उच्चतर माध्यमिक पाठ्यक्रम

जीवविज्ञान (314)

1

पाठ्यक्रम समन्वयक
डॉ. संघमित्रा सूर्यपाणि

विद्याधनम् सर्वधनं प्रधानम्

राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान
ISO 9001:2008 प्रमाणित
(मानव संसाधन विकास मंत्रालय, भारत सरकार के अधीन एक स्वायत्त संस्था)
ए-24-25, इन्स्टीट्यूशनल एरिया, सेक्टर – 62, नोएडा -201309 (उ.प्र.)
वेबसाइटः www.nios.ac.in, टॉल फ्री नंबर 18001809393

60 जी.एस.एम पेपर एन आई ओ एस वाटरमार्क पर मुद्रित

© राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान

मई, 2015 (15,000 प्रतियाँ)

सचिव, राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान, ए–24–25, इंस्टीट्यूशनल एरिया, सेक्टर–62, नोएडा–201309 द्वारा प्रकाशित एवं मैसर्स अरावली प्रिन्टर्स एण्ड पब्लिशर्स प्रा. लि., डब्लू–30, ओखला फेस–2, नई दिल्ली–110020 द्वारा मुद्रित

सलाहकार समिति

प्रो. चंद्र भूषण शर्मा
अध्यक्ष
रा.मु.वि.शि.सं, नोएडा (उ.प्र.)

डॉ. कुलदीप अग्रवाल
निदेशक (शैक्षिक)
रा.मु.वि.शि.सं, नोएडा (उ.प्र.)

डॉ. रचना भाटिया
सहायक निदेशक (शैक्षिक)
रा.मु.वि.शि.सं, नोएडा (उ.प्र.)

पाठ्यक्रम समिति

अध्यक्ष
प्रो. सी.के. घोष
निदेशक, एन.सी.आई.डी.ई.
इग्नू, दिल्ली

सदस्य

डा. एच. एस. विश्नोई
सेवानिवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

डा. (श्रीमती) जसवंत सोखी
रीडर जीवविज्ञान
स्कूल ऑफ सांइसेज, इग्नू
मैदानगढ़ी, नई दिल्ली

श्रीमती शिवानी गोस्वामी
भूतपूर्व विभागाध्यक्ष (जीवविज्ञान)
मदर इंटरनेशनल स्कूल
नई दिल्ली

डा. भारती सरकार
सेवा निवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
मैत्रेयी कालेज, दिल्ली

डा. रीता सिंह
वनस्पति विज्ञान विभाग
जी.जी.बी सिंह इन्द्रप्रस्थ विश्वविद्यालय
दिल्ली

श्रीमती दुर्गा जोधानी
सेवा निवृत उपप्रधानाचार्य
केन्द्रीय विद्यालय न. 3 NH-41
फरीदावाद (हरियाणा)

डा. मीनाक्षी आर्या
सेवानिवृत रीडर (वनस्पति विज्ञान)
कनोडिया कन्या महाविद्यालय
जयपुर

प्रो. तसनीम फातिमा
वनस्पति विज्ञान विभाग
जामिया मिलिया इस्लामिया
नई दिल्ली

डा. संघमित्रा सूर्यपाणि
शैक्षिक अधिकारी (जीवविज्ञान)
रा मु वि शि सं, नोएडा (उ.प्र.)

नीलम गुप्ता
कार्यकारी अधिकारी
रा मु वि शि सं

पाठ लेखक एवं सम्पादक

डा. भारती सरकार
सेवा निवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
मैत्रेयी कालेज, दिल्ली

डा. मीनाक्षी टवाकाले
सेवा निवृत रीडर
वनस्पति विज्ञान विभाग

श्रीमती शिवानी गोस्वामी
पूर्व विभागाध्यक्ष (जीवविज्ञान)
मदर इंटरनेशनल स्कूल, दिल्ली

डा. लक्ष्मी निरूला
रीडर (जन्तु विज्ञान) खालसा कॉलेज,
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

श्रीमती विस्मिता प्रधान
कटवारिया सराय
दिल्ली

प्रो. तसनीम फातिमा
वनस्पति विज्ञान विभाग
जामिया मिलिया इस्लामिया, नई दिल्ली

डा. देवकान्त राव
उपनिदेशक, इग्नू
नई दिल्ली

डा. संघमित्रा सूर्यपाणि
शैक्षिक अधिकारी (जीव विज्ञान)
रा मु वि शि सं, नोएडा (उ.प्र.)

किशोर शिक्षा कार्यक्रम

समन्वयन
श्रीमती अशिमा सिंह
परियोजना आफिसर (एईपी)
राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान, नोएडा

सहायतार्थ
मानव संसाधान विकास
मंत्रालय, भारत सरकार
भारत

वित्तीय सहायता
यूनाइटेड नेशन पोपुलेशन फंड
(UNFPA)
नई दिल्ली, भारत

अनुवादक व भाषा संपादक

डा. एस. के. गुप्ता
स्वतंत्र लेखक
दिल्ली

डा. के. के. गुप्ता
सेवा निवृत रीडर
जाकिर हुसैन कालेज, दिल्ली

डा. भारती सरकार
सेवा निवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
मैत्रेयी कालेज, दिल्ली

डा. एच. के. जोशी
स्वतंत्र लेखक
दिल्ली

डा. दिनेश शर्मा
वैज्ञानिक, भारतीय कृषि अनुसंधान
परिषद पूसा, नई दिल्ली

नीलम गुप्ता
कार्यकारी अधिकारी
रा मु वि शि सं,

डा. बालकृष्ण सिन्हा
सेवा निवृत वैज्ञानिक अधिकारी
वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
मानव संसाधन विकास मंत्रालय
भारत सरकार

डा. गणेश शंकर पालीवाल
सेवा निवृत प्रोफेसर
हेमवती नंदन बहुगुणा गढ़वाल
विश्वविद्यालय, श्रीनगर
उत्तराखंड

पाठ्यक्रम समन्वयक

डा. संघमित्रा सूर्यपाणि
शैक्षिक अधिकारी (जीवविज्ञान)
रा मु वि शि सं, नोएडा (उ.प्र.)

रेखा चित्रण

श्रीकृष्णा ग्राफिक्स
सी-90, वेस्ट विनोद नगर, दिल्ली-110092

सलाहकार समिति

प्रो. चंद्र भूषण शर्मा
अध्यक्ष
रा.मु.वि.शि.सं, नोएडा (उ.प्र.)

डॉ. कुलदीप अग्रवाल
निदेशक (शैक्षिक)
रा.मु.वि.शि.सं, नोएडा (उ.प्र.)

डॉ. रचना भाटिया
सहायक निदेशक (शैक्षिक)
रा.मु.वि.शि.सं, नोएडा (उ.प्र.)

पाठ्यक्रम समिति

अध्यक्ष
प्रो. सी.के. घोष
निदेशक, एन.सी.आई.डी.ई.
इग्नू, दिल्ली

सदस्य

डा. एच. एस. विश्नोई
सेवानिवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

डा. (श्रीमती) जसवंत सोखी
रीडर जीवविज्ञान
स्कूल ऑफ सांइसेज, इग्नू
मैदानगढ़ी, नई दिल्ली

श्रीमती शिवानी गोस्वामी
भूतपूर्व विभागाध्यक्ष (जीवविज्ञान)
मदर इंटरनेशनल स्कूल
नई दिल्ली

डा. भारती सरकार
सेवा निवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
मैत्रेयी कालेज, दिल्ली

डा. रीता सिंह
वनस्पति विज्ञान विभाग
जी.जी.बी सिंह इन्द्रप्रस्थ विश्वविद्यालय
दिल्ली

श्रीमती दुर्गा जोधानी
सेवा निवृत उपप्रधानाचार्य
केन्द्रीय विद्यालय न. 3 NH-41
फरीदावाद (हरियाणा)

डा. मीनाक्षी आर्या
सेवानिवृत रीडर (वनस्पति विज्ञान)
कनोडिया कन्या महाविद्यालय
जयपुर

प्रो. तसनीम फातिमा
वनस्पति विज्ञान विभाग
जामिया मिलिया इस्लामिया
नई दिल्ली

डा. संघमित्रा सूर्यपाणि
शैक्षिक अधिकारी (जीवविज्ञान)
रा मु वि शि सं, नोएडा (उ.प्र.)

नीलम गुप्ता
कार्यकारी अधिकारी
रा मु वि शि सं

पाठ लेखक एवं सम्पादक

डा. भारती सरकार
सेवा निवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
मैत्रेयी कालेज, दिल्ली

डा. मीनाक्षी टवाकाले
सेवा निवृत रीडर
वनस्पति विज्ञान विभाग

श्रीमती शिवानी गोस्वामी
पूर्व विभागाध्यक्ष (जीवविज्ञान)
मदर इंटरनेशनल स्कूल, दिल्ली

डा. लक्ष्मी निरूला
रीडर (जन्तु विज्ञान) खालसा कॉलेज,
दिल्ली विश्वविद्यालय, दिल्ली

श्रीमती विस्मिता प्रधान
कटवारिया सराय
दिल्ली

प्रो. तसनीम फातिमा
वनस्पति विज्ञान विभाग
जामिया मिलिया इस्लामिया, नई दिल्ली

डा. देवकान्त राव
उपनिदेशक, इग्नू
नई दिल्ली

डा. संघमित्रा सूर्यपाणि
शैक्षिक अधिकारी (जीव विज्ञान)
रा मु वि शि सं, नोएडा (उ.प्र.)

किशोर शिक्षा कार्यक्रम

समन्वयन
श्रीमती अशिमा सिंह
परियोजना आफिसर (एईपी)
राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान, नोएडा

सहायतार्थ
मानव संसाधान विकास
मंत्रालय, भारत सरकार
भारत

वित्तीय सहायता
यूनाइटेड नेशन पोपुलेशन फंड
(UNFPA)
नई दिल्ली, भारत

अनुवादक व भाषा संपादक

डा. एस. के. गुप्ता
स्वतंत्र लेखक
दिल्ली

डा. के. के. गुप्ता
सेवा निवृत रीडर
जाकिर हुसैन कालेज, दिल्ली

डा. भारती सरकार
सेवा निवृत रीडर (जन्तु विज्ञान)
मैत्रेयी कालेज, दिल्ली

डा. एच. के. जोशी
स्वतंत्र लेखक
दिल्ली

डा. दिनेश शर्मा
वैज्ञानिक, भारतीय कृषि अनुसंधान
परिषद पूसा, नई दिल्ली

नीलम गुप्ता
कार्यकारी अधिकारी
रा मु वि शि सं,

डा. बालकृष्ण सिन्हा
सेवा निवृत वैज्ञानिक अधिकारी
वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग
मानव संसाधन विकास मंत्रालय
भारत सरकार

डा. गणेश शंकर पालीवाल
सेवा निवृत प्रोफेसर
हेमवती नंदन बहुगुणा गढ़वाल
विश्वविद्यालय, श्रीनगर
उत्तराखंड

पाठ्यक्रम समन्वयक

डा. संघमित्रा सूर्यपाणि
शैक्षिक अधिकारी (जीवविज्ञान)
रा मु वि शि सं, नोएडा (उ.प्र.)

रेखा चित्रण

श्रीकृष्णा ग्राफिक्स
सी-90, वेस्ट विनोद नगर, दिल्ली-110092

निदेशक की कलम से

प्रिय शिक्षार्थी,

स्वागतम्

राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान का शैक्षिक विभाग हमेशा आपकी आवश्यकताओं के अनुरूप नए कार्यक्रम तैयार करने की कोशिश करता है। व्यापक तुलनात्मक अध्ययन के उपरांत हमने पाया कि हमारी पाठ्यचर्या अधिक कार्यात्मक, जीवन से जुड़ी हुई तथा सहज है। हमने देश के प्रमुख शिक्षाशास्त्रियों को आमंत्रित कर उनके निर्देशन में जीवविज्ञान पाठ्यचर्या को संशोधित करके अद्यतन बनाया है।

साथ ही, हमने पुरानी तथा निरर्थक सूचनाओं को हटाकर नई तथा उपयोगी सामग्री को जोड़ा है तथा अधिगम सामग्री को आपके लिए आकर्षक और प्रभावी बनाने का प्रयास किया है।

मुझे विश्वास है कि आप इस नई सामग्री को रुचिकर और आकर्षक पाऐंगे जिसमें आपको करने के लिए बहुत से क्रियाकलाप मिलेंगे। आगे और सुधार लाने के लिए दिए गए आपके सुझावों का स्वागत है।

आपके सुखद तथा सफल जीवन की कामना करता हूँ।

(डॉ. कुलदीप अग्रवाल)
निदेशक (शैक्षिक)
राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान

शिक्षार्थी को पत्र

प्रिय शिक्षार्थी,

राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान के संशोधित जीव विज्ञान के पाठ्यक्रम में आपका स्वागत है। यह पाठ्यक्रम स्कूल शिक्षा बोर्ड परिषद तथा राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद के मूल पाठ्यक्रम पर आधारित है। जीव विज्ञान प्राणियों के जीवन का विज्ञान है तथा संशोधित पाठ्यक्रम में दोनों मौलिक व आधुनिक जीव विज्ञान के मुद्दे शामिल हैं। पाठ्यक्रम का प्रारम्भ जैव-विविधता व उसके वर्गीकरण से किया गया है व जीवों की शारीरिक संरचना व कार्यप्रणाली, प्रजनन व प्रवर्धन से लेकर आनुवंशिकी, आण्विक जीव विज्ञान, जैवप्रौद्योगिकी तथा प्रतिरक्षा विज्ञान जैसे जीव विज्ञान के आधुनिक क्षेत्रों पर भी चर्चा की गई है। पर्यावरण का विस्तारित अध्ययन व मनुष्य की भलाई से जुड़ें विषय पोषण और स्वास्थ्य भी पाठ्यक्रम मे रखे गए हैं।

*जीव विज्ञान पाठ्यक्रम को तीन भागों में विभाजित किया गया है। भाग 1 व भाग 2 सिद्धान्तात्मक हैं व भाग 3 प्रयोगशाला में किए जाने प्रयोगों पर आधारित है। पाठ्यपुस्तक में आप पाँच मॉड्यूल पायेंगे जिनके अन्तर्गत कुल 31 पाठ हैं। **मॉड्यूल I** में विविधता तथा जीवन का विकास एवं **मॉड्यूल II** में पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य, **मॉड्यूल III** में जनन एवं आनुवंशिकी एवं **मॉड्यूल IV** में पर्यावरण एवं स्वास्थ्य और **मॉड्यूल V** में जीव विज्ञान के उभरते क्षेत्र हैं।*

*सार्वजनिक परीक्षाओं में पाठ्यक्रम का बोझ हल्का करने के लिए यह निश्चय किया गया है कि कुछ आधारभूत पाठों को शिक्षक अंकित मूल्यांकन पत्र (टी.एम.ए.) में मूल्यांकन हेतु रखा जाए। यह 31 पाठों में से 9 पाठ हैं। यह पाठ है - **जीवन की उत्पत्ति एवं विकास और वर्गीकरण से परिचय, कोशिका संरचना एवं कार्य, मूल तंत्र, पादपों में श्वसन, पोषण और पाचन, समस्थापन : साम्यावस्था, आनुवंशिकी तथा समाज, प्रदूषण और कुछ सामान्य मानव रोग।** प्रत्येक पाठ में दिए गए पाठगत प्रश्न व पाठांत प्रश्न करने पर आपने पाठ को कितना समझा यह स्वयं जाँच पाएंगें। पाठ के अंत में दिए गए सारांश 'आपने क्या सीखा' व पारिभाषिक शब्दावली आपको पाठ दोहराने में सहायता करेंगें। कृपया आप अपना काम समय पर पूरा करे और अपने जीव विज्ञान संबंधित प्रयोग भी पीसीपी केन्द्र में करे।*

आशा है कि 'मुद्रित शिक्षक' के साथ की यात्रा आपके लिए आनन्दायक होगी। विज्ञान का अध्ययन छात्रों को विश्लेषात्मक विचारक और अच्छा निर्णयकर्ता बनाता है क्योंकि विज्ञान वैज्ञानिक दृष्टिकोण और वैज्ञानिक सोच बनाये रखने में सहायक होता है।

अपनी किसी भी पाठ्यगत कठिनाई अथवा पाठ से जुड़े प्रश्नों के लिए हमसे सम्पर्क करने में संकोच न करें। हमारी वेबसाइट है www.nios.ac.in

हम आशा करते हैं कि आप इस पाठ्यक्रम को रूचिकर पाएंगे और इसके अध्ययन में आनंद प्राप्त करेंगे।

आपकी सफलता के लिए शुभकामनाएं।

(डॉ. संघमित्रा सूर्यपाणि)
पाठ्यक्रम समन्वयक
ई-मेल: aobio@nios.ac.in

अपने पाठ कैसे पढ़ें

आपकी अध्ययन सामग्री का विकास मुक्त एवं दूरस्थ-अध्ययन के जीवविज्ञान विशेषज्ञों के एक दल द्वारा किया गया है। स्व: अध्ययन के लिए इसमें एक सुसंगत प्रारुप का अनुसरण किया गया है। निम्नलिखित बिन्दु आपको सुझायेंगे कि इस मुद्रित सामग्री का सर्वोत्तम उपयोग आप कैसे कर सकते हैं।

शीर्षक *एक अग्रिम संगठक है और पाठ की विषय-वस्तु का आभास आपको देता है। इस पर विचार कीजिए।*

प्रस्तावना *पाठ की विषय वस्तु को उकेरती है और आपके पूर्व ज्ञान एवं आसपास के वातावरण में घटती प्राकृतिक परिघटनाओं से उसको जोड़ती है। इसे अच्छी तरह पढ़िए।*

उद्देश्य *विषय वस्तु को पाठ पढ़ लेने के पश्चात आपकी वांछित उपलब्धियों के साथ जोड़ते हैं। इन्हें याद रखिए।*

विषय वस्तु *को पाठ में दी गई अवधारणाओं में अन्तर्निहित एकता को ध्यान में रखते हुए खंडों एवं उप खंडों में बाँट कर प्रस्तुत किया गया है। पाठ्य वस्तु को ध्यान से पढ़िए और पृष्ठ पर छोड़े गए हाशिए में टिप्पणियाँ लिखिए। एक खण्ड पूरा कर लेने के पश्चात् इससे संबंधित पाठ्गत प्रश्नों के उत्तर दीजिए एवं आंकिक प्रश्न स्वयं हल कीजिए। इससे आपको अपने बोध स्तर को जाँचने का अवसर मिलेगा। आपको एक खण्ड को तब तक बार-बार पढ़ना चाहिए जब तक कि आपको इस पर अधिकार प्राप्त न हो जाय।*

कुछ स्थानों पर आपको विषय वसतु ***तिरछे अक्षरों या मोटे अक्षरों*** *में लिखी मिलेगी। यह इस बात का सूचक है कि यह महत्वपूर्ण अवधारणा है। इन्हें याद कीजिए।*

साधित प्रश्न *आपको अवधारणाओं को समझने तथा विचारों को सुनिश्चित करने में सहायता करेंगे। वास्तव में समस्याओं को हल करना जीवविज्ञान-प्रशिक्षण का एक अनिवार्य अंग है। इनको स्वयं हल कीजिए और किसी दिए गए उदाहरण में पढ़ायी जानेवाली अवधारणा पर ध्यान दीजिए।*

कार्यकलाप *सरल प्रयोग है जो आप आसानी से उपलब्ध (कम खर्च वाले) पदार्थों का उपयोग कर घर पर या कार्य-स्थल पर आसानी से कर सकते हैं। इनके द्वारा आप जीवविज्ञान को करके सीख सकेंगे। इनको स्वयं कीजिए और प्रेक्षणों व अपने निष्कर्षों में संबंध स्थापित कीजिए।*

पाठगत प्रश्न *प्रत्येक खण्ड में विवेचित अवधारणों पर आधारित हैं। इन प्रश्नों के उत्तर प्रश्न के नीचे छोड़े गये स्थान पर लिखिए और अपने उत्तरों को पाठ के अंत में दिये गये संक्षिप्त उत्तरों से मिलाइए। यह आपको अपनी प्रगति का बोध करायेंगे। यदि आप अपने उत्तरों की गुणता एवं सत्यता से संतुष्ट नहीं है तो पीछे लौटिए और उस खण्ड को फिर से पढ़िए।*

आपने क्या सीखा *अनिवार्यत: अध्ययन बिन्दुओं के द्रुत पुनरावर्तन के लिए दिया गया सार है। आप चाहें तो इस सूचि में अन्य बिन्दु जोड़ सकते हैं।*

पाठांत अभ्यासों *लघु, दीर्घ एवं आंकिक प्रश्नों विषय का एक संदर्श प्राप्त करने में आपकी सहायता करेंगे। इनका सावधानी पूर्वक अभ्यास कीजिए। अपने सहपाठियों या परामर्शदाताओं से इन पर चर्चा कीजिए।*

पाठगत प्रश्नों के उत्तर : *इनकी सहायता से आप जान सकेंगे कि आपने पाठगत प्रश्नों के जो उत्तर दिए है वह कितने सही हैं।*

ऑडियो: *कठिन या अमूर्त अवधारणाओं को ठीक से समझने के लिए कुछ विषय क्षेत्रों में ऑडियो कार्यक्रम उपलब्ध है। आप इनको FM के ज्ञानवाणी पर सुन सकते हैं या रा.मु.वि.शि.सं. के मूल्यांकित प्रकाशनों के एकक से संहत डिस्को के रुप में खरीद सकते हैं।*

विडियो: *आपके विषय से संबंधित कुछ अंशो को स्पष्ट करने के लिए विडियो कार्यक्रम बनाए गए हैं। आप इनको अपने अध्ययन केन्द्र पर देख सकते हैं या रा.मु.वि.शि.सं. के मूल्यांकित प्रकाशनों के एकक से संहत डिस्कों के रुप में खरीद सकते हैं।*

www *द्वारा संसूचित कुछ चुनी गई वेबसाइट हैं जिनको आप अतिरिक्त ज्ञान प्राप्त करने के लिए देख सकते हैं।*

दूर बैठे अध्ययन स्वत: प्रेरणा, आत्म-अनुशासन एवं आत्म नियंत्रण के आधार पर ही हो पाता है। अत: आपको नियमित अध्ययन का स्वभाव बनाना चाहिए। इस प्रयास में एक दैनिक कार्यक्रम बनाना लाभदायक होगा। अपने अध्ययन के लिए घर में एक ऐसा स्थान निर्धारित कर लीजिए जहाँ हवा और रोशनी ठीक से उपलब्ध हो। परन्तु, वहाँ शोर नहीं होना चाहिए ताकि अध्ययन के समय आपका ध्यान भंग न हो।

उच्चतर माध्यमिक पाठ्यक्रम

विषय सामग्री पर एक विहंगम दृष्टि

मॉड्यूल	पाठ संख्या	पाठ का नाम	मूल्यांकन का प्रकार टी.एम.ए.	पी.ई.
मॉड्यूल-I **विविधता तथा जीवन का विकास**	01	जीवन की उत्पत्ति एवं विकास और वर्गीकरण से परिचय	टी.एम.ए.	
	02	जगत् मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा व फंजाई		पी.ई.
	03	पादप जगत् (प्लाँटी) और प्राणी जगत् (ऐनिमैली)		पी.ई.
	04	कोशिका संरचना एवं कार्य	टी.एम.ए.	
	05	ऊतक तथा संघटना के अन्य स्तर		पी.ई.
मॉड्यूल-II **पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य**	06	मूल तंत्र	टी.एम.ए.	
	07	प्ररोह तंत्र		पी.ई.
	08	पौधों में अवशोषण, परिवहन और जल क्षय (वाष्पोत्सर्जन)		पी.ई.
	09	पादपों में पोषण–खनिज पोषण		पी.ई.
	10	नाइट्रोजन उपापचय		पी.ई.
	11	प्रकाश संश्लेषण		पी.ई.
	12	पादपों में श्वसन	टी.एम.ए.	
	13	पोषण और पाचन	टी.एम.ए.	
	14	श्वसन और नाइट्रोजनी अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन		पी.ई.
	15	देह-तरल पदार्थों का परिसंचरण		पी.ई.
	16	संचलन एवं गति		पी.ई.
	17	समन्वय और नियंत्रण : तंत्रिका-तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र		पी.ई.
	18	समस्थापन : स्थायी अवस्था	टी.एम.ए.	
मॉड्यूल-III **जनन एवं आनुवंशिकी**	19	पादपों में जनन		पी.ई.
	20	पौधें में वृद्धि और परिवर्धन		पी.ई.
	21	जनन व जनसंख्या नियंत्रण		पी.ई.
	22	आनुवंशिकी के सिद्धांत		पी.ई.
	23	आण्विक वंशागति एवं जीन अभिव्यक्ति		पी.ई.
	24	आनुवंशिकी तथा समाज	टी.एम.ए.	
मॉड्यूल-IV **पर्यावरण एवं स्वास्थ्य**	25	पारिस्थितिकी के नियम		पी.ई.
	26	प्राकृतिक संसाधनों का प्रयोग एवं संरक्षण		पी.ई.
	27	प्रदूषण	टी.एम.ए.	
	28	पोषण और स्वास्थ्य		पी.ई.
	29	कुछ सामान्य मानव रोग	टी.एम.ए.	
मॉड्यूल-V **जीवविज्ञान के उभरते क्षेत्र**	30	जैवप्रौद्योगिकी		पी.ई.
	31	प्रतिरक्षा जैविकी : एक परिचय		पी.ई.

कुल पाठ = **31**

सार्वजनिक परीक्षाओं के पाठ (पी.ई.) = **22**

शिक्षक अंकित मूल्यांकन पत्र के पाठ (टी.एम.ए.) = **09**

विषय सूची

		पृ. संख्या	मूल्यांकन के प्रकार टी.एम.ए./पी.ई.	
मॉड्यूल - 1: विविधता तथा जीवन का विकास				
01	जीवन की उत्पत्ति एवं विकास और वर्गीकरण से परिचय	1	टी.एम.ए.	
02	जगत् मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा व फंजाई	32		पी.ई.
03	पादप जगत् (प्लाँटी) और प्राणी जगत् (ऐनिमैली)	55		पी.ई.
04	कोशिका संरचना एवं कार्य	92	टी.एम.ए.	
05	ऊतक तथा संघटना के अन्य स्तर	135		पी.ई.
मॉड्यूल - 2: पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य				
06	मूल तंत्र	159	टी.एम.ए.	
07	प्ररोह तंत्र	180		पी.ई.
08	पौधों में अवशोषण, परिवहन और जल क्षय (वाष्पोत्सर्जन)	226		पी.ई.
09	पादपों में पोषण–खनिज पोषण	250		पी.ई.
10	नाइट्रोजन उपापचय	264		पी.ई.
11	प्रकाश संश्लेषण	278		पी.ई.
12	पादपों में श्वसन	299	टी.एम.ए.	
13	पोषण और पाचन	319	टी.एम.ए.	
14	श्वसन और नाइट्रोजनी अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन	343		पी.ई.
15	देह–तरल पदार्थों का परिसंचरण	374		पी.ई.
16	संचलन एवं गति	397		पी.ई.
17	समन्वय और नियंत्रण : तंत्रिका–तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र	410		पी.ई.
18	समस्थापन : स्थायी अवस्था	444	टी.एम.ए.	
	पाठ्यक्रम	463		
	प्रतिपुष्टि फॉर्म	473		

एनआईओएस द्वारा जीते गए पुरस्कार

एनआईओएस ने मुक्त एवं दूरस्थ शिक्षा प्रणाली (ओडीएल) के विकास के लिए सूचना एवं प्रौद्योगिकी (आईसीटी) की सम्भाव्यताओं के लिए विभिन्न परियोजनाओं को कार्यान्वित किया है। एनआईओएस के नि-ऑन प्रोजेक्ट ने ई-गवर्नेंस और सूचना एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार जीता। इसकी ऑन लाइन प्रवर्तनों और उत्कृष्ट आईसीटी प्रयासों की सराहना के रूप में एनआईओएस ने निम्नांकित पुरस्कार प्राप्त किए :-

ई-गवर्नेन्स 2008-09 के लिए एनआईओएस ने राष्ट्रीय पुरस्कार जीता

एनआईओएस ने प्रशासनिक सुधार और लोक शिकायत एवं सूचना प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार द्वारा संस्थापित एक्सीलेंस ई-गवर्नमेंट प्रोसेस री-इंजीनियरिंग हेतु ई-गवर्नेन्स 2008-09 सिल्वर आईकन के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार जीता।

एनआईओएस ने एनसीपीईडीपी एमपीएचएएसआईएस यूनिवर्सल डिजाईन पुरस्कार 2012 प्राप्त किया

राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान (एनआईओएस) की नेशनल सेंटर फॉर प्रमोशन ऑफ इम्प्लॉएमेंट फॉर डिसेबल्ड पीपल द्वारा संस्थापित एनसीपीईडीपी-एमपीएचएएलआईएस यूनिवर्सल डिजाइन अवार्ड-2012 से सम्मानित किया गया। यह पुरस्कार **माननीय श्री मुकुल वासनिक, सामाजिक न्याय एवं अधिकारिता मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा** 14 अगस्त, 2012 को प्रदान किया गया। एनआईओएसको आईसीटी के माध्यम से अक्षम शिक्षार्थियों हेतु, इसके वेब पोर्टल www.nios.ac.in को पूर्णरूप से ऐसे शिक्षार्थियों के लिए सुलभ बनाने का, विशिष्ट कार्य करने के लिए चुना गया।

मंथन अवॉर्ड साउथ एशिया एवं एशिया पैसेफिक 2012

ई-कन्टेन्ट और रचनात्मकता में सर्वोत्तम आईसीटी कार्यों को पहचान के लिए मंथन अवार्ड दक्षिण एशिया एवं एशिया पैसेफिक 2012 यह पुरस्कार डिजिटल इम्पावरमंट फाउंडेशन द्वारा वर्ल्ड समिट अवार्ड, सूचना तकनीकी विभाग, भारत सरकार के सहयोग से संस्थापित किया गया है। यह पुरस्कार ऐसे विभिन्न सहभागियों के लिए है जैसे सभ्य समाज के सदस्य, मीडिया और इसी प्रकार के अन्य संगठन जो दक्षिण-एशियाई और एशिया पैसेफिक राष्ट्रों के विकास के लिए डिजिटल कटेंट समाविष्टता के प्रसार में लगे हैं। **यह पुरस्कार 01 दिसंबर, 2012 को इंडिया हैबिटेट सेंटर में 9वें मंथन अवार्ड गाला साउथ एशिया एण्ड पैसेफिक-2012** के दौरान प्रदान किया गया।

मानवता की सेवा में जीव-विज्ञान
जीवविज्ञान के क्षेत्र में भारत का योगदान

जीव-विज्ञान का अध्ययन मानव की पादपों और जन्तुओं की पहचान करने की जिज्ञासा से प्रारम्भ हुआ। लेकिन एक स्वतंत्र विषय के रूप में अब जीव-विज्ञान के कई नए चरण सम्मुख आए हैं और आण्विक स्तर पर की जा रही खोजों ने कई नए क्षेत्रों जैसे कोशिका जैविकी, तंत्रिका-विज्ञान, प्रतिरक्षण-विज्ञान, जैव-प्रोद्यौगिकी, जैवभौतिकी, जैव-रसायन, सूक्ष्म-जैविकी, और सामाजिक-जैविकी सामने प्रस्तुत किए है। पूर्व में जीव-विज्ञान को पहचान मात्र एक वर्णनात्मक विज्ञान, के रूप में भी, लेकिन आजकल यह एक ऐसे एकीकृत वैज्ञानिक विषय, का रूप ले चुका है जहां जैविक अवधारणाओं, की रासायनिकी, भौतिकी, गणित, जैव प्रोद्यौगिकी और विज्ञान की अन्य शाखा का समन्वय परिलक्षित होता है।

भारत मे जीव-विज्ञान के अध्ययन का इतिहास चरक एवं सुश्रुत के काल से प्रारम्भ हुआ माना जाता है। चरक का जन्म लगभग 200 AD में हुआ था। चरक एक आयुर्वेदाचार्य और ऐसे घुमक्कड़ चिकित्सक (डाक्टर) थे जो एक स्थान से दूसरे तक पहुंच कर, लोगों को आयुर्विज्ञान के संदर्भ में ज्ञान बांटते थे। वस्तुत: उनकी पुस्तक **चरक-संहिता** जड़ी-बूटियों के औषधीय गुणों के संदर्भ में एक प्रामाणिक पुस्तक मानी जाती है। इसके विपरीत **सुश्रत सम्भवत** भारत के प्रथम शल्य-चिकित्सक थे। ऐसी मान्यता हैं कि वे योग्य शल्य-चिकित्सक ही नहीं वरन् एवक सुयोग्य लेखक भी थे। उनकी पुस्तक सुश्रुत-संहिता को बड़ी ख्याति मिली। वे अपने विद्यार्थियो को शल्य-चिकित्सा में निपुण बनाने के लिए पहले चाकू का उपयोग सब्जियों पर करना सिखाते थे, और तब शवों पर।

भारतीय जीव-विज्ञानियों में **सर जगदीश चन्द्र बसु** की ख्याति इसलिए है कि उन्होंने यह प्रतिपादित किया कि प्राणियों की भांति पादप भी जीवधारी होते हैं। **बीरबल साहनी** जो भारत में पुरावनस्पति विज्ञान के पुरोधा थे, ने लखनउ में पुरावनस्पति संस्थान की स्थापना की थी। **डॉ. हरगोबिन्द खुराना** प्रथम कृत्रिम जीव को पाये संश्लेषण करने के लिए विश्व-विख्यात हो गए। **डॉ. एम. एस. स्वामीनाथन** ने गेहूं की ऐसी उच्च-उत्पादकता-प्रदायी किस्मों को विकसित किया जो भारत में 'हरित-क्रांति' (Green Revolution) की आधार बनीं। दिल्ली विश्वविद्यालय के वनस्पति-विज्ञान विभाग के **प्रो. पंचानन महेश्वरी** ने भ्रूण-विज्ञान में अनथक शोध-कार्य किया और अनेक पुष्पी कुलो के सदस्यों के भ्रौणिकी के अध्ययन के उपरांत नवीन तथ्य सम्मुख लाए विशेषकर परजीवी एवं जलीय जातियों के संदर्भ में। इसी विभाग के **प्रों. सतीश चन्द्र महेश्वरी** एवं **डॉ. शिप्रा गुहामुकर्जी** ने प्रथमत: पाये *धतूरा इनोक्सिया* (*Datura innoxia*) के पुमंगों (anthers) को परख-नली में संवर्धित कर अगुणित पादप (haploid plants) प्राप्त किए। बनारस हिन्दू विश्वविद्यालय के **प्रो. आर. एन. सिंह** एवं **हरदर्शन कुमार** ने नील-हरित शैकलों में रूपांतरण एवं संभुग्मन की विधियों का प्रयोग करते हुए, आनुवंशिक पुर्नयुग्मन स्थापित किया। **प्रो. लाल जी सिंह** अपने लिंग निर्धारण के आण्विक आधार, डी एन ए (DNA) अंगुलिमुद्रण और वन्य-जीव संरक्षण सम्बन्धी कार्यों के लिए सुप्रसिद्ध हैं।

भारत के सुप्रसिद्ध पक्षीविद् **सलीम अली**, देश के ऐसे प्रकृति प्रेमी थे जिन्होंने देश में पक्षी-विज्ञान से सम्बद्ध सभी पक्षों को अग्रसर करने की ओर ध्यान दिया। बनारस हिन्दू विश्वविघालय के वनस्पति-विज्ञान विभाग के **प्रो. रामदेव मिश्रा** ने, जो भारत में पादप पारिस्थितिकी के जनक कहे जाते हैं, ने भारत के उष्णकटिबन्धी वनों

और घासस्थलीय पारितन्त्र का तो अध्ययन तो किया ही, 1972 में वातावरणीय योजना और समन्वयन की राष्ट्रीय समिति की स्थापना भी की। **प्रो. शिवराम कश्यप** को जो मूलत: एक चिकित्सक थे, भारत में ब्रायालॉजी का जनक कहा जाता है, इस शाखा के साथ-साथ **ईक्वीसेटम** वंश की जातियों की लैगिक पीढ़ी का भी सर्बागीण अध्ययन प्रस्तुत किया। वे विकास के सिद्धान्त के प्रतिपादन के लिए भी जाने जाते हैं।

करम चन्द मेहता (K.C. Mehta) जो मूलत: पादप-रोग विज्ञानी थे, ने लम्बी अवधि तक अनाज-फसलों में श्याम कि्ट्ट (Black rust) का अध्ययन किया और यह सिद्ध किया कि उत्तर भारत में गेंहू की फसल का इन किट्टो द्वारा सक्रमण हिमालयी क्षेत्र में और दक्षिण में नीलगिरि में उगायी जाने वाली गेहूं की फसल के यूरेडोबीजाणुओं द्वारा होता हैं। कोलकाता विश्वविद्यालय के **प्रो. ए.के शर्मा** और उनकी पत्नी **श्रीमती अर्चना शर्मा** ने गुणसूत्रों की भौतिक एवं रासायनिक प्रकृति के अध्ययन की जो विधियां अपनायी वे विश्व भर में प्राणि एवं मानव में इनके संदर्भ में अग्रगामी ज्ञान प्राप्त करने के लिए उपयोग का जाती हैं। पटना विश्वविद्यालय के **प्रो. आर. पी. रॉय** अपने **एजिलॉप्स** की जातियों के जीनोम सर्वेक्षण के साथ-साथ *कोक्सीनिया इंडिका* नामक कुकरबिट प्रजाति के लिंग निर्धारण और आनुवंशिक-तंत्र के संदर्भ में नए विचार सम्मुख रखें। गणपति अर्नकाथमोनी ऐसे परागन विज्ञानी हैं जिन्होंने परागों की आकारिकी की प्रजातीय स्तर पर महत्ता तो दर्शायी है, यह भी स्पष्ट किया कि गगन पारितन्त्र की समुद्र तटों को ज्वार-भाटा तरंगो के प्रभावों और मृदा अपरदन से सुरक्षित रखने में महत्वपूर्ण भूमिका है।

आनन्द शिव प्रसाद मनुष्य में उपापयच की क्रिया में जिंक जस्ता धातु की भूमिका की खोज के लिए प्रसिद्ध हैं। दिल्ली विश्वविघालय के पटेल चेस्ट संस्थान के **औतार सिंह पेन्टल** तंत्रिकाविज्ञान और श्वसन विज्ञान के क्षेत्र में अग्रणी खोज के लिए जाने जाते हैं। **मोहम्मद शमीम जयराजपुरी** सूत्रकृमि विज्ञान के क्षेत्र में अपने योगदान के लिए याद किए जाते हैं

एस. के ब्रहमचारी तंत्रिकीय विकारों और मनोरोग विकारों के क्षेत्र में योगदान के लिए जाने जाते हैं इन्होंने सीजोफ्रेनिया और द्विध्रुवीय विकार से जुड़ी जीनों की पहचान की। **पी. मजुमदार** ने सांख्यिकीय विधियों का जटिल मानवीय लक्षणों के चित्रण और प्रेषण में उपयोग किया। साथ ही भारत में विद्यमान भाषायी समूहों मे माइटोकोन्ड्रिभाई डी एन ए चिन्हकों की भी पहचान की। ए. के. परीदा ने जलवायु परिवर्त्तन, समुद्री सतह बदलाव और घटती वर्षा के कारण विश्व एवं राष्ट्रीय स्तर पर फसलों के गिरते उत्पादन के संदर्भ में अद्यतन (frontier) तकनीकों का उपयोग किया।

विनोद स्केरिया को प्रथम भारतीय जीनोम प्रथम श्री लंकन जीनोम, प्रथम मलेशियन जीनोम और जैब्रा-मछली के वन्य-प्रकार प्रभेद के जीनोम के अनुक्रमण-सम्बधी अध्ययन (sequenncing) के लिए जाना जाता है। उन्होंने ऐसे मानव-सूक्ष्म आरएनए (RNA) की भी पहचान की है जो HIV विषाणु को भी समापन हेतु निशाना बन सकता है। **एस. पी. अघरकर** ने जैली मछली (Jelly fish) की एक नमी जाति की खोज की थी। एस. आर. बोस को कवकों के प्रति-जीवण्विक गुणों की पहचान करने के लिए जाना जाता है।

एम. ओ.पी. आयंगर देश के ऐसे वनस्पतिज्ञ थे जिन्होंने मद्रास विश्वविद्यालय, मद्रास के वनस्पति-विज्ञान विभाग को शैवालो की **संस्वभ**, कोशिका-विज्ञान, जनन एवं वर्गिकी मे लम्बी अवधि तक कार्य करके विपुल ख्याति अर्जित की अत: उन्होंने भारतीय शैवाल-विज्ञान अथवा (Algology) के जनक के रूप में ख्याति मिली।

इस प्रकार यह सुस्पष्ट है कि भारतीय जीव-विज्ञानी, जीव-विज्ञान के विविध क्षेत्रों में शोधकार्य करते रहे हैं और

राष्ट्र को उन पर गर्व है। हमारी आशा है। कि एक दिन आप में से भी कोई प्रशिक्षु भी एक ख्याति प्राप्त जीव-विज्ञानी बन जाएगा, क्योंकि जीव-विज्ञान का ज्ञान कई ऐसे क्षेत्र प्रशस्त करता है जिन्हें आप अपने जीवन-वृत्ति (Career) के रूप में चुन सकते हैं। एक बार जीव-विज्ञान के क्षेत्र में प्रवेश पाने और इससे सम्बद्ध किसी पाठ्यक्रम के चयन के उपरांत, आपके सम्मुख निम्न विकल्प खुल जाते हैं:

- अध्यापक, वातावरणविद् शोध-विज्ञानी, समुद्र-विज्ञानी
- औषधि विज्ञानी जैसे पराचिकित्सकी विज्ञान, न्यायिक/विज्ञानी
- औषधि-विज्ञान, भोजन तकनीकी, नर्सिंग, जैव-तकनीकी
- सूक्ष्म-जैविकी, जैव-रसायन, और जैव-भौतिकी बौद्धिक
- सम्पदा के अधिकार से सम्बद्ध विशेषज्ञ जिसमें आप वन शरण स्थलियों, प्राणि-उद्यानो (Zoological garden) एवं वनस्पतिक उद्यानों (Botanical garden) के संदर्भ में अपनी सेवाएं प्रदान कर सकते है।

मॉड्यूल - I

विविधता तथा जीवन का विकास

पाठ 1. जीवन की उत्पत्ति एवं विकास और वर्गीकरण से परिचय
पाठ 2. जगत् मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा व फंजाई
पाठ 3. पादप जगत् (प्लाँटी) और प्राणी जगत् (ऐनिमैली)
पाठ 4. कोशिका संरचना एवं कार्य
पाठ 5. ऊतक तथा संघटना के अन्य स्तर

टिप्पणी

1

जीवन की उत्पत्ति एवं विकास और वर्गीकरण से परिचय

पृथ्वी ग्रह 4 से 5 अरब वर्ष पूर्व अस्तित्व में आया। पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति आज से लगभग 3.5 अरब वर्ष पूर्व हुई। तब से जीवों की लगभग 1.5 करोड़ प्रजातियों का उद्भव हो चुका है, लेकिन अब तक केवल 20 लाख प्रजातियों की ही पहचान की जा सकी है। इस पाठ में हम जानेंगे कि पृथ्वी पर सर्वप्रथम जीवन का प्रारंभ कैसे हुआ और प्राकृतिक चयन द्वारा कैसे इतने विभिन्न प्रकार के जीव विकसित हुए जिसे जाने–पहचाने शब्द जैवविविधता (बायोडाइवर्सिटी) के नाम से जाना जाता है।

ऐसी व्यापक विविधता वाले जीवों का सुविधापूर्वक अध्ययन हम केवल तभी कर सकते हैं, जब हम उनकी समानताओं और असमानताओं के आधार पर उन्हें विभिन्न समूहों में बाँट लें, उनका नाम प्रदान कर लें तथा उनके बीच विकासीय संबंध स्थापित कर लें। इस पाठ में हम जीवों के वर्गीकरण के महत्व और उसकी विधि का भी अध्ययन करेंगे तथा सजीव संसार में विषाणुओं और विषाणुभों की स्थिति के संबंध को समझ सकेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *'जीवन के उद्भव के सिद्धांत' के बारे में व्यापक मान्य धारणा का वर्णन कर पाएँगे;*
- *जैव विकास शब्द की व्याख्या कर पाएँगे;*
- *जैव विकास के पक्ष में आकारिकीय, जीवाश्मिकीय, भ्रौणिकीय (भ्रूण विज्ञान संबंधी) और आण्विक प्रमाण दे पाएँगे;*
- *विकास के आधुनिक सिद्धांत बता सकेंगे;*
- *जैव रूपांतरणों के स्रोतों (जीन एवं गुणसूत्रीय उत्परिर्वन (म्यूटेशन), पुनर्योजन (रीकॉम्बिनेशन), जीन प्रवाह व आनुवंशिक विचलन) की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *प्राकृतिक वरण की उदाहरण सहित व्याख्या कर पाएँगे;*
- *विकास में पृथक्करण की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगे;*

टिप्पणी

- *विभिन्न पृथक्करण प्रक्रियाओं की सूची बना पाएँगे;*
- *जाति उद्‌भवन की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *आनुवंशिकी और विकास में संबंध दर्शाने के लिए हार्डी-वाइन बर्ग साम्यावस्था को समझ सकेंगे;*
- *वर्गीकरण की परिभाषा कर सकेंगे;*
- *जीवों के वर्गीकरण की आवश्यकता को उचित सिद्ध कर पाएँगे;*
- *वर्गीकरण के आधारों को सूचीबद्ध कर सकेंगे;*
- *वर्गीकरण के आधारों में आकारिकीमूलक वर्गीकरण से लेकर वर्गिकी मूलक वर्गीकरण के आधारों में जो परिवर्तन हुए हैं उनके चरणों के बारे में जान पाऐंगे;*
- *विषाणु की स्थिति तथा विषाणु एवं विषाणुभ (विरिऑयड) में अंतर बता सकेंगे।*

1.1 जीवन का उद्‌भव

पृथ्वी की उत्पत्ति लगभग 5 अरब वर्ष पूर्व हुई। तब पृथ्वी अत्यधिक गर्म थी। इतने उच्च ताप पर किसी भी रूप में जीवन का अस्तित्व संभव नहीं था। इस प्रकार, जीवन के संबंध में दो प्रश्न उभरते हैं–

1. पृथ्वी पर जीवन की उत्पत्ति कैसे हुई?
2. आदि जीव नए-नए रूपों में किस प्रकार विकसित हुए और इस विकास के परिणामस्वरूप पृथ्वी पर विभिन्न प्रकार के जीवों का प्रादुर्भाव कैसे हुआ?

> **जीवन के उद्‌भव** का अर्थ है–अजैव पदार्थों से सरलतम प्रारंभिक जीवन का प्रकट होना।
>
> **विकास** का अर्थ है सरल जीवों से जटिल जीवों का क्रमिक रूप से प्रादुर्भाव।

1.1.1 जीवन के उद्‌भव का रसायनसंश्लेषी सिद्धांत

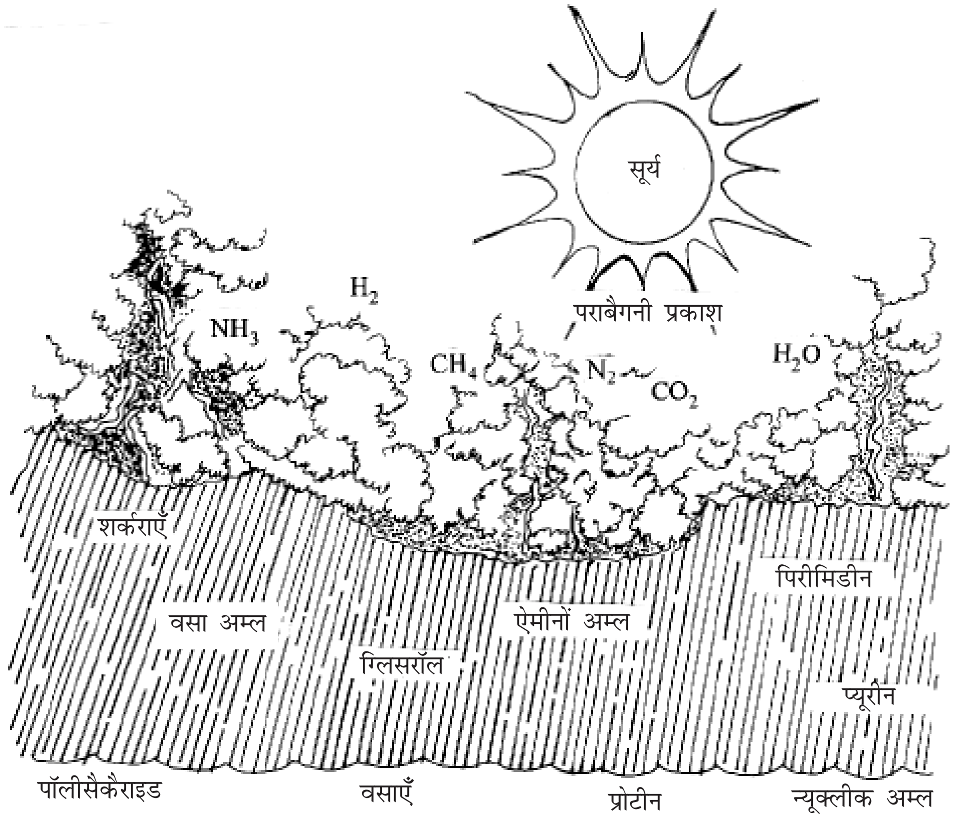
जीवन के उद्‌भव की व्याख्या करने के लिए अनेक सिद्धान्त प्रस्तुत किए गए। जिसे सर्वाधिक व्यापक रूप से स्वीकार्य किया जाता है वह है ए.आई. ओपेरिन द्वारा प्रस्तावित रसायनसंश्लेषी सिद्धान्त। अन्य सिद्धान्त जैसे स्वत:जनन का सिद्धान्त आज केवल ऐतिहासिक महत्व का सिद्धान्त है।

> पृथ्वी पर जीवन का उद्‌भव सर्वप्रथम रसायनसंश्लेषी सिद्धान्त – रासायनिक पदार्थों के एक क्रमबद्ध संयोजनों से सूदूर भूतकाल में हुई और यह सब कुछ जल में हुआ।

- पृथ्वी की उत्पत्ति लगभग 5 अरब वर्ष पूर्व हुई।
- आरंभ में पृथ्वी तत्प गैसों और विभिन्न रसायनों के वाष्पों की बनी हुई थी।
- क्रमशः पृथ्वी ठंडी होती गई और इसने एक ठोस पर्पटी (crust) का रूप ले लिया।
- आरंभिक वातावरण में अमोनिया (NH_3), जल वाष्प (H_2O), हाइड्रोजन (H_2), मेथैन (CH_4) विद्यमान थीं। उस समय मुक्त ऑक्सीजन नहीं थी। इस प्रकार का वातावरण (जिसमें मेथैन, अमोनिया

और हाइड्रोजन पाई जाती हैं) अभी भी बृहस्पति व शनि ग्रहों में पाया जाता है (चित्र 1.1)

- पृथ्वी की गर्म सतह पर जोरों की वर्षा हुई और बहुत लंबे समय के पश्चात् जलाशय बन गए जिनमें अभी भी गर्म जल भरा हुआ था।
- वातावरण की मेथैन व अमोनिया समुद्र के जल में घुल गई।
- इस जल में रासायनिक अभिक्रियाएँ होने के परिणामस्वरूप ऐमीनों अम्ल, नाइट्रोजनी क्षारक, शर्कराएँ व वसा अम्लों का निर्माण हुआ, जिनकी पुन: अभिक्रियाओं व संयोजनों के परिणामस्वरूप जीवन से संबंधित नई प्रोटीनें, न्यूक्लीक अम्लों का निर्माण हुआ।



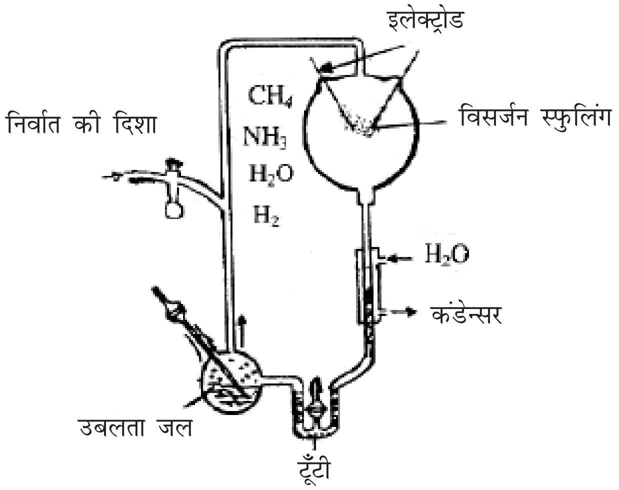
चित्र 1.1 पृथ्वी पर विद्यमान आद्य स्थितियाँ

1.1.2 जीवन के उद्भव की संभावित अवस्थाएँ

प्रथम अवस्था

ऊर्जा के स्रोत–पराबैंगनी किरणों या विद्युत् विसर्जन (तड़ित्) या ऊष्मा या इन सभी के मिलने पर अभिक्रियाएँ हुईं जिनसे जटिल कार्बनिक यौगिकों (जिनमें ऐमीनो अम्ल भी शामिल हैं) जैसे कि अमोनिया (NH_3), मेथैन (CH_4), जल (H_2O) व हाइड्रोजन (H_2) के एक मिश्रण का निर्माण हुआ। (ऐमीनो अम्ल प्रोटीनों की संरचनात्मक इकाइयाँ हैं जो जीवद्रव्य के मुख्य अवयव हैं)।

स्टैनले मिलर व हेरॉल्ड सी. यूरे ने सन् 1953 में वायुरोधी उपकरण की सहायता से एक प्रयोग किया (चित्र 1.2) जिसमें चार गैसों (NH_4, CH_4, H_2 व H_2O) पर एक सप्ताह तक विद्युत् विसर्जन को परिसंचारित किया गया। द्रव का विश्लेषण करने पर उन्हें इसमें अनेक प्रकार के कार्बनिक पदार्थ मिले जैसे ऐमीनो अम्ल, यूरिया, एसीटिक अम्ल, लैक्टिक अम्ल, आदि (चित्र 1.2)



चित्र 1.2 आदिम पृथ्वी पर विद्यमान परिस्थितियों में ऐमीनों अम्लों का संश्लेषण दर्शाने के लिए स्टैनले मिलर व हेरॉल्ड सी.यूरे द्वारा प्रयुक्त उपकरण

द्वितीय अवस्था

सरल कार्बनिक अणुओं के संयोजित होने से बड़े अणुओं जैसे विभिन्न पेप्टाइड जिनसे आगे चलकर प्रोटीनें बनीं, शर्कराओं, स्टार्च व वसा-अणुओं का निर्माण हुआ।

तृतीय अवस्था

विभिन्न प्रकार के अणुओं के बड़ी संख्या में पारस्परिक संयोजन से बहु आण्विक सम्मिश्र समष्टि विकसित हुई। कुछ सामान्य वसा-अणुओं ने स्वयं को इस आण्विक सम्मिश्र के चारों तरफ एक प्रकार की झिल्ली के रूप में व्यवस्थित किया। प्रयोगशाला में किए गए प्रयोगों में यह देखा गया कि एक विशेष आकार प्राप्त कर लेने के पश्चात् ये सम्मिश्र अपने चारों ओर विद्यमान विलयन से **''सहपुंजित** (coacervates) **बूंदों**'' के रूप में पृथक् हो जाते हैं। ये सूक्ष्मआकारी द्रव में सुस्पष्ट रूप से सीमा के अंदर गति करते हैं।

सहपुंजित प्रकार की समष्टि संभवत: प्रथम जीवित कोशिकाओं की पूर्वगामी थी।

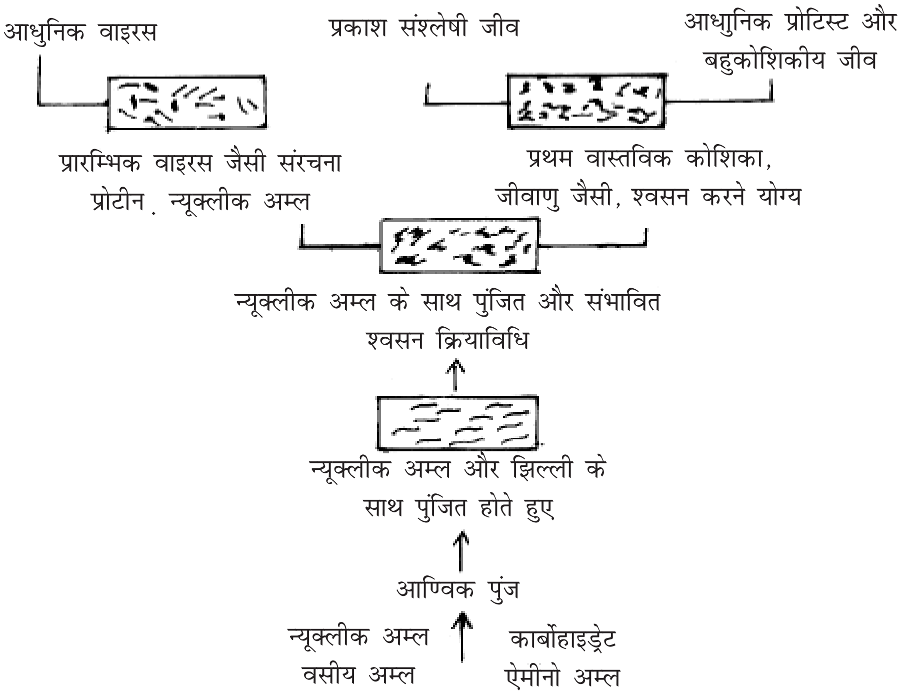
अब इन सहपुंजों के अन्दर एक प्रकार की उपापचयी क्रियाएँ हो सकीं जिनके फलस्वरूप कुछ पदार्थो का तो संश्लेषण हुआ और कुछ पदार्थों का विघटन हुआ। विघटनकारी अभिक्रियाओं से ऊर्जा प्राप्त हो सकी होगी।

बहुत आरंभ में निर्मित कुछ प्रोटीनों में एंजाइमों की भाँति व्यवहार करके अभिक्रियाओं की दर को प्रभावित किया होगा। यह भी माना जाता है कि आर.एन.ए. (RNA) अणुओं ने रासायनिक सम्मिश्रों के ''प्रारंभिक तरल'' में एंजाइम-सक्रियता अवश्य ही दर्शायी होगी। इन अणुओं को राइबोजाइम (Ribozymes) नाम दिया गया।

चतुर्थ अवस्था

यादृच्छिक संयोजन (ramdom combination) द्वारा किसी प्रकार की **न्यूक्लिओप्रोटीनें** या न्यूक्लीक अम्ल विकसित हुए होंगें। जिनके परिणामस्वरूप सहपुंज सदृश पिंडों में और गुणों का समावेश हुआ, ये निम्नवत् हैं :

1. न्यूक्लीक अम्लों से अभिक्रियाएँ, और
2. न्यूक्लीक अम्लों के द्विगुणन से जनन की क्षमता (चित्र 1.3)



चित्र 1.3 जीवन उत्पत्ति के घटना चरण

इस प्रकार, कोशिकाओं का निर्माण हुआ जिन्हें सरलतम आद्य जीवन कहा जा सकता है। चित्र 1.3 जीवों की उत्पत्ति व विकास के संभावित चरणों को दर्शाता है।

प्रारंभिक बूंद सदृश समस्त जीव विषमपोषी, अपना भोजन बना पाने में असमर्थ थे लेकिन पर्यावरण से अपने पोषण प्राप्त करते थे।

– प्रारंभिक विषमपोषियों की जीन संरचना में हुए अनगिनत परिवर्तनों में एक परिवर्तन के कारण पर्णहरित (क्लोरोफिल) अणुओं का निर्माण हुआ। (पर्णहरित पत्तियों को हरा रंग प्रदान करने वाला पदार्थ है)

– जीवन की क्लोरोफिल धारक इकाइयों में प्रथम बार सौर ऊर्जा को भोजन निर्माण में और प्रथम बार ऑक्सीजन को वातावरण में निर्मुक्त करने का कार्य किया।

> पृथ्वी के आदि वातावरण में मुक्त ऑक्सीजन नहीं थी(इस समय तक केवल 'अवायवीय' प्रकार के जीव ही रहे होंगे, क्लोरोफिल धारक जीवों ने बाद में मुक्त ऑक्सीजन निर्मुक्त की जिससे अनेक प्रकार की जीवन संभावनाएँ विकसित हुई।

इस प्रकार सरलतम प्रकार का जीवन चार चरणों में विकसित हुआ। उसके बाद जैविक विकास से व्यापक प्रकार के जीव अस्तित्व में आए।

पाठगत प्रश्न 1.1

1. लगभग कितने वर्ष पूर्व पृथ्वी का निर्माण हुआ था?

   ....

2. जीवन की उत्पत्ति के रसायनसंश्लेषी सिद्धान्त का प्रतिपादन किसने किया था?

   ....

3. पृथ्वी के आरंभिक वातावरण में विद्यमान चार गैसों के नाम बताइए।

   ....

4. ऊर्जा का एक स्रोत बताइए जसका प्रयोग आरंभिक वातावरण में रासायनिक संयोजन के लिए किया गया।

   ....

5. जीवन का उद्‌भव कहाँ हुआ–जल में या स्थल में?

   ....

6. सहपुंजित (Coacervates) क्या हैं?

   ....

7. जीवन के उद्‌भव में, सर्वप्रथम अकार्बनिक यौगिकों से बड़े अणु निर्मित हुए। ऐसे किन्हीं दो बड़े अणुओं का नाम बताइए।

   ....

8. उन दो वैज्ञानिकों का नाम बताइए जिन्होंने प्रयोगात्मक तौर पर ओपेरिन की संकल्पना की जाँच का प्रयास किया।

   ....

1.2 जैव विकास

1.2.1 विकास किसे कहते हैं?

भूवैज्ञानिक काल के दौरान सरल प्रकार के पूर्वजों से ''परिवर्तन'' के फलस्वरूप जटिल जीवों का बनना विकास या जैव विकास कहलाता है।

जैव विकास सिद्धान्त के अनुसार

- आज के विभिन्न जीव उसी रूप में नहीं बने जिस रूप में आज पाए जाते हैं, बल्कि वे एक सामान्य पूर्वज रूप से, जो कहीं अधिक सरल प्रकार का रहा होगा, धीरे-धीरे विकसित हुए।
- जीवों के लक्षण विगत काल में बदलते रहे हैं (वे आज भी बदल रहे हैं, और भविष्य में भी वे बदलते रहेंगे), ऐसा इसलिए हो रहा है क्योंकि जीव जिस वातावरण में रह रहे हैं वह भी बदलता रहता है, और इस परिवर्तनशील वातावरण में जीवों को जीवित बने रहने के लिए अनुकूलन की आवश्यकता होती है।
- विगत काल के अनेक जीव आज विलुप्त हो चुके हैं।
- आज जो विभिन्न प्रजातियां (Species) मिलती हैं, उनका उद्‌भव एक क्रमिक और अत्यधिक धीमी प्रक्रिया रही है। इस प्रक्रिया में सैकड़ों वर्षों से लेकर हज़ारों वर्ष तक लगे होंगे। यद्यपि ब्लैक पीपर्ड शलभ या बहुगुणित प्रकार की कुछ फसलें या पीडकनाशी प्रतिरोधी मच्छरों का विकास बहुत ही कम समय में हुआ होगा।

धीमी और क्रमिक परिवर्तन की इसी प्रक्रिया को जैव विकास कहते हैं।

> इस प्रकार, जैवविकास के सिद्धान्त के अनुसार-पृथ्वी पर मिलने वाले सभी जीवधारी समान पूर्वज के वंशज हैं और इन्हीं पूर्वजों में हुए रूपांतरणों द्वारा विकसित हुए हैं।

1.2.2 जैव विकास के विभिन्न प्रमाण

जैव विकास का समर्थन करने वाले प्रमाण जीवविज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों में मिलते हैं। इनमें से प्रमुख प्रमाण चार क्षेत्रों में लिए गए हैं :

1. आकारिकीय प्रमाण
2. भ्रौणिकीय प्रमाण
3. जीवाश्मिकीय प्रमाण
4. आण्विक प्रमाण

1. आकारिकी प्रमाण

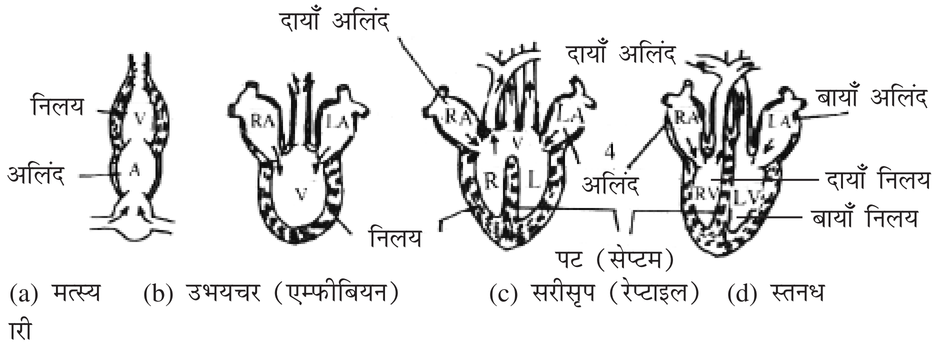
यद्यपि विभिन्न प्रजातियों के समूहों के जीव एक-दूसरे से सर्वथा भिन्न होते हैं तथापि उनके कुछ लक्षणों में समानता होती है। विकास के संदर्भ में आकारिकीमूलक प्रमाण निम्न लक्षणों में मिलते हैं :

(i) समजात व समवृत्ति अंग (चित्र 1.4 व चित्र 1.5)

(ii) अवशेषी अंग

(iii) संयोजक कड़ियाँ

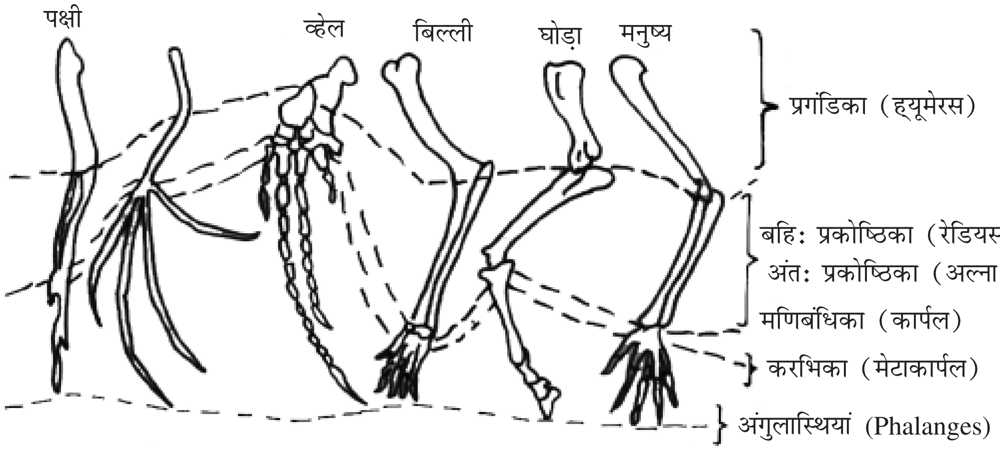
विभिन्न समूहों के कशेरूकी प्राणियों के विभिन्न अंगों के तुलनात्मक अध्ययन से कुछ उभयनिष्ठ लक्षण दृष्टिगोचर होते हैं जो इस बात की पुष्टि करते हैं कि इन जीवों का विकास एक ही पूर्वज से हुआ है। उदाहरण के लिए, कशेरुकियों के हृदय को लें (चित्र 1.4)



चित्र 1.4 कशेरुकियों के विभिन्न समूहों के हृदयों का तुलनात्मक अध्ययन

(ii) समजात अंग : समजात अंग, वे अंग होते हैं जो संरचनात्मक रूप से और उत्पत्ति के आधार पर तो समान ही है लेकिन देखने में भिन्न होते हैं और जो भिन्न कार्य करते हैं।

कशेरुकियों के अग्रपाद समजात अंगों का एक अच्छा उदाहरण है, इनके निर्माण की मूलभूत योजना समान है तथापि ये भिन्न-भिन्न दिखाई देते हैं और भिन्न-भिन्न कार्य करते हैं। (चित्र 1.5)



चित्र 1.5 कुछ कशेरुकियों के अग्रपादों की अस्थियों की समजातता व अनुकूलन

प्रत्येक उदाहरण में, अग्रपाद की विभिन्न अस्थियाँ होती हैं : ह्यूमेरस, रेडियस-अल्ना, कार्पल, मेटाकार्पल और फैलैन्जेज शामिल हैं। विभिन्न प्रकार के कशेरुकियों के अलग-अलग दिखाई देने वाले अग्रपादों की संरचना में मूलभूत समानता इस सत्य को दर्शाती है कि ये पाद एक सर्वनिष्ठ प्रकार के पंचांगुलि (पाँच उँगली) वाले पूर्वज से ही विकसित हुए हैं।

इस प्रकार समजात अंग दर्शाते हैं कि विभिन्न जीवों की अलग-अलग सृष्टि नहीं हुई है, बल्कि वे विकास-प्रक्रिया द्वारा बने हैं।

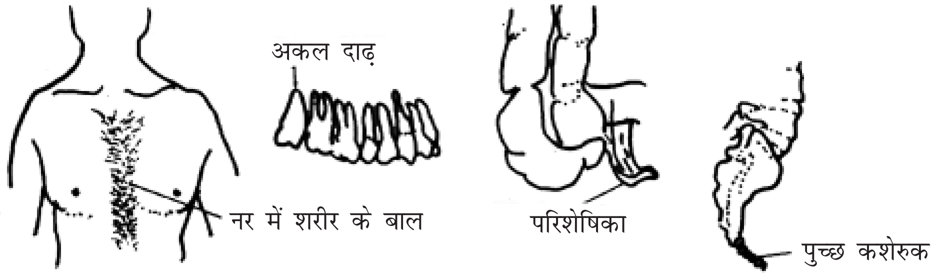
समवृत्ति अंग–कार्य में समान लेकिन संरचनात्मक रूप से भिन्न अंग समवृत्ति अंग कहलाते हैं।

एक कीट का पंख व एक पक्षी या चमगादड़ या टेरोडैक्टाइल का पंख समवृत्ति अंग के उदाहरण है (चित्र 1.6), पंख का कार्य समान है (उड़ने के लिए) लेकिन कीट के पंख और कशेरुकियों के पंख के बीच कोई संरचनात्मक समानता नहीं है।

(क) कीट का पंख (ख) पक्षी का पंख

चित्र 1.6 कीटों व विभिन्न कशेरुकियों के पंखो की समवृत्तिता

(iii) अवशेषी अंग–अवशेषी अंग कोई भी छोटा, ह्रासित या अपूर्ण रूप से विकसित (अक्रियात्मक) अंग है जो किसी पूर्वज में पूर्ण विकसित व क्रियात्मक रहा होगा। इन अक्रियात्मक अंगों की उपस्थिति के बारे में केवल यही तर्क दिया जा सकता है कि ये पूर्वजों से चले आ रहे हैं जिनमें कभी उनका कुछ कार्य रहा होगा। चित्र 1.7 में मानव शरीर के कुछ अवशेषी संरचनाओं को दर्शाया गया है।



चित्र 1.7 मानव शरीर के कुछ अवशेषी अंग

(iv) संयोजी कड़ियाँ–जंतु या पौधे जिनमें दो विभिन्न समूहों के जीवों के अभिलक्षण होते हैं उन्हें संयोजी कड़ियाँ कहा जाता है। संयोजी कड़ियों से यह प्रमाणित हो जाता है कि जीवों के एक समूह का विकास दूसरे समूह से हुआ है। यही बात जीवों की शृंखला में एक निरंतरता स्थापित करती है। इसका एक अच्छा उदाहरण जीवाश्म पक्षी *आर्किओप्टेरिक्स* है जो कि सरीसृप व पक्षी वर्ग के बीच की एक संयोजी कड़ी है। इस पक्षी की दंतयुक्त चोंच थी व एक (छिपकली की भाँति) लंबी अस्थियुक्त पूंछ और इसके पंखों में पक्षियों की भाँति पर थे (चित्र 1.8)

चित्र 1.8 एक विलुप्त पक्षी-आर्किओप्टेरिक्स

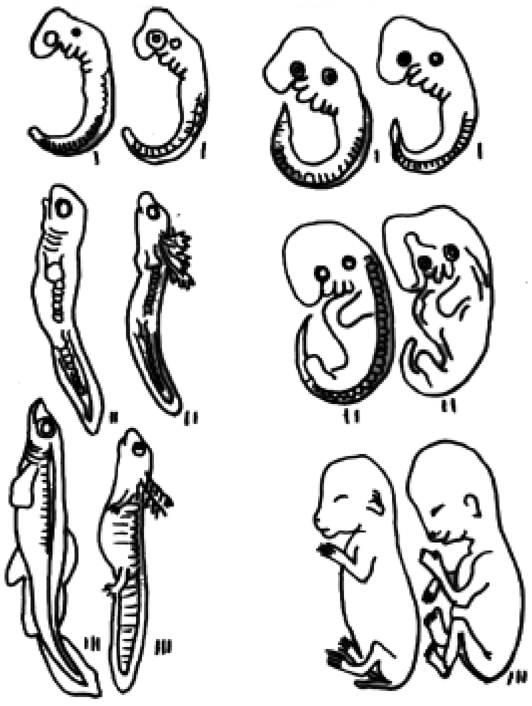
(2) भ्रौणिकीय यानी भ्रूणविज्ञान से प्राप्त प्रमाण

भ्रूणविज्ञान जीव के परिवर्धन का अध्ययन किया जाता है

जैव विकास-सिद्धान्त का समर्थन करने वाले भ्रूणविज्ञान के पहलू हैं :

सभी जीवों में प्रारंभिक परिवर्धन की समान अवस्थाएँ [तूतक (मोरुला), कोरक (ब्लैस्टुला) या कंदुक (गैस्ट्रुला)] पाई जाती है।

सभी कशेरुकियों के भ्रूण प्रारंभिक अवस्था में आकृति व संरचनात्मक रूप से समान होते हैं। यह समानता इतनी अधिक होती है कि उनमें भेद करना कठिन है। (चित्र 1.9)



चित्र 1.9 विभिन्न कशेरुकी भ्रूणों की उनके श्रेणीबद्ध परिवर्धन की अवस्थाओं में तुलना (क) मछली (ख) चूजा (ग) मनुष्य

सभी कशेरुकी अपना जीवन एकल कोशिका, युग्मज (जाइगोट) से आरंभ करते है।

अपने जीवन इतिहास में वे सभी द्विस्तरीय ब्लास्टुला व त्रिस्तरीय गैस्ट्रुला अवस्थाओं व फिर मछली के समान क्लोम छिद्रों (गिल-स्लिट्स गलफड़ों) की स्थिति से गुजरते हैं।

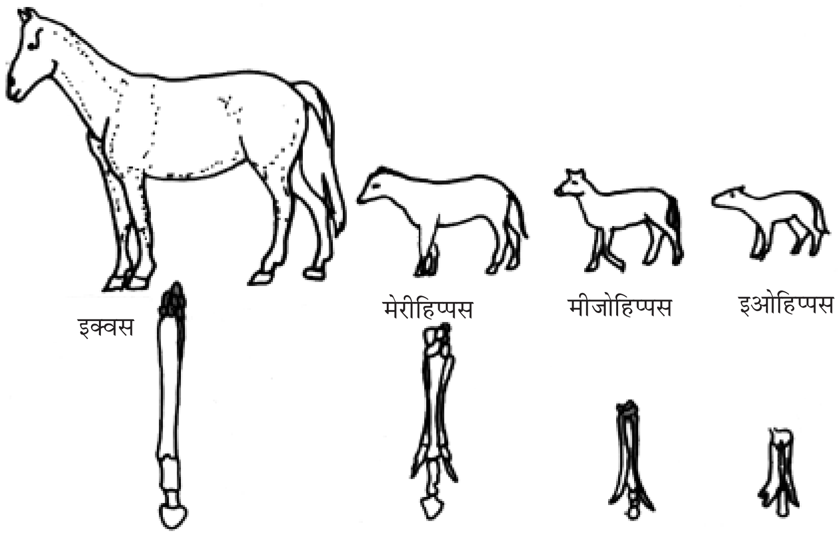
भ्रूणविज्ञान के सभी विभिन्न पहलू इस तथ्य का प्रबल समर्थन करते हैं कि विभिन्न वर्गों के कशेरुकी प्राणियों का एक सर्वनिष्ठ पूर्वज था।

(3) जीवाश्मिकी (जीवाश्म विज्ञान) से प्राप्त प्रमाण

जीवाश्म विज्ञान जीवाश्मों का अध्ययन है। जीवाश्म भूतकाल के जंतु व पादप जीवन के अवशेष हैं जो कि चट्टानों में या तो अंत:स्थापित हुए पाए जाते हैं या साँचे में ढली बनावट अथवा चिह्न के रूप में अस्थिभूत हुए पाए जाते हैं।

भू-वैज्ञानिक समय माप में आदिम युग के जीवाश्म जीवाणु (बैक्टीरिया) के हैं, उसके बाद अकशेरुकी जीवों के और उसके बाद क्रमशः एम्फिबियनों, मछलियों, सरीसृपों और उसके बाद पक्षियों और स्तनधारियों के मिलते हैं; तथा स्तनधारियों में भी अंततः मानवों आदि के जीवाश्म मिलते हैं।

घोड़ा, हाथी, ऊंट और मानव के अब तक के प्राप्त जीवाश्मों से उनके पूर्वजों के इतिहास का पता चलता है (चित्र 1.10)। अधिक तीव्र गति के लिए पादांगुलियों की संख्या घटी और क्रमशः इनका आकार बढ़ा व दाँत घास खाने के लिए अनुकूलित हुए।



चित्र 1.10 घोड़ों के पिछले टाँगों की हड्डियों का जीवाश्मीय अभिलेखन (इओहिप्पस से इक्वस तक) जो कि–पादांगुलियों की घटती संख्या दर्शाता है।

4. विकास के आण्विक प्रमाण

- सभी प्राणियों में कोशिकाएँ जीवन की मूलभूत इकाइयाँ होती हैं, कोशिका जैव अणुओं से निर्मित होती है जो कि सभी प्राणियों में सर्वनिष्ठ है।
- राइबोसोम, कोशिकीय अंगक सभी जीवों में पाई जाती हैं।
- डी.एन.ए. सभी जीवों का आनुवंशिक पदार्थ है, केवल कुछ विषाणुओं को छोड़कर।
- ए.टी.पी. जैव प्रक्रियाओं के लिए ऊर्जा संग्रह करने व मोचन करने वाला अणु है।
- लगभग सभी जीवों में समान 22 ऐमीनो अम्ल प्रोटीनों के अवयव होते हैं।
- जीव कोड सार्वत्रिक है (अपवाद बहुत कम है)।
- जीव संबंधी सूचना-स्थानांतरण का केंद्रीय सिद्धान्त सभी में समान है।
- सभी जीवों में प्रोटीन-संश्लेषण के लिए प्रतिलेखन व स्थानांतरण के मूलभूत सोपान चरण है।
- न्यूक्लिओटाइडों का अनुक्रम जैसा कि वर्धक (प्रोमोटर) जीव में होता है (TATA BOX) सभी जीवों में सर्वनिष्ठ होता है।

तथापि, समान रासायनिक अभिलक्षणों वाले विकास क्रम में अधिक निकट संबंध दर्शाते हैं, उदाहरण के तौर पर (i) मानव रक्त प्रोटीन सभी कपियों में चिंपेंजी के रक्त के सबसे ज्यादा समान है। या (ii) कुछ पादपों व कुछ शैवालों में क्लोरोफिल पाया जाता है अत: उनका अधिक निकट संबंध है। जीवों में रासायनिक घटकों के बीच की इस प्रकार की समानता को आण्विक सजातीयता (समजातीयता) या **जैव रासायनिक सजातीयता** कहते हैं और हाल के वर्षों में इनका प्रयोग विकास के संबंधों की स्थापना करने में किया जाता रहा है और यह वर्गीकरण का आधार निर्मित करता है।

पाठगत प्रश्न 1.2

1. जैव विकास की परिभाषा लिखिए।

   ....

2. किसी एक ऐसे जीवाश्म प्राणी का नाम बताइए जो सरीसृपों और पक्षियों के बीच कड़ी का कार्य करता है।

   ....

3. मनुष्य का कौन-सा अंग पक्षियों के पंखों का समजात है?

   ....

4. अवशेषी अंग की परिभाषा दीजिए।

   ....

5. जीवों के बीच संयोजी कड़ी का एक उदाहरण दीजिए।

   ....

6. आण्विक जीवविज्ञान से जैव विकास का समर्थन करने वाले दो उदाहरण दें।

   ....

1.2.3 विकास की प्रक्रिया

विकास-प्रक्रिया के अनेक सिद्धान्तों का प्रतिपादन किया जा चुका है। उनमें से कुछ जैसे लैमार्क का **''अर्जित लक्षणों की आनुवंशिकता''** का सिद्धान्त व डी व्रिज का उत्परिवर्तन का सिद्धान्त अब केवल ऐतिहासिक महत्व के रह गए हैं।

डार्विन का प्राकृतिक वरण का सिद्धान्त आज भी मान्यता प्राप्त है लेकिन आनुवंशिकी (Genetics) में प्रगति के साथ इसका परिष्करण हुआ और यह **''आधुनिक संश्लेषी सिद्धान्त''** के रूप में विकसित हुआ जो कि वर्तमान समय में सर्वाधिक मान्यता प्राप्त विकास का सिद्धान्त है।

डार्विन का प्राकृतिक वरण का सिद्धान्त–एक अंग्रेज वैज्ञानिक, चार्ल्स डार्विन (1809–1882) ने प्राकृतिक चयन के सिद्धान्त के आधार पर विकास-प्रक्रिया की व्याख्या की, वह आज भी दो बहुत महत्त्वपूर्ण योगदानों के कारण **विकास** का जन्मदाता माना जाता है–उन्होंने सुझाव दिया कि (i) समस्त प्राणी पूर्वजता द्वारा एक दूसरे से संबंधित हैं व (ii) उन्होंने विकास की एक प्रक्रिया सुझाई और इसका नाम **प्राकृतिक वरण** (natural selection) दिया।

डार्विन के अनुसार, जीव बड़ी संख्या में संतति पैदा करते हैं जो जीवित रह सकने वाले जीवों से कहीं अधिक होते हैं। क्योंकि पर्यावरणीय संसाधन सीमित हैं अत: उनमें अस्तित्व के लिए संघर्ष होता है। जीवन संघर्ष में, केवल वे ही जीव बचे रहते हैं जिनमें लाभकारी अनुकूलन हो चुके होते हैं, बच जाते हैं और जनन करते हैं जबकि हानिकारी अनुकूलन वाले जीव प्रकृति से हटा दिए जाते हैं। डार्विन ने इसे **प्राकृतिक वरण** कहा।

डार्विन के अनुसार जैसे-जैसे पर्यावरण बदलता है वैसे-वैसे प्रकृति में नए अनुकूलनों का वरण होता है और कई पीढ़ियों के पश्चात् एक जाति को दूसरी जाति में परिवर्तित करने के लिए पर्याप्त अभिलक्षण विकसित हो चुके होते हैं ताकि एक नई जाति बन जाए (जातियों की उत्पत्ति)।

डार्विन ने विविधता की बात की लेकिन उन्हें विविधता के स्रोतों की जानकारी नहीं थी। आनुवंशिकी में प्रगति के साथ विविधता के स्रोतों की खोज भी हुई और डार्विन के प्राकृतिक वरण के मूल सिद्धान्त में थोड़ा परिवर्तन कर दिया गया। इस नए सिद्धान्त को **नव डार्विनाद या आधुनिक संश्लेषी सिद्धान्त** कहा गया।

इस सिद्धान्त के अनुसार :

1. विकास की इकाई 'जनसंख्या' (या समष्टि) है जिसका स्वयं का अपना जीन पूल होता है–जीन पूल किसी भी जनसंख्या के सभी विभिन्न जीनों का एक समूह है।

2. किसी भी समष्टि के व्यष्टियों में प्रदर्शित होने वाले वंशागत आनुवंशिक परिवर्तन विकास का आधार होते हैं।

   यह वंशागत परिवर्तन अथवा विविधताएँ जीनों में या गुणसूत्रों अथवा उनके पुनर्योजनों में होने वाले छोटे-छोटे उत्परिवर्तनों के कारण होते हैं।

3. प्राकृतिक वरण द्वारा उन परिवर्तनों का चयन कर लिया जाता है जो प्राणी को पर्यावरण के प्रति अनुकूलन उत्पन्न करने में सहायक होते हैं।

4. किसी समष्टि की संघटना में होने वाले उसे किसी आनुवंशिकीय परिवर्तन, जिसका चयन प्राकृतिक वरण द्वारा कर लिया जाता है, के ही कारण नई जाति (स्पीशीज़) बनती है। चूंकि विविधताओं और **प्राकृतिक वरण** की पारस्परिक क्रिया के कारण अनुकूल आनुवंशिक परिवर्तन वाली संतान अधिक पैदा होती हैं। इन्हें 'विभेदी जनन' कहा जाता है।

5. एक बार विकसित हो जाने पर 'जनन विलगन' जातियों की विशिष्टता बनाए रखती हैं।

पाठगत प्रश्न 1.3

1. प्राकृतिक वरण का सिद्धान्त किसने दिया?

   ....

2. डार्विन के सिद्धान्त के नए प्रतिपादनों को किस नाम से जाना जाता है?

   ....

3. चार्ल्स डार्विन के विकास संबंधी दो मुख्य योगदान क्या हैं?

   ....

4. नव डार्विनवाद के दो प्रमुख बातें क्या है?

   (i) ....

   (ii) ....

5. 'विभेदी जनन' से आप क्या समझते हैं?

   ....

1.2.4 जैव विकास के मूलभूत कारक

प्राकृतिक वरण द्वारा विविधता में चयन प्रक्रिया होने पर विकास होता है। जनन विलगन के कारण जातियों की विशिष्टता बनी रहती है। इसलिए जैव विकास के मूलभूत कारक हैं : (i) विविधता (ii) प्राकृतिक वरण (iii) विलगन

जैव परिवर्तन के विभिन्न स्रोत

समष्टि के एक सदस्य में विविधता उत्पन्न होती है और यदि विविधता अनुकूल होती है तो यह विविधता प्राकृतिक वरण की प्रक्रिया के जरिए होने वाले विभेदी जनन द्वारा पूरी समष्टि में आ जाती है। विविधता निम्न में से किसी कारण से हो सकती है :

1. **उत्परिवर्तन**–यह एक आकस्मिक आनुवंशिक परिवर्तन है। उत्परिवर्तन एक जीन में परिवर्तन (जीन उत्परिवर्तन या बिंदु उत्परिवर्तन) हो सकता है या यह कई जीनों को प्रभावित कर सकता है (गुणसूत्री उत्परिवर्तन)।

2. **आनुवंशिक पुनर्योजन**–यह जनन लैंगिक रूप से पुनरुत्पादन करने वाले जीवों में प्रत्येक बार जनन करने पर होता है। युग्मज निर्माण में–माता-पिता के गुणसूत्र व इस प्रकार जीन यादृच्छिक रूप से मिलते हैं। इसीलिए समान माता-पिता की संतानें माता-पिता के जीन के विभिन्न संयोजनों के कारण भिन्न होती हैं। अर्धसूत्रण के पश्चात् युग्मक निर्माण के समय जब जीन-विनिमय (क्रॉसिंग-ओवर) होता है, तब भी विविधता आती है।

3. **जीन प्रवाह**–लैंगिक जनन से निकट संबंधी स्पीशीजों के जीनों के मिश्रण की संभावना की स्थिति में जीन प्रवाह होता है।

4. **आनुवंशिक विचलन**–बड़ी समष्टि से अलग हुई किसी छोटी समष्टि में ऐसा होता है। बड़ी समष्टि के केवल प्रतिनिधि जीन ही विद्यमान रहते हैं जिनमें सही समय पर परिवर्तन के परिणामस्वरूप इन उपस्पीशीजों या स्पीशीजों की छोटी समष्टि विकसित हो सकती है।

प्राकृतिक वरण

आप इस पाठ में प्राकृतिक वरण के बारे में पहले से ही जान चुके हैं। यह डार्विन का विचार था, आधुनिक संश्लेषी सिद्धान्त में प्राकृतिक वरण ' 'जीनों के विभेदित जनन'' के लिए उत्तरदायी माना जाता है, जिसका आशय यह हुआ कि एक समष्टि में लाभकारी जीनों का अधिक जनन होता है।

प्राकृतिक वरण के अब कई क्रियात्मक स्वरूप उपलब्ध हैं। नीचे ऐसे तीन उदाहरण दिए गए हैं :

उदाहरण 1: DDT (डी.डी.टी.) प्रतिरोधी या प्रतिरोधक मच्छर

लगभग 50 वर्ष पूर्व मच्छरों की जनसंख्या डी.डी.टी. के प्रयोग से नियंत्रित की जाती थी। उसके बाद यह पाया गया कि डी.डी.टी. के प्रयोग से मच्छर नहीं मर रहे थे। डी.डी.टी. प्रतिरोधी मच्छर प्रकट हो गए। हुआ यह था कि जीन उत्परिवर्तन के परिणामस्वरूप मच्छरों में डी.डी.टी. के विरुद्ध प्रतिरोध क्षमता का विकास हो गया। जहाँ डी.डी.टी. अन्य मच्छरों को मार देती थी, जीन उत्परिवर्तन हुए मच्छर जीवित रह जाते थे और कुछ ही पीढ़ियों के अंदर इन मच्छरों की जनसंख्या ने डी.डी.टी. संवेदनशील मच्छरों को प्रतिस्थापित कर दिया। दूसरे शब्दों में प्राकृतिक वरण की क्रिया के परिणामवरूप डी.डी.टी. प्रतिरोधी मच्छरों का 'विभेदितत: जनन' हुआ।

उदाहरण 2 घासों में धातु सहनशीलता

भारी धातुओं का प्रयोग करने वाले कुछ औद्योगिक इकाइयों के समीप मिट्टी में कभी-कभी कुछ धातु अवशेष एकत्रित हो जाते हैं। विषैले होने के कारण वे घासों को नष्ट कर देते हैं। तथापि कुछ समय पश्चात् प्रतिरोधी घासें, प्राकृतिक वरण व आनुवंशिक विविधता की प्रक्रिया द्वारा विकसित हो जाती हैं।

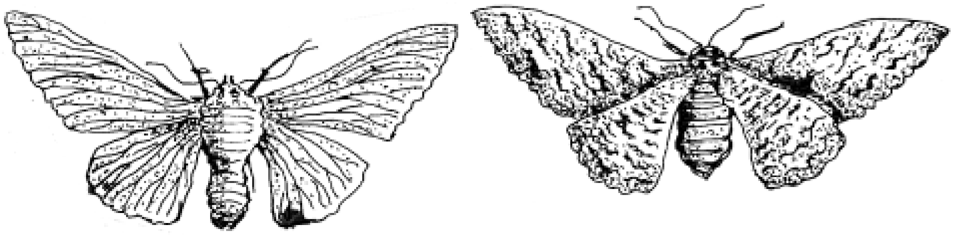
ऊपर के उदाहरण से क्या आप भारी धातु सहनशीलता वाली घासों के विकास की व्याख्या कर सकते हैं?

