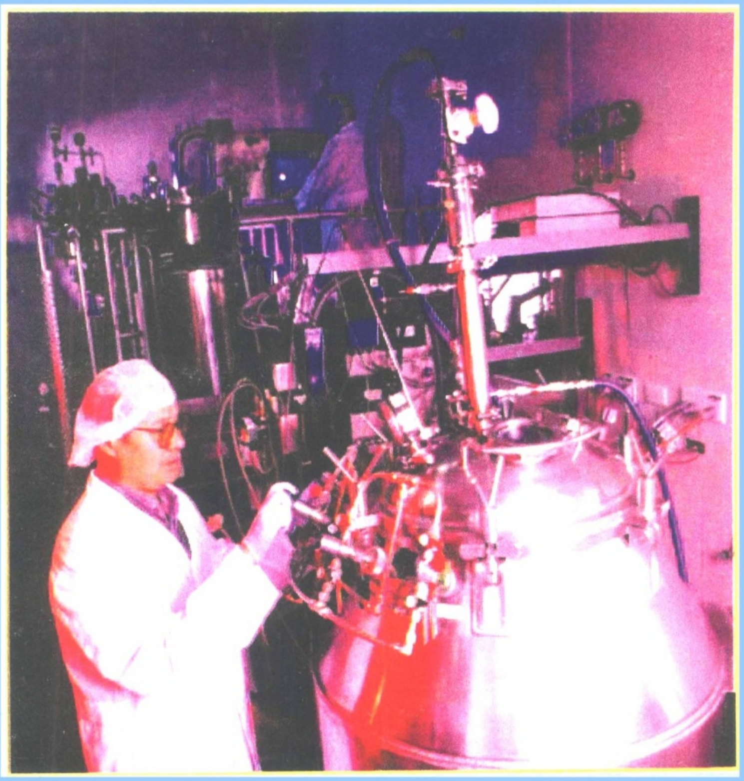
BT-04

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा



प्रायोगिक जैवप्रौद्योगिकी

बी.एससी.(प्रथम वर्ष)

BT-04

वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

प्रायोगिक जैवप्रौद्योगिकी

क्रम सं.	इकाई का नाम	पृष्ठ संख्या
1.	जन्तु प्रादर्शों की पहचान एवं टिप्पणी	6–28
2.	पादप प्रादर्शों की पहचान एवं टिप्पणी	29–132
3.	ग्राम अभिरंजन	131–137
4.	डी.एन.ए. के प्रकारों का मॉडल/चार्टों द्वारा प्रदर्शन	138–146
5.	जीन अभिव्यक्ति का मॉडल/चार्टों द्वारा प्रदर्शन	147–155
6.	फास्फोडाईएस्टर बाँध निर्माण का मॉडल/चार्टों द्वारा प्रदर्शन	156–165
7.	प्रोटीन, कार्बोहाईड्रेट तथा किण्वकों कि परख	166–168
8.	पादप अण्डपों के प्रकारों का अध्ययन	169–171
9.	बीजाण्डन्यास के प्रकारों का अध्ययन	172–174
10.	पराग अंकुरण एवं जीवन क्षमता का अध्ययन	175–177
11.	मेढ़क के परिवर्धन का कायान्तरण की विभिन्न अवस्थाओं का अध्ययन	178–189
12.	नार्मल मोलर, मोलल, फार्मल तथा बफर विलयनों का विरचन	190–211
13.	परॉक्सीडेज, डिहाइड्रोजिनेज तथा कैटालेज सक्रियता का प्रदर्शन	212–220
14.	केन्द्रीय प्रवृत्तियों की गणनायें	221–235
15.	आकड़ों का सारणीयन एवं आरेख तथा आलेख द्वारा निरूपण	236–253

पाठ्यक्रम अभिकल्प समिति

अध्यक्ष

प्रो. नरेश दाधीच
कुलपति
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

विषय समन्वयक

प्रो. सी. के. ओझा
निदेशक
महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)

सदस्य सचिव / समन्वयक

डॉ. अशोक शर्मा
एसोसिएट प्रोफेसर
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

सदस्य

1. **प्रो. जी. एस. रंधावा**
   विभागाध्यक्ष, जैव प्रौद्योगिकी विभाग
   इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, रुड़की (उत्तर प्रदेश)
2. **प्रो. एस. पी. बोहरा**
   विभागाध्यक्ष, वनस्पति शास्त्र विभाग
   जय नारायन व्यास विश्वविद्यालय, जोधपुर (राज.)
3. **प्रो. के. के. शर्मा**
   विभागाध्यक्ष, प्राणीशास्त्र विभाग
   महर्षि दयानन्द सरस्वती विश्वविद्यालय, अजमेर (राज.)
4. **डॉ. कनिका शर्मा**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   मोहनलाल सुखड़िया विश्वविद्यालय, उदयपुर (राज.)
5. **डॉ. आर. एन. जाट**
   सहआचार्य, गणित विभाग
   राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर(राज.)
6. **डॉ. अरविन्द पारीक**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)

सम्पादन एवं पाठ लेखन

सम्पादक

डॉ. अरविन्द पारीक
सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)

लेखक

1. **डॉ. विधि दुबे**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)
2. **डॉ. ईरा गुप्ता**
   व्याख्याता, प्राणीशास्त्र विभाग
   वैदिक कन्या महाविद्यालय, जयपुर(राज.)
3. **डॉ. सतीश कुमार**
   सहायक आचार्य, वनस्पति शास्त्र विभाग
   महात्मा गांधी इंस्टीट्यूट ऑफ एप्लाइड साइंसेज, जयपुर (राज.)

पाठ्यक्रम निर्देशन एवं उत्पादन

निदेशक (अकादमिक)
प्रो. अनाम जेटली
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

निदेशक (सामग्री उत्पादन एवं वितरण विभाग)
प्रो. पी. के. शर्मा
वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा

उत्पादन - जुलाई, 2007

सर्वाधिकार सुरक्षित : **इस सामग्री के किसी भी अंश की वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा की लिखित अनुमति के बिना किसी भी रूप में मिमियोग्राफी (चक्रमुद्रण) के द्वारा या अन्यथा पुनः प्रस्तुत करने की अनुमति नहीं है।**

निदेशक (अकादमिक) द्वारा वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा के लिए मुद्रित एवं प्रकाशित

प्रस्तावना

प्रस्तुत पुस्तक वर्धमान महावीर खुला विश्वविद्यालय, कोटा के दूरस्थ शिक्षा के अन्तर्गत संचालित बी.एससी. जैव प्रौद्योगिकी (प्रथम वर्ष) के पाठ्यक्रम के आधार पर तैयार की गयी है।

इस पुस्तक में पाठ्यक्रम को ध्यान में रखते हुए सरल व सुगम विधियों से प्रयोगात्मक कार्य को समझने का प्रयास किया गया है। जैव प्रौद्योगिकी अनुप्रयुक्त विज्ञान का विषय है,इसे समझने के लिए प्रायोगिक कार्य की सहायता आवश्यकता होती है। इस पुस्तक में प्रत्येक इकाई के आरम्भ में प्रस्तावना तथा संक्षिप्त सैद्धान्तिक विवरण दिया गया है जो विद्यार्थियों को विषय के आधारभूत ज्ञान से परिचित कराएगा। जैव प्रौद्योगिकीके प्रमुख विषयों जैसे रसायन शास्त्र, जैवसांख्यिकी तथा जीवविज्ञान की नवीनतम प्रौद्योगिक विधियों का समावेश किया गया है। इस पुस्तक में तकनीकी शब्दों को भारत सरकार द्वारा प्रकाशित पारिभाषिक वैज्ञानिक शब्दावली से लिखा गया है, भाषा को अधिक सुग्राह्य बनाने हेतु अंग्रेजी शब्दों को तथा तकनीकी शब्दों को कोष्ठबद्ध करने का प्रयास किया गया है। प्रत्येक इकाई के अंत में दिये गये अभ्यास प्रश्न विद्यार्थियों के प्रायोगिक ज्ञान को अधिक सामाजिक व उपयोगी बनाने में सहायता प्रदान करेंगे। यद्यपि पुस्तक को यथासंभव सरल व सुगम बनाने का प्रयास किया गया है तथापि मानवीय भूल से हुई त्रुटियों के लिए लेखा मण्डल क्षमा प्रार्थी है।

पुस्तक को और स्तरीय बनाने हेतु विद्यार्थियों तथा शिक्षकों के सुझाव के सुझाव आमंत्रित हैं।

इकाई 1

जन्तु प्रादर्शों की पहचान एवं टिप्पणी

IDENTIFICATION AND COMMENT UPON ANIMAL SPECIMEN

इकाई रूपरेखा

1.0 उद्देश्य

1.1 प्रस्तावना

1.2 जन्तु प्रादर्शों की पहचान एवं टिप्पणी

1.2.1 पैरामीशियम

1.2.2 साइकन

1.2.3 हाइड्रा

1.2.4 केंचुआ

1.2.5 टीनिया

1.2.6 एस्केरिस

1.2.7 तिलचट्टा

1.2.8 घोंघा

1.2.9 तारामीन

1.2.10 पैट्रोमाइजोन

1.2.11 हर्डमानिया

1.2.12 लेबियो

1.2.13 राना

1.2.14 छिपकली

1.2.15 कबूतर

1.2.16 खरहा

1.3 जन्तु वर्गीकरण के प्रमुख लक्षण एवं वर्गीकरण चार्टg

1.4 अभ्यासार्थ प्रश्न

1.5 संदर्भ ग्रंथ

1.0 उद्देश्य (Objectives) :

जन्तुओं के आकारिकीय व कार्यिकी अध्ययन के साथ-साथ जन्तुओं का विस्तृत अध्ययन व उनके वर्गीकरण का भी अध्ययन अत्यावश्यक है । क्योंकि किसी भी नये अनुसंधान से प्राप्त तथ्यों की सही-सही व्याख्या करने के लिए जन्तुओं की सही पहचान तथा वर्गीकरण में उनकी

सही स्थिति की जानकारी होना अत्यन्त जरूरी है । इसी उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए इस इकाई में कार्डेटा व नान कार्डेटा वर्ग के कुछ खास-खास जंतुओं का वर्गीकरण व उनके सामान्य लक्षणों का उल्लेख किया गया है प्रस्तुत इकाई में निम्न कार्डेटा व नानकार्डेटा वर्ग के जन्तुओं का वर्गीकरण किया गया है ।

- नान कार्डेटा : पैरामीशियम, साइकन, हाइड्रा, टीनिया, एस्केरिस, केंचुआ, तिलचट्टा, घोंघा, तारामीन
- निम्न कार्डेटा : पैट्रोमाइजोन, हर्डमानिया
  कार्डेटा लेबियो, राना, छिपकली, कबूतर, खरहा

1.1 प्रस्तावना (Introduction):

प्रस्तुत इकाई बी.एस.सी. (बायोटेक्नोलॉजी) के छात्रों को ध्यान में रखते हुए लिखी गई है इसके अन्तर्गत मुख्य-मुख्य नानकार्डेट्स कार्डेट्स प्राणियों का वर्णन प्रायोगिकी के दृष्टिकोण से किया गया है ताकि छात्र-छात्राओं को यह पता लगे कि अमुख जन्तु के वर्गीकी में किस स्थान पर रखा जाता है । वर्गीकरण वास्तव में प्राणियों की क्रमिक व्यवस्था के लिए मानव निर्मित प्रक्रिया है । इसी वर्गीकरण के आधार पर जन्तुओं का नामकरण भी किया जाता है । जैव-वर्गीकरण लिनीयस (Linnaeus, 1707-78) द्वारा प्रस्तावित नामकरण की द्विपदनाम पद्धति (bionomial system of nomenclature) पर आधारित है । लिनियस ने पौधों और जन्तुओं को निम्नानुसार समूहों या वर्ग को (Taxa) में विभाजित किया था

साम्राज्य (Empire)	वंश (Genus)
जगत (Kingdom)	जाति (Species)
वर्ग (Class)	उपजाति (Variety)
गण (order)	

इस विभाजन को लिनीयस विभाजन कहा जाता है । प्रत्येक प्राणी का वैज्ञानिक नाम दो भागों में मिलकर बना है पहला वंशीय (generic) एवं जातीय (species) । द्विपद नामकरण में पहले वंशीय नाम का पहला अक्षर बड़ा (Capital) लिखा जाता है जातीय नाम का पहला अक्षर छोटा (small letter) लिखा जाता है । दोनों के नीचे रेखा अंकित की जाती है (Underline) उदाहरण के लिए भेड़ में पाया जाने वाला यकृत कृमि (liver fluke) का नाम निम्न प्रकार लिखा जाएगा-

1) FASCILOA HEPATICA (सारा बड़ा)
   or
2) Fasciola hepatica (तिरछे अक्षरों में)
   or
3) Fasciola hepatica (सीधा पर रेखा अंकित)

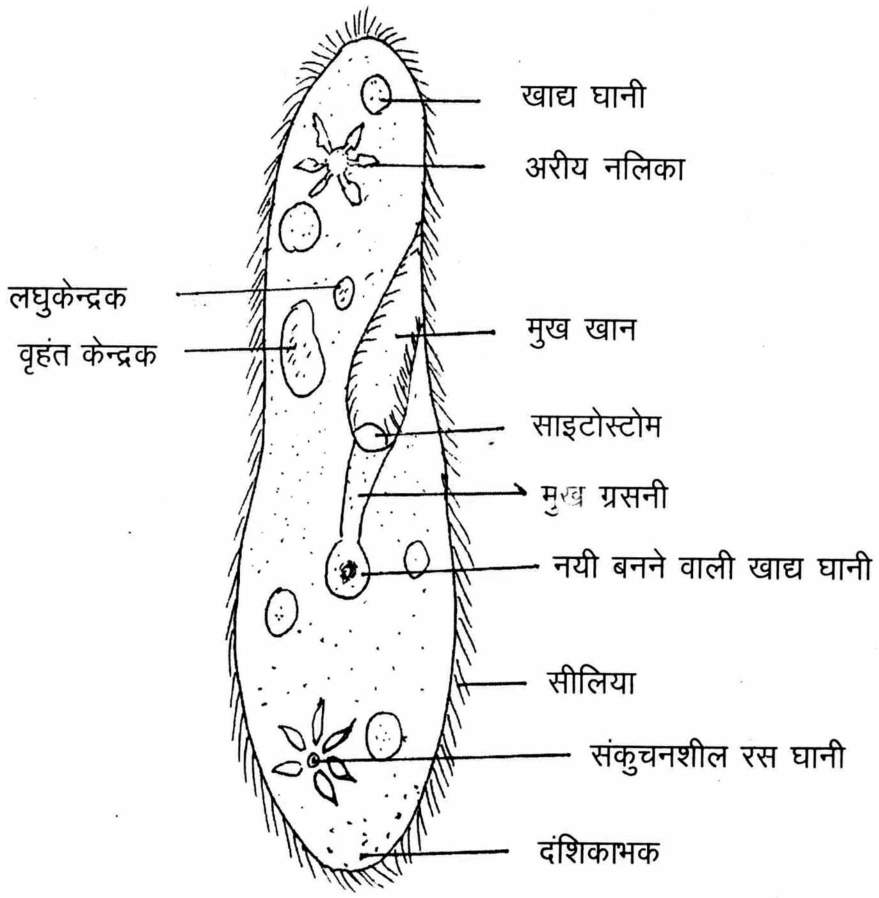
1.2 जन्तु प्रादर्शो की पहचान एवं टिप्पणी

1.2.1 पैरामीशियम

फाइलम (Phylum)	:	प्रोटोजोआ		
सब फाइलम (Sub Phylum):	:	सिलियोफोरा	:	सिलिया उपस्थित या चूषकस्पर्शक उपस्थित
वर्ग (Class)	:	सीलिएटा	:	सिलिया पूरे जीवनकाल में उपस्थित
उप वर्ग (sub class)	:	यूसीलिएटा	:	लघु व दीर्घ केन्द्रक उपस्थित संयुग्मन द्वारा प्रजनन
गण (Order)	:	होलोट्राइका	:	
जीनस (Genus)	:	पैरामीशियम		

लक्षण

1. स्वच्छ जल में पाया जाता है क्षय होते कार्बनिक पदार्थ में तथा सीवरेज में पाया जाता है। मुख्य प्रजातिया पैरामीशियम काडेटम व पैरामीशियम ओरेलिया पाई जाती है ।
2. शरीर 0.3 mm के लगभग लम्बा, चप्पल के आकार का होता है जिसका एक सिरा चपटा व दूसरा नुकीला होता है ।
3. शरीर चारों ओर से जिलेटिन के बने पैलिकल से ढका होता है जिस पर सीलिया लगे होते है ।
4. साइटोसोम के एक ओर साइटोफेरिक्म पाया जाता है व दूसरी ओर ओरल ग्रूव (मुख खांच) पायी जाती है ।
5. साइटोप्लाज बाहरी सतह पर एक्टोप्लाज व अन्दर की और एण्डोप्लाज कहलाता है । एण्डोप्लाज में लघु व दीर्घ केन्द्रक उपस्थित होते है ।
6. पैरामीशियम में दो या अधिक संकुचनशील धानिया पायी जाती है जिनका स्थान भी साइटोप्लाज्य निश्चित होता है ।
7. खाद्य धानिया भी जीवद्रव्य में उपस्थित होती है ।
8. जन्तुओं में जनन कई प्रकार से होता है । जन्तु में अलैंगिक प्रजनन अनुकूल परिस्थितियों में होता है जो कि द्विविभाजन की प्रक्रिया द्वारा होता है ।
9. लैगिक जनन संयुग्मन (conjugation) द्वारा होता है ।
10. जन्तु में अपनी संख्या में वृद्धि अर्थात वंश वृद्धि की अत्यधिक क्षमता होने के कारण इसे अध्ययन हेतु चुना जाता है ।



चित्र 1.1पैरामिशियम

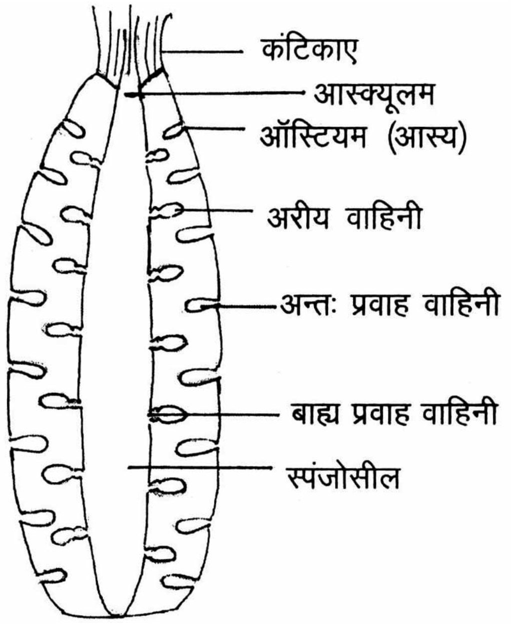
1.2.2 साइकन (SYCON)

फाइलम (Phylum)	:	पोरीफेरा	:	छिद्र युक्त प्राणी
वर्ग (Class)	:	कैल्केरिया	:	अंत: के काल में कैल्शियम कार्बोनेट की बनी कंटिकाए
गण (Order)	:	हेटरोसीला	:	जटिल देह संरचना देह भित्ति मोटी व वलयित (folded)
जीनस (Genus)	:	साइकन		

लक्षण (Character)

1. देह भित्ती बाह्य व अन्त: चर्म से बनी होती है अर्थात् द्विस्तरीय होती है ।
2. बाह्यचर्म पर छिद्र पाये जाते है जो कि आस्टिया कहलाते है । ऑस्टिया अन्दर की ओर अन्तर्वाही नलिका (incurrent canal) में खुलते है ।

3. अरीय नाल (redial canal) अन्त: चर्म पर पाई जाती है जो कि आगम द्वार (prosopyles) नामक छोटे छिद्रों द्वारा साइकन के केन्द्रीय भाग में खुलते है इन नलिकाओं को अपवाही (recurrent canal) कहते है ।
   (a) अरीय नलिका अन्दर से कोएनोसाइट कोशिकाओं से आस्तरित रहती है यह कोशिकाएँ कशाभिकाए वाली होती है ।
   (b) प्रत्येक कोएनोसाइट कोशिकाए अंडाकार, पारदर्शी होती है तथा इनके द्वारा भोज्य पदार्थ व गैसों का आदान प्रदान होता है । कोएनोसाइट कोशिकाओं पर पाये जाने वाले कशाभिकाओं की लगातार गतिशीलता के कारण साइकन की नलिकाओं में पानी का प्रवाह निरन्तर बना रहता है ।
4. स्पेजगुहा बाहर की ओर एक छिद्र द्वारा खुलता है इसे प्रास्य (osculum) कहते है । इस आस्कुलम के द्वारा पानी शरीर से बाहर निकल जाता है ।
5. बाह्य व अन्त: चर्म के मध्य जिलेटिननुमा मीसोग्लिया (mesenchyme) उपस्थित होती है । इनमें एक, दो अथवा त्रिस्तरीय कंटिकाए पाई जाती है इन कंटिकाओं का कार्य शरीर को मजबूती प्रदान करना है ।



चित्र 1.2: (साइकन : लम्बवत काट)

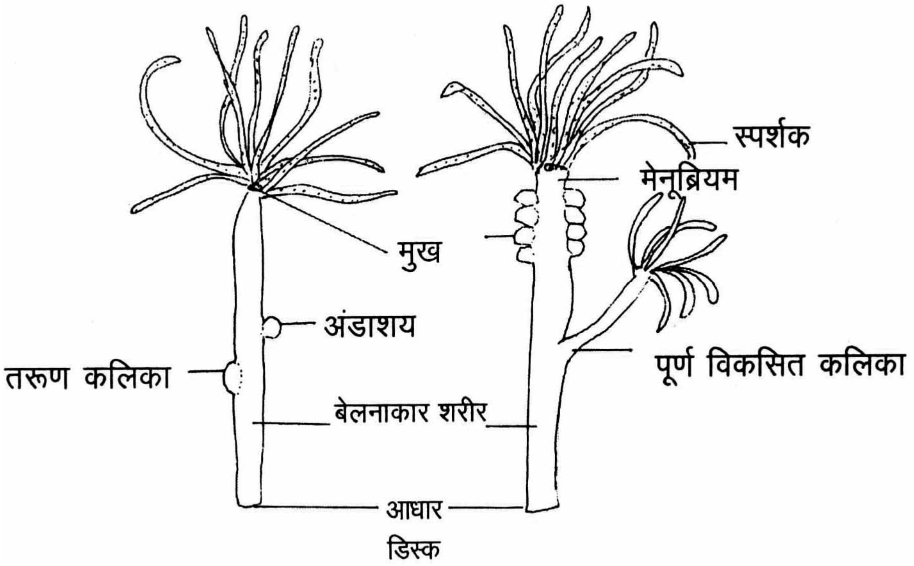
1.2.3 हाइड्रा (Hydra)

फाइलम (Phylum)	: सीलेन्ट्रेंटा	: खोखली गुहा समान आंत्र वाले प्राणी
गण (Order)	: हाइड्रॉयडिया	: पौलिप अवस्था मुख्यतः पाई जाती है । मेड्यूसा अवस्था का ज्यादातर अभाव
उपगण (Sub	: एथीकेटा	: पालिप पर हाड्रोथीका का स्रावण नहीं नहीं होता (पालिप

order)		नग्न होते है)
गण (Order	: हाइड्राइडिया	
जीनस (Genus)	: हाइड्रा	

लक्षण (Character)

1. यह विश्व व्यापी जंतु है । यह नली के आकार का होता है अर्थात पोलिप रूप में पाया जाता है अधिक से अधिक 1 सेमी तक लम्बा हो सकता है ।
2. पिछला छोर, आधार बिम्ब (basal disc) कहलाता है इसमें आसंजक ग्रंथि होती है ।
3. अग्र छोर क्षंकु के आकार का होता है इसे हाइपोस्टोम कहा जाता है इसी भाग पर मुख होता है जिसके चारों और 6 से 10 संकुचनशील स्पर्शक (tentacles) पाये जाते है ।
4. मुख जठर संवहनी गुहा में खुलता है ।
5. शरीर भित्ती में वंश कोशिकाए पाई जाती है जो कि रक्षात्मक तथा आक्रमक होती है ।
6. इसके शरीर के पार्श्व में अंडाशय, वृषण या मुकुल' (buds) उभरी रहती है ।
7. जनन क्रिया लैगिक (sexual) व अलैंगिक (asexual) दोनों तरह से होती है ।
8. पुनरुद्भवन (regeneration) सिद्धान्त को अध्ययन करने के लिए यह प्राणी अत्यन्त उपयुक्त है ।



चित्र 1.3 : हाइड्रा

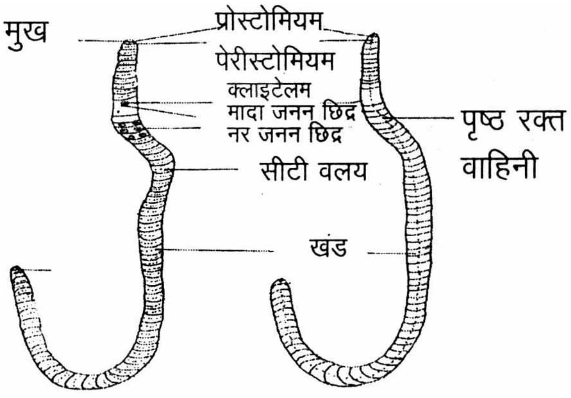
1.2.4 केंचुआ (Earthworm)

फाइलम (Phylum)	: एनेलिडा	: लम्बा नलाकार, विखंडित शरीर
वर्ग (Class)	: ओलीगोकीटा	: सिर अस्पष्ट, पैरापोडिया रहित सीटी उपस्थित, कलाइटेलम उपस्थित

जीनस (Genus) : फेरेटिमा
(केंचुआ)

लक्षण (Characters)

1. यह एक लम्बा बेलनाकार कृमि समान भूरे रंग का जीव होता है ।
2. यह बिल बनाकर रहता है इसका अगला सिरा कुछ नुकीला व पिछला सिरा कुछ गोल होता है ।
3. शरीर 100-200 वलयाकार खंडों का बना होता है । प्रत्येक खंड अन्तर खंडों में बंटा होता है ।
4. अग्र भाग के खंडों में एक मोटी व गहरे रंग की पट्टिका पाई जाती है जो कि क्लाइटेलम (Clitellum) कहलाता है । यह 14, 15 व 16 खण्ड पर पाई जाती है ।
5. शरीर के अधर भाग पर गमनांक, शूक (Seta) पाये जाते है ।
6. 5, 6, 7 व 8 खंड के अन्तरखंडीय खाँचों में अधर पार्श्व भागों में शुक्रग्राहक कोष या (Spermathecal pores) पाये जाते है ।



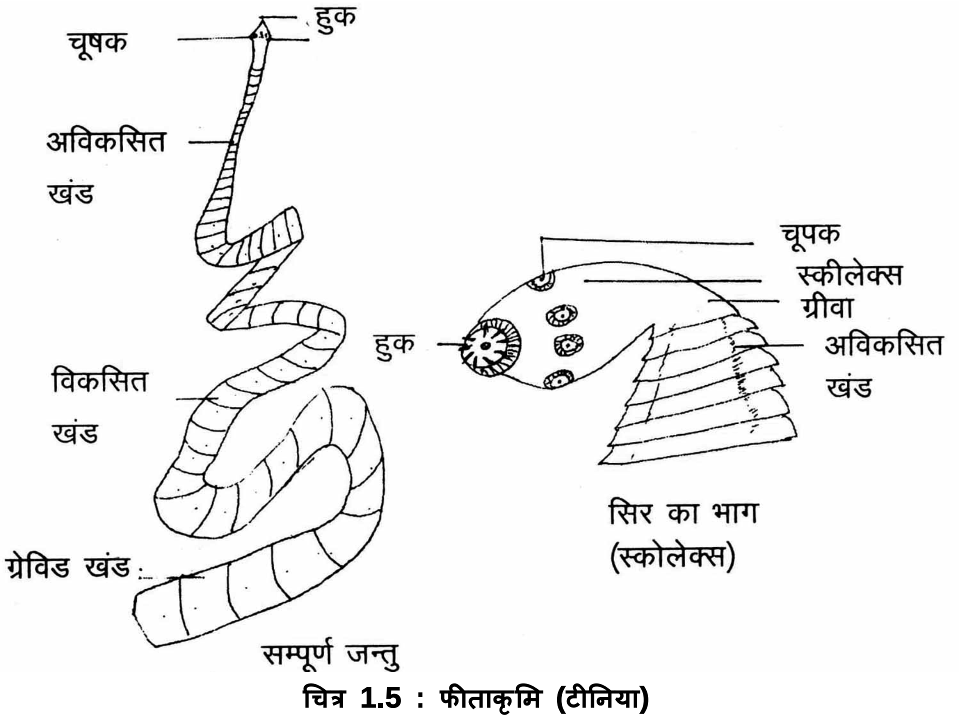
चित्र 1.4 केंचुआ

1.2.5 टीनिया (फीता कृमि) [Taenia (Tape-worm)]

संघ (Phylum)	:	प्लेटिहैल्मिन्थीज	:	द्विपार्श्व समनित त्रिस्तरीय, चपटे
वर्ग (Class)	:	सेसटांइज्यिा	:	शरीर क्यूटिकल से तुक, शरीर अग्र स्कोलेक्स व प्रोग्लॉटिड का बना, अन्त: परजीवी
गण (Order)	:	टिनाँइज्यिा	:	शरीर पर चार चूषक व हुक्स
जीनस (Genus)	:	टीनिया सोलियम		

लक्षण (Characters)

1. फीताकृमि अन्त: परजीवी प्राणी है जो कि कशेरूकियो की आहारनाल को दूषित करता है यह मनुष्य की आंत में पाया जाता है ।
2. यह उन देशों के मनुष्य में पाया जाता है जहाँ अधकच्चा सूअर का मांस (प्त॰ादवं) खाया जाता है ।
3. यह परजीवी अपने जीवन का एक चरण सूअर की माँस पेशियों में बिताता है । अगर यह दूषित सूअर ' का मांस मनुष्य द्वारा खा लिया जाता है । तो यह फीता कृमि प्रौढ़ अवस्था में बदल जाता है व अपने जीवन का दूसरा चरण पूरा करके अपने जीवन चक्र को पूर्ण करता है ।
4. इसका आकार चपटा होता है और इसकी लम्बाई 2 या 3 मीटर तक हो सकती है ।
5. शरीर का अग्र सिरा 1 मिमी व्यास का होता है । यह स्कोलेक्स कहलाता है स्कोलेक्स के पार्श्व भाग पर चार चूषक होते है । स्कोलेक्स के उपरी सिरे को रोस्टेलम कहते है । इस पर कई छोटे-छोटे हुक्स (hooks) होते है । हुक्स दो चक्रों में व्यवस्थित होते है । हुक्स व चूषक आंत से चिपकने के काम आते है ।
6. स्कोलेक्स के पीछे एक पतला भाग, गर्दन कहलाता है गर्दन से पंक्ति में लगे लगभग 800-900 देह खंड होते है इस भाग को स्ट्रोबिला (strobila) कहते है ।
7. प्रत्येक खंड में पूर्ण विकसित नर व मादा जननांग होते है परन्तु मुख व आहार नाल नहीं होते है ।
8. यह खाद्य को तरल अवस्था में अपने शरीर के सामान्य तल (genral surface) से सोखता है ।
9. इसके कारण मनुष्यों में कमजोरी व पेट दर्द हो जाता है ।



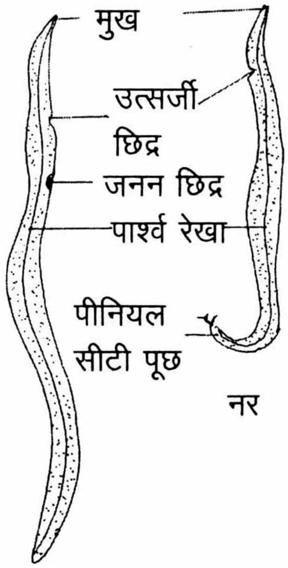
चित्र 1.5 : फीताकृमि (टीनिया)

1.2.6 गोलकृमि. ऐस्केरिस (Roundworm Ascaris)

संघ (Phylum)	:	ऐस्वोल्मिन्थीज़	:	मिथ्या देह गुहा, अखंडित, एकलिंगी निमेटोड
वर्ग (Class)	:	निमेटोडा	:	शरीर नलाकार, क्यूटिकल से ढका नर में कापुलेटरी स्पीक्यूल्स वक्लोएका उपस्थित
गण (Order)	:	ऐस्काराइडिया	:	मुखीय सम्पुट का अभाव, तीन होठ युक्त मुख
प्रारूप(Genus)	:	एस्कारिस लुम्ब्रीकाइडिस या गोल कृमि		

लक्षण (Characters)

1. यह गोलकृमि (round worm) के नाम से जाना जाता है यह मनुष्य विशेषकर बच्चों में ऐस्कारिएसिस रोग उत्पन्न करता है । इसका संक्रमण कच्ची या अधपकी सब्जियां खाने से होता है ।
2. इसमें नर व मादा जंतु अलग-अलग होने से यह लैगिक द्विरूपता को प्रकट करता है नर व 5-30 सेमी व मादा 20 से 35 सेमी होती है ।
3. नर का पुच्छ छोर मुड़ा हु आ (curred) होता है इसमें अवस्कर छिद्र होता है जिसमें से दो कंटिकाएँ निकली होती है ।
4. मादा का पुच्छ छोर एकदम नुकीला होता है ।
5. अग्र छोर से नर व मादा समान होते है ।
6. शरीर लम्बा व बेलनाकार होता है ।
7. उत्सर्जी छिद्र अग्र छोर से 2 एमएम की दूरी पर होता है ।
8. इनके जीवन इतिहास में माध्यमिक परपोषक (intermediate host) नहीं होता है ।
9. यह कृमि रोग उत्पन्न करने वाला होता है इसके कारण रक्त स्राव, अनिद्रा अपेंडिसाइटिस घाव, अल्सर, अतिसार तक हो जाता है ।



चित्र 1.6 गोल कृमि (एस्केरिस)

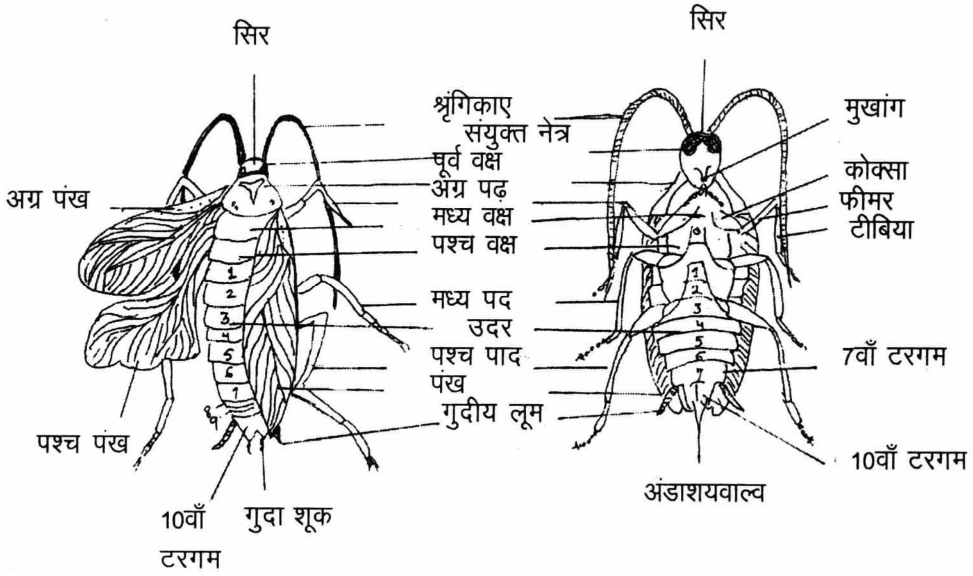
1.2.7 तिलचट्टा (Cockroach)

वर्गीकरण

संघ (Phylum)	: आर्थोपोडा	: संधित उपांग
वर्ग (Class)	: इन्सेक्टा	: 3 जोडी टांगे
उप वर्ग (Sub class)	: टेरीगोटा	: पंखदार कीट
गण (Order)	: आर्थोप्टेरा	: पंख सीधे

लक्षण (Characters)

1. यह रात्रिचर प्राणी है । प्रकाश से दूर गर्म व आर्द्र स्थानों में पाया जाता है सामान्यत: नाली, गोदाम जलयानों, घरों, फैक्ट्री आदि में पाया जाता है ।
2. सामान्यत: इसे तिलचट्टा कहा जाता है इसका शरीर द्विपार्श्व सममित होता है ।
3. शरीर सिर, वक्ष व उदर में विभाजित होता है सिर पर मुखांग होते है ।
4. वक्ष मुख्यतः तीन भागों पूर्व वक्ष, मध्य वक्ष व पश्च वक्ष में विभक्त रहता है वक्ष के नीचे तीन जोडी चलन टांगे (walking legs) तथा मध्य व पश्च वक्ष की उपरी सतह पर दो जोड़ी पंख होते है । पंखों को क्रमशः अग्र व पश्च पंख कहते है ।
5. उदर भाग में दस खंड होते है । उदर भाग में एक जोड़ी गुदीय लूम (anal cirri) होते है। नर में मादा से भिन्न गुदा शूक (anal style) होते है ।
6. यह घरों में पाये जाने वाला नाशक जीव है । यह भोजन व अन्य प्रयोग की सामग्री नष्ट कर देता है इसका होना अस्वच्छता का प्रतीक है । उपरोक्त हानियों के अलावा इसके कुछ लाभ भी है जैसे कि इसका उपयोग अकशेरूकी जन्तुओं की आंतरिक संरचना को समझने के लिए विच्छेदन में किया जाता है कीटों में कार्यिकी (physiological) जीव रासायनिक (bio-chemical) तथा वर्गीकीय (taxonomical) व शोध कार्यो में भी इसका उपयोग होता है ।



चित्र 1.7 : तिलचट्टा

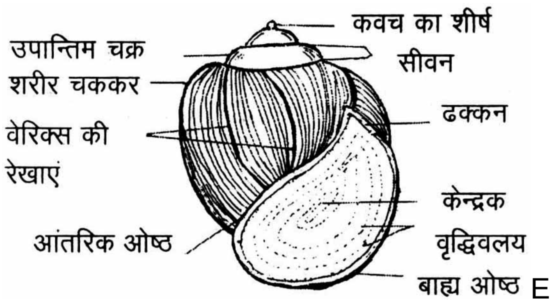
1.2.8 पाइला (घोंघा) [Pila (Snail)]

वर्गीकरण

संघ (Phylum)	: मोलस्का	: अखंडित, द्विपार्श्व समामित अन्तरांग पिंड, पाद, प्रवार युक्त
वर्ग (Class)	: गेस्टोपोडा	: विसरल हम्प ऐठदार
गण (Order)	: पैक्टिनिबैकिएटा	: गिल द्विकंकतीय
जीनस (Genus)	: पाइला	

लक्षण (Characters)

1. यह स्वच्छ जलीय बड़े गेस्ट्रोपोड प्राणियों में से एक है यह भारत, अमेरिका व यूरोप में पाया जाता है ।
2. शरीर पीले या भूरे रंग के ग्लोबाकार, एक कपाटीय कवच (univalve shell), उपान्तिम चक्कर (penultimate whorl) तथा शीष तीन भागों में बटा होता है ।
3. कवच के बाहरी सतह पर वृद्धि रेखाएं (lines of growth) पाई जाती है ।
4. कवच, अक्ष (axis) के चारों ओर कुण्डलित है कवच एक बड़े छिद्र के द्वारा बाहर खुलता है जिसे मुख कहते है ।
5. कवच कुण्डलन दक्षिणावर्त (right handed) होने के कारण डेक्स्ट्राल (dextral) कहलाता है ।
6. कवच हटाते ही कोमल शरीर में सिर, पाद और अंतरांग पिंड (visceral mass) साफ दिखाई देता है ।
7. कवच मुख, परिच्छद (right handed) से ढका होता है कवच अन्दर की ओर पैर के पिछले भाग से जुड़ा रहता है ।
8. सिर उपर की ओर होता है जिसमें एक जोड़ी नेत्र होते है पैर अत्यधिक पेशीय होता है यह रेंगने के काम आता है । सारे अंतरांग, पिण्ड प्रवार से ढके होते है जब जीवित जंतु अपने पैर बाहर फैलाता है तो उसका सिर, नुकल पालिया आँखे स्पर्शक सब भाग स्पष्ट दिखाई देते है ।
9. नर व मादा अलग-अलग होते है ।
10. पाइला औषधीय, प्रयोगात्मक व शिक्षा सम्बन्धी महत्व का जन्तु है । यह अत्यधिक धीरे गति करता है अत: इसे घोंघा कहा जाता है ।



चित्र 1.8 पाइला

1.2.9 तारा मीन (Star fish)

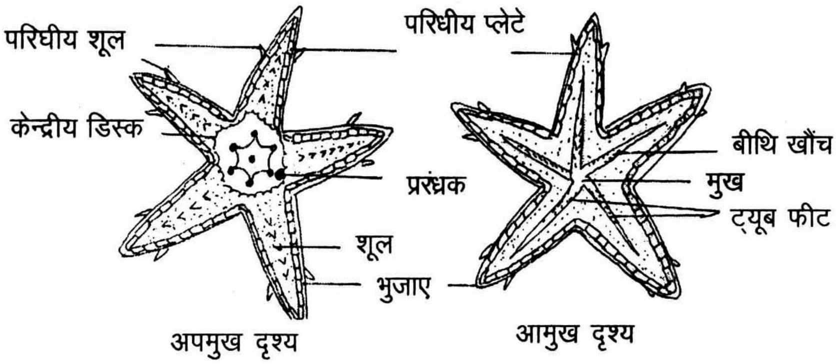
वर्गीकरण

संघ (Phylum)	: इकाइनोडर्मेटा	: देहगुहीय पंचअरीय काटेदार त्वचा संवहन तंत्र विद्‌यमान
वर्ग (Class)	: एस्टेराइडिया	: केन्द्रीय बिम्ब व भुजाएँ संगलित
गण (Order)	: फैनेरोजोनिआ	: सीमान्त प्लेटे स्पष्ट
जीनस (Genus)	:स्टारफिश (pentaceros)	

लक्षण (Characters)

1. यह यू.के., अमेरिका, भारत, पनामा व दक्षिणी अमेरिका में मिलता है ।
2. शरीर एक कठोर, बड़े और चर्मिल (leathery) अध्यावरण में बंद होता है जिसमें अनेक अस्थिकाएँ है ।
3. केन्द्रीय बिम्ब (Central disk) और भुजाएँ (arms) आपस में जुड़ जाती है । जनन ग्रंथिया शरीर गुहा (Coelom) और आहरनाल भुजाओं के अन्दर तक फैली पाई जाती है।
4. भुजाएँ पांच है वह केन्द्रीय बिम्ब के चारों और समान रूप से सितारे के आकार में फैली होती है ।
5. शरीर मुख (oral) व अपमुख (aboral) सतहों में बटा होता है अपमुख तल भूरा व उत्तल है ।
6. इसमें व्यवस्थित रूप से कांटों की पंक्तियाँ होती है । सीमान्त प्लेटे (marginal plate) बड़ी और स्पष्ट है ।
7. मध्य भाग में ही एक चालनी प्लेट या प्ररंधक (madreporite) प्लेट पाई जाती है । यह सुविकसित जल संवाहिनी तंत्र का प्रथम भाग बनाती है ।
8. मुख तल अवतल व गहरे भूरे रंग का होता है इसके केन्द्र में मुख पाया जाता है । मुख पाचकोणी और प्रत्येक कोण बीथि खांच (ambulcral groove) में भुजा के शिखर तक फैला होता है ।
9. बीथि खांचों में गतिशील अंगों या नलिका पाद (tube feet) की दोहरी पंक्ति होती है ।

10. लिंग पृथक होते है परिवर्धन परोक्ष (indirect) होता है जिसके अन्तर्गत बाई पिनैरिया लार्वा होता है । यह अत्यन्त परिचित सागर तटीय प्राणी है ।



चित्र 1.9 : तारामीन

1.2.10 पेट्रोमाइजोन (petromyzone)

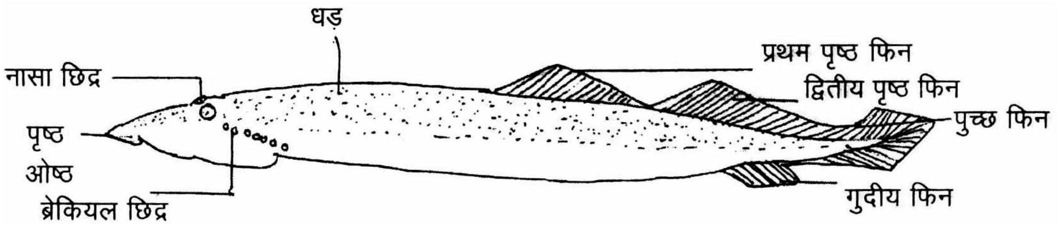
वर्गीकरण (classification)

संघ (Phylum)	: कार्डेटा	: मेरारज्जू नलिकाकार तंत्रिका तंत्र, क्लोम छिद्र
समूह (Group)	: क्रेनिएटा	: मस्तिष्क कोष्ठ व मस्तिष्क पाया जाना
उप संघ (Subphylum)	: ऐग्नेथा	: जबडो व उपांगों का अभाव
वर्ग (Class)	: साइक्लोस्टोमेटा	: मुख चक्रीय फनलनुमा, मुख चूषणीय
गण (Order)	: पेट्रोमाइजोन्दिाया	: नासा ग्रसनी थैला, अंघकोष में खुलता
जीनस (Genus)	: पेट्रोमाइजोन मेरीनस अथवा लेम्प्रे (petromyzone marinus)	

लक्षण (Characters)

1. यह समुद्र व स्वच्छ जल वाली है । साधारण भाषा में लेम्प्रे कहा जाता है । यह मछली पर बाह्य परजीवी के रूप में पाया जाता है ।
2. पोषक के अधर सतह पर चिपकते है इस समय इनका गोल मुख, निर्वात पम्प (Vaccum pump) की भांति चिपकने में मदद करता है ।
3. त्वचा पर शल्कों का अभाव होता है व त्वचा लसलसी होती है ।
4. शरीर सिर, धड़ व पूछ में विभक्त होता है शरीर पर दो पृष्ठ फिन व एक पुच्छीय फिन पाया जाता है ।
5. मुख गोल चूषणीय कीप नुमा होता है इसके किनारों पर अनेक तीक्ष्ण व कठोर दाँत पाये जाते है मुख में रेदनी जिव्हा पाई जाती है ।
6. सिर के पृष्ठ में एक ग्रसनी थैला पाया जाता है व पार्श्व में एक जोड़ी बिना पलक वाले नेत्र
7. नासा छिद्र के पीछे पीनियल (Pineal body) काय पाइ जाती है ।

8. सात जोड़ी क्लोम छिद्र पाये जाते है तथा गिल करंड (branchial basket) सुविकसित होती है ।
9. नर व मादा अलग-अलग होते है मादा में एक बड़ा एनल फिन अवस्कर द्वार के पास पाया जाता है ।
10. नर में एनल फिन के स्थान पर मैथून पैपिला (Copulatory papilla) पायी जाती है । निषेचन बाह्य होता है । लार्वा अवस्था एमोसीट कहलाती है । समुद्री जातियां प्रजनन हेतु स्वच्छ जल में चली जाती है ।
11. पेट्रोमाइजोन अमेरिका, यूरोप, अफ्रीका, जापान, आस्ट्रेलिया, न्यूजीलैंड के समुद्रों में पाई जाती है ।



चित्र 1.10 : पेट्रोमाइजोन

1.2.11 हर्डमानिया (Hardmaina)

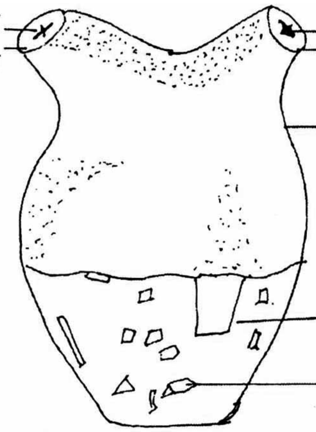
वर्गीकरण

संघ (Phylum)	: कार्डेटा	: मेरुरज्जू नलिकाकार तंत्रिका रज्जू क्लोम छिद्र
समूह (Group	: एक्रेनिएटा	: मस्तिष्क व मस्तिष्क कोष अनुपस्थित
उप संघ (Sub phylum)	: यूरो कार्डेटा	: लार्वा अवस्था में पुच्छ भाग में तंत्रिका रज्जू
वर्ग (Class)	: एसिडिएसिया	: शरीर पर ट्यूनिसिन का बना स्थाई खोल
गण (Order)	: एसिडियाई सिम्प्लसेस	

लक्षण (Characters)

1. हर्डमानिया समुद्री तल पर पाया जाने वाला यूरोकार्ड है जो कि लगभग 12 सेमी लम्बा व 4 से 7 सेमी चौड़ा होता है ।
2. यह लाल या कत्थई रंग का होता है इसका शरीर थेलेनुमा होता है जिसका पिछला भाग पाद बनाता है ।
3. शरीर के अगले चौडे भाग पर ब्रैकियल व परिकोष्ठ (Atrial) साइफन निकले रहते है जिनके शीर्ष पर क्रमशः ब्रैक्रियल व एट्रियल छिद्र स्थित होते है ।
4. शरीर के बाहर मोटा तथा अल्प पारदर्शी आवरण ट्यूनिसिन (tunicin) नामक सेलूलोस का बना होता है इसमें कई प्रकार की कंटिकाए पाई जाती है ।

आहार नाल-मुख, ब्रेकियल साइफन (मुख गुहा), ब्रंकियल कोष (ग्रसनी), गला, आमाशय, आंत्र तथा मलाशय भागों में विभक्त होती है मुख ब्रेकियल साइफन के शीर्ष में स्थित होता है तथा गुदादार, एट्रीयल गुहा में खुलता है । हर्डमानिया उभय लिंगी होता है ।



चित्र 1.11 : हर्डमानिया

1.2.12 लेबियो (Labeo)

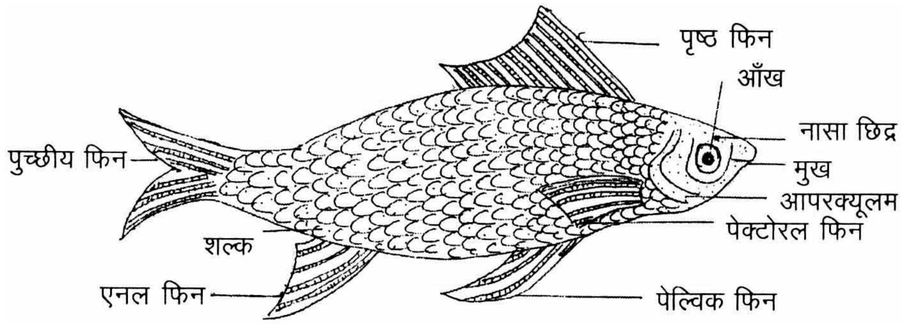
वर्गीकरण

संघ (Phylum)	:	कॉर्डेटा	:	मेरुरज्जू नलिकाकार तंत्रिका रज्जू क्लोम छिद्र
समूह (Group)	:	क्रेनिएटा	:	मस्तिष्क कोष्ठ व मस्तिष्क पाया जाता है
उप संघ (Sub phylum)	:	ग्नेथोस्टोमेटा	:	जबड़े व उपांग उपस्थित श्वसन गिल्स पार्श्व रेखा तंत्र
महावर्ग (Sub class)	:	पीसीज	:	शल्क व फिन उपस्थित
वर्ग (Class)	:	आस्टिक्यीज	:	अंत: कंकाल अस्थिल
उप वर्ग	:	एक्टिनोप्टेरिजाई	:	पूछ फिन होमोसर्कल
गण (Order)	:	सिप्रनीफामिसि	:	अधर पंख उदरीय, वायु आशय 2-3 खण्ड युक्त
जीनस (Genus)	:	लेबियो रोहिता		

लक्षण (Characters)

1. स्वच्छ जलीय स्रोत नदी, झीलों आदि में पाई जाती है । सामान्यत: इसे रोहू (Indian Carp) कहते है ।
2. जन्तु देह पार्श्वत: चपटी, पृष्ठ अधरत, लम्बवत 20 सेमी होती है ।
3. देह का रंग चांदी समान, नीले पीले या लाल प्रभाव युक्त होता है ।

4. सिर शल्क रहित होता है मुख मोटे होठो से घिरा रहता है मुख के निकट मैक्सीलरी बार्बल्स, पृष्ठ पार्श्व नासाछिद्र एवं एक जोड़ी प्रवर्ध नेत्र पाये जाते है ।
5. धड़ पर टीनाइड व साइक्लाइड शल्क एक दूसरे को ढकते हुए व्यवस्थित होते है ।
6. सिर के पीछे ऑपरक्यूलम नामक ढक्कन 4 जोड़ी गिल्स को ढके रहते है ।
7. युग्मित पार्श्व अंस पख व श्रोणी पंख तथा संयुग्मित एकल पृष्ठ, पुच्छ व गुदीय पंख पाये जाते है ।
8. पुच्छ पंख, समपाली (Homocercal), द्विशाखित होते है ।
9. भोजन व अनुसंधान के काम आती है ।



चित्र 1.12 : लेवियो

1.2.3 राना (Rana)

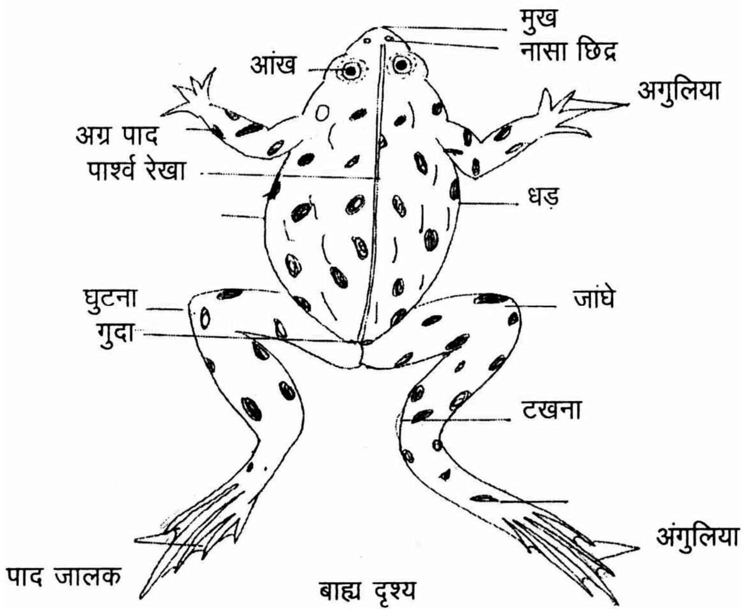
वर्गीकरण

संघ (Phylum)	:	कॉर्डेटा	:	मेरुरज्जू नलिकाकार तंत्रिका रज्जू क्लोम छिद्र
समूह (Group)	:	क्रेनिएटा	:	मस्तिष्क कोष व मस्तिष्क उपस्थित
उप संघ (Sub phylum)	:	ग्नेथोस्टोमेटा	:	जबड़े व उपांग उपस्थित
महावर्ग (Sub class)	:	टेट्रापोडा	:	दो जोड़ी अंगुलीयुक्त पाद
वर्ग (Class)	:	एम्फीबिया	:	जल स्थली, असमतापी, त्वचा शल्क रहित श्वसन त्वचा व फेफड़ों से
गण (Order)	:	एन्यूरा	:	गर्दन व पूछ का अभाव, अग्रपाद छोटे व पश्च बड़े
उपगण (Sub Order)	:	डिप्लेसिओसीला:	:	
जीनस (Genus)	:	राना	:	

लक्षण (Characters)

1. यह एक उभयचारी जन्तु है राजस्थान में इसकी राना टाइग्रीना जाति पाई जाती है ।
2. त्वचा गहरे हरे रंग की धब्बेदार होती है ।

3. नर छोटे व मादा बड़ी होती है ।
4. अगले सिरे पर तुण्ड (Snout) पाया जाता है ।
5. नर में बाह्य वाक्-कोष पाया जाता है जो कि प्रजनन ऋतु में चमकीला होता है ।
6. प्रजनन, वर्षाऋतु में होता है तथा इस समय जन्तु गाना गाना शुरू कर देता है ।
7. इसके बाद अंडोत्सर्ग होता है निषेचन बाहय प्रकार का होता है ।



चित्र 1.13 : राना

1.2.14 छिपकली (lizard)

वर्गीकरण (Classification)

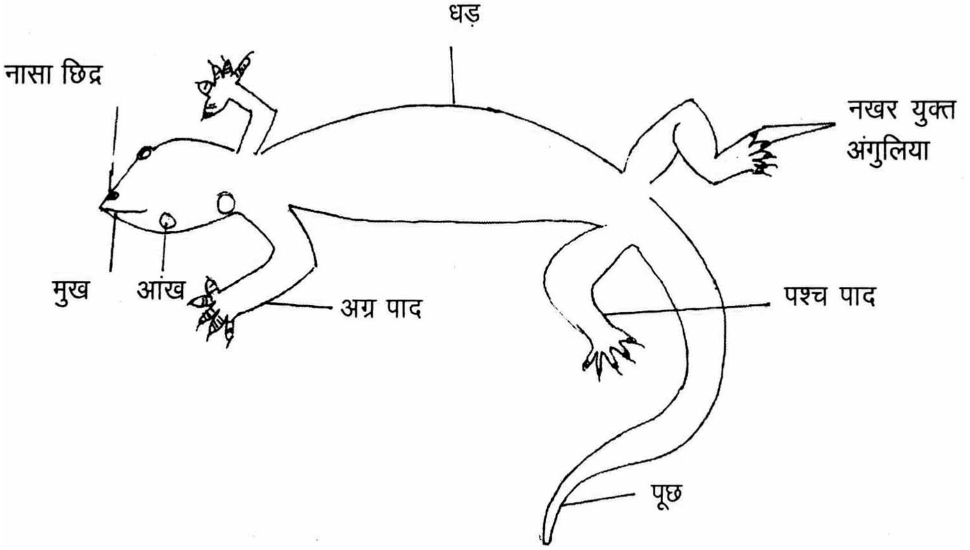
संघ (Phylum)	:	कॉर्डेटा	:	मेरुरज्जू नलिकाकार तंत्रिका रज्जू क्लोम छिद्र
समूह (Group)	:	क्रेनिएटा	:	मस्तिष्क कोहन व मस्तिष्क का पाया जाना
उप संघ (Sub phylum)	:	नैथोस्टोमेटा	:	जबड़े व उपांग उपस्थित
महावर्ग (Sub class)	:	टेट्रापोडा	:	स्थल वाली, दो जोड़ी अंगुलीयुक्त पाद
वर्ग (Class)	:	रेप्टीलिया	:	त्वचा रूखी, श्रृंगीय शल्क युक्त, श्वसन फेफड़ों से
उपवर्ग (Sub Class)	:	डाएपसिडा	:	कपाल में दो टेम्पोरल रिक्तिकाए
गण (Order)	:	स्क्वेमेटा	:	सर्प व छिपकलियां आते है
उपगण (Sub	:	लेसरटीलिया	:	नखरयुक्त पाद, गतिशील पलके

Order)

जीनस (Genus) : हेमीडेक्टिाइलस :
(छिपकली)

लक्षण (Characters)

1. यह सामान्य घरेलु छिपकली है जो कीट भक्षी होती है ।
2. देह सिर, ग्रीवा, धड़ व लम्बी पूछ में विभक्त होती है । देह पृष्ठ अधरत: चपटी व लगभग 15 सेमी लम्बी हरे रंग की होती है ।
3. सिर बड़ा, थूथन आगे से गोल व नुकीली होती है ।
4. अंगुलियाँ आंशिक जाल युक्त व फैली हुई होती है । अत: छत व दीवार पर चलने में सक्षम होती है ।
5. अग्रकीय अंगुलियाँ लम्बी पतली व नखर युक्त होती है ।
6. देह पर शल्क एक समान होते है ।
7. पूछ कुछ दबी हुई व बड़े शल्कों से ढकी होती है ।
8. तारा (pupill) उर्ध्वाधर होता है नर में पूर्व गुदा छिद्र व फीमोरल छिद्र पाया जाता है ।
9. अंडे भूमि पर दिये जाते है । परिवर्धन प्रत्यक्ष प्रकार का होता है ।
10. जन्तु छेडे जाने पर पूँछ तोड़कर भाग निकलता है । यह अस्थिहीन भाग तीव्रता से भूमि पर उछलता है । अत: दुश्मन का ध्यान उधर बट जाता है । पूछ का यह भाग जन्तु में पुन: वृद्धि कर लेता है ।
11. यह भारत, लंका, चीन व अफ्रीका में पायी जाती है ।



चित्र 1.14 छिपकली

1.2.15 कबूतर (Pigeon)

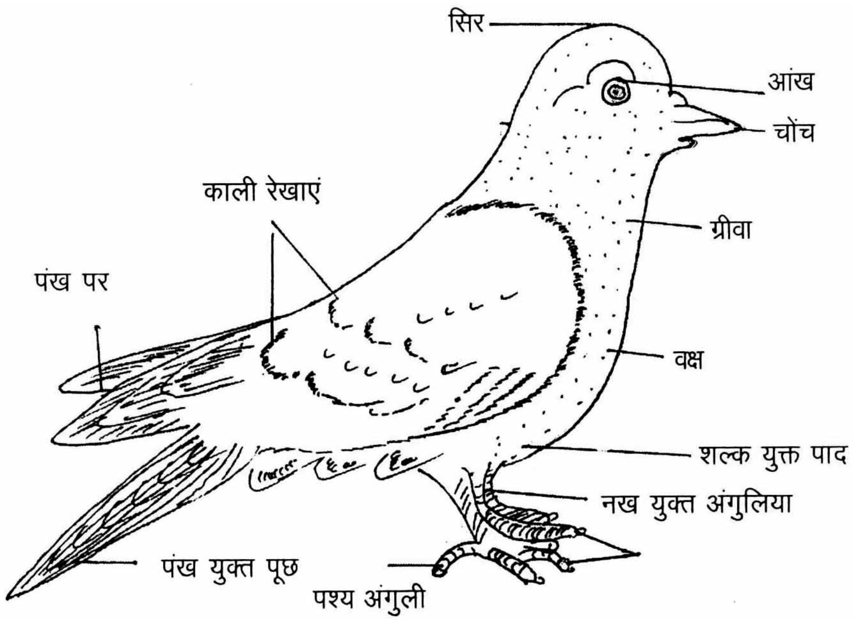
वर्गीकरण

संघ (Phylum)	:	कॉर्डेटा	:	मेरुरज्जू नलिकाकार तंत्रिका रज्जू क्लोम उपस्थित
समूह (Group)	:	क्रेनिएटा	:	मस्तिष्क कोष्ठ व मस्तिष्क का पाया जाना
उप संघ (Sub phylum)	:	स्तैथोस्टोमेटा	:	जबडे व उपांग उपस्थित
महावर्ग (Sub class)	:	टेट्रापोडा	:	
वर्ग (Class)	:	एवीज	:	दंत विहीन चोंच, अग्रपाद पंखों में रूपान्तरित
सबक्लास (Sub class)	:	निऑर्निथिस	:	चोंच, पंख, पूछ में 13 या कम कशेरुकाए
महागण (Super order)	:	पिओग्नैथी	:	आधुनिक चिड़िया पर परस्पर बंधे कसे रहने की क्रियाविधी
गण (Order)	:	कोलम्बिफोरमिस	:	अनाज व फल भक्षी चोंच दुर्बल
प्रारूप (Genus)	:	कोलम्बा (Pigeon)	:	

लक्षण (Characters)

1. यह सामान्यत: आवासों में पेड़ पौधों पर उद्यानों में पाया जाने वाला पक्षी है यह सलेटी रंग का होता है ।

2. यह समतापी जीव होते है इनके अग्रपाद पंखों में रूपान्तरित हो जाते है व पश्च पाद चलन, तैरने एवं पर्चिग के अनुकूल होते है ।
3. इनमें दंत विहीन चोंच पाई जाती है तथा शरीर व हड्डिया हल्की होती है ताकि उड़ने में आसानी हो अर्थात शरीर उड़ने के लिए अनुकूलित होता है ।
4. हृदय चार वेश्मी होता है ।
5. दोनों अंडाशयों में से केवल दाहिना अंडाशय क्रियाशील होता है ।
6. ये अंडे देने वाले जन्तु है । अंडे बड़े व पीतकयुक्त व कवचित होते है ।
7. ये पक्षी घोंसला बनाकर रहते है इनमें पैतृक संरक्षण पाया जाता है अत: ये अपने अण्डों व बच्चों की देखभाल करते है ।



1.15 : कबूतर

1.2.16 खरहा (Hares)

वर्गीकरण (Classification)

संघ (Phylum)	:	कार्डोटा	:	मेरुरज्जू नलिकाकार तंत्रिका रज्जू
समूह (Group)	:	क्रेनिएटा	:	मस्तिष्क कोष्ठ व मस्तिष्क उपस्थित
उप संघ (Sub phylum)	:	ग्नेथोस्टोमेटा	:	जबड़े व उपांग उपस्थित
महावर्ग (Sub class)	:	टेट्रापोडा	:	स्थलवासी, दो जोड़ी अंगुलीयुक्त पाद
वर्ग (Class)	:	मैमेलिया	:	बाल पाया जाना, बाह्य कर्ण, त्वचा पर ग्रंथिया, स्तन ग्रंथि
उपवर्ग (Sub Class)	:	थीरिया	:	चूचक युक्त स्तन ग्रंथिया
निम्न वर्ग (Infra calss)	:	यूथीरिया	:	सन्तान परिपक्व अवस्था में जन्म लेती है
गण (order)	:	लेगो मोर्फा	:	
जीनस (Genus)	:	खरहा(Hares)या लेपस(Lepus)		

लक्षण (Characters)

1. उत्तर भारत में पाई जाने वाली खरहा की प्रजाति लेपस रुफीकाडेटस व दक्षिण भारत में पाई जाने वाली प्रजाति लेपस नाइग्रीकोलिस कहलाती है ।

2. शरीर 50-70 सेमी. लम्बा होता है जो कि ऊपर से भूरा व नीचे से सफेद होता है ।

3. इसके कान लम्बे व उनका सिर काला होता है ।

4. अग्र व पश्च पाद लगभग बराबर होते है ।

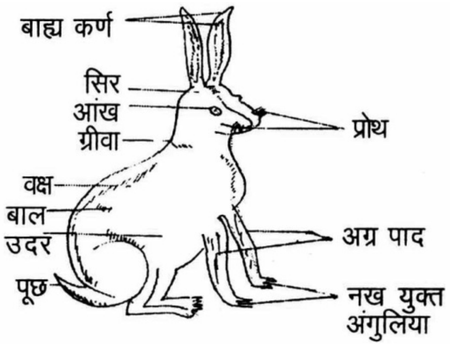
5. इनकी मादा एक बार में लगभग-2 शिशु उत्पन्न करती है ।

6. सामान्यत: यह अकेला रहना पसंद करते है व रात्रिचर होते है ।

7. यह आक्रमक होते है इन्हें पाला नहीं जा सकता ।

8. यह घास पर रहना पसन्द करते है तथा झाड़ियों के आस-पास पाये जाते है ।

9. खरगोश (Rabbit) से खरहा (Hares) भिन्न होते है खरगोश का आकार 30-45 सेमी लम्बा, यह उपर से सलेटी व नीचे से सफेद होते है । इनमें एक समय में मात्र 5-8 शिशु उत्पन्न करती है । यह शाखित गुफाए बनाकर रहते है । इनका स्वभाव झुंड बनाकर रहने वाला होता है । ये शान्त स्वभाव के होते है अत: इन्हें पाला जा सकता है । यह खरहा से कम गति से दौड़ते है ।



चित्र 1.16 : खरहा

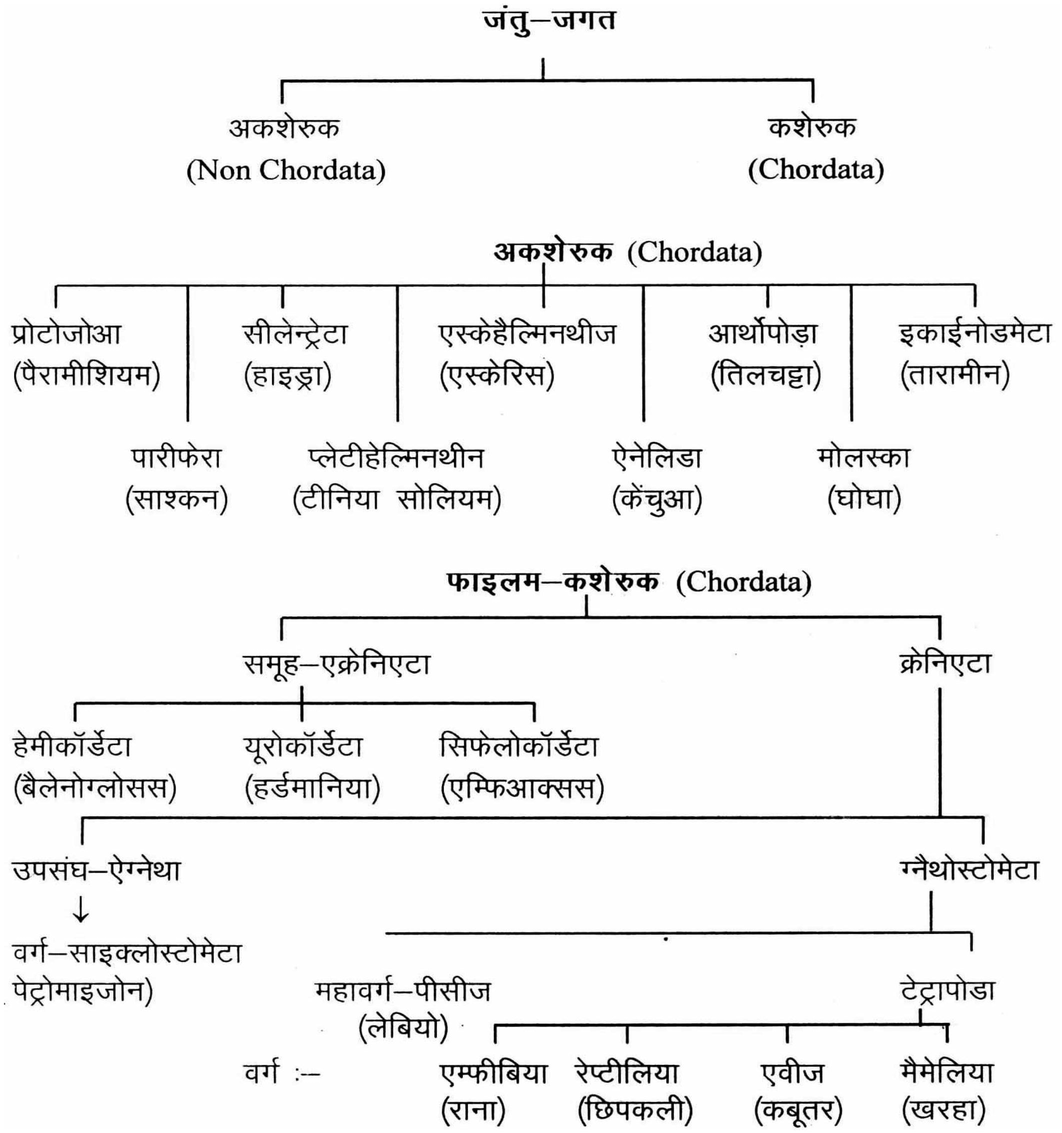
1.3 जन्तु वर्गीकरण के प्रमुख लक्षण एवं वर्गीकरण चार्ट

उपरोक्त सभी प्राणियों के लक्षण व वर्गीकरण को हम संक्षेप रूप में बिन्दुवत तथा चार्ट के द्वारा निम्न रूप में प्रदर्शित कर सकते है ताकि छात्रों को समझने में सुविधा हो व प्राणियों की वर्गीकरण में स्थिति सुस्पष्ट हो सके ।

नॉनकॉर्डेटा व कॉर्डेटा में मुख्य अन्तर

कार्डेटा (कशेरुक)	नान कार्डेटा (अकशेरुक)
1. मेरुरज्जु(notochord)उपस्थित	1. अनुपस्थित
2. तंत्रिका रज्जु(nerve cord)उपस्थित	2. अनुपस्थित
3. क्लोम दरारे (gill slit)	3. अनुपस्थित

वर्गीकरण की चार्ट द्वारा प्रस्तुति



* यूरोकॉर्डेटा - नोटाकार्ड परिवर्धन के समय पुच्छ भाग में पाई जाती है ।

* सिफेलोकॉर्डेटा- नोटोकार्ड परिवर्धन के समय सिर भाग में पाई जाती है ।

विकास (evolution) के दृष्टिकोण से देखा जाय तो पहले नानकार्डेट्स व फिर कार्डेटस का विकास हुआ । अकशेरुक में भी पहले एक कोशिकी प्रोटोजोअन्स व फिर बहुकोशिकी जीवों की उत्पत्ति हुई । प्रोटोजोओ के बाद पोरीफेरा → सीलेन्ट्रेटा → प्लेटिहेल्मिनथीज → एस्केहेल्मिनथीज → एनेलिडा → आर्थोपोडा → मोलस्का → इकाइनोडर्मेटा →

कार्डेट्स में पहले निम्न श्रेणी वाले कार्डेट्स रखे गये इनमें नाटोकोर्ड वयस्क अवस्था में नहीं मिलती है परन्तु परिवर्धन के दौरान कही न कही नाटोकार्ड उपस्थित जरूर होती है इसलिए इन्हें कार्डेटा की निम्न श्रेणी में रखा गया है । कशेरुक में सर्व प्रथम पीसीज वर्ग रखा गया है इसके बाद अन्य उच्च वर्गो को स्थान दिया गया है ।

पीसीज → एम्फीबिया → रेप्टीलिया → एवीज → मेमेलिया →

1.4 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. कार्डेटा व नान कार्डेटा में अन्तर बताइये ।
2. निम्न श्रेणी के कार्डेटा प्राणी कौन-कौनसे उप संघ में आते है उदाहरण सहित बताइये ।
3. साइकन की संरचना व नलिका तंत्र बताइये ।
4. एस्केरिस से कौन-कौन से रोग हो जाते है ।
5. लेबियो का वर्गीकरण व लक्षणों का वर्णन कीजिए ।
6. घरेलू छिपकली के वर्गीकरण व इसके लक्षणों को लिखिए ।
7. खरहा व खरगोश में अंतर बताइये ।

1.5 संदर्भ ग्रंथ (Reference Books)

- प्रथम वर्ष प्रायोगात्मक प्राणि विज्ञान अकशेरुकी

  एस.एस.लाल
- द्वितीय वर्ष प्रायोगिक प्राणि शास्त्र

  शर्मा जैन दैवर्षि
- Practical Zoology

  B.Sc.Part I, Kohli, Ansari

इकाई 2

पादप प्रदर्शों की पहचान एवं टिप्पणी

IDENTIFICATION AND COMMENT UPON PLANT SPECIMEN

इकाई रूपरेखा

2.0 उद्देश्य
2.1 प्रस्तावना
2.2 माइकोप्लाज्मा
2.2.1 बैंगन का लघुपत्र रोग
2.3 विषाणु
2.3.1 भिण्डी का पीली शिरा मोजेक रोग
2.4 साइनोबैक्टीरिया अथवा नील हरित शैवाल
2.4.1 नॉस्टॉक
2.4.2 ऑसिलैटोरिया
2.5 शैवाल
2.5.1 वॉलवॉक्स
2.5.2 कारा
2.5.3 वौकेरिया
2.5.4 एक्टाकार्पस
2.5.5 पॉलीसाइफोनिया
2.6 लाइकेन
2.7 कवक
2.7.1 एल्बुगो (सिस्टोपस)
2.7.2 पेजाइजा
2.7.3 ऐगैरिकस
2.7.4 आल्टर्नेरिया
2.8 ब्रायोफाइटा
2.8.1 मार्केन्शिया
2.8.2 एन्थोसिरोस
2.8.3 स्फैग्नम
2.9 टेरिडोफाइटा
2.9.1 टैरीडियम

2.10 जिम्नोस्पर्म (नग्नबीजी पादप)
2.10.1 साइकस
2.11 आवृतबीजी
2.11.1 कैप्सेला का जीवन चक्र
2.12 अभ्यासार्थ प्रश्न
2.13 सन्दर्भ ग्रन्थ

2.0 उद्देश्य (Objectives)

प्रमुख पादप समूहों प्रोकेरियोटा यूकेरियोटा, थैलोफाइटा (शैवाल व कवक), लाइकन, ब्रायोफाइटा, टेरिडोफाइटा, स्पर्मेटोफाइटा (जिम्नोस्पर्म्स, एन्जियोस्पर्म्से), के वर्गीकरण, संरचना व लाक्षणिक लक्षण के बारे में जानकारी देना । इन पादप समूहों में से हम कुछ Specimens पढ़ेगे । प्रयोगशाला में हम इन्हें देखेंगे व इनका सुचारू रूप से अध्ययन भी करेंगे ।

2.1 प्रस्तावना (Introduction):

वायरस, माइकोप्लाजमा, जीवाणु इत्यादि के संक्रमण से पादप की बाहरी और आंतरिक संरचना पर प्रभाव पड़ते हैं, उन सभी का अध्ययन प्रत्यक्ष में प्रयोगशाला में कराया जाता है । इनसे सम्बन्धित एक-एक Specimens का अध्ययन हम करेंगे । इसी प्रकार शैवाल, कवक, लाइकन, ब्रायोफाइटा, टेरिडोफाइटा, जिम्नोस्पर्म व एंजियोस्पर्म्स का एक-एक, type specimen, भी हम पढ़ेगे । इन सभी को jars में रखकर preserve कर लिया जाता है । इनका आंतरिक अध्ययन सूक्ष्मदर्शी की सहायता से किया जता है । इनके अध्ययन से हम विभिन्न पादप समूहों में किस प्रकार के पौधे होंगे इसका अंदाज लगा सकते हैं । पादप जगत में लगभग चार लाख जातियां है । सुचारू रूप से अध्ययन के लिए इनका वर्गीकरण आवश्यक है । इसलिए अब हम एक-एक कर प्रत्येक पादप समूह का एक specimen पढ़ेगे

2.2 माइकोप्लाज्मा (Mycoplasma):

माइकोप्लाजमा सूक्ष्म, सरलतम, भित्ति रहित (Wall less) प्रोकेरियोटिक जीव हैं । इन्हें सर्वप्रथम संवर्धन माध्यम से वियुक्त करने में नोकार्ड एवं रोक्स (Nocard and Roux) ने सफलता हासिल की थी । इन्हें प्लूरोन्यूमोनिया सदृश्य जीव या पी.पी.एल.ओ. (Pleuro Pneumonia like organisms or PPLO) तथा माइकोप्लाज्मा सदृश्य जीव या एम.एल.ओ. (Mycoplasma like organism or MLO) के नाम से भी जाना जाता है ।

इनकी प्रकृति तथा संरचनात्मक लक्षण निम्न प्रकार है -

1. ये प्रोकेरियोटिक, अत्यन्त सूक्ष्म, एक कोशिकीय, प्राय: अकशाभिक होते हैं ।
2. इनमें कोशिका भित्ति का अभाव होता है । बाह्य परिधि कोशिकाद्रव्यी झिल्ली की बनी होती है ।
3. यह बहुआकृतिक (Pleomorphic) होते हैं, जो गोलाभ, तन्तुल, ताराकृत या अनियमित पिण्ड के रूप में दिखाई देते हैं ।

4. इनका आकार 0.1 माइक्रोन (micron) से 10 माइक्रोन तक होता है ।
5. दोनों प्रकार के न्यूक्लिक अम्ल डी.एन.ए. (DNA) व आर.एन.ए. (RNA) कोशिकाद्रव्य में पाये जाते हैं ।
6. DNA एक वृत्ताकार गुणसूत्र के रूप में होता है ।
7. RNA एकल स्ट्रैण्ड के रूप में मुक्त अवस्था में अथवा राइबोसोम्स के साथ संलग्न होता है ।
8. न्यूक्लिक अम्ल के अतिरिक्त साइटोप्लाज्म में घुलनशील प्रोटीन, राइबोसोम्स रिक्तिकाएँ तथा अन्य उपापचयी पदार्थ मिलते हैं ।
9. इनकी biosynthetic efficiency कम होती है इनकी वृद्धि के लिए sterol पोषक की आवश्यकता होती है ।
10. ये पेनिसिलिन के प्रति प्रतिरोधी (resistant) होते हैं । किन्तु टेट्रासाइक्लिन तथा क्लोरेमफिनोल (tetracycline and chloramphenol) के प्रति संवेदनशील होते हैं ।

2.2.1 बैंगन का लघुपत्र रोग (Little Leaf of brinjal)

रोग लक्षण (Disease Symptoms)

1. संक्रमित रोग से प्रभावित पौधों की पत्तियाँ आकार में छोटी होती हैं ।
2. पत्तियों का रंग पीला पड़ जाता है तथा वह संकरी होने लगती हैं ।
3. तने की पर्व आकार में छोटी रहती है जिससे पादप बौने रह जाते हैं ।
4. शाखाएँ पास-पास उगी होने के कारण पौधे झाड़ीनुमा दिखाई देते हैं ।
5. फल एवं पुष्प अत्यन्त कम संख्या में उत्पन्न होते हैं ।
6. अधिकतर पुष्प पर्णाभ (phyllod) तथा हरिताभ हो जाते हैं जो बन्ध्य होते हैं ।

रोग जनक (Pathogen)

1. यह माइकोप्लाज्मा सदृश्य सूक्ष्मजीव जनित रोग है ।
2. इस रोगजनक का मुख्य रोग वाहक सेस्टियस फाइसिटीस (Cestius physits) नामक कीट होता है ।
3. रोगजनक मुख्य परपोषी पर खरपतवार परपोषियों से वाहक द्वारा स्थानान्तरित होता है ।

रोग नियंत्रण (Control)

निम्नलिखित उपायों से इस रोग की रोकथाम की जा सकती है ।

1. विभिन्न प्रकार की एन्टीबायोटिक औषधियों जैसे टेट्रासाइक्लिन्स लेडरमाइसिन, एक्रोमाइसिन या ओरोमाइसिन के घोल का छिड़काव बैंगन की फसल पर करना चाहिये ।
2. रोगग्रस्त बैंगन के पौधों एवं अन्य खरपतवार पर पोषियों के खेत से उखाड़ कर जला देना चाहिये ।
3. रोग संचरण के प्रमुख माध्यम कीट वाहकों (insect vectors) पर नियंत्रण के लिये कीटनाशी (insecticide) पदार्थों का उपयोग करना चाहिये ।

2.3 विषाणु (Virus) :

विषाणु अतिसूक्ष्म संरचनाएँ है जिनमें कोशिका स्वरूप का अभाव होता है । इन्हें केवल इलेक्ट्रॉने सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखा जा सकता है । इनमें DNA अथवा RNA होता है, जो प्रोटीन से ढका रहता है । इनमें प्रतिकृतिकरण (replication) तथा गुणन (multiplication) की प्रक्रिया पाई जाती है । वाइरस अत्यन्त संक्रामक होते हैं जो तेजी से रोग का प्रसार करते हैं ये अविकल्पी अंतराकोशिकीय परजीवी होते हैं, इनको कृत्रिम पोषण माध्यम पर संवर्धित नहीं किया जा सकता है । अब हम पादप वाइरस रोग का एक specimen पढ़ेगे ।

2.3.1 भिण्डी का पीली शिरा मोजेक रोग (Yellow Vein Mosaic of Bhindi)

रोग लक्षण (Disease Symptoms)

1. यह विषाणु जनित रोग है तथा उन सभी क्षेत्रों में पाया जाता है, जहाँ भिंडी की खेती की जाती है । भारत में यह एक serious problem है ।
2. रोगजनित क्लोरोफिल की मात्रा धीरे-धीरे कम होने लगती है और शिराएँ साफ नजर आने लगती है ।
3. क्लोरोफिल की कमी से पत्तियाँ पीली पड़ जाती है और शिराओं का जाल सा पूरी पत्ती पर साफ-साफ दिखाई देता है ।
4. शिराओं की बीच में शेष उत्तक में भी क्लोरोफिल समाप्त हो जाती है । इस प्रकार हल्के हरे व पीले धब्बे मोजेक का निर्माण करते हैं ।
5. जब स्थिति गंभीर हो जाती हैं, पूरी पत्तियों में क्लोरोफिल समाप्त हो जाती है तो पूरी पत्तियाँ पीली पड़ जाती है और उन पर मोटी हुई शिराओं (Veins) और Veinlets का जल साफ नजर आने लगता है ।
6. फल काफी छोटे हो जाते हैं size में, उनका आकार बिगड़ जाता है और रंग भी पीला हरा हो जाता है ।
7. पौधों का आकार भी बौना हो जाता है ।

चित्र 2.1 - भिण्डी का पीत शिरा जालक रोग

रोग जनक (Pathogen)

1. यह रोग Hibiscus Virus 1 द्वारा होता है ।
2. विषाणु संचरण White fly (*Bemisia* sp.) द्वारा होता है ।
3. यह विषाणु रोगग्रस्त पादप रस में पाया जाता है ।

रोग नियंत्रण (Control)

1. संक्रमण स्त्रोतों को हटाना ।
2. पौधों के रोपण के लिए विषाणु रहित बीज का उपयोग करना ।
3. कीटनाशक द्वारा कीटवाहकों की रोकथाम करना ।
4. पादप की प्रतिरोधी किस्मों का प्रयोग करना चाहिए ।
5. कुछ Chemotherapeutants जैसे 2-thiouracil और cytourin उपयोग ।

2.4 साइनोबैक्टीरिया अथवा नील हरित शैवाल

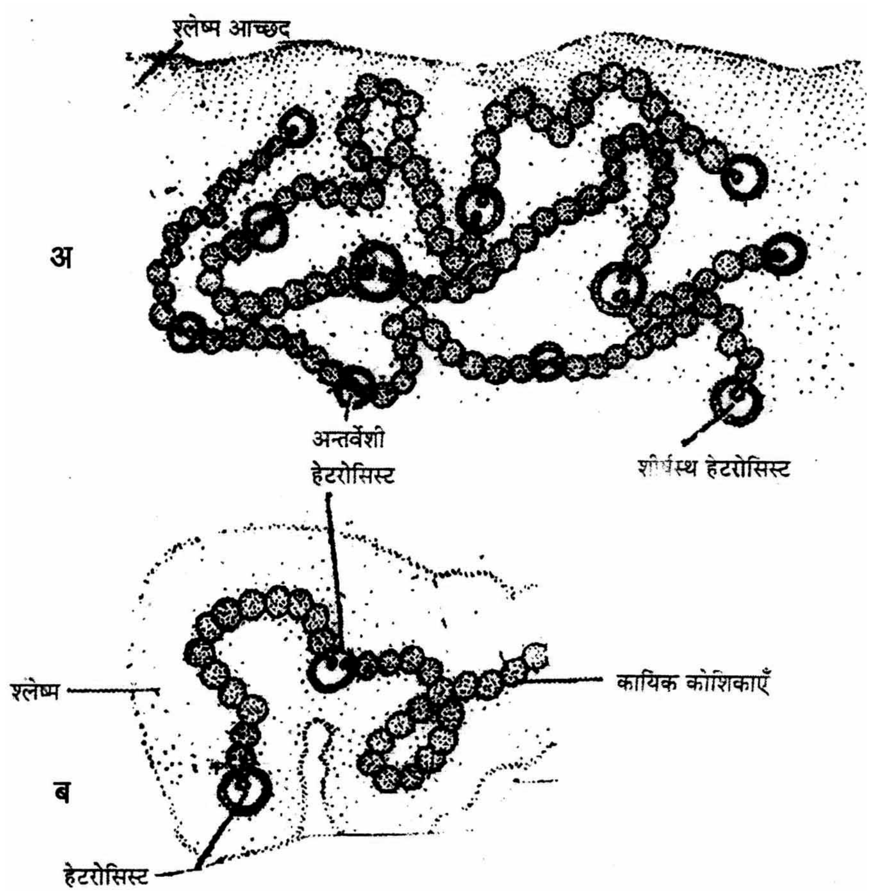
इनको शैवालों के मिक्सोफाइसी (Myxophyceae) या साइनोफाइसी (Cyanophyceae) वर्ग में भी रखा जाता है । इनको प्राय: नील हरित शैवाल कहा जाता है क्योंकि नीले हरे वर्णक C-फाइकोसाइनिन के साथ C-फाइकोइरीथिन, क्लोरोफिल-a केरोटिन तथा अल्पमात्रा में मिक्सोजेन्थिन (Myxoxanthin) एवं मिक्सोजैंथोफिल (Myxoxanthophyll) इनकी कोशिकाओं में पाये जाते हैं।

अब हम इनके दो specimens का अध्ययन करेंगे -

2.4.1 नॉस्टॉक (Nostoc)

थैलस संरचना (Structure of Thallus)

1. थैलस एक पंक्ति-युक्त, अशाखित व तन्तुनुमा होता है ।
2. दृढ़ श्लेष्मिक आवरण युक्त कॉलोनी में तन्तु गुंथे रहते हैं । तरूण निवह सूक्ष्मदर्शीय व ठोस होती है जबकि परिपक्व निवह अनियमित रूप की, खोखली, चिकनी या खुरदरी सतह की होती हैं ।
3. हर तन्तु श्लेष्मक आवरण से ढका रहता है ।
4. ट्राइकोम की प्रत्येक कोशिका गोल, मोती के समान दिखाई देती है और एक पंक्तियुक्त होकर माला सदृश्य संरचना बनाती है ।
5. हर कोशिका साइनोफाइसीन प्रोकेरियोटिक प्रकार की होती है । जिसके मध्य भाग में सेन्ट्रोप्लाज्म जिसमें डी.एन.ए. व आर.एन.ए. तथा बाहरी भाग क्रोमोप्लाज्म जिसमें वर्णक थाइलेकाइडों पर उपस्थित होते हैं । स्पष्ट केन्द्रक व वर्णकी लवक का पूर्णत: अभाव होता है ।

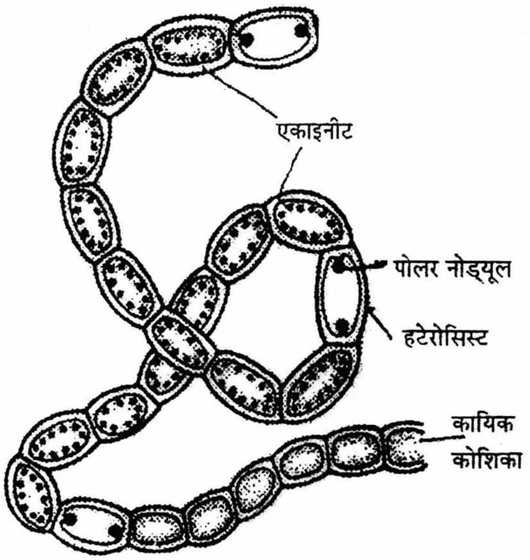


चित्र 2.2 - नास्टॉक : (अ) कॉलोनी के श्लेष्म में अनेक तन्तु (ब) एक तन्तु

6. संचित खाद्य साइनोफाइसिन स्टार्च या साइनोफाइसीन कणों के रूप में कोशिका में होता है ।
7. तन्तु में जगह-जगह heterocyst पाई जाती है ये सामान्य कोशिकाओं से बड़ी होती हैं।
8. हिटरोसिस्ट अण्डाकार दोहरी भित्ति युक्त व पीले रंग की कोशिकाएं होती है जिनमें दोनों सिरों पर ध्रुवी गाँठें (Polar nodules) पाई जाती हैं । यह नाइट्रोजन यौगिकीकरण के स्थल माने जाते हैं ।

जननात्मक संरचनाएँ (Sexual Structures)

1. जनन हार्मोगोनिया (hormogonia) व निश्चेष्ट बीजाणुओं (akinetes) द्वारा होता है।
2. लैंगिक जनन का पूर्णत: अभाव होता है ।
3. निश्चेष्ट बीजाणु दो हिटरोसिस्ट के मध्य की कोशिकाओं में या तो एक ही बनता है । कई बार श्रृंखला में भी पाए जाते हैं ।
4. कायिक कोशिकाओं से बीजाणु आकार में बड़े व मोटी भित्ति युक्त होते हैं ।
5. Akinetes श्लेष्मक आवरण के सड़ने या घुल जाने से मुक्त हो जाते हैं तथा अंकुरित होकर नये थैलस का निर्माण करते हैं ।



चित्र 2.3 - नास्टॉक : एकाइनीट

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

1. थैलस संरचना सरल
2. पादप थैलसनुमा एक या बहुकोशिकीय
3. पादप स्वपोषी (antotrophic) वर्णक युक्त (pigmented)
4. कोशिका भित्ति सामान्यत: सेल्यूलोज

