वाला कीड़ा *रोडनियस (Rhodinius)* भी पाद पुनर्जनन के अध्ययन के लिए एक उपयुक्त जाति है (चित्र 19.31)।



चित्र 19.31 : *रोडनियस (Rhodnius)* पाद को लंबाई में विभिन्न स्तरों पर विच्छेदित कर के पाद में पुर्नजनन की अधिकतम सीमा को दर्शाया गया है ।

आर्थोपोडा जंतु में उपांग के उच्छेदन के बाद घाव को एक काइटिनी प्लग (chitinous plug) ढक लेता है । इसके नीचे पुनर्जनन कलिका बनती है जो अभिरूपांतरण पुनर्जनन के द्वारा पाद की पुनर्रचना करती है । शुरू में पुनर्जनित पाद छोटा होता है । यह अपना सामान्य आकार अनेक निर्मोकों के दौरान होने वाली तेज़ वृद्धि के फलस्वरूप प्राप्त कर लेता है (चित्र 19.30)।

x) एकिनोडर्मेटा : एस्टरॉइड (asteroids) जैसे तारा मछली, ओफियुरॉइड जैसे भंगुर तारा brittlestar) और क्रिनॉयड जैसे समुद्री लिली (sea lily) अपनी लुप्त भुजाओं और डिस्क के अंगों का भी पुनर्जनन कर सकते हैं । तारा मछली की भुजाओं में स्वांगोच्छेदन देखा जाता है । जब कोई परभक्षी इसे छेड़ता या पकड़ लेता है तो यह मूल (base) के पास की एक या अधिक भुजाओं को त्याग देती है और फिर उनका पुनर्जनन कर लेती है । *लिंकिया (Linckia)* जाति में तो डिस्क के किसी भी भाग से वंचित एक भुजा पूरे शरीर का ही पुनर्जनन कर लेती हैं । ऐसे पुनर्जननकारी समुद्री तारकों को पुच्छल तारा (comets) कहते हैं (चित्र 19.32)। भंगुर तारा और समुद्री लिली में भी तनाव की स्थितियों में स्वांगोच्छेदन होता है । ये भुजा के शेष अंश से नई भुजा का पुनर्जनन कर सकते हैं स्वांगोच्छेदन ख़ास तौर से समुद्र ककड़ी (sea cucumbers), होलोथुरोइडी में बड़ा ही अद्‌भुत होता है। इन जंतुओं को जब घबरा दिया जाए या छेड़ा जाए तो ये अपने सभी आंतरिक अंगों, खास तौर से श्वसन वृक्ष (respiratory tree) और आहार नाल, (alimentory canal) को गुदा (anus) के रास्ते बाहर उलट देते हैं । इस स्वतः स्वः-अतंरगक्षेपण (self-evisceration) के बाद सारे अंतरांगों का पूर्ण पुनर्जनन हो जाता है । अगर होलोथूरियन जंतु को दो भागों में काट दिया जाए तो हर अर्धभाग लुप्त अर्धभाग का पुनर्जनन कर शरीर को पूर्ण बना लेता है ।



चित्र 19.32: एक भुजा से पुनर्जनन करते समुद्री तारा (sea star) की पुच्छल तारा अवस्था ।

xi) लोफ़ोफ़ोरेट (**Lophophorate**): इनमें फ़ोरोनिडा (Phoronida), ब्रायोज़ोआ (Bryozoa), एक्टोप्रोक्टा (Ectoprocta) और ब्रैकियोपोडा (Brachiopoda) संघ फाइलम आते हैं । इस वर्ग के अधिकांश जंतु मुकुलन और या खंडीभवन के द्वारा अलैंगिक जनन करते हैं । खंड लुप्त संरचनाओं या संपूर्ण जंतु का पुनर्जनन करते हैं ।

xii) हेमीकोर्डेट (**Hemichordate**) : इस वर्ग की कई जातियों में खंडन द्वारा अलैंगिक जनन होता देखा गया है जैसे *बैलेनोग्लोसस (Balanoglossus)* और *ग्लोसोबेलैनस (Glossobalanus)* : अधिकांश जातियां कम से कम धड़ के पश्च लुप्त भाग का पुनर्जनन कर ही लेती हैं ।

xiii) यूरोकोर्डेट (**Urochordate**) : निम्न वर्गीय कोर्डेटों में कई निवही कंचुकी जंतुओं में पुनर्जनन की विस्तृत क्षमता पाई जाती है । इस क्षमता के साथ-साथ मुकुलन या खंडी भवन के द्वारा अलैंगिक जनन भी होता देखा गया है । जैसे *क्लैवेलिना (Clavelina)*, *पेरोफोरा (Perophora)* इत्यादि । मगर एकलवासी ऐसीडिया जंतु लुप्त भागों का पुनर्जनन करने में समर्थ नहीं रहते ।

बोध प्रश्न 8 :

नीचे दिए गए जंतुओं को पुनर्जननकारी और अपुनर्जननकारी वर्गों में बांटिए : जोंक, समुद्र लिली, समुद्र ककड़ी, प्रौढ निच्छु, सूत्रकृमि, घोंघा, केंचुआ, प्लैनेरिया, स्पंज ।

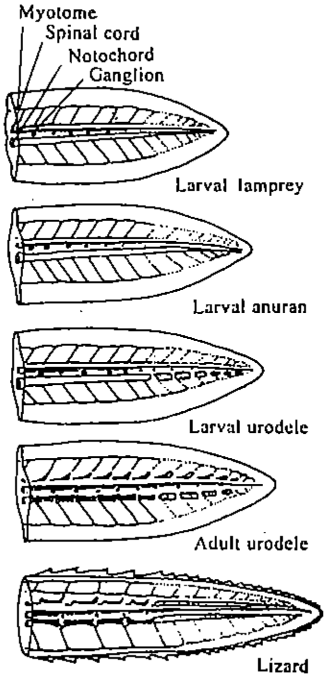
....

....

19.9.2 कशेरुकी जंतुओं में पुनर्जनन

कशेरुकी जंतुओं में उभयचरों, ख़ासकर यूरोडेलों, में पुनर्जनन क्षमता बड़ी अद्भुत होती है । आइए विभिन्न कशेरुकी वर्गों में कुछ जंतुओं की पुनर्जनन क्षमता का संक्षेप में सर्वे करें ।

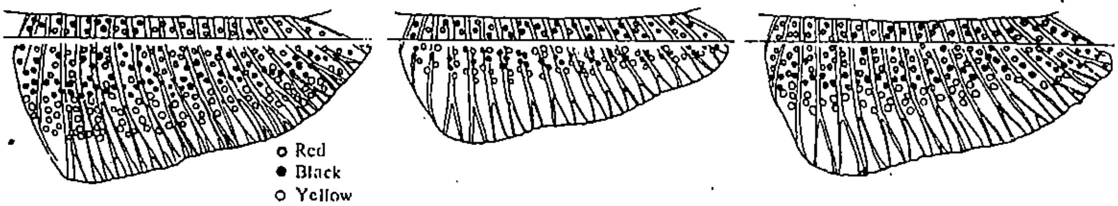
i) **साइक्लोस्टोम (Cyclostome)** : जबड़ाहीन आदिम मछलियों में लैम्प्रे (lamprey) के लारवा उच्छेदित पूंछ का पुनर्जनन कर लेतें हैं । क्षत पृष्ठ पर ब्लास्टीमा बनता है । इसमें निर्विभेदित कोशिकाएं होती हैं जो टुंड के मध्यजनस्तर ऊतक से व्युत्पन्न होती हैं। यह एक अधिचर्म से ढकी रहती है जिसमें शीर्ष पर एक शिखाग्र अधिचर्म आच्छद मौजूद होता है । पुनर्जनन अभिरूपी होता है। ब्लास्टीमा के बनने और फिर पुनर्जनन होने के लिए अंगोच्छेदन सतह पर मेरुरज्जु की उपस्थिति ज़रूरी है । पुनर्जनित पूंछ शारीरीय दृष्टि से पूर्ण होती है, जिसमें पृष्ठरज्जू (notochord), मेरुरज्जु, खंडीय कायखंड पेशी और पख ऊतक मौजूद होते हैं । इसके अलावा कुछ थोड़े से मेरु गुच्छिका भी पुनर्जनन कर लेते हैं । चित्र 19.33 में लारवा लैम्प्रे में पुनर्जनित पूंछ को दिखाया गया है । साथ ही इसमें उन कशेरुकी जंतुओं के साथ इसकी तुलना दिखाई गई है जो लारवा या प्रौढ़ या दोनों ही अवस्थाओं में अपनी पूंछ का पुनर्जनन कर लेते हैं ।



चित्र 19.33 : पुच्छ पुनर्जनन का तुलनात्मक शारीर (**anatomy**) । लारवा लैम्प्रे और टैडपोल पूंछ के खंड आकारीय दृष्टि से समरूप होते हैं । मगर टैडपोल पूंछ के खंड अपूर्ण होते हैं क्योंकि उनमें नए (मेरु) गैंग्लिऑन (गुच्छिका) नहीं बनते । यूरोडेलों की पुच्छ गैंग्लिऑन सहित, पूरी तरह से पुनर्जनन करती है । मगर लारवा यूरोडेलों की पूंछें पृष्ठरज्जु की जगह उपास्थिमय कशेरुक बनाती हैं । छिपकली की पूंछ कशेरुक के बजाए एक अखंडित उपास्थिमय नलिका बनाती है । और साथ में यह खंड में अनुरेखित आदिपेशीखंड या मायोटोम (**Myotome**) भी बनाती है ।

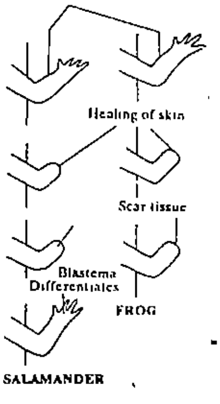
ii) मछली : मछली के शरीर के कई विभिन्न भाग पुनर्वृद्धि कर लेते हैं । उखड़े शल्कों (scales) की जगह फ़ौरन नए शल्क ले लेते हैं और विच्छेदित गिल तंतुक (gill filaments) पुनर्जनन कर लेते हैं ।

कैटफिश (catfish) के स्वाद स्पर्शवर्धों (taste barbels) का पुनर्जनन हो जाता है । मछली में पुनर्जनन की क्षमता वाली सबसे स्पष्ट संरचना उसके पख (fin) हैं । किसी पख का विच्छेदन करने पर बचे ठुंड से लुप्त भाग का विकास हो जाता है और जिस किसी भाग का लोप हो उसकी पुनर्रचना हो जाती है । यहां तक कि कुछ पखों में पाए जाने वाली रंगीन पट्टियां या धब्बे नई वर्णक कोशिकाओं (pigment cells) द्वारा फिर से बना लिए जाते हैं। ये वर्णक कोशिकाएं पुनर्जनित हिस्से में फिर से बस जाती हैं । (चित्र 19.34) । पख पुनर्जनन तंत्रिका की पर्याप्त आपूर्ति पर निर्भर करता है । पख को जाने वाली तंत्रिका को अगर काट दिया जाए तो न तो विच्छेदित पख और न ही अस्थिमय पख अर के उच्छेदित टुकड़ों का पुनर्जनन हो सकेगा ।



चित्र 19.34 : ज़ीबरा (Zebra) फिश में पूंछ का पुनर्जनन जिसमें रंग पैटर्न की पुनर्रचना होती है । ये तीन अनुप्रस्थ पट्टियां लाल, काले, पीले वर्णकों की उपस्थिति के कारण प्रायः पंख (फिन) में पाई जाती हैं । विच्छेदन करने पर जब इनका लोप हो जाता है तो इसके बाद बनने वाले नए पख में वर्णक कोशिकाएं फिर से आ बसती हैं । ये वर्णक कोशिकाएं एक ऐसे पट्टित या धारीदार पैटर्न में व्यवस्थित हो जाती हैं जो कि मूल पख रंग के समरूप होता है ।

iii) उभयचर : न्यूट व सरट के लारवा व प्रौढ़ दोनों ही अवस्थाओं में पुनर्जनन की भारी क्षमता देखने में आती है । लारवा अवस्था में पाद और पूंछ के अलावा बाह्य गिल, ऊपरी और निचले जबड़े, आंत के हिस्से, लेंस और रेटिना (दृष्टिपटल) भी पुनर्जनन कर सकते हैं । ऐन्यूरन उभयचरों (मेंढक और टोड) के टैडपोलों में भी पाद और पूंछ पुनर्जनन की क्षमता रहती है (चित्र 19.33)। ऐन्यूरी टैडपोलों में विच्छेदित पादों के पुनर्जनन की क्षमता पादों के लंबे अक्ष में समीपस्थ दूरस्थतः धीरे-धीरे लुप्त हो जाती है । यह विलोप इनके वृद्धि करते रहने और कायांतरण अवस्था में पहुंचने पर होता है । कुछेक अपवादों को छोड़, जैसे *ज़ीनोपस* (*Xenopus*) प्रौढ़ ऐन्यूरी उभयचर पाद का पुनर्जनन कतई नहीं कर पाते । चित्र 19.35 में एक विच्छेदित पाद के पुनर्जनन में यूरोडेल (सरट) और ऐन्यूरा (मेंढ़क) उभयचरों में पुनर्जनन क्षमता में पाए जाने वाले भेद को दर्शाया गया है ।



चित्र 19.35: विच्छेदन के बाद यूरोडेल (सरट) और ऐन्यूरा (मेंढ़क) में पाद पुनर्जनन क्षमता ।

v) सरीसृप: सरीसृपों में छिपकलियां स्वांगोच्छेदन के बाद पूंछ का पुनर्जनन कर लेती हैं, जैसे *गेको* (*Gecko*), *हेमीडैक्टिलस फ़्लैविवर्डिस* (*Hemidactylus flaviverdis*) और *ऐनोलिस कैरोलिनियसिस* (*Anolis Carolineusis*) में देखा जाता है । किसी छिपकली में स्वांगोच्छेदन के द्वारा जब पूंछ कट जाती है तो उसके क्षत पृष्ठ पर एक पुनर्जनन ब्लास्टीमा बन जाता है । यही ब्लास्टीमा नई पूंछ बनाता है । पुनर्जनन अभिरूपांतरण (epimorphosis) द्वारा होता है । मगर छिपकली की पुनर्जनित

छ मूल पूंछ से कई मायनों में भिन्न होती हैं । इसमें मेरुदंड के सामान्य खंडीभवन की बहाली नहीं ाती । बल्कि इसके बजाए एक लंबी शुंडाकार उपास्थिमय नलिका का परिवर्धन होता है । इसी लिका में मेरु रज्जु स्थित होती है । इसके अलावा पुनर्जनित पूंछ को ढकने वाले शल्क भी मूल पूँछ ः शल्कों से भिन्न होते हैं । पुनर्जनित मेरु रज्जु सिर्फ एक तंत्रिकाछद (एपेन्डाइमा) नलिका होता है जसमें तंत्रिकाशिकाएं नहीं पाई जातीं । चित्र 19.33 को देखें । छिपकलियां विच्छेदित पादों का नर्जनन नहीं कर पाती हैं । एक प्रयोग में *ऐनोलिस* (*Anolis*) छिपकली में तंत्रिका आपूर्ति को बढ़ा ः विच्छेदित पाद में पुनर्जनन की आरंभिक अवस्थाएं देखी गई । मगर यह प्रेरण केवल ब्लास्टीमा नने तक ही सीमत रहा ।

'I) पक्षी : पक्षी अपनी चांच के हिस्सों और पंखों का पुनर्जनन करते हैं । अधिकांश पक्षी अपने खों को एक-एक करके त्यागते हैं और एक-एक करके उनका पुनर्जनन करते हैं, जिससे वे उड़ने ' वंचित नहीं रहतीं । मगर पेंग्विन (Penguin) जैसे उड़ानहीन पक्षी अपने पंखों को एक ही साथ याग देते हैं ।

'II) स्तनधारी : पाद या पूँछ का पुनर्जनन करने में स्तनधारी असमर्थ होते हैं । मगर इसके कुछ पवाद भी हैं जिनमें लुप्त ऊतकों का पुनर्जनन होता है । ऐसा ही एक उदाहरण हिरणों में मृगश्रृंगों ntler) का वार्षिक प्रतिस्थापन है । हिरणों में पुराने मृगश्रृंगों को झाड़ दिया जाता है और उनकी गह नए मृगश्रृंग उग आते हैं ।

पशु आंपोसमों, शिशुधानीयुक्त जंतु (marsupials) में, जो कि जन्म के समय पूरी तरह से विभेदित हीं होते, विच्छेदित पश्च पादों में पुनर्जनन की भारी क्षमता पाई जाती है । एक कटे पश्चपाद को व मस्तिष्क के एक अंश से प्रतिरोपण के द्वारा उद्दीपित किया गया तो उसमें पुनर्जनन हुआ । मगर तनधारियों में पुनर्जनन क्षमता साधारणतया सिर्फ ऊतक पुनर्जनन तक ही सीमित रहती है, जैसे घाव पचार, हड्डी में फ्रैक्चर (अस्थि भंग) और क्षत पेशियों की मरम्मत । स्तनधारियों में यकृत के नर्जनन की असाधारण क्षमता पाई जाती है । अगर यकृत का 75 प्रतिशत से भी अधिक हिस्सा काल लिया जाए तब भी इसका पुनर्जनन हो जाता है । मगर इसमें यकृत लुप्त अंशों की बहाली या नरंचना नहीं होती । बल्कि यकृत का अवशिष्ट अंश कोशिका विभाजन के द्वारा आकार में बढ़कर सका मूल आकार लौटा लाता है । यह क्षतिपूरक अतिवृद्धि (compensatory hypertrophy) का क उदाहरण है । अब तक इसका कोई प्रमाण नहीं है कि स्तनधारियों में मुख्य पाद अंगों का नर्जनन होता है । हालांकि मानव शिशु के हाथों की अंतस्थ अंगुलास्थियों से विच्छेदन किए जाने पर गुलि सिरों का पूर्ण पुनर्जनन होता हुआ देखा गया है । इसकी पूरी लंबाई बहाल हो सकती है और ख व अंगुलि छाप चक्कर (fingerprint whorl) सामान्य नज़र आते हैं । प्रायः इससे पुनर्जनित गुलियों की गतिशीलता या संवेदना में कोई कमी नहीं आती । मगर इन स्थितियों में पुनर्जनन सर्जरी ी अनुपस्थिति में ही होता है । कुछ शोधकर्ताओं ने अंगुलि सिरों के पुनर्जनन में विद्युतधारा को हायक बताया है (बॉक्स 19.2 को देखिए)।

तुओं में पुनर्जनन क्षमता के असमान वितरण के कारणों का साफ़-साफ़ पता नहीं चल सका है । तुओं के इन समूहों में पुनर्जनन के सर्वे से यह दिखाई देता है कि जन्तु जीवन के निम्न या सरल गठन वाले स्वरूपों में पुनर्जनन क्षमता अधिक जटिल, उच्च विकसित स्वरूपों से ज़्यादा होती है । गर इसे एक नियम नहीं माना जा सकता । जातीवृत्तीय दृष्टि से कई निम्नतर जंतु जिनमें संगठन रल पाया जाता है, जैसे सूत्रकृमि और संवद्ध रूप, बिल्कुल भी पुनर्जनन नहीं कर पाते । जबकि नसे अधिक विकसित रूपों, जैसे एकिनोडर्म और कई ऐनेलिडों में शरीर के लुप्त भागों के पुनर्जनन ी काफ़ी क्षमता पाई जाती है । इसी जातिवृतीय समूह में यूरोकॉर्डेट की निवही जातियों (*क्लैवेलिना*, *रोफ़ेरा*) पुनर्जनन में अच्छी पाई जाती हैं । पर इसी समूह की एकल जातियों जैसे *सायोना* (*Ciona*) ौर *हर्डमेनिया* (Herdmania) में पुनर्जनन की क्षमता बिल्कुल नहीं होती । इसी तरह ऐम्फिबिया में ोडेल उभयचर तो जीवनभर कई संरचनाओं का पुनर्जनन कर लेते हैं । मगर अधिकांश ऐन्यूरी भयचर पाद (और पूंछ) का पुनर्जनन सिर्फ़ लारवा अवस्था में ही कर पाते हैं । इसी तरह कीट भी ाद का पुनर्जनन नहीं कर सकते हालांकि उनके अर्भक (nymph) या लारवा पाद का पुनर्जनन कर ते हैं ।

Box 19.2

कुछ साल पहले इंग्लैंड में शेफील्ड के एक शिशु अस्पताल में यह देखकर सबको आश्चर्य हुआ कि एक लड़के की दुर्घटनावश कट गई अंगुलि का पूरी तरह से पुनर्जनन हो गया । टुंड पर सिर्फ मरहम पट्टी की गई थी । आजकल इस तकनीक को कम उम्र के बच्चों के लिए कई अस्पतालों में अपनाया जा रहा है । कई मामलों में नाख़ून और अंगुलि सिरों से पूर्ण अंगुलियों की पुनर्रचना हुई है । यह भला कैसे हो सकता है क्योंकि यह चिकित्सा विज्ञान की आशा के विपरित है ? सुधारात्मक पुनर्जनन की यह घटना असल में युवावस्था से जुड़ी है । इस पर हुए अनुसंधानों से यह पता लगा है कि अंगुलियों के इस तरह के पुनर्जनन का आयु से कुछ संबंध है । यह देखा गया है कि 11 साल से नीचे की उम्र वाले बच्चों में पुनर्जनन की भारी क्षमता होती है जो कि इस के बाद तेज़ी से घटती जाती है । सत्तर के दशक में कई प्रयोगों से यह दिखाया गया कि तरुण लोगों में ऊतकों को घेरे रहने वाला विद्युत आवेश (electrical charges) उस समय पलट जाता है जब पुनर्जनन शक्ति चुकने लगती है । वैज्ञानिक अब शरीर के उन भागों में विशेष (तरुण) विद्युत क्षेत्र बनाए रखने पर अपने प्रयास केन्द्रित कर रहे हैं जिन भागों को पुनर्जनन करने की कोशिश की जा रही है । वह समय शायद काफी दूर है जब मानव भी लुप्त पादों का पुनर्जनन कर सकेगा । मगर वैज्ञानिकों को इसकी आशा का एक नया कारण मिल गया है (चित्र 19.36)।

चित्र 19.36: बच्चे की अंगुलि सिरे का पुनर्जनन

बोध प्रश्न 9

i) साइक्लोस्टोम (cyclostome) में कौन-कौन से भागों का जीवन की किन-किन अवस्थाओं में पुनर्जनन होता है ?

....

ii) मछलियों के उन विभिन्न अंगों के नाम बताइए जिनका पुनर्जनन होता है ।

....

iii) छिपकली की पुनर्जनित पूंछ किस तरह से अपूर्ण होती है ?

....

iv) जीवन चक्र के किस चरण में मेंढ़क अपने पादों का पुनर्जनन कर सकते हैं ?

....

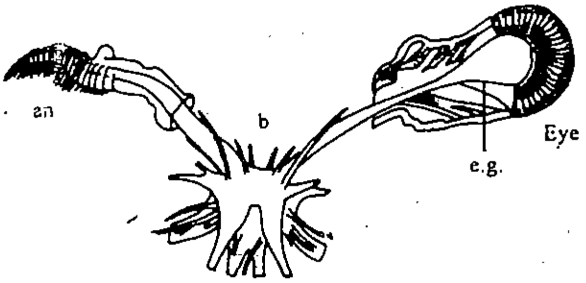
v) साइक्लोस्टोम, उभयचरों व छिपकलियों में पुच्छ पुनर्जनन अभिरूपी होता है या अंगांतरी ?

....

19.10 विषमकायांतरण : सुधारात्मक पुनर्जनन का एक प्रारूपी स्वरूप

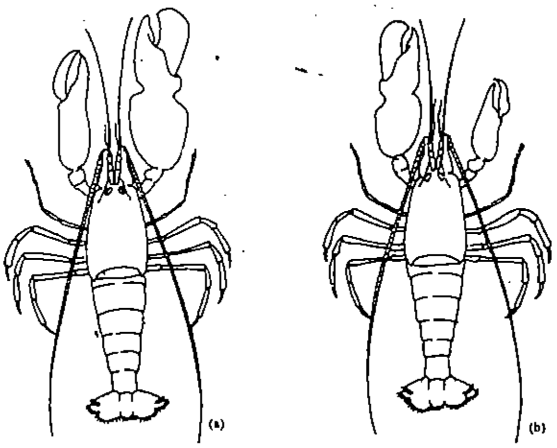
शरीर का वह अंश जो फिर से पुनर्जनन कर लेता है, कभी कभार शरीर से लुप्त होने वाले भाग की तरह नहीं होता । इस घटना को विषमकायांतरण (heteromorphosis) कहते हैं । विषमकायांतरी पुनर्जनन या विषमरूपांतरण में, पुनर्जनित भाग लुप्त हुए मूल भाग से विल्कुल भिन्न होता है । इन स्थितियों में ऊतक या अंग की जगह एक संगत संरचना की पुनर्रचना नहीं होती । बल्कि इनकी जगह दूसरे ही अंग का पुनर्जनन हो जाता है । झींगा मछली, *पैलीन्यूरस* (*Palinuras*) का ही उदाहरण लें । इसमें अगर नेत्र के साथ-साथ नेत्र वृंत के मूल और तंत्रिकागैंगिलिऑनों को भी निकाल लिया जाता है तो नेत्र का पुनर्जनन नहीं हो पाता । बल्कि पुनर्जनन से शृंगिका (antenna) नुमा संरचना बन जाती है । नेत्र तभी पुनर्जनन कर पाता है अगर नेत्र वृंत को नेत्र के समीपस्थ और तंत्रिका गैंगिलिऑन से दूरस्थ तल पर काटा जाए (चित्र 19.37) ।

इसी तरह यष्टि कीटों (stick insects) में अगर शृंगिका को उसके आख़िरी जोड़ से उच्छेदित किया जाता है तो शृंगिका का पुनर्जनन नहीं होता । इसकी जगह एक छोटा सा पाद बन जाता है, जिसमें एक टीबिया और चार जोड़ युक्त टार्सस होते हैं ।



चित्र 19.37 : पैलीन्यूरस (झींगा मछली) में विच्छेदित नेत्र की जगह शृंगिका का पुनर्जनन होता है तब इस तरह विषमकायांतरी पुनर्जनन हो जाता है । a-पुनर्जनित शृंगिका (antenna) b-मस्तिष्क : e.g-नेत्र गैंग्लिऑन ।

कुछ खास किस्म के केकड़ों में, जैसे पिस्टल केकड़ा (Pistol Crab) विषमकायांतरण में सममिति का उत्क्रमण (reversal of symmetry) हो जाता है (चित्र 19.38) । सामान्य केकड़े में एक बड़ा दायां करज (chela) तो बाईं ओर एक छोटा करज पाया जाता है । बड़े करज का विच्छेदन होने पर बाईं ओर का छोटा करज आकार में बड़ा हो जाता है और दाहिनी ओर विच्छेदन स्थल से एक नए मगर छोटे करज का पुनर्जनन होता है ।



चित्र 19.38 : विषमकायांतरी पुनर्जनन का एक उदाहरण जिसमें पिस्टल केकड़े में सममिति का उत्क्रमण होता है । a) सामान्य केकड़े में दाईं ओर एक बड़ा करज होता है । इस बड़े करज को अगर उच्छेदित करें तो अगले निर्मोक में छोटा करज आकार में वृद्धि कर लुप्त करज का आकार पा लेता है । उच्छेदित करज की जगह एक छोटा करज बन जाता है ।

19.11 सारांश

- कार्यिकी हानि की क्षतिपूर्ति की क्षमता सभी जंतुओं में पाई जाती है ।
- शरीर के एक अंश से या कभी बिल्कुल छोटे से भाग से संपूर्ण जीव की पुनर्रचना की क्षमता जंतु जगत में व्यापक पाई जाती है
- पुनर्जनन के तीन प्रकार हैं :

  क) कार्यिकी-कोशिकाओं और ऊतकों का नियमित प्रतिस्थापन, जैसे त्वचा उपकला ।

  ख) सुधारात्मक-शरीर के विच्छेदित या स्वांगोच्छेदित भाग का प्रतिस्थापन जैसे यूरोडेल पाद का पुनर्जनन

  ग) क्षतिपूरक अतिवृद्धि-इसमें किसी ऊतक या अंग का एक विच्छेदित अंश सिर्फ आकार में वृद्धि करता है । जैसे किसी प्राणी के यकृत का एक खंड ।
- सुधारात्मक पुनर्जनन के पैटर्न या क्रियाविधियां दो प्रकार की हैं :

  क) अंगांतरण-शरीर का एक सूक्ष्म खंड खुद पूरी तरह से पुनर्व्यवस्थ कर एक नए जंतु की रचना कर लेता है । जैसे हाइड्रा में ।

  ख) अभिरूपांतरण-शरीर का विच्छेदित या स्वांगोच्छेदित अंश की पुनर्रचना ब्लास्टीमा के निर्माण द्वारा होती है, जैसे यूरोडेल पाद ।
- उभयचरों, खासकर यूरोडेलों, में पूर्ण पादों के पुनर्जनन की क्षमता होती है । उच्छेदन टुंड के उपर अधिचर्म भर जाती है । इसके नीचे ब्लास्टीमा कोशिकाएं बनती हैं । ब्लास्टीमा का निर्माण उच्छेदन सिरे पर कोशिकाओं के निर्विभेदन और प्रचुरोद्भवन से होता है । अधिचर्म को छोड़ टुंड की सभी तरह की कोशिकाएं पुनर्जननकारी ब्लास्टीमा के निर्माण में योग देती हैं । पर अभी तक यह साफ़ नहीं समझा जा सका है कि आकारिकीय दृष्टि से निर्विभेदित कोशिकाएं अपने मूल प्रारुप की कोशिकाओं को छोड़ पुनर्जनन के दौरान किस सीमा तक कोशिकाओं की रचना करती हैं । एक्स-रे किरणित पाद पुनर्जनन नहीं कर पाते । मगर पाद का कोई भाग अकिरणित रहे और अगर इसी भाग से पाद का विच्छेदन किया जाए तो इससे एक नए पाद का पुनर्जनन हो जाएगा । पुनर्जनन ब्लास्टीमा के बनने के लिए शिखाग्र आच्छद (apical cap) या क्षत उपकला (wound epithelium) का होना ज़रूरी है । उपकला और अंगोच्छेदन तल के बीच त्वचा चर्म की मध्यस्थता पुनर्जनन को रोक देती है । अपुनर्जनशील पादों में, जैसे प्रौढ़ ऐन्यूरी उभयचरों में, चर्म प्रायः क्षत पृष्ठ को जल्दी ही ढ़क लेती है । इससे पुनर्जनन नहीं हो पाता ।
- उभयचरों में पाद पुनर्जनन के लिए संवेदी या प्रेरक तंत्रिकाओं की न्यूनतम संख्या ज़रूरी है । तंत्रिकाओं से एक पोषण कारक यानी पेशीकोरक वृद्धिकारक (Fibroblast growth Factor-FGF) मिलता है । यह कारक ब्लास्टीमा कोशिकाओं में DNA संश्लेषण, प्रोटीन संश्लेषण और समसूत्री विभाजन को बढ़ावा देता है । ब्लास्टीमा पुनर्विभेदन चरण में पहुचते ही इन तंत्रिकाओं के प्रभाव से मुक्त हो जाता है ।
- जब कोई पाद पुनर्जनन करता है, ब्लास्टीमा इसके उन भागों को जन्म देता है जो प्रायः विच्छेदन पृष्ठ से दूरस्थ स्थित होते हैं । भले ही अंगोच्छेदन का तल कुछ भी हो । इसे दूरस्थ रूपांतरण का नियम (Rule of distal transformation) कहते हैं । पुनर्जनित भागों का अग्रपश्च और समीपस्थ दूरस्थ अक्ष भी टुंड के अक्ष के संगत होता है । इसलिए विच्छेदन स्थल में स्थितिक सूचना मौजूद होती होगी जो पुनर्जनित भाग की ध्रुवता को निर्धारित करती है ।
- रसायनों का एक समूह, उभयचरों में स्थितिक सूचना को पुनः नियोजित कर सकता है जिससे विच्छेदन स्थल पर एक से अधिक पाद (अधिसंख्य) उत्पन्न हो जाते हैं । इन रसायनों को रेटिनॉइड कहते हैं । ये रसायन विटामिन A और उसके व्युत्पन्न हैं ।
- यूरोडेलों में होने वाला वुल्फियन लेंस पुनर्जनन (Wolffian lens regeneration) अभिरूपी पुनर्जनन का एक अच्छा उदाहरण है । यह मेटाप्लासिया (metaplasia) का परिणाम है । लारवा

या प्रौढ़ यूरोडेल में लेंस निकाल लिए जाने पर उसके निकटवर्ती वर्णक आइरिस उपकला सक्रिय हो उठती है । आइरिस उपकला की मेलैनिन स्रावी वर्णक कोशिकाएं निर्विभेदन करती हैं । इसके लिए वे अपने वर्णक कणिकाओं को त्यागती हैं । इसके बाद निर्विभेदित कोशिकाओं का लेंस बनाने वाली कोशिकाओं में प्रचुरोद्भवन और पुनर्विभेदन होता है ।

- अकशेरुकी जंतुओं में हाइड्रा अंगांतरण द्वारा पुनर्जनन करता है । हाइड्रा की अंतराली कोशिकाएं अंतस्त्वचा की तंत्रिका, जनन और ग्रंथि कोशिकाओं व दंशकोशिका की प्रजनक कोशिकाओं का काम करती हैं । हाइड्रा दूरस्थ समीस्थ अक्ष में दृढ़ता से ध्रुवित होता है । इस ध्रुवता को बनाए रखने में संरचना विकासी पदार्थ के दो सेट सहायक हैं :

  1) सिर सक्रियक और सिर संदमक व (2) पाद सक्रियक और पाद संदमक ।

- प्लैनेरिया अभिरूपांतरण और अंगांतरण दोनों के संयोजन द्वारा पुनर्जनन होता है । इसमें एक पुनर्जनन ब्लास्टीमा साफ़ नजर आता है जो स्थानीय मूल की कोशिकाओं से बना होता है । शुरू में यह अवधारणा थी कि प्लैनेरिया के पुनर्जनन में नियोब्लास्ट या संचय कोशिकाएं काम आती हैं । मगर इस अवधारणा पर प्रश्न चिन्ह लग गया है । क्योंकि इलेक्ट्रान सूक्ष्मदर्शी से अध्ययन करने पर पता चला है कि यह ग्रंथि कोशिकाएं हैं । नवीनतम इलेक्ट्रान सूक्ष्मदर्शी अध्ययनों से यह संकेत मिला है कि (हालांकि यह पक्के तौर पर नहीं है) विभिन्न ग्रंथिल, पेशीय और पाचन कोशिकाओं को घेरे रहने वाले मृदूतक में पाई जाने वाली बीटा कोशिकाएं (Beta cells) ही पुनर्जनन के दौरान उन विभिन्न ऊतक प्ररूपों की प्रजनक बन जाती हैं जिन प्ररूपों से उनका संबंध होता है । हाइड्रा की तरह प्लैनेरिया भी पुनर्जनन के दौरान अपनी ध्रुवता बनाए रखते हैं जिसे हाइड्रा की तरह ही प्रयोग द्वारा पलटा जा सकता है । प्लैनेरिया में प्रेरण पुनर्जनन करता है जो एक चरणबद्ध क्रम में होता है : मस्तिष्क ⟶ नेत्र ⟶ ग्रसनी आदि ।

- सुधारात्मक पुनर्जनन की क्षमता विभिन्न फाइलमों के जंतुओं में असमान रूप से वितरित है । यह जातिवृत्ततः निम्न जंतुओं में उच्चतर जंतुओं से प्रायः अधिक पाई जाती है, मगर इसके कई अपवाद भी हैं । उदाहरण के लिए सूत्रकृमि जैसे निम्न जंतुओं में पुनर्जनन कतई नहीं होता । उधर ऐनेलिड और आर्थोपॉड जैसे उच्चतर जंतुओं में अपने शरीर के कुछ लुप्त हिस्सों की पुनर्रचना करने की क्षमता काफ़ी ज़्यादा होती है । एक जंतु समूह में पुनर्जनन क्षमता एकरूप नहीं पाई जाती । यानी जैसे ऐनेलिडों में जहां जोक पुनर्जनन नहीं करता मगर केंचुओं में पुनर्जनन होता है ।

- अकशेरुकी जंतुओं में अंगांतरण द्वारा खंडों से संपूर्ण शरीर का पुनर्जनन अलैंगिक जनन का एक माध्यम है । यह प्रायोगिक स्थितियों में सहज ढंग से हो भी जाता है । कई अकशेरुकी जंतुओं में अभिरूपी पुनर्जनन भी होता है (जैसे प्लैनेरिया, कीट इत्यादी)।

- विषमकायांतरण : इसमें विच्छेदित शरीर अंग की जगह एक भिन्न भाग ले लेता है । जैसे झींगा मछली में, जिसमें नेत्र को निकालने पर नेत्र के बजाए शृंगिका का पुनर्जनन होता है ।

19.12 अंत में कुछ प्रश्न

1. अभिरूपांतरण और अंगांतरण में अंतर बताइए ।
2. निम्न की परिभाषा दीजिए :

   क) विषमकायांतरण (heteromorphosis)

   ख) मेटाप्लासिया (metaplasia)
3. निम्न के चित्र बना कर दिखाइए

   क) सरट और मेंढक की पुनर्जनन क्षमता में अंतर ।

ख) प्लैनेरिया को लंबाई में जब दो या अधिक टुकड़ों में काटा जाता है तो क्या होता है?

ग) पुनर्जनन करते प्लैनेरिया में प्रेरण का क्रम ।

4. ख़ाली स्थान भरिए :

क) केंचुए में अग्र पुनर्जनन .... की उपस्थिति पर और पश्च पुनर्जनन .... की उपस्थिति पर निर्भर करता है ।

ख) .... का नियम कहता है कि अंगोच्छेदन का तल कुछ भी हो, पाद हमेशा दूरस्थ दिशा में पुनर्जनन करता है । ध्रुवता का इस पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता ।

ग) लाल रुधिर कोशिकाओं (RBC) का नियमित प्रतिस्थापन .... पुनर्जनन का एक उदाहरण है ।

5. पुनर्जनित यूरोडेल पाद में कौन सी कोशिकाओं को पेशी कोशिकाओं के निर्विभेदन से बना माना जाता है ?