उदाहरण 3 औद्योगिक अतिकृष्णता (Industrial melanism)

प्राकृतिक वरण का आम तौर पर उद्धृत किए जाने वाला उदाहरण–पपर्ड मॉथ (शलभ), **बिस्टन बेटुलेरिया** का है। इस मॉथ के पंख हल्के रंग के होते हैं और इसमें घरों या पेड़ों पर उगने वाली शैवाल से (जिन पर यह पाया जाता है) मेल खाते हुए रंग के चकत्ते होते हैं। यदि मॉथ का उत्परिवर्तित रूप काले रंग का रहा हो, तो यह सुस्पष्ट होने के कारण (काले रंग के पंखों के कारण) पक्षियों का आहार बन गया हो। ऐसा ब्रिटिश उपद्वीप में औद्योगिक क्रांति से पूर्व देखा गया था। औद्योगिक क्रांति के पश्चात्, काले रंग के पंखों के लिए उत्तरदायी के लिए कालिख से ढ़की मकानों की दीवारों पर उगने वाली, शैवाल अनुकूल सिद्ध हुई। प्राकृतिक वरण स्पष्ट रूप से दृष्टिगोचर होने वाले चितकबरे

मॉथों को खाने वाली पक्षियों के माध्यम से कार्यकारी हुआ जिसके परिणामस्वरूप हल्के रंग के चितकबरे पंखों वाले मॉथ काले प्रकार के पतंगों द्वारा प्रतिस्थापित हो गए (चित्र 1.11क)।

ऐसे बहुत से उदाहरण है जहाँ पर मानवीय गतिविधियों के परिणामस्वरूप पर्यावरण में बदलाव आया और प्राकृतिक वरण ने अपनी भूमिका निभाई। लेकिन यह भी एक स्थापित तथ्य है कि लाखों वर्षों की अवधि की जैव विविधता, विभिन्नता व प्राकृतिक चयन की पारस्परिक क्रिया का परिणाम है।



चित्र 1.11क बिस्टन बेटुलेरिया के हल्के व गहरे रूप

(iii) जनन-विलगन की भूमिका

एक बार विभिन्नता व प्राकृतिक वरण के प्रभाव के परिणामस्वरूप पैतृक स्पीशीज़ों से नई स्पीशीज़ों के बन जाने के बाद, जनन-अवरोधक दो स्पीशीज़ों के जनन द्वारा जीनों के विनिमय को रोकते हैं।

इस प्रकार दो संबंधित स्पीशीज़ें एक-दूसरे से संगम कर जनन नहीं कर सकती और अलग-अलग बनी रहती हैं। विलगन का अर्थ है अलगाव और जनन-विलगन का आशय है कि दो स्पीशीज़ द्वारा सफल जनन नहीं होने दिया जाता है और ये आनुवंशिक रूप से एक-दूसरे से भिन्न रखी जाती हैं। जनन-विलगन निम्न प्रकार कार्य करता है :

पारिस्थितिक विलगन	: दो स्पीशीज़ों के एक-दूसरे से भौगोलिक विलगन या भौगोलिक रूप से अलग-अलग क्षेत्रों में रहने के कारण समागम करने में असमर्थता।
ऋतुनिष्ठ विलगन	: स्पीशीज़ों के जनन अंगों के विभिन्न समयों में परिपक्व होने के कारण समागम न हो पाना।
स्वाभाविकी (व्यावहारिकीय) विलगन	: पक्षियों की दो स्पीशीज़ों के स्वरों अथवा मछलियों की दो स्पीशीज़ों में रंगभेद इतना अलग होता है कि एक स्पीशीज़ों की मादा केवल अपनी ही स्पीशीज़ के नर को पहचान पाती है।
यांत्रिक विलगन	: (मादा व नर) जनन अंगों में अंतर होने के कारण उनमें संगम नहीं हो पाता है।
शरीर क्रियात्मक विलगन	: एक स्पीशीज़ के शुक्राणु दूसरी स्पीशीज़ के मादा जनन-पथ में जीवित नहीं रह पाते हैं।

युग्मज व परिवर्धनात्मक विलगन	:	यदि उपरोक्त सभी विधियाँ असफल हो जाती हैं और दो विभिन्न स्पीशीज़ों के बीच लैंगिक संयुग्मन के परिणामस्वरूप एक वर्णसंकर युग्मज का निर्माण हो जाता है तो वह कुछ समय पश्चात् नष्ट हो जाता है। यदि वह कुछ समय तक जीवित भी रहता है तो परिवर्धन के दौरान इसकी मृत्यु हो जाती है।
संकर बंध्यता	:	घोड़ी व गधे की संतति खच्चर इसका एक अच्छा उदाहरण है। यह एक सामान्य जीवन जीता है लेकिन बंध्य (जनन अक्षम) है और जनन नहीं कर सकता।
F_2 विभंग (breakdown)	:	बहुत ही दुर्लभ मामलों में उपरोक्त सभी विधियाँ असफल हो जाती हैं और संकर (भिन्न स्पीशीज़ों के माता-पिता की संतान) जननक्षम (या अबंध्य) होती है। लेकिन यह जनन क्षमता केवल एक ही पीढी तक बनी रह पाती है।

1.2.5 जाति उद्‌भवन (Speciation)

नई स्पीशीज़ों का विकास **जाति उद्‌भवन** कहलाता है। यह निम्न प्रकार से होता है और तदनुरूप उसका नामकरण किया जाता है :

विस्थानिक जाति उद्‌भवन (एलोपेट्रिक)

विस्थानिक जाति उद्‌भवन तब होता है जब समष्टि का एक भाग पैतृक जनसंख्या से भौगोलिक रूप से अलग हो जाता है (भौगोलिक विलगन)। उदाहरण के लिए पक्षियों के एक समूह के सदस्य पहाड़ की तलहटी छोड़कर ऊँचे स्थानों पर चले जाते हैं और भौगोलिक रूप से विलगित यानी अलग-अलग हो जाते हैं। दोनों के लिए—परिवर्तन व प्राकृतिक चयन अलग-अलग प्रकार से कार्य करेगा क्योंकि इन दोनों के पर्यावरण में अंतर होता है। क्रमशः आनुवंशिक परिवर्तनों के कारण उनमें जनन-विलगन हो जाता है।

समस्थानिक जाति उद्‌भवन (सिमपेट्रिक)

कभी-कभी व आनुवंशिक अवरोध (जनन अवरोध) एक ही स्पीशीज़ की समष्टि के एक भाग के सदस्यों का अन्य सदस्यों से बीच जनन को रोकता है। ऐसा कुछ पौधों में **बहुगुणिता** (Polyploidy) के कारण होता है। बहुगुणिता एक उत्परिवर्तन है जिसमें सामान्य—द्विगुणित संख्या में गुणसूत्र, समष्टि के एक भाग में कोशिका द्विखंडन की अवधि में अनियमितताओं के कारण दो गुना या तीन गुना ($2n...3n$, $4n$, $5n$ आदि) हो जाते हैं। समष्टि का बहुगुणिता भाग तब परस्पर जनन में सक्षम नहीं रहता और एक नई स्पीशीज़ बन जाती है।

जाति उद्‌भवन के मॉडल

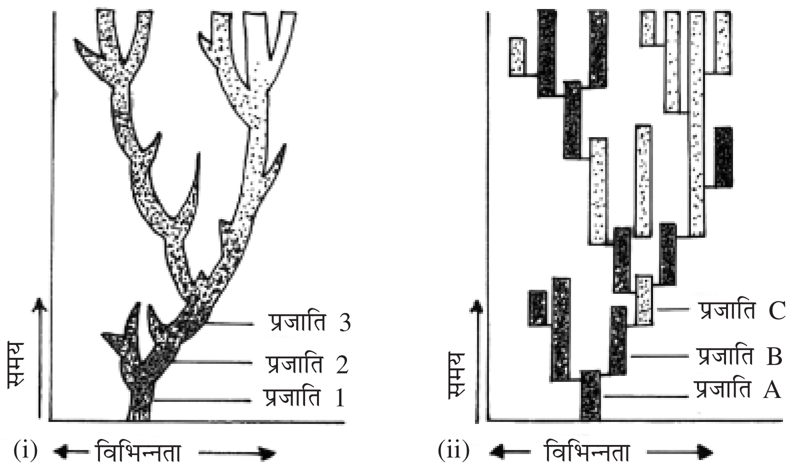
जैवविविधता को जन्म देने वाले जाति उद्‌भवन के दो स्वीकृत मॉडल हैं :

1. जातिवृतीय क्रमिकता (Phyletic gradualism) मॉडल

एक उभयनिष्ठ पूर्वज से उत्पन्न दो प्रजातियाँ, दोनों में अलग प्रकार के अनुकूलन होने पर, धीरे-धीरे संरचनात्मक रूप से और अधिक भिन्न हो जाती हैं (चित्र 1.12ख (i))। डार्विन ने भी माना कि विकास एक धीमी व क्रमिक प्रक्रिया है।

2. विरामित या अंतरायित (पंक्चुएटेड) साम्यावस्था

एक नई प्रजाति का निर्माण प्रारंभ में बड़े-बड़े परिवर्तनों के कारण होता है और तब यह स्पीशीज एक लंबी अवधि तक बिना किसी परिवर्तन के ऐसी ही बनी रहती है तथा इस लंबी अवधि के बाद ही इसमें कोई बदलाव आता है। (चित्र 1.12ख (ii))। इस मॉडल का सुझाव जीवाश्मविद् नील्स एल्ड्रेज और स्टीफन जे गोल्ड ने दिया था।



चित्र 1.12ख जाति उद्‌भवन के मॉडल (i) जातिवृतीय क्रमिकता (ii) विरामित साम्यावस्था

1.2.6. हार्डी-वायनबर्ग साम्य

इस संकल्पना का संबंध आनुवांशिकी और विकास दोनों से है और इसे जी.एच. हार्डी एवं डबल्यू. वायनबर्ग ने प्रस्तावित किया था।

लैंगिक रूप से जनन करने वाले जीवों की किसी समष्टि को जिसमें यादृच्छिक रूप से संगम होने के कारण जीन यादृच्छिक रूप से मिश्रित हो जाते हैं सार्वमिश्रित (पैनमिक्टिक) कहा जात है। दूसरे शब्दों में कहें तो एक सार्वमिश्रित समष्टि वह होती है, जिसमें संयुग्मनी या संगम करने वाले साथी का विशिष्ट रूप से नहीं चुने जाते। उदाहरण के लिए, हम मानव शादी तय करते समय आमतौर से किसी विशिष्ट रुधिर-समूह की तलाश नहीं करते, इसलिए रुधिर-प्रकारों के लिए हम सार्वमिश्रित हेते हैं।

हार्डी-वायनबर्ग नियम के अनुसार यदि किसी सार्वमिश्रित समष्टि में उत्परिवर्तन, वरण, आनुवंशिक विचलन अदि का कोई दबाव नहीं हो तो जीनों के किसी युग्म की आपेक्षिक बारंबारता रहती है। उदाहरण के लिए, किसी समष्टि में एक जीन के दो युग्मविकल्पी (ऐलील) हैं और उनमें कोई उत्परिवर्तन अथवा वरण आदि नहीं हुआ है, तब इन दोनों एलीलों की बारंबारता पीढ़ी-दर-पीढ़ी स्थिर बनी रहेगी। इसका गणितीय निरूपण इस प्रकार किया जा सकता है :

$$(p + q)^2 = 1 \text{ अथवा } p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

पाठगत प्रश्न 1.4

1. जैव परिवर्तन के स्रोतों की सूची बनाएं।

   ....

2. औद्योगिक अतिकृष्णता (मेलेनिज्म) कहने का तात्पर्य क्या है? एक या दो वाक्यों में उत्तर दें।

   ....

3. निम्न में एक अंतर बताएँ (क) ऐलोपैट्रिक और सिमपैट्रिक जाति उद्भवन (ख) पारिस्थितिक और स्वाभाविकीय (एथोलॉजिकल) विलगन

   ....

4. सार्वमिश्रित (पैनमिक्टिक) समष्टि क्या है?

   ....

5. हार्डी–वायनबर्ग नियम के अनुसार $(p + q)^2 = 1$ होता है। इस गणितीय अभिव्यक्ति की व्याख्या करें।

   ....

1.3 वर्गीकरण

1.3.1 वर्गीकरण का अर्थ

वर्गीकरण का अर्थ है विभिन्न प्रकार के जीवों के बीच समानताएँ व असमानताएँ पता करना और तत्पश्चात् सदृश्य य समानजीवों को एक समूह में व भिन्न-भिन्न प्रकार के जीवों को अलग-अलग समूहों में रखना।

वर्गिकी–कुछ विशेष नियमों का पालन करते हुए जीवों को विभिन्न वर्गों में वगीकृत करने के विज्ञान को वर्गीकरण विज्ञान या वर्गिकी (Taxonomy) कहते हैं–आरंभिक वर्गीकरण वैज्ञानिकों ने जीवों का केवल आकारिकीय लक्षणें के आधार पर वर्गीकरण किया। जैवविकास की संकल्पना स्वीकृत हो जाने के पश्चात् वर्गिकीविद्ों ने विभिन्न प्रकार के जीवों के बीच विकासीय संबंध खोजने शुरू किए। इसको **वर्गीकरण विज्ञान पद्धति** (Systematics) कहते हैं। वर्तमान में वर्गिकी व वर्गीकरण विज्ञान एक-दूसरे के पर्यायवाची माने जाते हैं क्योंकि जैविक वर्गीकरण के लिए आकृतिपरक समानता व जैवरासायनिक समानता और यहाँ तक कि डी.एन.ए. (DNA) व आर.एन.ए. (RNA) अणुओं के बीच समानता का अध्ययन विकास संबंधों की स्थापना करने के लिए किया जाता है।

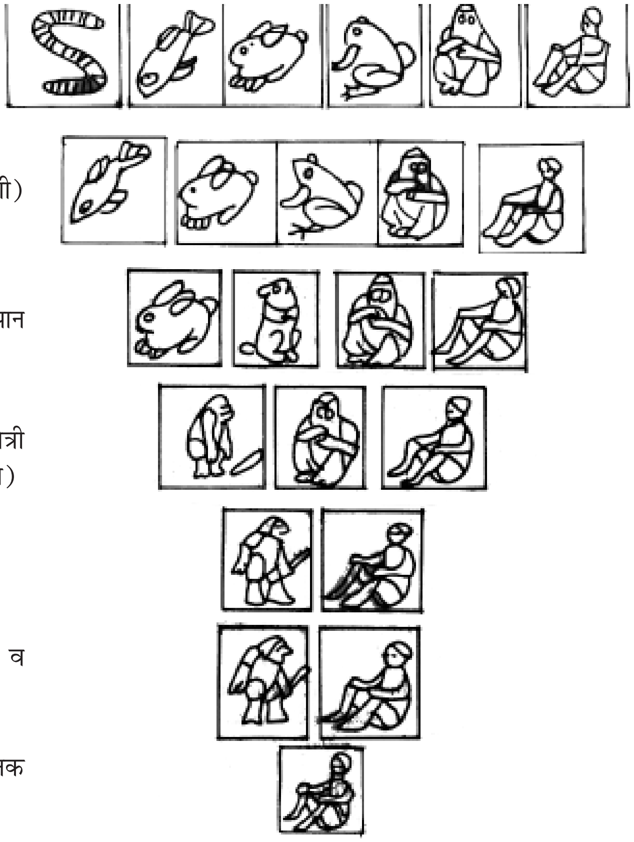
1.3.2 वर्गीकरण श्रेणियाँ

एक जीव का वर्गीकरण करते समय इसे उन श्रेणियों में रखा जाता है जो इसके अन्य समूह के जीवों के साथ विकास संबंधों को दर्शाती है। प्रत्येक स्तर या श्रेणी को **वर्गक** (टेक्सोन) (बहुवचन टैक्सा) कहा जाता है। वर्गीकरण या वर्गक की सबसे निचली श्रेणी **स्पीशीज़** (Species) है। दूसरी श्रेणियाँ स्पीशीज़ के ऊपर व्यवस्थित किए जाते हैं। इस प्रकार श्रेणियों का एक अनुक्रम बन जाता है। विभिन्न वर्गीकरण श्रेणियाँ निम्न प्रकार हैं।

जाति (स्पीशीज़)	: एक प्रकार के जीवों का समूह जो अंत:प्रजनन द्वारा उर्वर या जनन क्षम संतति पैदा कर सकते हैं।
वंश (जीनस)	: स्पीशीज़ों के एक-दूसरे से कई प्रकार की समानता रखने वाले समूह जो एक साझे पूर्वज की ओर संकेत करते हैं।
कुल (फैमिली)	: इसमें समान अभिलक्षणों वाले वंशों का समूह जैसे **फेलिस डोमेस्टिका** (बिल्ली) और **पैन्थेरा टिगरिस** दोनों फेलिडी कुल में आते हैं।
गण (आर्डर)	: सदृश्य अभिलक्षणों को दर्शाने वाले कुलों का समूह।
वर्ग (क्लास)	: ये परस्पर संबंधित क्रम में आते हैं।
संघ (फ़ाइलम)	: इसमें परस्पर संबंधित वर्ग आते हैं। (देखें चित्र 1.13)

विभिन्न संघों (फाइलमों) के क्रमश: अपने जगत् (किंगडम) होते हैं। जीवों के पाँच जगत् (Kingdom) हैं जिनके बारे में आप बाद में जानेंगे। मनुष्य ऐनिमेली जगत् में आते हैं और इसका वर्गीकरण सजीवों को वर्गीकृत करने के तरीकों के उदाहरण स्वरूप दिया जा सकता है।

जगत् (किंगडम)	: एनिमेली (प्राणी)
संघ (फाइलम)	: कॉर्डेटा (पृष्ठरज्जु रीढ़ वाले प्राणी)
वर्ग (क्लास)	: मेमैलिया (अपने बच्चों को स्तनपान कराने वाले प्राणी)
गण (ऑर्डर)	: प्राइमेट्स (बड़े मस्तिष्क व द्विनेत्री दृष्टि वाले स्तनी प्राणी)
कुल (फैमिली)	: होमीनिडी (मानव व मानव सदृश पूर्वज)
वंश (जीनस)	: **होमो** (जीवाश्म मानव व आधुनिक मानव)
जाति (स्पीशीज)	: **होमो सेपियंस** (आधुनिक मानव)



चित्र 1.13 मानव स्पीशीज़ का वर्गीकरण

1.3.3 जीवों का वैज्ञानिक नामकरण

भिन्न-भिन्न प्राणियों व पौधों के अलग-अलग सामान्य नाम होते हैं–अंग्रेजी में 'कैट' नाम से जाने जाने वाले प्राणी को हिंदी में 'बिल्ली', बंगाली में 'बिडाल', तमिल में 'पुन्नई' व मराठी में 'मंजर' नाम से जाना जाता है। फ्रेंच व जर्मन भाषाओं में बिल्ली के अलग-अलग नाम हैं। जीवों को ऐसे वैज्ञानिक नाम दिए जाने की आवश्यकता पैदा हुई जिन्हें संपूर्ण विश्व में समझा जा सके। अत: जीवों को वैज्ञानिक नाम प्रदान किए गए। जीवों के वैज्ञानिक नाम समस्त विश्व में समझे जा सकते हैं।

जीवों के नामकरण की एक सरलीकृत पद्धति 'द्विनाम पद्धति' दो शताब्दियों से भी अधिक समय से मानक पद्धति मानी जाती रही है। इस पद्धति को स्वीडन के जीवविज्ञानी केरोलस लिनियस (1707-1778) ने प्रस्तुत की। द्विनाम नामकरण (Binomial nomenclature) का तात्पर्य नामकरण के लिए दो पदों का प्रयोग करना है। प्रत्येक प्रकार के जीव के नाम के दो भाग होते हैं–वंश (**जीनस**) व उसके बाद जाति (**स्पीशीज़**) का नाम। अंग्रेजी में (**जीनस**) के नाम का पहला अक्षर बड़े अक्षर यानी कैपिटल लेटर से व **स्पीशीज** के नाम का पहला अक्षर छोटे अक्षर से यानी स्माल लेटर से लिखा जाता है–उदाहरणतया ***Homo sapiens*** (**होमो सेपियंस**) आधुनिक मानव का और ***Mangifera indica*** (**मैंजीफेरा इन्डिका**) आम का वैज्ञानिक नाम है।

जैविक नामकरण के तीन मुख्य लक्षण निम्न प्रकार हैं :

1. वैज्ञानिक नाम को परंपरागत रूप में तिरछे अक्षरों (इटालिक्स) में लिखा जाता है अथवा हाथ से लिखे जाने पर रेखांकित कर दिया जाता है।

2. वैज्ञानिक नाम नामकरण के वैज्ञानिक नियमों के आधार पर रखे जाते हैं।

3. वैज्ञानिक नाम अधिकतर **ग्रीक** या **लैटिन** में होते हैं। ये पूरे विश्व में समझे जाते हैं और इनके द्वारा जीवों के बारे में परस्पर सूचना-संचार सुविधापूर्ण हो गया है।

1.3.4 प्राक्केन्द्रकी/ प्रोकैरियोट (Prokaryotes) और सुकेन्द्रकी यूकेरियोट (Eukaryotes)

पृथ्वी पर सर्वप्रथम विकसित होने वाले जीव जीवाणु (बैक्टीरिया) हैं। उनके एकल गुणसूत्र के चारों ओर कोई केन्द्रकीय झिल्ली नहीं पाई जाती है।

सुस्पष्ट केंद्रक की अनुपस्थिति के कारण या अपरिष्कृत केंद्रक के कारण इनका नाम प्राक्केन्द्रकी या असीमकेंद्रकी (pro = आदि; karyon = केन्द्रक) पड़ा। **नील हरित शैवाल (साएनोबैक्टीरिया) सहित** सभी जीवाणु **प्राक्केन्द्रकीय** हैं, इसके विपरीत बैक्टीरिया के अतिरिक्त अन्य जीवों में सुकेन्द्रकी या ससीमकेंद्रकी (Eukaryotes) (eu = यथार्थ; karyon = केन्द्रक) होते हैं जिनमे केंद्र (केंद्रक), सुस्पष्ट (सुपारिभाषित) होता है। उनके बीच और भी अंतर हैं जो नीचे तालिका 1.1 में दिए गए हैं :

तालिका 1.1 प्राक्कन्द्रेकियों व सूकेन्द्रकियों में अंतर

अभिलक्षण	प्राक्केंद्रकी (असीमकेंद्रकी)	सुकेन्द्रकी (ससीमकेंद्रकी)
1. आकार	0-1-10 μm	10-100 μm (अधिक आयतन)
2. आनुवंशिक पदार्थ	वृत्ताकार डी.एन.ए., कोई रेखीय डी.एन.ए. नहीं, डी. एन. ए. से संबंधित हिस्टोन नहीं होते, केंद्रकाभ के रूप में होता है, केंद्रक झिल्ली नहीं होती।	हिस्टोन होते हैं जिनमें डी.एन.ए. अणु लिपटे रहते हैं, गुणसूत्र रेखीय व सुस्पष्ट होते हैं, केंद्रक झिल्ली होती है।
3. केंद्रकीय पदार्थ की स्थिति	कोशिका द्रव्य में डी.एन.ए.	सुस्पष्ट केंद्रक के अंदर डी.एन.ए.
4. कोशिकांग (अंगक)	कोई झिल्लीबद्ध कोशिकांग नहीं होते	माइटोकॉन्ड्रिया, गॉल्जी पिंड, लाइसोसोम कोशिका में विद्यमान होते हैं।
5. कोशिका भित्ति	सदा मौजूद, इसमें पेप्टिडोग्लाइकेन होता है	जंतुओं में होती ही नहीं या पादपों व कवकों में सेलुलोस/काइटिन की बनी होती है।
6. श्वसन	मीजोसोमों द्वारा	माइटोकॉन्डिया द्वारा
7. जनन	अधिकतर अलैंगिक, उदाहरणतया बैक्टीरिया, साएनोबैक्टीरिया (नील-हरित शैवाल)	अलैंगिक व लैंगिक, उदाहरणतया-प्रोटोक्टिस्टा, कवक, पादप, प्राणी

1.3.5 जीवों के पाँच जगत्

हाल ही तक वर्गीकरण के लिए केवल दो ही जगत् थे–**प्लांटी** व **एनिमेली**। इस द्विजगतीय वर्गीकरण में कई कमियाँ थीं, उदाहरणतया बैक्टीरिया (जीवाणु) व कवकों को पादपों के साथ रखा गया था यद्यपि वे बहुत भिन्न हैं।

आर.एच. व्हिटेकर ने सन् 1969 में पाँच जगत् वर्गीकरण का प्रस्ताव रखा जो निम्न तीन बातों पर आधारित था।

(i) सुस्पष्ट केंद्रक का होना या न होना

(ii) एककोशिकीय अथवा बहुकोशिकीय

(iii) पोषण की विधि

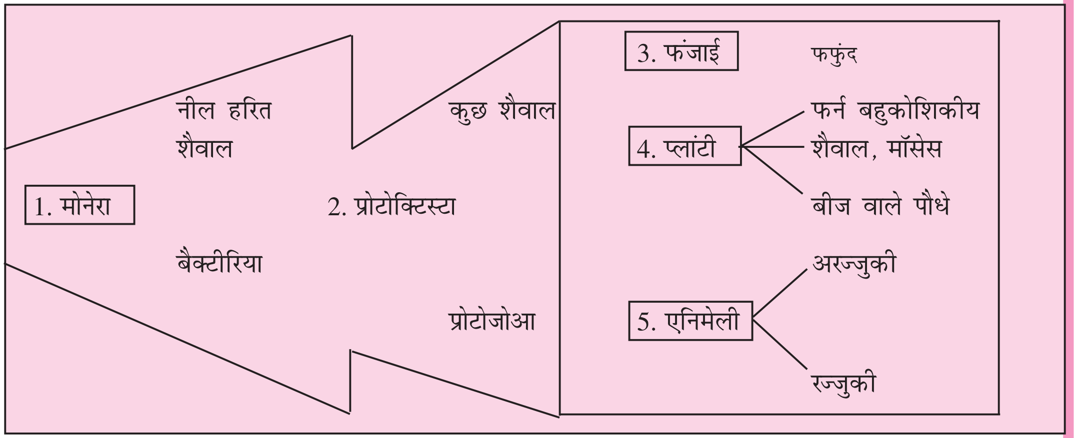
ये पाँच जगत् हैं–मोनेरा, प्रोटिस्टा या प्रोटोक्टिस्टा और फ़ंजाई, प्लांटी, एनिमेली ऊपर वर्णित तीन मापदंडों पर आधारित (चित्र 1.13)

पाँच जगत् वर्गीकरण की व्याख्या नीचे दी गई है।

तालिका 1.2 जीवों का पाँच जगत् वर्गीकरण

जगत का नाम	केंद्रक की प्रकृति	एक कोशिकीय या बहुकोशिकीय	पोषण का प्रकार
1. मोनेरा (नील हरित शैवाल व बैक्टीरिया)	प्राक्केंद्रकीय (Prokaryotic)	(एककोशिकीय केवल कुछ साएनो बैक्टीरिया जो तंतुमय या बहुकोशिकीय और कभी-कभी शाखित होते हैं।)	विविध प्रकार का पोषण
2. प्रोटोक्टिस्टा (कुछ शैवाल और प्रोटोजोआ)	सुकेंद्रकीय (Eukaryotic)	एककोशिकीय	विविध प्रकार का पोषण
3. फंजाई (Fungi) (फफूंद आदि)	सुकेंद्रकीय (Eukaryotic)	बहुकोशिकीय	मृतपोषी (मृत, जैव पदार्थ से पोषण प्राप्त करते हैं)
4. प्लांटी (Plantae) (सभी हरित पादप)	सुकेंद्रकीय (Eukaryotic)	बहुकोशिकीय	विषमपोषी स्वपोषी (प्रकाश संश्लेषण द्वारा आहार का संश्लेषण)
5. एनिमेली (Animalae) (प्राणी)	सुकेंद्रकीय	बहुकोशिकीय (Eukarotic)	(आहार के लिए अन्य पर निर्भर होना)

पाँच जगत् नीचे चित्र 1.14 में दर्शाये गए हैं



चित्र 1.14 जीवन के पाँच जगत्

पाठगत प्रश्न 1.5

1. उन वैज्ञानिकों के नाम बताइए जिन्होंने निम्नलिखित की प्रस्तावना की :

   (a) द्विनाम पद्धति ....

   (b) पाँच जगत् वर्गीकरण ....

2. पृथ्वी पर प्रकट होने वाले सर्वप्रथम जीव कौन थे?

   ....

टिप्पणी

3. फैमिली के पूर्ववर्ती व अग्रवर्ती वर्गीकरण श्रेणी का नाम बताएँ।

   ....

4. ऑर्डर स्तर से ऊपर आने वली श्रेणियों का नाम सही-सही क्रम में लिखें।

   ....

5. निम्न को उनके सही रूप में फिर से लिखें
   - (a) Mangifera Indica ....
   - (b) Homo Sapiens ....
   - (c) Felis Leo ....

6. निम्न को उनके सही जगत् में लिखें :
   - (a) दूध से दही बनाने वाले बैक्टीरिया ....
   - (b) गाय ....
   - (c) घास ....
   - (d) अमीबा ....
   - (e) ब्रेड फफूंदी ....

1.4 विषाणु (वाइरस)–एक परिचय

- आपने सुना होगा कि कुछ रोग जैसे इन्फ्लुएंजा, पोलियो, कनफेड़ा (मम्पस) रेबीज, चेचक, एड्स तथा डेंगू आदि वाइरसों से पैदा होते हैं।
- ये निर्जीव हैं और प्रोटीन परत से आवृत्त डी.एन.ए. या आर.एन.ए. से बने हैं, इनमें प्रतिकृतियन (replication) हो सकता है, लेकिन ये स्वयं जनन नहीं कर सकते। ये जीवित कोशिका के अंदर ही जनन कर सकते हैं। अत: इनका वर्गीकरण एक विशेष समस्या है।
- तार्किक दृष्टि से इन्हें पाँच जगतों में से किसी भी जगत् में नहीं रखा जा सकता, क्योंकि ये अपने आतिथेय या पोषी (host) कोशिकाओं में गुणन कर सकते हैं, उत्परिवर्तित हो सकते हैं–सजीवों की तरह लेकिन यह क्रिस्टलीकृत हो सकता है और निर्जीवों के लक्षण दर्शाते हैं।

विषाणुओं (वाइरसों) की खोज

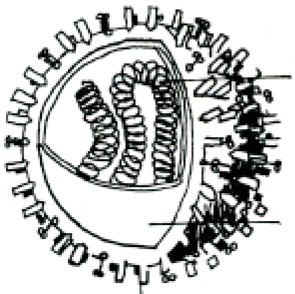
सन् 1892 में रूसी वनस्पतिशास्त्री इवेनाव्स्की ने तंबाकू के मोज़ेक रोग से ग्रस्त तंबाकू के पौधों का निकर्षण तैयार किया। इस निकर्षण को छाना गया ताकि यदि कोई बैक्टीरिया उसमें हो तो छाने जाने पर बाहर ही रह जाए। फिल्ट्रेट को अब भी संक्रामक पाया गया। डच वैज्ञानिक बीजेरिंक ने सन् 1898 में इन संक्रमण करने वाले कणों को विषाणु (वाइरस) नाम दिया (लैटिन भाषा में वाइरस का अर्थ विष होता है)

आकार

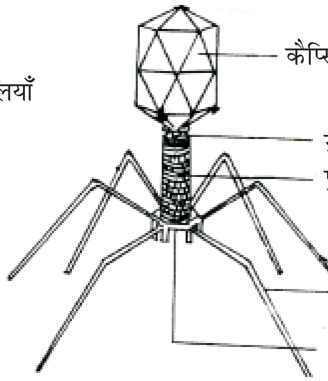
- वाइरस अत्यधिक सूक्ष्म होते हैं और उन्हें केवल इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) से ही देखा जा सकता है।
- ये सूक्ष्मतम बैक्टीरिया से भी छोटे होते हैं।
- ये उन फिल्टरों में से भी गुजर जाते हैं जिनसे बैक्टीरिया नहीं निकल पाते हैं।
- इनका आकार नैनोमीटर (nm) में व्यक्त किया जाता है। इनके व्यास का परास 10 नैनो मीटर से 300 नैनीमीटर के बीच होता है।

नैनोमीटर (Nanometer nm)

यह सूक्ष्मदर्शीय मापन की इकाई है, जो 10^{-9}m के बराबर होती है। इसे पहले मिलीमाइक्रॉन कहा जाता था।



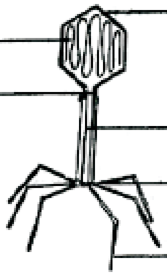
चित्र 1.15 (क) इनफ्लूएंजा वाइरस



चित्र 1.15 (ख) जीवाणुभोजी

1.4.1 विषाणु (वाइरस) की संरचना

विषाणु वाइरस एक सरल संरचना है जिसमें एक क्रोड अथवा केंद्रभाग व उसे आच्छादित करने वाला एक आवरण होता है। केंद्र भाग का कण आनुवंशिक पदार्थ होता है—या तो डी.एन.ए. या आर.एन.ए.। बाहर का आवरण प्रोटीन का बना होता है जिसे **कैप्सिड** (Capsid) कहते हैं (चित्र 1.15)



चित्र 1.16 वाइरस की संरचना

वाइरस केवल जीवित कोशिका के अंदर ही जनन कर सकता है।

एक वाइरस स्वयं जनन नहीं कर सकता है। जनन के लिए इसे किसी जीव की कोशिका के अंदर प्रवेश करना होता है। पोषी कोशिका से यह कच्चे पदार्थ, एंजाइमों व ऊर्जा उत्पादक प्रणाली का उपयोग करके स्वयं अपना डी.एन.ए. बनाता है। इस प्रकार परपोषी कोशिका के अंदर अनेक वाइरस कण बन जाते हैं। पोषी कोशिका फूट जाती है और वाइरस कण बाहर आ जाते हैं।

वाइरस सजीव या निर्जीव

हालाँकि वाइरसों में जीवों की भाँति आनुवंशिक पदार्थ न्यूक्लीक अम्ल पाए जाते हैं, वे अपने आप DNA जनन के लिए प्रति नहीं बना सकते हैं। ये केवल जीवित कोशिका के अंदर ही जनन कर पाने में सक्षम हैं। चूंकि उनका आनुवंशिक है, उनमें उत्परिवर्तन होता है। इसके बाद उनके संक्रामी गुणों में विभिन्नता होती है। अत: वाइरस (विषाणु) निर्जीव माने जाते हैं। इसके अतिरिक्त, वे निर्जीव माने जाते हैं क्योंकि ये अकोशिकीय हैं और उनमें अपना प्रकिण्व नहीं होता और इनके क्रिस्टल बनाएँ जा सकते हैं।

1.4.2 वाइरसों के संक्रामी गुण

वाइरस बैक्टीरिया, पौधों या प्राणियों में आक्रमण करते हैं। जीवाणुओं में आक्रमण करने वाले वाइरसों को जीवाणुभोजी (Bacteriophage) कहते हैं।

वाइरस अपने पोषी व ऊतकों के साथ संबंध स्थापित करने में अति विशिष्ट होते हैं। उदाहरण के लिए मानव में पोलियो वायरस विशेष तंत्रिकाओं पर ही आक्रमण करता है, कनफेड विषाणु मानव को विशेष प्रकार के लाला ग्रंथियों के जोड़े (पैरोटिड ग्रंथि) पर आक्रमण करता है।

वाइरसों में 'उत्परिवर्तन' होता रहता है

उत्परिवर्तन का अर्थ है आनुवंशिक पदार्थ में परिवर्तन। उदाहरण के लिए फ्लू वायरस में उत्परिवर्तन होता रहता है जिसके कारण प्रतिवर्ष फ्लू एक नए वायरस के कारण होता है और वैज्ञानिकों को इसका इलाज ढूँढने में कठिनाई होती है।

1.4.3 वाइरस व उनसे होने वाले रोग

नीचे दी गई तालिका 1.3 में कुछ वाइरसों के नाम, उनके पोषी, उनसे होने वाले रोग व संक्रमण विधि दी गई है।

तालिका 1.3 कुछ वाइरस, उनके पोषी, उनसे उत्पन्न रोग व संक्रमण की विधियाँ

	वाइरस	पोषी	रोग	संक्रमण विधि
	आलू (रोल वाइरस)	आलू	आलू का "लीफ रोल"	वायु द्वारा, संपर्क
पादप	टमाटर (स्टंट वाइरस)	टमाटर	टमाटर का "बुशी स्टंट"	वायु द्वारा, संपर्क
	तंबाकू (मोजेक वाइरस)	तंबाकू	मोज़ेक	वायु द्वारा, संपर्क
	हर्पीज़ वाइरस	मानव	हर्पीस	वायु द्वारा, संपर्क
	चेचक वाइरस	मानव	चेचक	वायु द्वारा, संपर्क

मानव	HIV	मानव	एड्स	(i) यौन संपर्क (ii) स्तनपान कराने वाली माँ से संतान को (iii) रक्त चढ़ाने से (रक्ताधान से)
	डेंग्यू	मानव	डेंग्यू	संक्रमित एडीज मच्छर के काटने से
	हिपैटाइटिस-B	मानव	यकृतशोथ (हिपैटाइटिस)	संक्रमित जल से

कुछ और कैंसर वाइरसों द्वारा होते हुए भी पाए गए हैं। इन वाइरसों में RNA का आनुवंशिक पदार्थ होता है तथा इन्हें रेट्रोवायरस (Retroviruses) कहते हैं।

1.4.4 विषाणुभ (Virioid)

विषाणुभ वर्तुलाकार अणु होते हैं, जिनमें कई सौ न्यूक्लिओटाइड संलग्न होते हैं। ये पौधों को संक्रमित कर देते हैं और उन्हें मार भी सकते हैं। पौधों में, ये एंजाइमों का प्रयोग करके पौधो की कोशिकाएं उसी प्रकार प्रतिकृति बनाने लगती हैं, जिस प्रकार कि विषाणुभ करते हैं। जब वे पौधों को संक्रमित करते हैं, तब RNA अणु पौधे की वृद्धि का नियंत्रण करने वाले नियामक-तंत्र को दोषपूर्ण कर देते हैं। इसीलिए विषाणुभग्रस्त पौधों की वृद्धि अवरुद्ध हो जाती है और उनका परिवर्धन असामान्य हो जाता है।

पाठगत प्रश्न 1.6

1. वाइरसों के संदर्भ में निम्न तालिका में रिक्त स्थानों (1, 2 व 3) को भरिए

1.	तंबाकू	तंबाकू मोजेक रोग
HIV	2.	AIDS
हर्पीज	मानव	3. ......

2. विषाणुओं (वाइरसों) का कोई एक लक्षण बताइएँ जिसके आधार पर इन्हें निर्जीव माना जाता है।

   ....

3. एक रसायन का नाम बताएँ जो वाइरसों व अन्य सभी जीवों में भी पाया जाता है।

   ....

4. निम्नलिखित कथनों को पूरा करें

   (क) वाइरस के क्रोड कण में .... होता है।

   (ख) वाइरस का आवरण .... का बना होता है।

5. संरचना की दृष्टि से विषाणुभ किस प्रकार विषाणु से भिन्न होते हैं?

   ....

6. विषाणुभ आक्रमित होने वाले पौधों के लिए खतरनाक समझे जाते हैं। ऐसा क्यों?

   ....

आपने क्या सीखा

- जीवन की उत्पत्ति की सर्वाधिक स्वीकार किया जाने वाला सिद्धान्त रासायनिक रसायन संश्लेषी सिद्धान्त है।
- पृथ्वी का आरंभिक पर्यावरण सरल अकार्बनिक पदार्थो से कार्बनिक अणुओं के निर्माण के लिए अनुकूल था।
- सहपुंजित (Coacervates) झिल्ली द्वारा आबद्ध आण्विक संचय माने जाते हैं। जिनमें वृद्धि व मुकुलन की क्षमता होती है।
- ऐसा विश्वास किया जाता है कि पृथ्वी में जीवन की उत्पत्ति लगभग 3.5 अरब वर्ष प्रारंभ हुई।
- भूतकालीन पर्यावरण व जीवन के रूप आज से काफी भिन्न थे।
- विकास जीवों का पूर्व सरल रूपों से जटिल रूपों में–अनुक्रमिक प्रकटीकरण है। यह भूतकाल में भी क्रियाशील था, आज भी क्रियाशील है और भविष्य में भी क्रियाशील रहेगा।
- जैव विकास के पक्ष में मुख्य प्रमाण–आकारिकी, भ्रौणिकी, जीवाश्मिकी व आण्विक जैविकी से मिलते हैं।
- डार्विन की 'प्राकृतिक वरण द्वारा जातियों की उत्पत्ति' का सिद्धान्त विकास की उपयोगी अंतरण (परिवर्तन) व प्राकृतिक चयन से विकास की प्रक्रिया की व्याख्या करता है।
- नवडार्विनवाद डार्विनवाद का प्राकृतिक वरण, उत्परिवर्तन व पुनरुत्पादक पृथक्करण पर आधारित आधुनिक प्रतिपादन है। इसे आधुनिक संश्लेषणात्मक सिद्धान्त भी कहते हैं।
- परिवर्तन के स्रोत उत्परिवर्तन, पुनर्योजन, जीन प्रवाह व आनुवंशिक विचलन हैं।
- प्राकृतिक वरण परिवर्तन पर 'विभेदी जनन' द्वारा कार्य करता है, जिसका आशय अनुकूल जीनस का और अधिक जनन से है।
- पृथक्करण नई स्पीशीजों के निर्माण में और नई जातियों को पृथक रखने में सहायक होता है।
- जनन पृथक्करण की विधियाँ परिस्थितिक पृथक्करण, ऋतुनिष्ठ (मौसमी) पृथक्करण, व्यवहारिकीय यांत्रिक तथा कार्यिकीय पृथक्करण, युग्मज जीवन क्षमता, वर्णसंकर बंध्यता, व F_2 विभंग है।
- नई स्पीशीज़ों का विकास जाति उद्भवन कहलाता है।
- जाति उद्भवन (a) भौगोलिक पृथक्करण या (b) बहुगुणन द्वारा होता है।
- क्रमिकता व अंतरायित साम्यावस्था अंतरण की सुझायी गई विधियाँ हैं।
- विकास के दौरान हार्डी–वाइनबर्ग साम्यावस्था का संबंध आनुवंशिक विभिन्नता से है। इस सिद्धांत के अनुसार प्राकृतिक वरण और उत्परिवर्तन की अनुपस्थिति में सार्वमिश्रित समष्टि में दो युग्म विकल्पियों की आवृत्ति पीढ़ियों तक एक ही रहती है।
- वर्गीकरण जीवों के बारे में अध्ययन व उनके बारे में सूचना संप्रेषण के लिए आवश्यक है। वर्गीकरण का तात्पर्य समानताओं व असमानताओं के आधार पर समूहन करना है।

- श्रेणीबद्ध वर्गीकरण संवर्ग (categories) होते हैं जो एक जीव के क्रमविकास के संबंधों को दर्शाते हैं।
- जीवों का वैज्ञानिक नामकरण लिनियस की द्विनाम पद्धति पर आधारित है।
- जीवन के पाँच जगत्–मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा, फ़ंजाई, प्लांटी व एनिमेली हैं।
- वाइरस न्युक्लियोप्रोटीन कण हैं जिनमें केंद्र में DNA व RNA अणु रहते हैं जो कि प्रोटीन आवरण से ढके रहते हैं।
- वाइरसों की खोज इवानोव्स्की ने की और बेजेरिंक ने उन्हें यह नाम दिया।
- वाइरस इतने सूक्ष्म होते हैं कि उनको केवल इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी की सहायता से ही देखा जा सकता है।
- वाइरस केवल जीवित कोशिकाओं के अंदर ही जनन कर सकते हैं।
- वाइरसों में सजीवों व निर्जीवों प्रत्येक के कुछ गुण होते हैं।
- वाइरस जीवाणुओं, पादपों व जीवों को संक्रमित करते हैं।
- जीवाणुओं पर आक्रमण करने वाले विषाणु जीवाणुभोजी कहलाते हैं।
- वाइरसों से अनेकों रोग जैसे–हर्पीज, चेचक, एड्स, डेंग्यू, इनफ्लूएंजा आदि उत्पन्न होते हैं।
- विषाणुभ RNA कण हैं जो पादपों पर आक्रमण करते हैं।

पाठान्त प्रश्न

1. पृथ्वी में जीवन की उत्पत्ति के विषय में सबसे प्रमाणिक सिद्धान्त कौन सा है? मिलर व यूरे ने किस प्रकार रसायनी संश्लेषण को सत्यापित किया?
2. डार्विनवाद व नवडार्विनवाद में भेद कीजिए।
3. विकास के संश्लेषी सिद्धान्त की व्याख्या कीजिए।
4. आण्विक प्रमाण द्वारा विकास के मत को प्रमाणित सिद्ध कीजिए।
5. निम्न जीवों को वगीकृत करें : केंचुआ, गोलकृमि, मेंढक व मानव।
6. वाइरसों की संख्या में कैसे वृद्धि होती है? केवल व्याख्या करने वाले आरेख द्वारा दर्शाये।
7. निम्न के वैज्ञानिक नाम लिखें :

   (i) आम (ii) मानव (iii) बिल्ली (iv) बाघ
8. पाँच जगतों के वर्गीकरण का योजनाबद्ध आरेख दें।
9. पाँच जगतों के वर्गीकरण के आधारभूत कसौटियों का वर्णन कीजिए।
10. जिन कसौटियों पर पांच जगतों का वर्गीकरण आधारित है उनका वर्णन करें।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

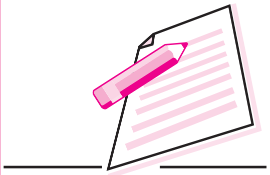
1.1
1. 5 अरब वर्ष
2. ए.आई. ओपेरिन
3. NH_3, CH_4, CO_2, जलवाष्प
4. तड़ित्/भूतापीय ऊर्जा/पराबैंगनी किरणें (कोई एक)
5. जल
6. जीवन जैसे अणुओं की समष्टि
7. ऐमीनो अम्ल, वसा अम्ल, शर्कराएँ (केवल दो)
8. मिलर व यूरे

1.2
1. एक सर्वनिष्ठ पूर्वज से धीमी व क्रमिक प्रक्रिया के परिणामस्वरूप परिष्करण के साथ अवतरण
2. *आर्किऑप्टेरिक्स*
3. अग्रपाद/भुजाएँ
4. शरीर का अवशेषी (अकार्यकारी) अंग
5. (i) मत्स्यों व उभयचरों के बीच फुप्फुस मीन

   (ii) सरीसृप व स्तनधारियों के बीच अंडे देने वाले स्तनधारी
6. आण्विक जैविकी से विकास के प्रमाण उपखंड में देखें :

1.3
1. उत्परिवर्तन, पुनर्योजन, जीन प्रवाह, आनुवंशिक विचलन
2. यह औद्योगिक क्रांति के दौरान पपर्ड शलभ के प्रकार के विकास के संबंध में है जो उत्परिवर्तन और प्राकृतिक वरण द्वारा होता है।
3. भौतिक पृथक्करण अवरोध के कारण विस्थानिक जाति उद्भवन से जातियों की समष्टि में अंतर होते हैं। जनन अवरोध समस्थानिक जातियों को अलग करता है, जो एक ही भौगोलिक क्षेत्र में रह रहे हों।

   दोनों पृथक्ककारी क्रियाविधि है, मौसम या स्वभाव के अवरोध द्वारा पारिस्थितिकीय पृथक्करण और स्वाभाविक पृथक्करण (व्यवहारीय) अंतरों के अवरोध द्वारा।
4. यादृच्छिक रूप से संगमकारी समष्टि।
5. $(q + q)^2 = 1$ का अर्थ है युग्म विकल्पी जीनों $p + q$ की आवृत्तियां जो पीढ़ी दर पीढ़ी एक ही रहती है यदि विभिन्नता, प्राकृतिक वरण आदि जैसी विकासीय बल कार्य न कर रहा हो।



1.4 1. चार्ल्स डार्विन

2. नव डार्विनवाद/संश्लेषी सिद्धान्त

3. सभी जीवों का पूर्वजों द्वारा एक-दूसरे से संबंध है। उसने प्राकृतिक वरण को विकास का संभावित कारण बताया

4. (i) जनसंख्या में परिवर्तन विकास का आधार है।

   (ii) विभेदी जनन

5. अनुकूल जीनों का जनन अधिक होता है।

1.5 1. (a) कैरोलस लीनियस

   (b) आर.एच. व्हिटेकर

2. जीवाणु

3. जीनस (वंश)

4. जगत्, फाइलम, क्लास, ऑर्डर

5. (i) *Mangifera indica* (ii) *Homo sapiens* (iii) *Felis leo*

6. जगत, फाइलम, क्लास, ऑर्डर, फेमिली, जीनस, स्पीशीज़

7. (i) मोनेरा (ii) एनिमेली (iii) प्लांटी (iv) प्रोटोक्टिस्टा (v) फंजाई

1.6 1. (i) तंबाकू मोजेक वायरस (ii) मानव, (iii) हर्पीज

2. वे स्वयं जनन नहीं कर सकते हैं/उनके क्रिस्टल बनाए जा सकते हैं।

3. न्यूक्लीक अम्ल/प्रोटीन (कोई एक)

4. (a) DNA या RNA (b) प्रोटीन

5. विषाणु में DNA या RNA अणु होते हैं जो प्रोटीन आवरण द्वारा घिरा होता है जबकि विषाणभु में केवल एक RNA अणु होता है।

6. वे पादप को संक्रमित करते हैं और जब पादप कोशिकाओं के अंदर होते हैं तो परपोषी पादपों के एन्जाइमों के कारण प्रतिकृतियन (replication) करते हैं, संख्या में वृद्धि होती है फलतः पादप की वृद्धि अपसामान्य और अवरुद्ध हो जाती है।

2

जगत् मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा एवं फंजाई

जगत् मोनेरा जिसके अंतर्गत सभी जीवाणु (बैक्टीरिया), नील हरित शैवाल (सायनोबैक्टीरिया) आते हैं और जगत् प्रोटोक्टिस्टा जिसके अंतर्गत प्रोटोज़ोआ, डायटम और कुछ शैवाल आते हैं एक प्रकार से जीव जगत् में सबसे सरल हैं। सभी जीवाणु और अधिकांश प्रोटोक्टिस्टा और कई कवक–सूक्ष्मदर्शी होते हैं और इसीलिए इन्हें सामान्यत: सूक्ष्मजीव कहते हैं। आप इन तीनों जगतों के बारे में इस पाठ में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आप :

- *विशेष जीवों को मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा व फंजाई जगत् के सदस्यों के रूप में वर्गीकृत किए जाने का आधार बता सकेंगे;*
- *इस तथ्य को प्रभावी ढंग से बता पाएँगे कि केवल जगत् मोनेरा ही प्राक्केंद्रकीय (प्रोकैरियोटिक) (Prokaryotic) जगत् है और इसके अंतर्गत सबसे आदि जीव आते हैं;*
- *जीवाणुओं और सायनो बैक्टीरिया की सामान्य संरचना का वर्णन कर पाएँगे;*
- *जीवाणुओं के आर्थिक महत्त्व का उदाहरण सहित वर्णन कर पाएँगे;*
- *साएनोबैक्टीरिया की स्थिति को पहचान पाएँगे और इसका जगत् मोनेरा में शामिल किया जाना सही ठहरा पाएँगे;*
- *जगत् प्रोटोक्टिस्टा (प्रोटिस्टा) के अभिलक्षणों का वर्णन कर सकेंगे;*
- ***अमीबा**, **पैरामीशियम**, **यूग्लीना** एवं **प्लाज्मोडियम** की संरचना का वर्णन कर पाएँगे;*
- *डायटम की संरचना का वर्णन कर सकेंगे;*
- *मानव के लिए प्रोटिस्टों के उपयोगों की सूची बना पाएँगे और रोग उत्पन्न करने वाले प्रोटोजोआ के बारे में बता पाएँगे;*
- *उदाहरणों सहित कवकों (फंजाई) के सामान्य अभिलक्षणों की सूची बना सकेंगे;*
- *यीस्ट, **राइजोपस**, मशरूम, **पैनिसिलियम** की संरचना एवं जनन और इनकी मानव के लिए उपयोगिता का वर्णन कर पाएँगे;*

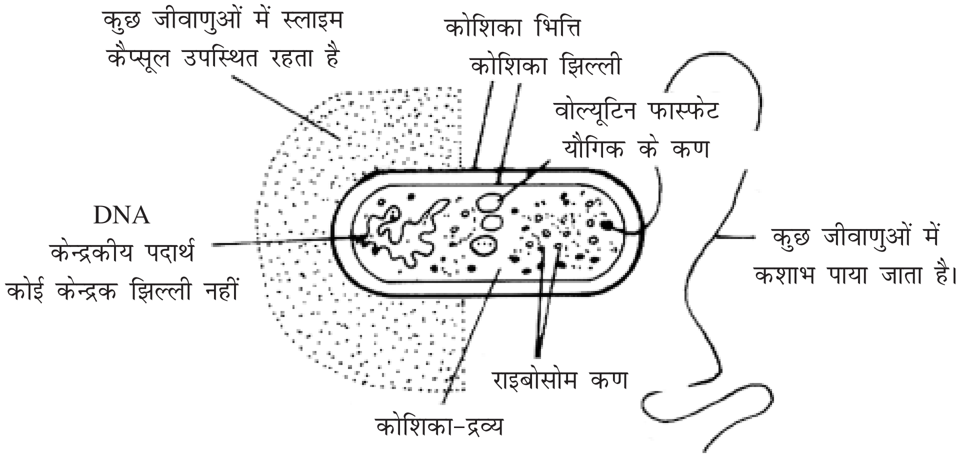
- *कवकमूल (माइकोराइजा) की व्याख्या कर पाएँगे;*
- *कवकों के आर्थिक महत्त्व का वर्णन कर पाएँगे।*

2.1 जगत् मोनेरा

- इसके अंतर्गत जीवाणु और साएनो बैक्टीरिया (जिन्हें सामान्यतया नील-हरित शैवाल भी कहा जाता है) आते हैं।
- चूँकि केवल बैक्टीरिया ही प्राक्केन्द्रकी (जिनमें वास्तविक केंद्रक नहीं होता अर्थात् इनमें केंद्रक झिल्ली नहीं होती) होते हैं, इसलिए केवल मोनेरा जगत् ही प्रोकेरियोटिक हैं।
- पृथ्वी पर 3.5 अरब वर्ष पूर्व जीवन की उत्पत्ति हुई और लगभग अगले 2 अरब वर्षों तक पृथ्वी पर जीवाणु ही एकमात्र जीव थे।
- सभी जीवणु व साएनोबैक्टीरिया एककोशिकीय होते हैं (ग्रीक शब्द मोनेर = एकल)
- जीवित प्राणियों में सबसे अधिक संख्या मोनेरा जगत् के जीवों की ही है।

2.1.1 जीवाणु-कोशिका की संरचना

एकल कोशिकीय जीवाणु में एक कोशिका-भित्ति होती है जो कोशिका झिल्ली को बाहर से ढके रहती है और यह पेप्टिडोग्लाइकैन यौगिक की बनी होती है। इसमें एकल गुणसूत्र होता है। कोशिका में राइबोसोम होते हैं लेकिन अंगकों में कोई झिल्ली नहीं होती। अब आगे हम इन भागों की विस्तृत जानकारी प्राप्त करते हैं (चित्र 2.1)।



चित्र 2.1 एक जीवाणु की संरचना

चित्र 2.1 में जीवाणु के निम्न भागों को देखें, सबसे बाह्य आवरण कोशिका भित्ति है।

कोशिका भित्ति

सभी प्राक्केन्द्रकियों में एक दृढ़ कोशिका भित्ति होती है, जो कोशिका की रक्षा करती है और उसे एक आकार प्रदान करती है। कोशिका भित्ति एक रसायन, पेप्टिडोग्लाइकैन की बनी होती है जो केवल जीवाणुओं में ही पाया जाता है।

पाइलाई (एकवचन-पाइलस)

पाइलाई छोटी और पतले धागेनुमा संरचनाएँ होती हैं जो कोशिका-भित्ति से बाहर को निकली रहती हैं। ये कुछ जीवाणुओं में ही पाई जाती हैं।

कशाभ (फ्लैजेला-Flagella)

कुछ जीवाणु (बैक्टीरिया) एक या दो कशाभों की सहायता से चलते हैं। यह पाइलाई की अपेक्षा अधिक लंबे और मोटे होते हैं। इनकी संरचना यूकैरियोटों के कशाभों की संरचना से भिन्न होती है।

प्लाज़्मा झिल्ली

जीव-द्रव्य झिल्ली (कोशिकाद्रव्य साइटोप्लाज्म) को घेरती हुई कोशिका भित्ति के नीचे बनी होती है। यह यूकैरियोटों की भाँति लिपिडों और प्रोटीनों की बनी होती है।

आनुवंशिक पदार्थ

इसमें डी.एन.ए. का बना एक द्विसर्पिल (दोहरा सर्पिल) अणु होता है जो साइटोप्लाज्म के न्युक्लिऑइड (केंद्रकाभ) नामक क्षेत्र में स्थित होता है। चूँकि गुण्सूत्र वास्तविक केन्द्रक के अंदर नहीं पाया जाता है, इसलिए जीवाणु प्राक्केन्द्रकी कहलाते हैं। अत: मोनेरा प्रोकैरियोट जगत् में रखे जाते हैं। बैक्टीरिया की अनेक स्पीशीजों में क्रोमोसोम के अतिरिक्त DNA के एक या अधिक वलय भी पाए जाते हैं जिन्हें प्लाज़्मिड (Plasmids) कहते हैं जो बैक्टीरियाई गुणसूत्रों के साथ प्रतिकृत होते हैं और इनमें प्रतिजैविक प्रतिरोध के जीन व जनन कारक आदि पाए जाते हैं। यह सेक्स कारक या F-कारक की तरह कार्य करता हे। कोशिका को नर सेक्स का गुण प्रदान करता है जिसमें सेक्स कारक या F-कारक होते हैं।

कोशिका अंगक

झिल्ली परिसीमित अंगक जैसे एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम, माइटोकॉन्ड्रिया, हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट), गॉल्जी सम्मिश्र नहीं होते, केवल राइबोसोम ही पाए जाते हैं जो यूकैरियोटों से भिन्न होते हैं। (देखिए पाठ 1 व 3)

> प्रोकैरियोटों में आनुवंशिक पदार्थ के चारों ओर कोई केंद्रक झिल्ली नहीं होती और इनमें कोई कोशिका अंगक भी नहीं होते हैं। उनमें केवल राइबोसोम ही पाए जाते हैं।

2.1.2 मोनेरा–सामान्य देह प्रकार्य

A. पोषण

जीवाणु बैक्टीरिया की चार पोषण श्रेणियाँ इस प्रकार हैं :

(i) **स्वपोषी**–ये अपने कार्बनिक पदार्थ का संश्लेषण स्वयं करते हैं।

(ii) **मृतपोषी**–ये मृत और सड़े गले पदार्थों का आहार करते हैं।

(iii) **सहजीवी**–ये अन्य जीवधारियों से आहार प्राप्त करते हैं और उन जीवधारियों के साथ ये परस्पर हित के रूप में संबंध बनाए होते हैं।

(iv) **परजीवी**–ये अन्य जीवों से आहार प्राप्त करते हैं और इस क्रिया में वे उन अन्य जीवों को हानि पँहुचाते हैं।

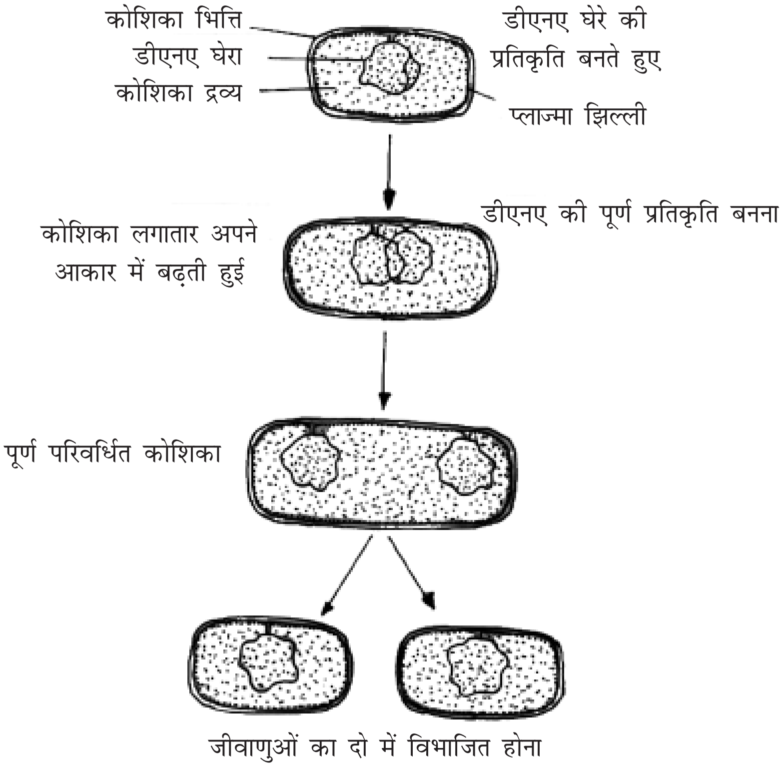
B. श्वसन

जीवाणुओं में दो प्रकार का श्वसन होता है या तो **वायवीय** जिसमें श्वसन के लिए ऑक्सीजन का उपयोग होता है, या **अवायवीय**–जिसमें ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में श्वसन होता है। कोशिकीय श्वसन या भोजन के अपघटन से ऊर्जा का उत्सर्जन मीजोसोमों में होता है जो कोशिका झिल्ली के आंतरिक विस्तार होते हैं।

C. जनन

(i) अलैंगिक जनन

जीवाणु अलैंगिक रूप में द्विविभाजन (Binary Fission) द्वारा जनन करते हैं (चित्र 2.2)। अनुकूल परिस्थितियों में एक जीवाणु लगभग 20 मिनट में द्विविभाजन द्वारा दो जीवाणुओं में विभाजित हो जाता है।



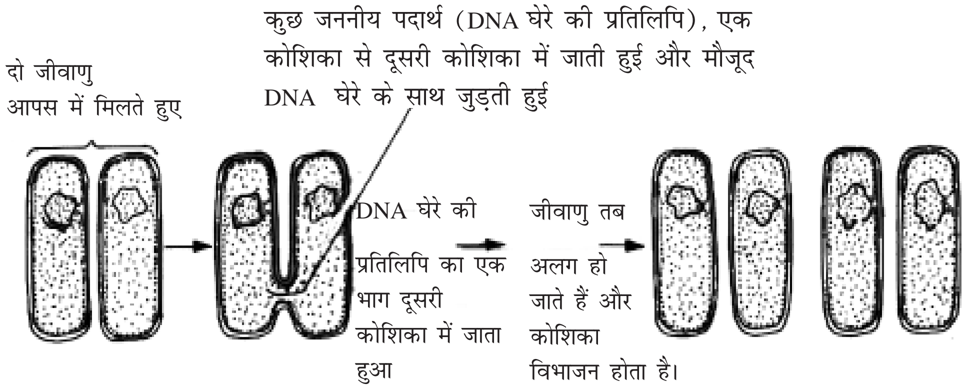
चित्र 2.2 बैक्टीरिया का द्विविभाजन

(ii) लैंगिक जनन (=आनुवंशिक पुनर्योजन)

कुछ बैक्टीरिया में एक आदिम प्रकार का लैंगिक जनन होता है। यह उच्चतर जीवों के लैंगिक जनन से भिन्न होता है। यह निम्न चरणों में होता है :

(a) दो संयुग्मनकारी बैक्टीरिया आपस में पाइलाई द्वारा परस्पर जुड़कर संपर्क बनाते हैं।

(b) एक बैक्टीरिया में से डी.एन.ए. सूत्र का एक खण्ड दूसरे बैक्टीरिया के भीतर पहुँचा दिया जाता है (चित्र 2.3)



चित्र 2.3 बैक्टीरिया में संयुग्मन

पाठगत प्रश्न 2.1

1. एक बैक्टीरिया का एकल वृत्तीय गुणसूत्र किसका बना होता है?

 ....

2. बैक्टीरिया कोशिका में उस विशेष क्षेत्र का नाम बताएँ जहाँ आनुवंशिक पदार्थ पाया जाता है।

 ....

3. प्रोकैरियोटों में कोशिका भित्ति किस पदार्थ की बनी होती है?

 ....

4. कशाभ व पाइलाई में एक अंतर बताएँ।

 ....

5. वायवीय व अवायवीय श्वसन में एक अंतर बताएँ।

 ....

6. बैक्टीरिया में लैंगिक जनन के दौरान किस चीज का स्थानांतरण होता है?

 ....

2.1.3 लाभदायक व हानिकारक बैक्टीरिया

बैक्टीरिया बहुत से रोग उत्पन्न करके नुकसान पहुँचाते हैं। दूसरी ओर कुछ बैक्टीरिया बहुत ही लाभदायक हैं।

बैक्टीरिया द्वारा उत्पन्न रोग

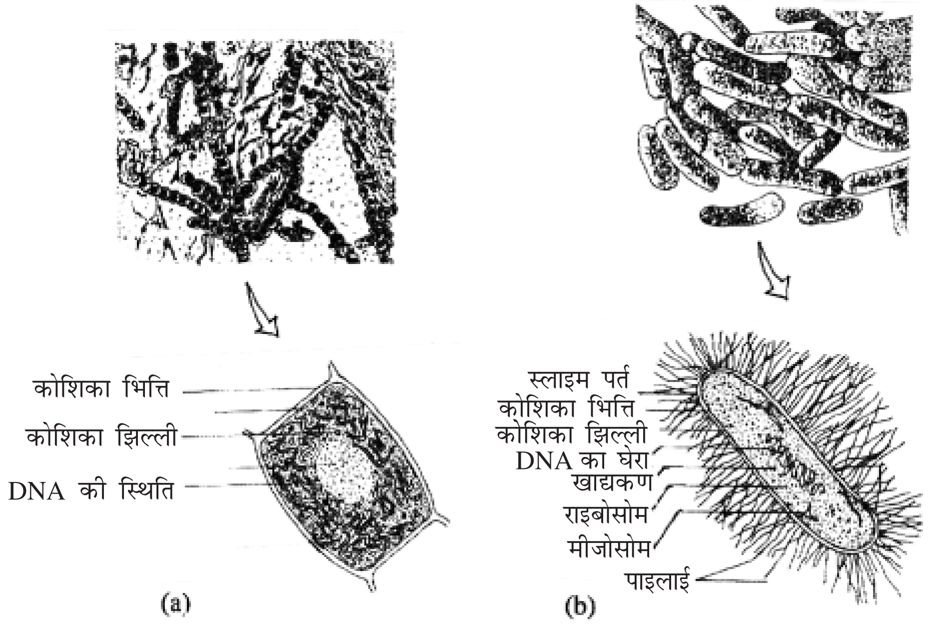
बैक्टीरिया का नाम	उत्पन्न रोग
1. *विब्रियो कोलेरी*	हैजा
2. *सालमोनेला टाइफी*	टाइफॉइड
3. *क्लॉस्ट्रीडियम टिटेनी*	टिटेनस
4. *कोरिनबैक्टीरियम डिप्थीरिआई*	डिप्थीरिया
5. *माइकोबैक्टीरियम ट्युबरकुलोसिस*	यक्ष्मा तपेदिक (क्षय रोग)

बैक्टीरिया के लाभकारी क्रियाकलाप

बैक्टीरिया का नाम	क्रियाकलाप
1. *राइजोबियम*	फली वाले पौधों (मटर, चना, दालें, आदि) की जड़ों में रहता है। वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को अमोनिया के रूप में स्थिर कर देता है जो फिर आगे उपयोगी ऐमीनो अम्लों में बदल जाती है।
2. *एजोटोबैक्टर*	मिट्टी को उपजाऊ बनाता है। यह वायुमण्डलीय नाइट्रोजन को मिट्टी में स्थिर कर देता है।
3. *स्ट्रेप्टोमाइसीज*	यह स्ट्रेप्टोमाइसिन नामक प्रतिजैविक (एंटीबायोटिक) बनाता है।
4. *लैक्टोबैसीलस*	लैक्टोस (दुग्ध-शर्करा) का लैक्टिक अम्ल में किण्वन करता है। इससे दूध से दही जमने में सहायता मिलती है।
5. *मेथेनोजेनिक* बैक्टीरिया	वाहित मल के विघटन में सहायता करता है।

2.1.4 साएनोबैक्टीरिया

पहले इन्हें नील-हरित शैवाल कहा जाता था (चित्र 2.4.a)। पृथ्वी के आदि काल में यह एक बहुत सफल समूह था। जिसमें प्रकाश संश्लेषण की क्षमता थी और इस प्रक्रिया के दौरान निकली ऑक्सीजन से पृथ्वी का वातावरण धीरे-धीरे परिवर्तित हुआ तथा पृथ्वी के वातावरण में ऑक्सीजन का स्तर बढ़ा।



चित्र 2.4 (a) साएनोबैक्टीरिया (नील हरित शैवाल)

बैक्टीरिया व साएनोबैक्टीरिया में अंतर

बैक्टीरिया	साएनोबैक्टीरिया
1. छोटी कोशिकाएँ	1. अपेक्षाकृत बड़ी कोशिकाएँ
2. कशाभ हो सकते हैं	2. कशाभ नहीं होते हैं
3. कुछ बैक्टीरिया (हरे बैक्टीरिया) में प्रकाश संश्लेषण एक अलग प्रकार से होता है जिसमें ऑक्सीजन बाहर नहीं निकलती है।	3. हरे पौधों की भाँति प्रकाश संश्लेषण होता है व सामान्य तरीके से ऑक्सीजन निकलती है।
4. लैंगिक जनन संयुग्मन द्वारा	4. संयुग्मन नहीं देखा गया।

पाठगत प्रश्न 2.2

1. उस बैक्टीरिया का नाम लिखिए जो

   (i) मिट्टी में वायुमण्डलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण कर देता है।

   ....

(ii) दूध को दही में जमा देता है। ....

(iii) यक्ष्मा (तपेदिक क्षय रोग) का कारण होता है। ....

(iv) टिटेनस का कारण होता है। ....

2. एक बैक्टीरिया से 1 घंटे में लगभग कितने बैक्टीरिया बन सकते हैं?

....

3. बैक्टीरिया व साएनोबैक्टीरिया में कोई तीन अंतर बताएँ।

....

2.1.5 मोनेरा

जगत् मोनेरा के अंतर्गत तीन समूह होते हैं :

1. आर्किबैक्टीरिया
2. यूबैक्टीरिया, और
3. सायनोबैक्टीरिया

आर्किबैक्टीरिया के अंतर्गत वे बैक्टीरिया आते हैं जो कम ऑक्सीजन वाले असामान्य पर्यावरण में रहते हैं। मुख्य प्रकार के आर्किबैक्टीरिया हैं :

- **मेथेनोजेनिक बैक्टीरिया**–जो वाहित मल में व प्राणियों की आंतों में पाए जाते हैं।
- **थर्मोएसिडोफिलिक बैक्टीरिया**–ये गर्म स्रोतों में पाए जाते हैं।
- **हेलोफिलिक बैक्टीरिया**–लवणीय परिस्थितियों में पाए जाते हैं अर्थात् जहाँ पर सूर्य की गर्मी से समुद्री जल में लवण का सांद्रण बढ़ जाता है। यूबैक्टीरिया के अंतर्गत साएनोबैक्टीरिया के अतिरिक्त अन्य सभी बैक्टीरिया आते हैं। सभी सायनोंबैक्टीरिया ऑक्सीजीनी प्रकाशस्वपोषी (फोटोऑटोट्रॉफ) होते हैं।

2.2 जगत् प्रोटोक्टिस्टा (एककोशिकीय यूकैरियोट)

- प्रोटोक्टिस्टा (Protoctista) एक कोशिकीय एककेन्द्री होते हैं। इसमें प्रोटोजोआ, डायटम व शैवाल आते हैं।
- इसमें झिल्ली परिसीमित अंगक होते हैं जैसे कि केंद्रक झिल्ली में बंद गुणसूत्रों (क्रोमोसोमों) से युक्त केंद्रक, माइटोकॉन्ड्रिया, हरितलवक (केवल प्रकाशसंश्लेषी प्रोटिस्टों में), गॉल्जी काय तथा अंत:प्रद्रव्यी जालिका।
- माइटोकॉन्ड्रिया श्वसन अंगक हैं।
- प्रोटोक्टिस्ट या तो प्रकाशसंश्लेषी होते हैं अथवा परजीवी या मृतोपजीवी।

- संचलन के लिए प्रोटोक्टिस्ट में सिलिया या कशाभ होते हैं (चित्र 2.5) जिनमें बैक्टीरिया की भाँति 9+2 सूक्ष्मनलिकाएँ होती हैं, जिनका 9+1 प्रकार का सूक्ष्मनलिकीय विन्यास होता है।
- इनमें जनन लैंगिक व अलैंगिक दोनों प्रकार का होता है।
- प्रोटिस्टों में कुछ मनुष्यों के लिए लाभकारी तथा कुछ हानिकारक होते हैं।

2.2.1 प्रोटोक्टिस्टा (प्रोटिस्टा) का वर्गीकरण

1. **फ़ाइलम प्रोटोजोआ** के अंतर्गत निम्न चार वर्ग (Class) आते हैं :

   (i) राइज़ोपोडा : उदाहरण *अमीबा*

   (ii) फ्लैजैलैटा : उदाहरण *यूग्लीना*

   (iii) सिलिएटा : उदाहरण *पैरामीशियम*

   (iv) स्पोरोज़ोआ : उदाहरण *प्लाज्मोडियम*

प्रोटिस्ट शैवाल निम्न में आते हैं।

2. **फ़ाइलम बैसीलेरियोफायटा** : उदाहरण डायटम
3. **फ़ाइलम क्लोरोफ़ायटा** : उदाहरण *क्लोरेला*

2.2.2 प्रोटोक्टिस्टों के कुछ उदाहरण

1. अमीबा

अमीबा प्राय: ऐसे अलवणजलीय तालाबों व गड्ढ़ों की कीचड़ में पाया जाता है जिसमें सड़ती-गलती पत्तियाँ आदि होती हैं। (चित्र 2.5a)

– इसमें संचलन के लिए कुछ पादाभ होते हैं।

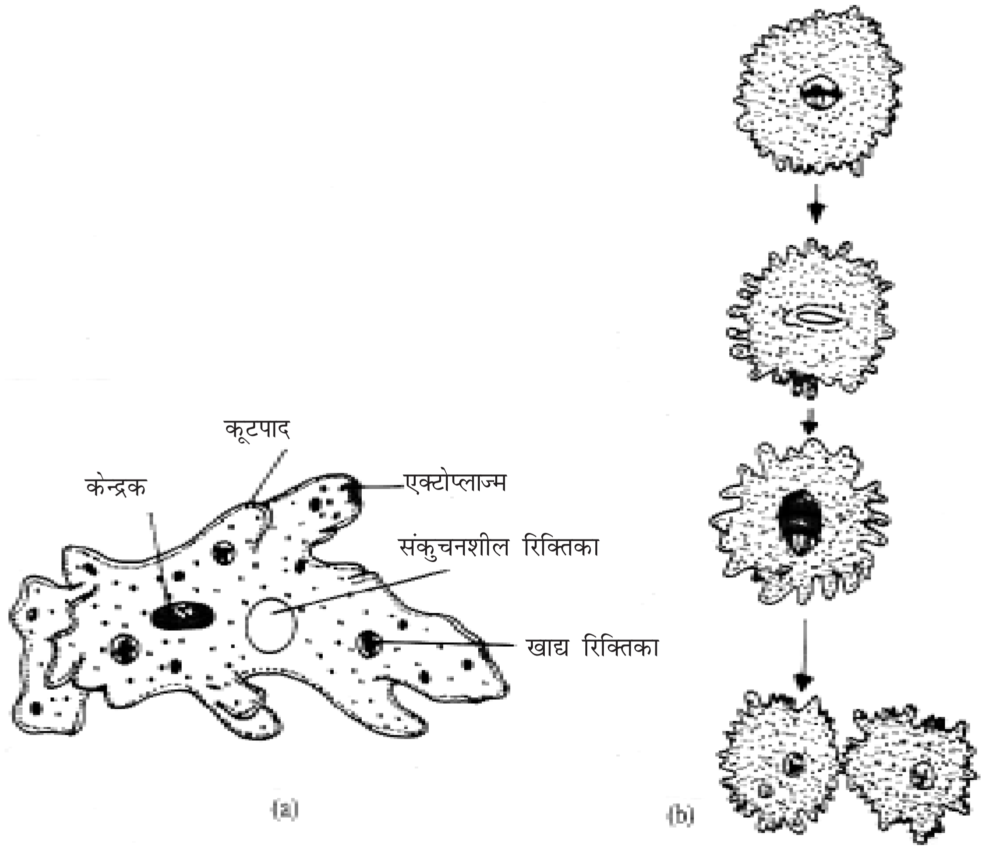
– इन्हीं पादाभों से आहार पकड़ कर यह आहार-धानी बना लेता है।

– इसमें एक संकुंचनशील धानी होती है जिसके द्वारा परासरणनियमन होता है।

जनन

– *अमीबा* में लैंगिक जनन नहीं होता है।

– अलैंगिक जनन द्विविभाजन के द्वारा होता है (चित्र 2.5b)



चित्र 2.5 अमीबा (a) सामान्य संरचना (b) द्विविभाजन द्वारा अलैंगिक जनन

2. *एंटअमीबा*

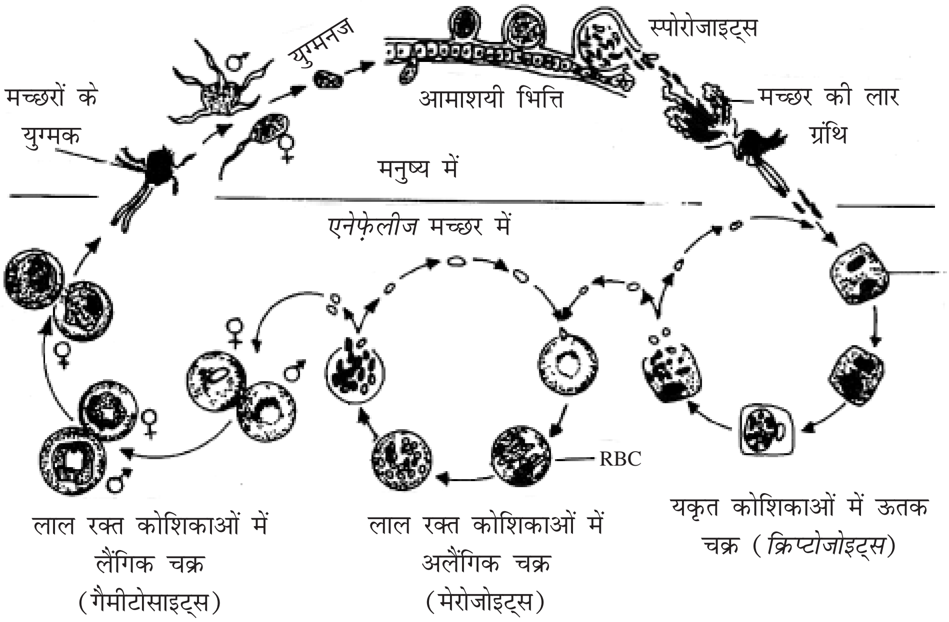
इसकी एक सामान्य प्रजाति *एंटअमीबा हिस्टोलिटिका* है जिससे मनुष्यों में अमीबीय पेचिश रोग हो जाता है। इसकी आकृति अमीबीय होती है। नए परपोषी का संक्रमण सीधे पुटी (सिस्ट) द्वारा होता है जो संदूषित जल व भोजन के सेवन से अंतड़ियों में पहुँच जाती है। सिस्ट के फट जाने पर *एंटअमीबा* अंतड़ियों में फैल जाता है और इससे स्थानीय शोथ पैदा हो जाते हैं। अमीबीय पेचिश के लक्षण हैं : पेट में दर्द, ऐंठन, उबकाई या मिचली आना तथा टट्टी में खून और श्लेष्मा का आना।

3. *प्लाज्मोडियम* (मलेरिया परजीवी)

प्लाज्मोडियम के जीवन-चक्र में दो प्रावस्थाएँ होती हैं–अलैंगिक एवं लैंगिक प्रावस्था।

– अलैंगिक प्रावस्था मनुष्य के रक्त में संपन्न होती है।

– लैंगिक प्रावस्था मादा *ऐनोफ़लीज* मच्छर में संपन्न होती है (चित्र 2.6)

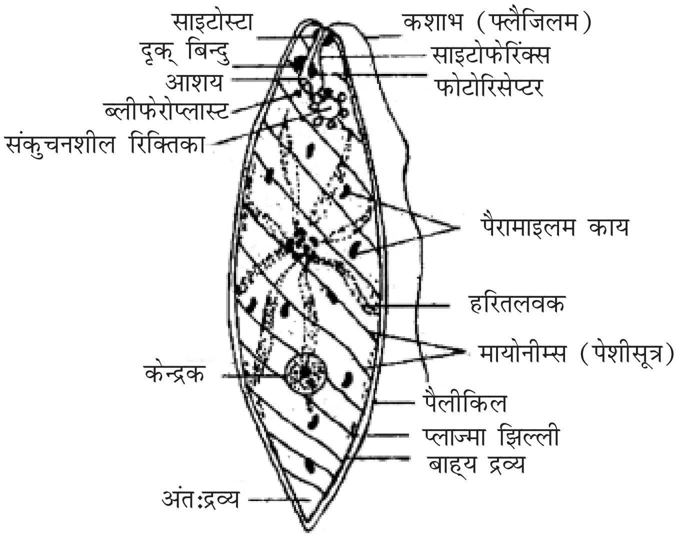


चित्र 2.6 मच्छर तथा मानव में *प्लाज्मोडियम* का जीवन-चक्र

> नर *ऐनोफ़ेलीज* मच्छर से मलेरिया नहीं फैल सकता है क्योंकि यह पादप रसों से अपना भोजन प्राप्त करता है मानव रक्त का नहीं।

4. *यूग्लीना*–एक अलवणजलीय कशाभी

यूग्लीना रुके पानी जैसे तालाब, तलैया, गड्ढों (नालों) आदि में जिनमें सड़ते-गलते जैविक पदार्थ मौजूद हों, पर्याप्त मात्रा में पाया जाता है। (चित्र 2.7)



चित्र 2.7 यूग्लीना सामान्य संरचना

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है इस जीव में निम्नलिखित भाग पाए जाते हैं :

पेलिकिल–यह देह का लचीला आवरण है जो प्रोटीन का बना होता है।

कोशिकामुख (साइटोस्टोम) तथा आशय (Reservoir)–साइटोस्टोम कोशिकामुख होता है जिसमें से भीतर को एक नलिकाकार साइटोफ़ैरिंक्स (कोशिकाग्रसनी) निकलती है। यह आशय नामक थैली में खुलती है।

स्टिग्मा–एक सुस्पष्ट लाल वर्णक बिंदु होता है। यह प्रकाश के लिए संवेदी होता है।

संकुंचनशील धानी–जिसके द्वारा परासरणनियमन होता है।

कशाभ–द्वारा जल में संचलन होता है।

हरितलवक–इसमें पर्णहरित होता है जिसके द्वारा प्रकाश-संश्लेषण की क्रिया होती है।

जनन–द्विविभाजन द्वारा होता है।

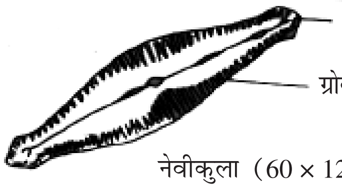
5. डायएटम (Diatoms)

– डायएटम अलवण जल, लवण जल तथा गीली मिट्टी में पाए जाते हैं।

– डायएटम की हजारों जातियां जलीय प्राणियों का आहार बनती हैं।

– डायएटम या तो एककोशिकीय हो सकते हैं या कालोनी के रूप में या तंतु के रूप में विभिन्न आकृतियों में हो सकते हैं (चित्र 2.8)

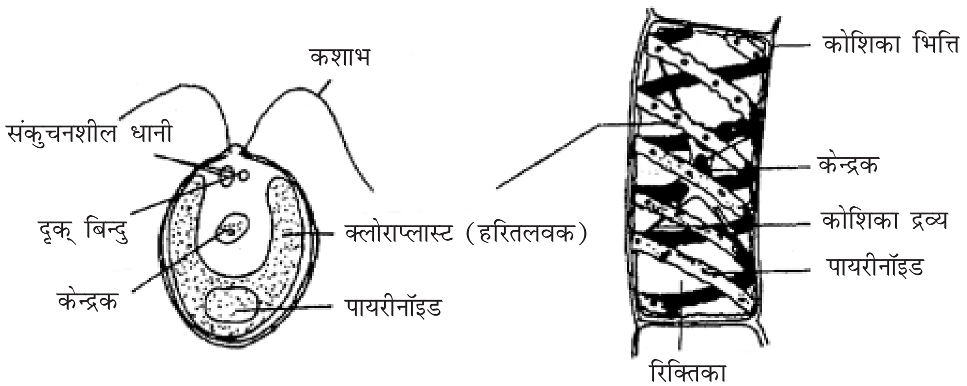
– प्रत्येक कोशिका में एक अकेला सुस्पष्ट केंद्रक एवं लवक (प्लास्टिड) होते हैं। ये कवच (कोशिका भित्ति) का निर्माण करते हैं जिसमें सिलिका विद्यमान रहती है।



चित्र 2.8 डायएटम

6. अन्य शैवाल

– शैवाल एककोशिकीय हो सकते हैं जैसे *क्लैमाइडोमोनास* (चित्र 2.9a) या बहुकोशीय जैसे *स्पाइरोगाइरा* (चित्र 2.9b)



चित्र 2.9(a) *क्लैमाइडोमोनास* 2.9(b) *स्पाइरोगाइरा*

– सभी शैवाल अपना भोजन प्रकाश-संश्लेषण द्वारा बना सकते हैं क्योंकि इनमें पर्णहरित विद्यमान होता है। कुछ शैवालों में अन्य वर्णक भी हो सकते हैं जैसे नीला वर्णक

(फाइकोसायनिन), भूरा वर्णक (फ्यूकोजैंथिन) या लाल वर्णक (फ़ाइकोएरिथ्रिन)। पाए जाने वाले वर्णक के आधार पर शैवालों को नीला, हरा, भूरा या लाल शैवाल कहा जाता है।

> लाल सागर का लाल रंग लाल शैवाल के बड़ी मात्रा में पाए जाने के कारण होता है

– संरचना की दृष्टि से शैवालों में एक निश्चित कोशिका भित्ति, कोशिका झिल्ली, एक केंद्रक, कोशिकाद्रव्य एवं हरितलवक होते हैं। क्लोरोप्लास्ट *क्लैमाइडोमोनास* में प्यालेनुमा व *स्पाइरोगाइरा* में रिबननुमा फीतानुमा होता है। क्लोरोप्लास्टों से चिपके हुए पाइरीनॉइड पिंड होते हैं।

2.2.3 शैवालों की उपयोगिता

– मछलियों के लिए भोजन प्रदान करते हैं।

– ये विटामिन A और E के भरपूर स्रोत हैं।

– अनेक समुद्री शैवाल आयोडीन, पोटैशियम तथा अन्य खनिजों के महत्त्वपूर्ण स्रोत होते हैं।

– नील-हरित शैवाल वातावरण की नाइट्रोजन को स्थिर कर सकते हैं, इस प्रकार ये पौधों के लिए प्राकृतिक उर्वरक के स्रोत हैं।

– शैवालों का एक वर्ग (डायटम) अपनी दीवारों में सिलिका जमाते हैं। मृत्यु के बाद ये प्राणी जीवाश्म बन जाते हैं। इनके निक्षेप बड़ी मात्रा में फिल्टरों तथा भट्टियों में अस्तरों के बनाने में काम आते है।

पाठगत प्रश्न 2.3

1. प्रोटीक्टिस्ट भी मोनेरा की तरह एककोशिकीय होते हैं फिर इन्हें एक अलग जगत् में क्यों रखा गया है? संक्षिप्त उत्तर लिखिए।

   ....

2. उन प्रोटोजोआ प्राणी के नाम बताइएँ जिनसे

   (i) अमीबीय पेचिश होती है। ....

   (ii) मलेरिया फैलता है। ....

3. प्रोटीक्टिस्ट में किस प्रकार का अलैंगिक जनन होता है?

   ....

4. प्रोटीक्टिस्टों के शरीर के किस भाग में श्वसन होता है?

   ....

5. प्रोटीक्टिस्टों में जल की मात्रा का नियमन (परासरणनियमन) किस कोशिकांगक के द्वारा संपन्न होता है?

   ....

6. प्रोटीक्टिस्टों में पाए जाने वाले दो प्रकार के संचलनों के नाम लिखिए।

   ....

2.3 जगत् फंजाई

2.3.1 कवक (फंजाई) की स्थिति

गर्म तथा आर्द्र दिनों में डबल रोटी (Bread) के स्लाइसों, चपातियों, चमड़े की पेटियों आदि पर एक पाउडर जैसी परत बन जाया करती है। लॉन तथा फूलों की क्यारियों में कुकुरमुत्ते उग आते हैं, ये सब कवक या फंजाई होते हैं।

कवकों को पहले ऐसे पौधों के रूप में वर्गीकृत किया जाता था जिनमें पर्णहरित (क्लोरोफिल) नहीं होता था और जिनमें जड़, तना तथा पत्तियों का विभेदन नहीं हुआ था, अब इन्हें एक अलग जगत् फंजाई में रखा जाता है।

2.3.2 फंजाई के लक्षण

- फंजाई बहुकोशिकीय सकेन्द्री हैं।
- फंजाई बारीक सूत्रों के रूप में पाए जाते हैं, इन सूत्रों को कवक तंतु (हाइफी hyphae) कहते हैं मगर यीस्ट एककोशीय होता है।
- इनकी कोशिका भित्तियाँ काइटिन की बनी होती है।
- कवक तंतु (हाइफ़ा) पटों (सेप्टा) नामक विभाजकों द्वारा कोशिकाओं में विभाजित हो सकता है।
- पटों में छिद्र होते हैं जिनमें से होकर कोशिकाद्रव्य (साइटोप्लाज्म) स्वच्छंद रूप में बह सकता है।
- हाइफों के जाल बनाने वाले समूह को कोशिका-जाल (माइसीलियम-mycelium) कहते हैं (माइसेटोस का अर्थ कवक है); चित्र 2.10।
- कवक-तंतु अध:स्तर पर या जमीन पर फैले हो सकते हैं और यहाँ तक कि वे कई-कई किलोमीटर तक फैले होते हैं।
- उनमें पर्णहरित नहीं पाया जाता है, वे अवशोषण द्वारा पोषण प्राप्त करते हैं।
- इनमें जीवन काल में कभी भी कशाभ नहीं पाया जाता है।
- कवकों में जनन अलैंगिक (बीजाणुओं द्वारा) और लैंगिक (संयुग्मन) दोनों ही विधियों द्वारा होता है (चित्र 2.13, 2.14 देखें)

कवक (फंजाई) सुकेंद्रकीय, एककोशिकीय या बहुकोशिकीय, मृतपोषी होते हैं जिनके तंतु जमीन के भीतर लकड़ी में या अन्य अध:स्तरों में पनपते हैं।

3.4 फ़ंजाई (कवकों) के पांच मुख्य प्रकार

फ़ंजाई के पांच मुख्य प्रकार ये हैं–

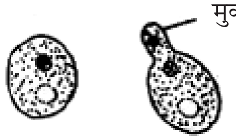
1. **मिक्सोमाइसेटीज, स्लाइम मोल्ड**–जिनकी अनियमित आकृति होती है।
2. **फाइकोमाइसेटीज**–एककोशिकीय, तंतुमय और शाखित जैसे राइजोपस और फाइटोफ्थोरा।
3. **ऐस्कोमाइसेटीज**–एककोशिका वाला (जैसे यीस्ट) या बहुकोशिकीय शाखित जैसे ऐस्परजिलस पेनिसिलियम और न्यूरोस्पोरा।
4. **बेसिडियोमाइसेटीज**–बहुकोशिकीय, शाखित उदाहरण रस्ट और स्मट
   कुकुरमुत्ते और टोडस्टूल–जो बिना लेन्स के दिखाई पड़ने योग्य बड़े होते हैं।
5. **ड्यूटेरोमाइसेटीज**–बहुकोशिकीय, तंतुमय शाखित कवक जो केवल अलैंगिक विधि से जनन करते हैं। जैसे अल्टरनेरिया
6. **लाइकेन व कवकमूल (माइकोराइज़ी)**–जो सहजीवी रूप में पाए जाते हैं।

1. यीस्ट (खमीर)

यीस्ट ऐसे कवक हैं जो हाइफा उत्पन्न नहीं करते हैं। ये सामान्यतया कुछ अंडाकार कोशिकाओं के रूप में होते हैं।

चित्र 2.10 एक यीस्ट कोशिका की सामान्य संरचना को दर्शाता है। इसमें निम्न लक्षणों पर ध्यान दें।

– अंडाकार कोशिका
– स्पष्ट कोशिका भित्ति और केंद्रक
– कोशिका-द्रव्य में एक या अधिक धानियाँ
– कोशिका-द्रव्य कणिकीय होता है और उसके भीतर ग्लाइकोजन एवं वसा (तेल) गोलिकाएँ होती हैं।



चित्र 2.10 यीस्ट की एक कोशिका

पोषण

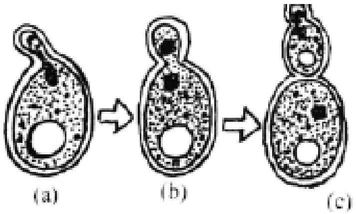
यीस्ट मृतपोषी होता है सरल, शर्कराओं (गलूकोज़) को सीधे ही अवशोषित कर लेता है। मगर स्यूक्रोस (गन्ने की शर्करा) को ग्रहण करने के लिए यह अपना एंजाइम इनवर्टेज या स्यूक्रेस बाहर छोड़ता है जो स्यूक्रेस को इसे सरल शर्कराओं में बदल देता है। तदुपराँत ये सरल शर्कराएँ सीधे ही कोशिका में अवशोषित कर ली जाती हैं।

यीस्ट अवायवीय श्वसन करता है जिससे ऊर्जा निकलती है। यह अभिक्रिया इस प्रकार दर्शाई जा सकती है :

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$$

(ग्लूकोस) (इथाइल एल्कोहॉल) (कार्बन डाइऑक्साइड) (ऊर्जा)

यीस्ट में मुकुलन (Budding) द्वारा अलैंगिक जनन होता है। (चित्र 2.11)



चित्र 2.11 यीस्ट में मुकुलन : (a) एक मुकुल बन रहा है तथा केंद्रक में विभाजन हो रहा है। (b) मुकुल बन गया व केंद्रक विभाजित हो गया और (c) आगे मुकुलन होकर श्रृंखला बन गई है।

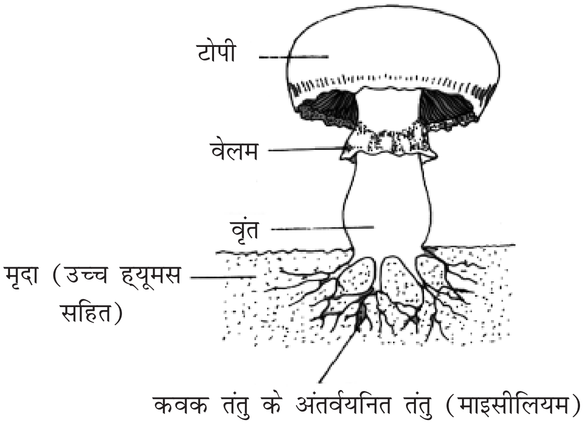
दो यीस्ट कोशिकाओं के बीच संयुग्मन द्वारा लैंगिक जनन भी हो सकता है। संलयित अंतर्वस्तु में पहले एक बार मियोसिस और उसके बाद माइटोसिस द्वारा आठ कोशिकाएं बन जाती हैं। इनमें से प्रत्येक के चारों ओर मोटी भित्ति होती हैं। ये आठ कोशिकीय संरचना एस्कास कहलाती हैं और प्रत्येक कोशिका को ऐस्कोस्पोर कहा जाता है। वायु द्वारा बिखर कर ये ऐस्कोस्पोर उपयुक्त परिस्थितियों में नई यीस्ट कोशिकाएँ बना देते है।

2. मिक्सोमाइसेटीज (स्लाइम मोल्ड)

इनमें एक अनावृत परिसर्पी बहुकेंद्रक जीवद्रव्य संहति होती है। कभी-कभी यह संहति कई-कई वर्ग मीटर का क्षेत्र घेर लेती है। इनके केंद्रक द्विगुणित होते हैं।

3. बेसिडियोमाइसेटीज (कुकुरमुत्ता एवं टोडस्टूल)

कवक-तंतु का कायिक भाग अध:स्तर (जमीन, लकड़ी आदि) में दबा छिपा रहता है। उपयुक्त परिस्थितियाँ प्राप्त होने पर इससे एक छतरी-जैसा कुकुरमुत्ता बाहर को निकल आता है जिसमें एक वृंत्त तथा एक टोपी बने होते है। (चित्र 2.12)



चित्र 2.12 एक कुकुरमुत्ता

4. शैक (लाइकेन)

इस समूह के सदस्य कुछ विशिष्ट कवकों तथा हरे शैवालों का संयोजन होते हैं जो आपस में एक सहजीवी संबंध बनाए रखते हैं, जिसमें हरा शैवाल तो भोजन बनाता है और कवक सुरक्षा तथा परिवेश से जल और खनिज का अवशोषण करता है।

पाठगत प्रश्न 2.4

1. कवक का शरीर निर्माण करने वाले पतले तंतुओं का नाम बताइए।

   ....

