इकाई 18 सार : निम्न पादप

इकाई की रूपरेखा

18.1 प्रस्तावना

उद्देश्य

18.2 टीलोम धारणा

18.3 रंभीय संरचना तथा विकास

18.4 विषमबीजाणुता तथा बीज प्रकृति

18.5 प्रयोगात्मक अध्ययन के लिए एक प्रणाली के रूप में फर्न

ध्रुवीयता

पुनर्जनन

अपयुग्मन तथा अपबीजाणुता

18.6 सारांश

18.7 अंत में कुछ प्रश्न

18.8 उत्तर

18.1 प्रस्तावना

पूर्व इकाइयों (16, 17) में आपने आदिम थल पादपों के विभिन्न समूहों के कुछ चुने हुए वंशों की संरचना तथा प्रजनन के बारे में पढ़ा था। आपने ध्यान दिया होगा कि संरचना तथा प्रजनन की प्रक्रिया में कुछ मूलभूत समानताओं के बावजूद, आदि प्रकारों जैसे *राइनिया* तथा *साईलोटम* से आरंभ करके सबसे अधिक उन्नत वास्तविक फर्न जैसे कि वृक्ष फर्न *साऐथिया* तक में बहुत से लक्षणों में एक क्रमिक उन्नति पाई जाती है। यह उन्नति पत्ती, रंभ व प्रजनन अंगों की संरचना में देखी जा सकती है। इस अध्याय में आप इन में से कुछ प्रवृत्तियों के बारे में पढ़ेंगे।

संवहनी पादपों के विकासात्मक पैटर्नों को समझने के लिए, टेरिडोफाइट्स प्रायोगिक अध्ययन के लिए भी उपयुक्त है। इनका विकासात्मक जीवविज्ञान में अनुसंधान के लिए काफी उपयोग किया जाता है। आप इनमें से कुछ पहलूओं जैसे कि पुनर्जनन, ध्रुवीयता, अपयुग्मन तथा अपबीजाणुता के बारे में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस इकाई को पढ़ने के बाद आप :

- टीलोम धारणा तथा समतलन (planation), उच्चातिक्रमी (overtopping), सहजनन (syngenesis), लघुकरण (reduction) तथा प्रतिवक्रण (recurving) को परिभाषित कर सकेंगे,
- विभिन्न प्रकार के रंभों के बीच विभेद कर सकेंगे,
- विषमबीजाणुता तथा बीज प्रकृति की उत्पत्ति का वर्णन कर सकेंगे तथा
- ध्रुवीयता, पुनर्जनन, अपयुग्मन तथा अपबीजाणुता की व्याख्या कर सकेंगे।

18.2 टीलोम धारणा

संवहनी पादपों में पत्तियाँ बीजाणु-उद्भिदी पौधे का एक प्रमुख भाग होती हैं। प्राचीन संवहनी पादपों में जैसे *कुकसोनिया* तथा *राइनिया* में पत्तियाँ अनुपस्थित थीं। कुछ जीवित टेरिडोफाइट्स जैसे *साईलोटम* तथा *लाइकोपोडियम* में सरल पर्ण पाए जाते हैं। वास्तविक फर्न जैसे कि *लाइगोडियम* (*Lygodium*) तथा *ग्लाइकीनिया* (*Gleichenia*) में अनिश्चित वृद्धि वाली पत्तियाँ होती हैं तथा वे 30 मीटर तक की ऊँचाई प्राप्त कर लेती हैं। जैसा कि आप पहले से ही जानते हैं कि टेरिडोफाइट्स में दो प्रकार की पत्तियां हो सकती हैं (1) लघुपर्ण तथा (2) गुरूपर्ण। लघुपर्णी पत्तियों में एक एकल अशाखित शिरा होती है जो प्ररोह के मुख्य संवहनी बेलन से नहीं जुड़ी होती है। जबकि गुरूपर्ण शाखन का जटिल पैटर्न प्रदर्शित करते हैं जिसके परिणामस्वरूप संवहनी बेलन कई छोटी इकाइयों में विखंडित हो जाता है। आप याद कर सकते हैं कि संवहनी पादप डिवोनी कल्प के दौरान विकसित हुए थे। डिवोनी जीवाश्म यह सुझाते हैं कि लघुपर्णों की उत्पत्ति साधारण बहिर्वृद्धि के रूप में हुई थी। पर्णों यानि पत्तियों की उत्पत्ति तथा विकास के संदर्भ में विभिन्न मत हैं। दो सिद्धांत जो बहुत अधिक मान्य हैं वे हैं:

निम्नलिखित जीवाश्म डिवोनी कल्प के हैं।

सोडोनिया (*Sawdonia*)
ऐस्टेरोक्सिलॉन (*Asteroxylon*)
बारागवान्थिया (*Baragwanthia*)

(1) उद्धवर्धन (Enation) सिद्धांत

(2) टीलोम (Telome) सिद्धांत

उद्धवर्धन सिद्धांत

बॉवर (Bower) ने 1935 में उद्धवर्धन सिद्धांत दिया था। इस सिद्धांत के अनुसार लघुपर्णी पत्तियाँ तने की सतह के उभारों के रूप में आरंभ हुईं और फिर बड़े प्रक्षेपों के रूप में विकसित हुईं। आरंभ में इन उभारों में संवहनी आपूर्ति नहीं थी। परंतु बाद में एक शिरा जिसका तने के संवहनी बेलन से सबंध नहीं था, प्रकट हुई, तथा विकास के अंतिम चरणों में इस शिरा ने तने के संवहनी बेलन से सबंध स्थापित कर लिया।

टीलोम सिद्धांत

टीलोम सिद्धांत को त्सिमरमान (Zimmermann) ने 1930 में संवहनी पादपों में गुरूपर्ण तथा प्रजनन शाखाओं की उत्पत्ति को समझाने के लिए दिया था। त्सिमरमान के अनुसार सभी संवहनी पादप बहुत ही सरल पर्णरहित पूर्वज जैसे *राइनिया* से विकसित हुए, जिसमें बंध्य तथा जननक्षम अक्ष थे।

पहले हम शब्द टीलोम को समझ लें। चित्र 18.1 को देखिए तथा उस हिस्से पर ध्यान दीजिए जिसे टीलोम चिन्हित किया गया है। बीजाणुधानियों को धारण किए हुए अंतस्थ अक्ष जननक्षम (fertile) टीलोम कहलाते हैं तथा जो बिना बीजाणुधानियों के होते हैं वह बंध्य (sterile) टीलोम कहलाते हैं। टीलोम पादप काया के शीर्ष से लेकर शाखन हुए अगले स्थल तक एकल-शिरीय अंतस्थ भाग को (आधार पर अथवा शीर्ष पर) कहते हैं अथवा टीलोम द्विभाजी शाखित पादप अक्ष का सरल तथा अंतिम शीर्ष भाग होता है। एक टीलोम वहां समाप्त होता है जहां नीचे की ओर दूसरे टीलोम के साथ संधि स्थल होता है, यानि कि, पहले उपनिकटवर्ती शाखन पर। टीलोमों को जोड़ने वाले पादप काया के भाग (यानि कि, प्रत्येक दो द्विशाखों के बीच के पर्व) मेसोम (mesome) कहलाते हैं (चित्र 18.1 A)। व्यक्तिव्रत (ontogeny) क्रम के दौरान प्रत्येक मेसोम पहले टीलोम था, जो वृद्धि होने के साथ-साथ मेसोम स्थिति में स्थानांतरित हो गया। टीलोम बीजाणुधानी धारण किए जननक्षम हो सकते हैं अथवा बंध्य (कायिक) होते हैं, जो पर्णाभ (phylloid) भी कहलाते हैं। विकासात्मक प्रगति का अनुसरण करते हुए, टीलोम विभिन्न तरीकों से एक साथ समूहित होकर अधिक जटिल रचनाएं निर्मित कर सकते हैं जिन्हें सिनटीलोम (syntelome) कहते है। सिनटीलोम में या तो बंध्य अथवा जननक्षम टीलोम होते हैं अथवा ये दोनों का मिश्रण होते हैं। जननक्षम टीलोम जननक्षम टीलोम गट्ठरों (trusses) अथवा बीजाणुधानीय गट्ठरों में समूहित रहते हैं। संयुक्त पर्णाभ जिनसे बंध्य पत्तियाँ तथा अक्ष विभेदित होते हैं "पर्णाभ गट्ठर" कहलाते हैं। प्राचीन थल पादपों के सिनटीलोमों अथवा टीलोम गट्ठरों से, पूरे भूवैज्ञानिक काल के दौरान उच्च

पादपों के बीजाणु-उद्भिद् तीन प्रमुख स्वतंत्र धाराओं में विकसित हुए। ये **लाइकोप्सिड (Lycopsid)**, **स्फीनोप्सिड (Sphenopsid)** तथा **टेरोप्सिड (Pteropsid)** विकास की धाराएं थी।

अब प्रश्न यह हैं कि किस प्रकार से उच्च संवहनी पादपों के प्ररोह अक्ष (shoot axis) तथा पत्तियाँ, प्राचीनतम थल पादपों से विकसित हुए? त्सिमरमान ने सुझाया कि यह निम्नलिखित प्रारंभिक प्रक्रियाओं के जरिए हुआ।

(1) उच्चातिक्रमी (overtopping)

(2) समतलन (planation)

(3) सहजनन या संगलन (fusion) या जालन (webbing)

(4) लघुकरण (reduction)

(5) प्रतिवक्रण (recurving)

हमने ऊपर बताया है कि आदिम बीजाणु-उद्भिद् की कल्पना एक दूसरे के उत्तरोत्तर (successive) समकोण तलों में द्विभाजनों के तंत्र के रूप में की जाती है। ये आरंभिक प्रक्रियाएं या तो अलग अलग संपन्न हुईं अथवा एक दूसरे के साथ संयोजन में हुईं।

आइए अब हम इन प्रारंभिक प्रक्रियाओं को समझने का प्रयास करें और देखें कि किस प्रकार इन्होंने विभिन्न प्रकार की पत्तियों, बीजाणुपर्णों तथा रंभों को निर्मित किया।