6. संक्षेप में टिप्पणी लिखिए:

क) हाइड्रा में अंतराली (interstitial) कोशिकाएं ।

ख) प्लैनेरिया के नियोब्लास्ट ।

ग) यूरोडेल पाद पुनर्जनन में तंत्रिकाओं की भूमिका ।

छ) *नोटोफ़्थैलमस वाइरिडेसेंस* के लेंस पुनर्जनन में निर्विभेदन के दौरान कोशिकाओं में होने वाले ऊतकीय (histological) परिवर्तन ।

19.13 उत्तर

बोध प्रश्न

1. कायिकी पुनर्जनन उन कोशिकाओं और ऊतकों का प्रतिस्थापन है जिनका क्षय सामान्य टूट-फूट और जारण के कारण होता है । जैसे प्राणियों में लाल रुधिर कोशिकाओं और रोमों (बालों) का प्रतिस्थापन। सुधारात्मक पुनर्जनन चोट के कारण होने वाले शरीर के किसी अंग की मरम्मत या प्रतिस्थापन है । जैसा कि छिपकली में पूंछ या सरट में पाद पुनर्जनन होता है ।

2. इस तरह का पुनर्जनन सुधारात्मक, अगांतरी होता है ।

3. ऐसा प्रक्रम, विभेदित कोशिकाएं जिसके चलते अपने विशिष्ट आकारिकीय गुणों को खो बैठती हैं और आकारिकी दृष्टि से अविभेद्य या अविभेदित बन जाती हैं उसको निर्विभेदन (dedifferentiation) कहते हैं ।

4. किसी भी स्थिति में पुनर्जनन नहीं होगा ।

5. *ट्राइट्यूरस* में नेत्र के पुनर्जनन के लिए मूल लेंस को निकाला जाना और तंत्रिका दृष्टिपटल का मौजूद होना ज़रूरी है ।

6. हाइड्रा में पुनर्जनन के लिए अंतराली कोशिकाओं का होना ज़रूरी नहीं है । इसे प्रयोग द्वारा साबित किया गया है । इसके लिए पहले हाइड्रा को एक्स-रे उपचार देकर उसकी अंतराली कोशिकाओं को नष्ट कर दिया गया । फ़िर यह देखा गया कि हाइड्रा इसके बावजूद भी पुनर्जनन करता है या नहीं। मगर हाइड्रा में अंतराली कोशिकाओं का नाश हो जाने पर भी इसे पुनर्जनन करते देखा गया । इस लिए यह निष्कर्ष निकाला गया कि पुनर्जनन के लिए अंतराली कोशिकाओं का होना नितांत ज़रूरी नहीं है ।

प्लैनेरिया में ब्लास्टीमा का निर्माण शरीर के दूरस्थ भागों से पलायन करने वाली कोशिकाएं करती हैं । इस बात की पुष्टि एक प्रयोग द्वारा की गई । इस प्रयोग में एक प्लैनेरिया को एक्स-रे से किरणित किया गया जिससे इसमें पुनर्जनन का संदमन हो गया । इसके बाद एक अकिरणित प्लैनेरिया से इसमें एक प्रतिरोपण (graft) किया गया । प्रतिरोपित प्लैनेरिया को जब विच्छेदित किया गया तो उसके लुप्त अंग को पुनर्जनन करते हुए देखा गया । विच्छेदित भाग अगर प्रतिरोपण से दूर भी हो तब भी उसे पुनर्जनन करते पाया गया ।

पुनर्जनन करने वाले जंतु	जंतु जिनमें पुनर्जनन नहीं होता
समुद्री लिली	जोंक
समुद्र ककड़ी	प्रौढ़ बिच्छू
केंचुआ	सूत्रकृमि
प्लैनेरिया	
स्पंज	

i) साइक्लोस्टोमों में सिर्फ़ लारवा लैम्प्रे पूंछ का पुनर्जनन कर सकता है ।

ii) मछलियां शल्कों, पखों, पूंछ और स्पर्शवर्धी (कैटफिश) का पुनर्जनन कर सकती हैं ।

iii) छिपकली की पुनर्जनित पूंछ कई तरह से मूल पूंछ से भिन्न होती है । इसमें कशेरुकी दंड का सामान्य खंडीभवन नहीं होता । पुनर्जनी में यह दंड सिर्फ़ एक लंबी शुंडाकार उपास्थिमय नलिका भर होती है । पूंछ को ढकने वाले शल्क भी भिन्न होते हैं । मेरु रज्जु जिसे *एपिन्डाइमा* (epindimal) नलिका कहते हैं, उसमें मूल पूंछ के विपरित तंत्रिकोशिकाएं नहीं होतीं ।

iv) मेंढक अपने पाद का पुनर्जनन सिर्फ़ लारवा अवस्था में ही कर सकते हैं ।

). इन जंतुओं में पूंछ का पुनर्जनन अभिरूपी होता है ।

ंत में कुछ प्रश्न

इकाई के 19.3.1 और 19.3.2 भागों को देखिए

क) विषमकायांतरण : इस तरह के पुनर्जनन में पुनर्जनन से बनने वाला भाग शरीर के लुप्त भाग से भिन्न होता है ।

ख) मेटाप्लासिया : यह ऐसा प्रक्रम है जिसमें पहले तो पूर्णतः विभेदित कोशिकाएं अपना विभेदन त्याग देती हैं और निर्विभेदित हो जाती हैं, फिर ये विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं में पुनर्विभेदित हो जाती हैं ।

. देखिए :

क) चित्र 19.3.5 ख) चित्र 19.17 ग) चित्र 19.21

. क) तंत्रिका रज्जु आंत्र

ख) दूरस्थ रूपांतरण पुनर्जनन

ग) कार्यिकी

. यूरोडेल पाद पुनर्जनन में पेशी कोशिकाएं पुनर्जनी में संभवतः निम्न कोशिकाओं को बनाती हैं : पेशी, संयोजी ऊतक, उपास्थि कोशिकाएं और अस्थि कोशिकाएं

6. क) हाइड्रा की अंतराली कोशिकाएं उसके वृद्धि प्रखंड में भारी संख्या में पाई जाती हैं जिसे कि इनकी उपस्थिति की वजह से आसानी से पहचाना जा सकता है । अंतराली कोशिकाएं आकार में छोटी, बड़े केन्द्रक और क्षारकरागी जीवद्रव्य लिए होती हैं । इन कोशिकाओं पर हुए अध्ययनों से पता चलता है कि ये दंशकोरकों की पुनर्रचना के लिए अविभेदित कोशिकाओं के एक संचय (pool) की तरह काम करती हैं । इन्हें तंत्रिका कोशिकाओं में भी रूपांतरित किया जा सकता है। लैंगिक प्रजनन के दौरान जनद कोशिकाओं (gonocytes) के स्रोत का भी काम करती हैं । मगर अंतराली कोशिकाएं पुनर्जनन के लिए ज़रूरी नहीं हैं ।

ख) इकाई के अनुभाग 19.4.5 तंत्रिकोशिकाओं की भूमिका दोहराएं ।

ग) पृष्ठ आइरिस की कोशिकाओं के निर्विभेदन के दौरान होने वाले उल्लेखनीय परिवर्तन इस प्रकार हैं । पहले कोशिकाएं विभाजन करती हैं और उनमें RNA संश्लेषण बढ़ जाता है जो 5-7 दिन में शिखर पर पहुंच जाता है । फिर जीवद्रव्यी क्षारकरंजियों (basophilia) की संख्या बढ़ जाती है और प्रोटीन संश्लेषण में भारी वृद्धि हो जाती है । इसके बाद कोशिकाएं अपने वर्णक कणिकाओं का विसर्जन कर वर्णकहीन बन जाती हैं। इन वर्णक कणिकाओं को गुरुभाजी खा लेते हैं ।

इकाई 20 वृद्धि, कालप्रभावन, कैन्सर

ईकाई की रूपरेखा

20.1 भूमिका
उद्देश्य
20.2 वृद्धि - एक जैव परिघटना
सापेक्षमितीय तथा सममितीय वृद्धि
वृद्धि का माप
वृद्धि नियंत्रण कारक
20.3 कालप्रभावन-परिवर्धन का एक पक्ष
कालप्रभावन के परिणाम
कोशिकीय कालप्रभावन के मुख्य सिद्धांत
कोशिकाबाह्य कालप्रभावन
20.4 कैन्सर-परिवर्धन में त्रुटियों का परिणाम
दुर्दम कोशिकाओं की विशेषताएं
कैन्सर के कारण
कैन्सरोत्पत्ति के विभिन्न चरण
कैन्सरोत्पत्ति की क्रियाविधि
कैंसर-एक बहुकारणात्मक रोग
20.5 सारांश
20.6 अंत में कुछ प्रश्न
20.7 उत्तर

20.1 भूमिका

खंड 3 तथा 4 की 13 से 19वीं इकाईयों के अध्ययन से आपने जाना कि पशुओं में परिवर्धन एक अत्यन्त समाकलित प्रक्रिया है । यह प्रक्रिया केवल संरचनाविकास (morphogenesis) तथा विभेदन के अध्ययन तक ही सीमित नहीं है, अपितु आकार और भार में वृद्धि यानि सम्पूर्ण पशु की वृद्धि भी इसका एक महत्वपूर्ण अंश है । सभी जीवों में परिवर्धन के प्रारम्भ में ही वृद्धि की सीमा का निर्धारण हो जाता है तथा जीव के लैंगिक रूप से व्यस्क होने पर कालप्रभावन (aging) की प्रक्रिया शुरू हो जाती है । अनेक बार वृद्धि तथा कालप्रभावन की सामान्य प्रक्रिया में विदारण के कारण नवद्रव्य (neoplasm) या असमान्य ऊतक की वृद्धि होती है । इस इकाई में कोशिकाओं तथा जीव की वृद्धि, कालप्रभावन तथा सामान्य प्रक्रिया में विदारण के परिणाम, जैसी पारस्परिक सम्बन्धित परिवर्धन प्रक्रियाओं के विषय में सम्पूर्ण विवरण प्रस्तुत किया गया है ।

आप सर्वप्रथम जानेंगे कि वृद्धि शब्द के अनेक अर्थ हैं । इसका उपयोग कोशिकाओं की सँख्या में बढ़त या जीवद्रव्य पदार्थ की मात्रा में वृद्धि के लिए हो सकता है । इसके अतिरिक्त कोशिकाओं एवं जीवों की वृद्धि को मापने के तरीके तथा वृद्धि-वक्र (growth curve) के रूप में उसके चित्रण के विषय में भी बताया जाएगा ।

जन्म के पश्चात परिवर्धन में कालप्रभावन एक महत्वपूर्ण प्रक्रिया है । इस इकाई के अध्ययन से आप जान पाएंगे कि कालप्रभावन में प्रकार्यों में प्रगामी तथा अनुत्क्रमणीय क्षय होता है, जिनसे मृत्यु की संभावना बढ़ जाती है । इस प्रक्रिया की व्याख्या के लिए अनेक सिद्धांत दिए गए हैं । उनमें से कुछ महत्वपूर्ण सिद्धांतों का विवरण इस इकाई में दिया गया है, जिससे कोशिकीय तथा कोशिकाबाह्य कालप्रभावन प्रक्रिया को समझाया जा सकता है ।

भ्रूणीय परिवर्धन तथा कैन्सर विकास के अध्ययन में अनेक पारस्परिक सम्बन्ध हैं, क्योंकि कैन्सर की विकास क्रिया अनेक प्रकार से विभेदन क्रिया के विपरीत होती है । इनमें से किसी भी एक के अध्ययन से दूसरे के विषय में जाना जा सकता है । इसीलिए हमने इस इकाई में सामान्य कोशिकाओं के दुर्दम (malignant) कोशिकाओं में रूपान्तरण के विषय में संक्षिप्त विवरण दिया है । कैन्सर, कोशिकाओं के असामान्य तथा अनियंत्रित प्रचुरोदभवन से होता है । इस इकाई के अध्ययन से आप जान पाएंगे कि किस प्रकार दर्शनीय रूप से सामान्य कोशिकीय क्रिया में प्रयुक्त प्रोटोऑन्कोजीन तथा ऑन्कोजीन (वह जीन जो कैन्सर कारक हो सकते हैं), के किसी भी कारण से सक्रियित होने पर असामान्य प्रोटीन या प्रोटीन की असामान्य मात्रा का अनुलेखन होता है। इसके फलस्वरूप कोशिकाओं में वृद्धि उत्पन्न करने के संकेत क्रम में विदारण हो जाता है, जिससे अनियंत्रित रूप से कोशिकाओं का प्रचुरोद्भवन होता है । इस इकाई का अध्ययन शुरु करने से पहले हम आपको **कोशिका जैविकी पाठ्यक्रम** (LSE-01) की इकाई-16 तथा **आनुवंशिकी** (LSE-3) की इकाई -17 को दोहराने का परामर्श देंगे । प्रस्तुत अध्ययन में अनेक बार इन दोनों इकाइयों का संदर्भ दिया गया है तथा इन्हें दोहराने से आपको इस इकाई को समझने में सहयोग मिलेगा ।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के पश्चात् आप :

- बहुकोशिक जीवों तथा उनके अंगों में एकल कोशिकाओं के संदर्भ में वृद्धि का विवरण दे पायेंगे;
- वृद्धि वक्र की व्याख्या कर सकेंगे;
- वृद्धि के प्रभावी कारकों की विवेचना कर सकेंगे;
- कालप्रभावन के परिणामों की सूची बना सकेंगे;
- कालप्रभावन से सम्बन्धित सिद्धांतों के आधार पर कालप्रभावन के प्रभावी कारकों को पहचान सकेंगे;
- कैन्सर वृद्धि के सभी कारणों, कैन्सर के प्रारम्भ और वृद्धि से जुड़े परिवर्तनों की व्याख्या कर सकेंगे;
- उपलब्ध जानकारी के आधार पर बता सकेंगे कि रूपान्तरित कोशिकाओं में ऑन्कोजीन्स तथा प्रोटो-ऑन्कोजीन्स असामान्य वृद्धि क्रम को किस प्रकार निदेशित करती है;
- कैन्सर बहुकारणात्मक तथा अनेक चरणों में विकसित प्रक्रिया है, यह समझा सकेंगे ।

20.2 वृद्धि-एक जैव परिघटना

सभी जीवों में वृद्धि एक महत्वपूर्ण सार्विक क्रिया है । जन्म के समय सभी जीवों का आकार सूक्ष्म होता है । भोजन के खाने और स्वांगीकरण से उनकी शारीरिक वृद्धि होती है । सूरज की रोशनी तथा पर्यावरण से कार्बनडाईऑक्साइड लेकर पेड़ पौधे कार्बोहाइड्रेटस की रचना करते हैं और इसके साथ ही खनिज पदार्थों के अवशोषण से जैविक पदार्थों का संशलेषण होता है । इसीलिए यह कहना गलत नहीं होगा कि पशुओं तथा पेड़ पौधों के आकार में बढ़त ही उनकी वृद्धि का माप है । जीव के वजन से उसकी वृद्धि का पता चलता है । पशुओं और पौधों की संख्या में बढ़त भी वृद्धि का ही एक रूप है, परन्तु इससे एक जीव की नहीं अपितु पूरी समष्टि की वृद्धि का ज्ञान होता है । इस इकाई में आप एकल जीव में वृद्धि की प्रक्रिया का अध्ययन करेंगे । समष्टि वृद्धि के बारे में आप परिस्थितिविज्ञान पाठ्यक्रम से जान सकते हैं । (LSE-02 इकाई-12)

व्यस्क मनुष्य में 6×10^{13} कोशिकाएं होती है, जबकि नवजात शिशु में उनकी सँख्या केवल 2×10^{12} होती है ।

एकल जीव की वृद्धि के वर्णन के लिए हम मनुष्य के नवजात शिशु का उदाहरण लेंगे । जन्म के समय शिशु का औसत भार लगभग 3 कि. ग्रा. होता है, परन्तु अगले 20 वर्षों में वह 65 कि. ग्रा. के व्यस्क में परिवर्धित हो जाता है ।

इस व्यक्ति के शरीर में वृद्धि के समय उसके हर अंग की कोशिकाओं की संख्या में बढ़त होती है, परन्तु कोशिकाओं के आकार में कोई अन्तर नहीं आता । **इसीलिए हम कह सकते हैं कि वहुकोशिक जीवों में वृद्धि का मूल तत्व कोशिकाओं की संख्या की वृद्धि है** । वैसे तो मनुष्य और बहुकोशिक जीवों में वृद्धि का मुख्य कारण कोशिकाओं की सँख्या में बढ़त है, परन्तु हर प्रकार की वृद्धि इस तरह नहीं होती । कोशिकाओं द्वारा अनेक कोशिकाबाह्य पदार्थों का निर्माण होता है, जिससे शरीर का सामान्य भार बढ़ जाता है, परन्तु इससे उनकी सँख्या में कोई अन्तर नहीं आता । हड्डियों में अधिकांशतः वृद्धि, कोशिकाओं की सँख्या में बढ़त से नहीं अपितु कोशिकाबाह्य आधात्री (मैट्रिक्स) के निक्षेपण से होती है ।

दूसरी ओर सूत्रकृमि (नेमेटोड), चक्रधर (रोटिफर) तथा कंचुकी (टयूनीकेटस) जैसे जीवों में शारीरिक वृद्धि का मुख्य कारण कोशिकाओं के आकार में बढ़त है । सूत्रकृमि में अंगविकास (organogenesis) के शुरू में ही कोशिकाओं में विभाजन क्रिया समाप्त हो जाती है । इसी कारण व्यस्क सूत्रकृमि तथा अंडे से निकले नवजात जीव में कोशिकाओं की सँख्या एक समान होती है । उदाहरणार्थ सूत्रकृमि के उत्सर्जन तंत्र (excretory system) में केवल तीन कोशिकाएं होती हैं क्योंकि भ्रूणोद्भव के प्रारम्भिक चरणों में ही अंग आधांग (organ rudement) में कोशिकाओं की संख्या निर्धारित हो जाती है ।

अन्य बहुकोशिक जीवों में कोशिकाओं के प्रचुरोद्भवन द्वारा वृद्धि कोशिका विभेदन के पश्चात रूक जाती है । परन्तु कुछ विशेष कोशिकाओं का विभाजन होता रहता है । ऐसा बाह्यत्वचा कोशिकाओं, आंत्रिक ग्रंथि (intestinal gland) के निचले सिरे में प्रचुरोद्भवी कोशिकाओं, अस्थि मज्जा में रक्त का निर्माण करने वाली स्टेम कोशिकाओं (stem cells) तथा कुछ अन्य ऊतकों में होता है । परन्तु यह कोशिकाएं आवश्यकतानुसार नियत (reserve) कोशिकाएं होती है और यह सभी कोशिकाएं प्रकार्यात्मक रूप से विभेदित कोशिकाओं की सँख्या बढ़ाने या उनके प्रतिस्थापन का कार्य करती हैं ।

सभी जीवों की हर कोशिका का विभाजन सुव्यवस्थित रूप से नियंत्रित होता है । उत्परिवर्तन के कारण यदि कुछ कोशिकाओं में विभाजन पर नियंत्रण समाप्त हो जाए तो इनके प्रचुरोद्भवन से नीयोप्लास्टिक या अबुर्दीय ऊतक (neoplastic tissue) का विकास होता है । यह ऊतक आस पास के स्वस्थ कोशिकाओं को नष्ट करता है, जिससे अंततः जीव की मृत्यु हो जाती है । जीव के शरीर में ऐसे घातक ऊतक व कोशिकाओं का पता बहुत समय बाद चलता है । एक बार उद्दीपन के पश्चात यह कोशिकाएं धीरे-धीरे सुदम अर्बुद (benign tumor) या शीघ्रता से दुर्दम अर्बुद (malignant tumor) में परिवर्तित हो जाती हैं। इस इकाई के बाद के भागों में आप इस क्रिया के विषय में जान पाएंगे ।

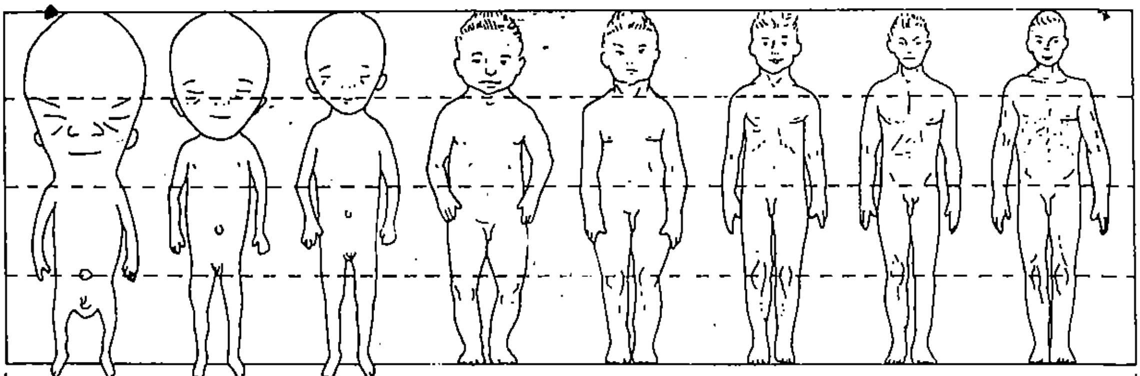
20.2.1 सापेक्षमितीय (Allometric) तथा सममितीय (Isometric) वृद्धि

आपने देखा होगा कि बहुकोशिक जीवों में शरीर के अधिकाँश परिवर्तन निम्न दो कारणों से होते हैं ।

1) जीवन काल के विभिन्न चरणों में विभिन्न अंगों की वृद्धि होती है ।

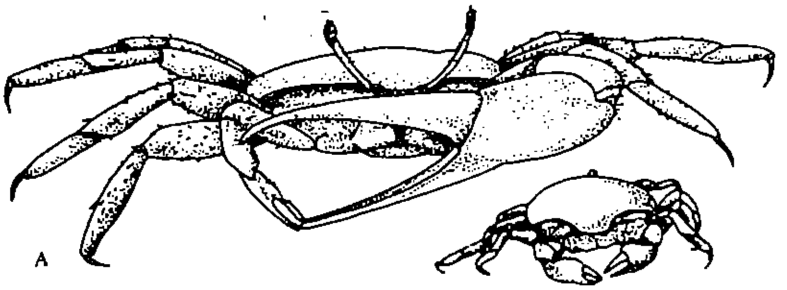
2) शरीर में अंगों की वृद्धि और वृद्धि दर भिन्न होती है और यह वृद्धि पूरे शरीर के वृद्धि दर के मुकाबले भी भिन्न होता है ।

जब शरीर के विभिन्न अंगों की वृद्धि भिन्न भिन्न दर से होती है तो उसे **सापेक्षमितीय वृद्धि** कहते हैं । इसके विपरीत यदि किसी भी अंग की वृद्धि दर पूरे शरीर की वृद्धि दर के बराबर होती है, तो उसे **सममितीय वृद्धि** कहा जाता है । हम अपने शरीर का उदाहरण लेकर सापेक्षमितीय वृद्धि की प्रक्रिया को स्पष्ट रूप से समझ सकते हैं । हमारे शरीर में हाथ तथा पांव की वृद्धि दर हमारे सिर तथा धड़ की वृद्धि दर से कहीं अधिक होती है । चित्र 20.1 में मनुष्य में सापेक्षमितीय वृद्धि को दर्शाया गया है । चित्र से आप जान पाएँगे कि व्यस्क के शरीर के विभिन्न अंगों का अनुपात शिशु के शारिरिक अंगों से बहुत अधिक भिन्न होता है ।



चित्र 20.1 : मनुष्य में सापेक्षमितीय वृद्धि । भ्रूण में सिर का आकार दूसरे अंगों के मुकाबले बहुत बड़ा होता है । परन्तु जन्म के पश्चात सिर की वृद्धि कम हो जाती है।

सापेक्षमितीय वृद्धि का एक और स्पष्ट उदाहरण है नर फिडलर केंकड़ा *यूयिया पग्नेक्स (Uea pugnax)* । छोटे नर जीवों में दोनों पंजों का आकार एक समान होता है तथा इनसे शरीर का 8 प्रतिशत भार बनता है । वृद्धि के साथ बाये कीला (बड़े पंजे) का आकार बढ़ता जाता है और अंतत वह शरीर का 38 प्रतिशत भार बनाता है ! (देखिए चित्र 20.2) परन्तु मादा केकड़ों में दोनों पंजों की तथा शरीर की वृद्धि दर समान ही होती है । इस प्रकार नर केकड़े में सापेक्षमितीय वृद्धि तथा मादा केकड़ों में सममितीय वृद्धि देखी जाती है ।



चित्र 20.2 : फिडलर केंकड़े के बांये पंजे (कीला) में सापेक्षमितीय वृद्धि । (A) व्यस्क केकड़ा (B) छोटे नर जीव में दोनों पंजों का समान आकार ।

अधिकांश जीवों में शरीर के उपस्थित ऊतकों में नवीन पदार्थों के जुड़ने के समय वृद्धि सममितीय रूप से ही होती है । आयतन के बढ़ने के साथ शरीर के अंगों में समान अनुपात कायम रहता है । (एक नियम है कि पशुओं के शरीर में भार के दुगना होने पर शरीर की लम्बाई में केवल 1.26 गुना की वृद्धि होती है ।)

बोध प्रश्न - 1

वृद्धि का सम्पूर्ण वर्णन पढ़ने के बाद क्या आप वृद्धि की परिभाषा कर सकते हैं ?

....

....

बोध प्रश्न - 2

निम्न कथनों में जिन संरचनों का वर्णन है उनमें किस प्रकार की वृद्धि होती है ?

1) बबून में जबड़े तथा चेहरे की अन्य संरचनाओं की वृद्धि की दर खोपड़ी के मुकाबले 4.25 गुना होती है ।

2) कवच (shell) में एक जीव की लम्बाई और चौड़ाई में समान अनुपात में वृद्धि होती है ।

3) कर्मी तथा सैनिक चीटियों का आकार अलग अलग होता है तथा सैनिक में जबड़ा कर्मी के जबड़े से बड़ा होता है ।

20.2.2 वृद्धि का माप

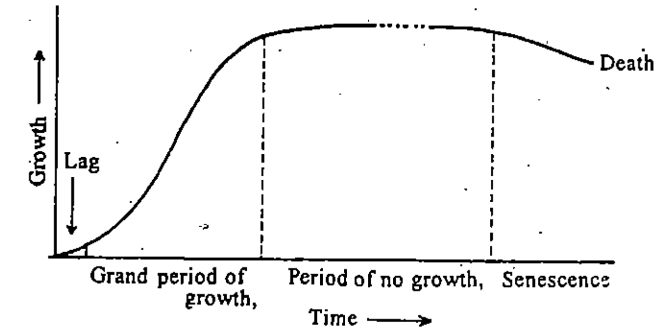
बहुकोशिक जीवों में कोशिकाओं की सँख्या में बढ़त के रूप में वृद्धि तथा मूल कोशिकीय पदार्थों की मात्रा को मापना अत्यन्त कठिन है । इसके लिए किसी ऐसी राशि का माप आवश्यक है, जो जीव की वास्तविक वृद्धि के अनुक्रमानुपात हो । सामान्यतः जीव के आकार में बढ़त होने पर हमें वृद्धि का पता चलता है । आकार में वृद्धि के साथ शारीरिक पदार्थों की मात्रा में भी बढ़त होती है । इस कारण एक जीव के शरीर का भार विभिन्न समय में लिया जाता है । आम तौर पर शरीर में पानी की मात्रा बदलती रहती है, इसीलिए शरीर का जल विहीन भार (dryweight) ही लिया जाता है । इसके लिए एक बड़ी समष्टि के कुछ जीवों का भार लेकर औसत भार का मान निकाला जाता है ।

उसके बाद आंकड़ों को समय के सापेक्ष लेखाचित्र (ग्राफ) में आलेखित किया जाता है । इससे वृद्धि वक्र की रचना होती है । वृद्धि वक्र से वृद्धि का संपूर्ण प्रतिरूप पता चलता है । इसके अतिरिक्त परीक्षण के किसी भी समय वृद्धि की दर का पता लगाया जा सकता है । जीव के प्रारम्भिक भार या आकार के मान तथा अंतिम भार या आकार के मान के अन्तर से किसी विशेष समयकाल में उसकी वृद्धि का पता चलता है, इसे निरपेक्ष वृद्धि (absolute increase) कहते हैं । क्योंकि निरपेक्ष वृद्धि से वृद्धि-दर का पता नहीं चलता इसीलिए किसी जीव के जीवन के विभिन्न चरणों में हुई वृद्धि या फिर विभिन्न जीवों में हुई वृद्धि की तुलना करने में इसका उपयोग नहीं किया जा सकता । उदाहरण के तौर पर यदि एक सूक्ष्म और एक विशाल जीव की निरपेक्ष वृद्धि एक समय में समान है, तो इसका अर्थ यह नहीं कि उनकी वृद्धि की दर भी एक समान होगी। सूक्ष्म जीव को इस निरपेक्ष वृद्धि को प्राप्त करने के लिए अधिक गति या दर से बढ़ना होगा । इसीलिए, वृद्धि की दर का परिकलन किया जाता है । आप जानते हैं कि वृद्धि दर समय के साथ भार या आकार में बदलाव की दर द्वारा पता कर सकती हैं यदि आपने 'कलन' पढ़ा है (हमारे पाठयक्रम MTE-03, खंड-2 को दोहरायें) तो आपको ज्ञात होगा कि dw/dt परिवर्तन दर है जबकि $w(t)$ किसी जीव का समय t के सापेक्ष भार या आकार है

विभिन्न प्रकार के वृद्धि वक्र

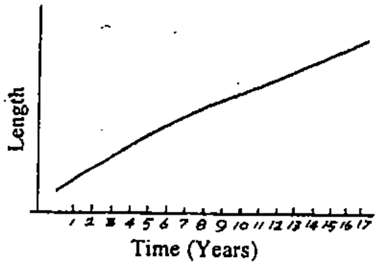
वृद्धि-वक्र का आलेखन जीव में वृद्धि के प्रकार के अनुसार किया जाता है । इसमें समय के सापेक्ष निरपेक्ष वृद्धि को आलेखित किया जाता है । यदि जीवों में चरघातांकी वृद्धि (exponential growth) होती है तो वक्र का आकार व रूप अतिपरवलय (hyperbola) होता है । इस प्रकार के वक्र की प्रवणता में शून्य से लेकर लगातार वृद्धि होती है । परन्तु जीवों में इस प्रकार की चरघातांकी वृद्धि नहीं देखी जाती है । अधिकांश बहुकोशिक जीवों में अलग-अलग समय में वृद्धि की दर अलग होती है। इस कारण वृद्धि वक्र 'S' के आकार का या सिग्माभी (sigmoid) होता है (चित्र -20.3) । इस प्रकार का वक्र प्रारम्भ में धीमी गति से बढ़ता है । इस काल को पश्चता काल (lag period) कहते हैं जो शून्य या बहुत कम वृद्धि का चित्रण करता है । इसके बाद सक्रिय या समग्र वृद्धि काल (grand period of growth) में वक्र की प्रवणता में वृद्धि तेजी से आती है । इस काल को चरघातांकी काल (exponential period) कहा जाता है। परन्तु यह काल सदा के लिए नहीं रहता । इसके बाद वक्र की प्रवणता कम होती है और वक्र लगभग वह क्षैतिज (horizontal) रेखा का रुप ग्रहण कर लेता है । इसका अर्थ है कि इस काल में वृद्धि दर कम होती जाती है और अंत में बिल्कुल स्थिर हो जाती है । इस स्थिर चरण के बाद शरीर से कालप्रभावन के साथ साथ कुछ पदार्थों का क्षय होता है । इस जीर्णता (senescence) काल के पश्चात जीव की मृत्यु हो जाती है ।

कुछ बहुकोशिक जीवों के अंगों और शरीर की वृद्धि के माप से पता चलता है कि उनमें सदा ही वृद्धि होती है। यह तथ्य अकशेरूक जीवों पर विशेष रूप से लागू होता है । उनके वृद्धि वक्र का चित्रण सिग्माभी वक्र के बजाय एक परवलय पैराबोला के अंश से होता है । चित्र 20.4 में महाचिंगट (lobster) का वृद्धि वक्र दर्शाया गया है । वक्र के माध्यम से असीमित वृद्धि को दिखाया गया है, परन्तु इसका अर्थ यह नहीं कि यह जीव हमेशा जीवित रहते हैं । वृद्धि की दर आयु के साथ कम



चित्र 20.3 : एक सिग्माभी वृद्धि वक्र जिससे पश्च काल, चरघातांकी काल तथा क्षयकाल, (declerating), जीर्णता का समय तथा अन्ततः शरीर की मृत्यु का चित्रण किया गया है ।

होते होते अन्ततः शून्य तक पहुँच जाती है । उपाचयन दर में भी कमी होती जाती है तथा प्राकृतिक रूप से समष्टियों में कालप्रभावित जीवों की मृत्यु होती है ।



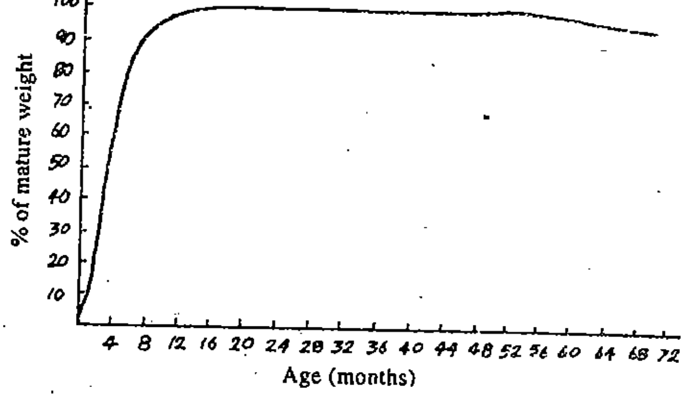
चित्र 20.4 : महाचिंगट में वृद्धि

कुछ मछलियों और सरीसृप जैसे उच्च वर्गीय जीवों में एक चरण पर वृद्धि की दर कम हो जाती है, परन्तु पूर्णतया समाप्त नहीं होती । इसका एक श्रेष्ठ उदाहरण विशालकाय कछुए है, जिसमें मृत्यु तक धीमी गति से वृद्धि होती रहती है ।

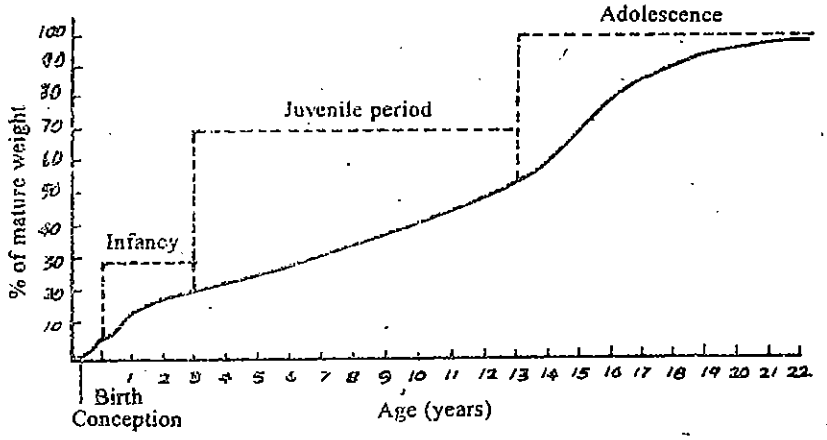
पक्षियों तथा स्तनपायी जीवों में एक विशेष आकार तक पहुंचने के बाद वृद्धि रूक जाती है । यही कीटों में भी देखा गया है । अधिकांश जीवों में समय के साथ वृद्धि में कमी होती जाती है तथा वक्र सपाट हो जाता है । इससे स्पष्ट होता है कि कोशिका क्षय का समतोल नयी कोशिकाओं के प्रतिस्थापन से होता है । अंततः, सिग्माभी वक्र की प्रवणता में कमी से साफ जाहिर होता है कि कोशिकाक्षय अधिकतम मात्रा में होता है और इसी कारण ऋणात्मक वृद्धि होती है (यानि नेगैटिव ग्रोथ) यही कालप्रभावन अथवा जरण काल है जो मृत्यु तक चलता रहता है ।

बोध प्रश्न - 3

स्तनपायी जीवों में वृद्धि वक्र का सही रूप व आकार लैंगिक व्यस्कता की दर पर निर्भर होता है चित्र (a) और (b) में क्रमशः चूहे तथा मनुष्य में व्यस्क होने तक की वृद्धि को दर्शाया गया है । दोनों में अन्तर बताईए ।



(a) पूर्ण जीवन काल में चूहे की वृद्धि



(b) व्यस्क होने तक मनुष्य में वृद्धि

....

....

....

20.2.3 वृद्धि नियंत्रण कारक

प्रारम्भिक उप भागों में आपने पढ़ा कि जीवों में वृद्धि दो कारणों से होती है :

1) कोशिकाओं के प्रचुरोद्भवन से।

2) कोशिकाओं का आकार बढ़ने से ।

आपने यह भी जाना कि समय के साथ अंततः वृद्धि में कमी आती है तथा अधिकांशतः अंत में वह पूर्ण रूप से समाप्त हो जाती है । यह सब देखते हुए कुछ विशेष प्रश्न उठते हैं । वह क्या है जो कोशिकाओं के विभाजन की दर पर नियन्त्रण करता है? ऐसा क्यों होता है कि वृद्धि के समय तंत्रिकोशिका, वसा कोशिका तथा कंकाल पेशी कोशिकाएं शायद ही कभी विभाजित होती हैं परन्तु रेशकोरक (फाइब्रोब्लास्ट), अस्ति कोशिकाएं तथा गुर्दे की कोशिकाएं कुछ विशेष सीमा तक विभाजित होती है और कुछ अन्य कोशिकाएं जैसे रक्त तथा शुक्राणु संरचना करने वाली स्टेम कोशिकाएं प्राणी के जीवन काल में निरन्तर विभाजित होती है ?