2. कवकों में पाए जाने वाले जनन के प्रकार कौन से हैं?

   ....

3. यीस्ट में अलैंगिक जनन को दो चित्रों की सहायता से दर्शाइए।

   ....

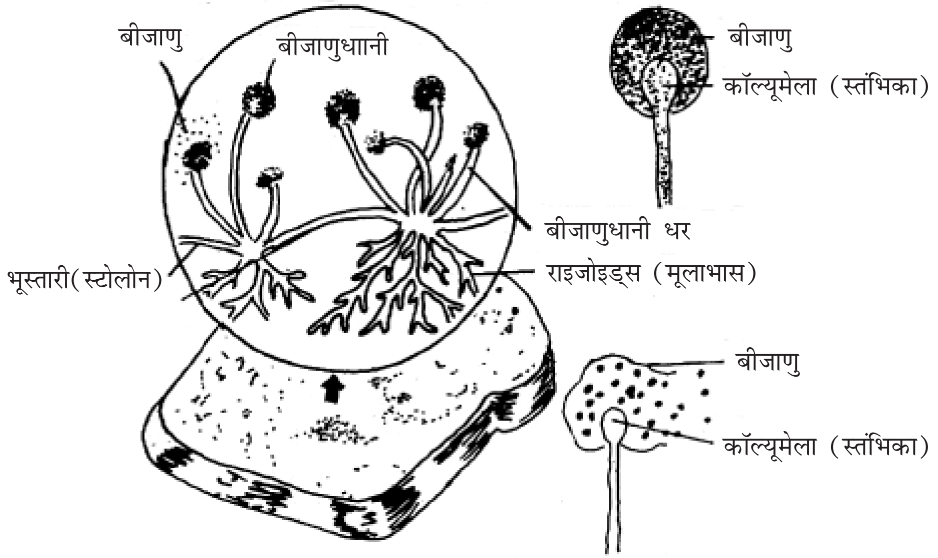
4. चार मुख्य प्रकार के कवक कौन-कौन से होते हैं।

   ....

2.3.4 फंजाई का आर्थिक महत्व

A. हानिकारक कवक – अनेक कृषि पौधों जैसे गन्ना, मक्का, अनाज, सब्जियों आदि पर कवकों द्वारा रोग फैलाए जाते हैं।

1. ***पक्सीनिया ग्रैमिनिस*** – श्याम किट्ट (गेहूँ का रस्ट-श्याम किट्ट, Wheat rust) इसके आक्रमण से गेहूँ की पत्ती तथा तने पर भूरे रंग के चकत्ते बन जाते हैं। इससे फसल की उपज कम हो जाती है तथा दाने मानव द्वारा खाने योग्य नहीं रहता है।
2. ***राइजोपस* (ब्रेड मोल्ड)** –यह डबल रोटी (ब्रेड) पर उगता है (चित्र 2.13)

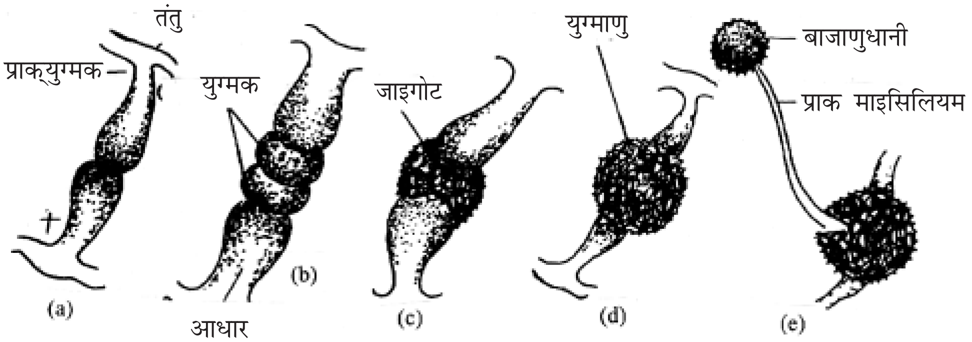


चित्र 2.13 *राइजोपस का अलैंगिक जनन*

यदि डबल अथ्वा पाव रोटी (ब्रेड) को गर्म तथा नमी की दशा में खुला छोड़ दिया जाए तो उस पर कुछ ही दिनों में एक रुई-जैसा पदार्थ बन जाता है। यह संरचना आगे चलकर काले रंग के स्पोरों के कारण धूसर काली-सी हो जाती है।

- सफेद जाल को **कवक-तंतु** कहते हैं।
- माइसीलियम में धागे-जैसी संरचनाएँ निकलती हैं जो रोटी में भीतर घुसकर पाचक एंजाइम निकालती हैं (कोशिकाबाह्य पाचन) *बीजाणुधानियों* और फिर ये ही संरचनाएँ पचे पदार्थ को सोख लेती हैं।
- फफूंद का धूसर काला रंग उसके भीतर बीजणुधानियों (स्पोरेंजियम-Sporangia) नामक संरचनाओं के बन जाने के कारण होता है जो गहरे रंग के बीजाणुओं को बाहर निकालती है। ये हवा द्वारा बिखेरे जाते हैं और अनुकूल परिस्थिति में अंकुरित हो जाते हैं तथा एक नया कवक-तंतु निर्मित हो जाता है। यह फफूंद का अलैंगिक जनन है।

लैंगिक जनन (चित्र 2.14)–दो सहवर्ती के बीच संयुग्मन (Conjugation) से होता है। इस संयुग्मन से एक युग्माणु (**जाइगोस्पोर**-Zygospore) बन जाता है जो एक विश्राम काल के पश्चात् एक बीजाणुधानी बनाता है। परिपक्व होने पर स्पोरेंजियम फूट जाता है और उसके भीतर के जीवाणु बाहर छितर जाते हैं। अनुकूल परिस्थितियों में स्पोर अंकुरित होकर नए माइसीलियम बन जाते हैं।



चित्र 2.14 *राइजोपस में लैंगिक जनन*

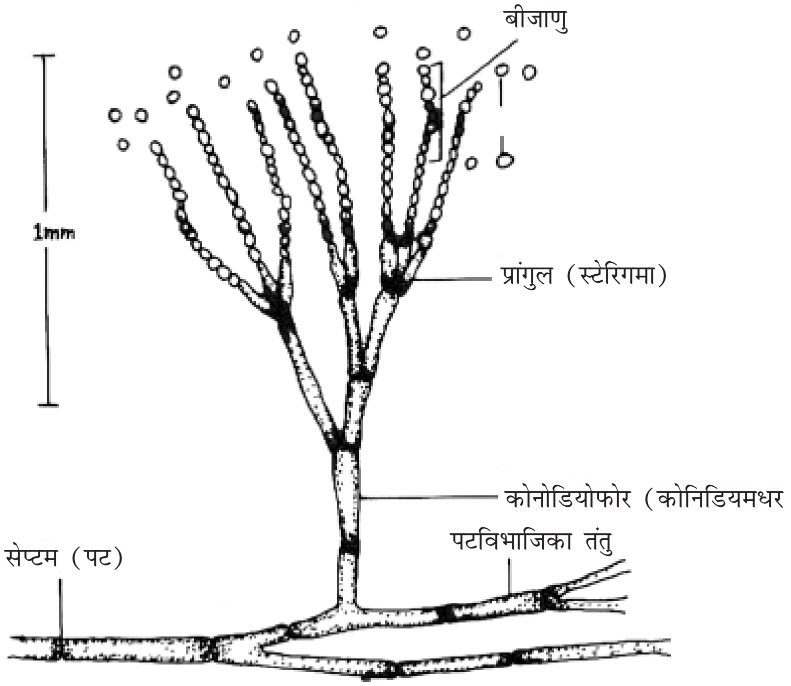
3. कवकों से मनुष्यों में अनेक रोग हो जाते हैं जैसे दाद, एथिलेट-फुट आदि। कान के कुछ संक्रमण भी कवकों द्वारा होते हैं।

B. लाभकारी कवक

- कुछ मशरूम जैसे ''गुच्छी'' (*ऐलौरिकस कैपेस्ट्रिस*) खाए जाते हैं।
- यीस्ट को ब्रेड, बीयर, सोया, सॉस, चीज़ (पनीर) तथा मदिरा के निर्माण में (फरमेन्टेशन) के लिए प्रयोग किया जाता है।
- **कवकमूल (माइकोराइजा)** कवक पौधों की जड़ों के साथ रहते हैं। इस प्रकार के साहचर्य से पौधों की जड़ों को पर्यावरण से खनिज प्राप्त होता है जबकि कवक को पौधे से तैयार भोजन मिलता है।

– न्यूरोस्पोरा आनुवंशिकी के क्षेत्र में किये जाने वाले प्रयोगों में इस्तेमाल किया जाता है।

– कवकों से अनेक प्रतिजैविक (ऐंटिबायोटिक) प्राप्त होते हैं। पेनिसिलियम नोटेटम (चित्र 2.15) से पेनिसिलीन प्राप्त होती है। इसके प्रतिजैविकीय प्रभाव की खोज सन् 1927 में एलेक्जैंडर फ्लैमिंग द्वारा संयोगवश हुई थी।



चित्र 2.15 पेनिसिलियम

पाठगत प्रश्न 2.5

1. नाम बताएँ
   (i) उस फफूंद का जिससे पेनिसिलीन का निर्माण होता है।
   ....
   (ii) एक एककोशिकीय कवक।
   ....
   (iii) गेहूँ के किट्ट रोग (रस्ट Rust) के लिए उत्तरदायी कवक का नाम।
   ....
   (iv) बासी ब्रेड में रुई जैसी संहति का कारक कवक।
   ....
   (v) कवकों द्वारा मनुष्यों में होने वाले दो रोग।
   ....

2. पेनिसिलीन के प्रतिजैविकीय गुणों की खोज किसने की?

....

आपने क्या सीखा

- प्रोटोक्टिस्टा के अंतर्गत प्रोटोजोआ, डायटम व अन्य शैवाल आते हैं।
- ये एककोशिकीय यूकेरियोट होते हैं और इनमें माइटोकॉन्ड्रिया, गॉल्जी बाडी, क्लोरोप्लास्ट (हरितलवक), एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम जैसे अंगक पाए जाते हैं।
- प्रोटोक्टिस्ट स्वपोषी, मृतपोषी व परजीवी होते हैं।
- प्रोटोजोआ में संचलन के लिए पक्षाभ (सिलिया) व कशाभ (फ्लेजेला) होते हैं।
- इनमें अलैंगिक व लैंगिक दोनों प्रकार का जनन होता है।
- प्रोटोक्टिस्टों के उदाहरण **पैरामीशियम, अमीबा, मलेरिया पैरासाइट, क्लोरेला, यूग्लीना, क्लैमाइडोमोनास, स्पाइरोगाइरा** आदि है।
- कुछ प्रोटोजोआ रोग उत्पन्न करते हैं। शैवाल मछली को आहार प्रदान करते हैं और कुछ खनिजों व विटामिनों के समृद्ध स्रोत हैं। नील हरित शैवाल वायुमण्डलीय नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करते हैं। डायटमों की भित्तियों में सिलिका पाया जाता है, जिन्हें फिल्टर व भट्टियों के अंदर अस्तर लगाने में प्रयोग किया जाता है।
- डायटम सूक्ष्म पादपों का एक प्रमुख अंश होते हैं और ये अनेक जलीय जीवों का आहार हैं।
- प्रोकेरियोटों में वास्तविक केन्द्रक नहीं होता है।
- प्रोकेरियोटों में आनुवंशिक पदार्थ एकल वृत्ताकार डी.एन.ए. (DNA) के रूप में होता है।
- DNA बैक्टीरिया की कोशिका के विशेष भाग में विद्यमान रहता है जिसे न्युक्लिआइड कहते हैं।
- अतिरिक्त DNA की छोटी रिंग–प्लाज्मिड कहलाती है।
- बैक्टीरिया चार विभिन्न प्रकार से पोषण प्राप्त करते हैं : स्वपोषी–मृतपोषी, सहजीवी, व परजीवी।
- साएनोबैक्टीरिया में पर्णहरित (क्लोरोफिल) होता है जो प्रकाश संश्लेषण में सहायता करता है।
- कुछ बैक्टीरिया वायुमण्डल की नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करके मृदा की उर्वरता बढ़ाते हैं और कुछ वाहितमल के अपघटन में सहायक होते हैं।
- कुछ बैक्टीरिया हैजा, टायफॉइड, टिटेनस व यक्ष्मा (क्षय रोग) आदि पैदा करते हैं।

- कुछ बैक्टीरिया अत्यंत चरम पर्यावरणीय स्थितियों में भी जीवित रहते हैं–जैसे कि, उच्च ताप, उच्च लवणता व मेथेन की उपस्थिति में।
- फंजाई यूकैरियोटिक, बहुकोशिकीय, मृतपोषी हैं।
- कवक अनेक प्रकार के हैं–जैसे खमीर (यीस्ट), स्लाइम मोल्ड, मशरूम, शैक (लाइकेन) तथा कवकमूल (माइकोराइजा)।
- यीस्ट एककोशिकीय हैं, जिनमें सामान्यतया मुकुलन द्वारा अलैंगिक जनन होता है। लैंगिक जनन संयुग्मन के द्वारा होता है।
- स्लाइम मोल्ड एक अनावृत रेंगने वाली बहुकेंद्रक प्रोटोप्लाज्मी संहति होती है।
- शैक (लाइकेन), कवक (फंजाई) व शैवाल (एल्गी) के सहजीवी साहचर्य हैं।
- राइजोपस एक सामान्य ब्रेड मोल्ड है जो गर्म आर्द्र मौसम में बासी ब्रेड में सफेद रूई जैसी संरचना का निर्माण करता है।
- राइजोपस बीजाणु (स्पोरों) द्वारा अलैंगिक जनन करता है, और लैंगिक रूप से जनन युग्माणु (जायगोस्पोर) उत्पन्न करके करता है जो तदुपरांत स्पोर उत्पन्न करता है।
- गेहूँ का किट्ट रोग (Wheat rust) पत्ती व तने में भूरे रंग के चकत्ते पैदा करते हैं।
- दाद व एथलीट्स फुट दो सामान्य कवकजनित मानव रोग हैं।
- कुछ मशरूम खाए भी जाते हैं।
- खमीर (यीस्ट), ब्रेड, बीयर आदि उत्पाद बनाने में काम आता है।
- *न्यूरोस्पोरा* आनुवंशिक प्रयोगों में काम आता है।
- पेनिसीलियम *नोटेटम* से पेनिसिलीन प्राप्त होती है।
- अनेक दूसरे कवक दूसरे प्रतिजैविक (एन्टीबायोटिक्स) उत्पन्न करते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. जीवाणु कोशिका का एक नामांकित आरेख बनाएँ।
2. जीवाणु व प्रोटोक्टिस्टों के विभिन्न प्रकार के पोषणों की सूची बनाएँ।
3. जीवाणु में द्विविभाजन दर्शाने के लिए नामांकित चित्र बनाएँ।
4. अमीबा सामान्यतया कैसे जनन करते हैं? चित्र द्वारा दर्शाइएँ।
5. *यूग्लीना* का नामांकित चित्र बनाएँ।
6. डायटमों के क्या सामान्य गुण हैं जो इनको प्रोटोक्टिस्टों में सम्मिलित किए जाने को उचित ठहराते हैं?

7. प्रोटोक्टिस्टों के आर्थिक महत्त्व पर संक्षेप में लिखें।
8. फंजाई के तीन अभिलक्षण बताएँ।
9. कवक मूल (माइकोराइजा) क्या हैं ?
10. तीन हानिकारक कवकों के नाम व इनके दुष्प्रभाव बताएँ।
11. लाभदायक कवकों पर एक टिप्पणी लिखें।
12. निम्नलिखित के लिए एक नामांकित चित्र खींचे
    (i) यीस्ट के मुकुलन की विभिन्न स्थितियों की शृंखला
    (ii) ब्रेड पर उगते हुए मोल्ड का आवर्धित रूप

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

2.1 1. डीएनए (DNA)

2. न्यूक्लिऑइड
3. पेप्टिडोग्लाइकैन
4. कशाभ (फ्लैजेला) पाइलस से मोटे एवं लंबे होते है। संचलन में प्रयुक्त होते हैं और संयुग्मन में भी प्रयुक्त होते हैं।
5. वायवीय जीवाणु ऑक्सीजन की उपस्थिति में श्वसन करता है। अवायवीय जीवाणु ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में श्वसन करता है।
6. डीएनए (DNA) तंतु का एक टुकड़ा

2.2 1. (i) *एजोटोबैक्टर*

(ii) *लैक्टोबैसीलस*

(iii) *माइकोबैक्टीरियम ट्युबरक्युलोसिस*

(iv) *क्लॉस्ट्रीडियम टिटेनी*

2. आठ
3. **जीवाणु**–छोटी कोशिकाएँ, कशाभिका–विद्यमान, संयुग्मन द्वारा लैंगिक जनन, सायनोबैक्टीरिया–बड़ी कोशिकाएँ, कोई कशाभ नहीं, कोई संयुग्मन नहीं

2.3 1. प्रोटोक्टिस्टा यूकेरियोट हैं/इनमें वास्तविक केन्द्रक होता है।

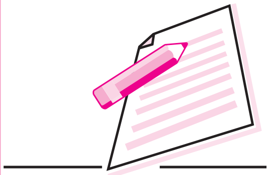
2. (i) *एंटअमीबा हिस्टोलिटिका*

(ii) मलेरिया परजीवी (प्लाज्मोडियम)

3. द्विविभाजन
4. माइटोकॉँड्रिया
5. संकुंचनशील धानी
6. कशभिका (फ्लैजेलम), कूटपाद (स्यूडोपोडियम) या अमीबाभ (अमीबॉइड) (कोई दो)

2.4
1. कवक-तंतु (हाइफा)
2. अलैंगिक, लैंगिक
3. चित्र 2.12 देखें
4. (i) यीस्ट (खमीर)
   (ii) स्लाइम मोल्ड
   (iii) मशरूम एवं टोडस्टूल
   (iv) शैक (लाइकेन)

2.5
1. (i) *पेनिसिलियम नोटेटम*
   (ii) यीस्ट
   (iii) *पक्सीनिया ग्रैमिनिस*
   (iv) माइसीलियम, राइजोपस
   (v) बीजाणु
   (vi) दाद, एथलीट्स फुट
2. एलैक्जेंडर फ्लेमिंग



3

जगत् पादप (प्लांटी) और जगत् प्राणी (ऐनिमेलिया)

पिछले पाठों में आपने जीवों के वर्गीकरण के मूलभूत पहलुओं के बारे में जानकारी प्राप्त की और तीन निम्नतर जगत् ***मोनेरा*** (प्रोकैरियोटिक, एककोशिकीय, विरले ही बहुकोशिकीय और तंतुमय), **प्रोटोक्टिस्टा** (यूकैरियोटिक, एक कोशिकीय) व **फंजाई** (यूकैरियोटिक, एककोशिकीय व विषमपोषी) के बारे में जानकारी प्राप्त की। इस पाठ में आप बाकी दो जगत **प्लाँटी** (यूकैरियोटिक, बहुकोशिकीय व स्वपोषी) व **एनीमेलिया** (यूकैरियोटिक, बहुकोशिकीय व विषमपोषी) के बारे में जानकारी प्राप्त करेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अधययन के समापन के पश्चात् आप :

- *विशेष जीवों को पादप जगत् में शामिल किए जाने का तार्किक आधार प्रस्तुत कर पाएँगे;*
- *जगत् पादप का वर्गीकरण प्रभाग (डिवीजन) तक कर सकेंगे;*
- *शैवाल, ब्रायोफाइटा, टेरिडोफाइटा, स्पर्मेटोफाइटा के विशिष्ट अभिलक्षणों का वर्णन कर सकेंगे;*
- *स्पर्मेटोफाइटा प्रभाग का वर्गीकरण वर्गों–जिम्मनोसपर्मी और एंजियोसपर्मी तक कर पाएँगे;*
- *द्विबीजपत्री कुलों जैसे मालवेसी व फैवेसी के प्ररूपी लक्षण बता पाएँगे;*
- *एकबीजपत्री कुलों जैसे लिलिएसी (Liliaceae) तथा पोएसी (Poaceace) के प्ररूपी लक्षण बता पाएँगे;*
- *कुछ जीवों को जगत् एनीमेलिया (प्राणी जगत्) में रखा जाना तर्कसंगत सिद्ध कर पाएँगे;*
- *जगत् एनीमेलिया को संघों फाइलमों तक वर्गीकृत कर पाएँगे;*
- *विभिन्न प्राणि संघों के अभिलक्षण उदाहरण सहित दे पाएँगे;*
- *आर्थोपोडा व कार्डेटा को वर्गों तक उदाहरण सहित वर्गीकृत कर पाएँगे;*
- *ममेलिया (स्तनधारी प्राणी) वर्ग को प्रमुख गणों तक उदाहरणों सहित वर्गीकृत कर सकेंगे।*

3.1 जगत् प्लांटी (पादप) के मुख्य प्रभाग

पादपों व जंतुओं की व्यापक विविधता पृथ्वी की जैवविविधता उत्पन्न करने में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। अब हम पादपों व जंतुओं के वर्गीकरण के विषय में सीखेंगे।

> पादप बहुकोशिकीय, यूकेरियोटिक, प्रकाश संश्लेषी, स्वपोषी, विरले ही विषमपोषी जीव होते हैं। इनकी कोशिका भित्तियाँ में सेल्युलोस की बनी होती हैं, ये सभी एम्ब्रियोफाइट् होते हैं।

पादप जगत का वर्गीकरण इस प्रकार है–

जगत् प्लाँटी (एम्ब्रियोफाइटा) को निम्न प्रभागों में वर्गीकृत किया जाता है–

1. **ब्रायोफाइटा**–ब्रायोफाइटा पादप जगत् के उभयचर (जलस्थलचर) हैं। वे असंवहनी हैं।
2. **टेरिडोफाइटा**–यथार्थ जड़, तना व पत्तियाँ पाई जाती हैं। संवहनी ऊतक मौजूद होते हैं।
3. **स्पर्मेटोफाइटा**–बीज उत्पन्न करने वाले पादप हैं। संवहनी ऊतक मौजूद होते हैं।

स्पर्मेटोफाइटा को आगे निम्न में विभाजित किया जाता है :

(a) जिम्नोस्पर्मी–अनावृत बीजी पौधे। बीज अंडाशय में बंद नहीं होते।

(b) एंजियोस्पर्मी–बीज अंडाशय की दीवार के अंदर बंद होते हैं। इन्हें विभाजित किया जाता है:

(i) द्विबीजपत्री-भ्रूण दोबीजपत्र सहित

(ii) एकबीजपत्री-भ्रूण में केवल एकबीजपत्र।

3.2 ब्रायोफाइटा (ब्रायोफाइट्स)

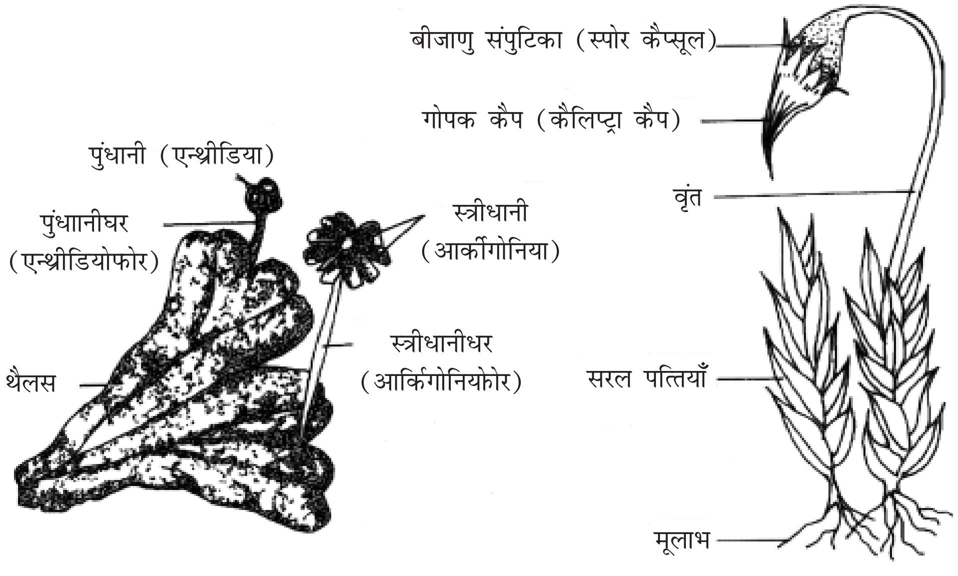
ब्रायोफाइट पादप जगत् के जलस्थलचर पादप हैं। ये अपना जीवन चक्र जल में और स्थल में पूरा करते हैं। ये मुख्यतया नम व छायादार भागों खासकर पहाड़ी क्षेत्रों में पाए जाते हैं।

- ये वे एम्ब्रायोफाइट्स हैं जिनमें संवहनी ऊतक नहीं पाए जाते हैं (जाइलम तथा फ्लोएम का अभाव), जबकि बहुकोशिकीय स्पोरोफाइटें सदा गैमीटोफाइटों द्वारा वहन किए जाते हैं।
- यथार्थ पत्तियाँ या जड़ें नहीं होती, क्योंकि इनका स्वतंत्र पादप काय युग्मकोदभिदीय (अगुणित) होते हैं।
- जनन अंग सदैव एक या अनेक बंध्य (Sterile) कोशिकाओं की परतों से आवरित रहते हैं।

ब्रायोफाइट्स के तीन प्रमुख प्रकार होते हैं :

1. चपटे, रिबन फीता जैसे–लिवरवर्ट (*मार्केनशिया*) (चित्र 3.1a)

2. छोटे पत्तीदार स्तंभ–मॉस (*फ्यूनेरिया*) (चित्र 3.1b)
3. चपटे थैलसाभ यानी थैलस जैसे (थैलॉयड), जिसमें शृंग (हॉर्न) सदृश्य बीजाणु उद्भिद् (स्पोरोफाइट) होते हैं– हॉर्नवर्ट्स या एन्थोसिरोस



चित्र 3-1a लिवरवर्ट्स (*मार्केन्शिया*) **चित्र 3.1b** मॉस पादप (*फ्यूनेरिया*)

सभी प्रकार के ब्रायोफाइटों में, मुख्य पादप **गैमेटोफाइट** नामक शरीर होता है। यह अधिक बड़ा, दृढ़ व सक्रिय रूप से प्रकाशसंश्लेषी होता है जिसमें जनन अंग विद्यमान होते हैं। मॉस में गेमेटोफिटिक (युग्मकोद्भिदी) पादप शरीर एक पत्तीदार तना होता है जिसे **गैमैटोफोर** (युग्मकधर) कहते हैं लेकिन लिवरवर्ट व हॉर्नवर्ट्स में पादप शरीर सामान्यतया एक थैलस है जो रिबन के समान या हृदय के आकार तथा द्विपार्श्विक रूप से सममित होता है। पादप शरीर में जड़ें, तना व पत्तियाँ नहीं होती। पादप मृदा के साथ **मूलाभों (राइजॉइड्स)** द्वारा दृढ़ रहते हैं जो कि लिवरवर्ट्स में व हॉर्नवर्ट्स में एककोशिकीय व मॉसों में बहुकोशिकीय होते है। मूलाभ स्थिरक (Anchorage) की भाँति कार्य करते हैं और भूमि की सतह के सबसे निचले स्तरों से जल अवशोषण में सहायक होते हैं। नर जनन अंग पुंधानी **(एंथ्रीडिया)** व मादा जनन अंग **(आर्किगोनिया)** होते हैं। युग्मक जनन अंगों में बनते हैं। नर तथा मादा युग्मकों के संलयन से एक पिंड बनाता है जो विकसित होकर एक स्पोरोफाइट (बीजाणोद्भिद) बनाता है। स्पोरोफाइट, गैमेटोफाइट संलग्न रहकर उस पर भोजन व खनिजों के लिए निर्भर रहता है। स्पोरोफाइट में बीजाणुजनन ऊतकों में मियोसिस (अर्धसूत्रण) के परिणामस्वरूप अगुणित बीजाणु **(हेप्लॉइड स्पोर्स)** बनते हैं, बीजाणुओं के अंकुरण से पुन: गैमेटोफाइट बनते हैं।

गैमेटोफाइट में सूत्री विभाजन होता है : युग्मक (गैमीट) बनाने वाली प्रावस्था।

स्पोरोफाइट में अर्धसूत्रण होता है : बीजाणु (स्पोर) बनाने वाली प्रावस्था।

तीनों प्रकार के ब्रायोफाइट्स जीवनचक्र के दौरान **पीढ़ी एकांतरण** (Alternation of generation) का प्रदर्शन करते हैं।

गैमेटोफाइटिक व स्पोराफाइटिक प्रावस्थाओं में अंतर

गैमेटोफिटिक (युग्मकोद्भिद्) प्रावस्था	स्पोरोफाइटिक (बीजाणोद्भिद्) प्रावस्था
1. हैप्लॉइड (अगुणित) प्रावस्था, सामान्यत: स्वपोषी	1. डिप्लॉइड (द्विगुणित) प्रावस्था
2. बहुकोशिकीय लैंगिक अंग, जिन्हें पुंधानी और स्त्रीधानी कहा जाता है। युग्मक स्टेकाइलजैकेट से घिरे होते हैं।	2. विषमपोषी या आंशिक रूप से स्वपोषी बनाने वाली संरचना बीजाणु होती है।
3. युग्मक बनाती है।	3. बीजाणु बनाती है।
4. युग्मक माइटोसिस (समसूत्री विभाजन) द्वारा बनते हैं।	4. बीजाणु अर्द्धसूत्री विभाजन द्वारा बनते हैं।
5. प्रभावी प्रावस्था–अधिकांश जीवन इसी प्रावस्था में बीतता है।	5. अल्पकालिक प्रावस्था, जो गैमीटोफाइट से संबद्ध रहते हैं।

- ब्रायोफाइट्स अग्रणी वनस्पति हैं अर्थात् ये ही सबसे पहले विविध आवास जैसे चट्टानों, लावा, बालू, जल आदि में उगते हैं तथा मृदा बाँधाने का कार्य करते हैं।
- मिट्‌टी की अपेक्षा **मॉस** पानी को बेहतर रूप से रोक सकते हैं। इस प्रकार दूसरे पेड़ों के बीजों के अंकुरण के लिए ये सूक्ष्म आवास (Microhabitat) में सुधार करते हैं।
- ये मछलियों व पक्षियों के लिए भोजन प्रोत और इनके सूखे पादप पक्षियों के लिए घोसला निर्माण की सामग्री के स्रोत हैं।

पाठगत प्रश्न 3.1

1. ब्रायोफाइटों का एक अनूठी (अद्वितीय) लक्षण बताइए।

   ....

2. पीढ़ी एकांतरण की परिभाषा दें।

   ....

3. ब्रायोफाइटों के नर व मादा जनन अंगों के नाम लिखिए।

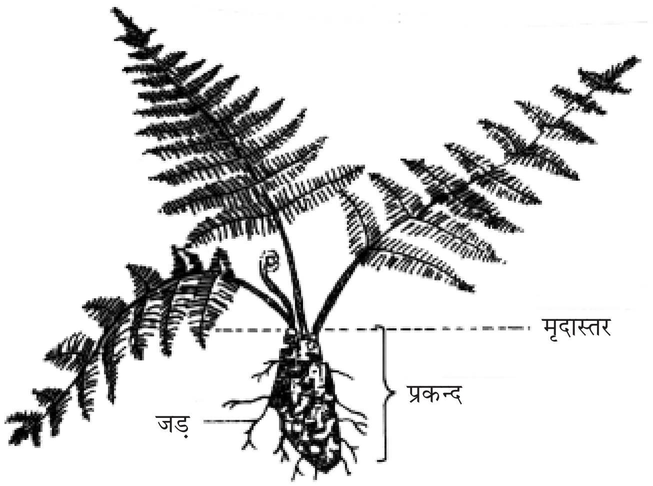
   ....

4. ब्रायोफाइटों की वृद्धि के लिए उपयुक्त परिस्थितियों की सूची बनाइए।

   ....

3.3 टेरिडोफायटा (टेरिडोफाइटें)

एक फर्न (पर्णांग) का पौधा टेरिडोफाइट होता है (चित्र 3.2)



चित्र 3.2 उद्यान फर्न के पौधे

1. फर्न निम्नतर संवहनी पादप हैं। इनमें संवहनी ऊतक दारु (**जाइलम**) व पोषवाह (**फ्लोएम**) होते हैं जिनकी सहायता से जल व पोषक तत्त्व पादप शरीर के सभी भागों में पहुँचते हैं। टेरिडोफाइट सामान्यतया नम, छायादार स्थान, बगीचों या पहाड़ों में पाए जाते हैं, जहाँ तापमान कम होता है,
2. मुख्य पादप शरीर एक स्पोरोफिटिक यानी बीजाणोद्भिद् (द्विगुणित) प्रजनन को दर्शाता है और इसमें जड़े होती हैं जो जमीन के भीतर जाती हैं, ताकि जल और खनिजों के अवशोषण कर सकें।
3. स्पोरोफाइट की पत्तियाँ (**प्रपर्ण** Fronds) मोटे, क्षैतिज भूमिगत तने या प्रकंद (**राइजोम**) पर उगती हैं जिनमें अपस्थानिक जड़े होती हैं। **प्रपर्ण** की नई पत्तियाँ व आधार सूखे भूरे शल्कों (रेमेन्टा) से आच्छादित रहते हैं।
4. नई पत्तियाँ और पर्णक वृत्तीय रूप से कसी हुई कुंडलित संरचना दर्शाती हैं (चित्र 3.29)। पत्तियों के अक्ष को **प्राक्ष (रेकिस)** कहते हैं व रेकिस के दोनों ओर के पर्णकों को **पिच्छक** (Pinnae) कहते हैं। पिच्छक के खंडों को पिच्छिका (**पिन्यूल्स**) कहते हैं।
5. पत्तियों की निचली सतह पर बीजाणु उत्पन्न करने वाले काय (बॉडी) विकसित होते हैं, जिन्हें बीजाणुधानी (स्पोरैन्जिया) कहा जाता है। बीजाणुधानी के समूह को बीजाणुधानी के समूह को बीजाणुधानी पुंज (अंग्रेजी में **सोराई**–Sori, एकवचन में **सोरस** कहा जाता है)। बीजाणुधानी पुंज बहुकोशिकीय संरचना, जिसे **सोरसछद (इंडुशियम)** कहते हैं, द्वारा आवृति हो भी सकती है और नहीं भी। बीजाणुधानी (स्पोरैन्जिया) में बीजाणु जन्य (बीजाणु उत्पन्न करने वाले) ऊतक का अर्धसूत्रण (मियोसिस) होने से अगुणित बीजाणु उत्पन्न होते हैं।

6. प्रकीर्णन पश्च बीजाणुओं का अंकुरण होकर उनसे एक स्वतंत्र, छोटा, थैलस-जैसा काय यानी गैमीटोफाइट बनता है, जिसे **प्रोथैलस** कहते हैं। प्रोथैलस पर पुंधानी (ऐन्थीरीडिया) और स्त्रीधानी (आर्किगॉनिया) बनते हैं, जिनमें क्रमशः नर तथा मादा युग्मक बनते हैं। इन युग्मकों (गैमीटों) का संलयन होने पर युग्मज (जाइगोट) बनता है, जो द्विगुणित स्पोरोफाइट होता है।

7. अपरिपक्व भ्रूण गैमेटोफाइट से पोषक तत्त्वों का अरिजल अवशोषण तब तक करता है जब तक कि इसकी पत्तियाँ व जड़ें विकसित नहीं हो जाती हैं। तत्पश्चात् गैमेटोफाइट मृत हो जाता है।

8. गेमीटोफाइट स्पोरोफाइट से पृथक, स्वतंत्ररूप से उगता है और इसका जीवनकाल अल्पावधि का है, लेकिन एक नया स्पोरोफाइट एक छोटे गैमीटोफाइट पर अस्थायी रूप से आश्रित होता है।

ब्रायोफाइटों की तरह इनमें भी दो प्रावस्थाओं-गैमीटोफाइटी और स्पोरोफाइटी का एकांतरण होता है।

पाठगत प्रश्न 3.2

1. टेरिडोफाइटों की प्रभावी प्रावस्था का नाम बताएँ।

   ....

2. टेरिडोफाइटों की अवस्था जिससे बीजाणु (स्पोर्स) उत्पन्न होते हैं और जिससे शेष जीवनचक्र आगे चलता है, वह हैं।

   ....

3. टेरिडोफाइटों को ट्रैकियोफाइटा के अंतर्गत क्यों वर्गीकृत किया जाता है?

   ....

4. टेरिडोफाइटों में नर तथा मादा जनन अंगों के नाम बताइए।

   ....

5. फर्न के गैमेटोफाइट का नाम बताएँ।

   ....

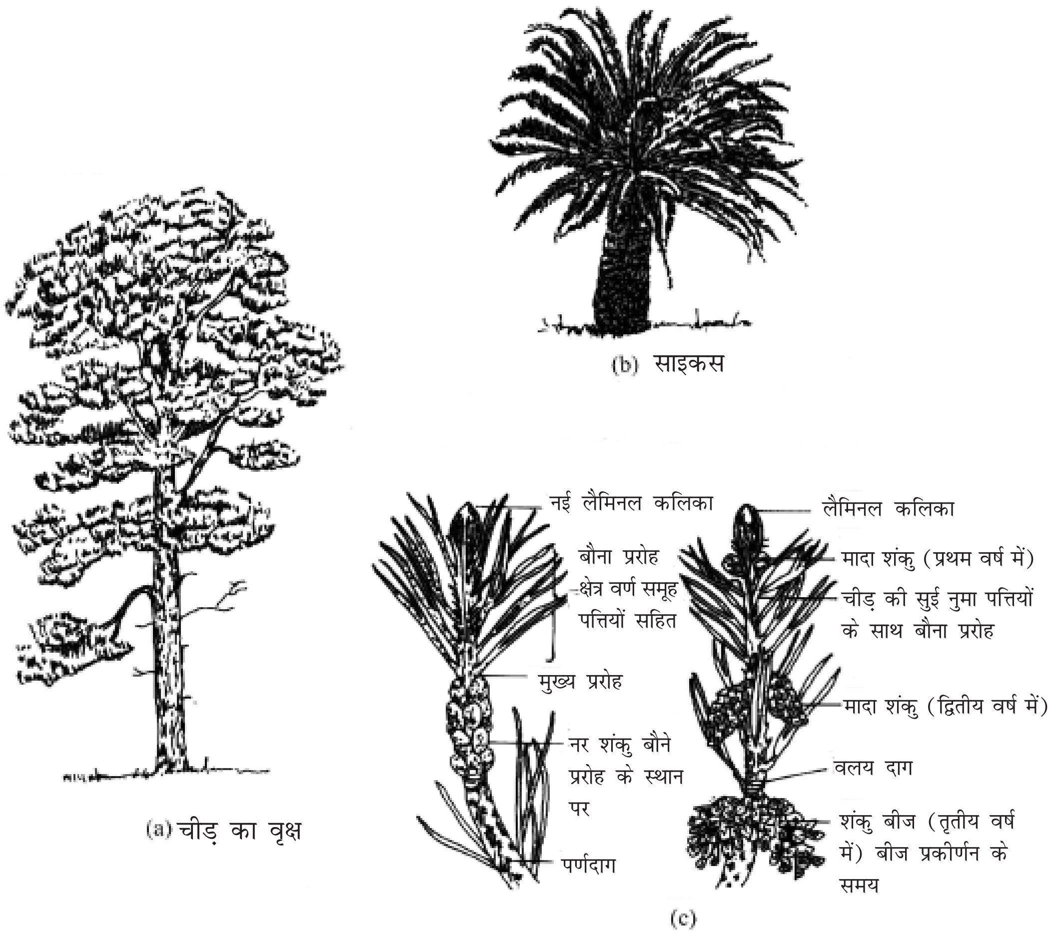
3.4 अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्मी) (जिमनॉस = नग्न, स्पर्मा = बीज)

पुष्पी पादपों (एंजियोस्पर्म) के साथ जिम्नोस्पर्म मिलकर एक बड़ा समूह स्पर्मेटोफाइटा बनाते हैं (Sperma = बीज : phyte = पौधा) अर्थात् बीज बनाने वाले पौधे।

जिम्नोस्पर्मी के अनावृत्त (नग्न) बीजांड (Ovule) चपटी, शल्की पत्तियों पर, जिन्हें बीजांडधर शल्क (**ओव्यूलीफेरस स्केल्स**) कहते हैं, विद्यमान रहते हैं। यह कार्पल्स (अंडाशय) में बंद नहीं रहते। बीजांडधर शल्क शंकु के आकार में व्यवस्थित रहते हैं।

अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्म्स) के अभिलक्षण

1. वयस्क पौधा (स्पोरोफाइट) लंबा, काष्ठीय, बहुवर्षी वृक्ष अथवा झाड़ी हैं जिसका तना सामान्यतया शाखित होता है, विरले ही अशाखित जैसे **साइकस**। ये अधिकतर सदाबहार होते हैं।
2. पत्तियाँ सरल (जैसे कि **चीड़** में) (चित्र 3.3a) या संयुक्त होती हैं (जैसे **साइकस** में) (चित्र 3.3b।
3. पत्तियाँ **द्विरूपी** (Dimorphic) या केवल एक ही प्रकार की होती है। पर्णीय पत्तियाँ बड़ी, हरी व पिच्छाकार या संयुक्त व सुईनुमा होती हैं। ये छोटी टहनी (वामन प्ररोह) पर उगती हैं जैसे **पाइनस** में या मुख्य तने पर जैसा कि **साइकस** में होता है। शल्की पत्तियाँ भूरी व सरल होती है।
4. तने में संवहनी बंडल एक वलय में व्यवस्थित होते हैं व द्वितीयक वृद्धि दर्शाते हैं।
5. जिम्नोस्पर्मो में शंकु लगते हैं जो सदैव एकलिंगी (या तो नर या मादा) होते हैं। (चित्र 3.3c), विरले ही द्विलिंगी जैसा कि नेटम (Gnetum) में



चित्र 3.3 संघ (फाइलम) जिम्नोस्पर्म के कुछ उदाहरण (a) *चीड़ (Pinus)* का पेड़ (b) *साइकस* का पेड़ (c) नर व मादा शंकुयुक्त पेड़

6. परागकण अगुणित (haploid) होते हैं व नर शंकु के लघुबीजाणुधानी (Microporangia) में बनते हैं। पाइनस में, प्रत्येक पराग कण में इसके प्रकीर्णन के लिए दो कोश होते हैं, जिन्हें पक्ष कहा जाता है और जो वायु द्वारा बीज के प्रकीर्णन में सहायता करते हैं। पराग कण दो नर गैमीट (युग्मक) बनाते हैं।

7. बीजांड एंजियोस्पम्र्स की भाँति अंडाशय के भीतर बंद नहीं होते। ये बीजांड मादा शंकु के पत्तीदार गुरुबीजाणुपर्ण (Megasporoph) पर अनावृत (नग्न) रूप में बनते हैं, इसलिए इस पादप समूह को अनावृत बीजी या नग्नबीजी कहा जाता है। बीजांड साथ-साथ बनते हैं, जिनके अंदर मादा युग्मक या अंडा उत्पन्न होता है। बीजांड में नर व मादा युग्मकों का संलयन होता है, इसके पश्चात् निषेचित बीजांड से बीज बन जाता है (पाइनस में सपक्ष या पक्षसहित बीज)।

कुछ सामान्य अनावृतबीजी इस प्रकार हैं :

चीड़ (पाइनस), रेड वुड (सिकोया), जूनिपर (जुनेपेरस), देवदार (सिड्रस, Cedruas) और सैगोपाम (साइकस)। अनेक जिम्नोस्पर्मों से इमारती लकड़ी, रेजिन, तारपीन तेल व कई अन्य उत्पाद जैसे-सूखा मेवा, चिलगोजा आदि प्राप्त होते हैं। सागो (साबूदाना) *साइकस* के पुराने तने से प्राप्त होता है।

पाठगत प्रश्न 3.3

1. अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्म) का शाब्दिक अर्थ क्या है?

   ....

2. अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्मों) के कोई दो सामान्य उदाहरण दीजिए।

   ....

3. जिम्नोस्पर्मों के दो व्यावसायिक उत्पादों के नाम दीजिए।

   ....

3.5 एंजियोस्पर्मी

3.5.1 आवृतबीजी (एंजियोस्पर्म्स)

एक प्रारूपिक पुष्पी पादप

हमारे सर्वाधिक परिचित पौधे जैसे मटर, आम, नारियल, गेहूँ व चावल आवृतबीजी (एंजियोस्पर्म) वर्ग के हैं। इनके बीज सदैव फलों के अंदर बंद रहा करते हैं। फल परिपक्व निषेचित अंडाशय होता है। एक **ऐंजियोस्पर्म** पौधे को चित्र 3.4 में देखिए।

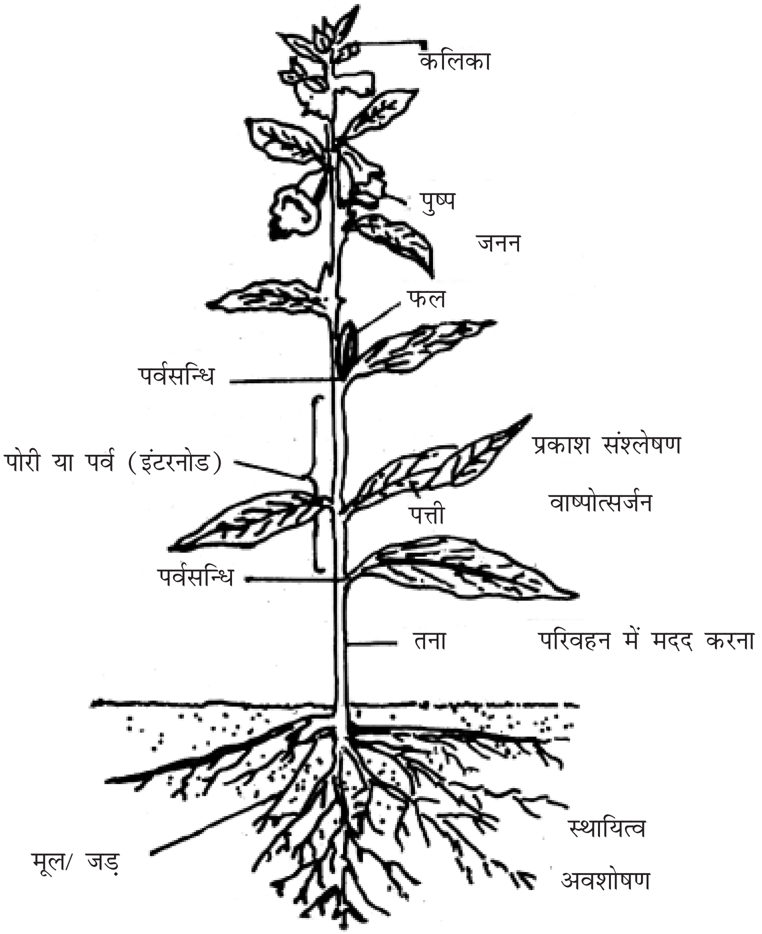
आवृतबीजियों (एंजियोस्पर्मो) को दो समूहों या वर्गों में बाँटा जाता है :

1. द्विबीजपत्री (Dicotyledons) व 2. एकबीजपत्री (Monocotyledons)

इन दो वर्गों में अंतर का अध्ययन करने के लिए चित्र 3.5 को देखें

– आवृतबीजी (एंजियोस्पर्म) पौधों में बीज फलों के भीतर बंद होते हैं।

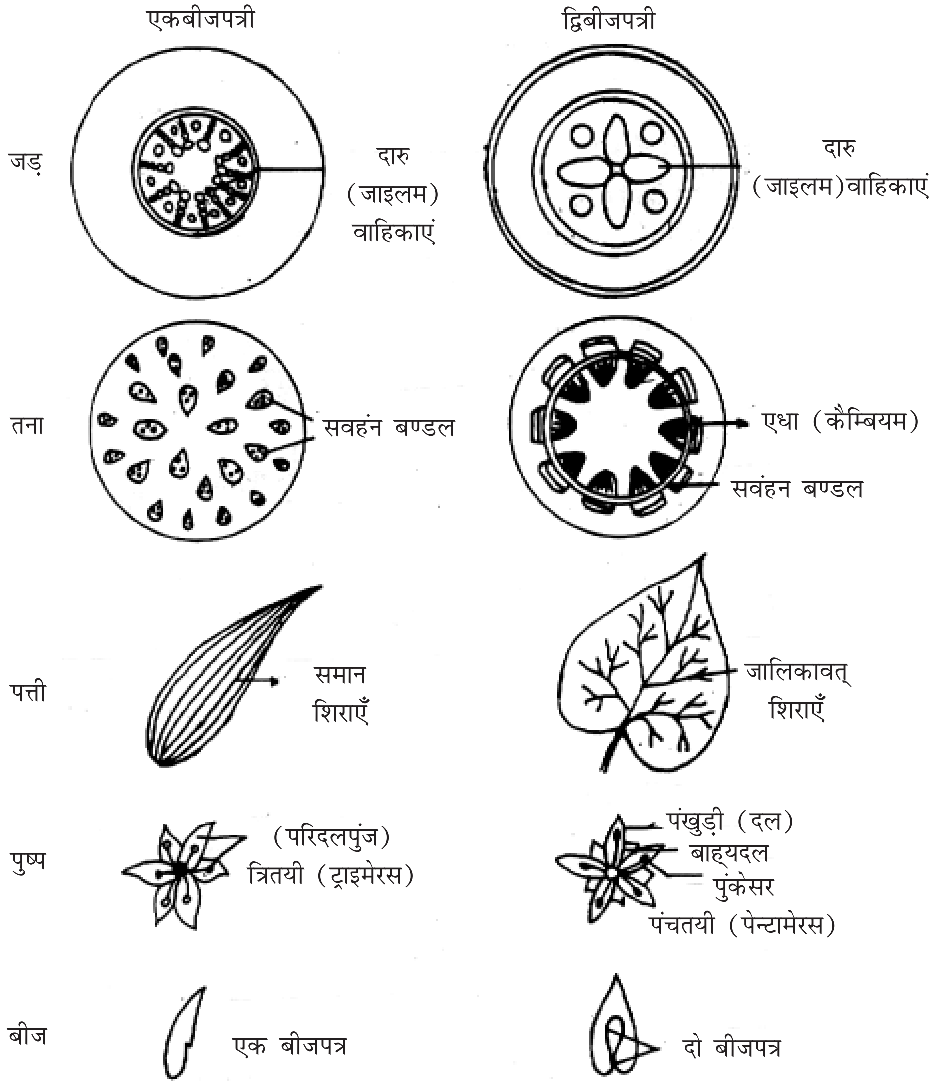
– द्विबीजपत्री पौधों में दो बीजों के अंदर बीजपत्र होते हैं जबकि एकबीजपत्री पौधों में एक बीजपत्र होता है।



चित्र 3.4 एक आवृतबीजी (एंजियोस्पर्म) पादप के भाग

एंजियोस्पर्मों व जिम्नोस्पर्मों में अंतर

जिम्नोस्पर्म (अनावृतबीजी)	एंजियोस्पर्म (आवृतबीजी)
1. बीज अनावृत (नग्न) होते हैं क्योंकि वे अंडाशय में बंद नहीं होते।	बीज फल में बंद (फल परिपक्व अंडाशय) होते हैं।
2. स्वतंत्र पादप बीजाणोद्भिद् होती है जिसमें शंकु लगते हैं जहां बीजाणु विकसित होते हैं और आगे चलकर गैमीटोफाइटों का निर्माणकरते हैं, जिनमें युग्मक (गैमौट) होते हैं।	फूल लगते हैं जिनमें जननीय बीजाणु बनते हैं, जिससे युग्मकोद्भिद् बनते हैं तथा अंततः युग्मक बनते हैं।
3. दारु में मुख्य रूप से बार्लिनयां ट्रैकीडें होती है। वाहिकाएं प्रायः विद्यमान होती है।	जाइलम में वाहिकाएँ व वाहिनियों (ट्रैकीड) दोनों होते हैं।



चित्र 3.5 एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री की तुलना

3.5.2 अनावृतबीजियों के कुछ कुल (फैमिलीज)

एंजियोस्पर्म पौधे प्लांटी जगत् के सबसे भिन्न एवं व्यापक सदस्य हैं।

फूलों में अनेकों लक्षण पाए जाते हैं जो स्थायी होते हैं और इसलिए उन्हें एंजियोस्पर्मो विभिन्न कुलों में विभाजित करने का आधार बनाया गया हैं।

प्रत्येक कुल में ऐसे पौधे रखे गए हैं जिनमें फूलों के विविध भागों की संघटना में समानता पाई जाती हैं।

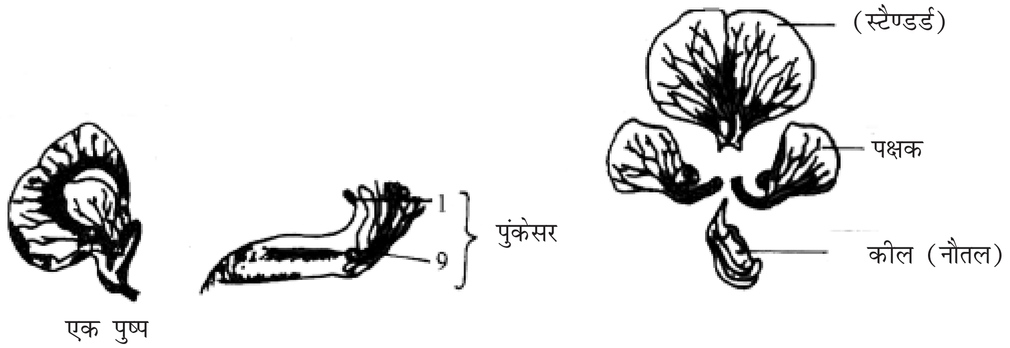
हम यहाँ पर केवल चार कुलों का ही अध्ययन करेंगे–दो द्विबीजपत्री व दो एकबीजपत्री

1. फाबेसी (Fabaceae) : मटर कुल (फेमिली)–इसके अंतर्गत सभी दालें आती हैं।

2. मालवेसी (Malvacae) : चाइना रोज (फैमिली)
3. लिलीएसी (Liliaceae) : लिली कुल (फैमिली)
4. पोएसी (Poaceae) : घास फेमिली, इसके अन्तर्गत अनाज आते हैं

फाबेसी कुल (पेपिलियोनेसी) : एक द्विबीजपत्री कुल

पौधे शाक या झाड़ी होते हैं और विरले वृक्ष होते हैं। पूफल एक व्याससममित (जाइगोमॉफीय) (अर्थात् पूफल केवल एक त्रिज्या द्वारा दो समान भागों में काटा जा सकता है), द्विलिंगी, पूर्ण, बाह्यदल पुंज (कैलिक्स) में 5 बाह्य दल होते हैं जो कि जुड़े हुए होते हैं। कोरोला (दलपुंज) में पाँच पंखुड़ियाँ, पृथक् दलीय होती हैं। आकार में पैपीलियोनेटीय व तितली के समान आकार वाली होती है)। बड़ी पंखुडी होती है, जिसे स्टेंडर्ड व दो छोटी पंखुड़ियों को पक्ष (विंग्स) कहते हैं आंतरिक दो छोटी पंखुड़ियाँ आपस में अधाखुली तरह से जुड़कर एक कील (keel) बनाती है। पुमंग (Qndroecium) में 10 पुंकेसर (स्टेमेन्स) होते हैं जो कि (9 + 1) के रूप में दो चक्करों (Whorl) विन्यासित होते हैं। इसे द्विसंधि (डाइऐडल्फस) स्थिति कहते हैं। (चित्र 3.6a)। जायांग (Gynoecium) ऊर्ध्व, एकांडपी (Monocorpellary) एककोष्ठकी (Unilocular) व बहुबीजांड युक्त होता है जो कि उपांतीय (Marginal) बीजांडासन में विन्यासित रहता है। फल एक शिंब (फली) के रूप में होता है।



चित्र 3.6a मटर का एक फूल

फाबेसी के उपयोगी पादपों के कुछ उदाहरण

सामान्य नाम	वानस्पतिक नाम
मटर (पी)	*पायसम सटाइवम*
अरहर (पिजन पी)	*काज़ानस कज़ान*
मूँग (ग्रीन ग्राम)	*फेसियोलस ऑरियस*
सोयाबीन	*ग्लाइसिन मैक्स*
मसूर (लेन्टिल)	*लैंस कुलीनेरिस*
मूँगफली (ग्राउन्डनट)	*अरेकिस हाइपोजिया*
चना (चिक पी)	*साइसर एरियेटिनम*

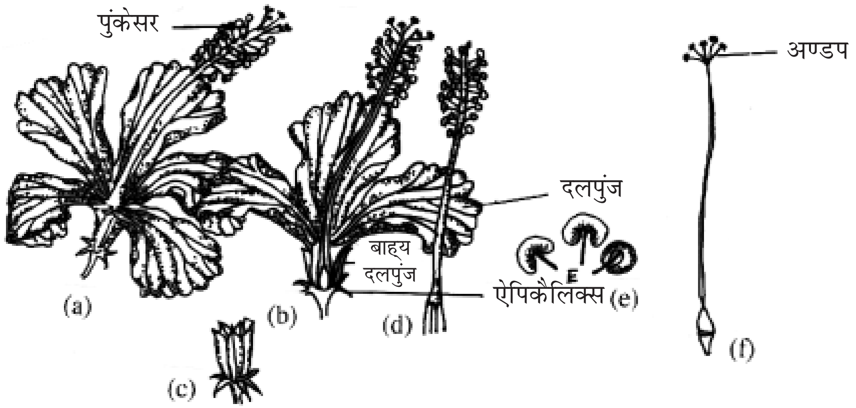
2. मालवेसी (Malvaceae)

इस कुल के पादप शाक, झाड़ी या पेड़ होते हैं।

इस फैमिली के सर्वश्रेष्ठ उदाहरणों में से एक हिबिस्कस रोजा-साइनेंसिस Hibiscus rosa-sinensis (चायना रोज/शू फ्लावर या देशी भाषा में गुड़हल) है। फूल बड़े व आकर्षक होते हैं और सामान्यतया एकल कक्षीय होते हैं (चित्र 3.6b देखें)।

फूल पंचतयी (पेन्टामेरस) (सभी चक्कर पाँच या पाँच के गुणक होते हैं) त्रिज्यासममित (एक्टिनोमॉर्फिक) होते हैं अर्थात् किसी त्रिज्या द्वारा इसे दो समान भागों में बांटा जा सकता है। बाह्य दल के ठीक नीचे एपिकेलिक्स नाम से सहपत्रिका (ब्रैक्टिओल) का एक अतिरिक्त चक्कर होता है। केलिक्स में पाँच बाह्यदल होते हैं जो कि आधार पर अलग-अलग या जुड़े हो सकते हैं।

कॉरोला (दलपुंज) की पाँच पंखुड़ियाँ सामान्यतया स्वतंत्र होती हैं। पुमंग (एंड्रोशियम) में–एकसंघी पुंकेसर मोनोएडेल्फस स्टेमेन्स की अनिश्चित संख्या उपस्थित होती है। निचले भाग या तंतु फिलामेंट जुड़कर पुंकेसरी नलिका का निर्माण करते हैं। जायांग (Gynoecium) में 5 कार्पल्स, सिनकार्पस (युक्ताण्डपी) व अंडाशय–एक उर्ध्ववर्ती (Superior), पंचकोष्ठीय (पेंटालोक्युलर) स्तंभीय बीजांडासन एक्साइल प्लेसेन्टा) होता है। फल एक संपुटिका (कैप्सूल) होता है।



चित्र 3.6b एक चायना रोज फूल

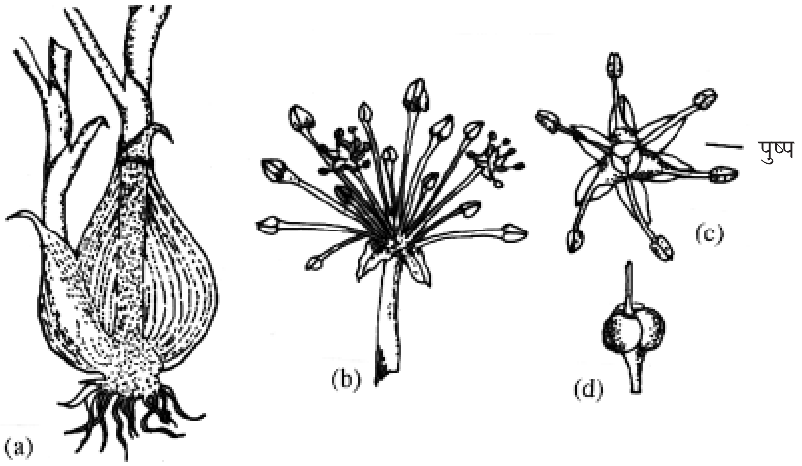
कपास, भिंडी, हालीहॉक इस कुल के अन्य उदाहरण हैं।

लिलिएसी–एक एकबीजपत्री कुल (लिली कुल)

पौधे अधिकतर शाक होते हैं जो कि अधिकांशतः बहुवर्षी होते हैं। तना प्रकंद (राइजोम) या बल्ब आकार का होता है। पत्तियाँ मांसल व स्तंभिक (भूमिगत तने से उभरने वाली) हो सकती हैं।

फूल द्विलिंगी, एक्टिनोमार्फिक में (त्रिज्या सममित), अधिकतर त्रितीय (ट्राइमेरस) (सभी चक्करो में या तो तीन इकाई या तीन के गुणक होते हैं) व जायांगधर (हाइपोगायन्स) होते हैं परिदल (पेरिएन्थ) बड़ा होता है, कॉरोलानुमा पंखुड़ियां सामान्यतया 6 होती हैं जो तीन-तीन के दो चक्करों में विन्यस्त रहती हैं। ये या तो स्वतंत्र या संयुक्त होती है।

पुंकेसर (स्टेमेन्स) सामान्यतया 6 (3+3) होते हैं जो परिदल पालियों के विपरीत दो चक्करों में विद्यमान रहते हैं। तीन कार्पल, युक्तांडपी (अंडाशय उर्ध्व, स्तंभिक बीजांडासन होता है। फल सामान्यतया एक संपुटिका (कैप्सूल) होता है।



चित्र 3.6c प्याज का पौधा

लिलिएसी कुल के कुछ लाभदायक पौधों के उदाहरण

सामान्य नाम	वानस्पतिक नाम
घृत कुमारी	*Aloe vera (एलो वेरा)*
सतावर या सतमूली	*Asparagus racemosus एस्पेरेगस रेसीमोसस*
ट्युलिप	*Tulipa tulip (ट्युलिपा ट्युलिप)*
शंखपुष्पी (कालिहारी)	*Gloriosa superba (ग्लोरिओसा सुपर्बा)*
लिली	*Lilium candidum (लिलियम कैंडिडम)*
प्याज	*Allium cepa (एलियम सीपा)*

कुल पोएसी–एक एकबीजपत्री कुल

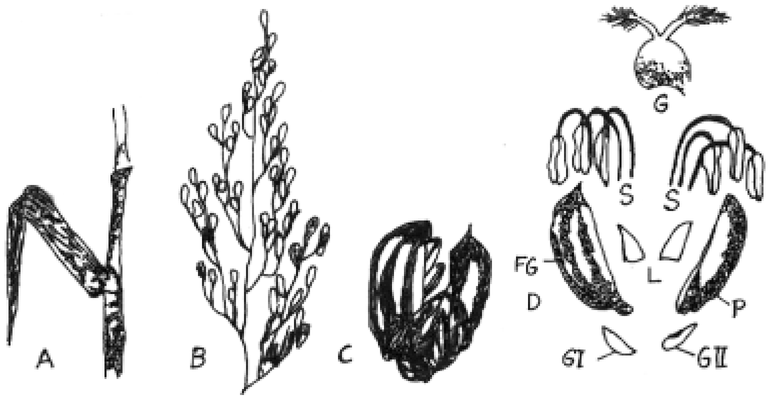
इसके पौधे शाकीय होते हैं, बहुत ही कम काष्ठीय हैं जैसे गन्ना। पुष्पक्रम कणिशिका (स्पाइकलेट) युक्त कणिश (स्पाइक) (गेहूँ)। एक छोटी कणिशिका में 5 से अधिक पुष्प नहीं होते हैं।

फूल बहुत छोटे अस्पष्ट, जिसमें शल्क-जैसी संरचनाएँ होती हैं। (चित्र 3.6d)

पुंकेसर 3, कभी-कभी 6 जैसे कि चावल और बाँस में। तीन कार्पेल, युक्तांडप एककोष्ठीय, अंडाशय उर्ध्व एक अधारी बीजांड फल कैरिआप्सिस **(बीज का छिलका व अंडाशय भित्ति अपृथक्करणीय रूप से जुड़े होते हैं)**

पोएसी कुल के कुछ उपयोगी पौधों के उदाहरण निम्नवत् हैं–

सामान्य नाम	वानस्पतिक नाम
चावल	*Oryza sativa* ओरइज़ा सटाइवा
गेहूँ	*Triticum aestivum* टिट्रीकम एस्टीवम
मक्का	*Zea mays* ज़िया मेज़
गन्ना	*Saccharum officinarum* सेक्रम ऑफिसिनेरम
सरकंडा	एस. स्पॉनटेनीयम
जौ	*Hordeum vulgare* हॉरडियम वल्गेयर



A – शाखा का एक भाग आवरित-पर्णो और जीभिका (लिग्यूल) के साथ
B – कणिशिकाओं (स्पाइकलेटों) का यौगिक असीमाक्ष
C – पुष्पित कणिशिकाएं तुष (ग्लूमों) और पुंकेसरों के साथ
D – विच्छेदित कणिशिकाएं

GI – प्रथम रिक्त तुष (ग्लूम)
GII – द्वितीय रिक्त तुष
FG – पुष्पित तुष
P – शल्किका (पेलिया)
L – लोडिक्यूल
S – पुंकेसर और
G – जायांग

चित्र 3.6 (d) चावल का पौधा (*ओराइजा सैटाइना*)

पाठगत प्रश्न 3.4

1. एक द्विबीजपत्री व एक एकबीजपत्री कुल का नाम लिखिए।

   ....

2. निम्न में पुंकेसरों की संख्या बताइए :

   (i) पेपिलियोनेसी ....

   (i) मालवेसी ....

3. निम्न के वानस्पतिक नाम लिखिए :

   (a) चावल ....

टिप्पणी

(b) अरहर ....

(c) घृत कुमारी ....

4. एंजियोस्पर्मों में बीज कहाँ बनते हैं?

....

3.6 प्राणी जगत् (ऐनिमैली)

इसके अंतर्गत व्यापक विविधता वाले प्राणी हैं जिनमें कुछ सामान्य लक्षण पाए जाते हैं।

3.6.1 जगत् एनिमेलिया (प्राणी-जगत्) के कुछ सामान्य लक्षण

- प्राणी बहुकोशिकीय यूकेरियोट (सुकेन्द्रकी या ससीम केंद्रकी) होते हैं।
- प्राणियों में अंतर्ग्रहणी विषमपोषी पोषण पाया जाता है।
- इनमें संचलन क्षमता पाई जाती है।
- इनमें तंत्रिका तंत्र के माध्यम से अधिक संवेदनशीलता पाई जाती है।

प्राणियों के वर्गीकरण का आधार

संघटना, सममिति, देह गुहा, भ्रूण कोशिका परतों की संख्या तथा नोटोकॉर्ड (पृष्ठरज्जु) का होना या न होना प्राणियों को व्यापक श्रेणियों में विभेद करने के मुख्य लक्षण हैं।

संघटना (Organisation)–प्राणियों के शरीर बहुकोशिकीय होते हैं लेकिन ये कोशिकाएँ ऊतकों तथा अंग-तंत्रों में संघटित हो भी सकती हैं और नहीं भी।

स्पंज जैसे प्राणी कोशिकाओं के समूह मात्र होते हैं। इस प्रकार की संघटना, **कोशिकीय स्तर** (Celluar level) पर हैं। नाइडेरियनों में अलग-अलग प्रकार की कोशिकाओं के समूह होते हैं जो विशेष कार्य करते हैं। ये संघटन के **ऊतक स्तर** (Tissue Level) पर होते हैं। अन्य सभी प्राणियों के अंग तथा अंग तंत्र होते हैं जो विशिष्ट देह कार्यों से संबंधित होते हैं। ये **अंग तंत्र** की श्रेणी पर होते हैं।

सममिति (Symmetry)–इसका अर्थ है शरीर को समान तथा समरूप भागों में विभाजित करना। स्पंज **असममित** होते हैं। नाइडेरिया व इकाइनोडर्म लार्वा अरीय रूप से (अरीयतः) सममित होते हैं। अन्य सभी प्राणी **द्विपार्श्वतः सममित या पृष्ठ-अधर (पृष्ठाधर)** होते हैं।

देह गुहा या सीलोम (Coelom) : देहगुहा वह स्थान है जो देहभित्ति तथा आहार नाल के बीच पाया जाता है। असीलोमी (Acoelomates), (इसका अर्थ है a = नहीं coelom = देहगुहा यानि प्राणियों में देहगुहा का न पाया जाना) तथा यूसिलोमी (Eucoelomates) (eu = वास्तविक यानि प्राणियों में वास्तविक देहगुहा का होना) तथा कूटसीलोमी (pseudocoelomates) (pseudo = छद्‌म, कूट, coelom = देहगुहा यानि कूट देहगुहा)। यह वास्तविक देहगुहा नहीं है। यह गोलकृमियों में पाई जाती है।

भ्रूण परतें (Embryonic layers)–भ्रूण में पाई जाने वाली तीन कोशिका परतें–बाह्य जन स्तर (एक्टोडर्म), मध्य जनस्तर (मीज़ोडर्म) तथा अंतः जनस्तर (एंडोडर्म) से प्राणि की देह के विभिन्न

भाग बनते हैं। स्पंजों तथा नाइडेरिया में उनके भ्रूणों में मध्य जनस्तर (मीजोडर्म) नहीं होती। इनमें दो ही जनन परतें–एक्टोडर्म तथा एंडोडर्म पाई जाती हैं (diploblastic द्विजननस्तरी), अन्य में तीन जनन परतें पाई जाती हैं (triploblastic, त्रिजनन स्तरी)।

नोटोकॉर्ड–(पृष्ठ रज्जु)–यह एक ठोस शलाका (rod)–सम होती है जो **फ़ाइलम कॉर्डेटा** के अंतर्गत आने वाले कुछ प्राणियों की भ्रूण अवस्थाओं या अधिकतर वयस्क अवस्था में पाई जाती है। वे सभी प्राणि समूह जिनमें नोटोकार्ड नहीं होता वे **अरज्जुकी** (non-chordates) कहलाते हैं।

जगत् ऐनिमेलिया
(बहुकोशिकीय, यूकेरियोटिक, विषमपोषी)

उपजगत

पैरोजोआ	**यूमैटाजोआ**
1. सममिति नहीं होती।	1. सममिति होती है
2. ऊतक नहीं होते हैं। (कोशिकीय स्तर की संघटना)	2. ऊतक और अंग स्तर की संघटना
फ़ाइलम पोरीफ़ेरा	

	फ़ाइलम नाइडेरिया	**सभी अन्य फ़ाइलम**
संघटन एव	1. ऊतक स्तर की संघटना	1. अंग तंत्र स्तर की संघटना
जनन परतें	2. दो भ्रूण जनन परतें द्विजजनस्तरी (डिप्लोब्लास्टिक)	2. तीन भ्रूण जनन परतें (ट्रिप्लोब्लास्टिक)

सममिति	असममित ↓ **फाइलम पोरीफेरा**	अरीय सममिति ↓ **फ़ाइलम नाइडेरिया**	द्विपार्श्व सममिति ↓ **अन्य सभी फ़ाइलम**
देहगुहा	असीलोमी (सीलोम नहीं होती) ↓ **फ़ाइलम पोरीफेरा** नाइडेरिया तथा प्लैटीहल्मिंथीज	कूट सीलोमी (अवास्तविक सीलोम) ↓ **फ़ाइलम** ऐस्केलमिंथीज	सुसीलोमी (यूसिलोमी) (वास्तविक सीलोम) ↓ **अन्य सभी फ़ाइलम**
पृष्ठरज्जु का होना या न होना		नोटोकॉर्ड न होना **नान-कार्डेटा**	जीवन की किसी अवस्था पर नोटोकॉर्ड होता है। **कार्डेटा**

3.6.2 जगत ऐनीमेलिया में शामिल मुख्य फाइलम

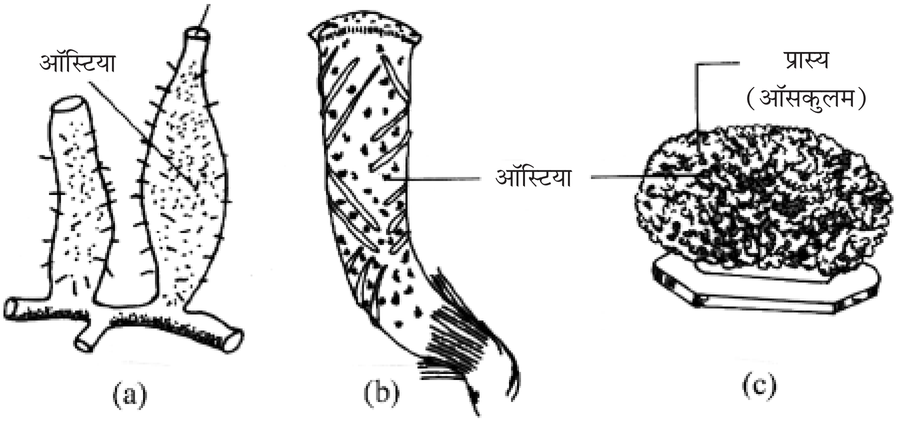
1. फाइलम पोरीफेरा (उदाहरण स्पंज)

मुख्य लक्षण

– शरीर में अनेक छिद्र, सरणियाँ (नाल) या कोष्ठ जिनसे होकर जल प्रवाहित होता है। इसे **नाल तंत्र** (Canal System) कहते हैं।

टिप्पणी

- ऊपरी सिरे पर एक बड़ा छिद्र **प्रास्य (ऑसकुलम**-Osculum) होता है।
- शरीर के अंदर एक बड़ी गुहा, **स्पंजगुहा (स्पंजोसील**.Spongocoel) होती है।
- कोई अंग, गतिशील भाग या उपांग नहीं होते। अलग-अलग कोशिकाएँ अपना-अपना कार्य करती है।
- सामान्यतया एक भीतरी कंकाल जो कैल्सियम या सिलिकायुक्त **कंटिकाओं** (spicules) या **स्पंजिन** (spongin) तंतु के बने होते हैं या ये दोनों ही वे होते हैं।
- अलैंगिक जनन मुकुलन द्वारा होता है, लैंगिक जनन भी होता है।
- लगभग सभी सदस्य समुद्री या समुद्र में रहने वाले होते हैं।



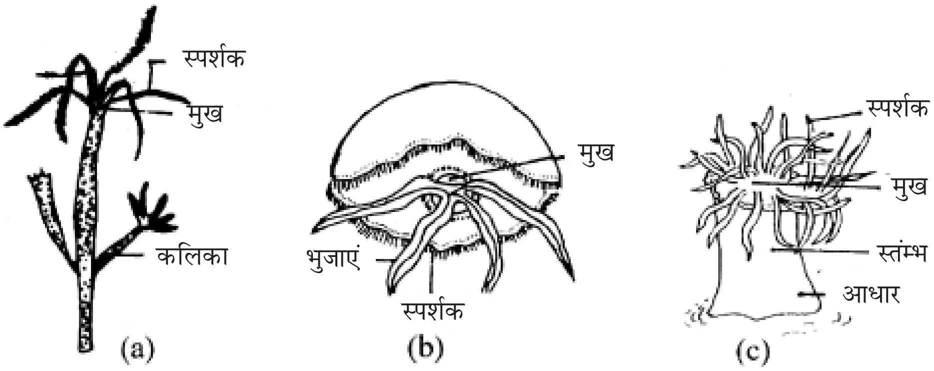
चित्र 3.7 फाइलम पोरीफेरा (a) साइकॉन (b) यूप्लैक्टेला (c) यूस्पॉजिंया

2 **फाइलम नाइडेरिया** (इसमें हाइड्राभ यानी हाइड्रा-सम, **जैली फिश, सी एनीमोन, मूँगे** (कोरल) आदि शामिल हैं)

मुख्य लक्षण

- शरीर में कोई शीर्ष (Head) या विखंडता (segmentation) नहीं पाई जाती।
- देह भित्ति में दो परतें-बाहरी अधिचर्म (एपिडर्मिस) तथा भीतरी जठरचर्म (गैस्ट्रोडर्मिस) तथा दोनों के बीच में जेलीनुमा अकोशिकीय मध्यश्लेष स्तर (मीजोग्लीया) होती है।
- दंश कोशिकाएँ, नीडोब्लास्ट (Cnidoblasts) पाई जाती हैं जो कि शिकार पकड़ने के काम आती है,
- कंकाल कैल्सियमी (चूनेदार),श्रृंगीय होता हैं या होता ही नहीं
- अलैंगिक जनन मुकुलन के द्वारा स्थानब) (पॉलिप Polyp) अवस्था में होता है तथा लैंगिक जनन मुक्त तैरने वाली (मेडुसा Medusa) अवस्था में होता है।

– अरीय सममिति
– सभी समुद्री (केवल हाइड्रा को छोड़कर जो अलवणजल में पाया जाता है)
– या तो हाइड्रा, सी-एनीमोन व मूँगों की तरह स्थिर अथवा जैली फिश की भाँति मुक्त प्लावी यानी तैरते हुए।

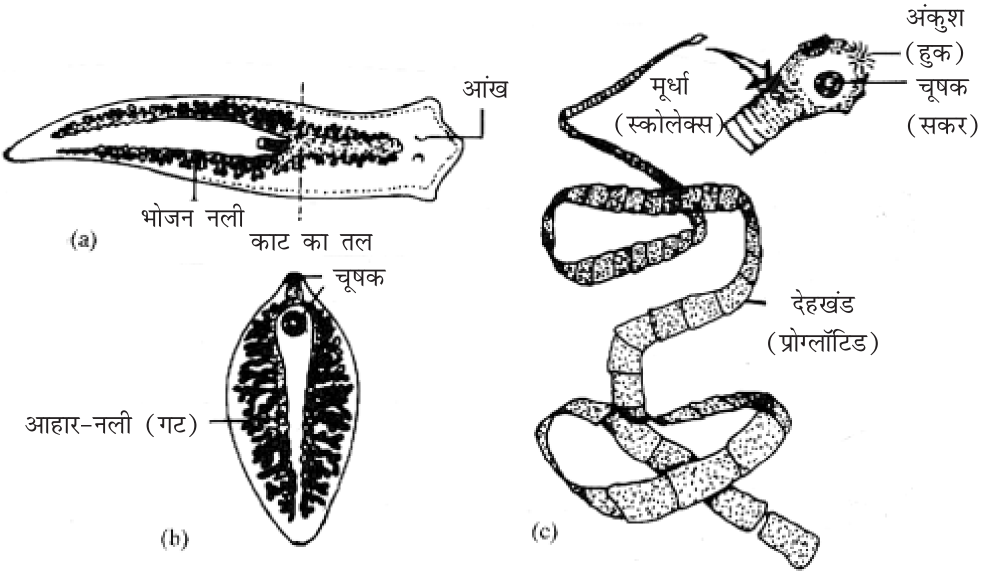


चित्र 3.8 तीन सामान्य नाइडेरिया प्राणी (a) हाइड्रा (b) जैलीफिश (c) सी-एनीमोन

3. फाइलम प्लैटीहेल्मिंथीज (चपटे कृमि)

मुख्य लक्षण

– लंबे, कोमल शरीर वाले, पृष्ठाधरतः (पृष्ठ-अधर रूप से) चपटे कृमि, वास्तविक विखंडता नहीं।
– कोई देह गुहा नहीं।
– चूषक या अंकुश (हुक) या दोनों जिनके द्वारा ये परपोषी के शरीर से चिपके रहते हैं।



चित्र 3.9 फाइलम प्लेटिहेलिन्थीज (a) *प्लेनेरिया* (b) *फैसियोला* (c) *टीनिया*

- नर एवं मादा जननांग एक साथ, अधिकांश में लैंगिक जनन, कुछ में अलैंगिक जनन,
- आहारनाल में केवल एक ही द्वार-मुँह होता है। कुछ प्रकारों (जैसे टेपवर्म में) आहारनाल पूर्णतया अविद्यमान।
- कुछ स्वतंत्र जीवन व्यतीत करते हैं लेकिन अधिकतर परजीवी होते हैं

उदाहरण–प्लैनेरिया (स्वतंत्र रहने वाले),

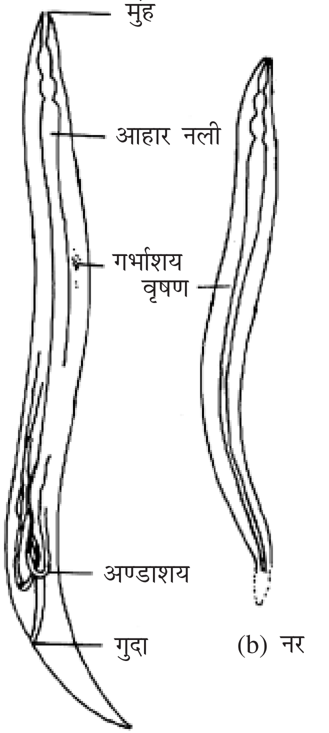
फैसियोला (लीवर फ्लुक) यह भेड़ के यकृत का परजीवी है। *टीनिया* (फीताकृमि) मानव आँत में पाया जाने वाला परजीवी है।

4. फाइलम ऐस्केलमिंथीज (क्लास नीमेटोडा)

(गोलकृमि, सूत्रकृमि)

मुख्य लक्षण

- लंबा बेलनाकार शरीर होता हैं।
- देह गुहा कूटसीलोमी (छद्म या मिथ्या)
- आहार नाल दो सिरों में खुलती है–मुँह व गुदा
- सेक्स अलग-अलग; नर मादा की तुलना में छोटे होते हैं (चित्र 3.10)
- अधिकतर परजीवी (पशुओं में) होते है लेकिन कुछ स्वतंत्र भी रहते हैं।
- *ऐस्केरिस* मनुष्य की आंतों (आंत्र) में पाए जाने वाला परजीवी गोलकृमि है।
- पिन वर्म (Pin Worm) व *बुचेरेरिया* (फाइलेरिया कृमि) कुछ अन्य उदाहरण है।



चित्र 3.10 ऐस्केरिस (a) मादा (b) नर

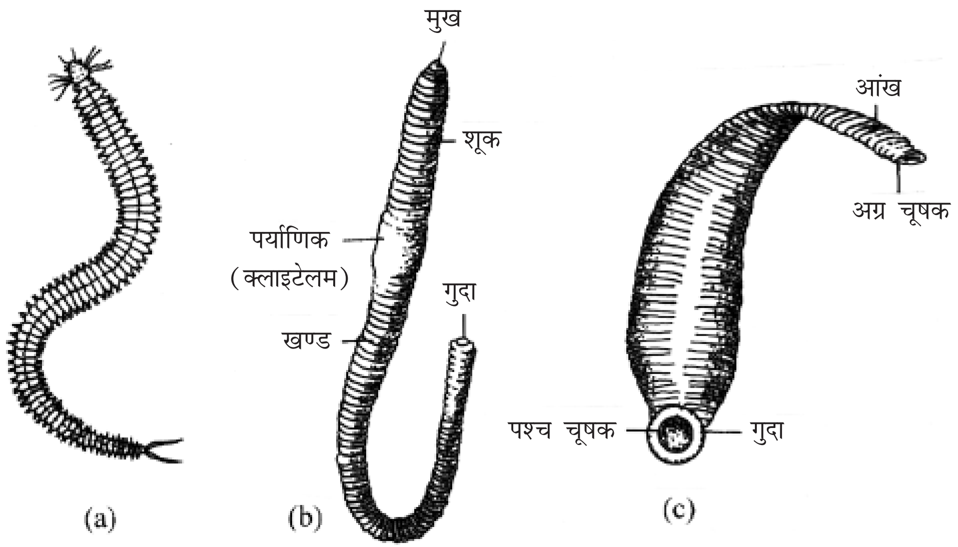
5. फाइलम ऐनेलिडा (केंचुए आदि)

मुख्य लक्षण

- लंबे, खंड-युक्त, सीलोमयुक्त (वास्तविक देह गुहा), कृमि जैसे प्राणी।
- शरीर में शूक (Setae) या पार्श्वपाद (Parapodia) होते हैं जिनसे चलने (गति करने) में सहायता मिलती है।
- सुविकसित पाचन तंत्र के साथ-साथ दोनों सिरों पर खुली आहार नाल।
- उत्सर्जन अंग **वृक्कक (नेफ्रिडिया)** कहलाता है।

- नर तथा मादा जननांग एक साथ (जैसे केंचुए में) या अलग-अलग (जैसे *नेरीस* में)।
- पुनर्जनन (regeneration) अक्सर ही होता है।
- जलीय, कुछ स्थलीय, कुछ नलिकाओं में रहने वाले व यहाँ तक कि कुछ परजीवी भी होते है।

उदाहरण : *नेरीस*, केंचुए जैसे *फरेटिमा* (मृदा में स्वतंत्र रूप से रहने वाले), *हिरुडिनेरिया* (जोंक लीच, पशुओं के परजीवी) चित्र 3.11 देखें



चित्र 3.11 एनेलिडा (a) नेरीस (b) फ़ेरटिमा (c) हिरुडिनेरिया

6. फाइलम आर्थोपोडा (इसके अंतर्गत केकड़ा, बिच्छू, कीट व मकड़ी जिसे लूता भी कहा जाता है आदि आते हैं)

मुख्य लक्षण

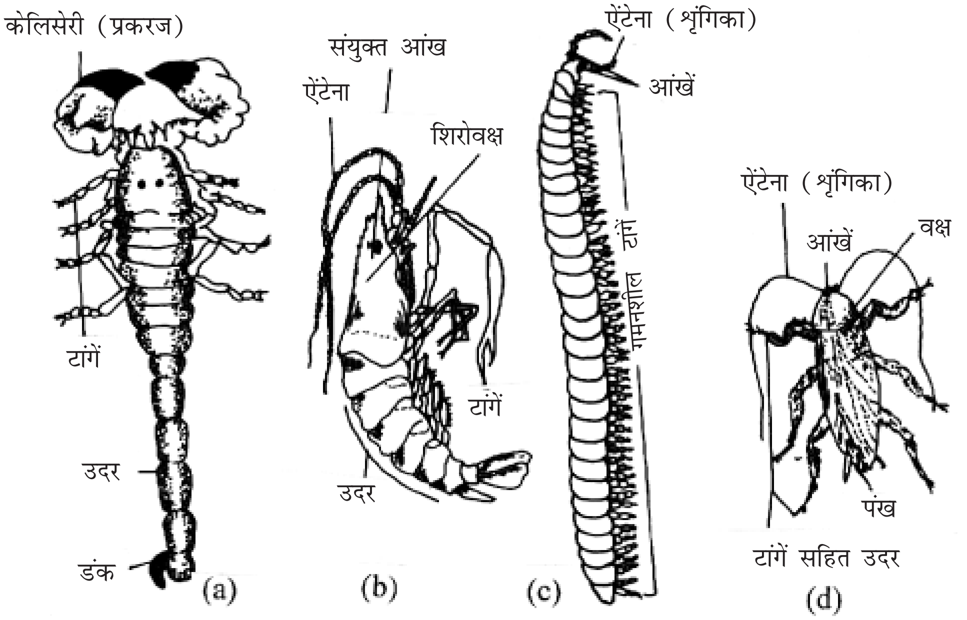
- सखंड (खंडयुक्त) शरीर जिसमें शीर्ष, वक्ष तथा उदर का विभेदन हो सकता है,
- शीर्ष तथा वक्ष कभी-कभी समेकित होकर **शिरोवक्ष** (Cephalothorax) बना लेते हैं
- संधियुक्त टाँगे, संचलन में सहायता करती हैं, प्रत्येक या कुछ शारीरिक खंडों में एक जोड़ी टाँगे, संचलन में सहायता करती हैं।
- काइटिनी उपचर्म (क्यूटिकल) का बना बाह्यकंकाल जो समय-समय पर निर्मोचित होता रहता है।
- नर तथा मादा जननांग सामान्यतया अलग-अलग

ऑर्थोपोडा को पुन: चार वर्गों में विभाजित किया जाता है :

(i) क्रस्टेशिया (i) मीरियापोडा (ii) इन्सेक्टा व (iv) ऐरेक्निडा

वर्गीकरण फाइलम संधिपाद प्राणी (आर्थोपोडा)

वर्ग 1 ऐरेक्निडा	वर्ग 2 क्रस्टेशिया	वर्ग 3 मीरियापोडा	वर्ग 4 इन्सेक्टा
• शिरोवक्ष जिसमें 2-केलीसेरी (प्रकरज) 2-पैडीपैल्पाई (पदस्पर्शक) तथा 4-जोड़ी चलन टाँगे होती है।	• शरीर पृष्ठत: कैरापेस से ढंका हुआ।	• शरीर में बहुसंख्यक खंड।	• शरीर शीर्ष वक्ष तथा उदर में विभाजित
• उदर में प्राय: टाँगे नहीं होती है।	• शिरोवक्ष में 13 जोड़ी टांगे अथवा उपांग	• प्रत्येक खंड में 1-2 जोड़ी टाँगे, स्थलीय व हवा में सांस लेने वाले आर्थोपोड	• वक्ष में तीन खंड तथा 3 जोड़ी टाँगे जो प्रत्येक खंड में एक-एक जोड़ी होती हैं।
	• (नर जननांग और मादा अलग-अलग)		• प्राय: दो जोड़ी पंख जो पिछले दो वक्ष खंडो पर होते है।
• आँखे सरल	• आँखें संयुक्त	• आखें संयुक्त	• आँखें संयुक्त
• नर तथा मादा जननांग अलग-अलग	• नर तथा मदा जननांग अलग-अलग	• नर तथा मादा जननांग अलग-अलग	• नर तथा मादा जननांग अलग-अलग
• उदाहरण बिच्छू (चित्र 3.12a)	• उदाहरण झींगा (चित्र 3.12b)	• उदाहरण स्कोलोपेंड्रा व मिलीपीड (चित्र 3.12c)	• उदाहरण तिलचट्टा (चित्र 3.12d)



चित्र 3.12 ऑर्थोपॉड प्राणी (a) बिच्छू (b) झींगा (c) मिलीपीड (सहस्त्रपादी) (d) तिलचट्टा

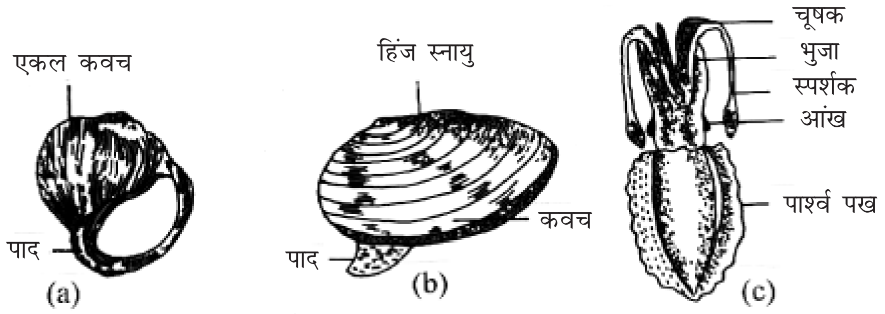
7. फाइलम मोलस्का (स्क्विड, घोघें ऑयस्टर आदि)

इन प्राणियों का शरीर कोमल, अखंडीय होता है जिसकी रक्षा के लिए कठोर कैल्सियमी कवच होता है। इनके चलने के लिए इनका पैर मांसल होता है जो कुछ परिस्थितियों में हथियार की भाँति भी कार्य करता है। उदाहरण: घोंघे, स्लग, ऑयस्टर, मसेल (सीपी), क्लैम, स्क्विड्स व आक्टोपस (चित्र 3.13) आदि हैं।

मुख्य लक्षण:

- अखंडीय, कोमल शरीर वाले प्राणी, स्थलीय या जलीय
- बाह्य कंकाल एक कवच के रूप में/जब होता है तब कवच या तो एककपाटी (univalve) या द्विकपाटी (bivalve) या कुछ में भीतरी होता है।
- नर व मादा जनन अंग अलग-अलग या एक साथ होता है।
- चलने के लिए मांसल पाँव होता है।

  उदाहरण एपल स्नेल **(पाइला, Pila)**, अलवणजलीय मसेल **(यूनियो)**, कटलफिश **(सीपिया)**, स्लग, ऑक्टोपस

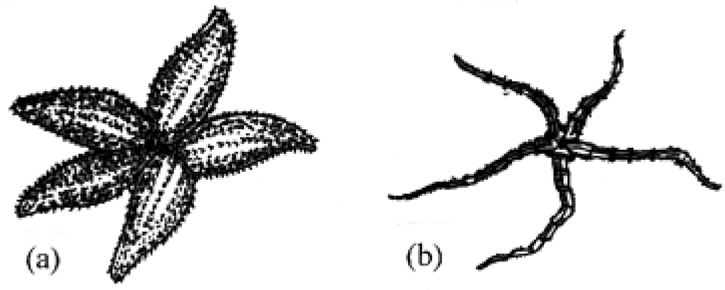


चित्र 3.13 तीन मोलस्क (a) *पाइला* (b) *यूनिओ* (c) *सीपिया*

8. फाइलम इकाइनोडर्मेटा (इसके अंतर्गत स्टारफिश, ब्रिटल स्टार, समुद्री-अर्चिन सी-कुकुम्बर)

मुख्य लक्षण

- समुद्री प्राणी, शरीर में खंड नहीं होते।
- शीर्ष नहीं होता, देह सतह पर पाँच अरीय क्षेत्र बने रहते हैं।
- अरीय सममिति
- चर्मीय कैल्सियमी अस्थिकाओं का कंकाल होता है, जिस पर काँटे बने होते हैं।
- संचलन गति नाल पादों (tube feet) द्वारा होता है।
- नर तथा मादा सामान्यतया अलग-अलग होते हैं।
- टूट कर अलग हो गए भागों का पुनर्जनन (regeneration) इस संघ की विशेषता है।
- वयस्कों में अरीय असमिति होती हैं। लेकिन डिंभक में द्विपार्श्वी सममिति होती है।



चित्र 3.14 इकाइनोडर्मेटा (a) ऐस्टेरियास (तारा मीन-Star Fish) (b) ऑफियारा

पाठगत प्रश्न 3.5

1. किस संघ (फाइलम) के सदस्य में दंशकोशिकाएं (नीडोब्लास्ट) पाई जाती हैं?