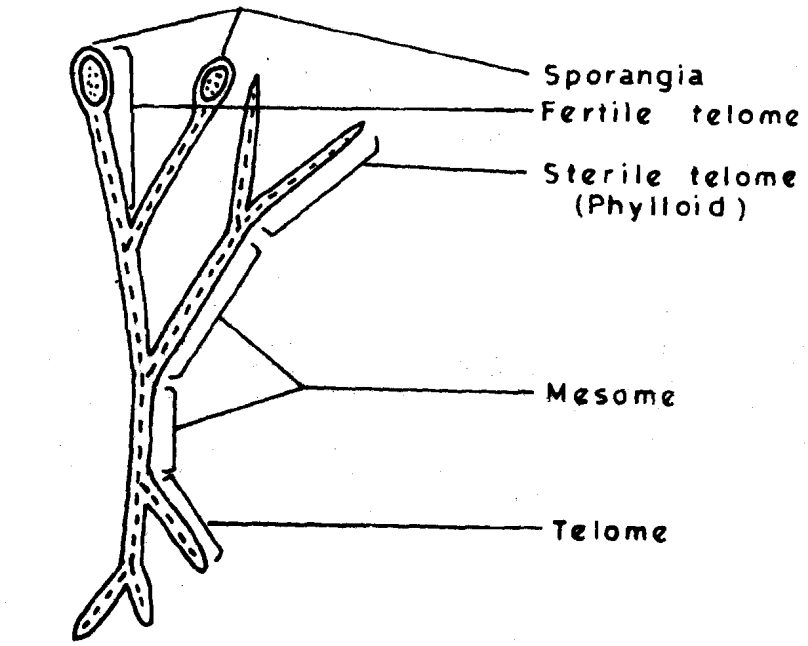
उच्चातिक्रमी : यह द्विभाजी शाखा की दोनों सहशाखाओं की असमान वृद्धि का उल्लेख करता है (चित्र 18.1 B)। अधिकांश प्राचीन प्रकारों में शाखाएं समान होती थीं। उच्चातिक्रमी अथवा असमान वृद्धि के कारण, अपेक्षाकृत मजबूत शाखा ऊर्ध्वाधर बन गई तथा उसने अक्ष निर्मित कर लिया तथा कम विकसित शाखा अलग एक ओर को ढकेल दी गई। अत: पार्श्व उपांगों जैसे कि पत्तियों वाले एक अक्ष का निर्माण हो गया। इसके परिणामस्वरूप शाखा का पैटर्न द्विभाजी से बदलकर एकलाक्षी (monopodial) हो गया।

समतलन : जैसा कि पहले बताया गया है आदिम बीजाणु-उद्भिदों में उत्तरोत्तर द्विभाजनों की शाखाएं एक दूसरे से समकोण पर होती थीं यानि कि सभी शाखाएं एक ही तल में नहीं होती थीं। समतलन के दौरान एक से अधिक तलों में शाखन की बजाय एक ही तल में द्विभाजी शाखन होने लगा। इसके कारण टीलोमों तथा मेसोमों ने अपने आपको एक ही तल में व्यवस्थित कर लिया (चित्र 18.1 C)। इस प्रक्रिया के द्वारा एक अरीय सममिति (radially symmetrical) का अंग द्विपार्श्विक सममिति (bilaterally symmetrical) का बन गया। समतलन ने पत्ती के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

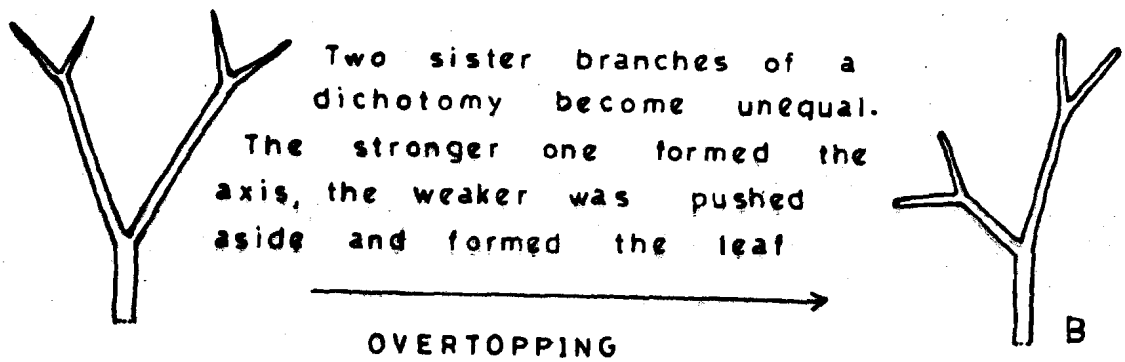
सहजनन (संगलन अथवा जालन) : इस प्रक्रिया के दौरान टीलोमों तथा मेसोमों के बीच में संयोजन का विकास हुआ (चित्र 18.2 A)। ये संयोजन मृदूतकीय जालन के द्वारा निर्मित हुए। इसके साथ-साथ इनके रंभों का भी संगलन हुआ (चित्र 18.2 B)। सहजनन एक बहुत ही महत्वपूर्ण प्रक्रिया है क्योंकि यह पत्ती तथा तने के रंभ दोनों की उत्पत्ति और विकास को समझा सकता है।

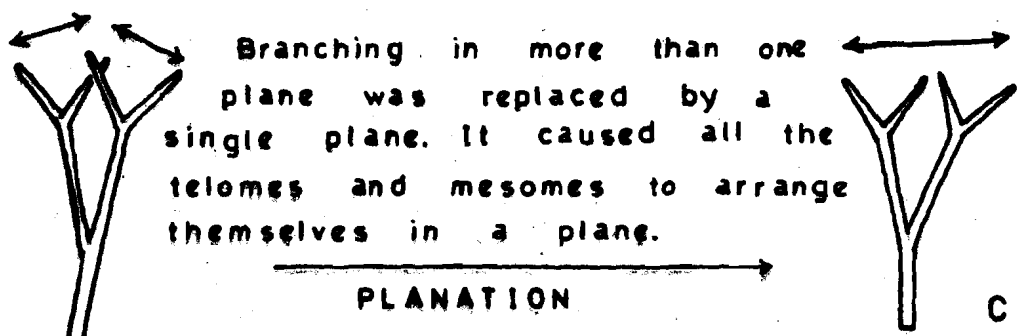
लघुकरण : इस प्रक्रिया में टीलोम के गट्ठरों का सरलीकरण हो गया जिसके फलस्वरूप एक सुई-जैसी लघुपर्णी पत्ती का निर्माण हुआ (चित्र 18.2 C) जो लाइकोपोड्स जैसे कि *लाइकोपोडियम, सैलाजिनेला* तथा *आइसोइटीज* में पाई जाती है।

प्रतिवक्रण: ऐसा माना जाता था कि इस प्रक्रिया के दौरान जननक्षम टीलोम वलित (reflexed) हो गए थे जिसके परिणामस्वरूप बीजाणुधानियों ने प्रतिलोमित यानि उलटी (inverted) अवस्था ग्रहण कर ली। यह प्रक्रिया अंतर्वक्रण (incurvation) भी कहलाती है (चित्र 18.2 D)।



SYNTELOME (TELOME TRUSS) A





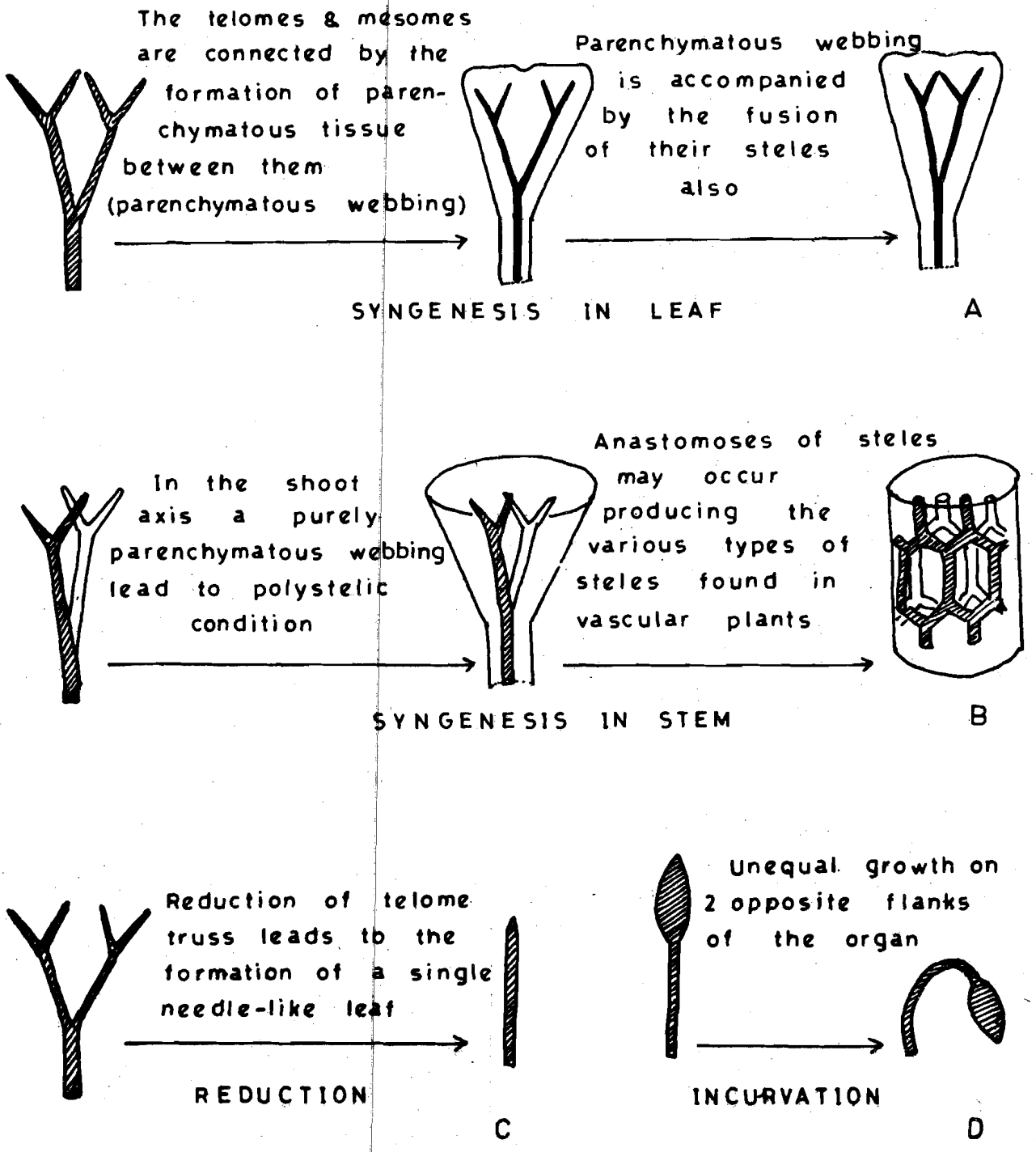
चित्र 18.1: टीलोम अवधारणा : A) टीलोमों तथा मेसोमों को दर्शाता हुआ एक प्राचीन थल पादप का आरेखीय चित्र, B) उच्चातिक्रमी की प्रक्रिया, C) समतलन की प्रक्रिया।