कोशिकाओं के विभाजन पर दो प्रकार से नियंत्रण माने जाते है ।

1) बाह्य नियन्त्रण - (extrinsic control) इसमें अंग की वृद्धि दूसरे ऊतकों से व्युत्पन्न कारकों पर निर्भर होती है ।

2) आन्तर नियन्त्रण - (intrinsic control) इसमें वृद्धि का नियमन स्वयं ऊतक या अंग द्वारा होता है ।

बाह्य नियन्त्रण

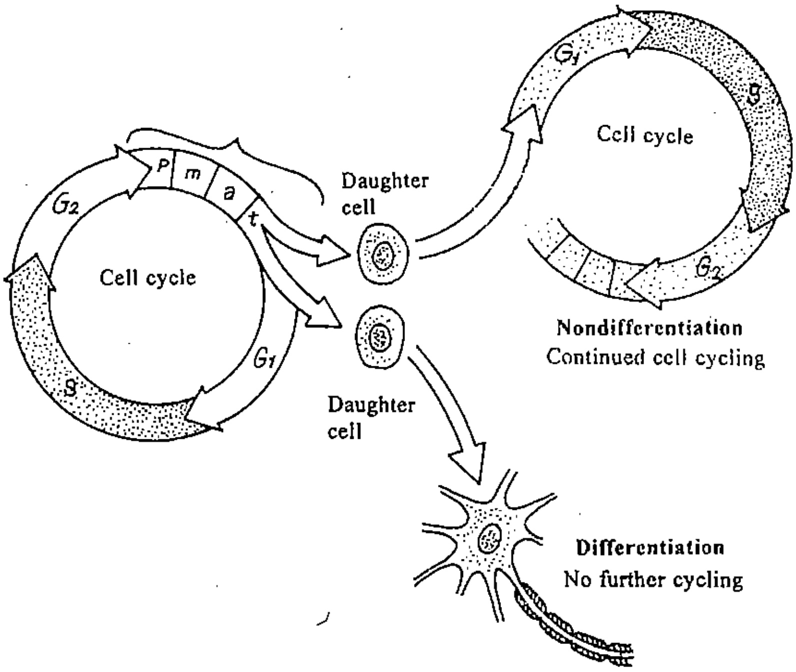
जब एक अंग किसी दूसरे अंग की वृद्धि को प्रभावित करता है तो वृद्धि पर बाह्य नियन्त्रण होता है । कशेरूकी जीवों में 'सोमेटोट्रोपिन' नामक वृद्धिकर हारमोन एक बाह्य नियन्त्रण कारक है जो सम्पूर्ण शरीर की वृद्धि को प्रभावित करता है । हाथ पैर की लम्बी हड्डियों पर इसका असर स्पष्ट दिखाई देता है । मनुष्य इस वृद्धिकर हारमोन की कमी से यथा अनुपातिक बौने बन जाते हैं अर्थात शरीर के अंगों का अनुपात ठीक होता है परन्तु लम्बाई कम रहती है । यही नहीं इसकी कमी का प्रभाव मानव शरीर के अन्य अंगों पर भी पड़ता है । व्यस्क ऊतक के मुकाबले भ्रूणीय उतक इस हार्मोन के प्रति अधिक संवेदनशील होता है । भ्रूण में निषेचन के 70 दिन पश्चात से ही इस हार्मोन का निर्माण शुरू हो जाता है । वृद्धिकर हार्मोन प्रत्यक्ष (जैसे हाथ पैर की लम्बी हड्डियों पर इसका प्रभाव) और परोक्ष रूप दोनों से ही अपना कार्य करता है । परोक्ष रूप से इस हार्मोन का प्रभाव सोमटोमीडिन्स

(somatomedin) नामक यौगिकों के कारण माना जाता है । वृद्धिकर हार्मोन की प्रतिक्रिया में जिगर की कोशिकाओं से इस रसायन का स्राव होता है ।

जिन व्यक्तियों के शरीर में पर्याप्त मात्रा में वृद्धिकर हार्मोन नहीं होता, उनमें सोमटोमीडिन की मात्रा भी कम होती है । वृद्धिकर हार्मोन के इन्जेक्शन लगने पर सोमटोमीडिन की मात्रा भी बढ़ती है । किशोरों में वृद्धि स्फुरण के समय तथा उन व्यक्तियों में, जिनके शरीर में वृद्धिकर हार्मोन का स्राव करने वाले अर्बुद होते हैं । सोमटोमीडिन की मात्रा बहुत अधिक होती है ।

सोमटोमीडिन वर्ग में इन्सुलिन से मिलते जुलते वृद्धि कारक-I (IGF-I, insulin growth factor-1) तथा वृद्धि कारक-II (IGF-II) होते हैं । यह कारक कोशिका चक्र के विशिष्ट चरणों में कार्य करते हैं । (देखिए–01 में कोशिका चक्र, इकाई-16) । चित्र 20.5 में सामान्य स्तनी जीवों की कायिक कोशिकाओं का पूर्ण चक्र दिया गया है । यह चक्र समसूत्रण (M), अन्तराल (G1), DNA संश्लेषण का चरण (S), एक और अन्तराल (G2) जो समसूत्रण और DNA संश्लेषण के बीच होता है में विभाजित करा जा सकता है ।

वह कोशिकाएं जिनमें विभाजन समाप्त हो चुका है GO वर्ग में आती हैं । वृद्धि कारको द्वारा GO चरण की कोशिकाओं के उद्दीपन से वह कोशिका चक्र में शामिल होने के लिए सक्षम हो जाती है । G1 के मध्य में विभाजन का प्रारम्भ होता है । इस चरण से पहले संदमक (inhibitors) का प्रभाव विभाजन को रोक सकता है परन्तु इसके पश्चात S तथा M चरण पर किसी बाह्य उद्दीपक का प्रभाव नहीं पड़ता है ।



चित्र 20.5 : संक्षेप में कोशिका चक्र का चित्रण । सक्रिय रूप से विभाजित होने वाली कोशिकाएं चार चरणों से गुजरती हैं । अंतिम चरण समसूत्रण का होता है । कुछ विशेष कोशिकाओं में विभाजन नहीं होता और यह स्थायी रूप से G_0 चरण में रहती हैं । परन्तु वृद्धि कारक द्वारा उद्दीपन होने पर कोशिकाएं G_0 से निकल कर विभाजन कर पाती हैं । इसके अतिरिक्त S चरण में जाने से पूर्व संदमन कारक के प्रभाव से विभाजन रुक सकता है ।

वृद्धि कारक - I के कारण कोशिकाएं कोशिकाचक्र के G1 चरण से S चरण में प्रवेश करती हैं । वृद्धिकर हार्मोन तथा वृद्धि कारक–I मिलकर समसूत्रण के लिए प्रबल संकेत देते हैं । वृद्धिकर हार्मोन के प्रभाव के कारण स्टेम कोशिकाओं का विभाजन होता है । इससे निर्मित कोशिकाएं वृद्धि कारक–I के प्रति अनुक्रिया में सक्षम होती हैं । सोमटोमीडिन के प्रभाव से इन नई कोशिकाओं की आगे प्रतिकृति होती है । ज़ायरे के इतुरी जंगलों में रहने वाली पिग्मी जनजाती के सदस्यों में योवनारम्भ

(puberty) तक वृद्धिकर हार्मोन तथा वृद्धि कारक-1 की मात्रा सामान्य होती है। परन्तु इसके पश्चात यानि यौवनारम्भ की आयु में अन्य जातियों के किशोरों के मुकाबले पिग्मी में वृद्धि कारक-1 की मात्रा घट कर सामान्य से एक-तिहाई हो जाती है।

इन्सुलिन, वृद्धिकर हारमोन, सोमटोमीडिन, अपरा द्वारा स्रावित प्लासेन्टल लेक्टोजन तथा तंत्रिका वृद्धि कारक (nerve growth factor) सभी एक ही वर्ग के एक दूसरे से सम्बन्धित वृद्धि कारक हैं। इसी वर्ग में चिकनी माँसपेशिय कोशिकाओं का उद्दीपन करने वाला पट्टिकाणु से व्युत्पन्न वृद्धि कारक PDGF भी आता है। इसी कारक के प्रभाव से रेशकोरक (fibroblast) तथा तंत्रि बंध कोशिकाओं (DGF glial cells) का विभाजन भी होता है। उपकला वृद्धि कारक (EGF) तथा कम से कम एक रक्तोत्पादक (हिमेटोपोयटिक) वृद्धि कारक CSF-1 (कोलोनी स्टीम्यूलेटिंग (फैक्टर-1) के साथ-साथ में सभी वृद्धि कारक प्रोटीन में टायरोसिन के फास्फोटीकरण प्रक्रिया (फोसफोराईलेशन) से अपना कार्य करते हैं। इस प्रक्रिया के विषय में आपने LSE-1, खंड-4, इकाई-16 में पढ़ा था।

इन सभी वृद्धि कारकों का ग्राही एक प्रोटीन है, जो कोशिका झिल्ली में पाया जाता है। कार्य के आधार पर इसे तीन भागों में विभाजित किया जा सकता है। (1) बाह्य अंश जो विशिष्ट वृद्धि कारक से जुड़ता है। (2) झिल्ली की चौड़ाई में व्याप्त एक जलभीत अवशिष्ट के अंश। (3) कोशिकाद्रव्य के अन्दर का वह अंश जिसका ATP टायरोसिन फोस्फोकाईनेस में उद्दीपन किया जा सकता है। यह एन्जाइम तब तक कार्य करने में सक्षम नहीं होता, जब तक ग्राही प्रोटीन वृद्धि कारक से न जुड़ जाए।

आन्तर नियन्त्रण कारक

जहाँ एक ओर बाह्य वृद्धि कारकों का मुख्य कार्य वृद्धि को बढ़ाना है, वहीं दुसरी ओर आन्तर कारक सामान्यतः कोशिका वृद्धि का संदनन करते हैं। (यहाँ तथा आगे कोशिका वृद्धि का अर्थ प्रचुरोद्भवन तथा समसूत्रण है)। वैसे इन कारकों द्वारा अनेक प्रकार की कोशिकाओं की वृद्धि का संदमन होता है, परन्तु अनेक बार यह किसी विशेष प्रकार की कोशिका को ही प्रभावित करते हैं। इस प्रकार के कारक जो विशेष कोशिका का ही संदमन करते है केलोन (chalones) के नाम से जाने जाते हैं। अध्ययन से पता चलता है कि केलोन उपकला कोशिकाओं में समसूत्रण का नियंत्रण करते हैं (देखिए बाक्स 20.1)।

कोशिका चक्र के विभिन्न चरणों को प्रभावित करने वाले उपकला के दो केलोन का पृथक्करण किया गया है। उपकला का G1 वृद्धि संदमक (G1 Epidermal Growth Inhibitor) कोशिकाओं को S चरण में जाने से रोकता है तथा G2 संदमक (G2 Epidermal Growth Inhibitor) उन कोशिकाओं के विभाजन का संदमन करता है, जिनमें पहले ही DNA का द्विगुनन हो चुका है। यह केलोन ऊतक विशेष को प्रभावित करते हैं और अन्य कोशिकाओं पर इनका कोई असर नहीं होता।

बॉक्स - 20.1

केलोन के प्रभाव को एक अत्यन्त रोचक प्रयोग के जरिये दर्शाया गया। चूहे की उपकला में एक छोटा चीरा दिया गया। इससे करीब एक मिली मीटर की दूरी पर कोशिका विभाजन शुरू हो गया। इस प्रकार का विभाजन केवल उपकला के क्षतिग्रस्त होने से प्रारम्भ हुआ। किसी और आसपास के ऊतक जैसे डर्मिस को क्षति पहुँचाने से कोशिका विभाजन नहीं हुआ। इस चीरे को चौड़ा करने पर आशा के विपरित अधिक कोशिकाओं में विभाजन प्रारम्भ नहीं हुआ। इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि कोशिका विभाजन क्षति के कारण नहीं होता। परन्तु सामान्यतः उपकला की कोशिकाओं में विभाजन का संदमन होता है, और चीरा देने से कम संदमक पदार्थ का निर्माण होता है जिससे आसपास की कोशिकाओं में समसूत्रण प्रारम्भ हो जाता है।

इन विशिष्ट केलोन के अतिरिक्त कुछ प्रोटीन भी अनेक प्रकार की कोशिकाओं में वृद्धि का संदमन करते हैं। इनमें से दो हैं - B-इन्टरफेरोन (BINF) तथा ट्रांसफोर्मिंग वृद्धि कारक-B TGFB (Transforming Growth Factor-B)। TGFB का प्रभाव लक्ष्य कोशिकाओं तथा अन्य वृद्धि कारकों की उपस्थिति पर निर्भर होता है। इसमें दोहरी विशेषता होती है। यह रेशकोरक के संवर्धन में उनकी वृद्धि को बढ़ावा देता है परन्तु सामान्यतः अन्य कोशिकाओं की वृद्धि का संदमक है। अत्यन्त रोचक बात है कि इसके द्वारा संवर्धन से अनेक कैन्सर कोशिकाओं की वृद्धि में भी रूकावट आती है। अब यह जान लिया गया है कि कोशिकाओं में TGFB के ग्राही कोशिकाओं के न होने से या इस संदमक का संशलेषण न होने से, दुर्दमता की संभावना बढ़ जाती है।

B- इन्टरफेरोन इन्टरफेरोन वर्ग (जो प्रोटीन हैं) का एक सदस्य है । इसके प्रभाव से लक्ष्य कोशिकाओं में विभाजन रूक जाता है और वह समसूत्री उद्दीपकों की प्रतिक्रिया करने में अक्षम हो जाती हैं । परन्तु B-इन्टरफेरोन को हटाने से उसका प्रभाव समाप्त हो जाता है और सामान्य रूप से कार्य प्रारम्भ हो जाता है ।

इस प्रकार हम देखते हैं कि वृद्धि उद्दीपक कारकों तथा वृद्धि संदमक कारक एक साथ कोशिका विभाजन का नियमन करते हैं । यह कार्य इस कुशलता से किया जाता है, जिससे कोशिका विभाजन आनुवंशिक सीमा को पार न कर सके ।

बोध प्रश्न - 4

उचित श्ब्दों से रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए ।

1) .... वृद्धिकर हारमोन की प्रतिक्रिया में यकृत कोशिकाओं द्वारा स्त्रवित वृद्धि कारक हैं ।

2) .... द्वारा कोशिकाओं को S-चरण में जाने से रोका जाता है ।

3) कोशिकाओं को समसूत्री उद्दीपकों की प्रतिक्रिया में अक्षम बनाकर .... कोशिका विभाजन का संदमन करता है ।

4) बाह्य वृद्धि कारक प्रोटीन अणु में टायरोसिन के .... से कार्य करते हैं ।

20.3 कालप्रभावन - परिवर्धन का एक पहलू

विज्ञान की जिस विधा में हम कालप्रभावन का अध्ययन करते हैं उसे जीरॅन्टोलॉजी कहते हैं । चिकित्सा विज्ञान का एक मुख्य अंश है ज़ेरिएट्रिक्स जिसके अन्तर्गत वृद्धावस्था से संबंधित बीमारियों तथा अशक्तता का उपचार किया जाता है ।

इससे पिछले उपभाग में हमनें वृद्धि का कोशिका विवर्धन कोशिका गुणन तथा कोशिका बाह्य आधात्री के संचयन के संदर्भ में विश्लेषण किया । विभिन्न पशुओं के वृद्धि वक्र से हमने जाना कि समय के साथ वृद्धि में ठहराव आ जाता है तथा धीरे धीरे कमी आने के बाद अंततः वह पूर्ण रूप से रूक जाती है ।

इस भाग में हम कालप्रभावन की प्रक्रिया अर्थात जीर्णता की व्याख्या करेंगे । जीव के लैंगिक रूप से व्यस्क होने के बाद कालप्रभावन का प्रारम्भ होता है तथा यह उसकी मृत्यु के साथ ही समाप्त होता है । इसमें प्रगामी तथा अनुत्क्रमणीय रूप से प्रकार्यों का क्षय होता है ।

कालप्रभावन प्रक्रिया जीवाणु में नहीं देखी जाती । जीवाणु एकल कोशिका के पूर्ण रूप से विकसित होने पर वह दो कोशिकाओं में विभाजित हो जाती है । अधिकांश बहुकोशिक जीव कालप्रभावन प्रक्रिया के पूर्ण होने से पहले ही मर जाते हैं । उदाहरण के तौर पर खेतों में पाया जाने वाला चूहा तीन से चार वर्ष तक जीवित रह सकता है, परन्तु करीब 99 प्रतिशत चूहे एक साल से पहले ही मर जाते हैं । कालप्रभावन के समय का नियमन परिवर्धन प्रक्रिया से होता है । इससे स्पष्ट है कि हर जीव का विशेष जीवन काल होता है । उदाहरण के तौर पर मक्खी 70 दिन से अधिक जीवित नहीं रह सकती । कुत्ते की आयु लगभग 10-15 वर्ष होती है । विभिन्न जीवों के जीवन काल तालिका 20.1 में दिए गए हैं जैसा कि आप जानते हैं मनुष्य के जीवन काल में विभिन्नता होती है । यधपि आदर्श रूप से मनुष्य का जीवन काल सौ वर्ष है, परन्तु अनेक विकसित देशों में औसत आयु 60-70 वर्ष है । अविकसित देशों में गरीबी, कुपोषण तथा अपर्याप्त स्वास्थ्य सेवाओं के कारण मानव की औसत आयु 70 से भी कम है । दूसरी ओर कुछ व्यक्ति सौ से भी अधिक वर्षों तक जीते हैं । विश्व में ऐसे तीन स्थान हैं, जहाँ कई व्यक्ति सौ वर्ष से अधिक जीवित रहते हैं । वह है-इक्वेडोर में विल्कबाम्बा, पाकिस्तान अधिकृत कश्मीर में हन्जा तथा काला सागर और कैस्पियन सागर के बीच का काकेशस प्रदेश ।

मनुष्यों में पाई जाने वाले उत्परिवर्तनों से जीवन काल पर आनुवंशिक नियन्त्रण का पता चलता है । इसका उदाहरण है प्रोजेरा (हचिन्सन-जेलफोर्ड संलक्षण), बच्चों में पाया जाने वाला एक रोग, जिसमें केवल 6 वर्ष की आयु में वृद्धावस्था के लक्षण दिखाई देते हैं तथा 12 वर्ष की आयु तक हृदय गति रूकने से मृत्यु हो जाती है ।

तालिका 20.1 : कुछ स्तनपायी जीवों की अधिकतम आयु

जीव का नाम	अधिकतम जीवन-अवधि
जंगली बकरी	18 वर्ष
भारतीय गेंडा	40 वर्ष
भारतीय हाथी	70 वर्ष
कुत्ता	20 वर्ष
पालतू बिल्ली	28 वर्ष
गिनी पिग	7 वर्ष 6 महीने
चूहा	3 वर्ष 6 महीने
गोरिल्ला	39 वर्ष 4 महीने
चिम्पैंजी	45 वर्ष
मनुष्य	90 से 100 वर्ष

20.3.1 कालप्रभावन के परिणाम

विभिन्न जीवों में कालप्रभावन के आम परिणामों का विवरण देना कठिन है । धीरे-धीरे जनन क्षमता का क्षय, तंत्रिकापेशीय समन्वय की समाप्ति तथा जीर्णता को पूरा करने के लिए अपर्याप्त संचयन ही कालप्रभावन के प्रमुख परिणाम हैं । मनुष्य में कालप्रभावन के समय इनके अतिरिक्त बालों का सफेद होना, स्थायी दाँतों का गिरना, चर्म में प्रत्यास्था (इलास्टिसिटी) के खत्म होने से झुर्रियों का उभरना तथा संवेदी अंगों की क्षमता का कम होना भी देखा जाता है । हाथ की पकड़ का ढीला पड़ना भी आम तौर से ताकत की कमी को दर्शाता है और यह भी कालप्रभावन का ही परिणाम है । आयु के साथ फेफड़े की कार्य क्षमता कम हो जाती है तथा रक्तचाप भी बढ़ जाता है ।

हड्डियों पर भी कालप्रभावन का बहुत अधिक प्रभाव पड़ता है । जैसे कि यौवन और वृद्धावस्था के अंतराल में कंकाल का भार लगभग 15 प्रतिशत कम हो जाता है । रजोनिवृति (post menopause) के बाद की स्थिति में स्त्रियों के कंकाल भार में उसी आयु के पुरूषों के मुकाबले अधिक मात्रा में कमी आती है । 65 वर्ष की आयु के बाद दोनों लिंगों में कंकाल भार काफी कम हो जाता है । इसका कारण कैल्शियम का प्रगामी अपावशोषण (malabsorption) है । इसी की वजह से वृद्ध लोगों की हड्डी आसानी से टूट जाती है ।

शरीरक्रियात्मक परिवर्तन

कालप्रभावन के कारण अनेक शरीरक्रियात्मक नियमक प्रतिक्रियाओं की कार्य क्षमता कम हो जाती है । उदाहरण के लिए सामान्य तौर पर आयु के साथ रक्त में ग्लूकोस की मात्रा में थोड़ा ही परिवर्तन होता है, परन्तु यदि ग्लूकोस का इन्जैक्शन दिया जाए, तो रक्त में ग्लूकोस की सामान्य मात्रा तक पहुँचने की दर काफी हद तक आयु पर निर्भर करती है । यह दर युवाओं के मुकाबले वृद्ध व्यक्तियों में बहुत कम होती है । अनेक सम्बन्धित अध्ययनों से निष्कर्ष निकलता है कि आयु के साथ सबसे अधिक प्रभाव अनेक अंग तंत्रों के समन्वित प्रकार्यों पर पड़ता है । जिन प्रकार्यों में केवल एक अंग या अंग तंत्र शामिल होता है , उन पर कम प्रभाव होता है । इसके विपरीत अनेक तंत्रों तथा अंगों के समन्वय एवं क्षमता पर निर्भर प्रकायों में बढ़ती आयु के साथ साथ कार्य क्षमता में बहुत हद तक कमी आ जाती है ।

जैव-रासायनिक परिवर्तन

कालप्रभावन के साथ शरीर में अनेक जैव-रासायनिक परिवर्तन भी होते हैं । बनारस हिन्दु विश्वविधालय, वाराणसी में प्रो. एम. एस. कानूनगो द्वारा चूहे में विस्तृत जैव-रासायनिक अध्ययन किया गया । इस अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि कालप्रभावन के कारण अनेक एंजाइमों एवं उनके उपएंजाइमो में क्रमिक परिवर्तन होते हैं । पर सभी जीवों के परिवर्तन पैटर्न में अन्तर होता है । इस प्रकार का एक एंजाइम एसिटिल कोलिनएसटरेज है जिसमें कालप्रभावन संबंधित परिवर्तन होता है । 9 सप्ताह आयु के चूहे के प्रमस्तिष्क गोलार्द्ध (सेरीब्रल हेमिस्फेयर) में इस एंजाइम की मात्रा बहुत

अधिक होती है । परन्तु आयु के बढ़ते यह एंजाइम कम होती जाती है । इसके अतिरिक्त मस्तिष्क के अनेक प्रकार्य जैसे याद करना, संचयन तथा सूचना और विचारों का पुनःस्मरण में भी कमी आ जाती है । ऐसा मान्य है कि यह परिवर्तन ऐसिटिल कोलिनएस्टरेज के कम होने से संबधित हो सकता है । फिर भी चूहे के अध्ययन से उपलब्ध सूचना को मनुष्य पर लागू करते समय अत्यन्त सावधानी की आवश्यकता है । देखा गया है कि अत्यन्त वृद्धावस्था में भी कई व्यक्ति मानसिक रूप से जागरूक तथा सृजनक्षम होते हैं । यह संभव है कि वृद्धावस्था की अनेक शरीरिक एवं शरीर क्रिया सम्बन्धी विशेषताएँ किसी व्यक्ति विशेष के गठन तथा रहन-सहन के तरीके पर निर्भर हैं और वह विभिन्न समय पर विभिन्न दर एवं गति से उत्पन्न होती है । इसी प्रकार विभिन्न अंगों में कालप्रभावन संबधित परिवर्तन भी विभिन्न समय पर संभव है ।

कालप्रभावन एक जटिल विषय है । इसके दौरान इतने अधिक परिवर्तन होते हैं कि यह कहना कठिन है कि उनमें से कितने कालप्रभावन के कारण होते हैं और कितने परिवर्तनों के कारण कालप्रभावन उत्पन्न होता है । परन्तु फिर भी संदेह नहीं कि कालप्रभावन के समय कोशिका में और उसके आस पास अनेक प्रगामी परिवर्तन होते हैं ।

बोध प्रश्न - 5

कालप्रभावन से मनुष्य के शरीर में परिवर्तनों की सूची बनाइये ।

....

....

....

कालप्रभावन प्रक्रिया के वर्णन के लिए अनेक सिद्धांत दिए गए हैं । आईए, उनमें से कुछ महत्वपूर्ण सिद्धांतों का अध्ययन करें, जो कोशिकाओं में कालप्रभावन का वर्णन करते हैं ।

20.3.2 कोशिकीय कालप्रभावन के मुख्य सिद्धांत

सन् 1950 में अमरीका के स्टेनफोर्ड विश्वविद्यालय के लेनार्ड हेफ्लिक (Leonard Hayflick) के सिद्धांत के अनुसार जीवों में—कोशिका क्षय के कारण अंगों की कार्य क्षमता में कमी परिवर्धन का एक सामान्य चरण है । हर कोशिका की एक निरधारित आयु होती है । इसका निर्धारण विभाजन की सँख्या से होता है । इसीलिए, सामूहिक रूप से कोशिकाएं जीव की आयु सीमा निर्धारित करती हैं ।

हेफ्लिक एवं उनके सहकर्मियों ने देखा कि मनुष्य के भ्रूणीय फेफड़े के रेशकोरक संवर्धन माध्यम में असीमित रूप से बढ़ने के बजाय करीब 50 बार ही विभाजित होते हैं । इसके बाद अनुकूल परिस्थितियों में भी उनका विभाजन रूक जाता है और अंततः मर जाते हैं । यदि मनुष्य के रेशकोरक को बीसवें विभाजन के पश्चात् हिमशीतित् कर दिया जाए तो ऐसा लगता है वह विभाजन की सँख्या नहीं 'भूले' । इसके बाद वह पुनः 30 बार ही विभाजित होते हैं । इस क्रिया का मुख्य सूत्र केन्द्रक में होता है । एक और प्रयोग में उन रेशकोरक का चुनाव किया गया जिनमें 10 बार विभाजन हो चुका था । इनके केन्द्रक को उन कोशिकाओं में आरोपित किया गया जिनमें 30 बार विभाजन हो चुका था । इनके अपने केन्द्रक को निकाल कर पहली कोशिकाओं में आरोपित किया गया । यह देखा गया कि पहले प्रयोग में कोशिकाओं में और 40 बार विभाजन हुआ तथा दूसरे में केवल 20 बार विभाजन हुआ । इससे पता चलता है कि कोशिका विभाजन संकर (हाइब्रिड) कोशिकाओं के केन्द्रक पर निर्भर करता है । परन्तु अर्बुद कोशिकाओं में विभाजन की कोई सीमा नहीं होती और वह उचित परिस्थितियों में अनेक बार विभाजित होती हैं ।

परन्तु क्या यह पात्रे उदाहरण जैवेक (*in vivo*) कोशिकाओं पर भी लागू हो सकता है? इस प्रश्न का उत्तर पाने के लिए प्रयोगशाला में चूहे की कोशिकाओं पर अन्य प्रयोग किए गए । एक ही अंतः प्रजात प्रभेद (इन ब्रेड-स्टेन) के छोटी आयु के चूहों में बड़ी आयु के चूहों की कोशिकाओं का आरोपण किया गया । आश्चर्यजनक बात थी कि जैवे परिस्थिति में भी कोशिकाओं की **जीवन-अवधि सीमित थी** । प्रोग्रामी कोशिका क्षय (programmed cell death) की परिकल्पना का भी समर्थन करता है । कोशिका विभाजन की समाप्ति क्यों होती है? परीक्षण द्वारा दर्शाया गया कि

जीर्ण रेशकोरक में सामान्य शरीरक्रियात्मक उद्दीपन की अनुक्रिया में समसूत्रण करने की क्षमता नहीं होती । इससे ऐसा प्रतीत कि होता है कि जीर्णता मुख्यता बाह्य वृद्धि कारकों की अनुक्रिया में सक्षमता न होने से होती है ।

योग्रामी कोशिका क्षय परिकल्पना का अन्य परिक्षकों ने भी समर्थन किया है । ऐसा कहा जाता है कि कोशिका द्वारा एक न्यूक्लि । एंजाइम का संश्लेषण होता है, जो कोशिका के DNA को छोटे खंडों में काटता है । परन्तु रूचिकर बात है कि जिन कोशिकाओं का असमय क्षय होता है, (जो विष या आक्सीजन की कमी से होता है) उनमें सही DNA का खंडन सुस्पष्ट रूप से नहीं देखा जाता । योग्रामी कोशिका क्षय का एक और उदाहरण आयु के साथ थाईमस ग्रंथि का लगातार क्षय है । इसमें ग्रंथि की कोशिकाओं का क्षय एड्रिनल ग्रंथि से उत्पन्न ग्लूकोकॉर्टिकोएडस के कारण होता है । कोशिकाओं का यह आंतरिक क्षय DNA में जीन के सक्रियण से संबधित है ।

कोशिकीय जीर्णता की व्याख्या के लिए एक और महत्वपूर्ण सिद्धांत हो सकता है, **कायिक उत्परिवर्तन सिद्धांत** (somatic mutation theory) । इसके अनुसार कोशिका विभाजन के समय हुए अनेक त्रुटियों के कारण कोशिकाओं के प्रकार्य पर विपरीत प्रभाव पड़ता है । इन त्रुटियों के सम्मिलित प्रभाव के कारण कोशिकाएं कालप्रभावित होती है । कुछ त्रुटियों से अनेक अनुवर्ती त्रुटियाँ उत्पन्न हो सकती हैं । उदाहरण के लिए, DNA पोलीमरेस जीन की एक त्रुटि के कारण प्रतिकृति प्रक्रिया में अनेक त्रुटियाँ उत्पन्न हो जाती हैं । इन उत्परिवर्तनों का मुख्य कारण DNA में मुक्त मूलक (फ्री रेडिकल्स) या DNA में दूसरे अणुओं से होने वाला नुकसान है ।

काल प्रभावन में मुक्त मूलक की भूमिका कोई नई जानकारी नहीं है । यह परिकल्पना सन् 1930 में अमेरिका में नेब्रास्का विश्वविधालय के डेन्हेम हर्मन (Denham Herman) द्वारा दी गयी थी । अत्यन्त अभिक्रियाशील मुक्त मूलक के कारण कोशिकाओं में हानि होती है । सुपरऑक्साईड ऋणायन O_2^- (एनायन) हाइड्रोजन परऑक्साइड (H_2O_2) तथा हाइड्रॉक्सिल मूलक (ˑON) जैसे अत्यन्त अभिक्रियाशील मुक्त मूलक शरीर की विभिन्न जैविक प्रक्रियाओं से उत्पन्न होते हैं । यह सभी मूलक कोशिका झिल्ली, DNA बेस तथा प्रोटीन के लिए विषैले होते हैं । परिकलन से पता चला है कि शरीर में प्रतिदिन प्रति कोशिका यह मुक्त मूलक करीब 10,000 DNA बेस का रूपांतरण करते हैं ।

सामान्यतः सुरक्षात्मक एंजाइमों के कारण यह मुक्त मूलक नष्ट हो जाते हैं । सुपरऑक्साइड डिसम्यूटेस नामक एंजाइम सभी कोशिकाओं में उपस्थित होता है । यह एंजाइम सुपरऑक्साइड ऋणायण का H_2O_2 में परिवर्तन की प्रक्रिया का उतप्रेरण करता है । उत्पन्न H_2O_2 केटेलेज एंजाइम की सहायता से पानी तथा आक्सीजन में परिवर्तित हो जाता है । एक और महत्वपूर्ण एंजाइम ग्लूटाथायोन परऑक्सीडेज (यह एंजाइम सेलेनियम से युक्त है और हमारे भोजन में लेश मात्रा में आवश्यक है) भी H_2O_2 को नष्ट करने में समर्थ है । बढ़ती आयु के साथ शरीर में मुक्त मूलकों की रचना बढ़ जाती है । आक्सीकृत प्रोटीन कोर्बोनाइल वर्ग कोशिका में कालप्रभावन का चिह्नक है । जहाँ युवा मनुष्य के रेशकोरक में 10 प्रतिशत प्रोटीन का आक्सीकरण होता है, वहीं वृद्ध व्यक्ति में 40 प्रतिशत कोशिका प्रोटीन का आक्सीकरण होता है । इसका समर्थन प्रोजेरिया या हचिन्सन-जेलफोर्ड संलक्षण से पीड़ित बच्चों के रेशकोरक में हुआ । संवर्धन में इन बच्चों के रेशकोरक में कार्बोनाइल की मात्रा 80 वर्षीय वृद्ध के रेशकोरक में कार्बोनाइल की मात्रा के बराबर देखी गई । बढ़ती आयु के साथ आक्सीकृत प्रोटीन की मात्रा में वृद्धि के साथ उदासीन क्षारीय प्रोटिएस की कार्य क्षमता में कमी होती जाती है । क्षतिग्रस्त प्रोटीन से युक्त कोशिकाओं में उपापचयी अव्यवस्था होने की अधिक संभावना होती है ।

कोशिकीय कालप्रभावन के विभिन्न सिद्धांतों से कालप्रभावन के समय होने वाले सभी शारिरिक परिवर्तनों की व्याख्या होनी चाहिये । ऐसा एक सिद्धांत **कालप्रभावन संबंधी प्रतिरक्षा सिद्धांत** है (इम्यूनोलोजिकल थियारी ऑफ एजिंग) । ऐसा देखा गया है कि वृद्ध व्यक्ति एवं अधिक आयु के चूहे दोनों ही आसानी से संक्रमण एवं स्वप्रतिरक्षित रोगों से ग्रस्त हो जाते हैं । यह थाइमस के अपकर्ष से संबंधित होता है । मनुष्य में 7 से 11 वर्ष की आयु तक थाइमस अपना अधिकतम भार ग्रहण कर लेता है । जैसे जैसे आयु बढ़ती जाती है , वैसे वैसे थाइमस ऊतक के स्थान पर वसा ऊतक (adipose tissue) जमा हो जाता है । इससे थाइमस के हार्मोन की मात्रा कम हो जाती है । 60 वर्ष की आयु तक तो वह बिल्कुल ही शून्य तक पहुँच जाती है । व्यस्क व्यक्तियों में T एवं B कोशिकाओं की सँख्या में भी ऐसी ही कमी आती है । कम प्रभावी प्रतिरक्षा प्रणाली शरीर के लिए

अनेक प्रकार से घातक सिद्ध हो सकती है । जैसे कि किसी संक्रामक रोग की प्रतिक्रिया में प्रतिरक्षी (एन्टीबोडी) की क्रिया की क्षमता का कम प्रभावी होना । प्रतिरक्षा प्रणाली का असामान्य कोशिकाओं को पहचान कर समाप्त करने में सक्षम होना भी अत्यावश्यक है । थाइमस की कार्य क्षमता के कम होने से प्रतिरक्षा प्रणाली की नवीन अर्बुद कोशिकाओं को नष्ट करने की क्षमता भी अपने आप कम हो जाती है । इसके अतिरिक्त थाइमस प्रकार्य की घटती क्षमता से स्वप्रतिरक्षी (autoantibody) की अधिक सँख्या में उत्पत्ति भी स्पष्ट रूप से देखी गई है ।

20.3.3 कोशिका बाह्य कालप्रभावन

कोशिका बाह्य स्थानों में मुख्यता म्युकोपोलीसेक्राइड तथा कोलैजन एवं इलास्टिन जैसी रेशेदार प्रोटीन (फाइब्रस प्रोटीन) होती है । संयोजक ऊतक (connective tissue) में संशलेषण के बाद ऊतक के बाहर इन प्रोटीन का स्रावण होता है । सम्पूर्ण शरीर की प्रोटीन का 40 प्रतिशत भाग कोलैजन से निर्मित होता है, जो कोशिकाबाह्य खाली स्थानों को भरता है । यही स्थान उम्र से सम्बन्धित परिवर्तनों का प्राथमिक स्थान है । यह आपने LSE-01, इकाई-16 में पढ़ा था कि कोलैजन अणु ट्रोपोकोलैजन एकलक (मोनोमरस) के बहुलक (पोलिमर्स) होते हैं । नवीन बहुलकित कोलैजन अणुओं में असहसंयोजी आबन्ध (noncovalent bonds) होते हैं तथा उम्र के बढ़ने के साथ एकलकों के बीच सहसंयोजी क्रास बंधन उत्पन्न हो जाते हैं । जैसे जैसे जीव की आयु बढ़ती जाती है, वैसे वैसे क्रास बन्धन का वियोजन कठिन होता जाता है तथा व्यस्कता के समय स्तनपायी जीवों में कोलैजन अविलेय हो जाता है । व्यस्कता से वृद्धावस्था तक क्रास बन्धनों में प्रबलता आ जाती है तथा उसके प्रभावों को मापा जा सकता है ।

यह पूर्णतया स्पष्ट है कि बढ़ती आयु के साथ कोलैजन में परिवर्तन अवश्य होते हैं । उसकी संरचना में हुए परिवर्तनों से हड्डियों, रक्त शिराओं, जोड़ों, कन्डरा (टेन्डन), स्नायु (लिगामेन्टस) के प्रकार्यों और संरचना पर प्रभाव पड़ता है । कोलैजन रेशों की अनम्यता ऐथिरोस्कलेरोसिस तथा अति तनाव (हाइपरटेन्शन) में योगदान करती है ।

कालप्रभावन में हार्मोन और हार्मोनों का मुख्य कार्य

कालप्रभावन के कारण अंतःस्रावी तंत्र की कार्य क्षमता भी कम हो जाती है । हार्मोन स्रावण में अन्तर के कारण वृद्धावस्था में अनेक रोग प्रकट हो जाते हैं । उदाहरणार्थ, स्त्रियों में अंडाशयों से इस्ट्रोजन के स्राव में कमी से ओस्टीयोपोरोसिस (oesteoprosis) नामक बीमारी हो जाती है कालप्रभावन में हाइपोथैलेमस भी एक महत्वपूर्ण कारक प्रतीत होता है । हाइपोथैलेमस में तंत्रिकाओं के सिरे पर कैटिकोलामिन नामक रासायनिक तंत्रिकाप्रेषी के स्रावन में कमी से हाइपोथैलेमस से गोनेडोट्रॉपिन का स्राव करने वाले हार्मोन (gonadotropin releasing hormone) की उत्पत्ति पर प्रभाव पड़ता है । इस पर अनेक प्रयोगात्मक कार्य किए गए । प्रयोग के लिए उन चूहों का चुनाव हुआ, जिनके अंडाशयों में अंडों का प्रस्राव बंद हो चुका था । इन चूहों के हाइपोथैलेमस की तंत्रिकाओं से कैटिकोलामिन का पुनः मोचन प्रारम्भ करने के लिए L-डोपा नामक औषध का उपयोग किया गया । वृद्ध चूहों में L-डोपा एस्ट्रोन का भी प्रवर्तन करता है । इसी के अनुसार वृद्ध स्त्रियों में भी हाइपोथैलेमस की तंत्रिकाओं के सिरे से कैटिकोलामिन का स्राव कम हो जाता है या फिर कैटिकोलामिन के ग्राही कम हो जाने से अंडाशयों का प्रकार्य समाप्त हो सकता है ।

इस इकाई में हमने जीवों में वृद्धि के विभिन्न प्रकारों एवं कालप्रभावन के विषय में जाना । इससे स्पष्ट होता है कि वृद्धि एवं कालप्रभावन दोनों ही प्रक्रियाओं का अध्ययन अणु से जीव तक किसी भी स्तर पर संभव है । इन प्रक्रियाओं में जीव के सभी अंगों और प्रकार्यों का योगदान होता है । कालप्रभावन एक संम्पूर्ण प्रक्रिया है और किसी एक अंग विशेष द्वारा कार्यान्वित नहीं होती है ।

बोध प्रश्न - 6

निम्न तथ्यों में से सही एवं गलत बताईए ।

1) हाइपोथैलेमस के प्रकार्य क्षमता कम होने से या उसकी कैटिकोलामीन के ग्राही कोशिकाओं के त्रुटिपूर्ण प्रकार्य के फलस्वरूप कालप्रभावन का प्रारम्भ होता है ।

2) बढ़ती आयु के साथ कोशिका बाह्य कोलैजन की प्रत्यास्थता (इलास्टीसिटी) समाप्त हो जाती है और कोलैजन के विकृतीकरण से कालप्रभावन की दिशा बदलना संभव है ।

3) थाइमस ग्रंथि के आकार में निरन्तर कमी का सम्बन्ध बढ़ती आयु के साथ साथ प्रतिरक्षा प्रकार्यों में कमी होने से है ।

4) पात्रे स्थिति में कोशिकाओं की जीवन अवधि सीमित होती है, परन्तु जैवे स्थिति में यही कोशिकाएं उचित परिस्थितियों के कारण असीमित रूप से विभाजित होती हैं ।

5) एस्ट्रोजन की मात्रा में कमी का राजोनिवृत स्त्रियों में उपस्थित ओस्टियोपोरोसिस से कोई सम्बन्ध नहीं होता ।

6) केवल वृद्ध लोगों के शरीर में ही मुक्त मूलकों की उत्पत्ति होती है ।

7) बार बार कोशिका विभाजन द्वारा विभिन्न उत्परिवर्तनों का धीरे धीरे जमा होना ही कालप्रभावन का कारण है - यह कायिकी उत्परिवर्तन सिद्धांत का मूल तत्व है

8) संवर्धन में जब युवा केन्द्रकों का आरोपण केन्द्रक विहीन वृद्ध कोशिकाओं में होता है, तो संकर कोशिकाओं में नए केन्द्रक के निर्देशानुसार विभाजन होता है

20.4 कैन्सर - परिवर्धन में त्रुटियों का परिणाम

भाग 20.2 में आपने कोशिकीय वृद्धि में प्रयुक्त सभी प्रक्रियाओं के विषय में जाना । सामान्य रूप से सभी विकासशील भ्रूणीय अंगों की वृद्धि पर नियंत्रण होता है । प्रजाति के अनुरूप जब कोई भी जीव वयस्क आकार ग्रहण कर लेता है, तो उसके अंगों की वृद्धि प्रक्रिया समाप्त हो जाती है । परन्तु फिर भी अनेक अंगों में चोट या जीर्ण-शीर्ण होने से नष्ट हुई कोशिकाओं की पूर्ति के लिए वृद्धि होती रहती है । इस पर भी सामान्य वृद्धि- नियंत्रण लागू होता है । इस प्रकार से पूर्ण जीव का परिधर्वन एवं संरेखन होता है । परन्तु जब कोशिका में वृद्धि पर नियन्त्रण समाप्त होने से कोशिकाओं में असीमित प्रचुरोद्भवन होता है, जिसके पश्चात इन कोशिकाओं से उत्पन्न अन्य कोशिकाओं में भी नियमन की प्रक्रिया बिल्कुल ही समाप्त हो जाती है, और उत्पन्न **एकपुंजक (क्लोन)** की कोशिकाओं में असीमित विस्तारण होता है तब अंततः नवद्रव्यी ऊतक (neoplastic tissue) या **अर्बुद** (tumor) की रचना होती है । यदि अर्बुद केवल प्रारम्भिक अंगों तक ही सीमित रहता है, तो उसे **सुदम (बिनाइन)** अर्बुद कहा जाता है, परन्तु यदि यह अर्बुद शरीर के और अंगों में भी फैल जाए तो उसे **दुर्दम** (मेलिग्नेंट) अर्बुद कहते हैं । इसी दुर्दम अर्बुद को **कैन्सर** कहा जाता है ।

आप में से अनेक विधार्थी पॉलिप तथा किणक या मस्से (wart) जैसे सुदम अर्बुद के विषय में जानते होंगे । दुर्दम अर्बुद में विभेदन किसी भी सिद्धांतों के अनुसार नहीं होता । दुर्दम अर्बुद की कोशिकाएं बड़ी आसानी से अपने उद्गम स्थान से दूर अन्य अंगों में फैल जाती हैं । यही दुर्दम एवं सुदम अर्बुद में मुख्य अन्तर है । अर्बुद कोशिकाओं के इस प्रकार अपने मूल अंग से अलग होकर फैलना तथा शरीर के अन्य अंगों में द्वितीयक अर्बुदीय रचना करने को **मेटास्टेसिस या विक्षेप** कहते हैं । इस भाग में दुर्दम अर्बुद की विशेषताओं के वर्णन के साथ इस विषय पर भी जानकारी दी जाएगी ।

किरीट-पिटिका के प्रेरण के लिए उचित परपोषी पादप को *एग्रोबेक्टिरीयम टयूमीफेशियन्स* से निवेशन (innoculation) की आवश्यकता है । एक बार उचित सँख्या में कोशिकाओं का किरीट पिटिका में रूपांतरण हो जाए तो बैक्टीरिया की मृत्यु के बाद भी अर्बुद की वृद्धि होती रहती है । प्रेरक बेक्टीरिया के लवक (प्लास्टिड) के खंड का परपोषी कोशिका के DNA में आरोपण के फलस्वरूप यह रूपान्तरण होता है ।

दुर्दम अर्बुद केवल मनुष्यों में ही नहीं अपितु चींटी से हाथी तक सम्पूर्ण पशु वर्ग में पाया जाता है । इसी प्रकार की असामान्य वृद्धि पेड़ पौधों में भी होती है । उदाहरण के तौर पर विभिन्न पादप प्रजातियों में पाया जाने वाला किरीट पिटिका (क्राउन गॉल) नामक रोग अर्बुदता के ही समान होता है ।

वैसे तो कैन्सर का रोग किसी भी आयु के व्यक्ति को हो सकता है, परन्तु इसकी अधिकता बच्चों और वृद्धों में होती है । ऐसा माना है कि बढ़ती आयु के साथ कुछ विशेष प्रकार के कैन्सर की अधिकता का सम्बन्ध नवीन युग में बढ़त आयुकाल से है । पहले कम आयुकाल के कारण प्रौढ़ावस्था एवं वृद्धावस्था के कैन्सर का पता ही नहीं चलता था ।

