अध्याय – 4

जैविक ऊतक
(Biological Tissues)

जैविक ऊतक दो प्रकार के होते हैं।

1. जन्तु ऊतक 2. पादप ऊतक

इस अध्याय में हम जन्तु ऊतकों के बारे में विस्तृत अध्ययन करेंगे।

जन्तु ऊतक (Animal Tissues)

रचना एवं कार्यिकी में एक समान कोशिकाओं के समूह को ऊतक (Tissue) कहते हैं तथा इनका अध्ययन करने वाले विज्ञान को औतिकी (Histology) कहते हैं। एककोशिकीय (Unicellular) जन्तुओं में जीवन की सभी क्रियाएं जैसे– श्वसन, पाचन एवं जनन एक ही कोशिका द्वारा होती है, किन्तु बहुकोशिकीय (Metazoa) जीवों में शरीर की संरचना जटिल होती है जिसमें उपरोक्त आधारभूत क्रियाएं भिन्न–भिन्न कोशिका समूहों द्वारा व्यवस्थित रूप से की जाती है। कोशिकाओं के समूह ऊतक बनाते है तथा ऊतकों द्वारा अंग (Organ) व अंगों द्वारा तंत्र का निर्माण होता है। जैसे पाचन तंत्र, श्वसन तंत्र आदि। शरीर की समस्त जैविक क्रियाएं, कोशिका, ऊतक, अंग तथा अंग तंत्र में श्रम विभाजन (Division of labour) के द्वारा सम्पन्न होती है और पूरे शरीर को जीवित रखने के लिए योगदान देती है। "औतिकी का जनक मारसेलो मेल्पीघी (Marcello malpighi) है। हिस्टोलोजी (Histology) शब्द मायर (Mayr) ने दिया जबकि ऊतक शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम बिचाट (Bichat) द्वारा किया गया।

ऊतकों के प्रकार (Types of Tissues)

जन्तुओं के शरीर में चार प्रकार के ऊतक पाये जाते हैं –

	प्रकार	उद्भव
1.	उपकला ऊतक (Epithelial Tissue)	एक्टोडर्म, एन्डोडर्म एवं मीसोडर्म
2.	संयोजी ऊतक (Connective Tissue)	मीसोडर्म
3.	पेशी ऊतक (Muscular Tissue)	मीसोडर्म
4.	तंत्रिका ऊतक (Nervous Tissue)	एक्टोडर्म

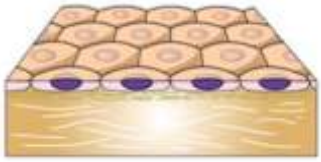
1. उपकला ऊतक (Epithelial Tissue)

यह ऊतक जन्तुओं के शरीर की सतह तथा विभिन्न अंगों एवं गुहाओं की भीतरी व बाहरी आवरण बनाता है। इस ऊतक में रक्त केशिकाएं नहीं पायी जाती है। पोषक पदार्थ इस ऊतक में लसिका (Lymph) द्वारा विसरण से पहुँचते है तथा कोशिकाएं अंतराकोशिकीय आधात्री (Intercellular matrix) द्वारा परस्पर दृढ़तापूर्वक जुड़ी रहती है।

उपकला विशेषतौर पर अवशोषण (Absorption), स्त्रावण (Secretion), परिवहन (Transport), उत्सर्जन (Excretion), संवेदना ग्रहण (Sensory perception) तथा सुरक्षा (Protection) का कार्य करती है। उपकला स्तर अगर एक कोशिका जितनी मोटी हो तब सरल उपकला कहलाता है, लेकिन जब वह कोशिकाओं के अनेक स्तरों से बना होता है तब इसे स्तरित उपकला (Stratified epithelium) कहते हैं। कुछ परिस्थितियों में यह विशेषीकृत भी होता है। कोशिका के संरचनात्मक रूपान्तरण के आधार पर उपकला ऊतक का वर्गीकरण निम्नानुसार है।

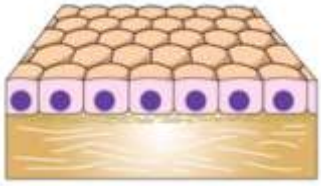
(अ) सरल उपकला (Simple epithelium) – इनमें कोशिकाओं का आधार कला पर सधा एक ही स्तर (Layer) होता है। यह प्रायः ऐसी सतहों पर पायी जाती हैं जहाँ सुरक्षा के बजाय स्त्रावण, अवशोषण द्वारा पदार्थों का आदान–प्रदान अधिक महत्वपूर्ण कार्य होता है। कोशिकाओं की आकृति एवं रचना के अनुसार यह प्रमुखतः पाँच प्रकार की होती हैं–

(I) सरल शल्की उपकला (Simple squamous epithelium) – इसमें कोशिकाएं पतली, चपटी एवं चौड़ी होती हैं जो एक–दूसरे से फर्श की टाइलों की भांति सटी रहती हैं। प्रत्येक कोशिका एककेन्द्रकीय होती है। केन्द्रक कुछ ऊपर की ओर उभरा रहता है यह उपकला केशिकाओं की भित्ति, रक्त वाहिकाओं का आन्तरिक स्तर, कूपिकाओं (Alveoli) की भित्ति आदि बनाता है (चित्र 4.1)।



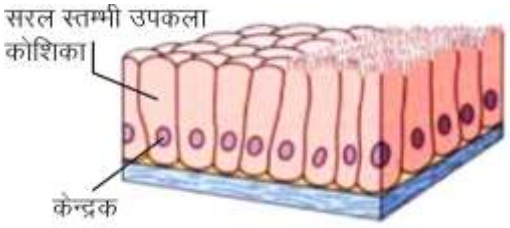
चित्र 4.1 : सरल शल्की उपकला

(II) सरल घनाकार उपकला (Simple cuboidal epithelium) – इसमें कोशिकाएँ घनाकार होती हैं, जो लम्बाई, चौड़ाई एवं ऊँचाई में समान होती हैं। इनमें केन्द्रक गोल आकार का होता है। यह ऊतक स्वेद ग्रन्थियों, थाइरॉइड ग्रन्थि, यकृत एवं जनदों में जनन उपकला के रूप में पाये जाते हैं। यह वृक्कों की नलिकाओं व ग्रन्थियों की वाहनियों में भी पायी जाती हैं। इनका प्रमुख कार्य अवशोषण है (चित्र 4.2)।



चित्र 4.2 : सरल घनाकार उपकला

(III) सरल स्तम्भी उपकला (Simple columnar epithelium) – इस ऊतक की कोशिकाएं स्तम्भाकार तथा अधिक लम्बी होती हैं। यह कोशिकाएं एक–दूसरे से सटी होती हैं। केन्द्रक कोशिका के निचले भाग में होता है। यह कोशिकाएं आमाशय, आंत्र, पित्ताशय (Gall bladder) व पित्त वाहिनियों का भीतरी स्तर बनाती हैं। यह वृक्क नलिकाओं के समीपस्थ कुण्डलित भाग में भी पाई जाती हैं (चित्र 4.3)।



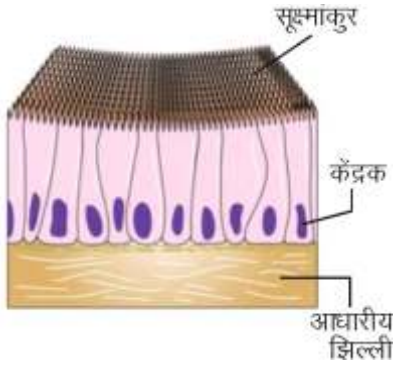
चित्र 4.3 : सरल स्तम्भी उपकला

(IV) सरल रोमाभी उपकला (Simple ciliated epithelium) – इस ऊतक की कोशिकाएं स्तम्भाकार या घनाकार होती हैं, इनके स्वतंत्र सिरों पर पक्ष्म (Cilia) पाये जाते हैं। प्रत्येक पक्ष्म के आधार पर आधार कणिका (Basal granule) होती है। इनकी कोशिकाओं के बीच में श्लेष्मा का स्त्रावण करने वाली कोशिकाएं पायी जाती हैं। इन्हें चूषक कोशिकाएं या कलश कोशिकाएं (Gobelt cells) कहते हैं। इनके पक्ष्म श्लेष्म या अन्य तरल पदार्थों को आगे की ओर धकेलते हैं। सरल रोमाभी उपकलाएं दो प्रकार की होती हैं–

(क) रोमाभी घनाकार (Ciliated cuboidal) – घनाकार कोशिकाएं जिनके स्वतंत्र छोरों पर रोम पाए जाते हैं।

(ख) रोमाभी स्तम्भाकार (Ciliated columnar) – स्तम्भाकार कोशिकाएं जिनके स्वतंत्र छोरों पर रोम पाए जाते हैं। यह ऊतक अण्डवाहिनी, मूत्रवाहिनी, श्वसनी का भीतरी स्तर बनाते हैं।

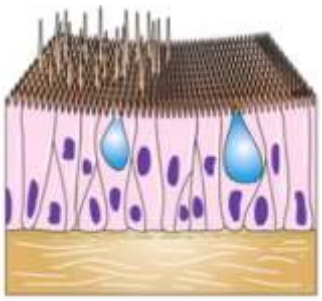
(V) सूक्ष्मांकुर युक्त स्तम्भाकार (Columnar with microvilli or brush bordered) – इस प्रकार के ऊतक में कोशिकाओं के मुक्त सिरे सूक्ष्मांकुर (Microvilli) युक्त होते हैं। यह अवशोषण क्षेत्र को कई गुना बढ़ा देता है तथा क्षुद्रान्त में पाया जाता है। वृक्क में वृक्कों की समीपस्थ वलयित (Proximal convoluted Tubule-PCT) की घनाकार उपकला में सूक्ष्मांकुर होते हैं (चित्र 4.4)।



चित्र 4.4 : सूक्ष्मांकुर युक्त स्तम्भाकार उपकला

(ब) कूटस्तरित उपकला (Pseudostratified epithelium)– श्वासनाल (Trachea), बड़ी श्वसनियों (Large bronchi), नासिका गुहा तथा कुछ अन्य लम्बी नलिकाओं में गुहाओं के चारों ओर की स्तम्भी उपकला में ही इसके आधार भाग में उसी आधार कला पर सभी छोटी–छोटी कोशिकाओं का एक यह स्तर होता है। यह कोशिकाएं उपकला में स्वतंत्र सिरे तक नहीं पहुंचती हैं इनके कारण उपकला स्तरित न होते हुए भी द्विस्तरीय दिखाई देती हैं। ऐसी उपकला प्रायः रोमाभि एवं चूषक कोशिकाओं से युक्त होती हैं। यह भी सरल रोमाभि उपकला की भांति संबंधित वाहिनियों में श्लेष्म या अन्य तरल पदार्थों के प्रवाह का संचालन करती हैं (चित्र 4.5)।

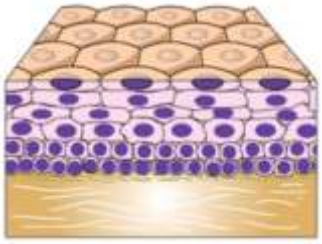
(स) स्तरित उपकला (Stratified epithelium) – यह ऊतक कोशिकाओं के दो या दो से अधिक स्तरों द्वारा निर्मित होता है। अतः इसे संयुक्त उपकला भी कहते हैं। इसकी सबसे नीचे के स्तर की कोशिकाएं प्रायः स्त्रावण व अवशोषण में मदद



चित्र 4.5 : कूटस्तरित उपकला

नहीं करती। इनका प्रमुख कार्य नीचे स्थित ऊतकों की यांत्रिक प्रतिबलों (Stress) जैसे घर्षण आदि तथा रासायनिक पदार्थों से रक्षा करना है। इनमें विभाजन की क्षमता होती है। विभाजन के फलस्वरूप बनी कोशिकाएं ऊपर की ओर खिसकती हैं। बाहरी कोशिकाओं की आकृति के आधार पर ये निम्न प्रकार की होती हैं– स्तरित शल्की उपकला, स्तरित घनाकर उपकला एवं अन्तर्वर्ती उपकला।

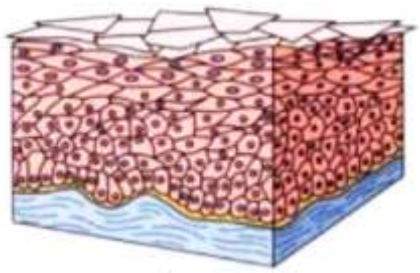
(I) स्तरित शल्की उपकला (Stratified squamous epithelium) – इसमें सबसे बाहरी स्तर की कोशिकाएं शल्की होती हैं तथा सबसे भीतरी स्तर की कोशिकाएं स्तम्भाकार अथवा घनाकार होती हैं। दोनों स्तरों के बीच बहुतलीय (Polyhedral) कोशिकाओं के अनेक स्तर होते हैं। स्तरित शल्की उपकला दो प्रकार की होती हैं (चित्र 4.6) –



चित्र 4.6 : स्तरित शल्की उपकला

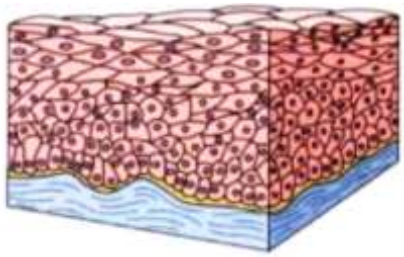
(क) किरेटिन युक्त स्तरित शल्की उपकला (Keratinized stratified squamous epithelium) – यह त्वचा की एपीथीलियम में पायी जाती है। इसके सबसे बाहरी स्तर की सक्रिय कोशिकाएं आधारकला पर स्थित होती हैं। कोशिकाओं के जीवद्रव्य में किरेटिन नामक अघुलनशील तन्तुमय प्रोटीन उपस्थित होता है। इनका केन्द्रक एवं कोशिकाद्रव्य नष्ट हो जाता है, अतः यह मृत होती हैं। किरेटिन त्वचा से पानी के वाष्पीकरण को रोकता है। यह उपकला नीचे स्थित कोशिकाओं की घर्षण से रक्षा करती है (चित्र 4.7)।

(ख) किरेटिन विहीन स्तरित शल्की उपकला (Non-keratinized stratified squamous epithelium) – यह कोशिकाएं चपटी, शल्की केन्द्रक युक्त एवं जीवित होती हैं। इनमें किरेटिन



चित्र 4.7 : किरेटिन युक्त स्तरित शल्की उपकला

का अभाव होता है। यह ऊतक सबसे नीचे का आधारी कला पर टिका स्तर घनाकार कोशिकाओं का बना होता है। मुखगुहा (Buccal cavity), ग्रसनी (Pharynx), ग्रसिका (Oesophagus) तथा योनि का स्तर बनाती हैं (चित्र 4.8)।



चित्र 4.8 : किरेटिन विहीन स्तरित शल्की उपकला

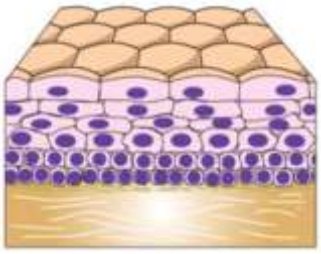
(II) स्तरित घनाकार उपकला (Stratified cubodial epithelium) – इस प्रकार की उपकला में सबसे बाहरी सतह की कोशिकाएं शल्की न होकर, घनाकार होती हैं। यह लार ग्रन्थि की बड़ी नलिका व अग्न्याशयी नलिका में पायी जाती है।

स्तरित घनाकार एवं स्तम्भी उपकला वयस्क के बजाय भ्रूण में अधिकता से पायी जाती है।

(द) अन्तर्वर्ती उपकला (Transitional epithelium) – यह एक प्रकार की स्तरित उपकला ही है परन्तु इसमें आधार कला व जनन स्तर का अभाव होता है। इसकी कोशिकाएं सजीव होती हैं। इनकी आकृति गोल होती है, जो अंगुलाकार प्रवर्धों (Finger like projection) द्वारा आपस में जुड़ी होती हैं। यह कोशिकाएं फैलने पर चपटी हो जाती हैं। अतः यह ऊतक फैलने व प्रसारित होने के लिए रूपान्तरित होती हैं। यह मूत्राशय (Urinary bladder) तथा मूत्रवाहनियों (Ureters) की भीतरी दीवार को आस्तरित करती हैं (चित्र 4.9)।

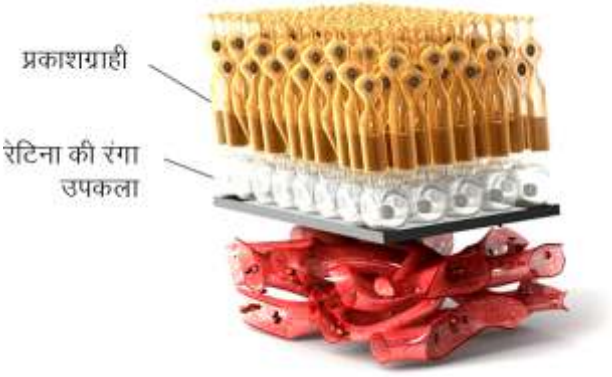
(य) विशेषीकृत उपकला (Specialized epithelium) – इस प्रकार के ऊतक की कोशिकाएं विभिन्न कार्यों के लिए रूपान्तरित हो जाती हैं। इनके रूपान्तरण निम्न प्रकार हैं–

(I) रंगा उपकला (Pigmented epithelium) – जब उपकला कोशिकाओं में कोई रंगा पदार्थ (Pigmented matter) उपस्थित होता है तब इसे रंगा उपकला कहते हैं। उदाहरण के लिए, आँख



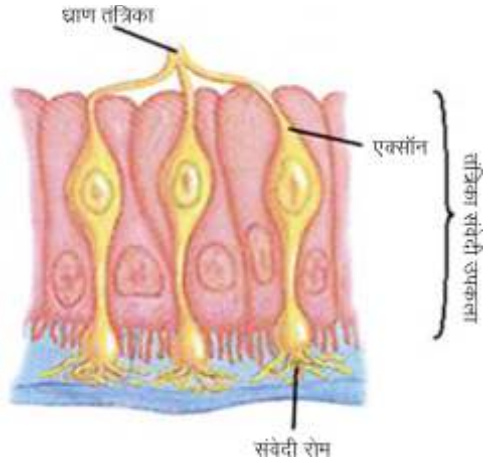
चित्र 4.9 : अन्तर्वर्ती उपकला

के रेटिना (Retina) का आधार स्तर रंगा उपकला का बना होता है। ये प्रकाश किरणों का अवशोषण करती हैं (चित्र 4.10)।



चित्र 4.10 : रंगा उपकला

(II) तंत्रिका संवेदी उपकला (Neurosensory epithelium) – घ्राण अंगों (Olfactory organs) की श्लेष्मिक कला (श्नीडेरियन कला– Schnederian membrane) अन्तःकर्णों की उपकला, स्वाद कलिकाओं तथा आँख की रेटिना में सामान्य उपकला कोशिकाओं के बीच–बीच में तंत्रिका संवेदी कोशिकाएं पायी जाती हैं। इनके स्वतंत्र छोर संवेदनाओं (Stimuli) को ग्रहण करने के लिए महीन संवेदी रोमों (Sensory hairs) के रूप में होते हैं। इनके आधार सिरे महीन तंत्रिका तंतुओं से संबंधित रहते हैं (चित्र 4.11)।



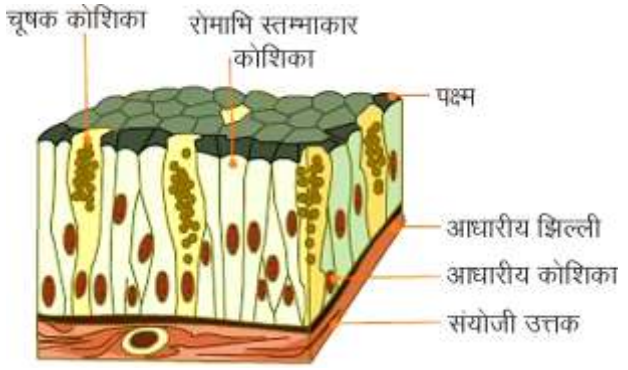
चित्र 4.11 : तंत्रिका संवेदी उपकला

(III) जनन उपकला (Germinal epithelium) – यह घनाकार उपकला कोशिकाओं के रूपान्तरण से बनती हैं। इनकी कोशिकाओं में विभाजन की क्षमता होती है। इसके विपरीत घनाकार उपकला (Cuboidal epithelium) में विभाजन क्षमता नहीं पायी जाती है। यह वृषण (Testes) एवं अण्डाशय (Ovary) में पायी जाती है (चित्र 4.12)।

चित्र 4.12 : जनन उपकला की संरचना

(IV) ग्रन्थिल ऊतक (Glandular tissue) – स्तम्भाकार ऊतक की कोशिकाएं किसी विशेष प्रकार के स्त्राव के लिए रूपान्तरित होकर ग्रन्थिल ऊतक बनाती हैं; सभी प्रकार की ग्रन्थियों का निर्माण इसी प्रकार होता है। यह निम्नलिखित दो प्रकार की होती हैं–

(क) एककोशिकीय ग्रन्थियाँ (Unicellular glands) – इन ग्रन्थियों के निर्माण में केवल एक ही कोशिका रूपान्तरित होती है। जैसे– आंत्र उपकला की श्लेष्म या चूषक कोशिकाएं (Goblet cells) (चित्र 4.13)।



चित्र 4.13 : एककोशिकीय ग्रन्थियाँ

(ख) बहुकोशिकीय ग्रन्थियाँ (Multicellular glands) – इस प्रकार की ग्रन्थियाँ अनेक कोशिकाओं से मिलकर करती बनती हैं।