बोध प्रश्न 18.1

निम्नलिखित में से कौन से वक्तव्य सत्य हैं तथा कौन से असत्य हैं। सत्य के लिए (स) तथा असत्य के लिए (अ) दिये गए कोष्ठों में लिखिए।

i) टीलोम धारणा त्सिमरमान द्वारा प्रस्तुत की गयी थी। ☐

ii) टीलोम द्विभाजी शाखित अक्ष का अंतिम, उपांत भाग होता है। ☐



चित्र 18.2 : टीलोम अवधारणा में मूलभूत प्रक्रियाएं : A) पत्ती का सहजनन, B) तने का सहजनन, C) लघुकरण, D) प्रतिवक्रण।

iii) उच्चातिक्रमी, द्विभाजन की दो सहशाखाओं की समान वृद्धि से संबंधित है। ☐

iv) समतलन में किसी अंग की सममिति में द्विपार्श्विक से अरीय की ओर बदलाव आता है। ☐

v) सहजनन के दौरान टीलोमों तथा मेसोमों के बीच संयोजन विकसित हो जाता है। ☐

vi) लघुकरण के दौरान जननक्षम टीलोम वलित हो जाते हैं। ☐

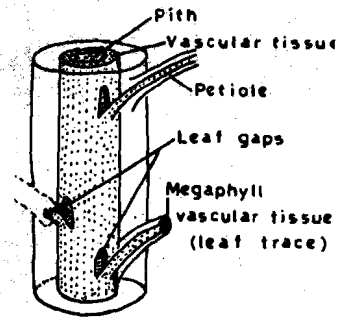
18.3 रंभीय संरचना तथा विकास

जैसा कि आपने पहले पढ़ा है कि टेरिडोफाइट्स प्रथम थल पादप हैं। उनमें संवहनी ऊतक पाये जाते हैं। संवहनी ऊतकों के इस विकास ने उनके सफलतापूर्वक थल पर अधिकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। जाइलम तथा फ्लोएम क्रमश: जल तथा भोजन के संवहन के लिए प्रमुख संवहनी ऊतक हैं। इस अध्याय में आप पढ़ेंगें कि किस प्रकार से विभिन्न सदस्यों में ये दो संवहनी तत्व संगठित होकर विभिन्न प्रकार के रंभों को निर्मित करते हैं। जो एक विकासात्मक प्रवृत्ति को भी दर्शाता है।

जैसा कि आप जानते हैं 'रंभ' संवहनी पादपों में बीजाणु-उद्भिदीय पादप काया के अक्ष में स्थित केन्द्रीय क्रोड (core) को कहते हैं। यह जाइलम तथा फ्लोएम का बना होता है तथा इसके बाहर अंतस्त्वचा होती है। जाइलम और फ्लोएम की व्यवस्था पादपों के विभिन्न समूहों में भिन्न-भिन्न होती हैं। विभिन्न समूहों में रंभीय संगठन के आधार पर, कुछ वनस्पति वैज्ञानिकों ने संवहनी पादपों में एक विकासात्मक क्रम को मान्यता दी है। वह रंभ जिसमें जाइलम की केन्द्रीय ठोस क्रोड़ फ्लोएम की परिधीय परत से घिरी रहती है, ठोसरंभ कहलाता है। जैसा कि आप पढ़ चुके हैं इस प्रकार का रंभ, कुछ आदिम संवहनी पादपों जैसे कि *राइनिया* में पाया जाता है। इस प्रकार का रंभ सामान्य तौर पर संवहनी पादपों के लिए तथा विशेष तौर पर टेरिडोफाइट्स के लिए एक आधारभूत रंभीय प्रकार है। अन्य सभी प्रकार के रंभ, विकासात्मक विशिष्टीकरण के दौरान इसी से उत्पन्न हुए हैं। लगभग सभी टेरिडोफाइट्स में बीजाणु अंकुरण अवस्था में ठोसरंभीय तना पाया जाता है। यह स्थायी रूप से बहुत से जीवित टेरिडोफाइट्स के व्यस्क तनों में स्थित रहता है उदाहरण के लिए, *सैलाजिनेला, लाइकोपोडियम* तथा *लाइगोडियम*। जाइलम की आकृति के आधार पर, ठोसरंभ को एकलरंभ या हेप्लोस्टील, अरीयरंभ या एक्टीनोस्टील अथवा पट्टिलरंभ या प्लेक्टोस्टील में वर्गीकृत किया जा सकता है। जैसा कि आपने पहले पढ़ा है कि एकलरंभ में जाइलम की ठोस क्रोड़ होती है जोकि अनुप्रस्थ काट में गोलाकार दिखती है (चित्र 16.5 A)। अरीयरंभ में जाइलम ताराकार दिखाई पड़ता है (चित्र 16.5 B)। पट्टिलरंभ में जाइलम प्लेटों की तरह से एक दूसरे के समानान्तर स्थित रहता है (चित्र 16.5 C)। जाइलम तथा फ्लोएम एकांतर अनुप्रस्थ बैंड अथवा पट्टियों में व्यवस्थित रहते हैं। आपने इस प्रकार का रंभ *लाइकोपोडियम वोल्यूबाइल* (*Lycopodium volubile*) के तने में देखा है। मिश्रित ठोसरंभ में जाइलम अनियमित रूप से बिखरे हुए समूहों के रूप में फ्लोएम की आधात्रिका (ground mass) में धंसे रहते हैं जैसे की *लाइकोपोडियम सर्नम* की अनुप्रस्थ काट में देखा जाता है (चित्र 16.8 K)। विकासात्मक श्रृंखला में अगले प्रकार का रंभ नालरंभ है। आपको याद होगा कि इस प्रकार के रंभ में, रंभ का केन्द्र मज्जा द्वारा अधिगृहीत रहता है और मज्जा जाइलम और फ्लोएम द्वारा घिरी रहती है। नालरंभ दो प्रकार का हो सकता है : बहि:फ्लोएमी तथा उभयफ्लोएमी। बहि:फ्लोएमी नालरंभ में जाइलम मज्जा के ठीक बाद में स्थित होता है तथा फ्लोएम सिर्फ बाहर की ओर होता है (चित्र 16.5 D)। उभयफ्लोएमी नालरंभ में फ्लोएम जाइलम के दोनों ओर उपस्थित रहता है (चित्र 16.5 E)। उभयफ्लोएमी नालरंभ *मार्सीलिया* में पाया जाता है (चित्र 16.14 C)।

उच्चतर संवहनी पादपों में मुख्य संवहनी बेलन से एक छोटी संवहनी आपूर्ति, पत्ती अथवा शाखा में अपसारित हो जाती है। इन्हें क्रमश: पर्ण ट्रेस (leaf trace) अथवा शाखा ट्रेस (branch trace) कहते हैं (चित्र 17.3)। पर्ण ट्रेस के निकलने के स्थल के ठीक ऊपर, तने के संवहनी बेलन में छोटे मृदूतकीय क्षेत्र दिखाई पड़ते हैं। ये मृदूतकीय क्षेत्र सिर्फ सीमित दूरी तक बने रहते हैं और ऊपर संवहनी ऊतक एक सीधी रेखा में अपसारित पर्ण (diverged leaf) अथवा शाखा ट्रेस के ऊपर उपस्थित रहता है। तने के संवहनी तंत्र में पर्ण ट्रेस अथवा शाखा ट्रेस के निकलने के स्थल के ऊपर स्थित इस प्रकार के मृदूतकीय क्षेत्र क्रमश: "पर्ण अवकाश" (leaf gaps) और "शाखा अवकाश" (branch gaps) कहलाते हैं।

अपने सरलतम प्रकारों में नालरंभ में कोई पर्ण अवकाश नहीं होते हैं, उदाहरण के लिए *सैलाजिनेला* की कुछ जातियों में। परंतु कुछ वास्तविक फर्नों में जिनमें पत्तियाँ पास-पास स्थित नहीं होती हैं उनमें



चित्र 18:3 पर्ण-अनुपथ तथा पर्ण अंतरालों (leaf gaps) का आरेखी प्रदर्शन।

पर्ण अवकाश अपेक्षाकृत छोटे होते हैं जिससे कि उनमें उत्तरोत्तर पर्ण अवकाशों का अतिव्यापन (overlapping) नहीं होता है तथा जाइलम घोड़े की नाल के आकार का दिखाई पड़ता है। इस प्रकार का रंभ नलीरंभ (solenostele) कहलाता है। फर्न की बहुत सी जातियों में प्ररोह अक्ष छोटी होती है तथा पत्तियाँ इस पर पास-पास अनुक्रम में लगी रहती है। इन प्रकारों में उत्तरोत्तर बड़े अवकाश अतिव्यापित हो जाते हैं जिससे कि तने का संवहनी बेलन एक दूसरे से जुड़ी हुई अनुदैर्ध्य पट्टियों के नलिकाकार तंत्र में विच्छेदित जैसा दिखाई पड़ता है। ये पट्टियाँ एक दूसरे से मृदूतकीय ऊतक की खड़ी पट्टियों यानि कि पर्ण अवकाशों द्वारा अलग रहती हैं। प्रत्येक पट्टी मेरीस्टील (meristele) कहलाती है (चित्र 16.12 C, D)। अनुप्रस्थ काट में ये मेरीस्टील एक वलय के रूप में व्यवस्थित दिखाई पड़ता है (चित्र 16.5 F)। प्रत्येक मेरीस्टील अपने दोनों ओर के निकटवर्तियों से पर्ण अवकाशों द्वारा अलग रहता है। इस प्रकार का नालरंभ विच्छेदित नालरंभ अथवा जालरंभ कहलाता है। जालरंभ में प्रत्येक मेरीस्टील की सामान्य संरचना ठोसरंभ जैसी होती है।

बोध प्रश्न 18.2

निम्नलिखित में से कौन से वक्तव्य सत्य हैं तथा कौन से असत्य हैं। सत्य के लिए (स) तथा असत्य के लिए (अ) दिये गये कोष्ठकों में लिखिए।

i) रंभ का अर्थ बीजाणु-उद्भिदीय पादप काया के अक्ष में स्थित केन्द्रीय संवहनी तंतु से है। ☐

ii) पट्टिलरंभ में जाइलम ताराकार होता है। ☐

iii) अरीयरंभ में जाइलम समानान्तर पट्टियों के रूप में होता है। ☐

iv) ठोसरंभ में जाइलम की ठोस क्रोड़ फ्लोएम द्वारा घिरी रहती है। ☐

v) नालरंभ में जाइलम की क्रोड़ के केन्द्र में मज्जा नहीं होती है। ☐

vi) जब जाइलम फ्लोएम बेलन के दोनों ओर उपस्थित रहता है तब वह रंभ उभयफ्लोएमी नालरंभ कहलाता है। ☐

vii) नलीरंभ में जाइलम घोड़े की नाल के आकार का होता है। ☐

viii) ठोसरंभी संगठन नालरंभी से अधिक प्राचीन है। ☐

18.4 विषमबीजाणुता तथा बीज प्रकृति

आप पहले ही इकाई 15 में पढ़ चुके हैं कि *सैलाजिनेला* दो प्रकार के बीजाणु उत्पन्न करता है जो आमाप में तथा संख्या में भिन्न होते हैं। ये दो प्रकार के बीजाणु व्यवहार भी भिन्न तरीके से करते हैं। अंकुरित होने पर छोटे बीजाणु अथवा लघुबीजाणु नर युग्मकोद्भिद् को तथा बड़े अथवा गुरूबीजाणु मादा युग्मकोद्भिद् को उत्पन्न करते हैं दो प्रकार के यानि आकृतिकी तथा साथ शरीरक्रियात्मक रूप से भिन्न भिन्न बीजाणु उत्पन्न होना, विषमबीजाणुता कहलाती है। यह अब आमतौर पर माना जाने लगा है कि विषमबीजाणु अवस्था कुछ बीजाणुधानियों में बीजाणुओं की संख्या में कमी के परिणामस्वरूप उत्पन्न हुई है तथा बचे हुए बीजाणुओं के आमाप में वृद्धि से संबंधित है। ऐसा माना जाता है कि इन बचे हुए गुरूबीजाणुओं को बहुत से छोटे बीजाणुओं अथवा लघुबीजाणुओं की अपेक्षा अधिक पोषण मिला। गुरूबीजाणुओं की संख्या में कमी या तो बीजाणु मातृ कोशिकाओं में कमी के द्वारा आई, जैसे कि *सैलाजिनेला* में अथवा विकासशील बीजाणुओं के विघटन के द्वारा आई जैसे कि *मार्सीलिया* में।