सामान्यतः कैन्सर की उत्पत्ति प्रचुरोद्भवी कोशिकाओं से होती है । इसीलिए तंत्रिकोशिका तथा हृदयी माँसपेशिय कोशिकाओं से उत्पन्न कैन्सर बहुत कम ही देखा गया है ।

जिन ऊतकों से दुर्दम अर्बुदों की उत्पत्ति होती है, उन्हीं के आधार पर अर्बुदों का वर्गीकरण किया जाता है । (देखिए तालिका - 20.2) अर्बुद में अनेक विभेदावस्थाएं देखी जा सकती हैं । कुछ अर्बुद कोशिकाएं अपने मूला अंग की सामान्य कोशिकाओं की तरह विभेदित होती हैं और कुछ कोशिकाएं आदि कोशिकाओं की तरह होती हैं जिनसे अर्बुद के उद्गम का पता लगाना कठिन हो जाता है ।

अभी तक यह पूर्ण रूप से ज्ञात नहीं है कि कैन्सर अनेक रोगों का वह समूह है जहाँ एक से लक्षणों का प्रदर्शन होता है या उद्‌गम के अंग के आधार पर अनेक रूपों में व्यक्त होने वाला एक ही रोग है । अब तक करीब 200 से अधिक कैन्सर के प्रकारों के विषय में जानकारी उपलब्ध है । इनमें से हर एक के भिन्न लक्षण तथा इलाज प्रक्रियाएं हैं ।

सारणी 20.2 – मुख्य प्रकार के कैन्सर

	कैन्सर		उदगम स्थल
1.	कार्सिनोमा	ठोस ऊतक	उपकला ऊतक (त्वचा, ग्रंथि, तंत्रिका, स्तन, श्वसन, मूत्र, जठरांत्र एवं जनन तंत्रों का आस्तर)
2.	सारकोमा	ठोस ऊतक	भ्रूणीय मध्यत्वचा (संयोजक ऊतक हड्डी उपास्थि पेशी वसा)
3.	लूकीमिया	श्वेताणुओं (ल्यूकोसाइटस) की असामान्य सँख्या	अस्थि मज्जा
4.	लिम्फोमा	लसीकाणुओं (लिम्फोसाइटस) की असामान्य सँख्या	लसीका ग्रन्थि

कैन्सर के संभाव्य कारणों तथा विकास प्रक्रिया के विषय में जानने से पूर्व आईए, पहले दुर्दम एवं सामान्य कोशिकाओं के मुख्य अन्तर को जाने ।

20.4.1 दुर्दम कोशिकाओं की विशेषताएं

कैन्सर की तीन मुख्य विशेषताए हैं

1) अतिवर्धन (hyperplasia)
2) एनाप्लेसिया (anaplasia)
3) विक्षेप (metastasis)

1) अतिवर्धन : सामान्य एवं कैन्सर कोशिकाओं के अत्यधिक प्रचुरोद्‌भवन को अतिवर्धन कहते हैं । सामान्य कोशिकाओं में भौतिक, रसायनिक तथा जैविक माध्यमों से पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप कुछ समय तक कोशिकाओं का प्रचुरोद्‌भवन हो सकता है । परन्तु कुछ समय पश्चात कोशिकाओं में सामान्य रूप से प्रकार्य प्रारम्भ हो जाते हैं । इसके विपरीत अर्बुद कोशिकाओं में अत्यधिक प्रचुरोद्‌भवन के कारण अधिक से अधिक सँख्या में असामान्य कोशिकाओं का जनन होता है । प्रसिद्ध मान्यता के विपरीत अतिवर्धन का अर्थ कोशिकाओं में प्रचुरोद्‌भवन की दर में वृद्धि नहीं है । दुर्दम कोशिकाओं में विभाजन की दर सामान्य, स्वस्थ कोशिकाओं की दर के समान घटती या बढ़ती रहती है । परन्तु स्वस्थ कोशिकाओं के विपरीत दुर्दम कोशिकाए नियमन क्रिया को नहीं मानती ।

   ऊतक संवर्धन में दुर्दम कोशिकाएं अनश्वर होती हैं यानि जब तक इन कोशिकाओं को पोषण मिलता रहता है, उनमें वृद्धि होती रहती है जबकि सामान्य कोशिकाओं में सीमित सँख्या के बाद विभाजन क्रिया समाप्त हो जाती है ।

सामान्यतः ऊतक संवर्धन में जब कोशिकाएं एक दूसरे के संपर्क में आती हैं तो उनकी वृद्धि रूक जाती है । इससे कोशिकाओं में परस्पर व्यापन नहीं होता । परन्तु कैन्सर कोशिकाओं में यह क्षमता न होने के कारण कोशिकाओं के ढ़ेर बन जाते हैं ।

2) एनाप्लेसिया : अनेक बार कोशिकाएं आदि या भ्रूणीय ऊतक के समान प्रतीत होती है, जिनमें व्यस्क प्रकार्यों में कमी या उनकी समाप्ति हो चुकी होती है । इस प्रकार की संरचनात्मक असामान्यता को 'एनाप्लेसिया' कहते हैं । उदाहरण के लिए, दुर्दम लसीकाणुओं में रोग संक्रमण से लड़ने की क्षमता नहीं होती । विकसित कैन्सर में कोशिकाएं विभिन्न रूप की होती हैं:

   1) कैन्सर की कोशिकाओं में जीव द्रव्य के मुकाबले केन्द्रक का अनुपात बहुत अधिक होता है । केन्द्रक का आकार बहुत विशाल होता है तथा एक से अधिक केन्द्रक होते हैं ।

   2) हर कैन्सर कोशिका में एक से अधिक समसूत्रण होते हैं । इससे स्पष्ट होता है कि सामान्य कोशिका में नियमित रूप से होने वाले समसूत्रण में असामान्य रूप से विदारण होता है । चित्र 20.6 में सामान्य एवं कैन्सर ग्रस्त ऊतक को दर्शाया गया है । दोनों में अन्तर देखिए ।

(a)

(b)

चित्र 20.6 : (a) सामान्य संयोजक ऊतक का इलेक्ट्रोन माइक्रोग्राफ जिसमें यह ऊतक संवर्धक पेट्रीप्लेट की सतह से चिपका हुआ दिखाया गया है । इसकी आकृति चपटी और फैली हुई होती है । (b) राओस-सारकोमा नामक विषाणु से संक्रमण के कारण यह गोल कोशिकाओं में परिवर्तित हो जाते हैं जो आपस में चिपक कर ढेर बना लेती हैं ।

3) प्रकार्य एवं संरचना के संदर्भ में सामान्य एवं कैन्सर ग्रस्त कोशिकाओं में अनेक समानताएं होती हैं । इसीलिए माना जाता है कि कैन्सर कोशिकाओं में निर्विभेदन (dedifferentiation) की क्रिया होती है, यानि ऐसा लगता है कि यह कोशिकाए परिवर्धन की भ्रूणीय स्थिति में वापिस पहुँच गयी है । तालिका 20.3 में दुर्दम एवं भ्रूणीय कोशिकाओं की विशेषताओं की तुलना की गई है ।

तालिका 20.3 - भ्रूणीय एवं कैन्सर ग्रस्त कोशिकाओं की तुलना

	भ्रूण	कैन्सर
1)	एकल कोशिका से उत्पन्न	एक पुंजक से उत्पन्न
2)	अधिक समसूत्रण एवं चरघातांकी वृद्धि	अधिक समसूत्रण तथा दुर्दम स्थिति में चरघातांकी वृद्धि
3)	विशिष्ट कोशिकीय सतह प्रतिजनों की उपस्थिति । उदाहरणार्थ भ्रूणीय आंत्र ऊतक में कैन्सरजनी भ्रूणीय प्रतिजन (CEA) की उपस्थिति भ्रूणीय जिगर में एल्फाफीटो-प्रोटीन की उपस्थिति	कुछ अर्बुदों में भ्रूणीय प्रतिजन की उपस्थिति विकसित स्थिति में वृहदंत्र (कोलोन) कैन्सर के रोगी के रक्त में CEA की उपस्थिति । जिगर कैन्सर तथा कुछ अन्य कैन्सर में एल्फाफीटो-प्रोटीन की उपस्थिति
4)	उत्पत्ति स्थल से कोशिका का स्थानांतरण तथा फिर विभिन्न ऊतकों में विभेदन होता है ।	विक्षेपण भी एक प्रकार का कोशिकीय स्थानांतरण है जिसमें आंशिक रूप से विभेदित कोशिकाओं का विकास होता है ।

3) विक्षेप : एक दुर्दम कोशिका में अर्बुद से पृथक होकर किसी अन्य स्थान पर अर्बुद की स्थापना करने की क्षमता होती है । इसे कोशिकाओं का विक्षेपण भी कहा जाता है । इस क्षमता के कारण, जैसा ऊतक संवर्धन में कैन्सर ग्रस्त कोशिकाओं में नजर आता है, सर्स्पश संदमन (contact inhibition) की समाप्ति हो जाता है । इससे यह भी स्पष्ट होता है कि दुर्दम कोशिकाएं मुक्त रूप से रक्त या लसीका वाहिनियों में घूमते हुए भी जीवित रह सकती हैं । रोगव्याप्ति के कारण हम दुर्दम एवं सुदम वृद्धि में अन्तर देख सकते हैं, साथ ही इस विशेषता से मुख्य रूप से कैन्सर की पहचान होती है ।

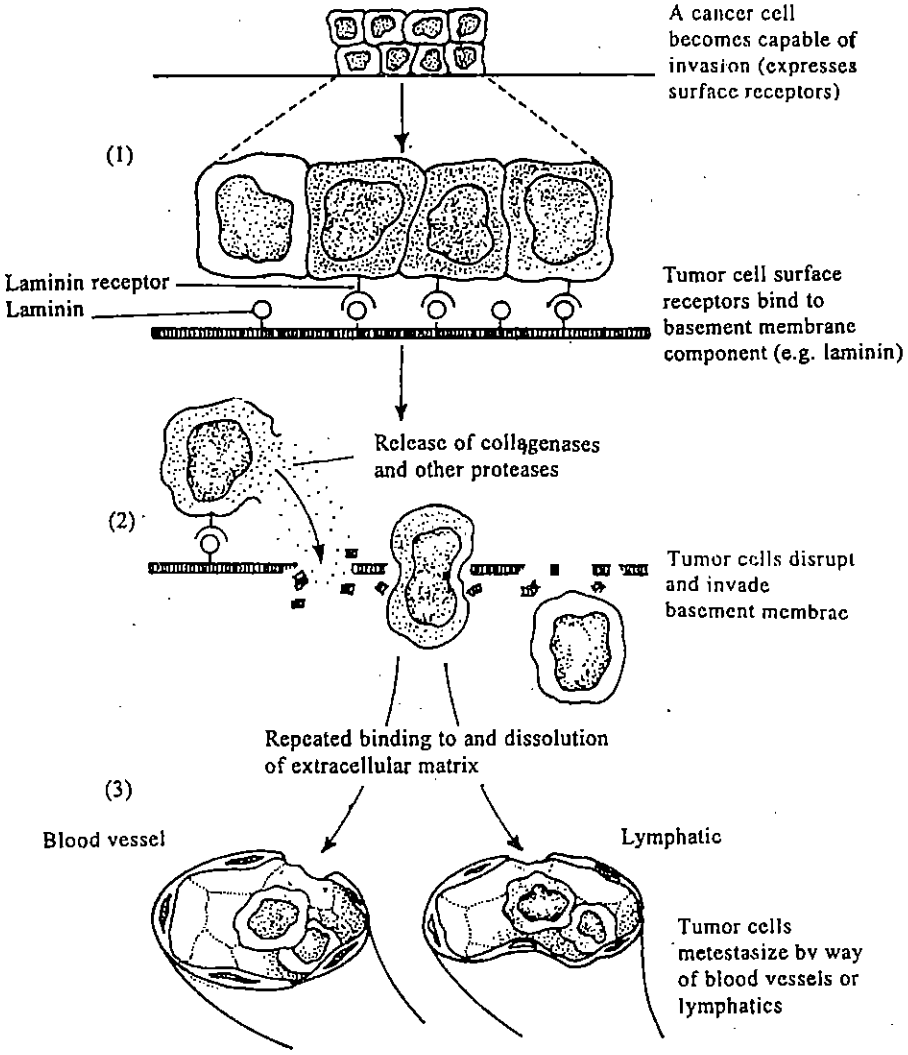
जैसा चित्र 20.7 में दर्शाया गया है, आसपास के सामान्य ऊतक में दुर्दम अर्बुद के प्रारंभिक बेधन एवं विस्तारण की प्रक्रिया तीन चरणों में पूर्ण होती है ।

1) सर्वप्रथम कैन्सर कोशिका उत्पत्ति-ऊतक की आधार झिल्ली के अंश से जुड़ने की क्षमता प्राप्त करती है । यानि ऊतक आधात्री अंशों से ग्राही जुड़ जाते हैं ।

2) कैन्सर कोशिका में उपस्थित प्रोटिएस एंजाइम से आधार झिल्ली का अपक्षय होता है ।

3) झिल्ली में उत्पन्न त्रुटि के कारण अर्बुद कोशिकाएं वहाँ से निकल जाती है तथा रक्त वाहिनियों या लसीका वाहिनियों में भी इसी क्रिया के सहारे प्रवेश पा जाती है ।

वैसे तो अंग विशेष में शरीर (anatomy) तथा संवहन (vascular) तंत्र विक्षेप के फैलने को प्रभावित करते हैं । परन्तु यह भी सही है कि अर्बुद एवं (अंग विशेष) कोशिकाओं की पारस्परिक क्रिया के कारण कुछ अर्बुद विशेष प्रकार के अंगों में ही विकसित होते हैं । यह जानना आवश्यक है कि अत्यधिक रक्तवाहिनियों से युक्त होने पर भी कंकाल मांसपेशियाँ एवं प्लीहा (spleen) में सामान्यतः द्वितियक अबुर्द (secondary tumor) का विकास नहीं होता ।



चित्र 20.7 : विक्षेप की प्रक्रिया

बोध प्रश्न - 7

अर्बुद कोशिकाओं एवं सामान्य कोशिकाओं के अन्तर स्पष्ट करते हुए तालिका बनाइए ।

20.4.2 कैन्सर के कारण

हम यह जानते हैं कि बहुत सी कैन्सर कोशिकाओं के इकट्ठा हो जाने से दुर्दम अर्बुद का विकास होता है । इन कैन्सर कोशिकाओं की उत्पत्ति ऐसी एकल कोशिका से होती है, जो कभी सामान्य थी और ऊतक विशेष, में सामान्य रूप से एकार्य में संलग्न थी । फिर ऐसा क्या हो जाता है कि कोशिका कोशिकीय वृद्धि के सामान्य नियंत्रण से मुक्त हो जाती हैं ? कैन्सर के मुख्य कारणों का हम दो चरणों में अवलोकन कर सकते हैं । (1) सामान्य से कैन्सर स्थिति में परिवर्तन करने के प्रेरक कारक (2) वह परिवर्तन जिससे एक सामान्य कोशिका कैन्सर ग्रस्त हो जाती है । LSE-03 की इकाई 17 में हमने पढ़ा था कि कुछ विकिरणों एवं रसायनों के प्रभाव से कैन्सर की उत्पत्ति होती है । इन्हें कैन्सरजन (carcinogen) कहा जाता है । उदाहरण के तौर पर X किरण एवं सूर्य के प्रकाश की पराबैंगनी किरणों से भी कैन्सर होता है । X किरण के प्रभावन से लूकीमिया एवं मस्तिष्क के कैन्सर जैसा रोग हो जाता है तथा पराबैंगनी किरणों के प्रभावन से घातक 'मेलानोमा' जैसे त्वचा के कैन्सर हो जाते हैं । इसी प्रकार अनेक रसायनों के प्रभाव से भी कैन्सर हो सकता है । उदाहरण के तौर पर तम्बाकू में पाये जाने वाले रसायन से आम तौर पर मुख कोटर का कैन्सर उत्पन्न होता है । हमने यह भी पढ़ा था कि प्रयोगशाला में बिल्ली, चूहों, पक्षियों एवं मेढक में कुछ विषाणुओं के प्रभाव से भी कैन्सर हो सकता है । मनुष्य में भी कुछ विषाणुओं के प्रभाव से कैन्सर हो सकता है । इन सभी उदाहरणों से यह पता चलता है कि जीनी संरचना में कुछ परिवर्तन होने से आने वाले हर समसूत्रण में विदारण हो जाता है, जिससे कैन्सर कोशिकाओं के एकपुंजक का विकास होता है।

20.4.3 कैन्सरोत्पत्ति के विभिन्न चरण

कैन्सरजन के प्रभाव से कैन्सर की उत्पत्ति किस प्रकार होती है ? कैन्सर-जीव वैज्ञानिकों के अनुसार कैन्सरोत्पत्ति की प्रक्रिया अत्यन्त जटिल है तथा यह कई चरणों में पूरी होती है । इसके मुख्य चरण हैं (1) प्रेरण (Initiation), (2) वर्धन (Promotion), (3) प्रगमन (Progression)

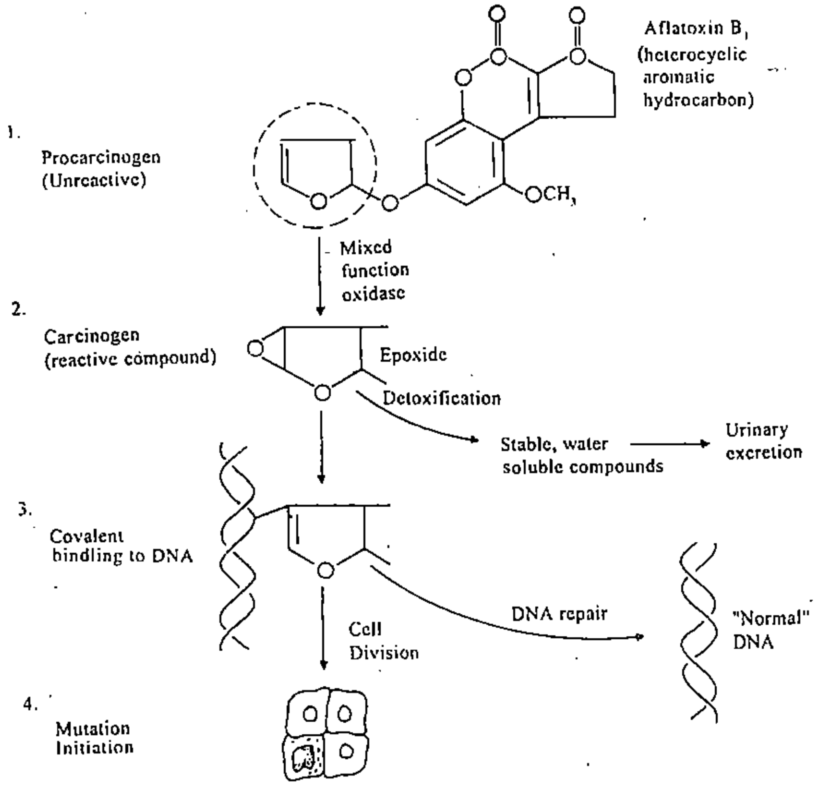
1) प्रेरण

कोशिकाओं में एक या अधिक उत्परिवर्तन के फलस्वरूप अनुत्क्रमणीय आनुवंशिक परिवर्तन द्वारा प्राथमिक प्रेरण का आरंभ होता है । केवल कुछ प्रयोगात्मक स्थितियों के अतिरिक्त इन प्रारंभिक प्रेरित कोशिकाओं को पहचानना बहुत कठिन होता है । उदाहरण के तौर पर एफ्लाटॉक्सिन (aflatoxin) नामक कैन्सरजन से चूहे में उत्पन्न जिगर कैन्सर की कोशिकाएं । (देखिए बाक्स 20.2) अधिकांशतः प्रेरित कोशिकाएं कैन्सर उत्पन्न नहीं करती और ऐसा समझा जाता है कि व्यस्क जीवों के अधिकांश अंगों में अनेकों प्रेरित कोशिकाएं होती हैं । इससे स्पष्ट होता है कि कैन्सर का प्रथम चरण एक आम प्रक्रिया है जो अपने आप प्रारंभ हो जाती है और जो पशुओं एवं मनुष्य में प्रेरित करी जा सकती है ।

बॉक्स 20.2

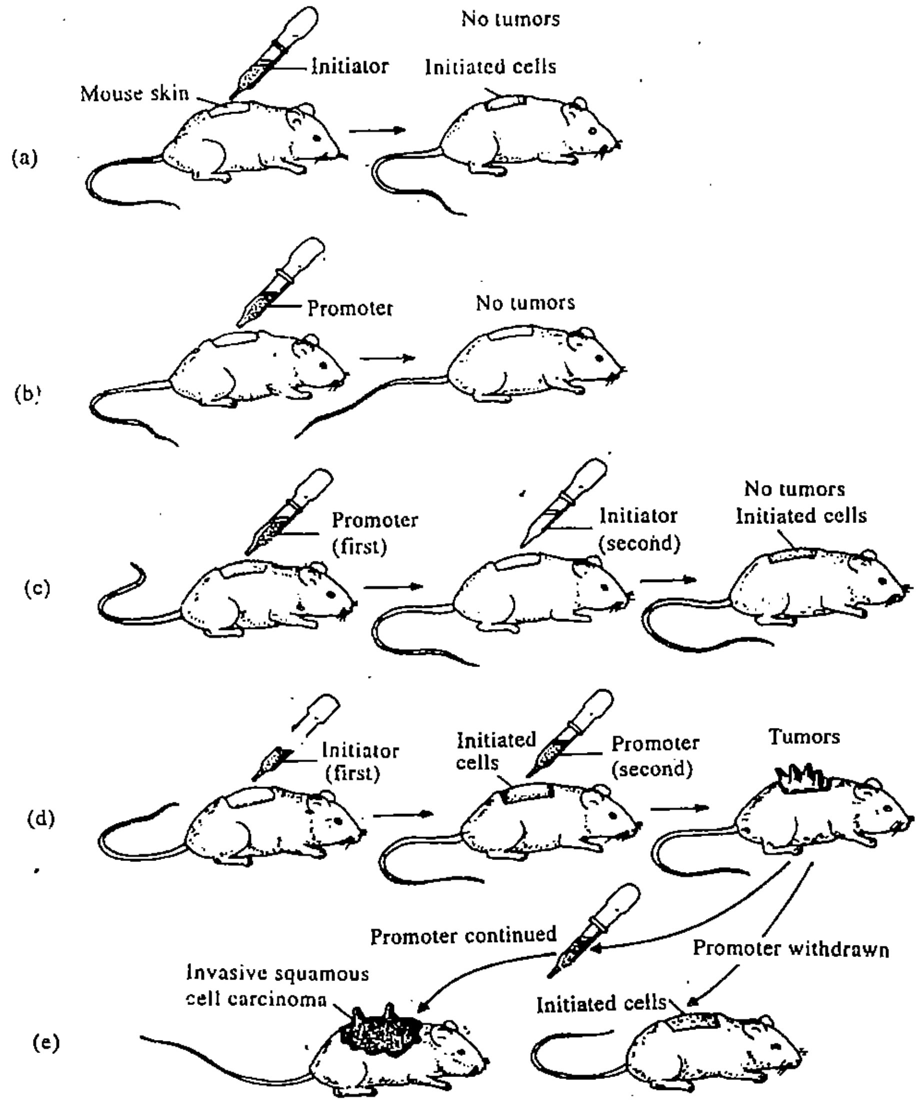
यह सिद्ध हो चुका है कि कई रसायन कैन्सरजन होते हैं । यह प्रत्यक्ष रूप से या अधिकतर उपापचयन द्वारा अधिक क्रियाशील मिश्र पदार्थों में परिवर्तित होकर शरीर की कोशिकाओं में कैन्सर की उत्पत्ति करते हैं । यह परिवर्तन एंजाइमों के प्रभाव से होता है । *'एस्परजिलस फ्लेवस'* (*Aspergillus flaves*) नामक फफूंद से प्राप्त एफ्लाटॉक्सिन, एक सक्षम कैन्सरजन है जो जिगर को प्रभावित करता है । इससे मछली, पक्षियों, कृन्तक तथा 'प्राइमेट्स' में कैन्सर की उत्पत्ति होती है । ऐस्परजिलस प्रजातियों के हर स्थान पर मिलने के कारण मूँगफली तथा अनाज, सब्जियों एवं अन्य शाकाहारी भोजन में संदूषण होता है । गर्म एवं नम परिस्थितियों में अत्यधिक मात्रा में एफ्लाटॉक्सिन उत्पन्न होती है । नीचे दिये गये चित्र में विभिन्न चरणों में सम्मिश्रण के सक्रियण तथा कैन्सर कोशिकाओं के प्रेरण को दर्शाया गया है ।

1) जिगर की कोशिकाओं में उपापचय के कारण एफ्लाटॉक्सिन एक इपॉक्साइड का निर्माण करता है । यह परिवर्तन एंजाइम के प्रभाव से होता है ।
2) उत्पन्न इपॉक्साइड का निराविषीकरण (detoxification) या उत्सर्जन या जिगर कोशिकाओं के DNA से संबंधन होता है
3) इस DNA में या तो सुधार होता है या सुधार से पूर्व यदि जिगर कोशिकाओं में विभाजन होता है, तो प्रेरित कोशिकाओं की उत्पत्ति होती है ।



2) वर्धन

द्वितीय चरण जो वर्धन कहलाता है, उत्क्रमणीय चरण है । इसमें DNA की संरचना में नहीं अपितु प्रेरित कोशिका के ज़ीनोम की अभिव्यक्तता में परिवर्तन होता है । इसका कारण परिवर्तित DNA की संरचना तथा पर्यावरण सम्बन्धी कारक, जो वर्धन कारक या वर्धक कहलाते हैं, के बीच की पारस्परिक क्रिया है । तीसरे चरण यानि प्रगमन तक पहुँचने के लिए अधिक समय तक वर्धक और प्रेरित कोशिका की पारस्परिक क्रिया की आवश्यकता है । चित्र 20.8 में सरल रूप से वर्धन प्रक्रिया की व्याख्या की गई है ।



चित्र 20.8 : प्रेरण एवं वर्धन प्रक्रिया (a) चूहे की त्वचा पर प्रेरक के एक अनुप्रयोग से प्रेरित कोशिकाओं का विकास होता है परन्तु अर्बुद की उत्पत्ति नहीं होती । (b) सिर्फ वर्धन के अनुप्रयोग से भी अर्बुद की उत्पत्ति नहीं होती । (c) प्रेरक से पहले वर्धन कारक के अनुप्रयोग से भी अर्बुद का विकास नहीं होता । (d) पहले प्रेरक के अनुप्रयोग के बाद वर्धक के अनुप्रयोग से अर्बुद का विकास होता है, परन्तु यदि वर्धक को हटा लिया जाए, तो अर्बुद अनुत्क्रमणीय रूप से समाप्त हो जाता है तथा केवल प्रेरित कोशिकाएं रह जाती हैं । (e) अर्बुद से ग्रस्त त्वचा पर निरन्तर वर्धक के अनुप्रयोग से संक्रामक कार्सिनोमा का विकास होता है ।

3) प्रगमन

कैन्सरोत्पत्ति की क्रियाविधि का अंतिम चरण प्रगमन एक अनुत्क्रमणीय प्रक्रिया है । इसमें निरन्तर गुणसूत्र की संख्या बदलती रहती है तथा उनमें अपसामान्यता का लगातार विकास होता रहता है । इस केन्द्रकप्ररूपी अस्थायित्व के कारण कोशिकाओं की भिन्न गुणसूत्रों के स्वरूपों से युक्त उप-समाष्टियाँ दिखाई देती हैं । दुर्दम वृद्धि इसी चरण का एक अंग है । जहां एक ओर सामान्य कोशिका में बहु विभाजन के बाद जीनोम और गुणसूत्र प्ररूप की संरचना का नियमन होता है वहीं दूसरी ओर दुर्दम कोशिकाओं में नियमन का अभाव होता है ।

20.4.4 कैन्सरोत्पत्ति की क्रियाविधि

इससे पूर्व के उपभाग में आपने जाना कि कैन्सरोत्पत्ति की क्रिया अनेक चरणों में पूरी होती है । हाँलाकि कैन्सर रसायनिक, भौतिक व विषाणुओं जैसे अनेक कारक से हो सकता है, परन्तु सभी में एक ही क्रिया विधि देखी जाती है । यह सभी कारको कोशिकाओं में DNA को नुकसान पहुँचाते हैं । कोशिका के सामान्य DNA को दो प्रकार से नुकसान पहुँचता है । इसमें या तो सामान्य जीन में उत्परिवर्तन हो जाता है या फिर विषाणुओं के प्रभाव के कारण परिपोषी कोशिकाओं में असामान्य जीन का संक्रामण होता है जिनके कारण असामान्य प्रोटीन का कोडन होता है ।

प्रश्न यह उठता है कि सामान्य कोशिकाओं में कौन सी जीन में उत्परिवर्तन से अबुर्दीय (neoplastic) कोशिकाओं की रचना होती है ?

जैसा हमने पहले भी बताया था कि वृद्धि के समय सामान्य कोशिकाओं में नियमन के समाप्त हो जाने पर नवद्रव्यी ऊतक का विकास होता है । इसीलिए , नियमक जीन जो कोशिकाओं में वृद्धि एवं विभेदन क्रिया के लिए जिम्मेदार होती है, उनमें ही अधिकांश उत्परिवर्तन होंगे ।

अनेक वर्षों के शोध कार्य से पता चला है कि कैन्सर प्रेरण में दो महत्वपूर्ण जीन प्रकार्य करती हैं । प्रथम जीन समूह कोशिकाओं की वृद्धि एवं विभेदन का नियमन करता है । इन जीन को **प्रोटो-ऑन्कोजीन** (proto oncogene) कहा जाता है । प्रोटो-ऑन्कोजीन में उत्परिवर्तन से उत्पन्न ऑन्कोजीन से कैन्सर होता है । (देखिए इकाई-17, LSE-03) दूसरा जीन समूह अर्बुद निरोधक जीन या ट्यूमर-सप्रेसर जीन (tumor supressor gene) है । इसे एन्टी-ऑन्कोजीन (anti-oncogene) कहा जाता है । यह अर्बुद निरोधक जीन सामान्यतः कोशिकाओं की अतिवृद्धि को रोकती हैं ।

प्रोटो-ऑन्कोजीन

यह सामान्य जीन सभी जीवों में उपस्थित होतीं हैं तथा विकास प्रक्रिया के दौरान यह लाखों सालों से सुरक्षित चली आ रही है । यीस्ट से लेकर उच्च-विकसित कशेरूकी जीवों (मनुष्य भी) में से इन जीन का पृथक्करण किया गया है । विकास के दौरान इस जीन के संरक्षण से इनके महत्वपूर्ण प्रकार्य का पता चलता है । अनेक पशु प्रजातियों में कैन्सर उत्पन्न करने वाले रेट्रोविषाणु (retrovirus) में कोशिकीय प्रोटो-ऑन्कोजीन्स की समजात जीन पाई जाती हैं । यह विषाणु अपने ऑन्कोजीन का परपोषी जीव के जीनोम में आरोपण करके या परपोषी जीव की कोशिकाओं में अनेक प्रतिरूपों में उपस्थित रह कर कोशिकाओं का रूपांतरण करते हैं । ऐसा मान्य है कि संक्रमण के समय उत्तरजन्तु कोशिकाओं से ऑन्कोजीन का प्रवेश रेट्रोविषाणु में हुआ । (देखिए बाक्स 20.3)

पहली प्रोटो-ऑन्कोजीन की खोज के पश्चात् करीब 60 से अधिक प्रोटो-ऑन्कोजीन की पहचान की जा चुकी है । यह सभी सूत्रीविभाजन में मुख्य भूमिका निभाती हैं । कुछ प्रोटो-ऑन्कोजीन्स द्वारा उन **वृद्धि कारक प्रोटीन** का कोडन होता है, जो कोशिकीय प्रचुरोद्भवन का उद्दीपन करती हैं । अनेक प्रोटो-ऑन्कोजीन द्वारा **वृद्धि कारक के ग्राही अंशों** का कोडन होता है । इनमें से कुछ के द्वारा उन **अंतःकोशिकीय पारक्रमी प्रोटीन** (intracellular transducer proteins) का कोडन होता है, जो कोशिका ग्राही अंशों से केन्द्रक तक संकेत पहुँचाती हैं तथा उन **अनुलेखन कारक** का कोडन भी इन्हीं जीन द्वारा होता है, जो केन्द्रक में जीन अनुलेखन का प्रारंभ करते हैं । प्रोटो-ऑन्कोजीन के सभी उत्पाद सही समय पर उचित मात्रा में सम्मिलित कार्य करते हैं, जिससे उचित प्रकार से कोशिका विभाजन एवं विभेदन की प्रक्रिया संभव हो सके ।

बॉक्स 20.3 राओस् सारकोमा विषाणु और कैन्सर

अनेक वर्षों से हम यह जानते हैं कि पशुओं में कुछ विषाणुओं द्वारा कैन्सर उत्पन्न होता है। अर्बुद उत्पन्न करने वाले इन विषाणुओं के अध्ययन से कैन्सर के शोध कार्य में महत्वपूर्ण प्रगति हुयी है। सन् 1910 में पेटन् राओस् (Peyton Rous) ने अध्ययन के आधार पर बताया कि यदि स्वस्थ चूजे में कैन्सर ग्रस्त चूजे के अर्बुद से कोशिका रहित अरक (extract) का अंतःक्षेपण किया जाए, तो वह भी कैन्सर ग्रस्त हो जाते हैं। यह कैन्सरजन विषाणु के प्रकार्य का प्रथम प्रदर्शन था। राओस् सारकोमा विषाणु (RSV) रेट्रोविषाणु वर्ग का एक सदस्य है। इस विषाणु के RNA में केवल चार जीन होती हैं।

1) *gag* जो कैप्सिड प्रोटीन का कोडन करती है।

2) *pol* जो रिवर्स ट्रासक्रिप्टेस का कोडन करती है।

3) *env,* जो एन्वलोप प्रोटीन का कोडन करती है।

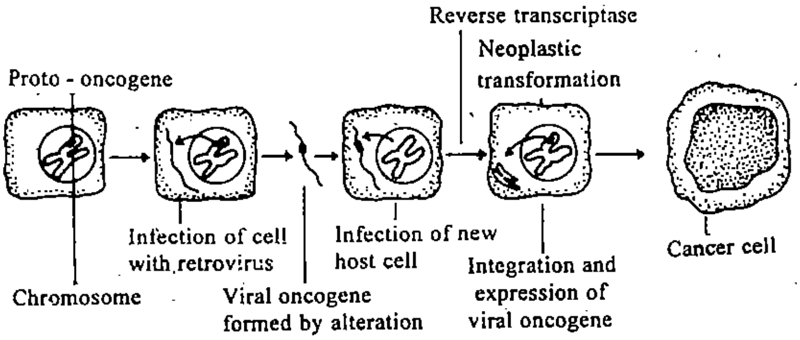
4) *src* जो इस एंजाइम का कोडन करती है, जो अनेक परपोषी प्रोटीनों में फोस्फेट वर्ग को जोड़ता है।

एक प्रयोग द्वारा यह देखा गया था कि *src* ही वह ओन्कोजीन है, जिसके परपोषी कोशिका के DNA में आरोपण से, परपोषी कोशिका का रूपांतरण हो जाता है। परीक्षण में कोशिकाओं का राओस् सारकोमा विषाणु के एक ऐसे प्रभेद से अंतःक्षेपण किया गया, जो वैसे तो हर प्रकार से सामान्य था, परन्तु *src* जीन में उत्परिवर्तन से वह तापमान के प्रति संवेदनशील था। वस्तुतः जीन का प्रोटीन उत्पादन तापमान के प्रति संवेदनशील था। 35 °C के तापमान पर यह प्रोटीन सामान्य रूप से कार्य करता है, परन्तु 41 °C पर प्रोटीन की कार्य क्षमता समाप्त होने पर कोशिका पुनः सामान्य (यानि कि कैन्सरमय नहीं रहती) हो जाती है। यह दोनों ही चरण उत्क्रमणीय हैं। तापमान के परिवर्तन से कोशिकाओं को एक चरण से दूसरे में पहुँचाया जा सकता है। इससे स्पष्ट होता है कि केवल एक जीन के सही प्रोटीन उत्पाद से (यहाँ पर *src* से) कोशिकाओं में रूपांतरण हो सकता है।

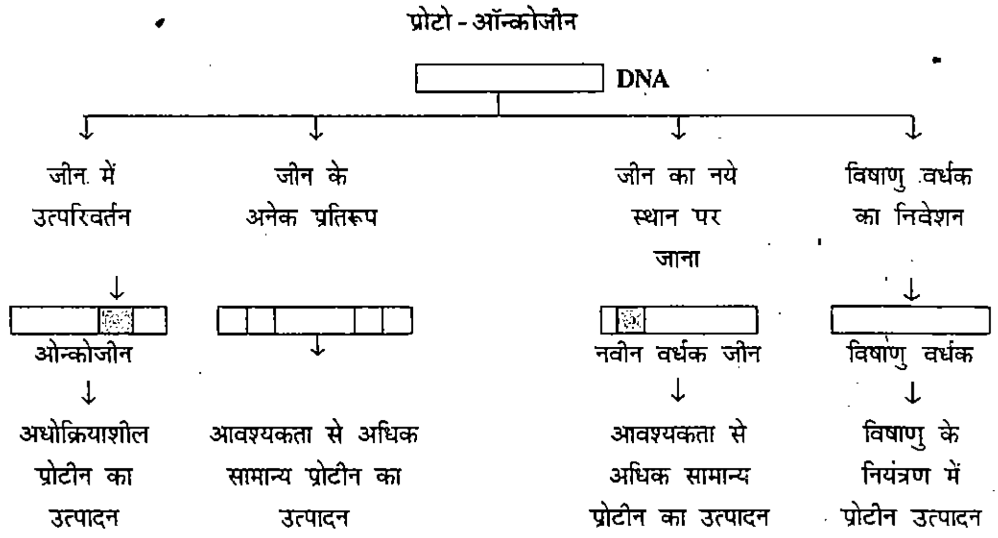
सन 1976 में अमरीका के अणुजैविक वैज्ञानिक जे. माइकल बिशप (J. Micheal Bishop) तथा हैराल्ड वार्मस (Harold Varmus) और उनके सहकर्मियों की खोज से पता चला कि राओस् सारकोमा विषाणु में src वास्तव में सामान्य चूजे में पाई जाने वाली जीन का परिवर्तित रूप है। हो सकता है कि किसी पूर्व संक्रमण के दौरान परपोशी कोशिका में इस जीन का प्रवेश हुआ हो। (देखिए चित्र) कोशिका के इस जीन को प्रोटो-ऑन्कोजीन कहा गया और इसे *c-src* का नाम दिया गया है। बाद में पता चला कि सारे पशु वर्ग में कशेरूकी एवं अकशेरूकी जीवों में इस प्रकार की जीन समान रूप से पाई जाती है। मनुष्य में c-src जीन गुणसूत्र-20 पर स्थित है।

राओस सारकोमा विषाणु की खोज के 55 वर्ष पश्चात् सन् 1966 में पेटन राओस को नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। यह पुरस्कार उन्हें कैन्सर के शोधकार्य में विषाणु की महत्वपूर्ण भूमिका को पहचानने के लिए दिया गया।

सन् 1989 में बिशप तथा वर्मस को भी नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। उनका पहला ऐसा शोध कार्य था जिससे कि आगे चलकर यह पता चला कि सभी जीवों में कैन्सरजन जीन होती हैं।



आईए, अब कुछ तरीकों के विषय में जानें, जिनसे प्रोटो-ऑन्कोजीन का ऑन्कोजीन में परिवर्तन होता है। चित्र 20.9 में प्रोटो ऑन्केजीन्स से ऑन्कोजीन की रचना के वैकल्पिक तरीकों के विषय में दर्शाया गया है ।



चित्र 20.9 : प्रोटो-ऑन्कोजीन के ऑन्कोजीन में परिवर्तन के वैकल्पिक तरीके ।

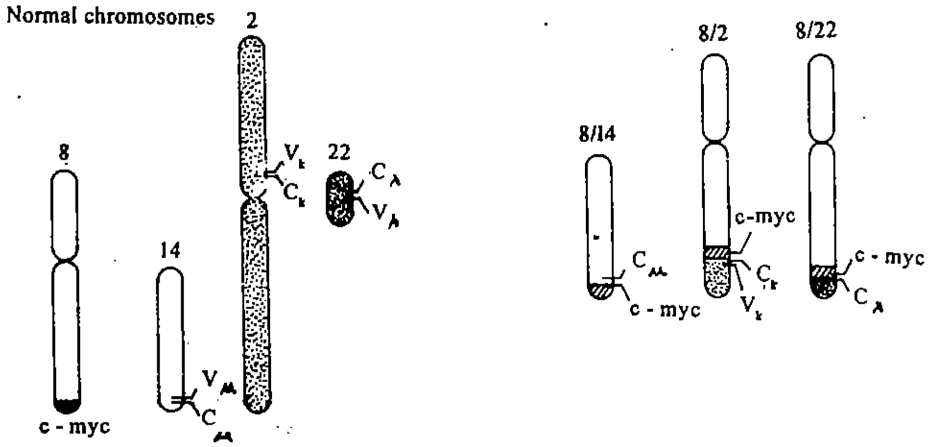
चित्र में आप देख सकते हैं कि

अ) जीन में उत्परिवर्तन से वह ऑन्कोजीन में बदल जाती है । यह ओन्कोजीन सामान्य प्रोटीन से अलग एक अत्यन्त क्रियाशील प्रोटीन का कोडन करती है ।

ब) DNA के प्रतिकृति तथा पुनःसंयोजन के दौरान उत्पन्न त्रुटि से प्रोटो-ऑन्कोजीन के अनेक प्रतिरूप बन जाते हैं । इससे सामान्य मात्रा से कहीं अधिक प्रोटीन का उत्पादन होता है ।

स) कोशिकीय DNA में प्रोटो-ऑन्कोजीन को मूल स्थान से नये स्थान पर भी बदला जा सकता है । नये स्थान पर उस पर नये वर्धक का या किसी और प्रकार का जीनी नियन्त्रण हो जाता है । उदाहरण के लिए B–लम्फोसाइट अर्बुद, जिसे बर्केट लिम्फोमा कहते हैं, में गुणसूत्र 8 की लम्बी बाजू का एक छोटा अंश गुणसूत्र 14, 22 या 2 के प्रतिरक्षा ग्लोबिन जीन पर स्थानांतरित होता है । (देखिए चित्र 20.10) इससे प्रोटो ऑन्कोजीन c-myc प्रतिरक्षा ग्लोबिन जीन वर्धक द्वारा नियंत्रित होती है ।

ड) कोशिका में विषाणुओं के संक्रमण से नए वर्धक का निवेश भी हो सकता है । इससे कोशिका पर प्रोटो-ऑन्कोजीन का नियमन खत्म हो सकता है और वह विषाणु वर्धक जीन द्वारा नियंत्रित होता है ।



चित्र 20.10 : गुणसूत्र के स्थानांतरण से उत्पन्न बर्केट लिम्फोमा । गुणसूत्र 8 की c-myc जीन गुणसूत्र 14, 22 या 2 में से एक के प्रतिरक्षा ग्लोबिन पर स्थानांतरित हो जाती है ।

ऑन्कोजीन से उत्पादित प्रोटीन सामान्य प्रोटो-ऑन्कोजीन से उत्पन्न प्रोटीन की नकल करते हैं तथा इस प्रकार वह कोशिका प्रचुरोद्भवन एवं विभेदन में प्रयुक्त नियमन क्रियाओं का विदारण करता है । नये नये ऑन्कोजीन की खोज से सामान्य वृद्धि के चरणों तथा परिवर्धन में प्रोटो-ऑन्कोजीन की भूमिका को समझाने में अत्यधिक सहायता मिल रही है ।

अर्बुद निरोधक जीन

अर्बुद निरोधक जीन या एन्टी-ऑन्कोजीन आम तौर पर प्रोटो-ओन्कोजीन के साथ मिलकर कोशिका विभाजन का संदमन करती है । इनकी उपस्थिति से ही कोशिकाओं में अर्बुदीय परिवर्तन नहीं होता । अनेक बार उत्परिवर्तन के कारण यह निरोधक जीन कार्य करने में अक्षम हो जाती है या उसके विलोपन से संदमक प्रोटीन का उत्पादन नहीं होता । इससे दुर्दम कोशिकाओं की वृद्धि होती रहती है । रेटीना का कैन्सर जो अधिकतर बच्चों में होता है, के विषय में काफी अध्ययन किया गया है । इस रोग को रेटिनोब्लास्टोमा कहा जाता है । इस कैन्सर में Rb नामक जीन की भूमिका होती है । सामान्य रूप से व्यक्तियों में जीन प्ररूप (जीनोटाइप) Rb/Rb होता है । अर्बुद तभी उत्पन्न होता है यदि व्यक्ति में rb युग्मविकल्पी (एलील) के लिए समयुग्मजता (होमोजाइगोसिटी) या विषमयुग्मजता (हिट्रोजाइगोसिटी) उत्पन्न होती है । रोगी व्यक्ति के संभाव जीन प्ररूप है – rb/rb; rb/- ।

बोध प्रश्न-8

उन क्रियाओं की सूची तैयार कीजिए जिनके फलस्वरूप प्रोटो-ऑन्कोजीन का ऑन्कोजीन में परिवर्तन होता है ।

....