कोशिका के स्त्रावी पदार्थ के निष्कासन के आधार पर यह ग्रन्थियाँ दो प्रकार की होती हैं– बहिस्त्रावी ग्रन्थियाँ व अन्तःस्त्रावी ग्रन्थियाँ।

(i) बहिस्त्रावी ग्रन्थियाँ (Exocrine gland) – इन ग्रन्थियों के स्त्रावी पदार्थ एक नलिका (Duct) के द्वारा इनके क्रियास्थल (Site of action) तक पहुँचाये जाते हैं अतः इन्हें नलिकामय ग्रन्थि (Ducted gland) भी कहते हैं। जैसे– लार ग्रन्थि, तेल ग्रन्थि, कर्ण मोम (Earwax), दुग्ध, अग्न्याशय आदि।

(ii) अन्तःस्त्रावी ग्रन्थि (Endocrine glands) – यह नलिका विहीन (Ductless glands) हैं। इनमें हार्मोन्स (Hormones) का उत्पादन होता है जिन्हें सीधे रक्त में मुक्त कर दिया जाता है, किसी नली (Duct) का अभाव होता है। जैसे– पिट्यूटरी, थाइराइड आदि।

संरचना के आधार पर ग्रन्थि, नलिकाकार (Tubular), कूपिकाकार (Alviolar), सरल या शाखान्वित होती हैं।

कोशिकाओं के बीच संधि (Junction between Cells)

उपकला एवं अन्य ऊतकों में तीन प्रकार की संधि (Junction) पायी जाती हैं–

(i) दृढ़ संधि (Tight junction) – पदार्थों को ऊतक से बाहर निकलने से रोकती है। आंतों में पाचक रस शरीर से बाहर ही रहते हैं। इसी प्रकार मूत्र नेफ्रोन तक ही सीमित रहता है।

(ii) आसंजी संधि (Adhesion junction) – यह संधि कोशिकाओं को कोशिकाद्रव्य के माध्यम से एक दूसरे को आपस में बांधे रहती है। डेस्मोसोम (Desmosome) इसी प्रकार की संधि है, यह त्वचा की कोशिकाओं में पायी जाती है।

(iii) अंतराली संधि (Gap junction) – आयनों तथा छोटे अणुओं तथा कभी–कभी बड़े अणुओं के तुरंत स्थानान्तरण में मदद करती है। इस प्रकार की संधि में दो पड़ौसी कोशिकाओं का कोशिकाद्रव्य आपस में जुड़ा होता है। हृदय व अन्य पेशियों में आयनों का विनिमय इन्हीं के कारण होता है।

2. संयोजी ऊतक (Connective Tissue)

संयोजी ऊतक भ्रुणीय मीजोडर्म (Embryonic mesoderm) से बनता है, यह शरीर के सभी भागों में फैला होता है। यह विभिन्न कोशिकाओं, ऊतकों व अंगों के बीच–बीच में भरा होता है। संयोजी ऊतक नाम शरीर के अन्य ऊतकों एवं अंग को एक दूसरे से जोड़ने तथा आलंबन के आधार पर दिया गया है। संयोजी ऊतक में कोमल ऊतक से लेकर विशेष प्रकार के ऊतक जैसे अस्थिया, उपास्थि, रक्त तथा वसीय ऊतक सम्मिलित है। शरीर का 20% भाग संयोजी ऊतक ही होता है। रक्त को छोड़कर सभी संयोजी ऊतकों में कोशिका संरचनात्मक तंतु स्त्रावित करती है, जिसे इलास्टिन या कोलेजन कहते हैं। ये ऊतक को लचीलापन, प्रत्यास्थता एवं शक्ति प्रदान करते हैं। ये कोशिका रूपांतरित पॉलिसैकेराइड का स्त्रावन करती है, जो कोशिका और तंतु के बीच में जमा होकर आधात्री (Metrix) का कार्य करता है। संयोजी ऊतकों को निम्नानुसार वर्गीकृत किया गया है–

संयोजी ऊतक (Connective Tissues) –

(i) सरल संयोजी ऊतक
- (क) अन्तरालिक ऊतक
- (ख) वसीय ऊतक
- (ग) सघन नियमित
- (घ) वर्णक ऊतक
- (ङ) जालिकामय ऊतक

(ii) रेशेदार संयोजी ऊतक
- (क) सफेद रेशेदार ऊतक
- (ख) पीला रेशेदार ऊतक

(iii) कंकालीय संयोजी ऊतक
- (क) अस्थियां
  1. कलाजात अस्थियां
  2. उपास्थिजात अस्थियां
- (ख) उपास्थियां
  1. काचाभ उपास्थि
  2. लचीली उपास्थि
  3. तन्तुमय उपास्थि
  4. कैल्सीफाइड उपास्थि

(iv) संवहन ऊतक
- (क) रक्त
- (ख) लसीका

पेशीय ऊतक (Muscular Tissues) –
- (i) अरेखित पेशी
- (ii) रेखित पेशी
- (iii) हृदय पेशी

तंत्रिका ऊतक (Nervous Tissues) –
- (i) तंत्रिका कोशिकायें
  - (क) एक ध्रुवीय
  - (ख) द्वि–ध्रुवीय
  - (ग) बहु–ध्रुवीय
- (ii) न्यूरोलियन कोशिकाएं

इनका विवरण इस प्रकार है–

(अ) सरल संयोजी ऊतक (Simple connective tissues)

(I) अन्तराली संयोजी ऊतक (Areolar connective tissue) में अधात्रि (Matrix) की मात्रा अत्यधिक होती है। यह त्वचा के नीचे स्थित होता है तथा संयोजी ऊतकों में सर्वाधिक मात्रा में पाया जाता है। अतः इसे त्वचागर्तिका ऊतक भी कहते हैं। यह उपकला के लिए आधारीय ढाँचे का कार्य करता है तथा विभिन्न अंगों के चारों ओर सुरक्षात्मक आवरण बनाता है। यह त्वचा व उपकला को पेशियों से जोड़ता है। पेशियों के चारों ओर पायी जाने वाली झिल्ली, रूधिर वाहिनियों एवं तंत्रिकाओं के परितः स्थित पेरीटोनियम (Peritonium) इसी के बने होते हैं। एक प्रकार से यह ऊतकों व अंगों की पैकेजिंग का कार्य करता है। सामान्य अन्तराली ऊतक के निम्नलिखित अवयव होते हैं–

(क) अधात्री (Matrix) – यह गाढ़ा, पारदर्शी व अधिकता में पाया जाने वाला आधार द्रव्य है। इसमें तन्तु कोशिकाओं के अतिरिक्त रुधिर केशिकाएं (Blood capillary) भी पायी जाती हैं।

(ख) तन्तु (Fibres) – अधात्री में पाये जाते हैं तथा निम्नलिखित हैं–

श्वेत कोलेजन तन्तु (White Collagen fibres), पीले इलास्टिन तन्तु (Yellow Elastin fibres), जालिकावत तन्तु (Reticular fibres)।

(ग) संयोजी ऊतक कोशिकाएं (Connective tissue cells) – एरिओलर संयोजी ऊतक की अधात्रि में निम्न प्रकार की कोशिकाएं पायी जाती हैं–

(i) फाइब्रोब्लास्ट (Fibroblasts) – यह कोशिकाएं अनियमित आकार की, चपटी, बड़ी तथा शाखित होती हैं। इनका कार्य अधात्रि तन्तुओं का निर्माण करना है।

(ii) मैक्रोफेजेज (Macrophases) या हिस्टोसाइट्स (Histocytes) – ये अमीबीय (Ameboid) कोशिकाएं हैं जो बड़े आकार की तथा संख्या में अधिक होती हैं। इनका प्रमुख कार्य जीवाणुओं, रोगाणुओं, हानिकारक पदार्थों एवं मृत कोशिकाओं का भक्षण करना है।

(iii) मास्ट कोशिकाएं (Mast cells) – यह छोटी, गोल या अण्डाकार कोशिकाएं हैं। यह संख्या में कम होती हैं। इनका जीवद्रव्य कणिकीय होता है। यह कोशिकाएं हिपेरिन (Heparin), हिस्टेमीन (Histamine) तथा सीरोटोनिन (Serotonin) पदार्थों को स्त्रावित करती हैं। हिपेरिन रुधिर वाहिनियों में रुधिर को जमने से रोकता है। हिस्टेमिन प्रतिएलर्जन (Antiallergic) होता है तथा सीरोटोनिन वाहिका–संकीर्णक का कार्य करता है। यह रक्तदाब को भी बढ़ाता है।

(II) वसा ऊतक (Adipose tissue) – वसा ऊतक एरियोलर ऊतक (Areolar tissue) से ही उत्पन्न होता है। इसकी अधात्रि में गोल या अण्डाकार बड़ी तथा फाइब्रोब्लास्ट के समान वसा कोशिकाएं (Fat cells) पायी जाती हैं। प्रारम्भ में इन कोशिकाओं में वसा छोटी–छोटी बूँदों के रूप में होती है जो बाद में सभी के आपस में मिल जाने से एक बड़ी वसा गोलिका (Fat globule) में बदल जाती है। बाद में कोशिका के अधिकांश भाग को वसा गोलिका ही घेर लेती है। इसलिए जीवद्रव्य (Protoplasm) केवल परिधीय क्षेत्र में सीमित रह जाता है। वसा ऊतक की अधात्रि (Matrix) में वसा कोशिकाओं के अतिरिक्त कुछ मास्ट कोशिकाएं तथा कोलेजन व इलास्टिन के तन्तु भी मिलते हैं। वसा ऊतक सामान्यतः त्वचा के नीचे पाया जाता है। शरीर का लगभग 15% भाग वसा ऊतक से बनता है। यह ऊतक त्वचा के नीचे का वसीय स्तर (Sub cutaneous adipose layer) बनाता है। वसा ऊतक एक तापरोधी (Heat insulating) परत बनाता है। यह बाह्य आघातों, खिंचाव व दबाव से भी बचाता है। यह ऊतक संचित खाद्य रिजर्व के रूप में कार्य करता है। अतिरिक्त भोज्य पदार्थों को वसा के रूप में परिवर्तित कर वसा ऊतक में संग्रहित किया जाता है। मानव शिशु व गिलहरियों में भूरी वसा पायी जाती है। यह श्वेत वसा से 20 गुना अधिक ऊर्जा उत्पादक होती है।

(III) सघन संयोजी ऊतक (Dense connective tissue)– जैसा कि नाम से स्पष्ट है, इस ऊतक में कोशिकाएं व तंतु दृढ़ता से व सघन रूप से व्यवस्थित रहती हैं। इसमें फाइब्रोब्लास्ट कोशिकाओं की संख्या अधिक होती है। तंतुओं की संख्या अधिक होने के कारण सघन संयोजी ऊतक की प्रत्यास्थता अधिक होती है।

तंतुओं की प्रकृति के आधार पर संघन संयोजी ऊतक निम्नलिखित दो प्रकार के होते हैं–

(क) सघन नियमित संयोजी ऊतक (Dense regular connective tissue) – इसमें श्वेत कोलेजन तन्तु गुच्छों के रूप में पाए जाते हैं तथा तंतुओं के बीच फाइब्रोब्लास्ट कोशिकाएं कतार में व्यवस्थित रहती हैं। यह कोशिकाएं चपटी व लम्बी होती हैं। इसके तंतुओं पर हल्की एवं गहरी धारियाँ (Bands) पायी जाती हैं। इस प्रकार का ऊतक प्रत्यास्थ होने के साथ ही दृढ़ता प्रदान करता है। यह अस्थियों को पेशियों से जोड़ने वाली कण्डराओं (Tendons) में पाया जाता है। इसके कारण ही पेशियों द्वारा अस्थियों का भाग खिंचता है।

(ख) सघन अनियमित संयोजी ऊतक (Dense irregular connective tissue) – इसकी अधात्रि में पीले इलास्टिन तन्तु पाए जाते हैं। इन तन्तुओं में प्रत्यास्थता का गुण पाया जाता है। यह प्रत्यास्थ तन्तु विभिन्न दिशाओं में शाखित होते हैं। कुछ फाइब्रोब्लास्ट कोशिकाएं इन तंतुओं के बीच छितरी रहती हैं।

अतः यह ऐसे स्थानों पर मिलता है जहाँ लोच की आवश्यकता होती है। यह दो अस्थियों को जोड़ने वाली रेशेदार स्नायु (Ligament) में पाया जाता है। लिगामेंट अस्थियों को उनकी स्थिति में बनाये रखकर जोड़ों पर गति संभव बनाते हैं।

(ल) कंकालीय संयोजी ऊतक (Skeletal tissue) –

कशेरूकी प्राणियों के शरीर में अतः कंकाल पाया जाता है जिसे आलम्बी ऊतक भी कहते हैं। यह अस्थियों (Bones) तथा उपास्थियों (Cartilage) द्वारा बना होता है।

(I) अस्थि (Bones) –

यह अत्यन्त ठोस (Solid) और मजबूत आलम्बी ऊतक है। इसका आधारी ऊतक लचीली ओसिन नामक प्रोटीन का बना होता है। यह कैल्शियम, मैग्नीशियम के फॉस्फेट, सल्फेट, कार्बोनेट और फ्लोराइड लवणों के जमा हो जाने से ये अत्यन्त ठोस हो जाती है। खोखली हड्डियों में अस्थि मज्जा (Bone marrow) पायी जाती है। सिरों के अस्थि मज्जा को लाल अस्थि मज्जा तथा मध्य की अस्थि मज्जा को पीली अस्थि मज्जा कहते हैं। लाल अस्थि मज्जा में रक्त कणिकाओं का निर्माण होता है। अस्थि की बाहरी परत पेरिओस्टियम (Periosteum) तथा आन्तरिक परत एण्डोस्टियम (Endosteum) कहलाती है। ओस्टियोब्लास्ट (Osteoblasts) की दो कतारें भी पायी जाती हैं जो क्रमशः बाह्य तथा आन्तरिक कतारें कहलाती हैं। इस प्रकार की कोशिकाएं ओस्टियोसाइट्स तथा मेट्रिक्स का निर्माण करती है। ओसीन प्रोटीन मेट्रिक्स का निर्माण करती है। इसके पश्चात् कैल्शियम लवण जमा हो जाते हैं। यह क्रिया केल्सीकरण (Calcification) कहलाती है (चित्र 4.14)।

चित्र 4.14 : अस्थि का अनुप्रस्थ काट

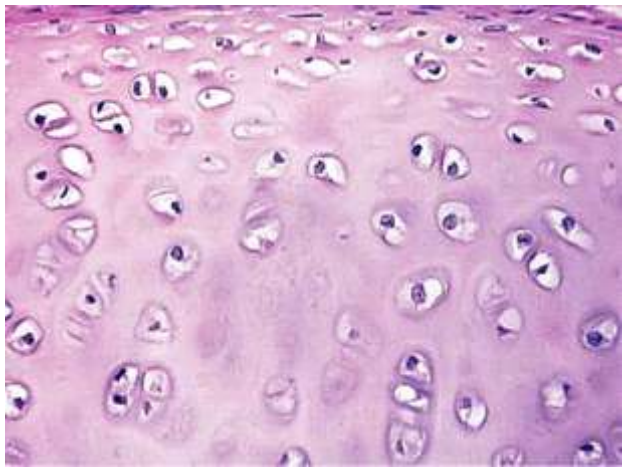
हैवर्सियन तंत्र (Haversean system) का निर्माण ओस्टियोसाइट्स करती है। इसके मध्य एक नलिका पाई जाती है। जिसे कि हैवर्सियन नलिका कहते हैं। प्रत्येक नलिका को चारों तरफ से 4–20 तक संकेन्द्रीय लैमेली (Concentric lamillae) घेरे रहती है। प्रत्येक हैवर्सियन नलिका में रक्त नलिकायें व तंत्रिकायें पाई जाती हैं। रक्त नलिकाओं में रक्त नलिकायें व तंत्रिकायें पाई जाती हैं। रक्त नलिकाओं से पोषक तत्व हैवर्सियन तंत्र की कैनालिकुली की सहायता से सभी ओस्टिओसाइट्स तक पहुँचते हैं।

ठोस अस्थियां तथा स्पंजी अस्थियां – ठोस अस्थियां लम्बी हड्डियों के शैफ्ट में उपस्थित होती हैं। स्पंजी अस्थियां कशेरूकी, पसलियां, कपाल और लम्बी हड्डी के अधिप्रवर्ध (Epiphysis) में पायी जाती है। अस्थियों की निर्माण क्रिया को अस्थि जनन (Osteogenesis) कहते हैं।

(II) उपास्थि (Cartilage) –

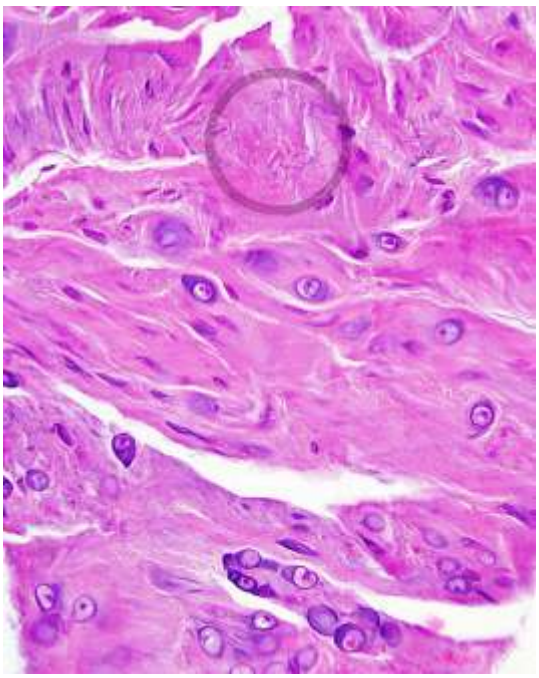
उपास्थि मजबूत लेकिन अर्धठोस आलम्बी ऊतक है। इसमें मैट्रिक्स (Matrix) तथा कोन्ड्रिओब्लास्ट (Chondrioblast) कोशिकाएं पाई जाती है। मैट्रिक्स मुख्यतया कोन्ड्रिन (Chondrin) प्रोटीन से बना होता है तथा इसमें कोलेजन तन्तु भी पाये जाते हैं। उपास्थि में लचीलापन, कोन्ड्रिन प्रोटीन के कारण होता है। कोन्ड्रियोसाइट्स (Chondriocytes) का निर्माण कोन्ड्रियोब्लास्ट से होता है। कोन्ड्रियोब्लास्ट के चारों तरफ गर्तिका (Lacunae) पाई जाती है। इसकी झिल्ली में महीन रक्त वाहिनियां पाई जाती हैं। जो कोन्ड्रियोसाइट्स को भोजन व O_2 प्रदान करती है। उपास्थि के चारों तरफ पेरिकॉन्ड्रियम (Pericondrium) आवरण पाया जाता है। उपास्थियां चार प्रकार की होती हैं–

(क) काचाभ या हाइलाइन उपास्थि (Hyaline cartilage) – यह पारदर्शक, हल्के नीले रंग की होती है। इसमें तन्तु नहीं पाये जाते हैं। यह उरोस्थि तथा पसलियों में पाई जाती है (चित्र 4.15)।



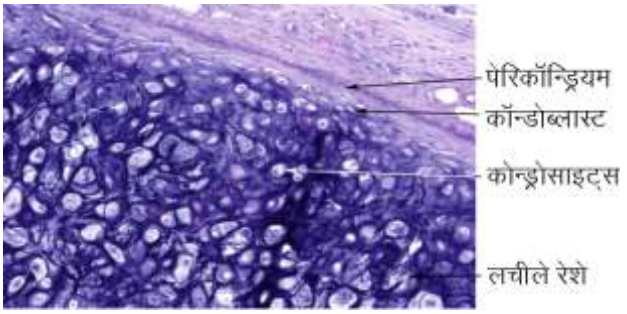
चित्र 4.15 : काचाभ या हाइलाइन उपास्थि का मैट्रिक्स

(ख) लचीली उपास्थि (Elastic cartilage) – इसके मैट्रिक्स में पीले इलास्टिक तंतु पाये जाते हैं जो शाखित होते हैं। यह कर्ण (Pinna) तथा नाक के सिरे में पाई जाती है (चित्र 4.16)।



चित्र 4.16 : लचीली उपास्थि का मैट्रिक्स

(ग) तंतुमय उपास्थि (Fibrous cartilage) – इसके मैट्रिक्स में सफेद कोलेजिन तन्तु के गुच्छे (Bundles) पाये जाते हैं। यह दृढ़ उपास्थि है तथा इससे अन्तः कशेरूक गद्दियाँ तथा श्रोणि मेखला की प्यूविक सिम्फाइसिस का निर्माण होता है (चित्र 4.17)।

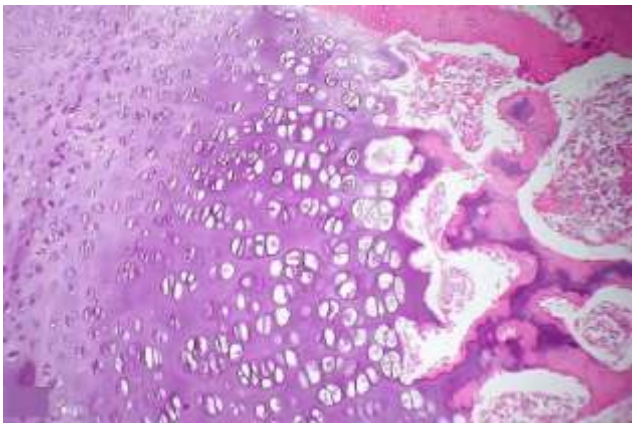


चित्र 4.17 : तंतुमय उपास्थि का मैट्रिक्स

(घ) कैल्सीफाइड उपास्थि (Calcified cartilage) – कैल्शियम लवणों के जमा होने के कारण यह अस्थि अत्यन्त कठोर हो जाती है तथा लचीलापन समाप्त हो जाता है। यह उपास्थि श्रोणि मेखला की प्यूबिस (Pubis) तथा मेंढक में सुप्रा–स्कैपुला (Supra scapula) के रूप में देखी जाती है (चित्र 4.18)।