- - - - - शैवाल (Algae)

1. नीले हरे, प्रोकेरियोटिक शैवाल
2. कोशिका भित्ति म्यूकोपेप्टाइड युक्त
3. वर्णक क्लोरोफिल a,β हैं, केरोटिन फाइकोसाइनिन एलोफाइकोसाइनिन फाइकोइरेथ्रिन उपस्थित
4. कशाभिका युक्त संरचनाओं का जीवन चक्र में अभाव
5. संचित खाद्य पदार्थ साइनोफाइसिन स्टार्च व प्रोटीन के रूप में ।
6. लैंगिक जनन का अभाव, जनन कायिक व अलैंगिक विधि द्वारा ।

- - - - - वर्ग - साइनोफाइसी (Cyanophyceae)

1. थैलस अशाखित तन्तुमय या आभासी शाखित
2. हिटरोसिस्ट उपस्थित या अनुपस्थित
3. प्रजनन विखण्डन, हॉर्मोगोनिया, निश्चेष्ट बीजाणु या हिटरोसिस्ट द्वारा

- - - - - गण - नॉस्टोकेलस (Nostocales)

1. ट्राइकोम आधार व शीर्ष में अविभेदित

2. जनन हेटरोसिस्ट व निम्बेष्ट बीजाणु द्‌वारा
3. ट्राइकोम अशाखित

- - - - - कुल - नॉस्टाकेसी (Nostocaceae)

1. ट्राइकोम अशाखित निश्चित आकार के, समूह में ऐठे हुए व श्लेष्मिक आवरण से घिरे हुए
2. हिटरोसिस्ट एकांकी या अन्तर्वेशी (Intercalary)

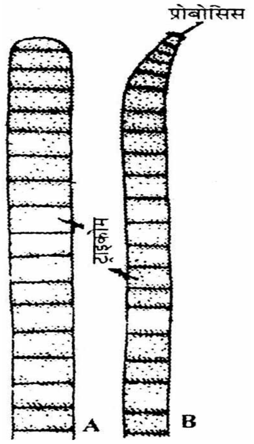
- - - - - वंश - नॉस्टॉक (Nostoc)

2.4.2 ऑसिलैटोरिया (Oscillatoria)

थैलस की संरचना (Struction of Thallus)

1. थैलस अशाखित पानी की सतह पर तैरते हुए पाये जाते हैं । ये अकेले अथवा समूह में आपस में गुंथे रहते हैं । ये तन्तुनुमा ट्राइकोम का बना होता है ।
2. ट्राइकोम कोशिकाओं की एक पंक्ति से बना होता है ।
3. ये अविभेदित कोशिकाओं से बना होता है । इनकी अंतस्थ कोशिका (apical cell) के अतिरिक्त सभी कोशिकाओं का आकार समान होता है । प्रत्येक कोशिका आकार में आयताकार होती है । ये चौड़ाई में अधिक होती है ।
4. इसके apicel cell की ऊपरी सतह उत्तल (Convex), Conical या एक मोटी भित्ति युक्त होती है, इसे कैलिप्ट्रा (Calyptra) कहते हैं ।
5. इसकी प्रत्येक कोशिका (typical cyanophycean) कोशिका होती है । यह प्रोकेरियोटिक प्रकार की संरचना दर्शाती है । जिसमें वास्तविक केन्द्रक, क्लोरोप्लास्ट झिल्ली में आवृत कोशिकांगों का अभाव होता है ।
6. प्रत्येक कोशिका का हल्का या रंगहीन केन्द्रक पदार्थ युक्त मध्य भाग सेन्ट्रोप्लाज्म एवं बाहरी गहरा वर्णक युक्त भाग क्रोमोप्लाज्म होता है ।

7. कोशिका में संचित भोजन साइनोफाइसिन कणों के रूप में पाया जाता है ।



चित्र 2.4 - ऑसिलैटोरिया - एक तन्तु

जननात्मक संरचनाएँ (Reproductive Structures)

1. जनन हॉर्मोगोन (Harmogone) द्वारा होता है ।
2. ट्राइकोम में कुछ स्थानों पर बीच की कुछ कोशिकाओं के मृत हो जाने से द्विउभयावतल डिस्क (biconcave disc) बन जाती है । इनके टूटने या गलने से ट्राइकोम कुछ कोशिकाओं युक्त खण्डों में टूट जाता है जिसे हार्मोगोनिया कहते हैं ।
3. ये Hormogone अंकुरित होकर नये ट्राइकोम बनाते हैं ।

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

1. पादप थैलसनुम, एक या बहुकोशिकीय
2. थैलस संरचना सरल
3. पादप स्वपोषी (antotrophic) वर्णक युक्त, (Pigmented)
4. कोशिका भित्ति सामान्यत: सेल्यूलोज निर्मित

- - - - - - शैवाल (Algae)

1. नीले-हरे प्रोकेरियोटिक शैवाल
2. वर्णक क्लोरोफिल α,β-केरोटिन फाइकोसाइनिन एलोफाइकोसाइनिन, फाइको इरेथिन उपस्थित
3. संचित खाद्य पदार्थ साइनोफाइसिन स्टार्च व प्रोटीन के रूप में ।
4. कोशिका भित्ति म्यूकोपेप्टाइड युक्त
5. जीवन चक्र में कशाभिका युक्त संरचनाओं का अभाव
6. लैंगिक जनन का अभाव, जनन कायिक व अलैंगिक विधि द्वारा

- - - - - वर्ग - साइनोफाइसी (Cyanophyceae)

1. थैलस तन्तुमय अशाखित या आभासी शाखित
2. हिटरोसिस्ट उपस्थित या अनुपस्थित
3. प्रजनन विखण्डन, हॉर्मोगोनिया निश्चेष्ट बीजाणु या हिटरोसिस्ट द्वारा

- - - - - - गण - नॉस्टोकेलस (Nostocales)

1. ट्राइकोम एक पंक्ति युक्त, अशाखित
2. जनन केवल हॉर्मोगोनिया द्वारा

3. ट्राइकोम पर श्लेष्मक आवरण अनुपस्थित या अस्पष्ट

- - - - - कुल - ऑसिलैटोरिएसी (Oscillatoriaceae)

1. ट्राइकोम शाखाहीन एक पंक्तिक एकल या गुच्छों ने, श्लेष्मक आवरण रहित
2. शीर्षस्थ कोशिका कैलिप्ट्रा युक्त

- - - - - वंश ऑसिलैटोरिया (Oscillatoria)

2.5 शैवाल (Algae)

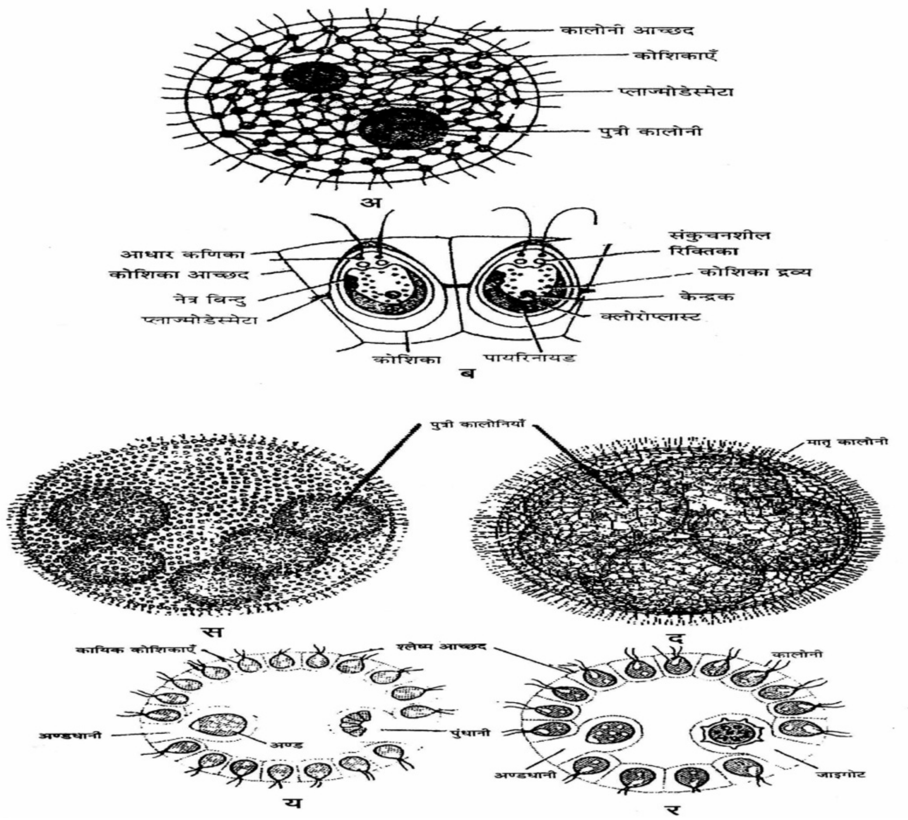
1. इस वर्ग को (Chlorophyllous Thallophytes) कहते हैं । प्रकाश संश्लेषी वर्णकों की उपस्थिति के कारण स्वपोषी होते हैं ।
2. मुख्य प्रकाश संश्लेषी वर्णक है क्लोरोफिल a,b,c,d,e तथा जैन्थोफिल्स व केरोटिनाइड्स होते हैं । वर्णकों के आधार पर शैवालों का वर्गीकरण किया गया है ।
3. पादपकाय एक कोशीय या बहुकोशीय होता है ।
4. कोशिकाभित्ति सैल्यूलोज तथा अन्य कार्बोहाइड्रेटों से निर्मित होती है ।
5. संचित भोज्य पदार्थ स्टार्च तथा विशिष्ट पोलीसैकराइड्स होते हैं ।
6. पादपकाय सूकायक व संवहन ऊतकों रहित होता है ।
7. अलैंगिक जनन चलबीजाणुओं, अचलबीजाणुओं हाइपनोस्पोस, एकाइनेट, पुत्री कॉलोनियों तथा अन्य बीजाणुओं द्वारा होता है ।
8. कायिक जनन विखण्डन, हार्मोगोन प्रोटोनीमा एमाइलम स्टार्स, कंद (टयूबर) व पत्रकलिका (Bulbil) आदि द्वारा होता है ।
9. लैंगिक जनन सम, असम तथा विषमयुग्मकी प्रकार का होता है ।
10. लैंगिक जननांग एक कोशिकीय होते हैं । जब बहुकोशिकीय हो तो सभी कोशिकायें जननक्षम (Fertile) होती हैं । बन्ध्य जैकट का अभाव होता है ।
11. भ्रुण का निर्माण नहीं होता है । युग्मनज अर्धसूत्री विभाजन द्वारा युग्मकोद्भिद् पीढ़ी बनाता है जो प्रभावी होती है ।
12. मुख्य पादप अगुणित युग्मकोद्भिद होता है ।
13. अधिकांश एल्गी अलवणीय व लवणीय (marine water) जल में पाई जाती हैं । कुछ स्थलीय होती है ।
14. अब हम (specimen) के तौर पर पाँच Algae वॉलबॉक्स कारा, वाऊचिरिया, एक्टोकारपस व पालीसाइफोनिया एक-एक करके पढ़ेंगे ।

2.5.1 वॉलवॉक्स (Volvox)

कायिक संरचना (Vegetative Structure)

1. वॉलवॉक्स एक गतिशील हरित शैवाल है ।
2. यह सिनोबियल (Coenobial - कोशिकाओं की निश्चित संख्या) होता है ।
3. सिनोबियम गोल व बीच में खोखला होता है ।
4. इसकी कोशिका परिधि पर निश्चित संख्या (500-60,000) में विन्यासित होती है ।
5. कोशिकाओं की संख्या जाति के अनुसार भिन्न होती है ।
6. सिनोबियम श्लेष्मिक आवरण से ढका रहता है । इसकी प्रत्येक कोशिका भी श्लेष्मिक आवरण से ढकी रहती है ।

7. इसकी प्रत्येक द्विकशाभिकीय कोशिका जीवद्रव्यी तन्तुओं (Cytoplasmic strands) से पड़ोसी कोशिकाओं से जुड़ी रहती हैं ।



चित्र 2.5 - बालवाक्स : अ. कालानी ब. कोशिकाएँ, स-द पुत्री कॉलोनी युक्त कॉलोनियाँ, य. पुंधानी व अण्डधानी युक्त कॉलोनी, र. अण्डधानी व जाइगोट युक्त कॉलोनी ।

8. सभी कोशिकाएँ आकृति, आकर व संरचना में समान होती है । (क्लैमिडोमोनास की कोशिका के समान)
9. प्रत्येक कोशिका में दो शीर्षस्थ कशाभिकाएँ, प्यालेनुमा क्लोरोप्लास्ट पाइरीनाइड के साथ, एक केन्द्रक, अग्र भाग में नेत्र बिन्दु तथा संकुचनशील रिक्तिकाएँ होती है ।
10. सिनोबियम अग्र व पिछले भाग में विभेदित होता है । पिछले भाग की कुछ कोशिकाएँ आकार में बड़ी होती हैं तथा जनन का कार्य करती है । (चित्र 2.5)

अलैंगिक जनन संरचनाएं (Asexual Reproductive Structure)

1. अलैंगिक जनन द्वारा पुत्री निवह (Daughter colony) बनती हैं ।
2. जनन कॉलोनी के पश्च भाग में इनका निर्माण होता है ।
3. Daughter Colony आकार में छोटी लेकिन structure में parent colony के समान होती हैं।
4. जनक सिनोबियम की भित्ति के जिलेटीनीकरण के फलस्वरूप पुत्री कॉलोनी मुक्त हो जाती हैं ।

लैंगिक जनन संरचना (Secual Reproductive Structure)

1. सिनोबियम एकलिंगाश्रयी (dioecious)अथवा उभयलिंगाश्रयी (monoecious) होते हैं ।
2. वॉल्वाक्स में लैंगिक जनन विषमयुग्मकी (Oogamous) प्रकार का होता है ।
3. Gonidia Colony के पिछले भाग में बनती हैं ।
4. प्रत्येक पुंधानी (antheridium) में द्विकशाभिका युक्त पुमणु समूह में बनते हैं जबकि अण्डधानी (oogonium) में एक गतिहीन गोलाकार अण्ड (egg) होता है।
5. निषेचन के पश्चात् लाल रंग का हिमेटोक्रोम (haematochrome) की उपस्थिति के कारण युग्मनज (oospore) बनते हैं । यह तीन स्तरीय भित्ति युक्त होता हैं । इसकी बाहरी भित्ति चिकनी या अलंकृत (ornamented) होती है ।

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification & Identification)

1. पादप स्वपोषी, वर्णक युक्त
2. कोशिक भित्ति सेल्यूलोजयुक्त
3. पादप थैलसनुमा, एक या बहुकोशिकीय
4. थैलस संरचना सरल, जिसमें उत्तक विभेदन नहीं होता ।

- - - - - शैवाल (Algae)

1. थैलस पर्णहरित a तथा b की प्रचुरता के कारण हरे, अन्य वर्णक α व β केरोटिन
2. हरित लवक में पाइरीनाइड उपस्थित
3. संचित खाद्य पदार्थ स्टार्च के रूप में
4. चल कोशिकाओं के शीर्ष पट दो, चार या अनेक प्रतोद (whiplash) कशाभिकाएँ
5. लैंगिक जनन समयुग्मकी से विषमयुग्मकी प्रकार का ।

- - - - - वर्ग - क्लोरोफाइसी (Volvocales)

1. थैलस एककोशिकीय या निवह के रूप में
2. थैलस की कायिक अवस्था गतिशील
3. हरित लवक प्यालेनुमा एवं पाइरीनाइड युक्त
4. लैंगिक जनन सम, असम या विषमयुग्मकी प्रकार की ।

- - - - - गण - वालोकेलस (Volvocales)

1. थैलस गतिशील सिनोबियम (Coenobium) कोशिकाओं की संख्या निश्चित
2. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी प्रकार का
3. अलैंगिक जनन पुत्री निवहों के द्वारा

- - - - - कुल - वॉलवोकेसी (Volvocales)

1. सिनोबियम गोल, कोशिकाएँ परस्पर कोशिकाद्रव्य तन्तु द्वारा जुड़ी रहती है ।
2. अलैंगिक जनन गोनिडिया द्वारा उत्पन्न पुत्री निवह से
3. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी प्रकार का

- - - - - वंश - वॉलवॉक्स (Volvox)

2.5.2 कारा (Chara)

कायिक संरचना (Vegetative Strucrure)

1. इसको 'स्टोनवर्ट" के नाम से भी जाना जाता है ।
2. यह मुख्यत: अलवणजलीय (fresh water) है परन्तु कुछ जातियाँ खारे (alkaline)जल में भी पाई जाती हैं ।
3. यह (macroscopic) लम्बा, शाखित, बहुकोशिकी व मूलाभास (rhizoids) युक्त होता हैं ।
4. मूलाभास बहुकोशिकीय व शाखित होते हैं । यह थैलस की निचली पर्वसंधियों (basal nodes) पर उत्पन्न होते हैं ।
5. इनमें तिरछे पट होते हैं । पट के स्थान पर मूलाभासी प्लेट का निर्माण होता है ।
6. मुख्य अक्ष (inter nodes) में विभेदित रहती हैं तथा पर्व संधि पर शाखाएँ उपस्थित रहती हैं।
7. पर्वसन्धियो पर दो प्रकार की शाखाएँ (limited growth branches) सीमित वृद्धि की शाखाएं तथा असीमित वृद्धि की शाखाएँ(Unlimited growth branches) निकलती हैं ।
8. पत्तियाँ चक्र (whorl) में लगी रहती हैं । ये भी पर्व व पर्वसधियों में विभेदित रहती हैं ।
9. सभी प्रकार की शाखाओं (मुख्य, अक्ष, सीमित व असीमित वृद्धि की शाखाएँ) की पर्वसन्धि पर एक कोशिकीय कंटक के समान (spine like), द्वितीयक पार्श्वीय (secondary lateral) या अनुपर्ण (stipules) लगे रहते हैं ।

कोशिका संरचना (Cell Structure)

1. कोशिका भित्ति सेल्युलोज की बनी होती है ।
2. पर्व कोशिका की भित्ति पर सिलिका व कैल्शियम कार्बोनेट का desposition)होता है।
3. पर्वसंधि की कोशिका छोटी व इसमें सघन, दानेदार जीवद्रव्य, एक केन्द्रक व पाइरीनायड रहित बिम्बाभ हरितलवक (discoid chloroplast) पाये जाते हैं ।
4. पर्व की कोशिका लम्बी होती है । इनके मध्य में एक बड़ी रिक्तिका व परिधि की ओर कोशिका द्रव्य में अनेक केन्द्रक व पाइरीनाइड रहित क्लोरोप्लास्ट पाये जाते हैं ।

(चित्र 2.6)

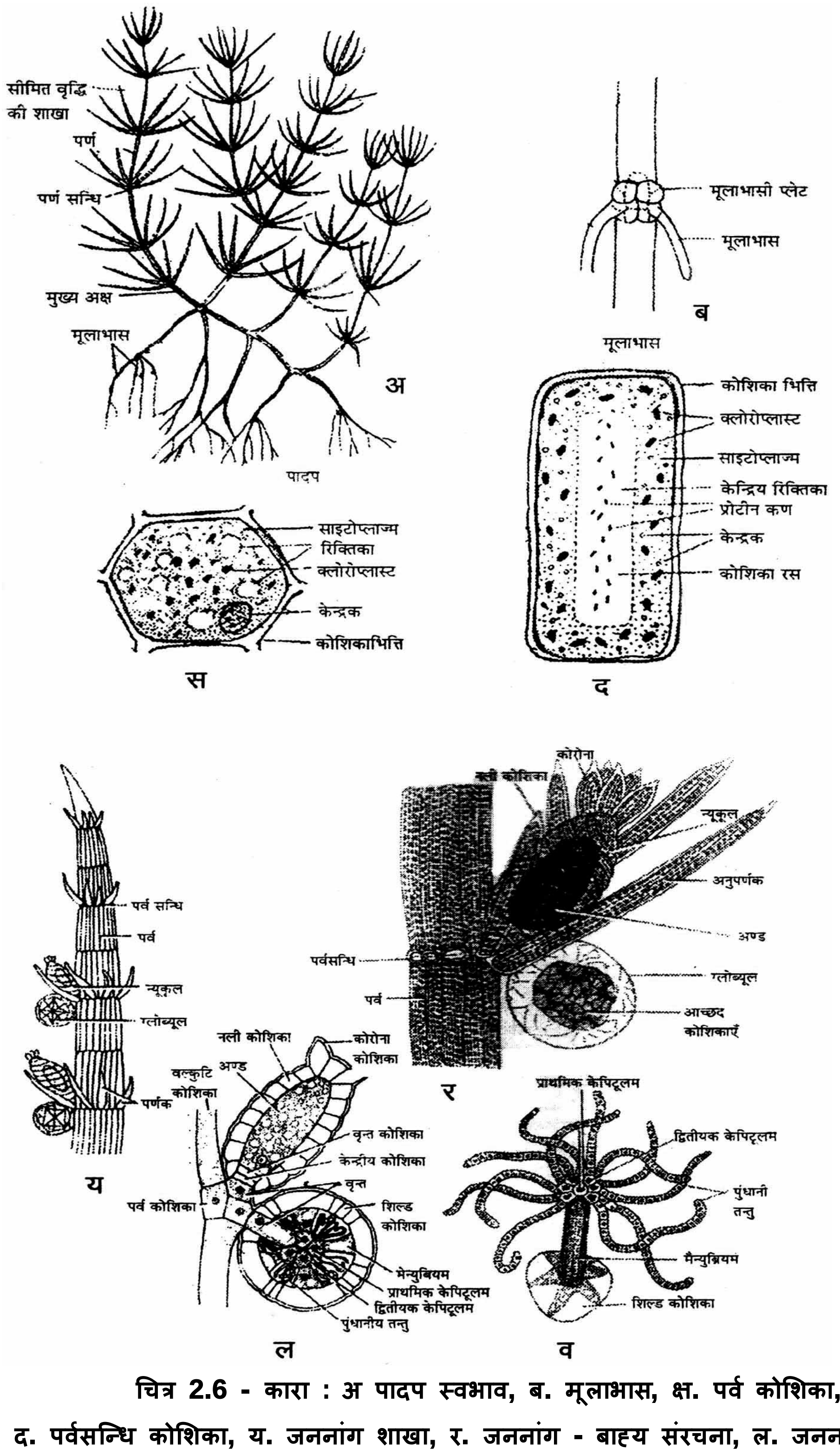
लैंगिक जनन संरचनाएँ (Sexual Reproductive Structures)

1. कारा के जननांग पूरे क्लोरोफाइसी कुल में सबसे जटिल व specialised होते हैं ।
2. इसमें लैंगिक जनन विषमयुग्मकी (oogamous) प्रकार का होता है । कारा की अधिकतर जातियों में जननांग (Sex organs) एक ही थैलस पर उभयलिंगाश्रयी (monoecious) कुछ में अलग-अलग थैलस पर एकलिंगाश्रयी (dioecious) होते हैं ।
3. नर जननांग ग्लोब्यूल (Globule) व मादा जननांग न्यूक्यूल (Nucule) थैलस की प्राथमिक पार्श्वीय शाखाओं की पर्व संधि पर अनुपर्णो से घिरे हुए सानिध्य (dioecious) स्थिति में विकसित हाते हैं ।

नर जननांग (ग्लोब्यूल) Male Sex Organ (Globule)

1. ग्लोब्यूल एक गोलाकार पीले या लाल रंग की संरचना है जो कि वृत कोशिका द्वारा पर्व संधि से जुड़ा रहता है ।
2. यह न्यूक्यूल के नीचे होता है ।

3. ग्लोब्यूल की भित्ति 8 त्रिकोणीय प्लेटनुमा कवच कोशिकाओं: से निर्मित होती है ।
4. प्रत्येक कवच कोशिका हस्तक (Manubrium) नामक एक लम्बी मुठिया (handle) की शक्ल वाली कोशिका से जुड़ी रहती है ।
5. Manubrium-के शीर्ष पर 8 प्राथमिक मुण्डल कोशिकाएँ (Primary Capitulum Cells) जुड़ी रहती हैं व इनसे 8 द्वितीयक मुण्डक कोशिकाएँ (Secondary Capiitulum Cells)।



चित्र 2.6 - कारा : अ पादप स्वभाव, ब. मूलाभास, क्ष. पर्व कोशिका, द. पर्वसन्धि कोशिका, य. जननांग शाखा, र. जननांग - बाह्य संरचना, ल. जननांग आंतरिक संरचना. व. मैन्युब्रियम कोशिका तथा उस पर स्थित पुंधानीय तन्तु ।

6. हर द्वितीयक मुण्डक कोशिका पर लम्बे, अशाखित पुंधानीय तन्तु (antheridial filament) पाये जाते हैं ।
7. 100-200 कोशिकाएँ प्रत्येक पुंधानी तन्तु में होती है । हर कोशिका से एक द्विकशाभिकीय पुमणु विकसित होता है ।

मादा जननांग (न्यूक्यूल) (Female Sex Organ = Nucule)

1. न्यूक्यूल पर्वसन्धि पर ग्लोब्यूल के ऊपर स्थित होता है ।
2. यह अण्डाकार होता है ।
3. इसके चारों ओर पाँच सर्पिल (Sprial) कुण्डलित नली कोशिकाएँ (tube cells) आवरण बनाती हैं, कुण्डलन clockwise दिशा में होता है ।
4. Nucule के शीर्ष पर 5 लघु कोशिकाओं का मुकुट होता है उसे Corona (किरीट) कहते हैं ।
5. Oophere एककोशिकीय व गोल होता है, जिसमें कोशिकाद्रव्य व एक केन्द्रक पाया जाता है ।
6. इसमें संचित खाद्य पदार्थ स्टार्च व तेल की बूँदों के रूप में उपस्थित होता है ।
7. युग्मनज एक मोटी भित्ति युक्त, अलंकृत दीर्घवृत्ताकार संरचना होती है जिसमें किरीट (corona) की कोशिकाएँ अलग हो जाती हैं। (चित्र 2.6)

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

1. पादप स्वपोषी एवं वर्णक युक्त
2. पादप थैलसनुमा एवं एककोशिकीय या बहुकोशिकीय
3. कोशिका भित्ति सामान्यत: सेल्युलोज से निर्मित
4. थैलस संरचना सरल जिसमें उत्तक विभेदन नहीं होता ।

- - - - - - शैवाल (Algae)

1. थैलस पर्णहरित a तथा b की अधिकता के कारण हरे, अन्य वर्णक α व β-कैरोटिन
2. संचित खाद्य पदार्थ स्टार्च के रूप में
3. हरितलवक में पाइरिनाइड उपस्थित
4. लैंगिक जनन समयुग्मकी से विषमयुग्मकी प्रकार का
5. चल कोशिकाओं के शीर्ष पर दो, चार या अधिक कशाभिकाएँ ।

- - - - - वर्ग क्लोरोफाइसी (Chlorophyceae)

1. थैलस पर्व व पर्वसन्धियों में विभेदित
2. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी
3. पर्वसन्धियों पर सीमित वृद्धि की शाखाएँ उत्पन्न होती है ।
4. जननांग विशिष्ट संरचनाओं ग्लोमूल के रूप में ।

- - - - - - गण - कारेलस (Charales)

1. ऊर्ध्व शाखित थैलस जो मूलाभासों द्वारा संलग्न रहता है ।
2. केल्शियम का निक्षेपण पाया जाता है ।
3. अलैंगिक जनन का अभाव होता है ।

- - - - - - कुल कारेसी (Characeae)

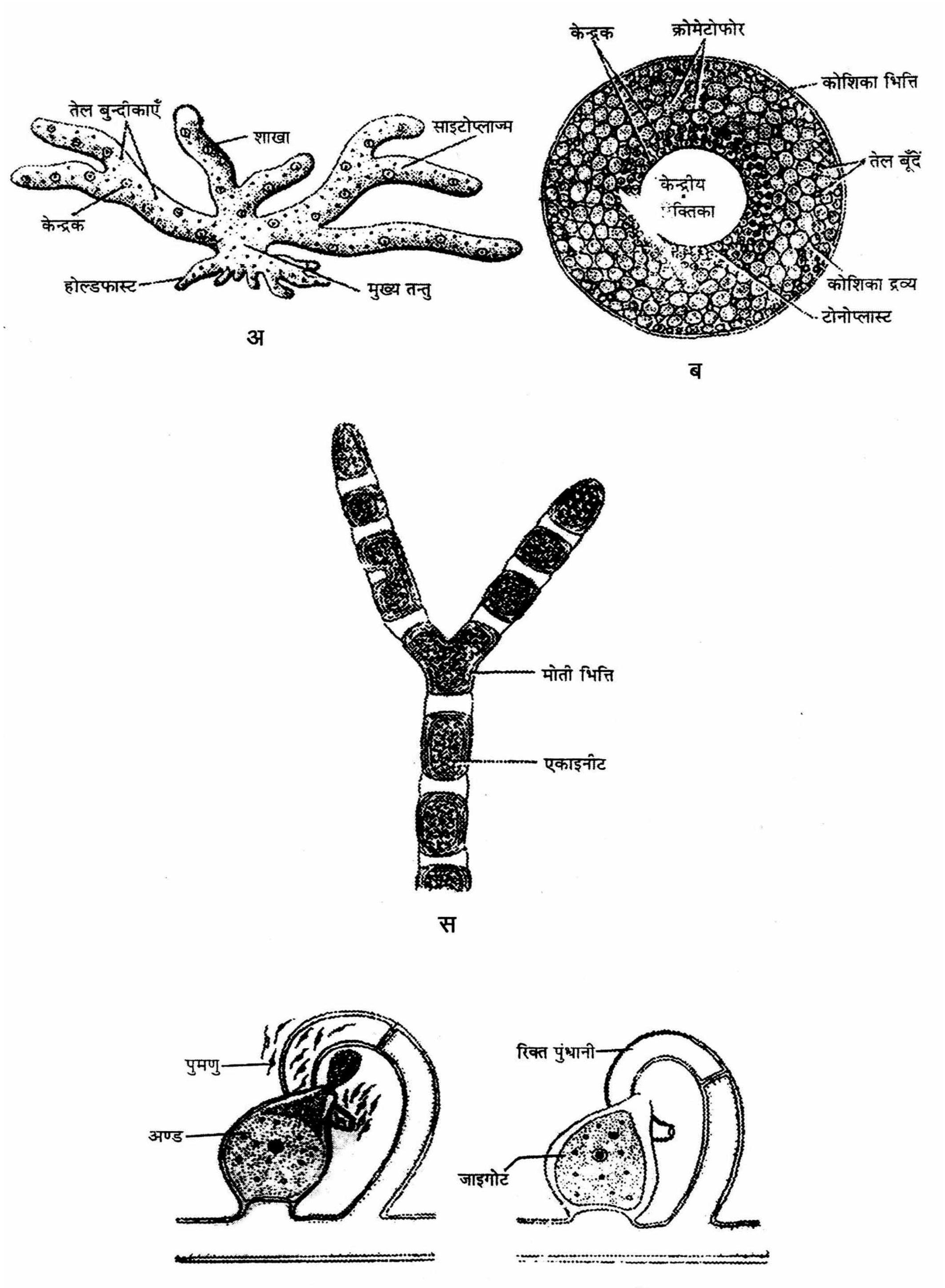
1. पर्व वल्कुटि तन्तुओं द्वारा परिबद्ध
2. न्यूकूल ग्लोब्यूल के ऊपर स्थित
3. न्यूकूल का किरीट पाँचकोशिकीय

- - - - - वंश - कारा (Chara)

2.5.3 वौकेरिया (Vaucheria)

थैलस संरचना (structure of Thallus)

1. थैलस तन्तुनुमा, शाखित, नलिकाकार, पटरहित संकोशिकीय (Coenocytic) होता है ।
2. यह स्थलीय जगहों पर पाये जाते हैं ।
3. थैलस के आधारीय भाग में मूलाभास शाखाएँ विकसित होती हैं जो भूमि के अन्दर प्रवेश कर जाती हैं ।
4. थैलस के पार्श्वीय (lateral) भाग में शाखाएँ निकलती है जो कि द्विभाजी (dischotomous) शाखित प्रतीत होती हैं ।
5. कोशिका भित्ति द्विस्तरीय, बाहरी परत पेक्टिन व अन्दर वाली सेल्यूलोज से बनी होती हैं।
6. नलिकाकार थैलस के मध्य में एक लम्बी रिक्तिका होती है जो पूरे थैलस में सतत् होती है। कोशिका द्रव्य, कोशिका भित्ति व रिक्तिका के मध्य में होता है ।
7. कोशिका द्रव्य के बाहरी भाग में पाइरीनाइड रहित वर्णकी लवक (Chromatophores) व अन्दर के भाग में अनेक केन्द्रक पाये जाते है ।
8. तेल बूँदों के रूप में संचित खाद्य होता है ।
9. पट जनन संरचनाओं के आधार पर होते हैं । (चित्र 2.7)



चित्र 2.7 वोकैरिया : अ. थैलस, ब. थैलस का अनुप्रस्थ काट, स.ग्रोंगोसिरा अवस्था, द.परिपक्व पुंधानी तथा अण्डधानी, य. रिक्त पुंधानी तथा युग्मनज ।

अलैंगिक जनन संरचनाएँ (Asexual Reproductive Structures)

(I) **चल बीजाणु द्वारा (By Zoospores)**

1. जब परिस्थितियाँ अनुकूल होती हैं तो चल बीजाणु बनते हैं ।
2. थैलस की शाखा का अग्रणी भाग अनुप्रस्थ पट द्वारा अलग होकर चल बीजाणुधानी बनाता है ।
3. प्रत्येक चलबीजाणुधानी में अण्डाकार (oval) या नाशपाती (Pyriform) के आकार का एक चलबीजाणु बनता है । यह (multinucleate) बहुकेन्द्रकीय व बहुकशाभिकीय (multiflagellate)होता है ।
4. ऐसा बीजाणु सिनजूस्पोर कहलाता है ।

(II) **अचलबीजाणु द्वारा (By Aplanospres)**

1. ये प्रतिकूल परिस्थितियों में पाये जाते हैं ।
2. थैलस के पार्श्वीय व मुख्य शाखाओं के शीर्षस्थ भाग पर अचलबीजाणुधानी बनती है । ये अनुप्रस्थ पट के द्वारा मुख्य थैलस से अलग हो जाती है ।
3. बीजाणुधानी में एक पतली भित्ति युक्त गोल दीर्घवृत्ताकार अचल बीजाणु बनता है ।
4. एक से अधिक जनन नलिकाओं द्वारा अचल बीजाणु का अंकुरण होता है ।

(III) **निश्चेष्ट बीजाणु द्वारा (By Akinetes)**

1. ये भी प्रतिकूल अवस्था में बनते है ।
2. थैलस कई अनुप्रस्थ पटों द्वारा अनेक छोटे-छोटे खण्डों में विभक्त हो जाता और प्रत्येक खण्ड मोटी भित्ति युक्त एक निश्चेष्ट बीजाणु बनाता है ।
3. शैवाल की यह अवस्था गोनगेसिरा नामक शैवाल से मिलती है । इस अवस्था को गोनगेसिरा (Gongrosira) कहते हैं ।

(IV) **लैंगिक जनन (Sexual Reprodution)**

1. इसका थैलस उभयलिंगाश्रयी (Monoecious) होते हैं । कुछ जातियाँ एकलिंगाश्रयी (dioecious) होती हैं ।
2. विषमयुग्मकी प्रकार का लैंगिक जनन होता है ।
3. Oogonium (अण्डधानी) व antheridium (पुंधानी) एक ही थैलस पर पास-पास विकसित होते हैं । सामान्यत: यह जननांग अवृन्त (sessile) होते हैं पर कुछ जातियों में विशेष वृन्त (stalk) जैसे संरचनाओं पर लगे रहते हैं ।
4. Antheridium वक्रित तथा पट द्वारा मुख्य तन्तु से अलग हो जाती है ।
5. अनेक द्विकशाभिकी पुमणु (biflagellated antherozoids) बनते हैं ।
6. अण्डधानी अण्डाकार या गोल होती हैं, इसके शीर्ष पर एक चोंच पाई जाती हैं यह अवृन्त या सवृन्त होती हैं तथा पट द्वारा मुख्य तन्तु से अलग हो जाती हैं ।
7. अण्डधानी का सम्पूर्ण जीवद्रव्य एक अण्ड (oosphere) बनाता है ।
8. Young stage में Oosphere बहुकेन्द्रकीय किन्तु परिपक्व अवस्था में एककेन्द्रकीय होता है ।

9. अण्डधानी के शीर्षस्थ भाग पर चोंच के निकट एक छोटा सा ग्राही पेपिला (receptive papilla) बन जाता है ।
10. संचित खाद्य तेल बूंदों के रूप में होता है ।
11. Fertilization के बाद zygote बनता है जो कि बहुस्तरीय मोटी भित्ति युक्त होता है। इसे निषिक्तांड (oospore) कहते हैं । (चित्र 2.7)

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classifiaction and Identification)

1. पादप थैलसनुमा एक या बहुकोशिकीय
2. थैलस संरचना सरल
3. पादप स्वपोषी एवं वर्णकयुक्त
4. कोशिका भित्ति सेल्यूलोज युक्त

- - - - - - शैवाल (Alagae)

1. वर्णकी लवक (Chromatophore) में वर्णक क्लोरोफिल -a,b;α,β,-केरोटिन व जेन्थोफिल उपस्थित, केरोटीनाइड्स की मात्रा अधिक होने के कारण थैलस पीले हरे (yellow green)
2. संचित खाद्य तेल बूँदों, ल्यूकोसिन या क्राइसोलेमिनेरिन के रूप में ।
3. कोशिका भित्ति में पेक्टिन अधिक मात्रा में उपस्थित ।
4. Motile cells विषम कशाभिक, लम्बी कशाभिका, पेन्टोनिमेटिक (tinsel) व छोटी एक्रोनिमेटिक (whiplash) प्रकार की होती है ।

- - - - - - वर्ग - जेन्थोफाइसी (Xanthophyceae)

1. थैलस एककोशिकीय, पटरहित सकोशिकीय (Coenocytic)व नालीय (Siphonous)
2. अलैंगिक जनन चल बीजाणु (zoospore),अचल बीजाणु (aplanospore)व निश्चेष्ट बीजाणु (hypnospore) द्वारा सभी संरचनाएँ संकोशिकीय
3. संचित खाद्य तेल बूंदों के रूप में ।

- - - - - - गण - हिटरोसाइफौनेलीज (Heterosiphonales)

1. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी (Oogamous)
2. चल बीजाणु (Zoospore)बहुकशाभिकीय (multiflagellate)

- - - - - - कुल - वौकैरिएसी (Vaucheriaceae)

1. थैलस शाखित, संकोशिकीय नालिकाकार व पटरहित आधार से मूलाभास द्वारा स्थिरीकृत
2. संचित खाद्य, वसा व तेल बूँदों के रूप में ।

- - - - - - वंश - वौकेरिया (Vaucheria)

2.5.4 एक्टोकार्पस (Ectocarpus)

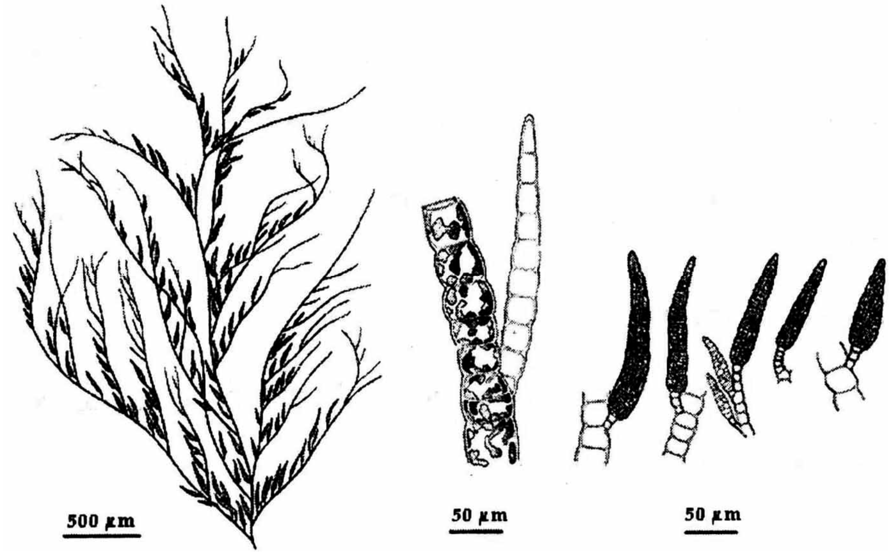
थैलस संरचना (Thallus Structure)

1. Heterotrichous थैलस होता है जो श्यान (Prostrate) तथा उर्ध्व (erect) भाग में विभेदित होता है ।

2. श्यान भाग अल्प विकसित होता है लेकिन थैलस को आधार से संलग्न करता है ।
3. ऊर्ध्व भाग शाखित एवं सुविकसित होता है ।
4. शाखाएँ तथा उपशाखाएँ (uniseriate) एकपंक्तिक होती है ।
5. पार्श्व शाखाएँ सिरे पर नुकीली (tapering) होती हैं तथा रोम के समान दिखाई देती हैं ।

कोशिका संरचना (Cell Structure)

1. कोशिका वर्गाकार या बेलनाकार (Cylindrical) तथा एककेन्द्रकी होती है ।
2. कोशिका भित्ति दो सतहों में विभेदित होती है - बाह्य सतह जिलेटिनी तथा भीतरी सतह सेल्यूलोज से बना होता है ।
3. प्रत्येक कोशिका में एक या अधिक पट्टीरूपी, अनियमित या चक्रिकाम वर्णकीलवक (Chromatophores) उपस्थित हैं ।
4. वर्णकीलवक पायरीनायड रहित होते हैं ।
5. संचित खाद्य (mannitol) व लेमिनेरिन (Laminarin) के रूप में होता है । (चित्र 2.8)



चित्र 2.8 - एक्टोकार्पस

जनन संरचनाएँ (Reproductive Structure)

(I) अलैंगिक संरचनाएँ (Asexual Structures)

(a) **एककोष्ठकी बीजाणुधानियाँ (Uniocular Sporangia)**

1. ये बीजाणुधानियाँ द्विगुणित थैलस पर पाई जाती हैं ।
2. ये छोटी उप शाखाओं के शीर्ष पर पाई जाती हैं ।
3. प्रत्येक बीजाणुधानी गोलाकार अथवा दीर्घवृत्ताकार होती है ।
4. बीजाणुधानी एककोशिकीय होती है, जिसमें अनेक द्विकशाभिकी चलबीजाणु बनते हैं ।
5. चलबीजाणु अगुणित होते हैं जो अंकुरण द्वारा अगुणित पादप का निर्माण करते हैं ।

6. बहु कोष्ठकी बीजाणुधानियाँ (Pleurilocular Sporangia)

1. बहुकोष्ठक बीजाणुधानियाँ भी द्विगुणित पादप पर पाई जाती हैं ।
2. ये बहुकोशिकीय होती है इनमें कोशिकाएँ सोपानों में व्यवस्थित रहती हैं ।
3. इनका निर्माण छोटी पार्श्व या उपशाखाओं पर अन्तस्थ स्थिति में होता है ।
4. बीजाणुधानी दीर्घित, वृंत युक्त (stalked) अथवा अवृंत (sessile) संरचना होती है तथा शीर्ष पर नुकीली होती है ।
5. चलबीजाणु परिपक्व बीजाणुधानियों की प्रत्येक कोशिका में बनते हैं ।
6. चलबीजाणु नाखरूपी, द्विकशाभिकी तथा द्विगुणित होते हैं जो अंकुरण द्वारा द्विगुणित पादप का निर्माण करते हैं ।

(II) **लैंगिक संरचनाएँ (Sexual Structures)**

1. इनका निर्माण अगुणित पादप पर होता है जिन्हें युग्मकधानियाँ (gametangia) कहते हैं ।
2. इनकी हर कोशिका में एक नाखरूपी, द्विकशाभिकी युग्मक का निर्माण होता है ।
3. युग्मकधानियों की संरचना बहुकोष्ठीय बीजाणुधानियों के समान होती है जिन्हें बहुकोष्ठीय युग्मकधानी (Pleurilocular gametangia)भी कहते हैं ।

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

1. पादप स्वपोषी, वर्णक युक्त
2. थैलस संरचना सरल जिसमें उत्तक विभेदन नहीं होता
3. पादप थैलसनुमा, एक या बहुकोशिकीय
4. कोशिका भित्ति सेल्यूलोज युक्त

- - - - शैवाल (Algae)

1. वर्णकी लवक में Chl-a, Chl-c के साथ फ्यूकोजैन्थिन उपस्थित । फ्यूकोजैन्थिन की अधिकता के कारण थैलस भूरे रंग के होते हैं ।
2. संचित खाद्य लेमिनेरिन तथा मेनिटॉल
3. चल कोशिकाएँ विषम कशाभिकी
4. कशाभिकाएँ पार्श्व स्थित

- - - - - - वर्ग - फियोफाइसी (Phaeophyceae)

1. बीजाणुधानियाँ एककोष्ठकी तथा बहुकोष्ठकी
2. थैलस विषम तन्तुक
3. शीर्षस्थ अथवा अन्तर्वेशी बीजाणुधानियाँ
4. लैंगिक जनन समयुग्मकी

- - - - - - गण - एक्टोकार्पेलीज (Ectocarpales)

1. थैलस वृद्धि ट्राइकोथैलिक (trichothallic)
2. Uniseries (एक पंक्तिक) थैलस तन्तु
3. पीढ़ी एकान्तरण समाकृतिक (isomorphic) प्रकार का

- - - - - - कुल - एक्टोकार्पेसी (Ectocarpaceae)

1. थैलस तन्तुमय एक पंक्तिक ।
2. क्रोमोटोफोर (वर्णकीलवक) पट्टीरूपी या चक्रिकाम ।
3. द्विगुणित थैलस पर एककोष्ठकी व बहुकोष्ठकी बीजाणुधानियाँ जबकि अगुणित थैलस पर बहुकोष्ठकी युग्मकधानियाँ विकसित होती हैं ।

- - - - - - वंश - एक्टोकार्पस (Ectocarpus)

2.5.5 पॉलीसाइफोनिया (Polysiphonia)

पॉलीसाइफोनिया एक समुद्री शैवाल (marine algae) है ।

थैलस संरचना (Thallus Structure)

1. थैलस विषमतन्तुक (heterotrichous)तथा बहुसाइफनी (Polysiphonous) होता है ।
2. यह दो भागों में विभेदित होता है श्यान (Prostrate) तथा ऊर्ध्व (Erect) ।
3. Prostarte भाग पटरहित लम्बे मूलाभासों द्वारा आधार पर चिपका रहता है ।
4. शाखाएँ पार्श्व तथा द्विभाजी शाखित होती हैं ।
5. ऊर्ध्व भाग मुख्य अक्ष व शाखाओं में विभेदित होता है ।
6. दो प्रकार की शाखाएँ होती हैं एक साइफनी व बहुसाइफनी ।
7. एकसाइफनी शाखाएँ - ये द्वभाजी शाखिते एकसाइफनी होती हैं, इन्हें ट्राइकोब्लास्ट भी कहते हैं ।
8. बहुसाइफनी शाखाएँ - ये मुख्य अक्ष के समान तथा असीमित वृद्धि की होती है तथा इनके शीर्ष पर एक कोशिका होती है ।
9. मुख्य अक्ष बहुसाइफनी, जिसमें एककेन्द्रकीय साइफन को चारों ओर से 4-24 पराकेन्द्रीय साइफन परिबद्ध किये रहते हैं । (चित्र 2.9.1)

कोशिका संरचनों (Cell Structure)

1. कोशिका भित्ति द्विपरतीय होती है । बाहरी परत पेक्टिन (Pectin)तथा भीतरी सेल्यूलोज से निर्मित होती है ।
2. कोशिका में एक केन्द्रक तथा विशाल रिक्तिका पाई जाती है ।
3. इनमें अनेक छोटे तथा चक्रिकाभ पायरिनायड रहित वर्णकीलवक उपस्थित होते हैं ।
4. संचित भोजन फ्लोरीडीयन स्टार्च के रूप में होता है ।
5. कोशिकाएँ परस्पर Pit Comnnections द्वारा जुड़ी रहती हैं ।

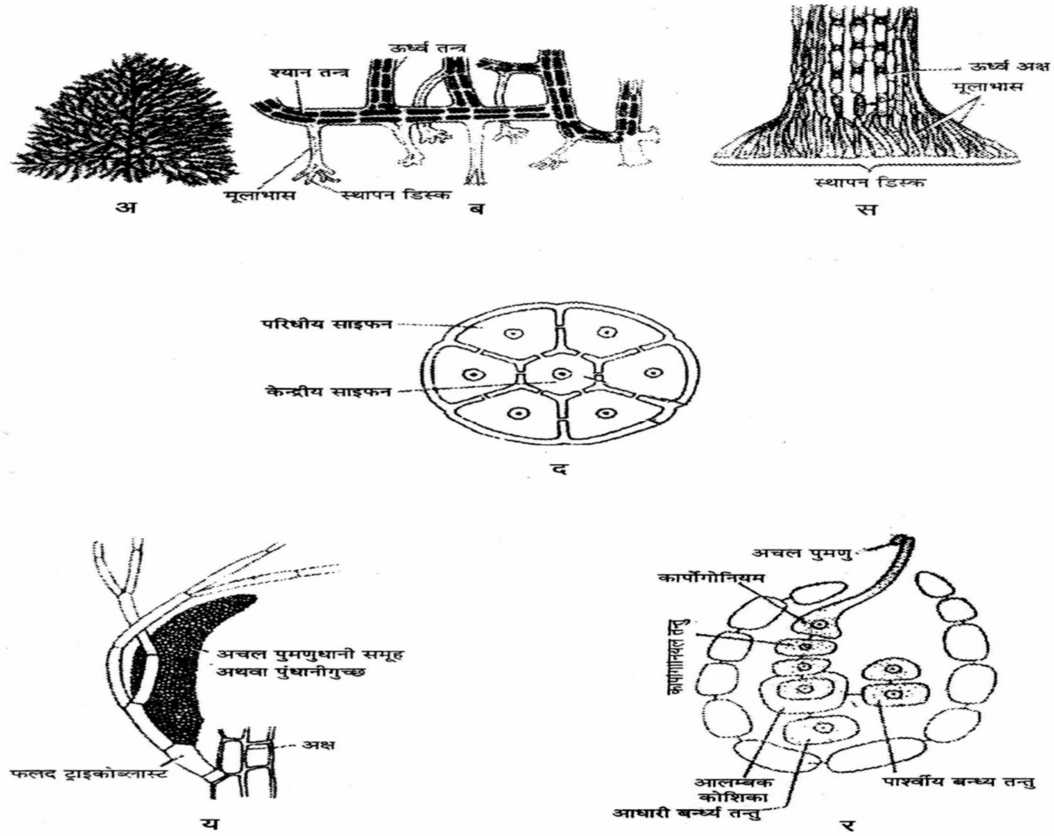
जनन संरचनाएँ (Reprodutive Structure)

पॉलीसाइफोनिया एकलिंगाश्रयी (deoecions)पादप है तथा इसमें लैंगिक जन विषमयुग्मकी (oogamous)होता है । इसके जीवन चक्र में तीन प्रकार की जनन संरचनाएँ (reproductive stucture) पाई जाती हैं ।

1. युग्मकोद्भिद् (gametophyte) - नर (पुंधानी युक्त) तथा मादा (कार्पोगोनियम युक्त) अगुणित पादप ।
2. कार्पोस्पोरोफाइट अथवा सिस्टोकार्पिक (Carposporophyte) - मादा युग्मकोद्द्भिद् पर आश्रित द्विगुणित पादप जिसमें कार्पोस्पोट का निर्माण होता है ।
3. चतुष्क बीजाणुद्भिद् (Tetrasporophyte) - द्विगुणित, स्वतन्त्र, आकारिकी में युग्मकोद्भिद् के समान परन्तु इस पर चतुष्कबीजाणुधानी उपस्थित होती है ।

नर जननांग (Male Reroductive Organ)

1. इन्हें अचलपुमणुधानी भी कहते हैं ।
2. अचलपुमणुधानी फलद ट्राइकोब्लास्ट पट थैलस के ऊपरी भाग में पाए जाते हैं ।
3. इसकी संरचना गोल / अण्डाकार होती है ।
4. ये फलद अक्ष पर सर्पिल क्रम में होकर अचलपुमणुधानी पूज़(Spermatangia) बनाती है ।
5. हर अचलपुमणुधानी में एक अचलपुमणु उत्पन्न होता है जो गोल, एककेन्द्रकी संरचना होती है । (चित्र 2.9.1)



चित्र 2.9.1 - पॉलीसाइफोनिया : अ. पादप स्वभाव, ब. श्यान तंत्र स. तंत्र का आधारी भाग, द. शाखाओं के अनुप्रस्थ काट, य. अचलपुमणुधानी (पुंधानी). र. मादा जननांग (कार्पोगोनियम) ।

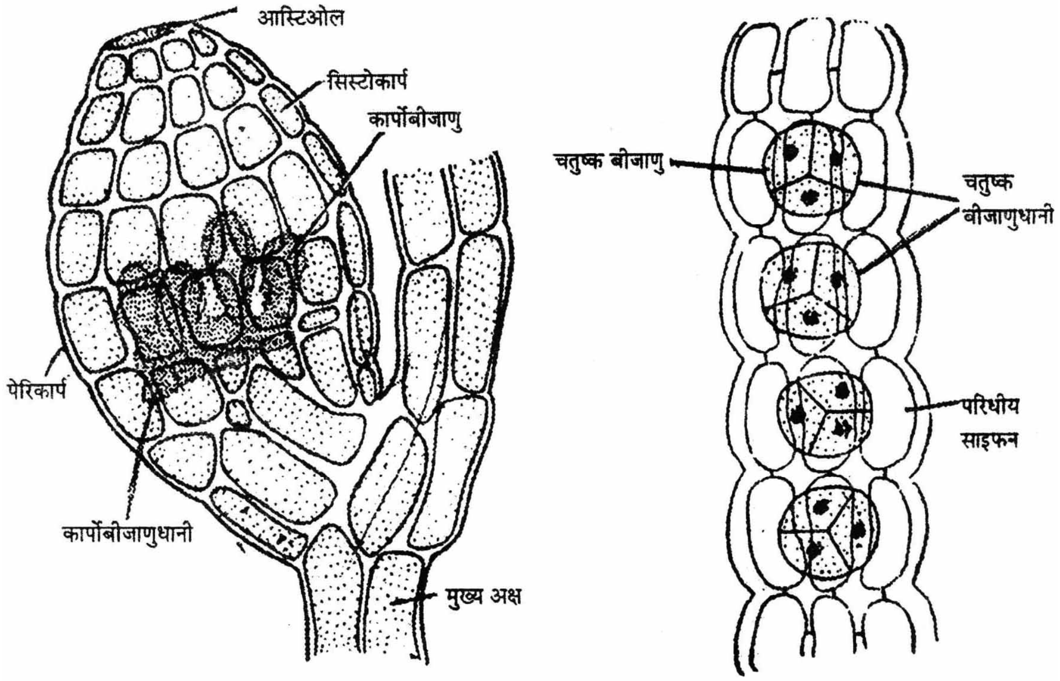
मादा जननांग (Female Reproductive Organ)

1. ये कार्पोगोनियम कहलाते हैं ।

2. थैलस के शीर्ष भाग के पास स्थित उर्वर या फलद ट्राइकोब्लास्ट पर बनते हैं ।
3. यह एक पलास्कनुमा संरचना होती है, जिसका आधारीय भाग फूला हुआ - कार्पोगाइन (Carpogyne), शीर्ष भाग लम्बा व नलिकाकार ट्राइकोगाइन (Trichogyne) कहलाता है।
4. कार्पोगोनियम एक 3-4 कोशिकीय तन्तु के शीर्ष पर स्थित होती है, जिसे कार्पोगोनियल तन्तु (Carpogonial filament) कहते हैं ।
5. Carpogonial filament की आधारी कोशिका supporting cell कहलाती है ।

सिस्टोकार्पिक पादप (Cyctocarpian Plant)

1. निषेचनोपरान्त सिस्टोकार्प का निर्माण होता है ।
2. यह कुम्भाकार संरचना के रूप में मुख्य तन्तु के पार्श्व में स्थित होता है ।
3. इसके शीर्ष पर एक छिद्र ऑस्टिओल (ostiole) होता है । (चित्र 2.9.2)



चित्र 2.9.2 - पॉलीसाइफोनिया : अ. सिस्टोकार्प युक्त थैलस,अ.चतुष्क बीजाणुधानी युक्त थैलस।

4. सिस्टोकार्प में कार्पोस्पोरोफाइट होता है जिसमें एक आधारी प्लेसेन्टल कोशिका स्थित होती है ।
5. प्लेसेन्टल कोशिका से गोनिमोब्लास्ट तन्तु विकसित होते हैं जिनकी शीर्ष कोशिका कार्पोस्पोरेन्नियम का निर्माण करती है ।
6. सिस्टोकार्प की भित्ति फलभित्ति (Pericarp) कहलाती है ।
7. प्रत्येक कार्पोस्पोरेन्जियम में एक द्विगुणित कार्पोस्पोर (Carpospore) बनता है ।

8. कार्पोस्पोर, अण्डाकार तथा अकशाभिक बीजाणु होते हैं, जो शीर्ष पर उपस्थित ओस्टिओल द्वारा मुक्त होते हैं ।

चतुष्कबीजाणुधानी युक्त पादप अथवा चतुष्कबीजाणुद्भिद् (Tetrasporphyte)

1. ये पादप द्विगुणित होते हैं ।
2. इनमें चतुष्कबीजाणुओं द्वारा अलैंगिक जनन होता है ।
3. इनका निर्माण चतुष्क बीजाणुधानियों में होता है ।
4. चतुष्कबीजाणुधानियाँ अनुदैर्ध्य अक्ष में एक पंक्तिक उपस्थित होती है तथा इनका निर्माण परिधीय कोशिकाओं से होता है ।
5. ये गोल तथा एककोशिक छोटे वृंत युक्त होती हैं ।
6. प्रत्येक बीजाणुधानी में चार चतुष्फलकीय चतुकबीजाणु (tetraspores) उत्पन्न होते हैं ।
7. हर tetraspores एक केन्द्रकी तथा अगुणित होता है जो अंकुरण द्वारा युग्मकोद्भिद का निर्माण करते हैं । (चित्र 2.92)

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

1. पादप थैलसनुमा, एक या बहुकोशिकीय
2. पादप स्वपोषी, वर्णक युक्त
3. थैलस संरचना सरल जिसमें उत्तक विभेदन नहीं होता
4. कोशिका भित्ति सेल्यूलोज युक्त

- - - - - - शैवाल (Algae)

1. वर्णकीलवकों में Chl-a व Chl-d के अतिरिक्त फाइकोइरिथ्रीन व फाइकोसाइनिन की बाहुल्यता होती है जिससे ये लाल रंग के होते हैं ।
2. संचित खाद्य फ्लोरिडीयन स्टार्च व गैलेक्टोसाइड
3. चल संरचनाएँ अनुपस्थित
4. जननांग फलद ट्राइकोब्लास्ट पर उत्पन्न होते हैं ।
5. गर्त सम्बन्ध उपस्थित ।

- - - - - - वर्ग - रोडोफाइसी

1. थैलस एक या बहुअक्षीय या आभासी मृदूत्तकी
2. थैलस वृद्धि शीर्ष कोशिका से
3. कार्पोबीजाणु उपस्थित

- - - - - - उपवर्ग - फ्लोरिडी (Florideae)

1. थैलस तन्तुल (filamentous) तथा वलकुटीकृत होने के कारण बहुसाइफनी
2. चतुष्कबीजाणुधानी में अर्धसूत्रण द्वारा चतुष्क बीजाणु निर्माण
3. सहायक कोशिका का निर्माण निषेचनोपरान्त होता है ।

- - - - - - गण - सिरेमियेलीज (Ceremieales)

1. थैलस बहुसाइफनी
2. थैलस पर दो प्रकार की शाखाएँ (सामान्य तथा ट्राइकोब्लास्ट)
3. लैंगिक जननांगों का निर्माण ट्राइकोब्लास्ट पर

- - - - - कुल - रोडोमिलिएसी (Rhodomeliaceae)

1. पादप बहुसाइफनी
2. शीर्षस्थ कोशिका द्वारा वृद्धि
3. निषेचनोपरान्त सिस्टोकार्प का निर्माण
4. कार्पोस्पोर का निर्माण
5. जीवन चक्र में तीन प्रकार के पादप

- - - - - वंश - पोलीसाइफोनिया (Polysiphonia)

2.6 लाइकेन (Lichens)

प्रस्तावना

लाइकेन्स सहजीविता (symbiosis) का अनूठा उदाहरण है । ये कवक तथा शैवाल के सहयोग से बने होते हैं । ये स्वतन्त्र जीव के समान व्यवहार करते हैं । लाइकेन्स के शरीर का केन्द्रकीय भाग शैवाल तथा बाहरी परिधिय भाग कवक द्वारा बना होता है । इसके शैवाल भाग को शैवलांश (Phycobiont) तथा कवक भाग को कवकाश (Mycobiont) कहते हैं । शैवलांश भाग मुख्यत: हरी शैवाल क्लोरोफाइसी तथा नील हरी शैवाल (साइनोफाइसी) के सदस्यों द्वारा बना होता है । कवकांश सामान्यत: एस्कोमाइसिटीज या बेसिडियोमाइसिटीज वर्ग के सदस्य होते हैं । शैवाल भाग मुख्यत: प्रकाश संश्लेषण तथा कवक भाग जनन कार्य करते हैं । सभी लाइकेन्स स्थलीय, अधिपादपी तथा शैलोद्भिदी (Lithophytic) रूप से उगते है । ये प्रतिकूल परिस्थितियों (जैसे अत्यधिक ठंड आर्द्रता तथा शुष्कता) में भी पाए जाते हैं ।

लाइकेन के प्रकार (Type of Lichen)

लाइकेन्स आकार में तीन प्रकार के होते हैं ।

पर्णिल (Foliose)

1. ये Liverworts के समान दिखाई देते हैं ।
2. इनका थैलस चपटा, पर्णाकार एवं पालित होता है ।
3. थैलस अधोस्तर पर स्वतन्त्र पर कुछ जगह संलग्न होते हैं ।
4. इसकी ऊपरी सतह पर फलनकाय विकसित होते हैं ।
5. थैलस के निचले हिस्से पर rhizines विकसित होते हैं जिनकी सहायता से यह अधोस्तर से संलग्न रहते हैं ।

6. राइजीन शाखित अथवा अशाखित होते हैं । कभी-कभी समान्तर व्यवस्थित अनेक कवकसूत्रों के बने होते हैं ।
7. ये कत्थई, गहरे भूरे या काले रंग के होते हैं । (चित्र 2.10)

उदाहरण - पार्मेलिया (Parmelia), फाइसिया (Physcia), जेन्थोरिया (Xanthoria), पेलटीगेरा (Peltigera]) आदि ।

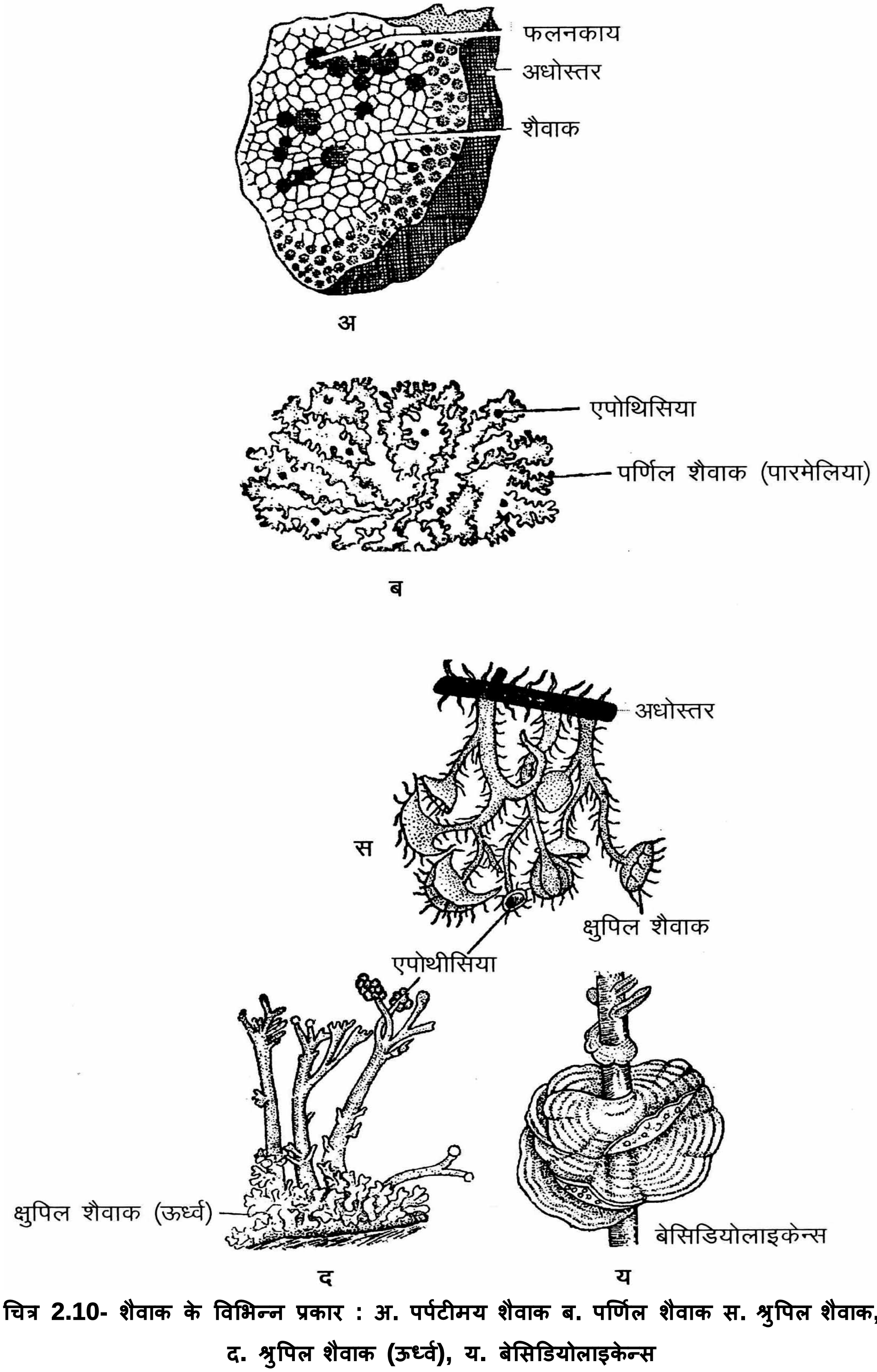
क्षुपिल (Fruticose)

1. ये झाड़ी जैसे होते हैं ।
2. थैलस बेलनाकार अथवा रिबन जैसा होता है ।
3. ये स्वतन्त्र रूप से शाखित होता है ।
4. शाखाएँ ऊर्ध्व (erect) अथवा लटकी हुई (Pendent) होती हैं ।
5. थैलस एक disc की सहायता से अधोस्तर से चिपके रहते हैं ।
6. इसका रंग भूरा, नीला या पीला-हरा, मटमैला आदि होता है ।
7. शाखाओं के शीर्ष पर फलनकाय विकसित होते हैं ।

उदाहरण - अस्निया (Usnea), क्लेडोनिया (Cladonia),रामलिना (Ramlina)आदि ।

पर्पटीमय (Crustose)

1. ये थैलस कठोर तथा अनियमित होते है ।
2. इनका आकार कुछ मिमी. से लेकर कई इंच तक होता है ।
3. ये निचली सतह द्वारा अधोस्तर से चिपके रहते हैं ।



चित्र 2.10- शैवाक के विभिन्न प्रकार : अ. पर्पटीमय शैवाक ब. पर्णिल शैवाक स. श्रुपिल शैवाक, द. श्रुपिल शैवाक (ऊर्ध्व), य. बेसिडियोलाइकेन्स

4. इनका रंग लाल, भूरा, पीला या मटमैला होता है ।
5. थैलस की ऊपरी सतह पर फलनकाय विकसित होते हैं । (चित्र 2.10)

उदाहरण - राइजोकार्पन (Rhizocarpan), लेसीडिया (Lecidia), लिकेनोरा (Lecanora), ग्रेफिस (Graphis)आदि ।

पर्णिल लाइकेन - पारमेलिया (Parmelia)

आंतरिक संरचना (Internal Structure)

थैलस के उदग्र काट में निम्न संरचनाएँ दिखाई देती हैं ।

1. थैलस चार भागों क्रमश: ऊपरी वल्कुट (Upper cortex), शैवाल क्षेत्र (algal zone), मज्जा (medulla) तथा निचला वल्कुट (lower cortex) में विभेदित होता है ।
2. ऊपरी वल्कुट के बाहर की ओर बाह्यत्वचा का अभाव होता है ।
3. इसमें कवकसूत्र परस्पर व्यवस्थित होकर आभासी मृदूतक का निर्माण करते हैं । जिनमें अन्तर्कोशिक अवकाश (intercellular) अनुपस्थित होते हैं ।
4. ऊपरी वल्कुट में कहीं-कहीं छिद्र पाए जाते हैं जो सतह पर कुछ उभरे हुए होते हैं, इन्हें श्वसन छिद्र (breathing pores) कहते हैं ।
5. ऊपरी वल्कुट के नीचे शैवाल क्षेत्र होता है, जिसमें कवक सूत्र ढीले व्यवस्थित होते हैं तथा शैवाल कोशिकाएँ स्पष्ट परत में जमी रहती हैं ।
6. शैवाल क्षेत्र के नीचे मज्जा उपस्थित होती है जिसमें कवक सूत्र अनियमित तथा ढीले-ढाले व्यवस्थित रहते हैं ।
7. निचला वल्कुट भी ऊपरी वल्कुट के समान आभासी मृदूतक का बना होता है, जिसमें कवक सूत्र समान्तर व्यवस्थित होते हैं ।
8. निचले वल्कुट के कवक तन्तुओं से राइजीन (rhizene) का निर्माण होता है जो प्राय: एकसूत्री व अशाखित होते हैं ।

एपोथीसियम (Apothecium)

1. यह प्यालेनुमा होती है और थैलस की ऊपरी सतह पर पाई जाती है ।
2. एपोथीसियम के किनारे थैलाइन होते है जिसमें शैवलांश और कवकांश दोनों पाए जाते हैं। ऐसे फलनकाय को लेकानोरिन प्रकार (Lecanorin type) कहते हैं ।
3. इसकी गुहा में Paraphysis (बन्ध्य तन्तु) तथा Asci खम्म ऊतक के समान व्यवस्थित होते हैं जिसे हाइमीनियम (hymenium)कहते हैं ।
4. Paraphysis एसाई से ऊपर निकले रहते हैं जिनके अन्तस्थ सिरे शाखित होते हैं तथा एसाई के ऊपर एक परत ऐपीथीसियम (epithecium) का निर्माण करते हैं ।
5. एसाई oval संरचनाएँ होती हैं तथा प्रत्येक एस्कस में आठ एस्कोबीजाणु होते हैं ।
6. एस्कोबीजाणु द्विकोशिक, गोलाकार या दीर्घवृत्तीय होते हैं ।
7. हाइमीनियम के नीचे कवक सूत्रों का सघन समूह होता है जिसे उपहाइमीनियम कहते हैं। उपहाइमीनियम से सहसूत्र तथा एसाई विकसित होते हैं ।

पिक्निडियम अथवा स्पर्मोगोनियम (Pycnidium and Spermogonium)

1. ये फ्लास्क जैसे होती हैं और थैलस में धँसी रहती है ।
2. इनके शीर्ष पर एक छिद्र होता है जिसे ऑस्टिओल (Ostiole) कहते हैं ।
3. यह केवल कवक अवयवों से बनी होती है 1
4. पिक्निडियम की गुहिका की भित्ति कवक सूत्रों से बनी होती है ।
5. कवक सूत्रों के शीर्ष पर छोटे गोल स्पर्मेशियम (spermatium)अथवा पिक्निडियम बीजाणु (Pycnispores) उत्पन्न होते हैं ।
6. स्पर्मेशियम अचल होते हैं तथा नर युग्मक का कार्य करते हैं ।

7. स्पर्मेशिया आस्टियोल रवे विभेदित होकर कार्पोगोनियम तक पहुँचते हैं ।

कार्पोगोनियम (Carpogonium)

1. यह बहुकोशिकीय मादा जनन संरचना है ।
2. इसका आधारीय भाग कुंडलित होता है, जिसे एस्कोगोनियम कहते हैं ।
3. इसका ऊपरी हिस्सा ऐंठा हुआ एवं नलिकाकार होता है इसे ट्राइकोगाइन(Trichogyne) या ग्रीवा कहते हैं ।
4. मज्जा के किसी भी कवक सूत्र द्वारा कार्पोगोनियम का निर्माण होता है ।
5. इसका आधारीय एस्कोगोनियम वाला हिस्सा मज्जा में ही धंसा रहता है ।
6. ट्राइकोगाइन थैलस की सतह से ऊपर निकली हुई, एक जिलेटिनी संरचना के रूप में दिखाई पड़ती है ।

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

1. थैलस शैवाल व कवक द्वारा निर्मित

- - - - - वर्ग - लाइकेन (Lichan)

1. कवक घटक एस्कोमाइसिटीज वर्ग का सदस्य
2. फलनकाय एस्कोकार्प (एपोथीसियम)

- - - - - - उपवर्ग - एस्कोलाइकेन (Ascolichen)

1. फलनकाय (एपोथीसियम) खुले प्रकार का

- - - - - श्रेणी - जिम्नोकार्पी (Gymnocarpeae)

1. फलनकाय एपोथीसियम
2. हाइमीनियम उपस्थित

- - - - गण - लेकानोरिएल्स (Lecanoriales)

उपरोक्तानुसार

- - - - - - कुल - पारमेलिएसी (Parmaliaceae)

1. एस्कोबीजाणु द्विकोशिक

- - - - - - वंश - पारमेलिया (Parmelia)

2.7 कवक (Fungi) :

1. इस वर्ग को Achlorophyllous thallophytes कहते हैं । प्रकाश संश्लेषी वर्णकों का पूर्ण अभाव होता है ।
2. पोषण की दृष्टि से विषमपोषी होते हैं । अत: मृतोपजीवी या परजीवी के रूप में जीवन निर्वाह करते हैं ।
3. पादपकाय अविभेदित सूकायक होता है ।
4. संवहन ऊतकों तथा मृदूतकी ऊतकों का अभाव होता है ।
5. कुछ सदस्य एककोशिकीय होते हैं लेकिन अधिकाँश बहुकोशिकीय लम्बी, शाखित, कोमल रचनाओं से बने होते हैं जिन्हें कवक तन्तु (hyphae) कहते हैं । कवक तन्तुओं के समूह को कवक जाल (Mycelium) कहते हैं ।
6. कवक तन्तु पटहीन, संकोशिकी (म्यूकर, एल्बुगो अथवा पटयुक्त (पेनीसिलियम) होते हैं पटों के मध्य छिद्र पाया जाता है ।
7. कोशिका भित्ति फंगस सैल्यूलोज अथवा काइटिन अथवा दोनों से निर्मित होती है ।
8. कोशिका संगठन यूकेरियोटिक होता है, लेकिन लवकों का अभाव होता है ।
9. संचित भोज्य पदार्थ ग्लाइकोजन तथा वसाओं के रूप में होता है ।
10. वृद्धि केवल शीर्षस्थ होती है । आधारीय वृद्धि नहीं होती है ।
11. कायिक जनन द्विविभाजन, विखण्डन तथा मुकुलन द्वारा होता है ।
12. अलैंगिक जनन चलबीजाणुओं, अचल बीजाणुओं, कोनिडिया तथा क्लेमाइडोस्पोर्स द्वारा होता है ।
13. कुछ विकसित कवकों (डयूटेरोमाइसिटिज) को छोड़कर सभी में लैंगिक जनन होता है जो प्लाजमागेमी, केरियोगेमी तथा अर्धसूत्रण तीन चरणों में पूर्ण होता है ।
14. लैंगिक अंग (युग्मकधानियाँ) सदैव एक कोशिकीय होती है ।
15. लैंगिक जनन सम, असम तथा विषमयुग्मन प्रकार का होता है ।
16. कुछ कवक उभयलिंगाश्रयी (Monoecious) तथा समजालिक,(dioecious) तथा विषमजालिक (Heterothallic) होते हैं ।
17. कवकों में लैंगिकता का उत्तरोत्तर ह्रास देखा गया है ।

उदाहरण - एल्बुगो, म्यूकर (फाइकोमाइसिटिज) पेनिसिलियम, यीस्ट (एस्कोमाइसिटिज) पक्सिनिया एगेरिकस (बेसीडियोमाइसिटीज) अल्टर्नेरिया, कोलीटोट्राइकम (डयूटेरोमाइसिटिज)

अन्य सामान्य कवक - मशरूम, टोडस्टूल, पफबॉल, ब्रेड माल्ड रस्ट, स्मट, मिलडयू

खाने योग्य कवक - एगेरिकस मोर्श्येला

न्यूरोस्पोरा पर आनुवंशिकी कार्य के लिए बीडल तथा टेटम को नोबल पुरस्कार मिला ।

फ्लेमिंग(1928)ने पेनिसिलियम नोटेटम से पेनिसिलिन) नामक जैव प्रतिरोधक (antibiotic) की खोज कर नोबल पुरस्वुपाृर प्राप्त किया ।

2.7.1 एल्बूगो (सिस्टोपस) (Albugo or Cystopus)

इसकी सभी स्पीशीज जिनकी संख्या लगभग 25 है, फूल देने वाले पौधों पर अविकल्पी परजीवी (obligate parasite) होती हैं । भारतीय जातियों की संख्या 7 है ।

परपोषी रोग एवं लक्षण (Host,Disease and Symptoms)

कवक अनेक फल वाले पौधों, किन्तु क्रूसिफेरी कुल के सदस्यों को विशेष रूप से आक्रमित करता है। ए. कैन्डिडा (Albugo candida=Cystopus candidus क्रूसिफर पौधों का प्रसिद्ध "श्वेत किट्ट" (White rust) रोग उत्पन्न करता है । ये कैपेरिडेसी, अमरन्थेसी, कनवोल्वुलेसी तथा कम्पोजिटी कुल के सदस्यों को भी संक्रमित करता है ।

कवक, जड़ के अलावा पौधों के सभी भागों को संक्रमित कर सकता है । रोग के प्राथमिक लक्षण पत्तियों पर दिखलाई देते हैं जो पहले स्पोट (Pusture) की तरह रहते हैं और बाद में फट कर चमकदार धब्बे बन जाते हैं । कोनिडियमो के दबाव में जब बाह्य त्वचा फटती है तो श्वेत धब्बे के नीचे पत्तियों के निचले भाग में श्वेत चूर्ण का पिण्ड दिखलाई देने लगता है । कुछ दशाओं में पत्तियाँ गूद्देदार, मोटी, भीतर की ओर मुड़ी हुई होती हैं । तीव्र आक्रमण की दशा में आकार घट कर सम्पूर्ण पौधा बौना बन सकता है । संक्रमित फूलों तथा तनों में विविध प्रकार की कुरपितायें (Malformations) तथा अत्यधिक अतिवृद्धि (Hypertrophy) दिखलाई देने लगती है । (परपोषी ऊतक में असामान्य वृद्धि को अतिवृद्धि कहते हैं । झिल्लीदार पंखुड़ियाँ अति मोटी और माँसल हो जाती हैं ।

कायिक संरचना (Vegetative Structure)

1. पौधे कवक जाल (Mycelium) के रूप में होते हैं ।
2. कवक जाल, होस्ट कोशिकाओं के मध्य अन्त: कोशीय स्थानों में एक जाल के रूप में स्थित होता है ।
3. कवक जाल, शाखित होता है । इसके प्रत्येक तन्तु को कवक तन्तु (Hypha) कहते हैं ।
4. कवक जाल से जगह-जगह छोटी-छोटी गुब्बारेनुमा संरचनायें होस्ट कोशिकाओं में प्रवेश कर भोजन प्राप्त करती हैं और कवक जाल तक पहुँचाती हैं । इन्हें चूषक (Haustoria) कहते हैं ।
5. कवक जाल सकोशी (Coenocytic) होता है अर्थात् अनेक केन्द्रकीय एवं पट्टरहित होता है।
6. जीवद्रव्य में संचित भोजन ग्लाइकोजन और तेल की बूंदों के रूप में होता है ।
7. कोशिका भित्ति फनास सेल्यूलोज और काईटिन की बनी होती है ।
8. पौधे की वृद्धि डिफ्यूज (Diffuse type) प्रकार की होती है । (चित्र 2.11.1)

जननात्मक संरचनायें (Reproductive Structure)

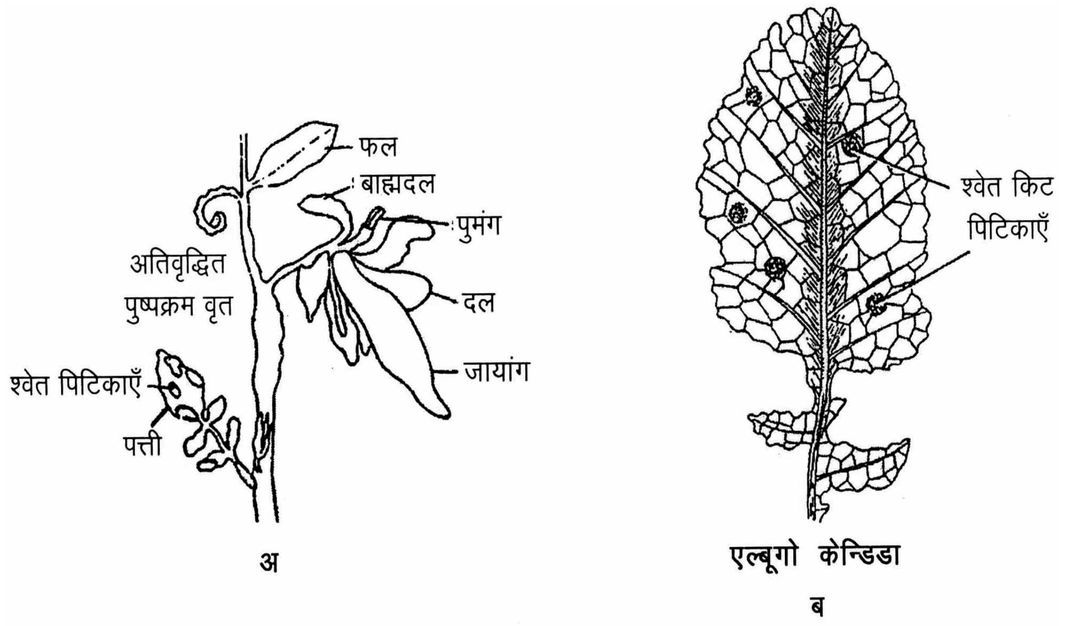
अलैंगिक जनन (Asexual Reproduction)

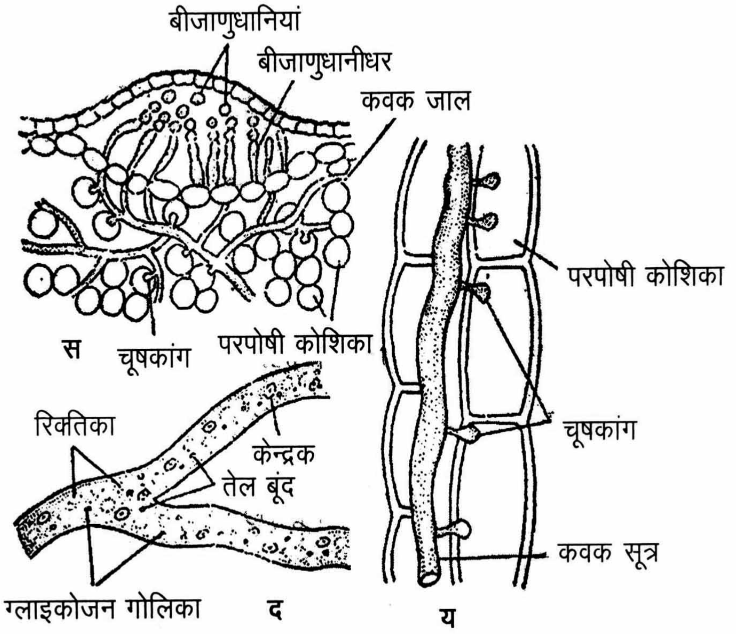
1. इसका सम्पादन कोनिडिया की सहायता से होता है ।
2. रोगी धब्बे में कुछ कवक तन्तु सीधे उत्पन्न होकर कोनिडियमघर(Conidiophore) को पैदा करते हैं ।

3. कोनिडियमघर उदग्र (vertically erct) रूप से खम्माकार रूप (Palisade lipe) में एक-दूसरे के पास-पास उत्पन्न होती हैं ।
4. प्रत्येक कोनिडियमघर की नोंक एक तलाभिसारी रूप में व्यवस्थित कानिडिया की एक कड़ी रहती है । सबसे छोटा कोनिडियम आधार की ओर तथा सबसे बड़ा शीर्ष की ओर व्यवस्थित रहता है ।
5. श्रृंखला की प्रत्येक दो कोनिडिया एक-दूसरे से वियोजक नामक एक जिलेटिनी गद्दी से जुड़ी रहती हैं ।
6. प्रत्येक कोनिडियम चिकनी और गोलाकार होती है ।
7. कोनिडियमघर कोनिडिया को निरन्तर मुक्त करते रहते हैं । नीचे रिक्त कोनिडियम के दबाव के कारण परपोषी की बाह्य त्वचा फट जाती है ।
8. कोनिडिया को हवा उड़ा ले जाती है । ये या तो जनन नलिका उत्पन्न करके अंकुरित होता है या चलबीजाणु पैदा करते हैं ।
9. वृक्काकार,द्विकशाभिकीय चलबीजाणु भी अंकुरित होकर नवीन कवकजाल उत्पन्न करते हैं।

लैंगिक जनन (Sexual Reproduction)

1. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी (oogamous)प्रकार का होता है और जननांग परपोषी के वर्धकाल (ऋतु) के अंतिम दिनांक में साधारणत: तनों में पैदा होते हैं ।
2. अण्डधानी केन्द्रकीय डिम्बद्रव्य (ooplasm) तथा परिणीय परिद्रव्य (Periplasm)से युक्त गोलाकार होती हैं ।
3. पुंधानी परिजायांगी (Paragynous) और कई केन्द्रकों से युक्त होती है ।





चित्र 2.11.1- अ. सरसों की संक्रमित पत्ती (श्वेत किट रोग), ब. श्वेत पिटिकाएँ युक्त सरसों की संक्रमित पत्ती श्वेत किट रोग प्रदर्शित करते हुए, स. संक्रमित पत्ती का अनुप्रस्थ काट. द. एक आवर्धित कवक सूत्र, य. आवर्धित परपोषी कोशिका चूषकांग प्रदर्शित करते हुए।

4. पुंधानियाँ तथा अंडधानियाँ शेष कवकजाल से एक आवरण या पट (septum) द्वारा पृथक रहती हैं ।
5. परिपक्व पुंधानी एक पतली जनन नलिका विकसित कर लेती है (Fertilization tube) जो अण्डधानी की भित्ति से निकलकर डिम्बद्रव्य या अण्डगोल (oosphere) की गहराई से वेधन करती है ।
6. अण्डगोल में केवल एक केन्द्रक प्रवेश करके उसके केन्द्रक के साथ संकुचित होकर निषेचन करता है ।
7. कुछ स्पीशीज में अण्डगोल या डिम्बद्रव्य बहुकेन्द्रकीय होता है और ये केन्द्रक समसंख्यक केन्द्रकों के प्रवेश द्वारा निषेचित हो जाते हैं । इस प्रकार उत्पन्न निषिक्ताण्ड या युग्मनज बहुकेन्द्रकीय होते हैं ।
8. निषिक्ताण्ड (oospore) तीन स्तरों वाली एक मोटी अलंकृत भित्ति विकसित कर लेता है।
9. निषिक्ताण्ड का केन्द्रक अर्धसूत्री विभाजन द्वारा विभक्त होता है जिससे अनेक द्विकशाभिकीय चलबीजाणु उत्पन्न होते हैं । प्रत्येक बीजाणु अंकुरित होकर कवकजाल निर्मित कर लेता है ।

10. प्रत्येक बीजाणु रोगरहित होस्ट पर आक्रमण करते हैं । इस रोग को सिस्टेमिक रोग कहते हैं । (चित्र 2.11.2)

अभिनिर्धारण अथवा कारणों सहित वर्गीकृत स्थिति (Identification or Systematic Position Assigning Reasons)

1. थैलस एककोशिकीय या तन्तुमय, क्लोरोफिल रहित
2. संचित भोजन ग्लाइकोजन
3. कोशिका भित्ति कवक सेल्यूलोज (काइटिन) से निर्मित

- - - - - जगत - माइकोटा (Mycota)

1. कवक एककोशिकीय या तन्तुनुमा
2. कोशिका भित्ति सुनिश्चित
3. कवक जाल पटहीन या पटयुक्त

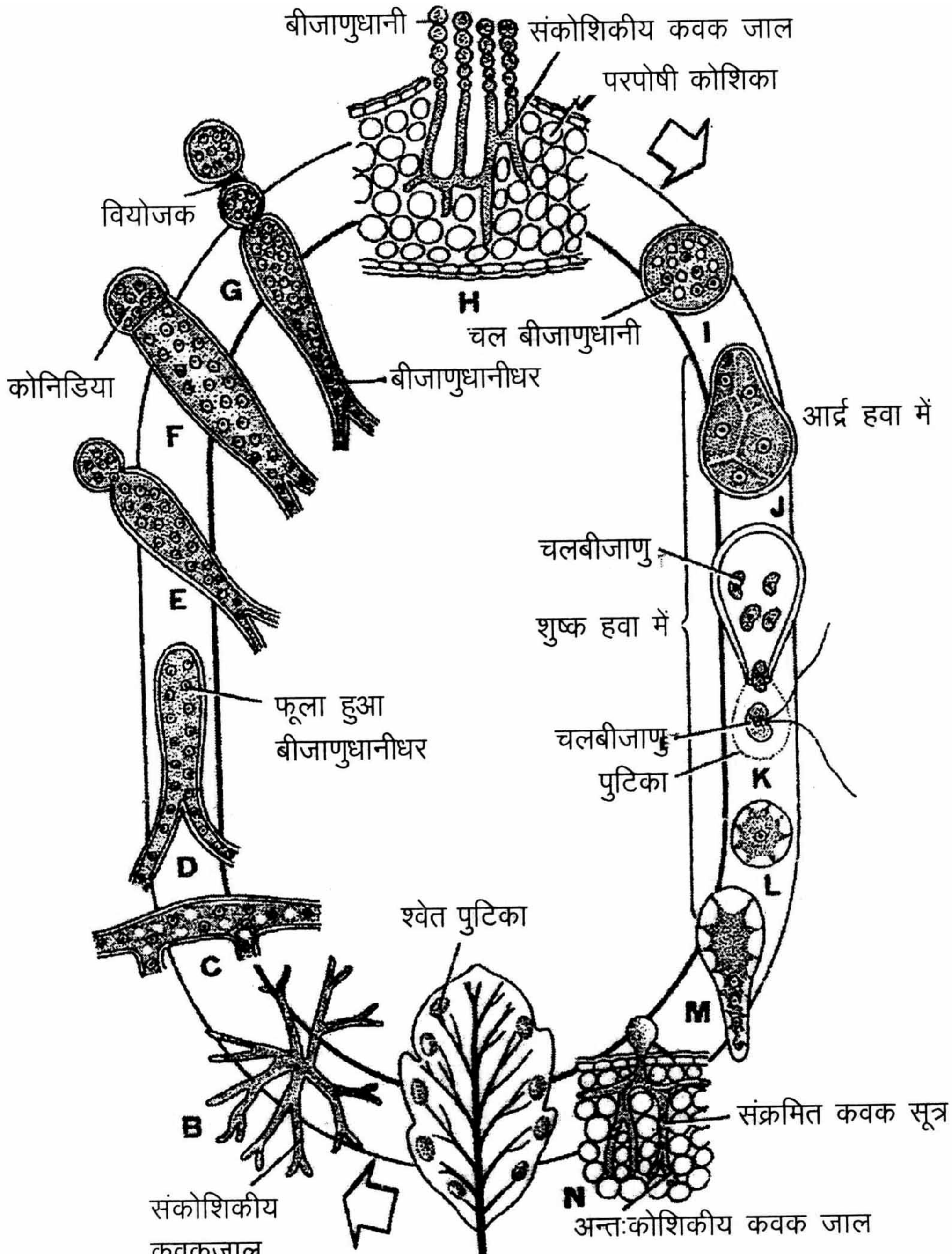
- - - - - प्रभाग - यूमाइकोटा (Eumycota)