....

....

20.4.5 कैन्सर- एक बहुकारणात्मक रोग

जबकि जीव के शरीर में अनेकों विभाजनशील कोशिकाएं अनेक प्रोटो ऑन्कोजीन तथा अर्बुद निरोधक जीन होती हैं जिनके उत्परिवर्तन के कारण कैन्सर हो सकता हैं तो हम यह सोच सकते है कि कैन्सर भी अत्यन्त आम रोग होना चाहिए । परन्तु ऐसा नहीं है । अनेक जीव वैज्ञानिकों का विश्वास है कि शायद हमारे शरीर में अनेक प्रेरित कोशिकाएं उपस्थित होती हैं परन्तु जीवन काल में अनेक सुरक्षात्मक शीरीरिक प्रक्रियाओं द्वारा उनका क्षय हो जाता है तथा वह कैन्सर रोग को उत्पन्न नहीं कर पाती ।

अधिकतम प्रमाणों से ज्ञात होता है कि कोशिका में केवल एक उत्परिवर्तन क्रिया कैन्सर रोग को उत्पन्न करने के लिए काफी नहीं है । जब एक कोशिका में निरन्तर क्रमिक उत्परिवर्तन होते है तब ही उसके अपने कोशिका चक्र पर से नियंत्रण हट जाता है और पूर्ण रूप से कैन्सर का विकास होता है । इस तथ्य को कोलोरेक्टल कैन्सर के माध्यम से स्पष्ट किया जा सकता है । प्रारम्भ में सामान्य उपकला में गुणसूत्र 5 पर निरोधक जीन का क्षय होता है या निष्क्रिय हो जाती है । इसके बाद DNA हाइपोमिथाइलेशन के पश्चात् *ras* प्रोटो-ऑन्कोजीन में उत्परिवर्तन होता है । गुणसूत्र 17 तथा 18 के क्षय के साथ कोशिका का रूपान्तरण कैन्सरमय कोशिका में हो जाता है । इसके बाद अन्य गुणसूत्रों के क्षय से अर्बुद से विक्षेपण होता है ।

अर्बुद कोशिकाओं में सक्रिय जीन किन कारणों से सक्रिय हो जाते हैं तथा कोशिकाओं को कैन्सरयुक्त बनाने में विशिष्ट ऑन्कोजीन की भूमिका पर काफी शोध कार्य किए जा रहे हैं । ज्ञात ऑन्कोजीन के DNA क्रम की उन जीन के क्रम जिनसे कोशिका वृद्धि कारक प्रोटीन तथा वृद्धि कारक ग्राही प्रोटीन का कोडन होता है, से तुलना करके शोधकर्ताओं ने कुछ मूलजीन की पहचान करना शुरू किया है । उदाहरण के लिए एक ऐसी ऑन्कोजीन का पता चला है, जो अपने प्रकार्य में उस जीन के समान है जो धाव भरने के समय कोशिका में वृद्धि कारक का कोडन करता है । अन्य ऑन्कोजीन की खोज से कोशिका वृद्धि प्रक्रिया एवं परिवर्धन में प्रोटो-ऑन्कोजीन की भूमिका को ज्यादा बेहतर समझा जा सकेगा ।

कैंसर के उपचार व रोकथाम के लिए वर्तमान तरीके अनेक वैज्ञानिक विषयों के योगदान से ही प्राप्त हो रहे हैं । सफल उपचार के लिए प्रारम्भिक चरण में ही कैन्सर का पता लगाना तथा उसका वर्गीकरण करना अत्यन्त आवश्यक है । वृद्धि के कोशिकीय तथा आण्विक ,पक्ष और विभेदन तथा अर्बुद की रचना के विषय को समझने से कैन्सर उपचार के लिए प्रभावी दवाओं का विकास हो सकेगा । परिवर्धन वैज्ञानिकों तथा चिकित्सकों के सम्मिलित प्रयास से ही मानव को इस रोग की पीड़ा से बचाया जा सकता है ।

20.5 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा :

- बहुकोशिक जीवों में वृद्धि मूलतः कोशिकाओं की सँख्या के बढ़ने को कहा जाता है । विभेदन के पश्चात् अधिकाँश कोशिकाओं में प्रचुरोद्भवन समाप्त हो जाता है । शरीर में अधिकतर परिवर्तन सापेक्षमितिय वृद्धि द्वारा होते हैं परन्तु उपस्थित पदार्थों में नये पदार्थों के मिलाने से सममितीय वृद्धि होती है ।
- शरीर के भार में बढ़त से हम वृद्धि का माप लेते हैं । इस वृद्धि को वृद्धि वक्र के रूप में दर्शाया जाता है । वैसे तो सभी जीवों में वृद्धि वक्र का आकार सिगमाभी होता है, परन्तु कुछ मछलियों तथा सरीसृप जीवों में इसका आकार परवलयिक होता है ।
- बाह्य तथा आन्तर वृद्धि कारकों से वृद्धि का नियमन होता है ।
- जन्तुओं में कालप्रभावन आवश्यक तथा अनिवार्य है । जीव के लैंगिक रूप से विकसित होने पर कालप्रभावन की प्रक्रिया प्रारम्भ हो जाती है । जीवों के विभिन्न जीवन काल से पता चलता है कि यह प्रक्रिया आनुवंशिक प्रक्रिया है और जीन द्वारा संचालित है । पशुओं तथा मनुष्यों में आम तौर पर कालप्रभावन के समय प्रजनन क्षमता, तंत्रिकापेशी सामंजस्य तथा उचित मात्रा में जीर्णता की पूर्ति करने के लिए तत्वों के स्वांगीकरण का ह्रास होता है । कालप्रभावन प्रक्रिया के वर्णन के लिए अनेक सिद्धांत दिए गए हैं । अधिकांश सिद्धांतों के अनुसार जीर्णता के मुख्य कारण अनेक उत्परिवर्तनों का सम्मिलित प्रभाव; जीनोम में त्रुटि; प्रतिरक्षा प्रक्रिया का क्षय; कोशिका विभाजन की संख्या से सीमित जीवन अवधि का निर्धारण तथा अंतःस्रावी तंत्र की अपर्याप्तता है ।
- कोशिकाओं में असीमित विभाजन से अर्बुदीय ऊतक या कैन्सर उत्पन्न होता है । कायिकी में कैन्सर कोशिकाएं सामान्य कोशिकाओं से भिन्न होती हैं । यह कैन्सर कोशिकाएं निर्विभेदित प्रतीत होती हैं तथा विक्षेप में सक्षम होती हैं । सभी कैन्सर कोशिकाएं एकल रूपान्तरित कोशिका का एकपुंजक हैं। कैन्सरोत्पत्ति की प्रक्रिया अनेक चरणों में पूर्ण होती है । यह चरण है - प्रेरण, वर्धत तथा प्रगमन । कैन्सर प्रेरण में प्रोटो ऑन्कोजीन तथा अर्बुद निरोधक जीन की मुख्य भूमिका होती है । सामान्य कोशिकाओं में प्रोटो-ऑन्कोजीन अत्यन्त महत्वपूर्ण होती है । क्योंकि यह वृद्धि नियमन तथा विभेदन क्रिया को सफलतापूर्वक कार्यान्वित करती हैं । आयु के बढ़ने, विषाणुओं के संक्रमण तथा कोशिकाओं के गुणसूत्रों के स्थानांतरण के फलस्वरूप प्रोटो-ऑन्कोजीन का परिवर्तन ऑन्कोजीन में हो जाता है । ऑन्कोजीन से उत्पादित प्रोटीन से कोशिका वृद्धि का उद्दीपन करने वाले संकेतों का विपथन हो जाता है । इसका मुख्य कारण विभिन्न चरणों पर ऑन्कोजीन उत्पाद द्वारा वृद्धि कारकों या वृद्धि कारक ग्राही का अनुकरण या केन्द्रक की अनुलेखन प्रक्रिया का अति उद्दीपन है ।

20.6 अन्त में कुछ प्रश्न

1) कालप्रभावन में मुक्त मूलकों की क्या भूमिका होती है ?

....

....

....

2. निम्न शब्दों की परिभाषा दीजिये : अर्बुद, सारकोमा, कार्सिनोमा, ऑन्कोजीन, प्रोटो-ऑन्कोजीन

....

....

....

3. रेट्रोविषाणु के विषय में इस इकाई में जो आपने पढ़ा तथा अपने पूर्व ज्ञान से बताइए कि कोशिकाओं में विषाणु के प्रभाव से किस प्रकार रूपान्तरण होता है ?

....

....

....

4. वृद्धि को प्रभावित करने वाले सभी बाह्य एवं आंतरिक कारकों की सूची बनाइए ।

....

....

....

....

20.7 उत्तर

बोध प्रश्न

1) वृद्धि का अर्थ किसी भी जीव के आकार, आयतन एवं भार में वृद्धि है । इसीलिए वृद्धि जीवों में अपचय क्रियाओं के मुकाबले अधिक उपचय क्रियाओं द्वारा होती है । यदि अपचय तथा उपचय दोनों ही क्रियाएं समान दर से हों तो वृद्धि नहीं हो सकती ।

2) 1) सापेक्षमितीय वृद्धि

   2) सममितीय वृद्धि

   3) सापेक्षमितीय वृद्धि

3) चूहे में निरन्तर बढ़ता सिग्माभी वक्र होता है जिसमें लैंगिक व्यस्कता से पूर्व वृद्धि दर बढ़ती जाती है । मनुष्य में जन्म के पश्चात् वृद्धि वक्र में दो स्पष्ट चरण होते हैं, जो शिशुवस्था तथा यौवनावस्था में वृद्धि की बढ़ती दर को दर्शाते हैं । यौवनावस्था के पश्चात ही वक्र में स्थिरता आ जाती है ।

4) (i) सोमेटोमेडिन्स (ii) G_1 उपकला वृद्धि संदमक

   (iii) B-इंटरफेरोन (iv) फास्फेटीकरण

5) मनुष्य में कालप्रभावन के कारण होने वाले विभिन्न परिवर्तन हैं

   i) कायिकी के अनेक परिवर्तन । उदाहरण के तौर पर झुर्रियों का उत्पन्न होना, प्रत्यास्थ की कमी के कारण वृद्धावस्था रूप का उभर आना ।

   ii) शरीरक्रियात्मक सक्षमता में परिवर्तन – ऊर्जा का कम संचयन, प्रतिरक्षा की कमी तथा सभी प्रत्यक्ष क्रियाओं में गिरावट ।

iii) शारिरिक अंगों में क्षीणता के कारण माँसपेशियों की शक्ति को कमी, हड्डियों का मृदु होना (जिससे वह आसानी से टूट जाती है), जोड़ों की नम्यता का क्षय तथा मस्तिष्क को जरा ग्रस्त बीमारियों की उत्पत्ति ।

iv) मानसिक सक्षमता, याददाश्त तथा याद करने की दर में कमी होना ।

6) 1) सही 2) गलत 3) सही 4) गलत 5) गलत 6) गलत 7) गलत 8) सही

7)

सामान्य कोशिका	दुर्दम कोशिका
1) वृद्धि केवल पुर्नजनन या जख्म के भरने तक सीमित होती है । पात्रे स्थिति में एक परत की रचना होती है । यानी सस्पर्श संदमन प्रक्रिया होती है ।	1) शरीर में तथा संवर्धन माध्यम में असीमित वृद्धि होती है । पात्रे में एक से अधिक परतें बनती हैं।
2) द्विगुणित केन्द्रकप्ररूप	2) अनेक प्रकार की गुणसूत्री परिवर्तनों की उपस्थिति
3) शरीर में सामान्य रूप से विभेदन	3) विभेदन की समाप्ति । यह भ्रूणीय ऊतक के समान दिखाई देते हैं ।
4) शरीर के दूसरे भागों में इनका स्थानांतरण नहीं होता ।	4) दूसरे कोशिकाओं से सम्पर्क कम होता जाता है तथा कोशिका-बाह्य आधात्री से अलग होने पर यह शरीर के अन्य अंगों में स्थापित होकर कोशिकाओं के नवीन एकपुंजकों का निर्माण करते हैं ।

8) 1) उत्परिवर्तन
2) जीन प्रवर्धन (amplification)
3) नियमक जीन का स्थानांतरण
4) विषाणु ऑन्कोजीन तथा विषाणु वर्धको का अन्तःक्षेपण ।

अन्त में कुछ प्रश्न

1) देखिए उपभाग 20.3.2

2) नीयोप्लास्म - अर्बुद का निर्माण करने वाली कोशिकाओं का असामान्य समूह या नवीन वृद्धि ।
कार्सिनोमा - उपकला ऊतक से निर्मित दुर्दम कोशिकाओं की वृद्धि । उदाहरणार्थ स्तन कैंसर ।
ऑन्कोजीन - रेट्रो विषाणु में पहली बार खोजी गयी वह जीन जो लक्ष्य कोशिकाओं में रूपांतरण पैदा करती हैं ।
प्रोटो-ऑन्कोजीन - ऑन्कोजीन का वह कोशिकीय प्रतिरूप जो कोशिकाओं में DNA संश्लेषण तथा सामान्य वृद्धि में कार्य करता है ।
सारकोमा - संयोजक ऊतक तथा उसके व्युत्पादित अंश से निर्मित दुर्दम कोशिकाओं की वृद्धि ।

3) 1) RNA विषाणु द्वारा कोशिका में संक्रमण होता है ।
2) परपोषी कोशिका के जीवद्रव्य में विषाणु के RNA के पहुचने पर रिवर्स ट्रांसक्रिप्टेस् का निर्माण होता है । इससे विषाणु RNA टेम्पलेट से प्राग्वाइरस की दो लड़ो का निर्माण होता है ।
3) प्राग्वाइरस परपोषी की DNA में मिल जाता है ।
4) विषाणु RNA तथा प्रोटीन की प्रतिकृति होती है ।
5) प्राग्वाइरस द्वारा कोशिकीय जीनोम भी प्रभावित हो सकता है इससे असामान्य जीन अभिव्यक्ता होती है ।
6) नये उत्पन्न एंजाइम तथा प्रोटीन से कोशिकाओं की विशेषताएं बदल जाती हैं ।
7) विषाणुओं के नए कणों की रचना होती है ।

4) बाह्य कारक वृद्धि का प्रोत्साहन करते हैं । यह है - वृद्धि हार्मोन, सोमेटोमेडिन्स, इन्सुलिन के समान वृद्धि कारक, अपरा लैक्टोजन PGDT, EGF आदि ।
आन्तर वृद्धि कारक वृद्धि का संदमन करते हैं । की प्रक्रिया ऊतक विशेष होती है । उदाहरण के तौर पर केलोन, इन्टरफेरोन्स परिवर्तक वृद्धि कारक B (TGF B)

इकाई 21 मानव परिवर्धन

इकाई की रूपरेखा

21.1 प्रस्तावना
उद्देश्य
21.2 युग्मकजनन
शुक्रजनन
अंडजनन
21.3 स्त्री जनन क्षेत्र
21.4 पूर्व भ्रूणीय परिवर्धन
निषेचन
पूर्व-भ्रूण
21.5 भ्रूणीय परिवर्धन
तीसरा सप्ताह
चौथे से आठवें सप्ताह तक का परिवर्धन
21.6 गर्भस्थ शिशु का परिवर्धन
21.7 जन्म के बाद परिवर्धन
21.8 भ्रूणबाह्य कलाएं और अपरा
21.9 परिवर्धन में अपसामान्यताएं
21.10 सारांश
21.11 अंत में कुछ प्रश्न
21.12 उत्तर

21.1 प्रस्तावना

इस खंड की पिछली इकाई में आपने जंतुओं में पुनर्जनन और कायांतरण की प्रक्रियाओं तथा वृद्धि, कालप्रभावन और कैंसर कोशिकाओं के बनने के विभिन्न तरीकों का अध्ययन किया । इस अंतिम इकाई में हम मानव परिवर्धन के बारे में पढ़ेंगे । खंड 3 में जंतुओं के परिवर्धन के बारे में, कशेरूक और अकशेरूक जंतुओं के उदाहरण को देकर जो आम सिद्धांत बताए गए हैं, वे मनुष्य पर भी लागू होते हैं । मानव परिवर्धन का अध्ययन हम सभी की रुचि का विषय है, इसीलिए हम इसके बारे में जानकारी दे रहे हैं । मानव परिवर्धन के अध्ययन का व्यावहारिक महत्व है क्योंकि इससे हम शरीर की संरचनाओं के सामान्य संबंधों और जन्मजात कुरचनाओं (congenital malformations) के कारण समझ सकते हैं । चिकित्सा शास्त्र की विभिन्न शाखाओं और घावों के उपचार के लिए यह जानकारी बड़ी महत्वपूर्ण है क्योंकि घायल ऊतकों के ठीक होने या सामान्य होने की प्रक्रियाएं भ्रूणीय विभेदीकरण के समान ही होती हैं ।

मानव परिवर्धन एक निरंतर चलने वाली प्रक्रिया है । स्त्री के अंडाणु के नर शुक्राणु द्वारा निषेचन से युग्मनज के बनने के साथ ही यह प्रक्रिया शुरू हो जाती है । परिवर्धन और विभेदीकरण की अनेक प्रक्रियाओं के बाद यही युग्मनज बहुकोशिक व्यस्क मनुष्य में बदल जाता है ।

यहां यह जानना ज़रूरी है कि परिवर्धन प्रक्रिया जन्म पर ही समाप्त नहीं हो जाती । यह निरंतर चलने वाली प्रक्रिया है । मानव परिवर्धन को प्रायः दो कालों – **जन्मपूर्व** (pre-natal) काल और **जन्मोत्तर** (post-natal) काल में बांटा जाता है । जन्मपूर्व काल में निषेचन के बाद पहले 8 सप्ताहों तक परिवर्धन अवस्था को **भ्रूण** (embryo) कहते हैं । इस समय उसके शारीरिक अंग बन रहे होते हैं । नौवें सप्ताह से इसे गर्भ या **गर्भस्थ शिशु** (foetus) कहते हैं । गर्भ बनने से प्रसवकाल तक शारीरिक संरचनाओं की वृद्धि और विकास होता है । जन्मोत्तर परिवर्धन काल शिशु जन्म के समय से प्रारंभ होकर मृत्यु-पर्यंत चलता है । जन्म के बाद भी, वृद्धि के अलावा अनेक महत्वपूर्ण परिवर्धन संबंधी परिवर्तन होते हैं, जैसे दांत निकलना और यौवनारंभ (puberty) के बाद होने वाले परिवर्तन । जन्म से

16 वर्ष की उम्र तक मस्तिष्क का वजन तीन गुना हो जाता है । सभी परिवर्धन संबंधी परिवर्तन 25 वर्ष की आयु तक संपन्न हो जाते हैं ।

गर्भधारण से लेकर प्रसव तक के 266 दिनों को पारंपरिक रूप से तीन तिमाहियों (trimesters) में बांटा जाता है । हम प्रत्येक तिमाही के बारे में बतायेगें लेकिन पहली तिमाही पर ज्यादा जोर दिया गया है क्योंकि इस अवधि के दौरान सबसे महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं । मानवीय भ्रूण के परिवर्धन में अध्ययन से पूर्व युग्मकजनन की प्रक्रिया और स्त्री जननांगो (female reproductive tract) का अध्ययन आवश्यक है क्योंकि पूरा जन्मपूर्व काल मां के गर्भ में ही संपन्न होता है ।

हमारी सलाह है कि इस इकाई में दिए गए चित्रों और तालिकाओं पर ध्यान दें क्योंकि इससे आप विषय को बेहतर तरीके से समझ सकेंगे । हम आपको यह सलाह भी देंगे कि इस इकाई के अध्ययन से पूर्व आप LSE-05 की इकाई 8 'प्रजनन' को भी पढ़ लें क्योंकि इस इकाई को हम यह मान कर प्रस्तुत कर रहे हैं कि आपको जनन जीवविज्ञान की थोड़ी जानकारी है ।

उद्देश्य

इस इकाई के अध्ययन के बाद आप :

- जन्मपूर्व काल के पहले दो सप्ताह के दौरान परिवर्धन की प्रमुख घटनाओं की व्याख्या कर सकेंगे,
- मानव परिवर्धन के विविध चरणों की रूपरेखा समझा सकेंगे ।
- भ्रूणीय परिवर्धन और गर्भ के परिवर्धन के बीच अंतर बता सकेंगे,
- मानव अपरा (human placenta) के बनने और इसके कार्यों के बारे में बता सकेंगे ।
- गर्भस्थ शिशु के रुधिर परिसंचरण की रूपरेखा बता सकेंगे,
- नवजात शिशु के श्वसन और रुधिर परिसंरचण तंत्र में परिवर्धन सम्बधी प्रमुख परिवर्तनों की व्याख्या कर सकेंगे,
- परिवर्धन के दौरान सामान्यतः हो जाने वाली कुछ गड़बड़ियों और अपसामान्यताओं के कारण बता सकेंगे,

21.2 युग्मकजनन

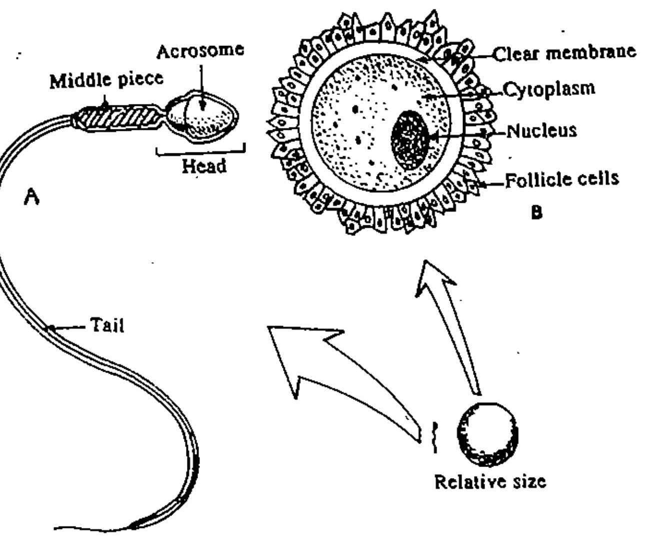
विशिष्ट जनन कोशिकाओं–मादा प्राणियों में अंडाणुओं और नर प्राणियों में शुक्राणुओं के बनने और उनकी परिवर्धन की प्रक्रिया को युग्मकजनन कहते हैं (इस पाठ्यक्रम की इकाई 13 और LSE-05 की इकाई 8 देखें) । इस प्रक्रिया में शुक्राणुओं और अंडाणुओं–दोनों में ही गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाती है । युग्मकजनन के समय किसी गड़बड़ी से, जैसे अवियोजन (non-dysjunction) से असामान्य परिवर्धन हो जाता है जैसे एकाधिसूत्रता-21 (trisomy 21) और डाउन संलक्षण (Down's syndrome) । मनुष्यों में यौवनारंभ के बाद युग्मनकजनन निरंतर चलने वाली प्रक्रिया है । यह अनेक स्तनधारियों सहित अन्य प्राणियों की तरह विशेष मौसम की या निश्चित अवधि के बाद होने वाली आवर्ती (periodic) प्रक्रिया नहीं है ।

21.2.1 शुक्रजनन

पुरुष के एक बार वीर्यपात में 20 से 30 करोड़ तक शुक्राणु निकलते हैं । इनमें 50 से 100 तक शुक्राणु ही अंडाणु तक पहुंच पाते हैं और इनमें से केवल एक ही अंडाणु को निषेचित कर पाता है ।

पुमणुजनों (स्पर्मेटोगोनियम) का परिपक्व होकर शुक्राणुओं का बनना यौवनारंभ (करीब 14 वर्ष की उम्र) में शुरू हो जाता है और काफी उम्र होने तक जारी रहता है । गर्भावस्था से लेकर यौवनारंभ तक नर शरीर के वृषणों में पुमणुजन सुप्त पड़े रहते हैं । यौवनारंभ होते ही ये सक्रिय हो जाते हैं और इनकी संख्या बढ़ने लगती है । अनेक सूत्री विभाजनों के बाद पुमणुजन **प्राथमिक शुक्राणुकोशिकाओं (स्पर्मेटोसाइट)** में बदल जाते हैं । ये नलिकाओं में पाई जाने वाली सबसे बड़ी जनन कोशिकाएं होती हैं । प्रत्येक प्राथमिक शुक्राणुकोशिका में न्यूनकारी (reduction) अर्धसूत्री विभाजन होता है जिससे दो अगुणित **द्वितीयक शुक्राणुकोशिकाएं** बनती हैं । इसके बाद इनमें दूसरा न्यूनकारी विभाजन होता है जिससे चार अगुणित **शुक्राणु पूर्व (स्पर्मेटिड) कोशिकाएं** बनती हैं ।

शुक्राणुजनन (स्पर्मियोजेनसिस) की व्यापक प्रक्रिया से शुक्राणुपूर्व कोशिकाएं शुक्राणुओं में बदल जाती हैं । इस सम्पूर्ण प्रक्रिया में करीब 64 दिन लगते हैं । परिपक्व शुक्राणु (चित्र 21.1 A) एक तैरती हुई, सचल मुक्त कोशिका है जिसका सिर और पूंछ होती हैं । सिर में केन्द्रक का अगला दो तिहाई हिस्सा अग्रपिंडक (acrosome) से ढ़का होता है । अग्रपिंडक में ऐसे एंजाइम होते हैं जो शुक्राणु को अंडाणु के बाह्य आवरण और झिल्लियों को भेदने में मदद करते हैं ।



चित्र 21.1 : मानवीय शुक्राणु और अंड । दोनों के आकारों की तुलना करें । पुरुष के शुक्राणु के सिर में मात्र गुणसूत्र ही होते हैं । युग्मनज प्रायः पूरा अण्ड से ही बनता है ।

21.2.2 अंडजनन

अंडजनन प्रक्रिया से अंडाणु बनते हैं । यह प्रक्रिया मादा शिशु के जन्म से पहले गर्भास्था में ही प्रारंभ हो जाती है, लेकिन यौवनारंभ के बाद ही यह पूर्ण होती है । **प्राथमिक अंडक** (primary oocyte) शिशु के जन्म से पहले ही बन जाते हैं । ये चपटी पुटक कोशिकाओं की एक पर्त से घिरे होते हैं जो आदि पुटक (primordial follicle) बनाती हैं । यौवनारंभ पर जब ये आदि पुटक कोशिकाएं आकार में बड़ी हो जाती हैं, तो चपटी पुटक कोशिकाएं पहले घनाकार और फिर स्तंभाकार (columnar) हो कर प्राथमिक पुटक (primary follicle) बनाते हैं । प्राथमिक अंडक जन्म से पूर्व ही प्रथम अर्धसूत्री विभाजन की प्रक्रिया प्रारंभ कर देते हैं लेकिन यौवनारंभ पर जनन चक्र शुरू होने तक ये प्रोफेज़ में ही बने रहते हैं ।

नवजात बालिका के अंडाशय में करीब 20 लाख प्राथमिक अंडक कोशिकाएं होती हैं । यौवनारंभ तक इनकी संख्या मात्र 30 से 40 हजार तक रह जाती है । समझा जाता है कि इनमें मात्र 200 द्वितीयक अंडक कोशिकाओं के रूप में विकसित होती हैं और स्त्रियों की सामान्य प्रजनन आयु-12 वर्ष से 45-50 वर्ष तक में अंडोत्सर्ग के दौरान उत्सर्जित होती हैं । सामान्यतः स्त्रियों में 50 वर्ष की आयु के बाद अंडोत्सर्ग नहीं होता और रजोनिवृत्ति (menopause) हो जाती है ।

प्राथमिक अंडक को घेरे पुटक कोशिकाएं एक प्रतिरोधक पदार्थ अंडक परिपक्वन प्रतिरोधक OMI (oocyte maturation inhibitor) स्रावित करता है जिससे अर्धसूत्री विभाजन रूका रहता है । मां की उम्र बढ़ने के साथ-साथ होने वाले दोष, जैसे अवियोजन कुछ हद तक इसी अर्धसूत्री विभाजन के रूके रहने के कारण होते हैं ।

यह जानना आवश्यक है जन्म के बाद स्त्री में प्राथमिक अंडक नहीं बनते जबकि पुरुष में प्राथमिक शुक्राणु कोशिकाएं बनती रहती हैं । स्त्रियों में योवनारंभ के बाद प्रत्येक बार अंडोत्सर्ग से 36 से 48 घंटे पूर्व प्राथमिक अंडक में प्रथम अर्धसूत्री विभाजन पूरा होता है और **द्वितीयक अंडक** (secondary oocyte) तथा **प्रथम ध्रुवीय काय** (first polar body) बनते हैं । कोशिकाद्रव्य का विभाजन असमान होता है । द्वितीयक अंडक में प्रायः सारा कोशिकाद्रव्य आ जाता है और ध्रुवीय काय में प्रायः बिल्कुल भी कोशिकाद्रव्य नहीं होता और यह जल्दी ही नष्ट हो जाती है । अंडोत्सर्ग के समय द्वितीयक अंडक में दूसरा अर्धसूत्री विभाजन शुरू होता है और मेटाफेज तक चलता है । यह विभाजन निषेचन होने पर ही पूर्ण होता है । इस विभाजन के बाद अंडाणु और दूसरी ध्रुवीय काय बनते हैं और इस बार भी अंडाणु में ही अधिकांश कोशिकाद्रव्य आता है और दूसरी ध्रुवीय काय भी नष्ट हो जाती है ।

अंडोत्सर्ग के समय उत्सर्जित होने वाले द्वितीयक अंडक के चारों ओर पतला **पारदर्शी अंडावरण** (zona pellucida) और पुटक कोशिकाओं की परत, **अरीय किरीट** (corona radiata) होती है । (चित्र 21.1 B) शरीर की अन्य कोशिकाओं से यह कोशिका बड़ी है लेकिन बिना लैंस या सूक्ष्मदर्शी के देखने पर यह अति छोटे बिंदुक सी दिखती हैं ।

बोध प्रश्न 1

35 वर्ष से अधिक आयु की महिलाओं में डाऊन संलक्षण वाला बच्चा पैदा होने की आशंका क्यों अधिक होती है ?

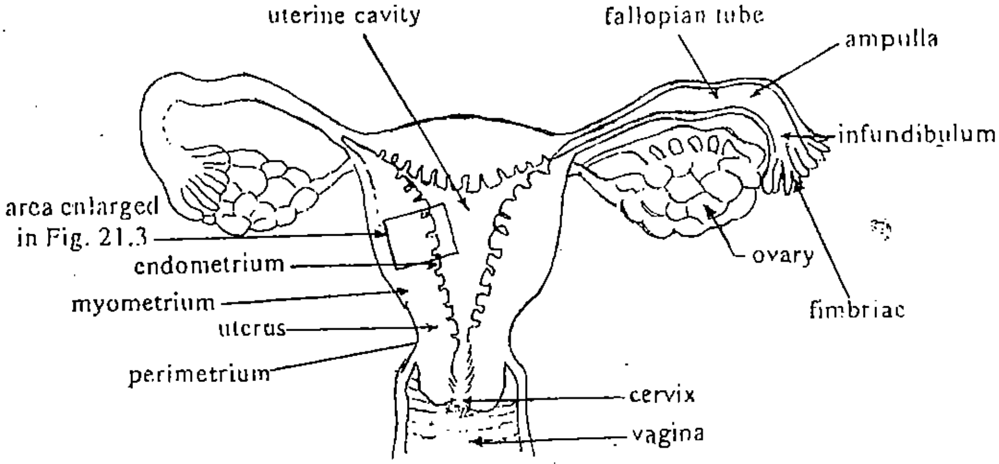
....

....

....