(स) संवहन ऊतक (Vascular tissue) –

(I) रक्त (Blood) – रक्त विभिन्न पदार्थों (कार्बनिक, अकार्बनिक, गैसों तथा अन्य पदार्थों) को शरीर में एक स्थान से



चित्र 4.18 : कैल्सीफाइड उपास्थि का मैट्रिक्स

दूसरे स्थान पर भेजता है। रक्त एक तरल ऊतक (Liquid tissue) है। रक्त दो संघटकों से मिलकर बना होता है–

(क) प्लाज्मा (ख) रक्त कणिकायें

(क) प्लाज्मा (Plasma) –

प्लाज्मा हल्के पीले रंग का होता है। यह क्षारीय (pH 7.4) होता है तथा इसमें 90% जल होता है जिसके कारण यह वाहक (Carrier) का कार्य करता है। एक वयस्क मनुष्य में उसके भार का 5-7% रक्त होता है। रक्त प्रोटीन एल्ब्यूमिन (परासरण) दाब को उत्पन्न करता है। ग्लोब्युलिन, हार्मोन्स तथा रासायनिक पदार्थों का स्थानान्तरण तथा प्रतिरक्षी का कार्य करते हैं। प्रोथ्रोम्बिन तथा फाइब्रिनोजिन रक्त के स्कन्दन का कार्य करते हैं, तथा प्लाज्मा के अकार्बनिक घटक उत्पन्न करता है। Ca हड्डियों के लिये आवश्यक तथा रक्त के स्कंदन में सहायक होता है। फाइब्रिनोजिन प्रोटीन रहित प्लाज्मा को 'सीरम' कहते हैं।

रक्त में उपस्थित एन्जाइम्स विभिन्न प्रकार की जैव रासायनिक क्रियाओं में उत्प्रेरक का कार्य करते हैं। हर्मोन्स द्वारा विभिन्न प्रकार की जैविक क्रियाओं को नियंत्रित किया जाता है।

(ख) रक्त कणिकायें (Blood Cells) –

(i) लाल रक्त कणिकायें (RBC) –

लाल रक्त कणिकाओं में हीमोग्लोबिन पाया जाता है इस कारण इनको लाल रक्त कणिकायें कहते हैं। हीमोग्लोबिन वर्णक लाल रंग का होता है। यह ऑक्सीजनसे मिल कर आक्सी–हीमोग्लोबिन बनाता है। लाल रक्त कणिकायें कोशिकाओं को ऑक्सीजन संचार करती है। यह वृत्ताकार उभयोत्तल (Biconvex) तथा केन्द्रकविहीन होती हैं। यद्यपि अपरिपक्व लाल रक्त कणिकाओं में केन्द्रक, माइटोकॉन्ड्रिया, अंतःप्रद्रव्यी जालिका पाई जाती है। लेकिन परिपक्व अवस्था में यह संरचनायें त्याग दी जाती है। वयस्क महिला में लगभग 40–50 लाख/घन मि.

मी. तथा वयस्क पुरुष में 50–60 लाख/घन मि.मी. लाल रक्त कणिकायें पायी जाती हैं। लाल रक्त कणिकाओं की आयु 120 दिन होती है (चित्र 4.20)।

(ii) श्वेत रक्त कणिकायें (WBC) –

श्वेत रक्त कणिकाओं में हीमोग्लोबिन नहीं पाया जाता है अतः इसीलिये इन्हें श्वेत रक्त कणिकायें कहते हैं। वयस्क मनुष्य में ये लगभग 7000–10000 प्रति घन मि.मी. होती हैं (चित्र 4.20)। ये निम्न प्रकार की होती हैं–

1. कणिकामय ल्यूकोसाइट्स (Granular leukocytes) – इसके द्रव्य में कण (Granules) पाये जाते हैं। ये तीन प्रकार की होती हैं–

उदासीनुरागी (Neutrophils) – ये 60-70% होती है। ये अम्लीय क्षारीय रंगों द्वारा रंगी जा सकती है। इनके केन्द्रक में कई पालियां होती हैं। ये भक्षकाण्विक होती है।

इओसिनोरागी (Eosinophils) – ये केवल इओसीन (अम्लीय) रंग से रंगी जा सकती है। ये आकार में बड़ी होती है और इनका केन्द्रक द्विपालित होता है। इनका औसत जीवनकाल 8–12 दिन होता है। ये हिस्टेमिन का स्त्राव करती है जो एलर्जी के समय शरीर की रक्षा करता है।

क्षारकरागी (Basophils) – ये कोशिकाएं कुल WBC की 0.5–4% होती हैं। ये कोशिकाएं हिस्टेमिन एवं हिपेरिन का स्त्राव करती है इनमें फैगोसाइटोसिस (आंशिक रूप से) होती हैं। हिपेरिन प्रतिस्कंदक का कार्य करता है।

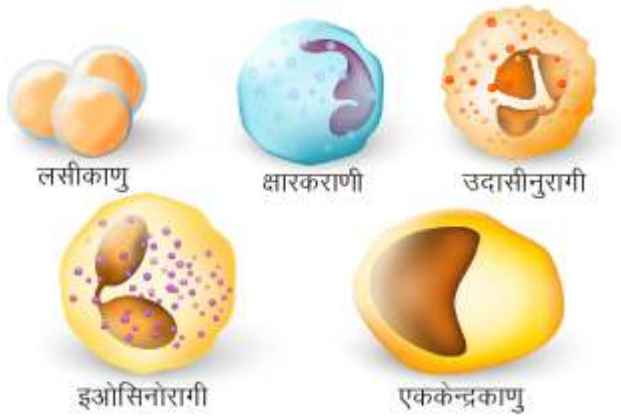
2. अकणिकामय ल्यूकोसाइट्स (Agranulocytes) – ये सम्पूर्ण WBC की 25-30% होती है। इनके कोशिका द्रव्य में कणिकाएं अनुपस्थित होती हैं। ये केन्द्रक की स्थिति तथा आकार के आधार पर दो प्रकार की होती हैं–

लसीकाणु (Lymphocytes) – ये सम्पूर्ण WBC की 25–30% होती है। इनका केन्द्रक गोलाकार या वृक्क की आकृति का होता है। इनमें केन्द्रक की तुलना में कोशिका द्रव्य की मात्रा बहुत कम होती है। ये भी दो प्रकार की होती है–B– लिम्फोसाइट्स तथा T– लिम्फोसाइट्स। ये प्रतिरक्षियों का उत्पादन करती हैं तथा फाइब्रोप्लास्ट का भी निर्माण करती हैं।

एककेन्द्रकाणु (Monocytes) – ये सम्पूर्ण WBC की 4-5% तक हो सकती है। इनमें कोशिका द्रव्य की मात्रा लिम्फोसाइट की तुलना में अधिक होती है। ये कोशिकाएं न्यूट्रोफिल्स की तरह ही शरीर में प्रवेश करने वाले सूक्ष्म जीवों को फेगोसाइटोसिस की विधि से नष्ट करती है (चित्र 4.19)।

(iii) रक्त पट्टिकाणु (Blood Platelets) –

ये थ्रोम्बोप्लास्टिन नामक पदार्थ स्त्रावित करती है एवं अत्यन्त छोटी, चपटी, गोलाकार, केन्द्रक विहीन तथा प्लेट जैसी



चित्र 4.19 : श्वेत रक्त कणिकाएँ

होती है। इनकी संख्या लगभग 1.5–4 लाख/घन मि.मी. होती है। इनकी उत्पत्ति लाल रक्त मज्जा (Red bone marrow) से होती है। ये रक्त वाहिनी को चोट ग्रस्त होने पर उसकी सीलिंग (बन्द करना) का कार्य करती हैं। थ्रोम्बोप्लास्टिन रक्त के स्कंदन में सहायक है (चित्र 4.20)।

चित्र 4.20 : रक्त कणिकाएँ

(II) लसीका (Lymph)

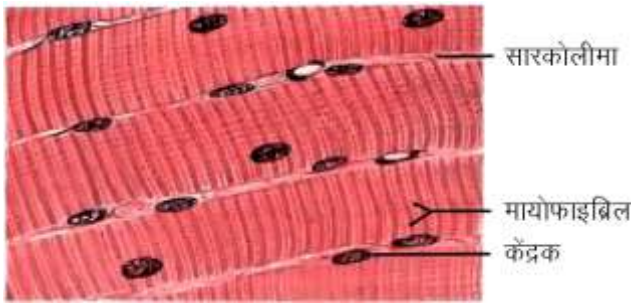
लसीका एक दूसरा संयोजी तरल ऊतक है जो कोशिकाओं तथा ऊतकों के मध्य पाया जाता है। लसीका में उपस्थित कणिकायें ल्यूकोसाइट्स होती है। लसीका का संयोजन इस प्रकार भी समझा जा सकता है कि यदि रक्त में से लाल कणिकायें प्लेटलेट्स, प्रोटीन और कुछ लवण निकाल दिये जावें तो शेष द्रव्य लसीका कहलाता है। लसीका द्वारा पदार्थों का रक्त से ऊतक से रक्त में आवागमन होता है। लसिकीय WBC अन्दर आने वाले हानिकारक सूक्ष्म जीवों को नष्ट कर देती है।

3. पेशीय ऊतक (Muscular Tissues)

पेशीय कोशिकायें पेशीय ऊतकों का निर्माण करती हैं। पेशीय होने के कारण संकुचनशील तथा लम्बी भी होती है, यह तीन प्रकार की होती है।

(A) कंकाल पेशी (Skeletal muscles) – कंकाल पेशी तर्कुनुमा अशाखित, मोटे तथा धारहीन सिरे के तन्तुओं की बनी होती है। इनका व्यास 10–100 से.मी. होता है। इनकी गति स्वेच्छा पर निर्भर करती है, अतः इनको ऐच्छिक पेशी भी कहते हैं। इनकी कोशिका झिल्ली को सारकोलीमा तथा कोशिका द्रव्य को सारकोप्लाज्म कहते हैं। इसमें मायोरेशिका (Myofibril) पाये जाते हैं। इसके तन्तुओं में अनुप्रस्थ धारियां पाई जाती हैं।

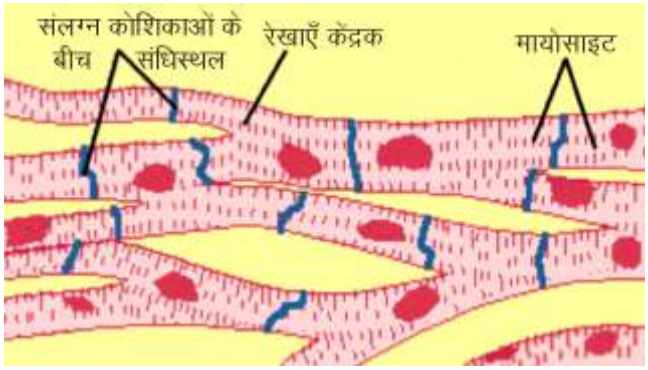
इनमें A-धारियां तथा I-धारियां पाई जाती हैं। पेशीय जीव द्रव्य में पेशीय तन्तु पाये जाते हैं। ये दो प्रकार के होते हैं– मोटे तन्तु तथा पतले तन्तु। पतले तन्तु, मोटे तन्तुओं के बीच समानान्तर चलते हैं और उनका एक सिरा Z-रेखा से जुड़ जाता है। मोटे तन्तु मायोसीन प्रोटीन के बने होते हैं। मायोसीन तन्तु A–पट्टियों पर लम्बवत रहते हैं। पतले तन्तु एक्टिन (actin), ट्रोपोमाइसिन तथा ट्रोपोनिन प्रोटीन के बने होते हैं। इसका प्रत्येक टुकड़ा संकुचनशील इकाई (Contractile unit) की तरह कार्य करता है जिसको सारकोमियर (Sarcomere) कहते हैं। सिकुड़ने पर दोनों मोटे तथा पतले तन्तु अपनी वास्तविक लम्बाई बनाये रखते हैं। पेशी का संकुचन स्लाइडिंग फिलामेन्ट परिकल्पना (Sliding filament hypothesis) से समझाया जा सकता है (चित्र 4.21)।



चित्र 4.21 : कंकाल पेशी का अनुप्रस्थ काट

(B) हृदय पेशी (Cardiac muscles) – हृदय पेशी से हृदय की दीवार बनती है। इसकी कोशिकाओं की लम्बाई लगभग 85-100µm तथा चौड़ाई 15µm होती है। ये पेशी समानान्तर होती है। इनकी कोशिकाओं में एक या दो केन्द्रक पाये जाते हैं। इनके जीवद्रव्य (Sarcoplasm) में पेशी तन्तु, माइट्रोकॉन्ड्रिया (अधिक संख्या में) और ग्लाइकोजिन के कण पाये जाते हैं, क्योंकि हृदय निरंतर धड़कता रहता है अतः इसकी कोशिकाओं को ज्यादा ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसमें संकुचनशील तन्तु पाये जाते हैं। ये एक्टिन तथा मायोसिन प्रकार के तन्तु होते हैं। हृदय पेशी का संकुचन, अनैच्छिक, शक्तिशाली तथा निरंतर होता है (चित्र 4.22)।

(C) अरेखित पेशी (Unstirped muscles) – अरेखित पेशी को अनैच्छिक पेशी भी कहते हैं। ये वृषण, मूत्रवाहिनियों, मूत्राशय, आहारनाल की दीवार तथा रक्त वाहिनियों में पाई जाती हैं। ये



चित्र 4.22 : हृदय पेशी का अनुप्रस्थ काट

तर्कु–रूपी होती हैं। प्रत्येक कोशिका एक पेशी तन्तु (Muscle fibre) बनाती है। इसमें एक केन्द्रक पाया जाता है। कोशिका द्रव्य में अनेक छोटे–छोटे पेशीय तन्तुक पाये जाते हैं, जो फैलते व सिकुड़ते रहते हैं। इन पेशियों के सूत्रों में तंत्रिका तन्तु अनुकम्पी तंत्रिका तंत्र से आते हैं (चित्र 4.23)।

चित्र 4.23 : हृदय पेशी

4. तंत्रिका ऊतक (Nervous Tissues)

तंत्रिका ऊतक तंत्रिका तंत्र का निर्माण करता है। तंत्रिका ऊतक तंत्रिका कोशिकाओं का बना होता है। ये दो प्रकार की होती हैं।

1. तंत्रिका कोशिकायें (Neurons)
2. ग्लियल कोशिकायें (Glial cells)

तंत्रिका कोशिका में कई लम्बे प्रवर्ध पाये जाते हैं। इनके द्वारा संवेदनाओं के संप्रेषण का कार्य होता है। ग्लियल कोशिका में प्रवर्ध छोटे होते हैं तथा यह न्यूरोन्स को सुरक्षा एवं सहारा देती है। तंत्रिका कोशिक में जीवद्रव्यीय प्रवर्ध पाये जाते हैं। इनमें एक प्रवर्ध जो कि तुलनात्मक रूप से लम्बा होता है उसे एक्सान (Axon) कहते हैं। यह संवेदनाओं को कोशिकाओं से दूर ले जाता है। जबकि छोटे प्रवर्ध संवेदनाओं को कोशिकाओं की तरफ ले जाते हैं तथा जिन्हें द्रुमिका या डेन्ड्राइट (Dendrite) कहते हैं। एक्सान, डेन्ड्राइट से मिलते हैं। जिन्हें सिनेप्स (Synapse) या मिलने वाला स्थान कहते हैं। तंत्रिका कोशिकायें, तंत्रिका प्रवर्धों की संख्या के आधार पर तीन प्रकार की होती है।

(I) अध्रुवीय तंत्रिका कोशिकायें– इनमें एक्सान नही पाये जाते है।

(II) एकध्रुवीय तंत्रिका कोशिकायें – सिर्फ एक एक्सॉन इन कोशिकाओं में पाया जाता है, लेकिन डेन्ड्राइट का अभाव होता है। यह भ्रूण अवस्था में उपस्थित होती हैं।

(III) द्विध्रुवीय तंत्रिका कोशिकायें – इन कोशिकाओं में सिर्फ एक एक्सान तथा एक डेन्ड्राइट पाया जाता है। ये नेत्र की रेटिना तथा घ्राण उपकला में पायी जाती है।

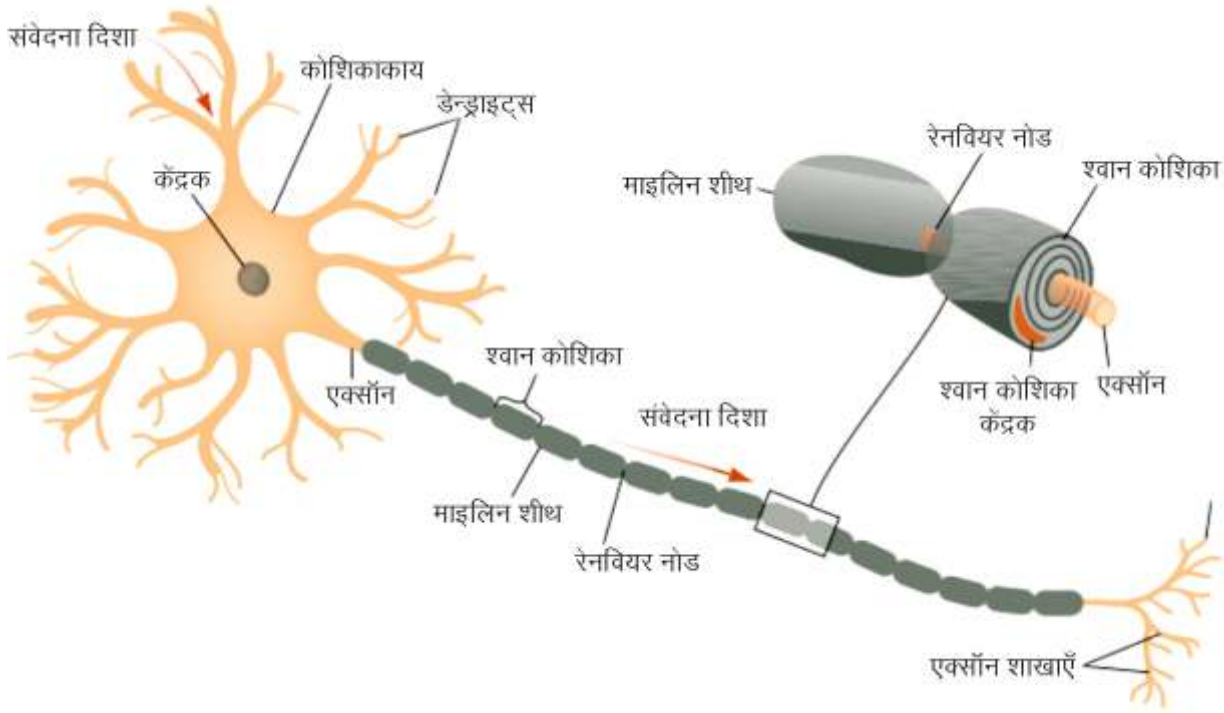
(IV) बहुध्रुवीय तंत्रिका कोशिकायें – इनमें कई प्रवर्ध उपस्थित रहते हैं तथा एक बड़ा प्रवर्ध एक्सॉन कहलाता है एवं शेष डेन्ड्राइट की तरह कार्य करते हैं। ये मस्तिष्क तथा मेरूरज्जु में पाये जाते हैं। संरचना की दृष्टि से तंत्रिका कोशिका के शरीर को साइटोन या सोमा कहते हैं। इसमें एक केन्द्रक पाया जाता है। इसमें अंतःप्रद्रव्यी जालिका भी उपस्थित रहती है तथा लाइसोसोम्स बिखरे पड़े रहते हैं। कणिकामय संरचना जिन्हें निसलकाय कहते हैं भी पायी जाती हैं। बड़े हुए प्रवर्ध को तंत्रिका तंतु कहते हैं। यह एक लम्बी झिल्ली जैसी संरचना से ढका रहता है। जिसे न्यूरोलेमा (Neurolemma) कहते हैं। न्यूरोलीमा मस्तिष्क तथा मेरूरज्जू में नहीं पाई जाती है। कुछ तंत्रिका तन्तुओं में मालिनीकृत (Mylenated) आवरण पाये जाते हैं। इनमें निश्चित स्थान पर खांच पाई जाती है। जिसे रेनवियर पर्व (Ranvier nodes) कहते हैं। जिन तंत्रिका तंतुओं पर मायलीन आवरण नहीं होता है, उन्हें मज्जाविहीन (Nonmedullated) तंतु कहते हैं। ये सामान्यतः मालनीकृत तंतुओं से छोटे होते हैं। स्वायत्त तंत्रिका तंत्र में अमायलिनीकृत तंतु पाये जाते हैं (चित्र 4.24)।

अंग एवं अंगतंत्र (Organ and Organ System)