प्रारंभी विषमबीजाणुता

एक्वीसीटम में सभी बीजाणु आकारिकी में समान होते हैं परंतु अंकुरित होने पर वे दो प्रकार के युग्मकोद्भिद् उत्पन्न करते हैं; छोटे नर युग्मकोद्भिद् तथा बड़े मादा युग्मकोद्भिद्। यदि निषेचन किसी कारणवश देर से होता है तो पुंधानियां मादा प्रोथैलस में ही विकसित होना आरंभ कर देती हैं। किसी जीवसंख्या (population) में यदि नर तथा मादा युग्मकोद्भिद् का अनुपात वातावरणीय परिस्थितियों द्वारा प्रभावित होता है तो वह प्रारंभी **विषमबीजाणुता (incipient heterospory)** कहलाती है।

एक अन्य समबीजाणु फर्न *सेरैटोटेरिस* (*Ceratopteris*) अलग-अलग नर तथा मादा युग्मकोद्भिद् उत्पन्न करता है। परंतु उनका अनुपात वातावरणीय परिस्थितियों से प्रभावित नही होता है। इनमें भी यदि निषेचन देर से होता है तो मादा युग्मकोद्भिद् पुंधानी को विकसित कर देता है। *प्लेटीजोमा* (*Platyzoma*) प्रारंभी विषमबीजाणुता तथा पूर्ण विषमबीजाणुता के बीच का प्रकार है। हालांकि सभी बीजाणुधानियां आमाप में समान होती हैं परंतु प्रत्येक बीजाणुधानी में बीजाणु का आमाप तथा उनकी संख्या भिन्न भिन्न होती है। गुरूबीजाणुधानी में 16 गुरूबीजाणु होते हैं जबकि लघुबीजाणुधानी में 32 लघुबीजाणु होते हैं। अंकुरित होने पर लघुबीजाणु तंतुमय नर युग्मकोद्भिद् बनाते हैं, जबकि गुरूबीजाणु मादा युग्मकोद्भिद् को बनाते हैं जो पुंधानी विकसित कर सकते हैं यदि निषेचन में देरी हो जाए तो। इसलिए, यह एक विषमबीजाणु प्रकार है जिसमें प्रसुप्त विषमबीजाणुता विकास की स्थिति में होती है। ये प्रेक्षण सुझाते हैं कि विकास में विषमथैलसता संभवत: विषमबीजाणुता के पूर्ववर्ती रही होगी।

जीवाश्म रिकॉर्ड तथा विषमबीजाणुता

जीवाश्मों के रिकॉर्ड यह सुझाते हैं कि प्राचीनतम संवहनी थल पादप समबीजाणु थे। हालांकि विलग (isolated) पर्याप्त रूप से बड़े बीजाणु जो गुरूबीजाणुओं का प्रतिनिधित्व कर सके (200 μm. से बड़े) लगभग 37 करोड़ वर्ष पूर्व प्रकट हुए थे तथा मध्य डिवोनी काल में 37 से 35.9 करोड़ वर्ष पूर्व अधिक सामान्य थे। बाद के अंतिम डिवोनी अथवा आरंभिक कार्बनी कल्प तक विषमबीजाणुता प्राचीन संवहनी पादपों में प्रत्यक्ष रूप से पाई गई। हाशिए में सूचीबद्ध किए गए कुछ पादपों में उन्नत स्तर की विषमबीजाणुकता थी तथा वे बीज प्रकृति के निकट थे।

निम्नलिखित कुछ वंश है जिनमें विषमबीजाणुता अंतिम डिवोनी अथवा आरंभिक कार्बनी कल्प में प्रत्यक्ष थी

लाइकोपोडियोफाइटा
लेपीडोस्ट्रोबस, (*Lepidostrobus*)
सैजिलारियोस्ट्रोबस,
(*Sigillariostrobus*)
प्लूरोमिया (*Pleuromeia*)
लेपीडोकार्पन (*Lepidocarpon*)
माजोकार्पन (*Mazocarpon*)

एक्वीसीटोफाइटा
पैलियोस्टैकिया (*Palaeostachya*)
कैलेमॉस्टैकिया (*Calamostachya*)
तथा *कैलेमॉकार्पन*(*Calamocarpon*)

प्रोजिम्नोस्पर्मस
आरकिओप्टेरिस (*Archaeopteris*)
तथा
आरकिओस्पर्मा (*Archaeosperma*)

विषमबीजाणुता के विकास में आरंभिक चरण अनुमानत: *कैलेमॉस्टैकिस* (*Calamostachys*) की दो जातियों द्वारा इंगित किए गए हैं। *कैलेमॉस्टैकिस* की कुछ जातियाँ समबीजाणु थीं, जो चतुष्कों (tetrads) में असंख्य बीजाणु उत्पन्न करती थीं, परंतु अक्सर चतुष्क के सभी चारों बीजाणु समान नहीं होते थे तथा उनमें से एक या अधिक सदस्य अन्य से बड़े हो जाते थे। *कैलेमॉस्टैकिस* की अन्य जातियों में कुछ बीजाणुधानियों में असंख्य छोटे बीजाणु रहते थे तथा कुछ बीजाणुधानियों में कुछ तीन या चार गुना बड़े बीजाणु होते थे। ये बड़े बीजाणु वाली बीजाणुधानियाँ छोटे तथा प्रकट रूप से अवरुद्ध वृद्धि वाले बीजाणु भी लिए रहती थीं।

बीजाणु की संख्या में कमी लाने वाला अधिक सघन बीजाणु विफलन यानि वृद्धिरुद्ध, निम्न कार्बनी कल्प के एक अन्य जीवाश्म प्रकार *स्टैरोप्टेरिस* (*Stauropteris*) में प्रत्यक्ष था। *स्टैरोप्टेरिस* में गुरूबीजाणुधानी में गुरूबीजाणुओं की संख्या अपघटित होकर दो हो गई थी। *लेपीडोकार्पन* तथा *कैलमॉकार्पोन* में सिर्फ एक गुरूबीजाणु चतुष्क प्रत्येक गुरूबीजाणुधानी में विकसित होता था, तथा अधिकांश उदाहरणों में चतुष्क के तीन बीजाणु निष्फल हो जाते थे तथा एक ही गुरूबीजाणु परिपक्व होता था। कुछ बीजाणुओं की वृद्धिरुद्ध और अन्य बीजाणुओं के बड़े हो जाने के पैटर्न की आरंभिक अवस्थाओं को *बोमैनाइट्स डॉसोनी* (*Bowmanites dawsoni*) तथा *लेपिडोस्ट्रोबस ब्रेडवुडेन्सिस* (*Lepidostrobus braidwoodensis*) में देखा जा सकता है जिनमें प्रत्येक गुरूबीजाणुधानी में एक बड़ा गुरूबीजाणु होता है जो लगभग 2 मि.मी. व्यास का होता है तथा मूल चतुष्क के 3 वामन (dwarfed) सदस्य होते हैं।

उपर्युक्त अवलोकनों को निम्न प्रकार से सार रूप दिया जा सकता है।

	अवस्थाएं दर्शाने वाले जीवाश्म
1. अवस्था 1 **समबीजाणु** - असंख्य बीजाणु चतुष्कों में, एक अथवा अधिक बीजाणु अन्य बीजाणुओं से बड़े।	*कैलेमॉस्टैकिस बाइनीयाना* (*Calamostachys binneyana*)
2. अवस्था 2 **विषमबीजाणु** - लघुबीजाणुधानियां (छोटे बीजाणु), गुरूबीजाणुधानियां (संख्या में कम, बीजाणु 3 से 4 गुना बडे, साथ ही छोटे, जो प्रकट रूप में अपूर्ण वर्धित तथा निष्फल)	*कैलेमोस्टैकिस कैशियाना* (*C. casheana*)
3. अवस्था 3 **विषमबीजाणु** - अधिक सघन निष्फल बीजाणु जिससे बीजाणुओं की संख्या में और अधिक कमी (प्रत्येक चतुष्क में दो बड़े गुरूबीजाणु तथा दो निष्फल बीजाणु)	*स्टैरोप्टेरिस बर्नटिसलैण्डिका* (*Stauropteris burntislandica*)
4. अवस्था **विषमबीजाणु** - सिर्फ एक गुरूबीजाणु चतुष्क विकसित, तथा अधिकांश में चतुष्क के 3 बीजाणु निष्फल एवं एक ही गुरूबीजाणु परिपक्व	*लैपीडोकार्पोन* (*Lepidocarpon*)

विषमबीजाणुता का जैविक महत्व

विषमबीजाणुता बहुत लाभप्रद है क्योंकि बड़ा मादा युग्मकोद्भिद् अपना पोषण बीजाणु-उद्भिद् द्वारा बनाये गए भोजन से प्राप्त करता है तथा वह अपनी उत्तरजीविता के लिए वातावरणीय परिस्थितियों पर निर्भर नहीं होता है। यह स्थिति एक स्वतंत्र हरे प्रोथैलस, जिसे अपना भोजन स्वयं निर्मित करना पड़ता है, किशोर भ्रूण के लिए एक बेहतर शुरुआत है। विकास के क्रम के दौरान विषमबीजाणुता ही बीज प्रकृति के विकास के लिए जिम्मेदार थी।

विषमबीजाणुता के निम्नलिखित परिणाम है :

i) इसके परिणामस्वरूप युग्मकोद्भिदी ऊतक के आमाप में महत्वपूर्ण कमी आई है।

ii) बीजाणुओं का अस्वाभाविक रूप से जल्दी अंकुरण होता है।

iii) इसमें आंशिक तौर पर अंतत: पूर्ण रूप से गुरूबीजाणुधानी और मादा युग्मकोद्भिद्, बीजाणु-उद्भिद् पर आश्रित रहते हैं।

iv) गुरूबीजाणुधानी में गुरूबीजाणुओं की संख्या घट कर एक रह जाती है।

v) नर युग्मकों की भी संख्या कम हो जाती है।

vi) गुरूबीजाणु तथा गुरूबीजाणुधानी के बीच में जैविक संयोजन (organic union) होता है।

vii) इसके साथ ही परागण (pollination) की प्रक्रिया की भी शुरुआत हुई है।

ये सभी नए विकास बीज प्रकृति के लिए अत्यावश्यक थे। ये बदलाव धीरे धीरे संवहनी पादपों में विकसित हो गए तथा इन्हें बीज प्रकृति की ओर ले गए।