21.3 स्त्री जनन क्षेत्र

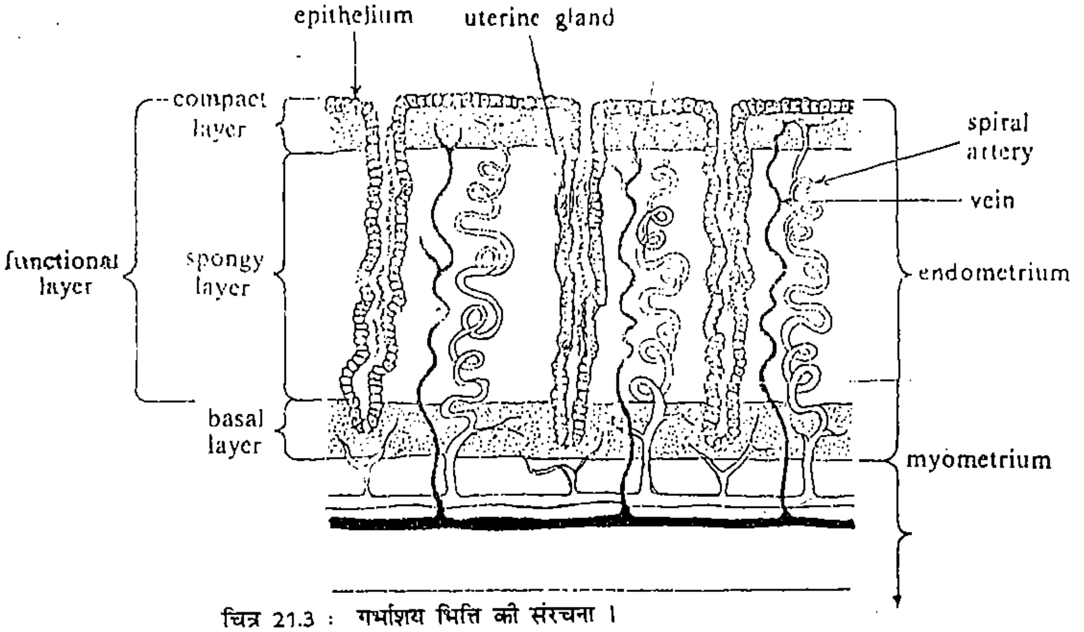
स्त्री जनन क्षेत्र के अंतर्गत डिंबवाहिनी नलियां (fallopian tubes) गर्भाशय (uterus) और योनि (vagina) आते हैं (चित्र 21.2 देखें) । श्रोणि गुहा के दोनों ओर एक-एक अंडाशय होती है । डिंबवाहिनी नलियां गर्भाशय से विस्तारित रूप में निकलती हैं । ये अंडाशयों से जुड़ी नहीं होती लेकिन इनसे अंगुलीनुमा झालरदार संरचनाएं फिंब्रिया (fimbria) निकली होती हैं जो अंडाशयों को घेरे रहती हैं । अंडोत्सर्ग के समय अंडाशयों से निकले अंडक फिंब्रिया की क्रिया और डिंबवाहिनी नलियों के पक्ष्माभों के धक्कों से इन नलियों में पहुंच जाते हैं ।



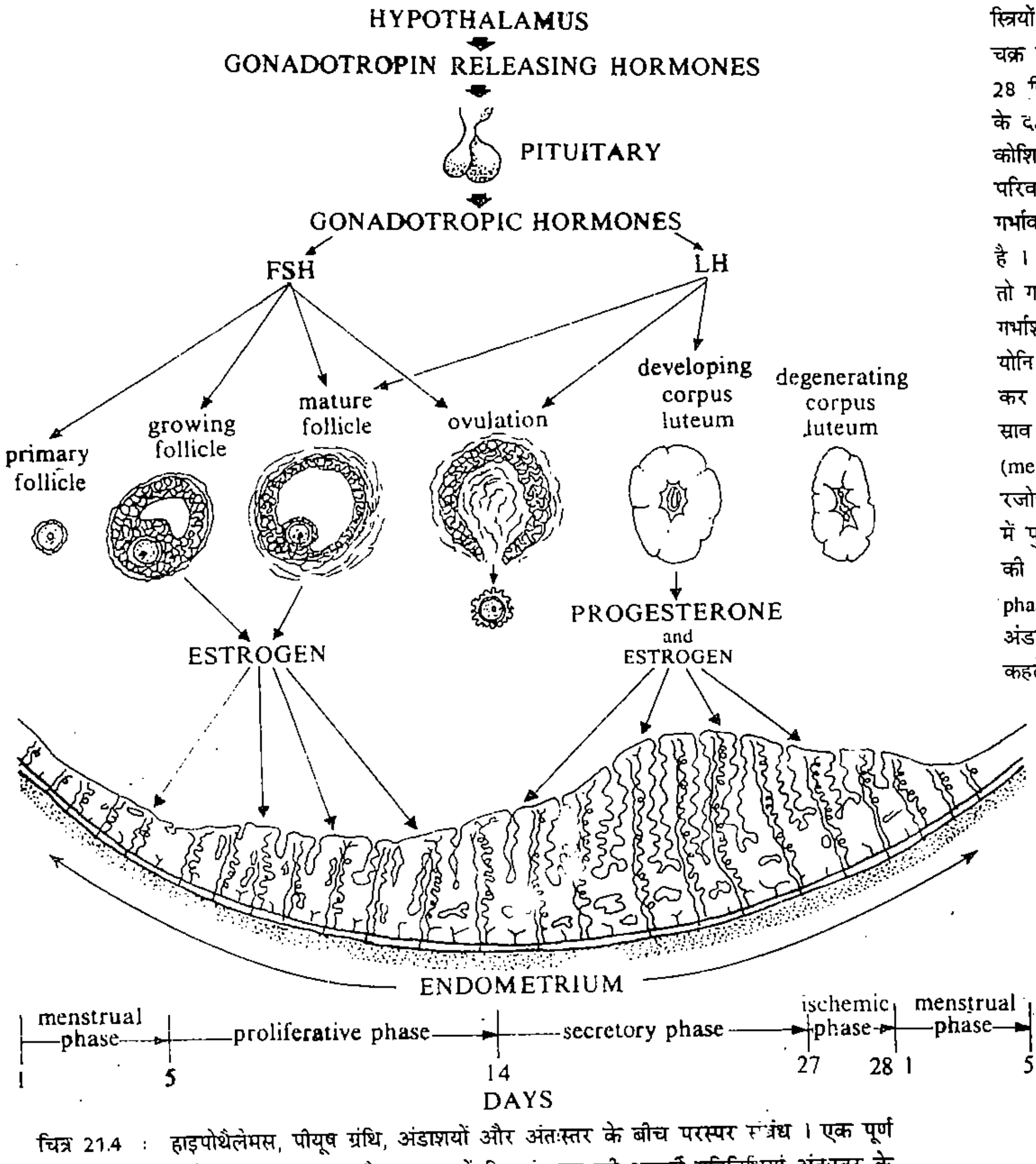
चित्र 21.2 : स्त्री जनन क्षेत्र तथा अंडाशय ।

गर्भाशय की भित्ति अपेक्षाकृत मोटी होती है और इसमें तीन परतें होती हैं (चित्र 21.2 और 21.3) ये हैं – **अंतःस्तर** (endometrium), **पेशीयस्तर** (myometrium) और **परिस्तर** (perimetriun)। अंतःस्तर गर्भाशय की आंतरिक मुलीय स्तर (mucosal layer) हैं जो स्तंभाकार उपकला कोशिकाओं से ढकी होती है और इसमें अनेक ग्रंथियां होती हैं । पेशीयस्तर मोटी और पेशियों वाली होती है । परिस्तर सबसे बाहरी पतली परत है जिससे गर्भाशय ढका रहता है ।
इन तीन परतों में केवल अंतःस्तर ही अपरा बनाने में शामिल होती हैं । जो महिला गर्भवती नहीं है, उसमें मासिक जनन चक्र अर्थात रजोचक्र की स्थिति के अनुसार, अंतःस्तर की मोटाई घटती बढती है क्योंकि रजोचक्र गर्भाशय के परिवर्तनों से संबद्ध है । जो स्त्री गर्भवती नहीं है, उसमें मासिक जनन चक्र के दौरान अंतःस्तर की कार्यशील परत (functional layer) में ही आवर्ती (cyclic) परिवर्तन होते हैं और इसकी मोटाई बदलती है ।

पूर्ण जनन चक्र में एक अंडाशयी चक्र और एक गर्भाशयी चक्र शामिल है । चित्र 21.4 में पूर्ण जनन चक्र दिखाया गया है । इस चित्र में हाइपोथैलेमस, पीयूषग्रंथि, अंडाशयों और अंतःस्तर के बीच पारस्परिक संबंध दिखाया गया है । सामान्यतः जनन चक्र 28 दिनों का होता है । यह यौवनारंभ पर प्रारंभ होता है और लगभग 50 वर्ष की आयु तक चलता रहता है । यह चक्र जनन तंत्र को गर्भधारण के लिए तैयार करता है । इस विवरण को पढ़ते समय आप बार बार चित्र 21.4 पर ध्यान दें जिससे आप पूर्ण प्रजनन चक्र के दो घटकों के घनिष्ठ अंतर्संबंध को समझ सकें ।



चित्र 21.3 : गर्भाशय भित्ति की संरचना ।



चित्र 21.4 : हाइपोथैलेमस, पीयूष ग्रंथि, अंडाशयों और अंतःस्तर के बीच परस्पर संबंध । एक पूर्ण रजोचक्र दिखाया गया है । ध्यान दें कि अंडाशय की आवर्ती गतिविधियां अंतःस्तर के परिवर्तनों से जुड़े हैं ।

स्त्रियों में जनन चक्र को मासिक चक्र या रजोचक्र कहते हैं । यह 28 दिन का होता है । इस [illegible] के द[illegible] । गर्भाशय की कोशिकाओं में नियमित आवर्ती परिवर्तन होते हैं जिससे गर्भाशय गर्भावस्था के लिये तैयार होता है । अगर गर्भ नहीं ठहरता है तो गर्भाशय का अंतःस्तर गर्भाशय-ग्रीवा (cervix) और योनि (vagina) से होते हुए बह कर निकल जाता है । इस रक्त-स्राव को ऋतुस्राव अथवा रजोधर्म (menstruation) कहते हैं । रजोचक्र के साथ-साथ अंडाशय में पुटक कोशिकाओं की वृद्धि की अवस्था (follicular growth phase) भी शुरू होती है । इसे अंडाशयी चक्र (ovarian cycle) कहते हैं ।

हाइपोथैलेमस गौनेडोट्रोपिन (gonadotropin) हारमोन (Gn RH) का संश्लेषण करता है । यह हारमोन पीयूष ग्रंथि के अग्रभाग को उद्दीपित करता है जिससे पुटक उद्दीपक हारमोन (follicle stimulating hormone) और ल्यूटिनाइजिंग हारमोन (lutenizing hormone) स्रावित होते हैं । अंडाशय चक्र पिछले रजो चक्र को समाप्ति पर अंडाशयों में पुटक की वृद्धि के साथ प्रारंभ होता है और 14 दिन चलता है । इस 14 दिन के चक्र के पूर्वार्ध में FSH 5 से 12 दिन तक प्राथमिक पुटक की वृद्धि को उद्दीपित करता है जिसमें एक समय में प्रायः एक ही पुटक परिपक्व होती है । परिपक्व होने वाली पुटक की कोशिकाए एस्ट्रोजेन (estrogen) उत्सर्जित करती है जो पीयूष ग्रंथि के अग्रभाग को आगे FSH उत्पादन करने से रोक देता है । इस तरह और पुटक परिपक्व नहीं हो पाती । पुटक अवस्था एक पुटक के परिपक्व होने और इसके अंडाशय में उत्सर्जित होने के साथ (अर्थात अंडोत्सर्ग के साथ), अंडाशय चक्र के चौदहवें दिन पूर्ण हो जाती है । अंडोत्सर्ग के समय अंडाणु द्वितीयक अंडक अवस्था में होता है । इसके चारों ओर अकोशिकीय पारदर्शी अंडावरण और अरीय किरीट बनाने वाली पुटक कोशिकाएं होती हैं । अंडोत्सर्ग के बाद 15वें से 28 वें दिन तक अग्र पीयूष ग्रंथि से उत्पन्न LH हारमोन अंडाशय में उत्सर्जित अंडाणु वाली पुटक कोशिकाओं में पीत पिंड (कॉपर्स ल्यूटियम) बनने की प्रक्रिया को उद्दीपित करती है । पीत पिंड प्रोजेस्टरोन (progesterone) हारमोन स्रावित करते हैं जो अंतःस्तर को भ्रूण के अंतर्रोपण (implantation) और बाद में गर्भावस्था के प्रारंभिक दौर में गर्भ को बनाए रखने के लिए तैयार करता है । अगर अंडाणु निषेचित नहीं हो पाता तो पीत पिंड नष्ट हो जाते हैं और रजोधर्म फिर प्रारंभ हो जाता है ।

अंडाशय के चक्रीय परिवर्तनों के साथ साथ गर्भाशय भित्ति में भी परिवर्तन होते हैं (चित्र 21.4 देखें) । रजोचक्र के पहले से पांचवे दिन तक शरीर में सैक्स हारमोनों का निम्न स्तर रहता है इसलिए गर्भाशय भित्ति फट जाती है और रक्त स्राव के साथ रजोधर्म शुरू हो जाता है । इसे **रजोधर्मअवस्था** (flow phase या menstrual phase) कहते हैं । 5 वें से 14 वें दिन तक वृद्धिमान पुटक द्वारा उत्सर्जित एस्ट्रोजन का स्तर बढ़ता है । इसके साथ ही अंतःस्तर मोटा होता जाता है और ग्रंथिमय (glandular) हो जाता है, इसे **प्रचुरणी अवस्था** (proliferative phase) कहते हैं । 15 वें से 28 वें दिन तक अंतःस्तर दो गुना मोटा तथा वाहिकायित (vascularised) हो जाता है और इस तरह भ्रूण के अंतर्रोपण के लिए तैयार हो जाता है, यह **स्रावअवस्था** है । अगर गर्भाधारण नहीं होता है तो गर्भाशय भित्ति नष्ट हो जाती है जिससे गर्भाशय गुहा में रक्त भर जाता है और रजोचक्र फिर शुरू हो जाता है ।

आप यह जान गए हैं कि गर्भाशय गर्भाधारण के लिए किस प्रकार तैयार होता है । अब हम निषेचन और प्रारंभिक गर्भावस्था के घटनाक्रम के बारे में पढ़ेंगे ।

बोध प्रश्न 2

निम्न अवस्थाओं को उनके लक्षणों के साथ मिलाइये ।

1.	अंडोत्सर्ग (ovulation)	क)	पीत पिंड और गर्भाशय भित्ति फट जाते हैं । सैक्स हारमोनों का निम्न स्तर ।
2.	रजोधर्म अवस्था (menstrual phase)	ख)	FSH हारमोन के प्रभाव से एस्ट्रोजेन स्रावित होता है । गर्भाशय भित्ति मोटी और ग्रंथिमय होती है. ।
3.	प्रचूरणी अवस्था (proliferative phase) मोटी	ग)	अंडोत्सर्ग के पश्चात एस्ट्रोजन और प्रोजेस्टरोन स्रावित होता है । पीत पिंड बढ़ता है । गर्भाशय की कार्यकारी परत होती है ।
4.	स्रावअवस्था (secretory phase)	घ)	LH और FSH हारमोनों के प्रभाव से अंडाणु उत्सर्जित होता है ।

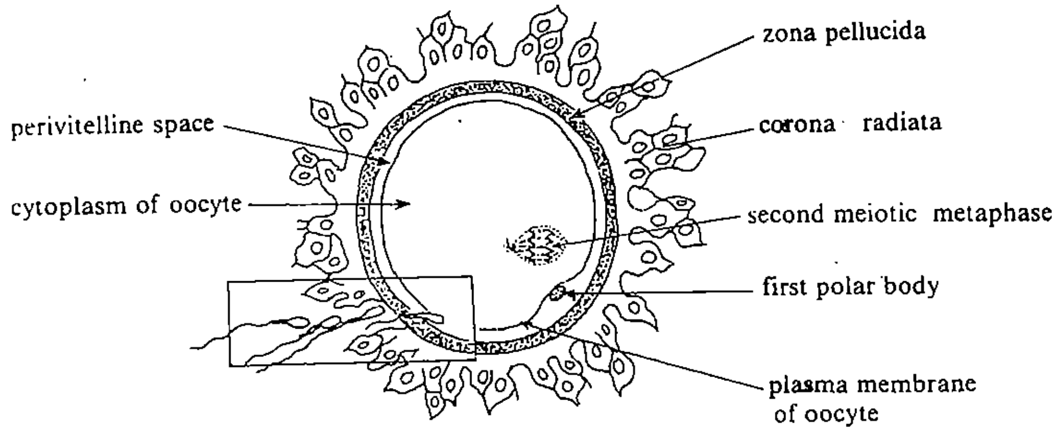
21.4 पूर्व भ्रूणीय परिवर्धन

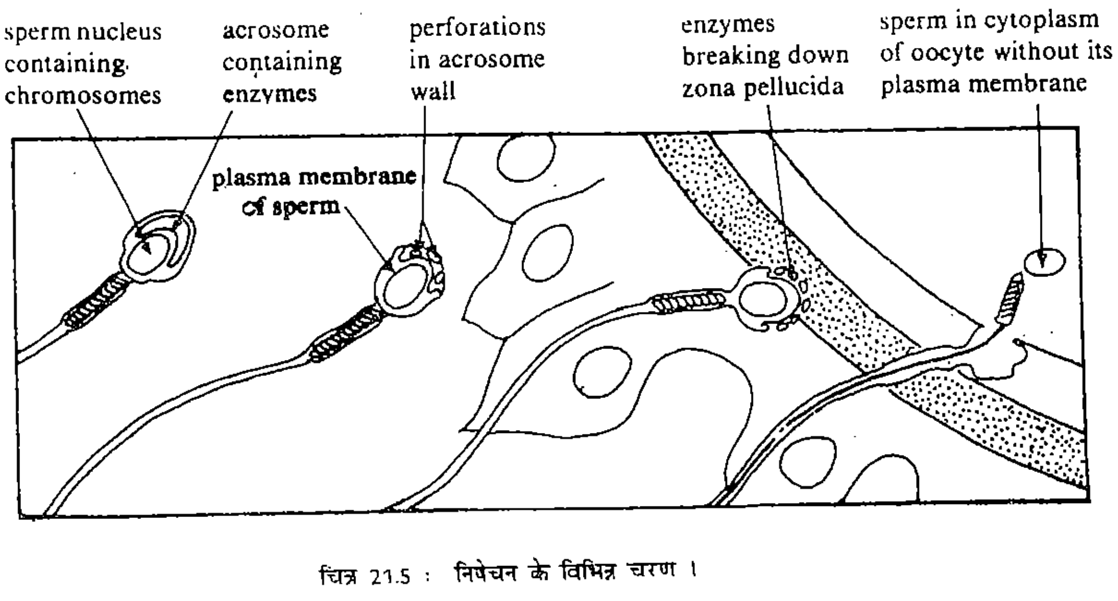
इस इकाई के प्रारंभ में हमने बताया था कि जन्मपूर्व परिवर्धन को दो अवस्थाओं में बांटा जा सकता है – भ्रूणीय परिवर्धन और गर्भ का परिवर्धन । अंडोत्सर्ग और निषेचन के दो सप्ताह बाद से भ्रूणीय परिवर्धन की अवस्था प्रारंभ होती है और पहली तिमाही के 8 सप्ताहों तक चलती है । इस भाग में हम पहले निषेचन के समय के घटनाक्रम के बारे में बतायेंगे और फिर दो बाद के सप्ताह तक पूर्व भ्रूणीय परिवर्धन की जानकारी देंगे ।

21.4.1 निषेचन

अंडोत्सर्ग प्रायः पिछले रजोचक्र के 9वें से 14वें दिन के बीच होता है । अंडाणु के निषेचन से ही परिवर्धनकाल प्रारंभ होता है । अंडोत्सर्ग के 24 घंटो के भीतर निषेचन हो जाना चाहिए अन्यथा अंडाणु नष्ट हो जाता है । स्त्री जनन क्षेत्र की निषेचन प्रक्रिया में अत्यंत सक्रिय भूमिका होती है । स्तनपायी जीवों के शुक्राणु स्खलन के तुरंत बाद **अग्रपिंडक क्रिया** (acrosomal reaction) कर पाने में तब तक समर्थ नहीं हो पाते जब तक वे मादा जनन क्षेत्र में कुछ समय रह नहीं जाते । मादा जनन क्षेत्र में कुछ समय रहने की इस अवधि को **कैपीसिटेशन** (capicitation) कहते हैं । समझा जाता है कि इस प्रक्रिया में शुक्राणु की झिल्ली का कुछ कोलैस्टरॉल कम हो जाता है क्योंकि मादा जनन क्षेत्र में मौजूद एलब्यूमिन अणु कुछ कोलेस्टरॉल जज्ब कर लेते हैं । झिल्ली में इन परिवर्तनों के बिना अग्रपिंडक क्रिया संभव नहीं हो पाती । इसके अलावा कुछ **आवरण कारक** (coating factors) भी होते हैं जो निषेचन में रुकावट डालते हैं । निषेचन के लिए इन्हें भी दूर किया जाना आवश्यक है ।

अंडाणु तक पहुंचने के लिए शुक्राणु को गर्भाशय में ऊपर की ओर बढ़ना होता है । इस काम में शुक्राणु की पूंछ और गर्भाशय ग्रीवा के स्राव (secretions) जिनमें **म्यूसिन** (mucin) नामक प्रोटीन होता है, सहायक होते हैं । म्यूसिनयुक्त स्राव से गर्भाशय ग्रीवा में शुक्राणु के आगे बढ़ने के लिए धागे जैसे मार्ग बन जाते हैं ।





चित्र 21.5 : निषेचन के विभिन्न चरण ।

जब शुक्राणु अंडाणु (द्वितीयक अंडक) तक पहुंचता है तो वह पुटक कोशिकाओं को भेदता है । शुक्राणु सिर के अग्रपिंडक से हायल्युरॉनिडेस (hyaluronidase) एंजाइम निकलता है जो कोशिकाबाह्य मैट्रिक्स को हटा देता है और अरीय किरीट (कोरोना रेडियेटा) की कोशिकाओं को बिखेर देता है । एक अन्य एंजाइम **एक्रोसिन** (acrosin) पारदर्शी अंडावरण जोना पेलुसिडा का पाचन कर, शुक्राणु के लिए मार्ग बनाता है । यह ट्रिप्सिन जैसा एंजाइम अग्रपिंडक में निष्क्रिय रहता है और मादा जनन क्षेत्र में एक ग्लाइकोप्रोटीन द्वारा सक्रिय होता है ।

जैसे ही एक शुक्राणु पारदर्शी अंडावरण को पार कर जाता है, यह आवरण अन्य शुक्राणुओं के लिए अभेद्य हो जाता है । इस क्रिया को **ज़ोना रिएक्शन** (zona reaction) कहते हैं । इसके अंतर्गत झिल्ली की संरचना बदल जाती है और द्वितीयक अंडक से लाइसोसोमल एंजाइम (lysosomal enzymes) निकलते हैं जो अन्य शुक्राणुओं को झिल्ली नहीं भेदने देते ।

सामान्यतः केवल एक ही शुक्राणु अंडाणु के भीतर पहुंच पाता है । एक असामान्य प्रक्रिया **द्विशुक्राणुता** (dispermy) के तहत दो शुक्राणु अंडाणु में पहुँच जाते हैं । इससे 69 गुणसूत्रों वाला भ्रूण बन जाता है । यह सामान्य लग सकता है लेकिन हमेशा ही इसका गर्भपात हो जाता है । कभी-कभी त्रिगुणित (triploid) गुणसूत्रों वाला शिशु जन्म ले लेता है लेकिन इसकी जल्दी ही मृत्यु हो जाती है । इस प्रकार, **बहुशुक्राणुता** (polyspermy) के परिणामस्वरूप कभी भी जीवित रह पाने वाले जीवनक्षम भ्रूण विकसित नहीं होते ।

अंडाणु में प्रवेश करते ही शुक्राणु की पूंछ समाप्त हो जाती है । अब द्वितीयक अंडक का दूसरा अर्द्धसूत्री विभाजन होता है जिससे एक परिपक्व अंड और एक ध्रुवीय काय बनते हैं । इसके बाद शुक्राणु और अंडाणु के केन्द्रक जुड़ जाते हैं और **युग्मनज** (zygote) बनता है । इस तरह, निषेचन की प्रक्रिया पूरी हो जाती है ।

निषेचन के समय कौन सा शुक्राणु अंडाणु में पहुंचता है उसी से संतान का लिंग निर्धारित होता है । आप जानते हैं कि सभी मादा युग्मक (gametes) में केवल x गुणसूत्र होता है जबकि नर युग्मक में x या y गुणसूत्र हो सकता है । अगर अंडाणु का निषेचन x गुणसूत्र वाले शुक्राणु से होता है तो युग्मनज तथा संतान मादा होगी । यदि अंडाणु का निषेचन y गुणसूत्र वाले शुक्राणु द्वारा होता है तो संतान नर होगी । कौन सा शुक्राणु अंडाणु को निषेचित करेगा, यह पूरी तरह संयोग की बात है । इस तरह, संतान का लड़का या लड़की होना माता की नहीं पिता की ही जननिक जिम्मेदारी है ।

बोध प्रश्न 3

नीचे दिए गए कथनों में कौन सही है, कौन गलत ?

1. शुक्राणु हायल्यूरॉनिडेस एंजाइम की मदद से अंडाणु के पारदर्शी अंडावरण को भेद पाता है ।
2. शुक्राणु अपनी चाबुक जैसी पूंछ के आघातों की मदद से ही तैरते हुए अंडाणु तक पहुंचता है ।
3. शुक्राणु के सिर से अंडाणु के भेदन के बाद अंडाणु की कोशिका झिल्ली के संरचनात्मक परिवर्तनों के कारण बहुशुक्राणुता रोकी जाती है ।
4. दूसरी ध्रुवीयकाय और शुक्राणु केन्द्रक संयुक्त होकर युग्मनज बनाते हैं ।

बॉक्स 21.1

पात्रे निषेचन

अगर कोई महिला गर्भ नलिकाओं में अवरोध के कारण गर्भधारण नहीं कर पाती तो वह शरीरबाह्य अर्थात पात्रे निषेचन की मदद से गर्भवती हो सकती है ।

इस प्रक्रिया में, अंडक महिला के अंडाशय से निकाल लिए जाते हैं और प्रयोगशाला में एक डिश में इसे शुक्राणुओं के साथ मिला दिया जाता है । जब युग्मनज का परिवर्धन प्रारंभ हो जाता है तो एक या अधिक मोरूला (morulas) महिला के गर्भाशय में फिर पहुंचा दिए जाते हैं ताकि गर्भाशय में इनका अंतर्रोपण और परिवर्धन हो सके ।

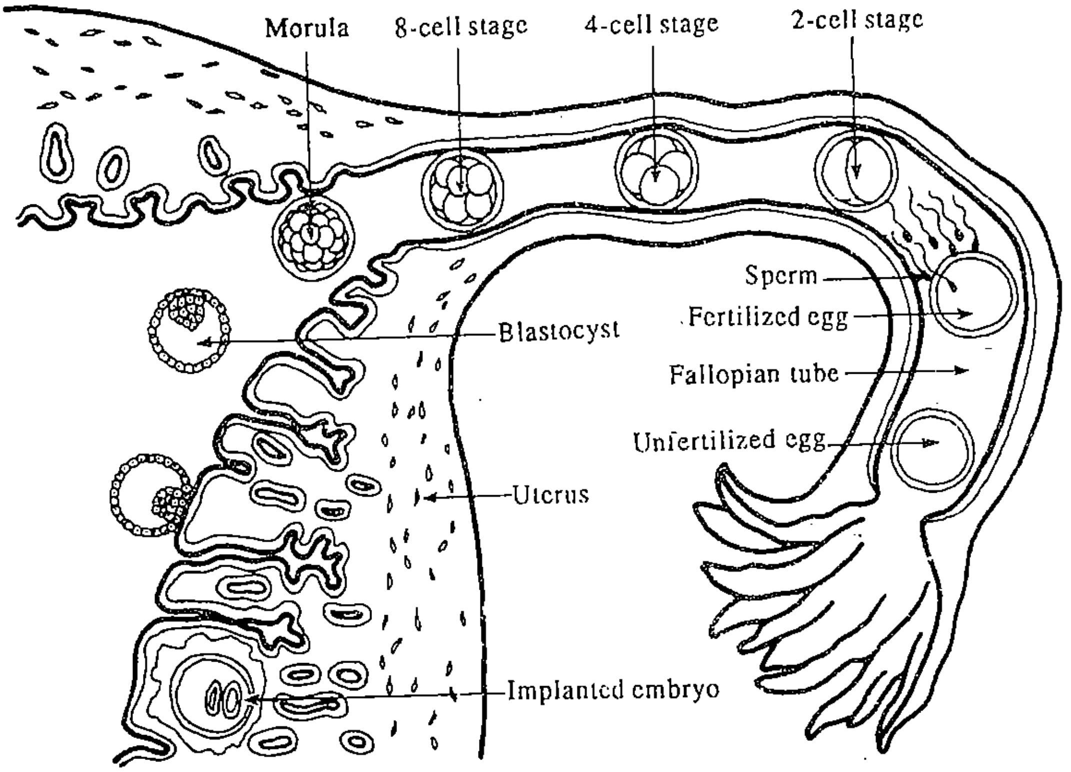
इस तरीके से संतान प्राप्ति के अवसर बढ़ाने के लिए, महिला को जनन क्षमता बढ़ाने वाली दवाएं (क्लोमीफेन अथवा गोनाडोट्रॉपिन) दी जाती है । अल्ट्रासोनोग्राफी की मदद से पुटक की बढ़त की निगरानी की जाती है । जब इन कोशिकाओं की एक खास आकार तक बढ़त हो जाती है तो महिला के गर्भाशय में अंडोत्सर्ग को उद्दीपित करने के लिए उसे HCG दिया जाता है ।

अंडाशय से प्राप्त अंडकों को लैप्रोस्कोप (laproscope) द्वारा जमा किया जाता है और इन्हें उभय प्रतिरोधिता (अर्थात् जो न अम्लीय हो, न क्षारीय) माध्यम में (pH मान 7.4) 37°C पर ऊष्मायित (incubate) किया जाता है । जब ये अंडक परिपक्व हो जाते हैं तो इन्हें शुक्राणुओं के साथ मिला दिया जाता है । शुक्राणुओं के संयोग प्रतिरोधक तत्वों को हटाने के लिए इन्हें धोया जाता है ।

निषेचित अंडाणुओं को फिर विशेष संवर्धन माध्यम (culture medium) में ऊष्मायित किया जाता है और तब युग्मनज के विभाजन के बाद 8 से 16 कोशिकाओं वाले चरण में सामान्य भ्रूणों को गर्भाशय ग्रीवा के मार्ग से गर्भाशय में पहुंचाया जाता है । इसके बाद महिला को प्रोजेस्टरोन दिया जाता है ताकि गर्भाशय का वातावरण अंतर्रोपण के लिए अनुकूल हो सके । 20 से 30 प्रतिशत मामलों में अंतर्रोपण में सफलता मिल पाती है ।

21.4.2 पूर्व-भ्रूण

निषेचन के करीब तीस घंटे बाद युग्मनज में सूत्री विभाजन होता है जिससे दो **कोरकखंड** या **बलास्टोमियर** (blastomeres) बनते हैं (चित्र 21.6) । इनमें फिर विदलन (cleavage) होता है और निषेचन के तीसरे दिन कोशिकाओं का एक छोटा समूह गर्भाशय में पहुंचता है । इस समय यह कोशिकाओं की एक ठोस गेंद के रूप में होता है जिसे **तूतक** या **मोरूला** (morula) कहते हैं । अगले तीन दिनों में मोरूला कोशिकाओं की खोखली गेंद जैसा हो जाता है जिसे **कोरकपुटी** (ब्लास्टोसिस्ट) कहते हैं । कोशिकाओं द्वारा स्रावित द्रव से कोरकपुटी की गुहा भर जाती है । कोरकपुटी में एक ओर कोशिकाओं का घना जमाव होता है—जिससे नये प्राणी का पूरा शरीर बनता है । इसे **आन्तर कोशिका पुंज** (inner cell mass)—ICM कहते हैं । यहां यह बात उल्लेखनीय है कि इसमें से प्रत्येक कोशिका पूर्ण नये प्राणी के रूप में परिवर्धित होने में सक्षम है । आंतर कोशिका पुंज के विभाजित हो जाने से **अभिन्न यमज** (identical twins) अर्थात जुड़वा बच्चे पैदा हो जाते हैं (बॉक्स 21.2 देखें) कोरकपुटी की गुहा को घेरते हुए कोशिकाओं के बाह्य परत को **ट्रोफोब्लास्ट** (trophoblast) कहते हैं । इसी से सारी **भ्रूणबाह्य कलाएं** (extraembryonic membrane) बनती हैं जिनमें अपरा (placenta) भी शामिल होता है । परिवर्धन का यह चरण महत्वपूर्ण है क्योंकि इसी चरण में कोशिकाएं पहली बार संचलित होकर नये प्राणी को आकार देने के लिए पुनर्व्यवस्थित होती है । **संरचनाविकास** (morphogenesis) के अध्ययन के प्रारंभ में आप इस प्रक्रिया के बारे में पढ़ चुके हैं हालांकि संरचनाविकास की प्रमुख घटनाएं दूसरे से आठवें सप्ताह के दौरान होती हैं ।

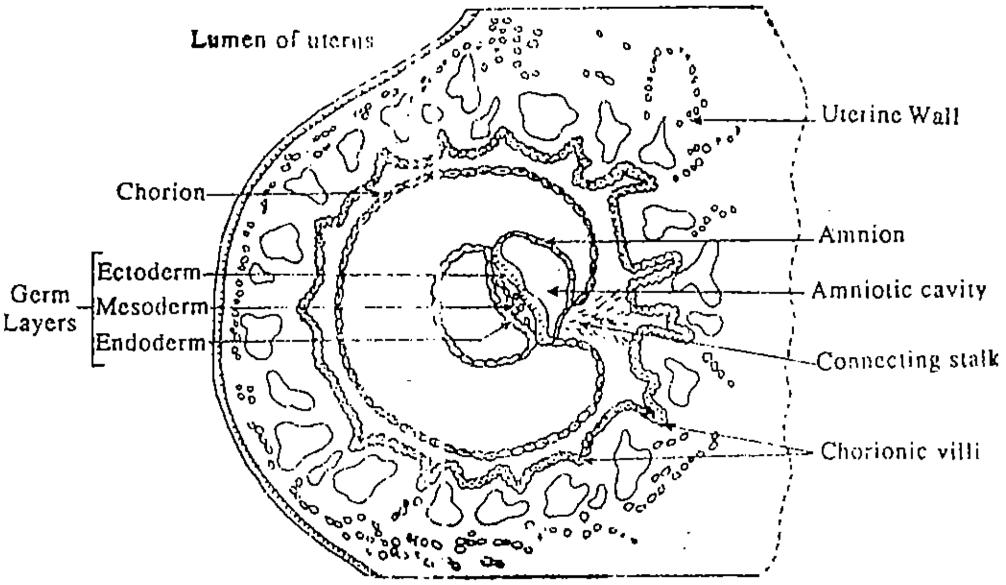


चित्र 21.6 : प्रारंभिक परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाएं ।

अंतर्रोपण

HCG स्रावण निषेचन के तुरंत बाद शुरू हो जाता है । यह मूत्र में भी उत्सर्जित होता है । गर्भ ठहर जाने का पता लगाने के लिए मूत्र में इसकी उपस्थिति की जांच की जाती है । निषेचन के बाद आठवें से दसवें दिन पर गर्भावस्था का परीक्षण किया जा सकता है ।

गर्भाशय में प्रवेश और आंतर कोशिका पुंज–ICM बनने के बाद ब्लास्टोसिस्ट गर्भाशय की भित्ति के अंतःस्तर में अंतःस्थापित (imbed) होने लगता है । निषेचन के एक सप्ताह बाद ट्रोफोब्लास्ट ऐसे एंजाइम स्रावित करता है जो गर्भाशय भित्ति के ऊतकों और रक्त वाहिनियों का पाचन कर देते हैं । यह ट्रोफोब्लास्ट दो परतों में विभेदित हो जाता है । बाहरी **बहुकेन्द्रकीय परत** (syncytiotrophoblast) और भीतरी **कोशिकीय परत** । बाहरी बहुकेन्द्रीय परत गर्भाशय भित्ती में और रक्त वाहिनियों का भक्षण कर लेती है जिससे इस परत में रिक्तिकाएं (lacunae) बन जाती है जो मां के रक्त से भर जाती है और यहीं गैसों का आदान प्रदान होता है । इस तरह गर्भाशय और अपरा के बीच रक्त परिसंचरण का आदि रूप (primitive utero-placental circulation) विकसित हो जाता है । यह अपरा के बनने तक भ्रूण का पोषण करता है । दसवें दिन तक ब्लास्टोसिस्ट पूर्णतः गर्भाशय भित्ति में अंर्तरोपित हो जाता है । ऐसा अंतर्रोपण, जिसमें भ्रूण पूर्णतः अंतर्रोपित हो जाता है, **अंतराली अंतर्रोपण** (interstitial implantation) कहलाता है । ट्रोफोब्लास्ट से **मानवीय जरायु गोनेडोट्रोपिन**



चित्र 21.7 : पूर्णतः अंतर्रोपित भ्रूण और तीन जनन स्तरों की संरचना ।

(human chorionic gonadotropin) HCG स्रावित होने लगता है । HCG के कारण पीत पिंड (कॉर्पस ल्यूटियम) बना रहता है और एस्ट्रोजन तथा प्रोजेस्टरोन स्रावित करता रहता है ।

कभी-कभी अंतर्रोपण गर्भाशय के बाहर अन्य किसी स्थान, जैसे डिंबवाहिनी नलियों अथवा उदर गुहा (abdominal cavity) में भी हो सकता है । इसे **अस्थानिक गर्भधारण** (ectopic pregnancy) कहते

बॉक्स 21.2

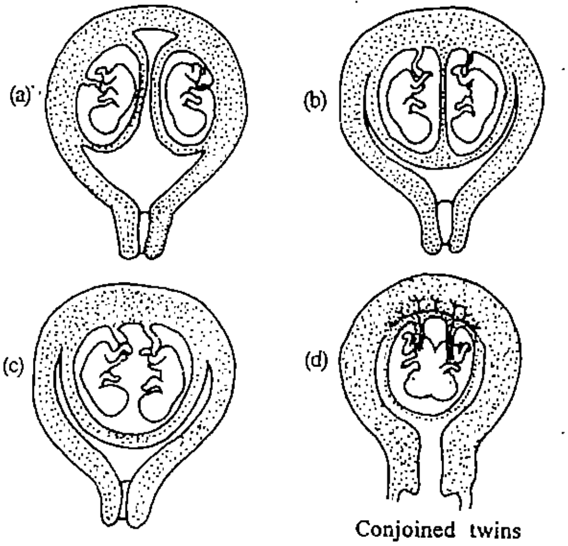
अभिन्न यमज (Identical twins)

मानव जुड़वा बच्चे जब एक अंडाणु से विकसित होते हैं (एकयुग्मनज monozygotic), तो उन्हें अभिन्न यमज कहा जाता है । जब एक ही समय उत्सर्जित दो अंडाणुओं के दो शुक्राणुओं से निषेचित होने से जुड़वा बच्चे पैदा होते हैं (द्वियुग्मनज dizygotic) तो उन्हें द्विअंडज यमज (fraternal twins) कहते हैं ।

भ्रूणीय दृष्टि से, अभिन्न यमजों का विशेष महत्व है । प्रसवों की कुल संख्या में 0.25% एकयुग्मनज यानि अभिन्न यमज होते हैं, प्रमाणों से पता चलता है कि जुड़वां होने की प्रक्रिया कोरकपुटी अवस्था में आंतर कोशिका पुंज की कोशिकाओं के विखंडित होने के कारण होती है । ICM की कोशिकाएं पूर्णशक्ति (totipotent) होती है अर्थात उनमें से हरेक में एक, अथवा वह भ्रूण डिस्क (embroyonic disc) बनाने की क्षमता होती है । अगर संयोग से आंतर कोशिका पुंज पांचवे दिन से पहले अर्थात ट्रोफोब्लास्ट बनने से पूर्व विभाजित हो जाता है (ऐसा 33 प्रतिशत जुड़वा बच्चों में होता है), तो उनके अलग-अलग जरायु (chorion) और उल्ब बन जाते हैं (चित्र 21.8 a) । ऐसे अभिन्न यमज, जिनका जरायु एक हो, लेकिन अगल-अलग उल्ब गुहिकाएं होती हैं, पांचवें दिन जरायु बनने से नौवें दिन उल्ब बनने के बीच के समय में आंतर कोशिका पुंज के विभाजन से विकसित होते हैं । दो तिहाई यमज ऐसे ही होते हैं (चित्र 21.8 b) । बहुत थोड़े अभिन्न यमज ऐसे भी होते हैं जो एक ही जरायु और एक ही उल्ब गुहिका में बनते हैं (चित्र 21.8 c) ऐसे यमज नौवें दिन कोरकपुटी के अंतर्रोपण के बाद आंतर कोशिका पुंज के विभाजन से विकसित होते हैं ।

जैसाकि चित्र 21.8 (d) में दिखाया गया है, कभी-कभी भ्रूणीय डिस्क पूर्णतः विभाजित नहीं हो पाती अर्थात् दो नए भ्रूणीय अक्ष पूरी तरह अलग नहीं हो पाते । परिणामस्वरूप परस्पर जुड़े यमज (conjoined twins) पैदा होते हैं । ये शरीर के किसी भी भाग से परस्पर जुड़े हो सकते हैं और यह जुड़ाव बहुत मामूली से लेकर बहुत बड़े हिस्से तक हो सकता है ।

यह जानना आवश्यक है कि अभिन्न यमज बनने की सामान्य प्रक्रिया में गड़बड़ी होने पर ही जुड़े हुए जुड़वा बच्चे पैदा होते हैं । ज्यादातर जुड़े हुए बच्चे जन्म के बाद ज्यादा समय तक जीवित नहीं रह पाते लेकिन अब कुछ मामलों में इन्हें सर्जरी के जरिए अलग करना संभव हो पाता है और इस तरह अलग किए गए बच्चों में कोई एक या दोनों प्रायः सामान्य जिन्दगी जी पाते हैं ।



चित्र 21.8 : अभिन्न यमज

है । अस्थानिक गर्भधारण की स्थिति में भ्रूण को शल्य चिकित्सा यानि सर्जरी करके निकालना आवश्यक हो जाता है, क्योंकि ऐसा न किए जाने पर डिंबवाहिनी नलिका फट सकती है, शरीर के अंदर रक्तस्राव हो सकता है और स्तब्धता रोग हो सकता है, यहां तक कि मां की मृत्यु भी हो सकती है ।

निषेचन के बाद दूसरे सप्ताह के प्रारंभ में आंतर कोशिका पुंज के बीच एक छोटी गुहिका बन जाती है । इसे उल्ब गुहिका (ammiotic cavity) कहते हैं जो प्रारंभ में भ्रूण और बाद में गर्भ के चारों ओर विकसित होती है । यह तरल पदार्थ से भरी गुहिका है जो भ्रूण और बाद में गर्भ को झटकों और ठंड तथा गरमी से बचाती है । आंतर कोशिका पुंज मे भी दो परतें बन जाती हैं – बाहरी परत, अधिकोरक (epiblast) जो भ्रूण को जन्म देती है और आंतरिक परत अधःकोरक (hypoblast) जो भ्रूण बाह्य कलाओं या झिल्लियों को विकसित करती है । चित्र 21.7 में आप दोनों प्राथमिक जनन स्तरों (primary germ layers) को और तीसरी परत के बनने को शुरुआत देख सकते हैं ।

बोध प्रश्न 4

सही शब्द चुनेः-

1) मोरूला/कोरकपुटी गर्भाशय के अंतःस्तर में अंतर्रोपित होता है ।
2) आंतर कोशिका पुंज/ट्रोफोब्लास्ट से भ्रूण का परिवर्धन होता है ।
3) अस्थानिक गर्भाधारण गर्भाशय के अंदर/बाहर अंतर्रोपण के कारण होता है ।
4) HCG पीत पिंड को बनाए रखता है/नष्ट करता है ।
5) गर्भाशय और अपरा के बीच परिसंचरण बहुकेन्द्रक पोषकोरक/आंतर कोशिका पुंज में रक्त युक्त रिक्त स्थानों के बनने से संभव होता है ।