   ....

2. मृदा कृमियों में क्या पाया जाता है जिसकी सहायता से वे संचलन करते हैं?

   ....

3. क्या सभी प्लैटिहेल्मिन्थीज परजीवी होते हैं?

   ....

4. निम्न की कितनी जोड़ी टाँगे होती हैं :

   (i) कीट ....

   (i) बिच्छू ....

   (ii) मकड़ी ....

5. तारा मीन (स्टारफिश) के उस अंग का नाम बताएँ जिसकी सहायता से इसमें संचलन होता है।

   ....

6. संधिपाद प्राणी संघ (फाइलम ऑर्थोपोडा) के दो उदाहरण दें।

   ....

7. उन संघों (फाइला) का नाम बताएँ जिनमें निम्न अभिलक्षण पाए जाते हैं :

   (i) नालपाद ....

   (i) नीडोब्लास्ट (दंशकोशिकाएं) ....

   (ii) काइटिनी बाह्य कंकाल ....

   (iv) संघित संयुक्त टाँगे ....

   (v) वृक्कक (नेफ्रीडिया) ....

   (vi) चपटा शरीर व गुदारहित आहार नली ....

3.9 संघ (फाइलम) कार्डेटा

मुख्य लक्षण

– जीवन की किसी-न-किसी अवस्था में पृष्ठरज्जु (नोटोकॉर्ड) पाया जाता है। अधिकांश में इसके स्थान पर मेरूदंड या रीढ़ (backbone) हो जाती हैं।

– पृष्ठीय नलिकाकार तंत्रिका रज्जु।

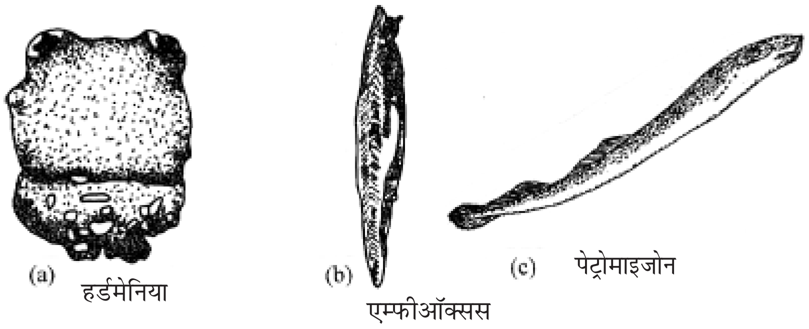
– जीवन की किसी-न-किसी अवस्था में डिंभक (लार्वा या वयस्क) में क्लोम छिद्रों का पाय जाना।

– शरीर में सिर, धड़ व दो जोड़ी उपांग पाए जाते हैं।

वर्गीकरण

संघ कॉर्डेटा

1. उपसंघ (उफाइलम) यूरोकॉर्डेटा	2. उपसंघ सेफैलोकार्डेटा	3. उपसंघ वर्टीब्रेटा
(a) नोटोकार्ड केवल डिंभक (लार्वा) अवस्था में होता है (यूरो-पूंछ)	(a) पृष्ठरज्जु तथा तंत्रिका रज्जु आजीवन बने रहते हैं तथा पूरे देह में आगे से पीछे तक बने रहते हैं।	(a) पृष्ठरज्जु के स्थान पर कशेरूक दंड (रीढ़ की हड्डी) बनी रहती है।
(b) शरीर थैलीनुमा वयस्क अवस्था में एक कंचुक (ट्यूनिक) (चोल-टेस्टा) में बंद होता है।	(b) शरीर लंबा व पार्श्व से चपटा होता है।	(b) शरीर में सुविकसित सिर व युग्मित पंख (फिन) या पाद होते हैं। अंत:कंकाल उपास्थि या अस्थि का बना होता हैं।
(c) पाद अनुपस्थित होते हैं।	(c) पाद या युग्मित फिन (पख) अनुपस्थित होता है।	(c) युग्मित पाद (चतुष्पाद) विद्यमान होते हैं।
(d) पृष्ठ नलिकाकार तंत्रिका रज्जु डिंभक में होता है, वयस्क में ह्रासित	(d) पृष्ठ नलिकाकार तंत्रिका रज्जु वयस्कों में विद्यमान होता है।	(d) पृष्ठ नलिकाकार, तंत्रिका रज्जु विद्यमान जो कि मस्तिष्क व मेरुरज्जु में विभाजित होता है।
(e) उदाहरण हर्डमेनिया चित्र 3.15(a)	(e) उदाहरण एम्फीऑक्सस (चित्र 3.15b)	(e) उदाहरण सभी रीढ़धारी प्राणी [चित्र 3.15c]



चित्र 3.15 कॉर्डेट् (a) *हर्डमेनिया* (b) *एम्फीऑक्सस* (c) *पेट्रोमाइजोन*

टिप्पणी

उपसंघ (सबफाइलम) वर्टीब्रेटा के दो अधिवर्ग (सुपरक्लास) – एग्नैथा (जबड़ारहित कशेरुकी (वर्टीब्रेट) व नैथोस्टोमेटा (जबड़ायुक्त कशेरुकी) होते हैं

सुपरक्लास-एग्नैथा (जबड़ा रहित)	**सुपरक्लास-नैथेस्टोमेटा (जबड़ा युक्त)**
(A = नहीं, gnathos = जबड़ा) वर्ग–साइक्लोस्टोमेटा Cyclostomata (Cyclo-वृत्ताकार, stoma = मुँह)	क्लास (1.) कॉण्ड्रिक्थीज
जबड़े नहीं होते	क्लास (2.) ऑस्टिक्थीज
7 जोड़ी क्लोम छिद्रें	क्लास (3.) एम्फीबिया (उभयचर प्राणी समूह)
युग्मित पख नहीं होते	क्लास (4.) रेप्टेलिया (सरीसृप समूह)
उदाहरण पेट्रोमाइजोन	क्लास (5.) एवीज (पक्षी समूह)
(लैम्प्रे) (चित्र 3.15)	क्लास (6.) मैमेलिया (स्तनी प्राणी)

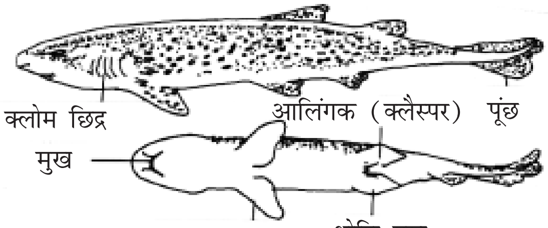
दो वर्ग की मछलियों में उपास्थियुक्त व अस्थियुक्त मछलियाँ शामिल हैं। मछलियाँ जलीय जीव हैं। क्लोम (गिल) से साँस लेने वाली व शल्कों (स्केल्स) की सहायता से गति करने वाले प्राणी हैं।

क्लास 1 कॉण्ड्रिक्थीज (Chondrichthyes)

(Gk कॉन्ड्रो (Chondro) = कार्टिलेज उपास्थि ichthyes = मछली)

– मुँख अधर पर
– पूँछ विषमपुच्छीय
– कंकाल उपास्थिमय
– 5 से 7 जोड़ी गिल (क्लोम)
– ऑपरकुलम (क्लोम आवरण) नहीं होता है

उदाहरण–*स्कोलियोडॉन* (*Scoliodon* डॉग फिश)



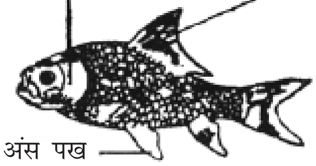
चित्र 3-16(a) *स्कोलियोडॉन*

क्लास 2 ऑस्टिक्थीज

(Os = हड्डी, ichthyes = मछली)

– मुख अंतस्थ
– पूँछ समपुच्छीय
– कंकाल अस्थिमय
– 4 जोड़ी गिल
– ऑपर्कुलम (क्लोम आवरण) होता है।

उदाहरण–*लैबियो* (*Labeo* या रोहू) (चित्र 3.16b)



चित्र **(b)** *लैबियो* (*Labeo*)

पाठगत प्रश्न 3.6

1. निम्न के नाम बताइए
   (i) रीढ़ की हड्डी युक्त प्राणियों की श्रेणी
   ....
   (i) रीढ़ की हड्डी युक्त लेकिन जबड़ा विहीन समूह
   ....
   (ii) कोई एक उपास्थिल (उपास्थियुक्त) मछली
   ....
2. उपास्थिल और अस्थिल (अस्थियुक्त) मछलियों के बीच एक अन्तर बताएँ।
   ....
3. एक अस्थिल मछली का नाम बताएँ।
   ....
4. संघ (फाइलम) कॉर्डेटा के तीन मुख्य लक्षण बताएँ।
   ....

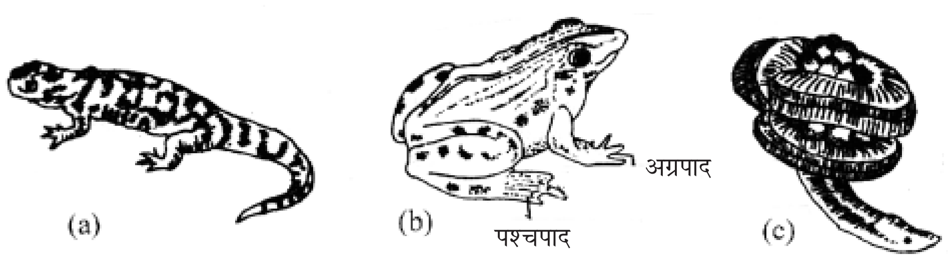
वर्ग (क्लास) 3 ऐम्फिबिया (Amphibia – amphi : दोनों, उभय, bios = जीवन; जल तथा स्थल दोनों पर रहने वाला प्राणी)

मुख्य लक्षण

– अंशतः जल में और अंशतः थल पर रहते हैं।
– त्वचा चिकनी या खुरदरी, ग्रंथियों से भरपूर होती हैं।
– दो जोड़ी पाद, पंचांगुलीय (पेन्टाडक्टाइल) अंगुलियों में नखर नहीं होते।
– शरीर में स्पष्ट शीर्ष व धड़, गर्दन नहीं होती।
– दो नासाद्वार (Nostril) मुखगुहा में खुलते हैं।
– कर्णपटह झिल्ली (Tympanum) देहभित्ति की सतह पर।
– अंडे पानी में देते हैं।
– डिंभक (लार्वा) अवस्था में क्लोम (गिलों) से तथा वयस्क अवस्था में फुप्फुस यानी लंग्स (फेफड़ों) से साँस लेते हैं।
– हृदय तीन कक्षीय होता है।
– डिंभक (लार्वा) अवस्था, पूँछयुक्त व जलीय

कुछ पूँछयुक्त (सैलामैंडर) व कुछ अन्य पूँछरहित (मेंढक, टोड)

उदाहरण : *सैलामैंडरा, प्रोटिअस* (चित्र 3.17a), *राना* (मेंढक), *ब्यूफो* (टोड) चित्र 3.17b इक्थियोफिस (चित्र 3.17c)



चित्र 3.17 उभयचर (एम्फीबियन) (a) सैलामैंडरा (b) मेंढक (c) इक्थियोफिस

पाठगत प्रश्न 3.7

1. एक उभयचर प्राणी के हृदय में कितने कक्ष होते हैं?

 ....

2. एक पुच्छहीन उभयचर का नाम बताएँ?

 ....

3. 'एम्फीबिया' का शाब्दिक अर्थ क्या है?

 ....

क्लास 4 : क्लास रेप्टीलिया (Reptilia) (reptere = रेंगना) ये चार टांगों वाले (पाद युक्त) या टांग रहित (पादहीन) रेंगनेवाले प्राणी होते हैं जिनका शरीर शल्कों से ढका रहता है। ये जमीन पर अंडे देते हैं।

विशिष्ट लक्षण

– स्थलचर (जमीन पर रहने वाले) और कुछ जलचर (पानी में रहने वाले हैं)

– शरीरश्रृंगीय शल्कों से ढका होता है।

– त्वचा शुष्क होती है।

– युग्मित पंचागुलीय पाद (pentadactyl) (साँप में नहीं होते हैं)। अंगुलियों में नखर (clawed) होते हैं।

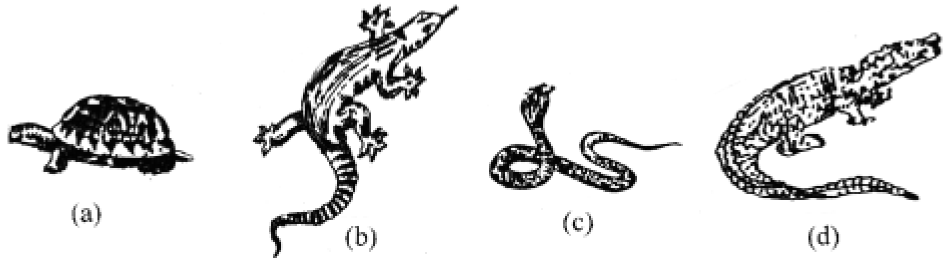
– कर्णपटह छोटी तथा भीतर को धंसी (साँपों में नहीं होती)।

– श्वसन फेफड़ों द्वारा होता है।

– हृदय 3 कक्षीय लेकिन आंशिक रूप से विभाजित निलय (हृदय 4 कक्षीय, मगरमच्छों में)

– इनके अंडों में चमड़े का कवच (आवरण) होता है।

उदाहरण–कछुआ (Tortoise), कूर्म (टर्टल), बगीचे में पाई जाने वाली छिपकली (कैलोटीस), दीवार-छिपकली (हैमीडक्टाइलस), नाग (*नाजा नाजा*), मगरमच्छ (*क्रोकोडाइलस*), घड़ियाल (ग्रेविएलिस)



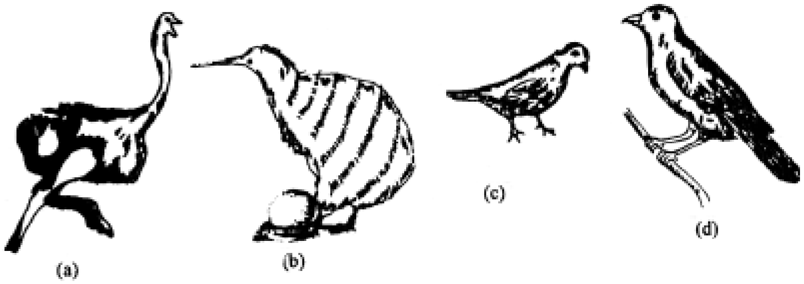
चित्र 3.18 रेप्टाइल (a) कछुआ (b) दीवार-छिपकली (c) नाग (d) मगरमच्छ

क्लास 5 क्लास : एवीज (Aves) (avis = पक्षी)

विशिष्ट लक्षण

- नियततापी (Warm blooded) (होमोइओ-समतापी) इनको अंत:तापी (ऐन्डोथर्मल) भी कहते हैं। अर्थात् शरीर का तापमान स्थिर बना रहता है।)
- शरीर के ऊपर पिच्छ (feathers) होते हैं, शल्क केवल पिछली टाँगों में होते हैं।
- शरीर में तीन भाग शीर्ष, गर्दन तथा धड़ होते हैं।
- जबड़े,शृंगीय चोंच होती है, किन्तु दाँत नहीं होते।
- पिछली टाँगों में चार अंगलियाँ होती हैं और ये पक्षिसादन (डाल पर बैठने की व्रिफयाविधि) चलने या तैरने आदि के लिए अनुकूलित होती हैं।
- हड्डियों में वायु गुहाएँ होती हैं (वातिल आस्थियाँ) जिससे शरीर हल्का होता है।
- अग्रपाद पंखों में रूपांतरित होते हैं जिनसे उड़ा जा सकता है।
- हृदय 4-कक्ष वाला, श्वसन के लिए पुफपुफस (फेफड़े) जिनके साथ वायुकोष (air sac) जुड़े रहते हैं।
- वाक् या शब्दिनी (सायरिंक्स, syrinx) श्वासनली तथ श्वसनियों के संधि स्थल पर होता हैं।
- मादा में केवल बायाँ अंडाशय होता है (शरीर-भार में बचत)
- सभी अंडप्रजक (oviparous) (अंडे देते हैं), अंडों में पीतक (yok) की अधिक मात्रा तथा कवच कैल्सियमी होता है।

उदाहरण : शुतुरमुर्ग (*Struthio*), कीवी (*Abteryx*), मोर (*Pavo*), कबूतर (*Columba*), कौआ (*Corvus*), आदि चित्र 3.19



चित्र 3.19 एवीज (a) शुतुरमुर्ग (b) कीवी (c) कबूतर (d) कौआ

पाठगत प्रश्न 3.8

1. एक जलीय सरीसृप का नाम बताइए?

   ....

2. निम्न के हृदय में कितने कक्ष होते हैं :

   (i) छिपकली ....

   (i) मगरमच्छ ....

3. पक्षियों के वाक् यंत्र को क्या कहते हैं?

   ....

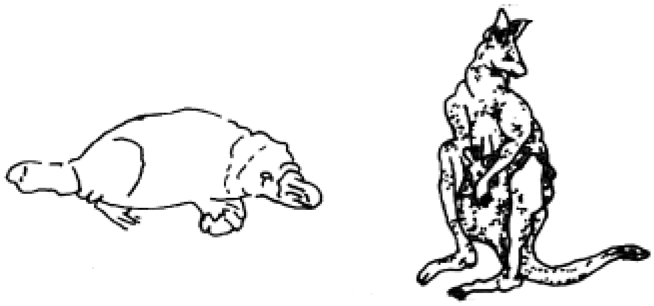
वर्ग (क्लास) 6 मैमेलिया (Mamma = स्तन)

मुख्य लक्षण

- शरीर पर बाल होते हैं।
- दुग्ध (स्तन) ग्रंथियाँ पायी जाती हैं।
- त्वचा में स्वेद व तेल ग्रंथियाँ होती हैं।
- शरीर शीर्ष, गर्दन, धड़ व पूँछ में विभाजित होता है, कुछ में पूँछ नहीं होती।
- बाह्य कर्ण बाहर की तरफ निकले हुए (कर्णपल्लव-pinna) पाए जाते हैं।
- उंगलियों के सिरों पर सामान्यतया नखर, नाखून अथवा खुर होते हैं।
- दंतविन्यास गर्तदन्ती (thecodont) होते हैं। (जबड़ों की हड्डियों के गड्ढ़ों में दांत टिके रहते हैं) और सामान्यतया विषमदन्ती (heterodont) होते हैं (चार भिन्न प्रकार के दांत पाए जाते हैं)।
- गर्दन में सात कशेरुक (vertebrae) होती हैं।
- समतापी, नियततापी व हृदय चार कक्ष वाला होता है।
- वृषण (testis) उदरबाह्य (यानी उदरगुहा से बाहर होते हैं) और वृषण कोष (scrotal sac)में विद्यमान रहते हैं।
- शिशुप्रज (बच्चों को जन्म देते हैं) कुछ आदिम स्तनी (primitive Mammals) अंडप्रज (अंडों को जन्म देने वाले) होते हैं।
- गर्भ का पोषण माँ के अपरा (प्लैसेंटा placenta) से होता है।

क्लास मैमोलिया का वर्गीकरण

1 उपवर्ग प्रोटोथीरिया	2 उपवर्ग मेटाथीरिया	3 उपवर्ग यूथेरिया
(a) कोई बाहरी कान नहीं होते।	(a) बाहरी कान होते हैं।	(a) बाहरी कान होते हैं।
(b) दाँत केवल बच्चों में	(b) दाँत बच्चों व वयस्कों दोनों में होते हैं	(b) दाँत बच्चों व वयस्कों दोनों में होते हैं
(c) अपरा नहीं होती।	(a) भ्रूण के पोषण के लिए अपरा नहीं होती।	(a) अपरा होती है।
(d) स्तन ग्रंथियों में चूचक (nipples) नहीं होते।	(d) स्तन ग्रंथियाँ होती हैं।	(d) स्तन ग्रंथियाँ होती हैं।
(e) मादाएँ अंडप्रजक होती है। उदाहरण : डक बिल प्लैटिपस औरनिथोरिकंस (चित्र 3.20a)	(e) बच्चे अपरिपक्व पैदा होते हैं। मादाओं में शिशुधानी (बच्चे के लिए थैली) मार्सुपियम होती है उदाहरण–कंगारू (मैक्रोपस) (चित्र 3.20b)	(e) बच्चे परिपक्व दशा में पैदा होते हैं (आगे के वर्गीकरण व उदाहरण नीचे दिए गए हैं।)



चित्र 3.20 (a) डकबिल्ड प्लैटीपस (b) कंगारू

पक्षियों व स्तनी प्राणियों के शरीर का तापमान स्थिर रहता है। उन्हें समतापी (homoiolhermal) प्राणी कहते हैं।

उपवर्ग यूथीरिया को फिर कई गणों (ऑर्डरों) में भी विभाजित किया जाता है। इनमें से कुछ विशेष गण इस प्रकार हैं।

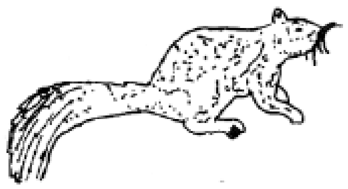
ऑर्डर 1: रोडेन्शिया (Rodentia)

– शाकाहारी एवं स्थलीय होते हैं।

– कृन्तक दाँत लंबे व पैने छैनी जैसे होते हैं।

– अग्रपाद पश्चपादों से छोटे होते हैं।

उदाहरण–चूहा, गिलहरी (चित्र 3.21)



चित्र 3.21 गिलहरी

ऑर्डर 2–काइरॉप्टेरा (Chiroptera)

– ये उड़ने वाले स्तनी हैं।

– अग्रपाद उड़ने के लिए अनुकूलित।

– चर्म प्रसार (त्वचा का वलन अर्थात् पैटैजियम Patagium) पंख की तरह काम करता है।

– पश्चपाद पतले और छोटे।

– रात्रिचर (रात्रि में सक्रिय)।

– चमगादड़ की दृष्टि क्षीण होती है। वे प्रतिध्वनि निर्धारण **(echolocation)** की सहायता से वस्तुओं से टकराने से बचते रहते हैं। वे पराश्रव्य तरंगे (सुपरसोनिक वेव्स) उत्पन्न करते हैं जो वस्तुओं से टकराकर वापस आती हैं और इनकी सहायता से वे वस्तु की स्थिति का पता लगाते हैं। यह विधि रडार की भाँति कार्य करती है।

चित्र 3.22 चमगादड

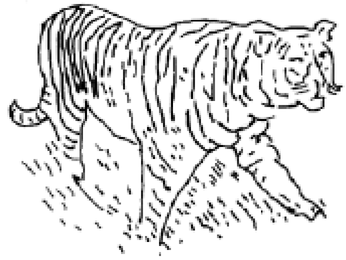
उदाहरण–चमगादड़ (चित्र 3.22)

ऑर्डर 3–कार्निवोरा (Carnivora)

– मांसाहारी स्तनी

– लंबे, नुकीले तेज रदनक दांत जिनसे मांस फाड़ने में सहायता मिलती है।

– अंगुलियों में तेज नखर (claws)



चित्र 3.23 बाघ

उदाहरण–शेर, बाघ, बिल्ली, कुत्ता–(चित्र 3.23)

ऑर्डर 4 प्राइमेटीज (Primates)

– मस्तिष्क बहुत विकसित।

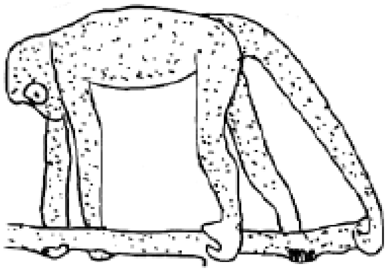
– आँखें सिर में आगे की दिशा में देखने के लिए विन्यासित होती हैं जिससे द्विनेत्री दृष्टि (बाइनोक्युलर विजन - गंभीर अवगम बोध depth perception) में सहायता मिलती है।

– गर्दन गतिशील होती है।

– पादों में पाँच-पाँच अंगुलियाँ जिनमें चपटे नाखून होते हैं।

– हाथ का अंगूठा व पादांगुष्ठ (पैरों के अंगूठे) एक दूसरे सामने (यानी पकड़ने के लिए अनुकूलित) होते हैं।

– वक्ष पर दो स्तन विद्यमान होते हैं।



चित्र 3.24 बंदर

उदाहरण बंदर (चित्र 3.24), लंगूर, आदमी

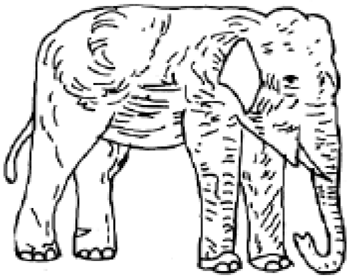
ऑर्डर 5 सिटेशिया (Cetacea)

चित्र 3.25 ह्वेल

- जलीय
- अग्रपाद रूपान्तरित होकर पैडल बन जाते हैं।
- गर्दन नहीं होती।
- मछली जैसी आकृति लेकिन श्वसन फेफड़ों द्वारा होता है।

उदाहरण–तिमि (ह्वेल whale) (चित्र 3.25)

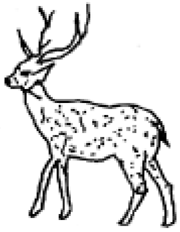
ऑर्डर 6 प्रोबोसिडिया (Proboscidea)



चित्र 3.26 हाथी

- बड़े आकार के शाकाहारी, स्थलीय होते हैं।
- ऊपरी होंठ और नाक आपस में जुड़कर एक लंबी गतिशील सूंड बन जाती है।
- ऊपरी जबड़ों में केवल एक जोड़ी कृंतक (इनसाइजर) होते हैं जो नर में गजदंत बन जाते हैं। उदाहरण–हाथी (चित्र 3.26)

ऑर्डर 7 अंगुलाटा (ungulata)



चित्र 3.27 हिरन

- खुरदार स्तनी यानी पैरों में खुर होते हैं
- शाकाहारी होते हैं
- सामान्यतया पालतू जानवर होते हैं।
- स्तन उदरीय व चूचुक (teats) युक्त होते हैं।

उदाहरण–हिरन, गाय, भेड़ (चित्र 3.27)

पाठगत प्रश्न 3.9

1. कॉलम I में दिए गए मदों को कॉलम II के मदों से मेल कराइएँ

	कॉलम I		कॉलम II
(i)	मानव	(क)	कार्निवोरा
(i)	प्लैटीपस	(ख)	अंगुलाटा
(ii)	बाघ	(ग)	प्राइमेट्स (प्राइमेटीज)
(iv)	ह्वेल	(घ)	प्रोटोथीरिया
(v)	घोड़ा	(ङ)	मेटाथीरिया
(vi)	कंगारू	(च)	सिटेशिया

2. स्तनियों के उस समूह का नाम बताइये जिसमें निम्नलिखित पाये जाते हैं:

   (i) अंडप्रज (अंडा देने वाले) स्तनी ....

   (i) धानी (थैलीदार) स्तनी ....

   (ii) मांसाहारी स्तनी ....

   (iv) जलीय स्तनी ....

   (v) उड़ने वाले स्तनी ....

3. वह कौन-सा एक अभिलक्षण है जिसके आधार पर कुछ प्राणियों को क्लास मैमेलिया में रखा गया है।

   ....

4. एक स्तनी का नाम बताइए जिसमें शिशुधानी (मार्सूपियम) होता है।

   ....

5. कार्डेटों के किस एक समूह में बाल पाए जाते हैं?

   ....

आपने क्या सीखा

- प्राणी बहुकोशिकीय यूकैरियोट होते हैं, जिनमें विषमपोषी पोषण, संचलन तथा तंत्रिका तंत्र द्वारा संवेदनशीलता पाई जाती है।
- इनमें कोशिकीय स्तर की संघटना संघ (पोरीफेरा), ऊतक स्तर की संघटना (संघ नाइडेरिया) तथा अंग स्तर की संघटना (अन्य प्राणि संघों में) होती पाई गई है।
- इनका शरीर असममित (पोरीफेरा), अरीय रूप में सममित (नाइडेरिया) तथा द्विपार्श्वत: सममित होता है (दूसरे प्राणि संघ में)
- जगत् ऐनीमेलिया को दो समूहों में विभाजित किया गया है–अपृष्ठरज्जुकी और रज्जुकी
- गैर कार्डेटा में तीन उपसंघ–यूरोकार्डेटा, सेफेलोकॉर्डेटा तथा बर्टीब्रेटा आते हैं। वर्टीब्रेटा में दो सुपर क्लास आते हैं–एग्नैथा (जबड़ाविहीन) तथा नैथेस्टोमेटा (जबड़ा युक्त)
- नैथेस्टोमेटा में 6 क्लास आते हैं–कॉण्ड्रिक्थीज (उर्पास्थियुक्त मछलियाँ) आस्टिक्थीज (अस्थिल मछलियाँ), ऐम्फीबिया (मेंढक), रेप्टीलिया (छिपकली) , एवीज (पक्षी), मैमैलिया (चूहे)
- पोरीफेरा की पहचान आस्य (ऑस्टिया), प्रास्य (ऑसकुलम), स्पंजगुहा (स्पंजोसील) और विनाल तंत्र होती है।
- नाइडीरिया में नीडोब्लास्ट (दंश कोशिकाएँ), सीलेंटेरॉन (देहगुहा) तथा पॉलिप एवं मेडुसॉइड होते हैं।

- प्लेटीहैल्मिंथीज (चपटे कृमि) में थोड़े से प्राणी मुक्त जीवी परंतु अधिकांशत: परजीवी होते हैं जैसे फीताकृमि व यकृत पर्णाभ (लिवर फ्लूक)
- ऐस्केलमिन्थीज़ संघ के नीमेटोड क्लास में गोल कृमि आते हैं।
- ऐनेलिडा (केंचुए आदि) में मेटामेरिक विखंडन (सेगमेंटेशन) तथा वृक्कक (nephridia) होते हैं।
- ऑर्थ्रोपोडों में संधित उपांग व काइटिनी उपत्वचा (क्यूटिकिल) (बाह्य: कंकाल) पाया जाता है।
- मौलस्का में कोमल शरीर वाले प्राणी होते हैं जिसके ऊपर कैल्सियमी कवच चढ़ा होता है।
- इकाइनोडर्मेटा में कंटीली त्वचा वाले प्राणी होते हैं जिनमें संचालन के लिए नालपाद होते हैं।
- कार्डेटा में किसी-न-किसी अवस्था पर तीन लक्षण अवश्य होते हैं–

  (i) नोटोकॉर्ड (i) पृष्ठीय खोखला तंत्रिका रज्जु (ii) क्लोम छिद्रें
- उभयचर (ऐम्फिबियन) जल और थल दोनों पर रहते हैं तथा उनकी अंगुलियों में नखर नहीं होते हैं।
- रेप्टीलिया में श्रृंगीय शल्क होते हैं जो कि शरीर को आवृत करते हैं। ये अधिकतर थलचर होते हैं।
- वर्ग (क्लास) एवीज में पक्षी आते हैं–उड़ने वाले कशेरुकी–जिनमें अग्रपाद पंखों के रूप में रूपांतरित हो गए हैं।
- स्तनी प्राणियों में बाल व स्तन ग्रंथियाँ होती हैं जिनसे शिशु को पिलाने के लिए दूध निकलता है।
- प्लाँटी जगत् को दो भागों में बाँटा गया है–ब्रायोफाइटा तथा ट्रैकियोफाइटा
- ब्रायोफाइटा पौधों के जलस्थलचर हैं और असंवहनीयुक्त हैं।
- ब्रायोफाइटों का प्रधान पादपकाय गैमीटोफाइट होता है, स्पोरोफाइट गैमीटोफाइट पर लगा रहता है।
- टेरिडोफाइटों का मुख्य पादप काय स्पोरोफाइट होता है।
- प्लांटी के दोनों समूहों में पीढ़ी एकांतरण होता है।
- जिम्नोस्पर्म व ऐंजियोस्पर्म बीज बनाने वाले पौधे होते हैं।
- जिम्नोस्पर्मों में बीज अनावृत होते है, जबकि ऐंजियोस्पर्म में बीज अंडाशय में बंद होते हैं।
- द्विबीजपत्री व एकबीजपत्री पौधों में मुख्य अंतर बीजपत्रों की संख्या में होता है।
- ब्रैसिकेसी व मालवेसी द्विबीजपत्री कुल (फेमिली) हैं जबकि पोएसी व लिलिऐसी एकबीजपत्री कुल हैं।

पाठांत प्रश्न

1. प्लाँटी जगत के मुख्य वर्ग क्या-क्या हैं?
2. ब्रायोफाइटों के दो मुख्य प्रकार क्या-क्या हैं?
3. गैमीटोफाइट (युग्मकोद्‌भिद्) तथा स्पोरोफाइट (बीजाणुद्‌भिद्) में विभेद कीजिए।
4. पीढ़ी एकांतरण को परिभाषित कीजिए।
5. टेरिडोफाइटों को ट्रैकियोफाइटा में क्यों रखा जाता है?
6. ऐन्जियोस्पर्म व जिम्नोस्पर्मों में विभेद कीजिए।
7. द्विबीजपत्री व एकबीजपत्री पौधों में कोई तीन मुख्य अंतर बताइये।
8. ऐंजियोस्पर्मों की तीन कुलों (फेमिली) के नाम बताइये तथा प्रत्येक का एक-एक लक्षण बताइएँ।
9. प्राणी की परिभाषा दीजिए।
10. उदाहरण देते हुए जगत् ऐनिमेलिया में निम्नलिखित के नाम लिखिए–

    (i) तीन प्रकार की समितियाँ (Symmetry)

    (ii) तीन प्रकार के संघटना स्तर
11. त्रिकोरकी (ट्रिप्लोब्लास्टिक) शब्द का क्या अर्थ है?
12. प्रमुख अरज्जुकी संघों के नाम लिखिए। प्रत्येक का एक-एक मुख्य लक्षण तथा एक-एक उदाहरण दीजिए।
13. निम्न में एक-एक प्रमुख अंतर बताइए–

    (i) चक्रमुखी (साइक्लोस्टोम) तथा अन्य मछलियाँ

    (i) कॉण्ड्रिक्थीज तथा ऑस्टिकथीज उदाहरण दें।
14. मेंढ़कों को क्लास ऐम्फिबिया में क्यों रखा जाता है?
15. सरीसृपों (रेप्टाइलों) के दो विशेष लक्षण बताइए, पाँच सरीसृपों (रेप्टाइलों) के उदाहरण दीजिए।
16. पक्षियों के कोई तीन लक्षण बताइए जिनके द्वारा वे वायु जीवन के लिए अनुकूलित होते हैं। न उड़ सकने वाले पक्षियों के कोई दो उदाहरण दें।
17. मैमेलिया के तीन लक्षण बताइए तथा प्रोटोथीरिया, मेटाथीरिया तथा यूथीरिया में कोई एक अंतर बताइए?
18. मैमेलिया के किन्हीं पाँच गणों (आर्डरों) के नाम बताइए। प्रत्येक गण का एक-एक विशेष लक्षण तथा एक-एक उदाहरण दीजिए।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

3.1 1. ये अपना जीवन चक्र जल और थल में पूरा करते हैं।

2. गैमीटोफाइट प्रावस्था का स्पोरोफाइट प्रावस्था के साथ एकांतर क्रम का होना

3. ऐंथीरीडिया (पुंधानी) तथा आर्किगोनिया (स्त्रीधानी)

4. ठंडे तथ आर्द्र स्थान

3.2 1. स्पोरोफिटिक, 2. स्पोरोफाइट, 3. इनमें संवहनी ऊतक होते हैं,

4. पुंधानी (ऐंथीरीडिया) तथा स्त्रीधानी (आर्किगोनिया), 5. प्रोथैलस

3.3 1. अनावृत बीज, 2. साइकस तथा पाइनस,

3. इमारती लकड़ी, रेजिन (राल)

3.4 1. फाबेसी, पोएसी, 2. 10, अनंत

3. (i) ओराइजा सेटाइवा (Oryza sativa)

(i) कैजैनस काजन (Cajanus cajan)

(ii) ऐलो बारबेडुमिन्स

4. निषेचन के पश्चात् अंडाशय में

3.5 1. नाइडेरिया, 2. सेटी, 3. नहीं

4. (i) 3, (i) 4 (ii) 3

5. नाल पाद, 6. झींगा, मिलीपीड तथा अन्य कोई

7. (i) इकाइनोडर्मेटा (i) नाइडीरिया

(ii) ऑर्थ्रोपोडा (iv) ऐस्केलमिंथीज

(v) ऐनीलिडा (vi) प्लेटीहेल्मिन्थीज

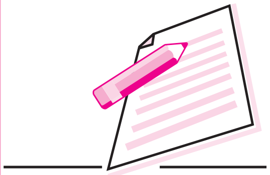
3.6 1. (i) बर्टीब्रेटा, (i) एग्नैथा (ii) स्कॉलियोडॉन

2. अंत:कंकाल–अस्थिल मछलियों में अस्थिकी व उपास्थिल–मछलियों में उपास्थि की बनी

या

5 से 7 जोड़ी क्लोम (गिल) उपास्थि–मीनों में तथा 4–जोड़ी अस्थिल मीनों में

3. *लेबियो, 9 कतला*



4. (i) जीवन की किसी-न-किसी अवस्था में नॉटोकार्ड का होना,

   (i) पृष्ठीय नलिकाकार तंत्रिका रज्जु

   (ii) जीवन की किसी अवस्था में गिल दरारों का होना,

3.7 1. तीन 2. इक्थियोफिस

3. पानी व जमीन दोनों पर रह सकते हैं।

3.8 1. कछुआ, समुद्री साँप 2. तीन और चार

3. साइरिंक्स (शब्दिनी)

3.9 1. (i) और c (ii) और d (iii) और a (iv) और f (v) और b (vi) और e

2. (i) प्रोटोथीरिया, (i) मेटाथीरिया, (ii) कार्निवोरा (iv) सिटेशिया, (v) काइरोप्टेरा

3. स्तन या दुग्ध ग्रंथियां

4. कंगारू

5. मैमेलिया

4

कोशिका – संरचना एवं प्रकार्य

सभी जीव जीवन की संरचनात्मक व प्रकार्यात्मक इकाइयों से मिलकर बनते हैं, जिन्हें 'कोशिकाएँ' कहा जाता है। कुछ जीव जैसे बैक्टीरिया, प्रोटोजोआ व कुछ शैवालों का शरीर एक ही कोशिका के बने होते हैं जबकि उच्चतर कवक, पौधे और प्राणी अनेक कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं। मानव शरीर लगभग एक ट्रिलियन कोशिकाओं से मिलकर बना है।

कोशिकाएँ आकार व संरचना में भिन्न-भिन्न होती हैं क्योंकि वे विभिन्न कार्यों को करने के लिए अनुकूलित होती हैं। लेकिन सभी जैविक कोशिकाओं के मूलभूत अवयव समान होते हैं। इस पाठ में आप सभी कोशिकाओं की मूलभूत संरचना के बारे में अध्ययन करेंगे। आप कोशिका विभाजन के प्रकार तथा निहित प्रक्रियाओं के बारे में भी जानकारी प्राप्त करेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *इस बात को उचित ठहरा पाएँगे कि कोशिका सभी जीवों की मूलभूत संरचनात्मक एवं प्रकार्यात्मक इकाई है।*
- *कोशिका के अवयवों की सूची बना पाएँगे व कोशिका सिद्धांत बता पाएँगे।*
- *प्राक्केंद्रकी (प्रोकेरियोटिक) व सुकेंद्रकी (यूकैरियोटिक) कोशिकाओं में भेद कर पाएँगे।*
- *पादप व सुकेंद्रकी-कोशिकाओं में भेद कर पाएँगे।*
- *चिह्नित आरेख की सहायता से पादप व प्राणि कोशिकाओं की संरचना का निरूपण कर सकेंगे।*
- *प्लाज़्मा झिल्ली, कोशिका भित्ति, अतर्द्रव्यीय जालिका एन्डोप्लाज्मिक रेटीकुलम- (ER)' पक्ष्माभ (सीलिया), कशाभिका (फ्लैजेला), केंद्रक (न्यूक्लियस), राइबोसोम, माइटोकॉन्ड्रिया, हरित लवक (क्लोरोप्लास्ट), गॉल्जी बॉडी, परऑक्सीसोम, ग्लाईऑक्सीसोम व लाइसोसोम की संरचना व कार्यों का वर्णन कर पाएँगे।*
- *कोशिका अणु अर्थात् जल, खनिज आयन, कार्बोहाइड्रेट, लिपिड, ऐमीनो अम्ल, प्रोटीन न्यूक्लियोटाइड, न्यूक्लीक अम्ल, (प्रकिण्व) एंज़ाइम, विटामिन, हॉर्मोन, स्टेरॉइड के ऐल्केलॉइडों के सामान्य महत्त्व का वर्णन कर पाएँगे।*
- *कोशिका विभाजन की आवश्यकता को उचित ठहरा पाएँगे।*

- *कोशिका चक्र की विभिन्न प्रावस्थाओं का वर्णन कर पाएँगे।*
- *केंद्रकप्ररूप (केरियोटाइप) शब्द की व्याख्या कर पाएँगे और केंद्रकप्ररूप-विश्लेषण और इसकी सार्थकता महत्व बता पाएँगे।*

4.1 कोशिका तथा कोशिका सिद्धांत

4.1.1 कोशिका के अध्ययन में ऐतिहासिक घटना

एन्टॉन वॉन ल्यूवेनहोक द्वारा सूक्ष्मदर्शी का आविष्कार कर लिए जाने के बाद, रॉबर्ट हुक ने सन् 1665 में कार्क के एक टुकड़े को माइक्रोस्कोप से देखा और पाया कि यह छोटे-छोटे उपखंडों से मिलकर बना था जिसे उसने 'सेल' (Cells) कहा। हम हिंदी में कोशिका कहते है। लैटिन भाषा में 'सेल' का अर्थ छोटा सा कक्ष होता है। सन् 1672 में ल्यूवेनहोक ने बैक्टीरिया, शुक्राणु व लाल रुधिर कणिकाएँ देखीं जो सभी कोशिकाएँ थीं। सन् 1831 में इंग्लैंड के एक वैज्ञानिक रॉबर्ट हुक ने देखा कि सभी कोशिकाओं के मध्य में एक काय पाया जाता है जिसे उन्होंने **केन्द्रक** (न्यूक्लियस- Nucleus) कहा।

4.1.2 कोशिका-सिद्धांत

1838 में एम.जे. श्लीडन व थियोडोर श्वॉन ने कोशिका सिद्धान्त का प्रतिपादन किया, जिसके अनुसार:

- सभी जीव कोशिकाओं के बने होते हैं।
- कोशिका ही जीवन की संरचनात्मक एवं कार्यात्मक इकाई है, और
- कोशिकाएँ, पहले से ही विद्यमान कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं।

कोशिकाओं में आकृति और आकार की दृष्टि से काफी विविधता पाई जाती है (चित्र 4.1)। प्राणियों की तंत्रिका-कोशिकाओं में लंबे-लंबे प्रवर्ध बने होते हैं। इनकी लंबाई कई सेन्टीमीटर हो सकती है। पेशी कोशिकाएँ आकार में दीर्धीकृत (लम्बी) होती हैं। शुतुरमुर्ग (Ostrich) का अंडा सबसे बड़ी कोशिका (75 mm) है। कुछ पादप कोशिकाओं में मोटी भित्ति होती है। विभिन्न जीवों में कोशिकाओं की संख्या में भी व्यापक विभिन्नता पाई जाती है।

4.1.3 कोशिका

कोशिका को **जीवद्रव्य** की एक ऐसी इकाई के रूप में परिभाषित किया जा सकता है, जो एक प्लाज्मा झिल्ली से घिरी हो और जिसमें एक केन्द्रक हो। जीवद्रव्य जीवन प्रदान करने वाला द्रव्य है जिसमें कोशिकाद्रव्य व केन्द्रक विद्यमान होते हैं। कोशिकाद्रव्य में अनेक **कोशिका-अंगक** होते हैं जैसे राइबोसोम, माइटोकॉन्ड्रिया (सूत्रकणिकाएँ), गॉल्जी-काय, प्लास्टिड (लवक) लाइसोसोम (लयन-काय) व एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (अंतर्द्रव्यी जालिका)। पादप कोशिकाओं के कोशिकाद्रव्य में अनेक धानियाँ (vacuoles) पाई जाती हैं जिनमें अजीवित पदार्थ जैसे क्रिस्टल, वर्णक आदि पाए जाते हैं। जीवाणु में न तो कोशिका अंगक पाए जाते हैं और न ही स्पष्ट निर्मित केन्द्रक लेकिन प्रत्येक कोशिका के तीन मुख्य अवयव होते हैं :

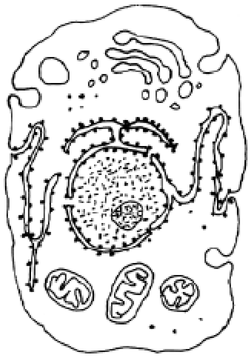
- प्लाज़्मा झिल्ली (Plasma membrane)
- कोशिकाद्रव्य (Cytoplasm)
- DNA, बैक्टीरिया में अनावृत व अन्य जीवों में केन्द्रकीय झिल्ली से आवृत

कोशिकाओं की दो मूलभूत किस्में

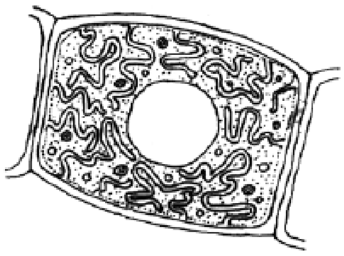
कोशिकावैज्ञानिक कोशिकाओं को दो मूलभूत किस्मों में बाँटते हैं (चित्र 4.1)। उनके भेदों को नीचे दी गई सारणी (चित्र 4.1) में दर्शाया गया है। वे जीव जिनमें एक स्पष्ट रूप से निर्मित केन्द्रक नहीं होता, प्राक्केंद्रकी या असीमकेंद्रकी (**प्रोकैरियोट**) कहलाते हैं जैसे जीवाणु। अन्य सभी में स्पष्ट रूप से निर्मित केन्द्रक होता है जो कि केन्द्रक झिल्ली से घिरा रहता है। सुकेंद्रकी या सीमकेंद्रकी (**यूकैरियोट**) कहते हैं।

सारणी 4.1 यूकैरियोटिक व प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में अंतर

यूकैरियोटिक कोशिका (eu = true, वास्तविक, Karyon = केंद्रक)	प्रोकैरियोटिक कोशिका (pro = आरंभिक/आदि Karyon = केन्द्रक)
1. केन्द्रक सुस्पष्ट, उसके ऊपर सुनिर्मित केन्द्रक झिल्ली होती है।	1. केन्द्रक स्पष्ट नहीं होता, यह एक केन्द्रक क्षेत्र 'केन्द्रकाभ' (Nucleoid) के रूप में होता है। इसमें केन्द्रक झिल्ली नहीं होती।
2. दोहरी झिल्ली वाले कोशिकांगक जैसे माइटोकॉन्ड्रिया, एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, गाल्जी बॉडी मौजूद होते हैं।	2. एक झिल्ली वाले कोशिका पिंड जैसे–मीसोसोम मौजूद होते हैं। एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम जालक, माइटोकॉन्ड्रिया, लवक, लायोसोम जैसे सूक्ष्मकाय और गाल्जी काय नहीं होते हैं।
3. राइबोसोम- 80 S	3. राइबोसोम- 70 S
4. कोशिका में दो स्पष्ट क्षेत्र, अर्थात् कोशिकाद्रव्य और केन्द्रक होते हैं।	4. ऐसे कोई क्षेत्र नहीं होते।
5. स्पीशीज के अनुसार प्रति केंद्रक में गुणसूत्रों की संख्या दो तथा उससे बहुत अधिक हो सकती है	5. प्रत्येक कोशिका में केवल एक गुणसूत्र होता है।
6. हर एक गुणसूत्र रैखिक होते हैं और इनके दोनों सिरे मुक्त होते हैं।	6. गुणसूत्र वृत्तीय होता है और एक बिंदू पर कोशिका झिल्ली से जुड़ा रहता है।
7. प्रत्येक गुणसूत्र में एक रैखिक दोहरी रज्जुकी (स्ट्रांडेड) DNA हिस्टोनों से युक्त होता है।	7. गुणसूत्र में एकल दोहरा रज्जुकी (स्ट्रांडेड) वृत्ताकार DNA अणु होता है पर इसके हिस्टोन नहीं होता।
8. प्रत्येक गुणसूत्र में एक सेंटोमियर होता है जो गुणसूत्र को दो भुजाओं में बांटता है। फिर भी यदि सेन्ट्रोमियर अंत्यक होता है तो गुणसूत्र में केवल एक भुजा होगी।	4. गुणसूत्र में सेंट्रोमियर नहीं होता।



चित्र 4.1a सुकेंद्रकीय कोशिका



चित्र 4.1b प्राक्केंद्रकीय कोशिका

(जैसा कि इलैक्ट्रॉन माईक्रोग्राफ में देखा गया)

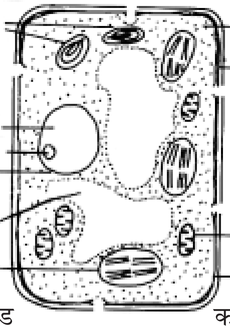
स्वेडबर्ग इकाई (Svedberg unit)

जब एक कोशिका को अल्ट्रासेंट्रीफ्यूज में घुमाकर इसके अवयवों को तोड़ा या विखंडित किया जाता है तो यूकैरियोटिक व प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं के अवसादों के राइबोसोम अलग-अलग गति पर नीचे बैठ जाते हैं। अवसाद गुणांक (coeffient of sedimentation) को स्वेडबर्ग इकाई के रूप में निरूपित किया जाता है व S द्वारा दर्शाया जाता है।

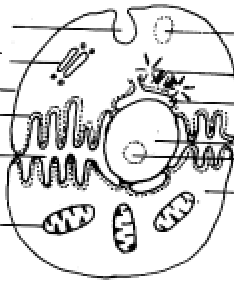
पादप कोशिकाएँ व प्राणि कोशिकाएँ भी एक-दूसरे से कई प्रकार भिन्न होती हैं जैसा कि सारणी 4.2 में दिया गया है और चित्र 4.2 में दर्शाया गया है।

सारणी 4.2 पादप कोशिका तथा प्राणि कोशिका में अन्तर

पादप कोशिका	प्राणि कोशिका
1. कोशिका झिल्ली के चारों ओर सेलुलोज की बनी कोशिका भित्ति होती है।	1. कोई कोशिका भित्ति नहीं होती। बाहरी संरचना कोशिका झिल्ली या प्लाज्मा झिल्ली है।
2. रसधानियाँ आम तौर पर बड़े आकार की होती है।	2. रसधानियाँ आमतौर पर नहीं होती यदि होती भी हैं तो सामान्यतया छोटे आकार की होती हैं।
3. प्लास्टिड मौजूद होते हैं।	3. प्लास्टिड नहीं होते।
4. गाल्जीकाय जालिकाय (डिक्टिओसोम-dictyosomes) नामक इकाइयों के रूप में होती हैं।	4. गाल्जीकाय सुविकसित और दो सिस्टरनीयुक्त होती है।
5. तारककेंद्र (सेंट्रिओल) नहीं होते।	5. तारककेंद्र (सेंट्रिओल) मौजूद होते हैं।



चित्र 4-2 (क) सामान्यीकृत पादप कोशिका



चित्र 4.2 (ख) सामान्यीकृत प्राणि कोशिका

पाठगत प्रश्न 4.1

1. नई कोशिकाएँ कहाँ से उत्पन्न होती हैं?

....

2. 'कोशिका-सिद्धांत' का प्रतिपादन करने वाले वैज्ञानिकों के नाम बताइये?

....

3. उस कोशिका अंगक का नाम बताइये जो पादप कोशिका में होता है लेकिन प्राणि कोशिका में नहीं होता।

....

4. प्राक्केंद्रकीय (प्रोकैरियोटिक) कोशिका व सुकेंद्रकीय (यूकैरियोटिक) कोशिका में दो अंतर बताएँ।

....

4.2 कोशिका के घटक तत्त्व

कोशिका के मुख्य अवयव (1) कोशिका-झिल्ली (2) कोशिकाद्रव्य व (3) केन्द्रक होते हैं।

4.2.1 कोशिका झिल्ली (प्लाज़्मा झिल्ली)

प्रत्येक कोशिका की एक सीमाकारी सीमा होती है जिसे कोशिका-झिल्ली या प्लाज़्मा झिल्ली या प्लाज़्मालेम्मा कहते हैं। यह एक सजीव झिल्ली होती है। प्राणि-कोशिकाओं में यह सबसे बाहरी परत है। लेकिन पादप कोशिकाओं में, कोशिका झिल्ली के बाहर पाई जाती है।

यह लचीली होती है और अंदर (जैसा की अमीबा की खाद्य धानी) या बाहर (जैसा की अमीबा में कूटपाद का निर्माण) की ओर मुड़ सकती है।

प्लाज़्मा झिल्ली प्रोटीन व लिपिडों (lipids) की बनी होती है। प्रोटीन व लिपिडों के विन्यास के अनेक मॉडल प्रस्तुत किए गए हैं। सिंगर व निकलसन (1972) द्वारा दिया गया **तरल मोजेक मॉडल** (फ्लूइडमोजेक मॉडल) व्यापक रूप से स्वीकृत मॉडल है। इसे चित्र 4.3 में दर्शाया गया है।

तरल मोजेक मॉडल के अनुसार

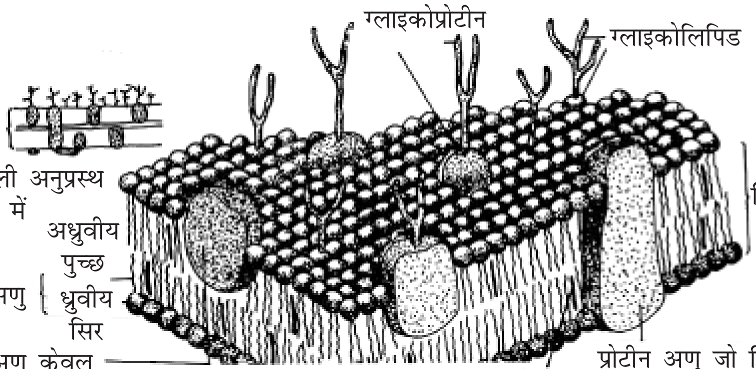
(i) प्लाज़्मा झिल्ली फॉस्फोलिपिड अणुओं की दोहरी लिपिड परत होती है जिसके भीतर अनेक प्रकार के प्रोटीन अंत:स्थापित रहते हैं।

(ii) प्रत्येक फॉस्फोलिपिड अणु के दो छोर होते हैं। एक बाहरी जलरागी सिरे अर्थात् जल को अपनी ओर आकर्षित करने वाला छोर, और केंद्र की ओर निर्दिष्ट भीतरी अर्थात् सिरा जलविरागी, जल को विकर्षित करने वाला छोर।

(iii) प्रोटीन के अणु दो प्रकार से व्यवस्थित रहते हैं :

(a) **परिधीय प्रोटीन या बाह्य प्रोटीन :** ये लिपिड की दोहरी परत के बाहरी व अंदरूनी सतहों पर विद्यमान होते हैं।

(b) **अंगभूत या आंतरिक प्रोटीन :** ये प्रोटीन लिपिड की परत को भीतर से पूरी तरह से या आंशिक रूप से भेदते हुए स्थित होते हैं।



चित्र 4.3 कोशिका झिल्ली का तरल मोजेक मॉडल

प्रकार्य :

(i) प्लाज़्मा झिल्ली कोशिका के भीतर के सभी भागों को घेरे रखती है।

(ii) यह कोशिका को आकृति प्रदान करती है (प्राणि कोशिकाओं में) उदाहरण के तौर लाल रूधिर कोशिकाओं, तंत्रिका कोशिकाओं, अस्थि कोशिकाओं आदि की विशिष्ट आकृति प्लाज़्मा झिल्ली के कारण ही होती है।

(iii) इसमें से होकर विशिष्ट पदार्थ कोशिका के भीतर या बाहर आ जा सकते हैं लेकिन सभी पदार्थ नहीं। अत: इसे **चयनात्मक रूप से पारगम्य** (Selectively permeable) कहा जाता है।

छोटे अणुओं का परिवहन (**जैसे ग्लुकोस, ऐमीनो अम्ल, पानी, खनिज आयन,** आदि) छोटे अणु प्लाज्मा झिल्ली के आर-पार निम्नलिखित तीन विधियों से परिवहन कर सकते हैं।

(i) विसरण–विभिन्न पदार्थों के अणु अपनी उच्चतर सांद्रता के क्षेत्र से अपनी निम्नतर सांद्रता वाले क्षेत्र में चले जाते हैं। इसके लिए ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती, उदाहरण किसी कोशिका में ग्लूकोस का अवशोषण।

(ii) परासरण–एक अर्धपारगम्य झिल्ली के माध्यम से जल अणुओं का अपनी उच्चतर सांद्रता वाले क्षेत्र से अपनी निम्नतर सांद्रता वाले क्षेत्र में चले जाना। परासरण में कोई ऊर्जा व्यय नहीं होती। इस प्रकार की गति सांद्रण प्रवणता होकर होती है।

(iii) सक्रिय परिवहन–जब कुछ अणुओं की गति की दिशा विसरण की गति के विपरीत होती है अर्थात् अपनी निम्नतर सांद्रता के क्षेत्र से उच्चतर साद्रता के क्षेत्र की ओर, तब इसमें कोशिका को सक्रिय प्रयास करना पड़ता है जिसमें ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा ATP (ऐडीनोसीन ट्राइफॉस्फ़ेट) से प्राप्त होती है–सक्रिय परिवहन किसी वाहक (Carrier) अणु द्वारा भी हो सकता है।

बड़े अणुओं का परिवहन (थोक परिवहन)

बड़े अणुओं के थोक परिवहन के लिए झिल्ली अपना स्वरूप व आकृति बदल लेती है, यह दो प्रकार से होता है।

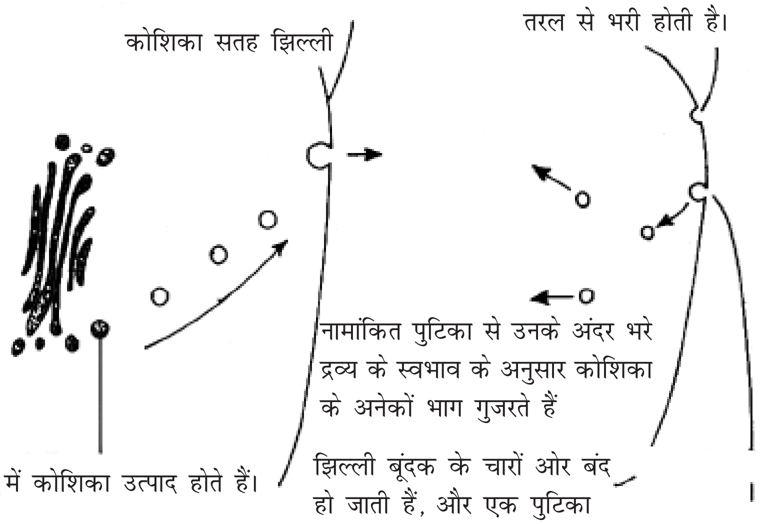
(i) एंडोसाइटोसिस (endocytosis) (पदार्थ को भीतर की तरफ लेना)

(ii) एक्सोसाइटोसिस (exocytosis) (पदार्थ को बाहर निकालना)

एंडोसाइटोसिस दो प्रकार का होता है।

एंडोसाइटोसिस

भक्षकाणु क्रिया/कोशिकाशन फैगोसाइटोसिस	कोशिकापायन पिनोसाइटोसिस
1. ठोस पदार्थों को ग्रहण करना	1. तरल बूंदकोंओं को ग्रहण करना
2. झिल्ली कण के चारों ओर बाहर की तरफ घेरा-सा बनाकर एक गुहा बना लेती है और इस प्रकार कण को चारों ओर से घेर लेती है (चित्र 4.4क)	2. झिल्ली भीतर की तरफ घेरा-सा बनाकर प्यालेनुमा संरचना बना लेती है, जिसके भीतर बूंदक चूस ली जाती हैं।

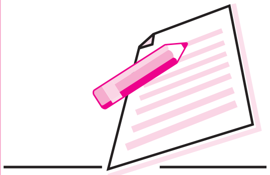


चित्र 4.4 (क) फैगोसाइटोसिस और (ख) पिनोसाइटोसिस का आरेखी निरूपण

कोशिका झिल्ली पदार्थों के कोशिका के अंदर आने-जाने का नियंत्रण करती है। यदि कोशिका झिल्ली अपना सामान्य प्रकार्य नहीं कर पाती है तो कोशिका मर जाती है।

कोशिका भित्ति

जीवाणु और पादप कोशिकाओं में सबसे बाहर का आवरण, जो कि प्लाज्मा झिल्ली के बाहर होता है, उसे **कोशिका भित्ति** कहते हैं। कोशिका भित्ति के बारे में हम अब अध्ययन करेंगे।



टिप्पणी

जीवाणु की कोशिका–भित्ति **पेप्टिडोग्लाइकॉन** की बनी होती है। नीचे पादप कोशिका भित्ति की संरचना व प्रकार्य का वर्णन किया गया है।

(क) संरचना

– सभी पादप कोशिकओं में पाई जाने वाली सबसे बाहरी, निर्जीव परत

– स्वयं कोशिका द्वारा स्रावित

– पादपों में सेलुलोस की बनी होती है लेकिन इसमें अन्य रासायनिक पदार्थ भी मौजूद हो सकते हैं जैसे पेक्टिन व लिग्निन

– कोशिका–भित्ति को बनाने वाले पदार्थ समांग नहीं होते, बल्कि महीन रेशों अथवा तंतुओं के रूप में हाते हैं जिन्हें सूक्ष्मतंतुक (microfibrils) कहते हैं।

– यह भित्ति पतली (1 माइक्रॉन) हो सकती है और पारदर्शी भी, जैसी कि प्याज की परतों की कोशिकाओं में, लेकिन कुछ अन्य मामलों में यह मोटी भी हो सकती है जैसे कि काष्ठ की कोशिकाओं में।

(ख) प्रकार्य

- कोशिका–भित्ति कोशिका के भीतरी नाजुक भागों की सुरक्षा करती है।

– कड़ी होने के कारण, यह कोशिका को आकृति प्रदान करती है।

– कड़ी होने के कारण, यह कोशिका को फूलने नहीं देती, और इस प्रकार कोशिका के भीतर स्फीति (turgidity) बनी रहती है जो कोशिका के लिये अनेक प्रकार से लाभकारी होती है।

– इसमें होकर जल तथा अन्य रसायन कोशिका से बाहर और उसके भीतर मुक्त रूप से आ जा सकते हैं।

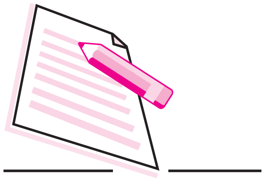
– समीपवर्ती कोशिकाओं की प्राथमिक भित्ति में छिद्र होते हैं जिनसे एक कोशिका का कोशिकाद्रव्य दूसरी कोशिका के कोशिकाद्रव्य से जुड़ा रहता है। ये कोशिका द्रव्यीय तंतु जो एक कोशिका को दूसरी कोशिका से जोड़ते है **प्लाज्मोडेस्मा** (Plasmodesma) नाम से जाने जाते हैं।

– दो समीपवर्ती कोशिकाएँ एक दूसरे से एक जोड़ने वाले पदार्थ (चिपचिपे) से बंधी रहती हैं इसे **मध्यवर्ती लमेला** कहते हैं जो कैल्सियम पेक्टिनेट का बना होता है।

पाठगत प्रश्न 4.2

1. विसरण व परासरण को परिभाषित करें।

....



2. सक्रिय परिवहन का क्या अर्थ है?

....

3. भक्षकाणुक्रिया (फैगोसाइटोसिस) व कोशिकापायन (पिनोसाइटोसिस) के बीच अंतर बताएँ।

....

4. निम्नलिखित में मेल कराएँ :

(i)	जलरागी सिरा/छोर	(क)	कोशिका-भित्ति
(ii)	सूक्ष्मतंतुक	(ख)	लिपिडों के भीतरी छोर
(iii)	तरल मोजेक मॉडल	(ग)	तरल बूंदक
(iv)	जलविरागी छोर	(घ)	लिपिडों के बाहरी छोर
(v)	कोशिकापायन (पिनोसाइटोसिस)	(ङ)	निकल्सन और सिंगर

5. पादप कोशिका भित्ति के दो प्रकार्य बताएँ।

....

4.3 कोशिकाद्रव्य तथा कोशिकाअंगक

कोशिकद्रव्य में अनेक कोशिका अंगक होते हैं जिनके बारे में अब हम पढ़ेंगे :

1. वे कोशिका अंगक जो ऊर्जा को आबद्ध व निर्मुक्त करते हैं–उदाहरण माइटोकॉण्ड्रिया और कलोरोप्लास्ट (हरितलवक)
2. जो स्रावी हैं या संश्लेषण व परिवहन में सहायता करते हैं जैसे–गॉल्जी काय, राइबोसोम व एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (अंतर्द्रव्यी जालिका)
3. गतिशीलता के लिये अंगक– पक्ष्माभ (सिलिया) तथा (फ्लैजेला) कशाभिका
4. आत्मघाती (suicidal) थैलियाँ उदाहरण–लायसोसोम (लयनकाय)
5. केन्द्रक (न्यूक्लियस) जो कोशिका की समस्त गतिविधियों को नियंत्रित करता है और आनुवंशिक पदार्थ का वाहक है।

4.3.1 माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट–ऊर्जा परिवर्तक (ट्रांसफार्मर)

माइटोकॉन्ड्रिया (जो पादप और प्राणि कोशिकाओं दोनों में विद्यमान होते हैं), ऊर्जा-मोचक होते हैं और क्लोरोप्लास्ट (जो केवल हरे पौधों में पाये जाते हैं) ऊर्जा-प्रग्राहक (Energy trapers) होते हैं।

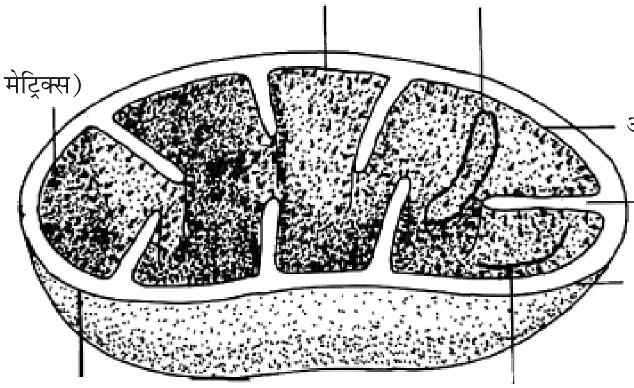
माइटोकॉन्ड्रिया (एकवचन-माइटोकॉन्डियान)

– प्रकाश सूक्ष्मदर्शी में बहुत छोटी सूत्राकार संरचना के रूप में दिखाई देते हैं। इनका आकार लगभग 0.5 से लेकर 1.0 माइक्रोमीटर तक हो सकता है।

– इनकी संख्या प्रति कोशिका सामान्यत: कुछ सैकड़ों से लेकर कुछ हजार तक हो सकती है, (सबसे कम संख्या यानि केवल एक) माइटोकॉड्रियॉन एक शैवाल (**माइक्रोमोनास** Micromonas) में होती है।

संरचना

एक *माइटोकॉन्ड्रियन* की आँतरिक संरचना की सामान्य रूप-रेखा जैसा कि इलैक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में दिखाई देती है, चित्र 4.5 में दर्शाइ गई है। निम्न–भागों पर ध्यान दीजिये :



चित्र 4.5 एक माइटोकॉन्ड्रियान की संरचना

– भित्ति दोहरी झिल्ली की बनी है।

– भीतरी भित्ति 'क्रिस्टी' (Cristae) नामक संरचनाओं के रूप में अंतर्वलित होती है, जो कि 'आधात्री' (मैट्रिक्स) नामक अंदरूनी उपखंड में प्रक्षेपित रहते हैं।

प्रकार्य : पाइरूविक अम्ल (ग्लूकोज़ का विघटन उत्पाद) का ऑक्सीकरण करके ऊर्जा का मोचन करता है जो कि ATP के रूप में संचित हो जाती है ताकि आवश्यकता पड़ने पर तुरंत इस्तेमाल की जा सके। इस प्रक्रिया को **कोशिकीय श्वसन** भी कहते है। इसके कारण माइटोकॉन्ड्रिया को कोशिका का 'शक्ति घर' कहा जाता है।

ऊर्जा-मोचन में ग्लूकोस की नियति का सरलीकृत प्रवाह-चार्ट :

कोशिका द्रव्य में ग्लूकोस, कोशिका में प्रवेश करता है (6 कार्बन परमाणु) युक्त	2 पाइरुविक अम्ल अणुओं के रूप में विघटित हो जाता है (3 कार्बन परमाणु) युक्त	*माइटोकॉन्ड्रिया* के भीतर ऐसिटिल -CO-A ऑक्सीकृत होकर CO_2, H_2O और ATP बना देता है।

प्लास्टिड (लवक)

केवल पादप कोशिकाओं में पाये जाते हैं। ये रंगहीन अथवा रंगीन हो सकते हैं। इस तथ्य के आधार पर, तीन प्रकार के प्लास्टिड हो सकते हैं :

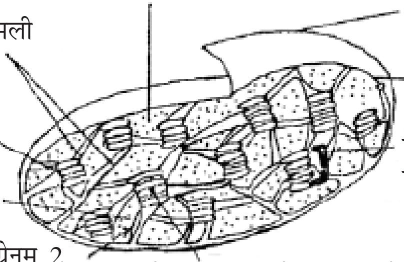
(i) श्वेतलवक (ल्यूकोप्लास्ट) (Leucoplast)–सफेद अथवा रंगहीन

(ii) वर्णलवक (क्रोमोप्लास्ट) (Chromoplast)–नीले, लाल, पीले इत्यादि

(iii) हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) (Chloroplast)–हरे

4.3.2 क्लोरोप्लास्ट (हरितलवक)

- सभी हरे पादप कोशिकाओं के कोशिका द्रव्य में पाए जाते हैं।
- इनकी संख्या 1 से 1008 तक कुछ भी हो सकती है।
- सामान्यत: डिस्क जैसे या गोलाकार (जैसे कि सामान्य पौधों की कोशिकाओं में), कुछ पौधों में, जैसे **स्पाइरोगाइरा** में, रिबन जैसे, अथवा अन्य शैवाल, **क्लैमाइडोमोनास** (*Chlamydomonas*) में प्यालेनुमा,
- **संरचना** एकल हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) की संरचना की सामान्य रूपरेखा चित्र 4.6 में दर्शाई गई है।



चित्र 4.6 एकल हरितलवक की संरचना

निम्नलिखित भागों को ध्यानपूर्वक देखिये :

- दोहरी झिल्ली की बनी भित्ति–अर्थात् बाहरी भित्ति तथा भीतरी भित्ति, असंख्य स्टैक (चट्टे) समूह जिन्हें ग्रेना (एकबचन - ग्रैनम) कहते हैं जो पटलिकाओं द्वारा परस्पर जुड़े रहते हैं।
- कोश–जैसे जिसे थाइलेकॉइड (Thylakoid) (जो एक दूसरे के ऊपर स्थित होते हैं) कहते हैं और आपस में मिलकर ग्रैनम बनाते हैं।
- क्लोरोप्लास्ट के अंदर एक तरल माध्यम स्ट्रोमा भरा रहता है

प्रकार्य–क्लोरोप्लास्ट ही वह स्थल है जहाँ **प्रकाश-संश्लेषण** (Photosynthesis) (सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में जल व कार्बन डाइऑक्साइड के जरिये शर्करा का बनना) की क्रिया सम्पन्न होती है।

क्लोरोप्लास्ट बनाम माइटोकॉड्रिया

क्या आप कल्पना कर सकते हैं कि ये दोनों कोशिकांगक किस प्रकार एक दूसरे के विपरीत हैं। इनमें से एक तो सौर–ऊर्जा को ग्रहण करके उसे एक जटिल अणु के रूप में बदल देता है (प्रकाश–संश्लेषण द्वारा) जबकि दूसरा जटिल अणु को विघटित करके ऊर्जा निर्मुक्त करता है (श्वसन द्वारा)

माइटोकॉड्रिया और क्लोरोप्लास्ट में समानताएँ

दोनों में ही अपना–अपना DNA (आनुवंशिक पदार्थ) और साथ ही अपना–अपना RNA (प्रोटीन संश्लेषण के लिये) होते हैं। इस प्रकार वे केंद्रक की सहायता के बिना ही अपने ही किस्म के कोशिकांगक अधिक संख्या में बना सकते हैं।

चूँकि क्लोरोप्लास्टों व माइटोकॉण्ड्रिया में अपना DNA (आनुवंशिक पदार्थ) व स्वयं के राइबोसोम होते हैं उन्हें **अर्ध स्वतन्त्र** अथवा **अर्धस्वायत** कहते हैं क्योंकि कोशिका द्रव्य के बाहर लंबे समय तक इनका स्वतंत्र अस्तित्व नहीं होता है। चूंकि उनके अधिकतर प्रोटीन न्यूक्लीय क्छ। की सहायता से बनते हैं।

पाठगत प्रश्न 4.3

1. कोशिकाअंगक क्या हैं?

   ....

2. उस रसायन का नाम लिखें जो कोशिका में आबद्ध ऊर्जा को निर्मुक्त करता है।

   ....

3. क्लोरोप्लास्ट का कौन–सा भाग प्रकाश अभिक्रिया का स्थल है।

   ....

4. ग्रैनम बनाने वाली थैलीनुमा संरचना का नाम बताइए।

   ....

5. माइटोकॉन्ड्रिया को 'शक्ति घर' क्यों कहते हैं?

   ....

6. किस अंगक में कोशिकीय श्वसन के लिये प्रकिण्व (एंजाइम) होते हैं?

   ....

7. माइटोकॉन्ड्रिया व क्लोरोप्लास्ट के बीच दो समानताएँ बताएँ।

....

8. कौन-सा प्लास्टिड फूल की पंखुड़ियों को रंग प्रदान करता है?

....

9. कौन-सा प्लास्टिड हरे रंग का होता है?

....

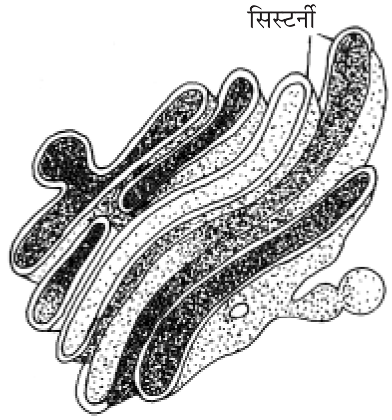
10. माइटोकॉंड्रिया तथा क्लोरोप्लास्ट अर्ध स्वायत्त क्यों कहलाते हैं?

....

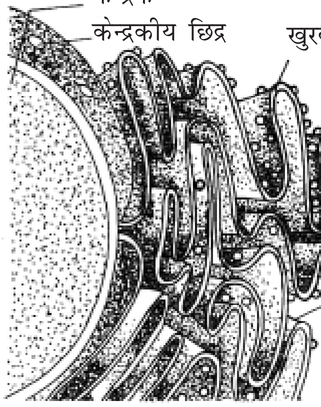
4.3.3 अंतर्द्रव्यी जालिका (एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, ER) गॉल्जी काय और राइबोसोम

एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER) और गॉल्जी काय के ऊपर केवल एक ही झिल्ली होती हैं। झिल्ली की संरचना प्लाज्मा झिल्ली के समान ही (लिपिड-प्रोटीन) संरचना होती है। लेकिन राइबोसोम में झिल्लियाँ नहीं होती हैं। राइबोसोम कोशिका में पदार्थों के संश्लेषण में लगे रहते हैं, गॉल्जी पिंड स्रवण में तथा एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम उत्पादों के परिवहन व संग्रहण में लगे रहते हैं। ये तीनों कोशिका अंगक एक साथ प्रकार्य करते हैं

चित्र 4.7 व चित्र 4.8 एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER) तथा गॉल्जी काय के एक इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी में देखे गए आरेख दिखाए गए हैं। एंडोप्लास्मिक रेटिकुलम में विद्यमान राइबोसोम पर ध्यान दें।



चित्र 4.7 गॉल्जी काय



चित्र 4.8 अंतर्द्रव्यी जालिका

एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER)	गॉल्जी काय	राइबोसोम
संरचना		
झिल्लियों का एक जालक्रम जिसकी मोटाई 50-60 Å होती है। यह दो प्रकार का होता है खुरदरा अंतर्द्रव्यी जालिका (RER) अर्थात् जिसके ऊपर राइबोसोम संलग्न होते हैं और चिकना अंतर्द्रव्यी जालिका (SER) अर्थात् जिस पर राइबोसोम नहीं होते,	झिल्ली कोशों का एक स्टैक होती है जिसमें झिल्ली की मोटाई वही होती है जो E.R में होती है। इनके आकार और आकृति में कफी विविधता पाई जाती है।	गोलाकार होते हैं जिनका व्यास लगभग 150-250 Å तक होता है और ये बड़े अणुओं, RNA तथा प्रोटीनों (राइबोन्यूक्लिओ प्रोटीन) के बने होते हैं।
समस्त कोशिकाद्रव्य में वितरित होते हैं और कोशिका-झिल्ली तथा केन्द्रीय झिल्ली के साथ भी जुड़े होते हैं।	प्राणि कोशिकाओं में केन्द्रक के चारों ओर 3 से लेकर 7 तक की संख्या में स्थित होते हैं। पादप कोशिकाओं में इनकी संख्या काफी अधिक होती है और समस्त कोशिका के भीतर छितरे होते हैं, इन्हें जालिकाय (डिक्टिओसोम) कहते हैं।	ये या तो कोशिकाद्रव्य में मुक्त कणों के रूप में स्थित होते हैं अथवा ER पर संलग्न होते हैं या केन्द्रक के भीतर केन्द्रिक (Nucleolus) में संचित भी हो सकते हैं। यूकैरियोटि कोशिकाओं में 80S किस्म के राइबोसोम होते हैं जबकि प्रोकैरियोटिक कोशिकाओं में 70S किस्म के होते है। (S= राइबोसोमों को मापने की स्वेडबर्ग इकाई।)
प्रकार्य		
आंतरिक ढाँचा, खण्ड और अभिक्रिया सतह प्रस्तुत करता है, एंज़ाइम तथा अन्य पदार्थों को समस्त कोशिका में लाता ले जाता है, RER पर प्रोटीन संश्लेषण होता है जबकि SER पर स्टीरॉइडों का संश्लेषण होता है तथा इसमें कार्बोहाइड्रेट संचित रहते है।	इसमें एंजाइमों का संश्लेषण और स्राव होता है। यह झिल्लियों के रूपांतरण में योगदान करता है ताकि झिल्लियों से निर्मित अन्य संरचनाएँ, जैसे लयनकाय (लाइसोसोम), अग्रपिंडक (एक्रोसोम) और जालिकाय बन सकें, तथा पेक्टिन, श्लेष्मक जैसे भित्ति तत्वों का संश्लेषण करता है।	प्रोटीन संश्लेषण स्थल

पाठगत प्रश्न 4.4

1. नीचे सूचीबद्ध प्रकार्यों से संबद्ध कोशिका अंगकों के नाम बताइये

   (क) कुछ एंजाइमों का संश्लेषण ....

   (ख) स्टीरॉइडों का संश्लेषण ....

   (ग) कार्बोहाइड्रेटों का संचयन ....

(घ) आंतरकोशिकीय परिवहन ....

(ङ) प्रोटीनों का संश्लेषण ....

2. पादपों में पाई जाने वाली उस संरचना का नाम बताइये जो गॉल्जी काय के तुल्य होती है, उनकी संरचनाओं में दो अंतर भी बतलाएँ।

....

3. अंतर्द्रव्यी जालिका (एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम) के व्यापक जाल के कोई दो लाभ बताइये।

....

4. कोशिका के अंदर राइबोसोमों के पाये जाने वाले तीन स्थानों के नाम बताइये।

....

5. उस झिल्ली तंत्र का नाम बताइये जो केन्द्रकीय झिल्ली और कोशिका झिल्ली को जोड़ता है।

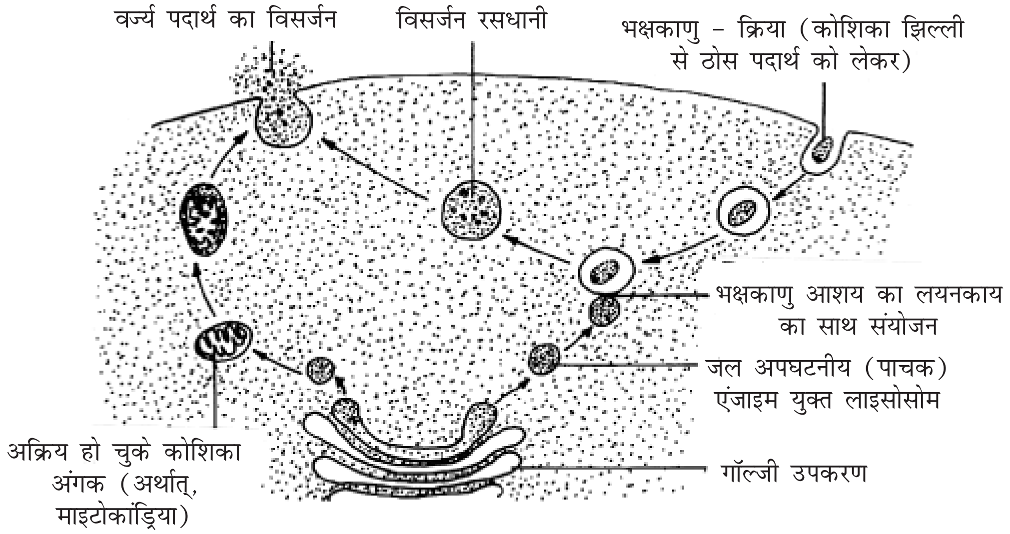
....

4.3.4 सूक्ष्मकाय–छोटी किंतु महत्त्वपूर्ण

कोशिका में छोटी-छोटी कोश जैसी संरचनाएँ भी होती हैं जो अपनी-अपनी झिल्लियों से घिरी होती हैं। ये संरचनाएँ विभिन्न प्रकार की होती हैं जिनमें से हम तीन के बारे में अध्ययन करेंगे–**लयनकाय (लाइसोसोम), परऑक्सीसोम** और **ग्लाइऑक्सीसोम**

1. लाइसोसोम (lyso = भंजन करना, Soma = काय)

लाइसोसोम प्रायः सभी जन्तु कोशिकाओं और कुछ गैर-हरे पौधों की कोशिकाओं में पाए जाते हैं। (चित्र 4.9)। ये अंतराकोशिकीय पाचन में सहायता करते हैं।



चित्र 4.9 लाइसोसोम

लाइसोसोमों के कुछ प्रमुख लक्षण इस प्रकार है :

(i) झिल्लीमय कोश जो गाल्जी काय से मुकलित होकर अलग हो जाते हैं।

(ii) एक कोशिका में सैकड़ों की संख्या में हो सकते हैं।

(iii) इनके भीतर अनेक एंजाइम (लगभग 40) मौजूद होते हैं।

(iv) वे पदार्थ, जिन पर एंजाइमों की अभिक्रिया होती है, लाइसोसोमों के भीतर पहुँच जाते हैं।

(v) लाइसोसोमों को 'स्वघाती थैलियाँ' (suicidal bags) कहते हैं क्योंकि इनमें विद्यमान एंजाइम कोशिका के अपने क्षतिग्रस्त या मृत पदार्थ को पचा डालते हैं।

लाइसोसोमों द्वारा अंतराकोशिकीय पाचन का महत्त्व

(i) भोजन को पचाकर कोशिका के पोषण में सहायता करना, क्योंकि इनमें विभिन्न जलअपघटनीय एंजाइम प्रचुर मात्रा में विद्यमान रहते हैं जिनकी सहायता से ये जीवित कोशिका के लगभग सभी मुख्य रासायनिक अवयवों को पचा सकते हैं।

(ii) रोगाणुओं को समाप्त कर, जैसे कि श्वेत रूधिर कोशिकाओं में होता है, रोगों से सुरक्षा प्रदान करने में सहायता करना।

(iii) कोशिका के क्षतिग्रस्त पदार्थ को नष्ट कर कोशिका को स्वच्छ रखने में सहायता करना।

(iv) पोषण के अभाव में स्वयं कोशिका के भागों का ही भक्षण कोशिका को ऊर्जा प्रदान करना।

(v) अंडे की झिल्ली को भेदकर उसके भीतर शुक्राणु को प्रवेश कराने में मदद करना।

(vi) पादप कोशिकाओं में, परिपक्व दारू (जाइलम) कोशिकाओं के समस्त कोशिकीय पदार्थ लाइसोसोमों की सक्रियता के कारण नष्ट हो जाते हैं।

(vii) जब कोशिकाएँ पुरानी हो जाती हैं या रोगग्रस्त अथवा क्षतिग्रस्त हो जाती हैं तब लाइसोसोम अन्य कोशिकांगकों पर आक्रमण कर देते हैं और उन्हें समाप्त कर डालते हैं, दूसरे शब्दों में लाइसोसोम्स स्वभक्षक होते हैं।

2. परऑक्सीसोम

पादप तथा जंतु कोशिका दोनों में पाए जाते हैं। उच्च श्रेणी के पादपों की हरी पत्तियों में जाए जाते हैं। ये कार्यद्रव (सब्सट्रेट) के ऑक्सीकरण में भाग लेते हैं जिसके परिणामस्वरूप हाइड्रोजन परऑक्साइड का निर्माण होता है।

- इनमें बहुधा क्रिस्टल पदार्थ का केंद्रीय कोर (core) होता है जिसे केंद्रकाभ (न्यूक्लिऑइड)कहा जाता है जो कि यूरेट ऑक्सीडेज–क्रिस्टल का बना होता है)।

- ये पिंड अधिकांशत: गोलाकार या अंडाकार होते हैं और आकार में माइटोकॉड्रिया तथा लाइसोसोम के बराबर होते हैं।

- ये सामान्यत: एण्डोप्लाजिमक रेडीकुलम से घनिष्ठ रूप से संबंधित होते हैं।
- ये पादप कोशिकाओं में प्रकाश-श्वसन में सहायता करते हैं।
- ये कोशिकाओं में वसा उपापचय का कार्य करते हैं।

ग्लाइऑक्सीसोम

- ये सूक्ष्मकाय पादप कोशिकाओं में विद्यमान रहते हैं और आकृति में परऑक्सीसोम के समान होते हैं।
- ये खमीर (यीस्ट) कोशिकाओं और कुछ खास प्रकार के कवकों व पादपों के अधिक तेल वाले बीजों में पाये जाते हैं।
- प्रक्रियात्मक रूप से इनमें वसा अम्ल उपापचय के एंजाइम पाए जाते हैं जो अंकुरण के दौरान लिपिडों को कार्बोहाइड्रेटों में बदल देते हैं।

पाठगत प्रश्न 4.5

1. लाइसोसोमों को आत्मघाती थैलियाँ क्यों कहते हैं?

   ....

2. लाइसोसोमों द्वारा अंतराकोशिकीय पाचन का क्या महत्त्व है?

   ....

3. पादप कोशिकाओं में परऑक्सीसोमों का क्या महत्त्व है।

   ....