बीज प्रकृति

ऐसा माना जाता है कि बीज ना धारण करने वाले पौधों से बीज प्रकृति के विकास में संभवत: निम्नलिखित विकासात्मक चरण सम्मिलित रहे :

i) विषमबीजाणुता का विकास,

ii) गुरूबीजाणु की संख्या में कमी व गुरूबीजाणुधानी में सिर्फ एक क्रियाशील बीजाणु,

iii) गुरूबीजाणु के भीतर ही गुरूयुग्मकोद्भिद् का विकास,

iv) गुरूबीजाणुधानी के भीतर उपस्थित गुरूबीजाणु के अंदर ही गुरूयुग्मकोद्भिद् का होना, बीजाणु स्वस्थाने (*in situ*) में ही अंड का निषेचन तथा भ्रूण निर्माण,

v) गुरुबीजाणुधानी बीजांडकाय का शीर्ष, पराग ग्रहण करने के स्थान के रूप में रूपांतरित,

vi) शीर्ष को छोड़कर गुरूबीजाणुधानी (बीजांडकाय) पर एक अध्यावरण (integument) का आवरण होना जिससे बीजांडद्वार (micropyle) बना।

आइए अब हम देखें कि क्या जीवाश्म, ऊपर बताई गई विकासात्मक अवस्थाओं जिससे बीज प्रकृति विकसित हुई, के लिए कोई प्रमाण देते हैं।

जीवाश्मों के प्रमाण सुझाते हैं कि विषमबीजाणुता डिवोनी कल्प में प्रत्यक्ष थी। गुरूबीजाणुओं की संख्या घट कर सिर्फ एक बीजाणु रह जाने का सबसे प्राचीन संकेत *सिस्टोस्पोराइट्स डिवोनिकस* (*Cystosporites devonicus*) में पाया गया जिसमें चतुष्फलकीय चतुष्कों (tetrahedral tetrads) में एक बड़ा, अनुमानत: जननक्षम बीजाणु, व उसके साथ ही तीन छोटे, निष्फल बीजाणु, शीर्ष पर व्यवस्थित थे। ये प्रेक्षण सुझाते हैं कि बीज प्रकृति पहले ही ऊपरी डिवोनी कल्प के दौरान विकसित हो चुकी थी। बीजों में पालियुक्त (lobed) अध्यावरण पाये जाते थे जैसे कि कुछ कार्बनी कल्प के बीजों में होते थे।

सबसे पहले बीज जैसी संरचना जीवाश्म *जीनोमोस्पर्मा किड्सटोनी* (*Genomosperma kidstonii*) में देखी गई है। यह संरचना एक शीर्ष से उत्पन्न दीर्घित बीजांडकाय (गुरूबीजाणुधानी) की बनी थी, जिसमें शीर्ष पर पराग ग्राही के लिए रूपांतरण हुआ था। यह 6-8 अंगुल्याकार तथा सीधे प्रतानों (projections) से निर्मित हुई जो सिर्फ अपने आधारों पर ही संगलित रहते थे। अन्य *जीनोमोस्पर्मा लेटैन्स* (*G. latens*) के जीवाश्म प्रकार में ये उँगलियों जैसे प्रतान बीजांडकाय के शीर्ष की ओर मुड़े थे तथा एक आद्यावशेषी (rudimentary) बीजांडद्वार निर्मित करते थे। *जीनोमोस्पर्मा* की ये दो जातियाँ गुरूबीजाणुधानी से अध्यावरणी बीजांड के विकास की दो आरंभिक अवस्थाओं की ओर इंगित करती हैं। एक अन्य बीज, जिसे *सैल्पिंगोस्टीमा दासू* (*Salpingostema dasu*) कहते हैं में अध्यावरण 5 से 6 पालियों का बना होता था जो अपनी लंबाई की लगभग आधी दूरी तक संगलित हुए रहते थे। अध्यावरणी पालियों के लंबाई में संगलित होने की मात्रा क्रमिक रूप से *फाइसोस्टोमा* (*Physostoma*) तथा *यूरीस्टोमा* (*Eurystoma*) में बढ़ती गई। *यूरिस्टोमा* में मूल घटक सिर्फ पालियों के रूप में बीज जैसी संरचना के शीर्ष पर दिखाई पड़ते थे। *स्टैम्नोस्टोमा हैटोनैन्स* (*Stamnostoma hattonense*) में संगलन संपूर्ण था तथा उंगलियों जैसे प्रतानों के कोई अवशेष नहीं थे।

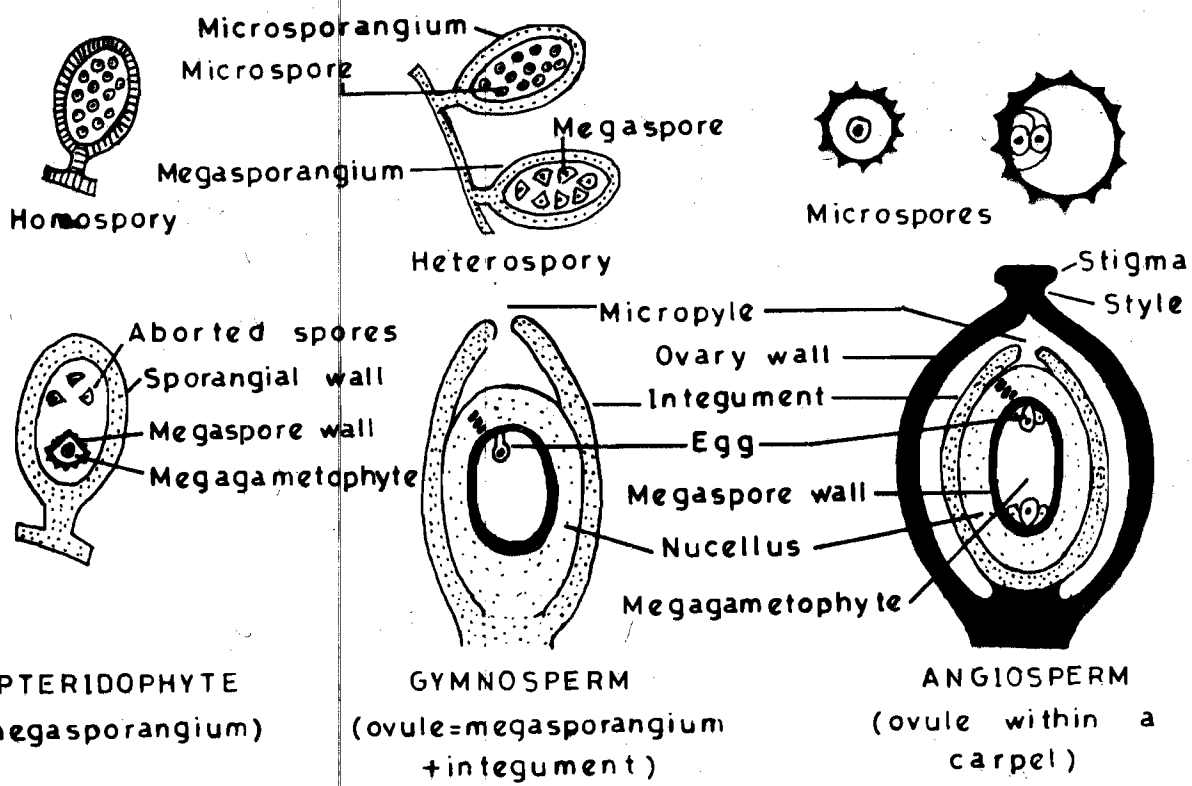
इस प्रकार से ऊपर बताये गये कार्बनी कल्प के बीजांडों को अध्यावरणी पालियों के संगलन की सापेक्ष मात्रा के आधार पर एक क्रम में व्यवस्थित किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त, अध्यावरण को बीजांडकाय (nucellus) के आधार पर तथा उसके ऊपर विस्तारित बहुत सारी पतली शाखाओं के संगलन के उत्पाद के रूप भी माना जा सकता है।

आपने *सैलाजिनेला* में प्रजनन की प्रक्रिया तथा प्रजनन अंगों के बारे में पढ़ा है। चलिए देखते हैं कि किन आधारों पर यह बीज प्रकृति तक पहुंचता है। आपको ध्यान होगा कि *सैलाजिनेला* में गुरूबीजाणु गुरूबीजाणुधानी के भीतर ही अंकुरित होना आरंभ कर देता है। इस वंश की कुछ जातियों में गुरूबीजाणुओं की संख्या कम होकर एक ही रह जाती है तथा गुरूबीजाणु कभी भी गुरूबीजाणुधानी से अलग नहीं होता है।

निषेचन के बाद भ्रूण का विकास राइजोफोर, तना और बीजपत्रों में तभी हो जाता है जबकि गुरूबीजाणु गुरूबीजाणुधानी के भीतर ही बंद रहता है, जो इसका संबंध जनक पादप से बनाए रखता है।

हालांकि, विषमबीजाणुक संवहनी क्रिप्टोगैम्स जैसे *सैलाजिनेला* बीज प्रकृति तक पहुंचे हैं पर वास्तविक बीजों को विकसित करने में ये असफल रहे हैं क्योंकि इनमें संरक्षणी संरचनाएं जैसे गुरूबीजाणुधानी के चारों ओर अध्यावरण का अभाव रहा। गुरूबीजाणु गुरूबीजाणुधानी के भीतर स्थायी रूप से नहीं बना रहता है। गुरूबीजाणु तथा गुरूबीजाणुधानी के बीच में कोई जैविक संयोजन यानि ऊतकीय जुड़ाव नहीं होता है। इसके अतिरिक्त, भ्रूण अपने विकास में कोई सुप्त अवस्था (resting stage) नहीं दर्शाता है।

यहाँ *सैलाजिनेला* के प्रजनन अंगों की समजातिता बीजपत्री पादपों (spermatophytes) के साथ देखना प्रासंगिक होगा, जैसा कि नीचे दिया गया है:



चित्र 18.4 : अनावृतबीजी तथा आवृतबीजी पादपों की प्रजनन संरचनाएं।

सैलाजिनेला	निम्न स्परमैटोफाइट्स
गुरूबीजाणुधानी	बीजांड का बीजांडकाय
गुरूबीजाणु	गुरूबीजाणु
मादा गुरूयुग्मकोद्भिद्	भ्रूणपोष
स्त्रीधानी	स्त्रीधानी
अंड	अंड
लघु बीजाणुधानी	परागकोश
लघुबीजाणु	पराग
लघु युग्मकोद्भिद्	अंकुरण करता हुआ पराग
पुमणु	शुक्राणु

अब जिम्नोस्पर्मस (अनावृतबीजियों) तथा एन्जियोस्पर्मस (आवृतबीजियों) की प्रजनन संरचनाओं को चित्र 18.4 में अच्छी तरह से देखिए। आप संभवत: उनकी टेरिडोफाइट्स के साथ तुलना करना चाहेंगे।

बोध प्रश्न 18.3

निम्नलिखित वक्तव्यों में रिक्त स्थानों को उचित शब्दों में भरिए।

i) आकृतिकी तथा शरीरक्रियात्मक रूप से भिन्न दो प्रकार के बीजाणुओं के उत्पादन की प्रक्रिया ..... कहलाती है।

ii) वह परिघटना जिसमें पौधे आकारिकी में समान बीजाणु उत्पन्न करते हैं परंतु वे व्यवहार भिन्न प्रकार से करते हैं ..... कहलाती है।

iii) ..... की जाति प्रारंभी विषमबीजाणुता दिखाती है।

iv) विषमबीजाणुता, गुरूबीजाणुओं की संख्या कम होकर एक तक हो जाना, तथा क्रियाशील गुरूबीजाणु का गुरूबीजाणुधानी में ही रहना, अंतत: ..... के विकास की ओर ले जाता है।

v) *सैलाजिनेला* हालांकि बीज प्रकृति तक पहुंचता है, परंतु वास्तविक बीज उत्पन्न करने में असफल रहता है क्योंकि इसमें गुरूबीजाणुधानी के चारों ओर ..... नहीं होता है।