शरीर निर्माण में विभिन्न ऊतक तंत्र आपस में मिलकर अंगों का निर्माण करते हैं। उदाहरण के लिए चारों प्रकार के ऊतक जैसे उपकला, संयोजी, पेशी तथा तंत्रिका इत्यादि मिलकर आमाशय (Stomach) का निर्माण करते हैं। लेकिन पाचन का कार्य करने के लिए बहुत से अंग जैसे मुख, आमाशय, आंत, अग्नाशय इत्यादि सहयोग करते हैं। इसीलिए इन सब अंगों को मिलाकर पाचन तंत्र (Digestive system) कहा जाता है। अतः जो अंग सहकारिता के आधार पर कार्य कर समूह बनाते हैं अंग तंत्र (Organ system) कहलाते हैं। जन्तुओं के शरीर में अनेक तंत्र होते हैं जैसे श्वसन तंत्र, उत्सर्जन तंत्र, पेशी तंत्र, अध्यावरणी तंत्र, तंत्रिका तंत्र, जनन तंत्र इत्यादि मिलकर एक शरीर का निर्माण करते हैं।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. रचना एवं कार्यिकी में एक समान कोशिकाओं के समूह को ऊतक (Tissue) कहते हैं।
2. जीव विज्ञान की वह शाखा जिसमें ऊतकों की संरचना एवं कार्यों का अध्ययन किया जाता है उसे औतिकी (Histology) कहते हैं।
3. 'औतिकी' का जनक मारसेलो मेल्पीघी (Marcello malpighi) है तथा हिस्टोलोजी (Histology) शब्द मायर (Mayr) ने दिया जबकि ऊतक शब्द का प्रयोग सर्वप्रथम बिचाट (Bichat) द्वारा किया गया।
4. जन्तुओं के शरीर में चार प्रकार के ऊतक पाये जाते हैं – उपकला ऊतक, संयोजी ऊतक, पेशी ऊतक तथा तंत्रिका ऊतक।
5. ऊतकों के संगठन द्वारा अंग व अंगों द्वारा अंग तंत्र का निर्माण होता है।



चित्र 4.24 : बहुध्रुवीय तंत्रिका कोशिका की संरचना

6. सरल उपकला ऊतक तीन प्रकार के हैं – शल्की उपकला, घनाकार उपकला तथा स्तम्भाकार उपकला।
7. उपकला एवं अन्य ऊतकों में तीन प्रकार की संधि (Junctions) पायी जाती है। ये हैं – दृढ़, आसंजी तथा अंतराली संधि।
8. संयोजी ऊतकों को तीन प्रमुख प्रकारों में वर्गीकृत किया गया है (i) सामान्य ढीला संयोजी ऊतक (ii) सघन संयोजी ऊतक तथा (iii) विशिष्टीकृत संयोजी ऊतक।
9. सघन संयोजी ऊतक को दो भागों में विभाजित किया गया है – (अ) नियमित संयोजी ऊतक तथा (ब) अनियमित संयोजी ऊतक।
10. अस्थि, उपास्थि तथा रक्त विशिष्ट प्रकार के संयोजी ऊतक है।
11. ऊतकीय तथा कार्यिकी विभिन्नताओं के अनुसार पेशियाँ तीन प्रकार की होती है – (i) कंकाल पेशी (ii) चिकनी पेशी तथा (iii) हृदय पेशी।
12. एक तंत्रिका कोशिका की संरचना में तीन भाग होते हैं – अ) काय या सोमा (ब) द्रुमाक्ष एवं (स) तंत्रिकाक्ष (Axon)।
13. जन्तुओं के शरीर में अनेक तंत्र होते हैं जैसे – श्वसन तंत्र, उत्सर्जन तंत्र, पेशी तंत्र, अध्यावरणी तंत्र, तंत्रिका तंत्र, जनन तंत्र आदि मिलकर एक शरीर का निर्माण करते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. वह ऊतक जो जन्तुओं के शरीर की सतह तथा विभिन्न अंगों एवं गुहाओं की भीतरी व बाहरी आवरण बनाता है–
   (अ) उपकला ऊतक (ब) संयोजी ऊतक
   (स) पेशी ऊतक (द) तंत्रिका ऊतक
2. हृदय पेशी ऊतक पाये जाते हैं–
   (अ) हाथों में (ब) हृदय में
   (स) फेफड़ों में (द) स्नायु में।
3. अस्थि में अधात्री (Matrix) का निर्माण किस प्रोटीन के द्वारा होता है–
   (अ) सोमा (ब) फाइब्रिनोजन
   (स) औसीन (द) लसिका

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. औतिकी के जनक का नाम लिखिये।
2. कौनसी पेशी है जो बिना रूके व बिना थके एक लय से बराबर जीवनपर्यंत आकुंचन करती रहती है?
3. तंत्रिका ऊतक किस कोशिका का बना होता है?

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. उपकला ऊतक के कार्य बताइये।
2. अन्तःस्त्रावी ग्रंथि से आप क्या समझते हैं?
3. अनैच्छिक पेशियां किसे कहते हैं?

निबन्धात्मक प्रश्न

1. ऊतक क्या है? उपकला ऊतक किसे कहते हैं? संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
2. पेशी ऊतक कितने प्रकार के होते हैं? वर्णन कीजिए।
3. निम्न क्या है तथा प्राणियों के शरीर में कहां मिलते हैं?
   (अ) सामान्य ढीला संयोजी ऊतक
   (ब) विशिष्टीकृत संयोजी ऊतक

उत्तरमाला: 1 (अ) 2 (ब) 3 (स) 4 (द) 5 (अ) 6 (ब)

अध्याय – 5

पादप ऊतक

(Plant Tissue)

वनस्पति विज्ञान की शाखा, जिसके अन्तर्गत पौधों की आन्तरिक संरचना एवं इनके विभिन्न अंगों में पाये जाने वाले ऊतकों का अध्ययन किया जाता है, पादप शारीरिकी (Plant anatomy) कहलाती है।

पादप ऊतक (Plant Tissue)

एक अथवा एक से अधिक प्रकार की पास–पास व्यवस्थित कोशिकाओं का समूह जो संयुक्त रूप से मिलकर किसी एक कार्य को सम्पादित करता है उसे ऊतक कहते हैं। पादपों में कोशिकाओं की प्रकृति के आधार पर इन्हें दो वर्गों में विभेदित किया गया है।

विभज्योतक (Meristematic Tissue)

कोशिकाओं का वह समूह जिसकी कोशिकाएं निरन्तर विभाजित होती रहती हैं या विभाजन की क्षमता रखती हैं, उसे विभज्योतक कहते हैं। ग्रीक शब्द मेरिस्टो (Meristo = to divide) का अर्थ है विभाजित होना।

विभज्योतकी ऊतक के लक्षण
;Characteristics of Meristematic Tissues)

अविभेदित कोशिकाओं का समूह जिनकी कोशिका भित्ति पतली एवं सेल्यूलोज की बनी हुई, जीवद्रव्य सघन एवं रिक्तिकाओं का अभाव, सक्रिय उपापचय करने वाली, बड़ा केन्द्रक तथा इनमें मध्य अंतरकोशिकीय स्थानों (Intercellular spaces) का अभाव होता है। इसकी कोशिकाएँ पौधे की वृद्धि में महत्वपूर्ण योगदान देती है।

विभज्योत्तकों का वर्गीकरण (Classification of meristems)

उत्पत्ति व परिवर्धन के आधार पर
(On the basis of origin and development)

उत्पत्ति व परिवर्धन के आधार पर विभज्योतक तीन प्रकार के होते हैं–

(अ) प्राकविभज्योतक (Promeristem or embryonal meristem) – भ्रूणीय (Embryonal) अवस्था में परिवर्धित होता है। पादप भ्रूण के मुलांकुर (Radicle) एवं प्रांकुर (Plumule) के परिवर्धन के समय इसका उद्‌भव होता है। बीज अंकुरण के बाद नवोदभिद् के शीर्ष पर वृद्धि क्षेत्र को बनाता है। इन ऊतकों से प्राथमिक विभज्योतक बनता है।

(ब) प्राथमिक विभज्योतक (Primary meristem) – प्राकविभज्योतक से उत्पन्न होता है। इसकी कोशिकाएं लगातार विभाजनशील रहती है और प्राथमिक स्थाई ऊतक (Primary permanent tissue) का निर्माण करती है।

(स) द्वितीयक विभज्योतक (Secondary meristem) – यह पौधे की भ्रूणीय एवं प्रारम्भिक अवस्था में नहीं पाया जाता है। यह पादप के स्थाई ऊतकों में पुनः विभाजन क्षमता उत्पन्न होने पर बनता है। इसकी क्रियाशीलता से द्वितीयक वृद्धि (Secondary growth) सम्पन्न होती है।

पादप में स्थिति के आधार पर
(On the basis of position in plant)

पादप में स्थिति के आधार पर विभज्योतक चार प्रकार के होते हैं (चित्र 5.1)।

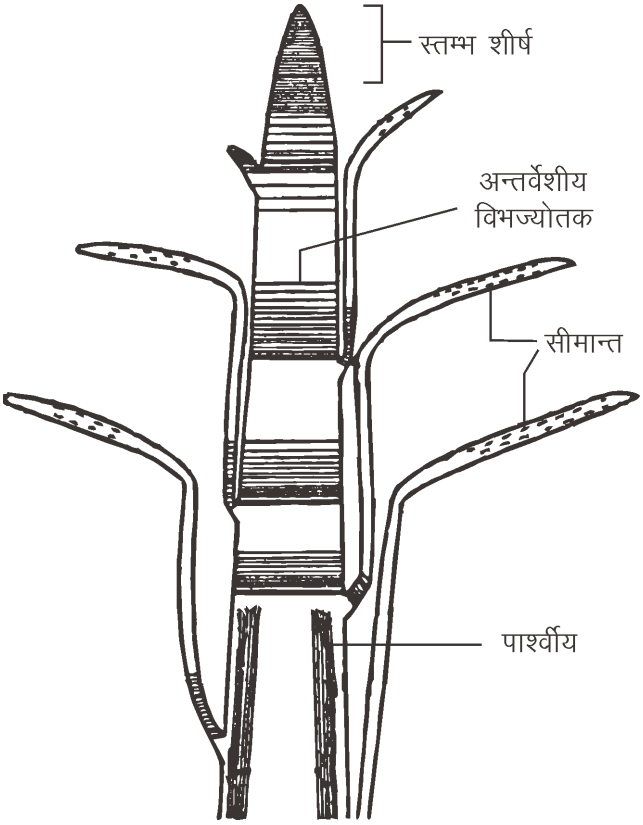
(अ) शीर्षस्थ विभज्योतक (Apical meristem) – ये मूल तथा तने के शीर्ष पर पाये जाते हैं। इनकी क्रियाशीलता से पादप अंगों की लम्बाई में वृद्धि होती है। ये दो प्रकार के हैं–

(i) मूल शीर्ष विभज्योतक (Root apical meristem)

(ii) स्तम्भ शीर्ष विभज्योतक (Shoot apical meristem)

ये पौधों की प्राथमिक वृद्धि के लिये उत्तरदायी होते हैं।

(ब) अन्तर्वेशी विभज्योतक (Intercalary meristem) – यह स्तम्भ शीर्ष विभज्यात्तक से अलग हुआ भाग है जो स्तम्भ के लम्बाई बढ़ने के कारण इससे पृथक हो जाता है अर्थात् ये



चित्र 5.1 : प्ररोह क्षेत्र में स्थित स्तम्भ शीर्ष, अन्तर्वेशी, पार्श्वीय एवं सीमान्त विभज्योतक क्षेत्र

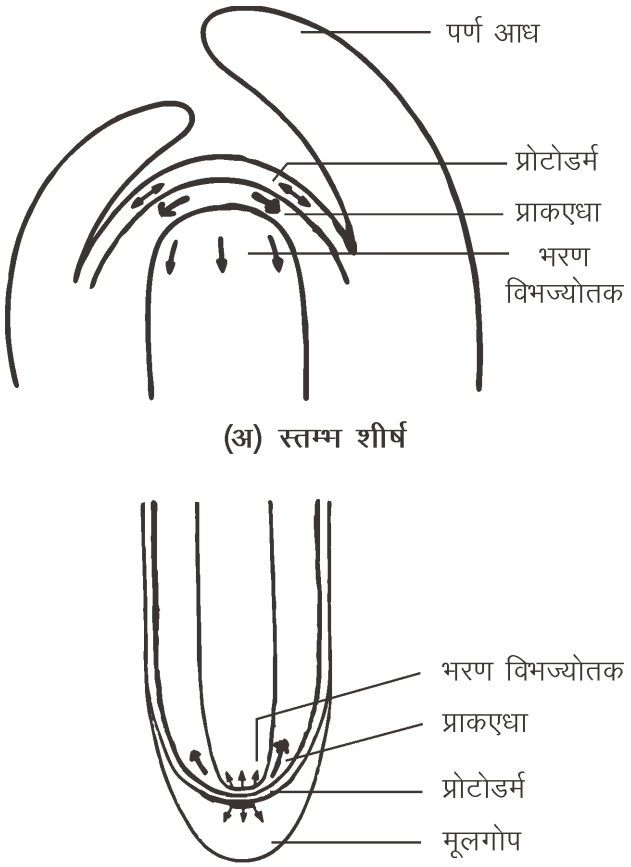
शीर्षस्थ विभज्योतक के नीचे अथवा पीछे स्थित होते हैं। इनमें कुछ समय तो विभाजन होता है परन्तु बाद में ये स्थाई ऊतकों में बदल जाते हैं। इनकी क्रियाशीलता से भी पादप अंगों की लम्बाई में वृद्धि होती है। ये सामान्यतः घासों में पर्व के आधार पर, पत्तियों के आधार पर (पर्णवृन्त की अतिरिक्त लम्बाई के लिये) पाये जाते हैं।

(स) पार्श्व विभज्योतक (Lateral meristem) – ये विभज्योतक पादप अक्ष के स्तम्भ तथा मूल में पार्श्व स्थिति में पाये जाते हैं इनमें विभाजन से द्वितीयक ऊतक बनते हैं जिनसे द्वितीयक वृद्धि होती है। इनसे पादप अंगों की मोटाई में वृद्धि होती है। जैसे :– द्वितीयक संवहन कैम्बियम, कार्क कैम्बियम।

(द) सीमान्त विभज्योतक (Marginal meristem) – ये विभज्योतक पादप अंगों की सीमा (जैसे :– पत्तियों, दलपत्र, बाह्यदल पत्रों के किनारे) पर पाये जाते हैं। इनसे अंगों की सीमाओं में वृद्धि होती है। इन्हीं से पादप के चपटे अंग विभिन्न आकृति लेते हैं। ये भी प्राथमिक विभज्योतक की प्रकृति के होते हैं।

पादपों में कार्य के आधार पर
(On the basis of function in plants)

कार्य के आधार पर विभज्योतक तीन प्रकार के हैं (चित्र 5.2 अ, ब)।



चित्र 5.2 : स्तम्भ व मूल शीर्ष में कार्य के आधार पर विभज्योतक क्षेत्र

(अ) प्रोटोडर्म (Protoderm) – यह शीर्षस्थ विभज्योतक का सबसे बाहरी भाग होता है इसमें विभाजन होने से अधिचर्मी ऊतक तंत्र (Epidermal tissue system) का निर्माण होता है। इसमें अधिचर्म, मूल रोम, स्तम्भ रोम आते हैं।

(ब) प्राकएधा (Procambium) – इनकी कोशिकाएं विभाजित होकर संवहन ऊतक तंत्र (Vascular tissue system) की प्रारम्भिक कोशिकाओं का निर्माण करती है। इसमें जाइलम व फ्लोएम ऊतक शामिल है।

(स) भरण विभज्योतक (Ground meristem) – ये स्तम्भ व मूल के शीर्षस्थ वृद्धि क्षेत्र के केन्द्रीय भाग में स्थित होता है। इनके विभाजन से भरण ऊतक तंत्र (Ground tissue system) का निर्माण होता है जिसमें अधश्त्वचा (Hypodermis), वल्कुट (Cortex), अंतश्त्वचा (Endodermis), परिरम्भ (Pericycle) एवं मज्जा (Pith) शामिल है।

विभाजन के तल के आधार पर
(On the basis of plane of division)

(अ) शिरा विभज्योतक (Rib meristem) – इसमें विभाजन केवल एक ही तल में होता है जिससे कोशिकाओं का निर्माण एक ही लाइन में होता है। वल्कुट एवं मज्जा का निर्माण इसी प्रकार के विभज्योतक से होता है।

(ब) प्लेट विभज्योतक (Plate meristem) – इस विभज्योतक की कोशिकाएं दो तलों में विभाजित होकर प्लेट या पट्टिका जैसी संरचनाएं बनाती है। जैसे बाह्य त्वचा एवं पर्ण फलक का निर्माण।

(स) संहति विभज्योतक (Mass meristem) – ऐसा विभज्योतक जो सभी संभावित तलों में विभाजन करें। इससे पादप अंगों के आयतन में बढ़ोतरी होती है। जैसे भ्रूण (Embryo) व भ्रूणपोष (Endosperm) का निर्माण।

स्थायी ऊतक (Permanent Tissue)

विभज्योतकों के द्वारा लगातार कोशिका विभाजन तथा विभेदन के बाद नई–नई कोशिकाएं बनती हैं जो रचनात्मक एवं क्रियात्मक रूप से विशिष्ठ होती है तथा इनमें विभाजन की क्षमता स्थायी या अस्थायी रूप से समाप्त हो जाती है। ये कोशिकाएं स्थायी ऊतक बनाती है। ये तीन प्रकार के होते हैं।

1. सरल ऊतक (Simple tissue)

संरचना एवं कार्य की दृष्टि से ये ऊतक एक ही प्रकार की कोशिकाओं से बने होते हैं। सरल ऊतक तीन तरह के होते हैं–

(क) मृदुतक (Parenchyma)

यह सभी पादपों एवं पादप के सभी अंगों में पाया जाता है अर्थात् यह सार्वभौमिक (Universal) ऊतक है। सामान्यतः इसकी कोशिकाएं जीवित होती है। इन कोशिकाओं की कोशिका भित्ति पतली व सेल्यूलोज (Cellulose) की बनी होती है। इनकी कोशिकाएं समव्यासी (Isodiametric) होती है। ये गोलाकार, अण्डाकार या बहुकोणीय हो सकती है। इनकी कोशिकाओं के मध्य अन्तरकोशिकीय स्थान (Inter cellular spaces) सुविकसित होते हैं (चित्र 5.3 अ)। मृदुतक संरचना एवं कार्य के आधार पर कई तरह से रूपान्तरित हो सकते हैं।

(अ) हरित मृदुतक (Chlorenchyma) – ऐसा मृदुतक जिनकी कोशिकाओं में हरितलवक (Chloroplast) प्रचुर मात्रा में होते हैं। इनकी कोशिकाएं प्रकाश संश्लेषण करती है। जैसे पत्तियों में पाये जाने वाला खम्भ ऊतक (Palisade tissue) एवं स्पंजी मृदुतक (Spongy parenchyma)।

(ब) वायुतक (Aerenchyma) – जलीय पौधों की पत्तियों एवं तनों में पाया जाने वाला ऊतक जिसमें बड़े–बड़े अन्तराकोशिक स्थल पाये जाते हैं जिनमें वायु भरी रहती है। इन्हीं के कारण जलीय पौधे पानी में तैर सकते हैं।

(स) तारककाय मृदुतक (Stellate parenchyma) – केले के पर्णवृन्त व कई जलीय पौधों में पाया जाने वाला तारे के समान आकृति वाला ऊतक है। इसका प्रमुख कार्य यांत्रिक सहायता प्रदान करना है।

(द) दीर्घ मृदुतक (Prosenchyma) – इसमें कोशिकाएं समव्यासी न होकर लम्बी तथा नुकीले सिरों वाली होती है। यह कुछ पौधों की जड़ों के परिरंभ (Pericycle) में मिलता है।

(य) विचित्र कोशिकाएं (Idioblast) – कुछ मृदुतकी कोशिकाएं पौधों के अपशिष्ट पदार्थों जैसे तेल, टेनिन, रेजिन, कैल्शियम ओंक्जेलेट के क्रिस्टल आदि का संग्रहण करती है। ये ही विचित्र कोशिकाएं होती है।

मृदुतक के कार्य

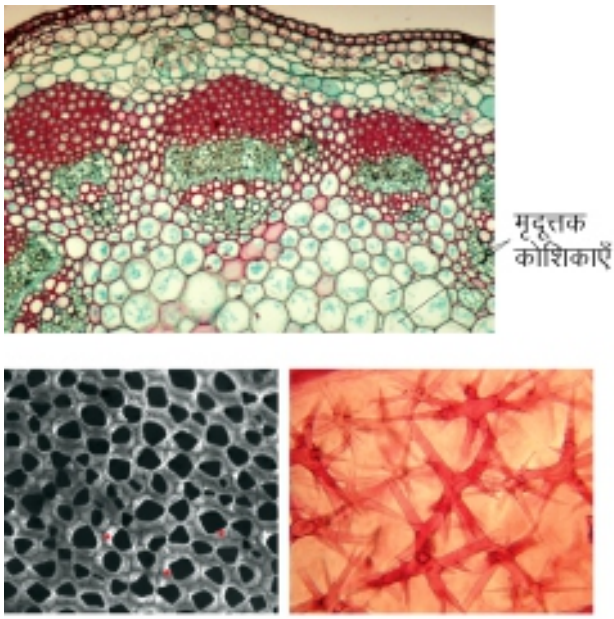
1. आवश्यकता पड़ने पर विभज्योतक हो जाती है द्वितीयक विभज्योतक का निर्माण, कार्क कैम्बियम का निर्माण, पौधों के घावों (Wounds) को भरने में सहायक है।
2. प्रकाश संश्लेषण का कार्य।
3. भोजन संग्रहण में।
4. जलीय पौधों को जल में तैरने में सहायक।
5 मरूदभिद् पौधों में जल संग्रहण का कार्य।

(ख) स्थूलकोण ऊतक (Collenchyma)