4.3.5 पक्ष्माभ (सिलिया) और कशाभिका (फ्लैजेला)–गतिशीलता के लिए कोशिकांगक

(i) कुछ एककोशिकीय जीव जैसे **पैरामीशियम** तथा **यूग्लीना** क्रमश: पक्ष्माभ तथा कशाभिका की सहायता से पानी में तैरते हैं।

(ii) बहुकोशिकीय जीवों के कुछ जीवित ऊतकों (एपिथीलियमी ऊतकों) में सिलिया होते हैं। ये पक्ष्माभ अपनी गति द्वारा तरल पदार्थ में एक धारा उत्पन्न कर देते हैं ताकि ये एक निश्चित दिशा में गति कर सकें (उदाहरणतया श्वासनली (श्वासप्रणाल ट्रैकिया) के श्लेष्मा तथा धूल कणों को बाहर निकालने के लिए)।

(iii) पक्ष्माभ (सिलिया) छोटे आकार की पतवारों (जैसा कि नाव में इस्तेमाल होते हैं) की भाँति गति करते हैं और कशाभ (फ्लैजेला) कोड़े की भाँति गति करते हैं।

(iv) दोनों ही संकुचनशील प्रोटीन ट्यूबुलिन से बने होते हैं और सूक्ष्मनलिकाओं के रूप में विद्यमान होते हैं।

(v) सूक्ष्मनलिकाओं का विन्यास 9+2 कहा जाता है अर्थात् दो केंद्रीय सूक्ष्मनलिकाएँ और उनके चारों ओर स्थित 9 सूक्ष्मनलिकाओं का द्विक (ड्यूपलेट) समुच्चय।

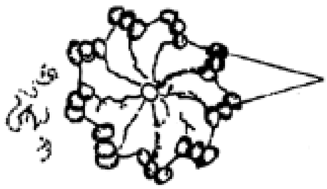
सिलिया	फ्लैजेला
लघुतर आकार (5 से 10 μm)	दीर्घतर (15 μm)
प्रतिकोशिका सैकड़ों की संख्या में; जीवद्रव्य बहिर्क्षेपण और झिल्ली से घिरे हुए	अधिकांश कोशिकाओं में प्राय: 1 या 2
इनमें परिधीय द्विक (ड्यूपलेट) सूक्ष्मनलिकाओं के 9 तथा केंद्र में नलिकाओं का एक समुच्चय होता है।	समुच्चय वही जैसा सिलिया में होता है।

तारककेंद्र (सेन्ट्रिओल)

यह सभी प्राणि कोशिकाओं में (लेकिन अमीबा में नहीं) केन्द्रक के ठीक बाहर की ओर स्थित होता है यह बेलनाकार होता है और इसकी लंबाई 0.5/μm होती है तथा इसके ऊपर झिल्ली नहीं होती। इसमें परिधीय त्रिक (ट्रिपलेट) नलिकाओं के 9 समुच्चय होते हैं लेकिन केंद्र में कोई नलिका नहीं होती (9 + 0)। प्रत्येक समुच्चय में तीन-तीन नलिकाएँ होती हैं जो एक निश्चित कोण पर व्यवस्थित रहती है।

इनमें अपना DNA और RNA होता है। अत: यह अपनी प्रतिकृति स्वयं बना सकता है।

प्रकार्य–तारककेंद्र(सेन्ट्रिओल) कोशिका विभाजन में सहायता करता है वे कोशिका (विभाजन) के समय निर्मित होने वाली सूत्री तर्कु (spindle) को दिशा प्रदान करते हैं।



चित्र 4.10 तारककेंद्र (सेन्ट्रिओल)–(9+0 संरचना दर्शाते हुए)

आधारी काय (Basal bodies)

ये सेन्ट्रिओलों से मिलती-जुलती संरचनाएँ होती हैं। सेन्ट्रिओलो की ही भाँति, इनमें भी उसी प्रकार के त्रिक संघटन 9 समुच्चय होते हैं जिनमें से प्रत्येक में तीन-तीन नलिकाएँ होती हैं। पक्ष्माभ (सिलिया) ओर कशाभिका (फ्लैजेला) आधारी काय से निकलते हुए दिखाई देते हैं।

4.4 केन्द्रक (आनुवंशिक कोशिका अंगक)

केंद्रक की सामान्य संरचना

(i) यह सबसे बड़े आकार का कोशिका अंगक होता है और कोशिका जब विभाजन नहीं कर रही होती है तब स्पष्ट रूप से दिखाई देता है।

(ii) रंजक से रंगने पर गहरा रंग धारण करता है, अधिकतर गोलाकार होता है, श्वेत रूधिर काशिका का केन्द्रक पालियुक्त (lobed) होता है।

(iii) प्रत्येक कोशिका में अधिकांशतः केवल एक ही केन्द्रक होता है (uninucleate-एककेन्द्रकीय) लेकिन कुछ कोशिकाओं में एक-से अधिक केन्द्रक हो सकते हैं (बहु केन्द्रकीय)–multinucleate)।

(iv) दुहरी परत की केन्द्रकीय झिल्ली, जिसमें काफी छोटे-छोटे केंद्रकीय छिद्र होते हैं, केन्द्रकद्रव्य को चारों ओर से घेरे रहती है। केन्द्रकद्रव्य में क्रोमैटिन जालक और एक केन्द्रिक (न्यूक्लिओलस–nucleolus होता है।

प्रकार्य

- कोशिका को क्रियाशील रूप में बनाए रखता है।
- विभिन्न कोशिकांगकों के कार्यकलाप में समन्वय बनाए रखता है।
- टूट-फूट की मरम्मत में सहायता करता है।
- कोशिका-विभाजन में प्रत्यक्ष रूप से भाग लेता है ताकि आनुवंशिकतः समान संतति कोशिकाएँ बन सकें। इस विभाजन को सूत्री विभाजन माइटोसिस कहते हैं। इसे समसूत्रण भी कहा जाता है।
- अन्य प्रकार के कोशिका विभाजन (मियोसिस, अर्धसूत्री विभाजन) द्वारा मायोयुग्मक (meio-gametes) और मायोबीजाणु (meiospores) का उत्पादन होता है।

  केन्द्रक के विभिन्न भागों का वर्णन नीचे किया जा रहा है:

4.4.1 केन्द्रकीय झिल्ली

- दोहरी परत की झिल्ली होती है जिसमें बड़ी संख्या में केंद्रकीय छिद्र मौजूद होते हैं।
- प्लाज्मा-झिल्ली की भाँति लिपिड व प्रोटीन से मिलकर बनी होती है। इसकी बाहरी झिल्ली के ऊपर राइबोसोम लगे रहते हैं जिनके कारण बाहरी परत खुरदरी होती है।
- छिद्र बड़े अणुओं को केन्द्रक के भीतर बाहर लाने ले जाने का कार्य करते हैं और झिल्लियाँ आनुवंशिक पदार्थ का शेष कोशिका से संपर्क बनाए रखती हैं।

4.4.2 क्रोमेटिन

- केन्द्रकीय झिल्ली के अंदर एक जेली सदृश्य पदार्थ केंद्रकरस (कैरियोलिम्फ) या केंद्रक द्रव्य (न्युक्लिओप्लाज्म) पाया जाता है जिसमें प्रोटीन प्रचुर मात्रा में होता है।
- कैरियोलिम्फ में तंतुक (सूत्र जैसी) संरचनाएँ जालक्रम का निर्माण करते हैं जिन्हें क्रोमेटिन फाइब्रिल कहते हैं। ये संघनित होकर सुस्पष्ट कायों का निर्माण करते हैं जिन्हें **गुणसूत्र (क्रोमोसोम)** कहते हैं। ऐसा कोशिका विभाजन के दौरान होता है। गुणसूत्र को अभिरंजित करने पर दो भाग क्रोमेटिन पदार्थ में स्पष्ट पहचाने जा सकते हैं–गहरा रंगयुक्त क्रोमेटिन पदार्थ (हेटरोक्रोमेटिन) व शेष भाग जो हल्का रंग ग्रहण करता है उसे यूक्रोमेटिन (euchromatin) कहते हैं। हेटरोक्रोमेटिन में अति कुंडलित DNA होता है और यूक्रोमेटिन की अपेक्षा यह सामान्य रूप से आनुवंशिक रूप से कम सक्रिय होता है। यूक्रोमेटिन का DNA बहुत ज्यादा विकुंडलित (uncoiled) होता है आनुवंशिक रूप से अधिक सक्रिय होता है।

- किसी भी जीव में गुणसूत्रों की संख्या नियत होती है। कोशिका–विभाजन में गुणसूत्र इस प्रकार विभाजित होते हैं कि संतति कोशिकाओं को समान मात्रा में आनुवंशिक पदार्थ प्राप्त हो सके।

4.4.3 केन्द्रिक (न्यूक्लिओलस)

- झिल्ली रहित गोलाकार काय जो शुक्राणुओं तथा कुछ शैवालों के अलावा सभी सुकेंद्रकीय (यूकेरियोटिक) कोशिकाओं में विद्यमान रहते हैं।
- इनकी संख्या एक से लेकर कुछेक तक होती है। ये समान रूप से अभिरंजित होते हैं व अभिरंजन गहरा होता है।
- इसमें DNA, RNA एवं प्रोटीन होते हैं।
- यह RNA तथा प्रोटीन के लिए भंडार घर का कार्य करता है। कोशिका–विभाजन की आरंभिक अवस्था में यह लुप्त हो जाता है और अंत्यावस्था (टेलोफेज–telophase) के पश्चात् नव निर्मित संतति कोशिका में फिर से दिखाई दे जाता है।
- केंद्रक की संश्लेषी क्रिया का नियमन करता है।
- इस प्रकार केन्द्रक और कोशिकाद्रव्य परस्पर एक–दूसरे पर निर्भर रहते हैं और यह प्रक्रम केन्द्रक और कोशिकाद्रव्य के बीच होने वाली अभिक्रिया के बराबर ही होता है।

पाठगत प्रश्न 4.6

1. कोशिकाएँ केन्द्रक के बिना जीवित क्यों नहीं रह सकती?

   ....

2. निम्न शब्दों की व्याख्या करें :

   (a) क्रोमेटिन जालक्रम ....

   (b) गुणसूत्र (क्रोमोसोम्स) ....

3. केन्द्रिक का कोशिका में क्या प्रकार्य (function) होता है?

   ....

4.5 कोशिका के अणु

कोशिका और इसके अंगक कार्बनिक रसायनों जैसे प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट्, न्युक्लीक अम्ल तथा वसाओं से निर्मित होते हैं, इसलिए इनको जैव अणु कहना ठीक ही होगा। अकार्बनिक अणु जैसे जल व खनिज भी कोशिका में विद्यमान रहते हैं।

क. जल

- जल के विशिष्ट भौतिक व रासायनिक गुणों के कारण पृथ्वी पर जीवन संभव हुआ।
- यह जीवद्रव्य (प्रोटोप्लाज्म) का प्रमुख अवयव है।

- यह एक माध्यम है जिसमें कई उपापचयी अभिक्रियाएँ संपन्न होती है।
- यह सार्वत्रिक विलायक है जिसमें अधिकतर पदार्थ पूर्णतः या अंशतः घुल जाते हैं।
- यह कोशिकाओं की स्फीति (turgidity) के लिए उत्तरदायी है।

ख. जीवन के लिए आवश्यक तत्त्व

तत्त्व	प्रकार्य
हाइड्रोजन, कार्बन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, कैल्सियम, पोटैशियम सोडियम, मैग्नीशियम फास्फोरस, सल्फर, क्लोरीन, लौह, बोरोन, सिलिकॉन, मैंगनीज, ताँबा, जस्ता, कोबाल्ट, मॉलिब्डीनम, आयोडिन	1. कोशिका के कार्बनिक यौगिकों के लिए आवश्यक और मुख्य अवयवों के रूप में विद्यमान, Ca पादप कोशिका भित्ति C, H, O, N कार्बनिक यौगिकों के रूप में) 2. शरीर क्रियात्मक प्रक्रमों में प्रमुख धनायनों (Na, K) व ऋणायनों (Cl) की भाँति कार्य करते हैं। 3. कोशिका की अधिकांश जैव रासायनिक क्रियाओं में एंजाइमों के सहकारक के रूप में भाग लेते हैं। (Fe, Cu, Mo, Zn, B) 4. ऊर्जा अंतरण अभिक्रियाओं में सहायक। (A T P में P) 5. पादपों में हरे (क्लोरोफिल) वर्णक (पिगमेंट) पर्णहरित ट्रेट्रापिरोल वलय के केंद्र में मैग्नीशियम होता है।

C जैव अणु (Biomolecules)

(i) कार्बोहाइड्रेट

संरचना	कार्य
1. C, H और O के बने होते हैं।	1. प्रकृति में सर्वाधिक प्रचुर मात्रा में विद्यमान कॉबर्निक पदार्थ जो पादप कोशिका भित्ति में सेलुलोस के रूप में पाया जाता है।
2. सरल 6 कार्बन शर्करा (ग्लूकोस) जिसे मोनोसैकेराइड कहा जाता है।	2. पादपों व प्राणी दोनों में यह ऊर्जा के स्रोत के रूप में प्रयोग किया जाता है (शर्करा)
3. दो अणु या इकाइयाँ मिलकर डाइसैकेराइड स्यूक्रोस बनाते हैं।	3. पादपों में एक महत्त्वपूर्ण संग्राही रूप स्टार्च व प्राणियों में ग्लाइकोजन।
4. मोनोसैकेराइडों की 10 इकाइयों से अधिक मिलकर पॉलीसैकेराइड बनाते हैं (उदाहरण स्टार्च व सेल्युलोस)	4. न्युक्लीक अम्ल में पाँच कार्बन युक्त शर्करा (RNA में राइबोसोम और DNA में डीऑक्सीराइवोज)

(ii) एमीनो अम्ल

1. मूलभूत ऐमीनो अम्ल की संरचना में, केंद्रीय कार्बन अणु एक ऐमीनो ग्रुप ($-NH_2$), एक कार्बोक्सिलिक अम्ल ($-COOH$) व एक पार्श्व ग्रुप (R) से संयोजित रहते हैं।	1. पादपों में अकार्बनिक नाइट्रोजन का उपयोग करने व ऐमीनो अम्ल संश्लेषण की क्षमता होती है।

टिप्पणी

2. पार्श्व समूहों की संख्या 20 से अधिक है जिनसे 20 विभिन्न प्रकार के ऐमीनो अम्ल बनते हैं।	2. प्राणियों में ऐमीनो अम्लों का मुख्य स्रोत वे पादप या प्राणी होते हैं जिनको यह आपने आहार में खाते हैं (दालों में प्रोटीन की प्रचुर मात्रा होती है।)
(iii) प्रोटीन	
1. ये C, H, O तथा N से मिलकर बनते हैं।	1. संरचनात्मक रूप से प्रोटीन झिल्लियों का अभिन्न हिस्सा होता है।
2. ऐमीनो अम्ल 'पेप्टाइड' बंधों द्वारा संयुक्त होकर प्रोटीन अणुओं का निर्माण करते है।	2. प्रक्रियात्मक रूप से एंजाइमों के रूप में वे उपापचयी अभिक्रियाओं में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।
3. बीस भिन्न-भिन्न ऐमीनो अम्ल अनेकों सरल व जटिल प्रोटीनों का निर्माण करते हैं।	3. DNA को संश्लेषण का नियमन प्रोटीनों द्वारा किया जाता है।
4. संरचना की जटिलता के आधार पर उनकी प्राथमिक, द्वितीयक, तृतीयक व चतुर्थक संरचनाएँ हो सकती है।	4. प्रोटीन इतने महत्त्वपूर्ण होते हैं कि न्युक्लिक अम्ल सीधे प्रोटीन संश्लेषण का नियमन करते हैं।
5. जब प्रोटीन अन्य अणुओं के साथ संयुक्त रहते हैं तो उन्हें संयुक्त प्रोटीन कहते हैं उदाहरण ग्लाइकोप्रोटीन, लिपोप्रोटीन, क्रोमोप्रोटीन।	
(iv) न्यूक्लीक अम्ल	
1. ये दो प्रकार के होते हैं डिऑक्सीराइबोज न्यूक्लिइक अम्ल (DNA) व राइबोज न्यूक्लीइक अम्ल (RNA)	1. विशेष विषाणुओं के अतिरिक्त लगभग सभी जीवों का मुख्य आनुवंशिक पदार्थ DNA होता है।
2. वे न्यूक्लिओटाइड इकाइयों के लंबी शृंखला बहुलक (polymer) हैं। जैसे–प्यूरिन (ऐडेनिन और ग्वानिन और पाइरीमीडिन जैसे–थायमिन, साईटोसाइन और यूरेसिल)	2. RNA अणु सूचना स्थानांतरण व प्रोटीन संश्लेषण में मदद करते हैं तथा कुछ विषाणुओं जैसे TMV (तंबाकू मोजेक विषाणु में RNA आनुवंशिक द्रव्य का कार्य करता है।
3. प्रत्येक न्यूक्लिओटाइड में पेंटोस शर्करा, नाइट्रोजन बेस व फॉस्फेट ग्रुप होता है।	
4. DNA में इसके शर्करा अणु में एक ऑक्सीजन कम होता है।	
(v) लिपिड	
1. C, H, O के बने होते हैं, ऑक्सीजन की मात्रा अति न्यून होती है।	1. अल्प ऑक्सीजन मात्रा के कारण और C–H बंधों की अधिक संख्या ऑक्सीकरण के दौरान ऊर्जा संग्रहण तथा विमोचन दोनों अधिक मात्रा में करते हैं।
2. ये वसा अम्लों व ग्लिसरॉल से संश्लेषित किए जाते हैं। सरल लिपिडों के ग्लिसरॉइड कहा जाता है।	2. वसा का एक अणु एक कार्बोहाइड्रेट के अणु से दो गुनी ज्यादा ऊर्जा प्रदान कर सकता है।
3. वसाएँ संतृप्त या असंतृप्त हो सकती हैं।	3. फास्फोलिपिड्स कोशिका झिल्लियों के महत्त्वपूर्ण अवयव हैं।

4. वसाएँ कमरे के तापमान पर ठोस रहती है, जो वसाएँ कमरे के तापमान पर द्रव अवस्था में रहती है उन्हें तेल कहा जाता है।	

(vi) विटामिन

1. विटामिन कार्बनिक यौगिक होते हैं जिनकी आवश्यकता प्राणियों के आहार में उनकी स्वस्थ वृद्धि के लिए होती है।	1. पादपों से प्राप्त विटामिन प्राणि आहार के अनिवार्य पोषक तत्व हैं क्योंकि प्राणी ऐसे यौगिकों का संश्लेषण नहीं कर सकते।
2. विटामिनों को उनकी विलेयता के आधार पर दो समूहों में वर्गीकृत किया जाता है। पानी में घुलनशील विटामिन B व एस्कॉर्बिक अम्ल और वसा में घुलनशील विटामिन (A, D, E, K.)	2. विटामिन की कमी से प्राणियों में अनेक रोग होते हैं जैस विटामिन B की कमी से 'बेरी-बेरी' व विटामिन C की कमी से स्कर्वी।
3. पादपों में CO_2, NH_3 व H_2S से विटामिन संश्लेषित करने की क्षमता होती है।	3. विटामिन A गाजर के कैरोटिन नामक वर्णक में, विटामिन D मानव द्वारा सूर्य के प्रकाश की सहायता से उत्पन्न किया जा सकता है। विटामिन K बैक्टीरिया द्वारा मानव आंत में निर्मित होता है।

(vii) हॉर्मोन

1. हॉर्मोन विशिष्ट कार्बनिक पदार्थ होते हैं जो कि कम सांद्रण में प्रभावी होते हैं, कोशिकाओं द्वारा इनका संश्लेषण जीव के एक भाग में होता है और तदुपरांत वे जीव के दूसरे भाग में भेजे जाते हैं। जहाँ ये कई विशिष्ट शरीर-क्रियात्मक अनुक्रियाएँ करते हैं।	1. प्राणियों में नलिका विहीन ग्रंथियाँ जिसे अंत:स्रावी ग्रंथि कहते हैं में हार्मोन उत्पन्न होते हैं, वे प्राणियों की सभी जैव रासायनिक क्रियाओं को नियंत्रित करते हैं। 2. प्राणियों में हॉर्मोन, प्रोटीन, पेप्टाइड या स्टीरॉइड हो सकते हैं। 3. पादपों में हॉर्मोन (वृद्धि नियामक) सामान्यतया उपापचयी तौर पर सक्रिय कोशिकाओं में उत्पन्न होते हैं व संपूर्ण पादप की वानस्पतिक व जननीय वृद्धि को नियंत्रित करते हैं। पादपों में प्रोटीनमय हार्मोन नहीं होते हैं।

(viii) एल्केलॉइड

1. एल्केलॉइड C, H, O व N से निर्मित जटिल कार्बनिक यौगिक होते हैं।	1. औषधि पादपों से प्राप्त औषधियों के सक्रिय घटक (एक्टिव प्रिंसिपल) सामान्यतया एल्केलॉइड होते हैं। उदाहरणतया कुनैन-*सिनकोना* पादप से, एफेड्राइन-*एफेड्रा* से तथा मॉर्फीन पैपैवर जाति (पॉपी) के पौधों से।

(ix) स्टीरॉइड

1. ये कोलेस्टेरॉल से संश्लेषित वसा में घुलनशील लिपिड यौगिक होते हैं।	
2. ये जनन-अंगों जैसे अंडाशय, वृषणों व अपरा द्वारा उत्पन्न किए जाते हैं ये अधिवृक्कों (एंड्रीनल ग्रंथियों) द्वारा भी निर्मित होते हैं।	2. अधिकांश स्टीरॉइड जीवन रक्षक औषधि की तरह कार्य करते हैं और अन्य हार्मान की तरह जो प्राणि शरीर के विशिष्ट अंगों पर विशिष्ट प्रकार के प्रभाव डालने में सक्षम हैं।
3. इनमें टेस्टोस्टेरॉन, एस्ट्रोजन, कार्टिसाल आदि शामिल हैं।	

पाठगत प्रश्न 4.7

1. एक जीवित कोशिका में जल का क्या महत्त्व है?

   ....

2. स्टार्च में मूलभूत अणु क्या है?

   ....

3. पेप्टाइड बंध (बॉन्ड) क्या है और यह कहाँ पाया जाता है?

   ....

4. जीवित प्राणी में सबसे अधिक ऊर्जा धनी जैवअणु कौन-सा है?

   ....

5. न्यूक्लिओटाइड क्या होते हैं?

   ....

4.7 कोशिका विभाजन

एक अकेली कोशिका बार-बार विभाजित होती है और एक बहुकोशिकीय जीव का निर्माण करती है। एककोशिकीय बैक्टीरिया ओर प्रोटोजोआ विभाजित होकर अपनी संख्या में वृद्धि करते हैं। क्षतिग्रस्त ऊतकों के स्थान पर नई-नई कोशिकाएँ बन जाती है जो कोशिका विभाजन से ही उत्पन्न होती हैं। इस प्रकार सभी जीवों में कोशिका-विभाजन एक महत्त्वपूर्ण क्रिया है। इस पाठ में आप कोशिका विभाजन की दो विधियों व उनमें निहित प्रक्रियाओं का अध्ययन करेंगे।

बहुकोशिकीय जीवों में अधिकतर कोशिकाओं में वृद्धि और फिर विभाजन होता है, लेकिन प्राणियों की तंत्रिका कोशिकाएँ, पेशीय कोशिकाएँ तथा पादपों की रक्षक कोशिकाएँ विभाजित नहीं होती हैं।

सभी जीवों में कोशिका-विभाजन की प्रक्रिया प्राय: एक समान होती है। कोशिकाएँ वृद्धि की प्रावस्था से गुजरती हैं, तदुपरांत वे विभाजन से पूर्व गुणसूत्रों की संख्या दोगुनी कर देने में सक्षम हो जाती हैं। कोशिका के जीवन काल में होने वाली ये प्रावस्थाएँ **कोशिका-चक्र** के रूप में होती हैं।

4.7.1 कोशिका-चक्र

विभाजित हो रही कोशिका को मातृ या जनक कोशिका कह सकते हैं और इससे उत्पन्न होनेवाली कोशिकाओं को संतति कोशिकाएँ। इससे पहले कि संतति कोशिका में और आगे विभाजन हो, उसमें वृद्धि होना आवश्यक है ताकि उसका आकार अपनी मातृ कोशिका के बराबर हो जाय।

हम किसी कोशिका के जीवन काल में दो मुख्य प्रावस्थाएँ देख सकते हैं।

(i) अंतरावस्था (interphase)–वह अवधि जिसमें कोशिका में विभाजन नहीं हो रहा हो (वृद्धि प्रावस्था)

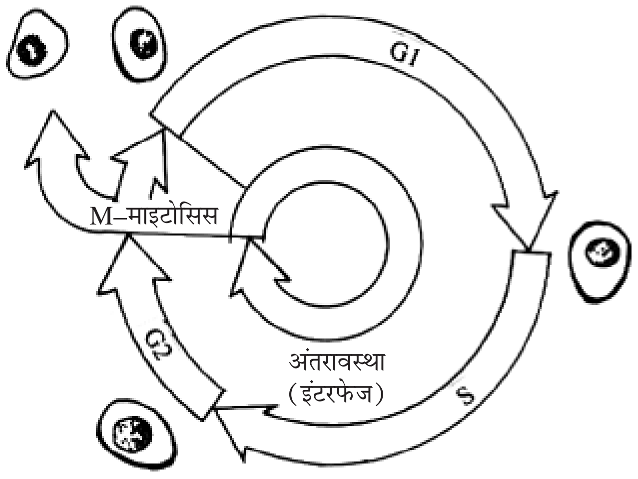
(ii) विभाजनकारी प्रावस्था–जिसे M-प्रावस्था भी कहते हैं (M-माइटोसिस या मियोसिस के लिए)

(i) अंतरावस्था (अंतर = दो के बीच में + अवस्था)

दो उत्तरोत्तर कोशिका विभाजनों के बीच के अंतराल को अंतरावस्था कहते हैं (प्रावस्था जिसमें कोशिका में विभाजन नहीं हो रहा हो। कोशिका चक्र में यह सबसे लंबी अवधि होती है। (चित्र 4.11)। अंतरावस्था को तीन प्रमुख कालों में विभाजित किया गया है G_1, S व G_2

G_1 (Gap 1) प्रावस्था अर्थात् पहली वृद्धि प्रावस्था–यह सबसे लंबी प्रावस्था है। इस प्रावस्था में बडी मात्रा में प्रोटीन और RNA का संश्लेषण होता है।

S या संश्लेषी प्रावस्था–यह अगली प्रावस्था है। बड़ी मात्रा में DNA का संश्लेषण होता है। एक गुणसूत्र में DNA अणु का एकल दोहरे सर्पिल होता है। S प्रावस्था के पश्चात् प्रत्येक गुणसूत्र रज्जुक अनुदैर्ध्य रूप से दोहरा हो जाता है पर गुणसूत्र बिंदु (सेन्ट्रोमियर पर ऐसा नहीं होता है। अत: DNA के दो अणु और दो क्रोमैटिड बन जाते हैं। इस प्रकार प्रत्येक क्रोमैटिड में DNA का एक अणु होता है। दो क्रोमेटिड सेन्ट्रोमियर (centromere) द्वारा एक-दूसरे से जुड़े रहते हैं (जो इस अवस्था में विभाजित नहीं होता) और एकल गुणसूत्र बनाते हैं।



चित्र 4.11 कोशिका चक्र में अनेक प्रावस्थाएँ होती है (G_1, S, G_2 और M)

G_2 (GAP_2) प्रावस्था–इस प्रावस्था के दौरान और अधिक प्रोटीन हिस्टोन सहित का संश्लेषण होता है। कोशिकाद्रव्यी कोशिकाअंगक जैसे माइटोकॉन्ड्रिया, गॉल्जी काय दुगुनी संख्या में बन जाते हैं। एकल सेन्ट्रोसोम के भीतर स्थित सेन्ट्रिओल भी दो सेट्रओलों में बंट जाता है।

(ii) M-प्रावस्था या विभाजनकारी प्रावस्था

इस प्रावस्था का निरूपण संकेत M द्वारा किया जाता है (M मियोसिस या माइटोसिस को दर्शाता है) (चित्र 4.11), सूत्रीविभाजन (Mitosis) होने से इस अवस्था में क्रोमेटिड अलग-अलग हो जाते हैं और संतति गुणसूत्र बनाते हैं। संतति गुणसूत्र संतति केन्द्रकों में चले जाते हैं और कोशिकाद्रव्य बंटकर दो एक समान संतति-कोशिकाओं का निर्माण करता है।

पाठगत प्रश्न 4.8

1. निम्नलिखित की एक वाक्य में व्याख्या कीजिये–
   (i) अंतरावस्था ....
   (ii) संश्लेषी प्रावस्था ....
   (iii) विभाजनकारी प्रावस्था ....
2. निम्नांकित का कोशिका चक्र के संदर्भ में पूर्ण रूप क्या है?
   (i) G_1 ....
   (ii) S ....
   (iii) G_2 ....
   (iv) M-प्रावस्था ....

4.7.2 कोशिका विभाजन के प्रकार

कोशिका विभाजन दो प्रकार का होता है। सूत्री–विभाजन (mitotic division) और अर्धसूत्री विभाजन (meiotic division)

(i) **सूत्री विभाजन** (Mitosis)–यह विभाजन वृद्धि के लिए तथा नई कोशिकाओं द्वारा पुरानी कोशिकाओं के प्रतिस्थापन के लिए होता है। सूत्री विभाजन में दो संतति कोशिकाएँ पूर्ण रूप से जनक कोशिका के सदृश्य और समान होती हैं। सूत्री विभाजन अगुणित तथा द्विगुणित दोनों कोशिकाओं में होता है। इसे समसूत्रण भी कहा जाता है।

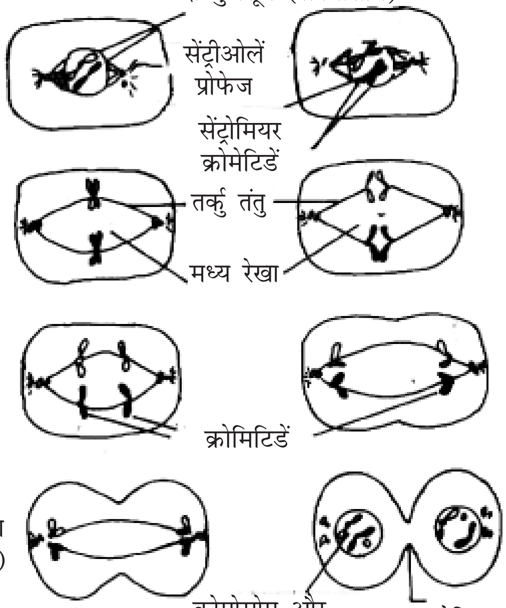
(ii) **अर्धसूत्री विभाजन** (Meiosis)–यह जनन ग्रंथि (गोनड–gonad) में होता है और लैंगिक जनन द्वारा युग्मक (गैमीट) के निर्माण के लिए होता है। इसमें परिणामी कोशिकाएं (मादा में) अंडाणु तथा (नर में) शुक्राणु जनक कोशिका के आधी संख्या में गुणसूत्र धारण करती हैं। यह विभाजन केवल द्विगुणित कोशिओं में होता है जो अगुणित बीजाणुओं या युग्मकों के निर्माण के लिए उत्तरदायी है। इसे अर्धसूत्रण भी कहा जाता है।

1. **सूत्री विभाजन** (mitos = धागे) **:** सूत्री विभाजन को 4 प्रावस्थाओं में बाँटा जा सकता है

   1. पूर्वावस्था (Prophase) 2. मध्यावस्था (Metaphase)
   3. पश्चावस्था (anaphase) 4. अंत्यावस्था (telophase)

   ये प्रावस्थाएं केंद्रक (न्यूक्लिस) के अंदर होने वाले परिवर्तनों के संकेत देती है। (चित्र 4.12)

> पहले केन्द्रक विभाजित होता है और तदुपरांत पूरी कोशिका विभाजित होती है। एक केन्द्रक के विभाजित होने पर दो संतति केन्द्रक बन जाने की क्रिया को **कैरियो काइनेसिस** कहा जाता है। कोशिका द्रव्य के विभाजित होने से दो संतति कोशिकाएँ बन जाती है। इसे (**साइटोकाइनेसिस कोशिका द्रव्य विभाजन**) कहा जाता है।



चित्र 4.12 एक प्राणी कोशिका में सूत्री विभाजन की अवस्थाएँ (यह मानते हुए कि विभाजनकारी कोशिका में केवल एक जोड़ी गुणसूत्र हैं)

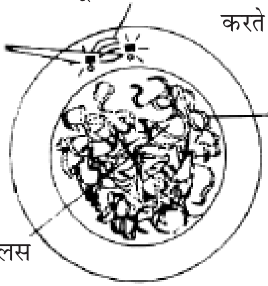
पूर्वावस्था–इसमें तीन उपप्रावस्थाऐं होती हैं :

(i) आरंभिक पूर्वावस्था (Early prophase)

(a) सेंट्रिओल विभाजित होता है और दो सेंट्रिओलों में प्रत्येक विभाजनकारी कोशिका के विपरीत ध्रुवों की ओर पहुँचने लगते हैं,

(b) गुणसूत्र लंबे सूत्रों के रूप में दिखायी देते हैं, और कुंडलित होने लगते हैं।

(c) केन्द्रक का विस्तार होने लगता है इसकी सुस्पष्टता कम होने लगती है (चित्र 4.13क)



चित्र 4-13(क) प्रोफेज (पूर्वावस्था)

(ii) मध्य पूर्वावस्था (Middle prophase)

(a) गुणसूत्र का संघनन पूरा हो जाता है, यह छोटा और मोटा हो जाता है।

(b) प्रत्येक क्रोमोसोम अब दो क्रोमोटिडों का बना होता है, जो अपने-अपने संट्रोमियरों पर परस्पर जुड़े रहते हैं,

(c) प्रत्येक क्रोमेटिड में नव प्रतिकृति बने संतति DNA अणु विद्यमान रहता है।

(iii) उत्तर पूर्वावस्था (Late prophase)

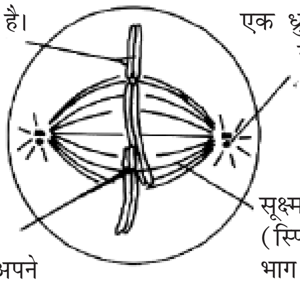
(a) सेंट्रिओल विभाजनकारी कोशिका के विपरीत ध्रुवों पर पँहुच जाते हैं
(b) कुछ तर्कु-तंतु ध्रुव से लेकर कोशिका के मध्य भाग तक फैल जाते हैं,
(c) केन्द्रकीय झिल्ली लुप्त हो जाती है,
(d) केन्द्रिक दृष्टिगोचर नहीं होती।

मध्यवास्था (Metaphase)

(a) गुणसूत्र तर्कु तंतु की सहायता से अब कोशिका के मध्य भाग की ओर गति करते हैं,

(b) प्रत्येक गुणसूत्र संेट्रोमियर द्वारा दो तर्कु-तंतु के साथ जुड़ा होता है जबकि प्रत्येक संेट्रोमियर विपरीत ध्रुवों से जुड़े होते हैं।

(c) सिस्टर क्रोमैटिड अभी एक दूसरे से अलग नहीं हुए होते हैं (चित्र 4.13ख) क्योंकि सेन्ट्रोमियर विभाजित नहीं हो पाया है।



चित्र 4-13(ख) मध्यावस्था

पश्चावस्था (Anaphase)

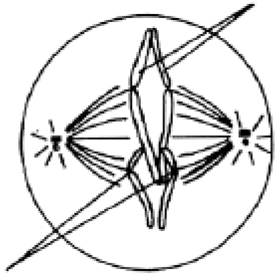
(a) सभी गुणसूत्रों के संेट्रोमियर विभाजित होते हैं, और फिर प्रत्येक क्रोमैटिड एक गुणसूत्र बन जाता है।

(b) तर्कु तंतु संकुचित होते हैं और सेन्ट्रोमियर को विपरीत ध्रुवों की ओर जाने लगता है।

(c) जब गुणसूत्र अपने सेन्ट्रौमियरों द्वारा तर्कु तंतु से विपरीत ध्रुवों की ओर खिंच जाते हैं तो वे विविध आकृति जैसे V, J या I के हो जाते है। अलग-अलग आकृति का बनना सेन्ट्रोमियर की स्थिति पर निर्भर करता है।

(d) आधी संख्या के गुणसूत्र (संतति क्रोमैटिड) एक ध्रुव की ओर गति करते हैं और दूसरे आधी संख्या में गुणसूत्र दूसरे ध्रुव की ओर गति करते हैं,

(e) साइटोकाइनेसिस आरंभ हो जाता है क्योंकि अब प्राणि कोशिकाओं में विदरण खाँच (cleavage furrow) का बनना परिधि से केंद्र की ओर प्रारंभ हो जाती है।



चित्र 4-13(ग) पश्चावस्था

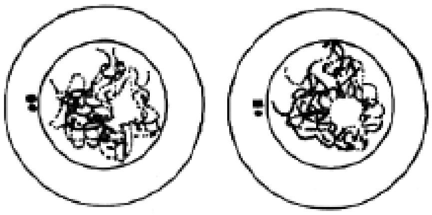
पादप कोशिकाओं में कोशिका प्लेट केंद्र में बनता है और अपकेंद्री वृद्धि कर परिधि की ओर जाता है।

अंत्यावस्था (Telophase)

(a) गुणसूत्र अब अकुंडलित होकर क्रोमेटिन जालक का निर्माण करना प्रारंभ कर देते हैं जैसा कि जनक केन्द्रक में होता है।

(b) प्रत्येक संतति केन्द्रक के चारों ओर केन्द्रकीय झिल्ली बन जाती है।

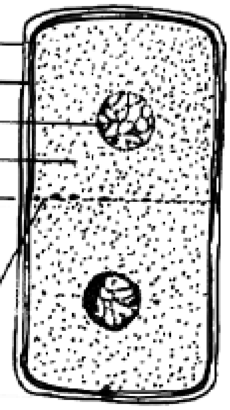
(c) प्रत्येक नव निर्मित संतति केन्द्रक में केन्द्रिक फिर से दिखायी देने लग जाती है।



चित्र 4-13(घ) अंत्यावस्था

साइटोकाइनेसिस (कोशिकाद्रव्य विभाजन)

यह विभाजनकारी कोशिका के कोशिकाद्रव्य के दो भागों में विभाजित होने की प्रक्रिया है। इसकी शुरुआत अंत्यावस्था के शुरू में ही आरंभ हो जाती है और अंत्यावस्था समाप्त होते-होते यह प्रक्रिया पूरी हो जाती है। पादप कोशिका व प्राणि कोशिका के साइटोकाइनेसिस अलग-अलग प्रकार से होते हैं। प्राणि कोशिका में प्लाज्मा झिल्ली का अंतर्वलन कोशिका भित्ति की परिधि से अंदर की ओर होता है। पादप कोशिका में फ्रैग्मोप्लास्ट (कोशिका पट्ट) कोशिका के केंद्र में बनना प्रारंभ होता है और तब परिधि को ओर फैलता जाता है। (चित्र 4.13ङ)



चित्र 4.13 (ङ) साइटोकाइनेसिस

सूत्री विभाजन का महत्त्व

यह एक समसूत्री विभाजन है और इससे बनने वाली दो संतति कोशिकाएँ सभी दृष्टियों में समान ही होती है। इन संतति कोशिकाओं में उतने ही तथा उसी प्रकार के गुणसूत्र पँहुचते हैं जो कि जनक कोशिका में होते हैं।

- एक कोशिकीय जीवों में जनन की यही एक मात्र विधि है।
- इसी प्रक्रिया द्वारा प्राणियों और पौधों में निरंतर अधिकाधिक कोशिकाओं के बढ़ते रहने के कारण वृद्धि होती है।
- वृद्धि के दौरान यह मरम्मत में भी योगदान देती है, उदाहरण के लिये घाव के भरने में, क्षतिग्रस्त भागों के फिर से बनने में (जैसे छिपकली की कटी हुई पूँछ) सामान्य टूट-फूट के दौरान नष्ट हो गयी कोशिकाओं के प्रतिस्थापन में (जैसा कि त्वचा की सतही कोशिकाओं अथवा लाल रुधिर कोशिकाओं के मामले में)।

टिप्पणी

कोशिका सूत्री विभाजन (सीमित अथवा असीमित)

सूत्री विभाजन के जरिये वृद्धि सीमित या नियंत्रित तरीके से उसी सीमा तक होती है जितनी कि शरीर को आवश्यकता होती है। लेकिन कभी-कभी कुछ विशिष्ट कारणों से कोशिकाओं की संख्या में अपसामान्य रूप से वृद्धि होती है। (यानी प्रक्रिया असीमित चलती है।) जिसके कारण "***कैंसर***" हो सकता है।

पादप ऊतक संवर्धन में, एक पादप कोशिका को पोषक माध्यम में संवर्धित किया जा सकता है, जहाँ सूत्री विभाजन द्वारा यह बार-बार विभाजित होकर अविभेदित (Undiffercntiated) कोशिका पुंज उत्पन्न करती है जिसे **कैलस** (Callus) कहते हैं जो पोषक तत्वों और विशिष्ट वृद्धि हार्मोनों की उपस्थिति में एक पादप में विभेदित (differentiate) हो जाता है। प्राणियों में भी स्टेम सेल संवर्धन (Stem-cell culture) कोशिका की विभाजन क्षमता पर ही आधारित है जिसके कारण विशेष प्रकार की कोशिकाएँ बनने लगती हैं।

पाठगत प्रश्न 4.9

1. कोशिका चक्र की उस प्रावस्था का नाम बताइये जिसके दौरान क्रोमैटिन पदार्थ दुगुना हो जाता है।

   ....

2. क्या सूत्री विभाजन के दौरान संतति कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या घट जाती है?

   ....

3. केन्द्रकीय विभाजन की उस प्रावस्था का नाम बताइये जिसका वर्णन निम्नलिखित प्रत्येक वाक्य में से किया गया है :

   (i) केन्द्रकीय झिल्ली का विलोपन,

   ....

   (ii) केन्द्रकीय झिल्ली तथा केन्द्रिक का फिर से दिखायी देना,

   ....

   (iii) सेन्ट्रोमियर का विभाजित होना और तर्कु-तंतुओं के छोटे होते जाने के कारण क्रोमैटिडों का विपरीत ध्रुवों की ओर पँहुचना,

   ....

   (iv) गुणसूत्र अपने आप को तर्कु के मध्य पटल पर स्थापित कर लेते हैं और तर्कु-तंतु सेन्ट्रोनियरों के साथ संलग्न हो जाते हैं।

   ....

2. अर्धसूत्री विभाजन (Meiosis) (Gk Meioun = छोटा बनाना; sis = क्रिया)

इस विभाजन को न्यूनाकारी विभाजन (Reduction division) भी कहते हैं। इस कोशिका विभाजन में जनक कोशिका की सामान्य गुणसूत्र संख्या संतति कोशिकाओं में घटकर आधी रह जाती है। उदाहरण

के लिए मनुष्य में सामान्य गुणसूत्र संख्या 46 (23 जोड़ी) होती है, लेकिन अंडाशय और वृषण में अर्धसूत्री विभाजन के फलस्वरूप संतति कोशिकाओं में यह संख्या घटकर आधी अर्थात् 23 रह जाती है।

अर्धसूत्री विभाजन कहाँ होता है? यह विभाजन जनन कोशिकाओं में होता है उदाहरण के लिए नर प्राणी के वृषण में और मादाओं के अंडाशयों में, और पौधों में परागकोशों (नर जननागों) की पराग जनक कोशिकाओं में और पुष्प के अंडाशयों (मादा जननांगों) की मेगास्पोर जनक कोशिकाओं में होता है।

अर्धसूत्री विभाजन क्यों होता है–मिओसिस में गुणसूत्र की संख्या घटकर आधी रह जाती है और निषेचन (युग्मनज निर्माण) के दौरान जब यह संख्या दुगुनी हो जाती है तब यह संख्या फिर से सामान्य हो जाती है।

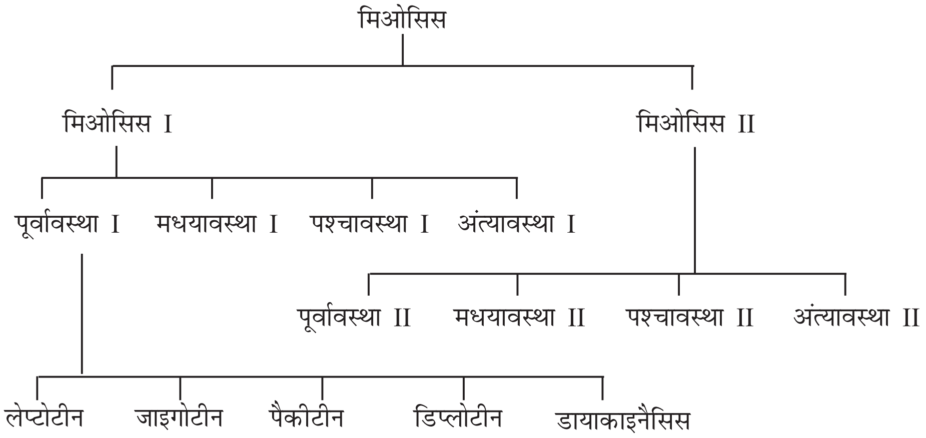
- किसी भी स्पीशीज में गुणसूत्रों की संख्या पीढ़ी-दर-पीढ़ी नियत बनी रहती है।
- उन जीवों में जो कायिक/अलैंगिक रूप से जनन करते हैं कोशिकाऐं सूत्री विभाजन से विभाजित होती है। इस प्रकार उनके गुणसूत्रों की संख्या में किसी प्रकार का परिवर्तन नहीं होता। लेकिन लैंगिक रूप से प्रजनन करने वाले जीव गैमीट (युग्मक) उत्पन्न करते हैं जैसे कि नरों में शुक्राणु तथा मादाओं में अंडाणु। नर व मादा युग्मक (गैमीट) परस्पर संलयित होकर युग्मनज (Zygote) बनाते हैं जो परिवर्धित होकर नए जीव का रूप ले लेता है।
- यदि ये युग्मक सूत्री विभाजन के जरिये बने होते तो अगली पीढ़ी में युग्मनज से बनने वाली संतति में गुणसूत्र की संख्या दुगुनी हो जातीं।
- प्रत्येक सजीव प्राणी की कायिक कोशिकाओं में गुणसूत्रों की संख्या निश्चित होती है। उदाहरण के लिये, प्याज की कोशिकाओं में 16 क्रोमोसोम होते हैं, आलू में 48, घोड़े में 64, मनुष्य में, 46; इसलिए क्रोमोसोमों की संख्या को स्थिर रखने के लिए जनकों की (प्राणियों में अंडाशयों और वृषणों में और पौधों में पराग कोश के पराग-जनक कोशिकाओं तथा अंडाशय के भीतर बीजांडों में मेगास्पोर जनक कोशिकाओं) जनन कोशिकाएँ एक विशिष्ट किस्म के विभाजन द्वारा बंटती हैं जिसे अर्धसूत्री विभाजन कहते हैं।

चित्र 4.14 एक पादप कोशिका में अर्धसूत्री विभाजन के परिणामस्वरूप कोशिका भित्ति का निर्माण

अर्ध सूत्री विभाजन कैसे होता है?

अर्धसूत्री विभाजन की खास बात यह है कि इसमें केंद्रक (मियोसिस 1 और 2) व कोशिकाद्रव्य क्रमशः दो बार विभाजित होता है जबकि गुणसूत्र (क्रोमोसोम) एक ही बार बंटते हैं। अर्धसूत्री विभाजन की प्रावस्थाओं का प्रवाह आरेख नीचे दर्शाया गया है।

– मीओसिस आरंभ होने से पहले की **अंतरावस्था** (interphase) माइटोसिस आरंभ होने से पहले की अंतरावस्था के समान ही होती है। S प्रावस्था में प्रत्येक गुणसूत्र का DNA दुगुना होकर दो DNA अणु प्रदान करता है और इसलिए एक गुणसूत्र में दो क्रोमोटिड्स पाए जाते हैं। जो एकल सेन्ट्रोमियर पर जुड़े रहते हैं।



– मीओसिस I और मिओसिस II सतत प्रक्रिया है। इसे केंद्रक विभाजन की प्रक्रिया के अध्ययन की सुविधा के लिए ही इसे दो उप-अवस्थाओं में बाँटा गया है।

अर्धसूत्री विभाजन I

सूत्री विभाजन (माइटोसिस) की भाँति मीओसिस में भी चार अवस्थाएँ होती है। पूर्वावस्था, मध्यावस्था, पश्चावस्था तथा अंत्यावस्था

पूर्वावस्था I

अर्धसूत्री विभाजन I की पूर्वावस्था सूत्री विभाजन की पूर्वावस्था से कहीं अधिक लंबी अवधि तक चलती है।

- यह अवस्था फिर और आगे निम्नलिखित पाँच उपअवस्थाओं में बँटी होती है।

चित्र 4.15क लेप्टोटीन (तनुसूत्र)

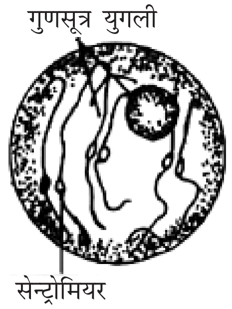
(i) **तनुसूत्र (लेप्टोटीन) (Leptotene : Leptos = पतला, तनु; tene = सूत्र) (चित्र 4.15 क)**

- गुणसूत्र संघनन (DNA के कुंडलन) व स्थूलन (गाढ़ा बनने) के परिणाम स्वरूप विशिष्ट बिंदुओं जिसे सेन्ट्रोमियर कहते हैं पर लंबे व पतले सूत्रों, जिस पर काफी छोटे-छोटे बीड़ होते हैं, के रूप में स्पष्ट दिखाई देते हैं।

- प्रत्येक गुणसूत्र अब दो क्रोमैटिडों का बना होता है और ये दोनों क्रोमैटिड सेन्ट्रोमियर के जरिए परस्पर जुड़े रहते हैं लेकिन ये आसानी से दिखाइ नहीं देते,

  केंद्रकीय झिल्ली और केंद्रिक स्पष्ट होते हैं।

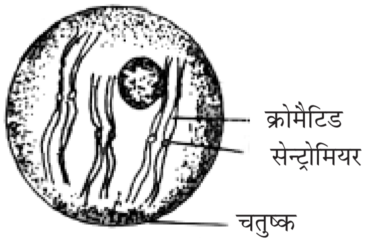
(ii) (युग्मसूत्र) जाइगोटीन (ग्रीक Zygos = युग्मन) (चित्र 4.15 ख)



चित्र 4.15ख जाइगोटीन (युग्मसूत्र)

- गुणसूत्र कुंडलित होकर छोटे और अधिक स्थूल हो जाते हैं।
- समान अथवा समजात (homologous) क्रोमोसोम एक छोर पर से पास-पास आकर परस्पर युग्मन आरंभ कर देते हैं। इस युग्मन को **सूत्रयुग्मन (सिनैप्सिस**–synapsis) कहते हैं।
- समजात गुणसूत्र की प्रत्येक जोड़ी को **युगली** गुणसूत्र (bivalent) कहते हैं।
- केंद्रकीय झिल्ली और केंन्द्रिक स्पष्ट होते हैं।

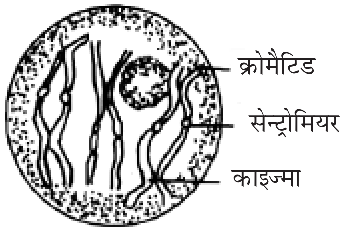
(iii) स्थूल पट्ट पैकीटीन (Pachytene ग्रीक Paches = मोटा) (चित्र 4.15ग)



चित्र 4.15ग पैकीटीन

- और अधिक कुंडलन के कारण क्रोमोसोम लघुतर और स्थूलतर होते जाते हैं
- युग्मित गुणसूत्र नामक इकाई 'युगली' कहलाती है जो चार क्रोमैटिडों की बनी होती है अत: इसे चतुष्की (टेट्रा वेलैन्ट) भी कहते हैं।
- पैकिटीन अवस्था के समाप्त होते-होते जीन विनिमय (crossing over) होना प्रारंभ हो जाता है अर्थात् विजातीय (सिस्टर) क्रोमैटिडों का समजात जोड़ा के बीच सभी क्रोमैटिडों का टूटना और उनके खंडों (जीनपें) का विनिमय आरंभ हो जाता है।
- अंतर विनिमय व पुनर्योजन बिंदु X- आकृति का दिखाई देता है, और इसे काइऐज्मा (chiasma (बहुवचन chiasmata काइऐज्मेटा) कहते हैं, या जीन विनिमय बिंदु (Point of crossing over) कहते हैं,

(iv) द्विपट्ट (डिप्लोटीन) (Diplotene ग्रीक Diplous- दुहरा) (चित्र 4.15घ)



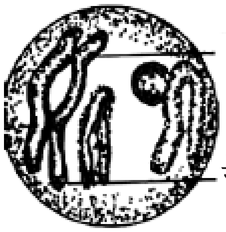
चित्र 4.15घ डिप्लोटीन

- गुणसूत्र और अधिक कुंडलित और छोटा होता जाता है।
- समजात गुणसूत्र के सेन्ट्रोमियर पृथक होना प्रारंभ कर देते हैं,

- गुणसूत्रों के एक समजात युग्म के दो विजातीय (सिस्टर) क्रोमैटिड एक या अधिक बिंदुओं पर जुड़े रहते हैं। इन बिंदुओं को काइऐज्मेटा (Chiasmata) कहते हैं,
- काइऐज्मेटा पर ही समजात गुणसूत्रों के बीच क्रोमेटिडों के खंडों का (जीनों का) विनिमय होता है। इस प्रक्रिया को **आनुवंशिक पुनर्योजन** (genetic recombination) कहते हैं।

(v) पारगतिक्रम (डायाकाइनैसिस) (Diakinesis; ग्रीक : dia = द्वारा विभिन्न दिशाओं में kinesis = गति) (चित्र 4.15 ङ)

- अधिकतम कुंडलन के कारण युगली लघुतम और स्थूलतम हो जाता है।
- युगली गुणसूत्र के समजात गुणसूत्र के सेन्ट्रोमियर और असमजात खंड एक-दूसरे से दूर हटने लगते हैं यह विकर्षण के कारण होता है।

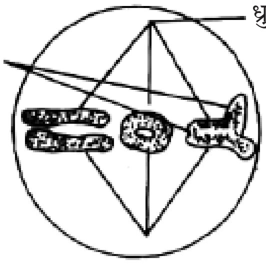


चित्र 4.15ङ डायाकाइनैसिस

- परिणाम स्वरूप, युगली विविध आकृति जैसे O, X या 8 जैसे बन जाते हैं आकृति का बनना प्रति युगली काइऐज्मेटा की संख्या पर निर्भर करता है।
- केन्द्रकीय झिल्ली व केन्द्रिक लुप्त हो जाते हैं,
- तर्कु (Spindle formation) निर्माण पूर्ण हो जाता है।

(vi) मध्यावस्था I (चित्र 4.15च)

- युगली गुणसूत्र अपने आपको मध्य-तल पर व्यवस्थित कर लेते हैं,
- समजात गुणसूत्र, इस प्रकार व्यवस्थित होते हैं कि सभी मातृ या जनक गुणसूत्र एक ही ध्रुव पर नहीं जुड़ पाते। दूसरे शब्दों में कुछ मातृ और कुछ जनक गुण सूत्र एक दूसरे से जुड़ जाते हैं।



चित्र 4.15च मध्यावस्था

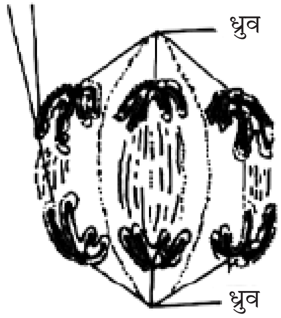
- तुर्क-तंतु गुणसूत्रों के सेन्ट्रोमियरों के साथ जुड़ जाते हैं।
- युगली का एक सेन्ट्रोमियर एक ध्रुव पर जुड़ जाता है तो दूसरा विपरीत ध्रुव पर पृथक तर्कु तंतु से जुड़ जाता है।

(vii) पश्चावस्था I (चित्र 4.15छ)

- तर्कु तंतु छोटे होने लगते हैं।
- समजात गुणसूत्रों के सेन्ट्रोमियर तर्कु-तंतुओं के साथ-साथ विपरीत ध्रुवों की ओर खिंचते जाते हैं (सेंट्रोमियर का विभाजन नहीं होता)।

- इस प्रकार जनक केन्द्रक के गुणसूत्रों का आधा भाग एक ध्रुव पर पँहुच जाता है और शेष आधा भाग विपरीत ध्रुव पर,
- गुणसूत्रों का प्रत्येक समुच्चय, जो किसी एक ध्रुव पर पहुँचता है, जनक और मातृ गुणसूत्रों के मिले-जुले भागों (नया जीन संयोजन) का बना होता है।

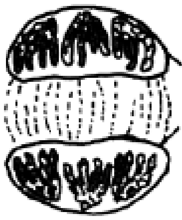
  मियोसिस में मातृ और जनक जीनों के मिल जाने का मूल कारण यह ही है।



चित्र **4.15छ** पश्चावस्था

(viii) अंत्यावस्था (चित्र 4.15ज)

- पृथक हुये गुणसूत्र नव निर्मित संतति केंद्रकों में विकुंडलित होते हैं।
- संतति केंद्रकों में सेन्ट्रोमियरों की संख्या जनक केन्द्रक की तुलना में की आधी होती है लेकिन चूंकि प्रत्येक सेन्ट्रोमियर में दो क्रोमैटिड होते हैं अत: दोनों ध्रुवों पर अंत्यावस्था 1 DNA की मात्रा समान होती है अर्थात् 2n (जनक केंद्रक की तरह द्विगुणित जहाँ S- प्रावस्था में गुणसूत्र द्विगुणित होते हैं। इस प्रकार विभाजनकारी कोशिका में DNA की मात्रा पश्चावस्था I तक 4n थी)



चित्र **4.15ज** अंत्यावस्था

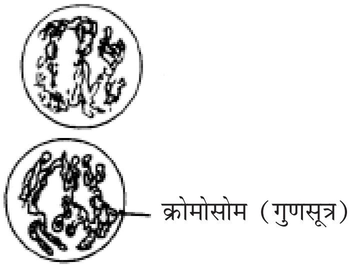
- संतति कोशिकाओं में DNA की मात्रा पश्चावस्था -I की तुलना में आधी रहती है, अर्थात् 2n है।
- केन्द्रिक फिर से दिखाई देता है। केन्द्रकीय झिल्ली भी बन जाती है।
- संतति केन्द्रकों में दूसरा अर्धसूत्री विभाजन आरंभ हो जाता है।

दूसरे अर्धसूत्री विभाजन की भी चार अवस्थाएँ है :

(i) पूर्वावस्था II
(ii) मध्यावस्था II
(iii) पश्चावस्था II
(iv) अंत्यावस्था II

(i) पूर्वावस्था II (चित्र 4.15झ)

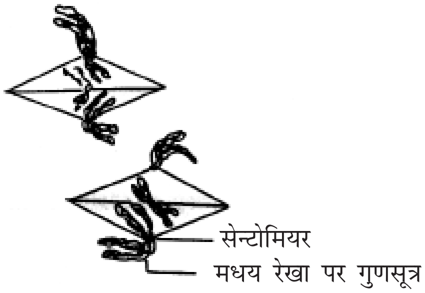
- गुणसूत्र छोटे होकर फिर से दिखाई देने लगते हैं। प्रत्येक गुणसूत्र के दो क्रोमैटिड एकल सेंट्रोमियर से जुड़ जाते हैं।
- तर्कु-निर्माण आरंभ हो जाता है,
- केन्द्रिक और केन्द्रकीय झिल्ली फिर से लुप्त होने लगती है।



चित्र 4.15झ पूर्वावस्था II

(ii) मध्यावस्था II (चित्र 4.15ञ)

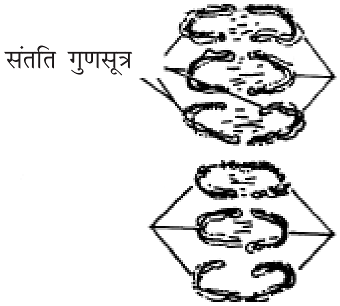
- गुणसूत्र अपने आपको मध्य रेखा पर व्यवास्थित कर लेते हैं,
- तर्कु उपकरण का निर्माण कार्य पूरा हो जाता है
- प्रत्येक गुणसूत्र का सेन्ट्रोमियर दो तर्कु-तंतुओं के साथ विपरीत ध्रुवों पर जुड़ जाता है।



चित्र 4.15ञ मध्यावस्था II

(iii) पश्चावस्था II (चित्र 4.15ट)

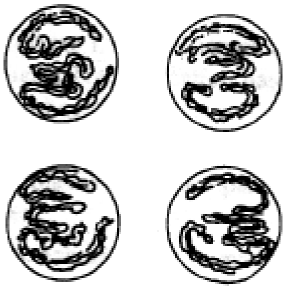
- प्रत्येक गुणसूत्र का सेन्ट्रोमियर विभाजित हो जाता है, जिससे कि प्रत्येक क्रोमैटिड का अपना सेन्ट्रोमियर होता है ओर प्रत्येक क्रोमैटिड अब पूर्ण गुणसूत्र बन जाता है।
- चार संतति केंद्रकों में से प्रत्येक में गुणसूत्र की संख्या आधी (n) रहती है। साथ ही जनक के केंद्रक (2n) की तुलना में DNA की मात्रा भी आधी रहती है।
- क्रोमोटिडों को अपने-अपने सेन्ट्रोमियर मिल जाते हैं वे संतति गुणसूत्र बन जाते हैं और तर्कु-तंतुओं के संकुचन के कारण विपरीत ध्रुवों की ओर गति करने लगते हैं।



चित्र 4.15ट पश्चावस्था II

(iv) अंत्यावस्था II (चित्र 4.15ठ)

- ध्रुवों पर पँहुचने के बाद गुणसूत्र अपने आपको अगुणित संतति केन्द्रक के रूप में व्यवास्थित कर लेते हैं।



चित्र 4.15ठ अंत्यावस्था II

- केन्द्रिक और केन्द्रकीय झिल्ली फिर से दिखाई देने लगती है।

साइटोकाइनेसिस (कोशिका द्रव्य विभाजन)

- यह दो उत्तरोत्तर अवस्थाओं में होता है पहले तो अर्धसूत्री विभाजन-I के बाद, और दूसरा अर्धसूत्री विभाजन II के बाद, अथवा कुछ मामलों में यह केवल अर्ध गुणसूत्र-II के बाद ही होता है।
- इस प्रक्रिया के परिणामस्परूप चार अगुणित कोशिकाएँ बन जाती है।

अर्धसूत्री विभाजन का महत्त्व

- यह स्पीशीज की विभिन्न पीढ़ियों में जिनमें के लैंगिक जनन होता है उनमें गुणसूत्रों की संख्या नियत बनाये रखने में मदद करता है।
- अर्धसूत्री विभाजन युग्मकों (गैमीटों) के निर्माण युग्मक जनन (गैमीटोजैनेसिस-युग्मकजनन –Gametogenesis) के दौरान होती है और इसके दौरान गैमीटों में गुणसूत्रों की संख्या द्विगुणित (2n) से घटकर अगुणित (*n*) रह जाती है। ये अगुणित गैमीट निषेचन के बाद संलयित होकर द्विगुणित युग्मनज का निर्माण करते हैं। द्विगुणित युग्मनज से ही सामान्य द्विगुणित व्यष्टि बनता है।
- पूर्वावस्था में लक्षणों के नए संयोग निम्न कारणों से स्थापित होते हैं।

  (i) मातृ और जनक गुणसूत्रों के मिश्रित हो जाने से और

  (ii) पूर्वावस्था I के दौरान जीन विनिमय के कारण

  इसके परिणामस्परूप संतति में माँ बाप दोनों के गुणों का समावेश नए जीन पुनर्योजन के कारण होता है।

सूत्री विभाजन व अर्धसूत्री विभाजन की तुलना

सूत्री विभाजन	अर्ध-सूत्री विभाजन
1. कोशिका केवल एक बार विभाजित होती है।	1. कोशिका विभाजन दो बार होता है। अर्धसूत्री विभाजन-I और अर्धसूत्री विभाजन-II
2. कायिक कोशिकाओं के साथ-साथ उन कोशिकाओं में होता है जो अगुणित, द्विगुणित या बहुगुणित हो सकते हैं।	2. सिर्फ द्विगुणित जर्म कोशिकाओं मे होता है।
3. पूर्वावस्था अल्पावधि (कुछ ही घंटे की) होती है।	3. पूर्वावस्था I अपेक्षाकृत दीर्घावधि व (अनेक दिन चलने वाली) होती है।
4. पूर्वावस्था सरल होती है,	4. पूर्वावस्था जटिल होती है जिसमें पाँच उप-अवस्थाएँ लेप्टोटीन, जाइगोटीन, पैकीटीन, डिप्लोटीन और डाइकाइनेसिस होती है।
5. सिनैप्सिस नहीं होता।	5. पूर्वावस्था I के दौरान समजात गुणसूत्रों का सिनैप्सिस होता है।
6. पूर्वावस्था के दौरान गुणसूत्रों के दो नॉन-सिस्टर क्रोमैटिडों के बीच खंडों का विनिमय नहीं होता।	6. दो समजात गुणसूत्रों के गैर-सिस्टर क्रोमोटिडों के बीच जीन विनियम के दौरान खंडों का विनिमय होता है।
7. प्रत्येक गुणसूत्र दो क्रोमेटिडों का बना होता है जो एक सेन्ट्रोमियर के जरिये जुड़े रहते हैं।	7. प्रत्येक युगली में चार क्रोमैटिड और दो सेन्ट्रोमियर होते हैं।
8. गुणसूत्र पूर्वावस्था के आरंभ में ही द्विगुणित हो जाते हैं।	8. पूर्वावस्था I में गुणसूत्र एकल रूप में दिखाई देते हैं हालाँकि अंतरावस्था I में DNA का प्रतिकृतियन पहले ही हो चुका होता है।

9. मध्यावस्था में सभी सेन्ट्रोमियर एक ही तल पर आ जाते हैं।	9. मध्यावस्था I में सेन्ट्रोमियर दो तलों में अनुक्रमित होते हैं जो कि एक दूसरे के समांतर होते हैं
10. मध्यावस्था प्लेट द्विगुणित गुणसूत्रों से बनी होती है।	10. मध्यावस्था प्लेट युग्मित गुणसूत्रों की बनी होती है।
11. सेन्ट्रोमियर विभाजन पश्चावस्था में होता है।	11. सेन्ट्रोमियर पश्चावस्था I में विभाजित नहीं होती सेन्ट्रोमियर पश्चावस्था II में ही विभाजित होते हैं
12. तर्कु-तंतु अंत्यावस्था में पूरी तौर पर लुप्त हो जाते हैं	12. तुर्क-तंतु अंत्यावस्था I में पूरी तौर से लुप्त नहीं होते।
13. केन्द्रिक अंत्यावस्था में पुन: दिखाई देने लगता हैं।	13. केन्द्रिक अंत्यावस्था I में नहीं दिखाई देती।
14. सूत्री विभाजन के अंत में गुणसूत्रों की संख्या में कोई परिवर्तन नहीं होता।	14. गुणसूत्रों की संख्या द्विगुणित से घटकर अगुणित रह जाती है।
15. संतति कोशिकाओं की जीनी संरचना पूर्णतया जनक कोशिकाओं की जीनी संरचना के समान होती है।	15. संतति कोशिकाओं की जीनी संरचना जनक कोशिकाओं की जीनी संरचना से भिन्न होती है। संतति कोशिका के गुणसूत्रों जन्तु में जीन व मातृ जीन दोनों ही होते है।
16. माइटोसिस अपेक्षाकृत अल्पावधिक होता है।	16. मीओसिस अपेक्षाकृत दीर्घावधिक होता है।
17. माइटोसिस वृद्धि व टूट-फूट की मरम्मत तथा वानस्पतिक और अलैंगिक रूप से जनन करने वाले जीवों में जनन का आधार है।	17. मीओसिस से ही लैंगिक जनन में क्रोमोसोम-संख्या विभिन्न पीढ़ियों में नियत बनी रहती और साथ ही आनेवाली पीढ़ियों में आनुवंशिक विविधता भी आ जाती है।

कैरियोटाइप क्या है?

गुणसूत्र केवल मध्यावस्था (Metaphase) में ही दिखाई देते हैं। तब उनकी फोटो खींची जाती है और उनके आकार के अनुसार उन्हें काटकर जोड़े बना लिए जाते हैं। इस प्रकार किसी व्यष्टि के समजात गुणसूत्रों का विन्यास आकार के अनुसार नीचे की की ओर जाते हुए अवरोही क्रम को कैरियोटाइप कहा जाता है। (देखें मानव कैरियाटाइप-पाठ 21 में)

पाठगत प्रश्न 4.10

1. अर्धसूत्री विभाजन-I की उप अवस्थाओं के नाम बताइये जिनमें निम्न घटनाऐं होती हैं :

   (i) समजात गुणसूत्री का युग्मन होता है।

   ....

   (ii) चुतुष्क (Tetrad) बनते हैं

   ....

   (iii) समजात गुणसूत्र एक दूसरे से दूर हटना शुरु करते हैं।

   ....

2. पुष्पी पादपों में मियोसिस प्रक्रिया के स्थलों के नाम बताएँ।

....

3. अर्धसूत्री विभाजन-I की निम्नलिखित अवस्थाओं को उनके सही क्रम में लिखिएँ जाइगोटीन, पैकिटीन, लेप्टोटीन, मध्यावस्था I, डायकाइनेसिस, पश्चावस्था I अंत्यावस्था I

....

4. वह दो प्रमुख बातें बताइये जिनमें अर्धसूत्री विभाजन-I, अर्धसूत्री विभाजन-II से भिन्न होता है?

....

आपने क्या सीखा

- एक सजीव कोशिका एक जीवित पादप या प्राणि शरीर का आत्मनिर्भर इकाई होती है।
- महत्त्वपूर्ण कोशिकांगक ये हैं–माइटोकॉन्ड्रिया, गॉल्जी काय ऐन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (अंतर्द्रव्यी जालक) राइबोसोम, परऑक्सीसोम, क्लोरोप्लास्ट, (हरितलवक) केंद्रक (न्यूक्लियस)
- तारककेंद्र (सेन्ट्रिओल) राइबोसोम और केन्द्रिक को छोड़कर अन्य सभी कोशिकांगक झिल्ली से घिरे होते हैं।
- हालाँकि केन्द्रक के बिना कोई कोशिका न तो जीवित रह सकती है और न ही वृद्धि और जनन कर सकती है, फिर भी कोशिका द्रव्य के बिना केन्द्रक अपने आप में अप्रभावी होता है।
- कुछ कोशिकांगक जैसे माइटोकॉन्ड्रिया और हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) केन्द्रक की सहायता के बिना अपनी प्रतिकृति स्वयं बनाने में सक्षम होते हैं यानि अर्धस्वायत कहे जाते हैं।
- जीवित कोशिकाएँ सूत्री विभाजन (माइटोटिक) द्वारा विभाजित होकर नई कोशिकाओं का निर्माण करती हैं।
- शरीर में वृद्धि, कोशिकाओं की संख्या बढ़ने के कारण होती है।
- गुणसूत्र समुच्चय की सततता कोशिका विभाजन के कारण बनी रहती है।
- एक कोशिका के जीवन–चक्र में ये शामिल हैं–अंतरावस्था (G_1 S व G_2) तथा M- प्रावस्था (सूत्री विभाजन या अर्धसूत्री विभाजन)
- सूत्री विभाजन कायिक कोशिकाओं में या जनन कोशिकाओं में होता है जिसके परिणामस्वरूप गुणात्मक और मात्रात्मक दोनों ही दृष्टि से सभी प्रकार समान संतति कोशिकाएँ निर्मित होती हैं।
- अर्धसूत्री विभाजन केवल जनन कोशिकाओं में होता है अर्थात् वृषण तथा अंडाशय में होताहै। यह एक न्यूननकारी विभाजन है जिसमें गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाती है।
- सूत्री विभाजन का महत्त्व वृद्धि में और जनन में है जहाँ जनन से उत्पन्न होने वाले अभिन्न हैं।

- अर्धसूत्री विभाजन की सार्थकता लैंगिक जनन में है जहाँ पर अंडाणु व शुक्राणु दोनों में आधी संख्या में गुणसूत्र होते हैं अर्थात् प्रत्येक मानव युग्मक (गैमीट) में 23 (लेकिन मानव में गुणसूत्र की सामान्य संख्या 46 अथवा 23 जोड़ी होती है) और निषेचन के पश्चात गुणसूत्रों की संख्या बराबर हो जाती है।
- अर्धसूत्री विभाजन जनक व मातृ लक्षणों के मिलने-जुलने में भी सहायक होता है।

पाठांत प्रश्न

1. इस वक्तव्य की तर्कसंगतता बताइये कि कोशिका-भित्ति मृत होते हुए भी कोशिका के भीतर हो रहे सजीव प्रक्रियाओं पर प्रभाव डालती है।
2. कोशिका-भित्ति तथा कोशिका-झिल्ली में विभेद कीजिए।
3. कोशिका-झिल्ली के निकल्सन और सिंगर मॉडल का आरेख बनाइये।
4. कोशिका-झिल्ली कोशिका के लिये अनिवार्य क्यों होती है?
5. माइटोकॉन्ड्रिया और क्लोरोप्लास्ट की इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी द्वारा दिखाई देने वाली संरचना का आरेख बनाएँ।
6. माइटोकॉन्ड्रिया व हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) के प्रकार्यों की सूची तैयार कीजिये।
7. अपनी प्रतिकृति स्वयं बना सकने में सक्षम कोशिकांगकों के नाम बताइये। उन्हें स्व प्रतिकृतिकारी कोशिकांगक क्यों कहा जाता है?
8. एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम, राइबोसोम और गॉल्जी कायों के प्रकार्यों में अंतर बताइये।
9. अधिकांश कोशिकांगक झिल्ली से घिरे होते हैं। इस व्यवस्था की क्या उपयोगिता है?
10. तारककेंद्र (सेन्ट्रियोल) और पक्ष्माभ (सिलिया) कशाभिका (फ्लैजेला) की संरचना और कार्य में अंतर बताइये।
11. लयनकायों (लाइसोसोम) को "आत्मघाती थैलियाँ" क्यों कहते हैं?
12. केन्द्रक के क्या प्रकार्य हैं?
13. विभिन्न कोशिकांगक की सूची तैयार कीजिये। उनके कार्यों के बारे में एक पंक्ति में लिखिये व उनमें पाये जाने वाले श्रम-विभाजन की व्याख्या करें।
14. निम्न में विभेद कीजिये
    (i) असीमकेंद्रकीया प्राक् केंद्रकी (प्रोकैरियोटिक) व ससीमकेंद्रकी या सुकेंद्रकी (यूकैरियोटिक) कोशिका
    (ii) पादप कोशिका व प्राणि कोशिका
15. कोशिका को प्राणी की संरचात्मक व प्रकार्यात्मक इकाई क्यों कहा जाता है?

16. निम्न के नाम बताये :
    (i) वह स्थिति जिसमें एक कोशिका में सामान्य रूप से युग्मित गुणसूत्र होते हैं।
    (ii) वह स्थिति जिसमें एक कोशिका में प्रत्येक गुणसूत्र के जोड़े का केवल एक अवयव होता है
    (iii) अर्धसूत्री विभाजन में मातृ व जनक गुणसूत्रों का युग्मन
    (iv) अर्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था I में समजात (मातृ व जनक) गुणसूत्रों (क्रोमोसोमों) के खंडों का विनिमय
    (v) वह बिंदु जिसके द्वारा एक गुणसूत्र तर्कु-तंतु से जुड़ा रहता है।
    (vi) कोशिका-विभाजन का वह प्रकार जिसके कारण वृद्धि होती है।
17. एक पुष्पी पादप में व लैंगिक जनन करने वाले प्राणी में अर्धसूत्री विभाजन कहाँ पर होता है?
18. पूर्वावस्था-I की उप अवस्थाओं की सूची बनाइए।
19. अर्धसूत्री विभाजन की क्या सार्थकता है?
20. एक कोशिका के जीवन चक्र की विभिन्न अवस्थाओं का एक योजनाबद्ध रेखाचित्र तैयार कीजिए।
21. सूत्री विभाजन की विभिन्न अवस्थाओं का चिह्नित (लेबल किया हुआ) रेखांकित आरेख बनाइए।
22. सूत्री विभाजन व अर्धसूत्री विभाजन के मुख्य अंतरों को सारणीबद्ध करें।
23. अर्धसूत्री विभाजन की पूर्वावस्था इतनी दीर्घावधिक व विस्तृत क्यों होती है?
24. पादप कोशिकाओं में कोशिकाद्रव्य विभाजन (साइटोकाइनेसिस) व प्राणि कोशिकाओं के कोशिका द्रव्य विभाजन में क्या अंतर है?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

4.1 1. पहले से विद्यमान कोशिकाएँ
2. श्लाइडेन व श्वॉन
3. हरतिलवक (क्लोरोप्लास्ट)/प्लास्टिड
4. प्रोकैरियोट–अनावृत केन्द्रक, कोशिका झिल्ली से घिरी हुई कोई कोशिकांगक नहीं, यूकैरियोट–कोशिका झिल्ली युक्त व सुस्पष्ट केन्द्रक युक्त कोशिकांगक

4.2 1. **विसरण**–उच्चतर सांद्रण वाले क्षेत्र से निम्नतर सांद्रण वाले क्षेत्र की ओर अणुओं की गति

परासरण–एक अर्धपारगम्य झिल्ली के आर-पार जल के अणुओं का उच्चतर सांद्रण से निम्नतर सांद्रण की ओर गति

टिप्पणी

2. ऊर्जा व्यय करके सांद्रण प्रवणता की विरुद्ध अर्थात् कम सांद्रता के क्षेत्र से उच्चतर सांद्रता के क्षेत्र की ओर गमन
3. ठोस कणों का अंतर्ग्रहण (फैगोसाइटोसिस कोशिकाशन या भक्षकाणु क्रिया)

   तरल बुंदकों का अंतर्ग्रहण (पिनोसाइटोसिस कोशिकापायन या पिनोसाइटी क्रिया)
4. (i) घ (ii) क (iii) ङ

   (iv) ख (v) ग
5. (i) सुरक्षा/आकृति

   (ii) प्लाज्मोडैस्माटा द्वारा कोशिकाओं के बीच संचार कायम रखना

4.3
1. कोशिका द्रव्य में झिल्ली परिसीमित अंग
2. ATP
3. ग्रेना
4. थाइलेकॉइड
5. क्योंकि माइटोकॉँड्रिया में ऊर्जा ATP के रूप में उत्पन्न होती है और संगृहित रहती है।
6. माइटोकॉन्ड्रिया
7. (i) दोनों अर्धस्वायत हैं

   (ii) दोनों में DNA व राइबोसोम विद्यमान रहते हैं।
8. क्रोमोप्लास्ट (वर्णलवक)
9. क्लोरोप्लास्ट (हरितलवक)
10. उनमें अपनी ही भाँति के उत्पादन के लिये अपना DNA होता है लेकिन कोशिका या कोशिका द्रव्य के बाहर उनका अपना स्वतंत्र अस्तित्त्व नहीं होता है।

4.4
1. (a) गॉल्जी काय (b) अंत:द्रव्यी जालक (एन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम) (ER)

   (c) मंडलवक (अमायलोप्लास्ट)

   (d) ER (e) राइबोसोम
2. पाठ देखें
3. (i) आंतरिक ढाँचा (ii) कोशिकीय पदार्थ का परिवहन
4. कोशिका द्रव्य, ऐन्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम (ER), केन्द्रिक हरितलवक, माइटोकॉड्रिया
5. (ER)

4.5
1. क्योंकि लयनकाय (लाइसोसोम) अपनी ही कोशिका के कोशिकांगकों का भक्षण करते हैं।

2. वे वर्ज्य (बेकार) पदार्थ को पचाकर कोशिका को स्वच्छ रखने में मदद करते हैं।

3. वसा उपापचय

4.6 1. केन्द्रक कोशिका के सभी कार्यों को नियंत्रित करता है क्योंकि इसमें आनुवंशिक सूचना विद्यमान होती है।

2. (a) अंतरावस्था में जब गुणसूत्र विभाजित नहीं हो रहे हैं या Go-stage (परिवर्धन के दौरान विभेदन अवस्था) तो गुणसूत्र एक जालक के रूप में विद्यमान रहते हैं।

(b) ये आनुवंशिक सूचना के वाहक हैं क्योंकि उनमें जीन विद्यमान होते हैं।

3. RNA का संश्लेषण स्थल

4.7 1 (i) यह सार्वत्रिक विलायक है और सर्वाधिक रासायनिक अभिक्रियाएँ जलीय माध्यम में होती है।

(ii) यह जीवद्रव्य का एक घटक है।

2. ग्लूकोस

3. -NHCO-, पॉलीपेप्टाइड बंध में ऐमीनों अम्लों के बीच व प्रोटीनों में पाया जाता है।

4. ATP

5. न्युक्लीक अम्लों के निर्माता खंड, प्रत्येक में एक पेन्टोस शर्करा, नाइट्रोजनी बेस व फ़ॉस्फ़ेट होता है।

4.8 1 (i) अंतरावस्था–दो क्रमिक कोशिका विभाजन के बीच की अवस्था

(ii) संश्लेषी प्रावस्था–DNA का संश्लेषण होता है।

(iii) विभाजक प्रावस्था–कायिक कोशिकाओं में सूत्री विभाजन या जनन कोशिकाओं में अर्धसूत्री विभाजन होता है।

2. (i) प्रथम वृद्धि प्रावस्था (ii) संश्लेषी प्रावस्था

(iii) द्वितीय वृद्धि प्रावस्था (iv) सूत्री विभाजन/अर्धसूत्री विभाजन प्रावस्था

4.9 1. अंतरावस्था की S- आकृति

2. नहीं

3. (i) उत्तर पूर्वावस्था (ii) उत्तर अंत्यावस्था (iii) पश्चावस्था (iv) मध्यावस्था

4.10 1. (i) युग्म सूत्र या युग्म पट्ट (जाइगोटीन) (पूर्वावस्था I); (ii) पेकिटीन (स्थूलपट्ट) (iii) डिप्लोटीन (द्विपट्ट)

2. माइक्रोस्पोर/पराग मातृ कोशिका व मेगास्पोर मातृ कोशिका

3. तनुसूत्र (लेप्टोटीन), जाइगोटीन, (युग्मसूत्र) पैकिटीन, (स्थूलपटट्) डिप्लोटीन (द्विपट्ट), डायाकाइनेसिस (पारगतिक्रम), मध्यावस्था I, अंत्यावस्था I

4. गुणसूत्रों की संख्या आधी रह जाना, अर्धसूत्री विभाजन I में आनुवंशिक पदार्थ का विनिमय (आदान–प्रदान)

5

ऊतक तथा संघटना के अन्य स्तर

आपने पिछले पाठ में सीखा कि कोशिका जीवों की मूलभूत संरचनात्मक और प्रकार्यात्मक (फंक्शनल) इकाई है, और यह कि जीवों का शरीर विभिन्न आकृतियों और आकार की कोशिकाओं से बना होता है। समान प्रकार की कोशिकाएँ एक विशिष्ट कार्य को करने के लिए समुच्चयित या पुंजित हो जाती हैं। कोशिकाओं के इस समूह या समुच्चयन को ''ऊतक'' कहते हैं। इस पाठ में पादपों और प्राणियों के विभिन्न प्रकार के ऊतकों का वर्णन किया गया है।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *ऊतकों की परिभाषा दे सकेंगे;*
- *पादप ऊतकों का वर्गीकरण कर सकेंगे;*
- *विभिन्न प्रकार के पादप ऊतकों के नाम बता सकेंगे;*
- *ट्यूनिका कार्पसवाद (ट्यूनिका कार्पस सिद्धांत) एवं ऊतकजनवाद (हिस्टोजन सिद्धांत) को प्रस्तुत कर सकेंगे;*
- *प्राणी ऊतकों का वर्गीकरण कर सकेंगे;*
- *विभिन्न प्रकार के उपकला (एपीथीलियमी) ऊतकों की संरचना और प्रकार्यों (फंक्शन) का वर्णन कर सकेंगे;*
- *विभिन्न प्रकार के संयोजी ऊतकों की संरचना और उनके प्रकार्यों का वर्णन कर सकेंगे;*
- *पेशी ऊतक की संरचना और उनके प्रकार्य का वर्णन कर सकेंगे;*
- *तंत्रिकीय ऊतक की संरचना और उसके प्रकार्य का वर्णन कर सकेंगे।*

5.1 ऊतक क्या है

विभिन्न अंग, जैसेकि पौधों के तने, जड़ें और प्राणियों के आमाशय, हृदय और फेफड़े विभिन्न प्रकार के ऊतकों के बने होते हैं। **ऊतक, ऐसी कोशिकाओं का एक समूह होता है जिनका**

उद्भव, संरचना और प्रकार्य समान होते हैं। इनके सामान्य उद्भव का अर्थ है कि वे भ्रूण में कोशिकाओं के एक ही स्तर से व्युत्पन्न होती हैं। इसका विवरण पाठ 20 में दिया गया है। सामान्य उद्भव के होने के कारण उनकी संरचना तो सामान्य होती ही है, और इसलिए वे समान प्रकार्य भी करती हैं। अनेक प्रकार के ऊतक संघटित होकर एक **अंग** का निर्माण करते हैं।

उदाहरण : रुधिर, अस्थि, उपास्थि आदि प्राणी ऊतकों के कुछ उदाहरण हैं, जबकि मृदूतक (पैरेन्काइमा), श्लोषोतक (कॉलेन्काइमा), दारू (जाइलम) और पोषवाह (फ्लोएम) पौधों के विभिन्न प्रकार के ऊतक हैं। ऊतकों के अध्ययन को ऊतक विज्ञान या औतिकी (हिस्टोलॉजी) कहते हैं।

> **ऊतक** उन कोशिकाओं के समूह को कहते हैं जिनका उद्भव, संरचना और कार्य समान होते हैं, उदाहरण प्राणियों में अस्थि, पेशी और पौधों में जड़ों तथा प्ररोह के शीर्षों पर विभज्योतक (मेरिस्टेम ऊतक)।

5.2 पादप ऊतक

पादप ऊतक प्रमुखत: दो प्रकार के होते हैं:

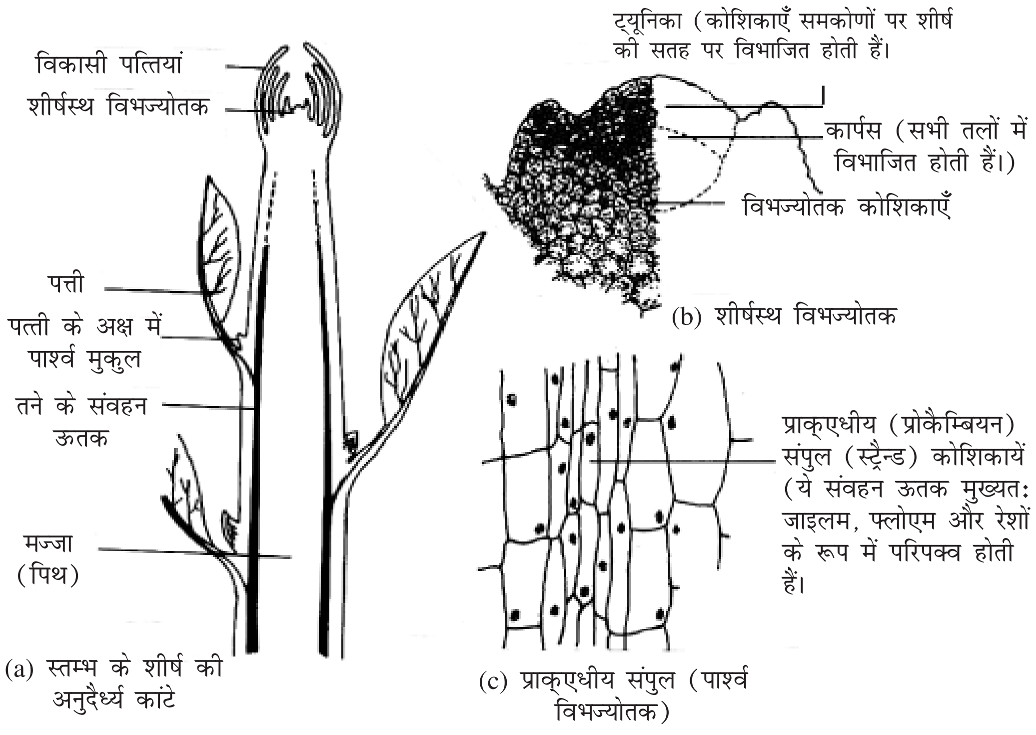
1. विभज्योतक (Meristematic) (ग्रीक शब्द Meristos = विभाजनशील) (अर्थात् विभाजनयोग्य ऊतक)
2. स्थायी (Permanent) (अविभाजनशील)

1. विभज्योतक

- अपरिपक्व अथवा अविभेदित कोशिकाओं का बना होता है जिनमें अंतरकोशिकीय अवकाश नहीं होते।
- कोशिकाएँ गोलाकार, अंडाकार अथवा बहुभुजी होती हैं; ये कोशिकाएँ हमेशा ही जीवित और पतली भित्ति वाली होती हैं।
- प्रत्येक कोशिका में प्रचुर मात्रा में कोशिकाद्रव्य और सुस्पष्ट केंद्रक होता है।
- रसधानियाँ छोटे आकार की होती हैं अथवा होती ही नहीं।

तालिका 5.1 विभज्योतक के प्रकार

प्रकार	स्थान	प्रकार्य
शीर्षस्थ विभज्योतक	• जड़ और प्रोह के शीर्ष भाग में	पौधों की लंबाई और उनकी शाखाओं में वृद्धि पर्वसंधि-वृद्धि (एक बीजपत्री) में, घासों में पर्ण स्तरिका में वृद्धि
अंतर्वेशी (इंटरकैलरी) विभज्योतक	• पत्तियों के आधार पर अथवा पर्वसंधि के आधार पर	
पार्श्व विभज्योतक	• जाइलम, फ्लोएम तथा कार्क के बीच एधा (कैम्बियम) पर • कैम्बियम द्विबीजपत्री पौधों के वल्कुट (कार्टेक्स) पर	पौधे की चौड़ाई और मोटाई में वृद्धि (द्वितीयक वृद्धि)



चित्र 5.1 एक आवृतबीजी पादप में विभज्योतक का स्थान

2. स्थायी ऊतक

- स्थायी ऊतक वे होते हैं जिनमें वृद्धि या तो पूर्णत: अथवा कुछ अवधि के लिए रुक जाती हैं।
- इन ऊतकों की कोशिकाएँ जीवित हो सकती अथवा फिर मृत; और पतली भित्ति वाली अथवा मोटी भित्ति वाली हो सकती हैं।
- पतली भित्ति वाले स्थायी ऊतक आमतौर से जीवित होते हैं, जबकि मोटी भित्ति वाले ऊतक जीवित भी हो सकते हैं अथवा मृत भी।

स्थायी ऊतकों के प्रकार

(i) **सरल ऊतक :** सरल ऊतक केवल एक ही प्रकार की कोशिकाओं से बने होते हैं। सामान्य सरल ऊतक हैं– मृदूतक (पैरेन्काइमा), श्लेषोतक (कोलेन्काइमा) और दृढ़ोतक (स्क्लेरेन्काइमा) (चित्र 5.2, 5.3 और 5.4)

(ii) **सम्मिश्र ऊतक :** सम्मिश्र ऊतक एक से अधिक प्रकार की कोशिकाओं से मिलकर बने होते हैं जो एक इकाई के रूप में कार्य करते हैं। इसके सामान्य उदाहरण दारू (जाइलम) और पोषवाह (फ्लोएम) (चित्र 5.5 और 5.6) हैं।

सरल पादप ऊतकों : की संरचना, प्रकार्य और वितरण तालिका 5.2 में दिए गए हैं।

पाठगत प्रश्न 5.1

1. ऊतक की परिभाषा दीजिए।

   ....

2. निम्नलिखित के लिए एक-एक पर्याय शब्द दीजिए।

   (i) एक पादप ऊतक जो ऐसी कोशिकाओं से बना होता है जो निरंतर विभाजित होकर और अधिक कोशिकाएँ बनाती रहती हैं।

   ....

   (ii) वह विभज्योतक जो वृक्ष की मोटाई बढ़ाने में सहायक होता है।

   ....

   (iii) पादप ऊतक का वह प्रकार जिसकी सभी कोशिकाएँ समान होती हैं।

   ....

   (iv) पादप ऊतकों की वह श्रेणी जिसकी कोशिकाओं में विभाजन नहीं होता।

   ....

3. आप इस कथन से क्या समझते हैं कि ''एक ऊतक की कोशिकाओं का उद्भव समान होता है?''

   ....

4. विज्ञान की उस शाखा का नाम बताइए जिसमें हम ऊतकों का अध्ययन करते हैं।

   ....

5. सम्मिश्र ऊतक क्या होता है?

   ....

6. विभज्योतक की कोशिकाओं के **दो** विशेष लक्षण बताइए।

   ....