1. चल कोशिकाओं की उपस्थिति
2. निषिक्ताण्ड का निर्माण

- - - - - - उपभाग - मैस्टिगोमाइकोटिना (Mastigomycotina)

1. चल कोशिकाएँ द्विकशाभिकीय
2. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी (Oogamous)

- - - - - - वर्ग - ऊमाइसिटीन (Oomycetes)



चित्र 2.11.2 - एलब्यूगो केन्डिडा अलैंगिक प्रजनन

1. चलबीजाणु वृक्काकार द्विकशाभिकीय अचल युगमक (aplanogamic), प्लाज्मोगेमी युग्मकधानी सम्पर्क द्वारा ।
2. कवक थैलस अंशकायफलिक (eucarpic)

- - - - - गण - पेरोनोस्पोरेलीज (Peronosporales)

1. कोनिडियमघर मुन्दराकार व कोनिडिया श्रृंखला रूप में व्यवस्थित
2. कवक जाल, अन्तरकोशिकीय व घुण्डीनुमा चूषकांग युक्त

- - - - - - कुल -ऐलबूजिनेसी (Albuginaceae)

1. कोनिडियमघरों पर कोनिडिया तलाभिसारी क्रम में व्यवस्थित
2. कोनिडिया बहुकेन्द्रकीय

- - - - - - वंश - एल्बुगो (Albugo)

2.7.2 पेजाइजा (Peziza)

इसको "कंप फंजाई" भी कहते हैं । यह मृतजीवी कवक है जो ह्यूमस युक्त भूमि, खाद एवं सड़े काष्ठ पर पाया जाता है । ये शाकाहारी जानवरों के गोबर या विष्ठा पर भी पाये जाते हैं ।

कायिक संरचना (Vegetative Structure)

1. कवक जाल आधार में धँसा रहता है ।
2. यह शाखित पटयुक्त होता है ।
3. कोशिकाएँ एक या बहुकेन्द्रकीय (multinucleate) हैं ।
4. कवक जाल सुविकसित होता है तथा सतह के ऊपर कप के आकार का एस्कोकार्प बनाते हैं, जिसे "एपोथीसिया" (apothecia) कहते हैं ।

एपोथीसियम की बाहरी संरचना (External Structure of Apothecium)

1. एपोथीसियम प्यालेनुमा संरचना है जो कि अधोस्तर पर समूह में विकसित होते हैं ।
2. ये भूरे-लाल रंग के होते हैं ।
3. ये माँसल अवृंत व 1 से 6 सेमी. व्यास में होते हैं ।

एपोथीसियम की आंतरिक संरचना (Internal Structure of Apothecium)

(a) हाइमीनियम (Hymaenium)

1. प्याले के ऊपरी हिस्से पर एसाई (asci)व सहसूत्र(Paraphysis)से मिलकर अवतल चक्रिका (Concave disc) की परत पाई जाती है ।
2. Asci व Paraphysis समानान्तर (Parallel) क्रम में एपोथीसियम के तल पर लम्बवत् (Perpendicular) व्यवस्थित रहते हैं ।
3. प्रत्येक एस्कस बेलनाकार, लम्बा व आठ एस्कोबीजाणु (ascopores) युक्त होता है ।
4. एस्कोबीजाणु एस्कस में तिरछे (oblique) लगे होते हैं ।
5. प्रत्येक एस्कोबीजाणु एककेन्द्रकी, दीर्घवृत्ताकार (ellipsoidal) होता है ।
6. एस्कोबीजाणु अंकुरित होकर नया कवक जाल बनाते हैं । (चित्र 2.12)

उप हाइमीनियम (Sub-hymenium)

1. हाइमीनियम के नीचे वाली परत उप हाइमीनियम कहलाती है जो कवक सूत्र जाल से निर्मित होती है ।
2. इस भाग के कवकसूत्रों से एसाई व सहसूत्र बनते हैं ।

3. उप हाइमीनियम परत हाइमीनियम परत के समानान्तर होती है ।

एक्सीपुलम (Excipulum)

1. यह एपोथीसियम का आधार भाग है । इसमें कवक सूत्र सघन रूप से अन्तर्गुथित (interwoven) होकर आभासी मृदूतकीय (Psedoparenchymatous)संरचना बनाते हैं।
2. एपोथीसियम की बाहरी भित्ति को पेरीडर्म (Periderm) कहते हैं ।

अभिनिर्धारण व कारणों सहित वर्गीकृत स्थिति (Identification or Systematic Position Assigning Reasons)

1. थैलस एककोशिकीय या तन्तुनुमा, क्लोरोफिल रहित
2. संचित भोजन ग्लाइकोजन के रूप में
3. कोशिका भित्ति कवक सेल्यूलोज (काइटिन) से निर्मित

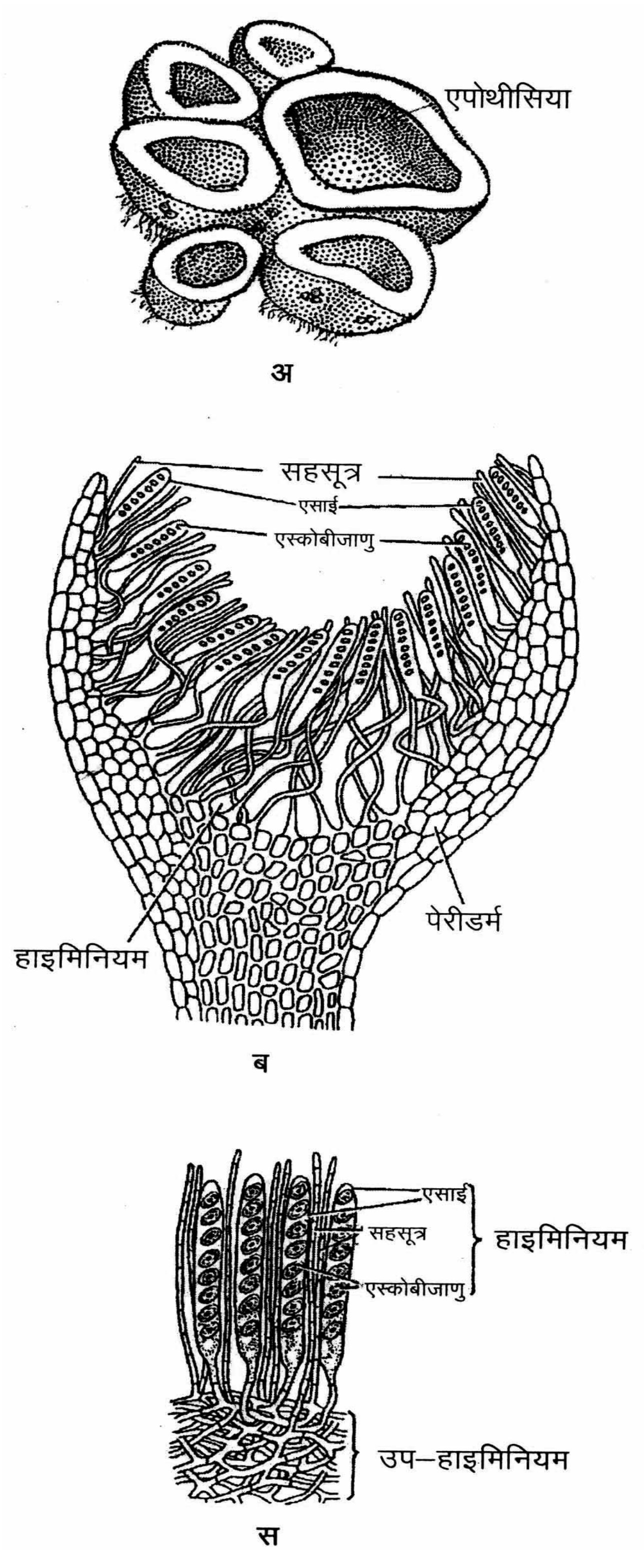
- - - - - - जगत - माइकोटा (Mycota)

1. कोशिका भित्ति सुनिश्चित, कवक एककोशिकीय या तन्तुनुमा
2. कवकजाल पटहीन या पटयुक्त

- - - - - - प्रभाग - यूमाइकोटा (Eumycota)

1. एसाई व एस्कोबीजाणु उपस्थित
2. एस्कोबीजाणु एस्कस में अन्तर्जात रूप से विकसित
3. विकसित में एस्कोबीजाणु की संख्या निश्चित प्रायः आठ

- - - - - - उपप्रभाग - एस्कोमाइकोटिना (Ascomycotina)



चित्र 2.12 - पेजाइजा : अ. विलगित काष्ठ पर एपोथीसिया प्रदर्शित करते हुए ब. एपोथीसियम का उदग्र काट, स. एपोथीसियम का उदग्र काट (एक आवर्धित हिस्सा)

1. सदस्य प्राय: मृतजीवी
2. एस्कोकार्प कप की आकृति के (एपोथीसियम प्रकार के)
3. एसाई खम्म ऊतक के रूप में व्यवस्थित

- - - - - - वर्ग - डिस्कोमाइसिटीज (Discomycetes)

1. एपोथीसियम प्राय: माँसल
2. एसाई ढक्कन युक्त
3. सदस्य मृतजीवी

- - - - - - गण - पेजाइजेलीज (Pezizales)

1. एपोथीसियम अवृन्त
2. एपोथीसियम प्याले या चक्रिका (disc) के आकार के

- - - - - - कुल - पेजाइजेसी (Pezizaceae)

1. एपोथीसिया 1-6 सेमी. व्यास वाले
2. कायिक कवक जाल आधार में धंसा हुआ व आधार को बाँधे रहता है ।

- - - - - - वंश - पेजाइजा (Peziza)

2.7.3 ऐगैरिकस (Agaricus)

यह ऐक मृतोपजीवी कवक है जो सड़ी-गली पत्तियों, कूड़े के ढेर, कटे लटठों, गोबर के ढेर या लीद (खाद) पर सामान्यतया वृद्धि करता है । ये विश्वव्यापी हैं जो आम भाषा में चरागाह छत्रक (Meadow mushrooms) कहलाते हैं । ये अधिकतर धारा के खुले मैदानों (open grass lands) में मिलते हैं । वर्षा के कुछ दिनों बाद ऐसे स्थानों पर इस कवक के फलनपिण्ड दिखाई देने लगते हैं । ऐगैरिकोन (Agaricon) की उत्पत्ति ग्रीक भाषा के शब्द ऐगरीकोन से हुई है जिसका शाब्दिक अर्थ है छत्रक या मशरूम । भारत के विभिन्न क्षेत्रों में यह मशरूम कुकरमुत्ता (Kukurmutta) खुम्भी(Khumbi), पंजाब में ढीगरी (Dhingri) आदि नामों से जाना जाता है । कई क्षेत्रों में इसकी खेती की जाती है । हिमांचल प्रदेश में सोलन (Solan)स्थित मशरूम अनुसंधान संस्थान एवं प्रयोगशाला (MRIL) खाद्‌य मशरूम उगाने की शाला इनको उगाने की तकनीकों का प्रसार कर रही है। इसी प्रकार के संस्थान भारत के कई राज्यों में स्थापित किये गये हैं । खाद्‌य के रूप में इनकी उपयोगिता तथा इनकी गहरी पहचान एवं संवर्धन इन संस्थाओं का महत्वपूर्ण कार्य है ।

ऐ. कम्पेस्ट्रिस एक सामान्यतया पायी जाने वाली स्पीशीज है । इसी का एक प्रारूपिक जाति के रूप में वर्णन प्रस्तुत है ।

कायिक संरचना

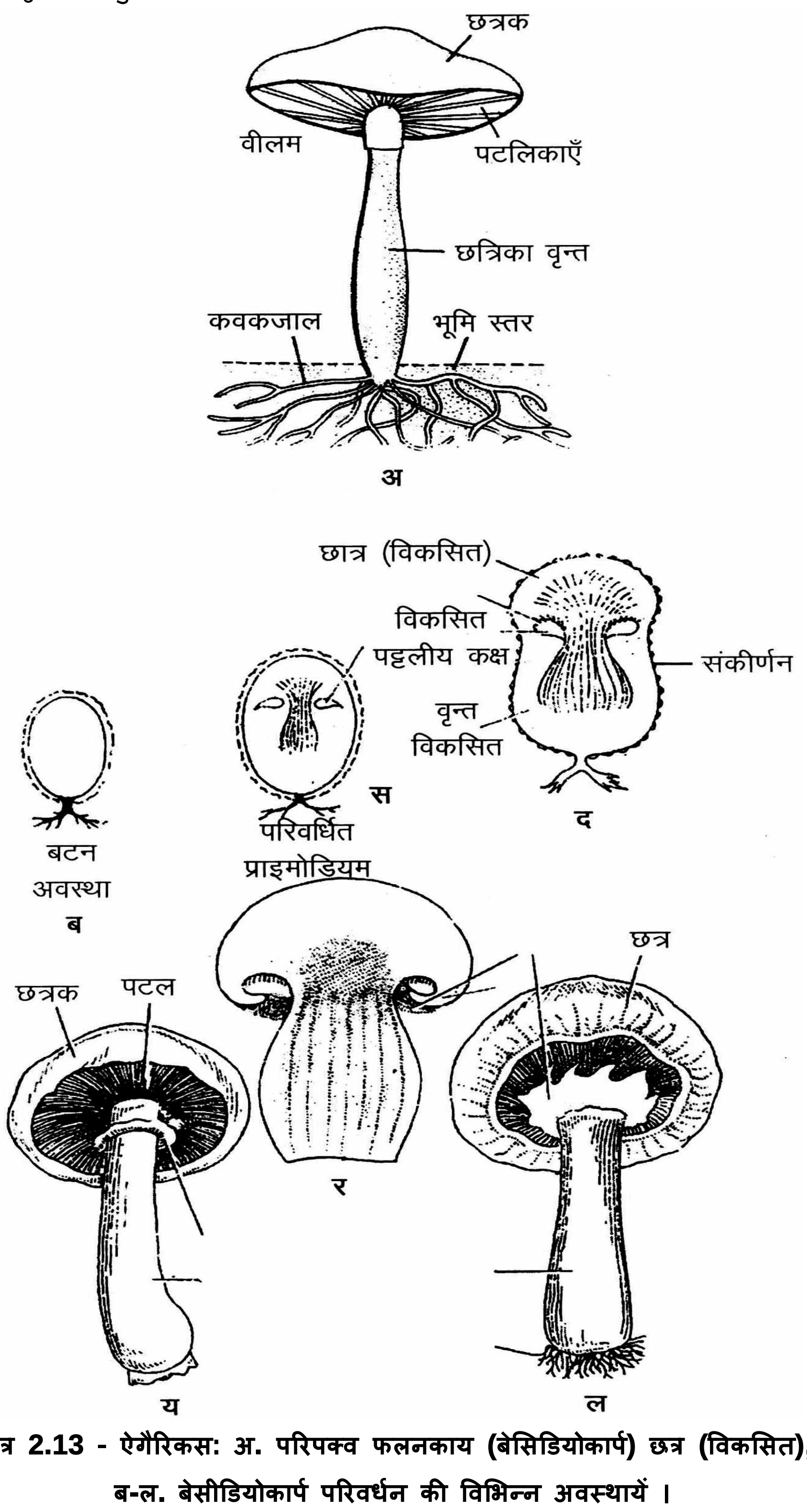
1. कायिक कवक जाल भूमिगत होता है । ये कई सारे कवक तन्तुओं के आपस में गुंथने से बनता है । ये एक जाल की तरह सतर पर फैले रहते हैं ।

2. कायिक कवक जाल दो प्रकार का पाया जाता है । प्राथमिक कवक जाल (Primary mycelium) एवं द्वितीयक कवक जाल (Secondary mycelium) ।
3. प्राथमिक कवकजाल का निर्माण बेसिडियो बीजाणु अंकुरण से होता है, जो अनाकर्षक काचाभ, पटयुक्त एवं एककेन्द्रकी (Monokaryotic) होता है । इसकी कोशिका रिक्तिकायुक्त एवं आरक्षित भोज्य पदार्थ के रूप में तेल बूंद से परिपूर्ण पायी जाती है ।
4. बेसिडियोबीजाणु को प्रकृति या प्रभेद (strain) के आधार पर प्राथमिक कवकजाल + (धन) या -(ऋण) प्रकार के होते हैं ।
5. यह अल्पकालिक (short duration) संरचना है । विभेदित प्रभेद के कवकतन्तु एक दूसरे से अन्तर्वलयन करते हैं । इस प्रक्रम में - या + के कवकसूत्र परस्पर संलयित होकर द्विकेन्द्रकी कवकजाल (Dikaryotic mycelium)बनाते हैं ।ये Secondary mycelium कहलाता है ।
6. यह कवकजाल ही इस वंश का जीवनचक्र की प्रमुख अवस्था होती है ।
7. Secondary mycelium का निर्माण बहुसंख्यक, पटयुक्त,अत्यधिक शाखित द्विकेन्द्रकी, कवकसूत्रों (Hyphae) द्वारा होता है । इसमें दो कोशिकाओं के मध्य में ढोल छिद्र पट (Dolipore Septum) पाया जाता है ।ऐ.केम्पेस्टिस में द्विकेन्द्रकी कवकजाल में कलैम्प बंधन भी मिलते हैं । कवक सूत्र आपस में गूंथकर मृदा में रस्सी सदृश्य मोटी रचना बनाते हैं, जिसे तन्तुजटा (Rhizomorph) कहते हैं । (चित्र 2.13)

बटन अवस्था (button stage)

1. भूमि में पर्याप्त मात्रा में भोज्य पदार्थों का अवशोषण करने के बाद भूमि में उपस्थित कवकजाल (तन्तुजटा रूप) करता है ।
2. बेसिडियोकार्प भूमिगत कवक तन्तुओं के शीर्षस्थ भागों पर सूक्ष्म श्वेत गांठ सदृश्य संरचना के रूप में उत्पन्न होते हैं । धीरे-धीरे ये दीर्घवृत्ताकार हो जाते हैं और सतह से बाहर आ जाते हैं ।
3. फलनपिण्ड के परिवर्धन की इस संरचना को बटन अवस्था (Button stage) कहते हैं ।
4. अनुदैर्ध्य काट में यह बटन एक आधारीय कंदील वृन्त एवं शीर्षस्थ अर्धचन्द्रकार क्षेत्र में विभेदित रहता है ।
5. पूर्ण परिवर्धित फलकाय में वृन्त सदृश्य आधारीय भाग छत्रिका व्रन्त (Stipe) तथा शीर्षस्थ अर्धचन्द्राकार भाग छत्र (Pileus) बनाता है ।
6. छत्रिकावृन्त एवं छत्र की संधि स्थल पर शीघ्र ही एक वलयाकार गुहिका बनती है जिसे गिल कक्ष (Gill chamber) कहते हैं । इसका निर्माण कवक तन्तुओं के एक-दूसरे से दूर हटने के कारण बनता है ।
7. गिलकक्ष की छत का भीतरी भाग अवतल हो जाता है । इसमें तीव्र एवं धीमी गति से विभाजन करने वाली अरी पट्टिया (Radial bands) विकसित होती हैं । तीव्र गति से विभाजन होने वाली पट्टियाँ गिल या पटल (Gill or lamellae) बनाती है ।

8. बटन अवस्था में शीर्षस्थ छत्र के उपांती जिसे गुहिका या बीलम (Velum) कहते हैं, छत्रिका वृन्त से जुड़े रहते हैं ।



चित्र 2.13 - ऐगैरिकस: अ. परिपक्व फलनकाय (बेसिडियोकार्प) छत्र (विकसित), ब-ल. बेसीडियोकार्प परिवर्धन की विभिन्न अवस्थायें ।

वृन्त के दीर्घीकरण से बटन अवस्था सतह से ऊपर उठ जाती है । इसके अर्धचन्द्रकार भाग की वृद्धि वृन्त की तुलना में अधिक तेजी से होती है । इस तरह की वृद्धि से अर्धचन्द्रकार भाग छतरी की तरह फैल जाता है । यह छत्र (Pileus) है ।

वृन्त के लम्बे हो जाने से वीलम फट जाता है तथा गिल पर स्थित उर्वर परत (Fertile layer) जिसे हाइमिनियम (Hymenium) कहते है exposed हो जाती है । इसका कुछ भाग वृन्त से लगा रह जाता है इसे वलयिका (Annulus) कहते हैं ।

Basidiocarp, Gills, Basidia and Basidiospores

1. ऐगैरिकस का फलनपिण्ड वृति (stipitate) होता है ।
2. परिपक्व बेसिडयोकार्प के दो मुख्य भाग छत्रिकावृन्त एवं छत्र है ।
3. वृन्त मोटी माँसल एवं बेलनाकार रचना है, जो हल्के गुलाबी या सफेद रंग की होती है ।
4. इसके दूरस्थ छोर पर 5 से 10 सेमी. व्यास की छतरीनुमा छत्र होती है ।
5. छत्र की ऊपरी सतह सफेद, हल्की भूरी या पीले रंग की हो सकती है ।
6. इसकी भीतरी सतह से नीचे की ओर गिल की पतली उर्ध्व पट्टियाँ अरीय क्रम में लगी रहती है ।
7. सभी गिलों की लम्बाई समान नहीं होती है । इनकी सतह पर उर्वर परत जिसे हाइमीनियम या थिसीयम (Hymenium or Thecium) कहते हैं ।
8. इसकी निचली सतह पर गिल पट्ट होते है जिनकी सतह पर बेसीडिया (Basidia) उपस्थित होते हैं । बेसिडिया की उर्वर पंक्ति ही हायमीनियम है । अत: छत्र की आन्तरिकी का प्रमुख क्षेत्र गिल की आन्तरिका है ।
9. गिल की आन्तरिक संरचना जटिलता प्रदर्शित करती है । इस क्षेत्र में कवकतन्तु संहतरूप से व्यवस्थित रहते हैं जिन्हें अनुप्रस्थ परिच्छेद से देख सकते हैं ।
10. ट्रामा गिल का केन्द्रकीय भाग हे ।इसमें कवकसूत्र संहत तथा अनियमित क्रम में व्यवस्थित रहते हैं ।ट्रामा गिल का बन्ध्य (Sterile) क्षेत्र है । इसका कार्य अवलम्बन है।
11. ट्रामा के कवकतन्तुओं के शीर्ष बाहर की ओर मुड़कर गिल की प्रत्येक सतह पर छोटी एवं समव्यासीय (Isodiametric)कोशिकाओं की एक सघन तथा विशिष्ट परत बनाते हैं । यह परत ट्रामा क्षेत्र के कवकसूत्रों की पार्श्व शाखाओं से निर्मित होती है ।
12. हाइमीनियम या थीसियम गिल की बाह्यतम उर्वर परत है जो उपहाइमिनियम के कवक सूत्रों से बनती है तथा इसकी दोनों सतहों पर पायी जाती है । इनकी कोशिका भी संहत रूप से व्यवस्थित खम्भ ऊतक (Palisade tissue) के समान होती है । इन कोशिकाओं को बेसीडिया कहते हैं ।
13. ये पट्टहीन एवं उर्वर कोशिकाएँ है । इन कोशिकाओं के बीच-बीच में बन्ध्य मुग्दराकार बन्ध्य कोशिकाएँ भी उपस्थित जिन्हें सहसूत्र (Paraphysis) कहते हैं ।
14. बेसीडियम की संरचना प्रारूपिक पटहीन (Homobasidium) प्रकार की होती है ।

15. बेसीडियम के दूरस्थ छोर में चार प्रांगुल (sterigmata) विकसित होते हैं । प्रत्येक प्रांगुल के शीर्ष पर बेसीडियो बीजाणु प्रारम्भिका(Basidiospore initial)बनती है ।इसी दौरान बेसीडियम में एक रिक्तिका का निर्माण होता है । इसके कारण प्रत्येक बेसीडियो बीजाणु में एक केन्द्रक व थोड़ा कोशिकाद्रव्य प्रवेश करता है । परिणामस्वरूप चार एककेन्द्रकी अगुणित 2(+) व 2(-) प्रभेद के बेसीडियोबीजाणु उत्पन्न होते हैं ।
16. बेसिडियोबीजाणु अण्डाकार, एककेन्द्रकीय, एककोशिकीय संरचना है ।
17. प्रत्येक बेसिडियोबीजाणु के अंकुरण से एककेन्द्रकीय प्राथमिक कवकजाल उत्पन्न होता है।

अभिनिर्धारण अथवा कारणों सहित वर्गीकृत स्थिति (Identification or Systematic Position Assigning Reasons)

1. थैलस एक कोशिकीय या तन्तुमय, क्लोरोफिल रहित ।
2. कोशिका भित्ति कवक सेल्यूलोज निर्मित ।
3. संचित भोजन ग्लाइकोजन के रूप में ।

- - - - - - जगत - माइकोटा (Mycota)

1. कोशिकाभित्ति सुनिश्चित, कवक एककोशिकीय या तन्तुनुमा ।
2. कवकजाल पटहीन या पटयुक्त

- - - - - प्रभाग - यूमाइकोटा (Eumycota)

1. कवक जाल पटयुक्त
2. जनन संरचना बेसिडियम, जिस पर बहिर्जात बेसिडियोबीजाणु निर्माण ।
3. बेसिडियोकार्प उपस्थित. या अनुपस्थित

- - - - - उपप्रभाग - बेसिडियोमाइकोटीन (Basidomycotina)

1. कवक जाल में जट उपस्थित
2. कवक मृतोपजीवी या परजीवी
3. विशिष्ट उत्पादक अंक बेसिडियम की उपस्थिति
4. बेसिडियोबीजाणु उद्भव बर्हिजात ।

- - - - - वर्ग - बेसिडियोमाइसीटीज (Basidiomycetes)

1. सुविकसित बेसिडियोकार्प उपस्थित
2. बेसिडियम मुग्दराकार एवं पटहीन
3. बेसिडियम शीर्ष पर प्रांगुलों पर बेसिडियोबीजाणु की उत्पत्ति
4. बेसिडियोबीजाणु के परिपक्व होने के पूर्व ही बेसिडियम अनावरित(Exposed)हो जाती है।

- - - - - - उपवर्ग - होमोबेसिडियोमाइसीटीडी (Homobasidiomycetidiae)

1. बेसिडियोकार्प माँसल एवं कोमल ।
2. हाइमीनियम गिल्स में उपस्थित

- - - - - - गण - ऐगैरीकेलीज (Agaricales)

1. फलन पिण्ड छत्रिका वृन्त एवं छत्र में विभेदित ।
2. पट्टिकाओं के समान गिलन छत्रक के निचले भाग में व्यवस्थित ।

- - - - - कुल - एगैरिकेसी (Agaricaceae)

1. वलय प्रारूपत:
2. पटलिकाएँ मुक्त
3. वृन्त में छत्र अलग होता है ।
4. हाइमिनियम बेसिडियम तथा सहसूत्र से निर्मित
5. बीजाणु नीललोहित (Purple) भूरे से काले रंग युक्त ।

- - - - - - वंश - एगैरिकस (Agaricus)

2.7.4 आल्टर्नेरिया (Alternaria)

रोग एवं रोग के लक्षण (Disease and Symptoms)

1. आल्टर्नेरिया की ज्यादातर प्रजातियाँ पौधों पर रोग उत्पन्न करती हैं । *आ.सोलेनाई* (*A.solani*) से आलू पर अगेती अंगमारी (Early blight),*आ. ट्रिटीसिना*(*A.triticina*)से गेहूं पर पर्ण अंगमारी (leaf blight),*आ.टे.*(*A.tenuis*)से गेहूँ व अन्य कुल के पादपों पर श्याम बिन्दु (black point)व पर्ण भित्ति (leaf spot) रोग,*आ. ब्रेसिकी*(*A.brassicae*)और *आ. ब्रेसिकीकोला*(*A.brassicicola*), क्रुसीफेरी कुल के पौधों में अंगमारी (blight) रोग उत्पन्न करता है ।
2. अंगमारी रोग के प्रारम्भ में पत्तियों पर छोटे हल्के भूरे अण्डाकार या अनियमित धब्बे बन जाते हैं, बाद में ये काले, बड़े व बेढंगे हो जाते हैं । इन धब्बों में संकेन्द्रकीय वलय (concentric rings) दिखाई देती है ।
3. इन धब्बों में हरिमाहीनता (Chlorosis) पाई जाती है ।
4. सर्वप्रथम निचली पत्तियों के पत्रकों (leaflets) पर रोग के लक्षण दिखाई देते हैं ।
5. जब संक्रमण गंभीर अवस्था में पहुंच जाता है तो आलू के कंद भी रोगग्रस्त हो जाते है व इनके छिलकों पर काले-भूरे रंग के धब्बे बन जाते हैं ।

कायिक संरचना (Vegetative Structure)

1. कवक जाल हल्के भूरे या गहरे भूरे रंग के कवक सूत्रों से मिलकर बनता है । ये पटयुक्त व शाखित होता है ।
2. कवक सूत्र अंतराकोशिकीय(intercellular)व आंतरकोशिकीय (intracellular)दोनों प्रकार के होते हैं ।
3. आल्टर्नेरिया में लैंगिक जनन का अभाव होता है ।
4. इनमें haustoria (चूषकांगों) का अभाव होता है । (चित्र 2.14)

अलैंगिक जनन संरचना (Asexual Reproductive Structure)

1. इसमें कोनिडिया द्‌वारा अलैंगिक जनन होता है ।

2. कोनिडियमघर पर कोनिडिया एकल या श्रृंखला में लगे होते हैं । कोनिडियमघर कवक तन्तुओं से अधिक भिन्न नहीं होते हैं ।
3. कोनिडिया प्रतिमुग्दराकार (obclavate),प्रतिअण्डाकार (obovate), चोंचदार तूतरूपी (muriform) होते हैं ।
4. ये पीले भूरे या गहरे भूरे रंग के होते हैं ।
5. कोनिडियम में अनेक अनुप्रस्थ (transverse)व अनुदैर्ध्य(longitudinal)पट होते हैं । इस प्रकार के पटयुक्त बीजाणुओं को डिक्टियो बीजाणु (dictyospores) कहते हैं ।
6. इनकी प्रत्येक कोशिका में अंकुरण क्षमता होती है ।
7. अंकुरण एक से अधिक जनन नलिकाओं द्वारा होता है ।

अभिनिर्धारण अथवा कारणों सहित वर्गीकृत स्थिति (Identification or Systematic Position Assigning Reasons)

1. थैलस एककोशिकीय या तन्तुमय, क्लोरोफिल रहित
2. संचित भोजन ग्लाइकोजन के रूप में
3. कोशिक भित्ति कवक सेल्यूलोज से निर्मित

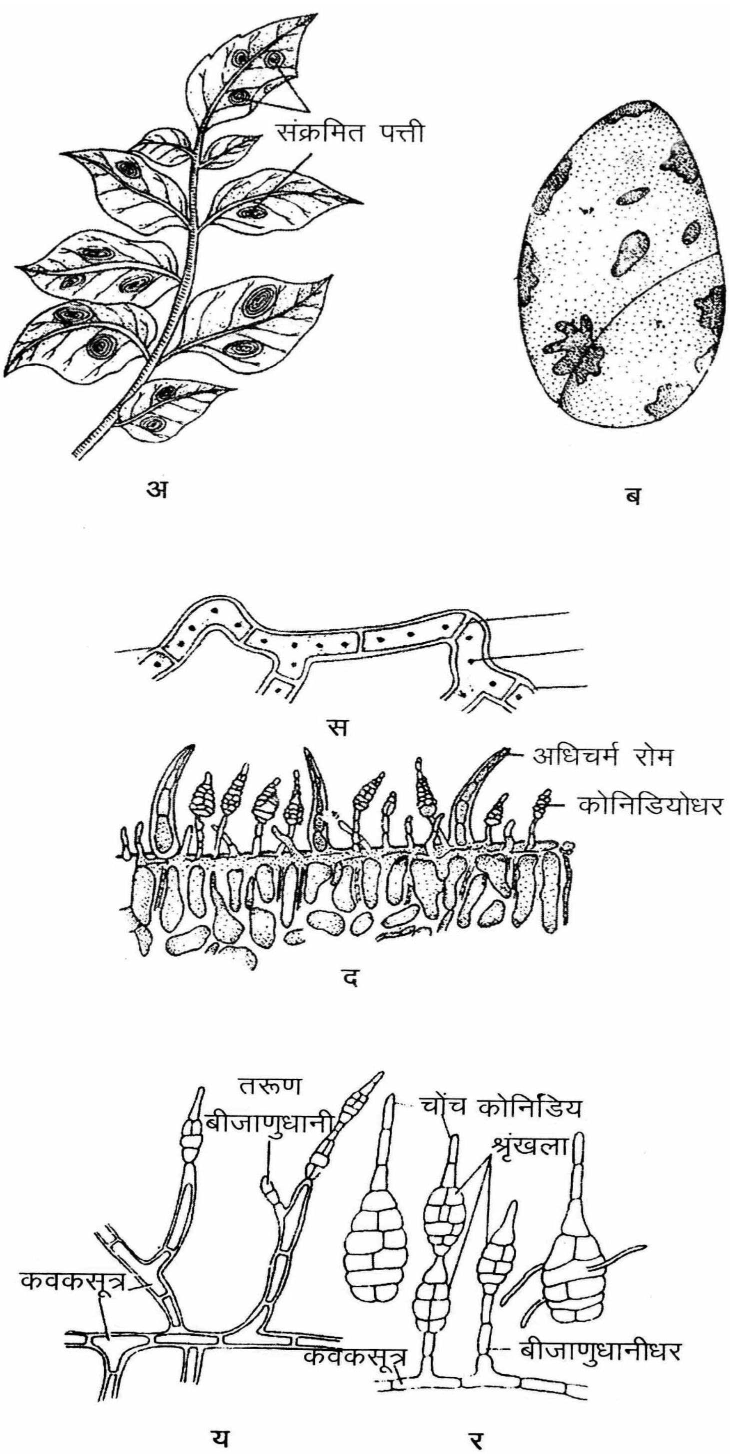
- - - - - - जगत - माइकोटा (Mycota)

1. कोशिक भित्ति सुनिश्चित, कवक एककोशिकीय या तन्तुनुमा
2. कवक जाल पटहीन या पटयुक्त

- - - - - - प्रभाग - यूमाइकोटा (Eumycota)

1. पूर्णावस्था (Perfect Stages) या लैंगिक जनन का अभाव
2. अलैंगिक जनन कोनिडिया के द्वारा

- - - - - - उपप्रभाग - ड्यूटेरोमाइकोटिना (Deuteromycotina)



चित्र 2.14 - आल्टरनेरिया : अ. संक्रमित आलू का पादप, ब. संक्रमित आलू कन्द, स. आल्टरनेरिया का कवक सूत्र, द-र. आलू की संक्रमित पर्ण का उदग्र काट कोनिडिया प्रदर्शित करते हुए

1. जनन कोनिडिया के द्वारा
2. कोनिडियमघर एकल (solitary) सिन्नीमा या स्पोरोडोकिया (sporodochia) में विकसित होते हैं ।

- - - - - कृत्रिम वर्ग - हाइफोमाइसिटीज (Hyphomycetes)

1. पूर्णावस्था या लैंगिक जनन का अभाव
2. अलैंगिक जनन कोनिडिया के द्वारा

- - - - - - उपप्रभाग - ड्यूटेरामाइकोटिनो (Deuteromycotina)

1. जनन कोनिडिया के द्वारा
2. कोनिडियमघर एकल(solitary), सिन्नीमा(synnema) या स्पोरोडोकिया (sporodochia) में होते हैं ।

- - - - - - कृत्रिम वर्ग - हाइफोमाइसिटीज (Hyphomycetes)

1. कवक जाल पटयुक्त, शाखित गहरे रंग के
2. सदस्य मृतजीवी अथवा परजीवी होते हैं ।

- - - - - कृत्रिम गण - मोनिलिएलीज (Moniliales)

1. कोनिडिया व कवक जाल गहरे रंग के
2. कोनिडिया बहुकोशिकीय

- - - - - - कृत्रिम कुल - डेमोशिएसी (Dematiaceae)

1. कोनिडियम स्पष्ट, उन्नत
2. कोनिडियम जाल छिद्रक (dictyosporous)

- - - - - कृत्रिम वंश - आल्टर्नेरिया (Alternaria)

2.8 ब्रायोफाइटा :

1. इन्हें पादप जगत के उभयचर (amphibious of plant kingdom) तथा असंवहनी एम्बियोफाइटा कहते हैं ।
2. ये बहुकोशिक व स्वपोषी होते हैं जो आद्र, छायादार स्थानों जैसे पहाड़ों पर उगते हैं ।
3. पादप शरीर सूकायक (हिपेटिसी) अथवा पर्णिल (leafy) मस्साई होता है ।
4. मुख्य पादप (पीढ़ी)अगुणित,युग्मकोद्भिद स्वपोषी होता है अत: युग्मकोद्भिद प्रभारी पीढ़ी है।
5. युग्मकोद्भिद यकृत की भांति पालियुक्त, मांसल (लिवरवर्ट्स) अथवा मूलाभास, स्तम्भ तथा मिथ्या पर्णों में विभेदित फ्यूनेरिया (माँस) होता है ।
6. संवहन ऊतकों का अभाव होता है ।
7. कायिक जनन सड़ने, एमाइलम सटार्स,बल्बिल्स, जेमी, द्वितीयक प्रोटोनिमा द्वारा होता है।
8. अलैंगिक जनन का अभाव होता है ।

9. लैंगिक जनन विषमयुग्मकी प्रकार का होता है । नर जनन अंग पुधानी (Antheridia) तथा मादा जनन अंग स्त्रीधानी बहु कोशिक होते है । इनकी बाह्य स्तर बन्ध्य जैकट होती है ।
10. युग्मनज सूत्री विभाजन द्वारा भ्रुण बनाती हैं जिससे द्विगुणित बीजाणुद्भिद पीढ़ी (पादप) बनता है ।
11. बीजाणुदभिद् प्राय: पाद, सीढ़ा तथा केप्सूल में विभेदित होता है ।
12. केप्सूल में अर्धसूत्री विभाजन द्वारा अगुणित बीजाणु बनते हैं जो युग्मकोद्भिद पीढ़ी पर अर्धपरजीवी के रूप में स्थापित रहता है ।
13. स्पष्ट पीढ़ी एकान्तरण पाया जाता है । बीजाणुद्भिद पीढ़ी युग्मकोद्भिद पीढ़ी पर अर्धपरजीवी के रूप में स्थापित रहता है ।
14. जीवनचक्र, विषमरूपी (Heteromorphic) होता है ।
15. निषेचन के लिये जल की उपस्थिति अनिवार्य है ।उदाहरण - हिपेटिसी-रिक्सिया, मार्केन्शिया एन्थोसिरोटी-एन्थोसिरोस, नोटोथाइलस मस्साई - फ्यूनेरिया, पोगोनेटम ।

2.8.1 मार्केन्शिया (Marchantia)

बाह्य आकारिकी (External Morphology)

1. थैलस पृष्ठाधारी (dossiventral), चपटा एवं हरा होता है ।
2. यह द्विभाजी शाखित (dichotomously branched) होता है तथा प्रत्येक शाखा के शीर्ष पर शीर्ष खींच (apical notch) स्थित होती है ।
3. थैलस की अपाक्ष सतह पर स्पष्ट मध्य-शिरा (mid-sib) पाई जाती है ।
4. यह सतह अनेक बहु भुजी क्षेत्रों में विभेदित होती है, जिन्हें एरियोली (aerioli) कहते हैं । प्रत्येक बहु भुजी क्षेत्र के केन्द्र में एक रन्ध्र उपस्थित होता है ।
5. प्रत्येक रन्ध्र barrel shaped होता है और 4-8अध्यरोपित कोशिका वलयों द्वारा परिबद्ध रहता है । हर वलय 4-5 कोशिकाओं का बना होता है ।
6. थैलस की अक्यक्ष सतह पर मूलाभास (rhiziods)तथा scales (शल्क) उपस्थित होते है। यह मध्यशिरा क्षेत्र में स्थित होते हैं ।
7. मूलाभास एककोशिकीय तथा अशाखित होते हैं । ये दो प्रकार के - (i) चिकनी भित्ति युक्त तथा (ii) गुलिकीय प्रकार के होते हैं ।
8. मध्यशिरा के दोनों तरफ 2-3 पंक्तियों में शल्क पाए जाते हैं । ये दो प्रकार के होते हैं (i) सरल (simple) ये छोटे व उपांगरहित होते हैं तथा बाह्य पंक्तियों में स्थित होते हैं (ii) उपांगीकायुक्त (appendiculate) : ये वृहत, फनाकार तथा उपांगयुक्त होते हैं । ये मध्य शिरा के दोनों ओर भीतरी पंक्ति में स्थित होते हैं ।
9. अपाक्ष सतह के मध्यशिरा क्षेत्र में कुछ प्यालेनुमा संरचनाएँ जेमधानियाँ पाई जाती है । इनमें जेमा विकसित होते हैं जिनके द्वारा कायिक जनन होता है ।

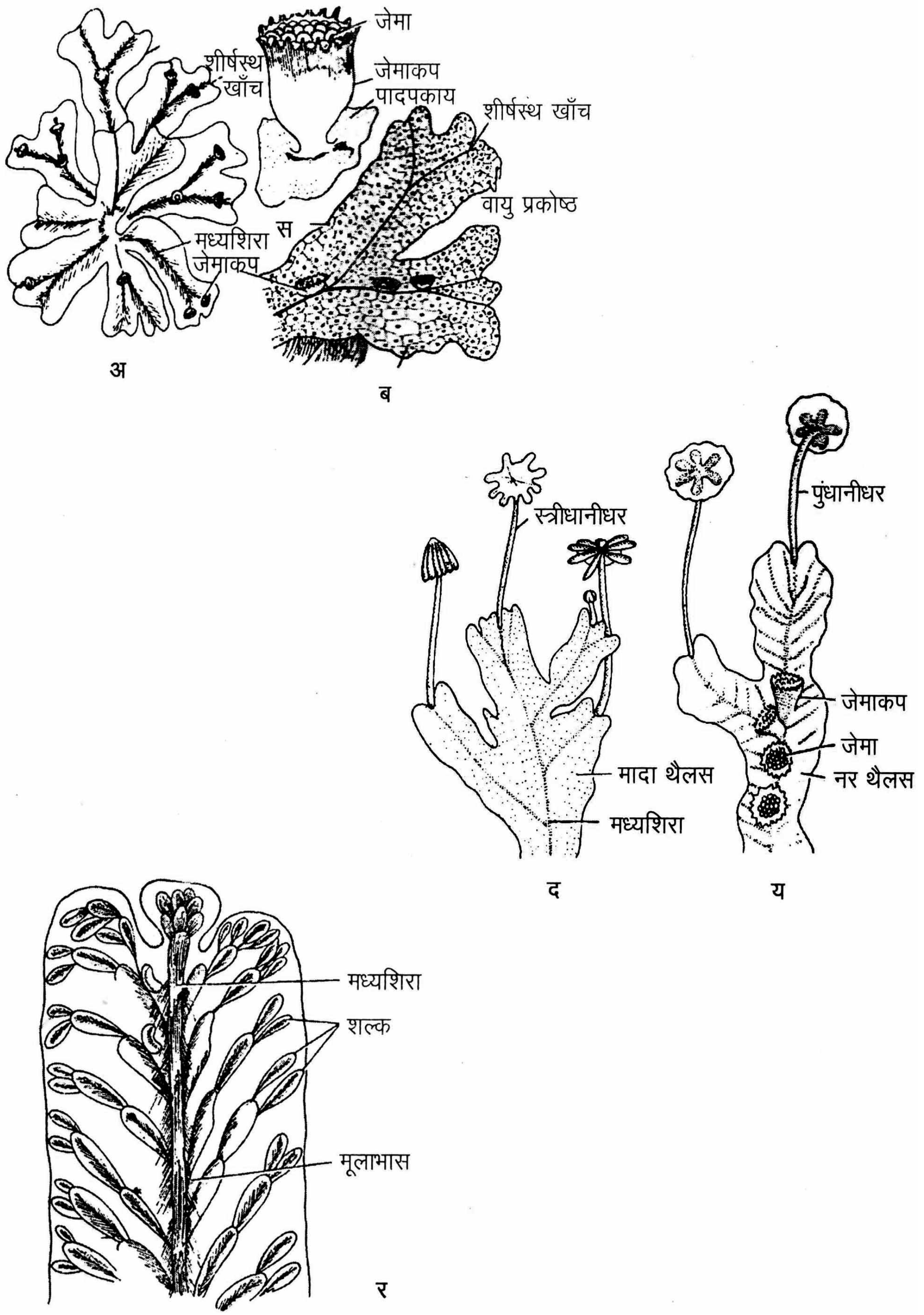
10. थैलस के आन्तरिक छोर पर विशिष्ट जनन शाखाएँ विकसित होती हैं । नर जननांग धारण करने वाली शाखाएँ पुंधानीधर (antheriodiophore)तथा स्त्री जननांग धारण करने वाली शाखाएँ - स्त्रीधानीधर (archegoniophore) कहलाती हैं । (चित्र 2.15.1)

थैलस की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of Thallus)

1. उदग्र अनुप्रस्थ काट में थैलस मध्य भाग में मोटा तथा किनारे पर क्रमश: पतला होता है।
2. यह दो स्पष्ट क्षेत्रों में विभाजित होता है । अपाक्ष सतह को Photosynthetic region (प्रकाश संश्लेषी क्षेत्र) व अम्यक्ष सतह की ओर storage region(संचयी क्षेत्र) कहते हैं।
3. प्रकाश संश्लेषी क्षेत्र की कोशिकाएँ क्लोरोफिल युक्त होती हैं तथा इसमें अनेक airpore(वायुछिद्र) उपस्थित होते हैं ।
4. वायुछिद्र ढोलकाकार होता है तथा एक वायु प्रकोष्ठ में खुलता है । वायुछिद्र 4-8 कोशिका वलयों द्वारा घिरा रहता है तथा प्रत्येक वलय में 4-5 कोशिकाएँ होती है ।
5. Photosynthetic region अनेक वायु कोष्ठकों(air chambers)में बँटा होता है,जो एक दूसरे से एक पक्तिक पटों द्वारा पृथक रहते हैं ।
6. प्रकाश संश्लेषी तन्तु सरल शाखित क्लोरोप्लास्ट युक्त कोशिकाओं से विकसित होते हैं ।
7. क्लोरोप्लास्ट रहित मृदूतकी कोशिकाओं से संचयी क्षेत्र बना होता है, इनमें अन्तर्कोशिकीय अवकाश अनुपस्थित होते हैं ।
8. संचयी क्षेत्र की ज्यादातर कोशिकाओं में मण्ड कण पाए जाते हैं, कुछ कोशिकाओं में श्लेष्मी पदार्थ या तेल संचित होता है ।
9. दीर्घित तथा मोटी भित्ति युक्त कोशिकाएँ मध्य शिरा क्षेत्र का निर्माण करती हैं ।
10. निचली सतह पर शल्क तथा मूलाभास उपस्थित होते हैं ।

जेमाधानी - कायिक जनन संरचना (Vegetative Reproductive Organ-Gemmacup)

1. जेमाधानियाँ प्यालेनुमा संरचनाएँ होती है इनके किनारे दँतीले होते है ।
2. ये थैलस की अपाक्ष सतह पर मध्य शिरा क्षेत्र में पायी जाती हैं ।
3. इसकी भित्ति दो भागों में विभेदित होती है । बाहर की प्रकाश संश्लेषी तथा भीतर की संचयी होती है ।
4. अनेक जेमा इसकी गुहिका के तल पर स्थित होते हैं, प्राय: तरूण जेमा परिधीय भाग में व परिपक्व जेमा केन्द्र में स्थित होते हैं ।



चित्र 2.15.1 - मार्केन्शिया : अ. थैलस पृष्ठीय सतह, ब. थैलस का एक भाग, स. जेमा कप युक्त थैलस. द. स्त्रीधानीधर युक्त थैलस, य. पुंधानीधर युक्त थैलस, र. थैलस की अभ्यक्ष सतह, शल्क व मूलाभास सहित

5. जेमा के साथ मिश्रित अवस्था में अनेक श्लेष्मी रोम पाए जाते हैं ।
6. जेमा बहुकोशिक संरचना होती है, प्रत्येक जेमा उभ्योतल, द्विपार्श्व सममित व एक कोशिक वृन्त द्वारा आधार से जुड़े रहते हैं ।
7. इसके पार्श्व तटों पर एक दूसरे के सम्मुख दो notch होती हैं, जिनमें वृद्धि बिन्दु स्थित होते हैं ।
8. जेमा की ज्यादातर कोशिकाएँ क्लोरोप्लास्ट युक्त होती हैं । इसके केन्द्रीय भाग में कुछ बड़े आकार की वर्णकहीन कोशिकाएँ होती हैं जिन्हें मूलाभासी कोशिकाएँ (rhizoidal cells) कहते हैं । (चित्र 2.15.2)

लैंगिक संरचनाएँ (Sex Organs)

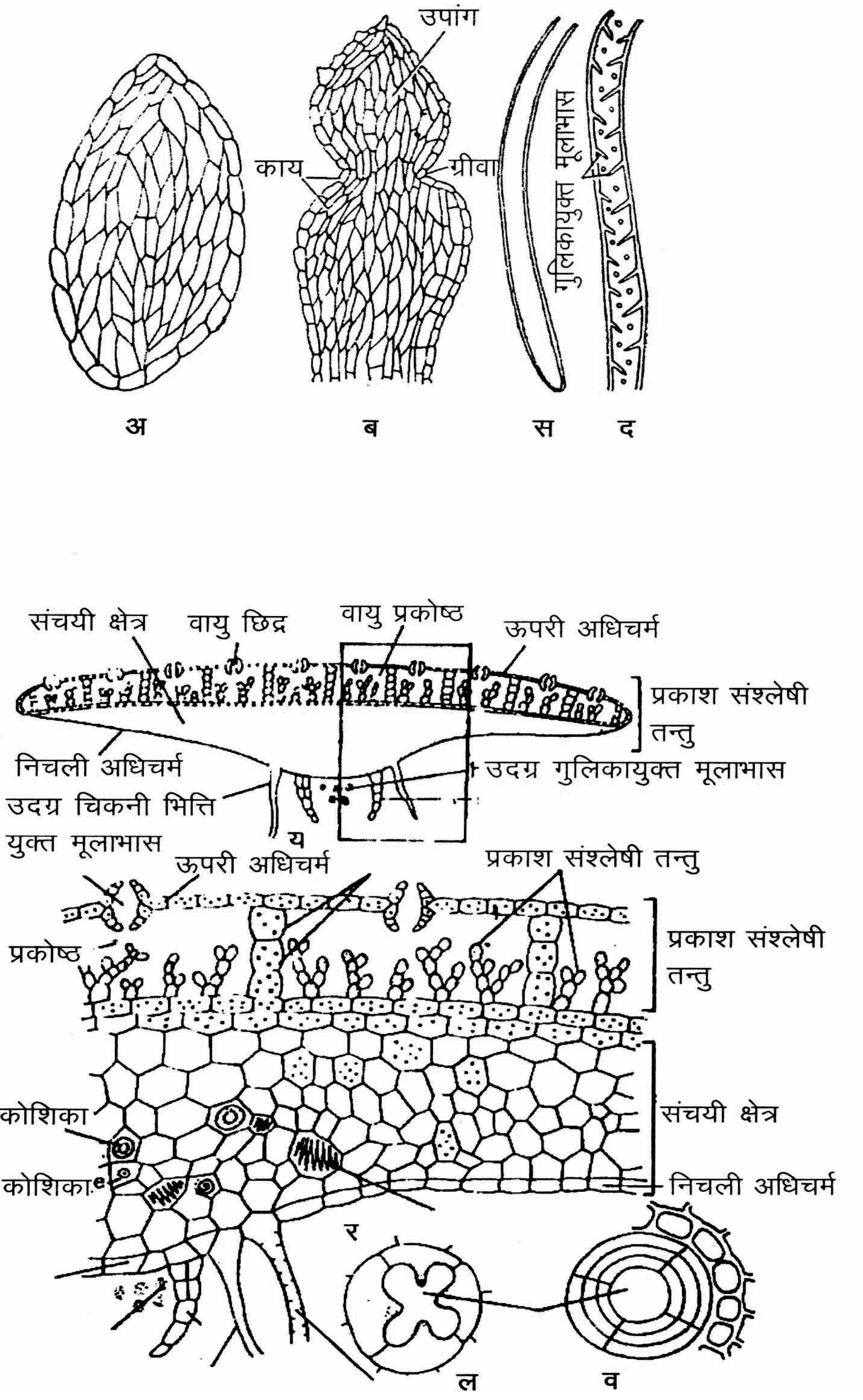
1. मार्केन्शिया में नर व स्त्री पादप पृथक होते हैं अर्थात् एकलिंगाश्रयी (dioecious) होते हैं।
2. जननांग विशिष्ट शाखाओं पर विकसित होते हैं जिन्हें युग्मकधर कहते हैं । पुंधानी धारण करने वालों को पुंधानीधर (antheriodiophore) तथा स्त्रीधानी धारण करने वालों को स्त्रीधानीधर (archegoniophore) कहते हैं ।
3. हर युग्मकधर एक लम्बे stalk वृन्त तथा शीर्षस्थ पात्र receptacle में विभेदित होता है। पात्र पर जननांग विकसित होते हैं ।

(A) पुंधानीधर (Antheridiophore)

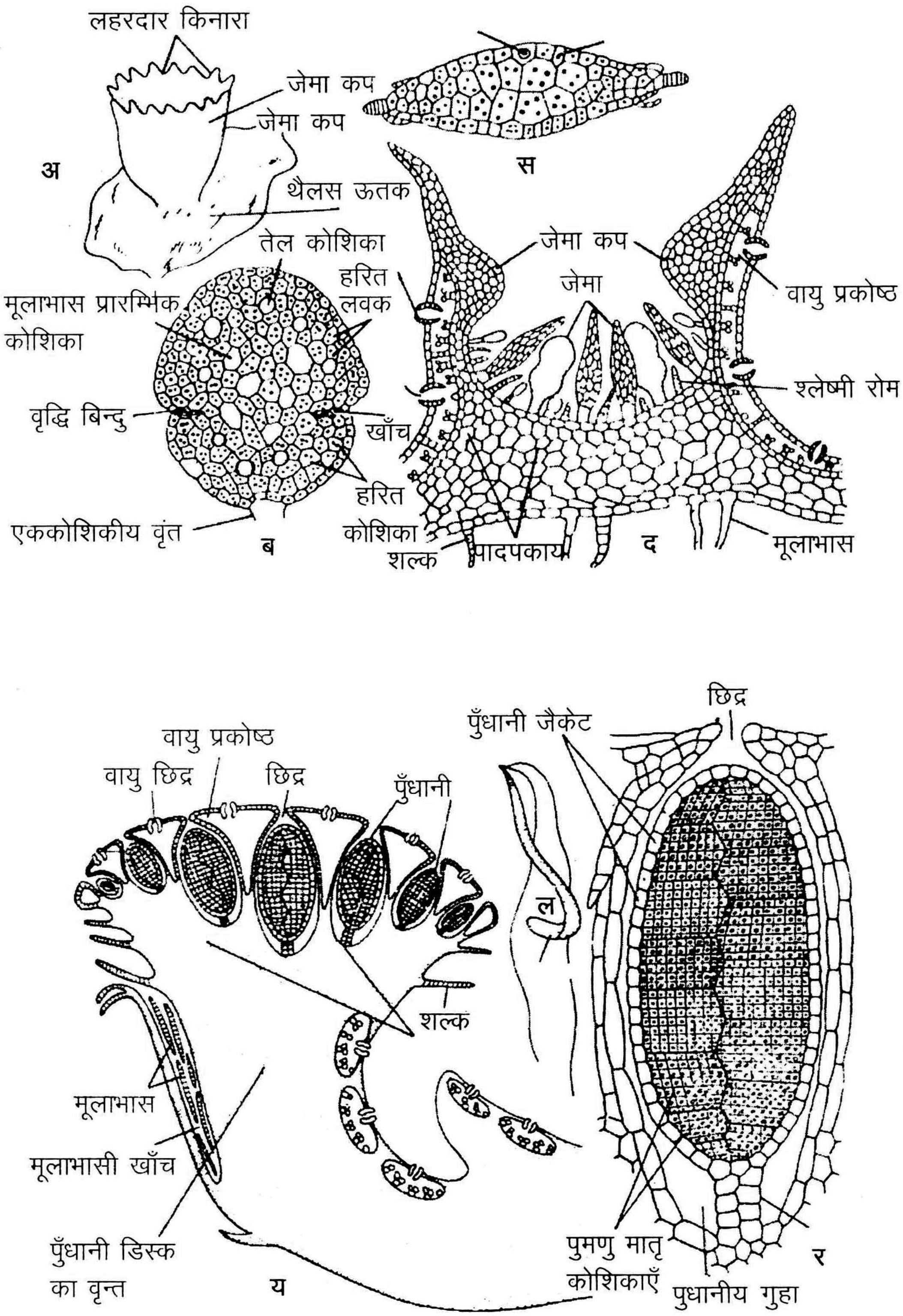
1. यह दो भागों में विभेदित होता है । लम्बे वृन्त पर शीर्षस्थ भाग डिस्क रूपी होता है ।
2. वृन्त dorsiventral संरचना में पृष्ठीय सतह की ओर वायु प्रकोष्ठों में विभाजित प्रकाश संश्लेषी क्षेत्र दर्शाता है तथा नीचे भाग की ओर दो अनुदैर्ध्य खींच स्थित होती हैं, जिनमें मूलाभास तथा शल्क उपस्थित होते हैं ।
3. Receptacle के आधार की ओर मृदूतकी संचयी क्षेत्र होता है तथा ऊपर की ओर प्रकाश संश्लेषी क्षेत्र होता है ।
4. इसकी ऊपरी त्वचा में ढोलकाकार वायुछिद्र उपस्थित होते हैं जो प्रकाश संश्लेषी तन्तुओं युक्त वायु प्रकोष्ठों में खुलते हैं ।
5. वायु प्रकोष्ठों के एकान्तर क्रम में फ्लास्कनुमा पुंधानी प्रकोष्ठ उपस्थित होते हैं जो सतह पर छिद्र द्वारा खुलते है ।
6. प्रत्येक पुंधानी प्रकोष्ठ में एक पुंधानी उपस्थित होती है ।
7. ये अग्राभिसारी क्रम में व्यवस्थित रहती है ।
8. प्रत्येक पुंधानी में एक छोटा stalk (वृन्त) तथा शीर्षस्थ गोलाकार body होती है, जिसके एकस्तरीय बन्ध जैकट होती है जो अनेक पुकोशिकाओं अथवा पुमणुओं को परिबद्ध किये रहती है । (चित्र 2.15.3)

(B) स्त्रीधानीधर (Archegoniophore)

1. यह आधारी लम्बे वृन्त तथा शीर्षस्थ आठ पालित डिस्क में विभेदित होता है ।



चित्र 2.15.2 - मार्केन्शिया : अ. सरल शल्क. ब. उपांगीयुक्त शल्क, स चिकनी भित्ति युक्त मूलाभास, द. गुलिकीय प्रकार के मूलाभास, य-व. चिकनी भित्ति युक्त मूलाभास



चित्र 2.15.3 ***मार्केन्शिया पॉलीमोरफा*** **: अ-द.जेमाधानी य. पुंधानीधर का उदग्र काट, र. एक परिपक्व पुँधानी ल. एक द्विकशाभित पुमणु**

2. इसके वृन्त की संरचना में पृष्ठीय सतह की ओर प्रकाश संश्लेषी क्षेत्र तथा निचले भाग की ओर अनुदैर्ध्य खाँचों में शल्क व मूलाभास उपस्थित होते हैं ।
3. थैलस की भाँति डिस्क की आंतरिक संरचना में भी ऊपरी प्रकाश संश्लेषी क्षेत्र -तथा भीतरी संचय क्षेत्र होता है ।
4. पात्र की ऊपरी बाह्यत्वचा में ढोलकाकार वायु-छिद्र होते हैं जो प्रकाश संश्लेषी तन्तुओं युक्त वायु प्रकोष्ठों में खुलते हैं ।

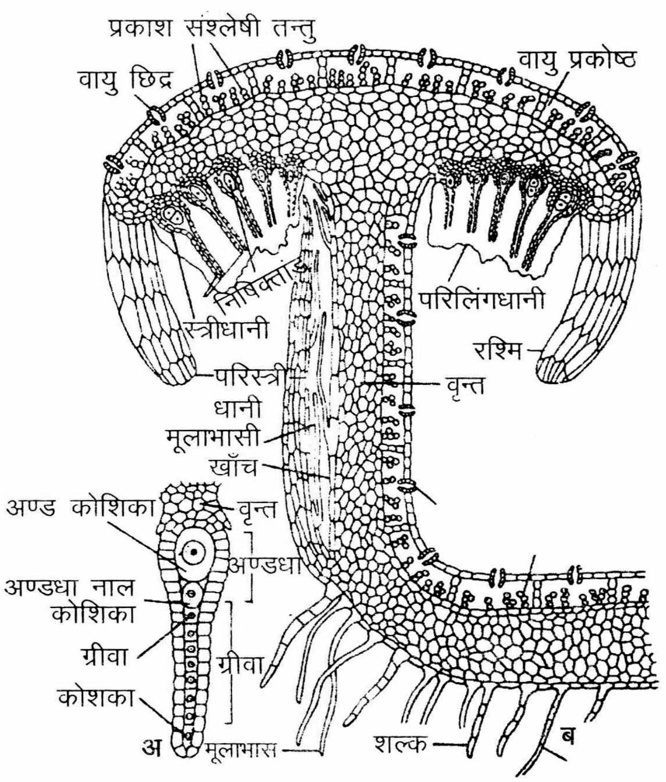
5. इसकी निचली सतह पर स्त्रीधानियाँ निलम्बी (Pendulous)अवस्था में अपकेन्द्री क्रम (Centrifugal order) में होती हैं ।
6. प्रत्येक स्त्रीधानी की अण्डधा के चारों ओर एक आवरण परिस्त्रीधानी(Perigynium) होती है ।
7. एक कोशिका मोटाई के झिल्लीनुमा आवरण परिलिंगधानी (Perichaetium) द्वारा प्रत्येक पालि की स्त्रीधानियाँ समीपस्थ दूसरी पाली की स्त्रीधानियों से पृथक रहती हैं ।
8. परिपक्व स्त्रीधानी लम्बी (neck) ग्रीवा तथा फूली हुई अण्डधा venter में विभेदित होती है।
9. अण्डधा में एक अण्डधा नाल कोशिका व अण्ड स्थित होता है । ग्रीवा में 4-8 ग्रीवा नाल कोशिकाएँ जबकि ग्रीवा की जैकट कोशिकाओं में 6 उदग्र पंक्तियाँ होती हैं ।

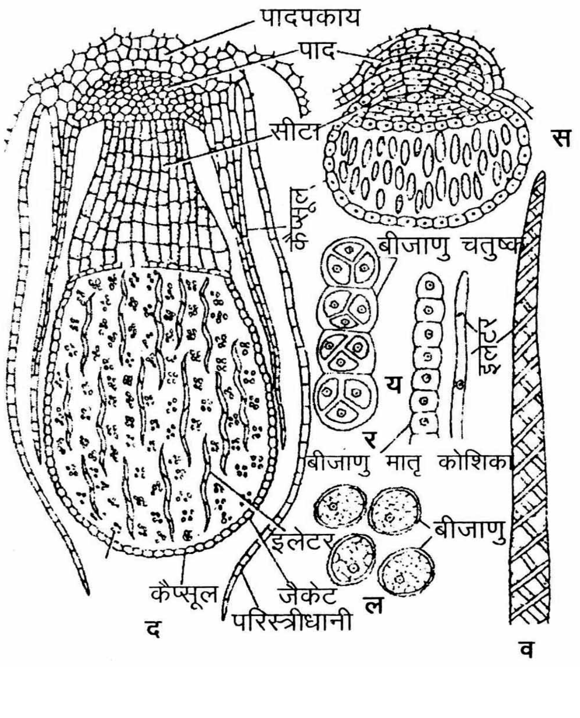
बीजाणुउद्भिद् (Sporophyte)

1 निषेचन के बाद स्त्रीधानी की जगह बीजाणुजनक (Sporogonium) का विकास होता है, अत: परिपक्व स्त्रीधानीधर डिस्क की निचली सतह पर बीजाणुजनक दिखाई देते हैं तथा अनुदैर्ध्य काट द्वारा इनका अध्ययन किया जाता है ।

1. बीजाणुउद्भिद तीन स्पष्ट क्षेत्रों पाद (foot), सीटा (seta) तथा कैप्सूल (capsule) में विभेदित होता है ।
2. पाद सघन मृदूतकी कोशिकाओं से बनता है जो युग्मकोद्भिद से पोषण अवशोषण का कार्य करता है ।
3. सीटा पाद व कैप्सूल के मध्य स्थित कोशिकाओं से बना होता है । कैप्सूल की परिपक्वता पर राह लम्बाई में तेजी से वृद्धि कर कैप्सूल को स्त्री आवरणों से बाहर धकेलता है ।
4. कैप्सूल गोलाकार या अण्डाकार दूरस्थ भाग हैं इसका एक स्तरीय आवरण होता है तथा इसकी गुहा में अनेक बीजाणु तथा इलेटर स्थित होते हैं ।
5. बीजाणुउद्भिद तीन आवरणों से परिबद्ध रहता है - (i) गोपक (Calyptra) (ii) परिस्त्रीधानी (Perigynium) तथा (iii)परिलिंगधानी (Perichaetium) ।
6. बीजाणु गोल अथवा चतुष्फलकीय होते है । इनमें कणिकामय जीवद्रव्य तथा एक सुस्पष्ट केन्द्रक होता है ।
7. बीजाणु भित्ति मोटी तथा दो स्तरों क्रमश: बाह्यचोल (exospore) व अन्त:चोल (endospore) से बनी होती है ।

8. इलेटर एककोशिक, लम्बे व तुर्कुरूपी होते हैं, जिनकी अन्तःभित्ति पर दो सर्पिल स्थूलन पाए जाते हैं । परिपक्व इलेटरो में जीवद्रव्य का अभाव होता है ।
9. कैप्सूल का स्फुटन कई अनुदैर्ध्य कपाटों से होता हैं तथा इलेटरों की आर्द्रताग्राही गतियों से बीजाणुओं का प्रकीर्णन होता है । (चित्र 2.15.4)





चित्र 2.15.4 - मर्केन्शिया पॉलीमोरफा. अ स्त्रीधानीधर का उदग्र काट, ब. एक परिपक्व स्त्रीधानी. स तरूण बीजाणुद्भिद्. द-व. परिपक्व बीजाणुद्भिद् फूट, सीटा व कैप्सूल

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

(i) स्थलीय पादप

(ii) जड़ अनुपस्थित, मूलाभास उपस्थित ।

(iii) संवहन उत्तक अनुपस्थित ।

- - - - - - प्रभाग - ब्रायोफाइटा (Bryophyta)

(i) पादप थैलाभ अथवा वर्णिल, श्यान ।

(ii) मूलाभास एककोशिक, पटरहित अशाखित ।

(iii) कैप्सूल में कॉल्यूमेला का अभाव ।

- - - - - - वर्ग - हिपेटिकोप्सिडा (Hepaticopsida)

(i) शल्क उपस्थित

(ii) प्रकार के मूलाभास उपस्थित

(iii) वायु प्रकोष्ठ व वायुछिद्र उपस्थित

(iv) कैप्सूल भित्ति एकस्तरीय

- - - - - - गण - मार्केन्शिएलीज(Marchantiales)

(i) वायुछिद्र ढोलकाकार (barrel-shaped)

(ii) लैंगिक अंग ऊर्ध्व संवृत संरचनाओं पर

(iii) कैप्सूल में बीजाणु तथा इलेटर्स उपस्थित

- - - - - कुल - मार्केन्शिएसी (Marchantiaceae)

(i) शल्क दो प्रकार के सरल तथा उपांगीकृत ।

(ii) प्रकाश संश्लेषी तन्तु शाखित ।

- - - - - - वंश - मर्केन्शिया (Marchantia)

2.8.2 एन्थोसिरोस (Anthoceros)

1. थैलस गहरे रंग का द्विभाजी शाखित अथवा विभिन्न रूप से पालित होता है ।
2. इसका मध्य भाग कुछ मोटा होता है परन्तु स्पष्ट मध्यशिरा का अभाव होता है ।
3. थैलस की पृष्ठीय सतह चिकनी, या फिर खुरदरी होती है ।
4. इसकी अम्यक्ष सतह पर मध्य भाग में केवल चिकनी भित्ति युक्त (smooth walled) मूलाभास पाए जाते हैं । गुलिकीय मूलाभास व शल्क अनुपस्थित होते हैं ।
5. इसी सतह पर गहरे हरे या नीले क्षेत्र दिखाई देते हैं इनमें नॉस्टॉक (Nostoc) (शैवाल) की कॉलोनियाँ पाई जाती है ।

6. थैलस की पृष्ठीय सतह पर लैंगिक जननांग ऊतक में धंसी हुई (embedded) अवस्था में होते हैं ।
7. इसी सतह से लम्बे, बेलनाकार शूक अथवा सींग के समान बीजाणुउद्भिद विकसित होते हैं, इसलिए इसे हॉर्न वर्ट (horn wort) भी कहते हैं । (चित्र 2.16.1)

आतंरिक संरचना (Internal structure)

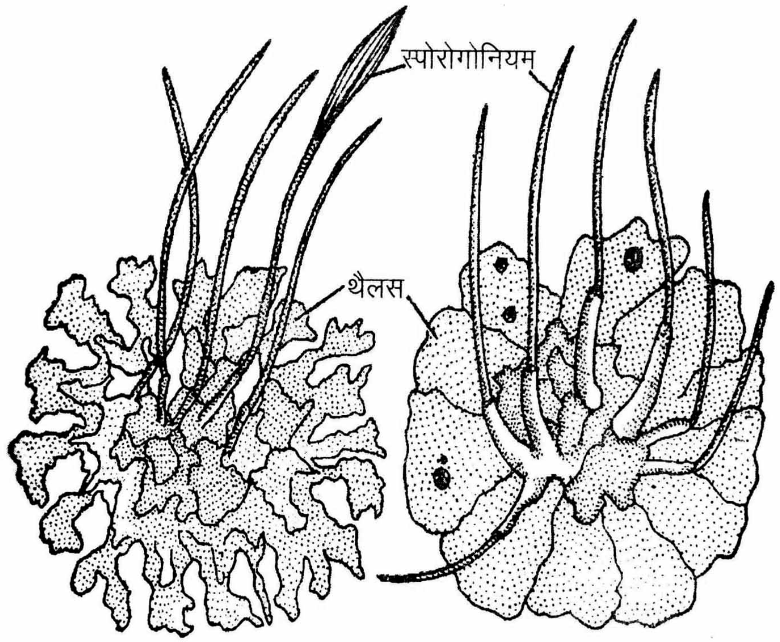
1. थैलस की आन्तरिक संरचना सरल होती है ।
2. यह मध्य भाग में मोटा तथा किनारों की ओर पतला होता है ।
3. थैलस में ऊतक विभेदन नहीं पाया जाता है । वायु प्रकोष्ठ व वायु छिद्रों का सर्वथा अभाव होता है ।
4. ऊपरी व निचली बाह्यत्वचा के बीच में सम्पूर्ण ऊतक मृदूतक के रूप में होता है जिसमें अन्तकोशिक अवकाशों का अभाव होता है ।
5. थैलस की प्रत्येक कोशिका में एक अण्डाकार या बिम्बाभ (oval or discoid) हरितलवक होते हैं । हरितलवक पाइरिनायड (pyrenoid) युक्त होता है ।
6. थैलस के अभ्यक्ष क्षेत्र में अन्तरकोशिक श्लेष्म गुहाएँ (mucilaginous cavities) पाई जाती हैं । इनमें Nostoc कॉलोनियाँ पाई जाती हैं ।
7. प्रत्येक श्लेष्मी गुहा निचली सतह पर सूक्ष्म छिद्र द्‌वारा खुलती हैं, जिसे अवपंक छिद्र या श्लेष्मी छिद्र (slime pore) कहते हैं । सम्भवत: इन छिद्रों से ही नास्टॉक तन्तु श्लेष्म गुहा में प्रवेश करते हैं ।
8. निचली बाह्यत्वचा से अनेक चिकनी भित्ति युक्त मूलाभास विकसित होते हैं । गुलिकीय मूलाभास तथा शल्कों का अभाव होता है ।

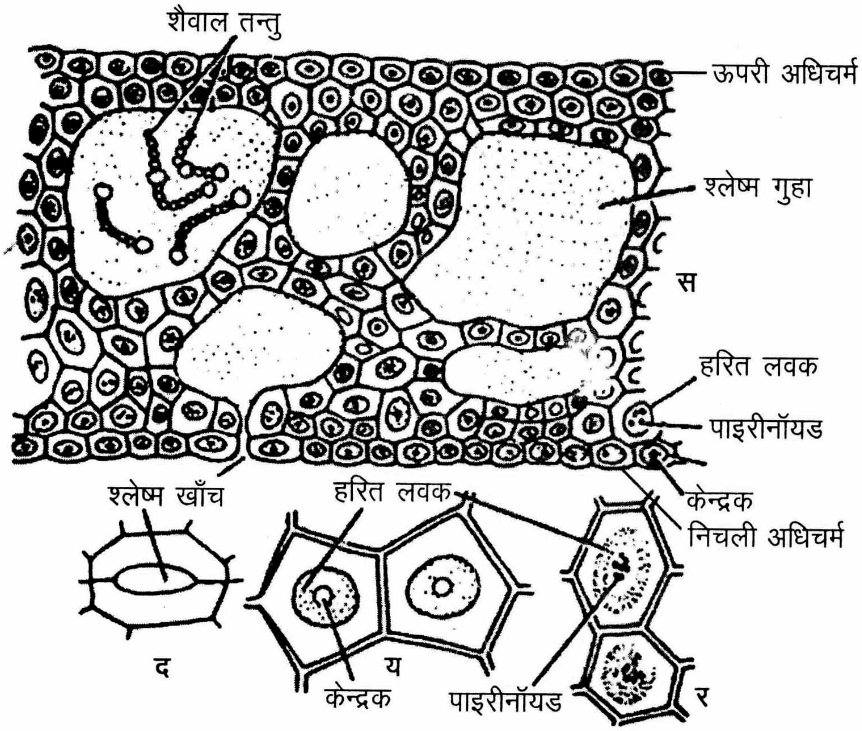
जननांगों की संरचना (Structure of Reproductive Organs)

1. एन्थ्रोसिरोस उभयलिंगाश्रयी (monoecious) अथवा एकलिंगाश्रयी (dioecious) होती है।
2. पुंधानियाँ व स्त्रीधानियाँ अग्राभिसारी क्रम में विकसित होती हैं । ये थैलस की अपाक्ष सतह पर अन्त: स्थापित रहती हैं ।

पुंधानी (Antheridium)

1. थैलस की अपाक्ष सतह पर पुंधानियाँ बन्द पुंधानीय प्रकोष्ठ (closed antheridiol chamber) में पाई जाती है ।
2. ये प्रकोष्ठ 2-3 स्तरीय छत (roof) द्‌वारा ढके रहते हैं तथा सतह पर छिद्र द्‌वारा नहीं खुलते हैं ।





चित्र 2.16.1 - *एन्थ्रोसिरोस* : अ-ब. विभिन्न पादपकाय स. थैलस का अनुप्रस्थ काट, द. श्लेष्मीक छिद्र, य-र. कोशिकीय चित्र

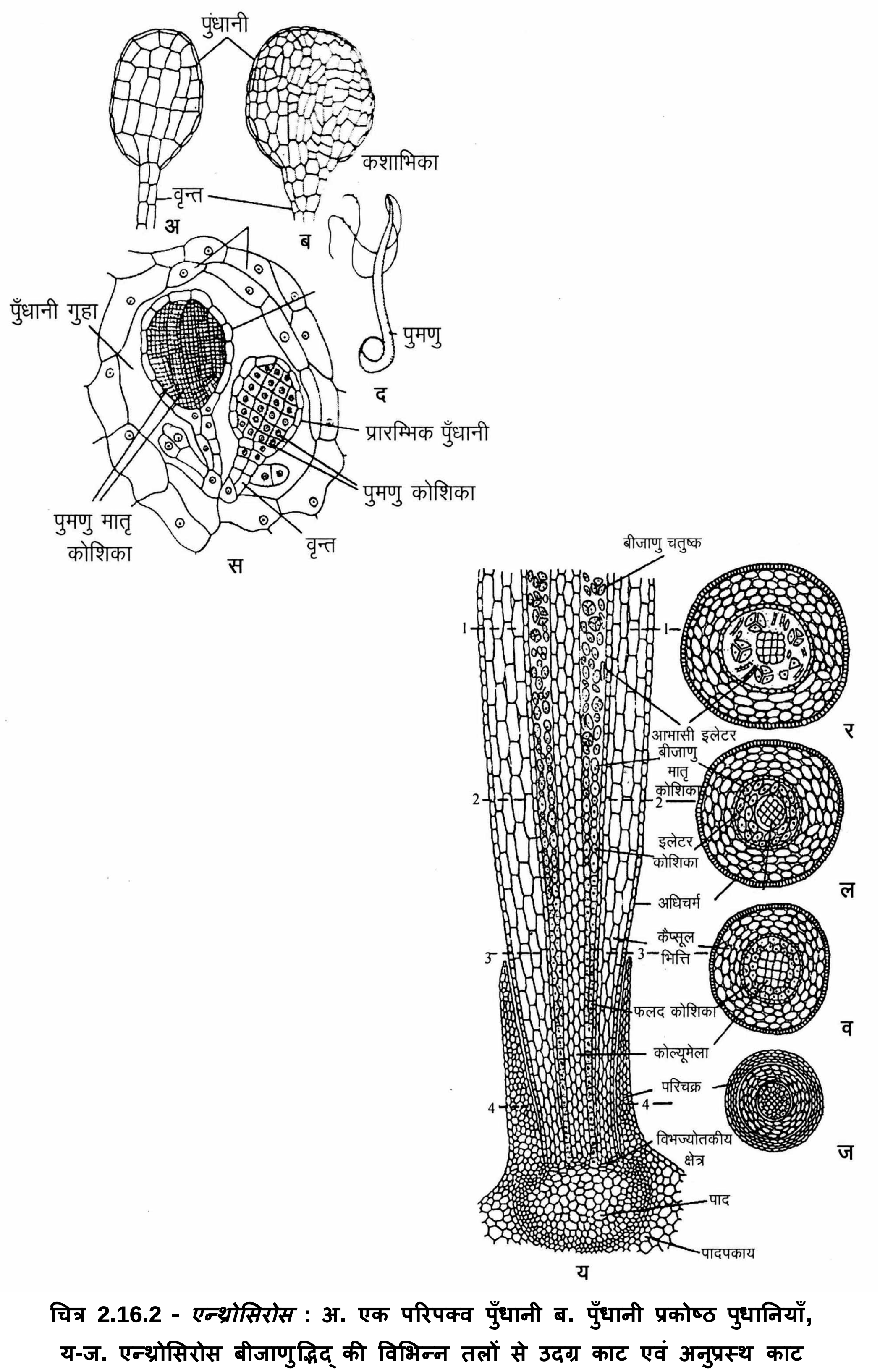
3. पुंधानी प्रकोष्ठ में पुंधानियाँ एकल अथवा समूह में विकसित होती हैं ।
4. पुंधानी एक गदाकार (club-shaped) संरचना होती है जो पतले-लम्बे वृन्त व काय मे विभेदित होती है । वृन्त कोशिकाओं की चार उदग्र पंक्तियों से बना होता है ।
5. पुंधानी जैकट एकस्तरीय छोटी व अनियमित कोशिकाओं अथवा लम्बी व नियमित विन्यासित चार कोशिका सोपानों का बना होता है ।
6. पुकोशिकाएँ (androcytes) जैकट द्वारा परिबद्ध रहती हैं जो कायान्तरण द्वारा पुमणुओं का निर्माण करती हैं ।
7. प्रत्येक पुमणु रेखीय अथवा सर्पिल अथवा कुण्डलित होता है जिसके अग्र सिरे पर दो कशाभिकाएँ स्थित होती है (चित्र 2.16.2)

स्त्रीधानी (Archegonium)

1. स्त्रीधानियाँ थैलस की अपाक्ष सतह पर ऊतक में धंसी हुई रहती हैं केवल आवरण कोशिकाएँ सतह पर उभरी हुई दिखाई देती है ।
2. स्त्रीधानी गुहिका (archegonical chamber)का निर्माण नहीं होता है अपितु इसकी जैकट कोशिकाओं का कायिक कोशिकाओं से सीधा सम्पर्क होता है । इसलिए जैकट को विभेदित कर पाना संभव नहीं होता ।
3. स्त्रीधानी अण्डधा (venter) व ग्रीवा (neck) में विभेदित होते हैं ।
4. ग्रीवा निर्मित होती है जैकट कोशिकाओं की छः उदग्र पंक्तियों से, इसके शीर्ष पर चार आवरण कोशिकाएँ (cover cells) स्थित होती है ।
5. ग्रीवा में 4-6 ग्रीवा नाल कोशिकाएँ (neck canal cell) व्यवस्थित होती है ।
6. अण्डधा में एक बड़ा अण्ड (egg) तथा एक अण्डधा नाल कोशिका (venter canal cell) स्थित होता है ।

बीजाणुउद्भिद् (Sporophyte)

1. परिपक्व थैलस की अपाक्ष सतह पर बीजाणुउदूभिद ऊर्ध्व, बेलनाकार शक के समान संरचनाओं के रूप में दिखाई देते हैं ।
2. ये पहले हरे रंग का होता है परन्तु परिपक्व होने पर रंग शीर्ष से आधार की ओर गहरे पीले या काले रंग में परिवर्तित होने लगते हैं ।
3. बीजाणुउदभिद् का आधारी भाग परिचक्र (involucre) द्वारा ढका रहता है ।
4. ये तीन क्षेत्रों आधारी पाद (foot), विभज्योतकी क्षेत्री (meristematic zone)तथा ऊपरी कैप्सूल (capsule) में विभेदित होता है ।
5. पाद मृदूतकी कोशिकाओं से बना होता है तथा युग्मकोद्भिद ऊतक में अन्तः स्थापित रहता है । इसकी परिधीय कोशिकाएँ खम्भाकार अथवा मूलाभासी प्रकृति की होती है ।



चित्र 2.16.2 - *एन्थ्रोसिरोस* : अ. एक परिपक्व पुँधानी ब. पुँधानी प्रकोष्ठ पुधानियाँ, य-ज. एन्थ्रोसिरोस बीजाणुद्भिद् की विभिन्न तलों से उदग्र काट एवं अनुप्रस्थ काट

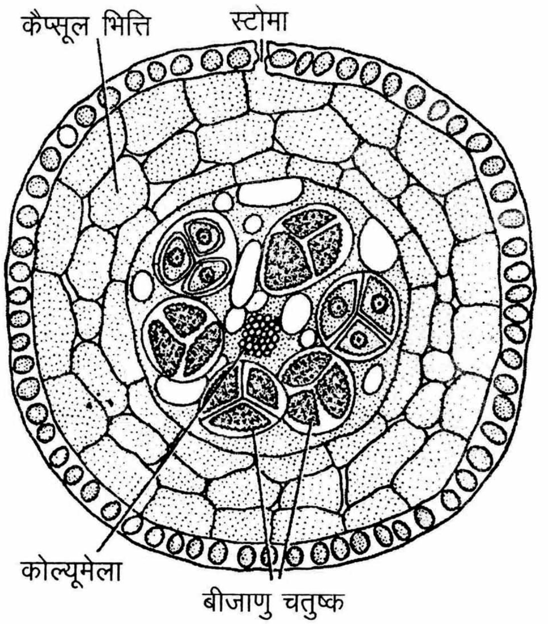
6. कैप्सूल व पाद के मध्य एक संकीर्ण विभज्योतकी क्षेत्र होता है । इसकी कोशिकाओं के विभाजन के ऊपर स्थित कैप्सूल क्षेत्र का निर्माण होता है जिससे कैप्सूल की निरन्तर वृद्धि होती रहती है ।
7. इसमें सीटा का अभाव होता हैं
8. इसका कैप्सूल लम्बा व बेलनाकार होता है, जिसकी आन्तरिक संरचना कॉल्यूमेला, बीजाणुकोष तथा भित्ति में विभेदित होती है ।
9. कॉल्यूमेला (केन्द्रीय भाग) 16 उदग्र कोशिका पंक्तियों से बना होता है । यह कैप्सूल के आधार से शीर्ष तक फैला रहता है ।
10. कॉल्यूमेला के चारों ओर बीजाणुजन ऊतक स्थित होता है तथा शीर्ष पर कॉल्यूमेला के ऊपर गुम्बदाकार आच्छद बनाता है ।आधारी भाग में यह एकस्तरीय प्रप्रसूतक (archaesporium) के रूप में होता है । कुछ ऊपर वाले भाग में 2-4 स्तरीय होता है । अपेक्षाकृत परिपक्व क्षेत्र में एकान्तर क्रम में बीजाणुमातृ कोशिकाओं(SMC) तथा आभासी इलेटर मातृ कोशिकाओं (SMC) में विभेदित होता है । पूर्ण परिपक्व अन्तस्थ क्षेत्र में बीजाणु तथा आभासी इलेटर पाये जाते हैं ।
11. केप्सूल की भित्ति (4-6 स्तरों की) की सबसे बाह्य परत - बाह्यत्वचा में रन्ध्र उपस्थित होते हैं । भीतरी स्तरों की कोशिकाओं के मध्य अन्तर्कोशीय अवकाश पाये जाते हैं तथा क्लोरोफिल युक्त होती है ।
12. प्रत्येक बीजाणु एक मोटी अलंकृत बाह्य चोल (exospore) तथा एक कोमल व पतली अन्त:चोल (endospore) द्वारा परिबद्ध रहता है ।
13. आभासी इलेटर शाखित अथवा अशाखित बहुकोशिक (1-4) सूत्रवत् तथा सर्पिल, निक्षेपण रहित होते हैं ।
14. केप्सूल का स्फुटन शीर्ष के आधार की ओर कपाटों में खुलने से होता है । (चित्र 2.16.3)

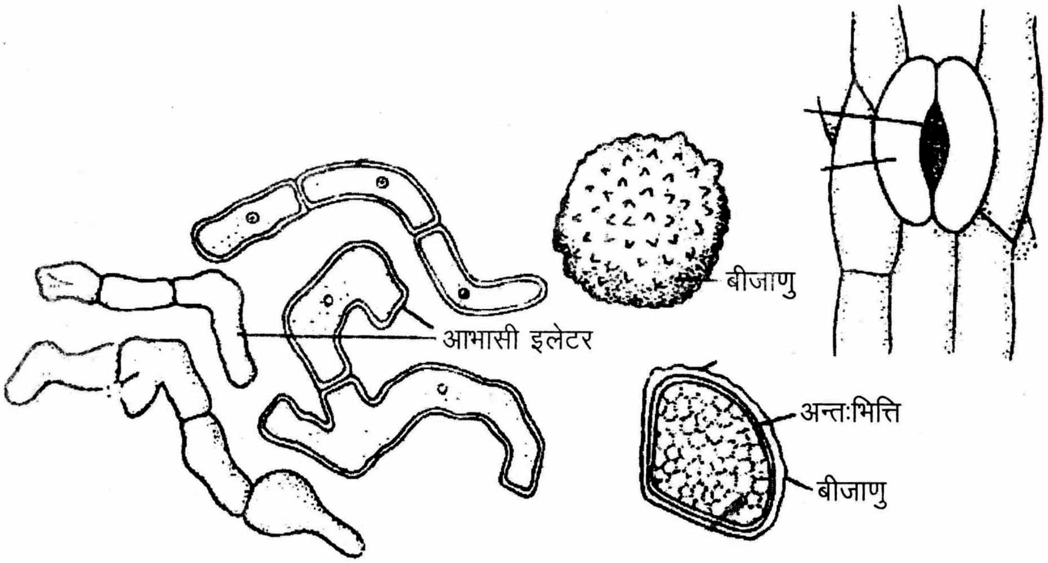
वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification and Identification)

(i) स्थलीय पादप
(ii) जड़ अनुपस्थित, मूलाभास उपस्थित
(iii) संवहन ऊतक अनुपस्थित

- - - - - - प्रभाग - ब्रायोफाइटा (Bryophyta)

(i) पादप थैलाभ, पृष्ठाधारी
(ii) प्रत्येक कोशिका में पायरिनायड युक्त क्लोरोप्लास्ट
(iii) जननांग धंसे हुए
(iv) बीजाणुउद्भिद् रेखीय, लम्बे
(v) मूलाभास सरल, शल्क अनुपस्थित





चित्र 2.16.3- एन्थ्रोसिरोस : अ. स्पोरोगोनियम का अनुप्रस्थ काट. ब. आभासी इलेटर, स बीजाणु

(vi) केप्सूल में कॉल्यूमेला उपस्थित

- - - - - - वर्ग - एन्थोसिरोटोप्सिडा (Anthocerotopsida)

उपरोक्त सभी ।

- - - - - - - गण - एन्थोसिरोटेलीज (Anthocerotales)

(i) कैप्सूल ऊर्ध्व, रेखीय

(ii) कैप्सूल भित्ति में रन्ध्र उपस्थित

(iii) बीजाणुजनन ऊतक का विभेदन बहि: स्थीसियम (amphithecium)से

(iv) इलेटर स्थूलन बैंड रहित

- - - - - - कुल - एन्थोसिरोटेसी (Anthocerotaceae)

थैलस में अन्त: पादपी नॉस्टॉक कॉलोनियाँ उपस्थित ।

- - - - - - वंश - ऐन्थोसिरोस (Anthoceros)

2.8.3 स्फैग्नम (Sphagnum)

बाह्य आकारिकी (External Morphology)

1. इस पादप को पीट-मॉस (Peat moss)अथवा दलदल मॉस(bogmoss)या टर्फ मॉस (turfmoss) के नाम से जाना जाता है ।
2. यह जलीय अथवा अर्ध जलीय है तथा सघन समूहों में उगता है ।
3. पादप ऊर्ध्व व शाखित अक्ष तथा पत्तियों में विभेदित होता है ।
4. मूलाभास तरूण अवस्था में पाये जाते है जो शाखित, बहुकोशिक एवं तिरछे पटों युक्त होते हैं ।
5. वयस्कावस्था में मूलाभासों का अभाव होता है ।
6. इसका मुख्य अक्ष दुर्बल तथा शाखाएँ पार्श्व होती है जो प्रत्येक चतुर्थ पर्ण की कक्ष से 3-8 के समूह में विकसित होती हैं ।
7. अक्ष के शीर्ष पर शाखाएँ सघन गुच्छे का निर्माण करती हैं,जिसे कोमा (comma) कहते हैं।
8. शाखाएँ तीन प्रकार की होती है ।

(i) निलम्बी शाखाएँ (Pendant branches)

ये शाखाएँ लम्बी, पतली मुख्य अक्ष के समान्तर लटकी हुई रहती हैं । इन्हें कशाभिका रूपी अथवा अधोवर्धी शाखाएँ भी कहते हैं ।

(ii) अपसारी शाखाएँ (Divergent branches)

ये अपेक्षाकृत छोटी, दृढ़ तथा बाहर को फैली रहती है । इनको बहिर्वाही (excurrent) शाखाएँ भी कहते हैं ।

(iii) **नवशाखाएँ (Innovations)**

ये असीमित वृद्धि की शाखाएँ हैं जो मुख्य अक्ष के समान व्यवहार करती है । यह मुख्य अक्ष से पृथक होकर नये पादप का निर्माण करती है ।

9. शाखाओं पर पत्तियों का सघन विन्यास होता है लेकिन मुख्य अक्ष पर यह दूर-दूर स्थित होती है । पत्तियों का विन्यास 2/5 तथा सर्पिल क्रम में होती है ।

पत्ती की संरचना(Leaf Structure)

बाह्य संरचना(Surface Structure)