यह ऊतक दीर्घीकृत (Elongated) कोशिकाओं से बना जीवित यांत्रिक ऊतक है। इनकी कोशिका भित्ति पतली लेकिन कुछ स्थानों पर पेक्टिन का स्थूलन पाया जाता है। यह स्थूलन सामान्यतः कोशिकाओं के कोणों पर होता है (चित्र 5.3 ब)। यह प्रायः तरूण द्विबीजपत्री तनों की अधस्त्वचा (Hypodermis) बनाता है। पत्तियों के किनारों पर भी यह पाया जाता है। यह काष्ठीय पादप भागों, जड़ों व एक बीजपत्रियों में अनुपस्थित होता है। कभी–कभी इसमें हरितलवक भी पाया जाता है जिससे यह प्रकाश संश्लेषण भी कर सकता है। यह ऊतक पैक्टिन के कारण लचीला होने से पौधे के विभिन्न अंगों को फैलने की सामर्थ्य प्रदान करता है। यह कभी–कभी कॉर्कएधा (Cork cambium) भी बनाता है।

(ग) दृढ़ोतक (Sclerenchyma)

यह एक यांत्रिक ऊतक (Mechanical tissue) है जिसकी कोशिकाएं परिपक्व होने पर मृत हो जाती है। इनकी कोशिका भित्ति मोटी व लिग्नीकृत (Lignified) होती है (चित्र 5.3 स)। लिग्निन के निक्षेपण से भित्ति में विभिन्न प्रकार के गर्त (Pits) उत्पन्न हो जाते हैं। यह दो प्रकार के होते हैं–



चित्र 5.3 : सरल ऊतक (अनुप्रस्थ काट में)
(अ) मृदुतक (ब) स्थूलकोण ऊतक (स) दृढ ऊतक

(अ) दृढ़ोतक तन्तु (Sclerenchyma fiber) – ये कोशिकाएं लम्बी, पतली तथा दोनों सिरों पर नुकीली होती है। यह सबसे लम्बी कोशिकाएं हैं एवं तन्तु जैसी होती है। इनकी मोटी भित्ति होने के कारण कोशिका गुहा अत्यन्त संकड़ी रह जाती है। ये अधिकतर वल्कुट, परिरम्भ, जाइलम एवं फ्लोएम में पाये जाते हैं। ये पौधों को यांत्रिक शक्ति प्रदान करते हैं। जैसे जूट के रेशे, नारियल की जटा के रेशे दृढ़ोतक तन्तु ही होते हैं।

(ब) स्कलेरिड अथवा दृढ़ कोशिकाएं (Sclerids or stone cells) – इनकी कोशिकाएं छोटी, समव्यासीय अथवा अनियमित आकार की होती है। कोशिकाओं के सिरे नुकीले नहीं होते। ये पौधों के अंगों को अत्यधिक कठोरता प्रदान करती है। जैसे फलों की भित्ति, बीजों के आवरण, नारियल की अन्तःफल भित्ति, विक्टोरिया एवं कमल की पत्तियों में विभिन्न प्रकार के स्कलेरिड्स पाये जाते हैं।

2. जटिल ऊतक (Complex tissue)

जटिल ऊतक विषमांगी (Heterogenous) प्रकृति के होते हैं अर्थात् ये एक से अधिक प्रकार की कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं। इन्हें संवहन ऊतक (Vascular tissue) भी कहते हैं क्योंकि ये पादपों में संवहन के कार्य में सहायक है। ये दो प्रकार के होते हैं।

(क) दारू ऊतक या जाइलम (Xylem)

जाइलम शब्द जाइलोस (Xylose) से बना होता है, इसका अर्थ है काष्ठ (Wood)। यह शब्द नागेली (Nageli) ने दिया। जाइलम पादपों में जल और खनिज पदार्थों के संवहन के अतिरिक्त यांत्रिक आधार भी प्रदान करता है।

विकास के आधार पर जाइलम का अध्ययन दो रूपों में किया जा सकता है–

(अ) प्राथमिक जाइलम (Primary xylem) – प्राथमिक जाइलम पादप के प्राथमिक शरीर के अक्ष (मूल + स्तम्भ) में प्राक्एधा से परिवर्धित होता है। इसमें प्रोटोजाइलम व मेटाजाइलम सुस्पष्ट होते हैं। इसमें मज्जा किरणें (Medullary rays) भी नहीं पाई जाती।

(ब) द्वितीयक जाइलम (Secondary xylem) – द्वितीयक जाइलम की उत्पत्ति द्वितीयक वृद्धि के समय, कैम्बियम के सक्रिय होने से होती है। द्वितीयक जाइलम बनने से पौधे के शरीर के व्यास या मोटाई में वृद्धि होती है।

जाइलम ऊतक में चार प्रकार की कोशिकाएं पायी जाती हैं (चित्र 5.4)।

(i) वाहिनिका (Tracheid)

(ii) वाहिका (Vessel)

(iii) जाइलम दृढ़ोतक (Xylem sclerenchyma)

(iv) जाइलम मृदुतक (Xylem parenchyma)

चित्र 5.4 : जटिल ऊत्तक–जाइलम

(i) वाहिनिकाएं – वाहिनिकाएं जाइलम का आदिम (Primitive) संवहनी तत्व है। वाहिनिकाएं नुकीले सिरे युक्त लम्बी कोशिकाएं होती हैं जो एक दूसरे से अपने सिरों द्वारा जुड़कर लम्बी कतारें बनाती हैं। ये कतारें जड़ों से तने को होती हुई पत्तियों तक पहुंचती है। प्रत्येक दो वाहिनिकाओं के मध्य एक अनुप्रस्थ पट (Transverse septum) पाया जाता है, इस पर गर्त (Pits) पाई जाती है। गर्त अस्थूलित क्षेत्र होता है। वाहिनिकाएं मृत एवं लिग्नीकृत कोशिकाएं होती हैं। इनकी भित्ति पर लिग्नीन का जमाव अनेक प्रकार के स्थूलन बनाता है जैसे सर्पिलाकार, वलयाकार, सोपानवृत, जालिकावृत तथा गर्ती।

इनका मुख्य कार्य मूल से स्तम्भ तथा स्तम्भ से पर्ण को जल संवहन एवं पादपों को सहारा प्रदान करना है।

(ii) वाहिकाएं – वाहिकाएं प्रगत (Advanced) संवहनी तत्व है। इनकी गुहा वाहिनिकाओं की अपेक्षा चौड़ी होती है। एक वाहिका लम्बी, बेलनाकार नली सदृश्य संरचना होती है। यह लम्बी नलिका कई वाहिका कोशिकाओं से संयुक्त होने से बनती है। ये कोशिकाएं एक के ऊपर एक क्रम में विन्यासित होती है और इनकी अनुप्रस्थ भित्तियों के घुल जाने से लम्बी बेलनाकार वाहिका बनती है। वाहिकाएं भी वाहिनिकाओं के समान पादप अंगों के अनुदैर्ध्य अक्ष के समानान्तर विन्यासित रहती है। वाहिनिकाओं के समान इनकी भित्ति भी लिग्निन कृत होती है तथा स्थूलन भी उसी तरह पाये जाते हैं। इनका मुख्य कार्य जल व लवणीय विलयनों का संवहन तथा बलकृत (Mechanical) आधार प्रदान करना।

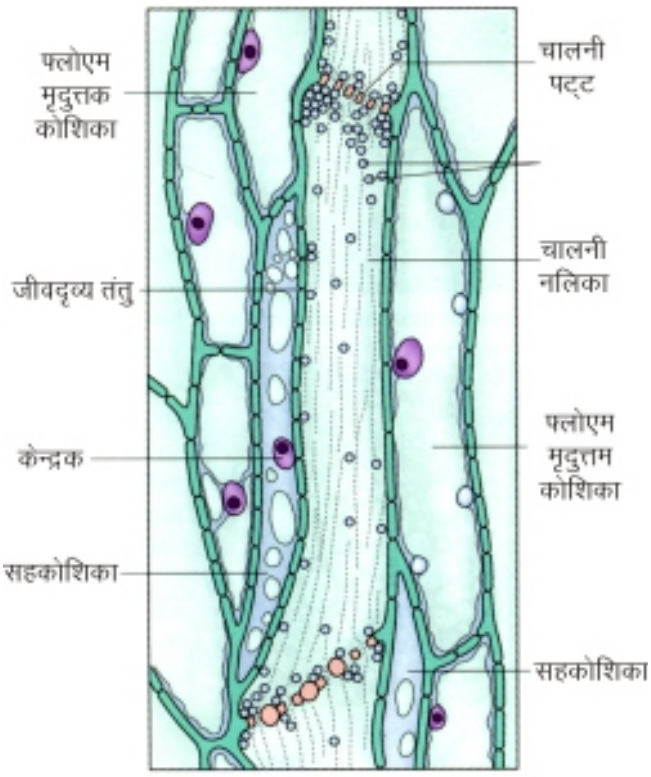
(iii) जाइलम दृढ़ोतक – ये लम्बे, पतले, निर्जीव तथा सिरों पर नुकीले या संकरे होते हैं। इनकी कोशिका भित्ति अत्यन्त मोटी तथा लिग्निनयुक्त होती है। इनकी कोशिका गुहिका लगभग समाप्त हो जाती है। इनमें अनेक छोटे सरल गर्त भी पाये जाते हैं। इनकी उत्पत्ति वाहिनिकाओं से भी हो सकती है।

(iv) जाइलम मृदुतक – यह जाइलम का जीवित घटक है। इनका मुख्य कार्य खाद्य पदार्थों का संग्रह करना है। ये वाहिकाओं द्वारा होने वाले जल संवहन में भी सहायक होते हैं। मज्जा रश्मियों के द्वारा ये पानी का अरीय संवहन करते हैं।

(ख) पोषवाह या फ्लोएम (Phloem)

फ्लोएम नाम नागेली (Nageli) द्वारा दिया गया। ये पर्णों द्वारा निर्मित खाद्य पदार्थों को पर्ण से जड़ तक पहुंचाने का कार्य करते हैं। विकास के आधार पर फ्लोएम को भी दो वर्गों प्राथमिक और द्वितीयक फ्लोएम में बांटा जाता है। प्राथमिक फ्लोएम प्राक्एधा से और द्वितीयक फ्लोएम संवहन कैम्बियम से बनता है। फ्लोएम में चार प्रकार की कोशिकाएं पायी जाती हैं (चित्र 5.5)।

(i) चलनी कोशिकाएं (Sieve cells)



चित्र 5.5 : जटिल ऊत्तक–फ्लोएम

(ii) सहकोशिकाएं (Companion cells)

(iii) फ्लोएम मृदुतक (Phloem parenchyma)

(iv) फ्लोएम दृढ़ोतक (Phloem sclerenchyma)

(i) चलनी कोशिकाएं – चलनी कोशिकाएं जीवित व पतली भित्ति वाली कोशिकाएं है। परिपक्व कोशिका में केन्द्रक नहीं होता अतः ये अकेन्द्रीय जीवित कोशिकाएं हैं। एंजियोस्पर्म पादपों में चलनी कोशिकाएं सिरों द्वारा व्यवस्थित होकर चलनी नलिकाएं (Sieve tubes) बनाती है। दो चलनी कोशिकाओं के मध्य चलनी पट्ट (Sieve plate) पायी जाती है, यह छिद्रित होती है। इन छिद्रों से होकर पदार्थों का परिवहन होता है। पतझड़ के मौसम में इन छिद्रों की परिधि पर कैलोस (Callose) जमा हो जाता है और एक मोटी संरचना बन जाती है जिसे कैलोस पैड (Callose pad) कहते हैं। बसंत ऋतु में यह कैलोस घुल जाता है।

(ii) सह कोशिकाएं – ये पतली भित्ति वाली जीवित कोशिकाएं हैं जो चलनी नलिका के साथ लम्बवत दिशा में स्थित होती है। चलनी कोशिका एवं सहकोशिका की उत्पत्ति साथ–साथ होती है। ये दोनों एक ही मातृ कोशिका से बनती है अतः इनको सिस्टर सेल (Sister cell) कहते हैं। इन दोनों कोशिकाओं के मध्य प्लास्मोडेस्मेटा तथा जीवद्रव्यी सम्बन्ध पाये जाते हैं। सहकोशिका केन्द्रक युक्त जीवित कोशिका है जो चलनी कोशिका

के जीवद्रव्य को भी नियंत्रित करती है।

(iii) फ्लोएम मृदुतक – ये पतली भित्ति वाली जीवित कोशिकाएं हैं। इनका मुख्य कार्य भोजन का अरीय संवहन तथा संचयन करना है।

(iv) फ्लोएम दृढ़ोतक – ये तंतु चालनी नलिका को दृढ़ता (Support) प्रदान करते हैं। ये मोटी भित्ति वाली पतली लम्बी मृत कोशिकाएं होती हैं। इन्हें फ्लोएम तन्तु (Phloem fiber) भी कहते हैं। रस्से, मोटे वस्त्र, चटाइयां आदि में ये ही कोशिकाएं होती हैं।

3. विशिष्ट ऊतक अथवा स्रावी ऊतक (Special tissues or secretory tissues)

पादपकाय में स्थित कुछ कोशिकाएं विशेष प्रकार से रूपान्तरित व संगठित होकर स्रावी कार्यों का सम्पादन करती है। इस प्रकार की कोशिकाओं के समूह को स्रावी ऊतक कहते हैं। ऐसी कोशिकाएं एकल अथवा समूह में पायी जाती है। कार्य के अनुसार ये ऊतक दो प्रकार के होते हैं।

(क) उत्सर्जी कोशिकाएं या बाह्य स्रावी संरचनाएं (Excretory cells or external secretory structures)

इन कोशिकाओं द्वारा पादप उपापचय के द्वारा निर्मित उत्सर्जी अथवा पृथकित पदार्थों का स्त्रावण किया जाता है। ये कोशिकाएं पादप में अधिकतर बाह्य (External) स्थित होती है। ये निम्न प्रकार के हैं–

(i) ग्रंथिल रोम या सग्रंथि रोम (Glandular hairs or colletors)

(ii) पाचक ग्रंथियां (Digestive glands)

(iii) दंशक रोम (Stinging hairs)

(iv) ऑस्मोफोर, तेल वाहिनियां (Osmophore, oil ducts)

(v) जलरन्ध्र (Hydathodes)

(vi) मकरन्द कोष (Nectaries)

(ख) स्रावी कोशिकाएं या अन्तःस्रावी संरचनाएं (Secretory cells or internal secretory structures)

इन कोशिकाओं द्वारा पादप में संचित पदार्थों का विघटन के पश्चात् स्त्राव किया जाता है। ये कोशिकाएं पादप में अधिकतर अन्तःस्थित होती है। ये निम्न प्रकार के हैं–

(i) अन्तःस्रावी कोशिकाएं (Secretory cells)

(ii) तेल ग्रंथियां (Oil glands)

(iii) श्लेष्मिक ग्रंथियां (Mucilage glands)

(iv) रबड़क्षीरी ऊतक (Laticiferous tissues)

(अ) रबड़क्षीरी वाहिकाएं (Latex vessels)

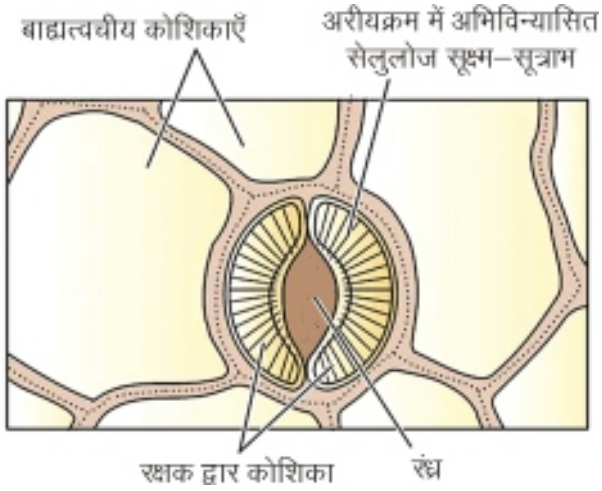
(ब) रबड़क्षीरी कोशिकाएं (Latex cells)

ऊतक तंत्र (Tissue System)

ऊतक तंत्र विभिन्न प्रकार के ऊतकों का समूह है जो किसी विशेष कार्य को सम्पादित करने के लिए एक साथ मिलकर एक इकाई के रूप में कार्य करता है। संवहनी पौधों में स्थिति के आधार पर विभिन्न प्रकार के ऊतक तंत्रों की तीन श्रेणियां बनाई गई है–

1. त्वचीय ऊतक तंत्र (Dermal Tissue System)

यह ऊतक तंत्र पौधे का सबसे बाहरी आवरण है। इसके अन्तर्गत बाह्य त्वचीय कोशिकाएं, रन्ध्र तथा बाह्यत्वचीय उपांग जैसे मूल रोम, दंशक रोम आदि आते हैं। बाह्य त्वचीय कोशिकाएं सामान्यतः मृदुतकी होती है (चित्र 5.6)।



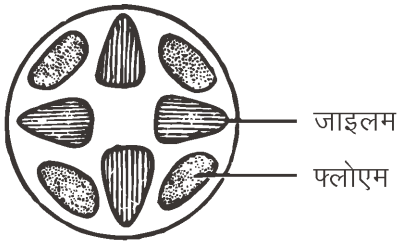
चित्र 5.6 : त्वचीय ऊत्तक तंत्र (बाह्य त्वचीय कोशिकाएं एवं रन्ध्र)

2. भरण ऊतक तंत्र (Ground Tissue System)

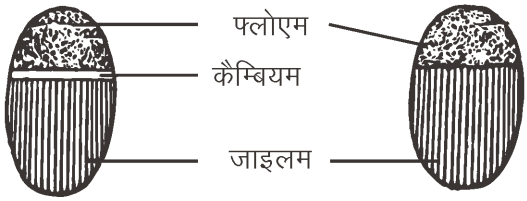
बाह्य त्वचा एवं संवहन ऊतक तंत्र के अतिरिक्त सभी ऊतक भरण ऊतक तंत्र बनाते हैं। इस ऊतक तंत्र में अधश्त्वचा (Hypodermis), वल्कुट (Cortex), परिरम्भ (Pericycle), मज्जा (Pith), मज्जा किरणें (Medullary rays) आदि घटक पाये जाते हैं।

3. संवहन ऊतक तंत्र (Vascular Tissue System)

संवहन ऊतक तंत्र में जटिल ऊतक जाइलम एवं फ्लोएम होते हैं। जाइलम तथा फ्लोएम आपस में मिलकर संवहन पूल बनाते हैं। मूल में जाइलम तथा फ्लोएम एकांतर क्रम में अलग–अलग त्रिज्या पर होते हैं, संवहन पूल अरीय (Radial) कहलाते हैं जबकि तने में जाइलम एवं फ्लोएम एक ही त्रिज्या पर स्थित होते हैं इन्हें संयुक्त (Co joint) बंडल कहते हैं। द्विबीजपत्री तनों में



(अ) अरीय संवहन पूल



(ब) संयुक्त खुला (स) संयुक्त बन्द

चित्र 5.7 : संवहन पूल

जाइलम तथा फ्लोएम के मध्य कैम्बियम होता है इन्हें खुला संवहन पूल (Open vascular bundle) कहते हैं। एकबीजपत्री में कैम्बियम नहीं होता है इस कारण यह बंद संवहन पूल (Closed vascular bundle) कहलाता है (चित्र 5.7)।

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. कोशिकाओं का ऐसा समूह जिसकी कोशिकाएं संयुक्त रूप से मिलकर किसी कार्य को सम्पादित करे ऊतक कहलाता है।
2. पादप ऊतक मुख्य रूप से दो प्रकार के होते हैं–
   (अ) विभज्योतक (ब) स्थाई ऊतक
3. विभज्योतकी ऊतकों को चार आधारों पर विभाजित किया गया है–
   (अ) उत्पत्ति तथा परिवर्धन के आधार पर
   (ब) विभाजन तल के आधार पर
   (स) कार्य के आधार पर
   (द) पादप में स्थिति के आधार पर
4. स्थायी ऊतक तीन प्रकार के होते हैं–
   (अ) सरल ऊतक (ब) जटिल ऊतक (स) विशिष्ट ऊतक
5. सरल ऊतक तीन प्रकार के होते हैं–
   (अ) मृदुत्तक (ब) स्थूलकोण ऊतक (स) दृढ़ ऊतक
6. जटिल ऊतक दो प्रकार के होते हैं–
   (अ) जाइलम (ब) फ्लोएम
7. जाइलम एक संवहन ऊतक है जो संवहन के अतिरिक्त पौधे को दृढ़ता व कठोरता प्रदान करता है।
8. जटिल ऊतक जाइलम में चार प्रकार की कोशिकायें पाई जाती है–
   (अ) वाहिनिकाएं (ब) वाहिकायें
   (स) जाइलम दृढ़ोतक (द) जाइलम मृदुत्तक
9. फ्लोएम एक प्रकार का जटिल ऊतक है, इसे कास्ट (Cast) या लेप्टोन (Lepton) भी कहते हैं। पादप शरीर में अधोमुखी (Downward) तथा ऊपरीमुखी (Upward) तरल कार्बनिक खाद्य पदार्थों का परिवहन इसी के द्वारा होता है।
10. फ्लोएम ऊतक में चार प्रकार की कोशिकायें मिलती है–
    (अ) चालनी नलिकायें (ब) सहकोशिकायें
    (स) फ्लोएम मृदुत्तक (द) फ्लोएम दृढ़ोतक
11. विभिन्न प्रकार के ऊतक आपस में मिलकर ऊतक तंत्र बनाते हैं। मुख्य ऊतक तंत्र तीन प्रकार के हैं–
    (अ) त्वचीय ऊतक तंत्र
    (ब) भरण ऊतक तंत्र
    (स) संवहन ऊतक तंत्र

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. आन्तरिक संरचना के अध्ययन को कहते हैं–
   (अ) आकारिकी (ब) शारीरिकी
   (स) सूक्ष्म जैविकी (द) पारिस्थितिकी
2. स्थाई ऊतक वे होते हैं–
   (अ) जिनमें विभाजन की क्षमता पाई जाती है।
   (ब) जिनमें विभाजन की क्षमता स्थाई या अस्थाई रूप से समाप्त हो जाती है।
   (स) जिनमें विभाजन कभी होता है, कभी नहीं होता है।
   (द) कोई नहीं।
3. सरल ऊतक की कोशिकाएं होती हैं–
   (अ) एक प्रकार की (ब) दो प्रकार की
   (स) तीन प्रकार की (द) बहुसंख्य प्रकार की
4. मृदुतक के कार्य हैं–
   (अ) प्रकाश संश्लेषण (ब) पौधों के तैरने में सहायक
   (स) जल संग्रहण (द) उपरोक्त सभी
5. स्थूल कोणोतक है–
   (अ) जटिल ऊतक (ब) सरल ऊतक
   (स) स्रावी ऊतक (द) संवहन ऊतक

6. मृदुतक कोशिकाओं की कोशिका भित्ति होती है–
   (अ) लिग्निन की (ब) सुबेरिन की
   (स) सेल्यूलोज की (द) उपरोक्त किसी की नहीं
7. पर्ण मध्योतक उदाहरण है–
   (अ) यांत्रिक ऊतक के (ब) स्रावी ऊतक
   (स) संवहन ऊतक (द) हरित मृदुतक के
8. जाइलम ऊतक को जाइलम नाम दिया–
   (अ) नागेली 1858
   (ब) ग्रेगर जोहन मैण्डल 1850
   (स) डॉ. हरगोविन्द खुराना 1950
   (द) उपरोक्त में से कोई नहीं
9. जाइलम का अर्थ है–
   (अ) शर्करा (ब) काष्ठ
   (स) रेशा (द) ऊतक
10. फ्लोएम का कार्य है–
   (अ) तरल पदार्थों का अवशोषण
   (ब) तरल पदार्थों का उत्सर्जन
   (स) तरल पदार्थों का संवहन
   (द) तरल पदार्थों का संश्लेषण

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. ऊतक किसे कहते हैं?
2. द्वितीयक विभज्योतक किसे कहते हैं?
3. स्तम्भ के पर्व की लम्बाई के लिये कौन–सा ऊतक उत्तरदायी है?
4. स्रावी कोशिकाओं से क्या तात्पर्य है?
5. काष्ठ मृदुतक किसे कहते हैं?
6. जाइलम में कितनी तरह की कोशिकाएं होती हैं?
7. फ्लोएम की सहकोशिका का कार्य क्या है?
8. भरण ऊतक तंत्र में कौन–कौन से ऊतक हो सकते हैं?
9. खुला संवहन पूल व बंद संवहन पूल में क्या अंतर है?