18.5 प्रयोगात्मक अध्ययन के लिए एक प्रणाली के रूप में फर्न

पूर्व इकाई में हमने विकासात्मक प्रक्रियाओं का वर्णन करते समय विभाजन के तल को विशेष रूप से बताया था। आपको आश्चर्य हो सकता है कि विभाजन का तल प्रजनन अंगों के निर्माण तथा जीवों की आकारिकी के लिए क्यों महत्वपूर्ण है? वास्तव में, यह विभाजन का तल ही है जो किसी जीव या उसके अंग की आकृति का निर्धारण करता है। यदि हम कोशिका विभाजन के तल का नियंत्रण करने वाले कारकों को समझ लें तो किसी जीव की आकारिकी को बदलना संभव हो सकेगा। फर्न युग्मकोद्भिद् अपनी सरल संरचना के कारण इन कारकों को समझने के लिए उपयुक्त है क्योंकि इसके तंतुमय प्रकार

से हृदयाकार बन जाने पर, कोशिका विभाजन के तल में बदलाव होता है। इस भाग में आप फर्नों पर किए गए कुछ प्रयोगात्मक कार्यों के बारे में पढ़ेंगें जिससे आप संरचनाविकास (morphogenesis) की कुछ मूल परिघटनाओं को समझ सकेंगे। ये है ध्रुवीयता/ध्रुवीकरण, पुनर्जनन, अपयुग्मन तथा अपबीजाणुता।

18.5.1 ध्रुवीयता

ध्रुवीयता (polarity) सामान्यत: जीवित तंत्र के अंदर किसी भी प्रकार की असममिति अवस्था से संबंधित है जो दो किनारों अथवा दो सतहों के बीच, तथा किनारों अथवा सतहों एवं केन्द्रीय क्षेत्रों के बीच में भी अंतर के रूप में अभिव्यक्त होती है। संरचनाओं के विभेदन से पहले कोशिका अथवा भ्रूण के क्षेत्र में ध्रुवीयता स्थापित हो जाती है। इस कारण से ध्रुवीयता पौधों के संरचना विकास में एक आधारभूत घटना मानी जाती है।

ध्रुवीयता टेरिडोफाइट के जीवन में अपने आपको बहुत आरंभिक अवस्था में ही अभिव्यक्त कर देती है। बीजाणु-उद्भिद् अवस्था में यह युग्मनज से भ्रूण के द्विध्रुवीय विकास के रूप में अभिव्यक्त होती है। युग्मकोद्भिद् अवस्था में, ध्रुवीयता अंकुरित होते बीजाणु में प्रथम विभाजन के दौरान स्पष्ट होती है, जो असमान होता है। इस विभाजन के परिणामस्वरूप एक मूलाभासी कोशिका तथा एक प्रोथैलसी कोशिका निर्मित होती है। ध्रुवीयता के निर्धारण पर अधिकांश प्रयोगात्मक कार्य *एक्वीसीटम* की जाति तथा फर्नों जैसे कि *ड्रायोप्टेरिस* (*Dryopteris*), तथा अन्य फर्नों पर किया गया है। *एक्वीसीटम* के बीजाणु प्रगट रूप में कोई बाह्य अथवा आंतरिक ध्रुवीयता नहीं दिखाते हैं क्योंकि असंख्य क्लोरोप्लास्ट केन्द्र में स्थित केन्द्रक के चारों ओर समान रूप से बिखरे रहते हैं। हालांकि, जब बीजाणुओं को एकपार्श्विक प्रदीप्ति (unilateral illumination) से उद्भासित (expose) किया जाता है तब ध्रुवीयता दिखाई पड़ने लगती है। यह कोशिकीय अंग के असममित वितरण के रूप में अभिव्यक्त होती है। क्लोरोप्लास्ट बीजाणु की प्रदीपन वाली तरफ एकत्रित हो जाते हैं, जबकि केन्द्रक बीजाणु के अंधकार वाले हिस्से में चला जाता है। ध्रुवीयता बीजाणु के केन्द्रक के पहले विभाजन द्वारा अपरिवर्तनीय रूप से निश्चित हो जाती है जिसके परिणामस्वरूप एक बड़ी प्रोथैलसी कोशिका तथा छोटी मूलाभासी कोशिका का निर्माण होता है। एक असममित कोशिका भित्ति प्रकाश अवशोषण की प्रवणता के समकोण पर बन जाती है। यह पहला असमान विभाजन दो संतति कोशिकाओं में से प्रत्येक का भाग्य निर्धारित करता है। प्रदीपन की ओर बनी प्रोथैलसी कोशिका में बहुत सारे क्लोरोप्लास्ट होते हैं तथा वह प्रोथैलस बनाने के लिए बारंबार विभाजित होते हैं। अंधकार की ओर बनी छोटी मूलाभासी कोशिका में थोड़े से ही क्लोरोप्लास्ट होते हैं तथा वह विभाजित नहीं होती है। इस प्रकार का एकपार्श्विक प्रकाश द्वारा ध्रुवीयता का प्रेरण बहुत से फर्नों के बीजाणुओं में देखा गया है।

ऐसा सुझाया गया है कि बीजाणुओं में अंतर्निहित ध्रुवीयता होती है, परंतु इसका कारण अज्ञात है, तथा पर्यावरणीय कारक सिर्फ वर्तमान ध्रुवीयता का पुनर्अभिविन्यास कर देते हैं। *ड्रायोप्टेरिस* तथा *एक्वीसीटम* के बीजाणुओं की ध्रुवीयता को अभिरंजन द्वारा देखा जा सकता है। प्रोथैलसी कोशिका तथा मूलाभासी कोशिका में अभिरंजन प्रक्रिया भिन्न-भिन्न प्रकार की होती है। यह कोशिका रसायन विभेद अनअंकुरित बीजाणुओं में भी देखा जा सकता है। जब बीजाणुओं को सान्द्रित KOH विलयन में डुबोया जाता है, बाह्यचोल तथा पास के कोशिकाद्रव्य के सघन भागों में लाल रंग विकसित हो जाता है। यह उन हिस्सों को चिन्हित करता है जहाँ से मूलाभास उत्पन्न होते हैं।

18.5.2 पुनर्जनन

टेरिडोफाइट्स के युग्मकोद्भिद् में गजब की पुनर्जनन (regeneration) क्षमता पाई जाती है। युग्मकोद्भिद् की प्रत्येक कोशिका अनुकूल परिस्थितियों में पूरा पौधा निर्मित करने में समर्थ होती है। यह गुण पूर्णशक्तता (totipotency) कहलाता है। प्राकृतिक परिस्थितियों में अपेक्षाकृत पुराने प्रोथैलस नया प्रोथैलस बनाने के लिए पुनर्जनन करते हैं। प्रयोगशालीय परिस्थितियों में प्रोथैलस पुनरावृत पुनर्जनन के द्वारा कॉलोनियां बनाते हैं। उनका पुनर्जनन प्रकाश की कम तीव्रता तथा लाल प्रकाश के द्वारा बढ़ जाता है। वृद्धि के लिए प्रतिकूल परिस्थितियों में जैसे कि प्रोथैलसों की एक जगह अधिकता हो जाने अथवा निमग्न (submerge) हो जाने पर भी पुनर्जनन को प्रेरित किया जा सकता है। उदाहरण के लिए यह

देखा गया है कि द्रव्यकुंचित (plasmolysed) प्रोथैलस को जब प्राकृतिक मीडियम पर उगाया जाता है, तब उसमें से अनेकों तंतुमय उद्वर्धवृद्धि पुनर्जनित हो जाती हैं। हालांकि तरुण, सक्रिय रूप से उगने वाले, अक्षतिग्रस्त अथवा संपूर्ण (अक्षत) प्रोथैलस प्रकाश, तापमान, तथा आर्द्रता की अनुकूलतम परिस्थितियों में पुनर्जनन नहीं प्रदर्शित करते हैं। जब तक शीर्ष विभज्योतक अक्षत रहता है, प्रोथैलस का पुनर्जनन नहीं होता है, परंतु जब शीर्ष भाग निकाल दिया जाता है तब पुनर्जनन शीघ्रता से होने लगता है। यह प्रदर्शित किया गया है कि ऑक्सिन अक्षत शीर्ष विभज्योतक वाले प्रोथैलस में दमन (suppression) अथवा पुनर्जनन के लिए उत्तरदायी होता है। प्रायोगिक परीक्षण में ऑक्सिन को जब कटे हुए शीर्ष भाग पर लगाया गया तो प्रोथैलस का पुनर्जनन रुक गया। *टेरिस* में प्रोथैलस के विभिन्न भागों से अलग की गई कोशिकाएं पुनर्जनित हो गईं तथा तंतुमय प्रथम तंतु (protonema) में विकसित हो गई। कोशिकाएं चयनात्मक रूप से निकटवर्ती कोशिकाओं को मारकर अलग की गई थी। जो कोशिकाएं प्रोथैलस के आधार पर उपस्थित थीं उन्होंने तंतु लगभग चार दिनों के पश्चात् निर्मित किए, जबकि शीर्ष भाग की दो कोशिकाओं ने पुनर्जनित तंतु 18 दिनों के पश्चात बनाए। इन प्रेक्षणों के आधार पर यह प्रस्तावित किया गया कि विभज्योतक, फर्न के युग्मकोद्भिद् के पुनर्जनन में नियंत्रक की भूमिका निभाता है। यह भी देखा गया है कि आधार के निकट से निकलने वाले तंतुओं में, विभज्योतक के निकट उपस्थित तंतुओं की अपेक्षा अधिक बड़ी कोशिकाएं पाई जाती हैं।

18.5.3 अपयुग्मन तथा अपबीजाणुता

आप जानते हैं कि टेरिडोफाइट्स में बीजाणु-उद्भिद् तथा युग्मकोद्भिद् के बीच में पीढ़ियों का एकांतरण पाया जाता है। यह एकांतरण दो महत्वपूर्ण घटनाओं के द्वारा लाया जाता है: निषेचन तथा अर्धसूत्री विभाजन। यह पीढ़ियों का एंकातरण कभी-कभी दो सामान्य परिघटनाओं के होने से बिगड़ जाता है जिन्हें अपयुग्मन तथा अपबीजाणुता कहते हैं। इन्हें नीचे समझाया गया है।