21.5 भ्रूणीय परिवर्धन

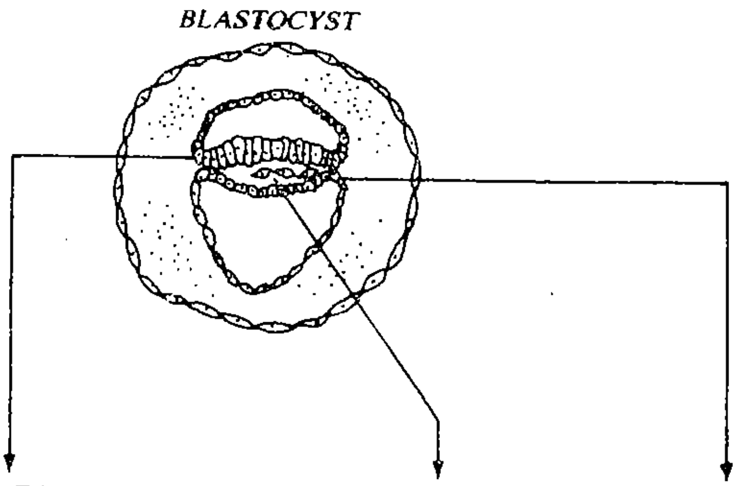
भ्रूणीय अवस्था निषेचन के दूसरे सप्ताह से आठवें सप्ताह तक चलती है । इस अवस्था में अपरा बनती है, आंतरिक अंगों का विकास होता है और शरीर की प्रमुख बाह्य संरचना बनने लगती है । इस दौरान भ्रूण संरचनाविकास प्रक्रिया के तहत मानवीय आकार लेता है । तीसरे सप्ताह के दौरान विभिन्न अंगों के आदिरूप बन जाते हैं । इसके बाद अंगविकास (organogenesis) प्रक्रिया के दौरान आठवें सप्ताह में आगे परिवर्धन होता है । आप अंगविकास प्रक्रिया के बारे में पहले पढ़ चुके हैं । इस दौरान जो विकासात्मक परिवर्तन होते हैं, उन्हें देखते हुए, परिवर्धन करते हुए भ्रूण पर विरूपजनक पदार्थों (teratogens) जैसे शराब, ड्रग्स आदि का असर पड़ने की आशंका होती है । इन पदार्थों द्वारा तेजी से परिवर्धित हो रहे ऊतकों और अंगों के आकार विरूप हो सकते हैं ।

21.5.1 तीसरा सप्ताह

निषेचन के बाद आठवें से दसवें सप्ताह के दौरान डॉक्टर उल्व अंकुर के ऊतकों का नमूना लेकर भ्रूण की कमियों और गड़बड़ियों का पता लगा सकते हैं क्योंकि कोशिकाओं में समान आनुवंशिक सूचना (genetic information) निहित होती हैं ।

निषेचन के बाद तीसरे सप्ताह में आंतर कोशिका पुंज ट्रोफोब्लास्ट से अलग होकर चपटी भ्रूणीय डिस्क बनाता है । प्रारंभ में इसमें तीनों जनन स्तरों की कोशिकाएं होती हैं और इसे अधिकोरक (epiblast) कहते हैं । इसमें से निचली परत अलग होकर अंतश्चर्म (endoderm) बनाती हैं । भ्रूणीय डिस्क लंबी होकर रेखाकार होती है और इस रेखीय आदि रूप से कोशिकाओं के दूसरी जगह जाने से (migration) दूसरी परत मध्यश्चर्म (mesoderm) बनाती है । ऊपरी स्तर की कोशिकाएं बाह्यचर्म (ectoderm) बनाती है । बाद में इन्हीं तीन जनन स्तरों से शरीर के सभी अंगों का परिवर्धन होता है जैसा कि चित्र 21.9 में दिखाया गया है ।

दो सूक्ष्म नलिकाओं के रूप में भ्रूण के हृदय का विकास भी इसी समय प्रारंभ हो जाता है । भ्रूण में सबसे पहले कार्यशील होने वाला तंत्र हृदयवाहिका तंत्र (cardiovascular system) ही है । तीसरे सप्ताह के अंत में हृदय की नलिकाएं परस्पर मिल जाती हैं और भ्रूण देहवृंत (body stalk) उल्ब और पीतक कोष (yolk sac) की रक्त वाहिकाओं से इनका संपर्क हो जाता है । इस प्रकार रक्त परिसंचरण तंत्र का आरंभिक रूप विकसित हो जाता है । इसी दौरान जरायु अंकुर (chorionic villi) भी विकसित होने लगते हैं ।

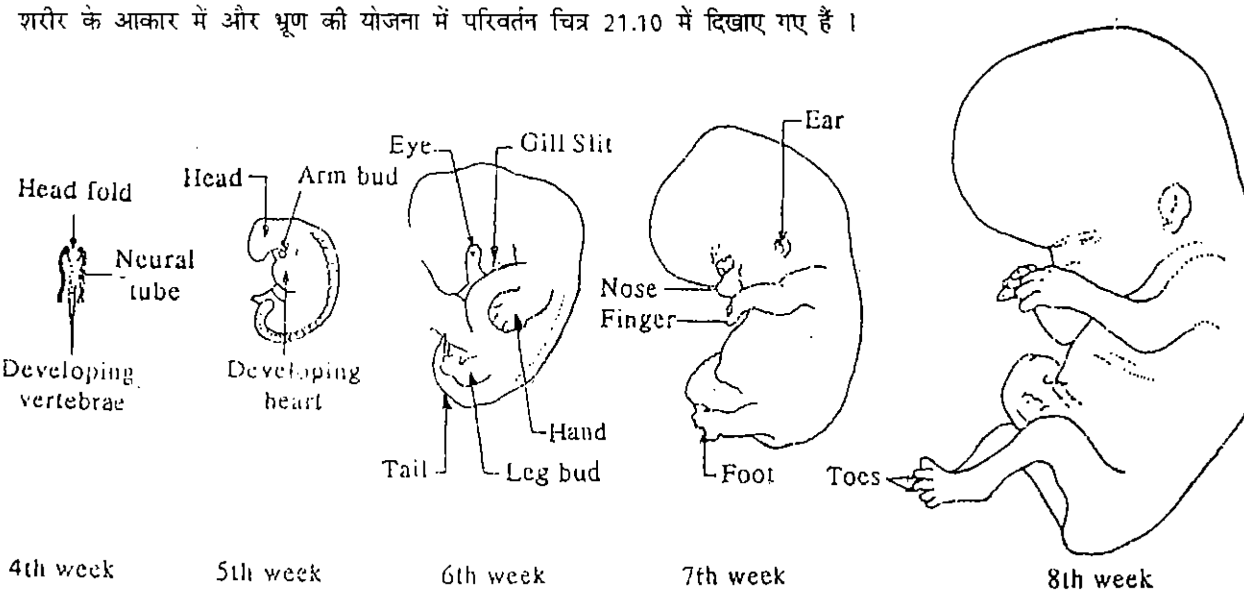


Ectoderm	Mesoderm		Endoderm
Nervous tissue	External coverings for :		Linings for :
	Sweat glands	Bones	Urinary bladder
Adernal medulla	Oil glands	Dermis	Pancreas
Spinal cord	Hair	Blood	Liver
Autonomic nervous System	Milk-secreting glands	Reproductive organs	Intestines
Retina	Lens	Heart	Lungs
Brain	Mouth-lining	Muscles	Pharynx
Inner ear		Kidneys	

चित्र 21.9 : तीन जनन स्तरों से शरीर के अंगों का परिवर्धन ।

21.5.2 चौथे से आठवें सप्ताह तक का परिवर्धन

शरीर के आकार में और भ्रूण की योजना में परिवर्तन चित्र 21.10 में दिखाए गए हैं ।



चित्र 21.10 : चौथे से आठवें सप्ताह के दौरान मानव भ्रूण की परिवर्धन प्रक्रिया ।

चौथे सप्ताह में भ्रूण बेलनाकार होता है और इसका सिर मोथरा और मस्तिष्क प्राथमिक स्तर का होता है । मस्तिष्क की अग्र सतह पर अस्पष्ट से गोल उभार आंखों के आदि रूप का संकेत करते हैं । तीसरे सप्ताह में बना सरल नलिकाकार हृदय कार्यशील हो जाता है । यह नाभि धमनियों (umbilical arteries) के जरिए अपरा को रक्त पंप करता है, हालांकि इस अवस्था में हृदय की धड़कनों का पता नहीं चल पाता । मुख और गुदा के स्थान पर छिद्र बन जाते हैं पर अभी इनका कोई कार्य नहीं होता । चौथे सप्ताह की समाप्ति पर भ्रूण 0.6 cm लंबा होता है । चौथे सप्ताह में भ्रूण में उभरी रेखाएं और गहराइयां सी होती है जो ग्रसनी कोष्ठक और प्रनालियां (pharyngeal pouches and grooves)

बनाती हैं । ये चार ग्रसनी कोष्ठ मछलियों के क्लोम चापों (gill arches) और प्रनालियां क्लोम छिद्रों के समरूप होते हैं । लेकिन मनुष्यों में ये चाप कभी क्लोम के रूपों में कार्यशील नहीं होते न प्रनाली छिद्रित होती हैं । मनुष्यों में कोष्ठों के पहले जोड़े से युस्टेकी नलिकाएं (custasion tubes) दूसरे जोड़े से टॉसिलों (tonsils) की दीवारें, तीसरे जोड़े से थाइमस और चौथे जोड़े से पैराथॉयराईड ग्रंथिया बनते हैं ।

पांचवें सप्ताह के दौरान भ्रूण मुड़ कर गोल हो जाता है जिससे सिर करीब-करीब पूंछ को छूने लगता है (चित्र 21.10 b) मध्य भाग के पास हाथ और पैरों के आदिरूप या कलिकाएं (rudimentary arms and legs or limb buds) पांचवे सप्ताह में प्रकट होने लगते हैं । इस समय धड़ की तुलना में सिर काफी बड़ा होता है । भ्रूण का सबसे प्रमुख अंग मस्तिष्क होता है । शरीर में तंत्रिकाएं फैल जाती हैं और वृषणों अथवा अंडाशयों के रूप में जननांग बन जाते हैं पर अभी इन्हें पहचाना नहीं जा सकता ।

छठे सप्ताह में सिर आनुपातिक दृष्टि से बहुत बड़ा होता है, पेट बढ़ आता है क्योंकि यकृत (liver) बढ़ा होता है । चप्पु के आकार के हाथ पैरों में उभरी हुयी संरचनाएं बनती हैं जो भावी अंगुलियां बनाती हैं । हाथों का परिवर्धन पैरों से ज्यादा तेज होता है । सामान्य नियम यही है कि अग्र संरचनाओं का परिवर्धन पश्च संरचनाओं की तुलना में कहीं तेज होता है (चित्र 21.10 c) चेहरे के क्षेत्र का तीव्रता से परिवर्धन होता है । छठे सप्ताह के अंत तक पेशीय, रक्त परिसंचरण, उत्सर्जन, जनन, पाचन और कंकाल तंत्रों का परिवर्धन प्रारंभ हो जाता है ।

छठे सप्ताह के बाद भ्रूण का आकार मनुष्य से ज्यादा मिलने-जुलने लगता है । सभी आंतरिक अंग सातवें सप्ताह तक बन जाते हैं (चित्र 21.10 d) मस्तिष्क के परिवर्धन के साथ-साथ गरदन बन जाती है । स्पर्श पर तुरंत प्रतिक्रिया (startle reaction) जैसे कार्यों के लिये प्रतिवर्ती क्रिया (reflex action) संभव बनाने वाला तंत्रिका तंत्र परिवर्धित हो जाता है । दूसरे महीने के अंत तक भ्रूण 30 मिलीमीटर से लंबा, 5 मिलीग्राम से कम वजन का होता है (चित्र 21.10 e) ।

21.6 गर्भस्थ शिशु का परिवर्धन

गर्भ (foetus) का परिवर्धन नौवे सप्ताह में शुरू होता है और शिशु के जन्म तक चलता है । इस अवस्था में थोड़े से ही नये अंग परिवर्धित होते हैं और पहले से बनी शारीरिक संरचना ही विकसित होती है । चित्र 21.11 से स्पष्ट होता है गर्भ अवस्था के दौरान वृद्धि की रफ्तार तेज होती है और शरीर का अनुपात भी काफी बदलता है । चित्र 21.12 से स्पष्ट है कि गर्भावस्था के प्रारंभ में सिर का आकार शरीर की तुलना में बढ़ा होता है और पैर छोटे होते हैं, पर बाद में सिर की बढ़त कम हो जाती है । तीसरे महीने में हाथों की शरीर के सापेक्ष वही लंबाई हो जाती है जो आगे परिवर्धन के दौरान निरंतर बनी रहती है । ज्यादातर हड्डियों में अस्थि भवन केन्द्र (ossification centres) बन जाते हैं और उपास्थि (cartilege) की जगह हड्डियां ले लेती है (चित्र 21.13) ।

तीसरे महीने के अंत में नर और मादा गर्भ को पहचाना जा सकता है y गुणसूत्र H-Y एंटीजेन का बनना प्रेरित करता है जिसके कारण नर मादा की अस्पष्ट पहचान वाले जननांगों से वृषणों का स्पष्ट विभेदीकरण हो जाता है । वृषण टेस्टोस्टेरोन स्रावित करते हैं जिससे बाह्य जननांगों की वृद्धि उद्दीपित होती है । टेस्टोस्टेरोन नहीं होने की स्थिति मे मादा जननांग विकसित होते हैं : इसके लिए गर्भस्थ शिशु के अंडाशय में एस्ट्रोजन का उत्पादन जरूरी नहीं, क्योंकि रक्त परिसंचरण के जरिए गर्भ को मां के शरीर से पर्याप्त एस्ट्रोजन मिल जाता है ।

चौथे महीने में, शरीर तेजी से बढ़ता है और इसकी लंबाई 13 से 17 सेंटीमीटर तक हो जाती है । पैर लंबे हो जाते हैं और हृदय की धड़कनें स्टेथोस्कोप से सुनी जा सकती हैं ।

पांचवें महीने में बढ़त की रफ्तार कुछ कम हो जाती है । पैर अंतिम रूप से अपना आनुपातिक आकार प्राप्त कर लेते हैं । कंकाल पेशियां सक्रिय हो जाती हैं और मां गर्भस्थ शिशु की हलचल महसूस कर सकती है । सिर पर कुछ बाल आ जाते हैं और त्वचा पर रोएं आ जाते हैं । त्वचा पर चिकनी परत छा जाती है जो तैल ग्रंथियों (sebaceous glands) के स्राव और मृत बाह्य त्वचीय कोशिकाओं से बनी होती है ।

चित्र 21.11 : गर्भावस्था के दौरान परिवर्धन । 9 सप्ताह से 38 सप्ताह तक के गर्भस्थ शिशु वास्तविक से आधे आकार के हैं ।

चित्र 21.12 : उल्बी थैले में 10 सप्ताह का गर्भस्थ शिशु । आप चित्र में उसका मानवी आकार पहचान सकते हैं । यह सर से पीठ तक 5 सें.मी. का होता है । चित्र में दाहिने ओर गर्भ से जुड़ा अपरा और नाभी रज्जु दिखाई दे रहा है ।

छठे महीने में शरीर के वजन में पर्याप्त वृद्धि होती है । भौहें और बरोनियां नजर आने लगती है, त्वचा सलवटदार (wrinkled) और पारभासी (translucent) हो जाती है ।

सातवें महीने में अवत्वक ऊतकों (subcutaneous tissues) में वसा जमा हो जाती है । तीसरे महीने में जो पलकें परस्पर जुड़ गई थी, अब फिर खुल जाती हैं । सातवें महीने के अंत में गर्भस्थ शिशु की लंबाई करीब 37 सेंटीमीटर हो जाती है । अगर सातवें महीने में भी प्रसव हो जाए तो बच्चे के जीवित रहने की संभावना रहती है ।

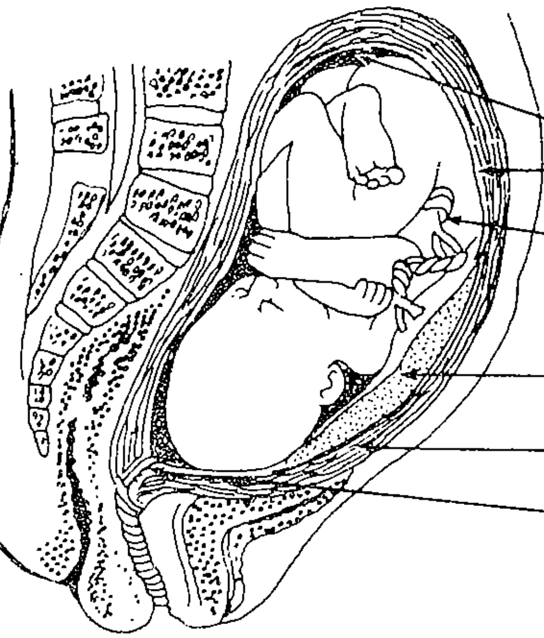
the third month, the arms attain the relative length they will maintain during

चित्र 21.13 : 11 सप्ताह का गर्भ जिसमें पसलियां दिखाई दे रही हैं । नौवें सप्ताह उपास्थि कोशिकाओं का स्थान अस्थि कोशिकाएं लेने लगती है । इसी समय गर्भस्थ शिशु पहली बार हिलने लगता है।

आठवें महीने में नर शिशु के वृषण, वृक्क या गुर्दे के पास के क्षेत्र से नीचे आकर वृषण कोश (scrotal sac) में आ जाते हैं । नौवें महीने में गर्भस्थ शिशु की लंबाई करीब 47 सेंटीमीटर हो जाती है । त्वचा चिकनी हो जाती है और अवत्वक वसा के जमा हो जाने से शरीर गोल मटोल हो जाता है । प्रसव से ठीक पूर्व पूर्ण विकसित गर्भस्थ शिशु की लंबाई करीब 50 सेंटीमीटर और वजन 2.5 किलोग्राम से 3.6 किलोग्राम के बीच होता है । हाथ पैरों के अंगुलियों में पूर्ण विकसित नाखून होते हैं । चित्र 21.14 में पूर्ण विकसित गर्भस्थ शिशु दिखाया गया है । इसका सिर गर्भाशय ग्रीवा की ओर है ।

गर्भधारण की तीसरी तिमाही के अंत में यानि निषेचन के 38 सप्ताह बाद प्रसव होता है । इस समय गर्भाशय में शक्तिशाली संकुचन (contractions) होते हैं । यह गर्भाशय में हारमोन के और रचनात्मक व क्रियात्मक परिवर्तनों के कारण होते हैं ।

गर्भावस्था के अंतिम दो महीनों में एस्ट्रोजन का स्रवण बढ़ने लगता है और प्रोजेस्टॉरोन कम होने लगता है । एस्ट्रोजन संकुचनों को उद्दीपित करता है और प्रोजेस्टॉरोन संकुचनों को रोकता है । एस्ट्रोजन का स्रवण बढ़ने से संकुचन अर्थात उद्दीपन बढ़ते हैं । एक अन्य हारमोन ऑक्सीटोसिन (oxytocin) भी संकुचनों को बढ़ाता है और प्रसव वेदना (labour) शुरू होते समय इस का स्रवण भी बढ़ जाता है । इसके अलावा गर्भाशय के फैलने से भी संकुचन बढ़ जाता है । इस समय अपरा के ऊतक, खास तौर से ट्रोफोब्लास्ट, नष्ट होने शुरू होते हैं जिससे जन्म के समय मां और गर्भस्थ शिशु के ऊतक अलग हो जाते हैं । अब अनुसंधानों से पता चला है कि प्रसव के समय अपरा में प्रोस्टाग्लेंडिन्स (prostaglandins) की सांद्रता काफी होती है जो गर्भाशय के संकुचनों को बढ़ाने वाला तीव्र उत्प्रेरक है । अपरा के इन प्रोस्टाग्लेंडिन्स का स्रावण गर्भ हारमोनों के प्रभाव से होता है । इस सारे विवरण से लगता है कि गर्भस्थ शिशु जैसे स्वयं अपने जन्म को नियंत्रित करता है । गर्भस्थ शिशु का हाइपोथैलेमस पिट्यूटरी ग्रंथि को एड्रिनोकॉर्टिकोट्रॉपिन (adrinocorticotropin) स्रावित करने के लिए



चित्र 21.14 : पूर्ण विकसित गर्भस्थ शिशु ।

स्राव करता है । यह हारमोन गर्भस्थ शिशु की अधिवृक्क ग्रंथि (adrenal gland) को कॉर्टिसॉल (cortisol) स्रावित करने के लिए उद्दीपित करता है । अब ऐसा प्रमाणित हो चुका है कि कॉर्टिसॉल अपरा में प्रोस्टाग्लेंडिन के उत्पादन को प्रेरित करता है । यह प्रोस्टाग्लेंडिन गर्भाशय की कोशिकाओं के संकुचन के लिए अथवा मां की पिट्यूटरी ग्रंथि को ऑक्सीटोसिन का स्रावण बढ़ाने के लिए प्रेरित करता है ।

बोध प्रश्न 5

सही विकल्प चुनें

1) गर्भावस्था/भ्रूणावस्था के दौरान वृद्धि की रफ्तार ज्यादा तेज होती है ।

2) दूसरे/तीसरे महीने के अंत में नर अथवा मादा गर्भस्थ शिशु की पहचान की जा सकती है ।

रिक्त स्थानों की पूर्ति करें :-

1) गर्भस्थ शिशु की धड़कनें .... महीने से स्टेथेस्कोप की मदद से सुनी जा सकती है ।

2) मां गर्भस्थ शिशु की धड़कनें .... महीने से सुन सकती है ।

3) तीसरे महीने में परस्पर जुड़ गई पलकें .... महीने में खुल जाती है ।

4) अवत्वक वसा, जो शिशु को गोल मटोल बना देती है .... महीने में जमा होनी शुरू होती है ।

1.7 जन्म के बाद परिवर्धन

प्रसव की प्रक्रिया के दौरान नवजात शिशु की श्वसन और रक्त परिसंचरण प्रणालियों में कुछ महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं । ये परिवर्तन गर्भ के तरल पर्यावरण से बाहर के गैसीय पर्यावरण में आने की तैयारी में होते हैं । जन्म के समय सबसे तत्काल आवश्यकता ऑक्सीजन प्राप्त करने और कार्बन डाईऑक्साइड उत्सर्जित करने की होती है । इसलिए पहली सांस बहुत महत्वपूर्ण है । अब हम श्वसन और रक्त परिसंचरण तंत्रों में परिवर्तनों की चर्चा करेंगे ।

श्वसन तंत्र

नवजात शिशु के फेफड़े पिचके होते हैं और उन्हें वायुयुक्त करने के लिए बहुत शक्ति से तेज सांस लेने की आवश्यकता होती है । नवजात शिशु की श्वसन नलियां भी छोटी-छोटी होती हैं और हवा के

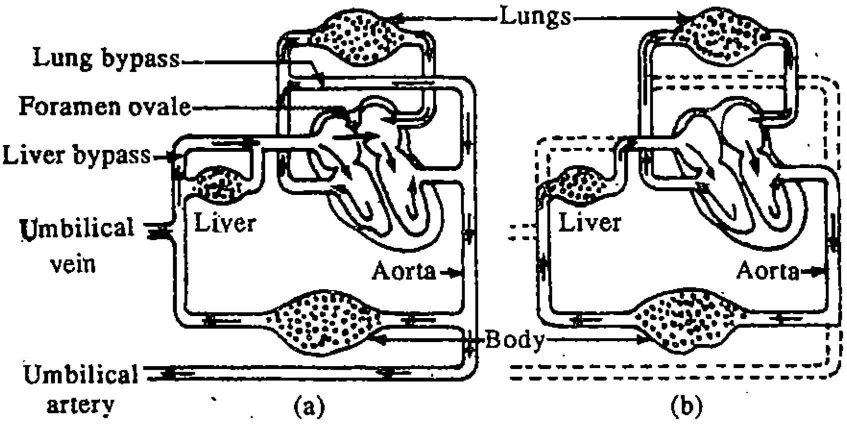
नवजात शिशु की पहली सांस में लेने में व्यस्क की तुलना में दस गुणा ज्यादा ताकत लगती है । पहली सांस में ली गई करीब 40 प्रतिशत हवा फेफडों में बनी रहती है इसलिए बाद की सांसों में फेफड़ों को फुलाने में कम ताकत की जरूरत होती है ।

प्रवाह में काफी गतिरोध पैदा करती है । पृष्ठ तनाव की वजह से नम झिल्लियां आपस में चिपकी रहती हैं । गर्भ में पूरा समय बिता चुके शिशु के फेफड़े सर्फेक्टेंट (surfactant) उत्सर्जित करते हैं जिसका यह विशिष्ट गुण होता है कि फेफडों के फूलने की स्थिति में यह ज्यादा और पिचकने की स्थिति में कम पृष्ठ तनाव पैदा करता है (देखें : LSE-05 की इकाई 2)। इसलिए पहली बार फेफड़ो को फुलाने के लिए तेज और शक्तिशाली सांस की जरूरत होती है लेकिन उसके बाद सर्फेक्टेंट की क्रिया से पिचके फेफड़ों का पृष्ठ तनाव कम हो जाने के कारण सांस लेना आसान हो जाता है ।

रक्त परिसंचरण तंत्र

आपने पढा कि गर्भस्थ शिशु में गैस का आदान प्रदान फेफड़ों से नहीं, गर्भ-अपरा के जरिए होता है । अतः गर्भस्थ शिशु के रक्त परिसंचरण तंत्र में ऐसे अनेक लक्षण होते हैं जो व्यस्क में नहीं पाए जाते ।

चित्र 21.15 में गर्भस्थ शिशु और नवजात शिशु का रक्त परिसंचरण दिखाया गया है । गर्भस्थ शिशु में नाभिशिरा (umbilical vein) से वापस जा रहा ऑक्सीजन युक्त रक्त जिगर से होकर नहीं गुजरता और दाएं आलिंद में पहुंच जाता है । इसके बाद यह रक्त अंडाकार रंध्र (formen ovale) नामक छिद्र से सीधे बाएं आलिंद में पहुंच जाता है । बाएं आलिंद से रक्त बाएं निलय (ventricle) में और वहां से सिर और बाकि शरीर में पहुंचता है । सिर से लौटते हुए रक्त दाएं आलिंद से होकर दाएं निलय में पहुंचता है जो व्यस्कों की भांति रक्त को फेफड़ों में पंप नहीं करता बल्कि रक्त एक पिछली नलिका में प्रवाहित होता है, जिसे धमनी वाहिनी (ductus arteriosis) कहते हैं जो अधोगामी महाधमनी (aorta) से जुड़ जाती है । यहां से आक्सीजन विहीन रक्त नाभिधमनी द्वारा अपरा में पहुंच जाता है ।



चित्र 21.15 : नवजात शिशु के रक्त परिसंचरण तंत्र में आने वाले परिवर्तन (a) गर्भस्थ शिशु का रक्त परिसंचरण तंत्र (b) नवजात शिशु में रक्त परिसंचरण । गर्भस्थ शिशु में जिगर और फेफड़ों को वाहिकाओं द्वारा रक्त नहीं पहुंचता । अंडाकार रंध्र (formen ovale) से रक्त दाएं से बाएं अलिंद की ओर प्रवाहित होता है । नवजात शिशु में रक्त परिसंचरण व्यस्कों जैसा होने लगता है ।

कुछ नवजात शिशुओं में अंडाकार रंध्र बंद नहीं हो पाता जिससे ऑक्सीजन युक्त रक्त और बिना ऑक्सीजन वाला रक्त परस्पर मिल जाता है । इस गड़बड़ी को ब्लू बेबी सिंड्रोम (blue baby syndrome) कहते हैं । ऐसे बच्चे कुछ ही साल जी पाते हैं पर अब ओपन हार्ट सर्जरी से इस अपसामान्यता को ठीक किया जा सकता है और बच्चों को बचाया जा सकता है ।

शिशु का जन्म होने पर नाल काट देने अथवा अपरा के अलग हो जाने पर नाभि धमनी और शिरा नष्ट हो जाती है । परिणाम स्वरूप दाएं आलिंद पर नकारात्मक दबाव पड़ता है और रक्त वापस बाएं से दाएं आलिंद की ओर बहने लगता है । इस प्रवाह की वजह से अंडाकार रंध्र में एकमार्गी वाल्व (one way valve) बन्द हो जाता है । जिगर और फेफड़ों से न गुजरनी वाली पिछली नलिकाएं भी समाप्त हो जाती है और व्यस्कों जैसा रक्त परिसंचरण तंत्र काम करने लगता है । जन्म के कुछ ही घंटों बाद यह पूरी प्रक्रिया संपन्न हो जाती है हालांकि अंडाकार रंध्र को पूर्णतः बंद होने में एक साल लग जाता है ।

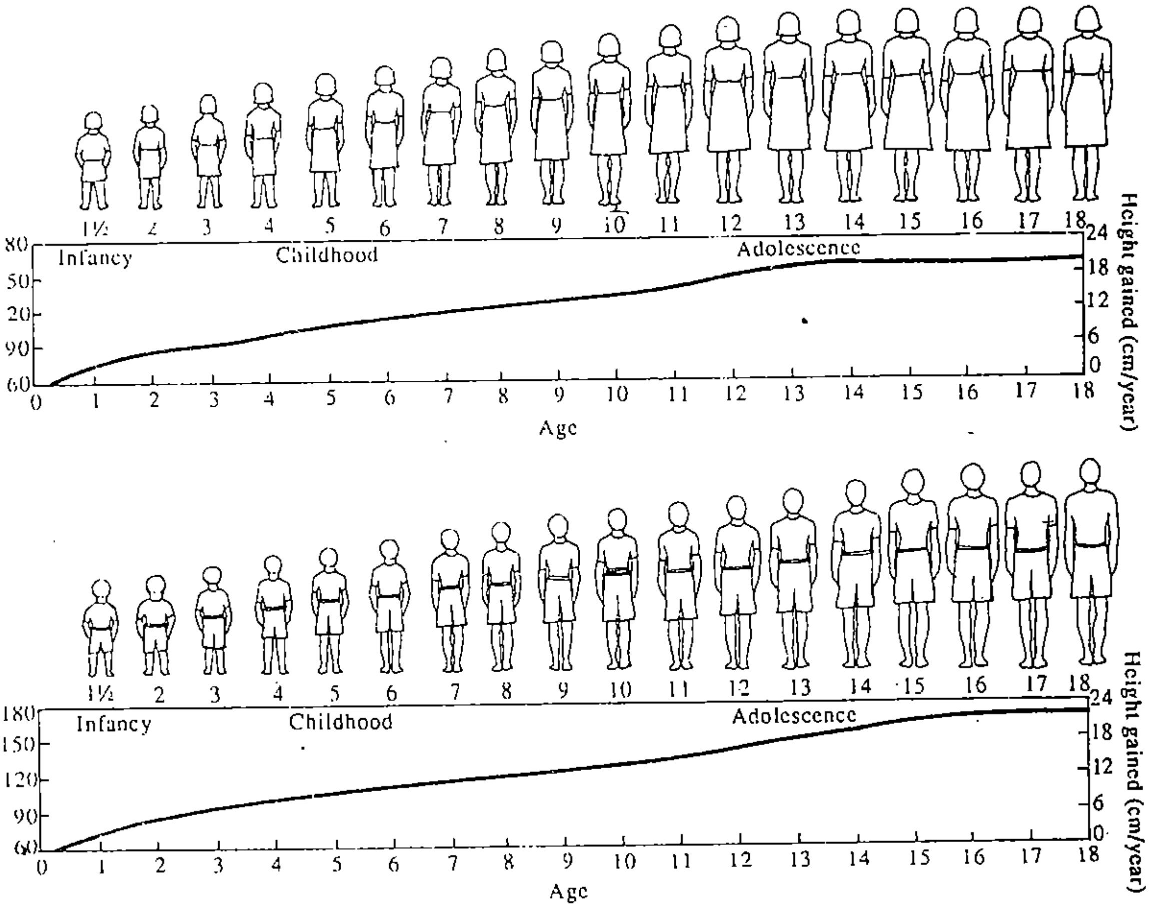
बाद के परिवर्तन

इस इकाई के आरंभ में हमने बताया था कि परिवर्धन प्रक्रिया जन्म के साथ ही समाप्त नहीं होती बल्कि जीवन की विभिन्न अवस्थाओं जैसे – शिशु अवस्था, बाल्यावस्था, किशोरावस्था और व्यस्क अवस्था में चलती रहती है ।

शु अवस्था दो वर्ष की आयु तक चलती है । नवजात शिशुओं में कुछ जन्मजात प्रतिवर्त (innate flexes) होते हैं जिससे वे अपनी देखभाल करने वालों से संबंध कायम कर लेते हैं । इस अवस्था में चों की संवेदक (sensory) और प्रेरक (motor) प्रणालियों का विकास होता है जिससे बच्चे विभिन्न ोपनों को प्रतिक्रिया व्यक्त कर सकते हैं और सामान्य कार्य कर सकते हैं (FST–01 की इकाई देखें)

वर्ष की उम्र से किशोरावस्था के प्रारंभ तक बाल्यावस्था होती है जो योवनारंभ तक चलती है । वनारंभ लड़कियों में 10 से 12 वर्ष की उम्र में और लड़कों में 12 से 14 वर्ष की उम्र में शुरू ता है और फिर किशोरावस्था शुरू होती है जो वयस्क होने तक रहती है । चित्र 21.16 में लड़कों र लड़कियों के शरीर का सामान्य विकास दिखाया गया है ।

वनारंभ (puberty) के समय लैंगिक अंग परिपक्व हो जाते हैं और द्वितीयक लैंगिक संलक्षण प्रकट ने लगते हैं । ये परिवर्तन शरीर में सैक्स हारमोनों के स्तर से जुड़ें होते हैं ।



त्र 21.16 : शिशु अवस्था से किशोरावस्था तक लड़कों (ऊपर) और लड़कियों (नीचे) की बढ़त का तुलनात्मक स्वरूप । इस तथ्य पर ध्यान देंगे कि लड़कों की तेज बढ़त का काल लड़कियों की तेज बढ़त के काल से करीब दो वर्ष बाद शुरू होता है । (यह चित्र जे. एम. टैनर की पुस्तक Growing Up (1975) से लिया गया है) ।

ास्तव में हाइपोथैलेमस – पिट्यूटरी-जनन अंग प्रणाली यौवनारंभ से काफी पहलें कार्यशील हो जाती ; लेकिन यह फीडबैक नियंत्रण के प्रति काफी संवेदनशील होती है । यौवनारंभ होने पर हाइपोथैलेमस फीडबैक नियंत्रण के प्रति कम संवेदनशील हो जाता है और हारमोनों की ज्यादा मात्रा स्रावित करने लगता है जिससे जननांग विकसित होने लगते हैं और अपने हारमोनों का उत्पादन बढ़ा देते हैं । हाइपोथैलेमस की संवेदनशीलता तब तक कम होती रहती है जब तक गोनाडोट्रोपिन और सैक्स हारमोनों के स्रावण का स्तर वयस्क व्यक्ति के स्तर तक नहीं पहुंच जाता ।

यौवनारंभ के दौरान सैक्स हारमोनों और कुछ संबद्ध हारमोनों का शरीर पर काफी प्रभाव पड़ता है। इससे वजन, लम्बाई, वसा के वितरण और शरीर के अनुपात में परिवर्तनों के साथ वृद्धि होने लगती है (LSE-05 की इकाई 8 देखें)। इन परिवर्तनों से बच्चे का स्वरूप व्यस्कों सा दीखने लगता है। वयस्क अवस्था के बाद शरीर में ह्रासकारी (degenerative) परिवर्तन होने लगते हैं जिन्हें काल प्रभावन (aging) कहते हैं।

बोध प्रश्न 6

नवजात शिशु के लिए पहली सांस बलपूर्वक लेना क्यों जरूरी है ?

....

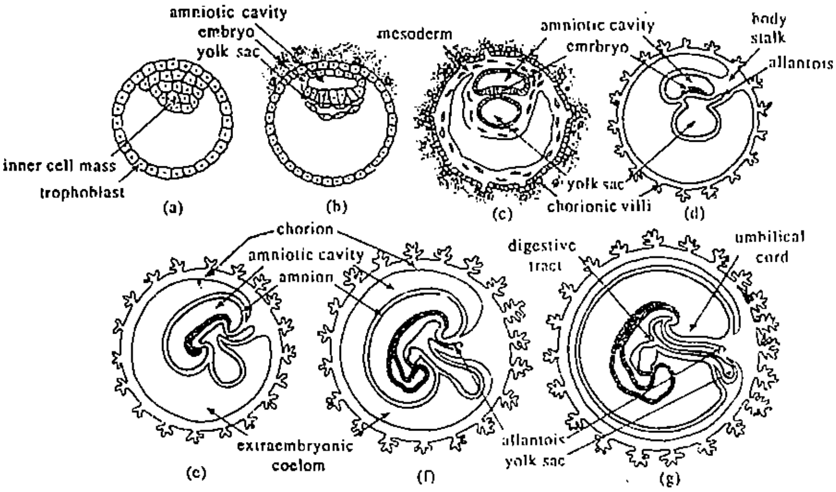
....

....

21.8 भ्रूणबाह्य कलाएं और अपरा

आप पढ़ चुके हैं कि भ्रूण-बाह्य कलाएं भ्रूण को पोषण और संरक्षण प्रदान करती है। चित्र 21.17 में आप देख सकते हैं कि भ्रूणबाह्य कलाओं का बनना कैसे प्रारंभ होता है। मनुष्य में ये कलाएं सरीसृपों और पक्षियों से मूलतः समान होती है लेकिन इनके प्रारंभ का तरीका अलग होता है। तीसरे और चौथे सप्ताह में, उल्ब भ्रूण के चारो ओर फैल जाता है और भ्रूण को तरल पदार्थ से भरी एक झिल्लीदार थैली में बंद कर लेता है। इस थैली में प्रारंभ में परिवर्धनशील भ्रूण और बाद में

अध्ययनों से जरायु के एक और कार्य का पता चलता है। यह किसी भी बाह्य वस्तु के प्रतिरोध करने की मां की प्रतिक्रिया (immune response) से भ्रूण को बचाता है। मानवीय शरीर अपने में अंतरोपित किसी प्रकार के बाह्य ऊतक को स्वीकार नहीं कर लेता है फिर भी यह भ्रूण जिसमें माता पिता से प्राप्त प्रमुख ऊतकसंयोज्यता एंटीजेन histocompatibility antigen होते हैं, को स्वीकारता है। एक परिकल्पना यह है कि जरायु ऐसे पदार्थ उत्पादित करता है जो मां को प्रतिरोधक प्राणाली के प्रभाव को भ्रूण तक नहीं पहुंचने देता, जिससे मां की प्रतिरोधक प्राणाली भ्रूण को अस्वीकार कर उसका प्रतिरोध नहीं करती।



चित्र 21.17 : भ्रूण बाह्य कलाओं और नाभि नाल का विकास। (a) कोरकपुटी और उसे घेरे पोषकोरक (b) उल्ब गुहा और पीतक कोष बनते हैं, (c) प्रथम जरायु अंकुरों का बनना, (d) देह वृत के जरिए भ्रूण जरायु से जुड़ता है, (e) से (g) नाभि नाल का बनना।

गर्भस्थ शिशु आसानी से तैरता हुआ सा हिल डुल सकता है । जैसा पहले बताया जा चुका है यह थैली विभिन्न झटकों और प्रघातों (shocks) को संभालते हुए भ्रूण तथा बाद में गर्भ को सुरक्षित रखती है और इसमें स्थित तरल – उल्ब तरल (ammiotic fluid) गर्भ के आस पास तापमान को स्थिर बनाए रखता है ।

एक अन्य झिल्ली, जरायु झिल्ली (chorion) ट्रॉफोब्लास्ट अर्थात् पोषकोरक कोशिकाओं से बनती है । जरायु अत्यंत विशिष्ट भ्रूणवाह्य ऊतक है । यह झिल्ली भ्रूण तथा मां के बीच गैसों, पोषक तत्त्वों और उत्सर्जित किए जाने वाले बेकार पदार्थों के आदान प्रदान को संभव बनाती है । यह अपरा को बनाने वाला प्राथमिक भाग है, जिसकी चर्चा हम आगे करेंगे ।

दूसरे सप्ताह में पीतक कोष (yolk sac) विकसित होता है हालांकि मानवीय अंडक में बिल्कुल भी पीतक नहीं होता । यह भ्रूण का पोषण नहीं करता लेकिन यह मध्यजनस्तर से घिरा होता है जो तब तक रक्त कोशिकाएं बनाता है जब तक, छठे सप्ताह में, भ्रूण का जिगर पूर्णत : कार्यशील नहीं हो जाता । पीतक कोष तथा अपरापोषिका (allentois) मिल कर नाभि नाल (umbilical cord) बनाते हैं । पीतक कोश के कुछ हिस्से से आहार नली की कोशिकाएं भी बनती है । अपरापोषिका पीतक कोष में बनी एक छोटी थैली होती है जो तीसरे सप्ताह बनती है । यह रक्त कोशिकाओं के उत्पादन में भी योगदान देती है और बाद में नाभि रक्त वाहिनियों के रूप में विकसित होती है ।

बोध प्रश्न 7

मनुष्य की भ्रूण बाह्य कलाओं की अन्य कशेरूकों की भ्रूण बाह्य कलाओं से तुलना करें ।

....

....

....