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. विभज्योतक क्या है? इस ऊतक के प्रमुख लक्षण बताइये।
2. विभज्योतक, पादप में स्थिति के आधार पर कितने प्रकार के होते हैं?
3. कार्य के आधार पर विभज्योतक कितने प्रकार के हैं व उनके क्या कार्य हैं?
4. विभिन्न प्रकार के मृदुतकों के बारे में लिखें।
5. टिप्पणियां लिखो–
   (अ) मृदुतक (ब) स्थूलकोण ऊतक
   (स) दृढ़ोत्तक (द) जाइलम
   (य) फ्लोएम
6. ऊतक तंत्र क्या है? विभिन्न प्रकार के ऊतक तंत्र के बारे में बताएं।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. विभज्योतकी ऊतकों का वर्गीकरण दीजिये।
2. आवृतबीजी पौधों में ऊतकों का वर्गीकरण दीजिये।
3. स्थाई ऊतक क्या है? किसी एक प्रकार के स्थाई ऊतक का उदाहरण सहित वर्णन करें।
4. जटिल ऊतक क्या है? इन्हें वर्गीकृत करते हुए विस्तार से वर्णन करें।
5. विशिष्ट अथवा स्रावी ऊतक क्या है? इन्हें कितने भागों में विभाजित किया गया है वर्णन कीजिए।
6. अंतर बताइये–
   (अ) स्तम्भ शीर्ष एवं मूल शीर्ष
   (ब) मृदुतक एवं स्थूलकोण ऊतक
   (स) वाहिनिकाएं एवं वाहिकाएं
   (द) चालनी नलिकाएं एवं सह कोशिकाएं

उत्तरमाला: 1. (ब), 2. (ब), 3. (अ), 4. (द), 5. (ब) 6. (स), 7. (द), 8. (अ), 9. (ब), 10. (स)

अध्याय – 6

जड़, तना एवं पत्ती की आन्तरिक संरचना

(Anatomy of Root, Stem and Leaf)

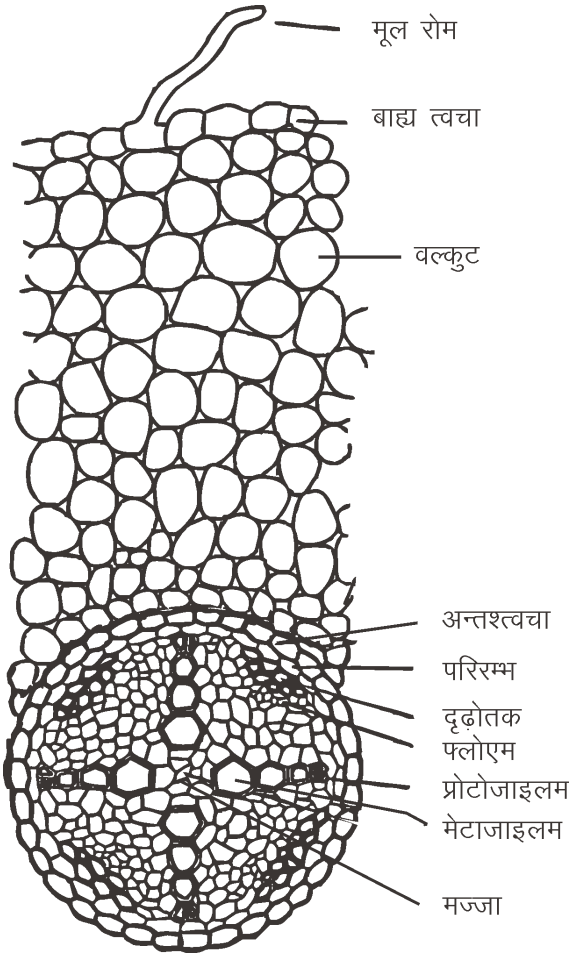
पादप में किसी भी भाग की आन्तरिक संरचना के अध्ययन के लिये उसके भाग को अनुप्रस्थ एवं अनुद्धेर्य काट में काटा जाता है। इनमें प्रमुख अनुप्रस्थ काट (Transverse section) है। इस काट में विभिन्न ऊतक तंत्र व ऊतकों की संरचना एवं उनके क्षेत्र का पता लग जाता है। एक बीजपत्री व द्विबीजपत्री आवृतबीजी पौधों के अंगों की आन्तरिक संरचना में कई विभिन्नताएं देखने को मिलती है इसलिये इनका अध्ययन अलग–अलग किया जाता है।

जड़ की आन्तरिक संरचना के लक्षण

मूल की अधिचर्म (Epidermis) को मूलीय त्वचा (Epiblema) भी कहते हैं जिस पर अनेकों एककोशिकीय (Unicellular) मूल रोम (Root hair) पाये जाते हैं। इनमें रन्ध्र (Stomata) एवं उपत्वचा (Cuticle) का अभाव होता है। मूलीय त्वचा के अन्दर की ओर वल्कुट (Cortex) क्षेत्र पाया जाता है। अंतश्चर्म (Endodermis) तथा परिरम्भ (Pericycle) सुविकसित होती है। संवहन पूल (Vascular bundle) अरीय (Radial) होते हैं जिसमें जाइलम व फ्लोएम एकान्तर क्रम में अलग–अलग त्रिज्या पर स्थित होते हैं। जाइलम सदैव बाह्यआदिदारूक (Exarch) होता है जिसमें प्रोटोजाइलम परिधि की ओर व मेटाजाइलम केन्द्र की ओर पाया जाता है इनकी संख्या द्विबीजपत्री मूल में 2 से 6 व एकबीजपत्री में 6 से अधिक होती है। जाइलम व फ्लोएम के बीच पाये जाने वाला संयोजी ऊतक (Conjunctive tissue) सामान्यतः मृदुतक का बना होता है। मूल में प्राथमिक पार्श्वीय विभज्योतक कैम्बियम का अभाव होता है। एकबीजपत्री मूल में कोई द्वितीयक वृद्धि नहीं होती जबकि द्विबीजपत्री मूल में द्वितीयक विभज्योतक कैम्बियम के बनने के उपरान्त द्वितीयक वृद्धि होती है।

द्विबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना

द्विबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना के अध्ययन के लिये सूरजमुखी या चने की मूल का अनुप्रस्थ काट का अध्ययन किया जाता है। अनुप्रस्थ काट में निम्नलिखित भाग दिखाई देते हैं (चित्र 6.1)।



चित्र 6.1 : द्विबीजपत्री मूल की अनुप्रस्थ काट का कोशिकीय चित्र

1. अधिचर्म (Epidermis) – यह मूल की सबसे बाहरी परत, उपत्वचा (Cuticle) रहित होती है। इसकी कोशिकाएं आपस में सटी हुई ढोलक के आकार की होती है। इसमें से कुछ कोशिकाएं बाहर की ओर निकल कर एककोशिकीय मूल रोम बनाती है।

2. वल्कुट (Cortex) – यह अधिचर्म के अन्दर की ओर पतली भित्ति वाली मृदुतकी कोशिकाओं की कई परतों से बना होता है। इनमें अन्तरकोशिक स्थल अधिक पाये जाते हैं। इनमें खाद्य पदार्थों का संचय भी होता है।

3. अन्तस्त्वचा (Endodermis) – यह वल्कुट की सबसे भीतरी व अन्तिम एकस्तरीय परत है। यह अन्य कोशिकाओं से भिन्न दिखाई देती है। इस परत की कोशिकाएं आपस में सटी हुई बिना अन्तरकोशिक स्थान वाली होती है। इन कोशिकाओं की अरीय (Radial) भित्ति पर केस्पेरियन स्ट्रीप (Casparian strips) पाई जाती है जो मुख्यतया सुबेरिन की बनी होती है। अन्तश्त्वचा में प्रोटोजाइलम के सामने वाली कोशिकाओं में कैस्पेरियन पट्टियाँ अनुपस्थित होती हैं इन कोशिकाओं को पथ कोशिकाएं (Passage cells) कहते हैं।

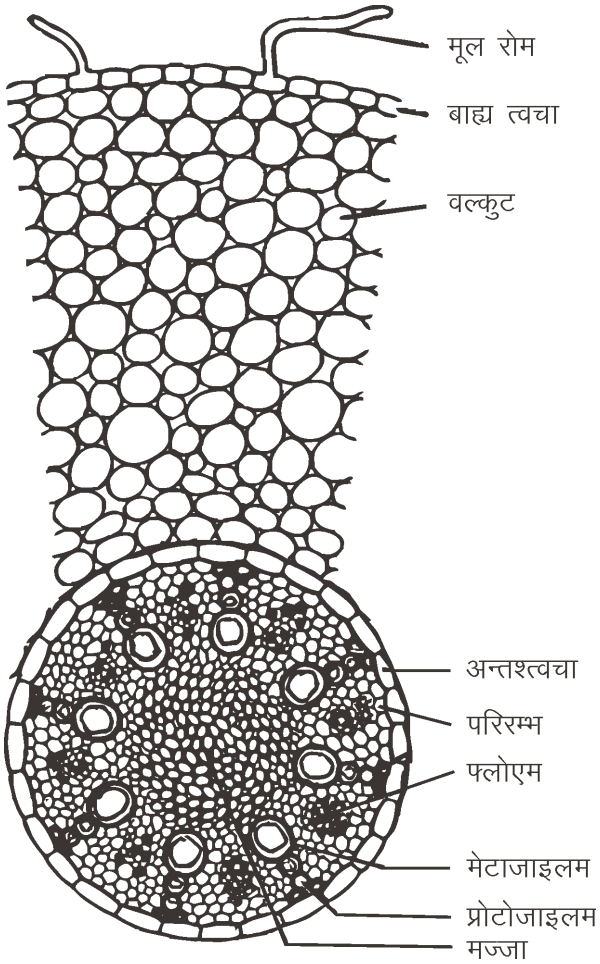
4. परिरम्भ (Pericycle) – यह एककोशिकीय मोटी परत मृदुतक कोशिकाओं से बनी होती है। परिरम्भ अन्तस्त्वचा के अन्दर तथा संवहन पूल व मज्जा को घेरे रहती है। द्वितीयक वृद्धि के समय इस परिरंभ से ही कैम्बियम बनती है। मूल की पार्श्व शाखाओं (Lateral roots) का विकास इसी परत से होता है। मूल की पार्श्व शाखाएं अन्तर्जात (Endogenous) होती है एवं प्रोटोजाइलम के विपरीत भाग की परिरम्भ की कोशिकाओं से इनकी उत्पत्ति होती है।

संवहन पूल (Vascular bundles) – संवहन पूल अरीय (Radial) तथा बहिःआदिदारूक (Exarch) होते हैं। द्विबीजपत्री जड़ों में संवहन पूलों की संख्या 2–6 होती है जाइलम पूलों की संख्या के आधार पर जड़ों को द्विआदिदारूक (Diarch), त्रिआदिदारूक (Triarch), चतुरादिदारूक (Tetrarch), पंचादिदारूक (Pertarch) एवं षष्टादिदारूक (Hexarch) कहते हैं। प्रोटोजाइलम तत्व छोटे तथा परिरम्भ के निकट होते हैं। इनमें सर्पिलाकार, वलयाकार या जालिकारूप स्थूलन पाया जाता है। मेटाजाइलम के तत्व अधिक व्यास के, बड़े व केन्द्र की ओर होते हैं। मूल के केन्द्रीय भाग में मेटाजाइलम होने की वजह से मज्जा बहुत ही छोटी या फिर अनुपस्थित होती है। फ्लोएम में चालनी नलिकाएं, सहकोशिकाएं तथा फ्लोएम मृदुतक होता है। प्रोटोफ्लोएम परिधि की ओर तथा मेटाफ्लोएम केन्द्र की ओर होता है। जाइलम तथा फ्लोएम समूहों के बीच–बीच में संयोजी ऊतक (Conjunctive tissue) स्थित रहते हैं।

मज्जा (Pith) – द्विबीजपत्री मूलों में मज्जा अल्पविकसित या अनुपस्थित होती है। मज्जा अन्तराकोशिक स्थलों युक्त मृदुतक की बनी होती है।

एकबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना

एकबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना के अध्ययन के लिये मक्का (*Zea mays*) की जड़ का अध्ययन किया जाता है। एकबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना बहुत अधिक द्विबीजपत्री मूल के समान ही होती है (चित्र 6.2)। इसमें भी बाह्य त्वचा, वल्कुट, अन्तस्त्वचा, परिरंभ, संवहन बंडल तथा मज्जा होते हैं। एकबीजपत्री मूलों में अरीय संवहन पूलों की संख्या छः से अधिक [(बहुआदिदारूक (Polyarch)] होती है। इसमें मज्जा भी बड़ी व सुविकसित होती है। इसमें कोई कैम्बियम नहीं बनता अतः इनमें द्वितीयक वृद्धि भी नहीं होती।



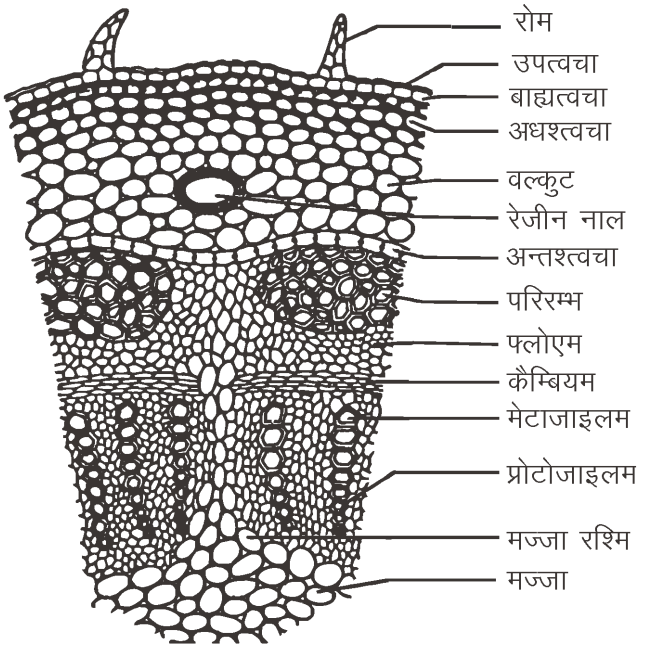
चित्र 6.2 : एकबीजपत्री मूल की अनुप्रस्थ काट का कोशिकीय चित्र

तने की आन्तरिक संरचना के लक्षण

तने की अधिचर्म के बाहरी ओर प्रायः उपत्वचा (Cuticle) पायी जाती है। तने की अधिचर्म पर सामान्यतः बहुकोशिक रोम (Multicellular hairs) एवं रन्ध्र (Stomata) भी पाये जाते हैं। द्विबीजपत्री पौधों के तनों में अधिचर्म के अन्दर वल्कुट क्षेत्र विभिन्न सरल ऊतकों में विभेदित या अविभेदित (केवल मृदुतक का) भी हो सकता है एकबीजपत्री तनों में वल्कुट व मज्जा नहीं पाये जाते। संवहन पूल (Vascular bundle) संयुक्त (Conjoint), बहिफ्लोएमी (Collateral), खुले (Open) या बन्द (Closed), एक वलय (Ring) में या बिखरे हुए (Scattered) पाये जाते हैं। जाइलम सदैव अन्तःआदिदारूक (Endarch) होता है जिसमें प्रोटोजाइलम केन्द्र की तरफ पाया जाता है।

द्विबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना

द्विबीजपत्री पौधे के स्तम्भ की आन्तरिक संरचना को समझने के लिये सूर्यमुखी (Sunflower) पादप के तने का अध्ययन करते हैं। अनुप्रस्थ काट में निम्नलिखित भाग दिखाई देते हैं (चित्र 6.3)।



चित्र 6.3 : द्विबीजपत्री तने की अनुप्रस्थ काट का कोशिकीय चित्र

बाह्य त्वचा (Epidermis) – यह तने की सबसे बाहरी एककोशिका मोटी परत होती है। इसके ऊपर बहुकोशिकीय रोम तथा रन्ध्र पाये जाते हैं। इसके बाहर की तरफ क्यूटिन नामक पदार्थ की बनी उपत्वचा (Cuticle) पाई जाती है। बाह्य त्वचा का मुख्य कार्य सुरक्षा प्रदान करना है।

वल्कुट (Cortex) – यह तीन भागों में विभक्त होता है–

(i) अधस्त्वचा (Hypodermis) – यह बाह्यत्वचा के अन्दर का क्षेत्र है जो स्थूल कोण ऊतक (Collenchyma) से बना होता है तथा इसमें हरितलवक भी पाया जाता है। यह प्रकाश संश्लेषण व पौधे को लचीलापन देने में सहायक है।

(ii) सामान्य वल्कुट (General cortex) – यह अनेक परतों में मृदुतक कोशिकाओं से बना होता है। कोशिकाएं गोलाकार या अण्डाकार होती है तथा इनके मध्य अन्तरकोशिकीय स्थल पाये जाते हैं। इसमें रेजिन नलिकाएं (Resin ducts) भी पाई जाती है। इसका मुख्य कार्य भोजन संग्रह करना है।

(iii) अन्तस्त्वचा (Endodermis) – यह ढोलकाकार कोशिकाओं से बनी वल्कुट की सबसे अंदर वाली परत है। इसकी कोशिकाएं आपस में सटी होती है। इसकी कोशिकाओं में स्टार्च के कण पाये जाते हैं तथा इसमें केस्पेरियन पट्टियां भी दिखाई देती है।

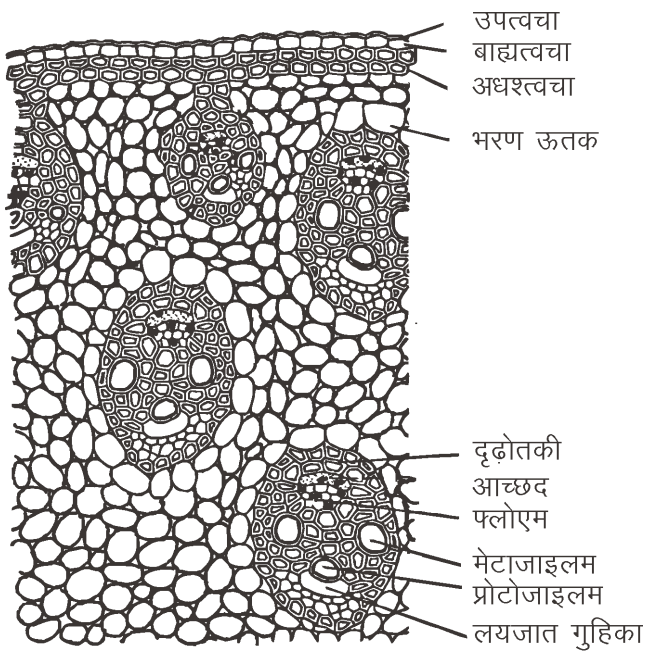
परिरम्भ (Pericycle) – यह परत अन्तस्त्वचा एवं संवहन पूलों के मध्य स्थित होती है। यह कई परतों की होती है तथा इसमें दृढ़ोतक (Sclerenchyma) एवं मृदुतक (Parenchyma) एकान्तरित क्रम में पाये जाते हैं। संवहन पूल के सामने स्थित परिरम्भ दृढ़ोतकी तथा शेष मृदुतकी होता है। यह विषमांगी (Heterogenous) प्रकार का परिरम्भ है। संवहन पूल के बाहर का दृढ़ोतकी परिरम्भ छत्रक के समान दिखाई देने के कारण इसे पूल छत्रक (Bundle cap) कहते हैं।