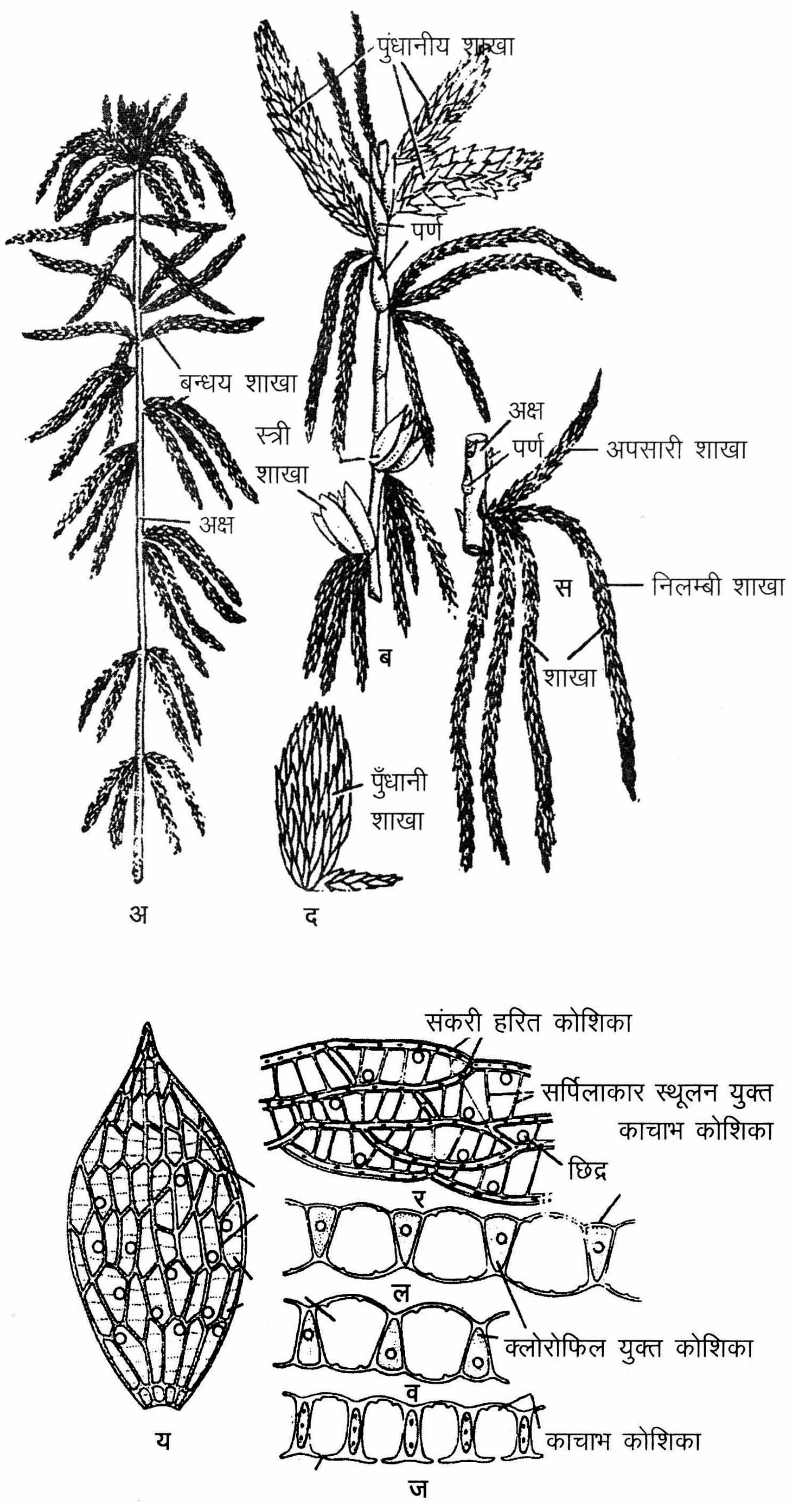
1. प्रत्येक पत्ती अवृन्त, निशिताग्र (acute), अछिन्न कोर (entire)तथा एककोशिकीय मोटाई की होती हैं
2. मध्य शिरा अनुपस्थित होती है ।
3. प्रत्येक पत्ती में दो प्रकार की कोशिकाएँ क्रमश: काचाभ कोशिकाएँ (hyaline cells) तथा प्रकाश संश्लेषी कोशिकाएँ (photosynthetic cells)पायी जाती है ।
4. काचाभ कोशिकाएँ बड़ी, बहुभुजी तथा मृत होती है तथा प्रत्येक कोशिका में छिद्र तथा वलयाकार अथवा सर्पिलाकार स्थूलन पाये जाते हैं ।
5. प्रकाश संश्लेषी कोशिकाएँ लम्बी, संकीर्ण, सजीव तथा क्लोरोफिल युक्त होती है ।
6. दोनों कोशिकाएँ एकान्तर क्रम में विन्यासित होकर एक नियमित जाल का निर्माण करती है जिसमें छिद्र का निर्माण मृत काचाभ कोशिकाओं तथा छिद्रों की सीमा सजीव कोशिकाओं द्‌वारा निर्मित होती है ।

आन्तरिक संरचना (पत्ती का अनुप्रस्थ काट) (T.S of Leaf)

1. पत्ती के अनुप्रस्थ काट में काचाभ तथा प्रकाश संश्लेषी कोशिकाएँ एक दूसरे के एकान्तर क्रम में एक पंक्ति में व्यवस्थित होती है ।
2. प्रकाश संश्लेषी कोशिकाएँ सामान्यत: त्रिकोणीय दिखाई देती हैं । (चित्र 2.17.1)

तने की आन्तरिक संरचना (Internal structure of stem)

1. तने के अनुप्रस्थ काट में बाहय स्तर वल्कुट होता है जो सामान्यत: 2-6 स्तरीय होता है।
2. वल्कुअ कोशिकाएँ आकार में बड़ी होती है तथा परिपक्व होने पर इनका जीवद्रव्य नष्ट हो जाता है ।
3. कुछ जातियों में वल्कुट की कोशिकाएँ आकार में बड़ी तथा फ्लास्कनुमा हो जाती हैं तथा इनको रिटार्ट कोशिकाएँ कहते है । इस प्रकार का वल्कुट काचीत्वचा(hyloderm) कहलाता है ।
4. वल्कुट की भीतरी कोशिकाओं में दीर्घउत्तकीय कोशिकाओं के 4-6 स्तर होते हैं यह क्षेत्र यान्त्रिक दृढ़ता प्रदान करता है तथा इसे जलवाहोतक (hadrome) कहते हैं ।



चित्र 2.17.1 - स्फैगनम : अ. युग्मकोद्भिद् बन्धय व उर्वर शाखा सहित. ब. गेमेटोफोर शाखाओं के साथ. य. संपूर्ण पर्ण. र-ज. पत्ती का सतही स्वरूप ।

5. स्तम्भ का केन्द्रीय भाग मेड्यूला (medulla) कहलाता है तथा पतली भित्ति की दीर्घित कोशिकाओं का बना होता है तथा इनका कार्य भोजन संग्रहित करना होता हैं

जनन अंगों की संरचना (Structure of Reproductive Organ)

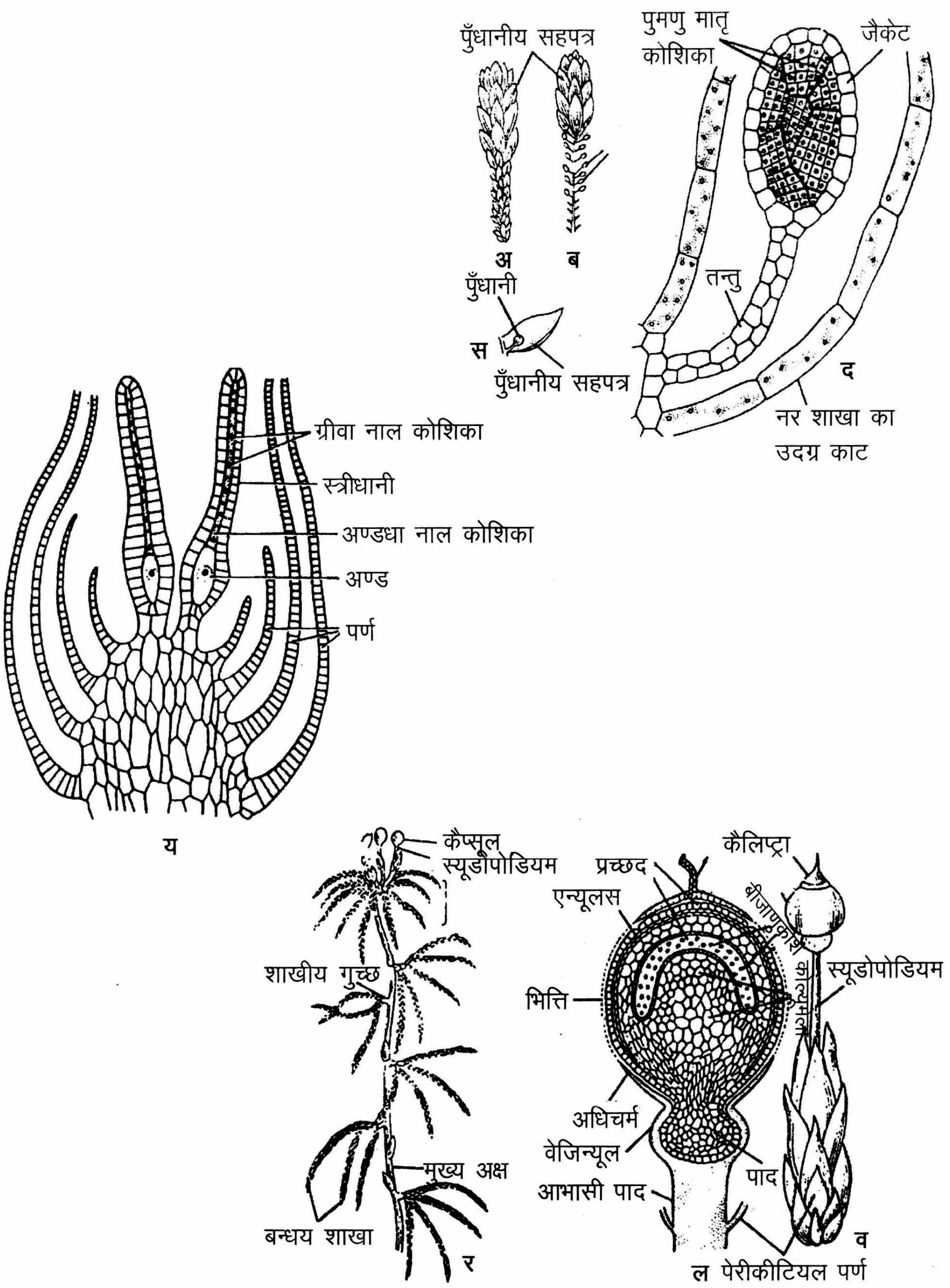
1. स्फैग्नम पादप एकलिंगाश्रयी (dioecious) अथवा उभयलिंगाश्रयी (monoecious) होते हैं।
2. दोनों प्रकार के जननांग क्रमश: पुंधानीय तथा स्त्रीधानी पृथक पृथक तथा स्वतंत्र शाखाओं पर विकसित होते हैं । यह शाखाएँ सामान्य शाखाओं की अपेक्षा छोटी तथा सघन पर्णिल होती है ।

पुंधानीय शाखा (Antheridial Branch)

1. पुंधानीय शाखा छोटी तर्कुरूपी तथा केटकिन सद्दश्य संरचना होती है ।
2. इनका निर्माण मुख्य अक्ष के शीर्ष के निकट अग्रभिसारी क्रम में विकसित होता है ।
3. प्रत्येक पुंधानी शाखा पर एक मुख्य अक्ष के चारों ओर सर्पिल क्रम में सहपत्र (bracts) लगे होते है ।
4. प्रत्येक सहपत्र के कक्ष में एक पुंधानी उपस्थित होती है तथा इनका विन्यास अग्राभिसारी क्रम में विन्यासित होती है जिसमें वयस्क पुंधानी शाखा के आधार की ओर तथा तरूण पुंधानियाँ शीर्ष की ओर स्थित होती है ।
5. परिपक्व पुंधानी संवृत, गोलाकार या अण्डाकार संरचना होती है ।
6. प्रत्येक वृंत लम्बा, संकरा, 2-4 अनुदैर्ध्य कोशिका पक्तियों का बना होता है ।
7. प्रत्येक पुंधानीकाय का जैकेट एकस्तरीय होता है जिसके अन्दर अनेक पूर्व पुमणु कोशिकाएँ (androcytes) ' स्थित होते है जो प्रत्येक कायान्तरण द्वारा एक पुमणु बनाते है ।

स्त्रीधानी शाखा (Archegonial Branch)

1. स्त्रीधानी शाखाओं का आकार पुंधानीय शाखा की तुलना में छोटी तथा कलिकानुमा होती है।
2. प्रत्येक स्त्री शाखा में एक मुख्य अक्ष के चारों ओर बड़ी पत्तियाँ, लगी रहती है जिसे पेरीकीटियल पर्ण कहते है । ये पर्ण शीर्ष पर उपस्थित स्त्रीधानियों समूह को चारों ओर से घेरे रहते हैं ।
3. स्त्रीधानियाँ सामान्यत: पाँच के समूह में पायी जाती है ।
4. प्रथम या प्राथमिक स्त्रीधानी का परिवर्धन शीर्षस्थ वृद्धि कोशिका से होता है तथा अन्य स्त्रीधानियों का परिवर्धन शीर्ष कोशिका से व्युत्पन्न कोशिकाओं द्वारा होता है ।
5. प्रत्येक परिपक्व स्त्रीधानी एक सवृंत संरचना होती है जिसमें एक चौड़ी अण्डधा (venter) तथा लम्बी व्यावर्तित (twisted) ग्रीवा होती है ।
6. प्रत्येक ग्रीवा का ऊपरी भाग एकस्तरीय तथा निचला अथवा आधारीय भाग 2-3 स्तरीय जैकेट से घिरा रहता है ।
7. एक परिपक्व स्त्रीधानी की ग्रीवा में 8-10 ग्रीवानाल कोशिकाएँ तथा अण्डधा में एक अण्डधा नाल कोशिका व अण्ड स्थित होता है । (चित्र 2.17.2)



चित्र 2.172 - स्फैगनम : अ-ब. पुँधानी शाखा,स. परिपक्व पुधाँनी, पुधाँनी सहपत्र के साथ, द. परिपक्व नर शाखा का उदग्र काट, य. स्त्रीशाखा का उदग्र काट, र. एक परिपक्व गेमेटोफोर शाखा कैप्सूल के साथ, ल. स्त्री शाखा परिपक्व बीजाणुद्भिद् के साथ, व. परिपक्व कैप्सूल का अनुदैर्ध्य काट

बीजाणुद्भिद् (Sporophyte)

1. पुमणु तथा अण्ड के निषेचन के पश्चात् बनने वाला बीजाणुजनक (Sporogonium) स्त्रीधानी शाखा के शीर्ष पर स्यूडोपोडियम (Pseudopodium) पर लगा रहता है ।
2. स्यूडोपोडियम का निर्माण स्त्री शाखा के शीर्ष के अतिवर्धन से बनता है ।
3. प्रत्येक बीजाणुजनक एक कन्दिल पाद (foot), छोटे संकीर्णित तथा अल्पविकसित सीटा (seta) तथा गोलाकार कैप्सूल (Capsul) में विभेदित होता है ।
4. पाद (foot) एक मृदुतकी संरचना है जो स्यूडोपोडियम के शीर्ष पर कप के समान युग्मकोद्भिद संरचना वेजिन्यूल (veginule) में स्थापित रहता है ।
5. सीटा छोटा तथा अल्पविकसित होता है तथा कैप्सूल व पाद के मध्य एक संकीर्णन के समान दिखाई देती है ।
6. कैप्सूल गोलाकार संरचना होती है । प्रत्येक कैप्सूल के शीर्ष पर ढ़क्कन के समान प्रच्छद (operculum) होता है जो वलयाकार खाँचे एन्यूलस (annulus) द्वारा कैप्सूलकाय से जुड़ा रहता है ।
7. प्रत्येक कैप्सूल की भित्ति 3-7 स्तरीय होती है जिसमें सबसे बाह्य स्तर अधिचर्म में विभेदित होता है जिस पर आद्य रन्ध्र (rudimentary stomata) उपस्थित होते हैं ।
8. प्रत्येक कैप्सूल के केन्द्रीय भाग पर गुम्बदाकार बन्ध्य कोशिकाओं का मृदूतकी कॉल्यूमेला (Columella) होता है । इस कोन्यूमेला का शीर्ष गुम्बदाकार आर्क के रूप में बीजाणुकोश द्वारा ढका रहता है ।
9. प्रत्येक बीजाणुकोश में अनेक बीजाणु उपस्थित होते है जिसमें इलेटर अनुपस्थित होता है।

वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण (Classification & Identification)

(i) जड़ अनुपस्थित, मूलाभास उपस्थित, संवहन ऊतक अनुपस्थित

- - - - - - प्रभाग - ब्रायोफाइटा

(ii) मूलाभास बहुकोशिक, शाखित व तिरछे पटों युक्त, इलेटर पूर्णत: अनुपस्थित प्रोटोनीमा उपस्थित

- - - - - - वर्ग - ब्रायोप्सिडा

(iii) प्रोटोनीमा थैलसनुमा चपटा, सीटा अल्पविकसित, स्थूडोपोडियम उपस्थित परिमुखदंत अनुपस्थित

- - - - - - - उपवर्ग - स्फैग्निडी

(iv) पत्ती में मध्यशिरा अनुपस्थित

- - - - - - - गण - स्फैगेनेजल

(v) बाँग मॉस, पीट मॉस सामान्यताम:

- - - - - - कुल - स्फैग्नेसी

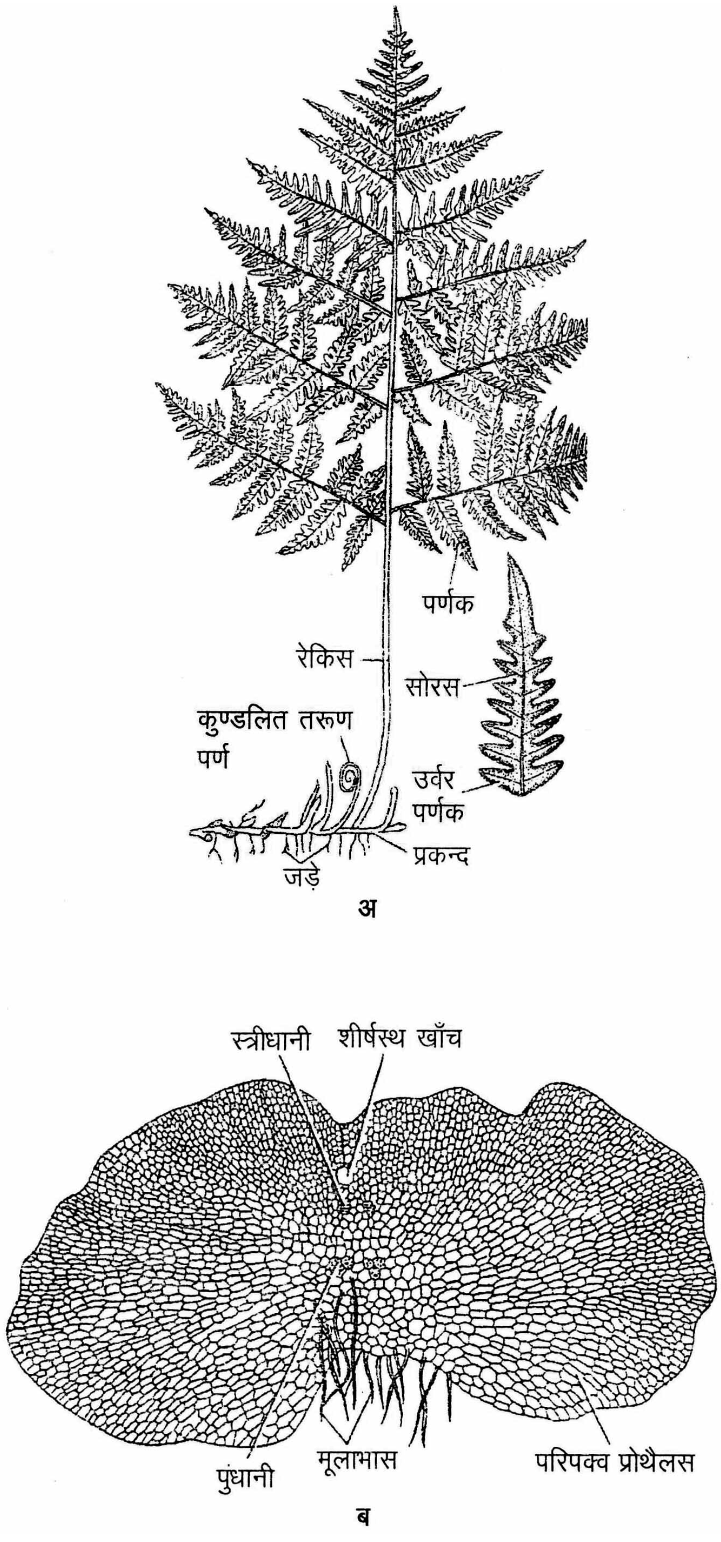
- - - - - - वंश - स्फैग्नम

2.9 टेरिडोफाइटा (Pteridophyta) :

1. इस वर्ग की संवहनी क्रिप्टोगेम्स (vasular cryptogams) कहा जाता है ।
2. इनके जीवन चक्र की प्रमुख प्रभावी पीढ़ी द्विगुणित, बीजाणुद्भिद होती है, जो मूल स्तम्भ तथा पर्णों में विभेदित होती है ।
3. जीवन चक्र की दूसरी पीढ़ी अगुणित, युग्मकोद्भिद होती है एवं सूकायक होती है । इसे प्राय: प्रोथेलस कहते हैं ।
4. दोनों ही पीढ़ियाँ स्वपोषी, एक दूसरे से स्वतन्त्र रूप से उगती है । इस प्रकार स्पष्ट पीढ़ी एकान्तरण पाया जाता है ।
5. बीजाणुद्भिद (मूल, स्तम्भ, पर्णों) में संवहन उत्तक, जाइलम तथा फ्लोएम सुविकसित होता है । युग्मकोद्भिद (प्रोथेलस) में जाइलम फ्लोएम का अभाव होता है ।
6. यह पादप नम, छायादार स्थानों पर उगते हैं ।
7. मूलें सत्य व अपस्थानिक होती हैं ।
8. स्तम्भ प्राय: भूमिगत राइजोम या ऊर्ध्व होता है ।
9. पर्णे सूक्ष्मपर्णो (Microphylls) अथवा दीर्घपर्णो (Megaphylls) के रूप में होती है ।
10. द्वितीयक वृद्धि का अभाव होता है । कुछ में द्वितीयक वृद्धि होती है जैसे बोट्रिकियम आइसोइटिस ।
11. जाइलम में वाहिकाओं (vessels) का अभाव होता है ।
12. फ्लोएम में सहकोशिकाओं (companion cells) का अभाव होता है ।
13. अलैंगिक जनन बीजाणुधानियों में निर्मित अगुणित बीजाणुओं द्वारा होता है । बीजाणुओं के अनुसार ये समबीजाणुक (Homosporous - फर्न) या विषमबीजाणुक (Heterosporous - मार्सिलिया) होते हैं ।
14. पुंधानियों तथा स्त्रीधानियों का रचनाक्रम ब्रायोफाइट्स के समान होता है ।
15. युग्मनज से भ्रुण का निर्माण होता है जिससे द्विगुणित पीढ़ी बनती है ।
16. जीवनचक्र डिप्लोबायोन्टिक प्रकार का होता है ।
17. बीजाणुधानियों का परिवर्धन लेप्टोस्पोरेन्जियेट तथा यूस्पोरेन्जिएट प्रकार का होता है ।

    उदाहरण - साइलोटम (साइलोप्सिडा) लाइकोपोडियम, सिलेजिनेला (लाइकोप्सिडा) इक्वीसीटम Horse tail - स्फीनोप्सिडा) टेरिडियम, मार्सिलिया, फर्न (टेरोप्सिडा)

    वाहिकाओंयुक्त टेरिडोफाइट - टेरिडियम सिलेजिनेला (चित्र 2181)



चित्र 2.18.1 - फर्न : अ टैरीडियम स्वभाव तथा बाह्य आकार,
ब. युग्मकौद्भिद् - प्रोथैलस - अधर दृश्य

2.9.1 टैरीडियम (Pteridium aqualinum)

टेरिडोफाइटा

लेप्टोस्पोरेन्जियोप्सिडा

फिलिकेल्स

पोलीपोडिपेसी

टेरिडियम

आवास तथा स्वभाव (Occurrence)

- टेरीडियम की एक जाति पाई जाती हैं ।
- ये सामान्यत: पहाड़ी नम स्थानों में मिलती हैं किन्तु इन्हें मैदानों में भी गमलों, ग्रीन हाऊस आदि में बहुतायत से उगायी जाती हैं ।
- इस प्रकार, ये कम नम तथा अपेक्षाकृत धूप वाले स्थानों में भी भली-भांति उगता है ।
- फर्न प्राय: विश्वजनीन (cosmopolitan) पौधे हैं ।

बाह्य संरचना (External Morphology)

- शाकीय पौधें हैं जो वर्षानुवर्षी (Perennial) होते हैं ।
- पौधें का वर्षानुवर्षी भाग भूमिगत तना होता हैं जो भूमि के समान्तर बढ़ता है, अत: प्रकन्द (Rhizom) कहलाती है ।
- पत्तियाँ इन्हीं प्रकन्दों (Rhizome) से निकलती हैं जो पौधें के आकर्षक अंग है ।
- ध्यान रहें, फर्न का पौधा बीजाणुउद्भिद (Sporophyte) है और पूर्ण रूप से जड़ तथा तना पत्तियों में भिन्नित है ।

जड़ (Root)

- प्राथमिक जड़ बीजाणुउद्भिद के परिवर्द्धन के समय में किन्तु शीघ्र ही नष्ट हो जाती है ।
- इसके स्थान पर सम्पूर्ण स्तम्भ से जो राइजोम के रूप में होता है, अनेक अपस्थानिक (Adventitious) जड़ें निकलती हैं ।
- इनके तने से निकलने का क्रम भिन्न-भिन्न होता है जैसे टेरीडियम (Pteridium) में अनियमित किन्तु ड्रायोप्टेरिस में प्राय: पत्तियों के निकलने के स्थान के नीचे से निकलती हैं।
- जड़ों की संख्या काफी अधिक होने के कारण ये उलझी हुई दिखाई देती है ।
- जड़ें सामान्यत: अशाखित (Unbranched) होती है ।

तना (प्रकन्द Rhizome)

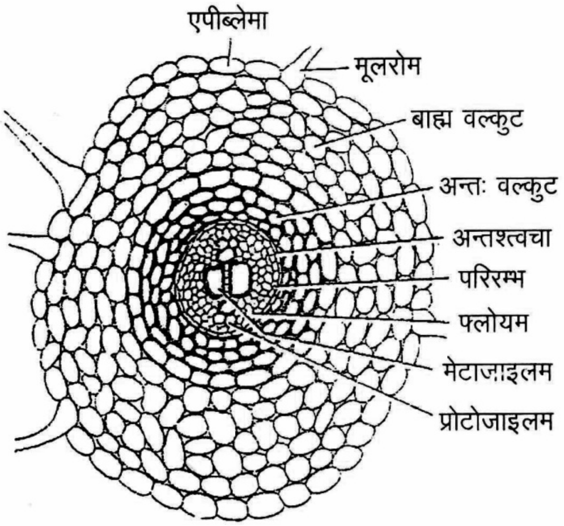
- फर्न के पौधों में स्तम्भ प्राय: प्रकन्द (Rhizome) होता है ।
- इन पर पुरानी पत्तियों के पर्णाधार लगे रह जाते हैं ।
- निचली सतह पर अपस्थानिक जड़ें निकली हैं ।
- ड्रायोप्टेरिस में प्रकन्द (Rhizome) छोटा, मजबूत तथा शाखित (branched) होता है ।
- सामान्यत: यह एक फुट तक लम्बा हो जाता है ।

- भूमि में यह तिरछा बढ़ता है तथा वृद्धि-बिंदु (Growth region) के साथ भूमि के कुछ ऊपर भी निकल जाता हैं ।
- प्रारम्भ में प्रकन्द, सूखे भूरे शल्कों (Scale) से ढका रहता है ।
- इन शल्कों को तनुशल्क (Ramenta) कहते है । कलिकायों (buds) जो नये पौधें बनाती है प्रकन्द या इस पर लगे पर्णाधरों (Leaf base) पर निकल आती है ।

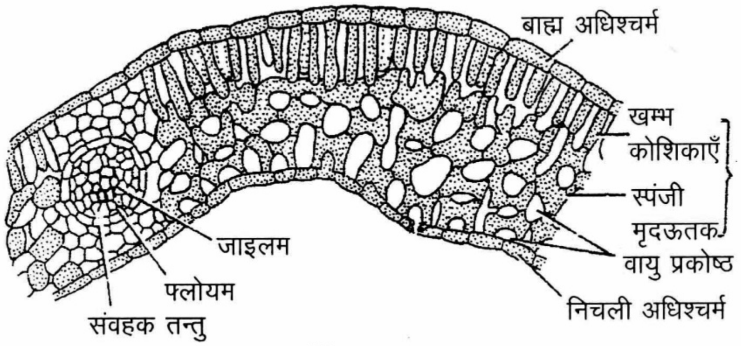
पत्ती (leaf)

- फर्नों में पत्तियां प्राय: पिच्छाकार संयुक्त (Pinnately Compound) होती है ।
- यद्यपि साधारण पर्णो (Simple leaf) से लेकर हस्ताकार (Palmate) पत्तियाँ भी विभिन्न फर्नों में मिलती है पत्तियाँ पर्णाभ-पर्ण (Frond) कहलाती है ।
- प्रारूपित रूप से कुण्डलित किसलयवलन (Circinate) में निकलती है ।
- इसी कारण एक तरूण पत्ती के सिरे को देखने पर वह घड़ी की स्प्रिंग की तरह कुण्डलित मिलेगा ।
- तरूण अवस्था में प्रत्येक पत्ती तनु शल्कों (Ramenta) से ढ़की रहती है बाद में तनुशल्ककेवल पर्णवृन्त (petiole) रैचिस (Rachis) तथा मुख्य शिराओं पर ही रह जाती है ।
- पत्ती एक पिच्छाकार संयुक्त पत्ती(unipinnate compound) है ।
- प्रत्येक पर्णक (Pinna) फिर काफी गहराई तक कटा हुआ होता हैं स्पष्ट द्वितीयक पर्णक (Ptnnules) बन जाते है ।
- सामान्य रूप से देखने पर यह द्विपिच्छाकार (bipinnate) संयुक्त दिखाई देते हैं ।
- पत्ती की लम्बाई एक मीटर तक हो सकती है ।
- पत्ती सवृन्त होती है इसके वृन्त तथा रैकिस पर छिछली प्रसीता (groove) होती है जो पत्ती पर गिरे जल को आधार तक पहुंचने में मदद करती है ।
- अन्य फनों, की तरह पत्तियों पर यहां भी तनुशल्क (Rementa) पाये जाते हैं ।
- फर्न की पत्ती में शिरा विन्यास की एक विशेषता शिराओं (Venation) को अग्रभाजित (furcatae) कहा जाता है । (चित्र 2.18.2)

अ



ब



स

चित्र 2.18.2 - अ टेरिडियम पर्ण का हिस्सा मकरन्द कोष के साथ, ब. फर्न की जड़ का अनुप्रस्थ काट. स पिच्छक का अनुप्रस्थ काट

आंतरिक संरचना (Anatomy)

मूल (Root)

- जड़ अनुप्रस्थ काट (T.S.) में द्विबीजपत्री (Dicot) पौधों की जड़ों से मिलती-जुलती होती है।
- सबसे बाहरी, एक कोशिका मोटर (Uicellular thick) स्तर मूलीय त्वचा (Epiblema) या रोमधर स्तर कहलाता है
- इसकी कोशिकायें बाहर की ओर लम्बी होकर एक कोशिकीय रोम (hairs) बनाती है ।
- मूलीय त्वचा के अन्दर काफी चौड़ी पर्त (कई कोशिका मोटी) कॉर्टेक्स (Cortex) है जो द्विबीजपत्री जड़ों की अपेक्षा दो भागों में बंटा रहता है ।
- बाहरी पर्ते मृदुतकी (Parenchymatous) तथा भीतरी कुछ पर्ते दृढ़ोतकी (Sclerenchymatous) कोशिकाओं से बनी होती है ।
- कॉर्टेक्स के अन्दर, काट के केन्द्र में रम्भ या स्टील (Stele) होती है ।
- रम्भ का बाहरी स्तर अन्तस्त्वचा (endodermis) कहलाता है जो एक कोशिका मोटा होता है तथा इसकी कोशिकायें ढोलकाकार होती है ।
- इनमें केस्पेरियन पट्टियां (Casparian strips) होती है ।
- अन्तस्त्वचा के अन्दर एक कोशिका मोटी मृदुतक (Parenchyma) की परिरम्भ (Pericycle) की पर्त होती है ।
- रम्भ द्विआदिदारूक (diarch) होता है ।

प्रकन्द (Rhizome)

भूमिगत तना (Rhizome) होता है जिसकी आन्तरिक संरचना निम्न प्रकार है -
टेरिडीयम के प्रकन्द में दो भाग स्पष्ट होते हैं ।

(1) भरण ऊतक (Ground Tissue) तथा (2) रम्भ (Stele)

- भरण ऊतक दो भागों में बँटी होती हैं जबकि रम्भ आयु के अनुसार भिन्न-भिन्न हो सकते हैं ।
- साधरणतया यह डिक्टीयो स्टील (Dictyostele) होते हैं ।
- भरण ऊतक के बाहर एक स्तर बाह्य अधिचर्म (Epidermis) होती है ।
- इसके नीचे दृढ़ ऊतक(Sclerenchyma)की अधःस्चर्म (Hypodermis) होती है । अन्दर का मृदुतकीय (Parenchymatous) भाग भरण ऊतक होता है ।
- भरण ऊतक में रम्भ स्थित होते हैं । रम्भ डिक्टीयोंस्टील (Dictyostele) होती है ।
- रम्भ के घेरों के मध्य भी दृढ़ ऊतक (Sclerenchyma) की पट्टियां स्थिरा होती है ।
- प्रत्येक मेरीस्टील गोलाकार या अण्डाकार होता है । आयताकार, लम्बी या अन्य प्रकार की भी हो सकती हैं ।
- मेरीस्टील के बाहर ऐन्डोडमिस बनती है । इसके अन्दर एक कोशिका मोटी मृदुतक (Parenchymatous) परिरम्भ(Pericycle) होती है ।

- मेरीस्टील का केन्द्र मध्यादिदाक (Mesarch) दारूक (Xylem) से बनता है ।
- इसको घेरे हुये फ्लोयम (Phloem) परिरम्भ के अन्दर बन्द रहता है जिसका आद्विफ्लोएम (Protophloem) परिरम्भ के ही सम्पर्क में रहता है ।
- इस प्रकार प्रत्येक मेरीस्टील संकेन्द्री (Concentric), दारूकेन्द्री (amphicribral) तथा मध्यादिदारूक (Mesarch) होता है ।
- ध्यान रखिये, फर्न में, जाइल में वाहिकायें (Vessels) तथा फ्लोयम में सहकोशिकायें (Companion Cells) नहीं होती है ।
- फिर भी, कुछ वाहिनिकाओं के बीच की भित्ति के गल जाने के कारण साधारण प्रकार की वाहिकायें बन जाती हैं ।
- जाइलम और फ्लोएम को अलग कराता हुआ मृदुतक (Parenchyma) प्रत्येक मेरीस्टील में पाया जाता है, यह संयोजी ऊतक (Conjective tissue) हैं । (चित्र 2.18.3)

जनन (Reproduction)

फर्नों में जनन सामान्यतया दो प्रकार का होता है -

(1) कायिक जनन (Vegetative) तथा

(2) लैंगिक जनन (Sexual) ।

(1) कायिक जनन (Vegetative Reproduction)

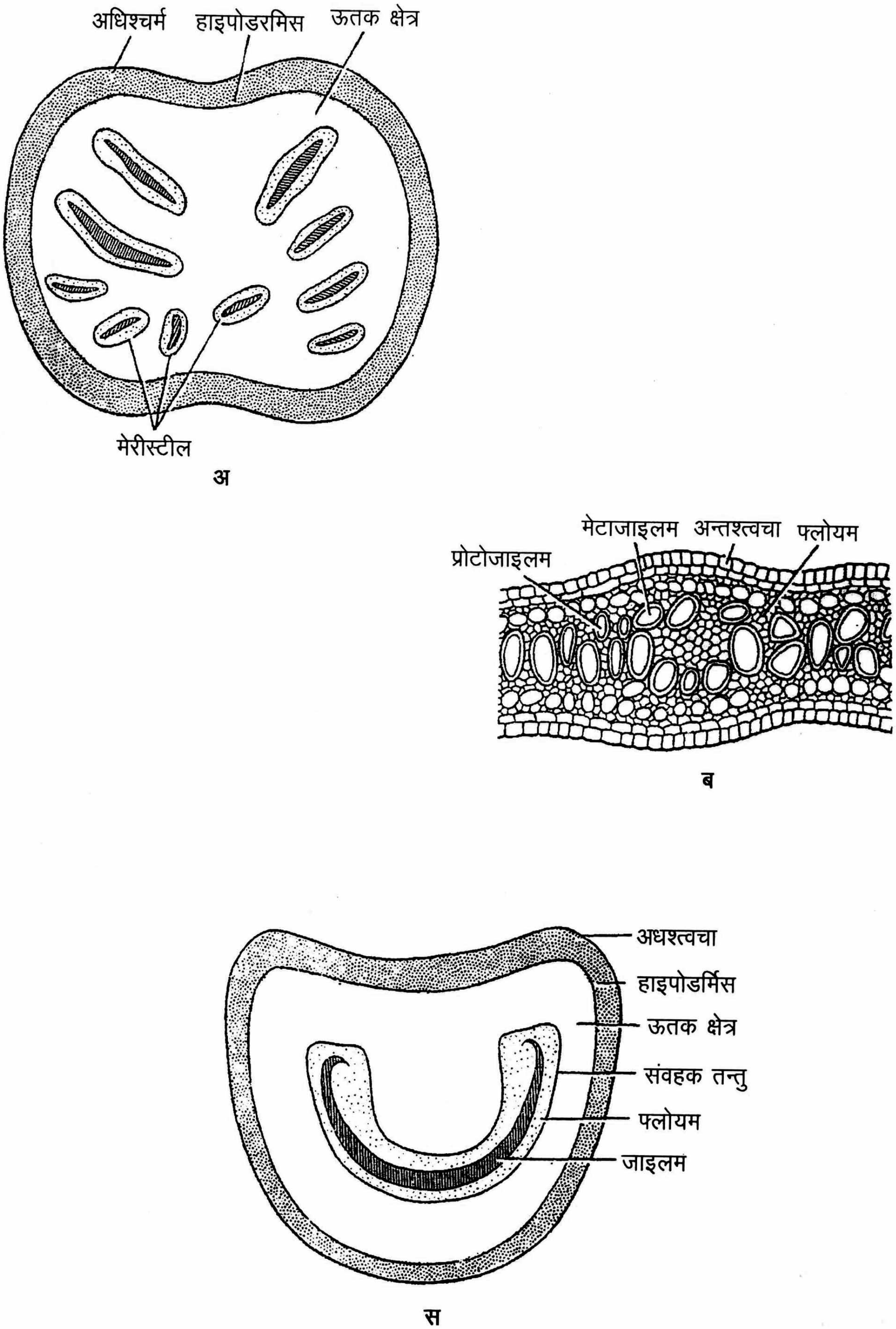
कायिक प्रवर्धन भूमिगत प्रकन्दों (Rhizome) के द्वारा होता है । इस प्रकार के जनन में प्रकन्दों की शाखायें अलग हो जाती हैं और नवीन पौधों की तरह जीवनयापन करती है । परिपक्व प्रकन्दों के पर्णाधरों पर अनेक पार्श्व, अपस्थानिक कलिकायें निकल आती है । ये कलिकायें ही बढ़कर नवीन शाखायें और फिर नवीन पौधों का निर्माण करती है । शाखाओं का विलगन प्राय: पुराने प्रकन्द के अपक्षय (Abnormal arrangment) के कारण होता है ।

- कायिक प्रजनन के कारण ही फर्न साधन रूप (Gregarious) में उगते हैं ।

(2) लैंगिक जनन (Sexual Reproduction)

फर्न के मुख्य पौधे बीजाणुजनक (Sporophyte) होते हैं ।

- अत: ये अगुणित बीजाणु (X) उत्पन्न करते है जो अंकुरित होकर एक स्वतन्त्र जीवी (Independent) युग्मकोद्भिद (Gametophyte) को जन्म देते हैं । इस प्रकार यह क्रिया अलैंगिक (Asexual) जनन (Reproduction) हैं ।



चित्र 2.18.3 - अ टेरिडियम प्रकन्द का अनुप्रस्थ काट. ब. चित्र निरूपण, स. टेरिडियम रेकिस का अनुप्रस्थ काट

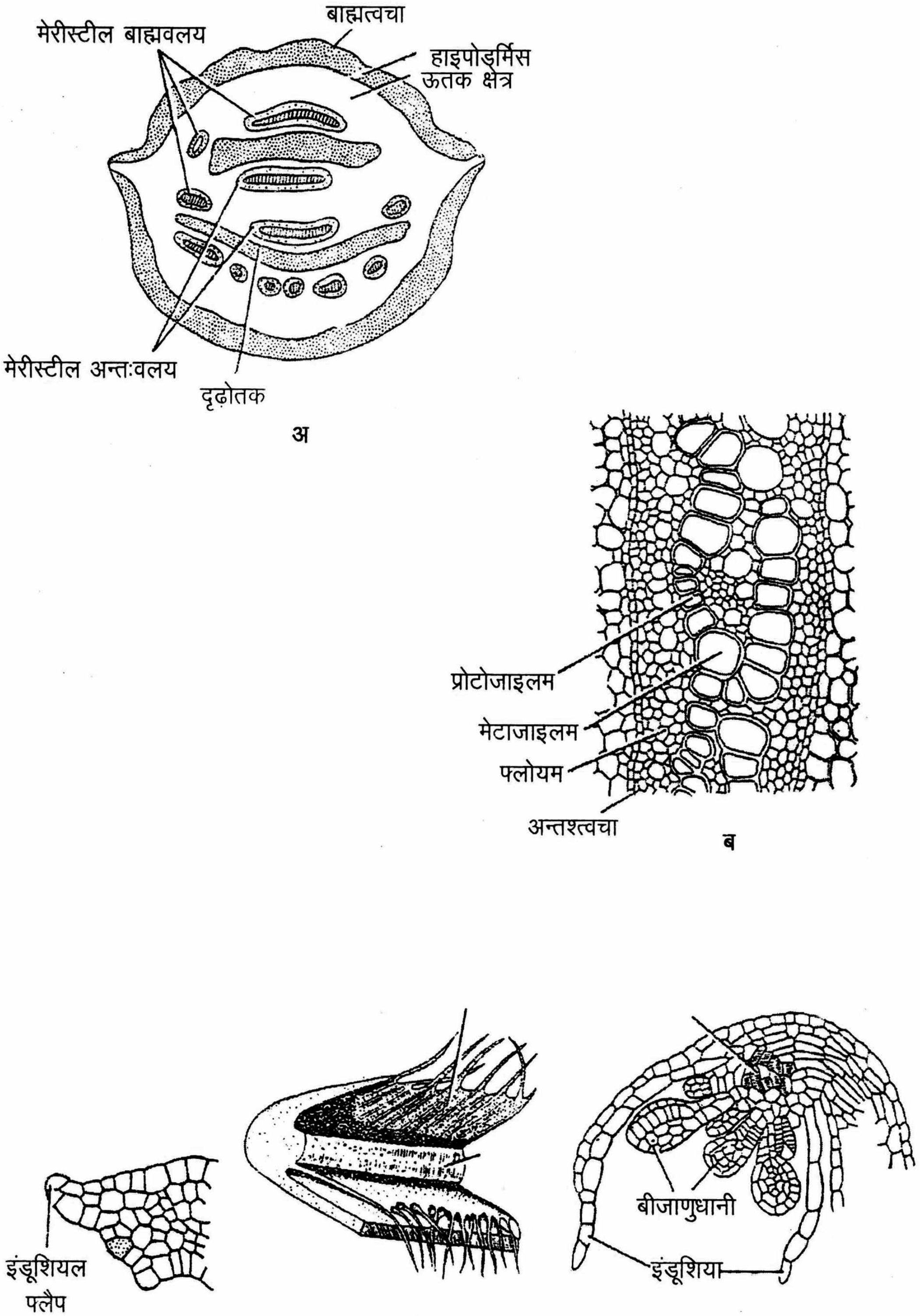
- युग्मकोद्भिद से युग्मों का निर्माण युग्मधानियों (Gametangia) में मांस के पौधों की तरह होता है ।
- नर और मादा युग्मक मिलकर निषिक्ताण्ड (Zygote) का निर्माण करते हैं जो द्विगुणित बीजाणुद्भिद बनाता है ।
- इस प्रकार के जीवन चक्र (Life cycle) में दोनों पीढ़ियां स्पष्ट रूप से निद्धपित होती है । अत: यहां पीढ़ियों का एकान्तर (alternation of generation) अत्यधिक स्पष्ट होता है ।
- बीजाणु, बीजाणुधानियों के अन्दर बनते है जो स्वयं समूहों में कुछ पत्तियों के निचले तल पर बनती है । (चित्र 2.18.4)

बीजाणुपर्ण एवं बीजाणुधानीपुंज (Sporophyll and Sori)

- एक परिपक्व पौधे की कुछ पत्तियों पर बीजाणुधानियां (Sporangia) बनाती हैं ।
- सामान्य पत्तियों (Fronds) या पोषपर्ण (Trephephylls) की अपेक्षा इन पत्तियों को बीजाणुपर्ण (Sporophyll) कहा जाता है ।
- प्रत्येक बीजाणुपर्ण सामान्य रूप से पोषपर्ण की तरह ही दिखाई देती है । इसके अपक्षय या निचले तल पर बीजाणुधानियाँ (Sporangia) समूहों में लगी रहती है ।
- प्रत्येक समूह को बीजाणुधानिपुंज या सोरस (Sorus) कहा जाता है ।
- बीजाणुपर्ण के प्रत्येक पर्णक (Pinna) पर अनेक, ऐसे बीजाणुधानिपुंज (Sori) होते हैं । इनकी व्यवस्था फर्न की अन्य जातियों में भिन्न-भिन्न होती हैं । कुछ में ये सीमान्त (Marginal) तथा अन्य में केन्द्रीय (Central) हो सकती है ।
- तट से पर्णक की मध्य शिरा (Mid rib) तक इनकी दूरी भी भिन्न-भिन्न हो सकती है ।
- प्रत्येक सोरस एक या अधिक सत्य (True) या असत्य (False) आच्छद से ढ़का रहता है। इसको सोरस छदां (Indusia) कहा जाता है ।
- उस ऊतक को जिस पर सभी बीजाणुधानियाँ तथा सोरस के अन्य सभी अंग विकसित होते है, बीजाण्डासन (Placenta) कहते हैं ।
- टेरिडियम में सीनोसोरस (Coenosorus) होता है ।

बीजाणुधानी की संरचना (Structure of Sporangium)

- एक सोरस में अनेक बीजाणुधानियाँ होता है । प्रत्येक बीजाणुधानी (Sporangium) का निर्माण बीजाण्डासन (Placenta) पर किसी बाहृय स्तर कोशिका से होता है ।
- बीजाणुधानी एक सवृन्त संरचना है जिसका मुख्य काय उभयोत्तल लेन्स (biconvex) की तरह होता है । यह भाग सम्पुटिका या केप्स्यूल (Capsule) कहलाता है ।
- इसकी संरचना एक कोशिका मोटी भित्ति से होती है । जिसकी प्रत्येक कोशिका पतली भित्ति वाली किन्तु तट (Margin) की एक कोशिका लम्बी कतार विशेष प्रकार से स्थूलित भित्ति वाली होती है । इस पंक्ति को वलय या एन्यूलस (Annulus) कहा जाता है ।



चित्र 2.17.4- अ। फर्न (टेरीडियम) राइजोम की अनुप्रस्थ काट - आवर्धित कोशिकीय संरचना, ब. पर्ण का अनुप्रस्थ काट. स-य. टेरिडियम बीजाणुधानी पूंज की स्थिति

- वलय, वृन्त के एक ओर से प्रारम्भ होता है और पूरे तट पर धूर की दूसरी ओर बीच से समाप्त हो जाता है । इस स्थान से आगे की कोशिकायें अधिक चौड़ी, पतली भित्ति वाली तथा कैप्सुल अर्द्धव्यास के साथ लम्बी (Long) होती है । यह भाग मुख या स्टोमियम (Stomium) कहलाता है ।
- वलय (Annulus) की कोशिकायें अपनी बाहरी भित्ति को छोड़कर सभी भित्तियों पर स्थूलित होती है ।
- प्रत्येक कैप्सुल के अन्दर द्विगुणित जनन कोशिकायें होती है । ये बीजाणु मात्र कोशिकायें (Sporemother Cells) है ।
- साधारणत: इनकी संख्या 16 होती है ।
- बाद में इनमें से प्रत्येक में अर्द्धसूत्री विभाजन (Meiosis) होने के कारण बीजाणुओं की संख्या 64 होती है ।
- इस प्रकार बनी अगुणित (Haploid) नई कोशिकायें ही बीजाणुओं के रूप में रूपान्तरित होती है ।

बीजाणुधानी का स्फुटन (Dehiscence of Sporangium)

- वातावरण के शुष्क होने पर सोससछद (Indusium) सूख जाते हैं और बीजाणुधानियां वातावरण के सीधे सम्पर्क में आ जाती है ।
- बीजाणुधानी का स्फुटन (Dehiscence) एक विशेष ढंग से होता है ।
- इस कार्य में मुख (Stomium) वलय (Annulus) तथा बाहरी शुद्व वातावरण मदद करता है ।
- वलय कोशिकाओं की भित्तियों के विशेष प्रकार से स्थूलित होने तथा इसमें शुष्क वातावरण के कारण सिकुड़ने की क्रिया भिन्न-भिन्न होती है ।
- विशेषकर बाहरी भित्ति, जो भीतर उपस्थित जीवद्रव्य के साथ कोशिका के अन्दर खींच जाती हे । ऐसा अरीय भित्तियों के सिकुड़कर दब जाने के कारण होता है ।
- वलय (Annulus) की सभी कोशिकाओं की बाह्य भित्तियों के इस प्रकार अन्दर दब जाने के कारण पूरी वलय पीछे की ओर लगती है ।
- इस खिंचाव के कारण बीजाणुधानी मुख (Stomium) पर से स्फुटित होती है ।

बीजाणु की संरचना तथा अंकुरण (Spore and Germination)

- फर्न के बीजाणु (Spore) छोटे-छोटे (0.03 से 0.05mm) है । प्रत्येक बीजाणु में आवश्यक आवरण बाहरी मोटा तथा क्यूटीनाइज्ड (Cutinized) बाह्य कवच (Exine) होता है, किन्तु भीतरी कोमल तथा पतला अन्तःकवच (Intine) होता है ।
- जीवद्रव्य में एक बड़ा तथा स्पष्ट केन्द्रक होता है ।
- बीजाणु में काफी भोजन एकत्रित होता है ।
- कभी-कभी बाह्य कवच के बाहर एक तीसरा स्तर भी पाया जाता है इसे बाह्यचोल (Epispore) कहते है ।

- बीजाणु (Spore) युग्मकोद्भिद (Gametophyte) की प्रथम कोशिका है यह अगुणित (Haploid) होता है ।
- इसके अंकुरण से प्राप्त एक विशेष पीढ़ी को प्रोथेलस (Prothallus) कहते हैं ।
- एक बीजाणु उचित वातावरण मिलने पर अंकुरित होता है ।

फर्न प्रोथेलस (Fern Prothallus)

फर्न का युग्मकोद्भिद (Gametophyte) प्रोथेलस कहलाता है । यह हरे रंग की पतली, चपटी, हृदयाकार (Heart Shape) तथा श्यान (Prostrate) संरचना है अर्थात् यह भूमि पर लेटी हुई (Dorsiventrally flattend) अवस्था में बढ़ता है ।

- इसके अग्रस्थ, चौड़े भाग में एक गर्त (Notch) तथा गर्त में दोनों ओर की पालियां एक-दूसरे को ढकने वाली होती है ।
- अत्याधिक महत्व की बात यह है कि फर्न का युग्मोद्भिद्, फर्न प्रोथेलस एक स्वपोषी (Autotrophic) पर्ण स्वतन्त्र पौधे की तरह जीवनयापन करता है ।
- प्रारम्भ में (Young prothallus) प्रोथेलस केवल एक कोशिका मोटा होता है किन्तु बाद में मोटाई बढ़ने लगती है, विशेषकर मध्यस्थ भाग में काफी (कई कोशिका) मोटा हो जाता है ।
- पश्च भाग में अग्रस्थ गर्त (Apicl Notch) तक इस प्रकार, एक गद्यी (Cushion) बन जाती है जो पार्श्व भागों की ओर क्रमश: पतली होती जाती है ।
- तटों (Margine) पर प्रोथेलस केवल एक कोशिका मोटा ही रह जाती है ।
- इस मध्यस्थ गद्यी (Cushion) पर गर्त (Notch) के आस-पास कई स्त्रीधानियाँ (Archegonia) तथा पश्च भाग में कई पुंधानियां (Antheridia) विकसित होती है ।
- पश्च भाग में ही मुलाभास (Rhizoids) होते हैं जो भूमि में जमकर जल, खनिज लवण इत्यादि अवशोषित करते है ।
- मूलाभास (Rhizoids) यहां, एककोशिकीय (Unicellular) होते हैं ।
- फर्नों में प्रोथेलस (Prothallus) या युग्मकोद्भिद (Gametophyte) उभयलिंगाश्रयी (Monoecious) होते है अर्थात् नर और मादा (Male and Female) जननांग एक ही युग्मकोद्भिद पर होते हैं ।
- प्रोथेलस की प्रत्येक कोशिका अगुणित (Haploid) है ।
- अत: ये सीधे ही जननांग (Reproductive Organs) तथा युग्मक (Gametes) बनाने में समर्थ है ।

पुंधानी की संरचना (Structure of Antheridium)

- पुंधानी (Antheridium), नर जननांग (Male Sex Organ) है ।
- इसका परिवर्द्धन प्रोथेलस के पश्च-आधार क्षेत्र (Posterior Ventral Region) में बाह्य स्तर (Superficialy) की किसी भी सामान्य वर्धी कोशिका (Vegetative Cell) से होता है ।
- पूर्ण परिवर्धित पुंधानी एक गोल संरचना होती है ।

- इसकी भित्ति (Wall)s मोटाई में केवल एक कोशिका होती है ।
- यह केवल तीन कोशिकाओं - एक निचली, प्रथम रिंग कोशिका (First Ring Cell), मध्य की द्वितीय रिंग कोशिका (Second Ring Cell) तथा दूरस्थ स्थित ढक्कन कोशिका (Cep Cell) से बनी होती है ।
- रिंग कोशिकाओं के अन्दर ही प्राथमिक पुंजनक कोशिका (Primary Androgonial Cell) से घिरी रहती है ।
- बाद में प्राथमिक पुंजनक कोशिका में कई विभाजनों के फलस्वरूप अनेक पुंजनक कोशिकायें (Androgonial Cells) बन जाती है ।
- अंतिम रूप में एक पुंधानी में एन्ड्रोसाइट्स की संख्या 20-50 होती है । परिपक्व अवस्था में भी पुमणु इनके अंदर ही रहते हैं ।
- परिपक्व पुंधानी प्रोथेलस के तल से बाहर उभरी रहती है । यह उस समय खुलती है जब जल के सम्पर्क में आती है ।
- जल अवशोषित करके रिंग कोशिकायें फूलकर अन्दर की कोशिकाओं पर दबाव डालती है ।
- उधर एन्ड्रोसाइटस भी जल अवशोषित करके फूलने लगते हैं ।
- इन सबसे सिरे पर ढ़ापन कोशिका उखड़ कर खुल जाती है और पुमणु जिसके चारों ओर शेष जीवद्रव्य एक पतली पर्त के रूप में होता है बाहर आ जाते हैं।

स्त्रीधानी की संरचना (Structure of Archegonium)

- स्त्रीधानी (Archegonium) मादा जननांग (Female Sex Organ) है ।
- इसका परिवर्द्धन भी पुंधानी की तरह, प्रोथेलस की किसी बाह्य स्तरीय वर्धी कोशिका (Somatic Cell) से होता है ।
- एक पूर्ण परिवर्धित (Mature) स्त्रीधानी (Archegonium) एक फ्लास्क (Flask) की तरह, तिरछी गर्दने, चार उर्ध्व पंक्तियों में लगी कोशिकाओं से बनती है ।
- अण्डधा (Venter) का अपना कोई स्तर (Jacet) नहीं होता वरन् यह प्रोथेलस में ही धंसा रहता है ।
- स्त्रीधानी के भीतर तीन प्रमुख कोशिकायें होती है -

(1) ग्रीवा (Neck) के भाग में एक द्विकेन्द्रीय (Binucleate) कोशिका ग्रीवा नाल कोशिका (NCC)

(2) मध्य में एक छोटी अण्डधा नाल कोशिका (VCC) तथा

(3) सबसे भीतर फूले हुये भाग में एक अण्ड (Egg) ।

- परिपक्वन (Manturity) के बाद स्त्रीधानी के सिरे पर स्थित कोशिकाओं के नष्ट हो जाने से इसका मुंह खुल जाता है ।
- इस समय ग्रीवा तथा अण्डधा नाल कोशिकायें गलकर श्लेष्मक (mucilage) बना लेती है ।
- यह श्लेष्मक पूरे नाल में भरा रहता है तथा कुछ मात्रा में नुख से बाहर भी निकलने लगता है ।

निषेचन (Fertilization)

- स्त्रीधानी से निकलने वाले श्लेष्मक (Mucilage) में मैलिक अम्ल होता है ।
- इसके कारण रसायन अनुचति (Chemotectic) पुमणु आकर्षित होकर ग्रीवा तथा अण्डधा में प्रवेश कर जाते हैं ।
- अन्त में एक पुमणु अण्ड से मिलकर युग्मनज (Zygote) बनाता है ।

भ्रुण (Embryo)

- युग्मनज में लगातार सूत्री विभाजन (Mitosis) के कारण भ्रुण का निर्माण होता है ।
- फर्न में सत्य भ्रुण (true embryo) बनता है । यह निम्न भागों का बना होता है ।
  (1) Foot (पाद) - जो स्त्रीधानी की अण्डधा में स्थित होता है और भोजन प्राप्त करता है।
  (2) Cotylenon) (बीजपत्र) - यह प्रथम पत्ती का निर्माण करता है ।
  (3) Stem tip (स्तम्भ शीर्ष) - यह भूमिगत प्रकन्द (Rhizome) का निर्माण करता है ।
  (4) Root (मूल) - यह प्रारम्भिक मूल (Tap root) का निर्माण करती है जो जल्दी ही समाप्त हो जाती है और द्वितीयक मूल (Adventitious root) का निर्माण होता है ।

पीढ़ी एकान्तरण (Alternation of Generation)

- टेरीडियम में सत्य पीढ़ी एकान्तरण होता है ।
- जीवन चक्र Heteromorphic diplohaplobiontic प्रकार का होता है ।

2.10 जिम्नोस्पर्म (नग्नबीजी पादप) :

(1) इस वर्ग को फलहीन बीजीय पादप (Fruit Seed Plants) कहते है ।

(2) बीज या बीजाण्ड नग्न होते है अर्थात् ढके हुये नहीं होते हैं ।

(3) छोटा वर्ग जिसमें 730 जातियाँ पाई जाती है । सभी जातियाँ वृक्ष, झाड़ी या कठलतायें होती है । शाकीय पादपों का पूर्णत: अभाव होता है ।

(4) अधिकतर सदस्य मरूद्भिद होते हैं । जलीय जातियाँ पूर्णत: अनुपस्थित होती है ।

(5) ये धीरे-धीरे वृद्धि करने वाले पादप हैं जिनमें पर्ण सरल अथवा संयुक्त होती है ।

(6) जाइलम में वाहिकाओं तथा फ्लोएम में सहकोशिकाओ का अभाव होता है (इफीड्रा तथा नीट्म में वेसल्स होती है) वाहिकाओं में केवल परिवेशित गर्ते (Borderd pits) पायी जाती है ।

(7) पादप एक लिंगाश्रयी होते हैं, नर तथा मादा पादप क्रमश: नर तथा मादा शंकु धारण करते हैं ।

(8) बीजाण्ड नग्न तथा तीन बीजाण्डवरणों युक्त होता है ।

(9) दोहरा निषेचन तथा त्रिसंलयन अनुपस्थित होता है ।

(10) भ्रुणपोष अगुणित तथा निषेचन पूर्व बन जाता है ।

(11) फलों का निर्माण नहीं होता है, बहुभ्रूणिता सामान्य रूप से पाई जाती है ।

(12) स्त्री जननांग स्त्रीधानी के रूप में होता है, परागण वायु द्वारा होता है तथा परागकण सीधे बीजाण्ड पर गिरते हैं ।

(13) द्वितीय वृद्धि अल्पकालिक एधा द्वारा होती है ।

(14) इस वर्ग के पादपों की फोसिल्स बहुतायत से पाये जाते हैं ।

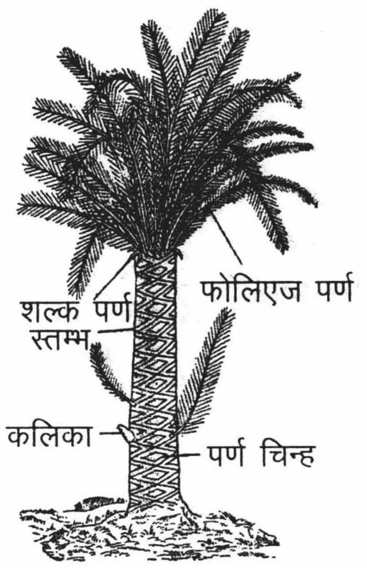
उदाहरण - साइकस (साइकेडेसी), पाइनस (कोनीफेरेसी), एफिड्रा (एफिड्रेसी)

- सिकोया जाइजेन्टिया (425 Feet) विश्व का सबसे लम्बा वृक्ष है ।
- साइकस की जातियों से सानूदाना बनाया जाता है ।
- **पाइनस जिरार्डियाना** चिलगोजा है ।
- साइकस को जीवित जीवाश्म कहते हैं तथा इनके बीजाण्ड पादप जगत में सर्वाधिक बड़े है।
- जिम्नोस्पर्म के अन्य उदाहरण - चीड़ (पाइनस), देवदार (सीडरस), मोरपंखी (थूजा) तथा एफिड्रा है ।

  राजस्थान में पाये जाने वाला एकमात्र जंगली जिम्नोस्पर्म एफिड्रा **फोलियेटा** है ।

2.10.1 साइकस (Cycas)

- साइकस को जीवित जीवाश्म कहते हैं ।



चित्र 2.19.1 - साइकस पादप

- साइकस पादप दो भागों में बंटा रहता है - वायवीय तथा भूमिगत भाग ।
- वायवीय भाग में अशाखित स्तम्भ मिलता है, स्तम्भ अपाती पर्णाधारों (Persistant leaf bases) द्वारा ढका रहता है । युवावस्था में तना कंदिल होता है ।
- तने के शीर्ष भाग पर पत्तियों का समूह उपस्थित रहता है जो एक मुकुट जैसा प्रतीत होता है अत: शीर्ष भाग पर उपस्थित पत्तियाँ मुकुट बनाती है ।
- युवावस्था में पत्तियाँ कुण्डलित किसलय (Circinate vernation) प्रदर्शित करती हैं, ये पत्तियाँ तनु रोम (ramenta) से भी ढकी रहती है ।
- साइकस में दो प्रकार की पत्तियाँ पायी जाती है - सामान्य पर्ण तथा शल्क पर्ण । (चित्र 2.19.1)

सामान्य पर्ण

- संयुक्त पिच्छकी प्रकार की होती है ।
- एक पत्ती में करीब 80-100 पिच्छकों के युग्म मिलते हैं ।
- सामान्य पर्ण के मध्य एक मोटा रेकिस होता है जिसके दोनों ओर पर्णको के जोड़े लगे रहते हैं ।
- प्रत्येक पर्णक कड़ा, चर्मिल तथा स्पष्ट मध्य शिरायुक्त होता है ।

शल्कपर्ण

- ये एकान्तर क्रम में व्यवस्थित रहती है ।
- शल्क पर्ण छोटे, सरल एवं भूरे रंग के होते हैं ।
- ये पत्तियाँ शीर्ष भाग पर युवा पर्णों को ढक कर रखती है ।
- ये पत्तियाँ आपाती है ।
- मूल भूमिगत भाग में मिलती है तथा सामान्यत दो प्रकार की होती हैं -

(a) सामान्य मूल - धनात्मक गुरूत्वानुवर्ती है जिसमें कम शाखाएँ निकलती है ।

(b) प्रवाल मूल - ऋणात्मक गुरूत्वानुवर्ती है जो बार-बार द्विभाजी होकर अन्त में मिट्टी के बाहर की ओर एक गुच्छा बनाती है । अत: मिट्टी के बाहर की ओर प्रवाल मूल का गुच्छा मिलता है ।

प्रवाल मूल का अनुप्रस्थ काट (T.S. of Coralloid Root)

प्रवाल मूल के अनुप्रस्थ काट की रूपरेखा गोल होती है तथा मुख्यत: तीन भागों में बंटी रहती है-

(a) मूलीय त्वचा (b) वल्कुट (c) संवहन पूल ।

मूलीय त्वचा

यह पतली भित्ति युक्त कोशिकाओं की सबसे बाहरी परत है ।

वल्कुट तीन भागों में बंटा होता है -

बाहरी वल्कुट - मृदुतकीय कोशिकाओं की कुछ परतों से बना भाग है ।

मध्य वल्कुट - इसकी कोशिकाओं अरीय रूप से दीर्घित होती है जिसे शैवालीय क्षेत्र भी कहते हैं। इन कोशिकाओं में **नास्टॉक पन्क्टीफार्मी** तथा **एनेनीना साइकेडी** जैसे नील हरित शैवाल सहजीवी रूप में मिलते हैं ।

आन्तरिक वल्कुट - मृदुतकीय कोशिकाओं की कुछ परतों से बना भाग है ।

अन्तश्त्वचा - यह अस्पष्ट एकल परत है ।

परिरम्भ - यह मृदुतकीय कोशिकाओं की एक से अधिक परत युक्त भाग है ।

संवहन पूल - संवहन पूल बाहिरादिदारूक तथा अरीय होते हैं । (चित्र 2.19.2)

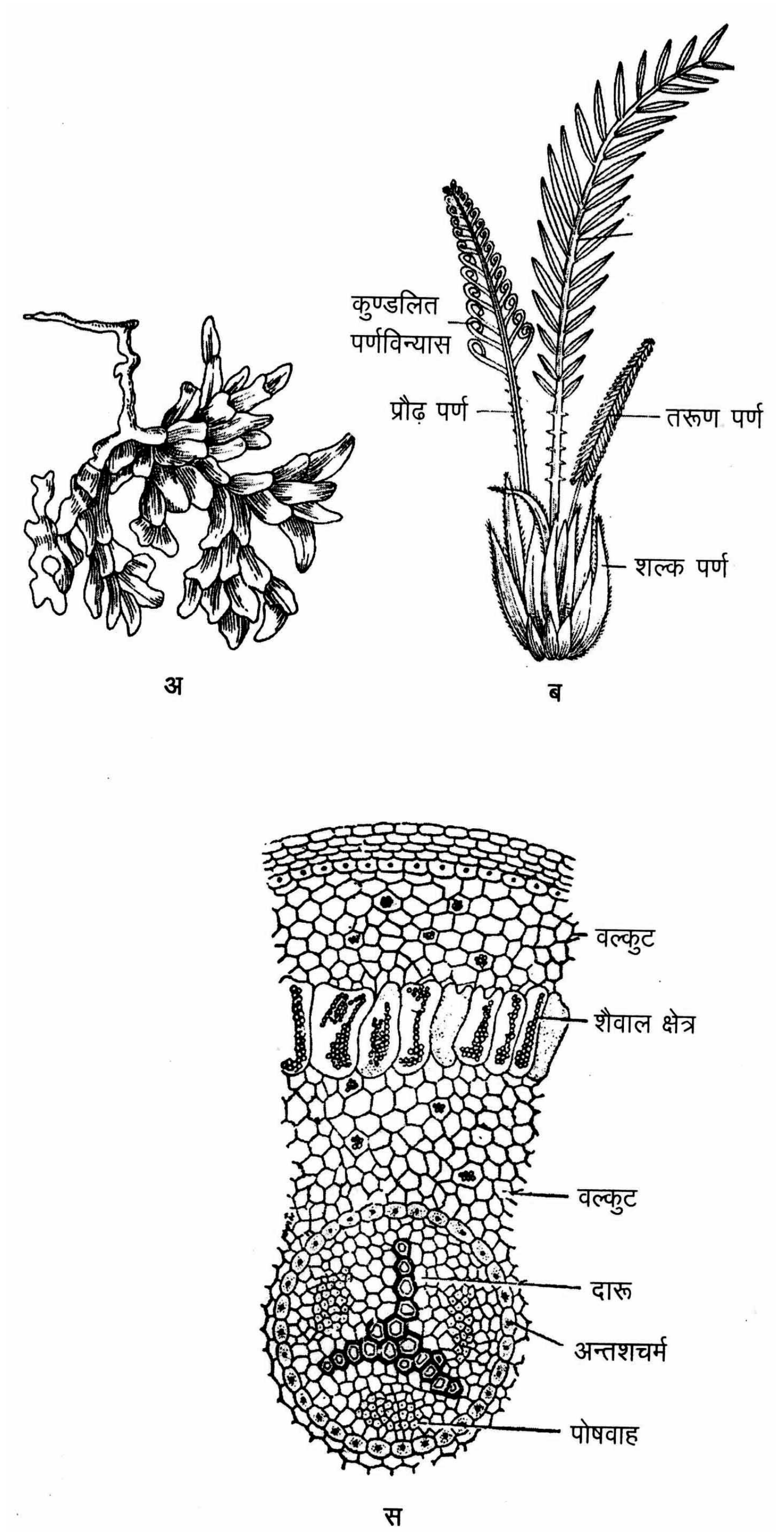
नर शंकु (Male Cone)

- युवावस्था में नर शंकु मांसल होते हैं जो परिपक्व अवस्था में काष्ठीय तथा भूरे होते हैं ।
- नर शंकु सामान्यत: 40-80 cm. तथा छोटे वृन्तयुक्त होता है ।
- नर शंकु अण्डाकार अथवा शंक्वाकार होते हैं ।

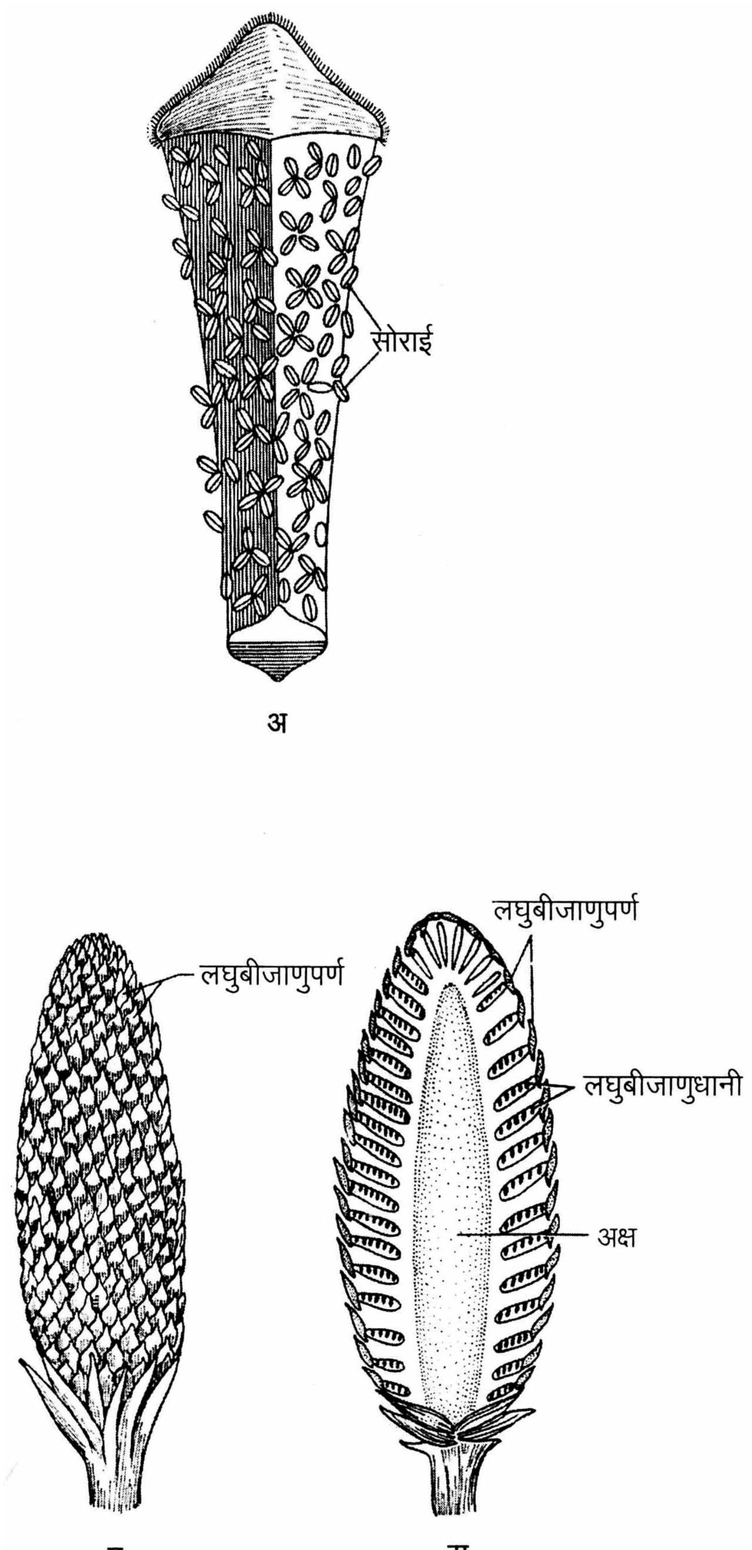
- शंकु के केन्द्रीय अक्ष पर कई लघुबीजाणुपर्ण सर्पिल क्रम में लगे रहते हैं ।
- लघुबीजाणु पर्ण काष्ठीय तथा फनाकार होते हैं जिसका शीर्ष लम्बा तथा नुकीला भाग अध स्फीतिका (Apophysis) कहलाता है । इसका मध्य भाग की निचली उर्वर सतह पर मध्य शिरा के दोनों तरफ करीब 1000 लघु बीजाणुधानियाँ मिलती है ।
- लघुबीजाणुधानियाँ 3-6 के समूह में मिलती है जिन्हें बीजाणुधानी पुंज कहते हैं ।
- इन बीजाणुधानियों के बीच कई भूरे रंग के इन्डूसियल रोम उपस्थित रहते हैं ।
- लघुबीजाणुधानियों में कई लघुबीजाणु मिलते हैं ।
- नर शंकु के अनुदैर्ध्य काट में एक केन्द्रीय अक्ष पर लघुबीजाणु पर्ण सर्पिल क्रम में लगे रहते हैं ।
- लघुबीजाणु पर्ण की अपाक्ष अथवा (Abaxial) निचली सतह पर कई बीजाणुधानियाँ छोटे वृन्त द्वारा जुड़ी रहती है ।
- प्रत्येक बीजाणुधानी बाहय त्वचा भित्तिपरत तथा पोशात्तक (tapetum) में बंटी रहती है ।
- बीजाणुधानी भित्ति के अन्दर अनेक लघुबीजाणु उपस्थित रहते हैं । (चित्र 2.19.3)

साइकस का गुरूबीजाणु पर्ण (Megasporophyll of Cycas)

- साइकस में गुरू बीजाणुपर्ण संगठित होकर मादा शंकु का निर्माण नहीं करते है अर्थात् साइकस में मादा शंकु नहीं पाये जाते ।

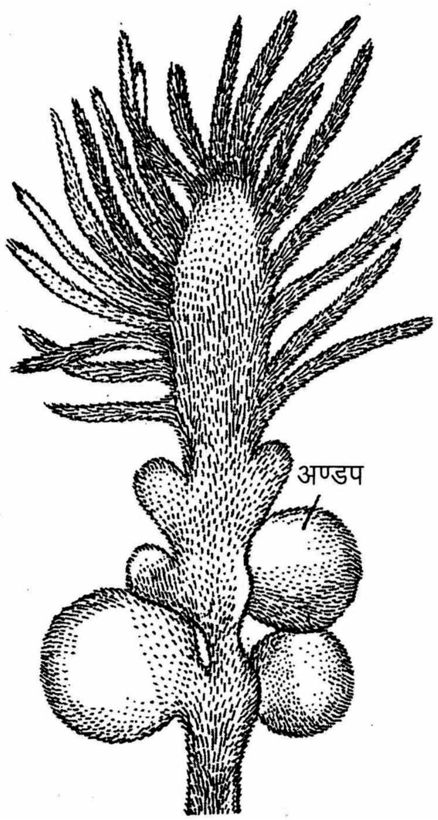


2.19.2 - सायकस : अ कोरोलायड मूल का गुच्छ, ब. अंकुरित कलिका, स. कोरोलायड मूल का अनुप्रस्थ काट ।



चित्र 2.19.3 - सायकस : अ. एक लघुबीजाणुपर्ण, ब. नर शंकु, स. लम्बवत काट - नर शंकु

- गुरू बीजाणुपर्ण मांसल, रोमिल तथा पंख सदृश्य संरचना है ।
- प्रत्येक गुरूबीजाणु पर्ण तीन भागों में बँटा रहता है - ऊपर की ओर पालियुक्त अथवा दातेनुमा पर्णिल भाग, मध्य का उर्वर, बीजाण्डधारक भाग तथा नीचे की ओर वृन्त स्थित रहता है ।
- प्रत्येक गुरूबीजाणु पर्ण 15-20 cm एक लम्बे होते हैं ।
- गुरूबीजाणु के वृहत् बीजाणु पर्ण अक्ष के दोनों ओर दो कतार में बीजाण्ड जुड़े रहते हैं ।
- साइकस की विभिन्न जातियों में प्राय: 2-12 बीजाण्ड मिलते हैं ।
- इसका बीजाण्ड आर्थोट्रापस (Orthotropous) प्रकार का होता है जो युवावस्था में हरे तथा रोमिल किन्तु परिपक्व होने पर नारंगी लाल रंग के हो जाते हैं ।
- बीजाण्ड एक अध्यावरण से घिरे होने के कारण एक अध्यावरणी (Uniteqmic) कहलाते हैं।
- अध्यावरण तीन परतों का बना होता है - (चित्र 2.19.4)
  - बाहरी तथा आन्तरिक मांसल होती है तथा सारकोटेस्टा (Sarcotesta) कहलाता है ।
  - बीच का कठोर अकाष्ठिल (Sclerotic) होती है तथा Sclerotesta कहलाती है ।
  - बाहरी तथा आन्तरिक परतों में संवहनी तन्तु मिलते है जबकि मध्य परत में संवहनी सप्लाई नहीं होती है ।



चित्र 2.19.4 - साइकस की गुरूबीजाणुपर्ण

- बीजाण्डद्वार क्षेत्र में अध्यावरण के ठीक नीचे बीजाण्डकायी चोंच उपस्थित रहती है ।

- बीजाण्डकायी चोंच की कुछ कोशिकाओं के विघटन द्वारा पराग प्रकोष्ठ बनता है ।
- प्रत्येक बीजाण्डकाय के आन्तरिक भाग में मादा युग्मकोद्भिद स्थित रहता है ।
- मादा युग्मकोद्भिद के बीजाण्डद्वारीय सिरे पर स्त्रीधानी उपस्थित रहते हैं ।
- प्रत्येक स्त्रीधानी के ऊपर स्त्रीधानी प्रकोष्ठ (Archegonical Chamber) स्थित रहता है ।
- बीजाण्ड के आधार पर संवहन पूल मिलता है जो कि बीजाण्डकाय को पोषण तथा जल प्रदान करते हैं । (चित्र 2.19.5)

पहचान एवं वर्गीकरण (Identification and Classification)

जाइलम में वाहिका तथा फ्लोयम में सहकोशिका अनुपस्थित बीजाण्ड नग्न

- - - - - - विभाग - जिम्नोस्पर्म

पत्तियाँ पिच्छकी संयुक्त प्रकार की बीज अरीय सममिति युक्त तने पर स्थायी पर्णाधरों की उपस्थिति

- - - - - - वर्ग - साइकेडोप्सिडा

पादप खजूर जैसा, पादप एकलिंगाश्रयी, नर युग्मक कशाभिक, ऋजुप्रकार (Orthotropus) प्रकार का बीजाण्ड

- - - - - - गण - साइकेडेलीज

पत्तियाँ दो प्रकार की, युवावस्था में क्रिसलय कुण्डलन (Circinate Vernation) मादा शंकु का अभाव

- - - - - - वंश - साइकस

2.11 आवृतबीजी (Angiosperm) :

(1) पादप जगत का सर्वाधिक विकसित तथा प्रभावी वर्ग है जो विश्व में सभी प्रकार के आवासों में बहुतायत से वितरित है ।

(2) इनका स्वभाव शाक, झाड़ी, वृक्ष, वल्लरी, आरोहक तथा कठलताये है । वोल्फिया माइक्रोस्कोपिका सबसे छोटा एन्जियोस्पर्म है ।

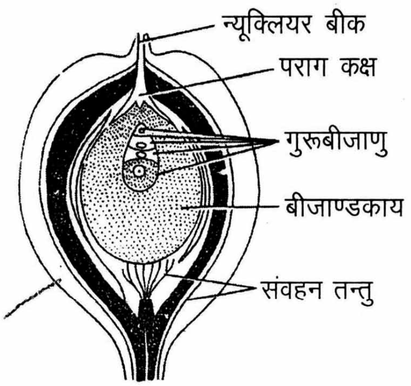
(3) जाइलम में वाहिकायें तथा फ्लोएम में सहकोशिकाएँ होती है ।

(4) मुख्य पादप द्विगुणित बीजाणुद्भिद होता है जो मूल, स्तम्भ तथा पर्णो में विभेदित होता है।

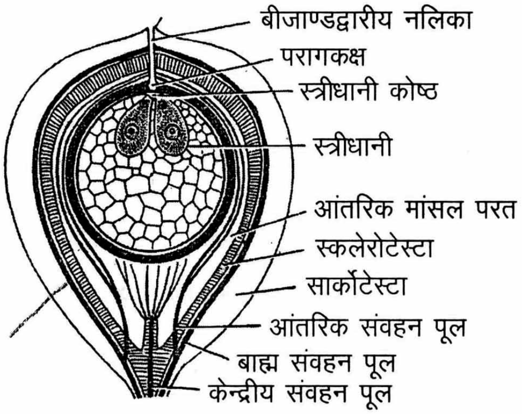
(5) परागण विभिन्न विधियों से, परागकण बीजाण्ड से दूर कहीं पर गिरते हैं ।

(6) नर युग्मकोद्भिद अत्यन्त ह्रासित होता है । नर युग्मक अकशाभिकीय होते हैं ।

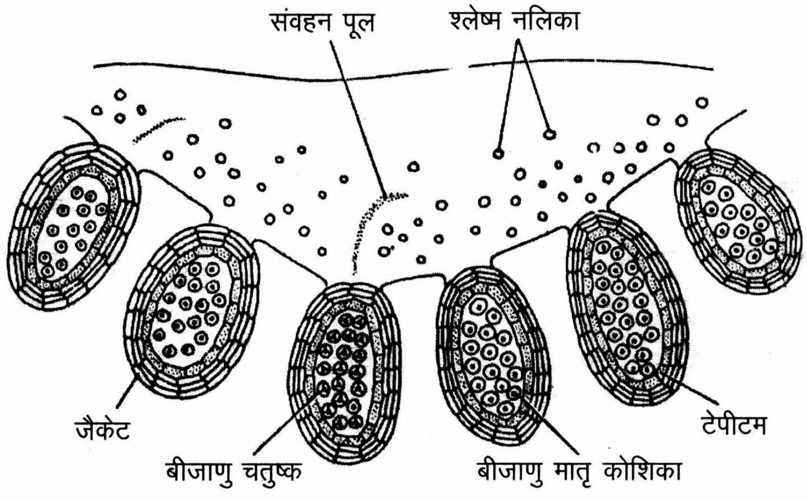
(7) बीज या बीजाण्ड फलभित्ति या अण्डाशय से ढके रहते हैं ।



अ



ब



स

चित्र 2.19.4 - साइकस : अ. अण्डप ब. अण्डप की लम्बवत काट, लघुबीजाणुपर्ण का अनुप्रस्थ काट

(8) पुष्प, फल तथा बीज तीनों बनते हैं ।

(9) भ्रुणपोष त्रिगुणित होता है तथा निषेचन के पश्चात् बनता है ।

(10) दोहरा निषेचन तथा त्रिसंलयन (triple fusion) होता है । इस वर्ग को दो कक्षाओं में बांटा गया है -

द्विबीजपत्री

(1) मूल मूसला प्रकार की

(2) स्तम्भ काष्ठीय, द्वितीयक वृद्धि उपस्थित ।

(3) स्तम्भ में संवहन पूल संयुक्त, समद्विपार्श्विक व वर्धी प्रकार के तथा एक वलय में उपस्थित

(4) अन्तश्त्वचा, परिरम्भ व मज्जा उपस्थित ।

(5) पत्तियाँ पृष्ठाधारी ।

(6) शिराविन्यास जालिकावत् ।

(7) पुष्प चर्तुतयी, पंचतयी

(8) बीज में दो बीजपत्र

(9) कम विकसित वर्ग

उदाहरण - चना, आम, दालें

एकबीजपत्री

(1) मूल रेशेदार अपस्थानिक प्रकार की ।

(2) स्तम्भ शाकीय, द्वितीयक वृद्धि अनुपस्थित ।

(3) संवहन पूल संयुक्त, समद्विपार्श्विक व अवर्धी प्रकार के तथा भरण ऊतक में बिखरे रहते हैं।

(4) भरण ऊतक अविभेदित ।

(5) पत्तियाँ समद्विपर्शिवक ।

(6) समानान्तर शिराविन्यास ।

(7) पुष्प त्रितयी ।

(8) एकबीजपत्र ।

(9) अधिक विकसित वर्ग ।

उदाहरण - चावल, गेहूँ मक्का ।

2.11.1 कैप्सेला का जीवन चक्र (Life Cycle of Capsella)

1. कैप्सेला ब्रेसिकेसी (क्रुसीफेरी) कुल का एकवर्षी शाक है, जो शीत ऋतु में खरपतवार के रूप में उगता है ।

2. इसकी वर्गिकी स्थिति निम्न प्रकार है -

जगत - पादप

उपजगत - फेनोरोगेन्स

डिवीजन - एन्जियोस्पर्म्स

क्लास - द्विबीजपत्री

सबक्लास - पोलीपेटली

सिरीज - थैलेमीफ्लोरी

आडी - पेराइटेलीज

फेमिली - ब्रेसिकेस (क्रुसीफेरी)

वंश - कैप्सेला

जाति - बरसा-पेस्टोरिस

3. कैप्सेला का अध्ययन एक प्रारूपिक एन्जियोस्पर्म के रूप में किया जाता है ।
4. मुख्य पादप एक वर्षी शाक, बीजाणुदभिद, द्विगुणित, विषमबीजाणुक है जो मूल, पर्ण तथा स्तम्भ में विभेदित होता है ।
5. जीवन क्रम में उपयुक्त अवसर पर पुष्प धारण कर लैंगिक जनन की क्रिया करता है ।
6. पुष्प पादप के लैगिक अंग है । आकारिकी की दृष्टि से पुष्प को एक रूपान्तरित प्ररोह (modified shoot) माना जाता है ।
7. पुष्प में बाह्यदलपुंज भुमियों को सहायक भ्रमिया (Accessory Whorls) तथा पुमग व जयांग को अनिवार्य भ्रूमियां (Essential whorls) माना जाता है ।
8. कैप्सेला के जीवन चक्र के अध्ययन से पुष्प सम्बन्धित कुछ समान अर्थ वाले शब्दों (Homologies) का जानना आवश्यक है । निम्न Homologies महत्त्वपूर्ण है ।
   (1) अण्डप (Carple) - गुरूबीजाणुपर्ण (Megasporophyll)
   (2) बीजाण्ड (Ovule) - गुरूबीजाणुधानी (Megasorangium)
   (3) भ्रुणकोष (Embryo Sac) - स्त्रीयुग्मकोद्भिद (Female Gametophyte)
   (4) अण्ड (Egg) - मादा युग्मक (Female Gamete)
   (5) पुंकेसर (Stamen) - लघुबीजाणुपर्ण (Microsporophyll)
   (6) परागकोष (Pollen Grain) - लघुबीजाणुधानी (Microsporangium)
   (7) परागकण (Pollen Grain) - लघुबीजाणु (Microspore)
   (8) अंकुरित परागकण (Germinated Pollen Grain) - नर युग्मकोद्भिद (Male Gametophyte)
9. परागकण तथा भ्रुणकोष पादप की नर व मादा युग्मकोद्भिद पीढ़ी का निरूपण करते हैं ।
10. परागकण (लघुबीजारण), अर्धसूत्री विभाजन द्वारा परागकोष (लघुबीजाणुधानी) में विकसित होते हैं । परागकणों के बनने को लघुबीजाणु जनन (Microsporogenesis) कहते हैं ।
11. गुरूबीजाणु (मेगास्पोर) बीजाण्ड (गुरूबीजाणुजनन) में अर्धसूत्री विभाजन द्वारा विकसित होते हैं । गुरूबीजाणुओं के परिवर्धन को गुरूबीजाणुजनन (Megasporogenesis) कहते हैं ।

12. लघुबीजाणुपर्ण (Microsporophyll) - पुंकेसर में पुतन्तु योजी तथा परागकोष होते हैं । कैप्सेला में कुल 6 पुंकेसर, चतुर्दीघी प्रकार के होते हैं ।

13. लघुबीजाणुधानी (Microsporangium)

(1) लघुबीजाणुजनन मातृ कोशिकायें अर्धसूत्री विभाजन द्‌वारा चौगुनी संख्या में अगुणित, लघुबीजाणु बनाती है ।

(2) तरूण अवस्था में लघुबीजाणु चतुष्फलीय चतुष्टय में व्यवस्थित रहते हैं ।

14. नरयुग्मकोदभिद जनन (Micrrogametogenesis)

(1) परागकण से नरयुग्मकोद् बनने की क्रिया अर्थात् परागकण का अंकुरित होना

(2) दो चरणों में होता है - (a) परागण से पूर्व (b) परागण के बाद ।

(a) परागण से पूर्व - चतुष्टय से चारों परागण पृथक हो जाते हैं । परगकण में exine तथा intine चोल तथा तीन जनन छिद्र होते हैं । परागण के समय इसमें दो केन्द्रक होते हैं, ये है कायिक अथवा नलिका नाभिक तथा जनन नाभिक । कीटों द्‌वारा परागण होता है ।

(b) परागण के पश्चात् - कुछ पर परागकण अंकुरित होता है । किसी एक जनन छिद्र से intine पराग नलिका के रूप में विकसित होती है जिसके सिरे पर नलिका केन्द्रक रहता है । परागनलिका रसायननुवर्ती गति करते हुए बीजाण्डद्‌वार की ओर बढ़ती है । इसी दौरान इसमें जनन नाभिक विभाजित हो दो अगुणित अचल नर युग्मक बनाता है ।

गुरूबीजाणुपर्ण, अण्डप (Megasporophyll, Carpel) - अण्डप में अण्डाशय, कुक्षीवृंत । वर्तिका (Style) तथा कुक्षी, वतिकाग्र (Stigma) होते हैं । कैप्सेला का जायांग द्‌विअण्डपी, युक्ताण्डपी, एककोष्ठकी, उर्ध्ववर्ती होता है । आभासी पट (repluml) के कारण द्‌विकोष्ठकी दिखाई देता है । अण्डाशय में बीजाण्ड (गुरूबीजाणु धानियां) भित्तिय (Parietal) क्रम में विन्यास होते हैं ।

15. गुरूबीजाणुधानी बीजाण्ड (Megasporangium Ovule)

(1) केप्सेला का बीजाण्ड, द्‌विअध्यावरणी, स्थूल बीजाण्डकायी (Crassinucellate) व वक्र (Campy lotropous) है ।

(2) बीजाण्ड का विकास बीजाण्डासन पर होता है जिस पर यह बीजाण्ड वृत्त के (Funicle) द्‌वारा लगा रहता है ।

(3) बीजाण्ड की रचना में अन्य भाग है - बीजाण्डवृत, रैफो, निभाग (Chilaza), दो अव्यावरण बीजाण्डद्‌वार (microcycle), बीजाण्डकाय (Nucellus) होते हैं

(4) बीजाण्डकाय की एक कोशिका सक्रिय होकर गुरूबीजाणु मातृ कोशिका (megaspore mothercell) के रूप में कार्य करती है ।

(5) आवृतबीजी पौधों में बीजाण्ड (1) ऋजु (2) प्रतीप (3) वक्र (4) अर्ध प्रतीप (5) अनुप्रस्थ (6) कुण्डलीत प्रकार के होते हैं ।

गुरूबीजाणुजनन (Megasporogenesis) - गुरूबीजाणु मातृ कोशिका अर्धसूत्री विभाजन द्वारा चार अगुणित गुरूबीजाणु बनाती है रेखीय चतुष्टय के रूप में व्यवस्थित होते हैं ।