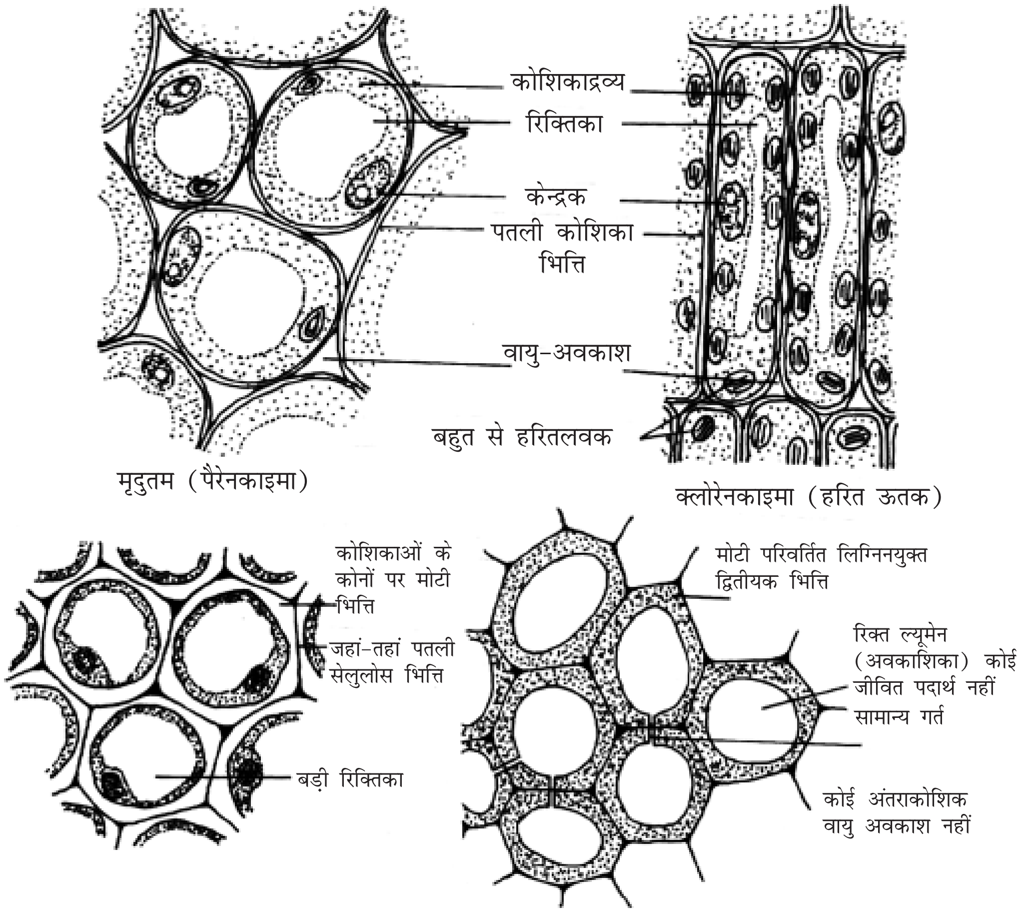
5.2.1 सरल पादक ऊतक

सरल पादप ऊतक तीन प्रकार के होते हैं–(चित्र 5.2, 5.3 और 5.4)

1. मृदूतक (मृदु + ऊतक) (पैरेन्काइमा) [हरित ऊतक (क्लोरेनकाइमा), वायूतक (वायु + ऊतक) (ऐरेनकाइमा)]
2. श्लेषोतक (श्लेष + ऊतक) (कोलेन्काइमा)
3. दृढ़ोतक (दृढ + ऊतक) (स्कलेरेनकाइमा)

तालिका 5.2 : सरल ऊतकों की संरचना, कार्य और वितरण

ऊतक	सजीव अथवा मृत	संरचना	कार्य	वितरण
1. मृदूतक (पैरेनकाइमा Parenchyma)	सजीव	(i) अंडाकार अथवा गोलाकार, पतली भित्ति वाली जिनमें प्रचुर मात्रा में कोशिकाद्रव्य मौजूद होता है। (ii) इसमें सुस्पष्ट केंद्रक और अंतरकोशिकीय अवकाश होते हैं (iii) इसकी भित्ति सेलुलोस की बनी होती है।	(a) इनसे अधिकांश पौधों में विभिन अंगों के बड़े-बड़े भाग बनते हैं। (b) ये भंडारण-कोशिकाओं की तरह कार्य करती हैं। (c) क्लोरेन्काइमा में प्रकाशसंश्लेषण की क्रिया संपन्न होती है। (d) (स्फीत हुआ) पैरेन्काइमा पादप शरीर को दृढ़ता प्रदान करता है।	1. स्तंभ और जड़ का पिथ और वल्कुट (कॉर्टेक्स) 2. पत्तियों का मध्यपर्ण मीज़ोफिल 3. बीज का अंत:बीजाणु (एंडोस्पर्म) 4. संवहनी ऊतक में जाइलम और फ्लोएम पैरेन्काइमा
(क) हरित ऊतक (क्लोरेनकाइमा Chloernchyma)	सजीव	हरितलवकयुक्त क्लोरोप्लास्टमय) बड़े आकार के		
(ख) वायूतक (ऐरेनकाइमा Aerenchyma)	सजीव	वायु-अवकाश अथवा अंतरकोशिकीय स्थान वाला पैरेन्काइमा		
2. श्लेषोतक (कोलेनकाइमा Collenchyma) (Gk collen = गोंद)	सजीव	(i) दीर्घीकृत या दीर्घित कोशिकाएँ जिनकी प्राथमिक भितियाँ मोटी होती हैं। मोटाई कोशिकाओं के कोनों में अधिक होती हैं। (ii) भित्ति पदार्थ सेलुलोस और पेक्टिन का होता है। (iii) अंतरकोशिकीय अवकाश होते हैं।	पादप शरीर को यांत्रिक अवलंब प्रदान करता है विशेष रूप से द्विबीजपत्री पत्तियों और हरे स्तंभों (तनों) को।	स्तंभों और पत्तियों के परिधीय क्षेत्रों में पाया जाता हैं।
3. दृढ़ोतक (स्केलेरेनकाइमा (Sclerenchyma) (ग्रीक scleros = कठोर, दृढ़) (क) रेशे (fibres) (ख) दृढ़ कोशिकाएँ (Sclereids)	मृत मृत मृत	यह ऊतक मोटी भित्ति वाली ऐसी कोशिकाओं का बना होता है जिनकी भित्तियाँ लिग्निन से समान रूप से मोटी होती हैं। नुकीले छोरों वाली दीर्घित कोशिकाएँ। भित्तियाँ लिग्निन जमा होने के कारण मोटी होती हैं। बेडौल कोशिकाएँ कोशिका-भित्ति अत्यधिक मोटी जिसके कारण कोशिकागुहा बहुत छोटी हो जाती है।	दृढ़ोतक मुख्यत: आधार प्रदान करता है, जो दबाव को सहन कर सकता है और भीतरी पतली भित्ति वाली कोशिकाओं को क्षतिग्रस्त होने से बचाता है।	• रेशे अनेक पौधों के स्तंभ के विभिन्न भागों में खंडों अथवा अविच्छिन्न पट्टियों के रूप में पाए जाते हैं। • दृढ़ कोशिकाएँ सामान्यत: फलों और बीजों में पाई जाती है। • कुछ पत्तियों में बड़ी संख्या में पाई जाती है।



चित्र 5.2. 5.3, 5.4 विविध प्रकार के सरल ऊतक

5.2.2 सम्मिश्र ऊतक

सम्मिश्र ऊतक प्रधानत: दो प्रकार के होते हैं :

(i) दारू (जाइलम)

(ii) पोषवाह (फ्लोएम)

– जाइलम और फ्लोएम पौधों के भीतर, अर्थात् जड़ों से लेकर स्तंभ और पत्तियों तक एक अविच्छिन्न तंत्र बनाते हैं।

– इन्हें संवहनी (वैसकुलर) ऊतक भी कहते हैं और ये जड़ों एवं स्तंभों के भीतर संवहनी बंडलों के रूप में विद्यमान होते हैं।

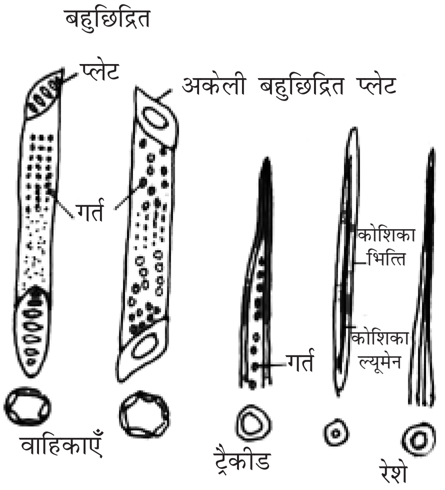
जाइलम (ग्रीक xylo = दारू या काष्ठ/काठ)

– जाइलम एक संवाहक ऊतक है जो जड़ों से लेकर पत्तियों तक जल और लवणों का संवहन करता है।

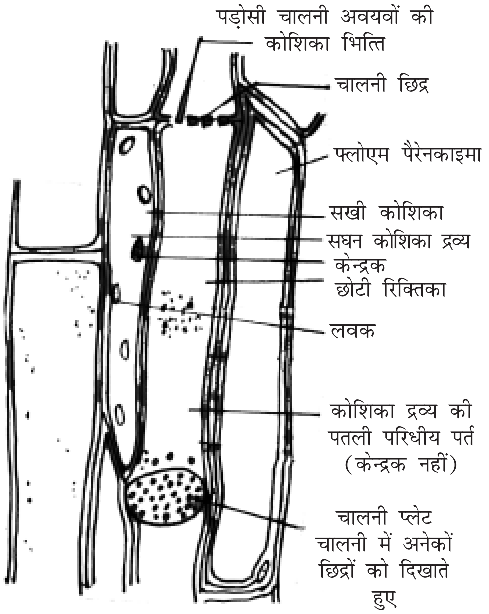
- जाइलम (क) ट्रैकीडों, (ख) वाहिकाओं, (ग) रेशों, (घ) दारू मृदूतकों (जाइलम पैरेन्काइमा) का बना होता है (चित्र 5.5)

फ्लोएम (पोषवाह)

- फ्लोएम भी एक संवहनी ऊतक है जो पत्तियों में संश्लेषित भोजन को पौधे के विभिन्न भागों तक पहुँचाता है।
- फ्लोएम (क) चालनी नलिका अवयवों, (ख) सहचर (सखी) कोशिकाओं, (ग) फ्लोएम रेशों, (घ) फ्लोएम पैरेन्काइमा का बना होता है (चित्र 5.6)



चित्र 5.5 जाइलम वाहिकाएं ट्रैकीडें और रेशे



चित्र 5.6 फ्लोएम पैरेनकाइमा चालनी नलिका और चालनी प्लेट

चित्र 5.5, 5.6 सम्मिश्र ऊतकों के विविध प्रकार

पौधों के सम्मिश्र ऊतकों की संरचना और प्रकार्य तालिका 5.3 में दिए गए हैं :

तालिका 5.3 जाइलम और फ्लोएम की संरचना और कार्य

ऊतक	सजीव अथवा मृत	संरचना	कार्य
जाइलम (Xylem)			
1. ट्रैकीडें (Trachied)	मृत	नुकीले छोरों वाली लंबी कोशिकाएँ। भित्तियाँ लिग्निन के कारण मोटी, भित्तियों में रंध्र होते हैं।	ये सभी मिलकर एक इकाई के रूप में काम करते हुए पानी को जड़ों से लेकर ऊपर की तरफ पत्तियों तक पहुँचाते हैं।
2. वाहिकाएँ	मृत	ट्रैकीडों की तुलना मुकाबले में कोशिकाएँ छोटी और चौड़ी होती हैं। लिग्निन के कारण भित्तियाँ मोटी और	

		संरंध्री होती हैं। अंत्यभित्तियां खुली हुई होती हैं और कोशिकाएँ परस्पर जुड़कर एक लंबी नली बनाती हैं।	
3. जाइलम रेशे	मृत	लंबी कोशिकाएँ जिनकी भित्तियों पर लिग्निन का बहुत मोटा जमाव होता है। भित्तियों पर रंध्र नहीं होते (यानी अरंध्री)	
4. जाइलम पैरेन्काइमा	सजीव	छोटी पतली भित्ति वाली कोशिकाएँ भित्तियाँ सेलुलोस की बनी होती हैं।	
फ्लोएम (Phloem)			
1. चालनी नलिकाएँ	सजीव	दीर्घित चालनी कोशिकाएँ परस्पर जुड़कर चालनी नलियाँ बना देती हैं; कोशिकाभित्ति सेलुलोस से बनी होती हैं। कोशिकाओं की अंत: भित्तियों पर छिद्रें होती हैं। इस कारण इन्हें यह नाम (चालनी) दिया गया है।	ये सभी मिलकर एक इकाई के रूप में कार्य करते हुए पत्तियों में प्रकाश-संश्लेषण के दौरान बने भोजन को पौधे के विभिन्न भागों तक पहुँचाते हैं।
2. सहचर (सखी) कोशिका	सजीव	चालनी कोशिकाओं के साथ जुड़ी बहुत लंबे आकार की आयताकार कोशिकाएँ। कोशिकाभित्ति सेलुलोस की बनी होती है।	
3. फ्लोएम रेशे	मृत	बहुत लंबी कोशिकएँ जिनकी भित्तियाँ मोटी लिग्निभूत (लिग्निफाइड) होती है।	
4. फ्लोएम पैरेन्काइमा	सजीव	लंबी कोशिकाएँ/कोशिकाभित्ति पतली और सेलुलोस की बनी होती है।	

5.2.3 पौधे के प्ररोह शीर्ष और जड़ के शिखर पर होने वाली पादप-वृद्धि के सिद्धांत

प्ररोह और जड़ के सिरों पर होने वाली पादप वृद्धि को समझाने के लिए दो प्रमुख सिद्धांत प्रस्तुत किए जाते हैं। ये सिद्धांत हैं : (i) ट्यूनिका कॉर्पस वाद (Tunica corpus Theory) और (ii) ऊतकजन वाद (Histogen theory)।

ट्यूनिका कॉर्पस वाद :

– ट्यूनिका कॉर्पस वाद का प्रतिपादन कायिक प्ररोह शीर्ष के लिए किया गया था।

– इस सिद्धांत के अनुसार, शीर्षस्थ विभज्योतक में ऊतकों के दो क्षेत्र होते हैं : **ट्यूनिका क्षेत्र** (ट्यूनिक = आवरण) जिसमें कोशिकाएँ एक या अधिक परिधीय परतों में व्यवस्थित होती हैं और **कॉर्पस क्षेत्र** (कार्पस) (कार्पस = संहति या पिंड) जो कोशिकाओं की एक संहति या पिंड के रूप में होता है तथा ट्यूनिका से चारों तरफ से ढका होता है।

– इस वाद के अनुसार, शीर्ष पर होने वाली वृद्धि की दरें एवं विधियाँ उसे अलग-अलग दो क्षेत्रों में बाँट देती हैं।

– ट्यूनिका की परतों की कोशिकाओं में उपनतिक (anticlinal) अर्थात् परिधि से अबलंब बनाते हुए विभाजन होता है और इसी के कारण उनमें सतही वृद्धि होती है।

– कॉर्पस में, कोशिका-विभाजन अव्यवस्थित रूप से और विभिन्न समतलों पर होता हैं जिसके कारण संहति के आयतन में वृद्धि होती है।

– ट्यूनिका से अधित्वचा (एपिडर्मिस) और वल्कुट (कॉर्टेक्स) का निर्माण होता है। कॉर्पस से अंत:त्वचा (एंडोडर्मिस) परिरंभ (पेरिसाइकल), मज्जा (पिथ) और संवहनी (वैस्कुलर) ऊतकों का निर्माण होता है।

ऊतकजन वाद (हिस्टोजन वाद)

– इस वाद के अनुसार, स्तंभ और जड़ के शीर्षस्थ विभज्योतक कोशिकाओं की छोटी-छोटी संहतियों के बने होते हैं ये विभज्योतक सभी सदृश्य होती हैं और तेजी से वृद्धि करती हैं।

– ये विभज्योतक कोशिकाएँ विभाजित हाकर प्राक्विभज्योतक बनाती हैं जो तीन क्षेत्रों में विभेदित हो जाता है, **त्वचाजन** (डर्मेटोजन) **वल्कुटजन** (पेरिब्लेम) और **रंभजन** (प्लीरोम)

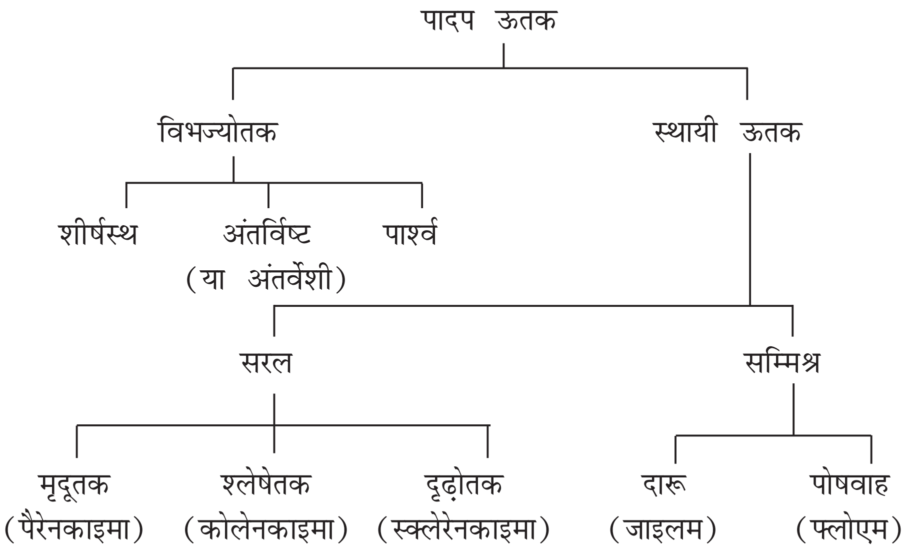
– प्रत्येक क्षेत्र प्रारंभकों के एक-एक समूह का बना होता है जिन्हें ऊतकजन (ऊतक निर्माता) कहते हैं:

(i) त्वचाजन स्तंभों के अधित्वचा (एपिडर्मिस) का और जड़ों की मूलीयत्वचा (एपिब्लेमा) का निर्माण करता है।

(ii) वल्कुटजन (मध्य स्तर) स्तंभों और जड़ों का वल्कुट (कॉर्टेक्स) बनाता है।

(iii) रंभजन (प्लीरोम) केंद्रीय विभज्योतक क्षेत्र–परिरंभ (पेरिसाइकल), मज्जा (पिथ) और संवहनी ऊतक का निर्माण करता है।

पादप ऊतकों के वर्गीकरण की एक झलक



पाठगत प्रश्न 5.2

1. नीचे दी गई तालिका में दिए गए पादप ऊतकों के दो-दो विशिष्ट लक्षण और उन स्थानों के एक-एक उदाहरण दीजिए जहाँ वे पाए जाते हैं।

क्र.सं.	ऊतक	अभिलक्षण	स्थान का उदाहरण
1.	मृदूतक (पैरेनकाइमा)	....	....
2.	श्लेषोतक (कोलेनकाइमा)	....	....
3.	दृढ़ोतक (स्क्लेरेनकाइमा)	....	....

2. उस पादप-ऊतक का नाम बताइए जो :

   (i) जल-संवहन करता है ....

   (ii) भोजन उपापयचजों का संवहन करता है ....

5.3 प्राणि ऊतक

जैसा कि पौधों में होता है, प्राणियों में भी विभिन्न प्रकार के ऊतक पाए जाते हैं जो अलग-अलग कार्य करते हैं। नीचे दिए गए प्रवाह चार्ट (flow chart) का अध्ययन कीजिए।

प्राणि ऊतक

उपकला (एपिथीलियमी) ऊतक	**संयोजी ऊतक**	**पेशीय ऊतक**	**तंत्रिकीय ऊतक**
(ऊपर से ढँककर, स्रावण कर और अवशोषण कर शरीर की रक्षा करना है)	एक ऊतक को दूसरे ऊतक के साथ बाँधता है, सहारा प्रदान करता है, परिवहन करता है)	(गति और संचलन प्रदान करता है)	(नियंत्रण एवं समन्वयन करता है)

5.3.1 उपकला ऊतक(एपिथीलियमी ऊतक/Epithelial Tissue)

संरचनात्मक विशिष्टताएँ : एपिथीलियमी ऊतक बनाने वाली कोकिशकाएँ :

(i) पास-पास सटी हुई होती हैं और उनके बीच अंतरकोशिकीय अवकाश नहीं होता।

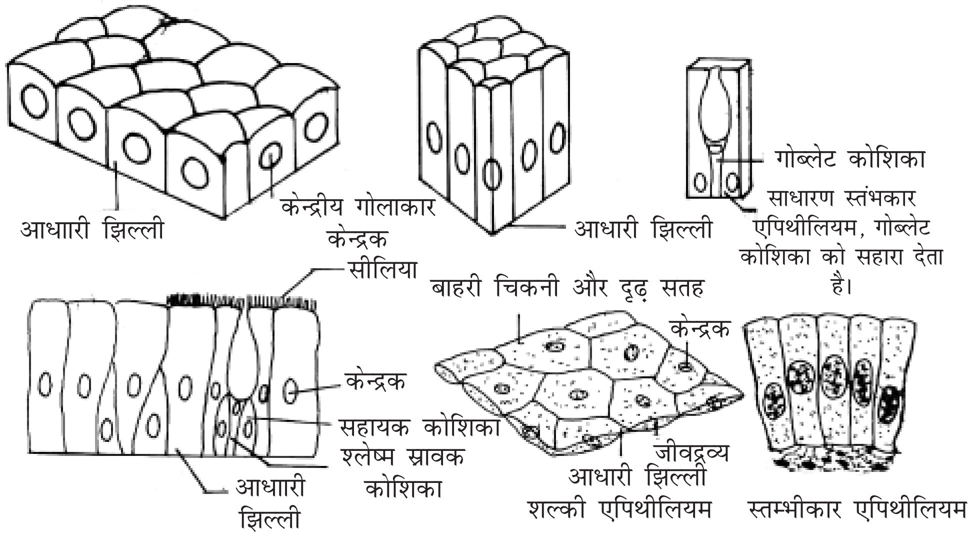
(ii) अकोशिकीय आधारी झिल्ली से उत्पन्न होती हैं।

(iii) उनमें रुधिर-वाहिकाएँ नहीं होती।

प्रकार्य : यह ऊतक सतहों को ढँकता है, अवशोषण में मदद करता है और स्रवण करता है, तथा इस पर जीवद्रव्यी बहि:क्षेपण भी मौजूद हो सकते हैं, जैसे कि पक्ष्माभ (सिलिया) (देखिए तालिका 5.4 और चित्र 5.7)

तालिका 5.4 एपिथीलियमी ऊतक के प्रकार

प्रकार	संरचना	स्थान	कार्य
1. शल्की उपकला (स्क्वैमस एपिथीलियम)	कोशिकाएँ चपटी, जिनके केन्द्र में स्थित केन्द्रक/ अनियमित बाहरी सतह	फेफड़ों के वायु-कोशों का अस्तर वृक्क की नलिकाओं में अस्तर रुधिर केशिकाओं का अस्तर	O_2 और CO_2 का का परस्पर विनियम अवशोषण के लिए पदार्थों का परस्पर विनिमय
2. घनाकार उपकला (एपिथीलियम क्यूवॉयडल)	घन-जैसी कोशिकाएँ, जिनके केन्द्र में स्थित केन्द्रक, कोशिकाएँ बहुभुजीय प्रतीत होती हैं।	लार-एवं अग्न्याशय वाहिनियों का अस्तर लार एवं स्वेद ग्रंथियों में पाए जाते हैं	अवशोषण के लिए
3. पक्ष्माभी उपकला (सिलियमी एपिथीलियम)	युक्त सिरों पर पक्ष्माभ (सिलिया) मौजूद	वृक्क वाहिकाओं का अस्तर	स्रवण के लिए
4. स्तंभाकार उपकला (कॉल्यूमनर एपिथीलियम)	ऊँची स्तंभाकार कोशिकाएँ, जिनके आधारी सिरों पर केन्द्रक मौजूद रहते हैं।	आमाशय और आंत्र का अस्तर	एक विशेष दिशा में तरल पदार्थों का बहाव
5. पक्ष्मभी स्तंभाकार उपकला (सिलि-यमी स्तंभाकार एपिथिलियम)	मुक्त सिरों पर पक्ष्माभ (सिलियाँ)	श्वासनली का अस्तर	स्रवण और अवशोषण के लिए
6. ब्रुरूश बार्डरयुक्त स्तंभाकार उपकला (ब्रुश बॉर्डर्ड वॉल्यूमनर एपीथीलियम)	युक्त सिरों पर अनेक कलन	आंत्र का अस्तर	अवशोषण के लिए सतही क्षेत्र की बढ़ोतरी के लिए



चित्र 5.7 विभिन्न उपकला (एपिथीलियमी) ऊतकों की संरचना

यदि एपिथीलियमी कोशिकाएँ केवल एक परत में व्यवस्थित होती हैं तो वे सरल एपिथीलियम बनाती हैं। यदि एपिथीलियमी कोशिकाएँ अनेक स्तरों में व्यवस्थित होती है तब वे जटिल अथवा स्तरित एपिथीलियम (बहुस्तरी)बनाती हैं। स्तरित एपिथीलियम शरीर के उन भागों में पाया जाता है जहाँ पर अधिक टूट-फूट होती है, उदाहरण के लिए त्वचा, गालों का आंतरिक अस्तर आदि।

पाठगत प्रश्न 5.3

1. प्राणि-ऊतकों के विभिन्न प्रकारों की सूची बनाइए।

   ....

2. कॉलम I के मदों (आइटमों) को कॉलम II के मदों (आइटमों) के साथ संगत क्रम संख्या को कोष्ठकों के भीतर लिखकर मिलाइए-

कॉलम I		कॉलम II
(क) बहुस्तर उपकला (कम्पाउण्ड एपिथीलियम)	( )	(i) एपिथीलियमी ऊतक
(ख) आधारी झिल्ली	( )	(ii) अवशोषी सतही क्षेत्र को बढ़ाने के लिए
(ग) ब्रुश बार्डर एपिथीलियम	( )	(iii) श्वासनली का अस्तर
(घ) लार ग्रंथि	( )	(iv) त्वचा
(ङ) सिलियमी एपिथीलियम	( )	(v) घनाकार एपिथीलियम

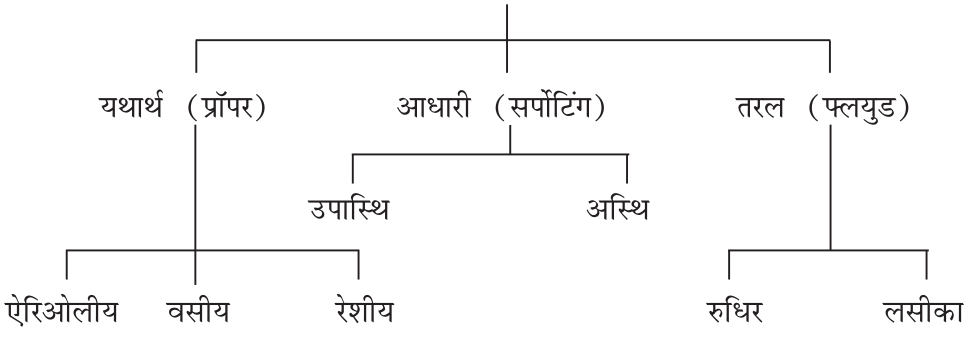
5.3.2 संयोजी ऊतक (Connective tissue)

संयोजी (Connective) ऊतक में दो संघटक होते हैं–

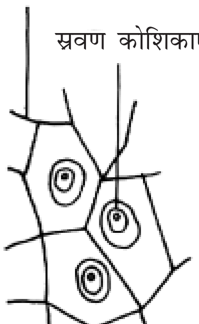
(क) आधात्री अर्थात् भरण पदार्थ और (ख) कोशिकाएँ

विभिन्न प्रकार के भोजी ऊतकों में आधात्री और कोशिकाएँ अलग-अलग प्रकार की होती हैं (चित्र 5.8)।

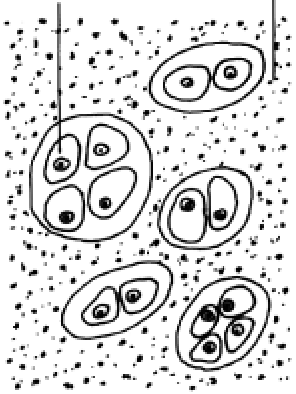
संयोजी ऊतक के प्रकार

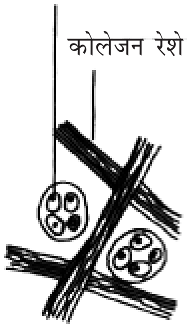


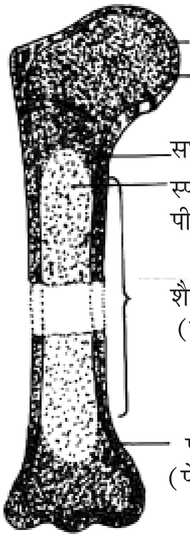
चित्र 5.8 संयोजी ऊतक के कुछ निरुपक प्रकार



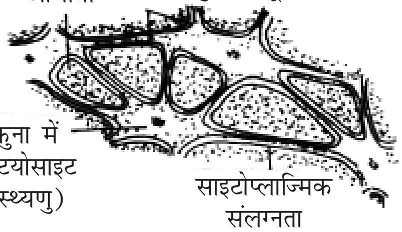
प्रत्यास्थ उपास्थि
(इलास्टिक कार्टिलेज)

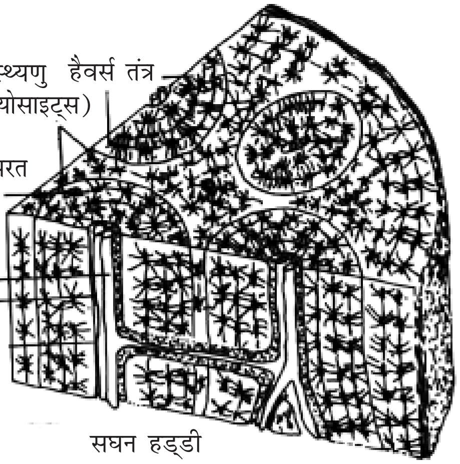






लंबाई में हड्डी की काट





सघन हड्डी

क यथार्थ संयोजी ऊतक

1. ऐरिओली ऊतक : सबसे अधिक व्यापक रूप से पाए जाने वाला संयोजी ऊतक। इस ऊतक में पाए जानी वाली विभिन्न कोशिकाएँ है–

(i) **रेशकोरक** (फाइब्रोब्लास्ट)–जो आधात्री की पीली (इलेस्टिन) और सफेद (कोलेजन) रेशें बनाते हैं।

(ii) **महाभक्षकाणु** (मैक्रोफ़ाज)–जो जीवाणुओं तथा सूक्ष्म-रोगाणुओं के परिग्रहण में सहायता करते हैं।

(iii) **मास्ट कोशिकाएँ**–जो हेपेरिन का स्राव करती हैं। हेपेरिन रुधिर स्कंदन में मदद करता है।

2. **वसीय (ऐडिपोस) ऊतक :** इसमें एक विशिष्ट प्रकार की कोशिकाएँ होती है जिनमें वसा संचयित रहती है इसीलिए इन्हें **वसा-कोशिकाएँ** कहते हैं। वसा कोशिकाएँ आंतरिक अंगों के चारों तरफ गद्दीदार पट्टी बना देती हैं।

3. **रेशीय ऊतक :** यह मुख्यत: रेशेकोरकों का बना होता है। यह ऊतक स्नायु एवं कंडरा बनाता है।

ख आधारी संयोजी ऊतक

आलंबक संयोजी ऊतक

उपास्थि | अस्थि

उपास्थि	अस्थि
1. इसकी आधात्री **कॉन्ड्रिन** ((chondrin) की बनी होती है। आधात्री में कोशिकाएँ या तो एकल रूप से अथवा दो या चार के समूह में स्थित होती हैं। इन कोशिकाओं के चारों तरफ तरल में भरे हुए स्थान होते हैं। उपास्थि लचीली हो सकती है जिसकी आधात्री में पीले रेशे होते हैं, जैसा कि बाहरी कान (कर्णपल्लव) में होता है।	1. इसकी आधात्री **ऑसीन** (ossein) की बनी होती है। आधात्री में कैल्सियम, गॅस्फोरस और मैग्नीशियम के लवण भी विद्यमान होते हैं। स्तनधारियों के लंबी अस्थियों द्धजैसे कि जाँघ की अस्थिऋ में आधात्री संकेन्द्री वलयों के रूप में व्यवस्थित होती है। **अस्थ्यणु (अस्थि** + **अणु** अस्थि कोशिका) पटलिकाओं पर (आधात्री में संकेद्री **वलयों** पर) व्यवस्थित होते हैं। अस्थ्यणुओं में से शाखित प्रवर्ध निकले हुए होते हैं जो समीपवर्ती अस्थ्यणुओं के प्रवर्धो के साथ जुड़े होते हैं। कुछ अस्थियों में एक केन्द्रीय गुहा विद्यमान होती है जिसमें एक ऊतक होता है जो रुधिर उत्पन्न करता है अस्थि-गुहा के भीतर स्थित पदार्थ को **अस्थिमज्जा** कहते हैं।
2. अधिकांश कशेरूकियों में उपास्थि नम्य (लचीला) और सशक्त प्रकार का संयोजी ऊतक होती है। आमतौर पर यह उनके अंत:कंकाल का कार्य करता है।	2. अस्थियाँ दो प्रकार की होती है : **स्पंजी** और **ठोस**। स्पंजी अस्थि में कोशिकाएँ अनियमित रूप से व्यवस्थित होती हैं। ऐसी अस्थियाँ लंबी अस्थियों के सिरों पर पाई जाती हैं
3. उपास्थि **कैल्सीभूत** हो सकती है। ऐसी उपास्थि की आधात्री में कैल्सियम लवण जमा होते हैं। कैल्सीभूत उपास्थि लंबी अस्थियों के सिरों पर पाई जाती है।	3. ठोस अस्थियों में कोशिकाएँ के केन्द्रीय नाल–पटलिकाओं हैवर्स-नाल के चारों तरफ वृतों या पटलिकाओं (लैमेली) के रूप में व्यवस्थित होती हैं।

टिप्पणी

ग. तरल संयोजी ऊतक

रुधिर और लसीका तरल संयोजी ऊतक के दो रूप हैं।

रूधिर एक सम्मिश्र है जो रुधिर कोशिकाएँ और प्लाज़्मा (प्रद्रव्य) के मेल से बना है। प्लाज़्मा इसकी आधात्री का कार्य करता है।

रुधिर कोशिकाएँ:

1. लाल रुधिर कोशिकाएँ (रक्ताणु-रक्त + अणु)–O_2 और CO_2 का परिवहन करती है। रक्ताणु को लोहित कोशिका भी कहा जाता है।
2. सफेद रुधिर कोशिकाएँ (श्वेताणु-श्वेत + अणु)–जीवाणुओं, विषाणुओं और शरीर के भीतर घुसने वाले अन्य रोगाणुओं के विरुद्ध रक्षा करते हैं।
3. विम्बाणु (विम्ब + अणु) (थ्रोम्बोसाइट)–रुधिर-स्कंदन में मदद करते हैं।

लसीका आधात्री का कोशिकाबाह्य तरल है, अर्थात् भरण पदार्थ है। इसमें अनेक प्रकार की प्रोटीन मौजूद होती हैं, जैसे फाइब्रिनोजन, ऐल्बुमिन, ग्लोबुलिन, जिन्हें वह विभिन्न कार्यों के लिए प्राणी शरीर के अलग-अलग भागों तक पहुँचाती है।

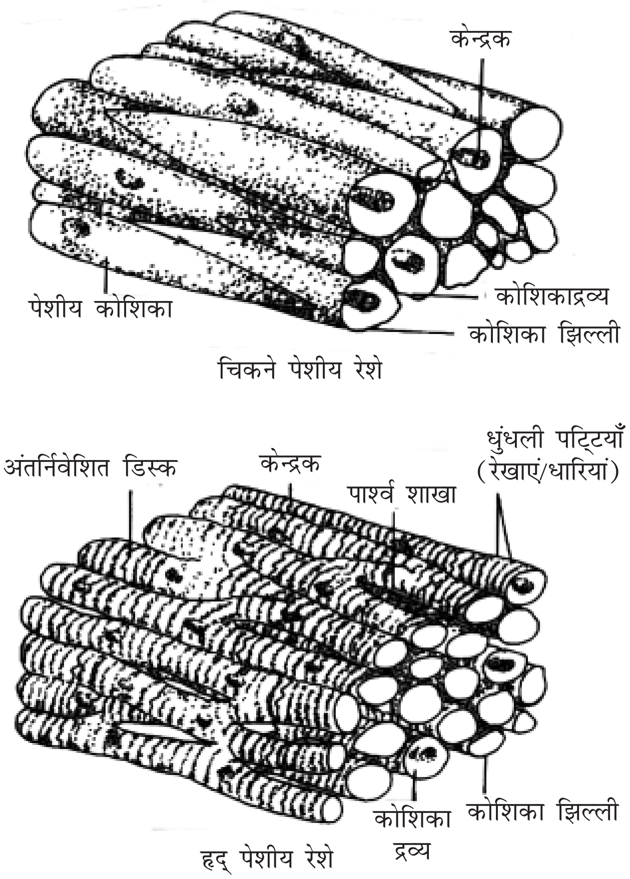
5.3.3 पेशीय ऊतक

पेशीय ऊतक लंबी उत्तेजनशील कोशिकाओं का बना होता है, जिनमें प्रोटीनों के अनेक समांतर रूप से व्यवस्थित संकुंचनशील सूक्ष्म तंतु होते हैं, जैसे ऐक्टिन, मायोसिन, ट्रोपोनिन और ट्रोपोमायसिन। अपनी लंबी आकृति के लिए पेशी कोशिकाओं को पेशी रेशे भी कहते हैं। अपनी आकृति और कार्यों के आधार पर कशेरुकी प्राणियों के पेशीय ऊतक तीन प्रकार के होते हैं (i) रेखित, (ii) अरेखित और (iii) हृद्पेशी (हृदय की पेशी) (चित्र 5.9), जैसा कि तालिका 5.5 और चित्र 5.9 बताया गया है।

तालिका 5.5 पेशीय ऊतकों के प्रकार

रेखित/ऐच्छिक/कंकाली	अरेखित/अनैच्छिक	हृद्
स्थान		
कंकाल पर लगी होती हैं, जैसे कि सिर, हाथ-पैर, चेहरे आदि की पेशियाँ।	शरीर के अंगों जैसे आमाशय, आंत्र आदि की भित्तियों में।	हृदय की भित्तियों में।
आकृति		
लंबी, बेलनाकार, अशाखित रेशे पेशीतंतुक (मायोफाइब्रिल) कोशिकाद्रव्य में इस प्रकार व्यवस्थित होते हैं कि रेखाएँ नज़र आती हैं।	तर्कुनुमा (तकली जैसा), शुंडाकार चूँकि पेशी तंतुक समान रूप से व्यवस्थित नहीं होते, इसलिए धारियाँ (रेखाएँ) दिखाई नहीं देती।	लंबी, बेलनाकार रेखाएँ (धारियाँ) दिखाई देती है।
पेशीचोल (सॉर्कोलेमा)		
रेशे (कोशिका) की पतली किंतु कठोर झिल्ली	पतली कोशिका-झिल्ली, पेशीचोल नहीं होता।	पतली

केन्द्रक		
बहुकेंद्रकीय, केंद्रक परिधीय	एक केन्द्रकयुक्त, केंद्र में स्थित	प्रत्येक इकाई में एक केंद्रक, केंद्र में स्थित
रुधिर-संभरण		
प्रचुर	कम	प्रचुर
अंतर्निविशित डिस्कें		
नहीं होती	नहीं होती	होती हैं
ऐच्छिक (संकुंचन इच्छा पर)	अनैच्छिक (इच्छा के बिना)	अनैच्छिक



चित्र 5.9 कशेरूकी प्राणियों के पेशीय ऊतक के प्रकार

पेशी रेशों के कुछ विशिष्ट लक्षण ये हैं :

(i) उत्तेजनशीलता (उद्दीपन के प्रति अनुक्रिया)

(ii) प्रसरणीयता (वितान्यता) (तनन)

(iii) संकुचनशीलता (संकुंचन)

(iv) प्रत्यास्थता (वापस अपनी मूल स्थिति में पहुँच जाते हैं)

टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 5.4

1. विभिन्न प्रकार के संयाजी ऊतक का निर्माण करने वाली विभिन्न कोशिकाओं के नाम बताइए।

 ....

2. कॉलम I के मदों (आइटमों) को कॉलम II के मदों (आइटमों) के साथ संगत क्रम संख्या को कोष्ठक के भीतर लिखकर मिलाइए :

कॉलम I			कॉलम II
(क) अरेखित पेशियाँ	( )	(i)	बहुकेंद्रकी
(ख) पेशीतंतुक (मायोफाइब्रिल)	( )	(ii)	रेखित पेशी में एक-दूसरे के समांतर स्थित होते हैं।
(ग) पेशीचोल	( )	(iii)	हृद् पेशी
(घ) रेखित पेशी	( )	(iv)	रेखित पेशी रेशे की बाहरी कठोर झिल्ली
(ङ) शाखित पेशीतंतुक	( )	(v)	अनैच्छिक

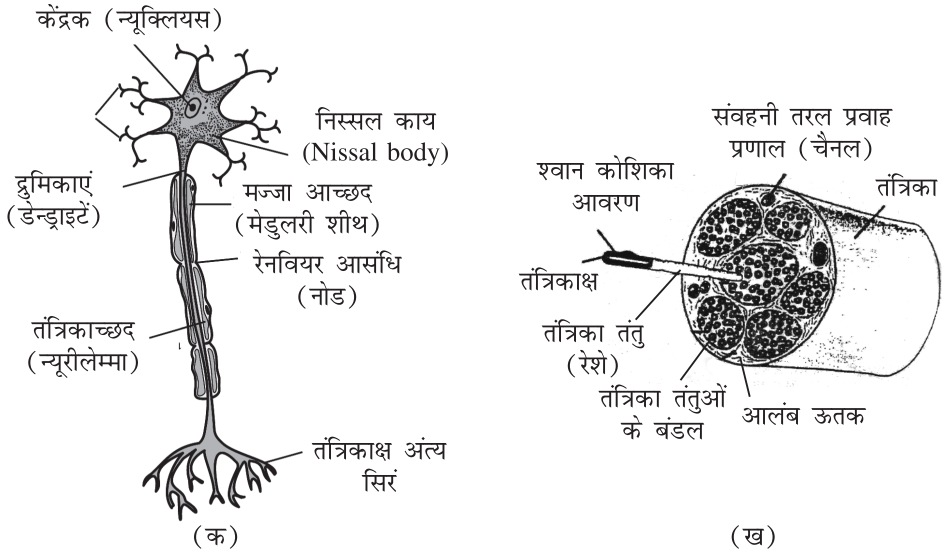
5.3.4 तंत्रिकीय ऊतक (Nervous tissue)

तंत्रिकीय ऊतक में दो प्रकार की कोशिकाएँ–**तंत्रिकोशिका (न्यूरॉन-Neuron)** और तंत्रिबंध **(न्यूरोग्लिया-Neuroglia) कोशिकाएँ**।

न्यूरॉन

तंत्रकोशिका तंत्रिकीय ऊतक की एक प्रकार्यात्मक इकाई है। न्यूरॉनों को तंत्रिका-कोशिकाएँ भी कहते हैं। तंत्रिकीय ऊतक मस्तिष्क, मेरुरज्जु तंत्रिकाएं, संवेदी कोशिकाएँ और ज्ञानेंद्रियां बनाता है।

एक न्यूरॉन का सामान्य स्वरूप जैसा कि चित्र 5.10 में दिखाया गया है :



चित्र 5.10 तंत्रिका-कोशिका और तंत्रिका रेशा

शरीर की अन्य कोशिकाओं के भांति, न्यूरॉन में एक प्रमुख कोशिका काय होती है जिसे **साइटॉन** (cytone) कहते हैं। साइटॉन से अनेक प्रकार के प्रवर्ध निकले होते हैं–जिनमें से एक प्रवर्ध आमतौर से बहुत लंबा होता है। इस लंबे रेशे को तंत्रिकाक्ष **(एक्सॉन)** कहते हैं। साइटॉन के अपेक्षाकृत छोटे किंतु शाखित प्रवर्धों को द्रुमिका (dendrites) (ग्रीक **dendrons** का अर्थ है वृक्ष, 'द्रुम', अतः छोटे-छोटे द्रुम की आकृति का)। यह कोशिका प्लाज़्मा-झिल्ली से घिरी हुई होती है, इसमें एक केंद्रक होता हैं तथा अन्य अंगक, जैसे माइटोकॉन्ड्रिया, आदि मौजूद होते हैं।

साइटॉन में गहरे रंग की कणिकाएँ भी उपस्थित होती हैं जिन्हें **निस्सल** पिंड कहते हैं। ये पिंड RNA और प्रोटीन के बने होते हैं।

तंत्रिका-आवेश का प्रेषण : शाखित द्रुमिकाएँ उद्दीपन प्राप्त करती हैं और उसे साइटोन के जरिए ऐक्सॉन तक प्रेषित कर देती हैं। ऐक्सॉन उसे अंततः अपने विविध रूप में शाखित सिरों के जरिए या तो पेशी तक (ताकि वह संकुंचित हो सके) अथवा किसी ग्रंथि तक (ताकि वह स्रवण कर सके) भेज देता है। ऐक्सॉन मिलकर तंत्रिका-रेशा बनाते हैं।

तंत्रिका रेशा के ऊपर कुछ स्थानों पर तो एक अतिरिक्त आच्छद द्वारा ढका हो सकता है या नहीं भी हो सकता है जिसे **मज्जा आच्छद** कहते हैं। इसका स्राव आच्छद कोशिकाएँ करती हैं। यह आच्छद लिपिड जैसे पदार्थ **मायलिन** का बना होता है। तदनुसार, तंत्रिका-रेशा मज्जा **आच्छादित** अथवा **अनाच्छादित** कहलाता है। मज्जा आच्छद अविच्छिन्न नहीं होता, बल्कि रेन्वियर आसंधियों पर मज्जा-आच्छद नहीं होता।

पाठगत प्रश्न 5.5

1. तंत्रिकीय ऊतक का क्या प्रकार्य है?

   ....

2. एक तंत्रिका-कोशिका में ''आवेग का प्रवाह'' किस दिशा में होता है–इसके द्रुमिकाओं से आरंभ होकर उसके ऐक्सॉन के छोरों तक अथवा उसके ऐक्सॉन छोर से लेकर द्रुमिकाओं तक?

   ....

3. एक तंत्रिका-कोशिका में निम्नलिखित भाग क्या हैं?
   - (i) साइटॉन ....
   - (ii) ऐक्सॉन (तंत्रिकाक्ष) ....
   - (iii) मज्जा-आच्छद ....
   - (iv) रेन्वियर आसंधि ....

5.4 संघटन के स्तर–कोशिका से लेकर जीव तक

हमने इस पाठ का आरंभ किसी भी सजीव प्राणी में जीवन की लघुतम इकाई अर्थात् कोशिका से किया था। कोशिका में अपने अंगकों का एक बड़ा जटिल तंत्र होता है, जिसमें प्रत्येक

अंगक एक विशिष्ट कार्य अथवा क्रियाकलाप से संबंधित होता है, और प्रत्येक क्रिया कोशिका के सकल कार्य-निष्पादन में अपना योगदान देती है। अत: कोशिका-स्तर पर श्रम-विभाजन दृष्टिगोचर होता है। जैसे-जैसे जैव-विकास होता गया, वैसे-वैसे बड़े और उनसें भी बड़े जीवों को उत्पति होती गई, जिनका शरीर असंख्य कोशिकाओं से बना था। इसके साथ ही यह आवश्यक होता गया कि शरीर-संबंधी कार्य कोशिकाओं के अलग-अलग समूह करें अथवा ऊतकों के अलग-अलग ऊतक-समूह करें। इस प्रकार की ऊँची और उससे भी ऊँची अवस्था को संघटन के स्तर कहते हैं। ये स्तर इस प्रकार हैं :

(i) **संघटन का कोशिकीय स्तर** : एक अकेली कोशिका के भीतर विभिन्न अंगकों द्वारा क्रियाओं को संघटन। उदाहरण : श्वेत रुधिर कोशिका, अथवा पत्ती की हरी कोशिका।

(ii) **ऊतक स्तर** : समान उद्भव और समान कार्य वाली कोशिकाओं का पाया जाना। उदाहरण हमारी त्वचा का सतही एपीथीलियम, अथवा पौधे की मूलगोप (Root cap) पर पायी जाने वाली विभाजनकारी कोशिकाएँ।

(iii) **ऊतक-तंत्र** : आमतौर से पौधों में देखने को मिलता है, जहाँ कोशिकाओं के दो या अधिक प्रकार मिलकर एक किसी विशिष्ट प्रकार्य को संपन्न करते हैं। उदाहरण: पत्ती का संवहनी ऊतक (शिराएँ, आदि) जो जल एवं खाद्य पदार्थों के परिवहन के लिए ज़ाइलम एवं फ्लोएम का बना होता है।

(iv) **अंग-स्तर** : शरीर का एक सुस्पष्ट अभिज्ञेय (पहचानने योग्य) भाग जो विविध ऊतकों का बना होता है और ऐसे एक या अधिक कार्य संपन्न करता है जो जीव के कल्याण के लिए अपना योगदान देता हैं। उदाहरण : प्राणियों का यकृत और पौधों की पत्तियाँ।

(v) **अंग-तंत्र** : अंगों के एक सम्मुच्चय का एक ऐसा समूह जो सभी मिलकर आमतौर से एक सामान्य कार्य संपन्न करते हैं। उदाहरण : मानव श्वसन-तंत्र (जो फेफड़ों यानी फुप्फुस, श्वासनली, मध्यपट यानी डायाफ्राम इत्यादि का बना होता है), अथवा पौधे का प्ररोह तंत्र (जिसमें पत्तियां, स्तंभ, शाखाएँ आदि होते हैं)।

(vi) **जीव** : विभिन्न अंग-तंत्रों में मिलकर बना एक सकल व्यष्टि (जीव)। उदाहरण : मानव, बंदर अथवा सरसों का पौधा।

पाठगत प्रश्न 5.6

1. निम्नलिखित संघटन-स्तरों को सही-सही क्रम में व्यवस्थित कीजिए : ऊतक, कोशिका, अंग, जीव, अंग-तंत्र

   ....

2. नीचे दी गई तालिका को विभिन्न संघटक-स्तरों के लिए प्राणियों और पौधों में एक-एक उदाहरण देकर पूरा करें :

उदाहरण

संघटन-स्तर	प्राणी	पौधा
कोशिका	....	....
ऊतक	....	....
अंग	....	....
अंगतंत्र	....	....
जीव	....	....

आपने क्या सीखा

- ऊतक ऐसी कोशिकओं का एक समूह होता है जो वास्तव में एक ही प्रकार ही होती हैं, उनकी उत्पत्ति भी समान होती है, और वे एक समान कार्य संपन्न करती है।
- पौधों में सर्वप्रथम ऊतकों के प्रमुखतः दो प्रकार होते हैं : विभज्योतक (विभाजनकारी और अविभेदित) तथा स्थायी (विशिष्टीकृत) ऊतक।
- विभज्योत्क ऊतक पौधे के उन सभी स्थलों पर पाया जाता है, जहाँ वृद्धि होती है।
- स्थायी ऊतक में सरल ऊतक [(पैरेनकाइमा (मृदूतक), कोलेनकाइमा (श्लेषोतक) और स्क्लेरेनकाइमा (दृढ़ोतक)] और सम्मिश्र ऊतक जाइलम (दारू) और फ्लोएम (पोषवाह) होते हैं।
- प्राणि ऊतक में एपिथीलियमी ऊतक (आमतौर से सतहों पर पाए जाने वाली तथा पास-पास सटी हुई कोशिकाएँ), संयोजी ऊतक जो प्रमुखतः आलंब प्रदान करता है और शरीर के विभिन्न भागों को परस्पर जोड़ता या बाँधता हैं। अस्थियाँ, रुधिर आदि सकुंचनशील पेशीय ऊतक (विभिन्न पेशियाँ) और तंत्रिकीय ऊतक जो तंत्रिका कोशिकाओं के बना होता है और जो सूचनाओं को संप्रेषित करने के लिए अनुकूलित होती हैं (मस्तिष्क कोशिकाएँ आदि)।
- पौधों और प्राणियों दोनों में विभिन्न ऊतक मिलकर अंग बनाते हैं। विभिन्न अंग मिलकर एक अंगतंत्र बनाते हैं और विभिन्न अंगतंत्र मिलकर एक जीव अथवा एक व्यष्टि बनाते हैं। इस प्रकार, संघटन के विभिन्न स्तर हैं, जिसमें प्रत्येक स्तर पर जटिलता और विशिष्टता बढ़ती जाती है।

पाठांत प्रश्न

1. ऊतक क्या हैं?
2. निम्नलिखित ऊतकों का एक प्रमुख संरचनात्मक लक्षण तथा एक विशेष कार्य बताइए: विभज्योतक, दृढ़ोतक (स्कलेरेनकाइमा), जाइलम (दारू), फ्लोएम (पोषवाह), एपिथीलियम (उपकला), पेशीय ऊतक, तंत्रिका ऊतक

3. निम्नलिखित ऊतक साथ में दिए गए ऊतक से किस प्रकार भिन्न हैं?
   (i) संयोजी ऊतक–एपिथीलियमी (उपकला) ऊतक से
   (ii) अस्थि–रुधिर से
   (iii) फ्लोएम–जाइलम से
   (iv) शल्की एपिथीलियमी–स्तंभाकार एपिथीलियमी से
   (v) ट्रेकीड–काष्ठ रेशों से।
4. प्राणियों में जैसे मानव में, संघटन के विभिन्न स्तर बताइए। प्रत्येक स्तर का नाम बताइए।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

5.1 1. ऐसी कोशिकाओं का एक समूह जिनकी व्युत्पत्ति, संरचना और प्रकार्य समान हो।

2. (i) विभज्योतक
   (ii) पार्श्व विभज्योतक
   (iii) सरल
   (iv) स्थायी

3. कोशिकाएँ भ्रूण की एक ही परत से उत्पन्न होती है।

4. ऊतकविज्ञान

5. एक से अधिक प्रकार की कोशिकाओं से बना, जो सभी मिलकर एक सामान्य प्रकार्य संपन्न करती है।

5.2 1.

क्रमसंख्या	ऊतक	लक्षण	स्थान का उदाहरण
1.	पैरेनकाइमा (मृदूतक)	1. गोल कोशिकाएँ, सजीव	जड़, स्तंभ और पत्तियाँ
2.	कोलेनकाइमा (श्लेषोतक)	बहुभुजीय कोशिकाएँ जो कोनों पर मोटी होती है। सजीव	पत्तियों का मध्य शिरा और वृंत (पर्णवृंत पीटीओल)
3.	स्कलेरेनकाइमा (दृढ़ोतक)	लंबी अथवा बेडोल कोशिकाएँ, मृत और मोटी भित्ति वाली कोशिकाएँ	स्तंभ

2. ज़ाइलम, फ़्लोएम

5.3 1. उपकला (एपिथीलियमी), संयोजी, पेशीय, तंत्रिकीय

2. (क) (iv), (ख) (i), (ग) (ii) (घ) (v) (ङ) (iii)

5.4 1. रेशकोरक–ऐरिओली

महाभक्षकाणु–ऐरियोली

मास्ट कोशिकाएँ–ऐरियोली

उपास्थि कोशिका/उपास्थ्यणु (कॉन्ड्रोसाइट)-उपास्थ्यणु -उपास्थि

अस्थि कोशिका/अस्थ्यणु - हड्डी (अस्थि)

रूधिर कोशिका/WBC, RBC -रूधिर

2. (क) (v), (ख) (ii), (ग) (iv), (घ) (i), (ङ) (iii)

5.5 1. संवेदी

2. द्रुमिका में ऐक्सॉन (तंत्रिकाक्ष) तक

3. (i) कोशिका-काय, (ii) सायटॉन की पतली प्रक्रम (iii) संवेदी रेशा,

(iv) मज्जा परत, (v) मज्जा आच्छद में अंतरायन (क्रम-भंग)

5.6 1. कोशिका, ऊतक, अंग, अंग-तंत्र, जीव

2. पाठ का उपखंड 5.4 देखिए।

मॉड्यूल - II

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य

पाठ 6. मूल तंत्र

पाठ 7. प्ररोह तंत्र

पाठ 8. पौधों में अवशोषण, परिवहन और जल क्षय (वाष्पोत्सर्जन)

पाठ 9. पादपों में पोषण–खनिज पोषण

पाठ 10. नाइट्रोजन उपापचय

पाठ 11. प्रकाश संश्लेषण

पाठ 12. पादपों में श्वसन

पाठ 13. पोषण और पाचन

पाठ 14. श्वसन और नाइट्रोजनी अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन

पाठ 15. देह-तरल पदार्थों का परिसंचरण

पाठ 16. संचलन एवं गति

पाठ 17. समन्वय और नियंत्रण : तंत्रिका-तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र

पाठ 18. समस्थापन : साम्यावस्था

सफलता की गाथाएँ

काव्या माधवन

नामांकन संख्या : 090008103065

काव्या माधवन मलयालम फिल्म जगत की एक अत्यंत सम्मानित अभिनेत्री है। एक बाल कलाकार के रूप में अपनी पहली फिल्म करने वाली काव्या ने मलयालियों के हृदयों में जल्द ही एक जगह बना ली। फिर भी उन्हें इस सब के लिए माध्यमिक स्तर पर स्कूल छोड़ना पड़ा। अन्य बहुत से लोगों की तरह, उन्होंने भी कॉलेज डिग्री प्राप्त करने का स्वप्न देखा था। काव्या को राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान (एनआईओएस) में दाखिला लेने की प्रेरणा मिली और वे मलयालम माध्यम में उच्चतर माध्यमिक स्तर की परीक्षा के लिए बैठी और सफल हुई। वे कहती हैं कि यह सफलता उन्हें आसानी से प्राप्त नहीं हुई।

मुक्त विद्यालयी शिक्षा प्रणाली को आभार कि काव्या माधवन अब एम.जी. विश्वविद्यालय, कोट्टायम, केरल से बी.कॉम में पंजीकृत है।

गणेश

नामांकन संख्या : माध्यमिक पाठ्यक्रम : 25001292005

उच्चतर माध्यमिक पाठ्यक्रम : 250012103570

गणेश ने एनआईओएस का माध्यमिक पाठ्यक्रम प्रथम श्रेणी से उत्तीर्ण किया और अब उसने उच्चतर माध्यमिक पाठ्यक्रम के चार विषयों की परीक्षा दी है। गणेश अन्य शिक्षार्थियों से अलग है क्योंकि उसे हड्डी के संक्रमण का गंभीर अल्सर है। इस रोग का कोई उपचार नहीं है, उसकी कमर से नीचे का भाग सही ढंग से विकसित नहीं हो पाया है। एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाने के लिए उसे उठाकर ले जाना पड़ता है।

यद्यपि उसके परिवार के सदस्यों और प्रमुख अक्षमता आयुक्त की सहायता से उसने एक निजी अभ्यर्थी के रूप में सर्व शिक्षा अभियान के एक शिक्षार्थी के रूप में अपना नामांकन कराया। इस स्थिति में एनआईओएस ने उसे अपनी गति से पढ़ने और क्रेडिट संचयन की सुविधा देकर सहायता की। वह अपनी पसंद के विषय भी पढ़ सकता था और उसे अपने घर से ही परीक्षा देने की अनुमति भी दी गई। केन्द्र शासित प्रदेश चंडीगढ़ ने उसे अनुशिक्षकों की सुविधा प्रदान कराई, जो उसे गणित और विज्ञान पढ़ाते हैं।

धर्म में अत्यधिक रुचि के कारण,उसने विभिन्न पुराण, रामायण पढ़े हैं जिनसे उसे अत्यधिक आंतरिक बल प्राप्त हुआ है।

गणेश आगे पढ़ाई के लिए दृढ़ निश्चयी है और एनआईओएस अपना उच्चतर माध्यमिक पाठ्यक्रम करने के बाद कम्प्यूटर साईस में एक पाठ्यक्रम करना चाहता है।

6

मूल तंत्र

पादप अक्ष का अवरोही (descending) भाग जो नीचे मृदा की ओर और उसके अन्दर वृद्धि करता है, मूल तंत्र (या जड़ तंत्र root system) कहलाता है। जब बीज अंकुरित होता है तब सबसे पहला अंग मूलांकुर (radicle) निकलता है। मूलांकुर वृद्धि करके प्राथमिक (primary) अथवा मूसला (tap) जड़ बनाता है। इससे पार्श्वीय (lateral) शाखाएँ (द्वितीयक तथा तृतीयक जड़ें) निकलती हैं और जड़ तंत्र बनता है। यह भूमिगत होकर बहुत गहराई तक शाखित तथा फैला रहता है तथा पादप को मिट्टी में जमाए रखने का कार्य करता है। जड़ का एक और मुख्य कार्य है पौधे के लिए मिट्टी से जल एवं लवणों का अवशोषण (absorption) करके पौधे के ऊपरी भागों तक पहुँचाना। जड़ अथवा जड़ की संरचना क्या है, जो इन कार्यों को करने में सहायक है? आप इस पाठ में यही जानेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *जड़ की परिभाषा तथा उसकी पहचान कर सकेंगे;*
- *जड़-तंत्रों के विभिन्न क्षेत्रों में तुलना कर सकेंगे;*
- *जड़ शीर्ष के विभिन्न क्षेत्रों का वर्णन तथा चित्रण कर सकेंगे;*
- *जड़ के विभिन्न रूपांतरण एवं कार्यों का वर्णन कर सकेंगे;*
- *द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री जड़ों की प्राथमिक संरचना का वर्णन एवं तुलना कर सकेंगे;*
- *द्विबीजपत्री जड़ में द्वितीयक वृद्धि की प्रक्रिया का वर्णन एवं चित्रण कर सकेंगे;*
- *पार्श्वीय जड़ों की मिट्टी के भीतर गहराई में स्थित अंतर्जात* (endogenous) *उत्पत्ति का वर्णन कर सकेंगें।*

6.1 जड़ों के अभिलक्षण

जड़ के मुख्य गुण निम्न हैं, जिनसे आप उसे पहचान सकते हैं :

- यह हरी नहीं होती हैं क्योंकि इनमें पर्णहरित नहीं होता।

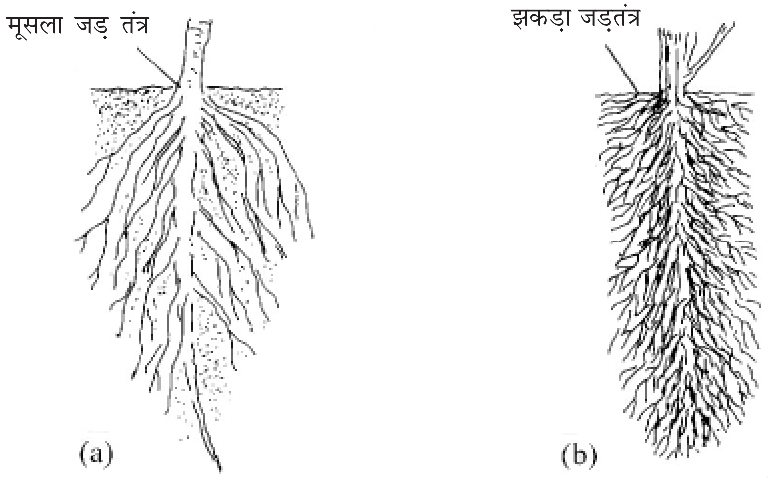
- इनमें पर्व (internode) एवं पर्वसंधियों (nodes) में विभेद नहीं होता।
- इनमें पत्तियाँ एवं कलिकाएँ (buds) नहीं होती।
- वृद्धि धनात्मक गुरुत्वानुवर्ती (गुरुत्व की ओर वृद्धि) होती है।
- वृद्धि धनात्मक जलानुवर्ती (जल की ओर वृद्धि) होती है।
- वृद्धि ऋणात्मक प्रकाशानुवर्ती (यानी प्रकाश अपवर्ती – प्रकाश की दिशा के विपरीत दूर वृद्धि) होती है।

6.2 जड़-तंत्रों के प्रकार

जड़-तंत्र प्रमुखतया दो प्रकार के होते हैं :

(i) **मूसला जड़-तंत्र (Tap root system)** – इस जड़-तंत्र का परिवर्धन मूलांकर (radicle) से होता है जिसकी वृद्धि द्वारा प्राथमिक जड़ (मूसला जड़) बनती है। यह जड़ निरंतर वृद्धि करती है तथा इससे पार्श्वीय जड़ें (lateral roots) निकलती हैं। मूसला जड़-तंत्र पौधे को भूमि में दृढ़ता से जमाए रखता है क्योंकि ये जमीन को भेदती हुई वृद्धि करके बहुत गहराई तक पहुँच जाती है। यह द्विबीजपत्री पौधों जैसे चना, गुड़हल, नीम, का मुख्य जड़-तंत्र है। (चित्र 6.1a)।

(ii) **अपस्थानिक (झकड़ा) जड़-तंत्र (Adventitious root system)** – इस जड़-तंत्र में, प्राथमिक जड़ छोटी तथा अल्पविकसित रह जाती है और महीन एवं पतली रेशेदार जड़ों का गुच्छा मूलांकुर एवं प्राकुर (plumule) के आधारीय भाग से बढ़ती है तथा यह झकड़ा जड़तंत्र कहलाता है। इसमें जड़ें, छोटी, कम शाखित, सतही तथा क्षैतिज रूप से फैली होती हैं। यह जड़-तंत्र पौधे को दृढ़ता से जमाए नहीं रख पाता क्योंकि जड़ें भूमि में गहराई तक नहीं पहुँच पातीं। यह एकबीजपत्री पौधों जैसे मक्का, घास, गेहूँ आदि का मुख्य जड़-तंत्र है। (चित्र 6.1b)



चित्र 6.1 जड़ तंत्र के प्रकार (a) मूसला जड़ तंत्र (b) झकड़ा (अपस्थानिक) जड़ तंत्र

6.3 जड़ के प्रकार

(i) **मूसला जड़** – यह प्राथमिक तथा मुख्य जड़ है जो मूलांकुर से उत्पन्न होती है तथा भूमिगत और बहुशाखित होती है। यह द्विबीजपत्री पौधों में सामान्यतया पाई जाती है जैसे सूरजमुखी, सरसों, गाजर, आम (चित्र 6.1a) में।

(ii) **अपस्थानिक (Advertitious) जड़** – अपस्थानिक जड़ों का विकास मूलांकुर से न होकर पौधे के अन्य किसी हिस्से द्वारा होता है। ये वायव (aerial) अथवा भूमिगत हो सकती हैं। (चित्र 6.1b)

ये तने के कटे भाग (गुलाब) से, पर्वसंधि से (मनी प्लांट, बांस), पेड़, की शाखा से (बरगद) अथवा स्तंभ के आधार (एकबीजपत्री पौधों में झकड़ा जड़) से उत्पन्न हो सकती है।

पाठगत प्रश्न 6.1

1. पौधे के उस अंग का नाम बताइए जो गुरुत्व (भूमि) तथा जल की ओर लेकिन प्रकाश की दिशा के विपरीत वृद्धि करता है।

   ....

2. अंकुरित बीज के किस अंग से जड़ बनती है?

   ....

3. पौधा मिट्टी के भीतर कौन-से जड़-तंत्र से अधिक मजबूती से जमा रहता है, और क्यों?

   ....

4. उन पौधों के दो-दो उदाहरण दीजिए जिनमें मूसला जड़-तंत्र एवं झकड़ा (अपस्थानिक) जड़-तंत्र पाए जाते हैं।

   ....

5. ऐसे तीन गुण बताइए जिनसे आप कह सकें कि आप जो गाजर खा रहें वह एक जड़ है।

   ....

6.4 जड़ के क्षेत्र

दोनों ही प्रकार के जड़-तंत्र चाहे वह मूसला हो अथवा झकड़ा–की जड़ों के शीर्ष भाग में समान प्रकार के क्षेत्र पाए जाते हैं जैसा कि चित्र 6.2a में दर्शाया गया है। जड़ शीर्ष के उदग्र काट (चित्र 6.2b) की संरचना इस प्रकार होती है :

1. **मूल गोप (root cap) क्षेत्र** – यह जड़ के अग्रस्थ सिरे पर उपस्थित एक छोटी सी टोपी जैसी संरचना होती है जो विभज्योतकी क्षेत्र (तेजी से शाखित होने वाली) में बनती है। मूल गोप का कार्य है जड़ के कोमल शीर्ष भाग (apical विभज्योतक) को मिट्टी के सख्त कणों से सुरक्षा प्रदान करना। जब जड़ें मृदा को भेदते हुए नीचे वृद्धि करती हैं, तब मूल गोप नष्ट होने लगती है परंतु निरंतर नई कोशिकाओं के द्वारा बनती भी रहती है। विभिन्न जलीय पौधों में, जैसे पिस्टिया (*Pistia*) एवं जलकुम्भी में, मूल गोप एक थैली के समान होती है जिसे **जड़ पॉकेट** (Root pocket) कहते हैं।

2. **विभज्योतकी कोशिका क्षेत्र (Region of Meristematic cells)** – यह सक्रिय रूप से विभाजन करने वाली कोशिकाओं का छोटा-सा क्षेत्र होता है जिसे शीर्ष विभज्योतक (Apical meristem) कहते हैं। इसमें निम्नलिखित तीन प्रकार के विभज्योतक होते हैं :

    (i) डर्मेटोजन (Dermatogen)–सबसे बाहर की पर्त जिसकी कोशिकाएँ मूल गोप एवं मूलीय त्वचा (epiblema) में परिपक्व होती है।

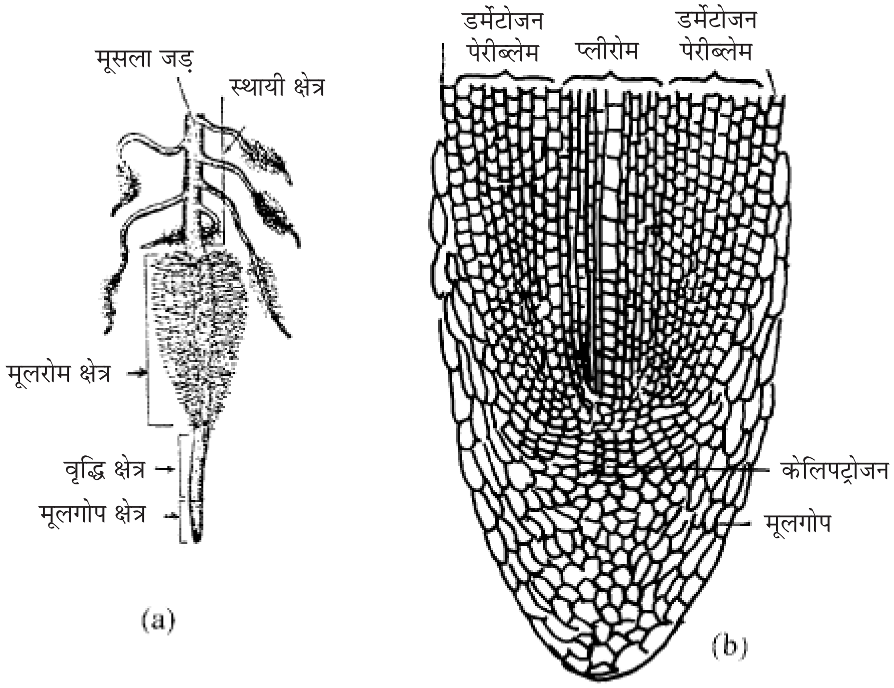
    (ii) पेरीब्लेम (Periblem)–डर्मेटोजन के भीतर यह वल्कुट (cortex) बनाती है, तथा

    (iii) प्लीरोम (Plerome)–केंन्द्रीय भाग जिसकी कोशिकाएँ बड़ी होकर रम्भ (Stele) बनाती हैं। एक बीजपत्री पौधों में, मूलगोप का निर्माण करने वाली कोशिकाओं का एक स्वतन्त्र समूह (जिसे गोपकजन calyptrogen कहा जाता है) से होता है।

3. **दीर्धीकरण क्षेत्र (Region of elongation)** –यह विभज्योतकी क्षेत्र के बाद स्थित होता है और यहाँ कोशिकाएँ लंबाई में तेजी से वृद्धि करती हैं तथा जड़ की लंबाई में वृद्धि के लिए उत्तरदायी होती है।

4. **परिपक्वन क्षेत्र (Region of maturation)** –यह दीर्घीकरण क्षेत्र से अगला क्षेत्र होता है और यहाँ की कोशिकाएँ विभिन्न ऊतकों में परिपक्व तथा विभेदित (differatiate) हो जाती हैं। ये हैं : (i) जड़ रोम अथवा रोमधारक/पिलीफेरस क्षेत्र (piliferous region) जिसमें एककोशिकीय रोम पाए जाते हैं जो मिट्टी से जल और खनिज लवण अवशोषित करते हैं, तथा (ii) स्थायी क्षेत्र (Permanent region) जो जड़ रोम क्षेत्र के बाद पाया जाता है तथा रोम रहित होता है। यह पार्श्वीय जड़ें बनाता है तथा पौधे को मिट्टी में जमाए रखता है और अवशोषित जल और खनिज लवणों को पौधे के ऊपर के भागों में पहुँचाता है।

> क्लोउज (Clowes, 1958) ने, मक्का के मूल शीर्ष में मूल गोप तथा विभज्योतक क्षेत्र के बीच एक निष्क्रिय कोशिकाओं का समूह ज्ञात किया जिसे शांत केंद्र (Quiescent Centre) नाम दिया गया है। जब सक्रिय विभज्योतकी कोशिकाएँ क्षतिग्रस्त हो जाती हैं तो उस अवस्था में इसकी कोशिकाएं सक्रिय हो जाती हैं और विभाजन करने लगती हैं।



चित्र 6.2 (a) जड़ शीर्ष के चार विभिन्न क्षेत्र (b) जड़ शीर्ष का उदग्र काट

पाठगत प्रश्न 6.2

1. जड़ के शीर्ष विभज्योतक की सुरक्षा करने वाली संरचना का नाम बताइए।

   ....

2. जड़ शीर्ष से जड़ आधार (base) तक पाए जाने वाले क्षेत्रों का क्रम से वर्णन कीजिए।

   ....

3. डर्मेटोजन तथा प्लीरोम से कौन-कौन-से ऊतक विभेदित होते हैं?

   ....

4. जड़ का कौन-सा क्षेत्र जल तथा खनिज लवणों का अवशोषण करता है?

   ....

6.5 जड़ों के रूपान्तरण

मूसला जड़ें तथा अपस्थानिक जड़ें, सामान्य कार्य के अलावा विभिन्न विशिष्ट कार्य करने के लिए कई तरह से रूपांतरित हो जाती हैं। नीचे दिया गया चार्ट तथा तालिका 6.1 और 6.2 इन्हें दर्शाता है :

मूल (जड़) के रूपांतरण

मूसला जड़ (Tap root) रूपांतरण

(i) शंकुरूपी (Conical) जड़
(ii) तर्कुरूपी (Fusiform) जड़
(iii) कुंभीरूपी (Napiform) जड़
(iv) गाँठदार (कंदिल) (Tuberous) जड़

अपस्थानिक (झकड़ा) जड़ (Adventitious root) रूपांतरण

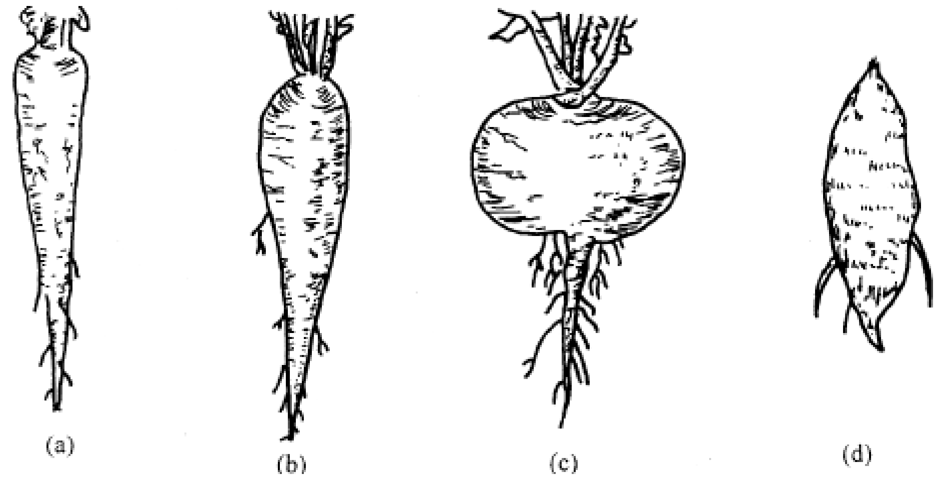
(i) कंदिल (Tuberous) जड़
(ii) संपूलित गुच्छित (Fasciculated) जड़
(iii) ग्रंथिल (Nodulose) जड़
(iv) मोनीलीरूपी (Moniliform) जड़
(v) वलयित (Annulated) जड़
(vi) स्वांगीकारक (Assimilatory) जड़
(vii) अधिपादपीय (Epiphytic) जड़
(viii) वातपुटीधर (न्यूमेटोफोर)/श्वसन जड़
(ix) चूषक (Sucking) जड़ या चूषकांग (हॉस्टेरिया)
(x) प्रॉप (Prop) जड़
(xi) अवस्तंभ (Stilt) जड़
(xii) आरोही (Climbing) जड़
(xiii) प्रतानी (Clinging) जड़
(xiv) प्लावी (Floating) जड़

अ. मूसला जड़ रूपांतरण

खाद्य पदार्थों के भंडारण के लिए मूसला जड़ मांसल हो जाती है (तालिका 6.1)

तालिका 6.1 मूसला जड़ रूपांतरण खाद्य पदार्थों के भंडारण के लिए

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. शंकुरूपी (चित्र 6.3a)	आधारीय भाग चौड़ा तथा अग्र सिरा क्रमशः पतला और सँकरा	गाजर
2. तर्कुरूपी (चित्र 6.3b)	मध्य भाग फूला तथा ऊपर एवं नीचे का सिरा क्रमशः पतला	मूली
3. कुंभीरूपी (चित्र 6.3c)	आधारीय भाग लट्टू जैसा गोल एवं अंतिम सिरा अचानक पतला धागे जैसा	शलगम
4. गाँठदार (चित्र 6.3d)	मांसल तथा मोटी, कोई निश्चित आकृति नहीं	4 ओ.-क्लॉक पादप



चित्र 6.3 मूसला जड़ के रूपांतरण (a) शंकुरूपी (गाजर); (b) तर्कुरूपी (मूली (c) कुंभी रूपी (शलगम); (d) कंदीय (4 आ-क्लॉक पादप)

ब. अपस्थानिक जड़ रूपांतरण

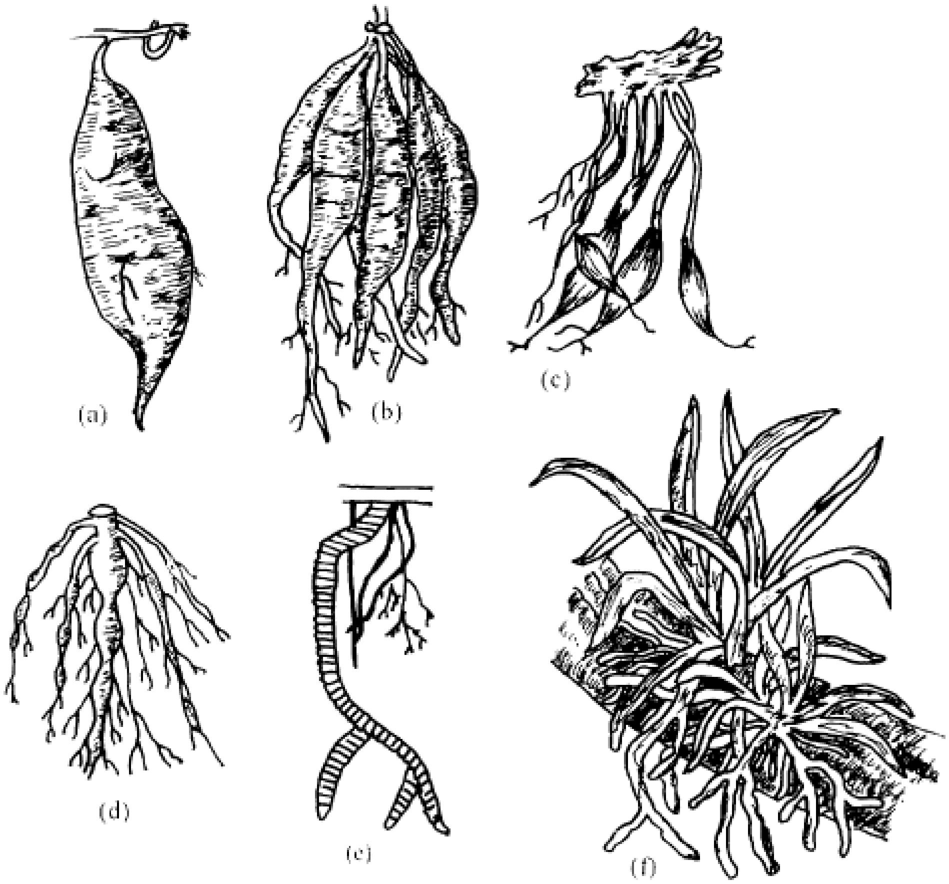
विभिन्न विशिष्ट कार्यों के लिए अपस्थानिक जड़े रूपांतरित हो जाती हैं (तालिका 6.2)

तालिका 6.2 अपस्थानिक जड़ रूपांतरण

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
(i) खाद्य पदार्थों के भंडारण के लिए रूपांतरण		
1. कंदिल (चित्र 6.4a)	लेटी हुई (Prostrate) स्तंभ की पर्वसंधियों से उत्पन्न अनियमित मांसल एवं फूली हुई जड़ें।	शकरकंद
2. गुच्छित (चित्र 6.4b)	स्तंभ के एक ही बिंदु से उत्पन्न मांसल जड़ों का गुच्छा	*डहेलिया*
3. ग्रंथिल (चित्र 6.4c)	जड़ों के केवल सिरे मोती जैसे फूल जाते हैं।	आम, अदरक
4. मणिरूपी (चित्र 6.4d)	जड़ों की थोड़े-थोड़े अंतराल पर फूल कर मणियों की माला समान आकृति।	घास, सेज (sedges)
5. वलयित (चित्र 6.4e)	जड़ संरचना एसी जैसे एक के ऊपर एक असंख्य फूली हुई चक्रिकाएँ व्यवस्थित हों	इपेकक
(ii) प्रकाश संश्लेषण के लिए रूपांतरण		
स्वांगीकारक जड़ (चित्र 6.4f)	यह जड़ें प्रकाश में उद्भासित होते ही पर्णहरितयुक्त तथा हरी हो जाती हैं एवं भोजन बनाती हैं।	गिलोय (*टिनोस्पोरा*) की वायवीय जड़ें

(iii) वायुमंडलीय आर्द्रता का अवशोषण करने के लिए रूपांतरण

अधिपादपीय जड़ (चित्र 6.4f)	अधिपादप (Epiphyte) की वायवीय जड़ हरी एवं मृत स्पंजी ऊतक (वेलामेन) द्वारा ढकी तथा वायुमंडलीय, नमी अवशोषित करने में सहायक होती है।	ऑर्किड (*कान्डा*)



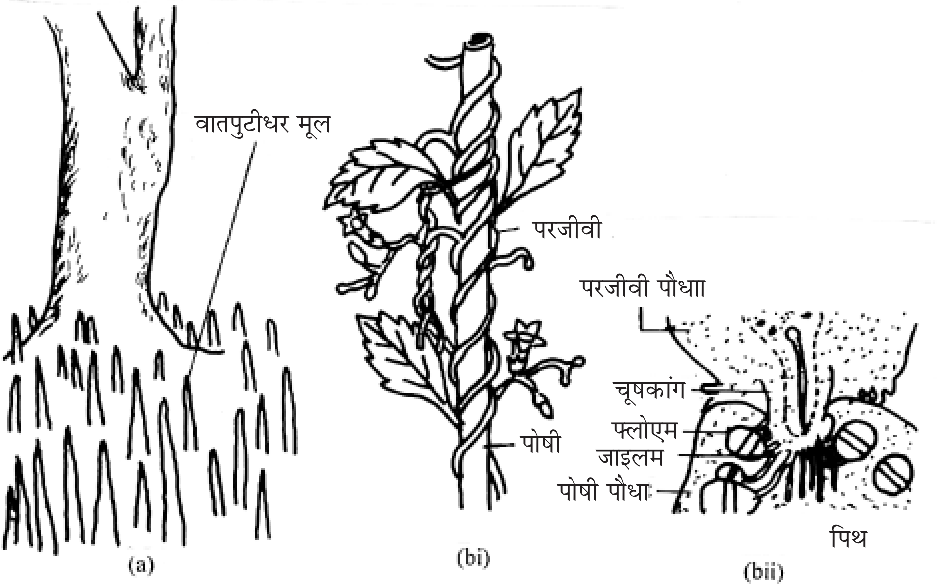
चित्र 6.4 अपस्थानिक जड़ रूपांतरण (a) कंदिल जड़ (शकरकंद), (b) गुच्छित जड़ (डहेलिया), (c) ग्रंथिल जड़ (आम, अदरक), (d) मणीरूपी जड़ (घास), (e) वलयित जड़ (इपेकक), स्वांगीकारक एवं अधिपादपीय जड़ (ऑर्किड)

(iv) उत्तम गैसीय विनिमय के लिए रूपांतरण

वातपुटीधर श्वसन जड़	कुछ जड़ें ऋणात्मक गुरुत्वानुवर्ती, सीधे ऊपर की तरफ वायु में वृद्धि करती हैं उद्भाषित जड़ों के शिखरों पर असंख्य छोटे-छोटे छिद्र होते हैं जिनके द्वारा जड़े श्वसन करती है। ये शंकुनुमा स्पाईक होता है और जल से बाहर निकली रहती है।	मेनग्रोव (कच्छ-पादप) *राइजोफ़ोरा*

(v) परपोषी से पोषण चूसने के लिए रूपांतरण

चूषक जड़ या चूषकांग (haustoria) (चित्र 6.5 bi, bii)	परजीवी पौधे के तने से विकसित चूषक जड़ें जीवित परपोषी (host) पादप के शरीर को भेद कर पोषण चूस लेती हैं।	अमरबेल (*कस्कुटा*)



चित्र 6.5 अपस्थानिक जड़ रूपांतरण (a) मेनग्रोव पादप के वातपुटीधर जड़ (bi) *कस्कुटा* (परजीवी) परपोषी पर, (bii) काट में परपोषी के स्तंभ को भेदती हुई परजीवी की चूषक जड़ या चूषकांग

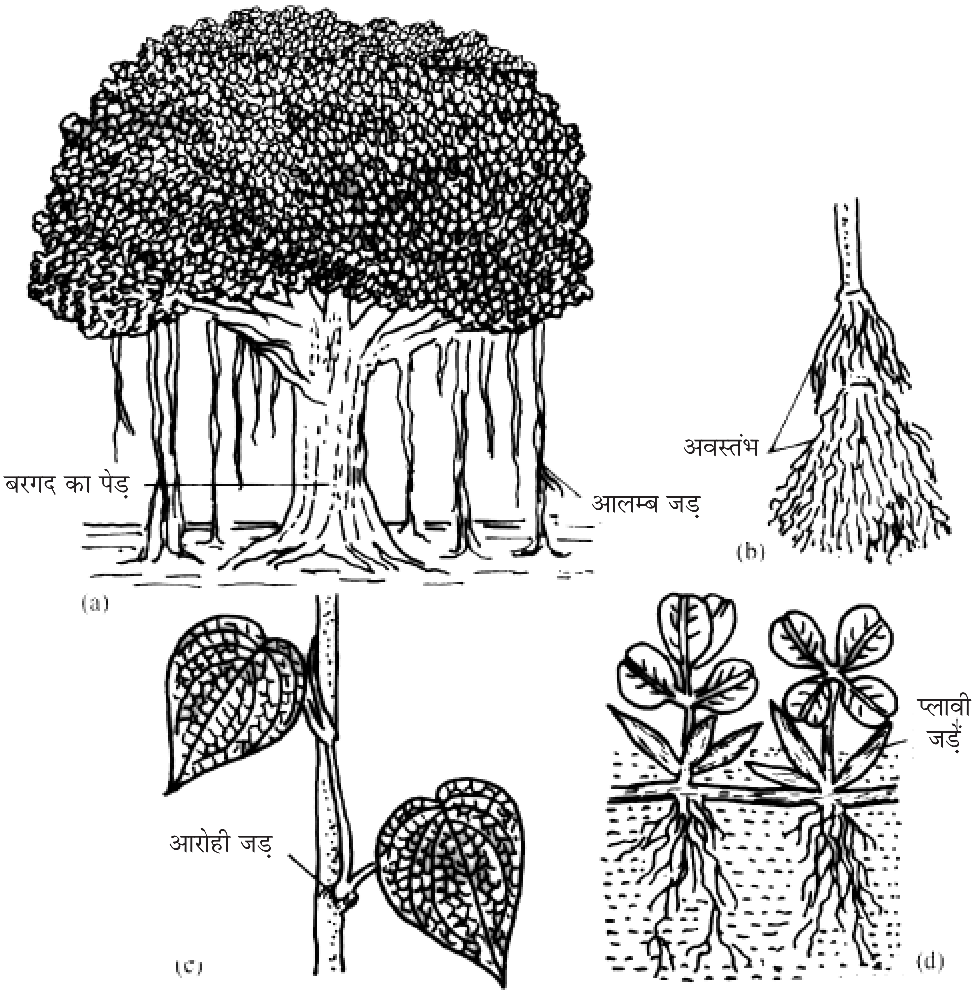
(vi) मज़बूत आधार प्राप्त करने के लिए रूपांतरण

1. प्रॉप जड़ (स्कंद) (चित्र 6.6a)	वृक्षों की शाखाओं से उत्पन्न जड़ें नीचे लटकती हुई वृद्धि करके जमीन में धंसकर भारी शाखाओं को सहारा देती हैं।	बरगद
2. अवस्तंभ जड़ (चित्र 6.6b)	तनों के आधारी भाग के समीप से पर्वसंधियों से अनेक जड़ें उत्पन्न होती हैं, तिर्यक रूप से वृद्धि करती हुई मृदा में धंस जाती हैं तथा प्रबल सहारा प्रदान करती हैं।	गन्ना, केवड़ा
3. आरोही जड़ (चित्र 6.6c)	कमजोर तने वाले आरोही पौधों की पर्वसंधियों से उत्पन्न जड़ें आधार या सहारे को पकड़कर या चिपककर आरोहण में मदद करती हैं।	मनी प्लांट, पान
4. प्रतानी जड़ (चित्र 6.6d)	कुछ विशेष अपस्थानिक जड़ें तनों की दरारों या उभारों में धंसकर अधिपादपी पौधे को स्थिरीकृत करती हैं।	अधिपादप (Epiphytes) ऑर्किड

(vii) उत्प्लावन (तैरने) एवं श्वसन हेतु रूपांतरण

प्लावी जड़ (चित्र 6.6d)	कुछ जलीय पौधों की पर्वसंधियों से स्पंजी, वायु से भरी प्लावी जड़ें उत्पन्न होती हैं। ये पौधे को जल पर तैरने के लिए सहायक होती हैं ताकि पौधा सांस ले सके।	*जूसिया*

> सिबपुर, कोलकत्ता का प्रसिद्ध बरगद का पेड़ 200 साल पुराना है जिसके शिखर की परिधि 404 मीटर तथा 1600 स्कंध (प्रॉप) जड़ें हैं।



चित्र 6.6 अपस्थानिक जड़ रूपांतरण (a) स्कंध जड़ (बरगद), (b) अवस्तंभ जड़ (गन्ना), (c) आरोही जड़ (पान), प्लावी जड़ (जूसिया)

6.6 जड़ के कार्य

(i) **स्थिरीकरण**–जड़ें पौधे को जमीन में मजबूती से जमाए रखती हैं (यांत्रिक कार्य)

(ii) **अवशोषण**–जड़ें मृदा से जल एवं खनिज लवण अवशोषित करके ऊपर की ओर परिवहन करती हैं (कार्यिकीय प्रकार्य)।

(iii) **विशिष्ट प्रकार्य**–जड़ें अपने आकारिकीय रूपांतरण से विशिष्ट कार्यिकी कार्य करने में जैसे खाद्य भंडारण, स्वांगीकरण (assimiation), वायुमंडलीय आर्द्रता का अवशोषण, परपोषी पौधे से पोषण चूसना, गैसीय विनिमय तथा यांत्रिकीय कार्य जैसे प्लवन (floating) या उत्प्लावन (buoyancy), दृढ़ स्थिरीकरण और आरोहण करने में सक्षम हो जाती हैं।

पाठगत प्रश्न 6.3

1. क्या गाजर, मूली और शलगम जड़ें हैं? औचित्य बताइए। ये गूदेदार क्यों हो गई हैं?

   ....

2. गरान अथवा कच्छ-क्षेत्र (marshy area) में उगने वाले पौधों में पाए जाने वाली जड़ों के रूपांतरणों के प्रकार बताइए। उनके क्या कार्य हैं?

   ....

3. अधिपादप की वायवीय जड़ में कौन-सा ऊतक है जो वायुमंडलीय नमी अवशोषित करने में सहायक होता है?

   ....

4. जड़ के दो प्रमुख प्रकार्य कौन-से हैं?

   ....

5. कॉलम I की मदों का कॉलम II की मदों से मिलान कीजिए।

I	II
(a) आलंब (प्रॉप) जड़	(i) भंडारण
(b) चूषकांग	(ii) *जूसिया*
(c) शकरकंद	(iii) बरगद
(d) प्लावी जड़	(iv) *कस्कुटा*

आपको निम्न कार्य (activity) करने में आनन्द आएगा।

कार्य 6.1

लक्ष्य–दिए गए पादपों की जड़ों के अभिलक्षण, प्रकार तथा रूपांतरण ज्ञात करना

सामग्री–गाजर, मूली, शलगम, शकरकंद, गन्ना, मनी प्लांट, जड़ समेत घास, सरसों/धनिये के पौधे।

विधि–जड़ों को ध्यान से देखिए तथा निम्न प्रश्नों के उत्तर सारणीबद्ध कीजिए–

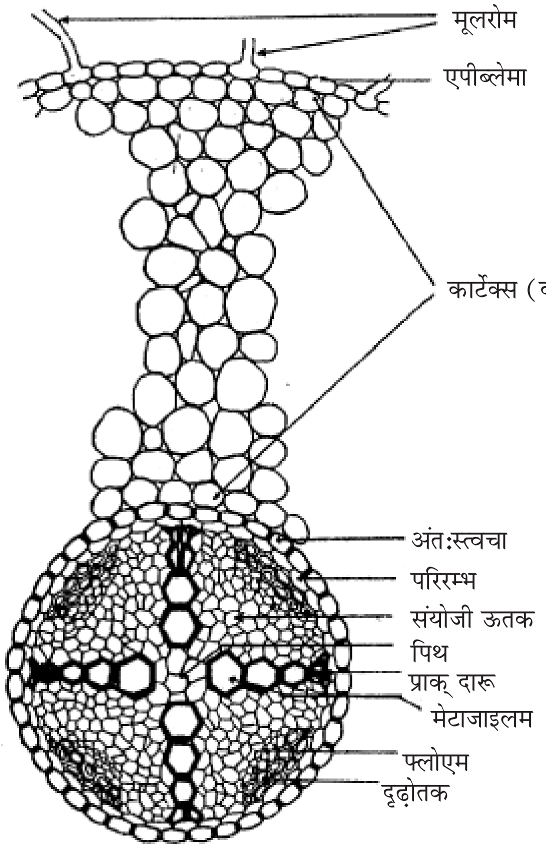
1. क्या जड़ हरी है?
2. क्या उनमें पर्व और पर्वसंधियाँ हैं?
3. क्या उस पर पत्तियाँ हैं?
4. क्या उस पर कलिकाएँ हैं?
5. यह मूसला अथवा अपस्थानिक जड़ में से कौन-सी है?
6. यदि रूपांतरित है तो रूपांतरण का प्रकार बताइए?