संवहन पूल (Vascular bundle) – संवहन पूलों की संख्या निश्चित नहीं होती और ये एक वलय में उपस्थित होते हैं। प्रत्येक संवहन पूल संयुक्त (Cojoint), बहिःपोषवाही (Colleteral), अन्तःआदिदारूक (Endarch), और वर्धी (Open) होते हैं। संवहन पूल में फ्लोएम बाहर की ओर तथा जाइलम अन्दर की ओर होता है। फ्लोएम व जाइलम के मध्य स्थित कैम्बियम को पूलीय कैम्बियम (Vascular cambium) अथवा अन्तःपूलीय कैम्बियम (Intravascular cambium) कहते हैं। जाइलम का प्रोटोजाइलम मज्जा की ओर होता है इस अवस्था को अन्तःआदिदारूक (Endarch) कहते हैं। एधा (Cabium) में विभाजनशील कोशिकाएं होती है। ये विभाजन करके पौधे की द्वितीयक वृद्धि में सहायक होती है। ये अन्दर की ओर द्वितीयक जाइलम व बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोएम बनाती है।

मज्जा (Pith) – यह संवहन पूलों की वलय से केन्द्र तक फैला होता है। ये मृदुतक कोशिकाएं होती है इनके मध्य अन्तरकोशिकीय स्थल पाये जाते हैं। संवहन पूलों के बीच में अरीय रूप में पाये जाने वाले भाग को मज्जा किरणें (Pith rays or medullary rays) कहते हैं। यह भी मृदुतक का बना होता है।

एकबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना

मक्का के तने का अध्ययन एकबीजपत्री तने के उदाहरणस्वरूप किया जाता है। इसमें निम्न क्षेत्र पाये जाते हैं (चित्र 6.4)।



चित्र 6.4 : एकबीजपत्री तने की अनुप्रस्थ काट का कोशिकीय चित्र

बाह्य त्वचा (Epidermis) – एककोशिकीय मोटी सबसे बाहरी परत है जिस पर मोटी क्यूटिकल व रन्ध्र पाये जाते हैं। इस पर रोम नहीं पाये जाते।

अधस्त्वचा (Hypodermis) – बाह्य त्वचा के अन्दर 3–4 परतों की अधस्त्वचा होती है जो दृढ़ोतक की बनी होती है। यह पादप को यांत्रिक अवलम्बन प्रदान करती है।

भरण ऊतक (Ground tissue) – एकबीजपत्री तनों में भरण ऊतक वल्कुट व मज्जा में विभेदित नहीं होता। अधस्त्वचा से लेकर केन्द्र तक फैला हुआ क्षेत्र मृदुतक का बना होता है। इसमें बहुत से संवहन पूल धंसे रहते हैं तथा यह भोजन संग्रहण के काम आता है।

संवहन पूल (Vascular bundles) – एकबीजपत्री तने में संवहन पूल संयुक्त, बहिःपोषवाही तथा अवर्धी (Closed) होते हैं। ये भरण ऊतक में बिखरे होते हैं। परिधि की ओर स्थित संवहन पूल आकार में छोटे तथा अधिक संख्या में होते हैं, केन्द्र की ओर स्थित संवहन पूल आकार में बड़े व कम संख्या में होते हैं। प्रत्येक पूल के चारों ओर दृढ़ोतक का आवरण पाया जाता है इसे पूल आच्छद (Bundle sheath) कहते हैं। फ्लोएम में चालनी नलिकाएं व सहकोशिकाएं होती हैं। जाइलम में वाहिकाओं की संख्या कम होती है। मेटाजाइलम में दो बड़ी वाहिकाएं तथा प्रोटोजाइलम में एक या दो छोटी वाहिकाएं पाई जाती है। वाहिकाएं 'V' अथवा 'Y' का आकार में व्यस्थित होती है। प्रोटोजाइलम कोशिकाओं के नीचे एक लयजात जल गुहिका (Schizogenous cavity) पाई जाती है जो प्रोटोजाइलम के पास स्थित मृदुतक कोशिकाओं के टूटने से बनती है। एकबीजपत्री तनों में मज्जा (Pith) अनुपस्थित होती है।

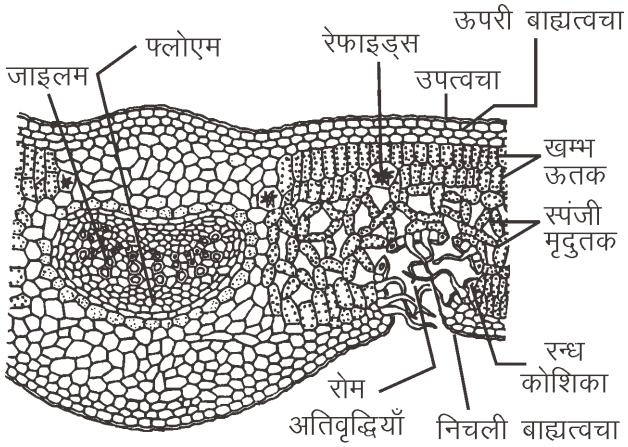
पत्ती की आन्तरिक संरचना

सामान्यतः तने व मूल की गोल आकृति के विपरीत पत्तियों की आकृति चपटी होती है। इन्हें दो वर्गों में रखा जाता है – पृष्ठाधारी (Dorsiventral) एवं समद्विपार्श्व (Isobilateral)।

पृष्ठाधारी पत्तियां तने के समकोण पर लगी होती है इनकी ऊपरी सतह पर प्रकाश की अधिक मात्रा पड़ती है फलस्वरूप दोनों सतह की संरचना में अंतर होता है। समद्विपार्श्व पत्तियां तने पर लगभग समानान्तर लगी होती है जिससे इनकी दोनों सतह पर प्रकाश की समान मात्रा पड़ती है। अतः दोनों सतहों की संरचना समान होती है। पृष्ठाधारी पत्तियां द्विबीजपत्रियों में जबकि समद्विपार्श्व पत्तियां एकबीजपत्रियों में पाई जाती है।

द्विबीजपत्री पर्ण की आन्तरिक संरचना

द्विबीजपत्री पर्ण की आन्तरिक संरचना का अध्ययन कनेर (Nerium) की पत्ती के उदाहरण को लेकर करते है। यह एपोसाइनेसी (Apocynaceae) कुल का सदस्य अर्धशुष्क जलवायु में पाया जाता है। पत्ती लेन्स (Lanceolate) आकृति की होती है। मध्यशिरा का क्षेत्र कुछ अधिक मोटा होता है। पर्ण की अनुप्रस्थ काट में निम्नलिखित आन्तरिक संचना पाई जाती है (चित्र 6.5)।



चित्र 6.5 : द्विबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना

अधिचर्म (Epidermis) – पर्ण की ऊपरी व निचली अधिचर्म एक से तीन कोशिका स्तरों की बनी होती है। इन स्तरों की कोशिकाएं परस्पर सघन सटी हुई व समव्यासी होती है। पत्ती की दोनों सतहों की संरचना में अन्तर पाया जाता है। दोनों सतह पर क्यूटिकल पाई जाती है लेकिन ऊपरी सतह पर क्यूटिकल की मोटाई अधिक होती है। ऊपरी अधिचर्म पर रन्ध्र नहीं पाये जाते। रन्ध्र केवल निचली सतह पर ही मिलते है इसे अधोरन्ध्रीय (Hypostomatic) कहते हैं। निचली सतह पर रोम अतिवृद्धियां भी पाई जाती है जो रन्ध्रों को ढक लेती है जिससे वाष्पोत्सर्जन की दर कम हो जाती है।

पर्णमध्योत्तक (Mesophyll) – दोनों अधिचर्मों के मध्य में स्थित प्रकाशसंश्लेषी ऊतक को पर्णमध्योतक कहते हैं। पर्णमध्योत्तक में दो प्रकार के ऊतक, खंभ ऊतक (Palisade tissue) व स्पंजी ऊतक (Spongy tissue) पाये जाते हैं। ऊपरी अधिचर्म के नीचे खम्भ ऊतक व निचली अधिचर्म के भीतर स्पंजी ऊतक मिलते है। खम्भ ऊतक की कोशिकाएं सघन हरितलवक युक्त लम्बी खम्भाकार तथा आपस में सटी हुई होती है। जबकि स्पंजी ऊतक की कोशिकाओं में अपेक्षाकृत कम हरितलवक व अन्तराकोशिक स्थान पाये जाते हैं। इन अन्तराकोशिक स्थानों का जुड़ाव रन्ध्रों से होता है जिससे गैसों का आदान–प्रदान होना संभव होता है।

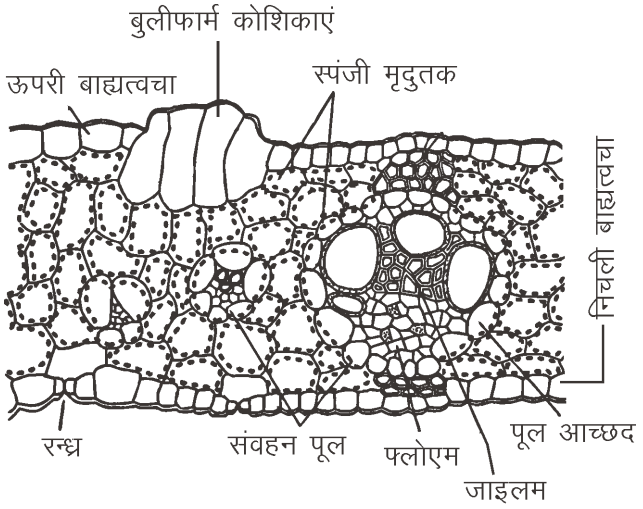
संवहन पूल (Vascular bundle) – पत्ती की काट में मध्यशिरा का संवहन पूल बड़ा तथा शाख–शिराओं के संवहन पूल बहुत छोटे दिखाई देते हैं। संवहन पूल संयुक्त बहिपोषवाही एवं अवर्धी प्रकार के होते हैं। जाइलम ऊपरी अधिचर्म (अभ्यक्ष, adaxial) की ओर तथा फ्लोएम निचली अधिचर्म (अपाक्ष, abaxial) की ओर होता है। जाइलम में प्रोटोजाइलम ऊपरी अधिचर्म की तरफ तथा मेटाजाइलम फ्लोएम की ओर होता है।

पत्तियों में अन्तश्त्वचा, परिरम्भ एवं मज्जा अनुपस्थित होते हैं। संवहन पूल एक मृदुतकी आच्छद (Parenchymatous sheath) द्वारा परिबद्ध रहता है।

एकबीजपत्री पर्ण की आन्तरिक संरचना

एकबीजपत्री पर्ण की आन्तरिक संरचना के अध्ययन हेतु हम घास की पत्ती का उदाहरण लेते हैं। ये पत्तियां समद्विपार्श्व होती है इनमें निम्नलिखित क्षेत्र देखने को मिलते हैं (चित्र 6.6)।

अधिचर्म (Epidermis) – ऊपरी व निचली अधिमर्च दोनों सतह की संरचना लगभग समान होती है। ये एक स्तरीय, क्यूटिकल युक्त व दोनों सतह पर समान रूप से रन्ध्र (उभयरन्ध्रीय /amphistomatic) पाये जाते हैं। कुछ रेगिस्तानी घासों की ऊपरी अधिचर्म में बड़े आकार की तरल से भरी कोशिकाएं पाई जाती है जिन्हें आवर्धत्वक कोशिकाएं (Bulliform cells) या चालन कोशिकाएं (Motor cells) कहते हैं। इन कोशिकाओं के कारण



चित्र 6.6 : एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना

पत्ती दिन के समय वलित हो जाती है इससे वाष्पोत्सर्जन कम हो जाता है।

पर्णमध्योतक (Mesophyll) – इन पत्तियों में पर्णमध्योत्तक विभेदित नहीं होता यह सम्पूर्ण रूप से स्पंजी मृदुतक का बना होता है, खम्भ ऊतक नहीं पाये जाते।

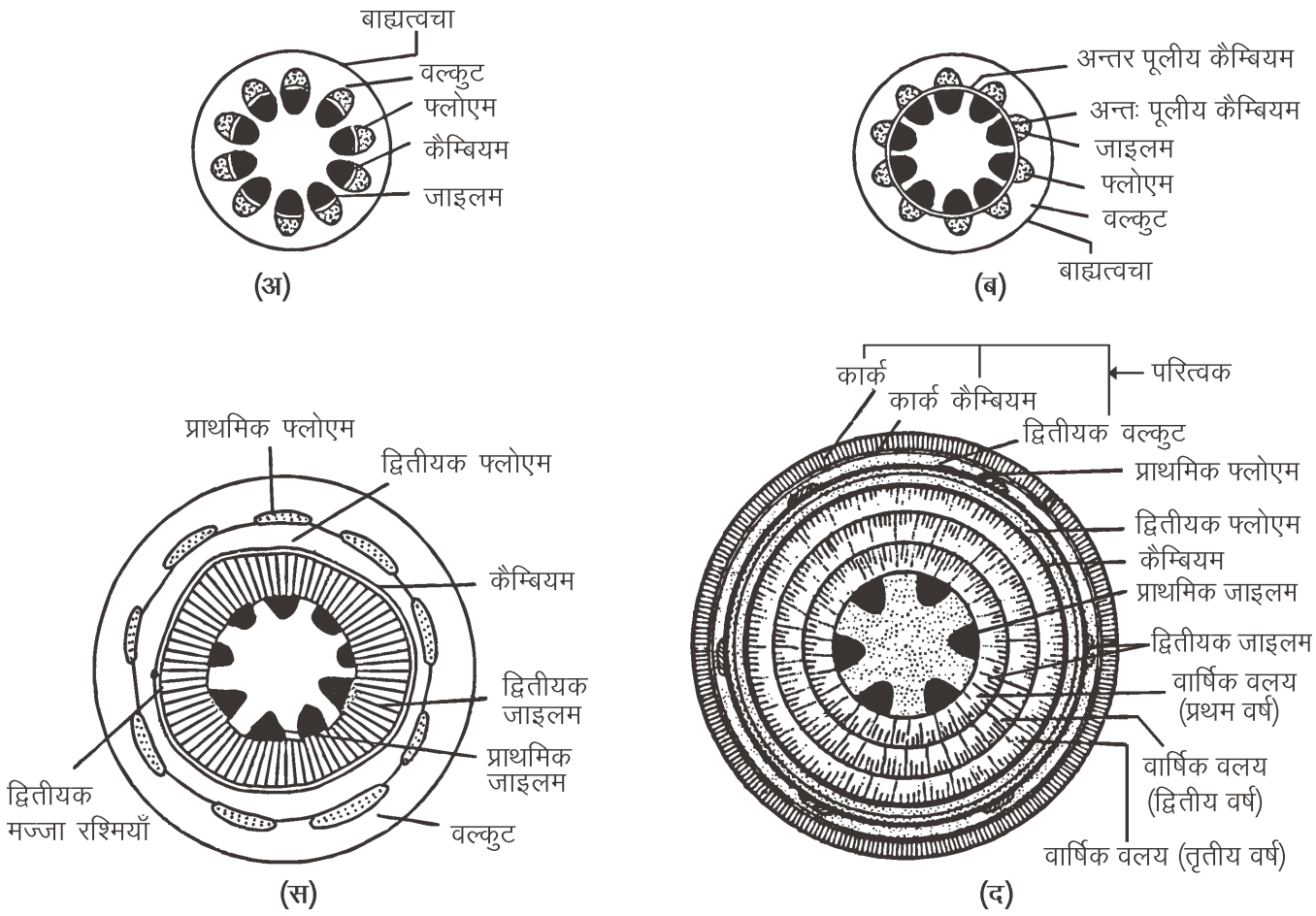
संवहन पूल (Vascular bundles) – समानान्तर शिराविन्यास के कारण अनुप्रस्थ काट में संवहन पूल लगभग समान आकार के होते हैं। ये संयुक्त, सम्पार्श्विक तथा अवर्धी होते हैं। संवहन पूल एक स्तरीय पतली भित्ति वाली मृदुतकी परत से परिबद्ध रहते हैं। इसे पूल आच्छद कहते हैं।

जड़ व तने में द्वितीयक वृद्धि

पादपों में स्थित शीर्ष विभज्योतकों द्वारा अंगों की स्थाई संरचना का निर्माण होता है। यह संरचना प्रथम वर्ष के कुछ प्रारंभिक सप्ताहों में बन जाती है। इसे प्राथमिक संरचना (Primary structure) कहते हैं। द्विबीजपत्रियों में प्राथमिक वृद्धि के अतिरिक्त इनकी मोटाई भी बढ़ती है यह वृद्धि पार्श्वीय विभज्योतकों की सक्रियता से होती है। कैम्बियम तथा कार्क कैम्बियम की सक्रियता से बने द्वितीयक ऊतकों के कारण रम्भीय एवं बाह्यरम्भीय क्षेत्र में होने वाली वृद्धि को द्वितीयक वृद्धि कहते हैं। यह वृद्धि एकबीजपत्री पौधों में नहीं दिखाई देती कुछ अपवाद है जैसे खजूर (Palm), ड्रेसिना (*Dracaena*), नारियल (Coconut) आदि।

द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि

कुछ एकवर्षी अल्पजीवी पादपों को छोड़कर द्वितीयक वृद्धि सभी द्विबीजपत्री पादपों में होती है। इसमें रम्भीय तथा बाह्यरम्भीय दोनों ही क्षेत्रों में द्वितीयक वृद्धि होती है (चित्र 6.7 अ–द)।



चित्र 6.7 : द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि (आरेखित चित्र)

(अ) प्रारम्भिक अवस्था (ब) कैम्बियम वलय का निर्माण (स) द्वितीय संवहन ऊतकों का निर्माण
(द) विकसित अवस्था (वार्षिक वलयों व कार्क का निर्माण)

रम्भीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि (Secondary growth in stelar region)

द्विबीजपत्री स्तम्भों में संवहन पूल संयुक्त, बहिफ्लोएमी तथा वर्धी होते हैं तथा एक वलय में व्यवस्थित रहते हैं। संवहन पूलों में जाइलम तथा फ्लोएम के मध्य एधा (Cambium) स्थित रहती है जिसे अन्तःपूलीय एधा (Intrafascicular or intravascular cambium) कहते हैं (चित्र 6.7 अ)। संवहन पूलों के बीच में स्थित मृदुतकी मज्जा किरणों (Medullary rays) की कुछ कोशिकाएं जो संवहन पूलों के अन्दर स्थित कैम्बियम की सीध में होती है विभज्योतकी (Meristematic) हो जाती है और अन्तर पूलीय एधा (Interfascicular cambium) का निर्माण करती है। नई बनी अन्तरपूलीय एवं संवहन पूलों में स्थित अन्तःपूलीय कैम्बियम आपस में अपनी साइडों से जुड़कर कैम्बियम की एक पूर्ण वलय (Ring) बनाती है इसे संवहनी एधा वलय (Vascular cambium ring) कहते हैं (चित्र 6.7 ब)। पार्श्व स्थिति के कारण इसे पार्श्व विभज्योतक (Lateral meristem) भी कहते हैं। इसमें दो प्रकार की कोशिकाएं होती हैं – तर्कुरूप प्रारंभिक (Fusiform initials) एवं रश्मि प्रारंभिका (Ray initials)। तर्कुरूप प्रारंभिक कोशिकाएं नुकीले सिरे वाली व लम्बी तथा संख्या में अधिक होती है। जबकि रश्मि प्रारंभिका छोटी, समव्यासीय तथा संख्या में कम होती है। ये कोशिकाएं लगातार विभाजन करती है। तर्कुरूपी प्रारंभिकाओं में निरंतर परिनतिक विभाजन (Periclinal division) या स्पर्शरेखीय विभाजन (Tangential division) होते हैं। इन विभाजनों का तल कोशिका के लम्ब अक्ष के समानान्तर होता है। इस प्रकार की क्रियाशीलता से जो कोशिकाएं बाहर की ओर तने की परिधि की ओर बनती है वे द्वितीयक फ्लोएम में विभेदित हो जाती है एवं जो कोशिकाएं अन्दर की ओर तने के केन्द्र मज्जा की ओर बनाती है वे द्वितीयक जाइलम या काष्ठ (Wood) में विभेदित हो जाती है। अन्दर की ओर बनने वाला ऊतक द्वितीयक जाइलम द्वितीयक फ्लोएम की तुलना में अधिक मात्रा में बनता है