16. गुरूयुग्मकोद्भिद जनन (**Megagametogenesis**)

(1) भ्रुणपोष (Embryo Sae) अर्थात् गुरूयुग्मकोद्भिद के निर्माण को गुरूयुग्मकोदभिदजनन कहते हैं ।

(2) केप्सेलन के भ्रुणपोष का परिवर्धन एकबीजाणुक (Monosporic) तथा पोलीगोनम प्रकार का है यह एक गुरूबीजाणु से विकसित होता हैं तथा इस प्रकार के भ्रुणकोष की प्रथम खीज पोलीगोनम में की गई थी ।

(3) चार गुरूबीजाणुओं में से बीजाण्डद्वार की ओर वाले तीन गुरूबीजाणु विघटित हो जाते हैं सम्पूर्ण भ्रुणकोष का परिवर्धन निभाग की ओर स्थित क्रियाशील गुरूबीजाणु से होता है ।

(4) यह फूलकर बड़ा हो जाता है और तीन अगुणित सूत्री विभाजनों (haploid mitosis) द्वारा कुल 8 केन्द्रक बनाता है ।

(5) आठ केन्द्रक सात कोशिकाओं में व्यवस्थित हो जाते है - अण्ड समुच्चय (दो सहायक कोशिकायें तथा अध्य में एक अण्ड कोशिका), द्वितीयक या प्राथमिक भ्रुणपोष कोशिका तथा तीन प्रतिध्रुवी कोशिकायें (निभाग की ओर स्थित) केवल द्वितीयक नाभिक द्विगुणित व अन्य अगुणित होते हैं ।

17. निषेचन

(1) आवृतबीज में निषेचन की खोज स्ट्रासवरगर (1884) ने की नर युग्मक के मादा युग्मक से संलयन को निषेचन कहते हैं ।

(2) केप्सेलन में परागनली का बीजाण्ड में प्रवेश बीजाण्डद्वारीय (Porogamous) होता है ।

(3) पराग नलिका, बीजाण्डद्वार से प्रवेश कर भ्रुणकोष में फट जाती है । मुक्त हुआ एक नर युग्मक अण्ड कोशिका से संयोजित हो द्विगुणित युग्मनज (Zygote) तथा दूसरा प्राथमिक भ्रुणपोष कोशिका से समेकित हो त्रिगुरिणत भ्रुणपोष कोशिका (Endosperm Cell) बनता है ।

(4) युग्मनज से द्विगुणित भ्रुण का जबकि भ्रुणपोष कोशिका से पीषक त्रिगुणित भ्रुणपोष का विकास होता है ।

(5) एक नर युग्मक तथा अण्ड कोशिका का संलयन वास्तविक निषेचन क्रिया है । इसे प्रथम निषेचन या युग्मक संलयन (Syngamy) कहते हैं ।

(6) दूसरे नर युग्मक के प्राथमिक भ्रुणकोशिका से संलयन को द्वितीय निषेचन या त्रिकसंयोजन (Triple Fusion) कहते हैं ।

(7) युग्मन संयोजन और त्रिसंयोजन (Syngamy & Triple Fusion) को सम्मिलित रूप से दोहरा निषेचन (Double Fertilization) कहते हैं । इसकी खोज नेवाश्चित (Nawaschin 1898) नफ्रिटिलेरिया तथा लिलीयम ने की ।

(8) दोहरा निषेचन, त्रिगुणित भ्रुणपोष तथा भ्रुणपोष का परिवर्धन निषेचन के पश्चात कैप्सेला (एन्जियोस्पर्म्स) का विशिष्ट लक्षण है । अन्य पादपों में नहीं पाया जाता ।

युग्मक संलयन = नरयुग्मक + अण्ड → युग्मनज → भ्रुण
(n) + (n) (2n) (2n)

युग्मक संलयन = नरयुग्मक + द्वितीयक केन्द्रक → भ्रुणपोष कोशिका → भ्रुणपोष
(n) (2n) (3n) (3n)

(9) निषेचन के पश्चात् सहायक कोशिकायें तथा प्रतिध्रुवी कोशिकायें नष्ट हो जाती है । (चित्र 2.20)

18. भ्रुणपोष तथा भ्रुण का विकास (Development of Endosperm and Embryo)

A. भ्रुणपोष

(1) भ्रुणपोष का विकास भ्रुण से थोड़ा पूर्व प्रारम्भ होता है ।

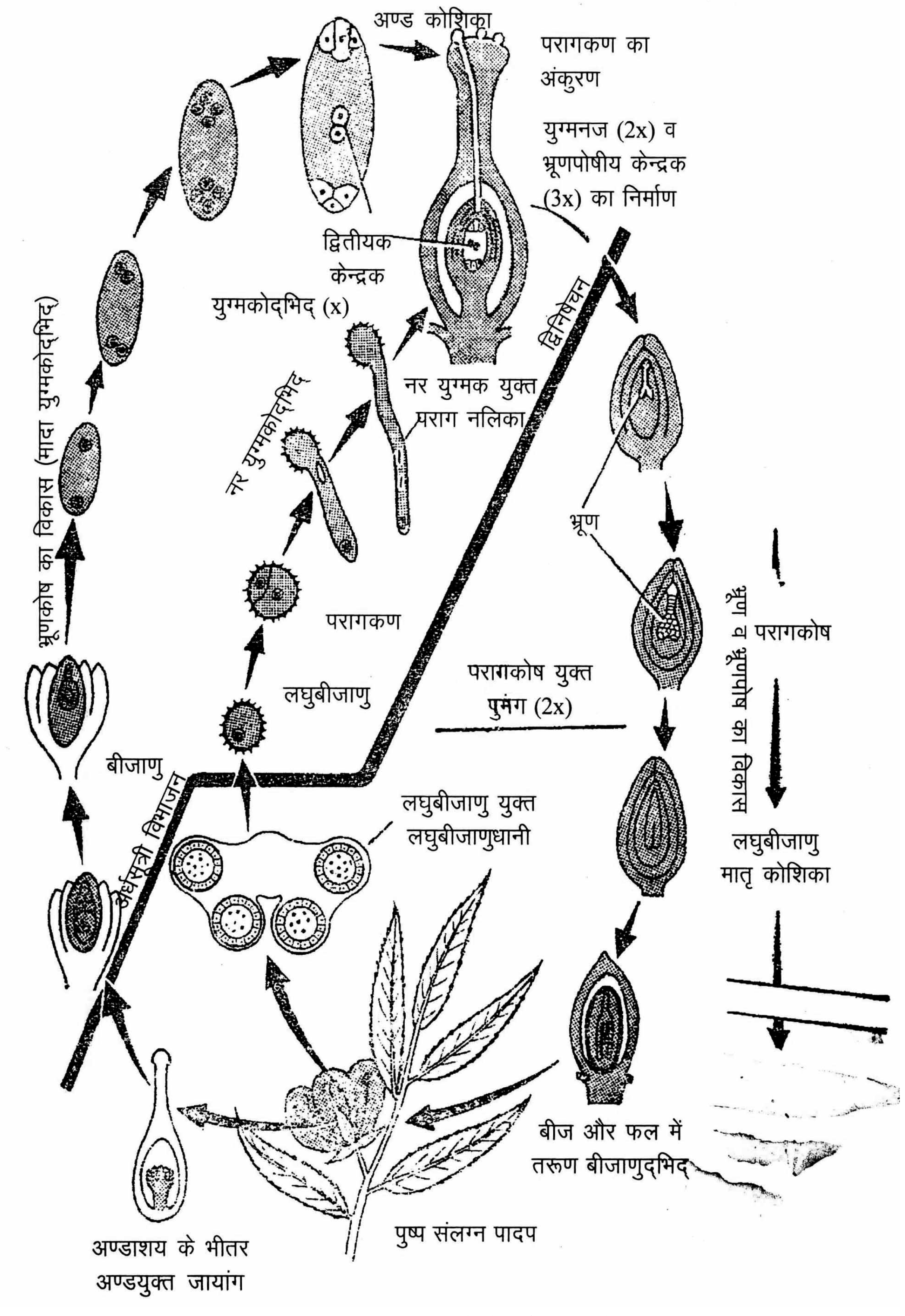
(2) यह त्रिगुणित प्राथमिक भ्रुणपोष कोशिका से बनती है ।

(3) कैप्सेला में भ्रुणपोष का परिवर्धन मुक्त केन्द्रकीय (Free Nuclear) या केन्द्रकीय (Nuclear) प्रकार का होता है जिसके अन्तर्गत प्रारम्भिक विभाजनों में भित्ति का निर्माण नहीं होता है । अन्य प्रकार हैं कोशिकीय (Cellular) तथा हेलोबीयल (Helobial) ।

(4) सूत्री विभाजनों द्वारा प्राथमिक भ्रुणपोष कोशिका एक बड़ा पोषक त्रिगुणित भ्रुगुणित श्रुणपोष बना देती है ।

B. भ्रुण

(1) कैप्सेला के भ्रुण परिवर्धन अन्तर्मुखी (Endoscopic) तथा क्रुसीफेराड (Cruciferad) प्रकार का होता है ।



चित्र 2.20 - एक प्रारूपिक आवृतबीजी पौधे का चित्रात्मक चक्र ।

(2) कैप्सेला का भ्रुण परिवर्धन अन्तर्मुखी (Endosipic) तथा क्रुसीफेराड (Cruciferad) प्रकार का होता है ।

(अन्तर्मुखी या अन्त:दर्शी) - जब भ्रुण निलम्बक के कारण भ्रुणकोष में गहरे स्थित विकसित होता है तथा इसका स्तम्भ अग्रक भीतर (निभाग) की ओर देखता हो ।

कुसीफेराड - जब युग्मनज का प्रथम विभाजन अनुप्रस्थ तल पर हो तथा भ्रुण का अधिकांश भाग भ्रुणीय कोशिका से व आंशिक भाग निलम्ब कोशिका से बनता हो)

(3) युग्मनज अनुप्रस्थ विभाजन से दो असमान कोशिकायें बनाता है । बड़ी तथा बीजाण्डद्वार की ओर आधार (Basal) अथवा निलम्बक (Suspensor) कोशिका तथा छोटी एवं निभाग की ओर अग्रस्थ (Terminal) अथवा भ्रुणीय कोशिका (Embryonal Cell)

(4) इनके और विभाजन से चार कोशिकीय T आकार का क्वाड्रेन्ट (Quadrant) तथा आठ कोशिकीय ओक्टेन्ट (Octant) बनता है ।

(5) निलम्बक कोशिका के फलदों (Products) से पोष संवाही रचना निलम्बक (Suspensor) बनती है जो भ्रुणपोष से घुलित पदार्थ भ्रुण को संभरित करती हैं । इस कार्य के लिए इस पर केलाजल (Chalazal) तथा बीजाण्डद्वारीय चूषकांग (Micropylar haustoria) भी विकसित हो जाते हैं । निलम्बक कोशिका से ही भ्रुण का मूलांकुर (radical) भाग बनता है । निलम्बक की भ्रुण के समीपस्थ भाग को अधस्फीतिका (hypophysis) कहते हैं ।

(6) भ्रुणीय कोशिका के निरन्तर विभाजन से हृदयाकार भ्रुण परिपक्व होता है । इसमें प्रांकुर (Plumule) बीजपत्र, भ्रुणअक्ष आदि भाग सम्मिलित होते हैं ।

(7) परिपक्व अक्ष में निलम्बक तथा भ्रुणपोष काम में आ जाने से नष्ट हो जाते हैं । कैप्सेला के बीज में (भ्रुण में) भोजन का संचय बीजपत्रों में होता है ।

उपरोक्त परिवर्तनों के साथ अण्डाशय तथा बीजाण्ड की निम्न रचनायें भी फल तथा बीज में परिवर्तित हो जाती है ।

	निषेचन से पूर्व	**भ्रुण बनने के बाद**
A.	महत्वपूर्ण परिवर्तन	
1.	अण्डाशय	फल
2.	अण्डाशय भित्ति	फल भित्ति (पेरिकार्प)
3.	बीजाण्ड, गुरूबीजाणुधानी	बीज
4.	अण्ड	युग्मनज, जिससे भ्रुण बनता हैं
5.	द्वितीयक नाभिक	त्रिगुणित भ्रुणपोष, बाद में उपभोग कर लिया जाता है।
6.	बाह्य अध्यावरण	टेस्टा (Testa)
7.	अन्त: अध्यावरण	टेम्पेन (Tegman)

8. बीजाण्डकाय (Nucellus)अगर शेष रह जाये तो	परिभ्रुणपोष (Perisperm)
निषेचन से पूर्व	**भ्रुण बनने के बाद**

B वे भाग जो अपरिवर्तित रहते है ।

1. बीजाण्डवृत (Funicle)	1. बीजाण्डवृत
2. हाइलम (Hilum)	2. हाइलम (Hilum)
3. बीजाण्डद्वार (Micropyle)	3. बीजाण्डद्वार

C वे भाग जो नष्ट हो जाते है

1. दो सहायक कोशिकायें (Synergids)
2. तीन प्रतिध्रुवी कोशिकायें (Antipodals)
3. बीजाण्डकाय (Nucellus)- कभी-कभी अवशेषी पेरिस्पर्म

- कैप्सेला का बीज द्विबीजपत्री, अभ्रुणपोषी है जिसमें भोजन बीजपत्रों में तेल के रूप में संचित होता है ।
- कैप्सेला में फल सिलिकुला (Silicula) होता है जो सत्य, सरल, शुष्क, स्फुटी होता है ।
- कैप्सेला में सुविकसित बीजाणुद्भिद (पादप) पीढ़ी का एकान्तरण ह्रसित युग्मकोद्भिद (परागकण, भ्रुणकोष) पीढ़ी से होता है ।
- कैप्सेला में पीढ़ी एकानारण विषमरूपी (Heteromorphic) होता है अर्थात् दोनों पीढ़ीयों में आकारिकी भिन्नता है ।
- इसका जीवन चक्र डिप्लोहेप्लोबायोटिक (Diplohaplobiotic) प्रकार का है अर्थात् डिप्लोइड (बीजाणुद्भिद) पीढ़ी प्रभावी तथा अगुणित पीढ़ी अप्रभावी है ।

2.12 अभ्यासार्थ प्रश्न

1. बैंगन के लघुपर्ण रोग का कारक बताइए ?
2. माइकोप्लाज्मा पौधें के किस अंग को सर्वाधिक प्रभावित करता है ?
3. भिण्डी के पीली शिरा मोजेक रोग का कारक बताइए ?
4. वोलवोक्स के थैलस का प्रकार बताइए ?
5. वोलवोक्स में अलैंगिक जनन के दौरान बनने वाली आठ कोशिकीय अवस्था को क्या कहते हैं ?
6. आसिलेटोरिया में किस प्रकार की गति पाई जाती है ?
7. हेट्रोसिस्ट की उपस्थिति किस नील हरित शैवाल का लक्षण है ?
8. गोनग्रोसिरा अवस्था किस शैवाल में पाई जाती है ?
9. एलजिन एवं फ्यूकोइडिन स्टार्च किस शैवाल में पायी जाती है ?
10. पोलीसाइफोनिया में संलग्न कोशिकाएं किसके द्वारा जुड़ी रहती है ?

11. पोलीसाइफोनिया का फलनकाय क्या कहलाता है ?
12. पोलीसाइफोनिया के जीवन चक्र का प्रकार बताइए ।
13. कारा के ग्लोब्यूल एवं न्यूकूल क्या है ?
14. कारा पादप को क्या कहते है ?
15. क्रुसीफेरी पौधों का किट रोग किसके द्वारा होता है ?
16. एल्ब्यूगो में अर्धसूत्री विभाजन कहाँ होता है ?
17. पेजाइजा को सामान्यत: क्या कहते है ?
18. पेजाइजा किस प्रकार की कवक है ?
19. प्रकृति का किसान किसे कहा जाता है ?
20. लाइकेन के विभिन्न प्रकार के नाम बताइये ।
21. गिल कवक किसे कहते हैं ?
22. बटन अवस्था किस कवक का लक्षण है ?
23. आलू की अगेती अंगमारी रोग का कारक बताइये ।
24. अल्टरनेरिया के कोनिडिया किस प्रकार के होते हैं ?
25. मार्केन्शिया में पुंधानी तथा स्त्रीधानी धारण करने वाली संरचना को क्या कहते हैं?
26. हॉर्नवर्ट के नाम से कौन जाना जाता है ?
27. एन्थोसिरोस में कौनसा शैवाल अन्त: पादपी सहजीविता प्रदर्शित करता है ?
28. स्फैग्नम के अन्य नाम क्या है ? बताईये ।
29. स्फैग्नम की पत्ती में पायी जाने वाली कोशिका के प्रकार बताईये ।
30. प्रत्येक पर्णक के आधार पर उपस्थित मकरंद कोश किस फर्न का लक्षण है ?
31. टेरिडियम के प्रकन्द में पाये जाने वाले रंभ का प्रकार बताईये ।
32. ऋणात्मक गुरूत्वानुवर्ती मूल किस पादप का लक्षण है ?
33. उस जिम्नोस्पर्म सदस्य का नाम बताईये जिसकी मूल में शैवाल उपस्थित होती है तथा मूल का नाम बताइये ।
34. कैप्सेला बर्सापेस्टोरिस के भ्रुणपोष का प्रकार बताइये ।
35. दोहरा निषेचन तथा त्रिकसंलयन किन पादपों का लक्षण है ?

2.13 संदर्भ ग्रन्थ

1. **Plant Pathology**, GN.Agrios, Elsevier Academic Press, Burlington,USA.
2. **Introductory Phycology**, H.D.Kumar,East West Press Pvt.Ltd,NewDelhi.
3. **An Introduction to Fungi**, H.C.Dubey,Vikash Publishing House Pvt.Ltd.,New Delhi.
4. **An Introduction to Bryophyta,** A.Rashid,Vikas Publishing House Pvt. Ltd.,New Delhi.

5. **A Text Book of Pteridophyta,** O.P.Sharma,McMilan India Pvt. Ltd., New Dehli.
6. **The Gymnosperms,** C.Biswas and B.M Johri,Narosa Publishing House, New Dehli.
7. **Introductory Modern Botany,** S.Sundera Rajan, Anmol Pub.Pvt.Ltd., New Delhi.

इकाई 3

ग्राम अभिरंजन

GRAMSTAINING

इकाई संरचना

3.0 उद्देश्य
3.1 प्रस्तावना
3.2 ग्राम पॉजिटिव एवं ग्राम नेगेटिव जीवाणु
3.3 ग्राम पॉजीटिव जीवाणुओं के प्रमुख उदाहरण
3.4 ग्राम निगेटिव जीवाणुओं के प्रमुख उदाहरण
3.5 अभिरंजन के लिए आवश्यक सामग्री
3.6 विधि
3.7 प्रेक्षण
3.8 तुलनात्मक परिप्रेक्ष्य
3.9 अभ्यासार्थ प्रश्न
3.10 सन्दर्भ ग्रन्थ

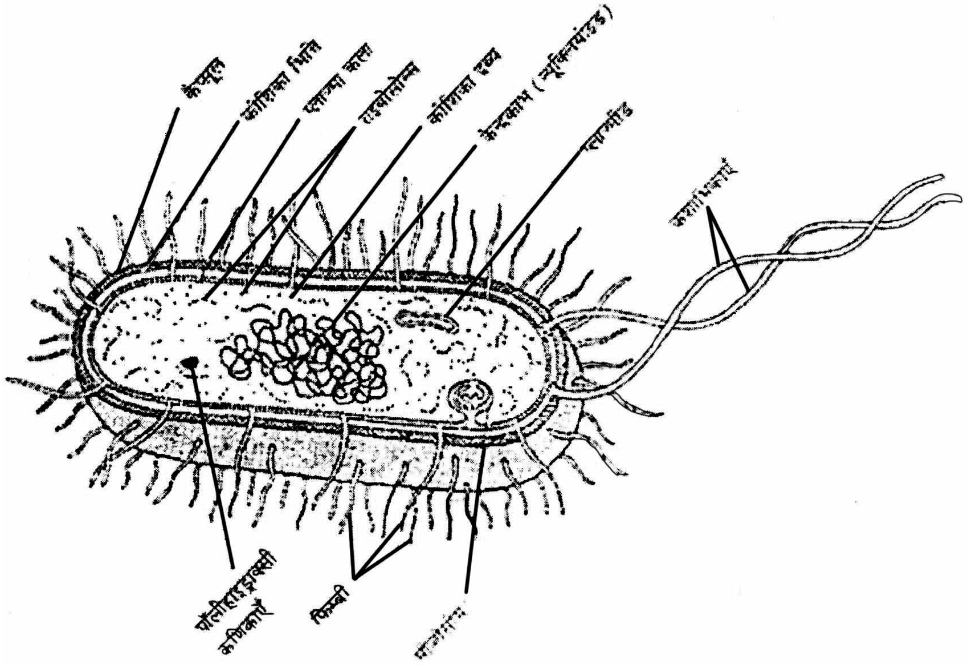
3.0 उद्देश्य (Object) :

जीवाणुओं का ग्राम अभिरंजन एवं अवलोकन ।

3.1 प्रस्तावना (Introduction) :

जीवाणु कोशिका एक प्रारूपिक प्रोकेरियोटिक कोशिका होती है जिसमें निम्न संरचनात्मक विशेषताएँ पाई जाती है -

1. कोशिका भित्ति म्यूकोपेप्टाइड (एसीटाइल म्यूरेभिक अम्ल एवं ग्लूकोसेमाइन) से बनी होती है ।
2. कोशिका भित्ति के नीचे कोशिका झिल्ली (Plasma Membrane) उपस्थित होती है, जो कुछ स्थानों पर मीजोसोम्स का निर्माण करती है ।

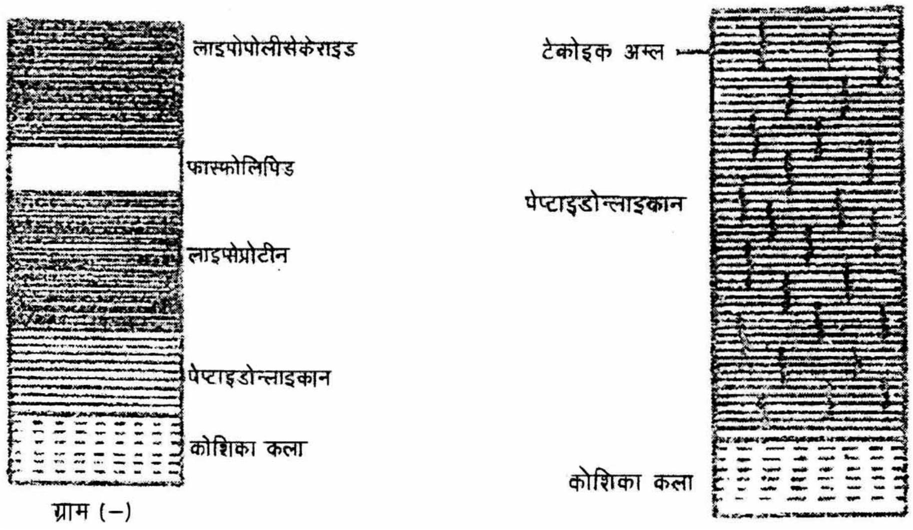


चित्र 3.1 : प्रोकेरियोटिक कोशिका जीवाणु कोशिका का आरेख चित्र

3. केन्द्रीय भाग में न्यूक्लियोइड (Nucleoid) उपस्थित होती है, जो DNA द्वारा निर्मित होता है । इसमे केन्द्रिक तथा केन्द्रक कला अनुपस्थित होते हैं ।
4. कोशिकाद्रव्य में कलाबद्ध कोशिकांग अनुपस्थित होते है ।
5. कोशिका द्रव्य में 70s प्रकार के राइबोसोम (तथा पॉलराइबोसोम), रिक्तिकाएँ (Vacuoles), RNA कणिकाएँ (Granules) तथा संचित भोजन कण उपस्थित होते हैं।
6. प्रकाश-संश्लेषी जीवाणुओं में प्रकाश संश्लेषी पटलिकाएँ स्वतन्त्र बिखरी हुई पाई जाती हैं जिन बैक्टिरियोक्लोरोफिल उपस्थित होता है ।
7. अनेक जीवाणुओं में कशाभिका तथा पिली (Pilli) उपस्थित होते हैं ।
8. अनेक जीवाणु कोशिकाएँ अपनी बाहय सतह पर एक श्लेष्मी पदार्थ द्वारा बने श्लेष्मी स्तर (Slime Layer) द्वारा घिरी रहती है ।

कोशिका भित्ति का निर्माण अनेक परतों से मिलकर होता है । इन परतों की मोटाई अलग-अलग होती है । प्र ग्राम पॉजिटिव जीवाणु कोशिका भित्ति की मोटाई (20-25mm), ग्राम निगेटिव जीवाणु भित्ति की मोटाई (10mm) तुलना में अधिक होती है । इस कोशिका भित्ति की मुख्य संरचना म्यूरिन (Murin) अथवा पेप्टीइडोग्लाइकैन (Peptideglycan) पदार्थ अत्यधिक दृढ़, छिद्रिय एवं अघुलनशील बहुलक (Polymer) होते हैं, तथा केवल प्रोर्को कोशिकाओं में ही पाये जाते हैं । इसके मुख्य घटकों में तीन प्रकार के पदार्थ पाये जाते हैं 1. एन-एसिटाइल ग्लूकोसेमिन (N-Acetyl Glucosamine, NAG); 2. एन-एसिटाइल म्यूरेमिक

अम्ल (N-Acetyl Muramic NAM) एवं 3. इसके अतिरिक्त चार अमीनों अमल (D-Amino Acid) भी होते हैं ।



चित्र 3.2 : ग्राम निगेटिव तथा ग्राम पोजिटिव जीवाणु की कोशिका भित्ति व कोशिका झिल्ली

3.2 ग्राम पोजिटिव' एवं ग्राम नेगेटिव जीवाणु (Gram Positive Negative Bacteria)

डेनमार्क के प्रसिद्ध चिकित्सक क्रिश्चियन ग्राम (Christian Gram,1884) ने अपनी प्रसिद्ध एवं सर्वग्राह्य अभिरंजन विधि (Staining Method) द्वारा जीवाणुओं को दो समूहों में विभेदित किया - (1) वे जीवाणु जो ग्राम के अभिरंजन कर देने व इसके बाद ऐल्कोहॉल से धोने पर भी अभिरंजित बने रहते हैं, इनको ग्राम धनात्मक (Gram positive) कहते हैं । (2) वे जीवाणु जो उपरोक्त प्रक्रिया के परिणामस्वरूप विरंजित (destain) हो जाते हैं, उनको ग्राम ऋणात्मक (Gram Negative) कहते हैं ।

ग्राम पोजिटिव एवं ग्राम निगेटिव जीवाणुओं की कोशिका भित्ति में अलग-अलग प्रकार की निम्न विशेषताएँ पाई जाती हैं ।

3.2.1 ग्राम पोजिटिव जीवाणुओं की कोशिका भित्ति (Cell Wall of Gram Positive Bacteria) एक स्तरीय, सघन, समरूप एवं 20-30μ मोटाई वाली होती है ।इसमें पेप्टीडोग्लाइकोन की मात्रा बहुत अधिक होती है तथा यह 40 से अधिक परतों का बना होता है । कुछ मात्रा में प्रोटीन एवं पॉलीसेकेराइड शर्कराएँ भी पाई जाती हैं । कुछ ग्राम पॉजिटिव जीवाणुओं की कोशिका भित्ति में रिबिटोल (Ribitol) एवं ग्लिसरॉल (Glycerol) द्वारा निर्मित एक ऋणात्मक आवेशयुक्त (negatively charged) बहुलक (Polymer) भी पाया जाता है । इसे टिकोइक अम्ल (Teichoic acid) कहते

हैं । यह एक जलरागी (hydrophilic) पदार्थ हैं जिसका प्रमुख कार्य धनावेशयुक्त (Positively charged) पदार्थों के आवागमन को जीवाणु कोशिका में सुनिश्चित करना एवं फॉस्फोरस के संग्रहण में सहायता प्रदान करता है । टिकोइक अप्ल की खोज बेडीले (Beddiley,1933) द्वारा की गई थी ।

3.2.2 ग्राम निगेटिव जीवाणुओं की कोशिका भित्ति (Cell wall of Gram Negative Bacteria) की संरचना अपेक्षाकृत जटिल होती है । इसमें पेप्टाइडोग्लाइकोन की मात्रा बहुत कम (5-10 प्रतिशत) होती है तथा इसकी पतली पर्त के बार एक बाहय झिल्ली (Other membrane) पाई जाती है । पेप्टाइडोग्लाइकोन की पर्त प्लाज्मा झिल्ली एवं बाहय झिल्ली के बीच उपस्थित परिद्रव्यीय अवकाश (Periplasmic Space) में स्थित होती है । ग्राम निगेटिव जीवाणुओं में पेप्टाइडोग्लाइकोन के स्थान पर बाहय झिल्ली एक चयनात्मक अवरोधक (Selective barrier) का कार्य करती है । इसमें फॉस्फोलिपिड्स (Phosholipids) की दो पर्तें हैं, जिनके बाहरी सिरे जलरागी (hydrophilic) एवं बीच का भाग जलविरागी (hydrophobic) होता है । ये लाइपोप्रोटीन अणुओं के द्वारा पेप्टाइडोग्लाइकोन में स्थिर होता है । फॉस्फोलिपिड के अतिरिक्त बाहरी झिल्ली में प्रोटीन एवं लाइपोपॉलीसेकेराइड (LPS) शर्करा भी उपस्थित होते हैं । इसमें से लाइपोपॉलीसेकेराइड बाहरी पर्त के केवल बाह्य भाग में ही पाई जाती है ।

3.3 ग्राम पॉजीटिव जीवाणुओं के प्रमुख उदाहरण

आर्थोबेक्टर (Arthobecter), माइक्रोकोकस (Micrococcus), स्ट्रेप्टोकोकस (Streptococcus), लेक्टोबेसीलस (Lactobacillus), क्लॉस्ट्रीडियम (Clostridium) व कोरीनेबेक्टरियम (Corynebactrium) ।

3.4 ग्राम निगेटिव जीवाणुओं के प्रमुख उदाहरण

राइजोबियम (Rhizobium),सूडोमोनास (Psuedomonas),साल्मोनैला (salmonella),जेन्थमोनास (Xanthomonas), विब्रियो (Vibrio), एग्रोबेक्टिरियम (Agrobacterium) व शाइजैला (Schizella)

3.5 अभिरंजन के लिए आवश्यक सामग्री (Required Material)

क्रिस्टल वॉयलेट, आयोडीन, सैफेनिन, 90%प्रतिशत ऐल्कोहॉल, पानी, दही, ग्लिसरीन, स्लाइड, कवर क्लिप, सुइयाँ, ब्लॉटिंग पेपर, माइक्रोस्कोप, स्पिरिट लैम्प आदि ।

3.6 विधि (Procedure)

1. सर्वप्रथम एक स्वच्छ स्लाइड लीजिए । इस पर सूइ की सहायता से दही के पानी की बूँद रखिये । बूँद को स्लाइड पर फैलाकर आलेप (Smear) बनाइये ।
2. इस आलेप को स्पिरिट लैम्प की लौ पर हल्का गर्म करके स्थिर करिये ।

3. स्लाइड को ठण्डी होने दीजिए ।
4. आलेप को क्षारीय अभिरंजक क्रिस्टल वायलेट से लगभग एक मिनट तक अभिरंजन करिये।
5. अभिरंजित स्लाइड को पानी से धोइये ।
6. स्लाइड पर आयोडीन की बूँदें डालिये और लगभग 30 सैकण्ड तक रखिये ।
7. पुन: स्लाइड को पानी से धोइये ।
8. अब स्लाइड पर 95% एल्कोहॉल डालिये और 30 सैकिण्ड तक प्रतीक्षा कीजिये ।
9. इस स्लाइड को पानी में 2-3 बार धोइये ।
10. स्लाइड को माइक्रोस्कोप में देखिये । बैंगनी रंग वाले जीवाणु को ग्राम पॉजीटिव (Gram Positive) तथा रंगहीन जीवाणुओं को ग्राम निगेटिव (Gram Negative) कहते हैं ।
11. अब स्लाइड को सेफ्रेनिन से अभिरंजित करिये एवं पानी से धोइये ।
12. स्लाइड को सूखने के लिए रख दीजिये ।
13. स्लाइड पर ग्लिसरीन की बूंद डालकर कवरस्लिप आरोपित कीजिये ।
14. अब तैयार स्लाइड का माइक्रोस्कोप द्वारा अवलोकन करिये ।

3.7 प्रेक्षण (Observation)

1. दही की स्लाइड पर लैक्टोबैसिलस (Lactobacillus) जीवाणु हैं जो कि ग्राम पॉजीटिव है एवं एल्कोहॉल में डालने के पश्चात् भी उसका अभिरंजन नहीं घुलता है ।
2. यदि लेग्यूम पादपों की मूलग्रन्थियों (Root nodules) के जीवाणु राइजोबियम (Rhizobium) का उपयोग करते है तो वह ग्राम निगेटिव (Gram Negative) होने की वजह से एल्कोहॉल में डालने पर अभिरंजन छोड़ देता है । लेकिन सेफ्रेनीन से अभिरंजित करने पर पुन: लाल रंग के दिखाई देते हैं ।

ग्राम अभिरंजन की प्रक्रिया, जीवाणुओं की जैविक क्रियाओं से जुड़ी है । जैसे ग्राम पॉजिटिव जीवाणु अम्ल, पेनिसिलिन, लाइसोजाइम व डिटरजेन्ट्स आदि के लिए ग्राम निगेटिव जीवाणुओं की तुलना से अधिक संवेदनशील होते हैं । लेकिन क्षारों, एजाइड एवं प्रोटियोलिटिक एंजाइम्स के प्रति संवेदनशील नहीं होते ।

ग्राम अभिरंजन की क्रियाविधि (Mechanism)के बारे में अभी तक पूरी जानकारी नहीं है, यद्यपि इसे समझने के लिए प्रस्तुत कुछ प्रमुख तथ्य निम्न प्रकार से हैं ।

1. ग्राम पॉजिटिव जीवाणु पर क्षारीय रंजक जैसे क्रिस्टल वॉयलेट को ग्रहण करते हैं, जबकि ग्राम निगेटिव जीवाणु इस अभिरंजक को ग्रहण नहीं करते । ग्राम पॉजिटिव जीवाणुओं का जीवद्रव्य अम्लीय होता है एवं आयोडीन घोल के द्वारा इसे ओर अधिक अम्लीय बना दिया जाता है । जिससे ये जीवाणु क्षारीय (basic) क्रिस्टल वॉयलेट अभिरंजन को स्थिर कर देते हैं ।
2. जब क्रिस्टल वायलेट एवं आयोडीन अभिरंजक में जीवाणुओं को रखा जाता है, तो दोनों प्रकार की जीवाणु कोशिकाओं में एक विशेष प्रकार का क्रिस्टल वॉयलेट - आयोडीन सम्मिश्र (CVI) निर्मित हो जाता है । यह सम्मिश्र जल में अघुलनशील होता है, परन्तु ऐलकोहॉल

से विरंजीकरण (destaining) की प्रक्रिया में उसमें घुल जाता है, ग्राम निगेटिव जीवाणु की कोशिका भित्ति अपेक्षाकृत रूप से अधिक पारगम्य होती है, इसकारण ऐल्कोहॉल का ग्राम निगेटिव जीवाणु की कोशिका में आसानी से प्रवेश कर जाता है' एवं CVI सम्मिश्रण ऐल्कोहॉल में घुलकर बाहर आ जाता है, इसी कारण ग्राम निगेटिव जीवाणु रंगहीन रह जाते हैं, जबकि ग्राम पॉजीटिव जीवाणु ग्राम अभिरंजन ग्रहण कर बैंगनी रंग के हो जाते हैं ।

3. ग्राम निगेटिव की कोशिका भित्ति मे लिपिड परत होती है, जो ग्राम पॉजीटिव जीवाणु में नहीं पाई जाती है । यह लिपिड पर्त ऐल्कोहॉल में घुल जाती है, परिणामत: CVIसम्मिश्र (CVI Complex) जीवाणु कोशिका के बाहर आ जाता है । यदि ग्राम पॉजीटिव जीवाणु की कोशिका भित्ति फट जाती है, तब यह ग्राम निगेटिव जीवाणु की प्रकृति धारण कर लेता है । कुछ जीवाणु हीमाफिलस वेजीनेलिस (*Haemophilus Vaginalis*) एवं माइक्रोकोकस रेडियो ड्यूरेन्स (*Micrococcus radiodurous*) न तो ग्राम पॉजीटिव होतो हैं और न ही ग्राम नेगटिव, अत: इनको अविभेदित ग्राम जीवाणु (Undifferentiated Gram Bacteria) कहा जाता है ।

3.8 तुलनात्मक परिप्रेक्ष्य

सारणी 3.1 : ग्राम पॉजिटिव तथा ग्राम निगेटिव जीवाणुओं में मुख्य अन्तर

क्र.सं.	ग्राम पॉजिटिव जीवाणु (Gram Positive Bacteria)	ग्राम नेगेटिव जीवाणु (Gram Negative Bacteria)
1.	कोशिका भित्ति (Cell Wall) में मुख्य पेप्टीडोग्लाकन (Peptidoglycans) 80% तथा शेष प्रोटीन एवं बहु शर्करा होते है ।	कोशिका भित्ति में पेप्टीटडोग्लाकन 5 -15% फॉस्फोलिपिक 35%, प्रोटीन 15% तथा लिपिपोलिसैकेराइड 50% तक होते हैं ।
2.	कोशिका भित्ति (Cell Wall) 25-30nm मोटी, शुष्क भार का 20-40% अपेक्षाकृत सरल संरचना आकारहीन (amorphous), एकस्तरीय, अधिक समांग (homogeneous) तथा दृढ़ होती है ।	कोशिका भित्ति 10-15nm मोटी, शुष्क भार का 10-20% अपेक्षाकृत जटिल संरचनायुक्त बहुस्तरीय (3-5) कम समांगी तथा अपेक्षा कृत दृढ़ होती है
3.	टिकोइक अम्ल (Teichoic acid) प्राय: उपस्थित ।	टिकोइक अम्ल नहीं पाया जाता है ।
4.	कोशिका भित्ति में सल्फर युक्त अमीनो अम्ल नही होते हैं ।	कोशिका भित्ति में सल्फर युक्त अमीनो अम्ल होते हैं ।
5.	RNA तथा DNA का अनुपात 8:1 होता है ।	RNA तथा DNA का अनुपात लगभग 1:1 होता है ।
6.	इनमें बहि:अविष (Exotoxin) बनते है ।	इनमें अंतराविष (endotoxin) बनते

		है ।
7.	मध्यकाय (Mesosome) उपस्थित होता है।	मध्यकाय बहुधा अनुपस्थित ।
8.	पेनिसिलिन (Penicillin) के प्रति संवेदनशील (Sensitive) होते है ।	पेनिसिलिन के प्रति अधिक प्रतिरोधी होते है ।
9.	सल्फोनिलैमाइड दवाइयों (Sulphonilamide drugs), ऋणायन अपमार्जक से अधिक प्रभावित होते है ।	अपेक्षाकृत कम प्रभावित होते हैं ।
10.	जीवाणु 1% NaOH घोल के प्रतिरोधी होते हैं ।	जीवाणु 1% NaOH घोल के प्रति संवेदनशील होते है ।
11.	स्ट्रेप्टोमाइसिन (Streptomycin) अपेक्षाकृत कम प्रभावी होती है ।	स्ट्रेप्टोमाइसिन (Streptomycin) का निरोधी (inhibitory) प्रभाव होता हैं ।
12.	ट्राइफिनाइल मीथेन (triphenyl methane) रंजक (dyes) जैसे क्रिस्टल वॉयलेट का जीवाणु पर निरोधक प्रभाव होता हैं ।	जीवाणु पर इन रंजको का कुछ विशेष प्रभाव नहीं होता हैं ।
13.	लाइसोजइम (Lysozyme) कोशिका भित्ति को आसानी से नष्ट कर सकते हैं ।	कोशिका भित्ति को नष्ट करने के लिए लाइसोजइम से पहले के क्षार द्वारा अभिक्रिया करवानी पड़ती है ।

3.9 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. ग्राम अभिरंजन क्या है ? इस कथन की व्याख्या कीजिए ?
2. ग्राम पॉजिटिव व ग्राम निगेटिव जीवाणुओं की कोशिका भित्ति में अन्तर स्पष्ट कीजिए?
3. ग्राम अभिरंजन की प्रक्रिया लिखिए ।

3.10 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. **Microbiology:** A Human Perspective,E.W.Nester,McGraw Higher Eduction,Bosteon.
2. **General Microbiology**.R.Y.Stanir,Macmilan Press Ltd.,Lodon.

इकाई 4

डी.एन.ए. के प्रकारों का मॉडल / चार्टो द्वारा प्रदर्शन

DEMONESTRATION OF TYPES OF DNA BY MODEL/CHARTS

इकाई संरचना

4.0 उद्देश्य

4.1 प्रस्तावना

4.2 डी.एन.ए. की सामान्य संरचना का अध्ययन

4.2.1 डी.एन.ए. का द्विकुंडलित मॉडल

4.2.2 ए - डी.एन.ए. का मॉडल

4.2.3 बी - डी.एन.ए. का मॉडल

4.2.4 जेड - डी.एन.ए. का मॉडल

4.3 अभ्यासार्थ प्रश्न

4.4 सन्दर्भ ग्रन्थ

4.0 उद्देश्य (Objectives) :

इस इकाई के अध्ययन एवं इसके अन्तर्गत दिये गये अभ्यास कार्य की सहायता से आप डी.एन.ए. से संबंधित निम्नलिखित तथ्यों से परिचित हो पायेंगे ।

* डी.एन.ए. क्या है तथा जीव विज्ञान की दृष्टि से इसके महत्व को समझना ।
* डी.एन.ए. के रासायनिक संगठन के विषय में जानकारी प्राप्त करना ।
* डी.एन.ए. के विभिन्न प्रारूपों को मॉडलों की सहायता से जानना ।

4.1 प्रस्तावना (Introduction) :

न्यूक्लिक अम्ल समस्त जीवधारियों में उपस्थित होते हैं । पादप, जन्तुओं अथवा विषाणुओं में पाया जाने वाले यह अत्यधिक महत्वपूर्ण जैव अणु हैं जो समस्त जीवों के आनुवंशिक लक्षणों के लिये उत्तरदायी होते हैं । न्यूक्लिक अम्ल सामान्यत: कोशिका के अन्दर प्रोटीन के अणुओं के साथ जुड़े हुये रहते हैं । प्रोटीन के साथ मिलकर ये न्यूक्लियोप्रोटीन (nucleoprotein) के रूप में जाने जाते हैं । न्यूक्लिक अम्ल दो प्रकार के होते है -

* डीऑक्सीराइबोस न्यूक्लिक अम्ल (डी.एन.ए.) (Deoxyribose Nucleic Acid)
* राइबोस न्यूक्लिक अम्ल (आर.एन.ए.) (Ribose Nuclec Acid)

डी.एन.ए. प्रमुख रूप से कोशिकाओं के केन्द्रक में पाया जाता है जबकि आर.एन.ए. प्रमुख रूप से कोशिकाद्रव्य में उपस्थित रहता है । अधिकांश जीवों में डी.एन.ए. एक प्रमुख आनुवंशिक

पदार्थ के रूप में पाया जाता है जबकि कुछ विषाणुओं में आर.एन.ए. आनुवांशिक पदार्थ के रूप में पाया जाता है ।

डी.एन.ए. पादप, जन्तु, प्रोकैरियोट्स की कोशिकाओं तथा अनेक विषाणुओं में पाया जाने वाला एक महत्वपूर्ण केन्द्रकीय अम्ल है । यूकैरियोट्स कोशिकाओं में डी.एन.ए. प्रोटीन के साथ मिलकर न्यूक्लियोप्रोटीन (Nucleoprotein) का निर्माण करता है । प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं जैसे - ई. कोलाई (*E. coli*), आदि में आनुवांशिक पदार्थ डी. एन.ए. के एक विशाल अणु से बना हुआ होता है जिसकी लम्बाई लगभग 1000 माइक्रोन (μ) तक होती है । इसमें सहायक प्रोटीन अनुपस्थित होते हैं । डी.एन.ए. प्रमुख रूप से गुणसूत्रों में पाया जाता है । इसके अतिरिक्त यह कुछ कोशिकांगों जैसे माइटोकॉन्ड्रिया तथा हरित लवकों में भी पाया जाता है । सभी पादपों, जन्तुओं तथा अनेक विषाणुओं जैसे - जीवाणुभोजी (Bacteriophage), पॉलीओमा विषाणु, छोटी चेचक विषाणु आदि में पाया जाने वाला डी.एन.ए. द्विसूत्रीय (double stranded) होता है । कुछ जीवाणुभोजियों जैसे - ϕ x 174 में डी.एन.ए. एकसूत्रीय होता है । कुछ विषाणुओं, विशेष रूप से पादपों में रोग उत्पन्न करने वाले विषाणुओं में आर.एन.ए. आनुवांशिक पदार्थ के रूप में पाया जाता है । जीवाणुओं, उच्च पादपों तथा जन्तुओं में डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. दोनों प्रकार के न्यूक्लिक अम्ल पाये जाते हैं जबकि विषाणुओं में डी.एन.ए. अथवा आर.एन.ए. में से केवल एक न्यूक्लिक अम्ल ही पाया जाता है ।

4.2 डी.एन.ए. की संरचना (Structure of DNA) :

डीऑक्सीराइबोस न्यूक्लिक अम्ल एक जटिल अणु है जो अनेक इकाइयों की के रूप में जुड़ने के फलस्वरूप बनता है । इसकी संरचना को स्पष्ट करने के लिए अनेक प्रारूप दिये गये है । इस अध्याय में दिया गया प्रारूप डी.एन.ए. की संरचना को समझने में सहायक होगा ।

4.2.1 प्रायोगिक कार्य का उद्देश्य (Objective of the Practical Exercise) :

दिये गये मॉडल के आधार पर डी.एन.ए. की संरचना तथा इसके संगठन का अध्ययन करना ।

डी.एन.ए. की संरचना को दिये गये मॉडल की सहायता से निम्नलिखित बिन्दुओं में स्पष्ट किया जा सकता है -

* डी.एन.ए. की संरचना एवं इसकी आणिवक विशेषताओं को स्पष्ट करने के लिये सर्वाधिक स्वीकृत मॉडल जे.डी. वॉटसन तथा एफ.सी. क्रिक (J.D.Watson and F.C. Crick) ने 1953 में प्रतिपादित किया ।
* वॉटसन तथा क्रिक ने बताया कि डी.एन.ए. एक द्विकुण्डलित (double helical) अणु है ।
* यह एक कुण्डलित सीढ़ीनुमा (Twist ladder like) संरचना होती है जिसमें दो श्रृंखलायें एक दूसरे के प्रतिसमान्तर (antiparallel) होती है ।
* डी.एन.ए. एक बहुलक (polymer) है जिसका एक इकाई अणु (monomer) **न्यूक्लियोटाइड** (nucleotide) कहलाता है ।

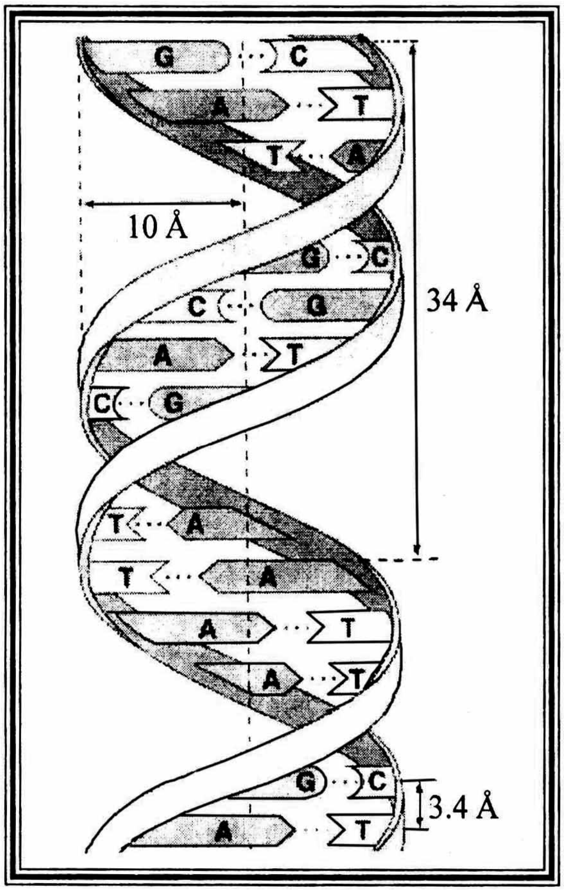
* अनेक न्यूक्लियोटाइडस के अणु एक साथ मिलकर एक जटिल कार्बनिक अणु का निर्माण करते हैं जिन्हें पॉलीन्यूक्लियोटाइड्स (polynucleotides) के रूप में जाना जाता है
* प्रत्येक न्यूक्लियोटाइड का संगठन तीन अलग-अलग अणुओं के मिलने से होता है -
  (i) डीऑक्सीराइबोस पेन्टोजु शर्करा (Deoxyribose pentose sugar),
  (ii) फॉस्फोरिक अम्ल (Phasphoric acid), तथा
  (iii) नाइट्रोजनीय क्षारक (Nitrogenous base)
* डी.एन.ए. में पाये जाने वाले नाइट्रोजनीय क्षारक दो प्रकार के होते है -

(i) प्यूरीन (Purines)	(a)	एडिनीन (adenine)	=	A
	(b)	ग्वानीन (Guanine)	=	B
(ii) पिरामिडिन (Pyrimidines)	(a)	थाइमीन (Thymine)	=	T
	(b)	साइटोसीन (Cytosine)	=	C

* जब एक डीऑक्सीराइबोस शर्करा के साथ एक नाइट्रोजनीय क्षारक जुड़ जाता है तो प्राप्त होने वाला अणु **डीऑक्सीराइबोसाइड** (deoxyriboside) कहलाता है । यह एक **न्यूक्लियोसाइड** (nucleoside) है ।
* इसी प्रकार जब डीऑक्सीराइबोसाइड का अणु फॉस्फोरिक अम्ल के अणु के साथ जुड़ जाता है तो इसे **डीऑक्सीराइबोटाइड** (deoxyribotide) के नाम से जानते हैं । यह एक **न्यूक्लियोटाइड** है ।
* चूँकि डी.एन.ए. में केवल चार प्रकार के नाइट्रोजनीय क्षारक (एडिनीन, ग्वानीन थायमीन तथा साइटोसीन) ही भाग लेते है अत: डी.एन.ए. में चार प्रकार के न्यूक्लियोसाइड तथा चार प्रकार के न्यूक्लियोटाइड होते हैं । इनके नाम निम्नलिखित हैं

	नाइट्रोजन क्षारक	**न्यूक्लियोसाइड**	**न्यूक्लियोटाइड**
i.	एडिनीन	डीऑक्सीएडिनोसीन	डीऑक्सीएडिनोसीन मोनोफास्फेट
ii.	ग्वानीन	डीऑक्सीग्वानोसीन	डीऑक्सीग्वानोसीन मोनोफास्फेट
iii.	थायमीन	डीऑक्सीथायमिडीन	डीऑक्सीथायीमडीन मोनोफास्फेट
iv.	साइटोसीन	डीऑक्सीसाइटिडीन	डीऑक्सीसाइटिडीन मोनोफास्फेट

* डी.एन.ए. के अणु में, चार प्रकार के असंख्य न्यूक्लियोटाइड मिलकर एक श्रृंखला का निर्माण करते हैं । श्रृंखला के एक ओर न्यूक्लियोटाइड्स के क्षारक शर्करा के अणु के साथ जुड़े रहते हैं । ऐसी दो लम्बी श्रृंखलायें डी.एन.ए. के एक अणु का संयोजन करती हैं जिनमें क्षारक अक्ष की ओर व्यवस्थित रहते हैं ।
* दोनों विपरीत श्रृंखलाओं के क्षारक अणु आपस में हाइड्रोजन बन्ध की सहायता से जुड़कर युग्मों(pairs) का निर्माण करते हैं



मॉडल 4.1 वाटसन तथा क्रिक (1953) द्‌वारा प्रस्तुत डी.एन.ए. का द्‌विकुंडली प्रारूप

* डी.एन.ए. का अणु एक सीढ़ीनुमा आकृति प्रदर्शित करता है जिसमें शर्करा तथा फॉस्फोरिक अम्ल के अणु लम्बी श्रृंखला बनाते हैं तथा इसकी भुजायें हाइड्रोजन बन्ध द्‌वारा युग्मित नाइट्रोजन क्षारकों की बनी हुयी होती हैं ।
* वाटसन तथा क्रिक (1953) के द्‌वारा प्रस्तुत डी.एन.ए. के मॉडल का अध्ययन करने पर ज्ञात होता है कि डी.एन.ए. का अणु एक सीधी सीढ़ी के रूप में नहीं होता है बल्कि दो श्रृंखलायें एक दूसरे से सर्पिल (spiral) क्रम में व्यवस्थित रहती है ।
* इस प्रकार डी.एन.ए. का एक अणु **द्‌विकुंडली** (double helix) के रूप में जाना जाता है ।
* प्रत्येक कुंडलिनी (helix) में न्यूक्लियोटाइडस के 10 युग्म होते हैं । प्रत्येक न्यूक्लियोटाइड युग्म के मध्य दूरी 3.4 एंग्स्ट्रॉम होती है अर्थात् दो कुंडलियों के मध्य दूरी 34 एंग्स्ट्रॉम के बराबर होती है ।
* डी.एन.ए. की संरचना में भाग लेने वाले नाइट्रोजन क्षारक एक निश्चित क्रम में ही आपस में युग्मित होते हैं । इसे निम्न प्रकार स्पष्ट किया जा सकता है -

ऐडिनीन = थायमीन

तथा

साइटोसीन ≡ ग्वानीन

अर्थात् एडिनीन सदैव थायमीन के साथ युग्मन् करता है जबकि साइटोसीन सदैव ग्वानीन के साथ युग्मन् करता है ।

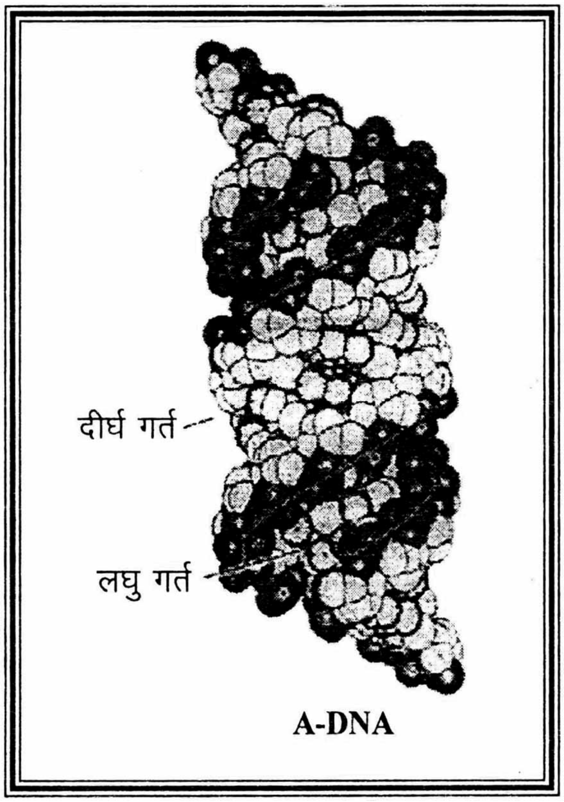
* एडिनीन तथा थायमीन आपस में दो हाइड्रोजन बन्धों की सहायता से जुड़े रहते हैं जबकि साइटोसीन तथा ग्वानीन के मध्य युग्मन तीन हाइड्रोजन बन्धों की सहायता से होता है ।
* इस प्रकार डी.एन.ए. की दो श्रृंखलायें एक दूसरे के अनुपूरक होती है । दूसरे शब्दों में यदि एक श्रृंखला के न्यूक्लियोटाइड का क्रम ज्ञात हो तो इसकी सहायता से दूसरी श्रृंखला के न्यूक्लियोटाइडों का क्रम सरलतापूर्वक ज्ञात किया जा सकता है ।
* डी.एन.ए. की दोनों श्रृंखलायें एक दूसरे से प्रतिसमानान्तर (antiparallel) क्रम में व्यवस्थित रहती हैं अर्थात् विपरीत दिशा में ।
* एक श्रृंखला में फास्फोडाईएस्टर बन्ध $5^{'} \rightarrow 3^{'}$ दिशा में होते हैं जबकि दूसरी श्रृंखला के फास्फोडाईएस्टर बन्ध $3^{'} \rightarrow 5^{'}$ दिशा की ओर होते हैं ।

4.2.2 प्रायोगिक कार्य का उद्देश्य (Objective of Practical Exercise) :

दिये गये मॉडल की सहायता से ए. - डी.एन.ए. की संरचना का अध्ययन करना ।

चित्र 4.2 में दिया गया मॉडल ए. - डी.एन.ए. (A-DNA) प्रारूप को प्रस्तुत करता है । इस प्रारूप की प्रमुख विशेषतायें निम्नलिखित हैं

* ए. - डी.एन.ए. (A- DNA) डीऑक्सीराइबोस न्युक्लिक अम्ल की ही एक अवस्था है ।
* यह एक दक्षिणावर्ती (right heand) द्विकुण्डलित अणु है ।



मॉडल 4.2 - A-DNA का प्रारूप

* इसकी संरचना लगभग बी. - डी.एन.ए. (B-DNA) के समान ही होती है परन्तु इसमें कुण्डली की संरचना अधिक सुंगठित (compact) होती है अर्थात् द्विकुंडली का व्यास अधिक होता है ।
* यह केवल डी.एन.ए. के निर्जलीकृत (dehydrated) नमूनों ((samples) में ही पाया जाता है।
* इसमें बी. - डी.एन.ए. की भाँति ही दीर्घ तथा लघु गर्त (major and minor grooves) दिखाई देती हैं ।
* इसके प्रत्येक फेरे (turn) में 11 क्षारक युग्म होते हैं ।
* एक पूर्ण कुण्डली की लम्बाई 29 Å होती है जिसमें 11 क्षारक युग्म होते हैं । इसका व्यास 26 Å होता है ।
* डी.एन.ए. की यह अवस्था प्राकृतिक रूप से पाये जाने वाले डी.एन.ए. के कुछ हिस्सों में पाई जाती है ।
* जब कोशिकीय माध्यम में धनायनों (cations) की सान्द्रता अधिक होती है तो डी.एन.ए. का कुछ भाग ए. - डी.एन.ए. में परिवर्तित हो जाता है ।

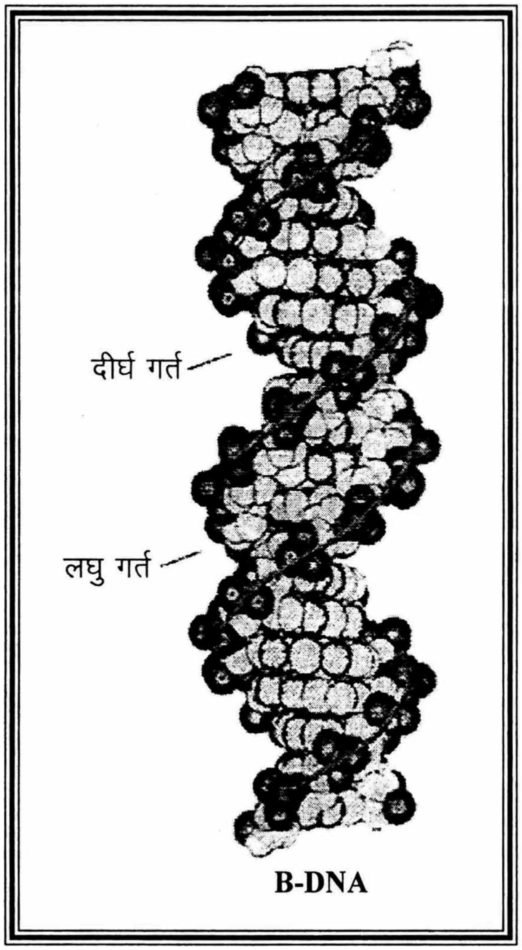
4.2.3 प्रायोगिक अभ्यास का उद्देश्य (Objective of the practical exercise) :

दिये गये मॉडल की सहायता से बी. - डी.एन.ए. (B-DNA) की संरचना का अध्ययन करना ।

चित्र 4.3 में दिया गया मॉडल B-DNA की संरचना का प्रारूप प्रस्तुत करता है । B-DNA की प्रमुख विशेषतायें निम्नलिखित हैं -

* यह डी.एन.ए. की एक प्राकृतिक अवस्था है अर्थात् समस्त कोशिकाओं में बी. डी.एन.ए. प्रमुख रूप से पाया जाता है ।
* वाटसन तथा क्रिक के द्वारा प्रस्तुत किया गया डी.एन.ए. का संरचनात्मक मॉडल बी.डी.एन.ए. पर आधारित है ।
* यह डी.एन.ए. की सर्वाधिक स्थाई अवस्था है । इसकी लम्बाई तथा मोटाई, अन्य अवस्थाओं (ए-डी.एन. ए. तथा जेड-डी.एन.ए.) से भिन्न होती है ।
* यह दक्षिणावर्ती (right handed) डी.एन.ए. है ।
* यह प्रतिसमानान्तर द्विकुंडलित (antiparallel double helical) डी.एन.ए. है ।
* बी-डी.एन.ए. की मोटाई 3.4 एंग्स्ट्रॉम होती है ।
* प्यूरीन तथा पिरीमिडीन नाइट्रोजन क्षारक युग्म कुन्डलीय अक्ष के लम्बवत् व्यवस्थित रहते हैं ।
* कुन्डलीय अक्ष पर प्रत्येक 20 एंग्स्ट्रॉम की दूरी पर एक क्षारक युग्म उपस्थित रहता है ।
* कुंडली के प्रत्येक फेरे (turn) में नाइट्रोजन क्षारकों के 10 युग्म पाये जाते हैं ।
* बी-डी.एन.ए. की कुंडली के एक फेरे की कुल लंबाई 34 एंग्स्ट्रॉम होती है ।
* इसका व्यास 20 एंग्स्ट्रॉम होता है ।

* प्रत्येक अवशेष 36 अंश पर घूमा हुआ होता है ।



मॉडल 4.3 - B-DNA का प्रारूप

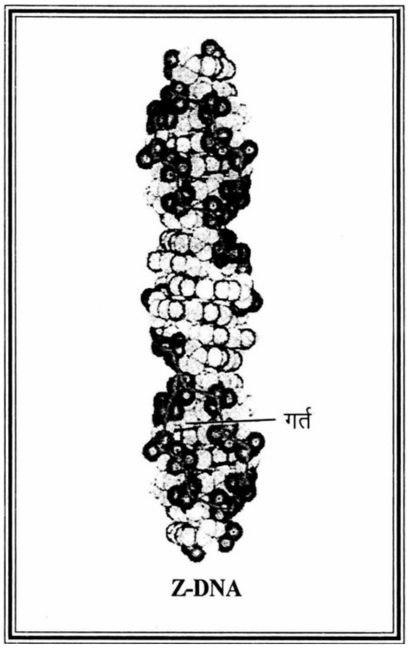
4.2.4 प्रायोगिक अभ्यास का उद्देश्य (Objective of practical exercise) :

दिये गये मॉडल के आधार पर जेड-डी.एन.ए. (Z-DNA) की संरचना का अध्ययन करना ।

सन् 1979 में अलेक्जेंडर रिच ने सर्वप्रथम डी.एन.ए. की क्रिस्टल संरचना का हल प्रस्तुत किया जिसे जेड. - डी.एन.ए. के रूप में जाना जाता है । जेड-डी.एन.ए. की प्रमुख विशेषतायें निम्नलिखित हैं ।

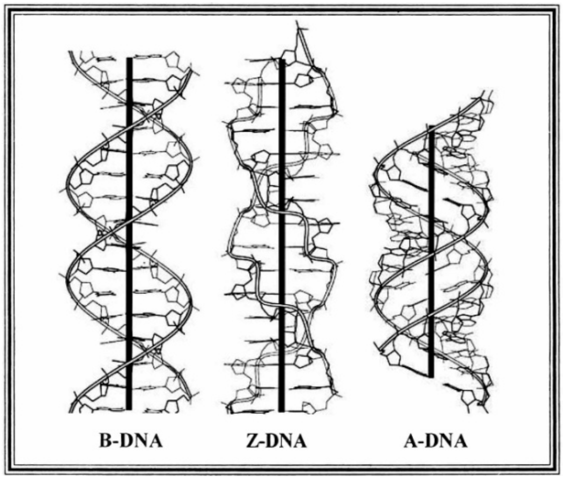
* द्विकुंडलित संरचना वामावर्ती दिशा में अस्त-व्यस्त (zig-zag) क्रम में लिपटी हुई होती है ।
* जेड - डी.एन.ए. दक्षिणावर्ती डी.एन.ए. से पूर्णत: भिन्न है । यहाँ तक कि इसकी तुलना बी.-डी.एन.ए. से की जाती है तथा इनमें विभेद करने के लिये भी जेड.-डी.एन.ए. की सहायता ली जाती है ।
* जेड.-डी.एन.ए. की कुंडली के प्रत्येक फेरे में क्षारकों के 12 युग्म होते हैं ।
* प्रत्येक कुंडली के फेरे की लम्बाई 45.6 एंग्स्ट्रॉम होती है ।

* इसकी द्विकुंडली का व्यास 18 एंग्स्ट्रॉम होता है ।
* जेड.-डी.एन.ए. के क्षारक युग्मों को देखने से पता चलता है कि ये एक दूसरे के ऊपर सिक्कों के रूप में व्यवस्थित रहते हैं । ये क्षारक युग्म द्विकुंडली के अक्ष के लगभग लम्बवत् लगे रहते हैं ।



मॉडल 4 .4 - Z-DNA का प्रारूप

* चूंकि नाइट्रोजन क्षारक पूरी तरह एक के ऊपर एक व्यवस्थित नहीं रहते है तथा शर्करा के अणु भी एक निश्चित झुकाव पर नहीं होते हैं अत: ये एक अस्त-व्यस्त (zig-zag) के आकार की रचना प्रदर्शित करते हैं । इसीलिये इसे जेड.-डी.एन.ए. के रूप में जाना जाता है।



मॉडल 4.5- DNA के विभिन्न प्रारूप

* अध्ययन से ज्ञात हुआ है कि जेड.-डी.एन.ए. की कोई जैवीय उपयोगिता नहीं है । ऐसा माना जाता है कि डी.एन.ए. के प्रतिलेखन (tarnscription) के दौरान उच्च कुंडलन (supercoiling) के तनाव को कम करने में सहायक होता है ।

4.3 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1. न्यूक्लिक अम्ल क्या हैं ? कोशिका में इनकी उपस्थिति एवं कार्यों को समझाइये ।
2. वॉटसन तथा क्रिक के द्वारा प्रस्तुत डी.एन.ए. के आण्विक संरचना प्रारूप की व्याख्या कीजिये ।
3. डी.एन.ए. की द्विकुंडलित संरचना को एक प्रारूप की सहायता से समझाइये ।
4. डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. की संरचना में भाग लेने वाले विभिन्न न्यूक्लियोसाइड तथा न्यूक्लियोटाइड के नाम लिखिये ।
5. नाइट्रोजन क्षारक क्या हैं ? न्यूक्लिक अम्लो की रचना में भाग लेने वाले विभिन्न क्षारकों का वर्णन कीजिये ।
6. डी.एन.ए. के विभिन्न प्रारूपों - A-DNA, B-DNA, तथा Z-DNA की प्रमुख विशेषताओं का उल्लेख कीजिये ।
7. डी.एन.ए. के विभिन्न प्रारूपों को मॉडल की सहायता से प्रदर्शित कीजिये ।

4.4 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Book) :

1. **Cell Molecular Bioloby,** P.K. Gupta, Rastogi Publication, Sivaji Road , Gangotri, Meerut.
2. **Cell Biology,** C.B. Powar, Himalya Publishing Company, New Dehli.
3. **Biochemistry and Moecular Biology,** W.H. Ellioot and D.C.Elliot, Oxford University Press, Oxford.
4. **Cell and Molecular Biology,** De Robertis and De Robertis, Lippincott Williams and Wikins, New York.
5. **Molecular Biology,** David Freifelder, Narosa Publishing House, New Dehli.

इकाई 5

जीन अभिव्यक्ति का मॉडल / चार्ट के द्वारा प्रदर्शन
DEMONSTRATION OF GENE EXPRESSION BY MODLES/ CHARTS

इकाई संरचना

5.0 उद्देश्य

5.1 प्रस्तावना

5.2 जीवन का केन्द्रीयवाद

5.3 जीन अभिव्यक्ति

5.3.1 अभ्यास 1 : जीन प्रतिलेखन

5.3.2 अभ्यास 2 : जीन अनुवाद

5.4 पारिभाषिक शब्दावली

5.5 अभ्यास प्रश्न

5.6 सन्दर्भ ग्रंथ

5.1 उद्देश्य (Objectives) :

इस इकाई का उद्देश्य है -

1. डी.एन.ए. में निहित आनुवांशिक सूचना के बारे में जानना ।
2. आर.एन.ए. के संरचनात्मक घटकों की पहचान करना ।
3. मेसेंजर आर.एन.ए. (mRNA) के निर्माण में प्रयुक्त होने वाले चरणों का वर्णन ।
4. अनुवाद में राइबोसोमल आर.एन.ए. (rRNA), संदेश वाहक आर.एन.ए. (mRAN) तथा स्थानान्तरण आर. एन.ए. (tRNA) की भूमिका की विवेचना करना ।
5. अनुवाद के विभिन्न चरणों का परिचय ।
6. जीवों के लक्षणों का जीन अभिव्यक्ति के साथ संबंध को निरूपित करना ।

6.2 प्रस्तावना (Introduction) :

समस्त जीवधारियों में आनुवांशिक लक्षण एक पीढ़ी से दूसरी पीढी में स्थानान्तरित होते हैं । ये आनुवांशिक लक्षण लैंगिक प्रजनन के समय स्थानांतरित किये जाते हैं । जीन्स को आनुवांशिकता को इकाई के रूप में भी जाना जाता है । आण्विक जीव विज्ञान के सैद्धान्तिक अध्ययन में आप यह भली-भांति जान चुके हैं कि न्यूक्लिक अम्ल डी.एन.ए ही आनुवांशिक पदार्थ होता है अर्थात् डी.एन.ए. ही समस्त जीवधारियों में आनुवांशिक सूचना को एक पीढ़ी से दूसरी 'पीढी में स्थानांतरित करता है । जीन डी.एन.ए. से बने हुये होते हैं तथा जीवधारियों में सम्पन्न होने वाली समस्त क्रियाओं को सम्पादित करते हैं । जीन जिन क्रियाओं को सम्पादित

करते हैं उनकी अभिव्यक्ति प्रोटीन संश्लेषण के माध्यम से होती है । प्रोटीन संश्लेषण की क्रिया जीन के द्वारा सम्पन्न की जाती है । यह एक जटिल प्रक्रिया है जिसमें एन्जाइम सक्रिय रूप से भाग लेते हैं । जीवन के केन्द्रीय वाद के विषय में जानने से पहले आइये जीन को परिभाषित करें । विभिन्न वैज्ञानिकों ने जीन को निम्न रूपों में परिभाषित किया है -

a. यह आनुवांशिक लक्षणों की वंशानुगति का आधार है ।

b. ये गुणसूत्रों पर उपस्थित विशेष क्षेत्र होते हैं ।

c. यह गुणसूत्र पर उपस्थित एक विशेष खण्ड होता है जो एक एन्जाइम का निर्माण करता है ।

d. गुणसूत्र का एक खण्ड होता है जो एक प्रोटीन का निर्माण करता है ।

e. गुणसूत्र का एक खण्ड होता जो एक क्रियात्मक उत्पाद का निर्माण करता है ।

इस अध्याय में दिये गये मॉडल व चित्रों की सहायता से जीन अभिव्यक्ति के विषय प्रोटीन संश्लेषण एक जटिल प्रक्रिया है जिसे विभिन्न जीनों के द्वारा नियंत्रित किया जाता है । एक विशेष प्रोटीन के संश्लेषण के लिये आवश्यक सूचना (संदेश) आनुवांशिक कूट (genetic code) के रूप में डी.एन.ए. की अनुलेखित प्रतिलिपि (transcribed copy) संदेशवाहक आर.एन.ए. (messenger RNA, mRNA) में संग्रहित की जाती है । अगले चरण में इस सूचना के आधार पर अनेक अमीनो अम्ल एक श्रृंखला के रूप में जुड़कर प्रोटीन का निर्माण करते हैं । यह क्रिया अनुवाद (translation) कहलाती है । इस अध्याय में दिये गये मॉडल तथा चित्रों के माध्यम से जीन अभिव्यक्ति के इन महत्वपूर्ण चरणों को समझने का प्रयास करेंगे

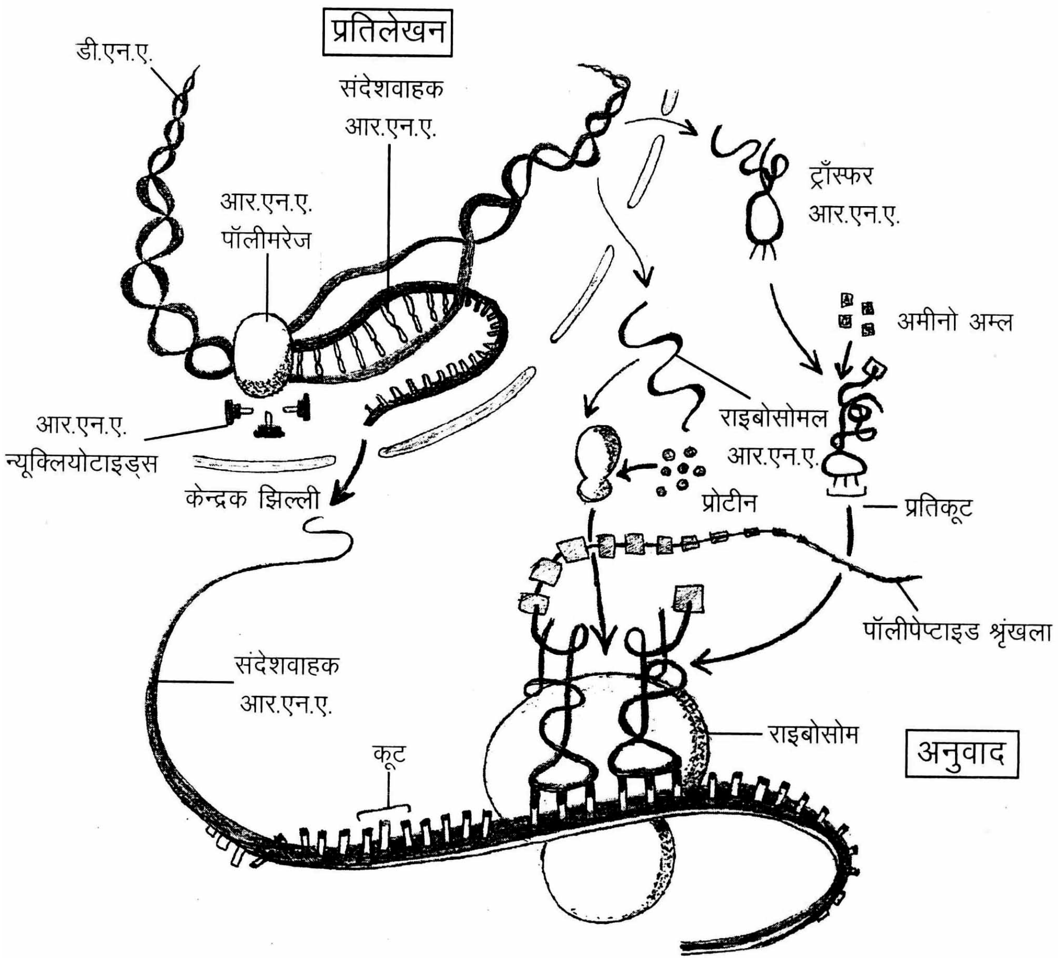
5.2 जीवन का केन्द्रीयवाद (Central Dogma of Life) :

जीवन का केन्द्रीयवाद दो चरणों में सम्पन्न होने वाली प्रक्रिया को निरूपित करता है । इसके अनुसार जीन के द्वारा प्रोटीन के रूप में प्रवाहित होने वाली सूचना दो चरणों में प्रेषित की जाती है - ये चरण क्रमशः अनुलेखन (transcription) तथा अनुवाद (translation) कहलाते हैं । केन्द्रीयवाद के अनुसार जीन से प्रोटीन तक सूचना का प्रेषण निम्न रूप में होता है-

डी.एन.ए. → आर.एन.ए. → प्रोटीन

जीवन के केन्द्रीयवाद को "आण्विक जीव विज्ञान के केन्द्रीयवाद" (central dogma of molecular biology) के रूप में भी जाना जाता है । सर्वप्रथम इसकी विवेचना Francis Crick ने 1958 में की । जीवन के केन्द्रीयवाद के अनुसार आनुवांशिक सूचना का प्रवाह केवल एक दिशा में ही होता है । अर्थात् आनुवांशिक सूचना डी.एन.ए. से आर.एन.ए. तथा आर.एन.ए. से प्रोटीन को दी जाती है तथा यह सूचना किसी भी स्थिति में प्रोटीन से आर.एन.ए. तथा आर.एन.ए. से डी.एन.ए. को नहीं दी जाती है । चूँकि प्रोटीन संश्लेषण के लिये आवश्यक आनुवांशिक संदेशों का संचालन केवल एक दिशा में ही (unidirectional) होता है अत: डी.एन.ए. से आर.एन.ए. तथा प्रोटीन का संश्लेषण संभव है परन्तु प्रोटीन से आर.एन.ए. अथवा डी.एन.ए. का संश्लेषण संभव नहीं होता है । जीन अभिव्यक्ति की इस अवधारणा को ही

'आण्विक जीव विज्ञान का केन्द्रीयवाद (central dogma of molecular biology) के रूप में जाना जाता है |



चित्र 5.2 - 'जीवन का केन्द्रीयवाद' को निरूपित करने वाला चित्र

5.3 जीन अभिव्यक्ति (Gene expression) :

जैसा कि इस अध्याय की प्रस्तावना में स्पष्ट किया गया है कि जीन की अभिव्यक्ति प्रोटीन संश्लेषण के माध्यम से होती है । दूसरे शब्दों में जीन अभिव्यक्ति उस सम्पूर्ण प्रक्रिया को कहते हैं जिसमें डी.एन.ए. पर जीनों की सूचना को प्रोटीन के माध्यम से अभिव्यक्त किया जाता है । जीन अभिव्यक्ति के दो प्रमुख चरण हैं जिसे प्रतिलेखन (transcription) तथा अनुवाद (Translation) के रूप में जाना जाता है ।

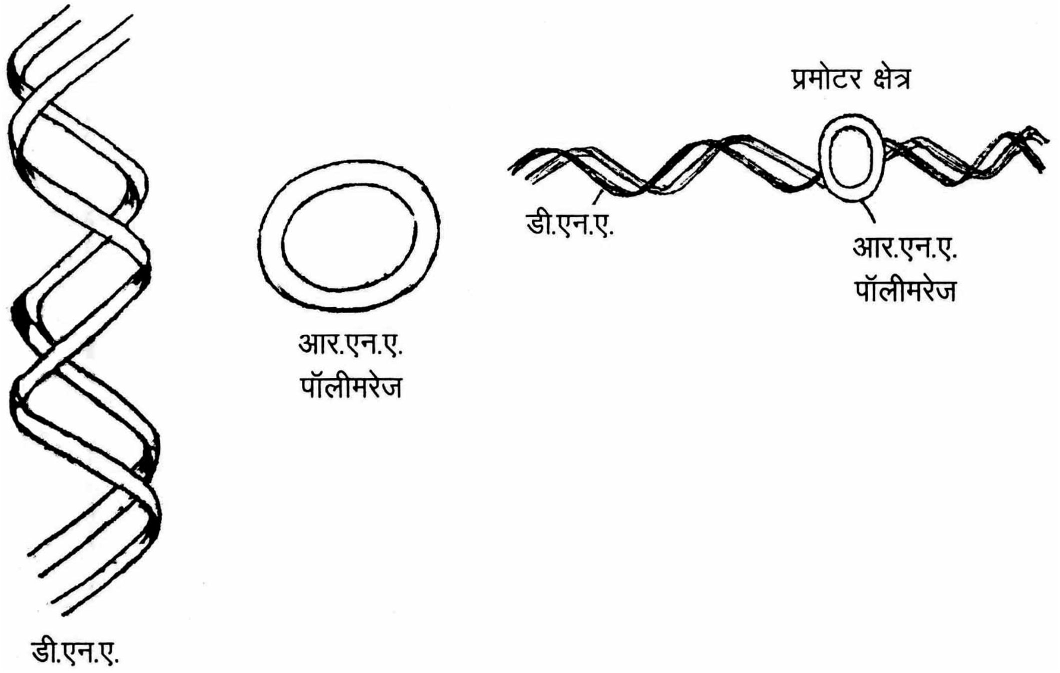
इस अध्याय में मॉडलों / चित्रों की सहायता से जीन अभिव्यक्ति के विभिन्न चरणों को जानने का प्रयास करेंगे ।

5.3.1 अभ्यास-1 : जीन प्रतिलेखन (Gene transcription) :

प्रतिलेखन वह प्रक्रिया है जिसमें डी.एन.ए. में संग्रहित आनुवांशिक सूचना अल्पकालिक संदेशवाहक आर.एन.ए. को स्थानान्तरित की जाती है । यह प्रक्रिया एक विशेष एन्जाइम - आर.एन.ए. पॉलीमरेज के द्वारा उत्प्रेरित की जाती है । आर.एन.ए. पॉलीमरेज एन्जाइम डी.एन.ए. के एक विशेष स्थान की पहचान करके जुड़ जाता है । इसके पश्चात् यह संदेशवाहक आर.एन.ए. के एक सूत्र का निर्माण प्रारम्भ कर देता है । यह क्रिया डी.एन.ए. के साँचे (Template) के आधार पर सम्पन्न होती है । जब प्रतिलेखन की क्रिया सम्पन्न हो जाती है तो जीन, अर्थात् डी.एन.ए. का वह भाग जो एक प्रोटीन विशेष के लिये कूटीय सूचना (Coded information) रखता है, अब संदेशवाहक आर.एन.ए. के अणु के रूप में आ जाता है जिसे पुन: अनुवाद के समय साँचे (Template) के रूप में प्रयोग किया जा सकता है ।

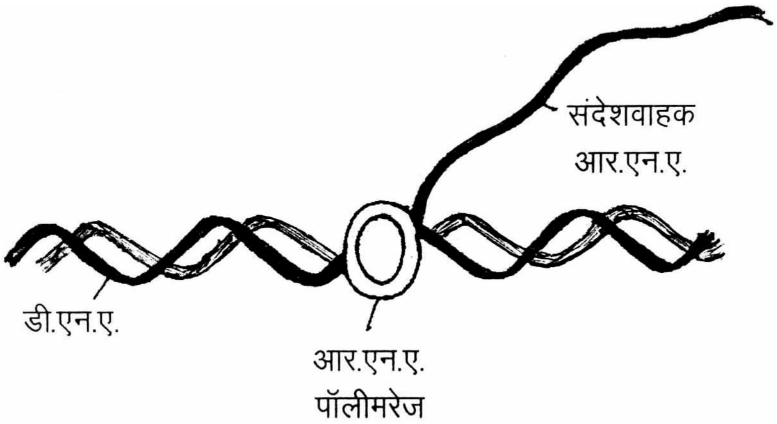
जीन प्रतिलेखन के प्रमुख बिन्दु (Important points of gene transcription)

1. सर्वप्रथम एक द्विसूत्री डी.एन.ए. का अणु विकुंडलित (uncoiled) होकर दो अलग-अलग सूत्रों के रूप में आ जाता है । इसी समय आर.एन.ए. पॉलीमरेज एन्जाइम इसकी एक विशेष जगह पर आकर जुड़ जाता है । वह स्थान जहाँ पर आर.एन.ए. पॉलीमरेज एन्जाइम जुड़ता है । 'प्रोमोटर क्षेत्र' (promoter region) कहलाता है ।



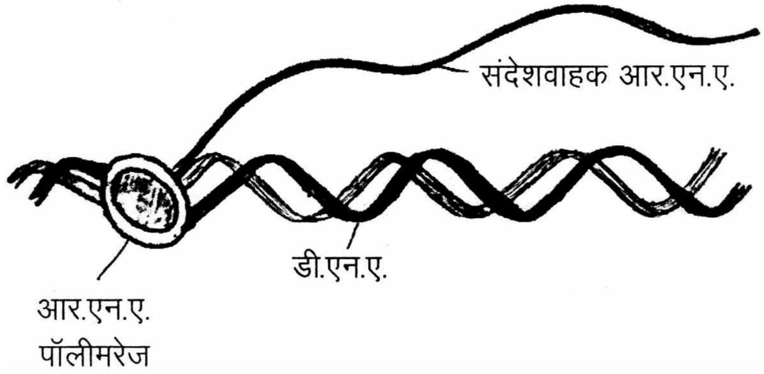
चित्र 5.3A - डी.एन.ए. के प्रोमोटर क्षेत्र पर आर.एन.ए. पॉलीमरेज का जुड़ना

2. अगले चरण में आर.एन.ए. पॉलीमरेज, डी.एन.ए. के एक सूत्र जिसे टेम्पलेट डी.एन.ए. (template DNA) भी कहते है, के अनुरूप अनुपूरक न्यूक्लियोटाइड (Complementary nucleotide) का मिलान करके जोड़ना प्रारम्भ कर देता है । इस क्रम में अनेक अनुपूरक न्यूक्लियोटाइड्स जुड़कर एक लम्बी संदेशवाहक आर.एन.ए. की श्रृंखला का निर्माण करते हैं।



चित्र 5.3B - आर.एन.ए. पॉलीमरेज द्वारा संदेशवाहक आर.एन.ए. की अनुपूरक प्रतिलिपि का निर्माण

3. अंत में आर.एन.ए. पॉलीमरेज एक संदेशवाहक आर.एन.ए. की श्रृंखला को जारी कर देता है । यह सूत्र, डी.एन.ए. की अनुपूरक प्रतिलिपि (complimentary copy) होती है । यह संदेशवाहक आर.एन.ए. अब अंतर्निहित सूचना के आधार पर अनुवाद की प्रक्रिया में भाग लेता है ।



चित्र 5.3C - संदेशवाहक आर.एन.ए. के अणु का निर्माण

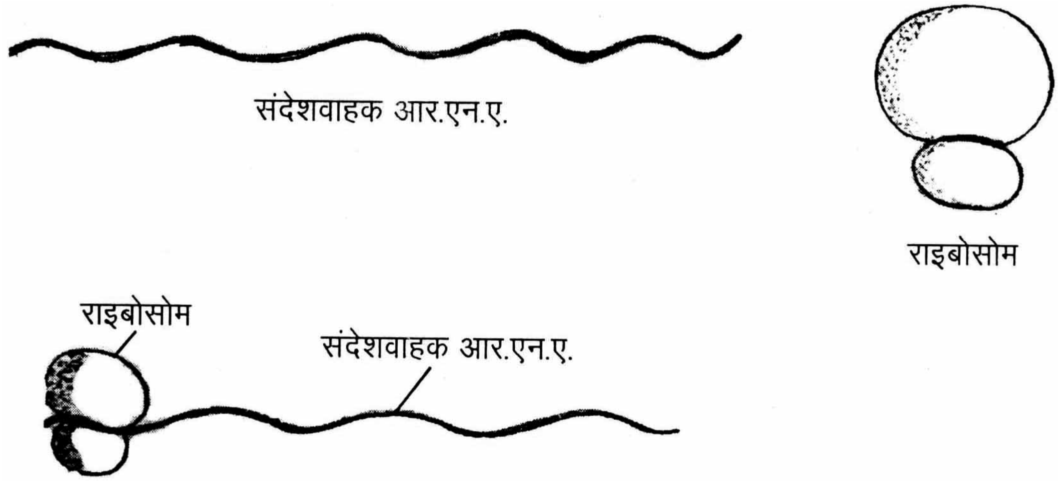
5.3.2 अभ्यास-2 : जीन अनुवाद (Gene translation)

अनुवाद एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें डी.एन.ए. के द्वारा संदेशवाहक आर.एन.ए. को स्थानान्तरित की गई आनुवांशिक सूचना, अमीनो अम्लों की श्रृंखला के रूप में परिवर्तित हो जाती है । ये अमीनो अम्ल आपस में पेप्टाइड बन्ध के द्वारा जुड़कर एक श्रृंखला के रूप में आ जाते हैं । वास्तविक रूप में यह एक अनुवाद है जिसमें न्यूक्लियोटाइड का क्रम, अमीनो अस्त के क्रम में परिवर्तित हो जाता, है । जिस प्रकार आर.एन.ए. पॉलीमरेज संदेशवाहक आर.एन.ए. की संश्लेषण स्थल होती है उसी प्रकार अनुवाद की प्रक्रिया राइबोसोम के द्वारा सम्पन्न की जाती है । राइबोसोम संदेशवाहक आर.एन.ए. पर स्थित आनुवांशिक कूट (जो कि तीन-तीन नाइट्रोजन

क्षारकों के क्रम में होते हैं) के अनुपूरक कूट का मिलान करता है । ये अनुपूरक कूट क्षारकों के रूप में ट्रांस्फर आर.एन.ए. (transfer RNA) अणु के प्रतिकूट क्षेत्र (anticodon region) पर लगे रहते हैं । इस प्रक्रिया में नाइट्रोजन क्षारकों का युग्मन विशिष्ट होता है । एडिनीन सदैव यूरेसिल (A-U) कें साथ युग्मन करता है जबकि साइटोसीन सदैव ग्वानीन (C-G) के साथ युग्मन करता है । राइबोसोम संदेशवाहक आर.एन.ए. के सहारे आगे बढ़ता जाता है तथा एक बार में एक आनुवांशिक कूट का मिलान करके, एक विशिष्ट अमीनो अम्ल का चयन करके पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का निर्माण करता है । अंत में राइबोसोम एक विराम कूट (stop codon) के समीप पहुँच कर पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला तथा संदेशवाहक आर.एन.ए. को विमुक्त कर देता है । यह पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला एक विशेष आकार में कुंडलित होकर कोशिकाओं के चपापचय में प्रोटीन के रूप में भाग लेती है ।

जीन अनुवाद के महत्वपूर्ण बिन्दु (important pointes of gene translation)

1. सर्वप्रथम राइबोसोम संदेशवाहक आर.एन.ए. पर एक विशिष्ट स्थान पर जुड़ जाता है । यह स्थान प्रोमोटर क्षेत्र (promoter region) कहलाता है । प्रोमोटर क्षेत्र संदेशवाहक आर.एन.ए. पर ठीक उस स्थान पर होता है जहाँ से आगे न्यूक्लियोटाइड का क्रम पॉलीपेप्टाइड के क्रम में अनुवादित होता है (चित्र 5.3D) ।

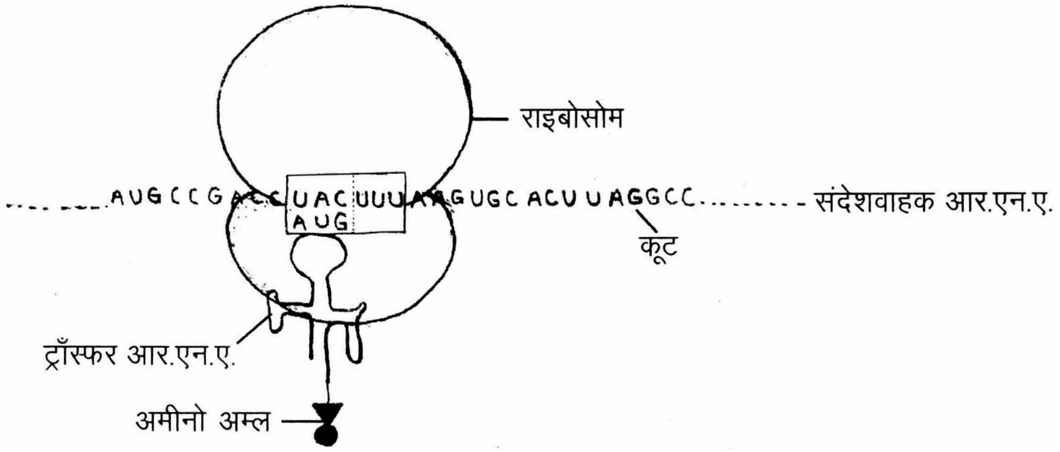


चित्र 5.3D - संदेशवाहक आर.एन.ए. के प्रोमोटर क्षेत्र पर राइबोसोम का जुड़ना

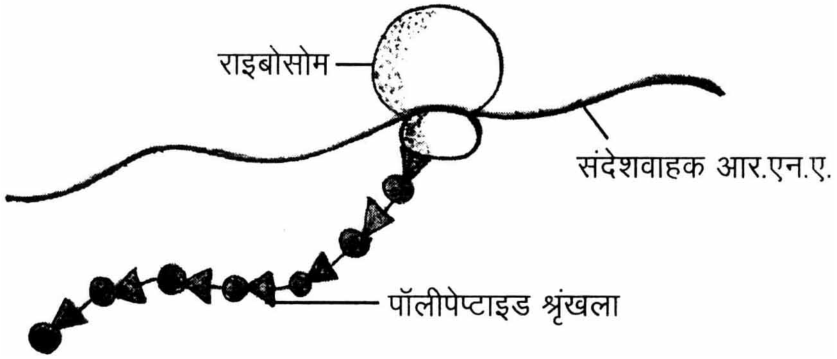
2. ट्रांस्फर आर.एन.ए.(tRNA) के विशिष्ट अमीनो अम्ल के साथ जुड़ जाते है । यहाँ यह बात ध्यान देने योग्य होती है कि ट्रांस्फर आर.एन.ए. पर स्थित प्रतिकूट (anticodon) संदेशवाहक आर.एन.ए. पर स्थित आनुवांशिक कूट से मिलान करना चाहिये । उदाहरणस्वरूप, संदेशवाहक आर.एन.ए. पर स्थित प्रतिकूट मिलान, ट्रांस्फर आर.एन.ए. पर स्थित प्रतिकूट-AUG के साथ ही होता है (चित्र 5.3E)

चित्र 5.3E - ट्रांस्फर आर.एन.ए. पर अमीनो अम्ल का जुड़ना

3. इस क्रम को आगे बढ़ाते हुये ट्रांस्फर आर.एन.ए. को प्रत्येक अणु राइबोसोम पर संदेशवाहक आर.एन.ए के साथ जुड़ता जाता है तथा एक अगले अमीनो अम्ल को लाकर राइबोसोम तक पहुँचाता रहता है । सभी अमीनो अम्ल आपस में पेप्टाइड बन्ध से जुड़ते रहते हैं तथा एक श्रृंखला का निर्माण करते हैं जिसे पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला कहते हैं । राइबोसोम एक अमीनो अम्ल को श्रृंखला तक पहुँचाने के बाद एक कूट आगे खिसक जाता है तथा यह प्रक्रिया अनेक बार दोहराई जाती है (चित्र 5.3F,G) ।



चित्र 5.3F - संदेशवाहक आर.एन.ए. में निहित कूटों के अनुरूप पॉलीपेप्टाइड श्रखला का आरम्भ



चित्र 5.3G - राइबोसोम का संदेशवाहक आर.एन.ए. पर अग्रचालन तथा पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला का निर्माण

5.4 पारिभाषिक शब्दावली (Glossary of terms) :

जीन अभिव्यक्ति एक जटिल प्रक्रिया है जिसे समझने के लिये शब्दावली का ज्ञान होना आवश्यक है । आगे कुछ पारिभाषिक शब्दों का उल्लेख किया गया है जो इस पाठ को समझने में सहायक होंगे -

* Nucleotides : केन्द्रकीय अम्लों की रचना करने वाले आधारभूत इकाई अणु जो फास्फेट समूह, शर्करा तथा नाइट्रोजन क्षारक (एडिनीन, ग्वानीन थायमीन तथा साइटोसीन अथवा यूरेसिल) से मिलकर बने होते हैं
* Hydrogen bonds : दुर्बल बन्ध, ये अनुपूरक नाइट्रोजन क्षारकों के युग्मन में महत्त्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह करते हैं । एडिनीन का युग्मन थायमीन के साथ तथा ग्वानीन का युग्मन साइटोसीन के साथ होता है ।
* Double helix: डी.एन.ए. के दो प्रतिसमान्तर सूत्र जो आपस में सघन कुंडलित होते हैं ।
* Complementary base pairing : विशेष अनुपूरक क्षारक युग्मन जिसमें सदैव एडिनीन का युग्मन थायमीन के साथ तथा ग्वानीन का युग्मन साइटोसीन के साथ होता है । (आर.एन.ए. में एडिनीन का युग्मन यूरेसिल के साथ होता है)
* Transcription: जीन (डी.एन.ए.) में निहित आनुवांशिक सूचना का संदेशवाहक आर.एन.ए. के रूप में प्रतिलेखन ।
* Translation: संदेशवाहक आर.एन.ए. पर आनुवांशिक सूचना का पॉलीपेप्टाइड श्रृंखला के रूप में अनुवाद ।
* RNA Polymerase : वह एन्जाइम जो डी.एन.ए. के एक सूत्र को साँचे (template) के रूप में प्रयोग करता है तथा संदेशवाहक आर.एन.ए. के अनुपूरक सूत्र का निर्माण करता है ।
* Promoters : डी.एन.ए. पर स्थित विशेष क्षेत्र जहाँ पर आर.एन.ए. पॉलीमरेज एन्जाइम जुड़ता है ।
* Adenosine : नाइट्रोजन क्षारक जो थायमीन के साथ युग्मन करता है ।
* Guanine : नाइट्रोजन क्षारक जो साइटोसीन के साथ युग्मन करता है ।
* Cytosine : नाइट्रोजन क्षारक जो ग्वानीन के साथ युग्मन करता है ।
* Thymine : डी.एन.ए. में पाया जाने वाला नाइट्रोजन क्षारक ।
* Uracil : आर.एन.ए. में पाया जाने वाला नाइट्रोजन क्षारक ।
* Codon : संदेशवाहक आर.एन.ए. पर स्थित तीन न्यूक्लियोटाइडों का खण्ड । यह कूट एक विशेष ट्रांस्फर आर.एन.ए. को पहचान कर उससे जुड़ता है ।
* Anticodon : ट्रांस्फर आर.एन.ए. पर स्थित तीन क्षारकों का खण्ड जो संदेशवाहक आर.एन.ए. पर स्थित कूट के साथ मिलान करता है ।

5.5 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. चित्र में दिये गये मॉडल के आधार पर प्रतिलेखन के महत्वपूर्ण चरणों को समझाइये ।

2. चित्र में दिये गये मॉडल के आधार पर अनुवाद के विभिन्न चरणों का उल्लेख कीजिये ।
3. प्रोटीन संश्लेषण के महत्वपूर्ण चरणों की विवेचना चित्र में दिये गये मॉडल के आधार पर कीजिये ।

5.6 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Books) :

1. **Cell and Molecular Biology,** P.K. gupta, rastogi Publications, Shivaji Road, Gangotri, meerut.
2. **Cell Biology,** C.B.Power, himalya Publishing Company, New Delhi.
3. **Biochemistry and Molecular Biology,** W.H.Elliott, Oxford University Press, Oxford.
4. **Cell and Molecular Biology,** De Robertis and Robertis, Lippincott Williams and Wilkins, New York.
5. **Molecular Biology,** David freifelder, Narosa Publishing House, New Delhi.