6.7 जड़ की प्राथमिक संरचना

अ. द्विबीजपत्री जड़ (उदाहरण–चना)

द्विबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट (चित्र 6.7) में निम्नलिखित संरचना होती हैं:

(i) **एपीब्लेमा (Epiblema)**–एकल, पतली भित्ति युक्त कोशिकाओं द्वारा बनी सबसे बाहरी परत। कुछ कोशिकाएँ उभर कर एककोशिकीय मूल-रोम बनाती हैं। जड़ की रक्षा तथा जल अवशोषण का कार्य करती है।



चित्र 6.7 द्विबीजपत्री जड़ के अनुप्रस्थ काट का एक भाग

(ii) **वल्कुट (Cortex)** – बड़ा खंड, बहुपरतयुक्त, पतली भित्तीयुक्त मृदूतकी (Parenchymatous) कोशिकाएँ, अंतराकोशिकी अवकाश (Intercellular spaces) युक्त, खाद्य एवं जल का भंडारण करती है।

(iii) **अंतस्त्वचा (Endodermis)**–वल्कुट की सबसे भीतरी परत, सघन रूप से व्यवस्थित ढोलकाकार कोशिकाएँ जिनकी अरीय (radial) भित्तियों पर पट्टी (बैंड) जैसा स्थूलन पाया जाता है। इन्हें कैस्पेरियन पट्टी (Casparian strip) कहते हैं। आदिदारू के सम्मुख स्थित इसकी कुछ कोशिकाएँ स्थूलनरहित होती हैं। इन्हें पथ कोशिकाएँ (passage cells) कहते हैं। ये जल व खनिजों को वल्कुट से जाइलम तक पहुँचाने में सहायक होती हैं।

रंभ (Stele) : अंतस्त्वचा, **(Endodernis)** से अंदर की ओर स्थित सभी ऊतक रंभ बनाते हैं:

(iv) **परिरम्भ (Pericycle) :** अंतस्त्वचा से अंदर स्थित इसकी एक परत होती है। यह द्वितीयक वृद्धि के समय पार्श्वीय जड़ों, संवहनी एधा (vasculum cambium) तथा 'काग एधा' (cork cambium) की उत्पत्ति का स्थल है।

(v) **संवहनी पूल (Vascular bundle) :** जड़ में दारू एवं फ्लोएम के खंड या पूल एकांतर क्रम में अंतः अरीय (radial) व्यवस्थित रूप से होते हैं। जाइलम एक्सार्क (exarch) प्रकार का होता है जहां प्रोटोजाइलम (आरंभ में बना जाइलम जिसकी वाहिकाएं संकरी होती है और उनमें टैकीड (trachid) भी विद्यमान होती हैं) परिधि की ओर तथा मेटाजाइलम (बाद में बनी वाहिकाओं और ट्रैकीड युक्त) केंद्र की ओर।

जाइलम पैचों की संख्या के आधार पर जड़ द्विआदिदारुक (Diarch) (डाई-2 पैच) से षट् आदिदारूक (हेक्सा-6 पैच) हो सकते हैं।

(vi) **मज्जा (पिथ-pith) :** कभी-कभी जाइलम पैच के मेटाजाइलम केंद्र में मिल जाते हैं और तब मज्जा या तो होता ही नहीं अथवा कम और मृदुतकी होती है।

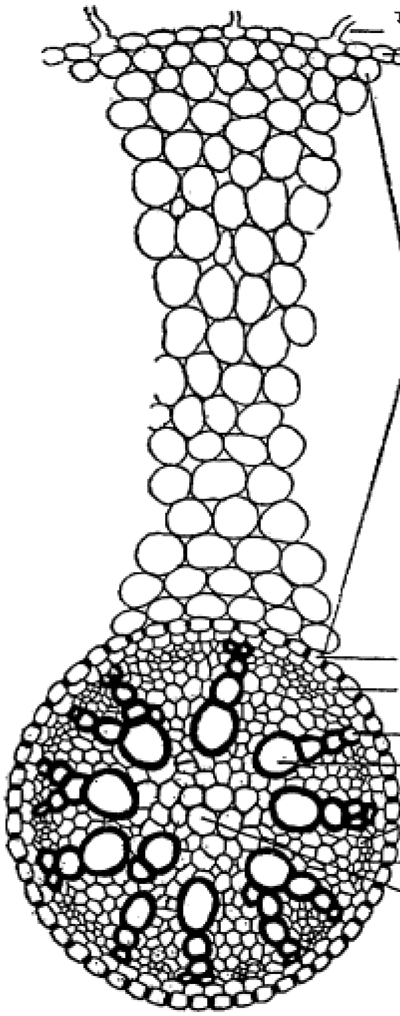
(vii) **संयोजी मृदूतक (Conjunctive parenchyma) :** मृदुतकी ऊतक, जाइलम एवं फ्लोएम के बंडलों के बीच योजक के रूप में विभिन्न अरों पर स्थित होते हैं।

ब. एकबीजपत्री जड़ (उदाहरण, मक्का)

एकबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट (चित्र 6.8) में निम्नलिखित संरचनाएँ दिखाई देती हैं :

(i) **एपीब्लेमा :** सबसे बाहर, एक परत वाली पतली भित्ति-युक्त कोशिकाओं द्वारा बनी, सघन रूप से व्यवस्थित; कुछ कोशिकाएँ उभर कर एक कोशिकीय मूल रोम बनाती हैं।

(ii) **वल्कुट :** बडा खंड, बहुपरतवाली, पैरेन्काइमा अंतराकोशिकी अवकाशयुक्त, खाद्य सामग्री एवं जल का संचय करता है।



चित्र 6.8 एकबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट का एक भाग

(iii) **अंतस्त्वचा (एंडोडर्मिस) :** वल्कुट की सबसे भीतरी परत विशिष्ट कैस्पेरियन पट्टियों तथा पथ कोशिकाओंयुक्त।

रंभ : एंडोडर्मिस से अंदर की ओर सभी ऊतक रंभ बनाते हैं।

(iv) **परिरम्भ (पेरिसाइकल) :** एकपरत वाली, कोशिकाएं पतली भित्ति युक्त, पार्श्वीय जड़ों का उत्पत्ति स्थान।

(v) **संवहन पूल :** अनेक जाइलम तथा फ्लोएम के पूल अरीय रूप में व्यवस्थित, जाइलम एक्सार्क तथा पॉलीआर्क (पॉली = बहुत) होता है।

(vi) **मज्जा पिथ :** केंद्र में स्थित, बड़ी, सुविकसित, मृदूतक अथवा दृढ़ोतक, खाद्य पदार्थों का संचय करती है।

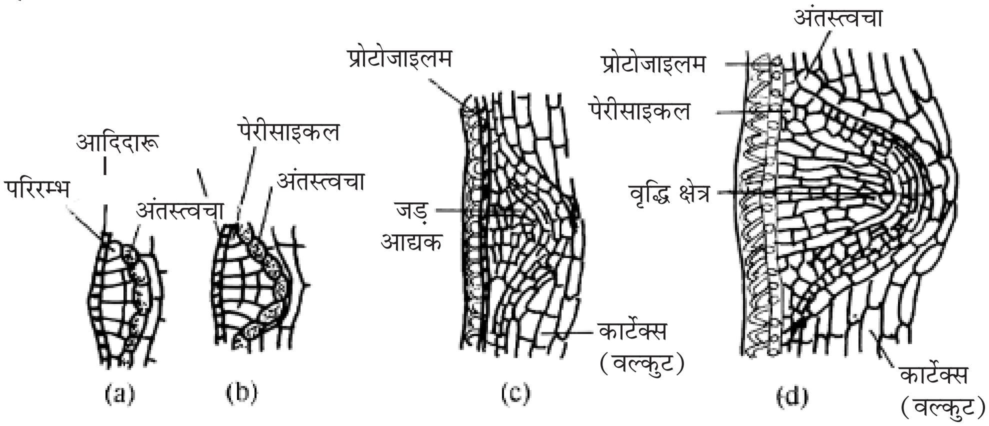
(vii) **संयोजी ऊतक :** जाइलम व फ्लोएम के स्टैंड के बीच स्थित द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री जड़ों की आंतरिक संरचना का तुलनात्मक अध्ययन सारणी 6.3 से कीजिये।

तालिका 6.3 द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री में अंतर

लक्षण	द्विबीजपत्री जड़	एकबीजपत्री जड़
1. संवहन बंडलों की संख्या	2-6 (द्वि-हेक्सार्क)	अनेक (बहुआर्क)
2. पेरिसाइकिल	पार्श्वीय जड़ों का तथा संवहन एधा व काग एधा का उत्पत्ति केंद्र	केवल पार्श्वीय जड़ों का उत्पत्ति केंद्र
3. एधा	उपस्थित (होती है)	नहीं होती
4. द्वितीयक वृद्धि	उपस्थित (होती है)	नहीं होती
5. पिथ	अतिलघु अथवा अनुपस्थित	सुविकसित

6.8 पार्श्वीय जड़ों की उत्पत्ति

- पार्श्वीय जड़ों की उत्पत्ति अंतर्जात (endogenous) प्रकार की है अर्थात् इसका उद्गम जड़ की गहरी पर्त से होती है।
- उत्पत्ति केंद्र परिरम्भ है। आदि दारू के सम्मुख तथा कोशिकाएँ विभाजित होकर एंडोडर्मिस में उभार पैदा करती हैं। (चित्र 6.9c-d)
- उभार वल्कुट में अंदर प्रवेश करता है (चित्र 6.9c-d) और पार्श्व शाखा के रूप में निकलता है।



चित्र 6-9a-d जड़ की उदग्रकाट–पार्श्वीय जड़ के निर्माण (अन्तर्जात उत्पत्ति) की विभिन्न अवस्थाएँ दर्शाता हुआ

- तत्पश्चात् उभार में जड़ शीर्ष के तीनों विभज्योजक अर्थात् डेर्मेटोजन, पेरीब्लेम एवं प्लीरोम विभेदित हो जाते हैं
- अन्ततः पार्श्वीय जड़ मुख्य जड़ को भेद कर बाहर आ जाती हैं।
- पार्श्वीय जड़ की संख्या दारू की संख्या के अनुरूप होती हैं।

पाठगत प्रश्न 6.4

1. उस दशा का नाम बताइये जब प्रोटोजाइलम परिधि तथा मेटाजाइलम केंद्र की ओर स्थित रहता हैं।

   ....

2. गाजर की पार्श्वीय जड़ों को तोड़ना क्यों कठिन होता है?

   ....

3. पार्श्वीय जड़ तथा एधा का उत्पत्ति केंद्र क्या है?

   ....

4. अंतस्त्वचा (एंडोडर्मिस) की उन कोशिकाओं का नाम बताइये जो कैस्पेरियन पट्टी रहित होती है तथा जल के संवहन में सहायक होती है।

   ....

5. द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री जड़ के दो मुख्य अंतर बताइये।

   ....

6. यदि जाइलम बंडलों की संख्या चार (टेट्रार्क) हो, तब उस स्थान से कितनी पार्श्वीय जड़ें विकसित होगी?

   ....

6.9 द्विबीजपत्री जड़ में द्वितीयक वृद्धि

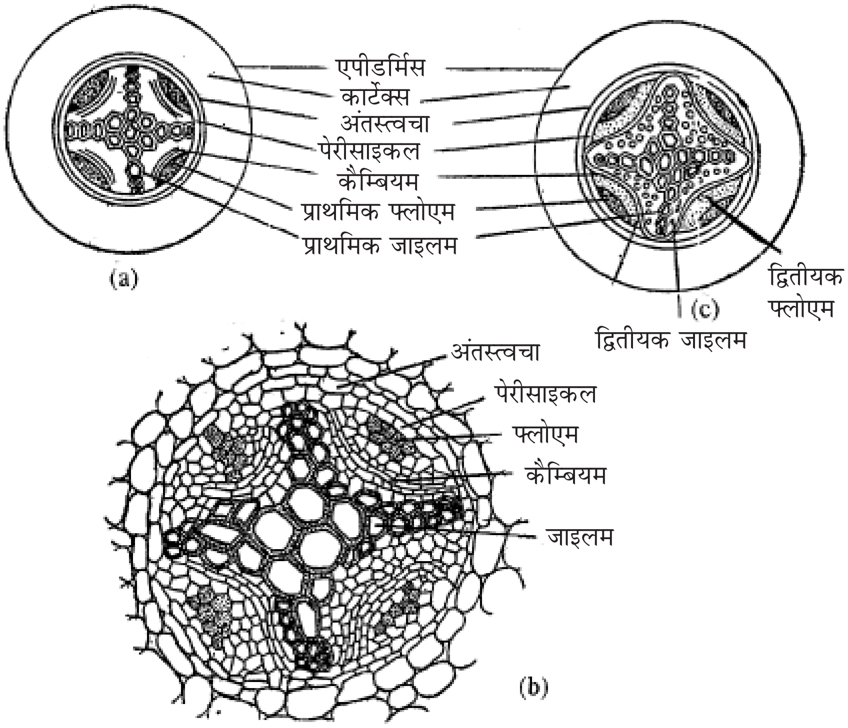
जड़ों की लंबाई में वृद्धि शीर्ष विभज्योतक (apical meristem) से होती है। इसे प्राथमिक वृद्धि (Primary growth) कहते हैं। प्राथमिक वृद्धि के अलावा जड़ें मोटाई अर्थात् घेरे में भी वृद्धि करती हैं। इस वृद्धि को द्वितीयक वृद्धि कहते हैं तथा यह केवल द्विबीजपत्री जड़ों में ही पाई जाती है।

द्वितीयक वृद्धि पार्श्व विभज्योतक (lateral meristem) अर्थात् संवहन एधा (Vascular cambium) एवं काग एधा (cork cambium) में होते है।

याद रखिये, संवहन एवं काग एधा की उत्पत्ति पेरिसाइकल से द्वितीयक ऊतक (secondary tissue) के रूप में विकसित होती है।

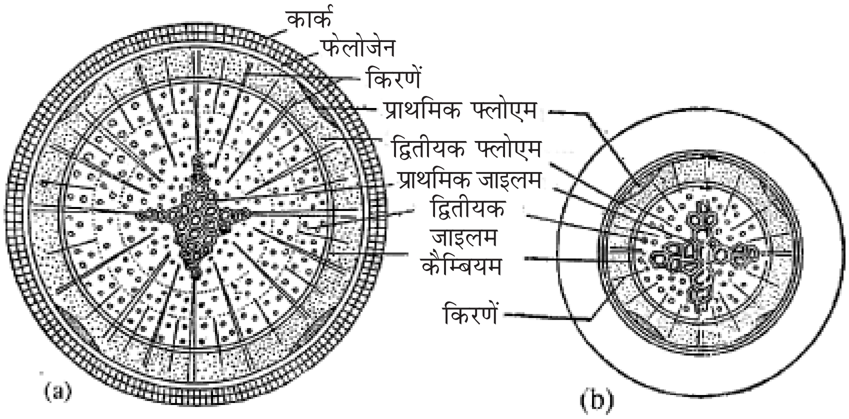
द्वितीयक वृद्धि निम्न प्रकार से होती है :

- प्रोटोजाइलम के सम्मुख पेरिसाइकल की कोशिकाएं विभाजित होकर पट्टीनुमा संवहन एधा का निर्माण करती है (चित्र 6-10b)
- फ्लोएम गुच्छ के भीतर की ओर उपस्थित संसंधित ऊतक की कोशिकाओं में भी पट्टीनुमा संवहन एधा विकसित होती है (चित्र 6.10a,b)



चित्र 6.10 द्विबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट–(a) तथा (b) (c) आरेखी द्वितीयक वृद्धि की आरंभिक अवस्थाएँ (d) रंभ का आरेखी काट चित्र (कोशिकीय)

- दोनों संवहन पट्टियों का पार्श्विक संयोग होता है तथा एक वलय (ring) का आकार जो पहले तरंगित (चित्र 6.10c) होता है पर बाद में फ्लोएम के अंदर की ओर द्वितीयक जाइलम ऊतकों की अतिवृद्धि से गोल आकार का हो जाता है (चित्र 6.11a)
- एधा की कोशिकाएँ ईंटनुमा होती है तथा विभाजन द्वारा अपनी दोनों तरफ अर्थात् परिधि तथा केंद्र की ओर कोशिकाएँ बनाती है। केंद्र की ओर बनी द्वितीयक जाइलम तथा परिधि की ओर बनी कोशिकाएँ द्वितीयक फ्लोएम में विभेदित होती हैं।



चित्र 6.11 द्विबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट (आरेखी) a-b द्वितीयक वृद्धि बाद की अवस्थाएँ

- आदिदारू के बाहर की ओर बना द्वितीयक ऊतक विभेदन प्राथमिक मज्जा किरण (Primary medullary ray) में होता है तथा इसके बनने में प्रोटोजाइलम नष्ट नहीं होता है (चित्र 6.11a)।
- इसके उपरांत काग एधा अथवा **फेलोजन** (phellogen) की उत्पत्ति भी पेरिसाइकल से होती है (चित्र 6.11b)।
- काग एधा के सक्रिय विभाजन के फलस्वरूप परिधि की ओर काग **फेलम** (phellem) या कॉर्क तथा अंदर की ओर द्वितीयक वल्कुट या **फेलोडर्म** (phelloderm) का विभेदन होता है।
- कागएधा (phellogen), फेलम (phellem), तथा फेलोडर्म (Phelloderm) इकट्ठे मिलकर **परित्वक** (periderm) बनाते है। पेरिडर्म सुरक्षा प्रदान करता है।
- अंतत: वर्धनकारी कार्क के बाहर का संपूर्ण प्राथमिक ऊतक (यानी अंतस्त्वचा, वल्कुट और ऐपीब्लेमा) फट कर (sloughed off) बाहर निकल जाता है।

पाठगत प्रश्न 6.5

1. द्विबीजपत्री जड़ के पार्श्व विभज्योतकों के नाम बताइए। ये क्या कार्य करते हैं?

   ....

2. संवहनी एधा की उत्पत्ति किस परत से होती है?

   ....

3. संयोजी ऊतक क्या है?

   ....

4. परित्वक (परिडर्म-periderm) की परिभाषा बताइए। इसका क्या कार्य है?

   ....

5. क्या द्विबीजपत्री पादप की प्राथमिक जड़ में एधा पाई जाती है?

   ....

आपने क्या सीखा

- मूलांकुर लंबा होकर प्राथमिक अथवा मूसला जड़ बना देता है।
- जड़ हरी नहीं होती, क्योंकि इसमें पर्णहरत विद्यमान नहीं होता है। पर्व एवं पर्वसंधियाँ, पत्तियाँ और कलिकाएँ भी नहीं होती।
- ये गुरुत्व तथा जल की ओर (निश्चित रूप से गुरुत्वानुवर्ती तथा जलानुवर्ती) परंतु प्रकाश के विपरीत वृद्धि करती हैं (प्रकाशापवर्ती)

मूल तंत्र

- जड़-तंत्र दो प्रकार के होते हैं–मूसला जड़-तंत्र (द्विबीजपत्री पादपों में) तथा झकड़ा जड़-तंत्र (एकबीजपत्री पादपों में)
- मूसला जड़ का परिवर्धन मूलांकुर से होता है परंतु अपस्थानिक जड़ों का परिवर्धन मूलांकुर से न होकर पौधे के अन्य किसी भाग से होता है।
- जड़ के शीर्ष भाग में चार क्षेत्र होते हैं–मूल गोप क्षेत्र, विभज्योतकी क्षेत्र, दीर्घीकरण क्षेत्र तथा परिपक्वन क्षेत्र।
- जड़ का मुख्य कार्य पौधे को स्थिरीकरण प्रदान कर मिट्टी में जमाए रखना, तथा जल एवं खनिज लवण का अवशोषण करना है
- कुछ पौधों में जड़ें विशिष्ट कार्यिकीय कार्य करने के लिए रूपांतरित हो जाती हैं (खाद्य संचय, स्वांगीकरण, श्वसन, वायुमंडलीय आर्द्रता का अवशोषण, परपोषी पौधे से पोषण चूसना आदि) तथा यांत्रिकीय कार्य (मिट्टी में मजबूती से जमाए रखना, आरोहण, उत्प्लावन) करने के लिए।
- जड़ की आंतरिक संरचना निम्नवत् दर्शाती है–एक कोशिकीय रोम, एकपरत में व्यवस्थित पेरिब्लेमा, बड़ा वल्कुट, सुस्पष्ट अंतस्त्वचा, कैस्पेरियन पट्टियों वाली कोशिकाएं तथा पथ कोशिकाओं युक्त। एक परत में व्यवस्थित परिरम्भ से अरीय संवहनी बंडल, रंभ बनता है। (दारू तथा मज्जा)
- द्विबीजपत्री जड़ में एकबीजपत्री जड़ की अपेक्षा कम संवहनी पूल (2-6), होते हैं, साथ ही अल्पविकसित मज्जा तथा एधा (द्वितीयक) पाई जाती है।
- पार्श्वीय जड़ों की उत्पत्ति अंतर्जात प्रकार की होती हैं।
- पार्श्वीय जड़ों की संख्या दारू की संख्या के तदनुरूप होती हैं।
- द्विबीजपत्री जड़ों में पार्श्वीय जड़, संवहन एधा तथा काग एधा की उत्पत्ति परिरम्भ से होती है।
- द्विबीजपत्री जड़ में एधा की उपस्थिति के कारण द्वितीयक वृद्धि होती है।
- जड़ों में प्राथमिक तथा लंबाई में वृद्धि शीर्ष विभज्योतक की क्रियाशीलता से होती है।
- द्विबीजपत्री जड़ों में मोटाई अर्थात् घेरे में वृद्धि पार्श्व विभज्योतकों (संवहनी एधा एवं काग) द्वारा द्वितीयक वृद्धि से होती है।
- संवहनी एधा की उत्पत्ति प्रोटोजाइलम के सम्मुख परिरम्भ की कोशिकाओं से तथा फ्लोएम के भीतर की ओर उपस्थित संसंधित ऊतक की कोशिकाओं से पट्टी रूप में होता है।
- प्रारंभ में एधा लहरदार होती है। परंतु बाद में वर्तुलाकार हो जाती है।
- संवहनी एधा परिधि की ओर द्वितीयक फ्लोएम तथा केंद्र की ओर द्वितीयक दारू (जाइलम) का निर्माण करता है।
- प्राथमिक मज्जा किरण का विभेदन आदिदारू के बाहर की ओर होता है।

- कार्क एधा अर्थात् फेलोजन की उत्पत्ति भी परिम्भ से ही होती है तथा वह परिधि की ओर फेलेम तथा अंदर की ओर द्वितीयक वल्कुट अर्थात् काग अस्तर (फेलोडर्म) बनाता है
- कार्क, कागजन तथा कार्क अस्तर इकट्ठे मिलकर पेरिडर्म बनाते हैं जिसका कार्य आंतरिक ऊतकों का रक्षा करना है।

पाठांत प्रश्न

1. अपस्थानिक जड़ के चार रूपांतरणों का वर्णन कीजिये।
2. निम्नलिखित के बीच केवल एक-एक अंतर दीजिये:
   (i) मूसला एवं अपस्थानिक जड़
   (ii) प्रॉप (आलम्ब) जड़ एवं अवस्तंभ जड़
   (iii) आदिदारू (प्रोटोजाइलम) और मेटोजाइलम
   (iv) फेलोडर्म (काग अस्तर) एवं परिचर्म (पेरीडर्म)
   (v) संवहनी एधा एवं कार्क एधा
3. विभिन्न प्रकार की खाद्य जड़ों का वर्णन कीजिये जिनका आप अध्ययन कर चुके हैं।
4. वातपुटीधर मूल (न्यूमेटोफोर) क्या हैं? वे कहाँ पाए जाते है तथा क्या कार्य करते हैं?
5. द्विबीजपत्री जड़ में द्वितीयक वृद्धि का वर्णन कीजिये।
6. पार्श्वीय जड़ों को मुख्य जड़ से तोड़ना क्यों कठिन होता है?
7. पेरिडर्म क्या है? वह कैसे निर्मित होती है?
8. जड़ को पहचानने के लिए आप कौन-से चार मुख्य लक्षण बतायेगें?
9. परिपक्वन क्षेत्र का क्या कार्य है?
10. एक-एक उस पादप का उदाहरण दीजिये जिनमें श्वसन जड़, आरोहण जड़, प्लावी जड़ तथा चूषक जड़ पाई जाती है।
11. पौधे के किसी भाग की अनुप्रस्थ काट को सूक्ष्मदर्शी में देखने पर निम्नलिखित संरचनाएँ दिखाई पड़ती हैं : अरीय संवहन बंडल, एक्जार्क जाइलम, एकपरत का बना पेरिसाइकल तथा एककोशिकीय रोम बताइए यह कौन सा भाग होगा?
12. उस विभज्योतक का नाम बताइए जो जड़ों को लंबाई तथा मोटाई में वृद्धि में सहायक है।
13. जड़ के उस जड़ रूपांतरण का नाम बताइए जो वृक्ष की शाखाओं को सहारा देता है।
14. यदि किसी जड़ का अनुप्रस्थ काट पोलीप्रोटोजाइलम संवहन बंडल विकसित बड़ी मज्जा तथा कैम्बियम की अनुपस्थित दर्शाती हो, तो वह किस प्रकार की जड़ होगी?
15. द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री जड़ के रंभ में अंतर बताइए।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

6.1 1. जड़

2. मूलांकुर
3. मूसला जड़-तंत्र पौधे को मिट्टी में मजबूती से जमाए रखता है क्योंकि यह गहराई तक, शाखित होकर मिट्टी में फैला रहता है।
4. मक्का, गन्ने में झकड़ा जड़-तंत्र तथा सूरजमुखी, आम में मूसला जड़-तंत्र
5. पर्व तथा पर्वसंधियों, कलिकाओं एवं पत्तियां अनुपस्थित

6.2 1. मूल गोप

2. मूल गोप क्षेत्र, विभज्योतकी क्षेत्र, दीर्घीकरण क्षेत्र, परिपक्वन क्षेत्र
3. डर्मेटोजन (dermatogen) से मूल गोप तथा जड़ीय त्वचा और प्लीरोम से रंभ का विभेदन होता है।
4. मूलरोम या रोमधारक (piliferous) क्षेत्र या परिपक्वन क्षेत्र

6.3 1. हाँ ! ये जड़ हैं क्योंकि उनमें पर्व और पर्वसंधियाँ, कलिका और पत्तियाँ अनुपस्थित हैं; ये खाद्य संचय हेतु गूदेदार हो गई हैं।

2. वातपुटीधर, श्वसन
3. वेलामेन
4. स्थिरीकरण तथा जल एवं खनिज लवणों का अवशोषण
5. (a) - (iii); (b) - (iv); (c) - (i); (d) - (ii)

6.4 1. एक्सार्क

2. क्योंकि वे अंदर की परत अर्थात् पेरिसाइकल से निकलती हैं/अंतर्जात उत्पत्ति
3. परिरम्भ
4. पथ कोशिकाएँ
5. द्विबीजपत्री जड़ में 2-6 संवहनी पूल तथा एधा उपस्थित होते हैं परंतु एकबीजपत्री जड़ में अनेक संवहनी बंडल होते है तथा एधा नहीं होती।
6. चार

6.5 1. संवहन कैम्बियम एवं काग कैम्बियम; संवहन कैम्बियम से द्वितीयक संवहनी ऊतक और काग ऐधा से काग एवं द्वितीयक वल्कुट बनता हैं।

2. परिरम्भ एवं संयोजी ऊतक
3. संयोजी ऊतक मृदुतकी होता है, तथा जड़ों में अरीय स्थित के बंडलों के बीच व्यवस्थित रहता है।
4. परित्वक ऐसा ऊतक है जो द्वितीयक वृद्धि द्वारा बनता है तथा कार्क, कार्कजन एवं कार्क अस्तर से मिलकर बनता है; सुरक्षा
5. नहीं, प्राथमिक द्विबीजपत्री जड़ में एधा विद्यमान नहीं होता है।

7

प्ररोह तंत्र

प्ररोह तंत्र पादप का वायवीय तथा ऊर्ध्व भाग होता है जो ऊपर की ओर वृद्धि करता है। यह अधिकतर भूमि की सतह के ऊपर होता है तथा भ्रूण के **प्रांकुर** से विभेदित होता है। प्ररोह तंत्र में तना (स्तंभ), शाखाएँ, पत्तियाँ, पुष्प, फल तथा बीज सम्मिलित होते हैं। इस पाठ में आप स्तंभ, पत्ती, पुष्प तथा फल की संरचना, उनके प्रकार एवं रूपांतरण तथा कार्यों के विषय में पढ़ेगें।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *तने के विशिष्ट लक्षण तथा उनकी जड़ के लक्षणों से भिन्नता बता पाएँगे;*
- *प्ररोह शीर्ष का ऊतकीय संगठन तथा पार्श्वीय शाखाओं की उत्पत्ति का वर्णन कर सकेंगे;*
- *तने के प्रकार, रूपांतरण तथा प्रकार्य का वर्णन कर सकेंगे;*
- *एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री तनों की प्राथमिक संरचना का चित्रों सहित वर्णन एवं तुलना कर सकेंगे;*
- *द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि का वर्णन कर सकेंगे;*
- *काष्ठ की परिभाषा तथा उनके प्रकार को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *पर्ण की सामान्य आकारिकी तथा पर्णविन्यास (phyllotaxy) का वर्णन कर पाएँगे;*
- *विशिष्ठ कार्यों के लिए विभिन्न प्रकार के पर्ण रूपांतरणों का सचित्र वर्णन कर सकेंगे;*
- *प्ररुपी द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पर्णों की आंतरिक संरचना का वर्णन एवं तुलना कर सकेंगे;*
- *पुष्पक्रम (inflorescence) की परिभाषा तथा उसकी संरचना एवं कार्य का वर्णन कर सकेंगे;*
- *बीजांडन्यास (placentation) की परिभाषा तथा उसके विभिन्न प्रकारों का वर्णन कर सकेंगे;*
- *फल की परिभाषा एवं संरचना का वर्णन तथा उसके मुख्य प्रकारों की उदाहरण सहित वर्गीकृत सूची बना सकेंगे।*

7.1 स्तंभ (तना)

7.1.1 तने के विशिष्ट लक्षण

(i) यह प्रांकुर (भ्रूण का एक सिरा) के दीर्घीकरण (बढ़े हुए भाग) से बनता है।

(ii) तना प्रकाश की ओर (**धनात्मक प्रकाशानुवर्ती**) तथा गुरुत्व के विपरीत (**ऋणात्मक गुरुत्वानुवर्ती यानी गुरुत्वापवर्ती**) वृद्धि करता है।

(iii) तना **पर्वसंधियों** (nodes) (पत्तियां लगने के स्थान) तथा **पर्वो** (internodes) में विभाजित होता है।

(iv) पर्वसंधियों पर पत्तियाँ, शाखाएँ तथा कलिकाएँ पाई जाती हैं।

(v) तने पर कायिक कलिकाएँ या तो उसके अग्र सिरे (शीर्षस्थ कलिका–apical bud) पर पाई जाती हैं, जिससे पौधा ऊपर की ओर वृद्धि करता है, या फिर पत्ती के कक्ष क्षेत्र में (कक्षीय कलिकाएँ) पाई जाती हैं जो पार्श्व शाखा बनाती हैं।

(vi) तने पर पुष्पी कलिकाएँ (शीर्षस्थ अथवा कक्षीय) बनती हैं जिनसे पुष्प बनते हैं।

7.1.2 स्तंभ तथा जड़ में विभेद

तालिका 7.1 में तना तथा जड़ में आकारिकीय विभेद दर्शाए गए हैं।

तालिका 7.1 तना तथा जड़ में आकारिकीय विभेद

तना	जड़
1. प्रांकुर से परिवर्धित	मूलांकुर से विकसित
2. तरुण स्तंभ हरा होता है, क्योंकि इसमें पर्णहरित उपस्थित होता है।	अहरित होता है, क्योंकि पर्णहरित अनुपस्थित होता है
3. पर्व एवं पर्वसंधियों में विभाजित	पर्व एवं पर्वसंधियाँ अनुपस्थित
4. पत्तियाँ, कायिक तथा पुष्पी कलिकाएँ विद्यमान	यह अंग अनुपस्थित
5. अग्रस्थ सिरे पर कोई गोप (cap) नहीं	अग्रस्थ सिरे पर गोप उपस्थित
6. धनात्मकत: प्रकाशानुवर्ती परंतु ऋणात्मकत: गुरुत्वानुवर्ती (यानी गुरुत्वापवर्ती)	ऋणात्मक प्रकाशानुवर्ती परंतु धनात्मक गुरुत्वानुवर्ती
7. पार्श्व शाखाओं की उत्पत्ति बहि:र्जात (बाहर से उत्पन्न- exogenous)	पार्श्वीय मूलों की उत्पत्ति अंतर्जात (अंदर की परतों की परतों से उत्पन्न–endogenous)

पाठगत प्रश्न 7.1

1. पौधे के उस भाग का नाम बताइएँ जिसमें पर्वसंधियाँ, पत्तियाँ तथा पुष्प पाये जाते हैं।

   ....

2. पार्श्व शाखा किस प्रकार की कलिका से परिवर्धित होती है?

   ....

3. पार्श्व शाखाओं की तुलना में पार्श्व जड़ों को तोड़ना क्यों कठिन होता है?

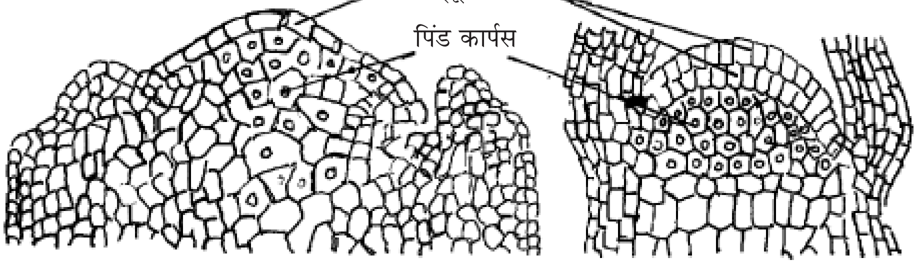
....

4. जड़ें ऋणात्मकत: प्रकाशानुवर्ती तथा धनात्मकत: गुरुत्वानुवर्ती होती हैं। तने में किस प्रकार वृद्धि होती है?

....

7.1.3 प्ररोह शीर्ष (shoot apex)

प्ररोह शीर्ष तने का अग्रीय एवं गुम्बदाकार भाग है। यह शीर्षस्थ प्ररोह विभज्योतक (shoot meristem) द्वारा बना होता होता है। इसके द्वारा प्राथमिक स्थायी ऊतक का परिवर्धन एवं विभेदन होता है तथा लंबाई में वृद्धि होती है। यह दो भागों में विभाजित होता है–ट्यूनिका (tunica) तथा कॉर्पस (corpus); चित्र 7.1



चित्र 7.1 a-b प्ररोह शीर्ष का अनुदैर्घ्य काट ट्यूनिका तथा कॉर्पस दर्शाता हुआ

(i) ट्यूनिका (Tunica = आवरण) प्ररोह शीर्ष का बाहरी क्षेत्र, 1–3 परत मोटा। इससे बाह्यत्वचा (epidermis) बनती है तथा सतह-वृद्धि होती है।

(ii) कॉर्पस (corpus = मुख्य भाग) अंदर का बहुपरतीय क्षेत्र जिसकी कोशिकाएँ सभी तलों (planes) में विभाजन करती है। अंतत: प्राक्एधा (प्रोकेम्बियम) से संवहनी ऊतक तथा विभज्योतक से भरण ऊतक बनता है। इसे पत्तियों के आद्यक (= प्रारंभिक अवस्था) भी कहते हैं।

7.1.4 पार्श्व शाखाओं की उत्पत्ति

पत्तियों के कक्ष में उपस्थित कक्षीय कलिकाओं से शाखाएँ उत्पन्न होती है। प्रत्येक कक्षीय कलिका एक छोटी, संगठित अल्पविकसित स्तंभ है जिसके ऊपर बड़ी संख्या में अतिव्यापी पत्ती आद्यक होते हैं। इस कलिका के पर्व लंबाई में बढ़कर शाखा बनाते हैं, अत: शाखाओं की इस प्रकार की उत्पत्ति बहिर्जात (exogenous) प्रकार की होती है।

पाठगत प्रश्न 7.2

1. उस विभज्योतक क्षेत्र का नाम बताइए जिसकी कोशिकाएँ सभी तलों में विभाजन करती हैं।

   ....

2. किस विभज्योतक पर्त से संवहनी ऊतक बनता है?

   ....

3. कौन-सी संरचना से पार्श्व शाखा बनती है? इस प्रकार की उत्पत्ति का नाम बताइएँ।

   ....

4. उस संरचना का नाम बताइये जो जड़ के शीर्ष विभज्योतक को ढकती है पर तने में वह अनुपस्थित है।

   ....

7.1.5 तने के प्रकार

मुख्य रूप से तना तीन प्रकार के होते हैं:

(i) **वायवीय** – तना दृढ़, प्रबल, सीधा (ऊर्ध्व) खड़ा हुआ। उदाहरण–शाक, झाड़ी तथा वृक्ष

(ii) **उपवायवीय** – तना कमजोर (दुर्बल), सीधा खड़े होने में असमर्थ अत: जमीन पर क्षैतिज अवस्था में रेंगता हुआ जिन्हें विसर्पी पादप (creepers) कहते हैं अथवा आरोही (climber) जिसमें दुर्बल तना किसी आधार के सहारे ऊपर की ओर वृद्धि करता है।

(iii) **भूमिगत** – तना भूमिगत (मृदा के नीचे) उगता-बढ़ता हैं तथा इसमें अनुकूल वातावरण में ही वायवीय शाखाएँ बनती हैं।

7.1.6 तने के रूपांतरण

भूमिगत, उपवायवीय एवं वायवीय स्तंभ विभिन्न तथा विशिष्ट कार्यों, जैसे खाद्य पदार्थ का संश्लेषण एवं संचय, चिरकालिकता (प्रतिकूल जलवायवीय परिस्थितियों को पार करना), प्रबल आधार प्रदान करने हेतु, सुरक्षा तथा कायिक जनन के लिए रूपांतरित होते हैं।

स्तंभ के प्रकार तथा रूपांतरण

भूमिगत (Underground)	**उपवायवीय** (Subaerial)	**वायवीय** (aerial)
प्रकंद (Rhizome)	उपरिभूस्तारी (Runner)	प्रतान (Tendril)
घनकंद (Corm)	भूस्तारी (Stolon)	कांटा (Thorns)
शल्ककंद (Bulb)	भूस्तारिका (Offset)	पर्णाभवृंत (Phylloclade)
कंद (Tuber)	अंत:भूस्तारिका (Sucker)	पर्णाभपर्व (Cladode)

भूमिगत तने के रूपांतरण–ऐसे स्तम्भ यद्यपि भूमि के अंदर होते हैं तथा जड़-जैसे लगते हैं लेकिन ये स्तंभ हैं और आप उन विशिष्ट लक्षणों के आधार पर उन्हें पहचान सकते हैं जो उन पर पाए जाते हैं। जैसे–
(i) पर्व एवं पर्व संधियाँ, (ii) शल्की हरिमाहीन पत्तियाँ, (iii) कलिकाएँ

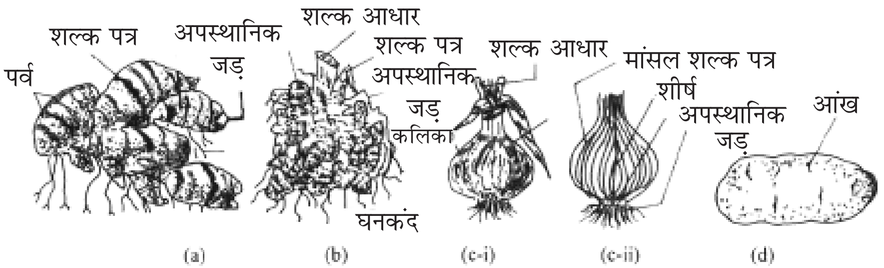
इस रूपांतरण के प्रमुख दो कार्य हैं :

- चिरकालिकता, पर्णविहीन संरचना के रूप में यह स्तंभ शीतकाल में प्रसुप्त रहता है, परंतु अनुकूल परिस्थितियाँ आते ही उसमें से वायवीय शाखाएँ निकलने लगती हैं।
- भोजन के संचय के लिए स्तंभ मोटा एवं गूदेदार हो जाता है।

विभिन्न प्रकार के भूमिगत स्तंभ रूपांतरण तालिका 7.2 में दिए गए हैं :

तालिका 7.2 भूमिगत तने के रूपांतरण

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. **प्रकंद** (चित्र 7.2a)	मोटा, गूदेदार, चपटा स्तंभ जो भूमि के संलग्न क्षैतिज वृद्धि करता है। इसकी पर्वसंधियों पर शल्की पत्तियाँ, कक्षीय कलिकाएँ एवं अपस्थानिक जड़ें तथा अग्र भाग पर अग्रीय कलिकाएँ पाई जाती हैं।	अदरक, हल्दी
2. **घनकंद** (चित्र 7.2b)	गूदेदार, गोलाकार तना जिसका आधार चपटा वृद्धि उदग्र होती है तथा इस पर पर्व एवं पर्वसंधियाँ, शल्की पत्तियाँ, कलिकाएँ, अपस्थानिक जड़ें पाई जाती हैं।	केसर, ज़मीकंद *ग्लैडियोलस*
3. **शल्ककंद** (चित्र 7.2c)	लघुकृत , चपटा, चक्रिकाभ (discoid) स्तंभ जिसमें अनेक पर्वसंधियाँ सटी हुई तथा अतिछादी होती हैं तथा इन पर गूदेदार (अंदर की ओर) एवं शल्की (बाहर की ओर) पत्तियाँ विद्यमान होती हैं। अग्रीय कलिका (केंद्र में) सामान्य, हरी पत्ती बनाती है। अपस्थानिक जड़ें चक्रिकाभ आधार से निकलती हैं।	प्याज
4. **कंद** (चित्र 7.2d)	भूमिगत पार्श्वीय शाखाओं का अत्यधिक फूला हुआ अग्र सिरा जो मंड के रूप में खाद्य संग्रह करता है। इन पर 'आँखें' होती हैं। 'आँख' एक पर्वसंधि है जिस पर कलिका तथा शल्की पर्ण का क्षत चिह्न होता है।	आलू

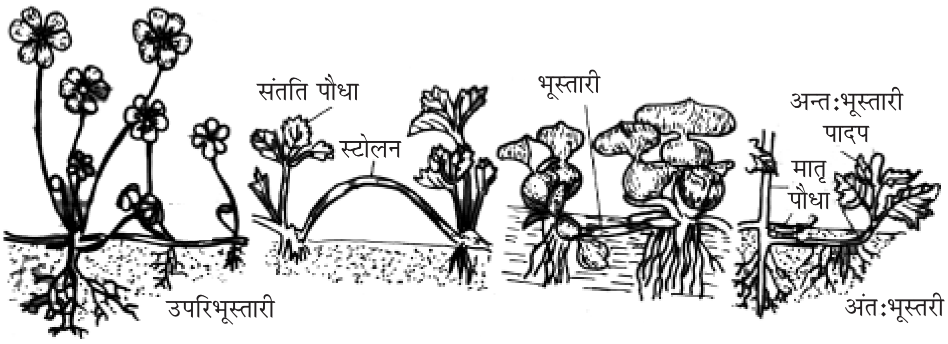


चित्र 7.2 भूमिगत तने के रूपांतरण–(a) प्रकंद (अदरक), (b) घनकंद, (ज़मीकंद), (ci) शल्ककंद (प्याज), (cii) शल्ककंद की उदग्र काट, (d) कंद (आलू)

अववायवीय तने के रूपांतरण–तने दुर्बल, अंत:भौमिक हुए क्षैतिज पड़े रहते हैं अथवा इनका कुछ भाग मिट्टी की ऊपरी सतह में दबा रहता है। ऐसे तने वाले पौधों को विसर्पी पादप कहते हैं। यह तने कायिक जनन का कार्य करते हैं।

तालिका 7.3 अववायवीय तने के रूपांतरण

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. **उपरिभूस्तारी** (चित्र 7.3a)	शाखाएँ लंबी, पतली, दुर्बल, लंबे-लंबे पर्व युक्त/ये मिट्टी की सतह पर क्षैतिज अवस्था में रेंगती रहती हैं तथा पर्वसंधियों से अपस्थनिक जड़ें निकलती है।	दूब घास, *ऑक्ज़ैलिस*
2 **भूस्तारी** (चित्र 7.3b)	एक दुर्बल पाश्र्व शाखा, जो कुछ दूर तक वायु में ऊपर की ओर वृद्धि करती है, फिर चाप बनाती हुई नीचे मिट्टी को छू लेती है। यह नीचे की ओर जड़ें तथा ऊपर की ओर नया संतति पौधा बनाती है।	पुदीना, चमेली
3. **भूस्तारिका** (चित्र 7.37c)	उपरिभूस्तारी जैसा स्तंभ परंतु उससे छोटा एवं मोटा, थोड़ी दूर वृद्धि करके ऊपर एक पुष्पनुमा पत्तियों का गुच्छा तथा नीचे अवस्थानिक जड़ें बाता है; अधिकतर जलीय पौधों में दिखाइ देता है।	जलकुंभी, जल-लेट्यूस
4. **अंत:भूस्तारी** (चित्र 7.3d)	उपरिभूस्तारी जैसा स्तंभ परंतु भूमिगत जो मिट्टी के अंदर कुछ दूर क्षैतिज वृद्धि करके तिरछा ऊपर की ओर बढ़ता हुआ मिट्टी से बाहर आ जाता है जहाँ जड़ें तथा संतति-पौधा बनाता है।	गुलदाऊदी



चित्र 7.3 अववायवीय स्तंभ के रूपांतरण–(a) उपरिभूस्तारी, (b) भूस्तारी, (c) भूस्तारिका, (d) अंत:भूस्तारी

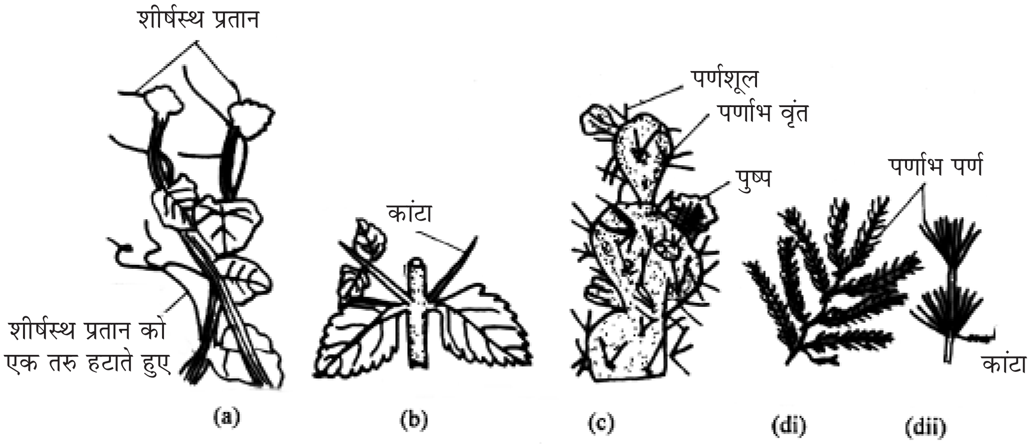
वायवीय स्तंभ के रूपांतरण–संपूर्ण स्तंभ या उसका कोई भाग (कक्षीय या अग्रीय कलिका) रूपांतरित होकर विशिष्ट कार्य करता है। आप निम्न लक्षणों से उसे पहचान सकते हैं कि वह तना है।

(i) पत्ती कक्ष से निकलती है (ii) पर्व व पर्वसंधियाँ पाई जाती हैं (iii) उस पर पत्तियाँ, कलिकाएँ एवं पुष्प उपस्थित हो सकते हैं।

तालिका 7.4 वायवीय तने के विशिष्ट रूपांतरण

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. **प्रतान** (चित्र 7.4a)	यह एक धागे जैसी, सर्पिलरूपी कुंडलित तथा पर्णरहित संरचना है जो आस-पास की वस्तुओं के चारों ओर लिपटकर दुर्बल पौधे को चढ़ने में मदद करती है।	अंगूर की बेल
2. **काँटा** (चित्र 7.4b)	सीधी नुकीली कठोर संरचना (काँटा) जो कक्षीय (नींबू) या अग्रीय (करौंदा) कलिका का रूपांतरण है। यह एक सुरक्षाकारी तथा आरोहण अंग है।	सिट्रस (नींबू), डुरैंटा कैरिसा (करौंदा)
3. **पर्णाभ वृंत** (चित्र 7.4c)	हरा, चपटा अथवा बेलनाकार, गूदेदार स्तंभ है, जिसमें अनेक पर्व, पर्वसंधियाँ तथा शूल या कंटिकाएँ वाष्पोत्सर्जन कम करने हेतु (रूपांतरित पत्तियाँ) पाई जाती हैं। यह प्रकाश संश्लेषण तथा जल संग्रह करता है तथा उन पौधों में पाया जाता है जो शुष्क क्षेत्रों में उगते हैं।	ओपुन्शिया नागफनी
4. **पर्णाभपर्व** (चित्र 7.4 di, dii)	ऐसा पर्णाभ वृंत जिसकी वृद्धि सीमित होती है क्योंकि इसमें केवल एक या दो पर्व ही बनते हैं जो प्रकाशसंश्लेषण करते हैं।	*ऐस्पैरेगस*

टिप्पणी



चित्र 7.4 वायवीय तने के रूपांतरण–(a) स्तंभ प्रतान, (b) काँटे, (c) नागफनी का पर्णाभ वृंत, (di, dii) *ऐस्पैरेगस* के पर्णाभपर्व तथा एक विवर्धित भाग

पाठगत प्रश्न 7.3

1. उन पादपों को क्या कहते हैं जिनके तने दुर्बल होते हैं तथा भूमि पर रेंगते हैं।

   ....

2. उस स्तंभ रूपांतरण के प्रकार का नाम बताइए जिसमें उपरिभूस्तारी, भूस्तारी, भूस्तारिका तथा अंत:भूस्तारी होते हैं।

   ....

3. एक या दो पर्व पाए जाने वाले पर्णाभवृंत को क्या कहते हैं?

   ....

4. हल्दी तथा प्याज में क्रमश: किस प्रकार का स्तंभ रूपांतरण पाया जाता है?

   ....

5. कॉलम I में दिए गए तकनीकी शब्दों को कॉलम II की तकनीकी शब्दों से सुमेल कीजिए।

I	II
(a) प्रतान	(i) सुरक्षा
(b) अंत:भूस्तारी	(ii) चिरकालिकता
(c) कांटे	(iii) जनन
(d) शल्क या (कंद)	(iv) प्रकाश संश्लेषण
(e) पर्णाभ वृंत	(v) आरोहण

7.1.7 स्तंभ के कार्य

क. प्राथमिक कार्य

1. पत्तियों को सहारा देना तथा उन्हें इस प्रकार दिशान्यास प्रदान करना ताकि वे सूर्य के प्रकाश के सामने हों तथा प्रकाश-संश्लेषण एवं श्वसन के लिए कुशलतापूर्वक गैस-विनिमय कर सकें।
2. यह जल एवं खनिज लवणों को जड़ से पत्तियों तक तथा भोजन को पत्तियों से पौधे के अन्य भागों तक संवहन करता है।
3. इस पर फूल और फल लगते हैं।

ख. द्वितीयक कार्य

1. **संचय**– स्तंभ पौधों में भोजन तथा जल का संचय करता है जैसे आलू ।
2. **चिरकालिकता**– भूमिगत स्तंभ प्रतिकूल वृद्धि काल को पार करने में मदद करता है जैसे अदरक।
3. **कायिक प्रजनन**– स्तंभ द्वारा पौधों में कायिक जनन होता है जैसे गुलाब, गन्ना।
4. **प्रकाशसंश्लेषण**– मरूद्भिद पौधें (desert plants) के समान कुछ पौधे जिनमें पत्तियाँ लघुकृत (reduced) हो जाती हैं, प्रकाशसंश्लेषण का कार्य पर्णहरितयुक्त स्तंभ द्वारा होता है जैसे नागफनी।
5. **सुरक्षा**– कुछ पौधों में कक्षीय कलिकाएँ काँटों में रूपांतरित हो जाती हैं तथा उन्हें पशुओं से सुरक्षा प्रदान करती है जैसे नींबू, डुरैंटा।
6. **आरोहण**– प्रतान या हुक रूपांतरित शाखाएँ अथवा कलिकाएँ होती हैं। ये आस-पास की वस्तुओं के चारों ओर लिपटकर दुर्बल पौधे को चढ़ने में मदद करती हैं जैसे अंगूर की बेल।

पाठगत प्रश्न 7.4

1. तने का एक प्राथमिक कार्य बताइये?

   ....

2. गन्ने के पौधे का प्रजनन कैसे होता है?

   ....

3. कॉलम I के मदों का कॉलम II के मदों से सुमेलन कीजिये।

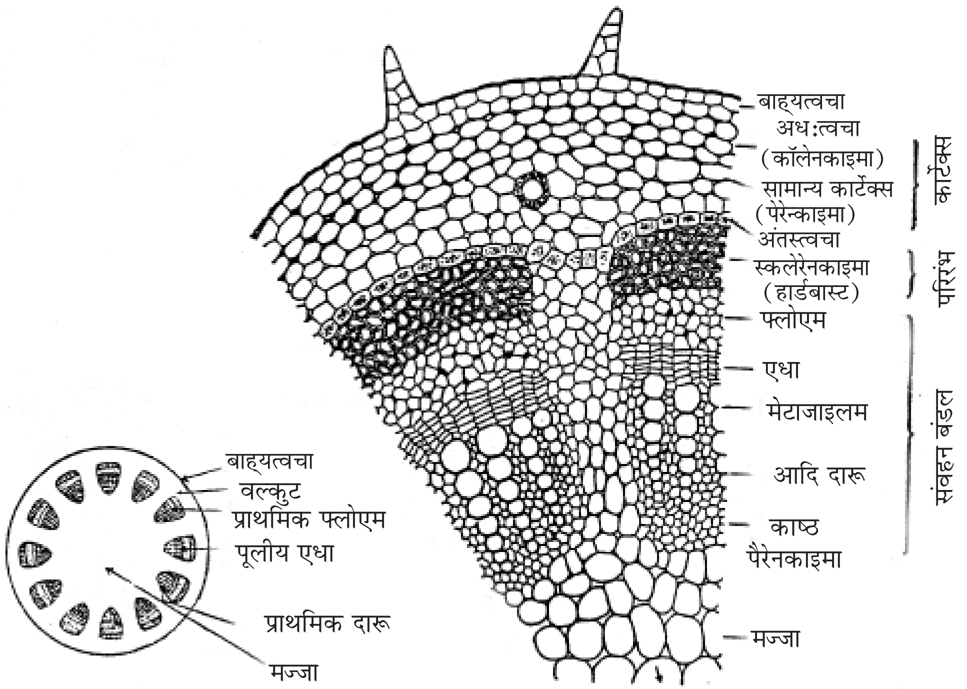
	I		II
(क)	नागफनी ओपुन्शिया	(i)	संवहन
(ख)	डुरैंटा	(ii)	भोजन का संचय
(ग)	अदरक	(iii)	प्रकाशसंश्लेषण
(घ)	आलू	(iv)	चिरकालिकता
(ङ)	स्तंभ	(v)	सुरक्षा

7.1.8 तने की आंतरिक (शारीरीय) संरचना

यदि आप स्तंभ की अनुप्रस्थ काट बनाकर सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) में देखेंगे तो उसकी आंतरिक संरचना देख पाएँगे।

A. द्विबीजपत्री तने की आंतरिक संरचना (उदाहरण–सूरजमुखी)

तरुण द्विबीजपत्री स्तंभ की अनुप्रस्थ काट में आपको निम्नलिखित संरचना दिखाई देगी (चित्र 7.5a तथा 7.5b)



चित्र 7.5 द्विबीजपत्री स्तंभ की अनुप्रस्थ काट (a) आरेखी (b) एक (आवर्धित) भाग

1. **बाह्यत्वचा (Epidrmis)**–सबसे बाहर, कोशिकाएँ एक उपचर्म द्वारा आच्छादित, बहुकोशिकीय-रोमयुक्त, जो आंतरिक ऊतकों को सुरक्षा प्रदान करती है।
2. **वल्कुट (Cortex)**–बाह्यत्वचा के अंदर की ओर, तीन खंडों में अधस्त्वचा (Hypodermis)–4-6 परतों-युक्त स्थूलकोणोतक (collenchyma) द्वारा निर्मित भौतिक सहारा प्रदान करती है।

   मध्य परतें– मृदूतक की कुछ परतें।

   अंतस्त्वचा (Endodermis)–वल्कुट की सबसे भीतरी परत ढोलकाकार कोशिकाओं द्वारा बनी हुई, जिसमें मंड कणिकाएँ पाई जाती है इसलिए इस परत को **मंड-आच्छद** (अंतस्त्वचा) कहते हैं।
3. **रंभ (Stele)**–अंतस्त्वचा के अंदर की ओर स्थित सभी ऊतक मिलकर रंभ बनाते हैं

   (i) **परिरंभ (Pericycle)**–अंतस्त्वचा से अंदर, बहुपरती, मृदूतकी जिसमें दृढ़ ऊतक के खंड पाए जाते हैं।

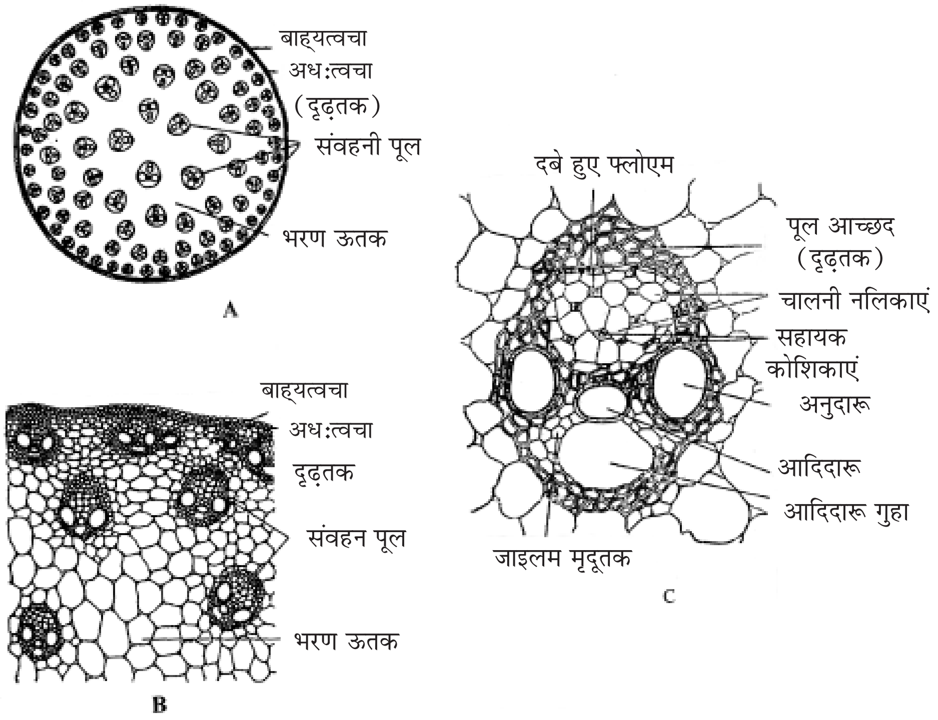
(ii) **संवहन पूलों (Vascular bundle)**–अनेक पूल, वलय में स्थित होते हैं। (चित्र 7.5a) प्रत्येक संवहन पूल की विशिष्ट लक्षण ये हैं–(a) **संयुक्त** (Conjoint–जाइलम तथा फ्लोएम एक ही पूल में इकट्ठे पाए जाते हैं, (b) **संपार्श्विक** (Collateral–जाइलम एवं फ्लोएम एक ही अर (Radius) पर पाए जाते हैं पर जिसमें फ्लोएम परिधि की ओर स्थित) तथा (c) खुला (open–एधा की पट्टी जाइलम और फ्लोएम के बीच में स्थित) होता है। जाइलम अंत:आदिदारूक (endarch) होता है अर्थात् **आदिदारू** (protoxylem) केंद्र की ओर तथा **अनुदारू** (metaxylem) परिधि की ओर स्थित होती है।

(iii) **मज्जा रश्मि (medullary ray)**–मृदूतक कोशिकाओं का बना संवहनी पूलों के मध्य संकीर्ण क्षेत्र।

(iv) **मज्जा (Pith)** केंद्रवर्ती, अंतराकोशिकीय गुहाएँयुक्त, मृदूतकी क्षेत्र

B. एकबीजपत्री स्तंभ की आंतरिक संरचना (उदाहरण, मक्का)

एकबीजपत्री स्तंभ की अनुप्रस्थ काट निम्नलिखित संरचना दर्शाती है (चित्र 7.6a एवं b)



चित्र 7.6 एक बीजपत्र स्तंभ का अनुप्रस्थ काट (a) आरेखी, (b) एक विवर्धित (enlarged) भाग, (c) एक आवर्धित (magnified) भाग

1. **बाह्य त्वचा (Epidcrmis)**–एक परतयुक्त, उपचर्म द्वारा आवरित रोम अनुपस्थित।

2. **भरण ऊतक (Ground tissue)**–मृदूतक द्वारा निर्मित व्यापक क्षेत्र जिसमें बाह्यत्वचा के नीचे की कुछ परिधीय परतें दृढ़ोतकी (sclerenchymatous) होती हैं, उर्जा अधस्त्वचा कहलाती है।

3. **संवहनी पूल** – बहुसंख्यक, भरण ऊतक में छितरे हुए, प्रत्येक पूल के चारों ओर दृढ़ोतकी आच्छद होता है। प्रत्येक बंडल के विशिष्ट लक्षण ये होते हैं:–(a) **संपार्शिवक** (Collateral) एवं (b) **बंद** (Closed)–जाइलम तथा फ्लोएम के बीच एधा की पट्टी अनुपस्थित), इसमें **अंत:आदिदारूक** (Endarch) जाइलम पाया जाता है। जाइलम ऊतक की आकृति अंग्रेजी के अक्षर 'Y' के समान होती है तथा सबसे अंदर वाली आदिदारू (protoxylem) विघटित होकर जलगुहा बनाती है।

द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री तने में रचनात्मक अंतर और जड़ एवं तने में रचनात्मक अंतर तालिका 7.5 और 7.6 में दिया गया है :

तालिका 7.5 द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री स्तंभ के अंतर

लक्षण	द्विबीजपत्री स्तंभ	एकबीजपत्री स्तंभ
1. बाह्यत्वचा-रोम	उपस्थित	अनुपस्थित
2. अध:स्त्वचा	स्थूलकोणोतक (Collechymatous)	दृढ़ोतकी
3. भरण ऊतक	विभेदित होकर वल्कुट, अंतस्त्वचा, परिरम्भ, मज्जा, मज्जा रश्मियाँ बनाता है।	अविभेदित
4. संवहनी पूल	(i) संख्या अधिक नहीं होती	(i) बहुसंख्य
	(ii) एकसमान आकार	(ii) परिधि वाले छोटे, केंद्र में बड़े आकार के
	(iii) एक वलय में व्यवस्थित	(iii) छितरे हुए
	(iv) खुले	(iv) बंद
	(v) पूल आच्छद अनुपस्थित	(v) बंडल आच्छद उपस्थित
	(vi) जाइलम वाहिकाएँ अरीय पंक्तियों में व्यवस्थित	(vi) जाइलम वाहिकाएँ अक्षर 'Y' के रूप में व्यवस्थित
	(vii) जलगुहा अनुपस्थित	(vii) जलगुहा उपस्थित
5. द्वितीयक वृद्धि	उपस्थित	अधिकतर अनुपस्थित

तालिका 7.6 स्तंभ तथा जड़ में शारीरीय (anatomical) अंतर

लक्षण	स्तंभ	जड़
1. क्यूटिकल	उपस्थित	अनुपस्थित
2. रोम	बहुकोशिक	एककोशिक
3. भरण ऊतक	विभेदित (द्विबीजपत्री) अथवा अविभेदित (एकबीजपत्री)	विभेदित

4. वल्कुट	संकरी (द्वबीजपत्री) या अविभेदित (एकबीजपत्री)	चौड़ा
5. परिरंभ	अनेक परतयुक्त, दृढ़ोतक तथा मृदूतक द्वारा बना	एक परतयुक्त, केवल मृदूतकी कोशिकाओं द्वारा बना
6. संवहनी पूल	बहुसंख्यक, संयुक्त, संपार्श्विक	सीमित संख्या, अरीय
7. जाइलम	अंत:आदिदारूक	बाह्यआदिदारूक

पाठगत प्रश्न 7.5

1. संयुक्त तथा संपार्श्विक संवहनी पूल में अंतर बताइए।

   ....

2. द्विबीजपत्री तने के संवहनी पूलों के बीच के क्षेत्र को क्या कहते हैं?

   ....

3. आपको अरीय रूप में व्यवस्थित तथा बाह्य आदिदारूक जाइलम-युक्त संवहनी पूल कहाँ मिलेंगे?

   ....

4. यदि आप एक बीजपत्री तथा द्विबीजपत्री स्तंभ की आंतरिक संरचना देखना चाहते हैं, तो आप कौन से पौधों का चुनाव करेंगे, नाम बताइए?

   ....

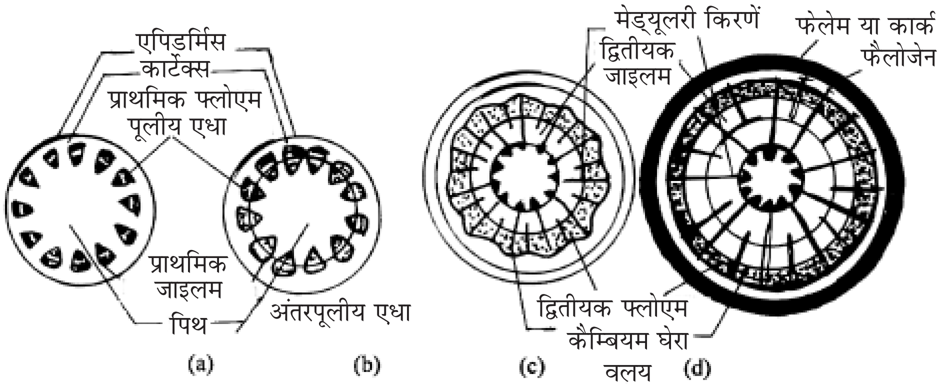
7.1.9 तने में द्वितीयक वृद्धि (Secondary growth in Stem)

आपने पाठ 6 में जड़ में द्वितीयक वृद्धि एवं उसके महत्त्व के विषय में पढ़ा। अब आप इसी क्रिया को स्तंभ के संदर्भ में पढ़ेंगे। द्वितीयक वृद्धि केवल द्विबीजपत्री तने में प्ररोह शीर्ष से कुछ दूरी पर सम्पन्न होती है। यह पौधे की (a) घेरे (मोटाई) में वृद्धि तथा (b) उसे अनेक वर्षों तक दृढ़ता से सीधा खड़ा रहने में सहायक होती है। इसलिए आपने देखा होगा कि बहुत ऊंचे पेड़ तेज हवा के झोंके, मूसलाधार बरसात आदि को बगैर गिरे सहन कर पाते हैं, परंतु एकबीजपत्री पौधे जैसे, गेहूँ, चावल, मक्का, घास आदि द्वितीयक वृद्धि के अभाव में झुक जाते हैं।

द्विबीजपत्री तने की मोटाई में वृद्धि दो पार्श्व विभज्योतक (lateral meristem) (i) संवहन एधा एवं (ii) कार्क एधा द्वारा निर्मित नए ऊतकों से होती है (चित्र 7.7 a-d)। इन नए ऊतकों को द्वितीयक ऊतक (Secondary tissues) तथा घेरे में होने वाली वृद्धि को द्वितीयक वृद्धि (Secondary growth) कहते हैं।

(i) संवहन एधा की सक्रियता–यह द्वितीयक संवहन ऊतक निम्न प्रक्रिया से बनाती है–

- संवहन बंडल में पाई जाने वाली एधा को पूलीय एधा (Fascicular cambium) कहते हैं (चित्र 7.7a)
- बंडल की एधा से सटी मज्जारश्मि की कोशिकाएँ विभज्योतकी (meristmatic) तथा अंतरापूलीय एधा (inter fascicular cambium) बन जाती हैं (चित्र 7.7b)
- बंडल की तथा अंतरबंडल की एधा परस्पर जुड़कर एक अविच्छिन्न एधा वलय बना देते हैं (चित्र 7.7b, c)



चित्र 7-7a-d द्विबीजपत्री स्तंभ की अनुप्रस्थ काट–द्वितीयक वृद्धि की विभिन्न अवस्थाएँ (आरेखी)

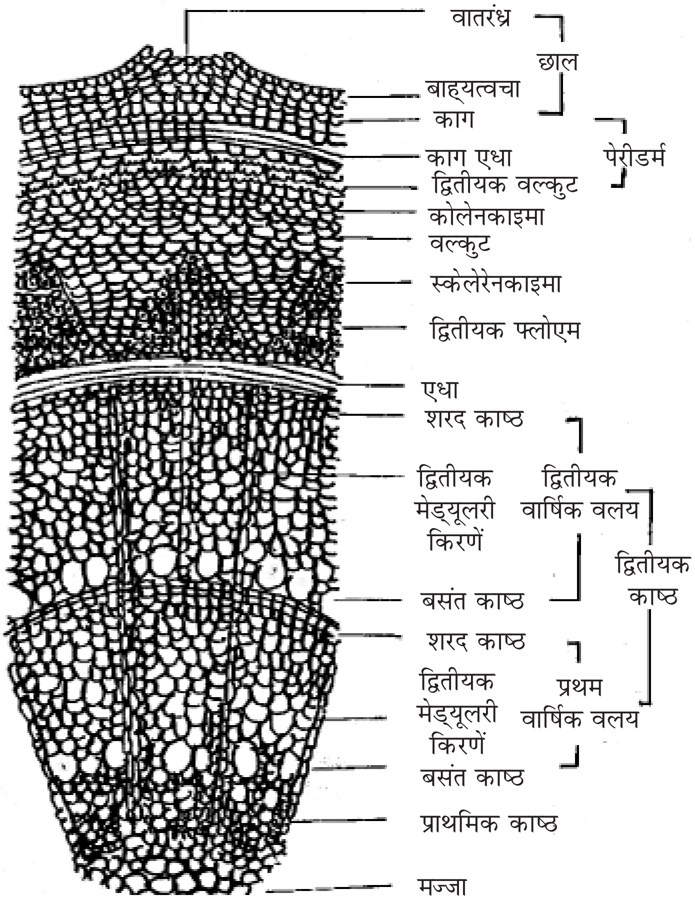
- एधा के विभाजन से अंदर की ओर जो नई कोशिकाएँ बनती है वे द्वितीयक जाइलम तथा बाहर अर्थात् परिधि की ओर बनी कोशिकाएँ द्वितीयक फ्लोएम में विभेदित हो जाती हैं। (चित्र 7.7c)
- उत्पादित द्वितीयक जाइलम की मात्रा द्वितीयक फ्लोएम से अधिक होती है (चित्र 7.7d)

(ii) कॉर्क (काग) एधा की सक्रियता–निम्न प्रक्रिया से परिचर्म (Periderm) बनता है :

- काग एधा (phellogen = कागजन) वल्कुट में बनती हैं।
- कागजन दोनों ओर (अंदर और बाहर) कोशिकाएँ बनाती हैं।
- अंदर की ओर बनी कोशिकाएँ द्वितीयक वल्कुट (Phelloderm = काग अस्तर) तथा बाहर की ओर बनी कोशिकाएँ काग या कॉर्क (Phellem = काग) में विभेदित होती हैं (चित्र 7.7d)।
- कॉर्क की कोशिकाएँ, केवल वातरंध्र (Lenticel) वाले क्षेत्रों को छोड़कर, सघन (compact) रूप से व्यवस्थित, मृत तथा सुबेरिन से निक्षेपित हो जाती हैं। वातरंध्र में कोशिकाएँ छितरी

हुई तथा सुबेरिनरहित होती हैं, तथा पूरक कोशिकाएँ (complementary cells) कहलाती हैं। वातरंध्रों से मोटी शाखाएँ एवं पेड़ के तने गैस विनिमय कर सकते हैं (चित्र 7.8)।

- काग (फेलम), कागजन (फे़लोजन) तथा कागअस्तर (Phelloderm) संयुक्त रूप से परिचर्म (Periderm) बनाते हैं (चित्र 7.8)। भीतर के व्यास में वृद्धि से बाह्यत्वचा समेत बाहरी परतों पर दबाव पड़ता है और वे फट कर नष्ट हो जाते हैं। अंततः परिचर्म बाह्यत्वचा का स्थान ले लेती है तथा सुरक्षा का कार्य करती है।
- सक्रिय कागजन के बाहर स्थित सभी मृत कोशिकाएँ सामूहिक रूप से छाल बनाती हैं।



चित्र 7.8 मोटे पुराने स्तंभ का अनुप्रस्थ काट–एक विवर्धित भाग

भोजपत्र *(Betula bhojpatra)* की छाल कागज की तरह तने पर से छिल उतर जाती है। उन पर लिखी प्राचीन पांडुलिपियाँ अभी तक सुरक्षित हैं। कॉर्क वृक्ष *(Quercus suber)* का कार्क इतना मोटा हो जाता है कि उससे बोतल की डॉट, जूते का तला, विद्युत्रोधी सामान आदि व्यापारिक तौर पर बनाए जाते हैं।

पाठगत प्रश्न 7.6

1. उन दो पार्श्व विभज्योतकों के नाम बताइये जिनके द्वारा पौधे की घेरे (मोटाई) में वृद्धि करता है?

   ....

2. किस क्षेत्र से अंतरापूलीय एधा बनती है?

   ....

3. छाल की परिभाषा लिखिए।?

   ....

4. वातरंध्र सुबेरिनरहित क्यों होते हैं?

   ....

5. घास और चावल के तने पतले और दुर्बल क्यों होते हैं?

   ....

6. परिचर्म किन परतों से बनता है? उसका क्या प्रकार्य है?

   ....

7.1.10 काष्ठ (wood)

काष्ठ द्वितीयक दारू होता है जो द्विबीजपत्री तने में संवहन एधा की सक्रियता से बनता है।

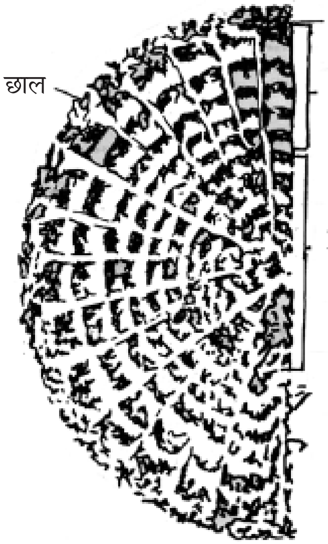
वार्षिक वलय (वृक्ष की आयु ज्ञात करने का रहस्य)

शीतोष्ण क्षेत्रों में जलवायु दशा मौसमी बदलाव दर्शाती है। संवहनी एधा की सक्रियता भी आवर्ती हो जाती है तत्पश्चात् जाइलम में स्पष्ट वृद्धि वलयें बनती हैं। बसंत में एधा अधिक क्रियाशील होती है तथा अनेक अधिक व्यास वाली वाहिकाएँ विभेदित करती हैं। बसंत में बनने वाले काष्ठ को पूर्वकाष्ठ (Earlywood) या बसंत काष्ठ (Spring wood) कहते हैं। ग्रीष्म में एधा सक्रिय होती है और संकीर्ण वाहिकाएँ बनाती है, इस काष्ठ को पश्चकाष्ठ (latewood) अथवा ग्रीष्म काष्ठ (summer wood) कहते हैं। तने की अनुप्रस्थ काट में ये दोनों प्रकार के काष्ठ एकांतरित क्रम में संकेद्रिक वलयों के रूप में दिखती हैं तथा एकत्रित होकर एक वार्षिक वलय कहलाती है (चित्र 7.8)। इन वलयों की संख्या को गिनकर वृक्ष की आयु का पता लगाया जा सकता है। वार्षिक वलयों की गणना करके पेड़ की आयु जानने के विज्ञान को **वृक्षकालानुक्रमण** (dendrochronology) या द्रुमकालक्रम विज्ञान कहते हैं।

रसकाष्ठ (Sapwood) तथा अंत:काष्ठ (Heartwood)

बाहर की ओर उपस्थित सक्रिय नवीन बने हुआ काष्ठ जिसमें कुछ जीवित कोशिकाएँ होती हैं, रसकाष्ठ कहलाता है। जैसे-जैसे वृक्ष की आयु बढ़ती है तने के केंद्रीय भाग में रसकाष्ठ की

भीतरी कोशिकाएँ निष्क्रिय होती जाती हैं और गहरे रंग की हो जाती है, यह अंत:काष्ठ कहलाता है (चित्र 7.9)।



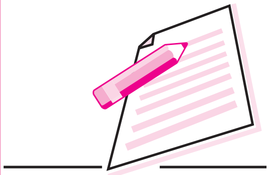
चित्र 7.9 पुराने तने का अनुप्रस्थ काट–रसकाष्ठ तथा अंत:काष्ठ दर्शाता हुआ

तालिका 7.7 में रसकाष्ठ तथा अंत:काष्ठ में मुख्य अंतर दिये गये हैं :

तालिका 7.7 : रसकाष्ठ तथ अंत:काष्ठ में अंतर

रसकाष्ठ	अंत:काष्ठ
1. यह पुराने स्तंभ का बाहरी हल्के रंग का काष्ठ होता है।	यह पुराने स्तंभ का केंद्रीय गहरे रंग का काष्ठ होता है।
2. हल्के रंग का होता है	गहरे रंग का होता है क्योंकि इसमें गोंद, रेज़िन,
3. इसमें जीवित कोशिकाएँ होती है,	तेल, टैनिन आदि उपस्थित होते हैं।
4. वाहिकाए बंद नहीं होती और जल तथा खनिज पदार्थों के ऊपर की ओर बढ़ने में सहायता करती हैं।	वाहिकाएं टाइलोसों द्वारा बंद होती हैं। जीवित कोशिकाएँ अनुपस्थित होती हैं,
5. काष्ठ वजन में हल्का होता है	काष्ठ भारी होता है।
6. कम टिकाऊ, क्योंकि इसमें रोगजनकों का आक्रमण हो सकता है।	अधिक समय तक टिकाउ होता है तथा रोगजनकों के आक्रमण के प्रति प्रतिरोधक होता है।
7. आर्थिक दृष्टि से कम उपयोगी।	आर्थिक दृष्टि से अधिक उपयोगी

स्तंभ में भौतिक ऊतक–ऊँचे वृक्ष के तनों को (i) तेज हवा के झोंकों के बलपूर्वक खिंचाव से बचना तथा (ii) गुरुत्वाकर्षण के विपरीत सीधे खड़ा होना पड़ता है। तना को इनके लिए दृढ़ता मिलती है–(i) दृढ़ोतक से जो अधस्त्वचा में एवं परिरंभ तथा द्वितीयक फ्लोएम में खंडों के रूप में उपस्थित होता हैं। (ii) द्वितीयक दारू अर्थात् काष्ठ में प्रचुर लिग्निनयुक्त वाहिकाएं, टैकीडें और रेशे तथा (iii) मज्जा में दृढ़ोतकी अवयवों की उपस्थिति से।



टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 7.7

1. जब एधा कम सक्रिय होता है तब किस प्रकार का काष्ठ बनता है?

   ....

2. आप वृक्ष की आयु कैसे ज्ञात कर सकते हैं?

   ....

3. अंत:काष्ठ आर्थिक दृष्टि से क्यों अधिक उपयोगी है?

   ....

4. तेज हवा तथा मूसलाधार वर्षा में भी ऊँचे पेड़ क्यों सीधे खड़े रह पाते हैं?

   ....

5. काष्ठ की परिभाषा दीजिये?

   ....

7.2 पत्ती

पत्ती चपटी तथा फैली हुई संरचना है जो तने या शाखा का पार्श्व उपांग है तथा उसकी पर्वसंधि से निकलती है। यह प्ररोह विभज्योतक (shoot meristem) से निकले पर्ण आद्यक (leaf primordium) से विकसित होती है। इसके कक्ष में कलिका होती है जिसे **कक्षीय कलिका** (axillary bud) कहते हैं। पत्ती वह प्रमुख स्थान है, जहाँ पर प्रकाशसंश्लेषण, वाष्पोत्सर्जन तथा श्वसन की क्रियाएँ सम्पन्न होती हैं। कक्षीय कलिका की सुरक्षा के अलावा पत्ती –खाद्य एवं जल संग्रह, आरोहण, कायिक प्रवर्धन (propagation) आदि के लिए रूपान्तरित हो सकती है।

7.2.1 पत्ती की संरचना

एक प्रारूपिक पत्ती के तीन भाग होते हैं (चित्र 7.9) :

(i) **पर्णाधार (leafbase)** –यह पत्ती का सबसे निचला भाग है, जिससे वह पर्वसंधि से जुड़ी रहती है। एकबीजपत्री में यह आच्छद की तरह फैला होता है तथा द्विबीजपत्री पौधों में पर्णाधार पर अनुपर्ण (stipule) नामक पार्श्व अतिवृद्धियाँ पाई जाती हैं।

(ii) **पर्णवृंत (Petiole)**–यह पत्ती का वृंत (Stalk) है। पत्तियाँ वृंतयुक्त (petiolate) जैसे कई द्विबीजपत्री में या वृंतहीन (sessile) जैसे अधिकतर एकबीजपत्री पौधों में होती हैं। पर्णवृंत रूपांतरित होकर फूल सकता है (जैसे जलकुंभी में), या दोनों ओर पंख रूपी (जैसे संतरा) या सामान्य पत्ती की भाँति चपटा (जैसे आस्ट्रेलियाई बबूल में) हो जाता है।

(iii) **पर्णफलक (Lamina or leaf blade)**–यह पत्ती का हरा, पतला, चपटा तथा फैला हुआ भाग है जिसकी सतह पर अनेक शिराएँ (veins) एवं शिरिकाएँ (veinlets) फैली रहती है। पर्णफलक

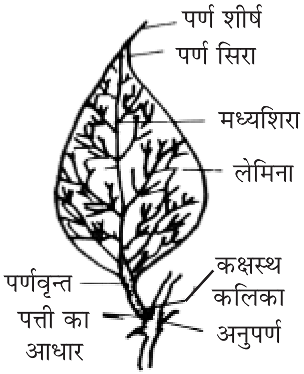
के मध्य में आधार से शीर्ष तक जाती हुई एक प्रमुख शिरा पाई जाती है जिसे **मध्यशिरा** (midrib) कहते हैं। शिराएँ पत्ती को सहारा देती हैं तथा जल, खनिज लवण खाद्य पदार्थ का परिवहन करती हैं।

पत्ती में अनेक प्रकार की विविधताएँ पाई जाती है जो उसके निम्न भागों में होती हैं :

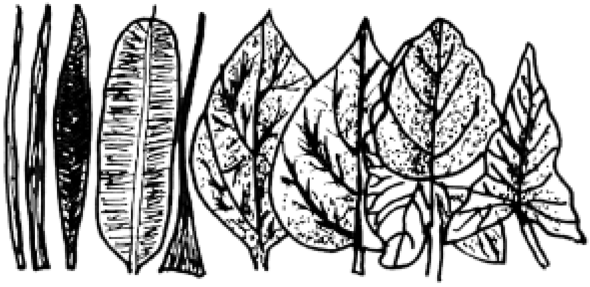
(i) पर्णफलक की आकृति (चित्र 7.10)

(ii) पर्णशीर्ष (चित्र 7.11)

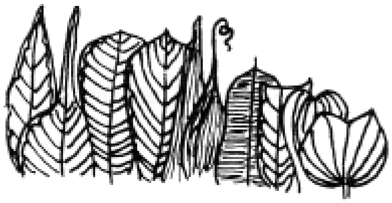
(iii) पर्णकिनारे (चित्र 7.11)



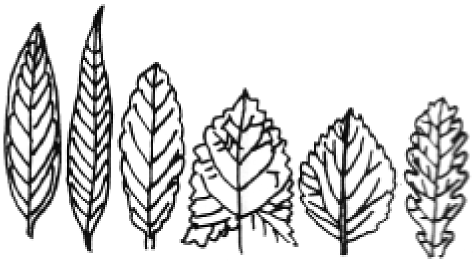
चित्र 7.9 एक पत्ती और उसके भाग



चित्र 7.10 पत्ती की आकृतियों में विविधता



चित्र 7.11 पर्णशीर्ष में विविधता



चित्र 7.12 पर्ण के किनारों में विविधता

7.2.2 पत्तियों में शिराविन्यास (Venation in leaves)

पर्णफलक पर शिराओं एवं शिरिकाओं की व्यवस्था को शिराविन्यास कहते हैं। यह दो प्रकार की होती है :

- जालिकारूपी (reticulate) शिराविन्यास–शिराएँ जाल रूप में फैली रहती हैं, जैसे, द्विबीजपत्ती पौधों में (चित्र 7.13 A-a,b)
- समांतर (parallel) शिराविन्यास–शिराएँ परस्पर समानांतर होती है, जैसे एकबीजपत्री पौधों में (चित्र 7.13 B-c,d)

टिप्पणी

- जालिकारूपी एवं समांतर शिराविन्यास **एकशिरीय** (unicostate) हो सकते हैं जिसमें केवल एक दृढ़ मध्यशिरा होती है जिससे पंख की भाँति अनेक द्वितीयक शिराएँ निकलती हैं, अत: **पिच्छाकार** (pinnate) कहलाती हैं (चित्र 7.13a,c) अथवा **बहुशिरीय** (Multicostate) जिसमें एक से अधिक दृढ़ मुख्य शिराएँ एक केंद्र से हथेली की उँगलियों जैसे निकलती हुई एक-दूसरे से दूर चली जाती है अत: **हस्ताकार** (palmate) कहलाती है (चित्र 7.13b,d)

A	B
जालिकारूपी शिराविन्यास	समांतर शिराविन्यास
(a) एकशिरीय (पीपल)	(a) एकशिरीय (कैना)
(b) बहुशिरीय (अंगूर)	(b) बहुशिरीय (पाम)

चित्र 7.13 पर्ण शिराविन्यास के प्रकार

पाठगत प्रश्न 7.8

1. शिराविन्यास की परिभाषा दीजिए।

   ....

2. एकशिरीय एवं बहुशिरीय शिराविन्यास में भेद बताइये।

   ....

3. पीपल तथा आम की पत्तियों में किस प्रकार का शिराविन्यास पाया जाता है?

   ....

4. पत्ती के कक्ष से निकलने वाली संरचना का नाम बताइये।

   ....

5. उस प्रमुख शिरा को क्या कहते हैं जो पर्णफलक के मध्य में स्थित होती है तथा आधार से शीर्ष तक जाती है?

   ....

7.2.3 पत्ती के प्रकार

पत्तियाँ दो प्रकार की होती हैं–सरल (Simple) तथा संयुक्त (Compound)। चूंकि पत्ती के कक्ष में कलिका होती हैं अत: आप संयुक्त पत्ती को सरल पत्ती से भिन्न कर सकते हैं। इसकी जानकारी के लिए आपको कक्षीय कलिका की स्थिति पता लगानी पड़ेगी। कलिका, दोनों सरल तथा संयुक्त पत्ती के कक्ष में पाई जाती हैं। परंतु संयुक्त पत्ती के पर्णकों (leaflets) के कक्ष में नहीं। दोनों प्रकार की पत्तियों में अंतर तालिका 7.7 में दिए गए हैं।

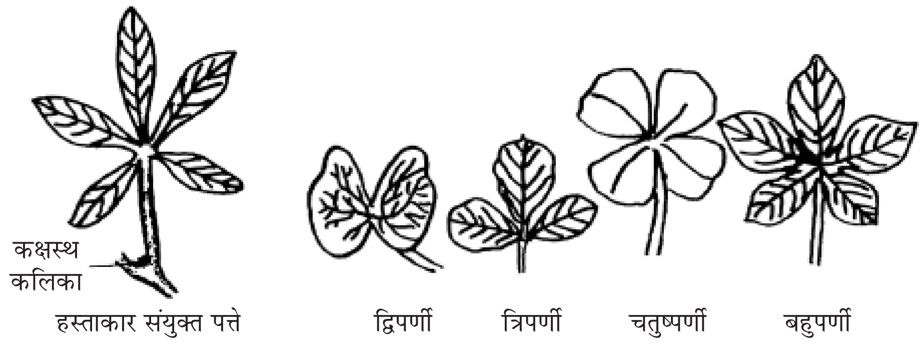
तालिका 7.7 सरल तथा संयुक्त पत्ती में अंतर

सरल पत्ती	संयुक्त पत्ती
1. पत्ती में पर्ण फलक अविच्छिन्न (entire) होता है अर्थात बंटा हुआ नहीं होता है (चित्र 7.9)	पर्णफलक अनेक छोटी इकाइयों में बंट जाता है जिन्हें पर्णक (leaflets) कहते हैं (चित्र 7.14)
2. यदि पर्णफलक के किनारों में कटाव होता है तो कटाव मध्यशिरा (चित्र 7-13d) तक नहीं पहुँचते।	कटाव मध्यशिरा तक पहुँच जाते हैं (चित्र 7.15)

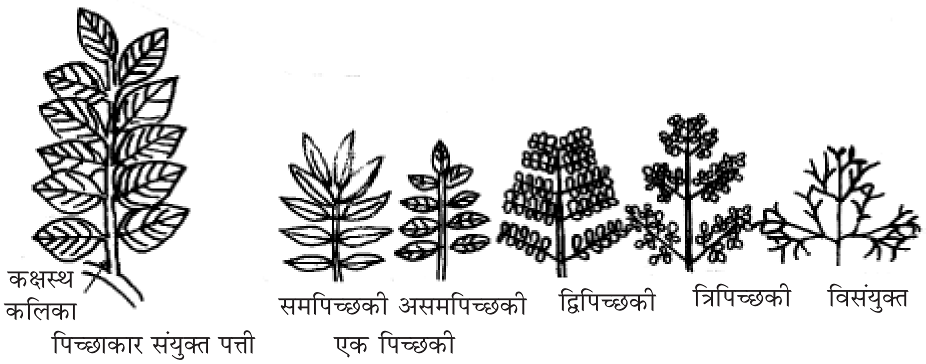
संयुक्त पत्ती के प्रकार–यह दो प्रकार की होती है (तालिका 7.8)

तालिका 7.8 संयुक्त पत्ती के प्रकार

पिच्छाकार	हस्ताकार
1. पर्णक मध्यशिरा अथवा रेकिस (rachls) से जुड़े होते हैं तथा पार्श्विक रूप से व्यवस्थित रहते हैं (चित्र 7.15)	पर्णक पर्णवृंत के अग्रसिरे से जुड़े रहते हैं तथा हथेली से निकलती उँगलियों की भाँति प्रतीत होते हैं (चित्र 7.14)
2. पर्णक तथा मध्यशिरा फिर से विभाजित होकर एकपिच्छकी (Unipinnate), द्विपिच्छकी (Bipinnate), त्रिपिच्छकी (Tripinnate) तथा विसंयुक्त पत्ती बनाती है (चित्र 7.15)	पर्णक की संख्या पर आधारित द्विपर्णी (bifoliate), त्रिपर्णी (trifoliate), चतुष्पर्णी (quadrifolate) तथा बहुपर्णी (Multifoliate) प्रकार की संयुक्त पत्ती हो सकती है (चित्र 7.14)



चित्र 7.14 हस्ताकार संयुक्त पत्ती तथा उसके प्रकार



चित्र 7.15 पिच्छाकार संयुक्त पत्ती तथा उसके प्रकार

पाठगत प्रश्न 7.9

1. संयुक्त पत्ती की उस संरचना का नाम बताइएँ जिस पर पर्णक जुड़ें होते हैं।

   ....

2. वह कौन–सी संरचना है जिसकी मदद से आप पर्ण और पर्णक में अंतर बता सकते हैं?

   ....

3. संयुक्त पत्ती के दो प्रकार कौन–से हैं?

   ....