अपरा

हमने इस भाग के प्रारंभ में बताया था कि निषेचन के बाद दूसरे सप्ताह में गर्भाशय –. अपरा रक्त परिसंचरण का प्राथमिक तंत्र निर्मित हो जाता है । इस चरण के प्रारंभ में ट्रॉफोब्लास्ट से आस पास के गर्भाशय के अंतःस्तर में नाजुक से उभार निकल आते हैं । यही जरायु अंकुर (choronic villi) है । इनकी शाखाएं बन जाती है (चित्र 21.15) । चौथे सप्ताह के अंत तक ये अच्छी तरह विकसित हो जाते हैं ।

जरायु अंकुरों के बनने के साथ ही, इनमें भ्रूणीय रक्त वाहिकाएं (embryonic blood vessels) बनने लगती है । ये संयोजक वृंत (connecting stalk) की वाहिकाओं से जुड़ी होती है । जरायु अंकुरों के सुमेल में, गर्भाशय भित्ति में प्रगुहिकाएं (crypts) बन जाती है । आठवें सप्ताह के अंत में, जरायु अंकुर पूर्व कोरकपुटी की पूरी सतह को ढक लेते हैं । भ्रूण और जरायु फैलने के कारण केवल वे ही अंकुर बने रहते हैं जो गर्भाशय के अंतः स्तर के संपर्क में होते हैं बाकि नष्ट हो जाते हैं । गर्भाशय के अंतःस्तर संपर्क क्षेत्र से डिस्क (disk) के आकार की अपरा अर्थात प्लैसेन्टा बनती है । पोषकोरक के मां के ऊतकों के साथ अंतःक्रिया से काफी हद तक अपरा का आकार निर्धारित होता है । मनुष्य और चूहे की अपरा में मां और भ्रूण के बीच अत्यंत घनिष्ट संबंध पाया जाता है । इनमें जरायु अंकुर गर्भाशय के ऊतकों में गहरे धंस जाते हैं और मां की रक्त वाहिकाओं को तोड़ देते हैं जब तक कि वे मां के रक्त से अच्छी तरह घिर नहीं जाते । ऐसे अपरा को रूधिरजरायु अपरा (haemochorial placenta) कहते हैं । इसमें जरायु अंकुर कोशिका में भ्रूण का रक्त एक पतली झिल्ली से गर्भाशय के अंतःस्तर की गुहिकाओं में स्थित मां के रक्त से अलग होता है । यह अपरा झिल्ली से मिलकर बनती है । इसी झिल्ली से गैसों का आदान प्रदान होता है । ऑक्सीजन और पोषक तत्व मां के रक्त से भ्रूण तक पहुंचते हैं और गर्भस्थ शिशु के रक्त के कार्बन डाईऑक्साइड और अन्य उत्सर्जित पदार्थ इसी झिल्ली से मां के रक्त में पहुंचते हैं ।

दसवें सप्ताह तक, अपरा पूरी तरह बन जाती है । यह एस्ट्रोजन और प्रोजेस्टॉरॉन स्रावित करने लगती है । ये हारमोन अपने फीडबैक प्रभाव से पिट्यूटरी और हाइपोथैलेमस को नये पुटक को परिपक्व होन देने से रोकते हैं और गर्भाशय में कोशिकाओं के स्तर को भी बनाए रखते हैं ।

सक्रिय परिवहन और कोशिकापायन (pinocytosis) प्रक्रिया से विभिन्न पदार्थ झिल्ली के आरपार जा सकते हैं । सामान्यतः मां और भ्रूण के रक्त परस्पर मिलते नहीं हैं । लेकिन छोटे अणु और विभिन्न विषैले पदार्थ (toxins) और वाइरस अपरा से गुजर सकते हैं । इसलिए मां द्वारा ली गई कुछ औषधियां या नशीले पदार्थ अथवा मां को हुए कुछ संक्रमण शिशु तक पहुंच जाते हैं । हम भाग 21.9 में इसके बारे में और अध्ययन करेंगे ।

बोध प्रश्न 8

1) उल्व तरल का क्या कार्य है ?

....

....

....

2) भ्रूण के रक्त और मां के रक्त के बीच विभिन्न पदार्थों का आदान–प्रदान कैसे होता है ?

....

....

....

हालांकि मां और गर्भस्थ शिशु का रक्त गर्भावस्था के दौरान कभी आपस में मिलता नहीं, लेकिन जन्म के समय अपरा के अलग होते समय (या गर्भपात हो जाने पर) अपरा की झिल्ली फट सकती है । और शिशु का कुछ रक्त मां की रक्त प्रणाली में मिल सकता है । अगर मां का रक्त Rh^- हो और शिशु का रक्त Rh^+ हो तो अगली गर्भावस्था में मां के लिए स्थिति काफी गंभीर हो सकती है । शिशु की Rh पॉजिटिव कोशिकाएं मां के ऊतकों को Rh रोधी समूह (Anti Rh agglutins) बनाने को उद्दीपित करते हैं । अगर अगली बार महिला फिर गर्भवती हो और उसका शिशु Rh पॉजिटिव रक्त वाला हो तो ये Rh रोधी समूह की कोशिकाएं अपरा से होकर गर्भ तक पहुँच जाती है । ये गर्भ की लाल रक्त कोशिकाओं से प्रतिक्रिया कर उन्हें समूहीकृत (agglutinate) कर सकते हैं । ऐसी स्थिति में गर्भस्थ शिशु में गर्भ रक्ताणुकोरकता (erythroblastosis foetalis) हो सकती है जो प्रायः जानलेवा होती है । अगर शिशु बच भी जाए तो उसकी संवेदी और प्रेरक प्रणालियों अथवा मस्तिष्क में गंभीर अपसामान्यताएं हो सकती हैं ।

21.9 परिवर्धन में अपसामान्यताएं

मानवीय वृद्धि और परिवर्धन की प्रक्रियाएं जटिल होने के बावजूद प्रायः हमेशा ही बिल्कुल सही रहती है । लेकिन परिवर्धन प्रक्रिया में कभी–कभी गड़बड़ी हो जाने से बेहद लंबा या बौना, बहुत सी अंगुलियों और पंजों वाली रंजकहीन (एल्बिनो) या हीमोफीलिया जैसी अन्य अपसामान्यताओं वाला व्यक्ति परिवर्धित हो सकता है या इससे भी बुरी स्थिति हो सकती है । ऐसी अपसामान्यताओं को जन्मजात विकृतियां (congenital defects) कहा जाता है ।

जन्मजात विकृतियों के कारणों को मोटे तौर पर तीन वर्गों में बांटा जा सकता है । ये हैं दोषपूर्ण जीन, गुणसूत्रों का असामान्य संयोजन और गर्भावस्था के दौरान गर्भ के पर्यावरण में प्रतिकूल परिस्थितियां ।

आनुवंशिक जन्मजात अपसामान्यताएं अनेक प्रकार की होती हैं । कुछ मामलों में हमें इस बात की जानकारी है कि कोई विशिष्ट रासायनिक त्रुटि किसी जीन विशेष में विकृति के कारण होती है । जैसे–हीमोफीलियां, सिकल सेल एनीमिया (sickle cell anaemia) और फेनिलकीटोनूरिया (phenylketonuria) लेकिन सभी जन्मजात अपसामान्यताएं आनुवंशिक नहीं होती । कुछ भ्रूणों में वृद्धि को संचालित करने वाले आनुवंशिक निर्देश प्रारंभ में सही होते हैं लेकिन कोशिका विभाजनों के दौरान निर्देश परस्पर गड़बड़ा जाते हैं । इस तरह की गड़बड़ियां केवल एक जीन के कारण नहीं, बल्कि कोशिकाओं की पूरी आनुवंशिक सामग्री का समायोजन क्रम बदल जाने से होती है । डाउन संलक्षण ऐसा ही एक उदाहरण है (आपने इस इकाई के भाग 21.2 में गुणसूत्रों की ऐसी गड़बड़ी के बारे में पढ़ा है जिनके कारण असामान्य परिवर्धन हो जाता है) ।

आपने भाग 21.8 में पढ़ा कि भ्रूण पर विभिन्न संक्रमणों का बुरा असर पड़ने की आशंका रहती है । कई संक्रमण या विषैले पदार्थ, जो अपरा से होकर भ्रूण तक पहुंच जाते हैं, परिवर्धन में गंभीर विकृतियां उत्पन्न कर सकते हैं ।

1) उदाहरण के लिए, अगर कोई गर्भवती महिला शराब पीती है तो उसके रक्त में एल्कोहल की सांद्रता बढ़ जाती है और भ्रूण के रक्त में भी ऐल्कोहल की उतनी ही सांद्रता हो जाती है । एल्कोहाल से अनेक शारीरिक व मानसिक अपसामान्यताएं हो सकती हैं । इसे गर्भ एल्कोहल संलक्षण (foetal alcohal syndrome) कहते हैं । इस सिंड्रोम में जन्म से पूर्व और जन्म के बाद का परिवर्धन मंद पड़ जाता है । असामान्य विकृति चेहरा, छोटा सिर और मंदबुद्धि होने के

लक्षण पैदा हो सकते हैं । मां के रोज 8.5 मिलीलीटर एल्कोहल पीने अथवा केवल एक बार अत्यधिक शराब पीने से शिशु में गर्भ-एल्कोहल संलक्षण हो सकता है ।

2) गर्भवती महिला को जर्मन मीसल्स (यह संक्रमण रूबेला rubella वाइरस के कारण होता है) हो जाने से भ्रूण में जन्मजात शारीरिक विकृतियां पैदा हो सकती हैं । अगर गर्भावस्था के पहले चार-पांच सप्ताह में मां को रूबेला वाइरस का संक्रमण हो जाए तो भ्रूण की आंखे, कान, हृदय का आकार विकृत हो सकता है । गर्भावस्था के बाद के दिनों में, जब भ्रूण का ज्यादा परिवर्धन हो गया हो, अगर रूबेला वाइरस का संक्रमण भ्रूण तक पहुंच जाए तो उसके केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र में विकृतियाँ हो सकती हैं ।

3) अनेक दवाएं वयस्कों के लिए हानिरहित लगती हैं पर परिवर्धनशील भ्रूण के लिए ये हानिकारक हो सकती हैं । ये विषैली नहीं होती लेकिन विकृतिकारक होती हैं और भ्रूण के अंगों में विकृतियां ला सकती हैं । संभवतः ऐसी विकृतिकारक दवाओं का सबसे दुखद उदाहरण थेलीडोमाइड (thalidomide) है जिसका इस्तेमाल प्रशांतक (tranquilizer) के रूप में किया जाता था । इस दवा का इस्तेमाल शुरू होने के दो वर्ष के अंदर इंग्लैंड सहित यूरोप में 8,000 विकलांग बच्चे पैदा हुए, जिनके हाथ पैर नहीं थे ।

4) गर्भधारण के बाद 18 से 55 दिन के बीच इन विकृतिकारक पदार्थों का असर पड़ने की सबसे ज्यादा आशंका रहती है । सबसे ज्यादा आशंका 30वें दिन होती हैं । इसलिए गर्भवती महिला को डाक्टर की सलाह के बिना कोई भी औषधियां नहीं लेनी चाहिए । विकृतिकारक पदार्थों के बारे में और जानकारी आपको LSE-03 की इकाई 17 में मिल सकती हैं ।

केवल 40 प्रतिशत जन्मजात विकृतियों के निश्चित आनुवंशिक या पर्यावरण संबंधी कारण बताए जा सकते हैं । उनमें भी 20 प्रतिशत विकृतियाँ ऐसे बाह्य कारकों की वजह से होती है जो परिवर्धनशील भ्रूण पर असर डालते हैं । गर्भावस्था के प्रारंभ में विकृतिकारक पदार्थों और वाइरस से होने वाले संक्रमणों के असर के बारे में आप पढ़ चुके हैं । रेडियोधर्मी विकिरणों से भी गर्भ के परिवर्धन पर बहुत बुरा असर पड़ सकता है । पहली तिमाही के दौरान ज्यादा एक्स-रे कराने से मानसिक विकलांगता, हड्डियों का आकार बिगड़ना, छोटा सिर होने जैसी विकृतियां आ सकती हैं और जन्म के बाद भी ऐसे व्यक्ति को ल्यूकोमिया (leukemia) होने की आशंका रहती है ।

गर्भवती महिलाओं को खतरनाक औषधियां और एक्स-रे कराने से रोककर डाक्टर ऐसी विकृतियों की आशंका कम कर सकते हैं । मां की जागरूकता और इस क्षेत्र में भावी अनुसंधानों से संभवतः भविष्य में ऐसी विकृतियां रोकी जा सकें ।

21.10 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा कि :

- मानवीय परिवर्धन सतत प्रक्रिया है और इसे जन्म पूर्व तथा जन्मोत्तर परिवर्धन—दो वर्गों में रखा जा सकता है ।
- पुरुषों में युग्मकजनन यौवनारंभ पर शुरू होता है और जीवन भर चलता रहता है । महिलाओं में जन्म के पूर्व ही युग्मकजनन प्रारंभ हो जाता है पर अंडाणु यौवनारंभ के बाद ही परिपक्व होते हैं । अंडकजनन सामान्यतः 45 से 50 वर्ष की आयु तक जारी रहता है । उसके बाद रजोनिवृति हो जाता है ।
- अंडाशय और गर्भाशय के आवर्ती चक्रों के दौरान होने वाले परिवर्तनों से अंडक को निषेचन के लिए उत्सर्जित किया जाता है और गर्भाशय गर्भधारण के लिए तैयार होता है ।
- निषेचन फेलोपियन नलिकाओं में होता है और निषेचन के बाद करीब दो सप्ताह तक भ्रूण-पूर्व परिवर्धन काल होता है । इस दौरान भ्रूण का गर्भाशय भित्ति में अंतर्रोपण होता है ।

- गर्भावस्था की पहली तिमाही में निषेचन के दूसरे सप्ताह के अंत से आठवें सप्ताह तक का काल भ्रूणीय परिवर्धन काल कहा जाता है । इस दौरान तीन स्तरों – बाह्यचर्म, मध्यश्चर्म और अंतश्चर्म से सभी प्रमुख ऊतकों का विभेदीकरण हो जाता है ।
- गर्भस्थ शिशु का परिवर्धन काल नौवें सप्ताह से शुरू होता है । इस काल में पहले से बन चुकी शारीरिक संरचनाएं तेजी से बढ़ती और पनपती होती हैं । शरीर के अनुपात में भी काफी परिवर्तन होते हैं । तीसरी तिमाही की समाप्ति, अर्थात् गर्भधारण के करीब 38 सप्ताह बाद शिशु का जन्म होता है ।
- जन्म के तुरंत बाद नवजात शिशु के श्वसन और रक्त परिसंचरण तंत्रों में महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं जिससे वह बाहर की हवा में सांस ले सकें और उसके शरीर में ऑक्सीजन युक्त और ऑक्सीजनरहित रक्त का प्रवाह अलग-अलग हो सके और वयस्कों जैसा रक्त परिसंचरण तंत्र विकसित हो सके ।
- परिवर्धन जन्म पर ही समाप्त नहीं हो जाता बल्कि बचपन, किशोरावस्था और वयस्क होने तक जारी रहता है ।
- मानव अपरा रूधिरजरायु होती है और निषेचन के बाद दसवें सप्ताह में पूरी तरह बन जाती है । यह एस्ट्रोजन और प्रोजेस्टॉरोन स्रावित करती है जिससे गर्भ टिकता है । अपरा की झिल्ली से होकर मां के रक्त से सभी पोषक पदार्थ गर्भस्थ शिशु के रक्त तक पहुंचते हैं और गैसों का आदान-प्रदान होता है । विभिन्न विकृतिकारक पदार्थ और संक्रमण भी अपरा झिल्ली से होकर गर्भस्थ शिशु तक पहुंच सकते हैं । इसलिए भ्रूणीय काल के दौरान औषधियों और विकृतिकारक पदार्थों का बुरा असर पढ़ने की ज्यादा आशंका रहती है जिससे भ्रूण के सामान्य परिवर्धन में बाधाएं आती हैं और विकृतियां आ सकती हैं ।

21.11 अंत में कुछ प्रश्न

1) निषेचन के दौरान होने वाले घटनाक्रम की सूची बनायें ।

....

....

....

2) अपरा कैसे बनती है ? इसके क्या कार्य हैं ?

....

....

....

3) भ्रूण और गर्भ की परिभाषा दें ।

....

....

....

4) भ्रूणीय काल में विकृतिकारकों का बुरा असर पढ़ने की ज्यादा आशंका क्यों रहती है ?

....

....

....

5) युग्मनज से तीन जनन-स्तरों का बनना एक चार्ट द्वारा दिखाएं ।

....

....

....

....

6) रिक्त स्थानों में सही शब्द भरें और परिवर्धन की घटनाओं को सही क्रम में रखें :-

1. गर्भस्थ शिशु का वजन .... तिमाही के दौरान सबसे अधिक बढ़ता है ।
2. .... तिमाही के अंत तक शरीर की सभी अंग प्रणालियां कम से कम आंशिक रूप से कार्यशील हो जाती हैं ।
3. .... महीने के बाद मुंह का आकार मनुष्य जैसा दीखने लगता है और भ्रूण .... बन जाता है ।
4. भ्रूण का पहला ऊतक तंत्र .... सप्ताह में बन जाता है ।
5. .... महीने के दौरान कार्टिलेज के स्थान पर हड्डी बन जाती है ।
6. अंतर्रोपण के कुछ दिन बाद आंतर कोशिका पुंज .... स्तरों वाली भ्रूणीय डिस्क में बदल जाता है जो जरायु से .... गुहिका द्वारा अलग होता है ।
7. .... सप्ताह के दौरान तीन जनन स्तर बन जाते हैं ।
8. निषेचन के बाद .... सप्ताह में विदलन, कोरकभवन और अंतर्रोपण प्रक्रियाएं होती हैं ।

21.12 उत्तर

बोध प्रश्न

1) अर्धसूत्री विभाजन के लंबे समय तक रूके रहने से अंडक के गुणसूत्रों में अवियोजन होने से बढ़ी उम्र की महिलाओं के डाउन संलक्षण वाला बच्चा होने की आशंका अधिक रहती है ।

2) 1. घ 2. क 3. ख 4. ग

3) 1. सही 2. गलत 3. सही 4. गलत

4) 1. कोरकपुटी 2. आंतर कोशिका पुंज 3. गर्भाशय के बाहर 4. बनाए रखता है
5) बहुकेन्द्रकपोषकोरक

5) क. 1. गर्भावस्था 2. तीसरे
ख. 1. चौथे 2. पांचवे 3. सांतवें 4. आठवें ।

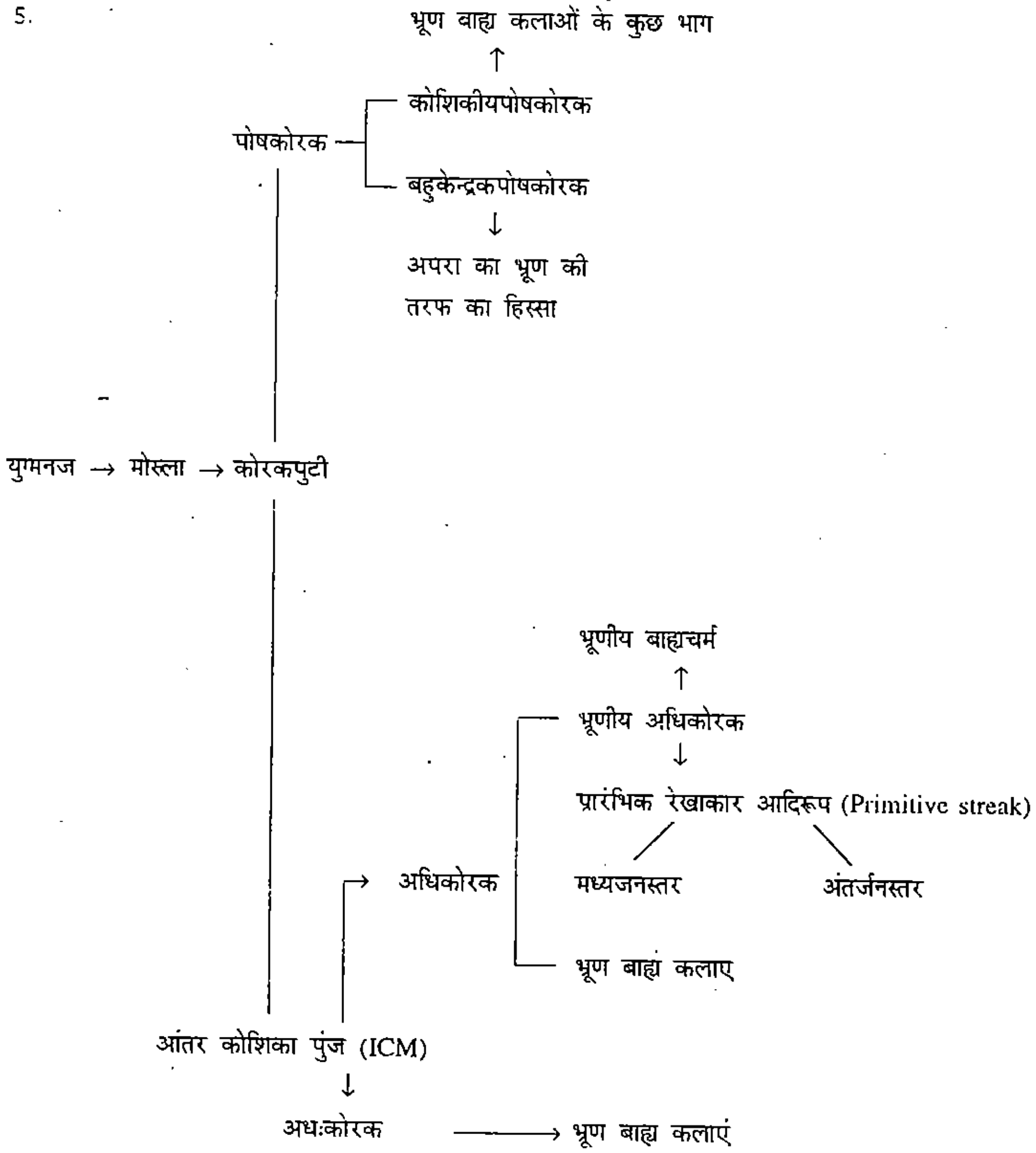
6. पिचके हुए फेफड़ों को फुलाने के लिए नवजात शिशु को पहली सांस बलपूर्वक लेनी पड़ती है क्योंकि गर्भावस्था में गैसों का आदान प्रदान अपरा के जरिए होता है और फेफड़े निष्क्रिय रहते हैं ।

	मनुष्यों में	पक्षियों और सरीसृपों में
7.	उल्ब भ्रूण के चारो ओर तरल से भरा कोष । यह उल्ब गुहिका को घेरे रहता है यह गर्भ को विभिन्न झटकों से बचाता है ।	तरल से भरी गुहिका जो भ्रूण का संरक्षण करती है और निर्जलीकरण रोकती है
	जरायु–अपरा का गर्भ भाग बनाता है । मां की एंटीबाडी द्वारा अस्वीकार किए जाने से भ्रूण को बचाता है । HCG स्रावित करता है जो अपरा के पूरी तरह बनने तक पीत पिंडक को बनाए रखता है ।	अंडक की पारगम्यता को बनाए रखता है । उल्ब, अपरापोषिका और पीतककोष को घेरे रहता है ।
	अपरापोषिका –भ्रूण की आहार नली से जुड़ी थैली जैसी संरचना यह अपरा में भ्रूण की तरफ की रक्त वाहिकाएं बनाती हैं	अंडे के सेए जाने तक बेकार पदार्थों का भंडारण करती है, इसकी श्वसन में भी भूमिका होती है ।
	पीतककोष–इसमें कोई पोषक तत्व नहीं होता । लेकिन एक रंगहीन तरल होता है । यह भ्रूण की प्रारंभिक अवस्था के दौरान उसके लिए तब तक रक्त कोशिकाएं बनाता है जब तक जिगर नहीं बन जाता । नाभि नाल के हिस्से को भी बनाता है ।	विकासमान भ्रूण के पोषण के लिए इसमें बड़ी मात्रा में पोषक पदार्थ होता है । कोष में अनेक वाहिकाएं होती हैं जिनसे होकर घुले हुए पोषक पदार्थ पीतक से भ्रूण तक पहुंचते हैं

अंत में कुछ प्रश्न

1. भाग 21.4.2 देखें ।
2. भाग 21.5.2 देखें ।
3. निषेचन के बाद दो से आठ सप्ताह तक परिवर्धनीय प्राणी को भ्रूण कहते हैं जबकि आठ सप्ताह से जन्म तक उसे गर्भ कहते हैं ।
4. क्योंकि ऊतक विभेदीकरण और अंग बनने की अधिकांश कार्य गर्भावस्था की पहली तिमाही में होता है और इस समय सामान्य प्रकिया को बिगाढ़ने वाली प्रक्रिया से परिवर्धनीय प्राणी में शारीरिक मानसिक विकृतियां आ सकती हैं ।

5.



6. रिक्त स्थानों की पूर्ती

रिक्त स्थानों की पूर्ती	परिवर्धन क्रम	
1) तीसरी	सं. 8	पहला है
2) पहली	6	दूसरा है
3) दूसरे, गर्भ	7	तीसरा है
4) तीसरे	4	चौथा है
5) तीसरे	3.	पाँचवां है
6) दो; उल्ब	5	छठा है
7) दूसरे	2	साँतवां
8) पहले	1	आठवां

शब्दावली

अपमुख (aboral)	:	मुंह के सामने का भाग ।
एक्रोसोम (acrosome)	:	शुक्राणु कोशिका केन्द्रक के शीर्ष पर पाया जाने वाला आवरण, जिसमें निषेचन के लिए आवश्यक एंजाइम मौजूद होते हैं ।
अपरापोषिका (allantois)	:	भ्रूण बाह्य झिल्ली जो स्तनधारी जंतुओं में नाभिरज्जु के लिए वाहिकाओं के एक स्रोत का काम करती है । पक्षियों और सरीसृपों में यह भ्रूण के लिए नाइट्रोजनयुक्त उत्सर्जी पदार्थों के आधार का काम करती है ।
उल्व (amnion)	:	सबसे भीतरी भ्रूण बाह्य झिल्ली यह भ्रूण को घेरे रहने वाली तरल से भरी एक थैली है ।
शृंगिका/एंटेना (antenna)	:	आर्थ्रोपोडा जंतुओं के सिर में पाया जाने वाला एक संवेदी उपांग ।
शिखाग्र अधिचर्म आच्छद (apical epidermal cap)	:	कोशिकाओं का बहुस्तरीय पिंड जो उच्छेदित यूरोडेल पाद के सिरे पर एक शंकुनुमा उभार बनाता है ।
धमनीवाहिनी (arterial duct)	:	फुफुसधमनी और महाधमनी (aorta) के बीच संबंधन *डक्टस आर्टिरिओसिस*
ऐथिरोस्कलेरोसिस (antherosclerosis)	:	रोगजनक स्थिति, जिसमें धमनियों की भीतरी सतह पर वसीय निक्षेप बन जाते हैं ।
स्वांगोच्छेदन (autotomy)	:	स्वयं जीव द्वारा एक पूर्व निर्धारित स्थल पर शरीर के किसी भाग का अलग होना या विच्छेदन ।
एक्सोलोटल (axolotl)	:	*ऐम्बिस्टोमा जीनस* की अनेक जातियों में से किसी एक की लार्वा अवस्था ।
ब्लास्टोसिस्ट (blastocyst)	:	अपरायुक्त स्तनधारियों द्वारा बनाया जाने वाला ब्लास्ट्ला यही भ्रूणीय अवस्था गर्भाशय की भित्ति में अंतरोपित होती है ।
कार्पस एलेटम (corpus allatum)	:	कीट में पाई जाने वाली ग्रंथि जो किशोर हार्मोन (juvenile hormone) पैदा करती है ।
कॉर्पस ल्यूटिमम (corpus luteum)	:	द्वितीयक अंडक के विसर्जन के बाद बचे रहने वाली पुटिका या फ़ॉलिकल (follicle) का अवशेष । यह एक ग्रंथि नुमा संरचना में विकसित हो जाता है जो प्रोजेस्टेरॉन और एस्ट्रोजन नामक हार्मोन पैदा करती है । यह हार्मोन दूसरे अंडों के विसर्जन को रोकने का काम करते हैं ।
ड्यूरोस्टोमिया (Deuterostomia)	:	जंतु जगत की एक प्रमुख शाखा का एक सदस्य जीव, जिसमें ब्लास्टोपोर (blastopore) स्थल पश्च होता है– यानी मुंह से दूर जो अग्र सिरे पर एक नया छिद्र बनाता है ।
उपरति (diapause)	:	कुछ कीटों और दूसरे कुछ ख़ास जंतुओं के जीवन चक्र में रुद्ध परिवर्धन की एक अवधि, जिस दौरान कार्यिकी क्रियाशीलता एकदम धीमी हो जाती है और जंतु विपरीत बाह्य परिस्थितियों के प्रति बेहद प्रतिरोधी रहता है ।
विभेदन (differentiation)	:	भ्रूण कोशिकाओं का विशिष्टीकरण ।

निर्मोकोत्सर्जन (ecdysis)	:	बाह्य क्यूटिकली परत का त्यागा जाना, जैसे कि कीटों या क्रस्टेशिया जंतुओं में (निर्मोचन) होता है ।
एक्डाइसोन (ecdysone)	:	आर्थ्रोपोडा जंतुओं का निर्मोचन हार्मोन जिसे अग्रवक्षीय (prothoracic) ग्रंथि उत्पन्न करती है ।
अंतःपंखी/एंडोप्टेरिगोट (Endopterygote)	:	ऐसे कीट जिनमें पंख मुकुल आंतरिकतः परिवर्धन होते हैं, इनमें पूर्णरूपांतरणीय कायांतरण होता है ।
एस्ट्रोजन (estrogen)	:	मादा लिंग हार्मोन जो मादा भ्रूण में मादा क्रमावली के अनुसार आंतरिक और बाह्य जननांगी शरीर का विभेदन करती है । यौवनारंभ में स्तन, योनि, गर्भाशय, भगशेफ और जधनास्थि में होने वाले परिवर्तन इसी की वजह से होते हैं ।
एक्सोप्टेरिगोट/बाह्यपंखी (Exopterygote)	:	ऐसे कीट जिनमें पंख मुकुल अर्भकीय इनस्टार के दौरान बाह्यतः परिवर्धन होते है, अल्पकायांतरिक कायांतरण होता है ।
गर्भ (foetus)	:	अंग तंत्र का परिवर्धन पूरा हो जाने के बाद का अजन्मा कशेरुकी । मानव में निषेचन के तीन महीने बाद ।
पुटिका/फॉलिकल (follicle)	:	अंडाशय की सतह के समीप पाए जाने वाली थैलीनुमा संरचना जो शीघ्र ही मुक्त होने वाले द्वितीयक अंडक को घेरे रहती है ।
युग्मकजनन (gametogenesis)	:	अर्धसूत्री कोशिका विभाजन द्वारा युग्मकों का निर्माण जो लिंग कोशिकाएं बनाते हैं ।
संजीन (genome)	:	जीनों का एक पूर्ण अगुणित सेट ।
जनदप्रभावी हार्मोन (gonadotropic hormone)	:	पीयुष ग्रंथि से निकलने वाले पेप्टाइड हार्मोन, जो कशेरुकी जंतुओं में जनन ग्रंथि और जनन कार्यों का नियमन करती है ।
वृद्धि (growth)	:	किसी जीव के आकार में वृद्धि, जो इसकी कोशिकाओं की संख्या में बढ़ोतरी के फलस्वरूप होती है ।
उतकजनन (histogenesis)	:	ऊतक का निर्माण
ह्यूमेरस (humerus)	:	कशेरुकी जंतु में ऊपरी भुजा की हड्डी
अतिवृद्धि (hypertrophy)	:	शरीर के किसी अंग या भाग के आकार में अपसामान्य वृद्धि
पूर्णक बिम्ब (imaginal disc)	:	अंतःपंखी कीटों के लार्वा में अविभेदित कोशिकाओं के विविक्त पैकेज जो कायांतरण के दौरान और उसके पश्चात विभेदन कर विशेष संरचनाएं बनाती हैं ।
पूर्णकीट इमैगो (imago)	:	कीट का वयस्क जननात्मक रूप, जो अल्पकायांतरिक और पूर्णरूपांतरी कीटों के जीवन चक्र के अंतिम निर्मोक में प्रकट होता है ।
निर्मोकरूप (इनस्टार) (instar)	:	लार्वा वृद्धि के दौरान निर्मोकों के बीच की पोषण अवस्थाएं ।
रजोनिवृत्ति (menopause)	:	पचास के करीब की उम्र में शुरु होने वाली अवधि जब अंडाशय जीवनक्षय द्वितीयक अंडकों का उत्पादन बंद कर देती हैं ।
मेसोग्लीया/मध्यश्लेपस्तर (mesoglea)	:	स्पंजों और नाइडेरिया जंतुओं के दो कोशिका परतों के बीच स्थित जिलेटिनी परत ।
नाएड (naiad)	:	एक अल्पकायांतरिक कीट का अर्भकीय जलीय रूप जो क्लोम (gill) की सहायता से सांस लेता है ।
दंशकोशिका (nematocyst)		सीलेंटरेट जंतुओं के दंशकारी कोशिकांग ।

चिरडिम्भता (neoteny)	:	लारवा अवस्था में लैंगिक परिपक्वता का प्राप्त होना । प्रौढ़ जीवन में भी लारवा गुणों का होना ।
तंत्रिकास्रावी कोशिका (neurosecretory cells)	:	तंत्रिका तंत्र की कोई भी तंत्रिका (कोशिका) जो हार्मोन उत्पन्न करती है ।
अर्भक (निम्फ) (nymph	:	किसी कीट का तरुण जीवन रुप जिसमें पूर्ण कायांतरण देखने में नहीं आता । प्रौढ़ अवस्था आने से पहले प्रायः एसे अनेक अर्भकीय निर्मोक होते हैं ।
अबुर्दजीन (oncogene)	:	वह जीन जो सामान्य कोशिकाओं को कैंसर कोशिकाओं में रूपांतरित करने में योगदान करती है ।
प्रच्छद (operculum)	:	मछलियों और टैडपोलों में गिल आवरण
अंडत्सर्ग (ovulation)	:	स्त्री में हर 28वें दिन अंडाशय की सतह से द्वितीयक अंडकों का चक्रीय विसर्जन
शावकीजनन (paedogenesis)	:	अवयस्क या लार्वा जंतुओं द्वारा जनन
ग्रसनी आर्च (pharyngeal arches)	:	ग्रसनी कोष्ठों/खांचों के बीच पाए जाने वाले मध्योतक स्तंभ ।
ग्रसनी विदर (pharyngeal clefts)	:	ग्रसनी कोष्ठों और खांचों के बीच संपर्क का भाग जिसमें छिद्रण से गिल बनते हैं ।
ट्राइट्यूरस *(Triturus)*	:	यूरोडेल उभयचर का जीनस जिन्हें न्यूट कहते हैं । अब इसे *नोटोफ़्थैलमस* कहा जाता है ।
पॉलिप (polyp)	:	नाइडेरिया (हाइड्रा) के जीवन चक्र में स्थानबद्धचरण
ध्रुव काय (polar body)	:	अंडजनन प्रक्रम में होने वाले असमान अर्धसूत्री विभाजन से निर्मित लघुतर कोशिका ।
प्रोटो-ऑन्कोजीन (proto-oncogene)	:	एक सामान्य कोशिकीय जीन जो अदि-अबुर्दजीन भी कहलाती है उत्परिवतति होने पर या जिसकी अभिव्यक्ति समुचित रूप से न होने पर कोशिकाओं को कैंसरयुक्त बना देता है । ऐसे जीन को *c-onc* नाम दिया जाता है । यह कोशिका वृद्धि और विभेदन के लिए महत्वपूर्ण है ।
प्रोटोस्टोमिया (Protostomia)	:	जन्तु फ़ाइला का एक समूह जिसमें ब्लास्टोपोर, मुंह के निर्माण में योगदान करता है ।
यौवनारम्भ (puberty)	:	किसी बालक या बालिका के जीवन में आने वाला यह काल जिसकी विशेषता लिंग हार्मोनों का वर्धित उत्पादन है जिसके फलस्वरूप वह लैंगिक रूप से वयस्क बन जाता है ।
पफ़ (puffs)	:	गहन अनुलेखन क्रियाशीलता वाले भाग में बहुपट्टीय (Polytene) गुणसूत्र के बैंडों का अनदलन या बढ़ना ।
प्यूपा (pupa)-कोशित	:	पूर्णरुपांतरी कीटों में सक्रिय लार्वा काल के बाद एक अक्रिय शांत अवस्था, इस अवधि के दौरान लार्वा अंग लगभग पूरे नष्ट हो जाते हैं और पूर्व अस्पष्ट पूर्णक बिम्बों से प्रौढ़ शरीर संरचनाएं विकसित होती हैं ।
रिट्रोवाइरसर (retrovirus)	:	विषाणु या वाइरस जिसमें आनुवंशिक पदार्थ RNA होता है ।
द्वितीय अंडक (secondary oocyte)	:	दो कोशिकाओं में बंटी अंड कोशिका जो अंडजनन में अर्धसूत्रण में प्राथमिक अंडक के असमान विभजन से बनती है ।

रूपांतरण (transformation)	:	संवर्ध में असीमित वृद्धि की अवस्था में परिवर्तन जा अर्बुदजनन दशा से मिलती-जुलती है । रूपांतरित कोशिकाएं उन सभी कारकों से स्वतंत्र हो जाती हैं जो प्रायः कोशिका वृद्धि के लिए आवश्यक हैं ।
अल्ना (ulna)	:	कशेरुकियों के अग्रबांह एक अस्थि
जीनोपस लेविस (*Xenopus laevis*)	:	दक्षिण अफ्रीकी पंजेदार मेढक
वर्धक (promoter)	:	DNA का भाग जो प्रायः जीन के 5 पार्श्व पर स्थित होता है । इसकी आवश्यकता उस जीन के अनुलेखन के समारंभन के लिए पड़ती है । RNA बहुलक और अन्य अनुलेखन कारक वर्धक से आ जुड़ते हैं ।
रिट्रोवाइरसर (retrovirus)	:	विषाणु या वाइरस जिसमें आनुवंशिक पदार्थ RNA होता है ।

प्रश्नावली

एल.एस.ई. - 06
खंड - 4

प्रिय छात्र/छात्रा

इस पाठ्यक्रम के बारे में आपकी राय जानने के लिए हमने यह प्रश्नावली तैयार की है, जो इसी खंड के लिए है । आप के उत्तर हमें पाठ्यक्रम को सुधारने में मदद करेंगे । अतः आपसे अनुरोध है कि आप शीघ्र ही हमें प्रश्नावली भर कर भेजें ।

नामांकन सं.

1. इकाईयों को पढ़ने में आपको कितने घंटे लगे ।

इकाई सं.	18	19	20	21
कुल घंटे				

2. इस खंड से संबंधित कार्य को करने के लिए आपको (लगभग) कितने घंटे लगे ।

सत्रीय कार्य सं.		
कुल घंटे		

3. हमारे विचार से आपके सामने 4 प्रकार की कठिनाईयाँ आई होंगी, उन्हें निम्नलिखित तालिका में दिया गया है । उपयुक्त कालमों में कृपया अपनी कठिनाई पर (√) का निशान लगाइए और सही पृष्ठ संख्या लिखिए ।

पृष्ठ सं.	कठिनाइयों के प्रकार			
	प्रस्तुतीकरण स्पष्ट नहीं है	भाषा कठिन है	चित्र स्पष्ट नहीं है	शब्दावली समझाई नहीं गई है

4. हमारा विचार है कि बोध प्रश्नों व अंत में दिये गये प्रश्नों में आपको कुछ कठिनाई हुई होगी । निम्नलिखित तालिका में हमने संभावित कठिनाईयाँ दी हैं। उपयुक्त कालमों में संबंधित कठिनाईयाँ और प्रश्न संख्या देते हुए अपनी कठिनाईयों पर (√) का निशान लगाइए ।

इकाई संख्या	बोध प्रश्न संख्या	अंत में दी गई प्रश्न सं.	प्रश्न स्पष्ट नहीं है	कठिनाइयों के प्रकार		
				दी गई जानकारी के आधार पर उत्तर नहीं दिया जा सकता	इकाई के अंत मे दिया गया उत्तर स्पष्ट नहीं है	दिया गया उत्तर पर्याप्त नहीं है

5. क्या सभी कठिन पारिभाषिक शब्दों को शब्दावली में दिया गया है । यदि नहीं तो कृपया नीचे दी गई जगह में उन शब्दों को लिखिये ।

6. अन्य सुझाव ।

सेवा में,

पाठ्यक्रम संयोजक, एल.एस.ई.-06 (खण्ड-4)
विज्ञान विद्यापीठ
इन्दिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय
मैदान गढ़ी, नई दिल्ली-110 068

NOTES

NOTES