(चित्र 6.7 स)। दोनों ओर लगातार विभाजन होने से बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोएम के दबाव से प्राथमिक फ्लोएम बाहर की ओर खिसक कर नष्ट हो जाता है। लगातार द्वितीयक वृद्धि के पश्चात् बाहर की ओर स्थित वल्कुट, अधस्त्वचा व अधिचर्म भी दिखाई नहीं देती। इसी प्रकार अन्दर की ओर द्वितीयक जाइलम के लगातार दबाव से प्राथमिक जाइलम, मज्जा पुराना द्वितीयक जाइलम तने के केन्द्र में दबते चले जाते हैं और पूर्णतया दबते हुए नष्ट हो जाते हैं। इससे तने का केन्द्रीय भाग काष्ठीय हो जाता है। यह क्रियाएं पौधे में निरन्तर जीवनपर्यन्त होती रहती है। कोशिकाओं के नष्ट होने से तने में अपशिष्ट पदार्थ जैसे लिग्निन, सुबेरिन, रेजिन, टेनिन आदि पुराने द्वितीयक जाइलम की वाहिनिकाओं एवं वाहिकाओं की गुहाओं में भर जाते हैं जिससे तने का केन्द्रीय भाग गहरा रंग लेता जाता है इसे अन्तःकाष्ठ (Heart wood) या ड्यूरामन (Duramen) कहते हैं। परिधीय काष्ठ जो हल्के रंग की दिखाई देती है रस काष्ठ (Sap wood) या एल्बरनम (Alburnum) कहलाती है। अन्तःकाष्ठ जल का संवहन नहीं कर पाती क्योंकि इनकी गुहाओं में अपशिष्ट पदार्थ भर जाते हैं। बाहरी दबाव से वाहिकाओं की दीवारों पर स्थित गर्तो (Pits) में से मृदुतक की कोशिकाएं अन्दर वाहिकाओं की गुहा में अतिवृद्धियां बनकर आ जाती है जिससे गुहाओं में जल संवहन में बाधा उत्पन्न हो जाती है। इन अतिवृद्धियों को टाइलोसिस (Tyloses) कहते हैं। बाद की अवस्थाओं में जल संवहन का कार्य बाहरी रस काष्ठ के द्वारा ही होता है।

तर्कुरूप प्रारंभिका के साथ–साथ रश्मि प्रारंभिका की क्रियाशीलता भी चलती रहती है और ये तने में द्वितीयक मज्जा रश्मि (Secondary medullary rays) बनाते हुए अरीय तंत्र (Radial system) का निर्माण करती है। द्वितीयक मज्जा रश्मियां कैम्बियम के बाहर फ्लोएम की ओर एवं अन्दर जाइलम की ओर दोनों तरफ बनती है। इनका कार्य अरीय संवहन करना है। ये कोशिकाएं मृदुतकी होती है।

बाह्य रम्भीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि (Secondary growth in extra stelar region)

रम्भीय क्षेत्र के बाहर अर्थात् वल्कुट में होने वाली द्वितीयक वृद्धि को बाह्य रम्भीय द्वितीयक वृद्धि कहते हैं। रम्भीय द्वितीयक वृद्धि की क्रियाशीलता के कारण बाहर की ओर लगातार दबाव बढ़ने से बाहरी ऊतक नष्ट होने लगता है। इसके साथ ही वल्कुट की बाहरी परत की कुछ जीवित कोशिकाएं विभज्योतक हो जाती है और एक वलय का निर्माण करती है जिसे कॉर्क कैम्बियम (Cork cambium) या कागजन (Phellogen) कहते हैं। यह द्वितीयक पार्श्व विभज्योतक (Secondary lateral meristem) है। इसकी कोशिकाएं भी संवहन एधा वलय की कोशिकाओं की भांति सतत् परिनत विभाजन द्वारा अपने बाहर अर्थात् स्तम्भ की परिधि की ओर तथा अन्दर स्तम्भ के केन्द्र की ओर नई कोशिकाओं का निर्माण करती है। जो कोशिकाएं बाहर की तरफ बनती है, उनकी मध्य पटलिका (Middle lamella) में सुबेरिन का जमाव हो जाता है इससे ये कोशिकाएं मृत हो जाती है। ये कोशिकाएं कार्क (Cork) या फैलम (Phellum) कहलाती है। अन्दर की ओर कम कोशिकाएं बनती है। ये कोशिकाएं मृदुतक में विभेदित हो जाती है तथा द्वितीयक वल्कुट (Secondary cortex) या कागअस्तर (Phelloderm) कहलाती है। कागजन, कार्क एवं कागअस्तर (Phellogen, Phellum and Phelloderm) तीनों को सम्मिलित रूप से परित्वक (Periderm) कहते हैं (चित्र 6.7 द)।

छाल (Bark)

कार्क एधा (Vascular cambium) के बाहर स्थित सभी मृत एवं जीवित ऊतकों को छाल कहते हैं। छाल की सबसे बाहरी मृत परत को राइटिडोम (Rhytidome) कहते हैं। कार्क एधा के अन्दर स्थित भाग को काष्ठ (Wood) कहा जाता है जिसमें द्वितीयक जाइलम होता है।

वार्षिक वलय (Annual rings)

बहुवर्षीय वृक्षों के द्वितीयक जाइलम में कई संकेन्द्री परतें (Concentric layers) पाई जाती है जो कि अनुप्रस्थ काट में वलयों (Rings) के समान दिखाई देती है। इन वलयों को वार्षिक वलय या वृद्धि वलय कहते हैं। संवहनी एधा की क्रियाशीलता पूरे वर्ष में एक समान न रहकर परिवर्तित होती रहती है। पतझड़ तथा शीत मौसम में एधा की क्रियाशीलता घट जाती है। संवहन एधा कम मात्रा में द्वितीयक जाइलम बनाती है। पत्तियां झड़ने से संवहन ऊतक भी कमजोर छोटी कोशिकाओं वाला, मोटी भित्ति तथा संकरी गुहा युक्त बनता है इसे पतझड़ काष्ठ (Autmn wood) या पछेती काष्ठ (Late wood) कहते हैं।

बसन्त के मौसम में संवहनी एधा की क्रियाशीलता बढ़ने से द्वितीयक जाइलम अधिक मात्रा में तथा सुविकसित बनता है इसे बसन्त काष्ठ (Spring wood) या अगेती काष्ठ (Early wood) कहते हैं।

पतझड़ एवं बसन्त काष्ठ तने में वलयों के रूप में बनती है। अतः एक वर्ष में दो वृद्धि वलय बनती है बसन्त काष्ठ की एक वलय (कम गहरी तथा चौड़ी) तथा पतझड़ काष्ठ की एक वलय (गहरी तथा संकड़ी) को सम्मिलित रूप से एक वार्षिक वलय कहते हैं। वार्षिक वलयों को गिनकर पौधे की आयु ज्ञात की जा सकती है। आयु निर्धारण की इस विधि को वृक्षकालानुक्रम (Dendrochronology) कहते हैं। वार्षिक वलय परिवर्तनशील जलवायु वाले वातावरण में उगने वाले वृक्षों में अधिक स्पष्ट बनती है।

द्विबीजपत्री मूल में द्वितीयक वृद्धि

द्विबीजपत्री पौधों के तनों के साथ–साथ मूलों में भी द्वितीयक वृद्धि पाई जाती है। इसमें रम्भीय तथा बाह्य रम्भीय दोनों ही क्षेत्रों में द्वितीयक वृद्धि होती है (चित्र 6.8 अ–द)।

रम्भीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि

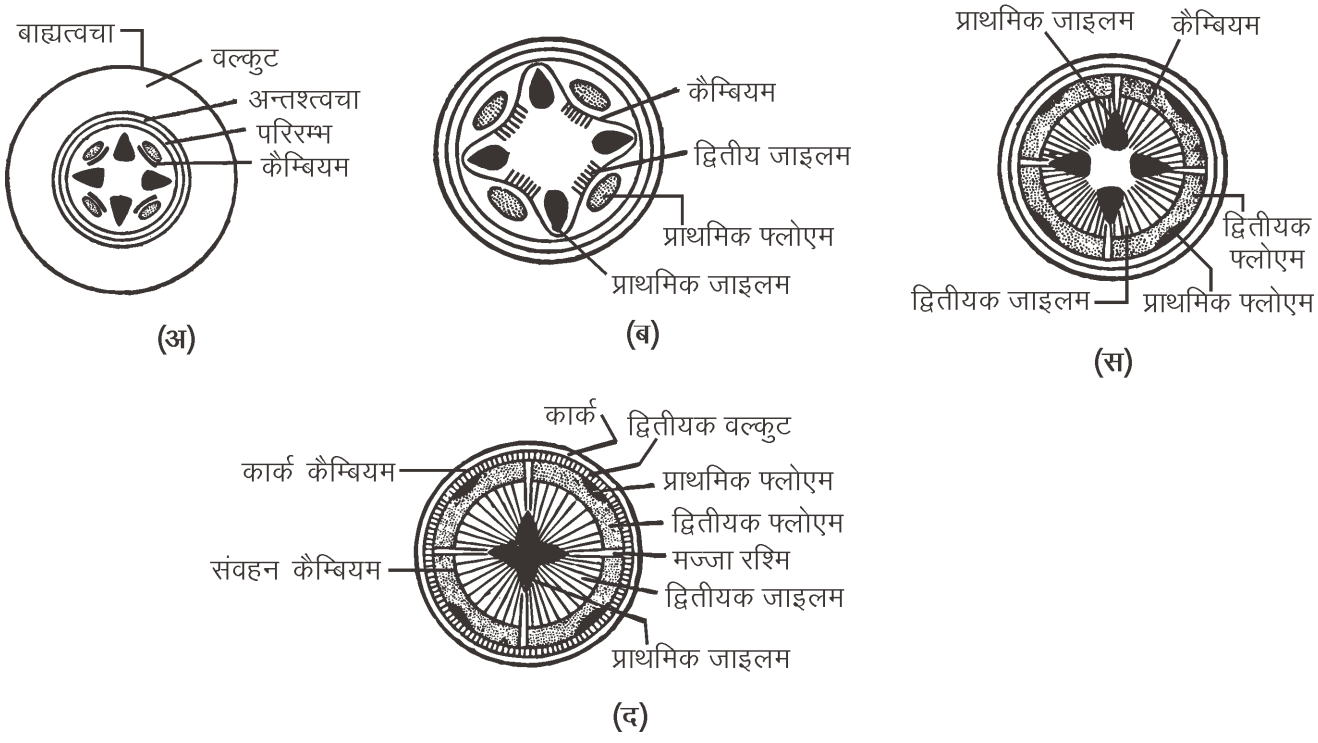
द्विबीजपत्री मूल में संवहन कैम्बियम (Vascular cambium) पूर्णतः द्वितीयक विभज्योतक होती है। द्वितीयक वृद्धि प्रारंभ होने पर प्रत्येक फ्लोएम पूल के ठीक नीचे स्थित संयोजी ऊतक की मृदुतकी कोशिकाएं विभज्योतक होकर एधा पट्टी (Cambium strip) बनाती है (चित्र 6.8 अ)। इसी तरह की एधा पट्टी हर एक जाइलम व फ्लोएम पूलो के बीच स्थित मृदुतकी कोशिकाओं से बनती है। इसी समय हर एक जाइलम पूल के आदिदारू के सम्मुख स्थित परिरम्भ की कोशिकाएं भी विभज्योतकी होकर एधा पट्टियां बनाती है। अब ये तीनों प्रकार की एधा पट्टियां एक दूसरे से मिलकर एधा की एक लहरदार (Wavy) पूर्ण वलय बना देती है (चित्र 6.8 ब) और क्रियाशील होकर अन्दर की तरफ द्वितीयक जाइलम व बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोएम बनाती है। शीघ्र ही यह लहरदार वलय गोलाकार हो जाती है। कैम्बियम की क्रियाशीलता लगातार होती रहती है जैसी द्विबीजपत्री तने में होती है (चित्र 6.8 स)। द्वितीयक मज्जा रश्मियां भी रश्मि प्रारंभिका से बनती रहती है। मूल की काष्ठ में वार्षिक वलय अनुपस्थित होती है। प्राथमिक जाइलम व प्राथमिक फ्लोएम पूर्णतया दब कर नष्ट हो जाता है।

कार्क कैम्बियम द्वारा द्वितीयक वृद्धि

जड़ों में कार्क कैम्बियम (Cork cambium) का निर्माण परिरंभ (Pericycle) से होता है। काग एधा बाहर की ओर कार्क (Cork) तथा अन्दर की ओर द्वितीयक वल्कुट का निर्माण करती है। जड़ों में भी वातरन्ध्र पाये जाते हैं परन्तु इनकी संख्या बहुत कम होती है। द्वितीयक वृद्धि के पश्चात् द्वितीयक ऊतकों के बन जाने के कारण दाब के फलस्वरूप अधिचर्म, प्राथमिक वल्कुट तथा अंतश्चर्म पूर्णतया नष्ट हो जाते हैं (चित्र 6.8 द)।

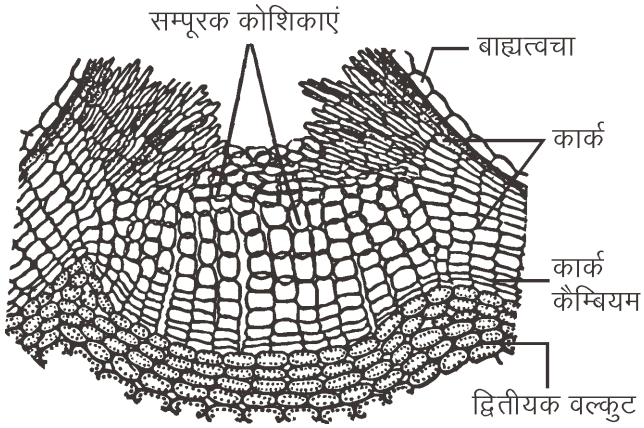
वातरंध्र (Lenticels)

कार्क (Cork) में अधिकांश कोशिकाएं मृत होती है कुछ स्थानों पर कार्क की कोशिकाएं जीवित होती है उनमें सुबेरिन का जमाव नहीं होता। इन्हें वातरन्ध्र कहते हैं। इनमें बिखरी हुई जीवित कोशिकाएं होती है जिन्हें पूरक कोशिकाएं (Complementary cells) कहते हैं। वातरन्ध्र सामान्यतः रन्ध्रों (stomata) के नीचे बनते हैं। वातरन्ध्रों द्वारा गैसों का आदान–प्रदान होता है इनके द्वारा वाष्पोत्सर्जन भी होता है (चित्र 6.9)।



चित्र 6.8 : एकबीजपत्री मूल में द्वितीयक वृद्धि (आरेखित चित्र)

(अ) प्रारम्भिक अवस्था (कैम्बियम निर्माण की शुरूआत) (ब) कैम्बियम का निर्माण (लहरदार कैम्बियम एवं द्वितीयक जाइलम के निर्माण की शुरूआत) (स) द्वितीयक संवहन ऊतकों का विकास (द) विकसित अवस्था (कार्क का निर्माण)



चित्र 6.9 : वातरन्ध्र (अनुप्रस्थ काट में संरचना)

महत्वपूर्ण बिन्दु

1. मूल की आन्तरिक संरचना में निम्नलिखित भाग होते हैं–
   (अ) मूलीयत्वचा (ब) वल्कुट (स) अन्तस्त्वचा
   (द) परिरंभ (य) संवहन ऊतक (र) मज्जा
2. द्विबीजपत्री पादपों की जड़ों में जाइलम तथा फ्लोएम पूलों की संख्या 2 से 6 तक हो सकती है।
3. मूल में अरीय संवहन पूल व स्तम्भ में संयुक्त संवहन पूल पाये जाते हैं।
4. एकबीजपत्री स्तम्भ की आन्तरिक संरचना का अध्ययन करने पर निम्न भाग दिखाई देते हैं–
   (अ) अधिचर्म (ब) भरण ऊतक (स) संवहन पूल
5. तने में बाह्यत्वचा पर पाये जाने वाले मूल रोम बहुकोशिक होते हैं।
6. द्विबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना में निम्न संरचनाएं दिखाई देती है–
   (अ) अधिचर्म (ब) वल्कुट (स) अन्तस्त्वचा (द) परिरंभ
   (य) संवहन पूल (र) मज्जा
7. ऊतक व्यवस्था के आधार पर पर्ण दो प्रकार की होती है–
   (अ) पृष्ठाधारी पर्ण (ब) समद्विपार्श्व पर्ण
8. सूक्ष्मदर्शी से देखने पर पृष्ठाधारी पर्ण एवं समद्विपार्श्व के ऊतक संरचना में निम्न संरचनाएं दिखाई देती है–
   (अ) ऊपरी अधिचर्म (ब) पर्ण मध्योत्तक
   (स) संवहन ऊतक (द) निचली अधिचर्म
   (य) रन्ध्र
9. द्वितीयक वृद्धि केवल द्विबीजपत्री पादपों के स्तम्भ व मूल में होती है।
10. एकबीजपत्री पादपों में द्वितीयक वृद्धि नहीं पायी जाती है।
11. द्वितीयक वृद्धि के विभज्योतक पादप शरीर में पार्श्व स्थिति में स्थित होते हैं।
12. संवहन पूलों के मध्य बनने वाली एधा को अन्तरपूलीय एधा कहते हैं।
13. कॉर्क का निर्माण कॉर्क एधा से होता है।
14. कॉर्क, कॉर्क एधा तथा द्वितीयक वल्कुट को सम्मिलित रूप से परित्वक कहते हैं।

अभ्यासार्थ प्रश्न

बहुचयनात्मक प्रश्न

1. जड़ों में मूल रोम ..... होते हैं–
   (अ) एककोशिकीय
   (ब) बहुकोशिकीय
   (स) एककोशिकीय व बहुकोशिकीय
   (द) अनुपस्थित
2. द्विबीजपत्री मूलों में जाइलम व फ्लोएम की संख्या होती है–
   (अ) 1 से 4 (ब) 4 से 8
   (स) 2 से 6 (द) 2 से 10
3. एधा (Cambium) की कोशिकाएं होती हैं–
   (अ) गोल (ब) आयताकार
   (स) वर्गाकार (द) त्रिभुजाकार
4. पृष्ठाधारी पर्ण कहते हैं–
   (अ) जिसकी ऊपरी तथा निचली सतह की संरचना में अंतर है।
   (ब) जिसकी ऊपरी तथा निचली सतह की संरचना में अंतर नहीं है।
   (स) सामान्यतः एकबीजपत्री पौधों में मिलती है।
   (द) उपरोक्त में से कोई नहीं।
5. द्वितीयक वृद्धि से गैसों के आदान–प्रदान के लिये बनते हैं–
   (अ) वातरंध्र (ब) वायुत्तक
   (स) जलरंध्र (द) उपरोक्त सभी
6. द्वितीयक वृद्धि पाई जाती है–
   (अ) केवल द्विबीजपत्री पादपों में
   (ब) केवल एकबीजपत्री पादपों में
   (स) मोनेरा समूह के पादपों में
   (द) शैवालों में

अतिलघुत्तरात्मक प्रश्न

1. एकबीजपत्री जड़ में कितने संवहन पूल पाये जाते हैं?
2. पार्श्व मूल का निर्माण किस भाग से होता है?
3. मूल रोम का क्या कार्य है?
4. पथ कोशिकाएं कहां मिलती है?
5. केस्पेरियन स्ट्रीप किस पदार्थ की बनी होती है?
6. बिखरे हुए संवहन पूल कौनसे तने में मिलते हैं?
7. विषमांगी प्रकार का परिरंभ क्या होता है?
8. पृष्ठाधारी पर्णों को सूर्य का प्रकाश पृष्ठ सतह पर अधिक क्यों मिलता है?
9. समद्विपार्श्व पर्णों को सूर्य का प्रकाश समान मात्रा में क्यों मिलता है?
10. एकबीजपत्री पादपों में किसके अभाव के कारण द्वितीयक वृद्धि नहीं पायी जाती है?
11. किस ऊतक को काष्ठ कहा जाता है?
12. द्विबीजपत्री पौधों में कॉर्क का निर्माण किस विभज्योत्तक द्वारा होता है?

लघुत्तरात्मक प्रश्न

1. अरीय संवहन पूल क्या होते हैं?
2. एकबीजपत्री मूल व द्विबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना में अन्तर बताइये।
3. एकबीजपत्री स्तम्भ की आन्तरिक संरचना के लक्षण बताइये।
4. द्विबीजपत्री स्तम्भ की आन्तरिक संरचना के लक्षण बताइये।
5. द्विबीजपत्री स्तम्भ व एकबीजपत्री स्तम्भ के संवहन पूल में अन्तर बताइये।
6. पृष्ठाधारी एवं समद्विपार्श्व पर्ण की ऊतक संरचना में अन्तर बताइये।
7. द्वितीयक वृद्धि किसे कहते हैं?
8. वातरंध्र पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिये।

निबन्धात्मक प्रश्न

1. एक प्रारूपिक एकबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना का सचित्र वर्णन कीजिये यह द्विबीजपत्री मूल से किस प्रकार भिन्न होती है?
2. उपयुक्त उदाहरण की सहायता से एकबीजपत्री स्तम्भ की आन्तरिक संरचना का सचित्र वर्णन कीजिये व द्विबीजपत्री स्तम्भ की आन्तरिक संरचना से तुलना कीजिये।
3. एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री स्तम्भ की आन्तरिक संरचना में अन्तर स्पष्ट कीजिये।
4. समद्विपार्श्व पर्ण की आन्तरिक संरचना सचित्र समझाइये।
5. पृष्ठाधारी पर्ण की आन्तरिक संरचना सचित्र समझाइये।
6. द्विबीजपत्री मूल में द्वितीयक वृद्धि को सचित्र समझाइये।
7. द्विबीजपत्री स्तम्भ में द्वितीयक वृद्धि को समझाइये।

उत्तरमाला: 1 (अ) 2 (स) 3 (ब) 4 (अ) 5 (अ) 6 (अ)