इकाई 6

फास्फोडाईएस्टर बन्ध निर्माण का मॉडल / चार्ट द्वारा प्रदर्शन

DEMONSTRATION OF PHOSPHODIDESTER BOND FORMATION BY MODELS / CHARTS

इकाई संरचना

6.0 इकाई का उद्देश्य

6.1 प्रस्तावना

6.2 न्यूक्लिक अम्लों की संरचना की रूपरेखा

6.2.1 न्यूक्लियोसाइड

6.2.2 न्यूक्लियोटाइड

6.2.3 पॉलीन्यूक्लियोटाइड

6.2.4 प्रायोगिक अभ्यास - फास्फोडाईएस्टर बन्ध का मॉडल अध्ययन

6.3 अभ्यासार्थ प्रश्न

6.4 सन्दर्भ ग्रन्थ

6.0 इकाई का उद्देश्य (Objectives) :

इस इकाई में दिये गये प्रायोगिक कार्य का उद्देश्य यह है कि -

(i) न्यूक्लिक अम्लों के आधारभूत संघटक तथा उनकी संरचना को समझना ।

(ii) नाइट्रोजन क्षारक, न्यूक्लियोसाइड तथा न्यूक्लियोटाइड की आण्विक संरचना की व्याख्या करना ।

(iii) फास्फोडाईएस्टर बन्ध तथा न्यूक्लिक अम्लों की सहसंयोजी संरचना को समझना ।

(iv) शर्करा-फास्फेट मूल श्रृंखला (sugar-phosphate backbone) की संरचना को स्पष्ट करना ।

6.1 प्रस्तावना (Introduction):

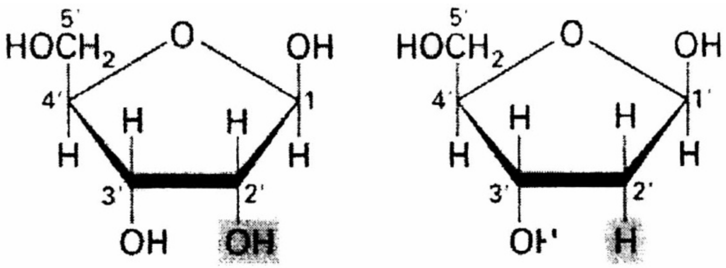
इस इकाई के अध्ययन से पूर्व इकाई 4 में आप डीऑक्सीराइबोस न्यूक्लिक अम्ल की संरचना से जुड़े महत्वपूर्ण तथ्यों का अध्ययन कर चुके हैं । इसके साथ ही डी.एन.ए. के विभिन्न प्रकारों - जैसे ए-डी.एन.ए., बी-डी.एन.ए. तथा जेड-डी.एन.ए. के विषय में भी आप आधारभूत जानकारी इकाई 4 में प्राप्त कर चुके हैं । चूँकि न्यूक्लिक अम्ल (डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए.) जटिल रासायनिक संगठन वाले जैव अणु हैं, अत: इनके निर्माण में सहयोग करने वाले एक महत्वपूर्ण रासायनिक बन्ध - फास्फोडाईएस्टर बन्ध के विषय में जानना अत्यधिक आवश्यक है । इसके साथ ही न्यूक्लिक अम्लों की संरचना से जुड़ी कुछ महत्वपूर्ण जानकारी का भी इस इकाई में

समावेश किया गया है । दिये गये मॉडल फास्फोडाईएस्टर बन्ध की संरचना एवं इसकी प्रकृति को समझने में सहायक सिद्ध होंगे ।

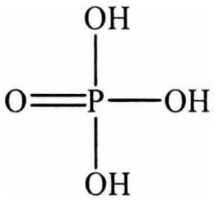
फास्फोडाईएस्टर बन्ध के विषय में विस्तृत जानकारी प्राप्त करने से पूर्व न्यूक्लिक अम्लों - डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. की संरचना से संबंधित तथ्यों का परिचय कर लेना लाभदायक होगा।

6.2 न्यूक्लिक अम्लों की संरचना के महत्वपूर्ण बिन्दु (Important points of structure of Nucleic Acids):

* डी.एन.ए., डीऑक्सीराइबोस न्यूक्लिक अम्ल का शब्द संक्षेप है जबकि आर.एन.ए., राइबोस न्यूक्लिक अम्ल के संक्षिप्त रूप को प्रकट करता है ।
* न्यूक्लिक अम्लों की प्राथमिक संरचना नाइट्रोजनीय क्षारकों से प्रारम्भ होती है जिन्हें दो समूहों में बाँटा गया है -
  i) प्यूरीन (Purines)
  ii) पिरीमिडीन (pyrimidines)
* डी.एन.ए. की संरचना में भाग लेने वाले नाइट्रोजन क्षारकों को एडिनीन, ग्वानीन, थायमीन तथा साइटोसीन (Adenine, Guanine, Thymine and Cytosine) के नाम से जाना जाता है ।
* एडिनीन तथा ग्वानीन, प्यूरीन श्रेणी के क्षारक हैं जबकि थायमीन तथा साइटोसीन पिरीमिडीन श्रेणी के सदस्य है ।
* आर.एन.ए. में थायमीन नाइट्रोजन क्षारक अनुपस्थित होता है जबकि इसके स्थान पर यूरेसिल (Uracil) नामक क्षारक पाया जाता है ।
* न्यूक्लिक अम्लों में शर्करा के अणु भी पाये जाते हैं । डी.एन.ए. में उपस्थित शर्करा को डीऑक्सीराइबोस शर्करा (deoxyribose sugar) के नाम से जाना जाता है जबकि आर.एन.ए. में राइबोस शर्करा (ribose sugar) पायी जाती है । ये दोनों शर्करायें पाँच कार्बन युक्त के अणु होते हैं अत: इन्हें पेन्टोज शर्करा (Pentose sugar) भी कहते हैं। चित्र 6.1 में न्यूक्लिक अम्लों में पाई जाने वाली शर्करा का आण्विक चित्र प्रस्तुत किया गया है ।
* न्यूक्लिक अम्लों में नाइट्रोजन क्षारक तथा शर्करा के अतिरिक्त एक फास्फेट (phosphate) भी पाया जाता है । यह फास्फेट फास्फोरिक अम्ल (phosphoric acid) के रूप में उपस्थित रहता है । चित्र 6.2 में फास्फेट की आण्विक संरचना प्रस्तुत की गयी है।



चित्र 6.1 न्यूक्लिक अम्लों आर.एन.ए. तथा डी.एन.ए. में पाई जाने वाले शर्करा अणुओं की संरचना



चित्र 6.2 फास्फोरिक अम्ल की आण्विक संरचना

6.2.1 न्यूक्लियोसाइड (Nucleosides)

* न्यूक्लिक अम्लों के अणुओं में प्रत्येक पेन्टोज शर्करा अणु के साथ एक नाइट्रोजन क्षारक जुड़ा रहता है । यह नाइट्रोजन क्षारक शर्करा के प्रथम कार्बन पर जुड़ता है । नाइट्रोजन क्षारक, प्यूरीन अथवा पिरीमिडीन किसी भी समूह का हो सकता है । अत: पेन्टोज शर्करा तथा नाइट्रोजन क्षारक मिलकर एक न्यूक्लियोसाइड का अणु बनाते हैं।

  [शर्करा + नाइट्रोजन क्षारक] = न्यूक्लियोसाइड

* डी.एन.ए. में डीऑक्सीराइबोस शर्करा के अणु के साथ चार नाइट्रोजन क्षारकों - एडिनीन (A), ग्वानीन (G), थायमीन (T) तथा साइटोसीन (C) में से कोई एक क्षारक जुड़ा रहता है तथा इससे बनने वाला न्यूक्लियोसाइड - डीऑक्सीराइबोसाइड (deoxyriboside) कहलाता है ।

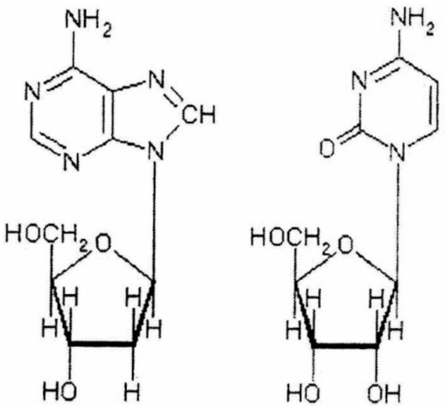
  [डीऑक्सीराइबोस शर्करा + नाइट्रोजन क्षारक] = डीआँक्सीराइबोसाइड

* इसी प्रकार आर.एन.ए. में राइबोस शर्करा के अणु के साथ चार नाइट्रोजन क्षारकों - एडिनीन (A), ग्वानीन (G), यूरेसिल (U) तथा साइटोसीन (C) में से कोई एक क्षारक जुड़ा रहता है । इससे बनने वाले न्यूक्लियोसाइड - राइबोसाइड (riboside) कहलाता है ।

  [राइबोस शर्करा + नाइट्रोजन क्षारक] = राइबोसाइड

* शर्करा तथा नाइट्रोजन क्षारक के अणु आपस में बीटा ग्लाइकोसाइड बंध (B-glycoside linkage) की सहायता से जुड़ रहते है ।

चित्र 6.3 में डीऑक्सीराइबोसाइड तथा राइबोसाइड की आण्विक संरचना प्रस्तुत की गई है -



चित्र 6.3 डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. के न्यूक्लियोटाइडों (यहाँ नाइट्रोजन क्षारक क्रमशः एडिनीन तथा साइटोसीन लिये गये हैं) की संरचना

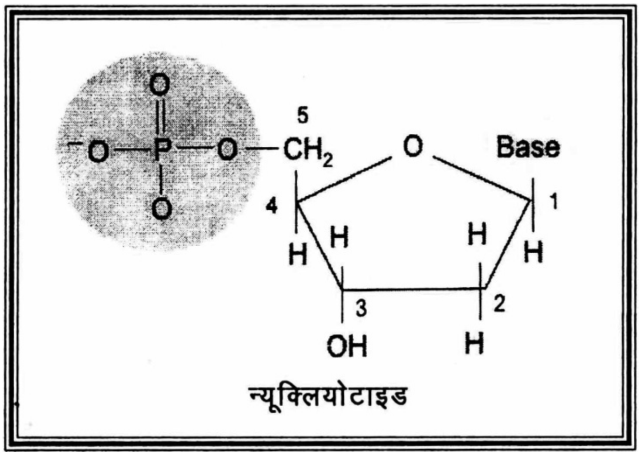
6.2.2 न्यूक्लियोटाइड (Nucleotides)

कोशिकाओं की उपापचयी क्रियाओं में न्यूक्लियोटाइड विभिन्न महत्वपूर्ण कार्यों का सम्पन्न करते हैं । अनेक उपापचयी क्रियाओं में ये ऊर्जा प्रदान करने के साथ ही साथ एंजाइमों के सहकारको (Cofactors) के रूप में भी जाने जाते हैं । इनका सर्वाधिक महत्वपूर्ण कार्य न्यूक्लिक अम्लों की संरचना में भाग लेना है । न्यूक्लियोटाइड के संगठन को निम्न बिन्दुओं में स्पष्ट किया जा सकता है -

* जब किसी न्यूक्लियोसाइड के साथ फास्फेट समूह (Phosphoric acid) जुड़ जाता है तो उसे न्यूक्लियोटाइड के रूप में जाना जाता है ।

  [न्यूक्लियोसाइड फ़ फास्फेट] = न्यूक्लियोटाइड

* प्रत्येक न्यूक्लियोटाइड न्यूक्लिक अम्ल के अणु की आधारीय इकाई (base unit) होता है । इसीलिये इसे न्यूक्लिक अम्ल की building blocks भी कहते हैं ।
* अत: न्यूक्लियोटाइड में पेन्टोज शर्करा के कार्बन संख्या 5 पर फॉस्फेट समूह जुड़ा रहता है ।



मॉडल 6.4 - डी.एन.ए. अणु की इकाई न्यूक्लियोटाइड की संरचना का प्रारूप

* डी.एन.ए. का प्रत्येक न्यूक्लियोटाइड - डीऑक्सीराइबोन्यूक्लियोटाइड (deoxyribonucleotide) कहलाता है जबकि आर.एन.ए. में यह राइबोन्यूक्लियोटाइड (ribonuclieotde) के नाम से जाना जाता है ।.

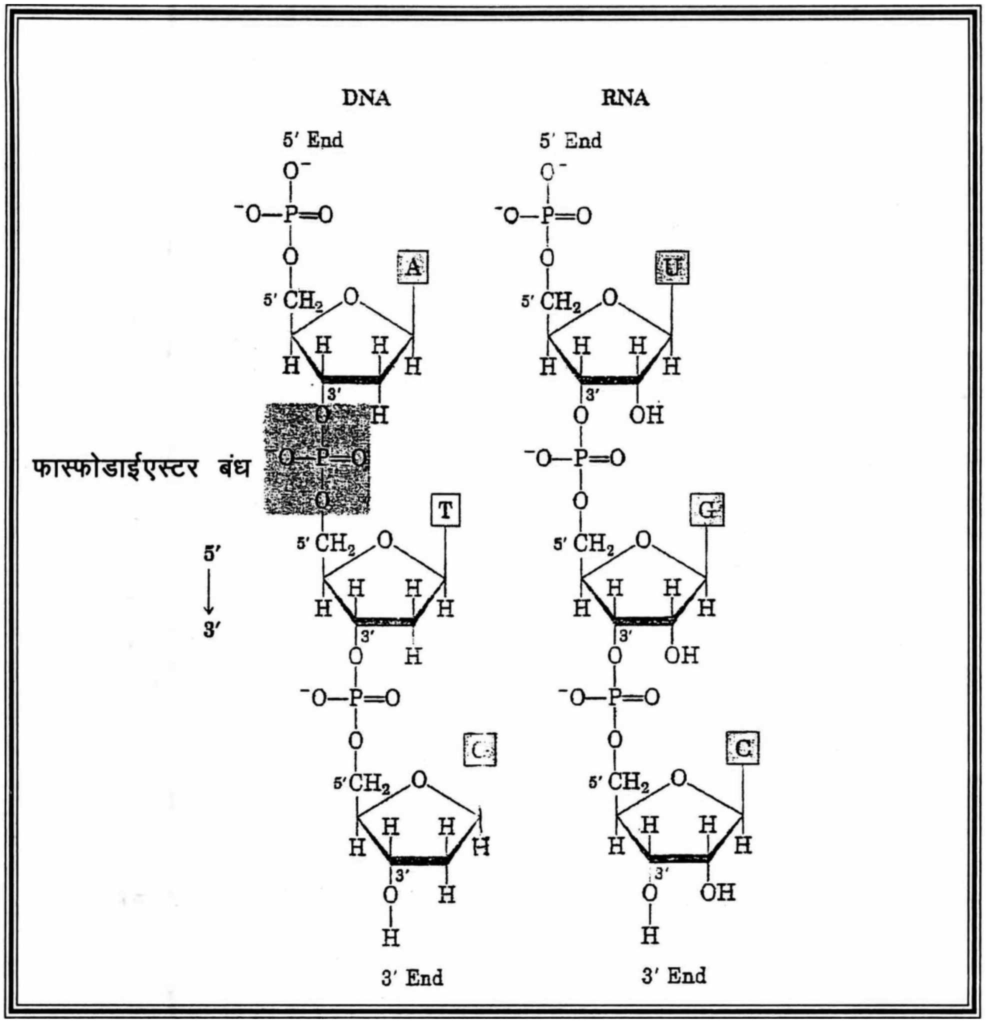
- डीऑक्सीराइबोस शर्करा + नाइट्रोजन क्षारक + फास्फोरिक अम्ल = डीऑक्सीराइबोन्यूक्लियोटाइड
- राइबोस शर्करा + नाइट्रोजन क्षारक + फास्फोरिक अम्ल = राइबोन्यूक्लियोटाइड

* चूँकि डी.एन.ए. में चार प्रकार के नाइट्रोजन क्षारक प्रयुक्त होते हैं - (A, T, G तथा C) अत: डीऑक्सीराइबोन्यूक्लियोटाइड भी चार प्रकार के होते हैं ।
* इसी प्रकार आर.एन.ए. में चार प्रकार के राइबोन्यूक्लियोटाइड पाये जाते हैं जो चार विभिन्न नाइट्रोजन क्षारकों (A,U,G तथा C) पर आधारित होते हैं ।
* मॉडल 6.4 में विभिन्न प्रकार के डीऑक्सीराइबोन्यूक्लियोटाइड तथा राइबोन्यूक्लियोटाइड की आण्विक संरचना प्रस्तुत की गई है ।
* न्यूक्लियोटाइड्स डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. के संश्लेषण में प्रयुक्त होने वाली मूल इकाइयों के रूप में जाने जाते हैं । असंख्य न्यूक्लियोटाइड मिलकर एक पॉलीन्यूक्लियोटाइड अणु (polynuecleotide molecule) का निर्माण करते हैं । जब दो न्यूक्लियोटाइड आपस में जुड़ जाते हैं तो डाईन्यूक्लियोटाइड (dinucleotide) अथवा डाईमर (dimer) के रूप में जाने जाते हैं ।

तालिका 6.1 - डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. के विभिन्न न्यूक्लियोटाइडों के नाम

नाइट्रोजन क्षारक	**न्यूक्लियोसाइड**	**न्यूक्लियोटाइड**	**न्यूक्लिक अम्ल**
प्यूरीन			
एडिनीन	डीऑक्सीएडीनोसीन	डीआक्सीएडिनोसीन मोनोफास्फेट	डी.एन.ए.
	एडिनोसीन	एडिनोसीन मोनोफास्फेट	आर.एन.ए.
ग्वानीन	डीऑक्सीग्वानोसीन	डीऑक्सीग्वानोसीन मोनोफास्फेट	डी.एन.ए.
	ग्वानोसीन	ग्वानोसीन मोनो फास्फेट	आर.एन.ए.

पिरीमिडीन साइटोसीन	डीऑक्सीसाइटिडीन	डीऑक्सीसाइटिडीन मोनोफास्फेट	डी.एन.ए.
	साइटिडीन	साइटिडीनमोनोफोस्फेट	आर.एन.ए.
थायमीन	डीऑक्सीथायमिडीन	डीऑक्सीथायमिडीन मोनोफास्फेट	डी.एन.ए.
यूरेसिल	यूरिडीन	यूरिडीन मोनोफास्फेट	आर.एन.ए.



मॉडल 6.5 - न्यूक्लिक अम्लों में फास्फोडाईएस्टर बन्ध तथा श्रृंखला का निर्माण प्रदर्शन

6.2.3 पॉलीन्यूक्लियोटाइड (Polynucleotide)

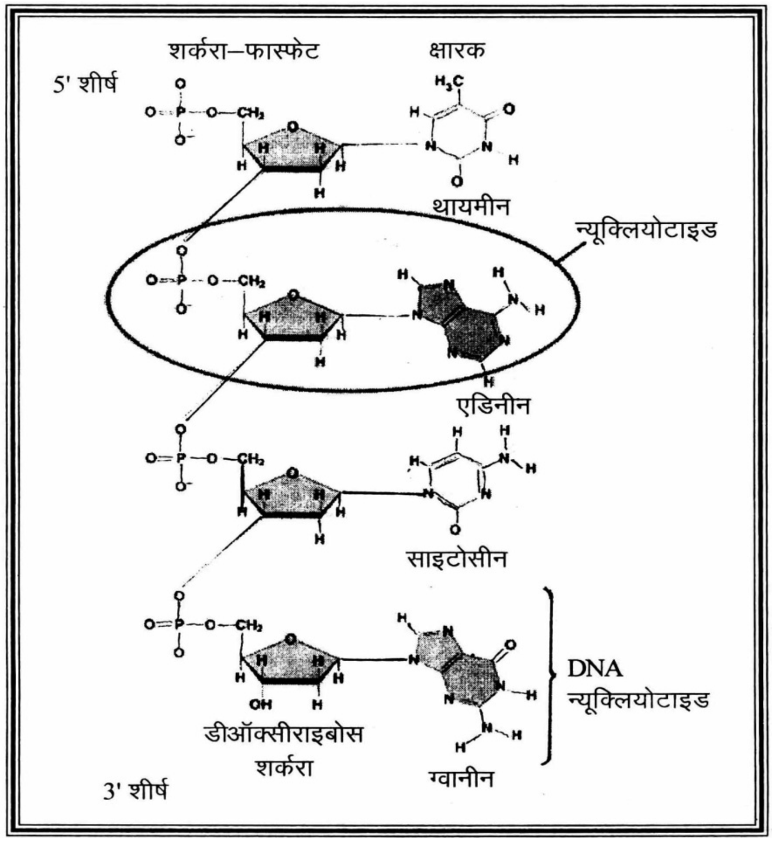
* ऑलीगोन्यूक्लियोटाइड (oligonucleotide) एक लघु बहुलक होता है जो कुछ न्यूक्लियोटाइड से बना हुआ होता है ।
* पॉलीन्यूक्लियोटाइड वास्तव में एक लंबी शृंखला होती है जो अनेक न्यूक्लियोटाइडों से मिलकर बनी हुई होती है ।
* पाली न्यूक्लियोटाइड शृंखला 5' → 3' दिशा प्रदर्शित करती है । यह क्रम फास्फोडाईएस्टर बन्ध के द्वारा निर्धारित किया जाता है ।
* पॉलीन्यूक्लियोटाइड सूचना को संग्रह करते हैं जिसे इनके क्रम के द्वारा जाना जा सकता है।
* आर.एन.ए. की तुलना में डी.एन.ए. का अणु अधिक स्थाई होता है क्योकि डी.एन.ए. में दूसरे कार्बन पर हाइड्रॉक्सिल (OH) समूह अनुपस्थित होता है । आर.एन.ए. में राइबोस शर्करा के दूसरे कार्बन पर स्थित OH समूह समीपस्थ फास्फेट समूह के साथ अभिक्रिया कर जाता है जिसके फलस्वरूप फास्फोडाईएस्टर बन्ध टूट जाते हैं ।

6.2.4 प्रायोगिक कार्य का उद्देश्य (Objective of Experiment)

दिये गये मॉडल के आधार पर न्यूक्लिक अम्लों - डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. में फास्फोडाईएस्टर बन्ध का अध्ययन करना ।

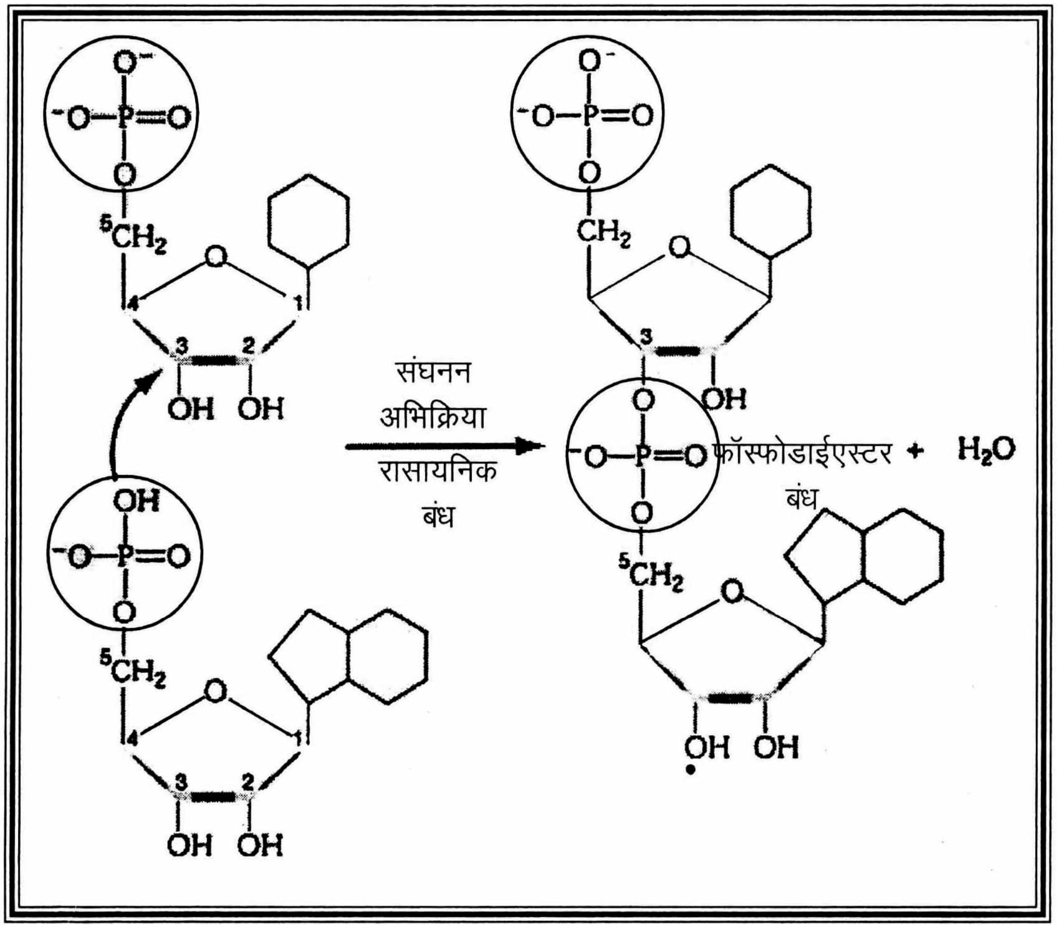
मॉडल 6.5 में दिया गया प्रारूप डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. में शर्करा तथा फास्फेट से निर्मित मूल श्रृंखला (backbone) तथा फास्फोडाईएस्टर बन्ध को प्रदर्शित करता है । इस मॉडल की प्रमुख विशेषतायें निम्नलिखित हैं -

* न्यूक्लिक अम्ल न्यूक्लियोटाइडों से बने रेखीय बहुलक (linear polymers) होते हैं ।
* ल्यूवेन (levene) ने अपने प्रयोगों के माध्यम से स्पष्ट किया कि दो न्यूक्लियोटाइड आपस में सहसंयोजी फास्फोडाईएस्टर बन्ध (covalent phosphodiester linkage) के द्वारा जुड़े रहते हैं ।
* फास्फोडाईएस्टर बन्ध एक न्यूक्लियोटाइड के हाइड्रॉक्सिल समूह (OH) तथा दूसरे न्यूक्लियोटाइड के फास्फेट (PO_4) समूह के मध्य स्थापित होता है ।



मॉडल 6.6 - डी.एन.ए. की पॉलीन्यूक्लियोटाइड श्रृंखला में शर्करा-फास्फेट मूल श्रृंखला (sugar-phosphate backbone) का प्रारूप

* चूँकि डी.एन.ए. में फास्फोडाईएस्टर बन्ध दो पास-पास स्थित शर्करा अणुओं के 5' तथा 3' कार्बनों पर निर्मित होते हैं अत: इन बन्धों को 5-3' फास्फोडाईएस्टर बन्ध भी कहा जाता है ।
* इस प्रकार न्यूक्लिक अम्लों की सहसंयोजी मूल श्रृंखलाओं (covalent backbones) में फास्फेट तथा पेन्टोज शर्करा के अणु एकान्तर क्रम (alternative sequence) में पाये जाते हैं ।
* डी.एन.ए. तथा आर.एन.ए. की मूल श्रृंखला (backbones) जलस्नेही (hydrophilic) होती है।
* शर्करा के OH समूह H_2O के अणुओं के साथ हाइड्रोजन बन्ध का निर्माण करते हैं ।
* सभी फास्फोडाईएस्टर बन्ध एक पूर्ण श्रृंखला में एक ही विन्यास (orientation) प्रदर्शित करते हैं जिसे फलस्वरूप एक रेखीय न्यूक्लिक अम्ल (linear nucleic acid) सूत्र तथा स्पष्ट 5' व 3' सिरे देखे जा सकते हैं ।



मॉडल 6.7 - दो न्यूक्लियोटाइडों के मध्य फास्फोडाईएस्टर बन्ध निर्माण का प्रदर्शन

* डी.एन.ए. की भाँति ही आर.एन.ए. भी असंख्य न्यूक्लियोटाइडों से बनी एक लम्बी अशाखित बहुलक श्रृंखला के रूप में होता है जो आपस में 5 - 3 फास्फोडाईएस्टर बन्धों से जुड़े रहते हैं ।
* आर.एन.ए. की सहसंयोजी संरचना (covalent structure) डी.एन.ए. से दो विभिन्नतायें प्रदर्शित करती है -

(i) आर.एन.ए. में राइबोस शर्करा अणु होता है डीऑक्सीराइबोस नहीं । राइबोस शर्करा में दूसरे कार्बन पर OH समूह होता है । इसके परिणामस्वरूप आर.एन.ए. में 5' - 3' बन्ध के साथ-साथ 5' - 2' बन्ध भी संभव होता है ।

(ii) इसके अतिरिक्त आर.एन.ए. में थायमीन नाइट्रोजन क्षारक के स्थान पर यूरेसिल पाया जाता है।

* न्यूक्लिक अम्लों की श्रृंखला का निर्माण करने वाले फास्फोडाईएस्टर बन्धों पर ऋणात्मक आवेश होता है । यह ऋणात्मक आवेश हाइड्रॉक्साइड आयनों को प्रतिकर्षित करता है अत: फास्फोडाईएस्टर बन्धों का जल अपघटन आसानी से नहीं हो पाता है । इसके अतिरिक्त

डी.एन.ए. में शर्करा अणु के दूसरे कार्बन पर OH समूह की अनुपस्थिति भी डी.एन.ए. के जल अपघटन (hydrolysis) का प्रतिरोध करती है जिसके कारण यह आर.एन.ए. की तुलना में अधिक स्थाई होता है ।

मॉडल 6.6 तथा 6.7 में फास्फोडाईएस्टर बन्ध तथा शर्करा-फास्फेट मूल श्रृंखला (sugar phosphate backbone) को प्रदर्शित किया गया है ।

6.3 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. न्यूक्लिक अम्लों की संरचना को बिन्दुओं के रूप में वर्णित कीजिये ।
2. न्यूक्लियोसाइड तथा न्यूक्लियोटाइड की आण्विक संरचना को समझाइये ।
3. न्यूक्लिक अम्लों में प्रयुक्त होने वाले विभिन्न यौगिकों की आण्विक संरचना प्रस्तुत कीजिये ।
4. डी.एन.ए. की संरचना में फास्फोडाईएस्टर बन्ध की भूमिका की विवेचना कीजिये ।
5. एक प्रारूप की सहायता से शर्करा-फास्फेट मूल श्रृंखला की रचना को प्रदर्शित कीजिये ।
6. एक प्रारूप की सहायता से दो न्यूक्लियोटाइडों के मध्य फास्फोडाईएस्टर बन्ध के निर्माण की प्रक्रिया समझाइये ।

6.4 सन्दर्भ ग्रंथ (Reference books):

1. **Cell and Molecular Biology,** P.K. gupta, rastogi Publications, Shivaji Road, Gangotri, Meerut.
2. **Cell Biology,** C.B.Power, Himalya Publishing Company, New Delhi.
3. **Biochemistry and Molecular Biology,** W.H.Elliott, Oxford University Press, Oxford.
4. **Cell and Molecular Biology,** De Robertis and Robertis, Lippincott Williams and Wilkins, New York.
5. **Molecular Biology,** David freifelder, Narosa Publishing House, New Delhi.

इकाई 7

प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट तथा किण्वकों की परख

TEST OF PROTEIN, CARBOHYDRATES & ENZYMES

इकाई संरचना

7.0 उद्देश्य

7.1 प्रस्तावना

7.2 आवश्यक सामग्री

7.3 कार्बोहाइड्रेट के लिए परीक्षण

7.4 प्रोटीन के लिए परीक्षण

7.5 वसा / लिपिड के लिए परीक्षण

7.6 परिणाम

7.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

7.8 संदर्भ ग्रंथ

7.0 उद्देश्य (Objective)

दिए गए नमूने में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन व वसा की उपस्थिति का परीक्षण करना ।

7.1 प्रस्तावना

कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन व वसा का रासायनिक विश्लेषण इनकी पहचान के लिए एक बहुत महत्वपूर्ण हिस्सा है । कार्बोहाइड्रेट कार्बन, हाइड्रोजन और ऑक्सीजन तत्वों से मिलकर बने हुए यौगिक हैं । ये दो प्रकार के होते हैं शर्करा व अशर्करा । प्रोटीन अमीनो अम्लों से निर्मित होते हैं, हमारे शरीर में 20 अमीनो अम्ल पाए जाते हैं जिनमें से दस essential अमीनो अम्लों की श्रेणी में आते हैं । वसा उच्च कार्बोक्सलिक अम्लों के त्रिगिलस्राइड व्युत्पन्न हैं । इनके NaOH (aqueous) के द्वारा जलीकरण करने पर हमें उच्च कार्बोक्सलिक अम्लों के सोडियम लवण और गिलस्रोल प्राप्त होते है । इनके रासायनिक विश्लेषण के लिए निम्न रासायनिक विधियाँ प्रयोग में ली जाती है ।

7.2 आवश्यक सामग्री

टेस्ट ट्यूब, स्पिरिट लैम्प, बेनडिक्ट विलयन, पिकरिक अम्ल, 40% कास्टिक सोडा विलयन, 20% कास्टिक सोडा विलयन, 0.5% कॉपर सल्फेट विलयन, सान्द्र नाइट्रिक अम्ल, कास्टिक सोडा पैलेट्स, सुडान IV रंजक, नमूने का विलयन, फेहलिंग विलयन A व B.

7.3 कार्बोहाइड्रेट के लिए परीक्ष

क्र. सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**बेनेडिक्ट परीक्षण** :- नमूने A का जलीय विलियन + बेनेडिक्ट विलियन	रंगीन अवक्षेप आता है	कार्बोहाइड्रेट हो सकता है
2.	**फेहलिंग परीक्षण** :- नमूने A का जलीय विलियन + फेहलिंग विलियन A & B + गर्म	रंगीन अवक्षेप	ग्लूकोस (कार्बोहाइड्रेट) उपस्थित है ।
3.	**पिकरिक अम्ल परीक्षण** नमूने का जलीय विलियन + पिकरिक अम्ल + 40% NaOH+ गर्म	लाल रंग का अवक्षेप आता है	ग्लूकोस की उपस्थिति निश्चित है ।
4.	**मोलिश परीक्षण** :- नमूने का जलीय विलियन + मोलिश अभिकर्मक (एल्फा नेफ्थॉल का 10% एल्कोहॉलिक विलियन) + H_2SO_4 (सांद्र)	लाल वलय कुछ समय पश्चात् लाल बैंगनी रंग में परिवर्तित	कार्बोहाइड्रेट उपस्थित है ।
5.	**एन्थोन परीक्षण** :- नमूने का जलीय विलियन + एन्थोन विलियन (समान मात्रा) + गर्म	हरा या नीला रंग	कार्बोहाइड्रेट उपस्थित है ।

7.4 प्रोटीन के लिए परीक्षण

क्र. सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	**बाइयूरेट परीक्षण** :- नमूने A का जलीय विलयन + 20% NaOH विलयन + 0.5% CuSO4 विलयन	बैगनी रंग का विलयन आता है	यह प्रोटीन की उपस्थिति को दर्शाता है

2.	**जैन्थोप्रोटिक परीक्षण** :- नमूने B का जलीय विलयन + सांद्र HNO_3 + गर्म विलयन को ठंडा किया तथा NaOH की गोलियाँ डाली	श्वेत अवक्षेप युक्त पीला विलयन आता है	प्रोटीन की उपस्थिति निश्चित है

7.5 वसा लिपिड के लिए परीक्षण

क्र. सं.	प्रयोग	प्रेक्षण	निष्कर्ष
1.	विलयन C में सुडान IV रंजक को घोला	रंजक नमूने में विलेय है	इसमें वसा / लिपिड की उपस्थिति निश्चित है

7.6 परिणाम

दिए गए नमूने (A) में कार्बोहाइड्रेट है ।

नमूने (B) में प्रोटीन है ।

नमूने (C) में लिपिड / वसा है ।

7.7 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question):

1. कार्बोहाइड्रेट के किन्हीं दो रासायनिक परीक्षणों के नाम व क्रियाविधि बताए ।
2. प्रोटीन के किन्हीं दो रासायनिक परीक्षणों के नाम व क्रियाविधि बताए?
3. वसा के परीक्षण के लिये किस अभिकर्मक का काम में लेते हैं तथा इसकी परीक्षण की क्रियाविधि समझाइये ।

7.8 संदर्भ ग्रंथ Reference Books):

1. **Principles of Biochemistry,** L.Nelson & M.Cox, W.H.Freeman & Company, New York.
2. **Fundamentals of Biochemistry,** D.Voet & W.Pratt, Johan Wiley & Sons, Inc.
3. **Biochemistry**, J.M.Bery, J.L.Tymoezko & L.Stryer, W.H.Freeman & Company, New York.

इकाई 8

पादप अण्डपों के प्रकारों का अध्ययन
STUDY OF TYPES OF PLANT OVULES

इकाई संरचना

8.0 उद्देश्य

8.1 प्रस्तावना

8.2 अण्डपों के प्रकार

8.3 अभ्यासार्थ प्रश्न

8.4 संदर्भ ग्रन्थ

8.0 उद्देश्य (Objective):

विभिन्न प्रकार के पादप अण्डपों का अध्ययन ।

8.1 प्रस्तावना (Introduction):

आवृत्तबीजी पादपों में जायांग एक या अनेक अण्डपों का बना होता है । जायांग में अण्डाशय के भीतर बीजाण्ड / अण्डप (ovules) उपस्थित होते हैं । अण्डप की संरचना काफी जटिल होती है, प्रत्येक परिपक्व अण्डप (ovule) के केन्द्र में एक बड़ी थैली सदृश्य संरचना होती है, जिसे भ्रूणकोष (Embryosac) कहते हैं । इसमें 8 केन्द्रक उपस्थित होते हैं, यह संरचना मादा युग्मकोद्भिद के समान होती है । जिसमें अण्ड कोशिका (Egg Cell) मादा युग्मक को प्रदर्शित करती है ।

8.2 अण्डपों के प्रकार (Types of Ovules) :

आवृतबीजी पादपों में निम्न छ: प्रकार के अण्डप पाये जाते हैं ।

I. ऋजु बीजाण्ड (Orthotropus Ovule)

इस प्रकार का अण्डप / बीजाण्ड रेखीय संरचना प्रदर्शित करता है । बीजाण्ड में बीजाण्ड वृन्त (Funicle), निभाग (Chalaza) तथा बीजाण्डद्वार (micropyle) एक सीध में उपस्थित होते हैं । उदाहरण - पोलीगोनम (Polygonum) तथा पाइपर (Piper)

II. प्रतीप बीजाण्ड (Anatropous Ovule)

इस प्रकार का बीजाण्ड विलोमित अवस्था में अथवा उल्टा दिखाई देता है । इस प्रकार के बीजाण्ड में बीजाण्डकाय (Nucellus), बीजाण्ड द्वार (micropyle) तथा बीजाण्डवृत्त की अधिक लम्बाई से अण्डप 180 डिग्री के कोण पर घूम जाता है । इस अवस्था में बीजाण्डद्वार एवं बीजाण्ड वृत्त एक दूसरे के पास आ जाते हैं, और बीजाण्ड द्वार तथा निभाग दोनों एक सीध में दिखाई देते हैं। उदाहरण - सूरजमुखी (sunflower) एवं अरण्ड (Ricinus) ।

III. वक्र बीजाण्ड (Campylatropous ovule)

इस प्रकार का बीजाण्ड घूमा हुआ होता है, इस प्रकार में बीजाण्ड द्वार (micropyle) तथा निभाग (Chalaza) एक सीधी रेखा में नहीं पाया जाता, इसलिए इसे वक्र बीजाण्ड कहते हैं । इसमें बीजाण्डद्वार नीचे की ओर उन्मुख बीजाण्डवृत्त (Funicle) के पास स्थित होता है । उदाहरण - चना (Cicer) एवं मटर (Pisum)

IV. अर्धप्रतीप बीजाण्ड (Hemianatropous Ovule)

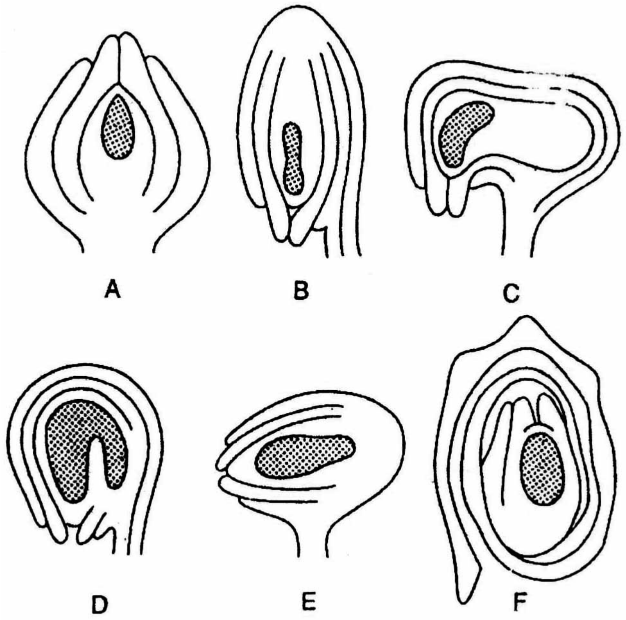
इस प्रकार के बीजाण्ड में बीजाण्ड द्वार (micropyle) तथा निभाग (Chalaza) एक क्षैतिज दिशा में व्यवस्थित होते हैं, इस प्रकार में दोनों लम्बवत् रूप में उपस्थित नहीं होते तथा बीजाण्ड वृत्त (Funicle) इनके 90° के कोण पर उपस्थित होता है । उदाहरण - रेननकुलस (Ranuculus)

V. अनुप्रस्थ बीजाण्ड (Amphitropous Ovule)

इस प्रकार का बीजाण्ड घोड़े की नाल के आकार का अर्थात् इसमें भ्रूणकोष वक्र हो जाता हैं । अनुप्रस्थ बीजाण्ड में बीजाण्ड वृत्त (Funicle) तथा बीजाण्ड द्वार (Micropyle) एक अनुप्रस्थ रेखा में पाये जाते हैं ।

VI. कुंडलित बीजाण्ड (Circinotropous Ovule)

इस प्रकार की संरचना वाले बीजाण्ड कैक्टेसी कुल के पादपों में देखे जाते हैं । इस प्रकार में बीजाण्डवृत्त (Funicle) बहुत लम्बा होता है, और यह चारों ओर से बीजाण्ड को घेरे रहता है । बीजाण्डवृत्त की लम्बाई की वजह से बीजाण्ड 180° के कोण पर घूमकर पूरा 360° के कोण पर घूम जाता है । उदाहरण - कैक्टेसी तथा प्लम्बेजिनेसी कुल के सदस्य ।



चित्र 8.1 : विभिन्न प्रकार के अण्डप (A) ऋजु, (B) प्रतीप, (C) वक्र, (D) अर्द्ध प्रतीप (E) अनुप्रस्थ, (F) कुण्डलित

8.3 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. आवृतबीजी पादपों में पाये जाने वाले बीजाण्डों के प्रकार का विस्तार से वर्णन कीजिए ।

8.4 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books)

1. **The Embryology of Angiosperms,** Bhojwani & Bhatnagar, Vikas Publishing House Pvt. Ltd.,
2. **Plant Development,** Singh, Pandy & Jain, Rastogi Publication, Meerut.

इकाई 9

बीजाण्डन्यास के प्रकारों का अध्ययन

STUDY OF TYPES OF PLACENTATION

इकाई संरचना

9.0 उद्देश्य

9.1 प्रस्तावना

9.2 बीजाण्डन्यासों के प्रकार

9.3 अभ्यासार्थ प्रश्न

9.4 संदर्भ ग्रन्थ

9.0 उद्देश्य (Objective):

पादपों में मिलने वाले विभिन्न प्रकार के बीजाण्डन्यासों का अध्ययन करना ।

9.1 प्रस्तावना (Introduction):

अण्डाशय भित्ति पर बीजाण्डासन (Placenta) की व्यवस्था तथा अण्डपों की उपस्थिति को बीजाण्डन्यास (Placentation) कहते हैं । सरल प्रकार जिसमें केवल एक अण्डप उपस्थित हो, में एक ही प्रकार का सीमान्त (Marginal), बीजाण्डन्यास पाया जाता है । संयुक्त अण्डाशय (Compound Ovary) जिसमें दो या दो से अधिक अण्डप जुड़े हों, में बीजाण्डन्यास अक्षीय, भित्तीय आधारीय, मुक्त स्तम्भीय अथवा परिभित्तीय हो ।

9.2 बीजाण्डन्यासों के प्रकार (Types of Plancentation) :

पादपों में निम्न मुख्य प्रकार के बीजाण्डन्यास पाये जाते हैं -

I. सीमान्त (Marginal)

सीमान्त बीजाण्डन्यास में अण्डाशय एक कोष्ठीय एक अण्डपी तथा बीजाण्डासन पर बीजाण्ड एक पंक्ति में प्रतिपृष्ठ रेखा (Ventral Suture) पर व्यवस्थित होते हैं ।

II. अक्षीय (Axile)

अक्षीय बीजाण्डन्यास में, अण्डाशय युक्ताण्डपी, द्विकोष्ठीय अथवा बहुकोष्ठीय तथा अण्डप बहुसंख्यीय होते हैं । केंद्रीय भाग में उपस्थित बीजाण्ड पर कोष्ठों की संख्या के समान संख्या के अण्डप व्यवस्थित होते हैं । उदाहरण मालेसी एवं सोलेनीसी कुल के सदस्य ।

III. भित्तीय (Parietal)

भित्तीय प्रकार में अण्डाशय एक कोष्ठीय युक्ताण्डपी तथा अण्डप की संख्या दो से अधिक भी हो सकती है । अण्डप, अण्डाशय की भित्ति पर लगे होते हैं । कुसीफेरी कुल के पादपों में पहले अण्डाशय एक कोष्ठीय होता है, लेकिन आभासी पर की उपस्थिति के कारण द्विकोष्ठीय हो जाता है । इस पद को रेप्लम (Replum) कहते हैं । उदाहरण - पेराइटेल्स गण के सदस्य ।

IV. स्तम्भीय (Central)

इस प्रकार के बीजाण्डन्यास में, अण्डाशय की पट भित्ति के टूटने से अण्डाशय एक कोष्ठीय हो जाता है । केन्द्र अक्ष पर उपस्थित बीजाण्डन्यास पर अण्डप लगे होते हैं । उदाहरण पर अण्डप लगे होते हैं । उदाहरण - कैरियोफिल्लेसी कुल के सदस्य ।

V. मुक्त स्तम्भीय (Free Central)

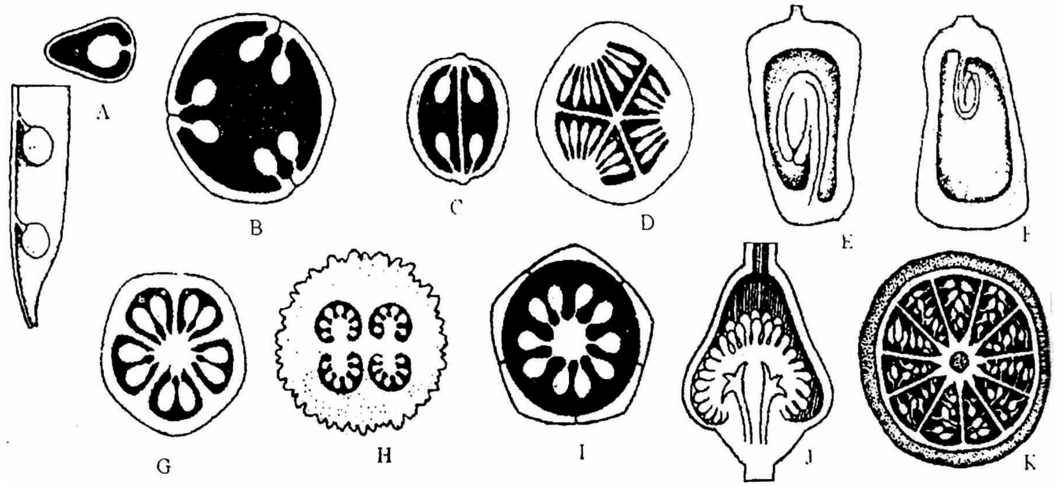
इस प्रकार के अण्डाशय द्‌वि या बहुअण्डपी, युक्ताण्डपी, सदैव एककोष्ठीय तथा बीजाण्डन्यास केन्द्र में मुक्त तथा फूला हुआ व्यवस्थित होता है तथा इसकी सतह पर अण्डप लगे होते हैं । उदाहरण - प्रिमरोज (Primula)

VI. आधारीय (Basal)

अण्डाशय एक कोष्ठकीय, बीजाण्डासन (Placenta) थैलेमस पर लगा होता है, जिस पर केवल एक अण्डप अण्डाशय के आधार पर लगा होता है । उदाहरण - एस्टेरेसी कुल के सदस्य ।

VII. परिभित्तिय (Superficial)

इस प्रकार के बीजाण्डन्यास में, अण्डाशय बहुकोष्ठकी जिसमें अक्षीय बीजाण्डन्यास के समान कई अण्डप पाये जाते हैं । इसमें बीजाण्ड, बीजाण्डकोष्कों के पटों पर लगे होते हैं । उदाहरण - कमल (Nymphea)



चित्र 9.1 बीजाण्डन्यासों के प्रकार : A. सीमान्त, B. भित्तीय, C-D. आभासी पट के साथ भित्तीय E. आधारीय. F-G. अक्षीय. H. आभासी पट के साथ अक्षीय, I-J. मुक्त स्तम्भीय. K. परिभित्तीय

9.3 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1. बीजाण्डन्यास किसे कहते है? संयुक्त अण्डाशय में पाये जाने वाले विभिन्न प्रकार के बीजाण्डन्यासों का वर्णन कीजिए ।
2. सरल प्रकार के बीजाण्ड का प्रकार बताओ ।
3. अक्षीय बीजाण्ड प्रकार किस कुल का लक्षण है ।
4. रेपलम की उपस्थिति किस बीजाण्डन्यास का लक्षण है ।

9.4 संदर्भ ग्रन्थ: (Reference Books)

1. **The Embryology of Angiosperms,** Bhojwani & Bhatnagar, Vikas Publishing House Pvt. Ltd.,
2. **Plant Development, Singh,** Pandey & Jain, Rastogi Publication, Meerut.

इकाई 10

पराग अंकुरण एवं जीवन क्षमता का अध्ययन
STUDY OF POLLEN GERMINATION AND VIABILITY

इकाई संरचना

10.0 उद्देश्य
10.1 प्रस्तावना
10.2 परागकण अंकुरण
10.3 परागकण अंकुरण परागकण की जीवन क्षमता का अध्ययन
10.4 अभ्यासार्थ प्रश्न
10.5 संदर्भ ग्रन्थ

10.0 उद्देश्य (Objective):

परागकणों के अंकुरण एवं उनकी जीवन क्षमता का प्रायोगिक परीक्षण करना ।

10.1 प्रस्तावना (Introduction):

प्रत्येक परागकण (Pollengrain) अपनी विशिष्ट जाति के लिए विशेष संरचना, आकार एवं आकृति को निरूपित करता है । परागकण या लघुबीजाणु एककोशिकीय, एककेन्द्रीय (uninucleate) एवं अगुणित संरचना होती है । परागकण दो भित्ति सतह बाह्य चोल (exine) तथा अंत:चोल (intine) द्वारा ढका रहता है । हैंगिग ड्रॉप विधि द्वारा परागकणों के अंकुरण तथा एसीटोकार्मीन के द्वारा अभिरंजित कर परागकण की जीवन क्षमता का परिकलन किया जाता है ।

10.2 परागकण अंकुरण (Pollen germination) :

परागकण अंकुरण के लिए हैंगिग ड्रॉप विधि (Hanging drop method) काम में ली जाती है ।

आवश्यक सामग्री (Requirements)

आसानी से पाये जाने वाले किसी पादप जैसे धतूरा या सदाबहार के परागकण, पोषक माध्यम, चिमटी, नीडल (needle),गुहा स्लाइड (cavity side) तथा कवर स्लिप ।

विधि (Method)

सबसे पहले 15% चीनी का विलयन पोषक माध्यम के रूप में तैयार किया जाता है । इसके पश्चात् एक गुहा स्लाइड (cavity slide) लेकर इसकी गुहा में वैसलीन या ग्रीस लगाते हैं । अब एक साफ कवर स्लिप के बीच में चीनी के विलयन की एक बूँद रखते हैं । इस बूँद पर परागकणों को छिड़क देते हैं, इसके पश्चात् परागकण वाली कवर स्लिप को गुहा स्लाइड पर

चिमटी से पकड़कर कैविटी की सतह पर उल्टा करके रख देते हैं । इस प्रक्रिया में परागकण युक्त पोषक माध्यम इस कैविटी में बूँद के समान लटक जाता है, इसीलिए इसे हैंगिग ड्रॉप विधि कहते हैं । अब इस स्लाइड को एक घण्टे के लिए 70-75°F तापमान पर अंधेरे में रख देते हैं, तत्पश्चात् सूक्ष्मदर्शी में अध्ययन करते हैं ।

पर्यवेक्षण (Observation)

सूक्ष्मदर्शी में अध्ययन करने पर, देखते हैं कि परागकणों की आकृति में बदलाव अर्थात् विस्तार होने लगता है तथा इनका अगुणित केन्द्रक केन्द्र से हटकर भित्ति के निकट आ जाता है । इसके अलावा परागकण में उपस्थित रिक्तिका (vacuole) समाप्त हो जाती है । केन्द्रक का समसूत्री विभाजन होता है, जिससे दो असमान कोशिकाएँ बनती हैं - एक बड़ी कायिक कोशिका (vegetative cell) एवं एक छोटी जनन कोशिका (generative cell) होती है । परागकण के जनन छिद्र (germ pore) से पराग नलिका निकलती है । इसके पश्चात् छोटी जनन कोशिका के पृथक् होने से, इसमें दूसरा समसूत्री विभाजन होता है, जिससे दो तर्कनुमा (spindle shaped) नर युग्मक (male gametes) बनते हैं । परागनलिका के ऊपरी भाग में समाप्त होता हुआ कायिक केन्द्रक एवं मध्य भाग में दो नर युग्मक स्पष्ट दिखाई देते हैं ।

10.3 परागकण की जीवन क्षमता का परीक्षण (Pollen Viability Test):

आवश्यक सामग्री

एक द्विलिंगी पुष्प (bisexual flower), जल, स्लाइड, एसीटोकार्मीन (acetocarmine), कवर स्लिप्स, सुई (needle) एवं सूक्ष्मदर्शी ।

विधि (Method)

नीडल की मदद से द्विलिंगी पुष्प के परागकोष को अलग करके, इसके परागकणों को स्लाइड पर छिड़कते हैं । स्लाइड पर एक बूँद जल में 2 प्रतिशत एसीटोकार्मीन अभिरंजक सहित परागकणों को 5 मिनिट के लिए छोड़ देते हैं । 5 मिनिट बाद स्लाइड को कवरस्लिप से ढककर, सूक्ष्मदर्शी में इसका अध्ययन किया जाता है । इसके पश्चात् सूक्ष्मदर्शी द्वारा दिखाई देने वाले परागकणों की कुल संख्या की गिनती करते हैं तथा उन परागकणों को भी गिन लेते है, जो एसीटोकार्मीन (acetocarmine) से अभिरंजित नहीं होते ।

पर्यवेक्षण एवं परिणाम (Observation and Results)

जीवनक्षम (viable) परागकण एसीटोकार्मीन से अभिरंजित होकर लाल हो जाते हैं, जबकि निर्जीव (nonviable) परागकण, अभिरंजित नहीं होते एवं पूर्ववत् बने रहते हैं । निम्न सूत्र की सहायता से जीवनक्षम परागकणों की गणना कर सकते हैं -

$$\text{जीवन क्षमता } \% = \frac{\text{अभिरंजित परागकणों की संख्या}}{\text{परागकणों की कुल संख्या}} \times 100$$

10.4 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Questions)

1. हैंगिग ड्रॉप विधि द्‌वारा परागकण अंकुरण को विस्तार से समझाइये ।
2. परागकण अंकुरण के लिये किस विधि को काम में लेते हैं?
3. परागकण पर उपस्थित भित्तियों का नाम बताइये ।

10.5 संदर्भ ग्रन्थ (Reference Books :

1. **The Embryology of Angiosperms,** Bhojwani & Bhatnagar, Vikash Publishing House Pvt. Ltd.,
2. **Plant Development,** Singh, Pandey & Jain, Rastogi Publication, Meerut.

इकाई 11

मेढक के परिवर्धन एवं कायान्तरण की विभिन्न अवस्थाओं का अध्ययन

STUDY OF VARIOUS STAGE OF FROG DEVELOPMENT AND METAMORPHOSIS

इकाई रूपरेखा

11.0 उद्देश्य

11.1 प्रस्तावना

11.2 मेंढक के परिवर्धन एवं कायान्तरण की विभिन्न

- 11.2.1 अनिषेचित अंड (Unfertilized egg)
- 11.2.2 निषेचित अंड (Fertilized egg)
- 11.2.3 विदलन (Cleavage)
- 11.2.4 कोरक (Blastula)
- 11.2.5 कन्दुक (Gastrula)
- 11.2.6 न्यूरुला (Neurula)
- 11.2.7 कलिका पुच्छ अवस्था (Tail bud stage)
- 11.2.8 प्रस्फुटन (Hatching)
- 11.2.9 बाह्य गिल अवस्था (External gill stage)
- 11.2.10 आन्तरिक गिल अवस्था (Internal gill stage)
- 11.2.11 परिपक्व टेडपोल लाव (Mature tadpole larva)
- 11.2.12 कायान्तरण बाँयी अग्रपाद अवस्था (Left fore limb stage)
- 11.2.13 पूर्ण अग्रपाद अवस्था (Complete or both limb stage)
- 11.2.14 अर्धपुच्छ अवस्था (Half tail stage)
- 11.2.15 मंडूकक (Froglet)

11.3 अभ्यासार्थ प्रश्न

11.4 संदर्भ ग्रंथ

11.0 उद्देश्य (Objectives):

प्रायोगिकी में जंतुओं के संपूर्ण अध्ययन हेतु प्राणियों की संरचना के साथ-साथ उनके परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं व परिवर्धन के तरीके का अध्ययन भी अत्यन्त महत्त्वपूर्ण है । अत: इस अध्याय में इसी उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए मेंढक के परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं

की विवेचना की गई है । जिसके अन्तर्गत :- (1) मेंढक के अंडे की संरचना, (2) निषेचन, (3) परिवर्धन की अवस्थाएं तथा (4) कायान्तरण का सचित्र वर्णन किया गया है ।

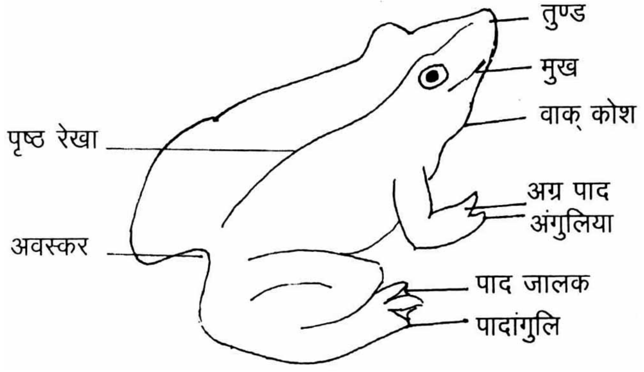
11.1 प्रस्तावना (Introduction):

प्रस्तुत इकाई बी.एस.सी. पार्ट I (प्रायोगिक प्राणी शास्त्र) के नवीन पाठ्यक्रमानुसार दी गई है । इस इकाई में मेंढक के परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं का सरल शब्दों में सविस्तार वर्णन किया गया है ।

परिवर्धन जैव विज्ञान के अध्ययन के लिए मेंढक एक आदर्श जीव है क्योंकि इसकी कोई न कोई जाति सर्वत्र उपलब्ध है । इसके अंडे प्राप्त करना व विभिन्न परिवर्धन अवस्थाओं को प्राप्त करना अपेक्षाकृत सरल व सुविधा प्रजनक होता है । इस इकाई में मेंढक की प्रजाति राना टिग्रीना के अंडे, युग्मनज व परिवर्धन की विभिन्न अवस्थाओं को छात्रों को समझाने की दृष्टि से विवेचना की गई है ।

मेंढक एक उभयचारी जंतु है । यह वर्ग एम्फीबिया में वर्गीकृत किया जाता है । राजस्थान में राना टिग्रीना जाति पाई जाती है । मेंढक की त्वचा लसलसी होती है । नर छोटे व मादा बड़ी होती है । शरीर हरें रंग के धबे लिए होता है । अगले सिरे पर तुण्ड (Snout) होता है । नर में बाह्य वाक्कोष पाया जाता हैं जो प्रजनन ऋतु में चमकीला होता है ।

प्रजनन ऋतु में नर लगभग चटक पीले हो जाते है । प्रजनन समय मानसून होता है । पहली वर्षा के साथ ही अंडोत्सर्ग होता है । अंडे झुंड में दिये जाते है जो कि पोखर, छोटे तालाबों आदि में दिये जा सकते है । अंडों का झुंड स्पान (Spawn) कहलाता है जो कि तैरता रहता है जो बाद में पैंदे में चला जाता है फिर टेडपोल निकलने पर ही पानी की सतह पर आता है जो बाद में किसी वनस्पति से चिपक जाते है ।

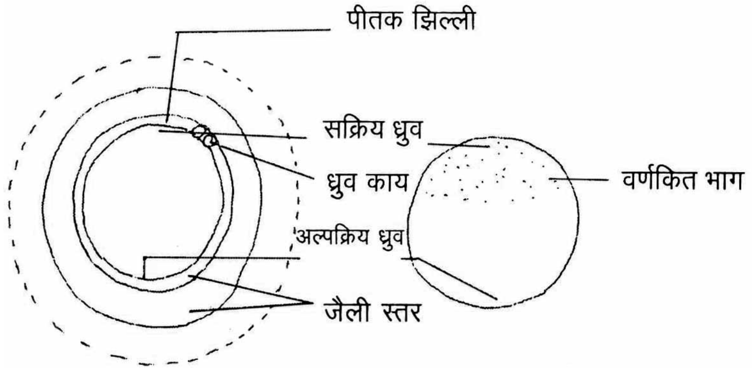


चित्र 11. 1 : राना टिग्रीना

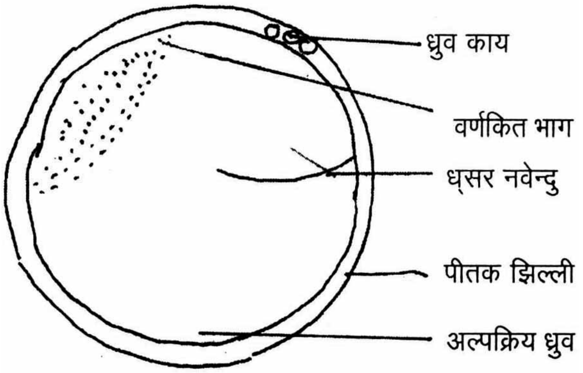
11.2 मेढक के परिवर्धन एवं कायान्तरण की विभिन्न अवस्थाओं का अध्ययन

11.2.1 अनिषेचित अंड (Unfertilized egg)

मेंढक (राना टिग्रीना) की मादा जो अंडे देती है वह अगुणित प्रकार के होते है । इसमें निषेचन बाह्य होता है । अंडे गोलाकार (2 एमएम आकार) के होते है । प्रत्येक अंडे के चारों ओर पारदर्शक पीतक झिल्ली (Vitelline membrane) पायी जाती है अंडे झुंड में दिये जाते है तथा पूरे झुंड के चारों ओर जैली का आवरण पाया जाता है यह जैली पानी के संपर्क में आने पर फूल जाती है। जैली का कार्य अंडों की रक्षा करना है यह अंडे को धूप ताप व दाब से तथा मछलियों व पक्षियों से बचाती है । इसका स्वाद खराब होने के कारण कोई जीव इसे खाता नहीं है इस प्रकार अंडे की रक्षा हो जाती है परन्तु जैली के कारण निषेचन क्रिया में बाधा नहीं आती है । मेंढक के अंडे मध्यम पीतक कहलाते है अर्थात् इनमें योक की मात्रा मध्यम होती है । यह योक भी दोनों ध्रुवों पर समान वितरित नहीं होता है इस कारण अंडे में ध्रुवता (Polarity) उत्पन्न होती है पीतक के एक ओर एकत्र होने के कारण इन्हें गोलार्द्ध पीत की (Telolecithal) कहते है अंडे बाहर से देखने पर दो भागों में बँटे दिखाई देते हैं ऊपरी भाग वर्णक की उपस्थिति के कारण गहरा भूरा दिखाई देता है इसमें पीतक बहुत अल्प मात्रा में होता है इसे सक्रिय ध्रुव (animal pole) कहा जाता है नीचे के भाग में वर्णक की बहुत कमी होती है व पीतक अधिक मात्रा में पाया जाता है इसे अल्पक्रिय ध्रुव (Vegetal pole) कहा जाता है ।



चित्र 11. 2 : अनिषेचित अंडा (Unfertilized egg)



चित्र 11. 3 : निषेचित अंडा

11.2.2 निषेचित अंडा (Unfertilized egg)

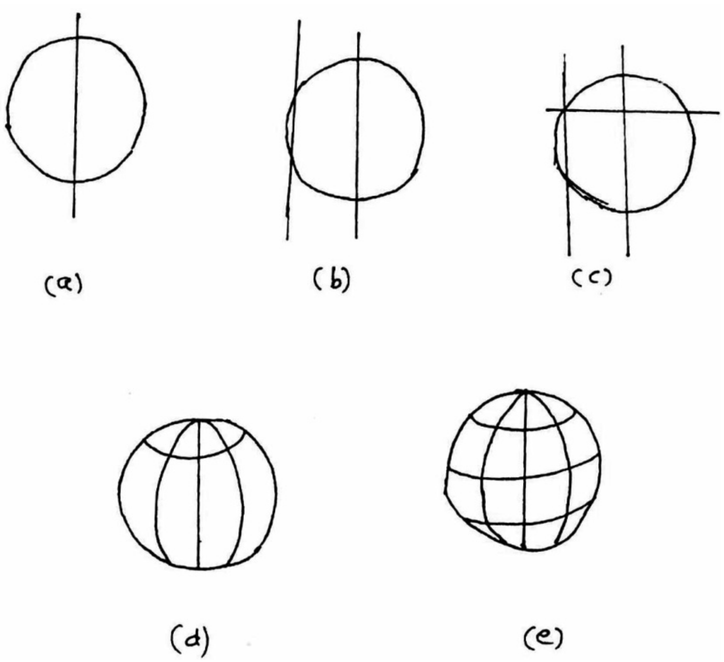
निषेचन बाह्य प्रकार का होता है जिसके फलस्वरूप द्विगुणित युग्मनज (Zygote) बनता है निषेचन के साथ ही अंडे का द्वित्तीय परिपक्वन पूर्ण होता है व द्वितीय ध्रुवीय काय अलग हो जाती है साथ ही शुक्राणु के प्रवेश के विपरित भाग में ग्रे-क्रिसेन्ट बन जाता है ।

11.2.3 विदलन (Cleavage)

युग्मनज (निषेचित अंड) में समसूत्री विभाजन द्वारा अनेक विभाजन होते है किन्तु उसका आकार वही रहता है इस प्रक्रिया को विदलन कहते है । विदलन के दौरान बनने वाली कोशिकाएँ ब्लास्टोमीयर्स कहलाती है । विदलन अवस्था गैस्ट्रुला अवस्था तक चलती है । इस समय लगभग 7 लाख कोशिकाएँ बन जाती है ।

प्रथम विदलन निषेचन के 2 से 3 घंटे बाद शुरू होता है यह सक्रिय ध्रुव से अल्पक्रिय ध्रुव की तरफ होता है इससे दो ब्लास्टोमीयर्स बनती है । इस विदलन को होलोब्लास्टिक विदलन कहते है।

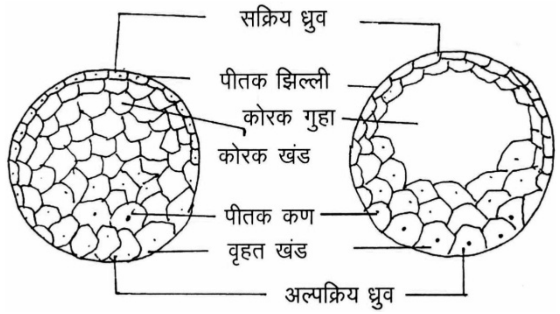
द्वितीय विदलन प्रथम विदलन के 30-40 मिनट बाद होता है पर यह पहले विदलन के समकोण दिशा में होता है । इससे 4 ब्लास्टोमीयर्स का निर्माण होता है तृतीय विदलन प्रथम दो विदलनों के समकोण पर होता है और यह भ्रूण को दो असमान भागों में बाँटता है । ऊपर के छोटे खंड, लघु खंड (micromeres) कहलाते है तथा नीचे के बड़े खंड दीर्घ खंड (macromeres) कहलाते है । चतुर्थ विदलन प्रथम व द्वितीय की भांति उर्ध्वाधर (vertical) होता है इसमें दो खाँचों का निर्माण होता है जो कि एक दूसरे के समकोण पर स्थित होती है । इससे 8 कोशिकीय आ 16 कोशिकीय हो जाता है । पाँचवा विदलन तृतीय विदलन की तरह होता है । जिसमें दो खांचे बनती है तथा 16 कोशिकीय भ्रूण 32 कोशिकीय हो जाता है । जिससे 16 छोटे माइक्रोमीयर्स ऊपर तथा 16 बड़े मैक्रोमीर्स नीचे बन जाते है ।



चित्र 11.4 : (a) प्रथम विदलन (b) द्‌वितीय विदलन (c) तृतीय विदलन (d) चतुर्थ विदलन (e) पाँचवा विदलन

11.2.4 कोरक (Blastula)

अब माइक्रोमीयर्स व मैक्रोमीयर्स में फिर विभाजन होते जाते है । माइक्रोमीयर्स में अधिक व तीव्र गति से विभाजन होते है अत: ज्यादा कोशिकाओं का निर्माण होता है तथा मैक्रोमीयर्स में पीतक की उपस्थिति के कारण अपेक्षाकृत धीरे विभाजन होता है । फलस्वरूप अल्पक्रिय ध्रुव की ओर कोशिकाओं की संख्या कम व कोशिकाओं का आकार बड़ा होता है । इस प्रकार बनने वाली संरचना कोरक (Blastula) कहलाती है । भ्रूण से कोरक के निर्माण की प्रक्रिया कोरक भवन (Blastulation) कहलाता है । इस समय आ एक गेंद जैसी आकृति का होता है जो कि बीच में से खोखली होती है । इस बीच की गुहा को कोरक गुहा (Blastocoel) कहते है कोरक गुहा ठीक कोरक के बीच में न होकर थोड़ी ऊपर की ओर यानि सक्रिय ध्रुव की ओर बनती है । ब्लास्टुला अवस्था 3 से 4 घंटे में पूर्ण हो जाती है ।



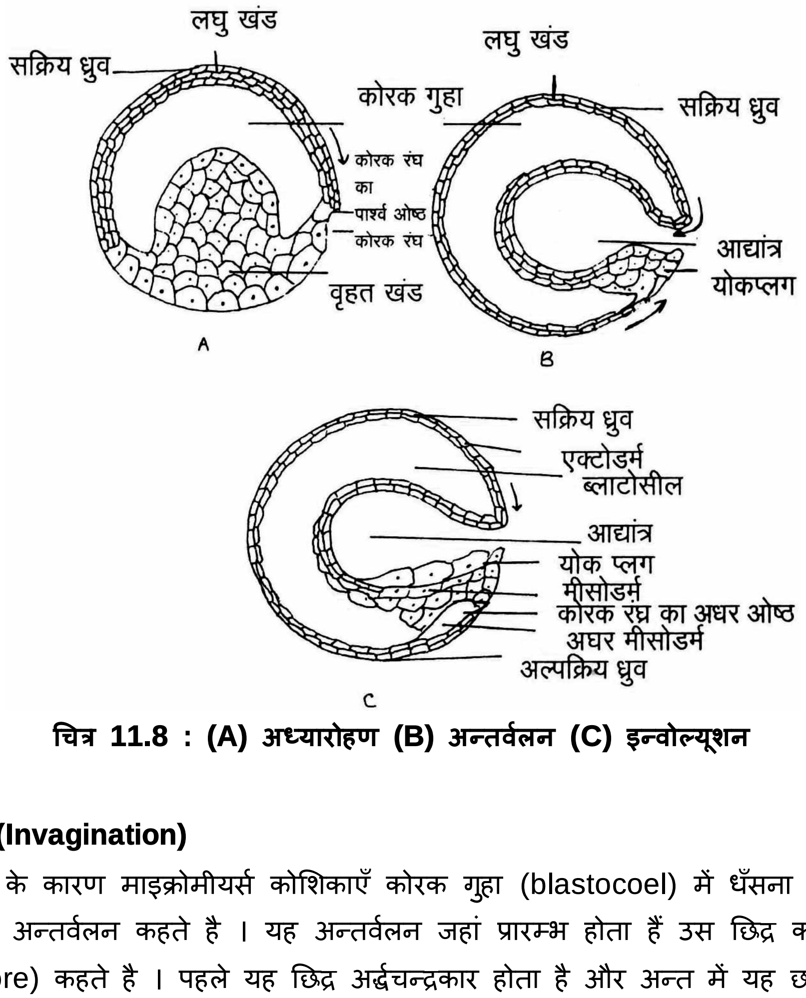
चित्र 11.5 : ब्लास्टुला व इसकी काट

13.2.5 कंदुक (Gastrula)

ब्लास्टुला अवस्था के पश्चात भ्रूण गैस्ट्रुला अवस्था में प्रवेश करता है । इस अवस्था में भ्रूण द्विस्तरीय अवस्था से त्रिस्तरीय अवस्था में पहुंच जाता है । कंदुक या गैस्ट्रुलावस्था में होने वाले परिवर्तन तीन चरणों में पूर्ण होते है जो कि निम्नलिखित है :-

1. अध्यारोहण (Epiboly)
2. अन्तर्वलन (Invagination)
3. इन्वोल्यूशन (Involution)

अध्यारोहण - ब्लास्टुला अवस्था में सक्रिय ध्रुव पर स्थित माइक्रोमीयर्स में अत्यधिक तेजी से विभाजन द्वारा कोशिकाएँ अत्यन्त छोटी व संख्या में अत्यधिक हो जाती है । जो कि धीरे-धीरे गति करके अल्पक्रिय ध्रुव पर स्थित मैगामीयर्स को ढक लेती है । यह प्रक्रिया अध्यारोहण (epiboly) कहलाती है । इस प्रकार पूरे भ्रूण का सतही भाग माइक्रोमीयर्स से ढक जाता हैं व केवल थोड़े से भाग से मैगामीयर्स दिखाई देते है । यह भाग पीतक प्लग (yolk plug) कहलाता है ।



चित्र 11.8 : (A) अध्यारोहण (B) अन्तर्वलन (C) इन्वोल्यूशन

अन्तर्वलन (Invagination)

अध्यारोहण के कारण माइक्रोमीयर्स कोशिकाएँ कोरक गुहा (blastocoel) में धँसना प्रारम्भ कर देती है इसे अन्तर्वलन कहते है । यह अन्तर्वलन जहां प्रारम्भ होता हैं उस छिद्र को कोरकरंध्र (Blastopore) कहते है । पहले यह छिद्र अर्द्धचन्द्रकार होता है और अन्त में यह छोटे छिद्र के

रूप में रह जाता है जो अन्ततः न्यूरूलेशन के समय बंद हो जाता है । माइक्रोमीयर्स के अन्तर्वलन के कारण ब्लास्टोसील के नीचे की ओर एक ओर गुहा बनती है जिसे कंदुक गुहा (Archentron) कहा जाता है । यह कंदुक गुहा वाद में आधान्त्र आहारनाल व यकृत का निर्माण करती है । ब्लास्टोपोर के पृष्ठ सिरे को पृष्ठ ओष्ठ (dorsal lip) तय अधर सिरे को अधर ओष्ठ (ventral) कहते है ।

इन्वोल्यूशन (Involution)

ग्रसनी एण्डोडर्म की कोशिकाएँ भी ब्लास्टोपोर से अन्दर की ओर गति करती है, इसे इन्वोल्यूशन कहते है ।

13.2.6 न्यूरूला (Neurula)

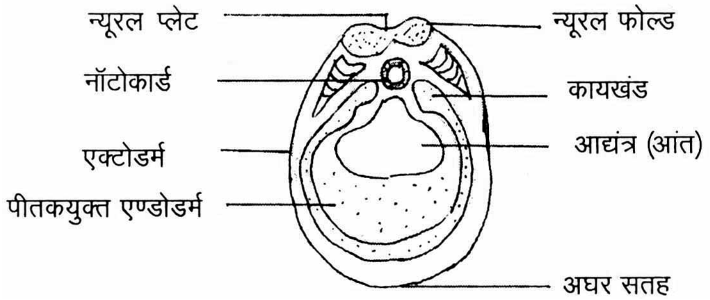
गेस्ट्रुला के बाद की अवस्था न्यूरूला कहलाती है न्यूरूला अवस्था में विदलन समाप्त हो जाता है व कोशिकाएँ आकार में वृद्धि करने लगती है । इस समय भ्रूण को सबसे बाहरी सतह एक्टोडर्मल सतह कहलाती है मध्य पृष्ठ भाग से ये एक्टोडर्मल कोशिकाएँ दो न्यूरल फोल्ड्स बनाते है जो धीरे-धीरे मिल जाते है व न्यूरल ट्यूब बनाते है ये न्यूरल ट्यूब बाद में मस्तिष्क व मेरूरज्जु बनाते है । इस अवस्था में आ अण्डाकार हो जाता है । एक्टोडर्म के बिलकुल नीचे एण्डोडर्म कोशिकाएँ होती है । यह मध्य पृष्ठ भाग में नोटोकार्ड का निर्माण करती है । एण्डोडर्म कोशिकाएँ चारों ओर से आद्यंत्र नामक गुहा को घेरे रखती है यह आ की आद्यात्र बनाती है । एक्टोडर्म व एण्डोडर्म कोशिकाओं के बीच में मीसोडर्म का निर्माण होता है । मीसोडर्म स्वविपाटन से दो भागों में बट जाती है ।

(अ) कायिक मध्यजनन स्तर (Somatic mesoderm)

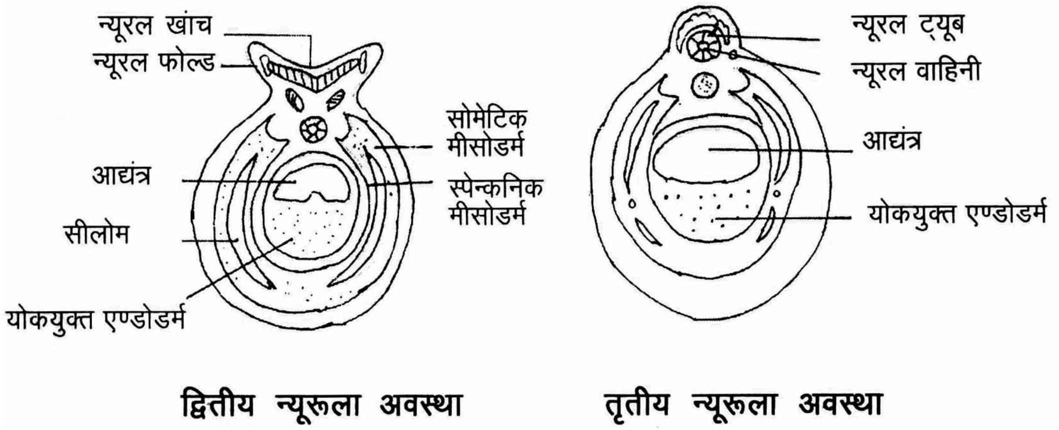
(ब) अन्तरंग मध्यजनन स्तर (splanchnic mesoderm)

इन दोनों मध्यजनन स्तरों के बीच में जो गुहा बनती है वह देहगुहा या सीलोम कहलाती हैं क्योंकि यह देहगुहा विपाटन से बनती है इसे शाइजोसील (schizocoel) कहा जाता है ।

पश्च भाग में धीरे-धीरे योक प्लग समाप्त होने लगता है तथा ब्लास्टोपोर वाला भाग गुदा का निर्माण करता है । साथ ही साथ अग्र भाग में मुख का निर्माण होता है । एक्टोडर्म व एण्डोडर्म के बीच स्थित मीसोडर्म कोशिकाएँ आगे चल कर मीसोडर्मल अंगों का निर्माण करती है ।



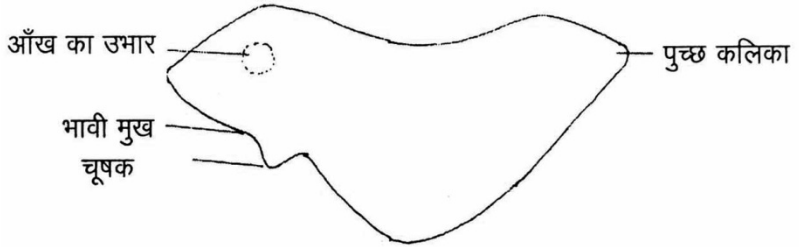
प्रथम न्यूरूला अवस्था



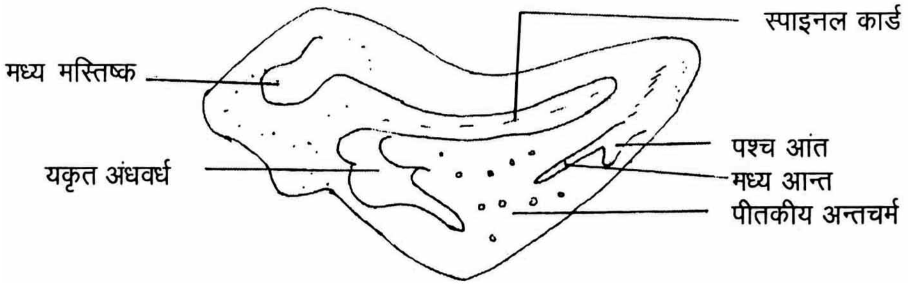
चित्र 11.7 : न्यूरूला की विभिन्न अवस्थाओं की अनुप्रस्थ काट

11.2.7 कलिका पुच्छ अवस्था (Tail bud stage)

यह न्यूरूला के बाद की अवस्था है इस समय भ्रूण 5 एमएम का मछलीआकार का हो जाता है । यह भ्रूण आकार में आगे से चपटा, मध्य से संकरा व पश्च भाग में पार्श्व से चपटा होता है । यह पश्च पार्श्व चपटा भाग ही पुच्छ कलिका कहलाता है इसलिए यह अवस्था पुच्छ कलिका अवस्था कहलाती है । यह कलिका धीरे-धीरे आकार में वृद्धि करती जाती है । सिर वाले भाग पर नेत्र के लिए उभार बनने लगते है व इन उभारों के पीछे गिल पट्टिका पाई जाती है जिस पर बाह्य गिल बनते है सिर पर एक जोड़ी मुख चुषक बनते है जो कि प्रस्फुटन के बाद लार्वा को किसी आधार से चिपकने में मदद करते है ।



चित्र 11 .8 : कलिका पुच्छ अवस्था (सतही दृश्य)



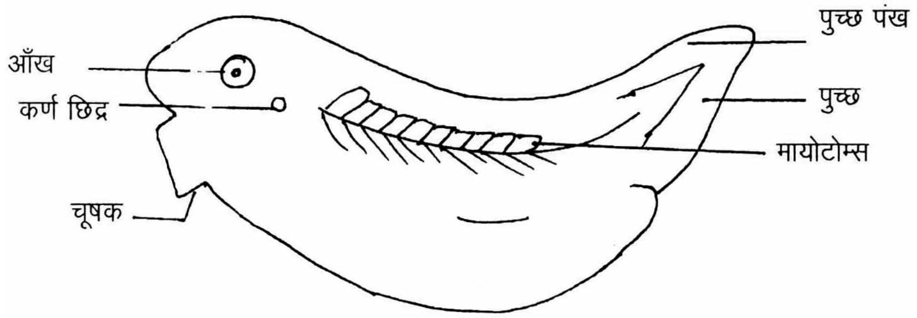
चित्र 11.9 : कलिका पुच्छ अवस्था (आंतरिक दृश्य)

11.2.8 प्रस्फुटन (Hatching)

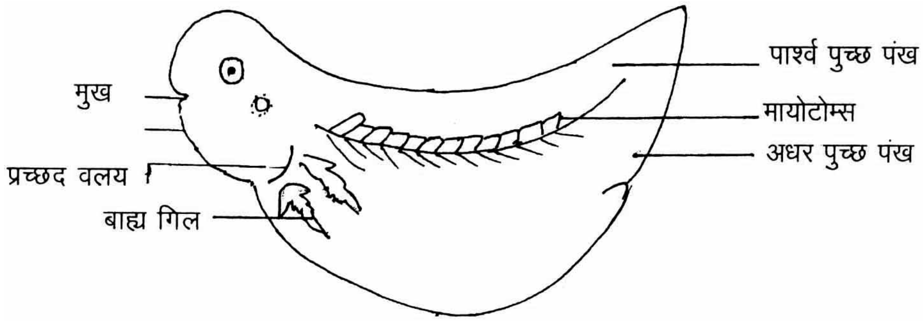
भ्रूण 6 एमएम का होते ही पीतक झिल्ली व जैली आवरण तोड़कर जल में आ जाता है । जल में आते ही यह लार्वा या टेडपोल कहलाने लगता है इस अवस्था में यह चूषकों की सहायता से किसी आधार जैसे कि वनस्पति आदि से चिपक जाता है व पोषण बाहर से नहीं लेता हैं इसके लिए यह पीतक पर निर्भर रहता है शरीर के बाहरी भाग में बाह्य गिल व आदि पेशी खंड अथवा मायोटोम्स दिखाई देने लगते है यह मायोटोम्स V के आकार के होते है ।

11.2.9 बाह्य गिल अवस्था (External gill stage)