अपयुग्मन

अपयुग्मन (apogamy) को युग्मकोद्भिद् की कायिक कोशिकाओं से, बिना लैंगिक अंगों के हस्तक्षेप तथा युग्मकों के संगलन के, बीजाणु-उद्भिद् के सीधे निर्मित होने के रूप में परिभाषित किया जाता है। इस प्रकार से बने बीजाणु-उद्भिद् में गुणसूत्र संख्या युग्मकोद्भिद् के समान ही रहती है। फर्नों में सबसे पहले प्राकृतिक स्थितियों में अपयुग्मन *टेरिस* में देखा गया था। प्राकृतिक अपयुग्मन फर्नो की 50 से अधिक जातियों में रिपोर्ट किया जा चुका है जिनमें *ड्रायोप्टेरिस* (*Dryopteris*), *पोलिया* (*Pellaea*), *एडीएन्टम* (*Adiantum*), *ओस्मुंडा* (*Osmunda*), *टोडिया* (*Todea*) तथा *ऐथिरियम* (*Athyrium*), सम्मिलित हैं। इनमें से कुछ फर्नों में यह नियमित रूप से पाई जाती है। अपयुग्मन को भी कृत्रिम रूप से प्रेरित किया जा सकता है।

अपयुग्मन को प्रेरित करने वाले कारक

लाइकोपोडियम में निषेचन के लिए अपर्याप्त जल होने पर अपयुग्मक बीजाणु-उद्भिदों की उत्पति होती है। अपयुग्मक बीजाणु-उद्भिदों का बनना तब भी देखा गया है जब पोषण मीडियम में उचित सांद्रण का नारियल पानी तथा/अथवा सुक्रोस मिला दिया जाता है। अपयुग्मन के प्रेरण में, शर्कराओं की भूमिका अ-परासरणी होती है, उपलब्ध शर्करा की उच्च सांद्रता प्रोथैलस के कार्बोहाइड्रेट उपापचयन को रूपांतरित कर सकती है जिसके कारण मध्यशिरीय कुशन से उगने वाली कोशिकाओं की एक सघन गद्दी का निर्माण होता है। इस गद्दी में या तो तीन तरफी शीर्ष कोशिका अथवा स्पष्ट रूप से पहचानी जुानी वाली भ्रूणीय कोशिकाओं के समूह का विभेदन होता है जिससे अंतत: पत्तियों सहित प्ररोह का जन्म होता है।

कुछ अन्य कारक जो अपयुग्मक बीजाणुउद्भिद् के प्रेरण को बढ़ावा देते हैं, निम्नलिखित है:

i) तीव्र प्रकाश में प्रोथैलस को संवर्धित करना,

ii) उच्च तापमान

iii) कवकीय अथवा शैवालीय आक्रमण द्वारा प्रोथैलस की जीवनक्षमता को कम करना,

iv) विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों के कारण क्रियाशील लैंगिक अंगों का ना बन पाना,

v) प्रोथैलस की उम्र अधिक हो जाना

ओस्मुंडा, एडिएन्टम तथा *टेरीडियम* में प्रोथैलस को अधिक ग्लूकोस वाले ऐगार संवर्धन मीडियम (agar culture medium) पर उगा कर अपुयग्मन को प्रेरित किया जा सकता है। *यूनोक्लीय* (*Onoclea*) *ऑस्मुंडा* तथा *टोडी* (*Todea*) के प्रोथैलस पर अपयुग्मक बीजाणु-उद्भिद् विकसित हो जाते हैं जब उन्हें सतर अवस्था में, एक प्रतिशत सुक्रोस लिए हुए मीडियम पर प्रतिरोपित किया जाता है।

अपबीजाणुता

बीजाणु-उद्भिद् की कायिक कोशिकाओं से, बिना अर्धसूत्री विभाजन तथा बिना बीजाणु के निर्माण के, युग्मदकोद्भिद् के सीधे विकसित होने की प्रक्रिया को अपबीजाणुता (apospory) कहते हैं। इस प्रकार से बने प्रोथैलस द्विगुणित होते हैं। अपबीजाणुता सबसे पहले *ऐथिरियम* (*Athyrium*) में रिपोर्ट की गई थी। इस वंश में प्रोथैलस बीजाणुधानी के वृंत से विकसित हो गए थे। इसके बाद एक अन्य फर्न *ट्राइकोमेनस* (*Trichomanes*) में पत्तियों के सोरस वाले क्षेत्रों से तथा पर्ण शीर्ष से अपबीजाणुक युग्मकोद्भिद् का बनना देखा गया। बाद में, अपबीजाणुता फर्नों की बहुत सी जातियों में रिपोर्ट की गई।

यह देखा गया है कि फर्नों में बीजाणु-उद्भिद् अंगों का शेष पादप काया से अलग हो जाना अपबीजाणुता को प्रेरित करता है। यह चोट लगने और अक्षत अंग के बुभुक्षण (starvation) के परिणामस्वरूप होता है। उपापचयन की घटी हुई दर, मीडियम में शर्करा की कम सांद्रता अथवा शर्करा ना होने के कारण निम्न ऊर्जा आपूर्ति अपबीजाणुता के लिए प्रेरक है। *टेरीडियम* में अपबीजाणुक युग्मकोद्भिद् जीर्णमान (senescent) जड़ों पर विकसित होते हैं। युग्मकोद्भिदों का अपबीजाणुक रूप से उत्पादन *टेरीडियम* में सिर्फ तरुण पत्तियों पर पाया जाता है जबकि वयस्क पत्तियाँ हमेशा बीजाणु-उद्भिद् का पुनर्जनन करती हैं। परिपक्व पत्तियों से पुनर्जनन उद्यान कृषि (horticulture) तथा आनुवंशिक रूप से अपसामान्य किस्मों (genetically abnormal varieties) तक ही सीमित है। *एम्पेलोटेरिस* (*Ampelopteris*) के प्रकंद खंडों से युग्मकोद्भिद् अथवा बीजाणु-उद्भिद् का पुनर्जनन खंडों की लंबाई तथा मीडियम में शर्करा के स्तर पर निर्भर करता है। 0.5% अथवा अधिक शर्करा होने पर, बड़े आमाप के खंड (1 से.मी. मोटाई के) बीजाणु-उद्भिद् बनाते हैं। मीडिया में सुक्रोस की मात्रा कम होने अथवा ना होने पर, सिर्फ युग्मकोद्भिद् विकसित होते हैं। 2% सुक्रोस वाले मीडियम में भी अपेक्षाकृत छोटे खंड (3-4 मि.मी. के) सिर्फ युग्मकोद्भिद् ही निर्मित करते हैं।

एक ही पौधे से, समरूप संवर्धन परिस्थितियों में, प्रोथैलसी तथा बीजाणु-उद्भिदी प्रकारों का समकालिक पुनर्जनन सबसे अधिक दिलचस्प परंतु कौतूहल उत्पन्न करने वाला है। *फ्लेबोडियम* (*Phlebodium*) में प्रकंद के खंड, कटे सिरों से अथवा पार्श्व भागों से आमतौर पर लगभग 50% युग्मकोद्भिदी तथा 50% बीजाणु-उद्भिदी उत्पन्न हुए। दोनों प्रकार के पुनरुत्पादक साथ साथ ही विकसित हुए। युग्मकोद्भिद् में तंतुमय अवस्था से पूर्व उद्वर्धवृद्धियाँ विकसित हुई तथा बीजाणु-उद्भिद् से पूर्व, कोशिकाओं के समुच्चय विकसित हुए। इन बीजाणु-उद्भिदों में द्वितीयक बीजाणु-उद्भिद् निर्मित करने की खास प्रवृति थी। समरूप परिस्थितियों में युग्मकोद्भिद् के साथ साथ बीजाणु-उद्भिद् का प्रकंद के खंड पर निर्मित होना, दोनों पीढ़ियों की समजातीयता सुझाता है।

अपयुग्मक बीजाणु-उद्भिदों का निर्माण *टेरिस, पॉलीपोडियम, सिबोशियम* (*Cibotium*) की किशोर पत्तियों पर देखा गया है। मीडियम में सुक्रोस की सान्द्रता, बीजाणुउद्भिद् की उम्र तथा प्रकाश की निम्न तीव्रता द्वारा अपबीजाणुता प्रभावित होती है।

बोध प्रश्न 18.4

निम्नलिखित वक्तव्यों के रिक्त स्थानों को उचित शब्दों से भरिए

i) जीवित जीव के भीतर कोई भी असममित अवस्था ..... कहलाती है।

ii) कोशिका में अथवा भ्रूणीय ऊतक में ध्रुवीयता ..... के पूर्वगामी होती है।

iii) बीजाणु-उद्भिदी विकास की आरंभिक अवस्थाओं में ध्रुवीयता युग्मनज से भ्रूण के ..... विकास के रूप में अभिव्यक्त होती है।

iv) एक कोशिका से पूर्ण पादप का पुनर्जनन ..... कहलाता है।

v) यदि प्रोथैलस से शीर्ष विभज्योतक ..... हो जाता है तो पुनर्जनन अनुकूल होता है।

vi) युग्मकोद्भिद् की कायिक कोशिकाओं से निषेचन के बिना बीजाणु-उद्भिद् के सीधे बनने की प्रक्रिया ..... कहलाती है।

vii) जब युग्मकोद्भिद् का निर्माण सीधे बीजाणु-उद्भिद् की कायिक कोशिकाओं से होता है तो यह प्रक्रिया ..... कहलाती है।

18.6 सारांश

इस इकाई में आपने पढ़ा कि :

- बॉवर ने लघुपर्णी पत्तियों के विकास को समझाने के लिए उद्धर्धन (enation) सिद्धांत प्रतिपादित किया तथा त्सिमरमान ने दीर्घपर्णी पत्तियों के विकास को तथा साथ ही संवहनी पादपों में प्रजनन शाखाओं के विकास को समझाने के लिए टीलोम (telome) सिद्धांत को प्रतिपादित किया।

- टीलोम आदि थल पादपों जैसे कि *राइनिया* के पादप की काया का शीर्षस्थ एक शिरीय भाग होता है। टीलोम कुछ प्रारंभिक प्रक्रियाओं जैसे उच्चातिक्रमण, समतलन, सहजनन, अपघटन तथा प्रतिवक्रण के द्वारा संवहनी पादपों के प्ररोह अक्ष तथा पत्तियों को जन्म देते हैं।

- आदि टेरिडोफाइट्स जैसे कि *राइनिया* में सरलतम प्रकार का रंभ-ठोसरंभ पाया जाता था जो सभी जीवित टेरिडोफाइट्स में भी नवोद्भिद अवस्था में पाया जाता है तथा कुछ भागों में वयस्क हो जाने पर भी रहता है। बाद में विकास के क्रम में नालरंभ प्रकट हुआ जिससे संवहनी बेलन के पत्ती या शाखा में मुड़ जाने से संभवत: विभिन्न प्रकार के रंभ विकसित हुए। इसी के फलस्वरूप उन्नत टेरिडोफाइट्स में नलीरंभ तथा जालरंभ पाए जाते हैं।

- विषमबीजाणुता दो प्रकार के बीजाणुओं का उत्पादन है। छोटे बीजाणु नर युग्मकोद्भिद बनाते हैं तथा बड़े वाले मादा युग्मकोद्भिद् में विकसित होते हैं। *सैलाजिनेला, आइसोइटीज* तथा *आजोला* और कुछ अन्य टेरिडोफाइट्स विषमबीजाणुक हैं।

- विषमबीजाणुता लगभग 370 करोड़ वर्ष पूर्व प्रकट हुई थी। विषमबीजाणुता से अंततः बीज प्रकृति विकसित हुई। विषमबीजाणुता के अतिरिक्त दीर्घबीजाणु की संख्या घट कर एक हो जाने से, दीर्घबीजाणु-उद्भिद् का दीर्घबीजाणु के अंदर ही रहना जो दीर्घबीजाणुधानी के अंदर उपस्थित था तथा अध्यावरण से दीर्घ-बीजाणुधानी का ढका होना ये सभी परिवर्तन बीज प्रकृति के लिए उत्तरदायी हैं।

- ध्रुवीयता जीवित तंत्र के अंदर कोई भी असममित अवस्था को कहते हैं तथा यह विभेदन की पूर्वगामी अवस्था है। बिना लैंगिक अंगों के युग्मकोद्भिद् की कायिक कोशिकाओं से बीजाणु-उद्भिद् का बनना अपयुग्मन है तथा अपबीजाणुता बीजाणु-उद्भिद् से बिना अर्द्धसूत्री विभाजन तथा बिना बीजाणु के निर्माण के युग्मकोद्भिद् का विकसित होना है।

18.7 अंत में कुछ प्रश्न

1. निम्नलिखित शब्दों को परिभाषित कीजिए :

   (i) टीलोम (ii) उच्चातिक्रमी (iii) समतलन (iv) सहजनन

   (v) लघुकरण (vi) प्रतिवक्रण

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ठोसरंभ क्या है? आप किसप्रकार इसे नालरंभ से विभेदित कर सकते हैं।

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. विषमबीजाणुता क्या है? तथा उसका क्या जैविक महत्व है?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. निम्नलिखित शब्दों को परिभाषित कीजिए :

(1) ध्रुवीयता (2) अपयुग्मन (3) अपबीजाणुता

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. फर्न के प्रोथैलस में पुनर्जनन पर शीर्ष विभज्योतक का क्या प्रभाव होता है?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

18.8 उत्तर

बोध प्रश्न

18.1 i) स

ii) स

iii) अ (शाखाओं की असमान वृद्धि)

iv) अ (एकतल में द्विभाजन)

v) स

vi) अ (टीलोम गट्ठर का सरलीकरण - एक सुई-नुमा पर्ण का निर्माण)

18.2 i) स

ii) अ (प्लेट-नुमा)

iii) अ (तारे के-आकार का)

iv) स

v) अ (मज्जा होती है)

vi) अ (फ्लोएम जाइलम के दोनों तरफ)

vii) स

viii) स

18.3 i) विषमबीजाणुता

ii) प्रारंभी विषमबीजाणुता

(iii) *एक्वीसीटम*

(iv) बीज प्रकृति

(v) संरक्षी अध्यावरण

18.4 (i) ध्रुवीयता

(ii) विभेदन

(iii) द्विध्रुवीय

(iv) पूर्णशक्तता

(v) विलग

(vi) अपयुग्मन

(vii) अपबीजाणुता

1. (1) यह द्विभाजी रूप से शाखित पादप अक्ष का सरल तथा अंतिम अग्र भाग है।

   (2) यह द्विभाजन की दो सह-शाखाओं की असमान वृद्धि को कहते हैं।

   (3) समतलन एक प्रक्रिया है जिसमें एक से अधिक तलों में शाखन की बजाय एक ही तल में द्विभाजी शाखन हो जाता है।

   (4) यह टीलोमों एवं मोसोमों के बीच संबंधकों के विकसित होने की प्रक्रिया है।

   (5) यह टीलोम गट्ठरों के सरलीकरण की प्रक्रिया है जिसके फलस्वरूप सुई-जैसी लघुपर्णी पत्तियाँ निर्मित होती हैं।

   (6) इस प्रक्रिया के दौरान जननक्षम टीलोम प्रतिवर्ती बन जाते हैं जिसके फलस्वरूप बीजाणुधानी की स्थिति उलटी हो जाती है।

2. ठोसरंभ सबसे सरल प्रकार का रंभ है जिसमें जाइलम की केन्द्रीय ठोस क्रोड फ्लोएम द्वारा घिरी रहती है। नालरंभ में जाइलम की केन्द्रीय क्रोड ठोस नहीं होती है, तथा केन्द्र में मृदूतकीय मज्जा उपस्थित रहती है।

3. विषमबीजाणुता एक परिघटना है जिसमें कोई जाति दो प्रकार के बीजाणु उत्पन्न करती है। छोटे वाले बीजाणु नर युग्मकोद्भिद् को बनाते हैं जबकि बड़े बीजाणु मादा युग्मकोद्भिद् में विकसित होते हैं। विषमबीजाणुता अंततः बीज प्रकृति के विकास में परिणत होती है।

4. (1) ध्रुवीयता जीवित जीव के अंदर कोई भी असममित अवस्था होती है तथा दो सिरों अथवा दो सतहों के बीच में अंतर के रूप में अभिव्यक्त होती है।

   (2) अपयुग्मन एक परिघटना है जिसमें युग्मकोद्भिद् की कोई कायिक कोशिका बिना युग्मकों के संलग्न के ही बीजाणु-उद्भिद् उत्पन्न करती है?

   (3) अपबीजाणुता युग्मकोद्भिद् के सीधे ही बीजाणु-उद्भिद् की कायिक कोशिका से बिना अर्धसूत्री विभाजन के बनने की प्रक्रिया है।

5. पुनर्जनन उन प्रोथैलसों में रुक जाता है जिनमें शीर्ष विभज्योतक अक्षत रहता है परंतु जब शीर्ष विभज्योतक अलग कर दिया जाता है तो यह स्थिति प्रोथैलस के पुनर्जनन में सहायक होती है।

शब्दावली

अपाक्ष (abaxial) : एक प्रारूपिक पत्ती की निचली सतह।

अभ्यक्ष (adaxial) : एक प्रारूपिक पत्ती की ऊपरी सतह।

अश्मीभूताश्म (petrifaction) : वह पादप अथवा जंतु जीवाश्म जिसमें मूल कार्बनिक पदार्थ खनिजों द्वारा विस्थापित हो जाते हैं (अधिकांशत: कार्बोनेट्स (carbonates), सिलिकेट्स (silicates), सल्फेट्स (sulphates), फॉस्फेट्स (phosphates) तथा लोह या आयरन ऑक्साइड्स।

आदिदारु (protoxylem) : सबसे पहले निर्मित होने वाला प्राथमिक दारु जो परिपक्व हो जाता है जबकि आसपास के ऊतक दीर्घीकृत हो रहे होते हैं।

उद्ववर्धन (enation) : किसी अंग की सतह पर से उद्धर्ध, विशेष रूप से, तने पर से उद्धर्ध जो वाहिकायित (vascularised) अथवा पर्ण अवकाश (leaf gap) से संबद्ध नहीं होता है।

उच्चातिक्रमी (overtopping) : वह प्रक्रिया जिसमें अंतस्थ शाखा, यानि खंडों (टीलोमों) की एक शाखा दूसरी से विकास के दौरान अधिक बड़ी हो गई।

कुंडलित किसलय विन्यास (circinate vernation) : वह तरीका जिसमें फिलिकेलीज (filicales) के तरुण प्रपर्ण (fronds) वल्लित (rolled up) रहते हैं।

कूटकी नलिका (carinal canal) : *एक्वीसीटम* के तने में आदिदारु बिन्दुओं के निकट पाई जाने वाली छोटी वायुगुहिकाएं जो तने में गैसों के विसरण (diffusion) को संभव बनाती हैं।

काग अस्तर (phelloderm) : कागजन (phellogen) की गतिविधि द्वारा उत्पन्न होने वाली छाल की भीतरी परत।

गुरूपर्ण (megaphyll) : एक बड़ी चौड़ी, चपटी पत्ती जिसमें शाखित संवहनी संपूल (vascular strand) अथवा पर्ण-अनुपथ (leaf trace) होते हैं जो अनेकों संवहन पूलों के बने होते हैं।

गुरूबीजाणुधानी (megasporangium) : गुरूबीजाणु-निर्मित करने वाली बहुकोशिकीय संरचना जो संवहनी पादपों में पाई जाती है।

गुरूबीजाणुपर्ण (megasporophyll) : एक पत्ती जैसा उपांग जो गुरूबीजाणुधानियों को धारण किए रहता है।

टीलोम (telome) : शाखन करने वाली अक्ष का एक एकल अंतस्थ भाग जो बंध्य अथवा उर्वर हो सकता है।

ट्रैबीक्युला (trabecula) : कोशिकाओं की एक कतार जो अन्तर कोशिकी अवकाश से होकर गुजरती है।

ठोसरंभ (protostele) : एक सामान्य प्रकार का संवहनी बेलन, जिसमें प्राथमिक दारु या जाइलम की केन्द्रीय क्रोड (core) प्राथमिक पोषवाह या फ्लोएम से घिरी रहती है।

नालरंभ (siphonostele) : एक प्रकार का संवहनी बेलन जिसमें मज्जा ऊतक की केन्द्रीय क्रोड को घेरे रहता है।

द्विभाजी शाखन (dichotomous branching) : शाखन का वह तरीका जिसमें शाखा की दोनों भुजाएं लगभग समान लम्बाई की होती हैं।

पर्ण अवकाश (leaf gap) : संवहन तंत्र में असांतत्य (discontinuity)।

प्रकंद (rhizome) : एक क्षैतिज, भूमिगत तना जिसमें जड़ें, प्ररोह तथा पत्तियां उग सकती हैं।

पिच्छाकार (pinnate) : संयुक्त पर्ण की एक प्रकार जिसमें पत्रक (पिच्छक) सामान्य अक्ष पर रेखीय रूप से व्यवस्थित रहते हैं।

प्रपर्ण (frond) फर्न की पत्ती।

प्रोथैलस (prothallus) : एक हृदयकार युग्मकोद्भिद, जैसा कि फर्नस में दिखाई पड़ता है।

बीजाणुपर्ण (sporophyll) : बीजाणु धारण करने वाले पर्ण।

रंभ (stele) : पादप की जड़ अथवा प्ररोह का संवहनी बेलन तथा उससे संबद्ध कोई भी निकटवर्ती मृदूतकी ऊतक सहित।

रैकिस (rachis) : पत्ती की मुख्य अक्ष।

लघुपर्ण (microphyll) : वह संरचना जो अगुणित लघुबीजाणुओं को धारण करती है।

लघुबीजाणु (microspore) : एक अगुणित मायोबीजाणु (meiospore) जो नर युग्मकोद्भिद् में विकसित हो जाता है।

लघुबीजाणु मातृ कोशिका (microspore mother cell) : एक द्विगुणित कोशिका जो भ्रूणपादपों में अर्धसूत्री विभाजन के द्वारा चार अगुणित लघुबीजाणुओं अथवा परागकणों को जन्म देती है।

समतलन (planation) : एक विकासात्मक प्रक्रिया जिसमें दो या अधिक तलों के द्विभाजन चपटे होकर एक ही तल में हो जाते हैं जैसा कि माना जाता है कि पत्तियों के विकास में हुआ।

सुरंभ (eustele) : एक बेलनाकार संवहन तंत्र जो परस्पर संबंद्ध संवहनी पूलों का बना होता है।

हस्ताकार (palmate) : संयुक्त पर्ण का एक प्रकार जिसमें सभी पत्रक (leaflets) (अथवा पिच्छक) पर्णवृंत के शीर्ष से जुड़े रहते हैं।

NOTES