प्रस्फुटन के बाद का टेडपोल काले रंग का मछलीरूपी होता है जिसमें मुख व गुदा का निर्माण होता है । मुख के चारों ओर श्रृंगीय जबडे विकसित हो जाते है गिल पट्टिका पर तीन जोड़ी बाह्य क्लोम बनते है । इन्हीं बाह्य क्लोम (gills) के कारण यह अवस्था बाह्य गिल अवस्था कहलाती है धीरे-धीरे इन गिलों को प्रच्छद (operculum) ढकना शुरू कर देते हैं । घ्राण गर्त बन जाते है आहारनाल कुण्डलित हो जाती है । पूँछ लम्बी हो जाती है । उस पर पृष्ठ व अघर पंख बन जाते है । यह टेडपोल स्वभाव से शाकाहारी होता है ।



स्फुटन के समय तेडपोल

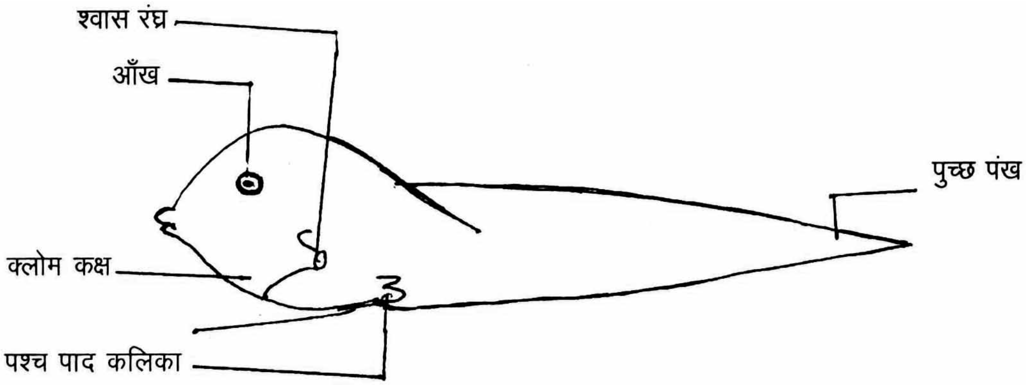


चित्र 11.10 : बाह्य क्लोम अवस्था (पार्श्व दृश्य)

11.2.10 आन्तरिक गिल अवस्था (Internal gills stage)

यह अवस्था अपेक्षाकृत छोटी होती है । बाह्य गिल घटने लगते है व प्रच्छद वलन के द्वारा आवरित होने लगते है जिससे यह पूरी तरह ढक जाते है इन गिलो के घटने के साथ-साथ

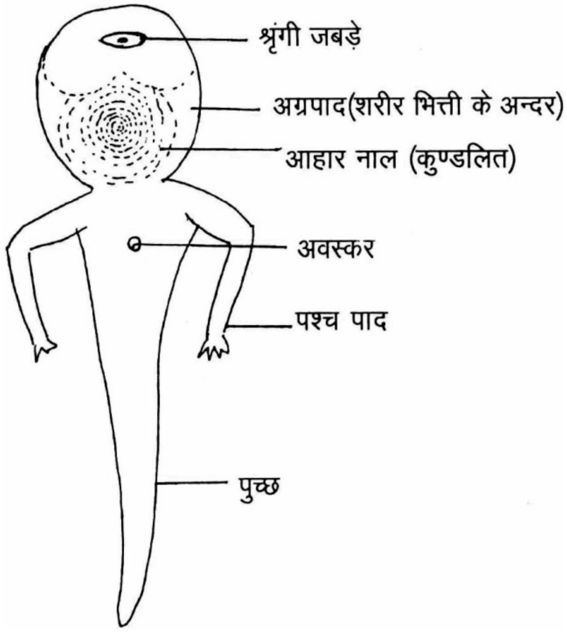
आंतरिक गिलों का निर्माण होने लगता हैं जिससे कि लार्वा मछली की तरह गिल द्वारा श्वसन करने लगता है पूँछ व धड़ के जुड़ने के स्थान पर पदों की छोटी कलिका दिखाई देने लगती है इस समय यह अवस्था पश्च पाद अवस्था भी कहलाती है ।



चित्र 11.11 : आंतरिक गिल अवस्था

11.2.11 परिपक्व टेडपोल -लार्वा (Nature tadpole larva)

यह कायान्तरण से पहले की अवस्था है इस समय लार्वा जलचर होता है व शाकाहारी होता है इनमें श्वसन आंतरिक गिल द्वारा होता है । लार्वा की आंत कुण्डलित दिखाई देती है पूछ पूर्ण विकसित होती है जिसमें पृष्ठ, अधर व पुच्छ पंख पाये जाते है । अवस्कर विकसित हो जाता है। पश्च पाद विकसित हो जाते है व अग्र पाद की कलिकाए दिखाई देने लगती है ।



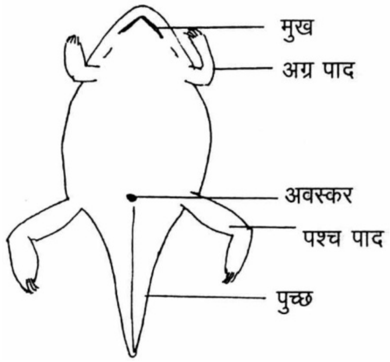
चित्र 11.12 : परिपक्व टेडपोल लार्वा (अधर दृश्य)

11.2.12 कायान्तरण (Metamorphosis)

कायान्तरण वह प्रक्रिया है जिसमें लार्वा कई महत्वपूर्ण व जटिल परिवर्तनों से होकर गुजरता है इस प्रक्रिया के दौरान लार्वा में कई अंग लुप्त होते है कई नये अंग विकसित होते है साथ ही पुराने अंगों का विकास भी होता है । इन परिवर्तनों के कारण छोटा टेडपोल वयस्क उभयचर (Amphibian) लार्वा में परिवर्तित हो जाता है । कायान्तरण की यह प्रक्रिया थाइराक्सिन नामक हार्मोन द्वारा होता है जो कि थाइराइड ग्रंथि द्वारा स्रावित होता है । कायान्तरण के दौरान मेंढक निम्न कुछ परिवर्तनों से होकर गुजरता है ।

पूर्व अग्रपाद अवस्था (Both fore lime stage)

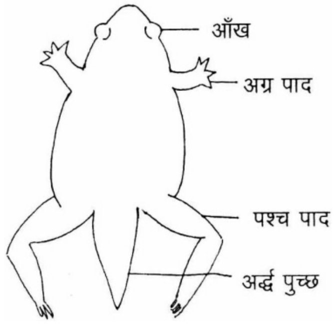
कायान्तरण के दौरान लार्वा में दोनों अग्र पाद विकसित हो जाते है । पूँछ का आकार छोटा होने लगता है कायान्तरण करता लार्वा पूछ की कोशिकाओं को उपापचय द्वारा भोजन के काम में लेता है । पूछ के पृष्ठ व अधर पंख अवशेष के रूप में रह जाते है । आँखें उभर जाती है व सिर बड़ा हो जाता है ।



चित्र 11.13 : पूर्ण अग्र पाद अवस्था

अर्धपुच्छ अवस्था (Half tailed stage)

इस अवस्था में लार्वा की पूछ बहुत छोटी हो जाती हैं त्वचा व्यस्क मेंढक जैसी हो जाती है । आंतरिक गिल लुप्त हो जाता है ब श्वसन क्रिया फेफड़ों से होने लगती है ।

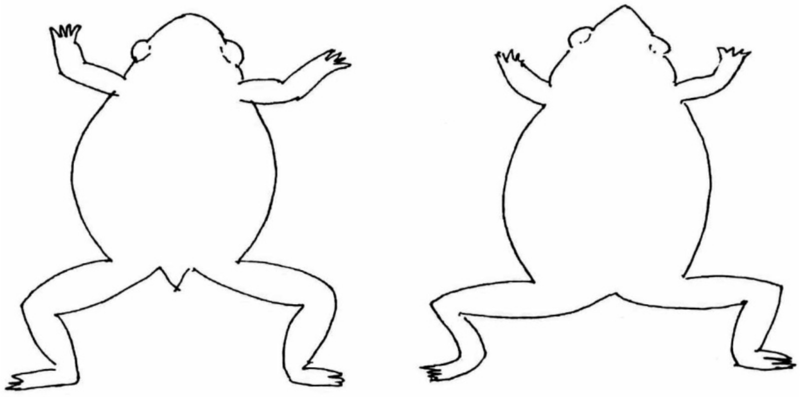


चित्र 11.14 : अर्ध पुच्छ अवस्था (पृष्ठ दृश्य)

मंडूकक (Froglet)

संपूर्ण कायान्तरण हो जाने पर लार्वा व्यस्क समान हो जाता है । इस अवस्था में संपूर्ण पुच्छ लुप्त हो जाती है । अग्र व पश्चपाद मजबूत हो जाते है । आँखें पूर्ण विकसित हो जाती है व

इस पर निमेषक पटल विकसित हो जाती है । मेंढक अब अमोनिया के स्थान पर यूरिया का उत्सर्जन करने लगता है ।



चित्र 11.15 : मंडकूक व वयस्क मेढक

11.3 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question)

1. राजस्थान में मेंढक की कौन-कौन सी प्रजातिया पाई जाती है तथा प्रयोगशाला की दृष्टि से अध्ययन के लिए मेंढक ही क्यों उपयुक्त है ।
2. अनिषेचित व निषेचित अंडे में क्या अन्तर होता है ।
3. मेंढक में विदलन की प्रक्रिया को समझाइये ।
4. मेढक में गेस्ट्रुलावस्था का वर्णन कीजिये ।
5. मेंढक में न्यूरूला अवस्था के दौरान क्या-क्या परिवर्तन होते है ।
6. मेंढक में कायान्तरण के दौरान होने वाले परिवर्तनों का वर्णन कीजिए ।

11.4 संदर्भ ग्रंथ (Reference Books)

* प्रायोगिक प्राणी शास्त्र बी.एस.सी. पार्ट प्रथम
  डा. शर्मा, डा. जैन, डा. देवर्षि
* Practical Zoology B.Sc. Part I
  Dr. Kohli & Dr. Ansari (Forwarded : Prof. Bhatia)
* प्रायोगिक प्राणी शास्त्र बी.एस.सी. पार्ट प्रथम
  एस.एस. लाल
* अकशेरूकी प्रायोगिक प्राणी शास्त्र

जेकब, व्यास

इकाई 12

नार्मल, मोलर, मोलल, फार्मल तथा बफर विलयनों का विरचन

PREPARTATION OF NORMAL, MOLAR, MOLAL, FORMALAND BUFFER SOLUTIONS

इकाई संरचना

12.0 उद्देश्य

12.1 प्रस्तावना

12.2 विलयन

12.3 विलयन के प्रकार

12.3.1 मानक विलयन

12.3.2 संतृप्त विलयन

12.4 विलयन की सान्द्रता की अभिव्यक्ति

12.4.1 नार्मल विलयन

12.4.2 मोलर विलयन

12.4.3 मोलल विलयन

12.4.4 फार्मल विलयन

12.4.5 प्रतिशतता (%)

12.4.6 आयतन प्रतिशतता

12.4.7 पी.पी.एम. (ppm)

12.5 बफर विलयन

12.6 अभ्यासार्थ प्रश्न

12.7 संदर्भ ग्रंथ

12.0 उद्देश्य (Objectives) :

इस इकाई का उद्देश्य है -

1. प्रयोगशाला में नित्य प्रयुक्त होने वाले विभिन्न सांद्रता के विलयनों का परिचय ।
2. प्रायोगिक जैव प्रौद्योगिकी में इन विलयनों की उपयोगिता एवं इनके महत्व को निरूपित करना ।
3. प्रयोगों की सहायता से विभिन्न सांद्रता वाले विलयनों के विरचन का अभ्यास करना ।

12.1 प्रस्तावना (Introduction):

जैव प्रौद्योगिकी एक प्रायोगिक विज्ञान का विषय है, जिसे समझने के लिये अनेक प्रयोगों एवं परीक्षणों की सहायता आवश्यक होती है । अब तक सैद्धान्तिक पाठ्य अध्ययन से आप यह जान चुके होंगे कि विभिन्न प्रकार के विलयनों का विचरन महत्वपूर्ण भूमिका निर्वाह करता है । विभिन्न प्रकार के विलयनों के प्रयोगशाला में विरचन से पूर्व यह जान लेना आवश्यक है कि लगभग समस्त प्रायोगिक तकनीकों में विभिन्न प्रकार के विलयनों का समावेश किया जाता है । मुख्य रूप से इनका उपयोग ऊतकों से जैव अणुओं (biomolecules) यथा - प्रोटीन, डी.एन.ए., आर.एन.ए. विकर, अमीनो अम्ल, विटामिन आदि के निष्कर्षण में उनके विलगन में मात्रात्मक अवकलन में, शोधन में एवं इनके भौतिक-रासायनिक गुणधर्मों को निर्धारित करने में किया जाता है । अतएव जैव-प्रौद्योगिकी के विद्यार्थियों से यह अपेदना की जाती है कि वे विभिन्न प्रकार के विलयनों एवं बफर विलयनों के समुचित विरचन से भली भाँति परिचित हों ।

जैव रासायनिकी एवं जैव प्रौद्योगिकी में प्रायः प्रयोग किये जाने वाले विभिन्न विलयनों एवं बफर के विरचन से पूर्व 'विलयन' क्या होते है तथा विलयनों की सान्द्रता की अभिव्यक्ति की विधियों के विषय में जान लेना आवश्यक होगा ।

12.2 विलयन (Solution):

एक 'विलयन' दो अथवा अधिक अक्रियाशील पदार्थो का समांगी मिश्रण होता है । विलयन एक ही प्रावस्था में विद्यमान रहता है । यथा - ठोस अथवा गैस या द्रव ।

एक विलयन जो दो अवयवों से मिलकर बना होता है, द्वि-अंगी विलयन (binary solution) कहलाता है । विलयन में घुलित पदार्थ विलेय (solute) कहलाता है । जबकि जिस माध्यम से विलेयन को घोला जाता है उसे विलायक (solvent) के रूप में जाना जाता है । विलयन में विलेय की मात्रा विलायक की मात्रा से कम होती है । जैव रासायनिक कार्यो में प्रयुक्त होने वाले विलयन 'ठोस का द्रव में तथा 'द्रव का द्रव' में प्रकार के होते है । स्मरण हेतु कुछ विलयनों के उदाहरण नीचे दिये जा रहे हैं -

	विलेय	**विलायक**	**उदाहरण**
(i)	ठोस	द्रव	जल में शर्करा, बफर में एडिनोसीन मोनो-फास्टेट, जल में ट्रिस (Tris)
(ii)	द्रव	द्रव	जल में ग्लिसरीन, जल में एल्कोहल आदि ।

12.3 विलयन के प्रकार (Type of Solution):

प्रयोगशाला में प्रायः निम्न प्रकार के विलयन प्रयोग में लाये जाते है :-

12.3.1 मानक विलयन (Standard Solution)

ज्ञात सान्द्रता वाले विलयन को मानक विलयन कहते हैं अर्थात् एक ऐसा विलयन जिसमें विलेय तथा विलायक की सापेक्ष मात्रा तथा इसके फलस्वरूप प्राप्त होने वाली सान्द्रता पूर्व में ज्ञात हो

तो ऐसा विलयन मानक विलयन कहलाता है । अनेक प्रयोगों में एक नमूना (Sample) तैयार करने के लिये किसी पदार्थ विशेष के मात्रात्मक निर्धारण हेतु एक मानक विलयन की आवश्यकता होती है ।

उदाहरणस्वरूप किसी नमूने में कुछ प्रोटीन का मात्रात्मक निर्धारण करने के लिये एक मानक विलयन अथवा सन्दर्भ (Reference) विलयन तैयार किया जाता हैं । सामान्यत: इस विलयन का उपयोग नमूने में उपस्थित प्रोटीन की मात्रा के तुलनात्मक निर्धारण करने के लिये प्रयोग किया जाता है तथा इसे किसी प्रोटीन, (यथा - बोवाइन अल्ब्यूमिन सीरम - BSA) की निर्धारित मात्रा को विलायक के निश्चित आयतन में घोलकर तैयार कर लिया जाता है ।

मानक विलयन दो प्रकार के होते हैं -

1. प्राथमिक मानक विलयन (Primary Standard Solution)

इस प्रकार के विलयनों की सान्द्रता पूर्व निर्धारित होती है ।

2. द्वितीयक मानक विलयन (Secondary Standard Solution)

इस प्रकार के विलयन प्राथमिक विलयन की सान्द्रता में परिवर्तन करके तैयार किये जाते हैं ।

12.3.2 संतृप्त विलयन (Saturated Solution):

यह सर्वविदित है कि किसी पदार्थ की विलेयता किसी माध्यम विशेष जैसे - जल में, तापमान के साथ परिवर्तित होती है, यदि किसी विलयन में, एक निश्चित ताप पर विलेय की मात्रा आधिक्य में उपस्थित होती है जो सामान्यत: उस तापमान पर घोली जा सकने वाली मात्रा से अधिक होती है तो ऐसे विलयन को संतृप्त विलयन कहते हैं ।

12.4 विलयन की सान्द्रता की अभिव्यक्ति (Mode of expression of Concentration of Solution

विलयन के सामान्य अध्ययन से अभी तक आप भली-भाँति जान चुके होंगे कि किसी विलयन में उपस्थित विलेय तथा विलायक की मात्रा उसके भौतिक एवं रासायनिक गुण धर्मों को प्रभावित एवं निर्धारित करती है । उदाहरणस्वरूप - जल में शर्करा की मात्रा उसकी मिठास को व्यक्त करती है। यदि शर्करा के अणुओं की मात्रा अधिक होगी तो विलयन अधिक मृदु होगा । अब प्रश्न यह उठता है कि किसी विलयन के मुख्य अवयव - विलेय तथा विलायक की अभिव्यक्ति कैसे की जाये, किसी विलयन का संगठन (composition) दो रूपों में व्यक्ति किया जा सकता है - परिमाण (quantity) तथा सान्द्रता (concentration) ।

आइये अब यह जान लेना उचित होगा कि किसी विलयन की सान्द्रता अभिव्यक्ति किन-किन रूपों में की जा सकती हैं -

12.4.1मोलरता (Molarity) [M]

जैव रासायनिक अध्ययनों में विलयन की सान्द्रता व्यक्ति करने की यह सर्वाधिक प्रचलित विधि है । किसी विलयन की मोलरता एक लीटर विलयन में घुलित विलेय के मोलों की संख्या होती है। दूसरे शब्दों में एक ऐसा विलयन जिसमें विलेय की एक मोल मात्रा एक लीटर में विद्यमान

रहती है, मोलर विलयन कहलाता है । किसी विलयन की मोलरता निम्न सूत्र द्वारा अवकलित की जा सकती है -

$$\text{मोलरता (M)} = \frac{\text{विलयन का ग्राम भार प्रति ली.विलयन में}}{\text{विलेय का अणुभार}}$$

मोलर विलयन के विरचन के समय यह ध्यान रखना आवश्यक है कि विलेय तथा विलायक का संयुक्त कुल आयतन सदैव एक लीटर के बराबर होता है ।

इस संक्षिप्त सैद्धांतिक विवरण के पश्चात् आइये एक प्रयोगशाला अभ्यास के माध्यम से मोलर विलयन के विरचन को समझने का प्रयास करते हैं ।

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य :

सोडियम हाइड्रॉक्साइड के 0.1 मोलर (0.1 M) विलयन का विरचन ।

आवश्यक सामग्री :

सोडियम हाइड्रॉक्साइड, आसूत जल, बीकर, मापन सिलेण्डर, काँच की छड़, तुला, निष्यंद पत्र आदि ।

विधि :

सोडियम हाइड्रॉक्साइड के 0.1 मोलर विलयन को निम्नलिखित चरणों में तैयार किया जा सकता है -

i) सर्वप्रथम 0.1M विलयन बनाने हेतु NaOH की आवश्यक मात्रा का अवकलन निम्न प्रकार कर लें -

   सोडियम हाइड्रॉक्साइड का अणुभार = 40

   विलयन की वांछित सान्द्रता = 0.1 M

   अतएव, एक लीटर विलयन में सोडियम हाइड्रॉक्साइड की कुल आवश्यक मात्रा (ग्राम में)

   = 40 × 0.1

   = 4 ग्राम

   स्पष्ट है कि सोडियम हाइड्रॉक्साइड की 4 ग्राम मात्रा एक लीटर 0.1 मोलर विलयन बनाने हेतु आवश्यक होगी ।

ii) निस्यंद पत्र पर 4 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड को तोल लें ।

iii) अब बीकर में लगभग 500 मिली. लीटर आसूत जल लें ।

iv) 4 ग्राम सोडियम हाइड्रॉक्साइड विलेय की मात्रा को काँच की छड़ की सहायता से घोलें ।

v) विलेय के अणुओं को पूर्णत: घोल लेने के पश्चात् आवश्यक मात्रा में आसूत जल (विलायक) मिलाकर अन्तिम आयतन एक लीटर के बराबर कर लें ।

प्रेक्षण एवं परिणाम (Observations and Results)

एक बीकर में पूर्णत: पारदर्शी, समांगी विलयन प्राप्त होने पर स्पष्ट है कि 0.1M सोडियम हाइड्रॉक्साइड का आदर्श विलयन तैयार हो गया हैं ।

12.4.2मोललता (Molality) [M]

मोलल विलयन वह विलयन होता है जिसमें 1 मोल विलेय को एक किग्रा. विलायक में घोलकर तैयार किया जाता है अर्थात् 1 किग्रा. विलायक में 1 मोल विलेय को घोलने पर जो विलयन तैयार होता है उसे मोलल विलयन कहते हैं । मोललता का अवकलन निम्न सूत्र की सहायता से किया जाता है ।

$$\text{मोलरता (M)} = \frac{\text{प्रति किग्रा.विलायक में विलेय का भार (ग्रा.में)}}{\text{विलेय का आण्विक भार}}$$

यहाँ यह स्मरण रखना महत्वपूर्ण है कि मोलल विलयन में विलायक की मात्रा 1000 ग्रा. होती हैं। अत: जलीय माध्यम में एक (1) मोलल विलयन को 1000 मिली ली. जल में 1 मोल विलेय को घोलकर तैयार किया जाना चाहिए । स्मरणीय हैं कि जल की विशिष्ट गुरूत्व 1 होती है ।

मोलल विलयन के विरचन को एक, प्रयोगशाला अभ्यास के माध्यम से समझने का प्रयास करते हैं ।

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य :

सोडियम बाई कार्बोनेट (Na_2CO_3) का मोलल (1M) जलीय विलयन तैयार करना ।

आवश्यक सामग्री :

सोडियम बाईकार्बोनेट, आसूत जल बीकर, मापन सिलेंडर, तुला, काँच की छड़, निष्यंद पत्र अदि ।

विधि :

सोडियम बाईकार्बोनेट के 1 मोलल विलयन को निम्न चरणों में तैयार किया जा सकता है ।

(i) विलयन तैयार करने से पूर्व सोडियम बाईकार्बोनेट की आवश्यक मात्रा (ग्राम में) का अवकलन निम्न प्रकार कर लें -

सोडियम बाईकार्बोनेट का आण्विक भार = 106

विलयन की आवश्यक सान्द्रता = 1M

विलेय (सोडियम बाईकार्बोनेट) की आवश्यक मात्रा

= विलेय का आण्विक भार प्र मोललता

= 100 × 1

= 106 ग्राम

विलायक की मात्रा (आयतन) = 1 किग्रा

(ii) एक बीकर में आसूत जल लगभग 500 मिली. ली. ले लें ।

(iii) अब धीरे-धीरे, विलेय (सोडियम बाई कार्बोनेट) को उस बीकर में डालें जिसमें विलायक पूर्व में लिया हुआ है ।

(iv) एक स्वच्छ काँच की छड़ की सहायता से विलेय को सावधानी पूर्वक विलायक में तब तक घोलिये जब तक कि विलयन न बन जायें ।

(v) अन्तिम आयतन आसूत जल मिलाकर 1000 मिली. ली. कर लें ।

प्रेक्षण एवं परिणाम (Observations and Results) :

सोडियम बाईकार्बोनेट का M आदर्श विलयन पूर्णत: पारदर्शी व समांगी प्राप्त होता है । इस विलयन को किसी स्वच्छ अभिकर्मक बोतल में एकत्र कर लें ।

12.4.3 नार्मलता (Normlity) :

एक लीटर विलयन में उपस्थित विलेय पदार्थ की ग्राम तुल्यांकी भार संख्या को विलयन की नार्मलता (Normality) कहते हैं । नार्मलता को N से निरूपित किया जाता है । किस विलयन की नार्मलता का अवकलन करने के लिये निम्न सूत्र प्रयोग में लिया जाता है

$$\text{नार्मलता (N)} = \frac{\text{एक लीटर विलयन में विलेय पदार्थ का ग्राम भार}}{\text{पदार्थ का तुल्यांकी भार}}$$

इसी प्रकार, ग्राम / लीटर में सान्द्रता ज्ञात करने हेतु अवकलन निम्न प्रकार किया जा सकता है-

सान्द्रता (ग्राम / ली.) = नार्मलता × तुल्यांकी भार

प्रयोगशाला अभ्यास :

किसी दिये गये विलेय पदार्थ की सहायता से नार्मल विलयन के विरचन का अभ्यास जैव रासायनिक व जैव प्रौद्योगिकी की प्रायोगिक उपादेयता को सिद्ध करने में महत्वपूर्ण होता है । अतएव विद्यार्थियों से यह अपेक्षा की जाती है कि वे प्रयोगशाला में विभिन्न विलेय पदार्थों के नार्मल विलयन के विरचन का अभ्यास अवश्य कर लें ।

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य :

सोडियम बाईकार्बोनेट के 0.1 N विलयन का विरचन करना ।

आवश्यक सामग्री :

सोडियम बाईकार्बोनेट आसूत जल, काँच की छड़, बीकर, मापन सिलेंडर, तुला, निष्पंद पत्र एवं अभिकर्मक बोतल ।

विरचन विधि :

सोडियम बाईकार्बोनेट के 0.1 विलयन के विरचन से पूर्व, इसकी एक लीटर विलयन हेतु आवश्यक मात्रा का अवकलन कर लेना आवश्यक होगा -

सोडियम बाईकार्बोनेट का तुल्यांकी भार = 53

विलयन की आवश्यक नार्मलता = 0.1N

विलेय की आवश्यक मात्रा (ग्राम / ली.)

= विलेय का तुल्यांकी भार × नार्मलता

$= 5.3 \times 0.1N$

$= 5.3$ ग्राम / लीटर

अर्थात 1 लीटर विलयन बनाने हेतु सोडियम बाईकार्बोनेट की 5.3 ग्राम मात्रा की आवश्यकता होगी।

विलेय की वांछित मात्रा का अवकलन कर लेने के पश्चात 0.1 N विलयन को निम्न चरणों में तैयार करने का अभ्यास कीजिये -

i) एक स्वच्छ बीकर में लगभग 500 मिली. ली. आसूत जल को ले लें ।

ii) तुला की सहायता से विलेय की आवश्यक मात्रा का वजन निष्यंद पत्र पर कर लें ।

iii) विलेय की आवश्यक मात्रा धीरे-धीरे बीकर में स्थानांतरित करें जिसमें 500 मिली ली. आसूत जल लिया हुआ है ।

iv) काँच की छड़ की सहायता से विलेय को विलायक में घोलें ।

v) विलेय की पूर्ण मात्रा को घोलने के पश्चात आवश्यक मात्रा में आसूत जल मिला कर अन्तिम आयतन 1 ली. कर लें ।

vi) एक नमीरहित स्वच्छ अभिकर्मक बोतल में विलयन को पुन: प्रयोग हेतु रख लें ।

प्रेक्षण एवं परिणाम (Observation and Result) :

सोडियम बाई कार्बोनेट का 0.1N विलयन पूर्णत: पारदर्शी व समांगी होता है । यदि प्रयोगशाला में इस प्रकार तैयार किया गया विलयन समांगी व पारदर्शी है तो यह स्पष्ट है कि विलयन का विरचन सही प्रकार हुआ है ।

12.4.4 फार्मल विलयन (Formal Solution) [F]:

फार्मल विलयन वह विलयन होता है जिसमें एक लीटर आयतन में किसी विलेय पदार्थ के सूत्र (Formula) के समान भार की ग्राम मात्रा उपस्थित होती है । दूसरे शब्दों में यदि किसी विलयन के एक लीटर आयतन में विलेय के सूत्र के भार की ग्राम मात्रा विलेय होती है तो ऐसा विलयन फार्मल विलयन कहलाता है । इसी प्रकार किसी पदार्थ के सूत्र के भार की ग्राम में मात्रा जो एक लीटर आयतन में विलेय हो, वह उसकी फार्मलता कहलाती है । किसी विलयन की फार्मलता ज्ञात करने के लिये निम्न संबंध प्रयोग में लाया जाता है -

$$\text{फार्मलता } [F] = \frac{\text{ग्राम}}{\text{लीटर}} \times \frac{1}{\text{सूत्र का भार ग्राम में}}$$

इसी प्रकार विभिन्न सान्द्रता वाले फार्मल विलयन के विरचन के लिये आवश्यक ग्राम मात्रा का अवकलन भी सरलतापूर्वक किया जा सकता है यदि उस विलेय पदार्थ का सूत्र भार (ग्राम) पूर्व में ज्ञात हो । फार्मल विलयन का विरचन प्रयोगशाला में स्वयं करके इसे सरलतापूर्वक समझा जा सकता है ।

प्रयोगशाला अभ्यास :

फार्मल विलयन के प्रयोगशाला में विरचन को निम्न अभ्यास की सहायता से समझा जा सकता है।

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य :

दिये गये विलेय पदार्थ का 0.5F फार्मल विलयन तैयार करना ।

आवश्यक रसायन :

आसूत जल, बीकर, काँच की छड़, तुला, मापन सिलेंडर, अभिकर्मक बोतल, निष्यंद पत्र आदि ।

विधि :

प्रयोगशाला में $Ba(OH)_2$ विलयन के विरचन से पूर्व इसकी आवश्यक मात्रा का अवकलन कर लेना आवश्यक होता है - इसे निम्न प्रकार ज्ञात किया जा सकता है ।

विलेय पदार्थ के सूत्र का भार = 171 ग्राम

आवश्यक फार्मलता = 0.5Fप्रति लीटर

विलेय की आवश्यक मात्रा (ग्राम / ली. विलयन में) $= \frac{171}{0.5}$

= 855 ग्राम

अर्थात् एक लीटर फार्मल विलयन के 1 विरचन हेतु 85.5 ग्राम की आवश्यकता होगी । अब इसकी सहायता से विलयन को निम्न चरणों में तैयार किया जा सकता है -

i) एक स्वच्छ बीकर में लगभग 500 मिली.ली. आसूत जल ले लें ।

ii) अब विलेय की आवश्यक मात्रा (85.5 ग्राम) को तुला की सहायता से निष्पंद पत्र पर तोल लें ।

iii) तत्पश्चात् धीरे-धीरे विलेय पदार्थ को विलायक में काँच की छड़ की सहायता से घोल लें ।

iv) जब पूरी तरह विलेय, विलायक में घुल जाये तो आसूत जल की आवश्यक मात्रा मिलाकर अन्तिम आयतन एक लीटर के बराबर कर लें ।

प्रेक्षण व परिणाम :

का 0.5F फार्मल विलयन पूर्णत: पारदर्शी व समांगी होता है । यदि ऐसा विलयन प्राप्त हो जाता है तो समझ लें कि विलयन का विरचन सही प्रकार हुआ है ।

उपरोक्त विधियों के अनुसार नार्मल, मोलर, मोलल एवं फार्मल विलयनों के विरचन का अभ्यास भली भाँति कर लेने के पश्चात् आप इनके प्रयोगशाला में प्रयोग करने में पूर्णत: अभ्यस्त हो गये होंगे । यद्यपि विलयनों के विरचन की उपरोक्त विधियाँ सरल एवं सुगम हैं तथापि इनका अनुपालन करते समय कुछ विशेष सावधानियाँ रखना आवश्यक होता है । अत: विद्यार्थियों से यह अपेक्षा की जाती है कि वे निम्न सावधानियाँ बरतें -

i) जलीय विलयन का विरचन सदैव शुद्ध जल, यथा - आसूत जल अथवा अनायनीकृत जल से करें ।

ii) विरचन के पश्चात् विलयन साफ (पारदर्शी) दिखना चाहिये ।

iii) विलयनों का भण्डारण तापमान पर तथा निर्देशित स्थितियों में ही करें । उदाहरणस्वरूप, कुछ विलयन सामान्य तापक्रम पर रखे जा सकते हैं जबकि अन्य विलयनों को कम ताप पर रखें ।

iv) जो विलयन प्रकाश के सम्पर्क में आकर क्रियाशील हो जाते हैं उन्हें भूरे रंग की अभिकर्मक बोतल (Amber coloured reagent bottle) में ही रखें ।

v) विलयन के विरचन में प्रयुक्त विलेय पदार्थ के आण्विक भार को अवश्य नोट करें ।

प्रयोगशाला में विभिन्न प्रकार के विलयन के विरचन का अभ्यास अनेकानेक जैव रासायनिक प्रयोगों के लिये आवश्यक होता है । इसके अतिरिक्त विभिन्न प्रकार के जैव अणु (Biomolecules) के विलयन भी तैयार किये जाते हैं । कुछ पदार्थ जैसे - प्रोटीन, नाभिकीय 7 केन्द्रकीय अम्ल (Nucleic acids) आदि का रासायनिक संगठन समरूप नहीं होता है । अतएव ऐसे विलयनों की सान्द्रता की अभिव्यक्ति 'भार प्रति इकाई आयतन' (weight per unit volume) के रूप में की जाती है । ऐसे विलयन की सान्द्रता की अभिव्यक्ति मोल प्रति इकाई आयतन (Moles per unit volume) में करना अत्यन्त दुष्कर होता है । यह सर्वविदित है कि आयतन की इकाई 'लीटर' (L) होती है अत: समस्त सान्द्रताओं को 'लीटर' में व्यक्त किया जाना चाहिये । जैसे - ग्राम / लीटर, मिलीग्राम / लीटर, माइक्रोग्राम / लीटर (g/L, mg/L, μg/L) इत्यादि । इस प्रकार के विलयन की सान्द्रता को अभिव्यक्त करने के लिये तथा इनके सामान्य विरचन के लिये प्रायः प्रतिशत (%) का उपयोग भी किया जाता है । किसी विलयन की प्रतिशत सान्द्रता को आइये एक उदाहरण की सहायता से समझने का प्रयास करते हैं -

5% एसिटिक अस्त विलयन के निम्नलिखित तात्पर्य हो सकते है -

i) प्रति 100 ग्राम विलयन में 5 ग्राम एसिटिक अम्ल (w/w)

ii) प्रति 100 मिली ली. विलयन में 5 ग्राम एसिटिक अम्ल (w/v)

iii) प्रति 100 मिली ली. विलयन में 5 मिली.ली एसिटिक अम्ल (v/v)

अर्थात् केसीन का 1% (w/v) विलयन से तात्पर्य है कि 1 ग्राम केसीन को विलायक में इस प्रकार घोला गया है कि प्राप्त विलयन का अन्तिम आयतन 100 मिली.ली हो जाये ।

आइये कुछ ऐसे ही सान्द्रता को अभिव्यक्त करने वाली विधियों का अवलोकन करें जिनका ज्ञान जैव प्रौद्योगिकी की प्रायोगिक दृष्टि से लाभकारी होगा ।

12.4.5द्रव्यमान प्रतिशतता अथवा % (w/v)

यह किसी पदार्थ की वह मात्रा होती है जो 100 ग्राम विलयन में विलेय होती है अर्थात 100 ग्राम विलयन में जितने ग्राम पदार्थ विलेय रहता है वह उस विलयन की प्रतिशत सान्द्रता को व्यक्त करता है ।

उदाहरणस्वरूप यदि शर्करा के एक विलयन को 10 ग्राम शर्करा तथा 40 ग्राम जल में विलेय करके तैयार किया जाता है तो इस विलयन की प्रतिशत सान्द्रता निम्न प्रकार ज्ञात की जा सकती है -

शर्करा की मात्रा = 10 ग्राम

जल की मात्रा = 40 ग्राम

शर्करा का द्रव्यमान प्रतिशत (%) = $\frac{10 \times 100}{(10+40)}$

अर्थात् उपरोक्त विलयन में शर्करा का द्रव्यमान प्रतिशत 20% है ।

12.4.6 आयतन प्रतिशतता अथवा % (v/v)

यह किसी पदार्थ की वह मात्रा होती है जो 100 मिली. ली. विलयन में विलेय होती है । प्रायः इस प्रकार के विलयन में विलेय तथा विलायक दोनों ही तरल अवस्था में होते हैं । अर्थात 100 मिली.ली. विलयन में जितने मिली.ली. पदार्थ विलेय रहता है वह उस विलयन की आयतन प्रतिशत सान्द्रता को व्यक्त करता है । उदाहरणस्वरूप यदि सुषव (Alcohol) के एक विलयन में 20 मिली.ली. एल्कोहल तथा 60 मिली. ली. जल है तो ऐसे विलयन का प्रतिशत आयतन निम्न प्रकार ज्ञात किया जा सकता है -

एल्कोहल की मात्रा = 20 मिली. ली.

जल की मात्रा = 80 मिली. ली.

विलयन की प्रतिशत सान्द्रता = $\frac{20 \times 100}{(20 + 80)}$

अर्थात् विलयन की प्रतिशत सान्द्रता 20% है ।

12.4.7 पार्ट्स पर मिलियन:

इसे सामान्यत: उन विलयनों की सान्द्रता को व्यक्त करने के लिये प्रयोग में लाया जाता है जिनमें पदार्थ सूक्ष्म मात्रा में उपस्थित रहता है । यह किसी विलयन का प्रति मिलियन ग्राम मात्रा में ग्राम विलेय की मात्रा को निरूपित करता है । इसे किसी विलयन की प्रति मिलियन मिली ली. में विलेय की ग्राम मात्रा को व्यक्त करने के लिये भी प्रयोग में लाया जाता है । इस प्रकार के विलयन की सान्द्रता ज्ञात करने के लिये निम्न सूत्र सम्बन्ध प्रयोग करते हैं -

$$\text{ppm} = \frac{\text{अवयव का द्रव्यमान}}{\text{विलयन का कुल द्रव्यमान}} \times 10^6$$

अथवा

$$\text{ppm} = \frac{\text{विलेय अथवा पदार्थ की ग्राम अथवा मिली.ली.मात्रा}}{\text{विलयन की ग्राम अथवा मिली.ली.मात्रा}} \times 10^6$$

अर्थात् जल में सोडियम क्लोराइड का 1 ppm विलयन इसकी सान्द्रता को निम्न रूप में व्यक्त करता है -

1 ppm= प्रति लीटर विलयन में 1 मिली.ग्राम सोडियम क्लोराइड की मात्रा

= 1000 मिली ली. विलयन में 1 मिली ग्राम सोडियम क्लोराइड की मात्रा

= 1 मिली ली. विलयन में 1 माइक्रोग्राम सोडियम क्लोराइड की मात्रा, अथवा 1µg of NaCl/ml of solution

12.5 बफर विलयन (Buffer Solution) :

प्रयोगशाला में जैव रासायनिकी एवं जैव प्रौद्योगिकी के विभिन्न प्रयोगों में अनेक प्रकार के विलयन उपयोग में लाये जाते है । इस इकाई के उपरोक्त वर्णन में इन विलयनों के विरचन एवं इनके अभ्यास से सम्बन्धित विवरण से आप विलयन के विरचन की प्रायोगिक प्रक्रिया से भली भांति अभ्यस्त हो चुके होंगे । इस इकाई के अगले चरण के रूप में हम बफर विलयन से सम्बन्धित प्रायोगिक महत्व की जानकारी एवं अभ्यास के माध्यम से बफर विलयन के विरचन का अभ्यास करेगें ।

विभिन्न बफर विलयन के प्रयोगशाला में विरचन से पूर्व आइये बफर क्या है, जीवित प्राणियों एवं पादपों के संरचनात्मक एवं कार्यात्मक संयोजन में इनकी भूमिका तथा प्रयोगशाला में उपयोग किये जाने वाले प्रमुख बफर विलयनों के विषय में आधारभूत ज्ञान प्राप्त कर लें ।

12.5.1 बफर क्या है (What are BUFFERS):

बफर विशेष रूप से जैव रासायनिक अध्ययन में प्रयोग किये जाने वाले विलयन होते हैं जो विभिन्न प्रायोगिक प्रक्रियाओं में प्रयोग किये जाने वाले माध्यमों (Media) का pH एक नियत बिन्दु पर व्यवस्थित रखते है । विभिन्न जैव अणुओं (Biomolecules) के निष्कर्षण (Extraction) विलगन (Isolation) शोधन में अनेक प्रकार के बफर विलयन प्रयोग किये जाते है।

प्रायः समस्त जैव रासायनिक अभिक्रियाओं के प्रायोगिक प्रदर्शन में यह तथ्य स्मरणीय तथा विशेष ध्यान देने योग्य होता है कि ऐसे बफर विलयनों का चयन किया जाये जो कोशिका के विभिन्न अवयवों की निष्कर्षण दक्षता (extractability), स्थिरता (Stability) तथा क्रियाकलापों (Functions) पर विशिष्ट प्रभाव डालते है । उदाहरणस्वरूप, कोशिका के अन्दर सम्पन्न होने वाली जैव रासायनिक अभिक्रियायें विकरों (enzymes) के द्वारा उत्पेरित की जाती हैं । इन विकरों की स्थिरता तथा सक्रियता मुख्य रूप से माध्यम के pH पर निर्भर करती है ।

बफर विलयन एक ऐसा विलयन होता है जो किसी माध्यम में अम्ल $\left(H^+\right)$अथवा क्षारक $\left(OH^-\right)$ मिलाने पर उसके pH में संभावित परिवर्तन का विरोध करता है । सामान्यत: एक बफर विलयन एक दुर्बल अम्ल (weak acid) तथा इसके संयोगी क्षार (conjugate base)

का मिश्रण होता है । उदाहरणस्वरूप - एसिटिक अम्ल तथा सोडियम एसिटेट का मिश्रण एक बफर विलयन है । रूधिर का कार्बोनेट-बाई कार्बोनेट माध्यम एक सुपरिचित जैविक बफर तंत्र के रूप में कार्य करता है ।

प्रयोगशाला में बफर विलयन के विरचन की विभिन्न प्रक्रियाओं के विषय में जानकारी लेने से पूर्व यह जान लेना लाभकारी होगा कि जीवित प्राणियों में प्राकृतिक रूप से सक्रिय बफर तंत्र कौन-कौन से हैं तथा उनका क्या महत्व है ?

12.5.2 जीवधारियों में सक्रिय प्रमुख बफर तन्त्र (Important Active Buffer System in Living Organisms) :

जीवित प्राणियों में निष्पादित होने वाली जैविक प्रक्रियायें एक निश्चित pH पर सम्पन्न होती हैं अर्थात् pH मान में आंशिक परिवर्तन भी प्रक्रिया की दर (Rate of process) में महत्त्वपूर्ण परिवर्तन कर सकता है ।

जीवधारियों तथा कोशिकाओं के कोशिका द्रव्य का pH एक नियत बिन्दु पर व्यवस्थित रहता है । ऐसा कोशिकाओं के जैव अणुओं के एक सर्वानुकूल आयनीय अवस्था (optimal ionic state) में रहने के कारण होता है । प्रायः कोशिका द्रव्य का pH 7.0 के लगभग होता है । बहु कोशिकीय जीवों में बाह्य' कोशिकीय तरल पदार्थो जैसे - रक्त, आदि का pH भी एक बफर तन्त्र के द्‌वारा कुशलतापूर्वक नियंत्रित किया जाता है । यहाँ यह जान लेना आवश्यक एवं महत्वपूर्ण होगा कि जीवित प्राणियों में कौन-कौन से सक्रिय बफर तन्त्र विभिन्न जैविक क्रियाओं को संचालित करने में अपनी महत्वपूर्ण भूमिका का निर्वाह करते है । कुछ प्रमुख जैवीय बफर तन्त्रों (Biological buffer system) का संक्षिप्त परिचय विद्‌यार्थियों के लिये अत्यंत लाभकारी होगा -

1. फास्फेट बफर तन्त्र (Phosphate buffer system) :

सभी कोशिकाओं के कोशिका द्रव्य में सक्रिय रहने वाला यह एक प्रमुख बफर है । इसमें $H_2PO_4^-$ प्रोटोन दाता (proton donar) तथा HPO_4^{-2} प्रोटोनग्राही (proton acceptor) के रूप में रहते हैं - इसे निम्न अभिक्रिया के माध्यम से समझा जा सकता है -

$$H_2PO_4 \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{-2}$$

फास्फेट बफर 6.8 pH पर अधिकतम प्रभावी रहता है अर्थात् 6.4 – 7.2 pH के मध्य होने वाले परिवर्तन का प्रतिरोध करता है । यह प्रमुख रूप से अन्तः कोशिकीय (intracellular) द्रवों में बफर क्रिया को प्रभावशाली ढंग से सम्पादित करता है ।

2. बाईकार्बोनेट बफर तन्त्र (Bicarbonate buffer system) :

यह प्रमुख बाह्य कोशिकीय बफर तन्त्र है । ऊतकों के उपापचय क्रियाकलापों के फलस्वरूप विमुक्त होने वाली कार्बन डाईआक्साइड (CO_2) को निर्गत करने के लिये भी एक माध्यम के रूप में कार्य करता है । यह रूधिर प्लाज्मा का एक प्रमुख बफर है जो कार्बनिक अम्ल (Carbonic acid) तथा बाई कार्बोनेट (bicarbonate) से मिलकर बना होता है । कार्बनिक

अम्ल प्रोटोन दाता के रूप में तथा बाई कार्बोनेट प्रोटोनग्राही के रूप में कार्य करता है । निम्न अभिक्रिया इस बफर तंत्र के आयनीय विघटन को निरूपित करती है -

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$

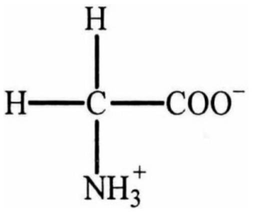
3. प्रोटीन बफर तन्त्र (Protein buffer system) :

अन्त: कोशिकीय द्रवों तथा प्लाज्मा में प्रोटीन बफर की भूमिका अत्यधिक महत्वपूर्ण होती है । प्रोटीन ऋणायन (anions) के रूप में रहते हुये संयोगी क्षारकों (Pr^-) के रूप में कार्य करते है । रक्त के pH का मान लगभग 7.4 होने पर ये (H^+) को ग्रहण करके संयोगी अम्ल (conjugate acids) का निर्माण करते हैं । इनमें रूधिर में पाये जाने वाले कुछ H_2CO_3 को बफर करने की क्षमता होती है ।

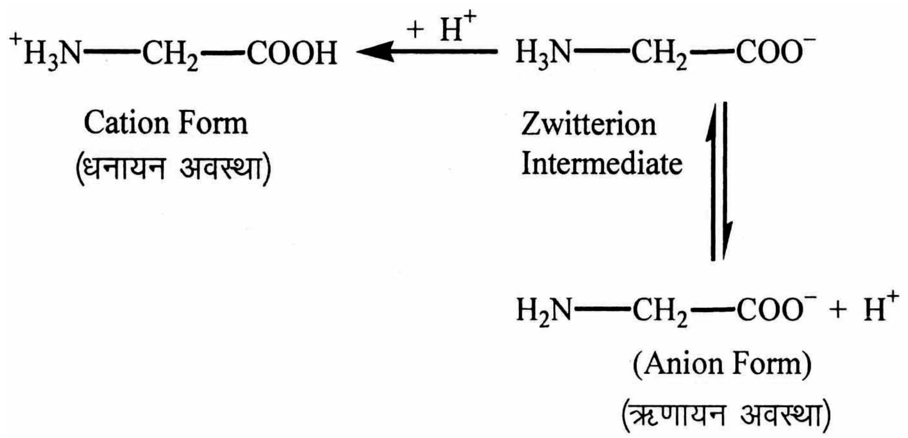
$$H_2CO_3 + Pr^- \rightleftharpoons HCO_3^- + HPr$$

4. अमीनो अम्ल बफर तन्त्र (Amino acid buffer system) :

यह बफर तन्त्र मनुष्यों में भी विद्यमान रहता है । अमीनो अम्ल अपने अणुओं में एक अम्लीय (−COOH) तथा क्षारीय ($-NH_2$) समूहों को संयोजित किये रहते हैं । उदाहरणस्वरूप - ग्लाइसीन (Glycine) को निम्न रूप में प्रस्तुत किया जा सकता है



एक माध्यमिक यौगिक (Zwitterion) में H+ आयन का योग करके अथवा इसमें से H^+ की हानि करके, ग्लाइसीन की ऋणायन व धनायन (cation) अवस्थायें प्राप्त की जा सकती है । इन अवस्थाओं को निम्न सरल अभिक्रिया द्वारा समझने का प्रयास करते हैं -



5. हीमोग्लोबिन बफर तन्त्र (Hemoglobin buffer system) :

इस प्रकार का बफर तन्त्र लाल रूधिर कणिकाओं (erythrocytes) में कार्बन डाईऑक्साइड (CO_2) के बफरीकरण में अन्तर्निहित रहते हैं । हीमोग्लोबिन की बफरीकरण क्षमता इसके द्वारा किये जाने वाले आक्सीजन (oxygenation) एवं अनाक्सीजनन (Anoxygenation) के आधार पर निर्धारित की जाती है । लाल रूधिर कणिकाओं के अन्दर CO_2H_2O के साथ मिलकर कार्बनिक अम्ल का निर्माण करती है । यह अभिक्रिया कार्बनिक एनहाइड्रेज (carbonic anhydrase) विकर के द्वारा उत्पेरित की जाती है ।

12.5.3 कुछ प्रमुख बफर विलयनों का संयोजन (Composition of Some Important Buffer Solutions):

जैव रासायनिकी एवं जैव प्रौद्योगिकी में कुछ सामान्य बफर विलयन बहुतायत में प्रयोग किये जाते हैं । प्रयोगशाला में इन विलयनों का विरचन इस प्रकार किया जाना आवश्यक होता है कि इन्हें कम समय व श्रम का उपयोग करके तैयार किया जा सके । ऐसी स्थिति में रासायनिक संघटकों को बार-बार अवकलन करना तथा तौल कर विलयन बनाना एक दुष्कर प्रक्रिया होती है । अत: इस स्थिति से बचने के लिये किसी बफर विशेष के संघटकों का एक स्टॉक विलयन तैयार कर लिया जाता है । इस स्टॉक विलयन में सभी संघटक एक निश्चित सान्द्रता में मिलाये जाते हैं।

स्टॉक विलयन (Stock Solution) :

किसी पदार्थ का स्टॉक विलयन एक ऐसा विलयन होता है जिसमें वह पदार्थ किसी प्रयोग में वांछनीय परिमाण से कई गुना अधिक सान्द्रता में विद्‌यमान रहता है । प्रायः स्टॉक विलयन ऐसे पदार्थों के लिये तैयार किये जाते है जिनका प्रयोग बहुतायत में किया जाता है । साथ ही साथ ऐसे विलयन कुछ दिनों तक उच्च सान्द्रता में होने पर भी खराब नहीं होते हैं । स्टॉक विलयन को प्रयोग करने से पूर्व इन्हें आसूत जल मिलाकर आवश्यक सान्द्रता स्तर पर ले आया जाता है ।

प्रयोगशाला में प्रायः स्टॉक विलयन की सहायता से किसी विलयन को आवश्यक आयतन में तैयार करना होता है । इस विलयन में किसी प्रयोग के लिये पदार्थ की आवश्यक मात्रा (सांद्रता) भी होती हैं । चूंकि स्टॉक विलयन उच्च सान्द्रता वाले विलयन होते हैं अत: किसी विलयन को तैयार करने के लिये स्टॉक विलयन की कितनी मात्रा आवश्यक होगी, इसका अवकलन एक सुगम गणितीय समीकरण द्वारा किया जा सकता है ।

$$N_1V_1 = NV$$

यहाँ,

N_1 = तैयार किये जाने वाले विलयन की सान्द्रता

V_1 = तैयार किये जाने वाले विलयन का आयतन

N_2 = स्टॉक विलयन की सान्द्रता

V_2 = स्टॉक विलयन का आयतन

विभिन्न प्रायोगिक प्रक्रियाओं में प्रयोग किये जाने वाले प्रमुख बफर विलयन निम्नलिखित है -

1. एसिटेट बफर
2. फास्फेट बफर
3. ट्रिस बफर
4. कार्बोनेट-बाईकार्बोनेट बफर
5. सिट्रेट बफर

1. एसिटेट बफर (Acetate Buffer) :

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य (Objective of the Laboratory Exercise) :

0.2 M सान्द्रता वाले एसिटेट बफर का विरचन करना जिसका pH 5.0 हो ।

आवश्यक रसायन (Chemicals Required) :

→ 0.2M सान्द्रता का एसिटिक अम्ल स्टॉक विलयन

→ 0.2M सान्द्रता का सोडियम एसिटेट का स्टॉक विलयन

→ आसूत जल

→ pH मीटर

→ मापन सिलेंडर

→ अभिकर्मक बोतल, बीकर, काँच की छड़ आदि ।

विरचन विधि (Preparation Method) :

प्रयोगशाला में एसिटेट बफर को निम्न सोपानों में विरचित किया जा सकता है -

1. सर्वप्रथम एक स्वच्छ बीकर में आसूत जल लेकर इसमें 11.55 मिली. ली./ 1000 मिली ली. के अनुपात में एसिटिक अम्ल मिलाकर इसका 0.2M सांद्रता का स्टॉक विलयन तैयार कर लें ।
2. इसी प्रकार एक अन्य बीकर में आसूत जल लेकर 27.18 ग्राम/ 1000 मिली. ली. के अनुपात में सोडियम एसिटेट $[C_2H_3O_2Na.3H_2O]$ घोलकर 0.2M सान्द्रता का स्टॉक विलयन तैयार कर लें।
3. एसिटेट बफर बनाने हेतु एक अन्य बीकर में लगभग 40 मिली.ली आसूत जल लेकर इसमें 0.2M एसिटिक अम्ल स्टॉक विलयन की 14.8 मिली.ली मात्रा मिला दें!
4. इसके पश्चात् 0.2 सोडियम एसिटेट के स्टॉक विलयन की 35.2 मिली.ली मात्रा लेकर इस बीकर में मिला दें ।
5. pH मीटर की सहायता से इस बफर विलयन का pH 5.0 पर व्यवस्थित/सुनिश्चित कर लें ।
6. यदि आवश्यक हो तो आसूत जल मिलाकर अन्तिम आयतन 100 मिली.ली कर लें ।
7. उपयोग हेतु अभिकर्मक बोटल में भरकर रख लें ।

जैसा कि इस खण्ड के आरम्भ में स्पष्ट किया जा चुका है कि विभिन्न जैव रासायनिक प्रक्रियाओं में बफर विलयन विभिन्न pH स्तर पर प्रयोग किये जाते है । उदाहरणस्वरूप -

एसिटेट बफर के अलग-अलग pH वाले विलयनों की आवश्यकता होती है । अत: pH के अनुसार प्रयोग किये जाने वाले स्टॉक विलयनों की आवश्यक मात्रा परिवर्तित होती रहती है । विद्यार्थियों की सरलता हेतु स्टॉक विलयनों की आवश्यक मात्रा एक सारणी के रूप में नीचे दी जा रही है -

सारिणी 12.1 : 100 मिली.ली एसिटेट बफर बनाने हेतु संघटकों की आवश्यक मात्रा

0.2M एसिटिक अम्ल की मात्रा (मिली.ली.)	0.2M सोडियम एसिटेट की मात्रा (मिली.ली.)	pH स्तर
46.3	3.7	3.6
44.0	6.0	3.8
41.0	9.0	4.0
25.5	24.5	4.6
14.8	35.2	5.0
4.8	54.2	5.6

2. फास्फेट बफर (Phosphate Buffer) :

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य [Objective of the laboratory exercise] :

0.2M सान्द्रता वाले फास्फेट बफर का विरचन करना जिसका pH 6.5 हो ।

आवश्यक रसायन व सामग्री (Chemical Required) :

* 0.2M सान्द्रता का मोनोबेसिक सोडियम फास्फेट विलयन
* 0.2M सान्द्रता का डाईबेसिक सोडियम फास्फेट विलयन
* आसूत जल
* pH मीटर
* मापन सिलेंडर
* अभिकर्मक बोतल, बीकर, काँच की छड़ इत्यादि

विरचन विधि (Preparation Method) :

प्रयोगशाला में फास्फेट बफर का विरचन निम्न सोपानों में सम्पन्न किया जा सकता है -

1. सर्वप्रथम एक स्वच्छ बीकर में आसूत जल लेकर इसमें 27.8 ग्राम/लीटर के अनुपात में मोनोबेसिक फास्फेट बफर का 0.2M सान्द्रता का विलयन तैयार कर लें ।
2. इसी प्रकार एक अन्य बीकर में आसूत जल लेकर 53.65 ग्राम/लीटर के अनुपात में डाई बेसिक सोडियम फास्फेट $Na_2HPO_4.7H_2O$ का 0.2M सान्द्रता का विलयन तैयार कर लें।
3. फास्फेट बफर बनाने हेतु एक स्वच्छ बीकर में लगभग 80 मिली.ली आसूत जल लेकर इसमें 0.2 मोलर मोनोबेसिक सोडियम फास्फेट के स्टॉक विलयन की 68.5 मिली.ली मात्रा लेकर मिला दें ।

4. इसके पश्चात् 0.2 मोलर डाईबेसिक सोडियम सल्फेट के स्टॉक विलयन की 31.5 मिली.ली मात्रा लेकर मिला लें ।
5. pH मीटर की सहायता से इस विलयन का pH 6.5 पर व्यवस्थित/सुनिश्चित कर लें ।
6. यदि आवश्यक हो तो आसूत जल मिलाकर अन्तिम आयतन 200 मिलीलीटर कर लें ।
7. यथासमय उपयोग हेतु अभिकर्मक बोतल में भरकर लगभग 4° C तापमान पर एक माह तक रखा जा सकता है ।

सारणी 12.2. : विभिन्न pH स्तरों वाले फास्फेट बफर के विरचन हेतु संघटकों की आवश्यक मात्रा (200 मिली.ली. बफर. हेतु)

0.2 मोलर मोनोबेसिक सोडियम फास्फेट की मात्रा (मिली.)	0.2 मोलर डाईबेसिक सोडियम फास्फेट की मात्रा (मिली.)	pH स्तर
93.5	6.5	5.7
85.0	15.0	6.1
68.5	31.5	6.5
39.0	61.0	7.0
5.3	94.7	8.0

3. ट्रिस बफर अथवा ट्रिस (हाइड्रॉक्सीमिथाइल) अमीनोमीथेन बफर :

[Tris Buffer or Tris(hydroxymethyl)aminomethane Buffer]:

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य [Objective of Laboratory Exercise] :

प्रयोगशाला में 9.0 pH स्तर वाले 0.2 मोलर ट्रिस बफर विलयन का विरचन करना ।

आवश्यक रसायन व अन्य सामग्री [Chemicals and other material required] :

* 0.2 मोलर सांद्रता का ट्रिस (हाइड्रॉक्सीमिथाइल) अमीनो मीथेन विलयन
* 0.2 मोलर सांद्रता का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
* आसूत जल
* pH मीटर
* बीकर, मापन सिलेंडर, काँच की छड़, अभिकर्मक बोतल आदि ।

विरचन विधि (Preparation Method) :

0.05 मोलर सांद्रता वाले ट्रिस बफर विलयन का विरचन निम्न चरणों में सम्पन्न किया जा सकता है -

1. सर्वप्रथम ट्रिस (हाइड्रॉक्सीमिथाइल) अमीनोमीथेन (आण्विक भार - 121.0) का 0.2 मोलर विलयन तैयार करें । इसके लिये 24.2 ग्राम/लीटर के अनुपात में आवश्यक मात्रा लेकर एक बीकर में आसूत जल में घोलकर स्टॉक विलयन तैयार कर लें ।

2. इसी प्रकार एक अन्य बीकर में लगभग 80 मिली.ली आसूत जल लेकर इसमें 9.0 pH का ट्रिस बफर बनाने हेतु आवश्यक 50 मिली.ली ट्रिस (हाइड्रॉक्सीमिथाइल) अमीनोमीथेन (सान्द्रता-0.2M) लेकर इससे एक विलयन बना लें ।
3. अब इस विलयन में 5.0 मिली.ली 0.2 मोलर सान्द्रता का HCl लेकर मिला दें तथा अंतिम विलयन 200 मिली. ली कर लें ।
4. काँच की छड़ की सहायता से मिलाकर इस बफर विलयन का pH माप लें । यदि pH 9.0 के बराबर आता है तो इसे एक अभिकर्मक बोतल में भरकर रख लें ।

5. इस बफर विलयन को एक वायुरोधी अभिकर्मक बोतल में भरकर रखना चाहिये क्योंकि यह वायु में उपस्थित कार्बन डाईऑक्साइड को अवशोषित कर सकता है । यह विलयन पूर्णत: रंगहीन होता है ।

सारिणी 12.3 विभिन्न pH स्तर के ट्रिस बफर के विरचन हेतु 0.2 मोलर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की आवश्यक मात्रा ।

0.2 मोलर HCl की मात्रा (मिली.ली)	pH स्तर	0.2 मोलर HCL की मात्रा (मिली.ली)	pH स्तर
5.0	9.0	26.8	8.0
12.2	8.6	38.4	7.6
21.9	8.2	44.2	7.2

4. कार्बोनेट बाईकार्बोनेट बफर [Carbonate-bicarbonate Buffer] :

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य [Objective of Laboratory Exercise] :

प्रयोगशाला में कार्बोनेट-बाइकार्बोनेट बफर का विरचन करना । (pH - 10.0)

आवश्यक रसायन व अन्य सामग्री [Chemicals and materials required] :

* निर्जलित सोडियम कार्बोनेट का 0.2 मोलर सांद्रता का स्टॉक विलयन
* सोडियम बाई कार्बोनेट का 0.2 मोलर सान्द्रता का स्टॉक विलयन
* आसूत जल
* pH मीटर
* बीकर, मापन सिलेंडर, काँच की छड़, अभिकर्मक बोतल, आदि ।

विरचन विधि [Preparation Method] :

प्रयोगशाला में कार्बोनेट बाई कार्बोनेट बफर का विरचन निम्न चरणों में सम्पन्न किया जा सकता है ।

1. सर्वप्रथम एक स्वच्छ बीकर में आसूत जल लेकर निर्जलित सोडियम कार्बोनेट का 0.2 मोलर सान्द्रता का स्टॉक विलयन तैयार कर लें । इसके लिये 1 ली. विलयन आयतन में 21.1 ग्राम सोडियम बाई कार्बोनेट घोलें ।
2. इसी प्रकार एक अन्य बीकर में आसूत जल लेकर इसमें 16.8 ग्राम/लीटर के अनुपात में सोडियम बाई कार्बोनेट घोलकर स्टॉक विलयन तैयार कर लें ।
3. एक अन्य बीकर में लगभग 80 मिली.ली आसूत जल लेकर इसमें 27.5 मिली.ली मात्रा, 0.2 मोलर सान्द्रता के सोडियम कार्बोनेट के स्टॉक विलयन से लेकर मिला दें ।
4. अब इस मिश्रण में 22.5 मिली.ली सोडियम बाई कार्बोनेट (0.2 मोलर सान्द्रता) का स्टॉक विलयन लेकर मिला दें ।
5. अब इस विलयन में आवश्यक मात्रा में आसूत जल मिलाकर अन्तिम विलयन 200 मिली.ली कर लें ।
6. यथासमय प्रयोग हेतु अभिकर्मक बोतल में भरकर उचित तापमान पर रख लें ।

कार्बोनेट-बाई कार्बोनेट का बफर विलयन इसके विभिन्न pH मान के अनुरूप भी बनाया जा सकता है । इसके लिये निम्न सारिणी में दी गई मात्रा के अनुसार स्टॉक विलयनों की मात्रा का प्रयोग किया जा सकता है ।

सारिणी 12.4. कार्बोनेट-बाई कार्बोनेट बफर विलयन के विरचन हेतु संघटकों की आवश्यक मात्रा (200 मिली.ली आयतन हेतु)

0.2 मोलर सोडियम कार्बोनेट की मात्रा (मिली.ली)	0.2 मोलर सोडियम बाई कार्बोनेट की मात्रा (मिली.ली.)	pH स्तर
4.0	46.0	9.2
9.5	40.5	9.4
16.0	34.0	9.6
22.0	28.0	9.8
27.5	22.5	10.0
33.0	17.0	10.2
38.5	11.5	10.4
42.5	7.5	10.6

5. सिट्रेट बफर [Citrate Buffer] : pH - 4.0

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य [Objective of Laboratory Exercise] :

प्रयोगशाला में 0.1 मोलर सान्द्रता का सिट्रेट बफर तैयार करना जिसका pH 4.0 हो ।

आवश्यक रसायन व अन्य सामग्री [Essential chemicals and other material] :

* 0.1मोलर सान्द्रता का सिट्रिक अम्ल का स्टॉक विलयन

* 0.1 मोलर सान्द्रता का सोडियम सिट्रेट [$C_6H_5O_7Na_3.2H_2O$] का स्टॉक विलयन
* आसूत जल
* pH मीटर
* बीकर, मापन सिलेंडर, काँच की छड़, अभिकर्मक बोतल इत्यादि ।

विरचन विधि [Preparation Method] :

प्रयोगशाला में सिट्रेट बफर का विरचन निम्न चरणों में सम्पन्न किया जा सकता है -

1. सर्वप्रथम एक स्वच्छ बीकर में आसूत जल लेकर 21.01 ग्राम/लीटर के अनुपात में सिट्रिक अम्ल तोल कर घोल लें । इसे स्टॉक विलयन के रूप में प्रयोग किया जा सकता है ।
2. इसी प्रकार एक अन्य बीकर में आसूत जल लेकर 29.41 ग्राम/ली. के अनुपात में सोडियम सिट्रेट तोलकर घोल लें तथा स्टॉक विलयन तैयार कर लें ।
3. एक अन्य बीकर में लगभग 40 मिली.ली. आसूत जल लेकर इसमें 33.0 मिली.ली. 0.1 मोलर सिट्रिक अम्ल का स्टॉक विलयन लेकर एक काँच की छड़ की सहायता से मिला दें।
4. इसके पश्चात् 17.0 मिली.ली. 0.1 मोलर सोडियम सिट्रेट का स्टॉक विलयन लेकर मिला लें ।
5. pH मीटर की सहायता से इस बफर विलयन का pH 4.0 पर व्यवस्थित कर लें तथा इसका अन्तिम आयतन आसूत जल मिलाकर 100 मिली. कर लें ।
6. पुन: प्रयोग हेतु इस विलयन को अभिकर्मक बोतल में भरकर रख लें ।

सारिणी 12.5. सिट्रेट बफर विलयन के विरचन हेतु संघटकों की आवश्यक मात्रा (100 मिली. आयतन हेतु)

मोलर सिट्रेट अम्ल की आवश्यक मात्रा (मिली.)	0.1 मोलर सोडियम सिट्रेट की आवश्यक मात्रा (मिली.)	pH स्तर
46.5	3.5	3.0
40.0	10.0	3.4
35.0	15.0	3.8
33.0	17.0	4.0
20.5	29.5	5.0
9.5	40.5	6.0

विभिन्न प्रकार के बफर विलयनों के विरचन से सम्बन्धित उपरोक्त प्रयोगशाला अभ्यास के माध्यम से आप इन बफर विलयनों के महत्व तथा इसके उपयोग से भली भाँति परिचित हो चुके होंगे । जैसा कि बफर विलयनों के परिचयात्मक विवरण में स्पष्ट किया गया है कि इन विलयनों को आवश्यकतानुसार विभिन्न pH स्तरों पर प्रयोग किया जाता है । इन बफर विलयनों के विरचन में पूर्ण कुशलता प्राप्त करने हेतु सारिणी में दी गई मात्रा के अनुसार इनका अभ्यास करना आवश्यक एवं लाभदायक होगा । अत: प्रयोगशाला में इनका अभ्यास करते रहें ।

विद्यार्थियों की सुगमता हेतु निम्न सारिणी में उपरोक्त सभी बफर विलयनों के संघटकों की आवश्यक मात्रा तथा pH आदि का एकीकृत विवरण प्रस्तुत किया जा रहा है -

सारिणी 12.6. जैव रासायनिक प्रक्रियाओं में प्रयोग किये जाने वाले विभिन्न बफर विलयनों के संघटक एवं उनकी आवश्यक मात्रा

क्रमांक	बफर विलयन का नाम	सान्द्रता	pH	कुल आयतन (मिली.)	संघटक ‘अ की मात्रा(मिली.)	संघटक ‘ब’ की मात्रा(मिली.)
1.	एसिटेट बफर	0.2 मोलर	5.0	100	14.8मिली.0.2 मोलर एसिटेट अम्ल	35.28मिली.0.2 मोलर सोडियम एसिटेट
2.	फास्फेट बफर	0.2 मोलर	6.5	200	68.5मिली.0.2 मोलर बेसिक सोडि. फास्फेट	31.5 मिली.0.2 डाई बेसिक सोडि. सल्फ़ेट
3.	ट्रिस बफर	0.2 मोलर	9.0	200	50मिली.0.2 मोलर ट्रिस अमीनो मीथेन	50मिली.0.2 मोलर हाइड्रोक्लोरिक अम्ल
4.	कार्बोनेट-बाई कार्बोनेट- बफर	0.2 मोलर	10.0	200	27.5मिली.0.2 मोलर सोडियम कार्बोनेट	22.5 मिली.0.2 मोलर सोडि.बाइ कार्बोनेट
5.	सिट्रेट बफर	0.1 मोलर	4.0	100	33मिली.0.1 मोलर सिट्रेट अम्ल	17 मिली.0.1 मोलर सोडि. सिट्रेट

12.6 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question) :

1. 0.05 मोलर, 0.1 मोलर, 0.5 मोलर, 1.0 मोलर सान्द्रता वाले एसिटेट बफर विलयन (pH-4.0) का विरचन करना ।
2. 0.05 मोलर, 0.1 मोलर, 0.5 मोलर तथा 1.0 मोलर सान्द्रता वाले फास्फेट बफर विलयन (pH-8.0) का विरचन करना ।
3. 0.05 मोलर, 0.1 मोलर, 0.5 मोलर व 1.0 मोलर सान्द्रता वाले ट्रिस बफर विलयन (pH-7.2) का विरचन करना ।
4. 0.05 मोलर, 0.1 मोलर, 0.5 मोलर व 1.0 मोलर सान्द्रता वाले कार्बोनेट-बाई कार्बोनेट-बफर विलयन (pH-9.2) का विरचन करना ।

5. 0.05 मोलर, 0.2 मोलर, 0.5 मोलर व 1.0 मोलर सान्द्रता वाले सिट्रेट बफर विलयन का विरचन करना(pH-3.8)।
6. पोटेशियम डाई क्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) के N/30 नार्मल विलयन का विरचन करना ।

12.7 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Books):

1. **Introductory Practical Biochemistry**, S.K.sawhney, Randhir Singh, Narosa Publishing House, New Delhi.
2. **Biochemistry,** Keshav Terhan, New Age International (P.) Limited, Publishers, New Delhi.
3. **An Introduction to Practical Biochemistry,** David T.Plummer, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi.
4. **Biotechniques: Theory and Practice,** S.V.S Rana, Rastogi Publication, Shivaji Road, Gangotri, Meerut.
5. **Fundamentals of Biochemistry,** J.L. jain, Himalyaya Company, New Delhi.

इकाई 13

परॉक्सीडेज़, डिहाइड्रोजिनेज तथा कैटालेज सक्रियता का प्रदर्शन

DEMONSTRATION OF PEROXIDASE, DEHYDROGENASE AND CATALASE ACTIVITY

इकाई संरचना

13.0 उद्देश्य

13.1 प्रस्तावना

13.2 एन्जाइम क्रियाशीलता की अभिव्यक्ति

13.3 एन्जाइम क्रियाशीलता का मापन

13.4 मैलेट डिहाइड्रोजिनेस एन्जाइम की सक्रियता

13.5 परॉक्सीडेज एन्जाइम की सक्रियता

13.6 कैटालेज एन्जाइम की सक्रियता

136.1 प्रथम विधि

136.2 द्वितीय विधि

13.7 अभ्यासार्थ प्रश्न

13.8 सन्दर्भ ग्रन्थ

13.0 उद्देश्य [Objectives]:

इस इकाई का उद्देश्य है-

1. एन्जाइमों की क्रियाशीलता की अभिव्यक्ति तथा इसके मापन को सीखना ।
2. पादपों में पाये जाने वाले विभिन्न एन्जाइमों की जानकारी तथा उनके उपयोग ।
3. एन्जाइम सक्रियता को व्यक्त करने वाली रासायनिक अभिक्रियाओं का परिचय ।
4. डिहाइड्रोजिनेज कैटालेज तथा परॉक्सीडेज एन्जाइमों की सक्रियता का सरल व सुगम परीक्षणों द्वारा प्रदर्शन ।

13.1 प्रस्तावना (Introduction):

एन्जाइम उच्च आण्विक भार वाले प्रोटीन के अणु होते हैं जो जीवित कोशिकाओं में जैव रासायनिक अभिक्रियाओं को उत्प्रेरित करते हैं । किसी जैव रासायनिक अभिक्रिया को आरम्भ होने के लिये ऊर्जा की आवश्यकता होती है । इसे सक्रियकरण ऊर्जा (activation energy)

कहते हैं । एन्जाइम इस ऊर्जा के मांग स्तर को कम करके जैव रासायनिक अभिक्रिया की दर को बढ़ा देते हैं । यह क्रिया एन्जाइम उत्प्रेरण कहलाती है । एन्जाइम का एक प्रमुख गुण यह है कि ये एक पदार्थ विशेष (substrate) के साथ ही प्रतिक्रिया करते हैं । अनेक एन्जाइम अपनी सक्रियता के लिये एक कार्बनिक अथवा धातु आयन का प्रयोग करते हैं । यह कार्बनिक अथवा धातु आयन को एन्जाइम अथवा को फैक्टर (Coenzyme or Cofactor) कहलाता है । विकरों (Enzymes) का अध्ययन प्रयोगात्मक दृष्टि से बहुत महत्व रखता है । चिकित्सा विज्ञान में एन्जाइम की सक्रियता का अध्ययन, अनेक बीमारियों के निदान में सहायक होता है । कुछ आनुवांशिक रोग, किसी एन्जाइम विशेष की कमी के कारण प्रकट होते हैं । ऐसे एन्जाइमों की मात्रा तथा उनकी सक्रियता को प्रयोगों की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है । कुछ मामलों में एन्जाइमों की आवश्यकता से अधिक मात्रा भी कुछ विकारों को जन्म देती है । चिकित्सा के क्षेत्र में इनकी उपयोगिता के अतिरिक्त एन्जाइम रासायनिक उद्योगों में, खाद्य प्रसंस्करण (Food provessing) तथा कृषि में भी एक महत्वपूर्ण प्रायोगिक उपकरण के रूप में प्रयोग में लाये जाते हैं । यहाँ तक कि रोजाना घरेलू वस्तुओं जैसे - कपड़े धोने के लिये इस्तेमाल होने वाले डिटर्जेंट पाउडर में भी एन्जाइम का प्रयोग किया जाता है ।

13.2 एन्जाइम क्रियाशीलता की अभिव्यक्ति (Expression of enzyme activity):

किसी भी एन्जाइम की क्रियाशीलता की अभिव्यक्ति इकाइयों के रूप में की जाती है । एन्जाइम क्रियाशीलता को अभिव्यक्त करने के लिये प्रयोग की जाने वाली सर्वाधिक प्रचलित अन्तर्राष्ट्रीय इकाई को निम्न रूप में परिभाषित किया जा सकता है :-

That amount of enzyme which causes transformation of 1.0 μ mole (10-6 moles) of substrate per minute at 25°C under specified conditions of assay.

अर्थात् "किसी एन्जाइम की वह मात्रा जो 25° सेन्टीग्रेड तापमान पर एक मिनट में पदार्थ (substrate) की 1.0 माइक्रोमोल मात्रा को रूपान्तरित कर देती है ।" एन्जाइम आयोग (Enzyme commission) ने एन्जाइम की क्रियाशीलता को व्यक्त करने के लिये एक नई इकाई को निर्धारित किया है जिसे 'Katal' (संक्षेप : Kat) कहते हैं । एन्जाइम की क्रियाशीलता बहुत से कारकों के द्वारा प्रभावित होती है जिसमें एन्जाइम की सान्द्रता, पदार्थ की सान्द्रता, pH तथा माध्यम का तापमान आदि प्रमुख हैं । प्रोटीन की भाँति ही, अधिकांश एन्जाइमों को पादप ऊतकों से एक उचित माध्यम में प्राप्त किया जा सकता है । एन्जाइमों को सक्रिय अवस्था में बनाये रखने के लिये इनके प्रोट्रीनों को विघटित होने से बचाना जरूरी होता है । इसके लिये उचित pHवाले बफर विलयन को कम तापमान पर प्रयोग किया जाता है । कुछ एन्जाइम उष्मास्थिर (heatstable) होते हैं जिन्हें सामान्य तापमान पर पादप ऊतकों से निकाला जा सकता है जबकि अन्य एन्जाइम उष्मा संवेदी (heat sensitive) होते हैं जिन्हें

केवल कम तापमान पर ही प्राप्त किया जा सकता है । ऐसे एन्जाइमों को कम तापमान (लगभग 4° C) पर ही सुरक्षित रखा जा सकता है ।

एन्जाइम की क्रियाशीलता का निर्धारण पादप ऊतकों से निकाले गये अर्क (extract) से किया जा सकता है । इस अर्क में उपस्थित एन्जाइम किसी विशेष अभिक्रिया को उत्पेरित करते हैं अत: इस अभिक्रिया के आधार पर यह जाना जा सकता है कि किसी पादप ऊतक से प्राप्त किये गये अर्क में उपस्थित एन्जाइम क्रियाशील हैं अथवा नहीं । यदि एन्जाइमों को गर्म करके निष्क्रिय कर दिया जाये तो कोई भी एन्जाइम अभिक्रिया सम्पन्न नहीं हो सकती है ।

13.3 एन्जाइम क्रियाशीलता का मापन (Measurement of enzyme activity):

एक एन्जाइम किसी भी अभिक्रिया को पदार्थ के साथ मिलकर उत्पेरित करता है । इस अवस्था में निम्न प्रकार एक ES काम्प्लेक्स बनता है -

$$E + S \rightleftharpoons ES \rightleftharpoons E + P$$

इस अभिक्रिया के दौरान उपयोग किये गये पदार्थ की दर अथवा उत्पाद (Product, P) के बनने की दर के आधार पर एन्जाइम की क्रियाशीलता का मापन किया जा सकता है ।

13.4 मैलेट डिहाइड्रोजिनेस एन्जाइम की सक्रियता (Activity of Malate Dehydrogenase Enzyme):

प्रायोगिक अभ्यास का उद्देश्य (Objective of the practical exercise) :

पादप ऊतकों में मैलेट डिहाइड्रोजिनेस क्रियाशीलता का प्रदर्शन करना ।

सिद्धांत (Principle) :

मैलेट डिहाइड्रोजिनेस (MDH) एक प्रमुख पादप एन्जाइम है जो ट्राई कार्बोक्सिलिक अम्ल चक्र (TCA cycle) में सक्रिय रूप से भाग लेता है । यह एन्जाइम निम्न अभिक्रिया को उत्पेरित करता है -

$$\text{Oxaloacetate} + \text{NADH} + H^{+} \quad Mg^{++} \quad \text{Malate} + NAD^{+}$$

माइटोकोंड्रिया के अतिरिक्त यह एन्जाइम कोशारस में भी बहुतायत में पाया जाता है । यह एन्जाइम C_4 पादपों में कार्बन डाई ऑक्साइड से भोजन के संश्लेषित होने की प्रक्रिया में भी सक्रिय रूप से भाग लेता है । इस दशा में यह NADH उपयोग एक सहएन्जाइम (coenzyme) के रूप में करता है । इस प्रकार मैलेट डिहाइड्रोजिनेस (MDH) एक आक्सीकारक व अपचायक एन्जाइम है जो NADH की अपचयित (reduced) अवस्था का उपयोग करके ऑक्सेलोएसिटेट (oxaloacetate) को एल-मैलेट (L-Malate) में अपचयित कर देता है । इस अभिक्रिया के दौरान NADH का आक्सीकरण NAD में हो जाता है ।

आवश्यक रसायन व सामग्री (Essential chemical and material) :

पैट्री प्लेट, रेजर, आलू परखनली, स्प्रिट लेंप अथवा बुनसेन बर्नर, आसूत जल, एल्कोहल, हाइड्रोजन परॉक्साइड, 2,3,5-टैट्राजोलियम क्लोराइड आदि ।

विधि (Method) :

डिहाइड्रोजिनेस एन्जाइम की सक्रियता का प्रदर्शन निम्न चरणों में किया जा सकता है -

* आलू के छोटे तथा पतले टुकड़े काट कर एक पैट्री डिश में रखें ।
* अब इस पैट्रीडिश में 2,3,5-टैट्राजोलियम क्लोराइड का 0.5% विलयन (लगभग 3-5 मिली.ली.) डालें ।

प्रेषण तथा परिणाम (Observations and Result) :

लगभग 5-10 मिनट के पश्चात् पैट्रीडिश में लाल रंग उत्पन्न हो जाता है । यदि लाल रंग दिखाई दे तो यह समझ लेना चाहिये कि आलू के टुकड़ों में डिहाइड्रोजिनेज एन्जाइम उपस्थित है ।

निष्कर्ष (Conclusion) :

डिहाइड्रोजिनेज एन्जाइम अपनी उत्प्रेरक अभिक्रिया के दौरान पदार्थ का ऑक्सीकरण करता है । इस अभिक्रिया के परिणामस्वरूप हाइड्रोजन के परमाणु विमुक्त होते हैं । इन हाइड्रोजन के अणुओं को NAD अथवा NADP के द्वारा ग्रहण किया जाता है जिन्हें हाइड्रोजन ग्राही (Hydrogen Acceptors) के रूप में जाना जाता है । ये हाइड्रोजनग्राही (NAD तथा NADP) हाइड्रोजन को ग्रहण करके अपचयित हो जाते हैं तथा $NADH_2$ अथवा $NADPH_2$ में परिवर्तित हो जाते हैं ।

13.5 परॉक्सीडेज एन्जाइम की सक्रियता (Activity of Peroxidase Enzyme):

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य (Objective of Laboratory Exercise) :

पादप ऊतकों में परॉक्सीडेज एन्जाइम (Peroxidase enzyme) की सक्रियता का प्रदर्शन करना।

सिद्धांत (Principle) :

इस प्रयोग के माध्यम से आप आलू में परॉक्सीडेस एन्जाइम की उपस्थिति तथा इसकी क्रियाशीलता का प्रेक्षण कर सकेंगे । परॉक्सीडेज पादप तथा जन्तु कोशिकाओं में बहुतायत में पाया जाने वाला एन्जाइम है । यह एन्जाइम कार्बनिक यौगिकों के आक्सीकरण को उत्प्रेरित करता है । यह प्रक्रिया H2O2 की उपस्थिति में सम्पन्न होती है । जिसे परॉक्सीडेज एन्जाइम के द्वारा उत्पेरित किया जा सकता है -

$$H_2O_2 + AH_2 \text{ परॉक्सीडेज } 2H_2O_2 + A$$

सभी जीवित कोशिकायें अपनी उपापचयी अभिक्रियाओं को सम्पन्न करने के लिये आण्विक ऑक्सीजन का उपयोग करती है । इन अभिक्रियाओं के परिणामस्वरूप कुछ मात्रा में हाइड्रोजन परॉक्साइड का निर्माण होता है । यह एक अत्यधिक विषैला उत्पाद होता है । कोशिकाओं को हानि पहुँचाने से पूर्व ही इसका निष्कासन हो जाना आवश्यक होता है । परॉक्साइड एक

अत्यधिक क्रियाशील -O-O मूलक होता है । परॉक्सीडेज एन्जाइम हाइड्रोजन परॉक्साइड को तीव्रतापूर्वक विघटित कर देता है जिसके फलस्वरूप जल (H_2O) का उत्पादन होता है ।

आवश्यक रसायन व सामग्री (Chemicals and other materials required) :

आलू, ब्लेड अथवा चाकू स्प्रिट लेप, पैट्रीप्लेट, परखनली, 30% H_2O_2 विलयन, 2% बेंजिडीन का अल्कोहलीय विलयन, सामान्य लवण (NaCl) आदि ।

विधि (Method) :

परॉक्सीडेज सक्रियता का प्रदर्शन निम्न चरणों में किया जा सकता है -

* एक परखनली में आलू के ताजे कटे हुये टुकड़े ले लें ।
* अब इसमें 2% अल्कोहलीय बेंजिडीन का विलयन (लगभग 5 मिली.ली.) डालें ।
* लगभग 10 मिनट के पश्चात् इस विलयन को परखनली में से निकाल दें ।
* अब इसमें हाइड्रोजन परॉक्साइड का 3% विलयन मिलायें ।
* एक अन्य परखनली में आलू के पतले टुकड़े लेकर इसमें जल भर लें ।
* लगभग दस मिनट तक परखनली को स्प्रिट लेंप पर गरम करें ।
* इसके पश्चात् 2% अल्कोहलीय बेंजिडीन तथा 3% हाइड्रोजन परॉक्साइड का विलयन मिलायें ।
* एक अन्य परखनली में आलू के कुछ टुकड़े लेकर इसमें सोडियम क्लोराइड का विलयन मिलायें।
* इसके पश्चात् इसमें 2% अल्कोहलीय बेंजिडीन का विलयन मिलायें ।
* लगभग 2-3 मिनट के पश्चात 3% H_2O_2 का विलयन मिलायें ।

प्रेक्षण एवं परिणाम (Observation and Result) :

* प्रथम परखनली में नीला रंग दिखाई देता है ।
* दूसरी परखनली में कोई रंग नहीं दिखाई देता है ।
* तीसरी परखनली में भी कोई रंग नहीं दिखाई देता है ।

निष्कर्ष (Conclusions) :

उपरोक्त प्रेक्षणों के आधार पर निम्नलिखित निष्कर्ष निकाले जा सकते है -

* प्रथम परखनली में परॉक्सीडेज एन्जाइम के कारण नीला रंग उत्पन्न होता है अर्थात् यह एन्जाइम सक्रिय रूप से उपस्थित है ।
* अधिक तापमान पर परॉक्सीडेज एन्जाइम विघटित हो जाता है । आलू के टुकड़ों को उबाल देने पर इस एन्जाइम की सक्रियता समाप्त हो गई जिसके फलस्वरूप कोई रंग उत्पन्न नहीं हुआ ।
* तीसरी परखनली में सोडियम क्लोराइड का विलयन मिला देने के कारण pH बढ़ जाता है। यह एक प्रमुख तथ्य है कि pH में परिवर्तन के कारण एन्जाइम की सक्रियता प्रभावित होती है । अधिक pH पर परॉक्सीडेज एन्जाइम की क्रियाशीलता घट जाती है । अत: इस परखनली में भी कोई रंग प्राप्त नहीं हुआ ।

13.6 कैटालेज एन्जाइम की सक्रियता (Activity of Catalase Enzyme):

प्रयोगशाला अभ्यास का उद्देश्य (Objective of the laboratory Exercise) :

प्रयोगशाला में कैटालेज (Catalase) एन्जाइम की सक्रियता का प्रदर्शन करना ।

सिद्धांत (Principles) :

कैटालेज पादप तथा जन्तु ऊतकों में पाया जाने वाला एक प्रमुख एन्जाइम है । यह विशेष रूप से पादपों के भोजन संग्रह करने वाले अंगों जैसे - आलू का कंद (Tuber), प्रकंद (Corm) तथा फलों के गूदेदार भागों में बहुतायत में पाया जाता है ।

इस प्रयोग के द्वारा आप कैटालेज एन्जाइम की उपस्थिति तथा सक्रियता का परीक्षण करने में अभ्यस्त हो जायेंगे । यह एन्जाइम कोशिकाओं की उपापचयी क्रियाओं के फलस्वरूप निर्मित होने वाले हानिकारक हाइड्रोजन परॉक्साइड का विघटन करके नष्ट करता है । यह H_2O_2 को जल' (H_2O) तथा ऑक्सीजन (O_2) में विघटित कर देता है। इस प्रक्रिया को आप निम्न अभिक्रिया की सहायता से समझ सकते हैं ।

$$2H_2O \text{ कैटालेज } 2H_2O + O_2$$

कैटालेज के द्वारा H_2O_2 का विघटन दो चरणों में सम्पन्न होता है । प्रथम चरण में, H_2O का एक अणु एन्जाइम के साथ जुड़ जाता है । दूसरे चरण में, एन्जाइम-पदार्थ, H_2O के दूसरे अणु के साथ जुड़ कर अभिक्रिया करता है । इस सम्पूर्ण अभिक्रिया में जल के दो अणु तथा ऑक्सीजन का एक अणु प्राप्त होता है । कैटालेज की उपस्थिति को प्रयोग के माध्यम से H_2O_2 की उपस्थिति में ऑक्सीजन के बुलबुलों के रूप में देखा जा सकता है ।

आवश्यक रसायन व सामग्री (Chemicals and other Materials Required) :

आलू, ब्लेड अथवा चाकू, स्प्रिट लेप, परखनली, जल, तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, हाइड्रोजन परॉक्साइड ।

13.6.1 प्रथम विधि (First Method):

कैटालेज एन्जाइम की उपस्थिति तथा सक्रियता का प्रदर्शन निम्न चरणों में किया जा सकता है।

* सर्वप्रथम एक आलू लेकर उसके छोटे-छोटे टुकड़े काट लें ।
* एक परखनली में आलू के कुछ टुकड़े लेकर इसमें 3% हाइड्रोजन परॉक्साइड का विलयन मिला दें ।
* एक अन्य परखनली में आलू के कुछ टुकड़े लेकर इसमें जल भर लें । इसके पश्चात् लगभग 10 मिनट तक उबालें ।
* जल को निकालकर इसमें 3% H_2O_2 का विलयन मिला दें ।
* एक अन्य परखनली में आलू के कुछ टुकड़े लेकर इसमें जल मिला दें । इसके अतिरिक्त तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लगभग 2 मिली.ली. मिला दें ।

* लगभग 5 मिनट के पश्चात् जल तथा HCl निकालकर 3% H_2O_2 का विलयन मिलायें।

प्रेक्षण एवं परिणाम (Observations and result) :

* प्रथम, परखनली में ऑक्सीजन के बुलबुले उठते हुये दिखाई देते है ।
* दूसरी, परखनली में ऑक्सीजन के बुलबुले उठते हुये नहीं दिखाई देते हैं ।
* तीसरी परखनली में भी बुलबुले उठते हुये नहीं दिखाई देते है ।

निष्कर्ष (Conclusion) :

उपरोक्त प्रेक्षणों के आधार पर आप यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि -

* प्रथम परखनली में कैटालेज एन्जाइम की उपस्थिति के कारण H_2O_2 का विघटन हो जाता है । परिणामस्वरूप बुलबुलों के रूप में ऑक्सीजन गैस निकलती हुई दिखाई देती है।
* दूसरी परखनली में उबले हुये आलू के टुकडों में कैटालेज एन्जाइम अपघटित हो गया है। अर्थात् उच्च तापमान पर कैटालेज एन्जाइम विघटित हो जाता है अत: इसकी निष्क्रियता के कारण H_2O_2 का अपघटन नहीं हो पाता है । परिणामस्वरूप बुलबुले नहीं दिखाई देते हैं।
* तीसरी परखनली में HCl मिला देने के कारण pH कम हो जाता है । कम pH पर कैटालेज एन्जाइम की सक्रियता घट जाती है अत: ऑक्सीजन गैस के बुलबुले नहीं दिखाई देते है ।

13.6.2 द्वितीय विधि (Second Method):

प्रयोगशाला में एक अन्य विधि द्वारा भी कैटालेज एन्जाइम की उपस्थिति का प्रदर्शन किया जा सकता है ।

आवश्यक रसायन व अन्य सामग्री (Chemicals and other material required) :

आलू, ब्लेड अथवा चाकू, आसूत जल, फ्रिज, बर्फ, सेन्ट्रीफ्यूज, फिल्टर पेपर, मापन सिलेंडर, बीकर, 1% हाइड्रोजन परॉक्साइड का विलयन, चिमटी, 2.1 सेंटी.मी. व्यास की फिल्टर चक्र (Filter disc), स्टॉप घड़ी ।

सभी आवश्यक रसायनों व सामग्री एकत्र कर लेने के पश्चात् निम्नलिखित चरणों में इस प्रयोग का करें -

* सबसे पहले एक चाकू की सहायता से आलू को छील लें ।
* चाकू की सहायता से आलू को छोटे-छोटे घनाकार (cubes) टुकड़ों में काट लें ।
* लगभग 50 ग्राम आलू के टुकड़े लेकर एक पेस्टल मोर्टार (Pastle Mortar) में डालकर 50 मिली.ली. ठण्डा आसूत जल मिलायें ।
* थोड़ी मात्रा में बारीक की हुई बर्फ लेकर मिलायें ।
* इस सम्पूर्ण अवयव को घोटकर एकसार (homogenous) कर लें ।
* पूरी तरह एकसार लुग्दी बन जाने के पश्चात् इसे छानकर अलग कर लें ।
* छनित द्रव को एक 100 मिली.ली. क्षमता वाले मापन सिलेंडर में उड़ेल कर इसमें ठण्डा आसूत जल मिलाकर पूर्ण आयतन 100 मिली.ली. कर लें ।
* अच्छी तरह मिलाकर इस विलयन को आगे प्रयोग में लें ।

* एक बीकर में इस एन्जाइम मिश्रण को लेकर एक चिमटी की सहायता से फिल्टर डिस्क लेकर इसे एन्जाइम मिश्रण में लगभग आधे व्यास तक डुबाये ।
* फिल्टर डिस्क को लगभग 5 सैकिंड तक एन्जाइम मिश्रण को सोखने दें ।
* अब फिल्टर डिस्क को सावधानीपूर्वक बाहर निकालकर एक साधारण फिल्टर पेपर पर लगभग 10 सैकिण्ड तक निथार कर अतिरिक्त मात्रा हटा दें ।
* फिल्टर डिस्क को अब एक बीकर में लगभग 40 मिली.ली. 1% हाइड्रोजन परॉक्साइड का विलयन लेकर इसमें छोड़ दें । यह डिस्क तेजी से विलयन में डूब जायेगी ।
* कुछ समय पश्चात् फिल्टर डिस्क बीकर के पेंदे (bottom) से उठकर धीरे-धीरे ऊपर की ओर आना प्रारंभ कर देती है ।
* जितने समय में फिल्टर डिस्क ऊपरी सतह पर आ जायेगी, उस समय को नोट कर लें ।
* अब R= 1/t सूत्र की सहायता से एन्जाइम क्रियाशीलता की दर की गणना कर लें । यहाँ R= एन्जाइम की सक्रियता की दर है तथा 't' वह समय (सेकिंड में) है जितने समय में फिल्टर डिस्क बीकर के पेंदे से उठकर सतह पर आ जाती है ।
* अलग-अलग सान्द्रता वाले एन्जाइम मिश्रण को तैयार करके इस प्रयोग को दोहरायें ।

प्रेक्षण एवं परिणाम (Observation and Result) :

लगभग 5-10 सेकिण्ड की अवधि में फिल्टर डिस्क पेंदे से उठकर सतह पर आ जाती है ।

निष्कर्ष (Conclusion) :

उपरोक्त प्रयोग के आधार पर यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि जब एन्जाइम मिश्रण से भीगी हुई फिल्टर डिस्क हाइड्रोजन परॉक्साइड के विलयन में डाली जाती है तो कैटालेज एन्जाइम H_2O_2 का विघटन प्रारम्भ कर देता है । H_2O_2 के विघटन के फलस्वरूप आण्विक आक्सीजन विमुक्त होती है । यह ऑक्सीजन फिकर डिस्क के तन्तुओं के द्वारा अवशोषित कर ली जाती है जिसके फलस्वरूप डिस्क ऊपर उठकर विलयन की सतह पर तैरने लगती है । डिस्क के द्वारा ऊपरी सतह तक आने में लगने वाला समय, एन्जाइम मिश्रण की सान्द्रता पर निर्भर करता है ।

13.7 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question):

1. आलू के अतिरिक्त अन्य पादप ऊतकों जैसे शकरकंद की सहायता से मैलेट डिहाइड्रोजिनेस एन्जाइम की सक्रियता को प्रदर्शित कीजिये ।
2. सेब अथवा नाशपाती की सहायता से पादपों में परॉक्सीडेज एन्जाइम की उपस्थिति तथा सक्रियता को प्रदर्शित कीजिये ।
3. आलू तथा अन्य पादप ऊतकों जैसे गूदेदार फलों की सहायता से कैटालेज एन्जाइम की उपस्थिति तथा सक्रियता को प्रदर्शित कीजिये ।

13.8 सन्दर्भ ग्रन्थ (Refrence Books) :

1. **Introductory Practical Biochemistry,** S.K.Sawney, Randhir Singh, Narosa Publishing House, New Delhi.

2. **Introductory Practical Biochemistry,** David Plummer, Tata MeGraw-Hill Publishing Co.ltd, New Delhi.
3. **Outlines Of Biochemistry-A Quick Review,** S.C. Rastogi, CBS Publishers and Distributors, New Delhi.
4. Practical Botany-III, P.C.Trivedi, Niranjan Sharma, R.S Dhankhar, Ramesh Book Depot, Jiapur.

इकाई 14

केन्द्रीय प्रवृत्तियों की गणनायें

CALCULATIONS OF CENTRAL TENDENCIES

इकाई संरचना

14.0 उद्देश्य
14.1 प्रस्तावना
14.2 जैवसांख्यिकी के अनुप्रयोग
14.3 केन्द्रीय प्रवृत्ति क्या है?
14.4 केन्द्रीय प्रवृत्ति की गणना
14.4.1 गणितीय माध्य (समान्तर माध्य)
14.4.2 स्थिति संबंधी माध्य
1. माध्यिका
2. बहु लक
14.5 अभ्यासार्थ प्रश्न
14.6 सन्दर्भ ग्रन्थ

14.0 उद्देश्य (Objectives):

इस इकाई का उद्देश्य है-

1. जैवसांख्यिकी से विद्यार्थियों का परिचय कराना ।
2. जैवसांख्यिकी के अनुप्रयोगों के विषय में जानकारी देना ।
3. केन्द्रीय प्रवृति की गणना करने में प्रयुक्त होने वाली विधियों जैसे - समान्तर माध्य, माध्यिका तथा बहु लक आदि का प्रायौगिक अभ्यास कराना ।
4. केन्द्रीय प्रवृत्ति की विभिन्न विधियों की जैव प्रौद्योगिकी में उपयोगिता को निरूपित करना।

14.1 प्रस्तावना (Introduction):

प्राचीन काल में राजाओं तथा प्रधान प्रशासकों को, प्रशासनिक कार्यों के लिये, राज्य की भूमि, खेती, सैन्य क्षमता, कर, जनसंख्या, लगान, सम्पत्ति, उत्पादन आदि के संबंध में सूचनाओं की आवश्यकता होती थी । इसी उद्देश्य की पूर्ति के लिये सम्बन्धित सूचनाओं को संक्षेप में एवं संख्यात्मक रूपये (numerical form) में प्रस्तुत किया जाता था । इसी संख्यात्मक रूप को आकड़े (data) कहा गया है ।क्योकि इन सभी सूचनाओं का उपयोग राज्य (state) करता था अत: इन्हें सांख्यिकी (statistics) के नाम से जाना जाता है । '**स्टैटिस्टिक्स**' शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम सन् 1749 में जर्मन गणितज्ञ गाटफ्रायड एकेनवाल ने किया । इन्हें सांख्यिकी का जन्मदाता भी माना जाता है ।

इक्कीसवीं शताब्दी में लगभग सभी अध्ययन क्षेत्रों में सांख्यिकी का व्यापक प्रयोग हो रहा है । जीव विज्ञान के समस्त अनुप्रयोगों में तथा विशेषकर जैव प्रौद्योगिकी में सांख्यिकी अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हो रही है । जैव सांख्यिकीय अवकलनों तथा सिद्धांतों को समझने से पूर्व आइये जैव सांख्यिकी की परिभाषा के द्वारा इसे समझने का प्रयास करते है ।

"जीव विज्ञान में सांख्यिकी का उपयोग ही जैव सांख्यिकी कहलाता है ।" Biostatistics is a branch of applied mathematics applied to observational biological data.जैवसांख्यिकी (Biostatistics) के व्यापक अनुप्रयोग को बायोमैट्री (biometry) कहते है। फ्रांसिस गाल्टन (Francis Galton, 1822-1911) को जैव सांख्यिकी का जनक कहा जाता है । डार्विन के द्वारा प्रतिपादित आनुवंशिक सिद्धांतों में जो कमियां एवं त्रुटियां थीं उन्हें गाल्टन ने सांख्यिकी के सिद्धान्तों द्वारा दूर करने का प्रयास किया । बीसवीं शताब्दी में अनेक जैव सांख्यिकी विधियों का प्रयोग किया गया और आशा की जाती है कि इक्कीसवीं शताब्दी में अन्य अनेक जैव सांख्यिकी विधियों का प्रयोग किया जायेगा ।

14.2 जैव सांख्यिकी के अनुप्रयोग (Applications of Biostatistics):

यह सर्वविदित है कि प्रायोगिक जीव विज्ञान में प्रयोगात्मक परीक्षणों को सम्पन्न करने के लिये जीवधारियों को प्रयोग किया जाता है । चूंकि जीवधारियों के मध्य वैयक्तिक (individuality) अन्तर होता है अत: इनके अनुप्रयोग से प्राप्त परिणामों की सार्थकता संदिग्ध हो जाती है । व्यक्तियों (individuals) के मध्य यह अन्तर परिणाम के प्रति संदेह उत्पन्न करता है । जैव सांख्यिकी का प्रयोग करके इन परिणामों को और अधिक प्रामाणिक बनाया जा सकता है । अत: जैव प्रौद्योगिकी तथा जीव विज्ञान की कई शाखाओं में सांख्यिकी का प्रयोग किया जा रहा है । आनुवांशिकता से संबंधित संकरीकरण (Hybridizations)अनुसंधान से प्राप्त संतति की पीढ़ियाँ (F_1, F_2, F_3)इत्यादि मेण्डल के सिद्धांत (Mendel's Laws of inheritance) के अनुसार है या नहीं, इसका निर्धारण हम केवल जैव सांख्यिकी परीक्षण के आधार पर ही कर सकते हैं । वर्गीकरण जीव विज्ञान (Taxonomy) में जैव सांख्यिकी बहुत उपयोगी सिद्ध हुआ है । जैव सांख्यिकी की सहायता से हम जनसंख्या का अनुमान लगा सकते हैं । पर्यावरण विज्ञान (Ecology) में जनसंख्या के विभिन्न पहलुओं एवं उनके पर्यावरण के मध्य संबंध को जैव सांख्यिकी सुविधापूर्वक प्रदर्शित करता है । पर्यावरण के विभिन्न कारकों में होने वाले परिवर्तन जैसे दीप्तकालता (photoperiod), तापक्रम में परिवर्तन, आर्द्रता में परिवर्तन आदि का जीवधारियों पर पड़ने वाले प्रभावों का सही आकलन तथा इनकी व्याख्या जैव सांख्यिकी के द्वारा की जा सकती है ।

14.3 केन्द्रीय प्रवृत्ति क्या है (What is Central Tendency):

जैसा कि सांख्यिकी के सैद्धांतिक विवरण से आप यह भली-भाँति जान चुके होंगे कि आकड़ों की प्रस्तुति इनके निरूपण में महत्वपूर्ण होती है । सांख्यिकीय आंकड़ों को कुछ हद तक सारणीयन या वर्गीकरण की सहायता से संक्षिप्त या छोटा (condence) किया जा सकता है । परन्तु आँकड़ों के विश्लेषण एवं निष्कर्ष प्राप्त करने के लिये सारणीयन या वर्गीकरण पर्याप्त नहीं है ।

विशेषरूप से तब जब दो या दो से अधिक श्रेणियों के आँकडे (series of data) के बीच तुलना करना होता है। किसी श्रेणी के आँकड़े का सबसे सही प्रतिनिधित्व उसका केन्द्र बिन्दु (central point) करता है ।

केन्द्रीय प्रवृत्ति की परिभाषा (Definition of Central Tendency) :

आवृत्ति वितरण में प्रायः एक ऐसा केन्द्र बिन्दु होता है जिसके आस पास, श्रेणी के अन्य आँकड़ों के मान एकत्र होने की प्रवृत्ति रखते हैं । आवृत्ति वितरण में मूल्यों का प्रारूपिक केन्द्रीय बिन्दु की ओर प्रवत्त होने की प्रवृत्ति को आँकड़ों की केन्द्रीय प्रवृत्ति (central tendency) कहते हैं और इस गणना को केन्द्रीय प्रवृत्ति की गणना कहते हैं । सिम्पसन एवं काफका (Simpson and Koffka) के अनुसार -

"केन्द्रीय प्रवृत्ति की माप एक ऐसा प्रतिरूपी मूल्य है, जिसकी ओर अन्य संख्यायें संकेंद्रित होती हैं ।" इस प्रकार, माध्य एक ऐसा संक्षिप्त मूल्य है जो श्रेणी के सभी मूल्यों का प्रतिनिधित्व करता है ।

14.4 केन्द्रीय प्रवृत्ति की गणना (Calculation of Central Tendency):

अधिकांश जैवसांख्यिकी प्रयोगों में आकड़ों के निरूपण के लिये जिन केन्द्रीय बिन्दुओं की गणना की जाती है उनके लिये प्रमुख रूप से तीन सांख्यिकी विधियों का प्रयोग किया जाता है - (1) माध्य (Mean) (2) माध्यिका (Median) तथा (3) बहुलक (Mode) । केन्द्रीय प्रवृत्ति की मापों में माध्य सर्वाधिक प्रचलित विधि है, इसे गणितीय माध्य (Mathematical average) भी कहते हैं ।

14.4.1 गणितीय माध्य (Mathematical average) :

समस्त प्रकार के गणितीय माध्यों में समान्तर माध्य (Arithmatic Mean) सर्वाधिक प्रचलित है। वास्तव में समान्तर माध्य को आप केवल 'माध्य' (Mean) कहकर भी पुकार सकते हैं । समान्तर माध्य को और अधिक विस्तार से समझने के लिये आइये इसकी विषयवस्तु से परिचित हो लें ।

समान्तर माध्य (Arithmatic Mean) :

इसमें चर के सभी मूल्यों को समान महत्व दिया जाता है । श्रेणी के मूल्यों के कुल योग में मदों की संख्या से भाग दिया जाता है । इससे प्राप्त माध्य ही सरल समान्तर माध्य या अंकगणितीय माध्य प्राप्त होता है । समान्तर माध्य के परिकलन के समय तीन प्रकार की परिस्थितियाँ आती है । प्रथम, जब आँकड़े अवर्गीकृत हों जिसे हम वैयक्तिक श्रृंखला (individual series) कहते हैं द्वितीय, जब आँकड़े वर्गीकृत (classified) हों । अर्थात् आवृत्ति बटन (Frequency distribution) में हों । तृतीय, जब आँकड़े आवृत्ति बटन में भी हों साथ ही साथ वर्ग अन्तराल में हों जिसे हम सतत् श्रेणी (continuous series) कहते हैं ।

समान्तर माध्य के संक्षिप्त परिचय के पश्चात आइये, विभिन्न उदाहरणों की सहायता से समान्तर माध्य की गणना करें ।

प्रायोगिक उदाहरण-1 (Practical Example 1) :

एक प्रयोग में विद्यार्थी ने 12 चूहों का भार ज्ञात किया -

175, 215, 300, 180, 190, 250,

280, 195, 150, 180, 275, 290 ग्राम

उपरोक्त आँकड़ों से समान्तर माध्य ज्ञात कीजिये ।

विधि (Method) :

जैसा कि समान्तर माध्य ज्ञात करने के लिये सर्वप्रथम समस्त पदों के मूल्यों का योग किया जाता है । अर्थात्-

175 + 215 + 300 + 180 + 190 + 250 + 280 + 195 + 150 + 180 + 275 + 290 = 2680 ग्राम

अब मूल्यों के योग में मदों की संख्या का भाग देकर माध्य ज्ञात कीजिये ।

$$\text{माध्य} = \frac{\text{पद मानों का योग}}{\text{पदों की संख्या}}$$

इसे निम्नलिखित सूत्र द्वारा प्राप्त किया जा सकता है ।

$$\text{समान्तर माध्य } \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6}{N} = \frac{\sum X}{N}$$

यहाँ $\bar{X}$ = माध्य

∑X(सिग्मा X) = सभी पदों के मानों का योग

N= कुल पदों की संख्या

उपरोक्त आँकड़ों को इस सूत्र की सहायता से माध्य ज्ञात करने में प्रयोग किया जा सकता है । अत: सबसे पहले सभी पदों का कुल योग (∑) ज्ञात कर लेते हैं -

175 + 215 + 300 +180 + 190 + 250 + 280 + 195 + 150 +180 +275 + 290 = 2680 ग्राम

अब प्राप्त राशि यानि 2680 में कुल पदों की संख्या = 12 से भाग दे देते हैं ।

अर्थात $\frac{2680}{12}$ = 223.3 ग्राम

यही राशि समान्तर माध्य है ।

सूत्र के अनुसार -

$$\text{माध्य } \bar{X} = \frac{175+215+300+180+190+250+280+195+150+160+275+290}{12}$$

अर्थात $\frac{2680}{12}$ = = = 223.3 ग्राम

प्रायौगिक उदाहरण-2 (Practical Example -2) :

एक अध्ययन में विभिन्न गुलाब के पौधों पर फूलों की संख्या निम्न सारणी में प्रदर्शित की गई है । इस खण्डित श्रेणी से समान्तर माध्य ज्ञात करें ।

विधि (Method) :

उपरोक्त एक खण्डित श्रेणी (descrete series) को प्रस्तुत करते हैं । इस प्रकार के आँकडों से माध्य ज्ञात करने के लिये अग्रलिखित सूत्र प्रयोग में लिया जाता है -

समान्तर माध्य $\bar{X} = \frac{f_1.x_1 + f_2.x_2 + f_3.x_3 + f_4.x_4}{f_1 + f_2 + f_3 + f_4}$

$$= \frac{\sum f.x}{\sum f}$$

उपरोक्त सूत्र में,

$\bar{X}$ = माध्य

$\sum$ f.x= सभी पदों एवं आवृत्ति के गुणनफल का योग

$\sum$ f= आवृत्तियों की कुल संख्या का योग ।

आँकड़े :

प्रत्येक पौधे में 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
पुष्पों की संख्या
पौधों की संख्या 6 11 3 8 7 2 9 5 3 6

सर्वप्रथम एक तीन खाने वाली सारणी बनाइये । प्रथम खाने में विभिन्न पदों का मूल्य (प्रत्येक पौधे पर फूलों की संख्या मानी X), दूसरे खाने में आवृत्ति (पौधों की संख्या यानी f) तथा तीसरे खाने में सभी पदों एवं आवृत्तियों के गुणनफल के योग को लिख लीजिये । निम्न सारणी में उक्त गणनायें प्रस्तुत की गयी हैं ।

X	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
F	6	11	3	8	7	2	9	5	3	6	∑ f	= 60
∑f.x	0	11	6	24	28	10	54	35	24	54	∑ fx	=236

चूँकि सूत्र $\bar{X} = \frac{\sum f.x}{\sum f}$

परिणाम (Result) :

उपरोक्त आकड़ों के आधार पर समान्तर माध्य का मान 3.7 प्राप्त हुआ ।

समान्तर माध्य के गुण (Merits of Arithmatic Mean) :

समान्तर माध्य को निम्नलिखित विशेषतायें हैं -

* इसकी गणना सरल है तथा इसे आसानी से समझा जा सकता हैं ।
* इसमें श्रेणी के सभी मानों का उपयोग किया जाता है । अत: यह चर के सभी मूल्यों का प्रतिनिधित्व करता है ।
* सभी संख्यात्मक आँकडों के साथ समान्तर माध्य का प्रयोग सम्भव है जैसे औसत आयु, औसत लम्बाई औसत भार आदि ।

14.4.2स्थिति सम्बन्धी माध्य (Averages of Position):

समान्तर माध्य गणितीय विधि से औसत निकालने की एक सर्वाधिक प्रचलित विधि है । इसके प्रयोग के द्वारा विद्यार्थी सुगमतापूर्वक माध्य संबंधी सभी गणनायें करने में सक्षम हो जायेंगे । इसके अतिरिक्त माध्य को अन्य विधियों में 'स्थिति सम्बन्धी माध्य' भी बहुतायत में प्रयोग किये जाते है । आइये उचित उदाहरणों की सहायता से स्थिति सम्बन्धी माध्य की विधियों को सीखने का प्रयास करते हैं ।

स्थिति सम्बन्धी माध्य की दो विधियाँ सर्वाधिक उपयोगी है -

* माध्यिका (Median)
* बहुलक (Mode)

1. माध्यिका (Median) :

माध्यिका आरोही (बढ़ते हुये-ascending) क्रम से लिखे हुये विभिन्न मदों (items) के मध्य (middle) का मान होता है जिसके ऊपर व नीचे समान संख्या के मद अथवा मूल्य स्थित होते हैं ।

डॉ. ए.एल. बाउले ने माध्यिका को परिभाषित करते हुये कहा है कि "यदि एक समूह के मानों को उनके मापों के आधार पर क्रमबद्ध किया जाये तो लगभग बीच का मान ही माध्यिका होता है ।"

माध्यिका की गणना के लिये सबसे पहले श्रेणी को क्रमबद्ध करना आवश्यक है । मदों को किसी मापनीय गुणा के आधार पर आरोही या अवरोही क्रम में व्यवस्थित करते समय मानों से संबंधित सूचना जैसे समय, दिन, वर्ष', नाम, स्थान आदि को मानों के आधार पर बदल लेना चाहिये ।

आइये एक उदाहरण की सहायता से माध्यिका की गणना करने का अभ्यास करते हैं ।

प्रायोगिक उदाहरण-3 (Practical Example-3) :

एक परिवार के दस सदस्यों में रूधिर में हीमोग्लोबिन (मिली.ग्राम%) 6, 8, 5, 9, 13, 11, 12, 10, 12, 13 के क्रम में पाया गया । इन मानों की सहायता से माध्यिका ज्ञात कीजिये ।

विधि (Method) :

उपरोक्त आँकड़े व्यक्तिगत श्रेणी (individual series) में दिये गये हैं अत: निम्न चरणों में माध्यिका ज्ञात की जा सकती है ।

* श्रेणी के मदों को आरोही या अवरोही क्रम में लिख लें ।
* इसके पश्चात् आगे दिये गये सूत्र की सहायता से माध्यिका ज्ञात कर लें ।

माध्यिका = size of = $\left[\frac{N+1}{2}\right]^{th} item$

यह सूत्र केवल यह बताने में सक्षम है कि माध्यिका कहाँ पर स्थित होती है । इससे माध्यिका का मान ज्ञात नहीं होता है । उपरोक्त सूत्र की सहायता से दिये गये उदाहरण की माध्यिका ज्ञात कीजिये ।

* सर्वप्रथम वितरण को आरोही क्रम में लिख लें -

वितरण → 6, 8, 5, 9, 13, 11, 12, 10, 12, 13

आरोही क्रम → 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 12, 13, 13

* अब माध्यिका = size of $\left[\frac{N+1}{2}\right]^{th} item$

$$= \left[\frac{10+1}{2}\right]^{th} item$$

$$= \left[\frac{11}{2}\right]^{th} item$$

$$= 6.5^{th} item$$

* चूँकि उपर्युक्त उदाहरण में मदों की संख्या सम है अत: वास्तविक स्थिति ज्ञात कर लेने के पश्चात जिन दो संख्याओं के मध्य माध्यिका है तो उन संख्याओं के मूल्यों को जोड़कर 2 का भाग देकर माध्यिका का वास्तविक मान ज्ञात कर लें ।
* उपरोक्त उदाहरण में माध्यिका 6th तथा 7th पद के बीच यानी 6.5^{th} item मद है ।

$$6.5^{th} \text{ मद} = \frac{6\text{th मद का मान} + 7\text{th मद का मान}}{2}$$

$$= \frac{11+12}{2} = \frac{23}{2}$$

$$= 11.5$$

अत: माध्यिका का मान = 11.5

परिणाम (Result) :

उपरोक्त उदाहरण में दिये गये मानों की माध्यिका 11.5 है ।

सतत् श्रेणी में माध्यिका ज्ञात करना (Calculation of Median in Continuous Series):

जब आँकड़े एक सतत् श्रेणी में दिये गये हों तो इनकी सहायता से माध्यिका ज्ञात करने की विधि निम्नलिखित है -

* सबसे पहले यह सुनिश्चित कर लें कि श्रेणी (series) अपवर्जी श्रेणी (exclusive) है या समावेशी (inclusive).
* इसके पश्चात् साधारण आवृत्तियों की सहायता से संचयी आवृत्ति (cumulative frequency) ज्ञात कर लें ।
* अब N/2 की सहायता से माध्यिका मद ज्ञात कर लें ।
* माध्यिका मद जिस संचयी आवृत्ति में होती है उसी से सम्बन्धित वर्गान्तर वर्ग (median group) कहलाता है ।
* माध्यिका वर्ग में माध्यिका का निर्धारण निम्न सूत्र की सहायता से किया जाना चाहिये -

माध्यिका $$1_1 + \frac{(\sum f/2 - F)}{fm} \times i$$

इस सूत्र में,

1_1= माध्यिका वर्ग की निम्न सीमा (lower limit of median class)

∑f/2= N/2 कुल अवलोकन का आधा

F= माध्यिका वर्ग से पहले की आवृत्ति

fm= माध्यिका वर्ग की आवृत्ति (frequency of model class)

i= माध्यिका वर्ग का विस्तार

आइये एक उदाहरण की सहायता से सतत् श्रेणी में माध्यिका की गणना करने का अभ्यास करते हैं -

प्रायोगिक उदाहरण-4 (Practical Examples - 4) :

किसी प्रयोग में विद्यार्थी ने अवलोकन (observation) में निम्नलिखित आँकड़े एकत्र किये -

वर्ग अन्तराल :	(1-10)	(11-20)	(21-30)	(31-40)	(41-50)
आवृत्ति :	1	5	3	9	11
	(51-60)	(61-70)	(71-80)	(81-90)	
	2	8	7	4	

विधि (Method) :

सर्वप्रथम निम्न प्रकार एक संचयी बारम्बारता श्रेणी तैयार करें ।

वर्ग अन्तराल	आवृत्ति	संचयी आवृति
1-10	1	1

11-20	5	6
21-30	3	9
31-40	9	18
41-50	11	29
51-60	2	31
61-70	8	39
71-80	7	46
81-90	4	50
		$\sum f = 50$

अब निम्न सूत्र की सहायता से माध्यिका ज्ञात करें -

माध्यिका = size of $\left[\frac{N}{2}\right]^{th}$ *item*

= size of $\frac{50^{th}}{2}$ *item*

= size of 25^{th} *item.*

सारिणी को देखने से स्पष्ट है कि 25^{th} मद का मूल्य माध्यिका वर्ग 41 - 50 में है । अर्थात् यहाँ f का मान 50 है अत: इसका आधा 50/2 = 25 जहाँ आ रहा है वहीं माध्यिका प्राप्त होगा।

यदि आवृत्ति को प्रारम्भ से योग करते चले गये तो पाँचवें पद (41 -50) की आवृत्ति पर माध्यिका स्थित है । यदि नीचे से जोड़ेंगे तो भी यही स्थिति है । (देखें उपरोक्त सारणी में) अत: वर्ग अन्तराल 41 -50 की आवृत्ति 11 को वह बिन्दु मान लेंगे जहाँ पर माध्यिका स्थित है ।

अब निम्न सूत्र की सहायता से माध्यिका ज्ञात कर लें -

$$\text{माध्यिका} = 1_1 + \frac{\left[\frac{\sum f}{2} - F\right] i}{fm}$$

$$= 40.5 + \frac{50-18}{11} \times 10$$

$$= 40.5 + \frac{[25-18]}{11} \times 10$$

$$= 40.5 + \frac{70}{11}$$

$$= 40.5 + 6.36$$

माध्यिका = 46.86

परिणाम (Result) :

उपरोक्त उदाहरण में माध्यिका का मान 46.86 प्राप्त हुआ।

माध्यिका के गुण (Merits of Median) :

* माध्यिका एक स्थिति संबंधी माध्य है ।
* माध्यिका किसी प्राप्तांक के मान में परिवर्तन होने पर प्रभावित नहीं होता है ।
* माध्यिका केवल यह बताता है कि इसके ऊपर तथा नीचे बराबर प्राप्तांक हैं ।
* आलेख (graph) की सहायता से इसे सरलतापूर्वक समझा जा सकता है ।
* माध्यिका के मूल्य पर संक्षिप्त इकाइयों का प्रभाव बहुत कम होता है ।

2. बहुलक (Mode) :

माध्य तथा माध्यिका के पश्चात् केन्द्रीय प्रवृत्ति के मापन की एक अन्य महत्वपूर्ण विधि से परिचित होना आवश्यक है । जब किसी वितरण में कोई आवृत्ति सबसे अधिक बार आती है तो उस आवृत्ति को बहुलक (Mode) कहते हैं । दूसरे शब्दों में किसी वितरण का वह मान जिसकी आवृत्ति सबसे अधिक होती है और जिसके चारों ओर मदों (items) के केन्द्रित होने की नियति सबसे अधिक होती है, बहुलक कहलाता है । क्राकस्टन एवं काउडेन ने बहुलक की निम्नलिखित परिभाषा दी है -

"बहुलक किसी आवृत्ति बंटन का वह मान है जिसके चारों ओर मदों के केन्द्रित होने की प्रवृत्ति बहुत अधिक होती है । यह मान वितरण के मूल्यों का सर्वश्रेष्ठ प्रतिनिधि होता है ।"

बहुलक को ज्ञात करने के लिये अनेक विधियों का प्रयोग किया जाता है । विभिन्न उदाहरणों की सहायता से बहुलक की गणना करने का अभ्यास विद्यार्थियों के लिये उपयोगी होगा ।

बहुलक की गणना (Calculation of Mode) :

बहुलक को निम्न विधियों से ज्ञात किया जा सकता है -

* **मात्र निरीक्षण द्वारा (Merely by inspection) :**

जब आकड़े व्यक्तिगत श्रेणी में दिये हुये होते हैं तो इनकी सहायता से बहुलक को मात्र निरीक्षण करके पता लगा लेते हैं । वितरण में जो मान सबसे अधिक बार आता है वहीं तथ्यों का बहुलक होता है । आइये एक उदाहरण की सहायता से इसे समझने का प्रयास करें ।

प्रायोगिक उदाहरण-1 (Practical example-1) :

एक विशेष प्रजाति के आम की 20 टोकरियों का भार किलोग्राम में लिया गया जो निम्न प्रकार प्राप्त हुआ -

10,	12,	15,	8,	7,	12,	9,	11,	12,	7
12,	3,	4,	6,	9,	12,	5,	13,	5,	12

किलोग्राम

उपरोक्त आँकड़ो से बहुलक ज्ञात करें ।

विधि (Method) :

जैसा कि पूर्व में स्पष्ट किया गया है कि मात्र निरीक्षण द्वारा ही बहुलक ज्ञात किया जा सकता है। अत: उपरोक्त उदाहरण में दिये गये आकड़ों का निरीक्षण करें । निरीक्षण करने के पश्चात् यह ज्ञात होता है संख्या 12 सबसे अधिक बार (छ: बार) आयी है अत: बहुलक का मान = 12 है ।

प्रायोगिक उदाहरण (2) (Practical Example : 2) :

एक प्रयोग में 10 मुर्गियों द्वारा दिये गये अण्डों की संख्या के आकड़े एकत्र किये गये हैं -

3, 4, 7, 4, 3, 5, 8, 7, 4, 7

उपरोक्त आंकड़ो बहुलक ज्ञात कीजिये ।

विधि (Method) :

उपरोक्त श्रेणी का अवलोकन करने पर यह ज्ञात होता है कि संख्या 4 तथा 7 दोनों ही तीन-तीन बार आई है । अत: यहाँ पर दो बहुलक 4 तथा 7 हैं । इस प्रकार का वितरण द्विबहुलक वितरण (Bimodal Distribution) कहलाता है । इसी प्रकार कई संख्यायें दो अथवा दो से अधिक बार आवृत्त होती हैं तो उसे बहु-बहुलक वितरण (Multimodal) कहते हैं ।

खण्डित वितरण से बहुलक ज्ञात करना (Calculation of Mode from discrete series):

जब सांख्यिकीय आकड़े एक खण्डित श्रेणी के रूप में दिये गये हों तो समूहीकरण द्वारा (by grouping) बहुलक ज्ञात किया जा सकता है । कभी-कभी ऐसा होता है कि दो अथवा दो से अधिक मानों की आवृत्ति सबसे अधिक होती है । ऐसी स्थिति में यह निर्धारित करना कठिन होता है कि किस मान को बहुलक माना जाये । ऐसी स्थिति में समूहीकरण द्वारा बहुलक ज्ञात करना उचित होता है । समूहीकरण द्वारा बहुलक ज्ञात करने के लिये निम्न तीन कार्य करने होते हैं -

i) समूहीकरण सारणी बनाना

ii) विश्लेषण सारणी बनाना

iii) बहुलक ज्ञात करना

इन तीन चरणों को विस्तार से समझ लेने पर बहुलक की गणना आसान हो जाती है ।

समूहीकरण सारणी बनाने की विधि -

समूहीकरण सारणी में प्रायः 6 खाने (colums) होते हैं ।

* पहले खाने में, उन आवृत्तियों को लिखा जाता है जो प्रश्न में दी गई हैं ।
* दूसरे खाने में, पहले खाने में दी गयी आवृत्तियों के जोड़े बनाकर उनका योग लिखा जाता है । यह ध्यान रखें कि अगर अन्त में एक ही आवृत्ति शेष रह जाये तो उसे छोड़ दें ।
* तीसरे खाने में, पहले खाने में दी हुयी आवृत्तियों में से पहली आवृत्ति को छोड़ दें । अब शेष आवृत्तियों के जोड़े बनाकर उनका योग लिखें ।
* चौथे खाने में, पहले खाने में दी हुई आवृत्तियों से तीन-तीन आवृत्तियों के समूह बनाकर उनका योग लिखें ।

* पाँचवें खाने में, प्रथम खाने में दी गयी आवृत्तियों में पहली आवृत्ति को छोड़कर शेष आवृत्तियों के तीन-तीन के समूह बनाकर उनका योग लिखो ।
* छठवें खाने में, पहले खाने में दी हुई आवृत्तियों में से पहली दो आवृत्तियों को छोड़कर आगे तीन-तीन आवृत्तियों का योग लिखें ।

उपरोक्त विधि से प्रत्येक खाने में जोड़ लिखकर प्रत्येक खाने की बड़ी संख्या को एक वृत्त (Circle) में बन्द कर दें ।

विश्लेषण सारणी बनाने की विधि -

यह सारणी समूहीकरण सारणी में रेखांकित संख्याओं के आधार पर तैयार की जाती है ।

बहुलक ज्ञात करना-

विश्लेषण सारणी बनाने के बाद यह देखा जाता है कि मान की आवृत्ति सबसे अधिक है, वही बहुलक होता है ।

आइये एक उदाहरण की सहायता से, उपरोक्त विधि द्वारा बहुलक की गणना करने का अभ्यास करते हैं ।

प्रायोगिक उदाहरण-2 (Practicle Example - 2) :

एक किसान ने एक खेत में उगे 50 तरबूजों का वजन लिया । इन मानों को एक खण्डित सारणी के रूप में लिखा गया । प्राप्त खण्डित आवृत्ति से बहुलक शांत करें ।

तरबूजों का वजन (किग्रा.)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
आवृत्ति	5	3	4	6	9
	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
	9	3	1	8	7

उपरोक्त खण्डित आवृत्ति से बहुलक ज्ञात करें ।

विधि (Method) :

ऊपर दिये गये आंकडों की सहायता से बहुलक को निम्न चरणों में ज्ञात किया जा सकता है ।

* सबसे पहले एक समूहीकरण सारणी बनाइये (देखें सारणी-14.1)

सारणी 141 : समूहीकरण सारणी -

तरबूजों का भार (किग्रा.)	आवृत्ति (Frequency)						सर्वाधिक आवृत्ति वाले मद (items)
	f	दो के समूह में		तीन के समूह में			
	I	II	III	IV	V	VI	
2	5	8					0
3	3		7	12			0
4	4	10			13		1
5	6		15			19	3
6	9	18		24			6
7	9		12		21		4
8	3	4				13	1
9	1		9	12			0
10	8	15			16		0
11	7						0

* प्रथम खाने में उदाहरण में दी गई आवृत्ति लिखें -
5, 3, 4, 6.........................7

* दूसरे खाने में, पहले खाने में दी गयी आवृत्तियों से दो-दो के जोड़े बनाकर उनका योग लिखें, जैसे - [5+3=8], [4+6=10], [9+9=18], [3+1=4], तथा [8+7=15].

* अब तीसरे खाने में, पहले खाने में दी गई आवृत्तियों में से पहली आवृत्ति को छोड़कर, शेष आवृत्तियों से दो-दो के जोड़े बनाकर उनका योग लिखें, जैसे - [3+4=7], [6+9=15], [9+3=12],[1+8=9).

* चौथे खाने में, पहले खाने में दी गयी आवृत्तियों से तीन-तीन के समूह बनाकर उनका योग लिखें, जैसे - [5+3+4=12], [6+9+9=24], [3+1+8=12).

* इसी प्रकार पाँचवें खाने में, पहले खाने में दी गयी आवृत्तियों में से पहली आवृत्ति को छोड़कर शेष आवृत्तियों से तीन-तीन के समूह बनाकर उनके योग लिखें, जैसे - [3+4+6=13], [9+9+3=21], [1+8+7= 16]

* अब छठवें खाने में, पहले खाने में दी गयी आवृत्तियों में से पहली दो आवृत्तियों को छोड़कर शेष आवृत्तियों के तीन-तीन के समूह बनाकर उनका योग लिखें, जैसे - [4+6+9=19], [9+3+1=13].
* अब प्रत्येक खाने में प्राप्त सर्वाधिक आवृत्ति को एक वृत्त में बन्द कर दें ।
* ऊपर दी गयी समूहीकरण सारणी (सारिणी सं. 14.1) को सहायता से निम्न प्रकार एक विश्लेषण सारणी बनायें । (देखें सारणी 14.2) ।

सारणी 14.2 विश्लेषण सारणी

स्तम्भ	सर्वाधिक आवृत्ति वाले मदों की संख्या
I	6, 7
II	6, 7
III	5, 6
IV	5,6,7
V	6,7,8
VI	4,5,6
योग	1,3,6,4,1

विश्लेषण सारणी से निष्कर्ष -

* खाना I में अधिकतम आवृत्ति '9' है किन्तु '9' दो बार आया है, एक 6 को तथा दूसरा 7 को दर्शाता है । अत: 6,7 लिखा गया है ।
* खाना दो में अधिकतम आवृत्ति 18 है जो खाना I की आवृत्ति 9 को ही इंगित करता है अत: इसमें भी 6,7 लिखा गया है ।
* खाना III में अधिकतम आवृत्ति 15 है जो 5 तथा 6 का प्रतिनिधि है अत: 5,6 लिखा गया है ।
* खाना IV में अधिकतम आवृत्ति 24 है जो 5,6 तथा 7 को प्रतिनिधि है अत: 5,6,7 लिखा गया है ।
* खाना V में अधिकतम आवृत्ति 21 है जो 6,7 तथा 8 का प्रतिनिधि है अत: 6,7,8 लिखा गया है ।
* खाना VI में अधिकतम आवृत्ति 19 है जो 4,5 तथा 6 का प्रतिनिधि है अत: 4,5,6 लिखा गया है ।

बहुलक की गणना : विश्लेषण सारणी 14.2 को देखने से ज्ञात होता है कि मान '6' अधिकतम बार यानी 6 बार आया है अत: यही बहुलक है ।

परिणाम : उपरोक्त उदाहरण का बहुलक 6 है ।

बहुलक के गुण (Merits of Mode) :

* बहुलक केन्द्रीय प्रवृत्ति की ऐसी माप है जिसे समझना तथा प्रयोग करना दोनों सरल है।
* बहुलक का पता मात्र निरीक्षण से ही लगाया जा सकता है ।
* इस पर चरम् मानों का प्रभाव सबसे कम होता है क्योंकि यह सभी मूल्यों पर आधारित नहीं होता है ।
* यह पूरे समूह का प्रतिनिधित्व करता है ।
* बहुलक की गणना के लिये सभी मदों की आवृत्तियों को जानना आवश्यक नहीं है ।

14.5 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question):

1. प्रयोगशाला में किये गये एक प्रयोग में दस विभिन्न प्रकार के बीजों की अंकुरण प्रतिशतता ज्ञात की गई जो निम्न प्रकार है -

   गेहूँ (98%), बाजरा (74%), मूंग (95%), मटर (73%), जौ (56%), ज्वार (86%), अरहर (79%), मक्का (83%), राजमा (80%), चना (93%)

   उपरोक्त आँकड़ों की सहायता से सभी बीजों के लिये एक माध्य प्रतिशत अंकुरण की गणना कीजिये ।
2. निम्नलिखित आँकड़ों से माध्य ज्ञात कीजिये -

   कक्षा में विद्यार्थियों की उपस्थिति -

   1(80%), 2(96%), 3(46%), 4(50%), 5(66%), 6(42%), 7(90%), 8(75%), 9(63%), 10(65%)

14.6 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Books):

1. **Biostaltistics** - Satguru Parsad (2004-05) : Rastogi Publicarion (Gangotri), Shivaji Road, Meerut.
2. **Practical Zoology** -K.S.Kohli, A.S.Ansari, Ramesh Book Depot. 138,Tripolia Bazar, Jaipur.
3. **Statistical Methods** -S.P.Gupta, Sultan Chand and Sons, Educational Publishers, New Delhi.
4. **Basic Statistics** -B.L.Agarwal, New Age International Publishers, New Delhi.

इकाई 15

आँकड़ों का सारणीयन एवं आरेख तथा आलेख द्‌वारा निरूपण
TABULATION AND DIAGRAMMATIC AND GRAPHICAL PRESENTATION OF DATA

इकाई संरचना

15.0 उद्देश्य

15.1 प्रस्तावना

15.2 जैवसांख्यिकी आकड़ों का प्रस्तुतीकरण

15.2.1 आँकड़ों का सारणीयन

15.2.2 सारणी के प्रकार

1. सरल सारणी
2. मिश्रित सारणी

15.2.3 आँकड़ों का आरेख तथा आलेख द्‌वारा निरूपण

15.2.4 आरेख तथा आलेख के प्रस्तुतीकरण के महत्वपूर्ण बिन्दु

15.2.5 आरेख तथा आलेखों के प्रकार

1. बारम्बारता आरेख
2. बारम्बारता बहुभुज
3. संचयी आवृत्ति वक्र या तोरण वक्र
4. दण्ड आरेख
5. चक्र या वृत्ताकार आरेख

15.3अभ्यासार्थ प्रश्न

15.4सन्दर्भ ग्रन्थ

15.0 उद्देश्य (Objectives):

इस इकाई का उद्देश्य है -

1. आँकड़ों को सुव्यवस्थित ढंग से संग्रह करना ।
2. सारणीयन क्या है तथा सारणीयन की उपयोगिता को स्पष्ट करना ।
3. सारणीयन के विभिन्न प्रकारों का उदाहरण की सहायता से समझना ।
4. आँकड़ों को आरेख एवं आलेख की सहायता से निरूपित करना तथा उन्हें स्पष्ट व सुगाहय रूप में प्रस्तुत करना ।

15.1 प्रस्तावना (Introduction):

किसी भी अध्ययन के माध्यम से एक बड़े स्तर पर एकत्र किये गये आँकड़ों को व्यवस्थित क्रम में संग्रह करना अत्यावश्यक होता है । आँकड़ों को सर्वसामान्य के लिये सुग्राह्य एवं आसानी से समझ में आ सकने योग्य दशा में प्रस्तुत करने के लिये सांख्यिकी की अनेक विधियों का उपयोग किया जाता है । आकड़ों का वर्गीकरण (classification) एक प्राथमिक क्रिया है जिसमें एकत्र किये गये आकड़ो को उनके परिलक्षित गुणों के आधार पर वर्गीकृत कर लिया जाता है । वर्गीकृत आँकड़ों को और अधिक सरलतापूर्वक समझने के लिये अन्य विधियों जैसे - सारणीयन (Tabulation), आरेख (diagrams) तथा आलेख (Graphs) द्वारा प्रस्तुत किया जाता है, जिसे आकड़ों का प्रस्तुतीकरण कहा जाता है । आकड़ों को सारणीयन, आरेखों तथा आलेखों के माध्यम से प्रस्तुत करने पर वे अधिक सरल व ग्राहय हो जाते हैं क्योंकि सारणीबद्ध एवं चित्र द्वारा दिखाई देने वाली विधियाँ अधिक रोचक आकर्षक तथा स्मरणीय होती हैं ।

आकड़ों के प्रस्तुतीकरण से संबंधित प्रायोगिक परिणामों को आइये सर्वप्रथम सारणीयन (Tabulation) के माध्यम से समझने का प्रयास करें

15.1.1 आकड़ों का सारणीयन (Tabulation of data):

जब किन्हीं आकड़ों को पंक्तियों (Rows) तथा स्तम्भों (colums) के रूप में व्यवस्थित किया जाता है तो इसे सारणी (Table) कहते हैं । इसी प्रकारS आकड़ों को सारणी के रूप में तैयार करने तथा प्रस्तुत करने की क्रिया को सारणीयन (Tabulation) कहते हैं । किसी भी सारणी से आँकड़ों की मुख्य विशेषतायें तथा लक्षण प्रकट हो जाते हैं । दिये गये आँकड़ों से सारणी बनाते समय कुछ बातों का ध्यान रखना आवश्यक होता है । आइये आकड़ों को सारणीयन के रूप में प्रस्तुत करने के लिये आवश्यक तथ्यों का अवलोकन कर लें -

1. सारणी का निर्माण इस प्रकार किया जाना चाहिये कि वह देखने में सुन्दर और साफ हो।
2. सारणी का शीर्षक (Title) उसके ऊपर सरल एवं स्पष्ट शब्दों में लिखा जाना चाहिये ।
3. आँकड़ों के गुणों के आधार पर सारणी में स्तम्भ तथा पंक्तियों की संख्या सुनिश्चित होनी चाहिये ।
4. प्रत्येक स्तम्भ में उपशीर्षक (sub-title) आवश्यक लिखना चाहिये । यदि माप की इकाई है तो उसे स्पष्ट लिखना चाहिये ।
5. सारणी में स्तम्भ तथा पंक्तियों के योगफल के लिये स्थान होना चाहिये ।

15.1.2 सारणी के प्रकार (Types of table):

जैव सांख्यिकी (Biostatistics) में प्रायः सरल (Simple) एवं मिश्रित (complex) दो प्रकार की सारणियों का उपयोग किया जाता है । आइये प्रायोगिक उदाहरणों की सहायता से सरल सारणी तथा मिश्रित सारणी को तैयार करने का अभ्यास करें ।

1. सरल सारणी (simple Table) :

सरल सारणी में आकड़ों की केवल एक विशेषता को प्रदर्शित किया जाता है । इस प्रकार की सारणी को वन-वे-टेबल (one-way Table) के रूप में भी जाना जाता है । इस सारणी में दो कारकों (Factors) को एक दूसरे के संदर्भ में देखते हुये प्रस्तुत किया जाता है ।

प्रायोगिक कार्य का उद्देश्य (objective of practical Exercise) :

एक विद्यार्थी ने एक प्रायोगिक कार्य के अन्तर्गत आम के फलों के भार (ग्राम) का मापन किया जिन्हें निम्न रूप में लिखा -

70, 78, 109, 230, 311, 250, 203, 200, 120, 157, 180, 193, 126, 218 ,257, 293, 80, 85, 235, 400, 312, 258, 150, 160, 170, 175, 130, 138, 145, 157, 289, 312, 75, 89, 235, 318, 325, 211, 95, 190, 225, 185, 220, 80, 85, 90, 100, 120, 198, 203, 150, 175, 200, 205, 180, 135, 324, 389, 78, 250, 256, 236, 244, 298, 281, 312, 219, 312, 180, 200, 225, 280, 260, 355, 125, 225, 325, 145, 245, 365, 240, 96, 85, 190, 328, 126, 130, 150, 160, 312, 96, 80, 400, 380, 235

आम के फलों के भार को एक सरल सारणी के रूप में प्रस्तुत करना ।

विधि (Method):

उपरोक्त प्रेक्षणों को निम्न रूप में एक सरल सारणी के रूप में प्रस्तुत किया जा सकता है ।

कुल प्रेक्षणों की संख्या=100

प्रेक्षणों के भार की इकाई=ग्राम

उपरोक्त आँकड़ों को उनके भार के अनुरूप छोटे-छोटे भार समूहों (weight groups) में समायोजित कर लें, जैसे -

(50 - 100 ग्राम) (101 - 150 ग्राम) (151 - 200 ग्राम) (201 - 250 ग्राम) (251 - 300 ग्राम) (301 - 350 ग्राम) (351 - 400 ग्राम)

अब प्रत्येक भार समूह के अनुसार प्रेक्षणों की संख्या को उसके सम्मुख लिख दें, जैसे -

सारणी 1.5.1 आम के फलों के भार का सारणीयन

क्रमांक	**भार समूह(ग्राम)**	**फलो की संख्या**
1.	50-100	16
2.	101-150	15
3.	151-200	18
4.	201-250	21

5.	251-300	11
6.	301-350	12
7.	351-400	07
	कुल योग	100

उपरोक्त विधि की सहायता से दिये गये आँकड़ों को एक सरल सारणी के माध्यम से प्रस्तुत किया जा सकता है ।

2. मिश्रित सारणी [Complex Table]:

यदि किसी प्रायोगिक अध्ययन में एकत्र किये गये आँकड़ों की एक से अधिक विशेषतायें होती हैं तो इन्हें मिश्रित सारणी (Complex Table) के माध्यम से व्यक्त किया जा सकता है। दूसरे शब्दों में एक रूप में व्यक्त करती है । यदि सारणी में दो पारस्परिक कारक (Co-ordinate Factors) को प्रदर्शित किया जाता है तो इसे दोहरी सारणी (double table) कहते हैं । इसी प्रकार किसी सारणी में यदि तीन पारस्परिक कारक समाहित होते हैं तो उसे तिहरी सारणी (Triple Table) और यदि तीन से अधिक पारस्परिक कारक होते हैं तो इसे बहु कारक सारणी (Multiple Table) कहते हैं ।

प्रायोगिक कार्य का उद्देश्य [Objective of practicle Exercise] :

विद्यार्थियों ने एक अध्ययन में विभिन्न आयु वर्गों के स्त्री पुरूषों में एड्स के रोगियों के आकड़े निम्न रूप में एकत्र किये -

5-15 वर्ष - 15 स्त्री व 31 पुरूष
16-3 वर्ष - 18 स्त्री व 12 पुरूष
31-50 वर्ष - 57 स्त्री व 101 पुरूष
51-70 वर्ष - 12 स्त्री व 26 पुरूष

उक्त आँकड़ों को एक मिश्रित सारणी के रूप में प्रस्तुत करना ।

विधि (Method): उक्त आँकड़ों का सारणीबद्ध प्रारूप (Tabulated Formate) आगे प्रस्तुत किया जा रहा है -

सारणी 15.2 आयु वर्ग के अनुसार स्त्री व पुरूष एड्स रोगियों का सारणीबद्ध प्रदर्शन

क्रमांक	**आयु वर्ग (वर्ष)**	**एड्स रोगियों की संख्या**	
		स्त्री	**पुरुष**

1. 2. 3. 4.	5-15 16-30 31-50 51-70	15 18 57 12	31 12 101 26
	योग	120	170

कुल रोगियों की संख्या = 272

यदि उपरोक्त समूह के सदस्यों को पुन: उनके कुछ लक्षणों (attributes) के आधार पर वर्गीकृत करके सारणी तैयार करें तो इसे जटिल सारणी (Complex Multiple Table) कहते है । आइये एक प्रायोगिक अभ्यास की सहायता से जटिल/मिश्रित सारणी का निर्माण करें ।

प्रायोगिक अभ्यास का उद्देश्य [Objective of Practical Exercise] :

एक विद्‌यार्थी ने एक बाग में लगे आम तथा सन्तरें के पौधों को स्वस्थ व संक्रमित पौधों के आधार एक वर्ष के प्रेक्षणों को निम्न रूप में संग्रह किया -

प्रेक्षण अवधि - जनवरी, फरवरी, मार्च, अप्रैल, मई, जून, जुलाई, अगस्त, सितम्बर, अक्टूबर, नवम्बर, दिसम्बर

आम के स्वस्थ पौधे=12, 13, 15, 00, 08, 9, 12, 21, 09, 21, 22, 5

आम के संक्रमित पौधे=03, 02, 8, 9, 01, 00, 5, 00, 03, 04, 06, 07

सन्तरें के स्वस्थ पौधे=25, 18, 27, 16, 12, 15, 17, 18, 05, 17, 11, 15

सन्तरे के संक्रमित पौधे= 03, 07, 18, 09, 10, 15, 17, 03, 01, 00, 12, 15

उपरोक्त आंकड़ो के आधार पर एक मिश्रित सारणी तैयार करना ।

विधि (Method) : सर्वप्रथम इन आँकड़ों को प्रतिमाह के आधार पर वर्गीकृत करके निम्न रूप में सारणीबद्ध कर लें ।

सारणी 153. आम तथा संतरे के स्वस्थ व संक्रमित पौधों का वार्षिक विवरण

क्रम संख्या	**माह**	**पोधों की संख्या**			
		आम		**संतरा**	
		स्वस्थ	**संक्रमित**	**स्वस्थ**	**संक्रमित**
1.	जनवरी	12	03	25	03
2.	फ़रवरी	13	02	18	07
3.	मार्च	15	08	27	18
4.	अप्रैल	00	09	16	09

5.	मई	8	01	12	10
6.	जून	9	00	15	15
7.	जुलाई	12	05	17	17
8.	अगस्त	21	00	18	03
9.	सितम्बर	9	03	05	01
10.	अक्तूबर	21	04	17	00
11.	नवम्बर	22	06	11	12
12.	दिसम्बर	05	07	15	15
	योग	145	48	196	110
	कुल योग				**499**

15.3.3 आँकड़ों का आरेख तथा आलेख द्वारा निरूपण [Diagrammatic and Graphical Presentation of Data]:

अनेक बार जैव सांख्यिकीय आँकड़ों को सारणी के रूप में व्यक्त करने पर भी उनकी उपयोगिता पूर्णत: सिद्ध नहीं हो पाती है । इसके अतिरिक्त आकड़ों को सुग्राह्य व रोचक बनाने के लिये सांख्यिकी की अन्य विधियों को भी प्रयोग में लाया जाता है । आरेख (diagrams) तथा आलेख } वे माध्यम है जिनकी सहायता से कठिन एवं नीरस प्रतीत होने वाले जैव सांख्यिकीय आँकड़ों को न केवल सरल, स्पष्ट एवं आकर्षक ढंग से प्रस्तुत किया जा सकता है वरन् उनकी सभी विशेषताओं को बिना किसी अतिरिक्त श्रम के एक ही दृष्टि में समझा जा सकता है ।

जैव सांख्यिकीय दृष्टि से महत्वपूर्ण आरेखों व आलेखों के निरूपण से पूर्व यह जान लेना लाभदायक होगा कि आरेख व आलेख में मूलभूत अन्तर क्या है -

बहुत से सांख्यिकीविदों (Statisticians) ने 'आरेख' व 'आलेख' शब्दों का समान अर्थों में प्रयोग किया है । आरेख व आलेख में थोड़ा अन्तर है । आरेख की रचना में विभिन्न आरेखी विधियों जैसे, स्तम्भ (column), किरण (ray) सेक्टर (sector) आदि का प्रयोग होता है । जबकि आलेखों में आँकड़ों का प्रस्तुतिकरण ग्राफ पत्र (Graph paper) पर निर्देशांक (Co-ordinates) अंकित करके किया जाता है ।

15.3.4 आरेख तथा आलेख के प्रस्तुतिकरण के महत्वपूर्ण बिन्दु

[Important points in presentation of diagrams and graphs]:

आँकड़ों को आरेख व आलेख के रूप में प्रस्तुत करने के लिये विद्यार्थियों को निम्नलिखित महत्वपूर्ण बिन्दुओं को स्मरण रखना आवश्यक है । इन्हें ध्यान में रखकर आप आरेख तथा आलेख को सुगमतापूर्वक बनाने में निपुण हो जायेंगे ।

1. आँकड़ों की प्रकृति तथा मूल्यों के परिसर आदि का ध्यान में रखकर ही उचित आरेख तथा आलेख का चयन करना चाहिये । उदाहरणस्वरूप, तापमान, वर्षा व जनसंख्या वृद्धि के समयानुसार परिवर्तन प्रदर्शित करने वाले आकड़ों के लिये आरेख के स्थान पर आलेख का प्रयोग करना अधिक उपयोगी होता है ।
2. यदि आलेख तथा आरेख की रचना करने में एक से अधिक प्रकार की आभाओं (Shades) या रंगों (Colour) का प्रयोग किया गया है तो निर्देशिका (Legand) बनाकर उन आभाओं या रंगों का अर्थ स्पष्ट कर देना चाहिये ।
3. प्रत्येक आरेख या आलेख का एक शीर्षक अवश्य होना चाहिये । शीर्षक संक्षिप्त किन्तु स्पष्ट व पूर्ण होना चाहिये ।
4. आरेख या आलेख सुन्दर व सरल होने चाहिये ।

15.3.5 आरेख तथा आलेखों के प्रकार [Types of diagrams and graphs] :

जैस सांख्यिकी में निम्न प्रकार के आरेख एवं आलेखों का प्रयोग बहुतायत में किया जाता है । आइये विभिन्न आरेखों व आलेखों के निरूपण को उचित उदाहरणों की सहायता से समझने का प्रयास करें ।

1. बारम्बारता आलेख
2. बारम्बारता बहुभुज
3. संचयी आवृत्ति वक्र या तोरण वक्र
4. दण्ड आरेख
5. चक्र या कार आरेख

प्रायोगिक आँकड़ों के माध्यम से उपरोक्त आरेखों आलेखों के निरूपण को निम्न रूप में प्रस्तुत किया जा सकता है -

1. बारम्बारता आलेख [Histogram] :

जैसा कि इस अध्याय के आरम्भ में स्पष्ट किया गया है कि आँकड़ों को ओर अधिक सुस्पष्ट तथा सुग्राहृय बनाने के लिये इन्हें आरेख तथा आलेख के माध्यम से भी प्रस्तुत किया जा सकता है । बारम्बारता आलेख के रूप में आँकड़ों को प्रस्तुत करने से पूर्व यह जान लेना आवश्यक है कि आलेख क्या है तथा बारम्बारता आलेख के द्वारा किस प्रकार के आँकड़ों को प्रस्तुत किया जा सकता है ।

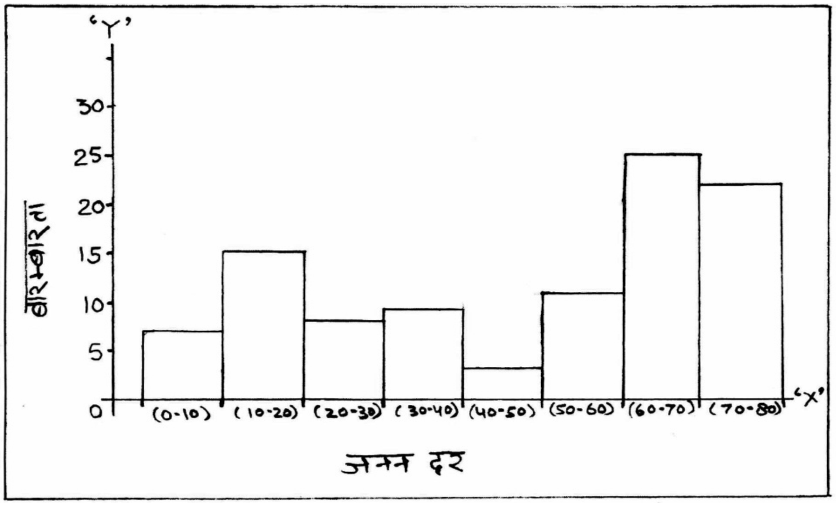
जैव सांख्यिकीय आँकड़ों का नियमित (regular) व निस्कोण (smooth) वक्र या वक्रों द्वारा प्रदर्शन आलेखी निरूपण कहलाता है । ये वक्र ग्राफ पेपर पर 'X' तथा 'Y' निर्देशांकों (co-ordinates) की सहायता से अंकित किये गये बिन्दुओं की श्रृंखला को मिलाकर खींचे जाते हैं । आलेख में बनाये गये वक्र का प्रत्येक बिन्दु उसके दोनों निर्देशांकों को प्रकट करता है । आलेख की रचना दो रेखाओं एबसिशा (Abcissa) नामक क्षैतिज रेखा या 'X' अक्ष (axis) तथा क्रम सूचक (ordinate) नामक अनुलम्ब रेखा या 'Y'- अक्ष द्वारा किया जाता है । 'X'- अक्ष तथा 'Y' अक्ष जिस बिन्दु पर मिलते हैं उसे उद्गम स्थल (origin) या 'O' या शून्य बिन्दु कहते हैं। सांख्यिकीय दृष्टि से आँकड़ों को दो श्रेणियों - वर्गीकृत (classified) तथा अवर्गीकृत (non-classified) में रखा जा सकता है । बारम्बारता आलेख (Histogram) वर्गीकृत आँकड़ों को आलेख की सहायता से निरूपित करने की एक विधि है । बारम्बारता बहुभुज को बनाने से पूर्व आपको यह स्मरण कर लेना आवश्यक होगा कि आलेखों की रचना ग्राफ पेपर पर की जाती है अब बारम्बारता आलेख की रचना एक उचित उदाहरण की सहायता से करने का प्रयास करें ।

प्रायोगिक अभ्यास (Practical Exercise) :

एक शोध में एक विद्यार्थी ने एक प्रजाति की 100 मछलियों की प्रजनन दर का अध्ययन किया। अध्ययन के दौरान एकत्र किये गये आँकड़ों को निम्न रूप में संग्रह किया -

वर्ग अन्तराल	(0-10)	(10-20)	(20-30)	(30-40)
बारम्बारता	7	15	8	9
	(40-50)	(50-60)	(60-70)	(70-80)
	3	11	25	22

उपरोक्त आँकड़ों की सहायता से आइये एक बारम्बारता आलेख की रचना करें -



आलेख 15.1 बारम्बारता आलेख द्वारा मछलियों में प्रजनन दर का प्रदर्शन

विधि (Method) :

बारम्बारता आलेख की रचना निम्न चरणों में की जा सकती है -

* सर्वप्रथम एक ग्राफ पेपर लेकर इस पर 'X' अक्ष तथा 'Y' अक्ष अंकित कर लें । आलेख बनाते समय पूरे वर्ग अन्तराल को ध्यान में रखना चाहिये ।
* अब 'OX' अक्ष पर एक क्षैतिज रेखा खींचें । इस रेखा का मान 1 सेमी.= 10 के समान हो । इस अक्ष पर अंकित आँकड़े मछली की जनन दर को निरूपित करते हैं ।
* इसी प्रकार 'OY' अक्ष पर एक आलम्ब खींचें । यह रेखा का मान 1 सेमी. = 2 के समान हो । इस अक्ष पर अंकित आँकड़े बारम्बारता या जनन दर की आवृत्ति को निरूपित करते हैं ।
* अब दिये गये मानों (values) के अनुसार आयतों का निर्माण कीजिये । ध्यान रहे कि सभी आयत एक दूसरे से सटाकर (adjacent) बनाये जाने चाहिये । आगे दिया गया आलेख एक बारम्बारता आलेख है -

2. बारम्बारता बहुभुज (Frequency Polygon) :

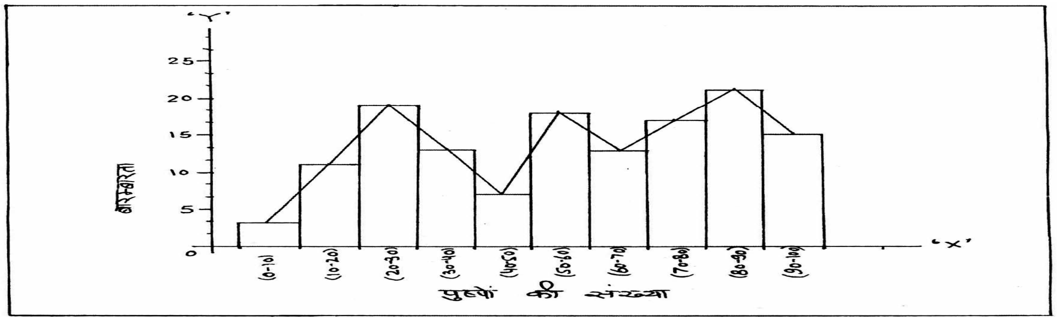
इस प्रकार का आलेख लगभग बारम्बारता आलेख के समान ही होता है । इस आलेख की मुख्य विशेषता यह है कि इसमें यह मान लिया जाता है कि आवृत्ति वर्ग के मध्य में केंद्रित है तथा बारम्बारता बहुभुज इन मध्य बिन्दुओं (mid points) को जोड़कर तैयार किया जाता है । बारम्बारता बहुभुज की रचना को निम्न उदाहरण की सहायता से समझा जा सकता है ।

प्रायोगिक अभ्यास [Practical Exercise] :

मटर के 119. पौधों में नीले रंग के पुष्पों की आवृत्ति को एक अध्ययन में निम्न रूप में प्राप्त किया गया -

वर्ग अन्तराल	(0-10)	(10-20)	(20-30)	(30-40)	(40-50)
बारम्बारता	3	11	19	13	7
	(50-60)	(60-70)	(70-80)	(80-90)	(90-100)
	18	13	17	22	17

उपरोक्त आँकड़ों की सहायता से आइये एक बारम्बारता बहुभुज तैयार करें -



आलेख 15.2 : बारम्बारता बहुभुज के द्वारा मटर के पौधों में नीले रंग के पुष्पों की आवृत्ति का प्रदर्शन

विधि (Method) :

* सर्वप्रथम एक ग्राफ पेपर लेकर उस पर एक क्षैतिज 'OX' अक्ष (axis) रेखा बना लें ।
* इसी प्रकार एक आलम्ब रेखा खींचकर 'OY' अक्ष अंकित कर लें ।
* 'OX' अक्ष पर मटर को पौधों की संख्या को निरूपित करने हेतु बिन्दु अंकित कर लें । बिन्दुओं को 1-1 सेमी. के अन्तराल पर अंकित करें । यह ध्यान रहे कि 1 सेमी =10 का मान होना चाहिये । अर्थात् 100 पौधों के लिये 'OX' अक्ष की लम्बाई न्यूनतम 10 सेमी होनी चाहिये ।
* इसी प्रकार 'OY' अक्ष पर पुष्पों की संख्या की आवृत्ति को दर्शाने हेतु बिन्दु अंकित कर लें । 1 सेमी. का मान 2 के बराबर होना चाहिये ।
* इसके पश्चात् वर्ग अन्तराल के अनुसार प्रत्येक आवृत्ति को व्यक्त करने के लिये आयत बना लें । सभी आयात एक दूसरे के साथ सटाकर (Adjacent) बनायें ।
* अब प्रत्येक आयत का मध्य बिन्दु अंकित कर लें ।
* अन्त में सभी आयतों के मध्य बिन्दुओं को एक रेखा की सहायला से जोड़ दें । तैयार आलेख बारम्बारता बहुभुज कहलाता है ।
* बारम्बारता बहुभुज की रचना करने पर आप पायेंगे कि इसके अन्तर्गत क्षेत्र लगभग उतना ही होता है जितना बारम्बारता आलेख में ।

3. संचयी आवृत्ति वक्र या तोरण वक्र (cumulative frequency curve or ogive):

यह एक जटिल प्रकार का आलेख है परन्तु वर्गीकृत आँकड़ों को निरूपित करने के लिये एक उपयुक्त आलेख है । इसकी रचना वर्गीकृत आँकड़ों की संचयी आवृत्ति सारणी के मान की सहायता से की जाती है । इस प्रकार के आलेख में वर्ग अन्तरालों को भुजाक्ष ('OX' axis) पर तथा संचयी आवृत्ति को कोटि-अक्ष ('OY' axis) पर अंकित करके रेखाओं को मिला दिया जाता है । इस प्रकार का वक्र दो रीतियों से बनाया जाता है ।

* ऊपरी सीमाओं तथा बढ़ती हुई संचयी आवृत्तियों के आधार पर
* निचली सीमाओं तथा घटती हुई संचयी आवृत्तियों के आधार पर

पहले प्रकार के आवृत्ति वक्र की रचना करने के लिये वर्ग-अन्तराल की ऊपरी सीमाओं को 'OX' अक्ष पर तथा संचयी आवृत्तियों को 'OY' अक्ष पर अंकित करते हैं । यह वक्र ऊपर उठा हुआ होता है । दूसरे प्रकार का तोरण बनाने के लिये वर्ग अन्तराल को निम्न सीमाओं को 'OX' अक्ष पर तथा संचयी आवृत्तियों को 'OY' अक्ष पर अंकित किया जाता है । इस प्रकार का वक्र नीचे की ओर गिरा हुआ होता है ।

आइये एक प्रायोगिक उदाहरण की सहायता से संचयी बारम्बारता वक्र अथवा तोरण वक्र की रचना करें ।

प्रायोगिक अभ्यास (Practical Exercise) :

एक प्रयोग में मूंग (Vigna randiata) में लगने वाली फलियों (Pods) में बीजों की संख्या के आँकड़े निम्न प्रकार एकत्र किये गये -

वर्ग अन्तराल	(5-10)	(10-15)	(15-20)	(20-25)	(25-30)

बारम्बारता	3	11	16	15	8
	(30-35)	(35-40)	(40-45)	(45-50)	
	17	4	21	25	

उक्त आँकड़ों की सहायता से एक संचयी आवृत्ति वक्र की रचना कीजिये ।

विधि (Method) :

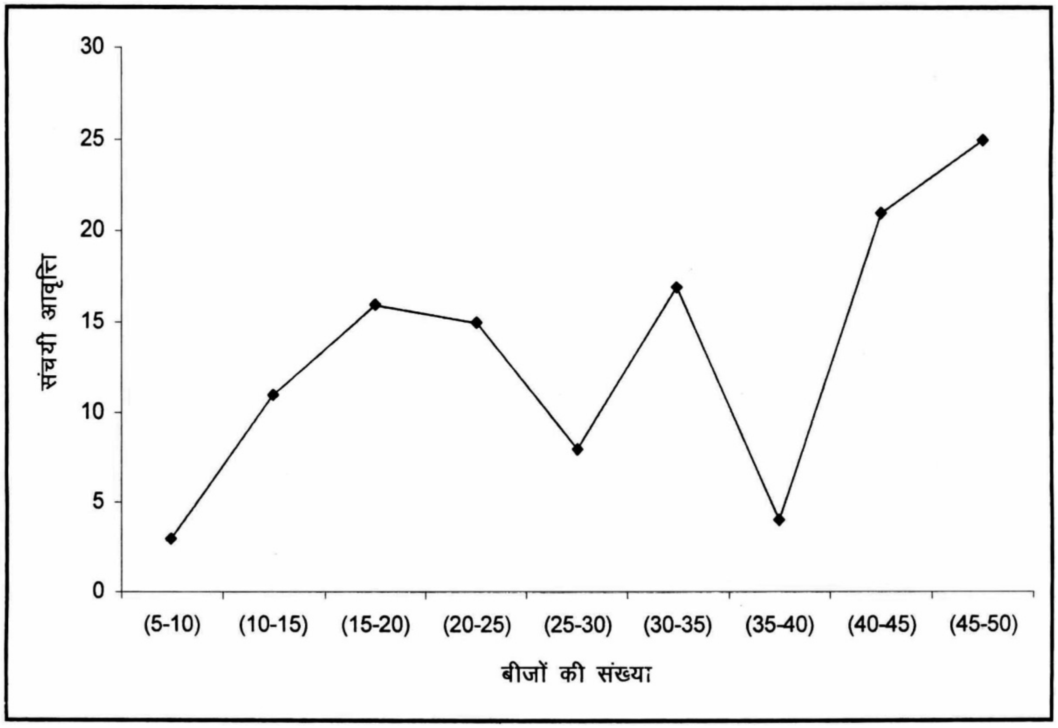
संचयी आवृत्ति वक्र की रचना निम्नलिखित चरणों में की जा सकती है -

* सर्वप्रथम दी गयी सरल आवृत्ति को संचयी आवृत्ति में परिवर्तित कर लें । इसके लिये प्रत्येक वर्ग अन्तराल की आवृत्ति को क्रमानुसार जोड़ते चलें ।
* यहाँ तोरण से अधिक और तोरण से कम दोनों के लिये संचयी आवृत्तियों की गणना करके दोनों के अलग-अलग संचयी आवृत्ति वक्र की रचना करें ।

बीजों की संख्या	मूंग की फलियों की आवृत्ति	तोरण से कम के लिये संचयी आवृत्ति	तोरण से अधिक के लिये संचयी आवृत्ति
5-10	3	3	120
10-15	11	14	117
15-20	16	30	106
20-25	15	45	90
25-30	8	53	75
30-35	17	70	67
35-40	4	74	50
40-45	21	95	44
45-50	25	120	25

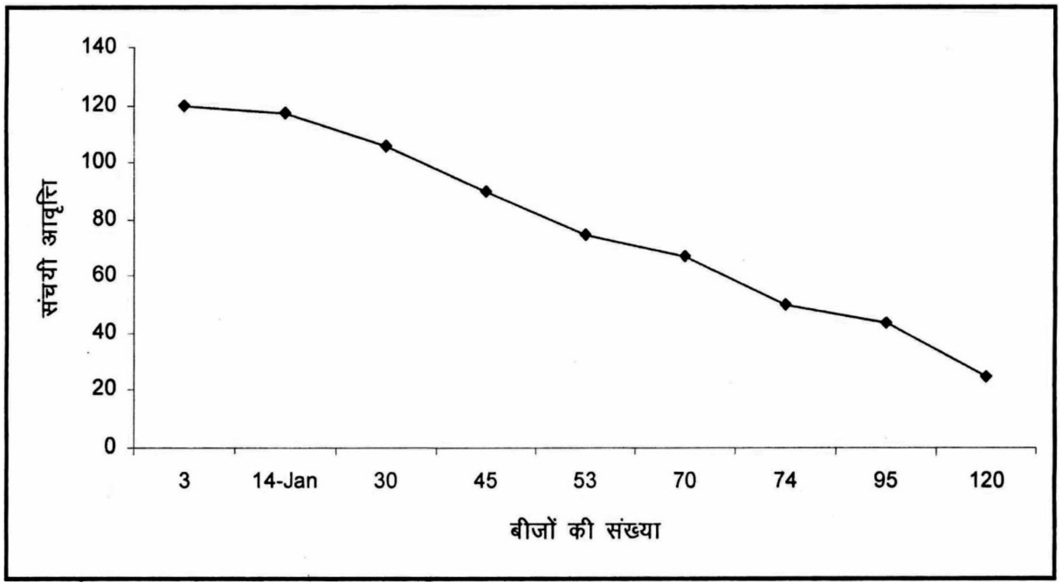
संचयी आवृत्ति सारणी

* अब तोरण से कम के लिये संचयी आवृत्ति वक्र बनायें । इसके लिये 'OX' अक्ष पर वर्ग अन्तराल की ऊपरी सीमाओं को तथा 'OY'अक्षर पर संचयी आवृत्तियों का अंकन कर लें।
* आवृत्ति बिन्दुओं को अंकित करने के पश्चात् उन्हें वक्र की सहायता से आपस में मिला दें। देखें आलेख 15.3A.



आलेख 15.3A तोरण से कम के लिये संचयी आवृत्ति वक्र

* इसी प्रकार तोरण से अधिक के लिये संचयी आवृत्ति वक्र बनाने का अभ्यास करें । इसके लिये 'OX' अक्षर पर वर्ग अन्तराल की निम्न सीमाओं को अंकित कर लें तथा 'OY' अक्ष पर संबंधित संचयी आवृत्तियों को अंकित कीजिये ।
* आवृत्ति बिन्दुओं को अंकित करने के पश्चात् उन्हें वक्र की सहायता से आपस में मिलाइये । देखें आलेख 15.3B.



आलेख 15.3B तोरण से अधिक के लिये संचयी आवृत्ति वक्र

4. दण्ड आरेख (Bar diagram) :

जब आँकड़ों के माध्यम से केवल एक गुण या माप की मापनी के अनुसार गणना की जाती है तो एकविम आरेख (one-dimensional diagram) की रचना की जाती है । इस प्रकार के आरेख में चर (variable) के विभिन्न मानों को दण्ड आरेख या पिरामिड आरेख की केवल एक विमा अर्थात् लम्बाई की मापनी के अनुसार निश्चित करते हैं । एक विमीय आरेख निम्न प्रकार के होते हैं -

* सरल दण्ड आरेख (Simple Bar Diagram)
* मिश्रित दण्ड आरेख (Compound Bar Diagram)

दण्ड आरेखों में भिन्न-भिन्न पद मूल्यों को उर्ध्वाधर (vertical) अथवा क्षैतिज (Horizontal) स्तम्भों के माध्यम से प्रदर्शित किया जाता है । इन आरेखों को स्तम्भी आरेख (Columnar diagram) भी कहते हैं ।

दण्ड आरेख की रचना करते समय निम्न तथ्यों को ध्यान में रखना आवश्यक है -

* सभी स्तम्भों अथवा दण्डों (Bars) की मोटाई एक समान होनी चाहिये ।
* आरेख में सभी दण्ड समान दूरी के अन्तराल पर बनाने चाहिये तथा दूरी एक दण्ड की मोटाई से हमेशा कुछ कम रखी जाती है
* दण्ड आरेख बनाने से पहले संख्याओं को एक क्रम में लिख लेना चाहिये

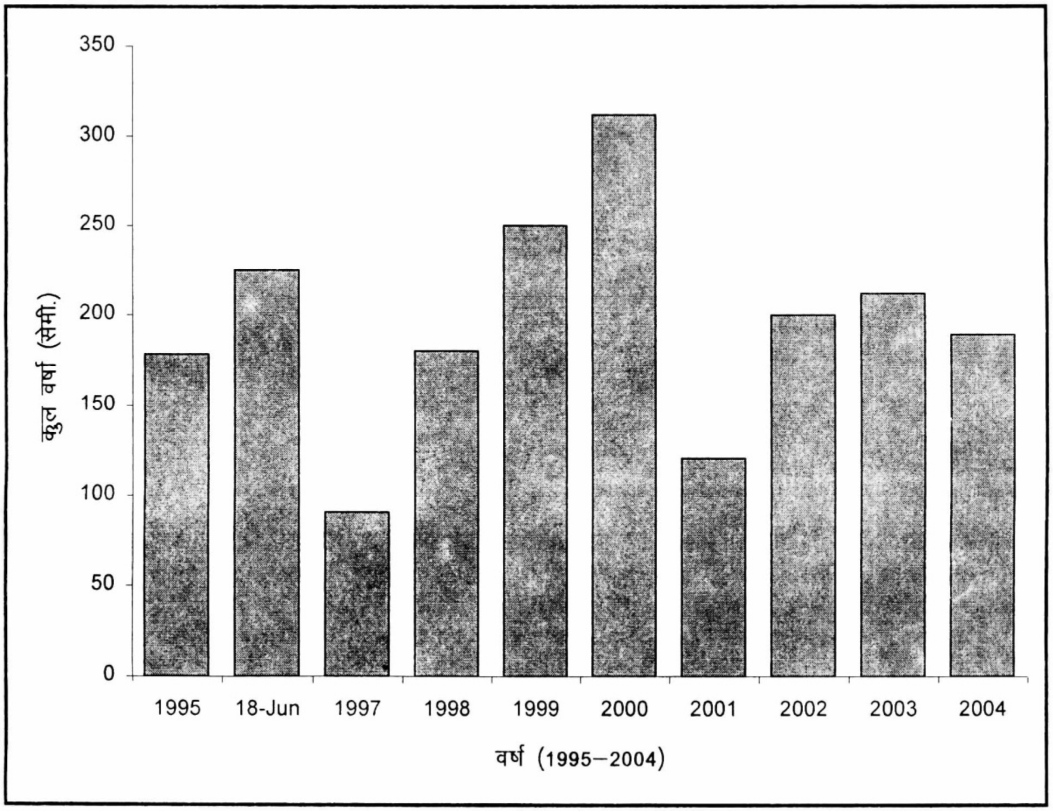
आइये अब एक अभ्यास के माध्यम से सरल दण्ड आरेख की रचना करते है ।

प्रायोगिक अभ्यास (Practical Exercise) :

एक वर्षा वन में दस वर्षो में प्रतिवर्ष होने वाली कुल वर्षा के आँकड़ों को निम्न रूप में एकत्र किया गया -

वर्ष	1995	1996	1997	1998	1999	2000
कुल वर्षा (सेमी.)	178	225	91	180	250	312
वर्ष	2001	2002	2003	2004		
कुल वर्षा (सेमी.)	121	200	212	189		

उक्त आँकड़ों की सहायता से एक सरल दण्ड आरेख की रचना कीजिये ।



आलेख 15.4 सरल दण्ड आरेख

विधि (Method) :

सरल दण्ड आरेख के द्वारा मूल्यों के किसी एक गुण को प्रदर्शित किया जाता है । यदि पद माला के सभी मूल्य किसी एक ही समय के हों तो उन्हें पहले आरोही (ascending) अथवा अवरोही (descending) क्रम में व्यवस्थित कर लेना चाहिये । ऐसा करने पर आरेख में दण्डों की ऊँचाई बढ़ती या घटती हुई प्रतीत होगी । यदि पदमाला में आँकड़े समय या किसी अन्य महत्वपूर्ण क्रम में लिखे गये हैं तो दण्डों को उसी क्रम में बनाते हैं जिस क्रम में मूल्यों को पदमाला में प्रदर्शित किया गया है ।

आइये अब उपरोक्त उदाहरण के अनुरूप एक सरल दण्ड आरेख की रचना निम्न चरणों में करें -

* एक सादा कागज पर एक आलम्ब (Vertex) खींचे । इस आलम्ब पर कुल वर्षा (सेमी) के आँकड़ों को निरूपित किया जाना है । अत: इस पर 1 सेमी. = 20 सेमी. के समान बिन्दु अंकित कर लें ।
* इस प्रकार 'OX' अक्ष पर एक क्षैतिज रेखा,खींच लें जो वर्ष (years) को निरूपित करे । इस पर दण्ड की मोटाई के अनुसार अन्तराल रखते हुये बिन्दु अंकित कर लें ।
* अब दिये गये के अनुसार प्रत्येक, वर्ष के लिये अलग-अलग दण्ड का निर्माण करें ।
* ध्यान रहे कि दण्ड आपस में सटे हुये (adjacent) नहीं होने चाहिये तथा इनके मध्य समान दूरी होनी चाहिये ।

* दण्डों को आकर्षक बनाने हेतु इन्हें किसी आकृति जैसे - आड़ी तिरछी पंक्तियों से आच्छादित किया जा सकता है (देखें चित्र 15.4)

5. चक्र या वृत्ताकार आरेख (Wheel or pie Diagram) :

यह एक प्रकार का द्विम (Two-dimensional diagram) है । जैसा कि दण्ड आरेख के विवरण के साथ यह स्पष्ट किया गया है कि एकविमी आरेख में केवल दण्डों की लम्बाई अथवा ऊँचाई द्वारा ही आँकड़ों की तुलना की जाती है, द्विविम आरेखों में दो मापों अर्थात् लम्बाई तथा चौड़ाई दोनों की गणना करके क्षेत्रफल के आधार पर दिये हुये मूल्यों को प्रदर्शित करते हैं । दूसरे शब्दों में, इन आरेखों में स्तम्भों, वृत्तों या वृत्तखण्डों के क्षेत्रफल दिये हुये मूल्यों के अनुपात में होते हैं ।

चक्र या वृत्ताकार आरेख की रचना करते समय संख्या का कुल योग प्रकट करने वाले किसी वृत्त के क्षेत्रफल को उस संख्या के विभिन्न घटकों के मूल्यों के अनुपात में बॉट दिया जाता है । व्रत्ताकार आरेख में सुविधानुसार छींटे गये किसी अर्द्धव्यास (radius) से वृत्त खींचकर संख्या के योग को प्रदर्शित करते हैं । इसके बाद उस संख्या के भिन्न-भिन्न घटकों के निम्न प्रकार अंशों में अलग-अलग मान मालूम करते हैं -

$$\text{किसी उपविभाग का अंशों में मान} = \frac{\text{उस विभाग का अंशो मे मान}}{\text{संख्या का कुल योग}} \times 360°$$

यदि मूल्यों को प्रतिशत में दिया गया है तो प्रत्येक प्रतिशत मूल्य का अंशों में मान मालूम करने के लिये निम्न सूत्र प्रयोग में लाया जाता है-

$$= \frac{\text{उपविभाग का प्रतिशत मान}}{100} \times 360°$$

अतः 1%=3.6°

आइये एक उदाहरण की सहायता से चक्र या वृत्ताकार आरेख की रचना करने का अभ्यास करते हैं -

प्रायोगिक अभ्यास (Practical Exercise) :

एक बाग में विभिन्न प्रकार के फलों के वृक्षों की संख्या का प्रतिशत मान निम्नलिखित है -

वृक्षों के नाम	आम	अमरूद	अनार	सन्तरा
संख्या (% में)	15%	19%	10%	32%
	जामुन	नींबू	सेब	पपीता
	75%	11%	3%	25%

उपरोक्त आँकडों की सहायता से एक चक्र या वृत्ताकार आरेख तैयार करें ।

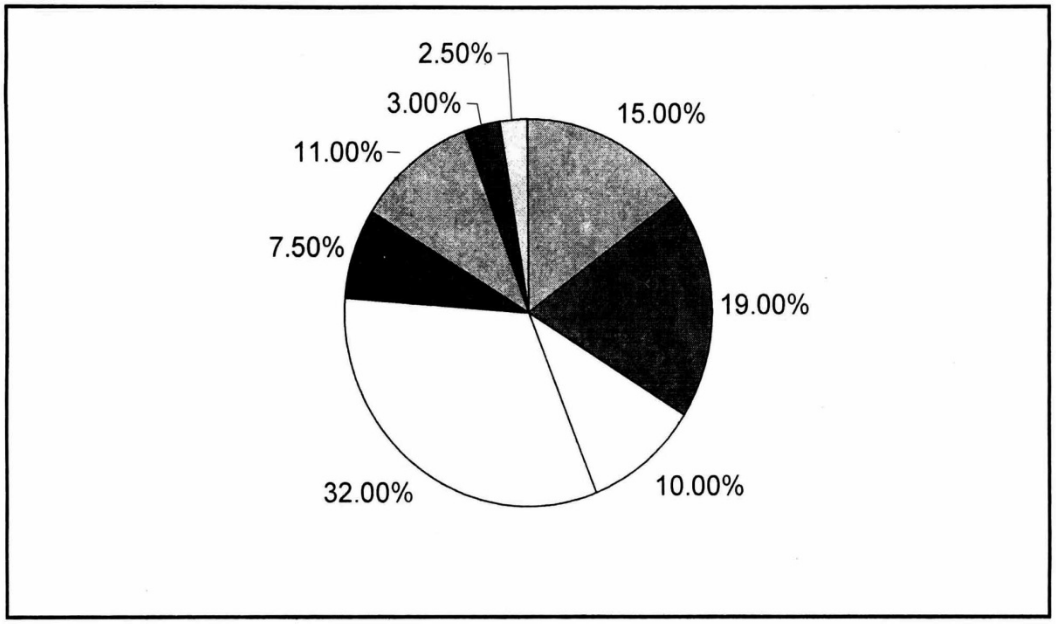
विधि (Method) :

उपरोक्त आँकड़ों से एक व्रत्ताकार आरेख बनाने के लिये सर्वप्रथम प्रत्येक मान का कोण (अंशों में) ज्ञात करना आवश्यक है । इसे नीचे दिये गये सूत्र द्वारा मालूम करेंगे ।

वृक्षों के के नाम	प्रतिशत मान	कोण (अंशों में)	संचयी मान अंशों मे
आम	15	$\frac{15\times 360}{100}=54$	$54°$
अमरूद	9	$\frac{19\times 360}{100}=68.4°$	$122.4°$
अनार	10	$\frac{10\times 360}{100}=36°$	$158°$
सन्तरा	32	$\frac{32\times 360}{100}=115.2°$	$273.6°$
जामुन	7.5	$\frac{7.5\times 360}{100}=27°$	$300.6°$
नींबू	11	$\frac{11\times 360}{100}=39.6°$	$340.2°$
सेब	3	$\frac{3\times 360}{100}=10.8°$	$351°$
पपीता	2.5	$\frac{2.5\times 360}{100}=9°$	$360°$

प्राप्त कोण अंशों की सहायता से एक वृत्ताकार चित्र बनाने का अभ्यास निम्न प्रकार करें ।

* सर्वप्रथम एक उचित त्रिज्या (radius) लेकर (यथा 50 सेमी.) एक वृत्त बनाइये तथा केन्द्र बिन्दु अंकित कर लीजिये ।
* तत्पश्चात् परिधि के किसी भी बिन्दु से प्रारंभ करके कोण अंशों के अनुसार रेखा खींचते हुये वृत्तखण्ड अंकित कीजिये ।
* वृत्तखण्ड बनाते समय यह ध्यान में अवश्य रखिये कि वृत्तखण्डों को उनके घटते हुये मानों के अनुरूप बनाना चाहिये । अर्थात् उत्तर दिशा से प्रारम्भ करके घड़ी की सुई की दिशा में बनाये गये कोण अधिक आकर्षक होते हैं । ये कोण प्रायः अवरोही क्रम में बनाये जाते हैं । अर्थात् बड़े से छोटे कोण के क्रम में ताकि एक ही दृष्टि में प्रदर्शित मूल्यों का तुलनात्मक अन्तर स्पष्ट हो जाये । (देखे चित्र 15.5).



आरेख 15.5. वृत्ताकार आरेख की सहायता से विभिन्न प्रकार के फलों के वृक्षों की संख्या का निरूपण

15.3 अभ्यासार्थ प्रश्न (Exercise Question):

1. नीचे दिये गये आकड़ों के आधार पर एक सरल सारणी की रचना कीजिये ।

   कक्षा में कुल छात्रों की संख्या = 24

   वार्षिकउपस्थिति= 108, 190, 181, 123, 015, 211, 198, 190, 136, 138, 159, 167, 172, 111, 119, 65,121,86,96,151,186,144,29,21

2. नीचे आम के पचास टोकरों का भार किग्रा. में दिया गया है । इनकी सहायता से एक सारण तैयार कीजिये ।

   आम के टोकरों का भार (किग्रा.) = 5, 15, 21, 13, 19, 6, 8, 11, 9, 5, 8, 17, 13, 21, 22, 19, 20, 13, 17, 8, 6, 19, 11, 16, 16, 20, 17, 18, 8, 9, 10, 11, 5, 7, 15, 19, 20, 17, 14, 12, 5, 11, 17, 19, 20, 11, 24, 26, 15, 17

3. निम्नलिखित शब्दों की व्याख्या कीजिये -

   1. पाई चित्र
   2. आयत चित्र
   3. तोरण
   4. आवृत्ति बहुभुज
   5. प्रतिशतता चित्र
   6. मिश्रित सारणी

4. एक चिकित्सालय में किसी एक दिन जन्म लेने वाले 25 शिशुओं के भार (kg) निम्नलिखित है । इन आँकड़ों से संचयी आवृत्ति सारणी बनाकर उसकी सहायता से तोरण (ogive) का निर्माण करें ।

1.3, 1.8, 1.02, 1.5, 1.6, 1.4, 1.05, 1.06, 1.6, 1.6, 1.9, 1.1, 1.0, 1.2, 1.06, 1.07, 1.08, 1.03, 1.6, 1.4, 1.3, 1.4, 1.6, 1.8, 1.03

5. नीचे एक वृक्ष पर 10 वर्षों से लगने वाले फलों का भार प्रदर्शित किया गया है -

वर्ष	1998	1999	2000	2001	2002
उत्पादन (क्विंटल)	191	98.2	118.6	97.3	114.1
वर्ष	2003	2004	2005	2006	2007
उत्पादन (क्विंटल)	73.5	48.3	95.6	106	73.5

उपरोक्त आँकड़ों को एक उचित आरेख के माध्यम से निरूपित कीजिये ।

15.4 सन्दर्भ ग्रन्थ (Reference Books):

1. **Biostatistics**- Satguru Parsad (2004-05) : Rastiogi Publications (Gangotri), Shivaji Road, Meerut.
2. **Practical Zoology**-K.S Kohli, A.S.Ansari, Ramesh Book Depot. 138,Tripolia Bazar, Jaipur.
3. **Statistical Methods**-S.P.Gupta, Sultan Chand and Sons, Educatinal Publishers, New Delhi.
4. **Basic Statistics**-B.l. Agarwal, New Age International Publishers, New Delhi.