आपको निम्न क्रियाकलाप करने में आनंद आएगा :

कार्य 7.1

उद्देश्य : कुछ पत्तियों को इकट्ठा करके उनका अध्ययन करना

सामग्री–पीपल, नीम, केला, पाम (Palm), गुलाब, घास, इमली तथा तुलसी की पत्तियाँ इकट्ठी कीजिए

विधि–इकट्ठी की हुई सामग्री में निम्न लक्षण देखिए :

(i) सरल अथवा संयुक्त पत्ती

(ii) जालिकारूपी अथवा समांतर शिराविन्यास

शिराविन्यास के प्रकार के आधार पर पत्तियों को एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री पत्तियों में वर्गीकृत कीजिए।

7.2.4 पर्णविन्यास (Phyllotaxy)

तना या शाखा पर पत्तियों के लगने की व्यवस्था को पर्णविन्यास कहते हैं। पत्तियों की व्यवस्थाक्रम इस प्रकार होती है ताकि उन्हें प्रकाशसंश्लेषण के लिए उपयुक्त प्रकाश मिल सके। यह तीन प्रकार की होती हैं :

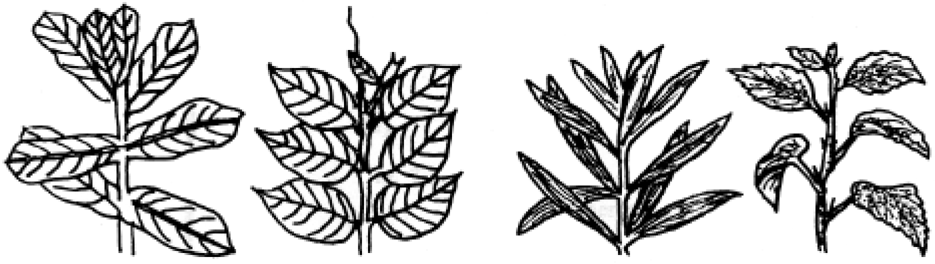
(i) **एकांतर (Alternate)** (चित्र 7.16d)–प्रत्येक पर्वसंधि पर केवल एक ही पत्ती जुड़ी होती है–उदाहरण गुड़हल, आम।

(ii) **सम्मुख (Opposite)** चित्र 7.16a-b)–प्रत्येक पर्वसंधि पर दो पत्तियाँ जोड़े में आमने-सामने पाई जाती है। यह दो प्रकार की होती है–

(a) **क्रासित (Decussate)** चित्र 7.16a)–जब ऊपर व नीचे की पर्वसंधि पर जुड़ी पत्तियों के जोड़ें एक दूसरे के साथ समकोण बनाते हैं, उदाहरण तुलसी, *कैलोट्रॉपिस* (*calotropis*)

(b) **अध्यारोपित (Superposed**–चित्र 7.16b)–जब ऊपर और नीचे की पर्वसंधि पर जुड़ी पत्तियों के जोड़े ठीक एक दूसरे के ऊपर एक ही तल में पाए जाते हैं। उदाहरण अमरूद।

(iii) **चक्रित (Whorled**–चित्र 7.16c)–जब प्रत्येक पर्वसंधि पर दो से अधिक पत्तियाँ वृत्त या चक्र (whorl) में व्यवस्थित रहती है उदाहरण नेरियम (Nerium)।



चित्र 7.16 (a-b) पर्णविन्यास–(a) सम्मुख-क्रासित, (b) सम्मुख–अध्योरोपित (c) चक्रित (d) एकांतर

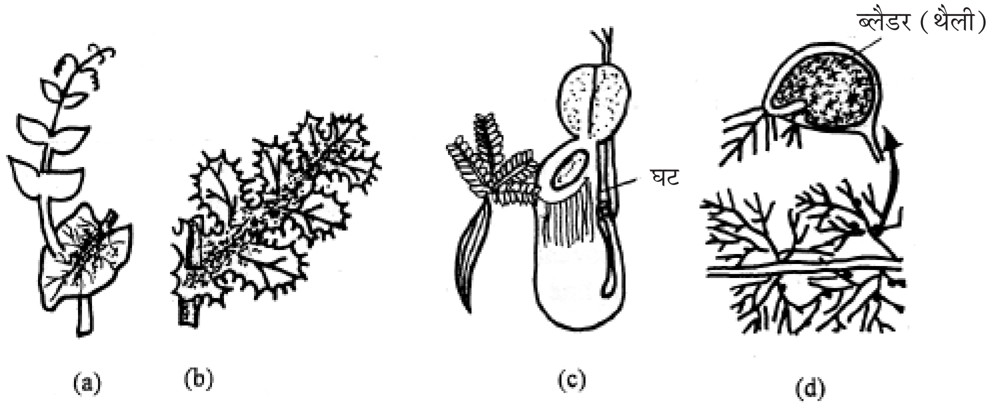
7.2.5 पर्ण रूपांतरण

यद्यपि पत्तियों का मुख्य कार्य भोजन संश्लेषण है, कुछ पादपों में पत्तियाँ विभिन्न संरचनाओं में रूपांतरित होकर इसके अतिरिक्त विशिष्ट कार्य जैसे पादप को आधार एवं सुरक्षा देना, जल एवं भोजन संग्रह करना अथवा कीटभक्षी पादपों में कीट पकड़ने में मदद करती हैं। (तालिका 7.9)।

तालिका 7.9: पर्ण–रूपांतरण

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. **पर्ण प्रतान** (Leaf Tendril) (चित्र 7.17a)	पतली, तंतुनुमा, कुंडलित, संवेदनशील संरचना जिसे **प्रतान** कहा जाता है और जो पौधे को आरोहण में मदद करती है।	मटर, ग्लोरी लिली
2. **पर्णशूल** (leaf spine) (चित्र 7.17b)	पत्तियाँ अथवा उनका अंश तेज, नुकीले काँटों में रूपांतरित हो जाते हैं ताकि पादप की रक्षा तथा वाष्पोत्सर्जन दर कम हो सके।	सत्यानाशी (*आर्जीमोन*) ओपन्शिया

3. **पर्णाभ** (Phyllode) (चित्र 7.17c)	संयुक्त पर्ण का पर्णवृंत चपटा पत्तीनुमा संरचना में रूपांतरित होकर प्रकाशसंश्लेषण में मदद करता है। पर्णक धीरे-धीरे झड़ जाते हैं	ऑस्ट्रेलियाई *ऐकेशिया*
4. **कीटभक्षी पादपों की रूपांतरित पत्तियाँ** (चित्र 7.17d, e)	घटपर्णी पादप (Pitcher plant) में पूरी पत्ती घड़ा में रूपांतरित हो जाती है जबकि ब्लैडरवर्ट में कुछ खंडित पत्तियाँ थैली (bladder) जैसी रचनाओं में परिवर्तित हो जाती है। यह रचनाएँ कीटों को फँसाने में मदद करती है।	घटपर्णी पादप (*नेपेन्थिस*) ब्लैडरवर्ट (*युट्रीक्युलेरिया*)



चित्र 7.17 पत्ती के रूपांतरण a-d (a) पर्ण प्रतान; (b) पर्ण शूल; (c) घटपर्णी पादप (d) ब्लैडरवर्ट

विषमपर्णता (Heterophylly)–कुछ पौधों में एक से अधिक प्रकार की पत्तियाँ पाई जाती है, इस स्थित को विषमपर्णता कहते हैं। ये कुछ जलीय पौधों में, जो आंशिक रूप से जलनिमग्न (जल में डूबा हुआ) रहते हैं, देखी जा सकती हैं जैसे–सिंघाड़ा, *लिम्नोफिला*

पाठगत प्रश्न 7.10

1. आम, 'तुलसी' तथा अमरूद के पादपों में किस प्रकार का पर्णविन्यास पाया जाता है?

....

2. कॉलम A के दिए गए तकनीकी शब्दों का कॉलम B के तकनीकी शब्दों के साथ सुमेल कीजिए

A	B
(a) घट	(i) प्रकाशसंश्लेषण
(b) शूल	(ii) आरोहण
(c) पर्णाभ	(iii) कीड़ों को फंसाना
(d) प्रतान	(iv) सुरक्षा

3. दो कीटभक्षी पादपों के उदाहरण दीजिए।

....

4. सिंघाड़े के पादप में दो भिन्न प्रकार की पत्तियाँ पाई जाती हैं, इस दशा को क्या कहते हैं?

....

7.2.6 पत्ती के प्रकार्य

पत्ती निम्न कार्य सम्पन्न करती है :

(i) **प्रकाशसंश्लेषण**–सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में पत्ती भोजन का संश्लेषण करती है।

(ii) **गैस विनियम**–इनमें विद्यमान रंध्रों द्वारा गैस विनिमय होता है जो श्वसन एवं प्रकाशसंश्लेषण के लिए आवश्यक हैं।

(iii) **वाष्पोत्सर्जन (Transpiration)**–रंध्रों द्वारा अतिरिक्त जल का वाष्पीकरण (वाष्प के रूप) में होता है जो पत्ती की सतह को ठंडक देता है तथा रसारोहण (ascent of sap) में मदद करता है।

(iv) **बिंदुस्राव (Guttation)**–नम जलवायु में पाए जाने वाले पौधों की पत्तियों के किनारों से अतिरिक्त लवणीय जल की बूंदों के रूप में रिसाव (exudation) होता है।

(v) **विशिष्ट कार्यों के लिए रूपांतरण**–कुछ पादपों में पत्तियाँ रूपांतरित होकर अन्य कार्य करती हैं जैसे–भोजन-संश्लेषण एवं संग्रह, आधार एवं सुरक्षा, कायिक प्रवर्धन (propagation) तथा कीटों को फँसाना।

7.2.7 पत्ती की आंतरिक संरचना (चित्र 7.18-19)

A. सामान्य लक्षण

- अधिकांश द्विबीजपत्री पादपों में पत्ती पृष्ठाधारी अर्थात् क्षैतिज दशा में अभिविन्यस्त तथा विभेदित पर्णमध्योतक (mesophyll) युक्त होती है। परंतु एकबीजपत्री पादपों में पत्ती समद्विपार्श्वीय (isobilateral) अर्थात् ऊर्ध्व तथा अविभेदित पर्णमध्योतक (mesophyll) युक्त होती है
- पत्ती की उदग्र काट तीन मुख्य भाग दर्शाती है–(i) बाह्यत्वचा एपिडर्मिस (ii) पर्ण मध्योतक (iii) संवहनी तंत्र

  (i) **बाह्यत्वचा**–पत्ती की **दोनों** ऊपरी तथा निचली सतह पर पाई जाती है। इसकी कुछ कोशिकाएँ द्वार (गार्ड) कोशिकाएं बनाती हैं जो व्यवस्थित होकर छिद्रें बनाती हैं जिन्हें स्टोमेटा कहा जाता है जो प्रकाशसंश्लेषण एवं श्वसन हेतु गैस विनिमय तथा वाष्पोत्सर्जन के समय जल वाष्पन में मदद करती हैं। कुछ एकबीजपत्री पत्तियों में कुछ बाह्य त्वचीय कोशिकाएं जो ऊपरी एपिडर्मिस पर रहती हैं बड़ी होकर बुलीफार्म कोशिकाओं का निर्माण करती हैं जिनसे जल बाहर निकलता है। इसके कारण पत्तियां नलिकाकार हो जाती हैं ताकि तेज गर्मी में वाष्पोत्सर्जन कम हो।

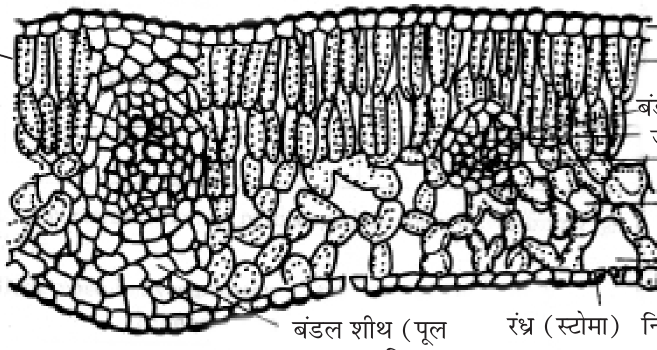
  (ii) **पर्ण मध्योतक**–यह हरितलवकयुक्त मृदूतक (हरितऊतक) का बना होता है तथा प्रकाश संश्लेषण का कार्य करता हैं। द्विबीजपत्री पत्तियों में यह दो प्रकार की कोशिकाओं में विभेदित

होता है जो **खंभोतक** (Palisade) तथा **स्पंजीय** कोशिकाएँ कहलाती हैं। एकबीजपत्री पत्तियों में खंभोतक नहीं होती, केवल स्पंजीय ऊतक होते हैं।

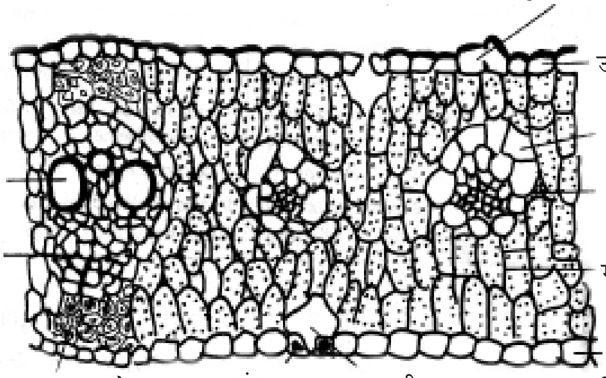
- खम्भोतकी कोशिकाएँ–ऊपरी बाह्यत्वचा के नीचे व्यवस्थित
  - अरीय लंबी, पास-पास व्यवस्थित कोशिकाएं
  - हरितलवक अधिक संख्या में विद्यमान
- स्पंजी कोशिकाएं–खम्भोतकी कोशिकाओं के नीचे स्थित
  - कोशिकाओं की आकृति अनियमित तथा शिथिलता से व्यवस्थित, हरितलवक कम संख्या में उपस्थित।
  - अंतरकोशिकाएं कोषों में गैसों का संग्रह करती हैं।

(iii) **संहवनी पूल**–ये **संयुक्त संपार्श्विक** एवं **बंद** होते हैं।

- प्रत्येक पूल में जाइलम ऊपरी सतह की ओर (पृष्ठीय) स्थित होता हैं।
- अधिकांश संवहनी पूल रंगहीन मृदूतकी कोशिकाओं से घिरा रहता है जिसे **बंडल आच्छद** अथवा **सीमांतक मृदूतक** (border parenchyma) कहते हैं।



चित्र 7.18 द्विबीजपत्री (पृष्ठाधार) पत्ती का उदग्र काट



चित्र 7.19 एकबीजपत्री (समद्विपार्श्विक) पत्ती का उदग्र काट

रंध्रीय उपकरण की संरचना (Structure of stomatal apparatus)

द्विबीजपत्री पत्तियों में प्रत्येक रंध्र में दो अर्धवृत्ताकार द्वार-कोशिकाएँ होती हैं जो एक छिद्र-स्टामा (रंध्र) को घेरे रहती हैं (चित्र 7.21)। द्वार कोशिकाएँ हरितलवकोंयुक्त होती हैं तथा रंध्रों के खुलने एवं बंद होने को नियंत्रित करती हैं। रंध्र-छिद्र अंतरकोशिकीय गुहा–अधोरंध्री कोष्ठ (Substomatal chamber) में खुलता हैं। (चित्र 7.19) रंध्रों की संख्या, आकार तथा वितरण भिन्न होते हैं- (तालिका 7.10) और यह इस पर निर्भर करता है कि पादप मरुद्भिद (xerophyte) है या मेसोफाइट (mesophyte)।

तालिका 7.10: रंध्रों का वितरण

पादप	रंध्र-लक्षण	उदाहरण
1. द्विबीजपत्री	द्वारकोशिकाएं अर्धवृत्ताकार, वृक्काकार अधिकतर पत्ती की निचली सतह पर उपस्थित	आम, नीम
2. एकबीजपत्री	द्वार-कोशिकाएं मुदगर-सम और दोनों सतहों पर उपस्थित	मक्का में।
3. मरुद्भिद्	वाष्पोत्सर्जन कम करने के लिए (i) केवल निचली सतह पर उपस्थित (ii) ऊपरी सतह पर कम संख्या में या अनुपस्थित (iii) धंसे हुए हो सकते हैं	*नेरियम*
4. जलोद्भिद्		
– तैरती पत्तियोंयुक्त	केवल ऊपरी सतह पर उपस्थित	कमल
– निमग्न पत्तियोंयुक्त	रंध्र अनुपस्थित	*हाइड्रिला*

अब आप चित्र 7.18-19 तथा तालिका 7.11 द्वारा द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पत्तियों की आंतरिक संरचना में तुलना कर सकते हैं।

तालिका 7.11 द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पत्तियों की आंतरिक संरचना में तुलना

ऊतक	द्विबीजपत्री पत्ती पृष्ठाधर (पृष्ठ-अधर) पत्ती	एकबीजपत्री पत्ती (समद्विपार्श्वीय पत्ती)
1. बाह्यत्वचा		
(i) रंध्र (stomata)	अधिकर निचली बाह्यत्वचा पर उपस्थित	दोनों ऊपरी एवं निचली बाह्यत्वचाओं पर उपस्थित
(ii) बुलीफॉर्म कोशिकाएँ (Bulli form cells)	अनुपस्थित	उपस्थित
2. पर्णमध्योतक	खम्भोतक एवं स्पंजसम मृदूतक में विभेदित	केवल स्पंजसम मृदूतक उपस्थित
3. संवहनी तंत्र (Vascular (system)	(i) जालक्रम के रूप में उपस्थित (ii) संवहनी पूल मध्य शिरा में बड़ा, बाकी छोटे पत्ती के किनारे में)	(i) पंक्तियों में (ii) संवहनी पूल अधिकतर समान माप के

B. विशिष्ट लक्षण

(i) **बुलीफॉर्म कोशिकाएँ** (चित्र 7.19)

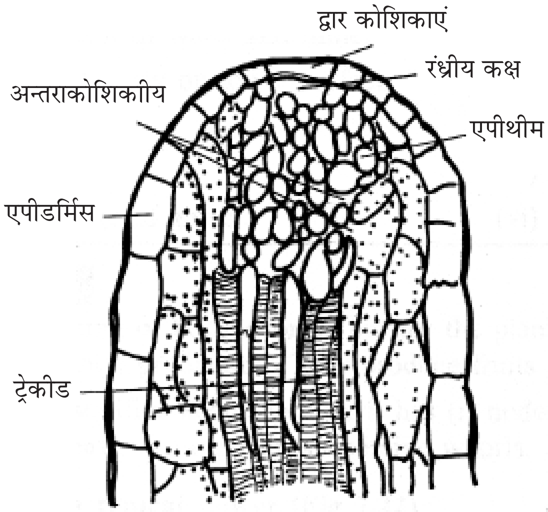
- यह विशेष प्रकार की कोशिकाएँ (**प्रेरक कोशिकाएँ** = motor cells) हैं जो मक्का, बाजरा, ज्वार आदि जो कुछ एकबीजपत्री पादपों की पत्तियों की ऊपरी सतह पर उपस्थित होती हैं।
- स्फीति में बदलाव होने से ये पत्ती को गोल (roll) होने तथा खुलने में मदद करती हैं।
- खसकर गर्मी के मौसम में दोपहर में वाष्पोत्सर्जन दर अधिक होने के कारण जब इन कोशिकाओं से जल-हानि होती है, तब पत्ती मुड़ (गोल हो) जाती है
- अत: यह शुष्क परिस्थितियों में रंध्रों से जल वाष्प की हानि को कम करते हैं।

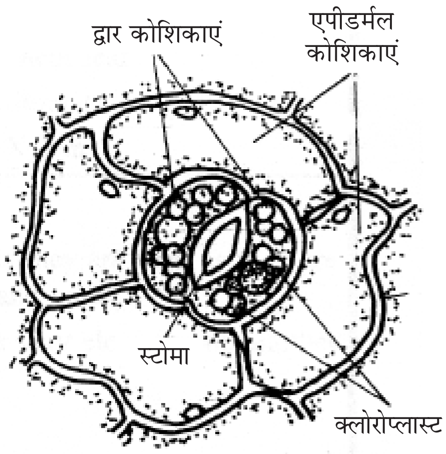
(ii) **रोम**

- शुष्क परिस्थितियों में उगने वाले अधिकांश पादपों की पत्तियों पर रोम पाए जाते हैं। जो वाष्पोत्सर्जन की दर को कम करते हैं।
- ये पत्तियों को तेज धूप, ऊँचे तापमान तथा वायु प्रदूषण से बचाती हैं।

(iii) **जलरंध्र (hydathode = water stomata)**

- यह विशेष प्रकार की संरचनाएँ (चित्र 7.20) हैं जो आर्द्र या नम (humid) जलवायु में उगने वाले आवृतबीजी पादपों जैसे गार्डन नस्टर्शियम की पत्तियों में पाए जाते हैं।
- इनके द्वारा जल का उत्सर्जन द्रव के रूप (बिंदुस्राव = guttation) में होता है।





चित्र 7.20 जलरंध्र

चित्र 7.21 द्विबीजपत्री पत्ती का रंध्र उपकरण

तालिका 7.12 रंध्र एवं जल रंध्र में अंतर

लक्षण	जलरंध्र	रंध्र
1. माप (आकार)	बड़ा	छोटा
2. स्थान	पत्ती के किनारे शिराओं के अंत में उपस्थित	पत्ती की संपूर्ण सतह पर उपस्थित
3. संरचना	सदा खुले रहते हैं	ये प्रकाश की तीव्रतानुसार खुलते और बंद होते हैं
4. जल हानि	जल द्रव रूप में निकलता है तथा उसमें लवण एवं शर्करा घुले होते हैं	जल की हानि वाष्प रूप में होती है
5. उपस्थिति	स्थानों के पादपों में उपस्थित	समस्त जलवायु के पादपों में उपस्थित
6. कार्यिकीय प्रक्रिया	बिंदुस्राव	वार्ष्पोत्सर्जन

पाठगत प्रश्न 7.11

1. द्विबीजपत्री पर्ण एवं एकबीजपत्री पर्ण के पर्णमध्योतक में क्या अंतर है? उसका क्या कार्य है?

   ....

2. घास की पत्ती में रंध्र (स्टोमेटा) कहाँ उपस्थित होते हैं?

   ....

3. उस संरचना का नाम बताइये जिसके द्वारा आर्द्र स्थानों में उगने वाले पादपों से अत्यधिक जल द्रव के रूप में उत्सर्जित होता है।

   ....

3. कॉलम I दिए गए तकनीकी शब्दों को कॉलम II के तकनीकी शब्दों के साथ सुमेलन कीजिये

I		II	
(a)	बुलीफॉर्म कोशिकाएँ	(i)	सुरक्षा
(b)	जल एवं खनिज लवणों का अभिगमन	(ii)	बिंदुस्राव
(c)	केवल निचली सतह पर रंध्र	(iii)	एकबीजपत्री पर्ण
(d)	जलरंध्र	(iv)	द्विबीजपत्री पर्ण
(e)	रोम	(v)	रंध्र (स्टोमेटा)
(f)	गैस विनिमय	(vi)	जाइलम

7.3 पुष्प (Flower)

पुष्प हमारे लिए सुंदरता की वस्तु है परंतु पौधों के लिए अत्यधिक महत्त्वपूर्ण है क्योंकि वह लैंगिक जनन का स्थान है। पुष्प फल और बीज भी उत्पन्न करते हैं।

पुष्प एक रूपांतरित प्ररोह है क्योंकि इसमें (i) पर्वसंधियाँ एक दूसरे के बहुत समीप होती हैं (ii) पुष्पीय पर्ण (Floral leaves) चक्करों में व्यवस्थित होती हैं।

7.3.1 प्ररूपी पुष्प के अंग (चित्र 7.22)

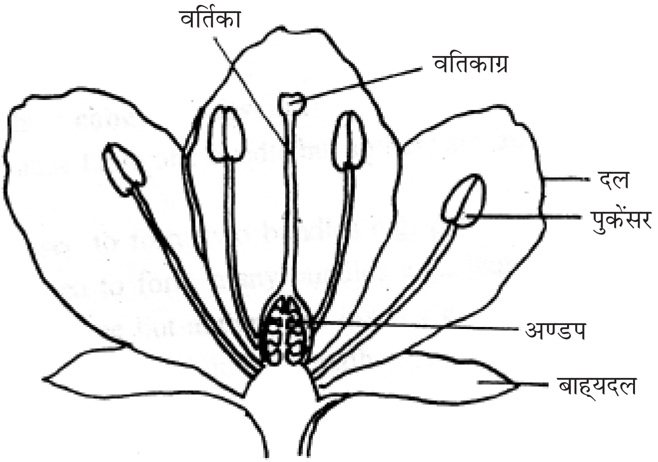
अपने क्षेत्र में पाए जाने वाला किसी भी रंग अथवा नाम का पुष्प लीजिए। आप उसकी मूल संरचना समान पाएगें–पुष्प एक **वृंत** (Pedicel) पर लगा होता है जिसका शीर्ष फूला हुआ होता है जिसे **पुष्पासन** (Thalamus) अथवा **स्तंभक** (Receptacle) कहते हैं। इस पर निश्चित क्रम में चार चक्र होते हैं जो निम्नवत् हैं:

सहायक चक्रक (Accessory Whorl)

1. **बाह्यदलपुंज** (Calyx) – (बाह्यदलों का समूह)–सबसे बाहरी चक्र, हरे बाह्यदलों का बना हुआ चक्र जिसका मुख्य कार्य सुरक्षा प्रदान करना है।
2. **दलपुंज** (Corolla–दलों का समूह)–दूसरा चक्र, विभिन्न रंगों के दलों या पंखुड़ियों का बना होता है। इसका कार्य परागण (Pollination) के लिए कीट-पतंगों और अन्य जन्तुओं को आकर्षित करना है।

जनन चक्रक (Reproductive Whorl)

3. **पुमंग** (Androecium–नर जनन अंग)–यह पुंकेसरों (Stamens) के समूह से बना चक्रक होता है। प्रत्येक पुंकेसर में लंबा, पतला **तंतु** (filament) होता है जिसके सिरे पर द्विपालिक **परागकोष** (anther) होता है जो **योजी** (Connective) द्वारा आपस में जुड़े रहते हैं। परागकोष परागण के लिए पराग-कण उत्पन्न करते हैं।



चित्र 7.22 एक प्रारूपी पुष्प

4. **जायांग** (Gynoecium–मादा जनन अंग)–केंद्र में स्थित **अंडप** (Carpel) अथवा **स्त्रीकेसर** (Pistil) का समूह है। एक अंडप के तीन भाग होते हैं–

- **अण्डाशय** (Ovary)–यह फूला हुआ आधारीय भाग है जिसमें एक से अनेक कोष्ठक (Locules) नामक कक्ष होते हैं इनमें बीजांड (Ovules) स्थित होते हैं जो निषेचित होकर बीज बनाते हैं तथा अण्डाशय से फल बनता है।
- **वर्तिका** (Style)–यह एक लंबी नलीनुमा संरचना है जो अंडाशय को वर्तिकाग्र (stigma) से जोड़ता है।
- **वर्तिकाग्र** (stigma)–यह पराग कणों के लिए ग्राही (Receptor) स्थल है।

पुष्प एवं पुष्पीय भागों की सामान्य विविधताएँ–फूलों में बहुत-सी विविधताएँ पाई जाती हैं जिनमें से कुछ के बारे में आप तालिका 7.13 से जान पाएँगे।

तालिका 7.13 पुष्प में विविधताएँ

विविधताएँ	लक्षण
1. पूर्ण (Complete/perfect) पुष्प	चारों चक्रक के उपस्थित
2. अपूर्ण (Incomplete/imperfect) पुष्प	कोई एक या अधिक पुष्पी चक्रक अनुपस्थित
3. उभयलिंगी (hermaphradite)	जिसमें दोनों जननांग (जायांग और पुमंग) उपस्थित होते हैं।
4. एकलिंगी (Unisexual)	केवल एक जननांग उपस्थित
(i) पुंकेसरी (Staninate) या नर पुष्प	केवल पुंकेसर उपस्थित
(ii) स्त्रीकेसरी (Pistillate) या मादा पुष्प	केवल अंडप उपस्थित
(iii) एकलिंगी पुष्पों के पाए जाने पर आधारित पादप दो होता है–	
(a) उभयलिंगाश्रयी (Monoecious)	दोनों नर एवं मादा पुष्प उसी पौधे पर पाए जाते हैं। जैसे–खीरा
(b) एकलिंगाश्रयी (Dioecious)	नर एवं मादा पुष्प अलग-अलग पौधों पर पाए जाते हैं। जैसे–पपीता
5. नपुंसक (Neuter) पुष्प	दोनों पुंकेसर एवं अंडप अनुपस्थित
6. **त्रिज्यासममित** (Actinomorphic) या नियमित (Regular) पुष्प	यदि पुष्प को किसी भी अनुदैर्ध्य तलों से दो समान अर्धभागों में विभक्त किया जा सके। जैसे–सरसों।
7. **एकव्याससममित** (zygomorphic) या अनियमित द्विपार्श्विक	यदि पुष्प को केवल एक अनुदैर्ध्य तल से दो समान भागों में विभक्त किया जा सके जैसे–मटर।
8. **असममित** (Asymmetrical) या अनियमित (Irregular)	पुष्प को किसी भी अनुदैर्ध्य तल से दो समान भागों में विभक्त नहीं किया जा सकता। जैसे–*कैना* (Canna)

A. बाह्यदलों एवं दलों में विविधता

(i) पृथक्‌बाह्यदली (Polysepalous) एवं पृथक्‌दली (Polypetalous) बाह्यदल अथवा दल क्रमश: आपस में स्वतंत्र होते हैं।

(ii) संयुक्त बाह्यदली (Gamosepalous) एवं संयुक्त दली (Gamopetalous) समस्त बाह्यदल अथवा दल आपस में जुड़े रहते हैं।

(iii) परिदल पुंज (Perianth)—बाह्यदलों एवं दलों में भेद नहीं होता है।

B. पुंकेसर में विविधता (चित्र 7.23)

पुंकेसरों में विविधता उनके आपस में जुड़ने अर्थात् **संसंजन** (cohesion) से होती है।

(i) **एकसंघी** (Monoadelphous)—सभी पुंकेसरों के पुतंतु आपस में एक बंडल में जुड़े रहते हैं परंतु परागकोष स्वतंत्र रहते हैं जैसे–गुड़हल।

(ii) **द्विसंघी** (Diadelphous)—पुतंतु दो बंडलों में जुड़े रहते हैं, जैसे–मटर।

(iii) **बहुसंघी** (Polyadelphous)—पुतंतु संयुक्त होकर अनेक बंडल बनाते हैं, जैसे–नींबू।

(iv) **युक्तकोशी** (Syngenesious)—परागकोष परस्पर जुड़े रहते हैं, परंतु पुतंतु मुक्त रहते हैं, जैसे–सूरजमुखी

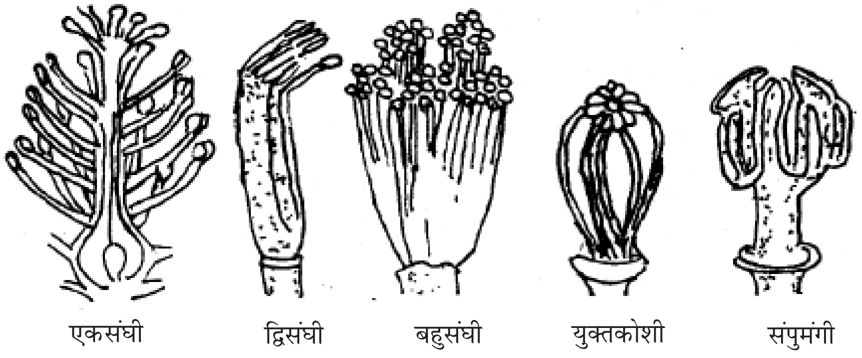
(v) **संपुमंगी** (Synandrous)—समस्त पुंकेसर ऊपर से नीचे तक आपस में जुड़े जाते हैं, जैसे–कॉक्स- कोंब।

पुंकेसर में अन्य विविधताएँ निम्न हैं।

(vi) **दललग्न** (Epipetalous)—पुंकेसर के पुंतंतु दल पुंज से जुड़े रहते हैं तथा परागकोष मुक्त, जैसे–बैंगन।

(vii) **द्विदीर्घी** (Didynamous)—चार पुंकेसर, दो छोटे तथा दो बड़े। जैसे–तुलसी।

(viii) **चतुदीर्घी** (Tetradynamous)—छ: पुंकेसर, अंदर के चार लंबे तथा बाहर के दो छोटे। जैसे–सरसों।



चित्र 7.23 पुंकेसरों का संसंजन (जुड़ना)

C. अंडप में विविधता

अंडपों की संख्या पर आधारित पुष्प निम्न प्रकार के हो सकते हैं–

(i) एकांडपी (Monocarpellary)—जायांग केवल एक अंडप का बना होता है, जैसे–मटर।

(ii) बहुअंडपी (Polycarpellary)—अधिक अंडपों सहित (जैसे, गुड़हल): यह निम्न प्रकार के हो सकते हैं:

(a) युक्तांडपी (Syncarpous)—सभी अंडप परस्पर जुड़े हुए होते हैं, जैसे–टमाटर, सरसों।

(b) वियुक्तांडपी (Apocarpous)—अंडप अलग-अलग होते हैं, जैसे–जलधानियां (*रैननकुलस*), कमल।

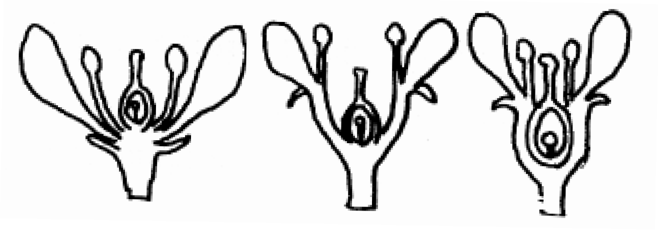
7.3.1 अंडाशय के सापेक्ष पुष्पासन (थैलेमस पर पुष्पी चक्रकों की स्थिति (Position of floral whorls on thalamus with respect to ovary)

पुष्प तीन प्रकार के हो सकते हैं (चित्र 7.24):

(i) **अधोजायांगी जायांगधर** – (Hypogynous) - पुष्पासन पर अंडाशय का स्थान सबसे ऊँचा होता है तथा बाकी तीनों चक्र क्रमश: इसके नीचे स्थित होते हैं। इस स्थिति में अंडाशय को ऊर्ध्ववर्ती (superior) कहते हैं। जैसे, गुड़हल, सरसों।

(ii) **परिजायांगी** (Perigynous) - पुष्पासन डिस्क समान होता है जिस पर अंडाशय केंद्र में तथा शेष पुष्पी चक्र पुष्पासन के किनारे पर स्थित होते हैं। अंडाशय को अर्धअधोवर्ती (half-inferior) कहते हैं। जैसे–आड़ू और आलूबुखारा।

(iii) **जायांगोपरिक** (Epigynous) - पुष्पासन प्याली के समान होता है तथा अंडाशय को पूर्णतया घेर कर उससे जुड़ जाता है। बाकी चक्रक अंडाशय से ऊपर स्थित होते हैं। अंडाशय की स्थिति अब अधोवर्ती (inferior) हो जाती है। जैसे,–सूरजमुखी, खीरा।



चित्र 7.24 पुष्पांगों की पुष्पासन पर स्थिति

> **क्या आप जानते हैं**
>
> कुछ पादपों में जैसे काजू एवं आम में एक ही वृक्ष पर नपुंसक, उभयलिंगी तथा एकलिंगी पुष्प पाए जाते हैं।

टिप्पणी

7.3.2 बीजांडन्यास (Placentation)

अंडाशय (Ovary) के अंदर बीजांडासनों (Placenta) की व्यवस्था को बीजांडन्यास कहते हैं। अंडाशय का वह स्थान अथवा बिंदु जिस पर बीजांड (भविष्य में बीज) लगे रहते हैं उसे बीजांडासन (placenta) कहते हैं।

बीजांडन्यास के विभिन्न प्रकार (चित्र 7.26)

(i) **सीमांत (Marginal)** - एकांडपी और एककोष्ठकी (one chambered) अंडाशय जिसमें बीजांड एकल कार्पेल के जुड़े हुए किनारों पर लगे रहते हैं। जैसे,–मटर, चना।

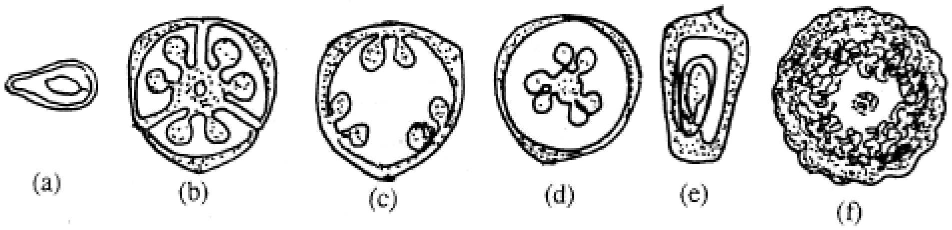
(ii) **एक्साइल (Axile)** - बहुकोष्ठकी अंडाशय बहुअंडपी और सिनकार्पस जिसमें के केंद्रीय अक्ष पर विकसित बीजांडासन पर बीजांड लगे रहते हैं। यह दो या दो से अधिक कार्पेलों के किनारं के जुड़ने से बनता है। जैसे गुड़हल, टमाटर, भिंडी।

(iii) **भित्तीय (Parietal)** - अंडाशय बहुअंडपी और सिनकार्पस तथा एककोष्ठकी होता है जिसकी अंत:भित्ति पर बीजांड उस स्थान पर लगे रहते हैं जहाँ अंडपों के उपांतों (Margins) का संयोग होता है। जैसे–सरसों, खीरा।

(iv) **आधारी (Basal)** - अंडाशय द्वि या बहु अंडपी सिनकार्पस लेकिन एक कोष्ठकी होता है तथा अंडप के आधार पर बीजांडासन स्थित होता है जिस पर एक बीजांड लगा रहता है। जैसे–सूरजमुखी।

(v) **मुक्त केंद्रीय (Free central)** - अंडाशय सिनकार्पस तथा बहुअंडपी परंतु पटों (Septae) के अभाव मे अंडाशय एककोष्ठकी होता है। केंद्रीय भाग में बीजांडासन होता है जिस पर अनेक बीजांड लगे होते हैं। जैसे–*डाएन्थस, प्राइमुला*।

(vi) **परिभित्तीय (Superficial)** - अंडाशय बहुअंडपी, युक्तांडपी एवं बहुकोष्ठकी होता है जिसमें कोष्ठकों की संपूर्ण आंतरिक सतहों पर बीजांडन्यास ऊतक स्थित होता है अत: बीजांड पूरी सतह पर लगे होते हैं। जैसे वाटरलिली (*Nymphacea*)।



चित्र 7.25 बीजांडन्यास के प्रकार (a) सीमांत, (b) अक्षीय, (c) भित्तीय, (d) मुक्त केंद्रीय (e) आधारी, (f) परिभित्तीय

पाठगत प्रश्न 7.12

1. बाह्यदलों एवं दलों के समूह को क्रमश: क्या कहते हैं?

....

2. कॉलम I में दिए गए शब्दों को कॉलम II के शब्दों के साथ मैच कीजिये

I	II
(a) पुष्प	(i) गुड़हल
(b) बहुअंडपी	(ii) परागण
(c) दल	(iii) जननांग
(d) एकसंघी	(iv) अंडप अनेक
(e) अंडप	(v) रूपांतरित प्ररोह

3. बीजांडन्यास की परिभाषा दीजिये।

....

4. उस बीजांडन्यास का नाम बताइये जिसमें अंडाशय बहुकोष्ठकी हो तथा बीजांड केंद्रीय अक्ष में लगे हों।

....

7.4 पुष्पक्रम (Inflorescence)

पुष्पी अक्ष (Florel axis) पर पुष्पों की व्यवस्था को पुष्पक्रम कहते हैं जब कि इसके अक्ष को पुष्पक्रम-अक्ष (Peduncle) कहते हैं। पुष्पक्रम कक्षस्थ (Axillary) अथवा अग्रस्थ (Terminal) हो सकते हैं।

7.4.1 पुष्पक्रम के प्रकार

पुष्पक्रम के विभिन्न प्रकार उसके अक्ष के शाखन पर तथा पुष्पों के क्रम पर आधारित होते है। पुष्पक्रम मुख्यत: दो प्रकार के होते हैं :

(i) **असीमाक्षी** (Racemose)—प्रमुख अक्ष पुष्प में समाप्त नहीं होता है बल्कि निरंतर बढ़ता रहता है।

(ii) **ससीमाक्षी** (Cymose)—प्रमुख अक्ष पुष्प में समाप्त होता है तथा वृद्धि सीमित होती है।

इन दोनों में प्रमुख अंतर तालिका 7.14 में दिए गए हैं।

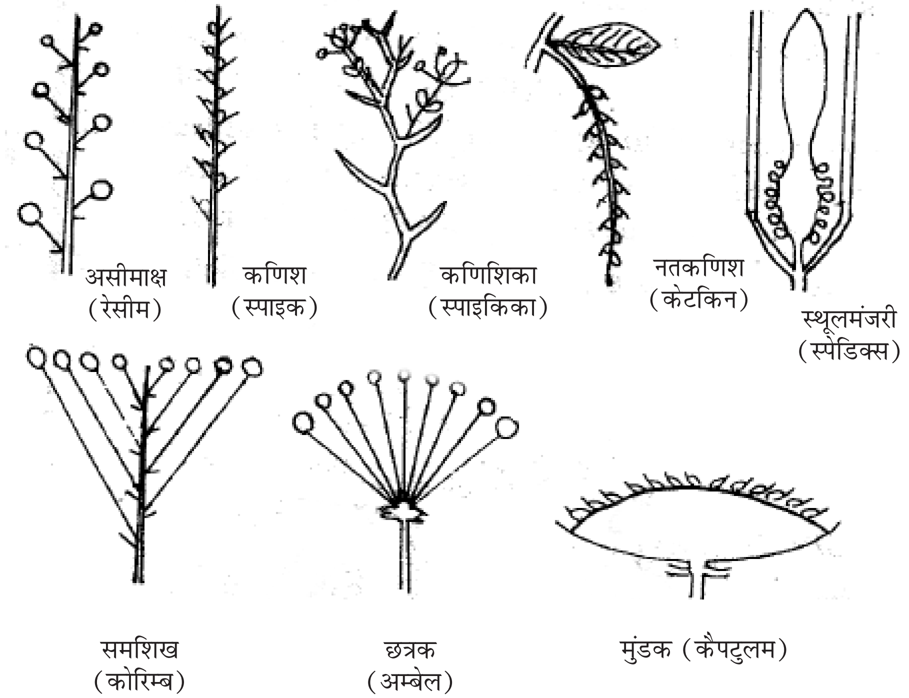
तालिका 7.14: असीमाक्षी एवं ससीमाक्षी पुष्पक्रमों में अंतर

असीमाक्षी	ससीमाक्षी
1. प्रमुख अक्ष में असीमित वृद्धि होती है।	वृद्धि सीमित होती है।
2. अक्ष पुष्प में समाप्त नहीं होता।	अक्ष पुष्प में समाप्त होता है।
3. पुष्प अग्राभिसारी अनुक्रम (Acropetal order) में उत्पन्न होते हैं जिसमें पुराने पुष्प नीचे तथा नए शीर्ष के पास पाए जाते हैं।	पुष्प तलाभिसारी क्रम (Basipetal order) में व्यवस्थित होते हैं जिसमें अग्रस्थ पुष्प सबसे पुराना होता है।

सारणी 7.15 असीमाक्षी पुष्पक्रम के प्रकार (चित्र 7.26)

A. जिसमें मुख्य अक्ष दीर्घित (elongated) होता है

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. **असीमाक्ष** (Raceme)	अक्ष पर लगे पुष्प सवृन्त (Stalked) होते हैं और अग्राभिसारी ढंग से व्यवस्थित होते हैं।	सरसों
2. **कणिश** (Spike)	असीमाक्ष जैसा परंतु पुष्प अवृंत (Sessile) होते हैं	*अकाइरैन्थस* (लटजीरा)
3. **कणिशिका** (spikelet)	एक या अधिक पुष्पों की गुच्छ (जिसमें पुष्पक सहपत्रों (bracts) के साथ लगे रहते हैं।)	गेहूँ
4. **नतकणिश** (Catkin)	कणिश जैसा परंतु यहाँ अक्ष नीचे की ओर लटका हुआ होता है जिस पर एकलिंगी पुष्प लगे होते हैं।	शहतूत
5. **स्थूल मंजरी** (Spadix)	कणिश जैसा परंतु यहाँ अक्ष मॉसल होता है तथा भड़कीले रंग के बड़े सहपत्र स्पेथ (Spathe) से लिपटा रहता है	कोलोकेशिया, केला



चित्र 7.26 असीमाक्षी पुष्पक्रम के प्रकार

B. जिसमें मुख्य अक्ष लघुकृत हैं (With main axis shortened)

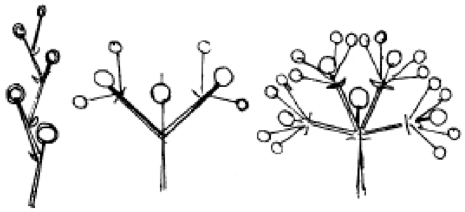
6. **समशिख** (Corymb)	नीचे (पुराने) पुष्पों के वृंत नए पुष्पों के वृंत से बड़े, इस प्रकार सभी पुष्प एक ही तल तक पहुँच जाते हैं	कैन्डीटफ्ट
7. **छत्रक** (umbel)	समान पुष्पवृंत वाले पुष्प एक ही बिंदु से उत्पन्न होते हैं।	धनिया

C. जिसमें मुख्य अक्ष चपटा होता है (With main axis flattened)

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
8. **शीर्ष/मुंडक** (Head/Capitulum)	प्रमुख अक्ष फैलकर कॉनवेक्स पुष्पासन (Convex receptacle) बनाता है जिस पर पुष्पक नामक (Floret) अवृंत पुष्प स्थित होते हैं। ये अभिकेंद्रीय क्रम (Centripetal order) में लगे होते हैं अर्थात् पुराने पुष्प परिधि की ओर स्थित होते हैं। संपूर्ण पुष्पक्रम सहपत्रों (Bracts) के परिचक्र (Involucre) से घिरा रहता है।	सूरजमुखी

सारणी 7.16 ससीमाक्षी पुष्पक्रम के प्रकार (चित्र 7.27)

प्रकार	लक्षण	उदाहरण
1. एकशाखी ससीमाक्ष (monochasial cyme- चित्र 7.27a)	मुख्य अक्ष का अंत एक पुष्प में होता है। उससे एक पार्श्व शाखा निकलती है तथा उसके अंत में भी एक पुष्प बनता है।	कपास
2. द्विशाखी ससीमाक्ष (Dichasial cyme- चित्र 7.27b)	अग्रस्थ पुष्प (terminal flower) के दोनों तरफ दो पार्श्व शाखाएँ बनती हैं तथा प्रत्येक शाखा का अंत एक पुष्प से होता है।	*डाएन्थस,* चमेली
3. बहुशाखी ससीमाक्ष (Polychasial cyme- चित्र 7.27c)	अग्रस्थ पुष्प के पास से अनेक शाखाएँ उत्पन्न होती हैं तथा प्रत्येक शाखा का अंत एक-एक पुष्प से होता है।	आक (*कैलोट्रोपिस*)



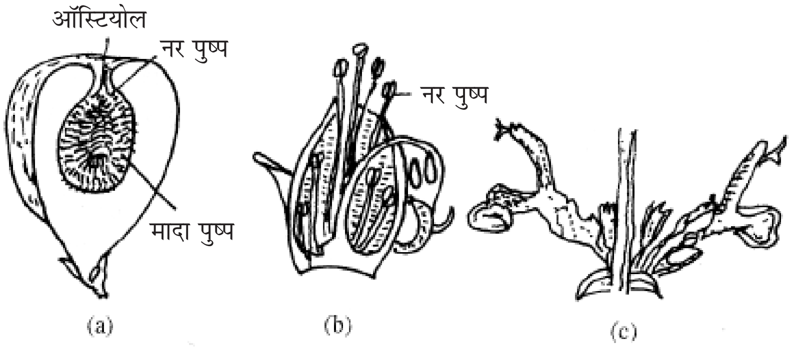
चित्र 7.27 ससीमाक्ष पुष्पक्रम के प्रकार (a) एकशाखी (b) द्विशाखी (c) बहुशाखी

7.4.2 विशेष प्रकार के पुष्पक्रम (Special types of Inflorescence)

1. **हाइपेंथोपिडम (Hypanthodium)** – मांसल पुष्पासन (Flashy receptacle) एक कप के समान गुहा बनाता है। इसके शीर्ष पर एक छिद्र द्वार होता है। नर एवं मादा पुष्प गुहा की अंत: भित्ति पर लगे रहते हैं। जैसे अन्जीर, पीपल (चित्र 7.28a)

2. **साएथियम (Cyathium)** – एक विशेष प्रकार का पुष्प क्रम जो विशेष रूप से यूफोर्बिया (Euphorbia) में होता है। इसमें एक कप समान परिचक्र (involucre) होता है जो नर पुष्पों को और उनके द्वारा घेरी हुई केवल एक मादा पुष्प को चारों ओर से घेरे रहते हैं। परिचक्र के कोर पर मकरंद कोश (nectary) उपस्थित होती है (चित्र 7.28b)

3. **कूटचक्रक (Verticillaster)** – यह एक सघन द्विशाखा ससीमाक्ष पुष्पक्रम है, जिसमें हर एक पर्वसंधि के अवृंत पुष्पों के गुच्छे पास-पास तथा पत्तियों के कक्षों में व्यवस्थित रहते हैं, जैसे ऑसिमम (तुलसी), *सैल्विया* (चित्र 7.28c) आदि।



चित्र 7.28 विशेष प्रकार के पुष्पक्रम–(a) हाइपैन्थोडियम, (b) सऐथियम (c) कूटचक्रक

पाठगत प्रश्न 7.13

1. ससीमाक्षी पुष्पक्रम किसे कहते हैं?

   ....

2. असीमाक्ष एवं कणिश में एक अंतर दीजिए।

   ....

3. पुष्पक्रम की परिभाषा दीजिए।

   ....

4. सूरजमुखी तथा अंजीर में पाए जाने वाले पुष्पक्रम के नाम दीजिए।

   ....

7.5 फल

वास्तविक फल एक परिपक्व अण्डाश्य है जो निषेचन के उपरांत विकसित होता है। बीजाण्ड बीज में विकसित होता है तथा अण्डाशय भित्ति परिपक्व होकर फल की भित्ति बनाता है जिसे अब फलभित्ति (pericarp) कहते हैं। फलभित्ति मोटी अथवा पतली हो सकती है सरस या मांसल गूदेदार (fleshy) फलों में जैसे आम में, फलभित्ति मोटी होती है तथा तीन भागों में विभेदित होती है– (a) **बाह्यभित्ति** (epicarp) फल का छिलका बनाती है, (b) **मध्यभित्ति** (mesocarp) के बीच में गूदेदार भाग, तथा (c) **अंत:भित्ति** (endocarp) कठोर तथा काष्ठीय (आम, नारियल) या अधिकतर पतली एवं झिल्लीमय (संतरा) होती है। शुष्क फलों में फलभित्ति पतली कागज की तरह, शुष्क अथवा मोटी एवं काष्ठीय परंतु तीन भागों में विभेदित नहीं होती है।

कभी-कभी अण्डाशय के साथ-साथ अन्य पुष्पी भाग जैसे पुष्पासन (Thalamas) स्तम्भक (Receptacle) या बाह्यदल पुंज (calyx) विकसित होकर फल का हिस्सा बन जाते हैं, ऐसे फल को आभासी फल (False fruit) कहते हैं जैसे–सेब, नाशपाती (पुष्पासन), अंजीर (सस्तम्भक)

अनिषेक फल (Parthenocarpic fruit) – यह ऐसा फल है जो बिना निषेचन के विकसित हो जाता है। इसमें बीज अनुपस्थित होते हैं अथवा बीज जीवनाक्षम होते हैं जैसे–केला, अंगूर उद्यान विशेषज्ञ कृत्रिम रूप से ऐसे फल पैदा कर रहे हैं।

7.5.1 फलों के प्रकार

फल मूल रूप से तीन प्रकार के होते हैं :

1. **एकल फल (Simple)**–यह फल एक अंडपी-बहुअंडपी, युक्तांडपी अण्डाशय से विकसित होता है जैसे–मटर, टमाटर।
2. **पुंज फल (Aggregate)**–यह एक ही पुष्पासन पर लगे असंख्य एकल फलों या सूक्ष्मफलों (fruitlets) का समूह अथवा पुंज (etareio) है जिससे प्रत्येक फल बहुअंडपी, वियुक्तांडपी (apocarpous-free carpels) अण्डाशय से विकसित होता हैं जैसे, आक/मदार (*कैलोट्रोपिस*) *रैननकुलस*
3. **संग्रथित फल (Composite or multiple)**–यह फल संपूर्ण पुष्पक्रम से या असंख्य पास-पास स्थित तालिका पुष्पों से विकसित होता है, जैसे–शहतूत, अनानास (pineapple)।

तालिका 7.17: फलों की प्रमुख श्रेणियाँ

1. एकल (Simple)	शुष्क (Dry)	स्फुटनशील (Dehiscent)	(i) शिम्ब (Legume)–मटर, सेम, मूंगफली
			(ii) सिलिकुआ (Siliqua)–सरसों
			(iii) फॉलिकल (Follicle) –आक (कैलोट्रोपिस)
			(iv) सम्पुटिका (Capsule)–कपास, पॉपी, भिंडी
		अस्फुटनशील (Indehiscent)	(i) कैरिओप्सिस (Caryopsis)–गेहूँ, चावल
			(ii) नट (Nut)–बादाम, काजू
			(iii) सिप्सेला (Cypsella)–सूरजमुखी, गेंदा
			(iv) समारा (Samara)–जिमिकन्द, हिप्टेज
	सरस (Fleshy)		(i) ड्रूप (Drupe)—आम, नारियल
			(ii) बेरी (Berry)–टमाटर, केला, खजूर
			(iii) पेपो (Pep)–खीरा, तरबूज
			(iv) हेस्पेरीडियम (Hesperidium)–नींबू, संतरा
			(v) पोम (Pome)–सेब, नाशपाती
2. पुंजफल (Aggregate)			(i) ड्रूप का पुंजफल (Etaerio of drupes)–रसभरी
			(ii) एकीन का पुंजफल (Etaerio of achenes)–स्ट्रोबेरी, गुलाब
			(iii) बेरी का पुंजफल (Etaerio of berry)–शरीफा (कुछ क्षेत्रों में इसे सीताफल कहा जाता है)
			(iv) फॉलिकल का पुंजफल (Etaerio of follicles)–सदाबहार, लार्कस्पर
3. संग्रथित (Muttipfe or Composite)			(i) सोरोसिस (Sorosis)–अनानास, शहतूत, कटहल
			(ii) साइकोनस (Syconus)–अंजीर, पीपल

तालिका 7.18 सामान्य फल तथा उनके खाने योग्य (edible) भाग

नाम	प्रकार/श्रेणी	खाने योग्य भाग
1. केला	बेरी–एकल, सरल	मध्यभित्ति एवं अंत:भित्ति
2. सेब	पोम–एकल, सरस	गूदेदार पुष्पासन
3. नारियल	रेशेदार ड्रूप–एकल, सरस	भ्रूणपोष
4. शरीफ़ा	बेरी का पुंजफल–पुंजफल	फलभित्ति
5. खजूर	बेरी–एकल, सरस	फलभित्ति
6. काजू	नट–एकल, शुष्क अस्फुटनशील	पुष्पक्रम अक्ष एवं बीजपत्र (peduncle and cotyledons)
7. आम	ड्रूप–एकल, सरस	मध्यभित्ति
8. संतरा	हेस्पेरीडियम–एकल, सरस	अंत:भित्ति से निकले सरस रोम
9. टमाटर	बेर–एकल, सरस	फलभित्ति एवं बीजांडासन
10. नाशपाती	पोम–एकल, सरस	सरस पुष्पासन
11. अनानास	सोरोसिस–संग्रथित	स्तंभक का बाहरी हिस्सा, सहपत्र एवं परिदलपुंज
12. अंजीर	साइकोनस–संग्रथित	सरस धानी (Receptacle)
13. लीची	नट–एकल	सरस एरिल (aril)
14. गेहूँ	केरिओप्सिस–एकल, शुष्क, अस्फुटनशील	मंडयुक्त भ्रूणपोष
15. स्ट्रॉबेरी	एकीन का पुंजफल–पुंजफल	मांसल पुष्पासन

पाठगत प्रश्न 7.14

1. फल की परिभाषा दीजिए?

   ....

2. आभासी फल के दो उदाहरण दीजिए।

   ....

3. अंडाशय भित्ति से फल की जो भित्ति बनती है उसे क्या कहते हैं?

   ....

4. सरस फल की फलभित्ति की तीन परतों के नाम दीजिए।

   ....

5. कॉलम I में दिए गए शब्दों को कॉलम II के भेदों शब्दों से मैच कीजिए:

कॉलम I		कॉलम II	
(क)	सेब	(i)	बेरी
(ख)	हेस्पेरीडियम	(ii)	मध्यभित्ति
(ग)	आम का खाने योग्य भाग	(iii)	भ्रूणपोष
(घ)	नारियल का खाने योग्य भाग	(iv)	संतरा
(ङ)	टमाटर	(v)	आभासी फल

आपने क्या सीखा

- तना पादप का वायवीय, खड़ा, उर्ध्वाधर प्रकाशानुवर्ती भाग हैं जिसमें पर्वसंधियाँ, पत्तियाँ तथा कलिकाएँ पाई जाती हैं।
- इसके अग्र भाग में शीर्षस्थ विभज्योतक होता है जो पत्तियाँ तथा कक्षीय कलिकाएँ उत्पन्न करता है।
- तने में विशिष्ट कार्यो के लिए विभिन्न प्रकार के रूपांतरण होते हैं जैसे भूमिगत, उपवायवीय तथा वायवीय तने।
- द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री स्तंभ की आंतरिक संरचना भिन्न होती है।
- द्विबीजपत्री तने की आंतरिक संरचना दर्शाती है–बाह्यत्वचा, विभेदित भरणऊतक, बहुपरती परिरंभ तथा वलय में स्थित संवहनी पूल। प्रत्येक संवहनी पूल संयुक्त, संपार्श्विक, खुले तथा अंत:आदिदारूक युक्त।
- एकबीजपत्री स्तंभ भिन्न है क्योंकि इसमें अविभेदित भरण ऊतक, बिखरे हुए बंद संवहनी पूल पाए जाते हैं।
- द्वितीयक वृद्धि केवल द्विबीजपत्री तने में होती है।
- काष्ठ दो प्रकार की होती है–अंत:काष्ठ (गहरे रंग की तथा निष्क्रिय) तथा रसकाष्ठ (हल्के रंग की तथा क्रियाशील)
- द्वितीयक वृद्धि के समय, संवहनी एधा की विभेदी सक्रियता के कारण वार्षिक वलय बनते हैं।
- पार्श्विक शाखाओं की उत्पत्ति बहिर्जात (exogenous) होती है।
- तने का प्राथमिक कार्य जल एवं खनिज लवणों का जाइलम से तथा खाद्य पदार्थ का फ्लोएम से संवहन करना। पत्तियों को सहारा देना तथा उन्हें अच्छे प्रकाश संश्लेषण के लिए सूर्य के प्रकाश की ओर दिशान्यास करना; पुष्प एवं फलों को उस पर लगने देना है।

- तने का रूपांतरण विशिष्ट कार्यों के लिए होता है जैसे खाद्य-संचय, चिरकालिकता, सुरक्षा, आरोहण, प्रकाश-संश्लेषण तथा कायिक जनन।
- पर्ण (पत्ती) प्रकाशसंश्लेषण के लिए एक विशिष्ट अंग है।
- पर्ण (पत्ती) के तीन भाग होते हैं—पर्णाधार, पर्णवृंत तथा पर्णफलक/पर्णफलक में जालिकारूपी अथवा समान्तर शिराविन्यास फैला रहता है। स्तंभ पर पत्तियों के लगने की व्यवस्थाक्रम को पर्णविन्यास कहते हैं।
- पत्तियाँ सरल अथवा संयुक्त हो सकती हैं।
- विशिष्ट कार्यों के लिए पत्तियाँ पर्ण प्रतान, पर्ण शूल, पर्णाभ, घट अथवा थैलीनुमा संरचनाओं में रूपांतरित हो जाती हैं।
- पत्ती की आंतरिक संरचना तीन प्रमुख ऊतक दर्शाती है—रध्रों सहित बाह्यत्वचा, पर्णमध्योतक खंभ एवं स्पंजी ऊतकों में विभेदित (केवल द्विबीजपत्री पर्ण में) अथवा अविभेदित केवल स्पंजी ऊतक (एकबीजपत्री पर्ण में) तथा संवहन तंत्र।
- प्रत्येक रंध्र में दो अर्धवृत्ताकार द्वार-कोशिकाएँ होती हैं जो एक छिद्र को घेरे रहती हैं। द्वार-कोशिकाएँ रंध्रों का खुलना व बंद होना नियंत्रित करती हैं।
- रंध्र गैस-विनिमय तथा वाष्पोत्सर्जन में जल की हानि में सहायक होते हैं।
- कुछ पादपों की पत्तियों में विशिष्ट संरचनाएँ जैसे बुल्लीफॉर्म कोशिकाएँ, जल रंध्र तथा रोम पाए जाते हैं।
- पुष्प एक रूपांतरित प्रोह है।
- प्रारूपी पुष्प में सहायक चक्र—बाह्यदल पुंज एवं दलपुंज तथा जनन चक्र—पुमंग (नर) एवं जायांग (मादा) पाए जाते हैं।
- पुष्प उभयलिंगी, एकलिंगी या नपुंसक; त्रिज्यासममित अथवा एकव्यास सममित; जायांगधर, परिजायांगी या जायांगोपरिक हो सकते हैं।
- पुष्पी अंगों में विविधताएँ पाई जाती हैं।
- अंडाशय के अंदर बीजांडासनों की व्यवस्था को बीजांडन्यास कहते हैं। यह अनेक प्रकार के होते हैं।
- पुष्पी अक्ष पर पुष्पों की व्यवस्था को पुष्पक्रम कहते हैं।
- इसके प्रमुख दो प्रकार होते हैं—असीमाक्षी तथा ससीमाक्षी।
- हाइपेंथोडियम, कूटचक्रक तथा साएेथियम विशेष प्रकार के पुष्पक्रम होते हैं।
- फल एक परिपक्व अंडाशय है जो निषेचन के उपरांत विकसित होता है।
- बीजांड विकसित होकर बीज बनाता है तथा अंडाशय-भित्ति परिपक्व होकर फल भित्ति बनाती है जो पतली अथवा मोटी (बाह्यभित्ति, मध्यभित्ति तथा अंत:भित्ति में विभेदित) होती है।

- फल वास्तविक अथवा आभासी हो सकते हैं तथा एकल, पुंजफल तथा संग्रथित प्रकार की श्रेणियों में बाँटे गए हैं।
- एकल फल शुष्क (स्फुटनशील या अस्फुटनशील) अथवा सरस प्रकार के होते हैं।
- वह फल जो बिना निषेचन के विकसित होता है उसे अनिषेक फल कहते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. निम्न में अंतर बताइए।
   (i) द्विबीजपत्री तना तथा एकबीजपत्री तना
   (ii) जड़ तथा तना
   (iii) असीमाक्षी तथा ससीमाक्षी पुष्पक्रम
   (iv) रंध्र तथा जलरंध्र
   (v) वास्तविक फल तथा आभासी फल
   (vi) द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री पर्ण
2. विभिन्न प्रकार के भूमिगत रूपांतरित तनों को समझाइए।
3. द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि की प्रक्रिया को समझाइए।
4. द्विबीजपत्री तने के उदग्र काट का नामांकित चित्र बनाइए।
5. निम्न की परिभाषा दीजिए।
   (a) फूल, (b) त्रिज्या सममित, (c) विषमपर्णता,
   (d) पर्ण विन्यास, (e) जायांगधर, (f) अनिषेक फल,
   (g) शिराविन्यास
6. काग एधा क्या है? इसके कार्य स्पष्ट कीजिये।
7. निम्न के नामांकित चित्र बनाइये:
   (a) असीमाक्ष तथा समशिख पुष्पक्रम
   (b) स्तम्भीय तथा भित्तीय बीजांडन्यास
8. फल किसे कहते हैं? विभिन्न प्रकार के एकल-सरस फल को एक उदाहरण सहित सूची रूप में लिखिये?
9. निम्न फलों के खाने वाले भाग कौन-से है?
   (a) आम, (b) संतरा, (c) सेब
   (d) केला, (e) नारियल, (f) काजू

10. कॉलम I में दिए गए शब्दों को कॉलम II के शब्दों से मैच कीजिये।

कॉलम I	कॉलम II
(क) प्रतान	(i) सुरक्षा
(ख) भूस्तारी	(ii) खाद्य संचय
(ग) काँटा	(iii) जनन
(घ) कंद	(iv) प्रकाशसंश्लेषण
(ङ) मुंडक	(v) आरोहण
(च) पर्णाभवृंत	(vi) सूरजमुखी

11. उस भूमिगत रूपांतरण के प्रकार का नाम बताइये जो हरिमाहीन, पर्व एवं पर्वसंधि तथा 'आँखें' युक्त हो।

12. यदि एक तने का काट दर्शाता हो–बिखरे एवं बंद संवहन पूल 'Y' आकृति के जाइलम तथा चारों ओर से बंडल आच्छद से घिरे हुए; तो वह कौन से वर्ग के पादप का है।

13. कागजन (कार्क एधा) के बाहर की ओर उपस्थित क्षेत्र को क्या कहते हैं?

14. जब एधा कम सक्रिय होती है तब किस प्रकार की काष्ठ बनाती है?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

7.1 1. स्तंभ

2. कक्षीय कलिका

3. क्योंकि पार्श्वीय जड़ें, अंदर की पर्तों से उत्पन्न होती है (अंतर्जात उत्पत्ति)

4. तना धनात्मक प्रकाशानुवर्ती एवं ऋणात्मक गुरुत्वानुवर्ती (यानी गुरुत्वापवर्ती) होती है।

7.2 1. कॉर्पस   2. प्राकएधा (प्रोकेम्बियम)

3. कक्षीय कलिका, बहिर्जात   4. मूल गोप

7.3 1. विसर्पी पादप   2. उपवायवीय (अववायवीय)

3. पर्णाभ पर्व   4. प्रकंद, शल्ककंद

5 (क)-v; (ख)-iii; (ग)-i; (घ)-ii; (ङ)-iv

7.4 1. जल एवं खनिज लवणों का जड़ से पत्ती तक तथा संश्लेषित खाद्य का पत्ती से पादप के अन्य अंगों तक संवहन करना।

2. तना टुकड़ों से

3. (क)-iii; (ख)-v; (ग)-iv; (घ)-ii; (ङ)-i

7.5 1. संयुक्त संवहनी पूल वह है जब जाइलम एवं फ्लोएम एक ही पूल में इकट्ठे हों तथा संपार्श्विक में जाइलम एवं फ्लोएम एक ही अरीय (radius) पर व्यवस्थित होते हैं।

2. मज्जा किरणों

3. जड़

4. एकबीजपत्री स्तंभ के लिए मक्का का स्तंभ तथा द्विबीजपत्री के लिए सूरजमुखी का स्तंभ

7.6 1. काग एधा (कागजन) तथा संवहनी एधा

2. मज्जा रश्मि के मृदूतक

3. सक्रिय काग एधा के बाहर स्थित सारे ऊतक/सामूहिक रूप से छाल कहलाते हैं।

4. काष्ठीय शाखाओं में गैसीय विनिमय के लिए।

5. क्योंकि इनमें द्वितीयक वृद्धि अनुपस्थित होती है।

6. काग (कार्क), कागजन (कार्क एधा) काग अस्तर; सुरक्षा

7.7 1. पश्चकाष्ठ अथवा ग्रीष्म काष्ठ

2. वार्षिक वलयों की गिनती करके

3. अधिक टिकाऊ, रोगजनकों के आक्रमण के प्रति प्रतिरोधक होती है।

4. अधिक मात्रा में यांत्रिक ऊतक जैसे दृढ़ोतक एवं द्वितीयक जाइलम की उपस्थिति के कारण।

5. द्विबीजपत्री तने के संवहनी एधा की सक्रियता से बना द्वितीयक जाइलम काष्ठ कहलाता है।

7.8 1. पर्णफलक पर शिराओं एवं शिरिकाओं की व्यवस्था को शिराविन्यास कहते हैं।

2. एकशिरीय शिराविन्यास में मात्र एक दृढ़ मध्य शिरा होती है परंतु बहुशिरीय में एक से अधिक दृढ़ शिराएँ होती हैं।

3. जालिकारूपी, समांतर।

4. कक्षीय कलिका।

5. मध्य शिरा

7.9 1. रेकिस

2. पर्ण के कक्ष में कक्षीय कलिका होती है परंतु पर्णक में अनुपस्थित होते हैं।

3. पिच्छाकारी एवं हस्ताकारी संयुक्त पत्ती।

7.10 1. एकांतर, सम्मुख-क्रासित; सम्मुख-अध्यारोपित

2. (क)-iii; (ख)-iv; (ग)-i; (घ)-ii

3. घटपर्णी पादप; ब्लैडरवर्ट
4. विषमपर्णता

7.11 1. द्विबीजपत्री पर्ण में पर्णमध्योतक खम्भ (palisade) एवं स्पंजी ऊतकों में विभेदित परंतु एकबीजपत्री पर्ण में केवल स्पंजी ऊतक का बना हुआ; प्रकाश संश्लेषण।

2. पत्ती के दोनों सतहों पर।
3. जलरंध्र।
4. (क)-iii; (ख)-vi; (ग)-iv; (घ)-ii; (ङ)-i; (च)-v

7.12 1. बाह्यदलपुंज, दलपुंज

2. (क)-v; (ख)-iv; (ग)-ii; (घ)-i; (ङ)-iii
3. अंडाशय के अंदर बीजांडासनों की व्यवस्था को बीजांडन्यास कहते हें।
4. अक्षीय (axile)

7.13 1. जब प्रमुख अक्ष का अंत पुष्प में होता है तथा वृद्धि सीमित होती है।

2. असीमाक्ष में अक्ष पर लगे पुष्प सवृन्त होते हैं परंतु कणिश में पुष्प अवृंत होते हैं।
3. पुष्पी अक्ष पर पुष्पों की व्यवस्था को पुष्पक्रम कहते हैं।
4. मुंडक, हाइपेंथोडियम।

7.14 1. फल एक परिपक्व अंडाशय है जो निषेचन के उपरांत विकसित होता है।

2. सेब, नाशपाती
3. फलभित्ति
4. बाह्यभित्ति, मध्यभित्ति, अंत:भित्ति
5. (क)-v; (ख)-iv; (ग)-ii; (घ)-iii; (ङ)-i

8

पौधों में अवशोषण, परिवहन और जल क्षय (वाष्पोत्सर्जन)

सजीव कोशिकाओं का सबसे महत्त्वपूर्ण घटक जल या पानी है। यह पौधों में जड़ों द्वारा प्रवेश करता है और तब दूसरे भागों में पहुँचाया जाता है और पादपों के वायवीय अंगों विशेषत: पत्तियों द्वारा वाष्पोत्सर्जन की क्रिया द्वारा पानी का क्षय होता है। आप जल के आवागमन से जुड़ी हुई विभिन्न घटनाओं के बारे में इस पाठ में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *पारगम्यता, विसरण, परासरण और जीवद्रव्यकुंचन आदि शब्दों को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *सक्रिय और निष्क्रिय अवशोषण को परिभाषित कर सकेंगे और इनका अंतर स्पष्ट कर सकेंगे;*
- *अंत:शोषण, जलविभव, स्फीति दाब और भित्ति दाब, मुरझाना, आदि शब्दों को स्पष्ट कर सकेंगे;*
- *मूलरोम से पत्ती तक पानी पहुँचाने वाले पथ का वर्णन कर सकेंगे;*
- *पौधों में विलेय पदार्थों के पहुँचने की प्रक्रिया का वर्णन कर सकेंगे;*
- *वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रिया और उसके महत्त्व को स्पष्ट कर सकेंगे;*
- *वाष्पोत्सर्जन की दर को प्रभावित करने वाले कारकों की सूची बना सकेंगे;*
- *रन्ध्रों के खुलने और बंद होने की प्रक्रिया (पोटेशियम आयन सिद्धांत) को स्पष्ट कर सकेंगे;*
- *बिंदुस्राव की प्रक्रिया का वर्णन कर सकेंगे और बिंदुस्राव की दर को प्रभावित करने वाले कारकों की सूची बना सकेंगे।*

8.1 चार मूलभूत परिघटनाएं–पारगम्यता, विसरण, परासरण और जीवद्रव्यकुंचन

8.1.1 पारगम्यता (Permeability)

पारगम्यता झिल्ली का एक गुण है जो पदार्थों को आर-पार आने-जाने का रास्ता देती है। पादप कोशिका की भित्ति **पारगम्य** होती है, क्योंकि यह विलेयक और विलेय दोनों के अणुओं को आने-जाने देती

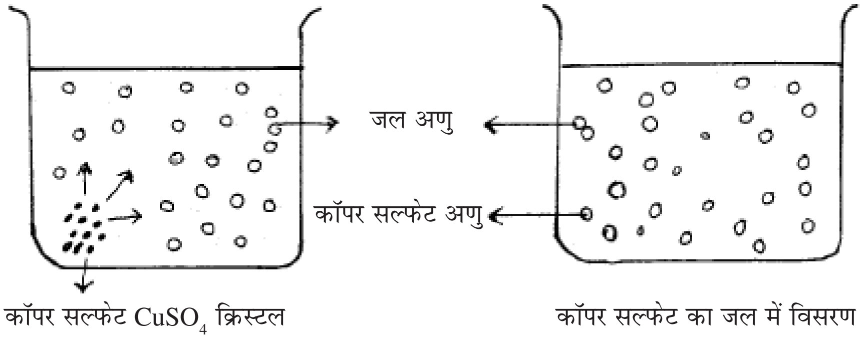
है। उपचर्म (cuticle) परत अपारगम्य है। सभी जैविक झिल्ली (कोशिका झिल्ली, माइटोकांड्रिया झिल्ली, केन्द्रक झिल्ली इत्यादि **चयनात्मक (वरणात्मक)** (selectively) पारगम्य हैं जैसे कि ये केवल विलायक अणुओं को बेंधकर पार जाने देती है, लेकिन विलेय के अणुओं को नहीं।

8.1.2 विसरण (Diffusion)

यदि एक वाष्पशील पदार्थ का डिब्बा जैसे कि ईथाइल ईथर की शीशी को कमरे में खोला जाये तो उसके अणु जल्दी ही कमरे में फैल जायेंगे जब तक कि सारे कमरे में उनका सान्द्रण समान न हो जाये। दूसरे शब्दों में, ईथर के अणु हवा में विसरित होकर सारे कमरे में फैल जाते हैं। ठीक उसी प्रकार से धूपबत्ती या अगरबत्ती की सुगंध भी कमरे के एक कोने से दूसरे कोने में विसरण द्वारा फैल जाती हैं। इसके लिए दूसरे अन्य उदाहरण भी हैं। पानी में जब हम घुलने वाले रंजक पदार्थ कॉपर सल्फेट के एक छोटे से रवे (क्रस्टल) को परखनली की तली में डालते हैं और तब सावधानीपूर्वक उस कण के ऊपर पानी डालते हैं। रंजक पदार्थ वाला अणु धीरे-धीरे घुल जायेगा और उसका रंग धीरे-धीरे सारे पानी में फैल जायेगा। ऐसा आंशिकत: रंजक के अणुओं की जल में गति और आंशिकत: जल के अणुओं के रवे (क्रस्टल) निकटवर्ती क्षेत्र में गति के कारण होता है।

इस प्रकार विसरण एक ही प्रकार के अणुओं या विभिन्न प्रकार के अणुओं के परस्पर मिश्रित होने के फलस्वरूप एक अनियमित गति के कारण होता है। यह अंतर संलग्न क्षेत्रों के सान्द्रण पर निर्भर करता है और इस अंतर को **विसरण-प्रवणता** (diffusion gradient) कहते हैं।

पदार्थो के थोड़ी दूर तक परिवहन करने के लिए विसरण एक प्रभावी विधि है। विसरण के लिए किसी भी प्रकार की झिल्ली की आवश्यकता नहीं है। यदि झिल्ली हो भी तो उसे पूर्णत: पारगम्य होना चाहिए। कोशिका झिल्ली कार्बन डाईऑक्साइड और ऑक्सीजन दोनों ही गैसों के लिए पारगम्य होती है और इसीलिए दोनों गैसें आसानी से विसरित होने में सक्षम है (चित्र 8.1)।



चित्र 8.1 पानी में कॉपर सल्फेट ($CuSO_4$) का विसरण

8.1.3 परासरण (Osmosis)

परासरण एक विशेष प्रकार की क्रिया है जो **पानी के अणुओं के विसरण** से संबंधित है जिसमें उनके उच्च सांद्रण के क्षेत्र से अपने निम्न सांद्रण के क्षेत्र में अर्धपारगम्य झिल्ली के माध्यम द्वारा होता है। (चित्र 8.2) परासरण में, पानी के अणुओं की गति के लिए अर्धपारगम्य झिल्ली का होना अति आवश्यक है।

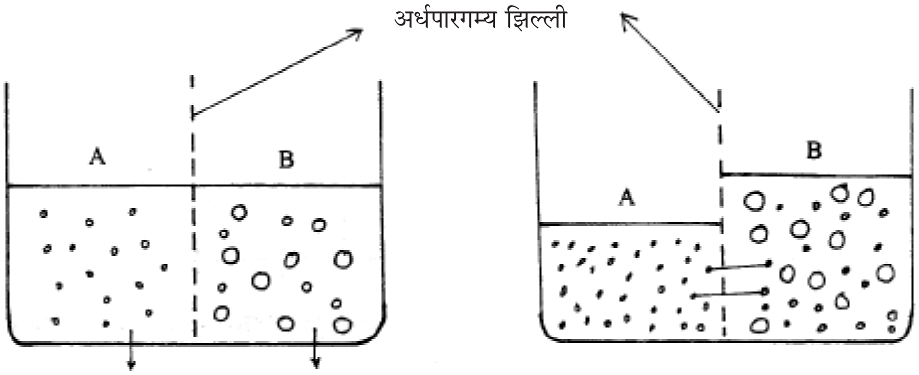
परासरण को प्रदर्शित करने वाला प्रयोग

प्रयोग : परासरण की प्रक्रिया का प्रदर्शन कोशिका झिल्ली द्वारा आलू से बने **परासरणदर्शी** (ऑस्मोस्कोप) की सहायता से प्रदर्शित करना (चित्र 8.3)

आवश्यक सामग्री : एक बड़ा-सा आलू, 10% चीनी का विलयन, बीकर, पानी, चाकू और पिन।

विधि : एक बड़ा आलू लेते हैं और उसकी बाहरी त्वचा को चाकू की सहायता से हटा देते हैं। एक सिरे पर काटकर आधार से चपटी कर लेते हैं। अब इसके दूसरी तरफ एक गहरी खोखली गुहिका बनाते हैं। थोड़ा सा चीनी का घोल लेकर गुहिका में डालते हैं जिससे वह आधी भर जाये और आलू की दीवार पर एक ऑलपिन लगाकर निशान लगा देते हैं। इस आलू को ऐसे बीकर में जिसमें थोड़ा पानी भरा होता है उसमें रख देते हैं और इस उपकरण को कुछ समय के लिए छोड़ देते हैं। इस बात को निश्चित कर लेना चाहिए कि बीकर में पानी का स्तर आलू ऑस्मोस्कोप की गुहा में शर्करा विलयन के स्तर से नीचे हो (चित्र 8.3)

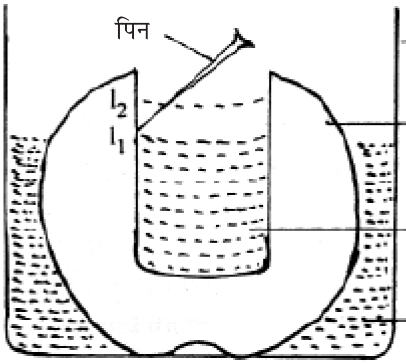
निरीक्षण और निष्कर्ष : गुहिका में चीनी के घोल का स्तर बढ़ जाता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि आलू की दीवार में से होकर पानी के अणुओं की गति के कारण गुहिका में बीकर से शुद्ध पानी आ जाता है। यह प्रयोग परासरण की प्रक्रिया को दर्शाता है।



चित्र 8.2 परासरण - अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा पानी के अणुओं की गति

स्पष्टीकरण—आलू की सजीव कोशिकाएँ विभेदक रूप से अर्धपारगम्य झिल्ली की तरह काम करती हैं (झिल्ली केवल कुछ अणुओं को ही उसके पार जाने देती है)। दोनों विलयन अर्थात् विलयन का शुद्ध पानी और गुहिका में भरा चीनी के विलयन की सांद्रता आलू की सजीव कोशिकाओं द्वारा पृथक-पृथक हैं। जल के अणु कोशिका झिल्ली होकर चीनी के विलयन में तबतक जाते रहते हैं जबतक कि बीकर में जल के अणुओं की सांद्रता ऑस्मोस्कोप की गुहा में विद्यमान सांद्रता के बराबर न हो जाए। यदि चीनी का विलयन बीकर में लेते हैं और पानी को आलू की गुहिका में रखते हैं तो उसका परिणाम उल्टा होगा। पानी के अणुओं की गति तब तक नहीं हो सकती है जब तक कि आलू का छिलका न हटाया जाए। इसका कारण यह है कि आलू की त्वचा मोममय (waxy) होने के कारण अपारगम्य होती है।

टिप्पणी



चित्र 8.3 परासरण का प्रयोग द्वारा प्रदर्शन

विसरण और परासरण में अंतर

विसरण	परासरण
1. विसरण दिये गये पदार्थ का उसके उच्च सान्द्रण से निम्न सान्द्रण वाले क्षेत्र पर होने वाली गति है। इसके लिए पृथक्कारी अर्धपारगम्य झिल्ली का होना आवश्यक नहीं है।	1. परासरण एक विशेष प्रकार का विलायक के अणुओं का विसरण है जैसे पानी का निम्न सान्द्रण से उच्च सान्द्रण वाले विलयन में जाना है जब दोनों तरल एक अर्धापारगम्य झिल्ली द्वारा अलग होते हैं।
2. विसरण किसी भी माध्यम में हो सकता है। गतिशील कण ठोस, द्रव या गैस हो सकते हैं।	2. परासरण केवल द्रव माधयम में होता है और केवल विलायक के अणुओं जैसे पानी के अणु एक स्थान से दूसरे स्थान पर गति करते हैं।

यदि आप एक कोशिका को किसी विलयन में रखते हो तो यह सिकुड़ सकती है, फूल सकती है अथवा उसमें कोई बदलाव नहीं होगा। पानी के सापेक्षिक सांद्रण के आधार पर और विलेय के कोशिका में पाये जाने वाले सान्द्रण के आधार पर विलयन तीन प्रकार का हो सकता है:

- **समपरासारी : (Isotonic)** यदि **विलयन** में पानी का सान्द्रण समान है और समपरासारी विलेय कोशिका के अंदर है तब कोशिका समपरासरी विलयन में स्थिर रहती है या कोशिका के भीतर न तो पानी जाता है और न ही उससे बाहर निकलता है।
- **अवपरासारी : (Hypotonic)** ऐसे **विलयन** में बाहर के विलेय (Solute) का सांद्रण कोशिका के अंदर के सांद्रण की तुलना में कम होता है। पानी कोशिका के अंदर प्रवेश करता है, कोशिका फूल जाती हैं। कोशिका के फूलने कारण अंत:परासरण (endosmosis) है।
- **अतिपरासारी : (Hypertonic)** ऐसे **विलयन** में बाहर के विलेय का सांद्रण कोशिका में पाये जाने वाले विलेय से अधिक होता है। तब कोशिका से पानी बाहर निकलने लगता है इसी कारण कोशिका का जीवद्रव्य सिकुड़ता है और कोशिका के केंद्र में जिस प्रक्रिया द्वारा एकत्रित होता है उसे बाह्यपरासरण (exosmosis) कहा जाता है।

परासरण दाब और परासरण विभव (Potential)

जब शुद्ध पानी को विलयन में से अर्धपारगम्य झिल्ली द्वारा अलग किया जाता है, तब शुद्ध पानी विलयन में परासरण द्वारा प्रवेश करता है। अब अधिकतम दबाव की आवश्यकता होती है ताकि विलयन में पानी के परासरणीय प्रवेश को रोक सकें। यहां विलयन में जल का सांद्रण शुद्ध जल की तुलना में कम है। इसे **परासरणीय दाब** कहते हैं। यही परासरणीय दाब होती है जिसे **परासरण विभव** भी कहा जाता है।

अंत:शोषण (Imbibition)

राजमा या चने को पकाने से पहले पूरी रात पानी में भिगोकर रखते हैं अगली सुबह सूखे हुए राजमा अच्छी तरह फूले हुए दिखाई देते हैं। ऐसा इसीलिए होता है कि उन्होंने पानी का अंत:शोषण यानी पानी का शोषणकर अपने अंदर ग्रहण कर लिया जाता है।

पादप कोशिकाओं में अंत:शोषण का अर्थ है कोशिका-द्रव्यी और कोशिका भित्ति अवयवों के माध्यम से पानी का अवशोषण और अधिशोषण। जल को अवशोषण विसरण और कोशिकीय क्रिया, दोनों के द्वारा होती है। अंत:शोषण एक ऐसी प्रक्रिया है जो ठोस पादप पदार्थों के (सूखी लकड़ी, मृत और जीवित वायुरोधी शुष्क बीज) पानी के सम्पर्क में आने से होती है। सूखे जीवित बीजों में पानी प्रारंभ में अंत:शोषण द्वारा अधिशोषित होता है और बाद में जल परासरण द्वारा भीतरी ऊतकों में अवशोषण होता है।

अंत:शोषण बहुत अधिक दाब उत्पन्न करता है। इसीलिए सूखी लकड़ी पानी की उपस्थिति में चट्टान का एक टुकड़ा भी तोड़ सकती है। अंत:शोषण के कारण ही बरसात के मौसम में लकड़ी के दरवाजे फूल जाते हैं और दरवाजों का बंद करना काफी कठिन हो जाता है।

अंत:शोषण का महत्त्व

- बीजों के अंकुरण में अंत:शोषण सबसे पहला चरण है।
- इसके कारण बीज फूल जाता है और बीजावरण (बीज का आवरण) टूट जाता है।

8.1.4 जीवद्रव्यकुंचन (Plasmolysis)

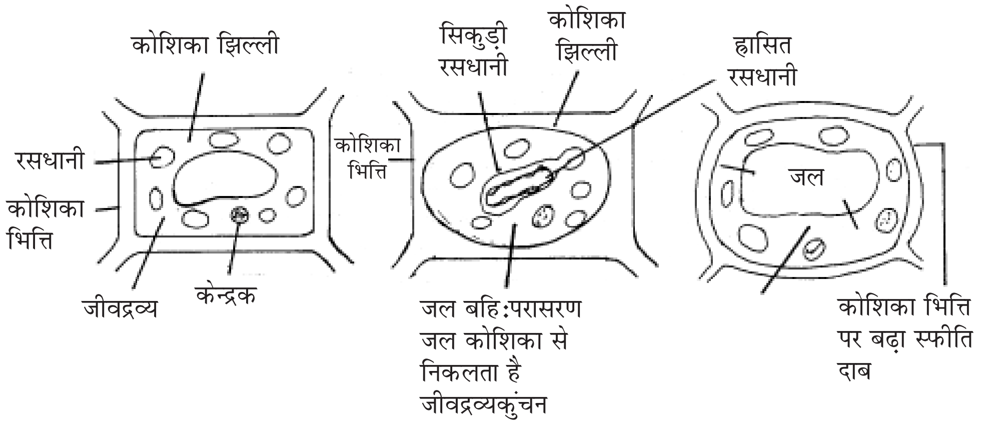
जब किसी कोशिका को किसी विलयन में डाला जाता है तब या तो वह सिकुड़ जाती है, फूल जाती है या फिर उसमें कोई बदलाव नहीं आता है। यह सब भिगोने वाले विलयन के सान्द्रण पर या जिस विलयन में कोशिका को रखा गया है, उस पर निर्भर करता है।

(i) जब कोशिका को अतिपरासारी विलयन में रखा जाता है इसका अर्थ हुआ कि जब बाहरी विलयन का सान्द्रण कोशिका रस के सांद्रण की तुलना में अधिक है, तब कोशिका से पानी बाहर निकलने लगता है जिसके परिणाम स्वरूप कोशिका का कोशिकाद्रव्य सिकुड़कर कोशिका के केंद्र में आ जाता है और रिक्तिका अदृश्य हो जाती है। इस प्रक्रिया को **जीवद्रव्यकुंचन** कहते हैं। कोशिका भित्ति और प्रोटोप्लास्ट के बीच का स्थान निमज्जी (bathing) विलयन द्वारा ले लिया जाता है क्योंकि कोशिका भित्ति अक्रिय है यानी बाहरी विलयन के लिए पारगम्य होती है।

(ii) जब इस तरह जीवद्रव्यकुंचित कोशिका को **अवपरासारी** या तनु विलयन या फिर शुद्ध पानी में रखा जाता है तो पानी कोशिका में पहुँचता है और प्रोटोप्लाज्म को फैलाने लगता है और वह पुन: अपने मूल स्वरूप में आ जाती है। इस प्रक्रिया को जीवद्रव्य विकुंचन के नाम से जानते हैं। जीवद्रव्य विकंचन के पश्चात् कोशिका पूर्णतया: स्फीति वाली हो जाती है।

(iii) जब कोशिका को समपरासारी विलयन में या उस विलयन में जिसका सांद्रण कोशिका रस के समान है रखा जाता है तो जीवद्रव्य या कोशिका के आकार में कोई अंतर नहीं आता है।

जीवद्रव्यकुंचन एक भौतिक प्रक्रिया है। एक कोशिका जीवद्रव्यकुंचित और जीवद्रव्य विकुंचित दोनों ही हो सकती है जो उस बाहरी विलयन पर निर्भर करता है जिसमें वह कोशिका रखी गई है। कोशिका में कोई भी रासायनिक परिवर्तन होने का कारण नहीं होता। जीवद्रव्यकुंचन एक तरह की प्रतिरक्षा प्रणाली है जो विपरीत (दबाव) परिस्थितियों जैसे अतिपरासारी मृदा विलयन के समय काम आती है।



चित्र 8.4 पादप कोशिका के बदलाव जब उसे अल्पपरासारी, समपरासारी और अतिपरासारी विलयन में रखा जाता है।

पाठगत प्रश्न 8.1

1. विसरण की परिभाषा लिखिए।

....

2. परासरण और विसरण के बीच एक अंतर बताइये।

....

3. उस प्रक्रिया का नाम बताइये जिसके द्वारा परमैंगनेट ($KMnO_4$) के क्रिस्टलों को पानी में मिलाने पर उसका रंग बैंगनी हो जाता है?

....

4. यदि रक्त कोशिकाओं को नमक के पानी में रख दिया जाये तो उनका क्या होगा? इस पर आधारित अपना उत्तर दीजिए कि यदि नमक का विलयन समपरासारी, अल्पपरासारी या अतिपरासारी हो।

....

5. पादप कोशिकाओं में जीवद्रव्यकुंचन प्रक्रिया किस स्थिति में होती है?

....

6. उस प्रक्रिया का नाम बताइये जिसके कारण मानसून के बाद लकड़ी के दरवाजे को बंद करने में कठिनाई होती है।

....

8.2 जल विभव (Water potential)

पानी का विभव या रासायनिक विभव पानी के अणुओं की ऊर्जा या पानी का गुण है जो तंत्र में से बाहर निकल सकता है या स्वतंत्र पानी के अणुओं की गति करने का गुण या काम करने का गुण है। पानी उच्च द्रव विभव क्षेत्र से निम्न द्रव विभव क्षेत्र की तरफ गति करता है।

शुद्ध जल का विभव शून्य माना जाता है। जब किसी विलेय को शुद्ध पानी में घोला जाता है या विलयन में पानी के कुछ अणुओं को विलेय के घोलने के लिए प्रयोग किया जाता है। इस तरह से पानी के कम संख्या में अणु काम करने के लिए मौजूद रहते हैं। अतः विलयन में शुद्ध जल की तुलना से कम ऊर्जा या विभव होती है। पानी का विभव तनु विलयन में सान्द्रित विलयन की अपेक्षा अधिक होता है। विलयन का जल विभव का मान शुद्ध जल की तुलना में कम या फिर शून्य होता है। इसका अर्थ है कि यह एक नकारात्मक संख्या है। पानी के विभव को ग्रीक अक्षर ψ (पाई-psi) से दर्शाया जाता है। शुद्ध जल का जलविभव उच्चतम होता है या शुद्ध जल के लिए ψ (psi) का मान $= 0$ शून्य होता है।

जल विभव पादप कोशिकाओं और ऊतकों में जल की स्थिति को निश्चित करता है। पादप कोशिका या ऊतक में जल विभव का कम होना उसकी ज्यादा पानी अवशोषित करने की क्षमता को बताता है। इसके विपरीत उच्च जल विभव होने पर ऊतक की (कमेपबबंजमक) कोशिकाओं या ऊतकों को जल प्रदान करने की क्षमता अधिक होती है।

8.3 स्फीति दाब (Turgor Pressure)

कोशिकाभित्ति के विरुद्ध जीवद्रव्य द्वारा दाब डालने का प्रयास करना स्फीति दाब है।

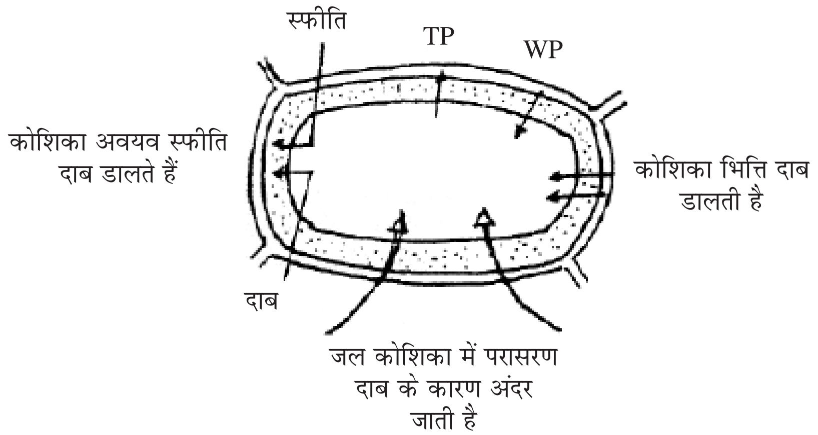
स्फीति दाब (TP) कोशिका भित्ति द्वारा जीवद्रव्य पर लगाये गये विपरीत दाब के बराबर होता है। इस विपरीत दाब द्वारा जिसे कोशिका भित्ति द्वारा जीवद्रव्य या कोशिका अवयवों पर लगाया जाता है, **भित्ति दाब** (Wall Pressure-WP) कहलाता है। ये दोनों दाब बराबर होती हैं और विपरीत दिशा में कार्य करते हैं (चित्र 8.5)। जब स्फीति दाब (TP) भित्ति दाब (WP) से अधिक हो जाती है तब कोशिका भित्ति टूट जाती है।

स्फीति दाब उस स्थिति में अधिकतम हो जाती हैं, जब कोशिका भित्ति को अत्यधिक नहीं खींचा जा सकता है। इस प्रकार की कोशिका को पूर्णत: स्फीत कोशिका कहा जाता है। किसी बिंदु पर यह सक्रिय साम्यावस्था में पहुँच जाता है। इसका अर्थ है कि कोशिका में प्रवेश करने वाले पानी की मात्रा कोशिका में से छोड़े गये पानी की मात्रा के बराबर हो गई है।

केवल पादप कोशिका में ही स्फीति दाब उत्पन्न होती है क्योंकि इसमें कोशिका भित्ति मौजूद होती है जो जल के प्रवेश करने के कारण जीवद्रव्य द्वारा जनित दाब का विरोध करने में सक्षम होती है। यह वास्तव में एक दाब है न कि विभव है और किसी भी हद तक हो सकती है। यदि स्फीति दाब अत्यधिक बढ़ जाये तो जन्तु कोशिकाओं में प्लाज्मा झिल्ली फट जाती है क्योंकि इसमें कोशिका भित्ति नहीं होती है।

पादपों में स्फीति दाब एक महत्त्वपूर्ण भूमिका निभाता है :

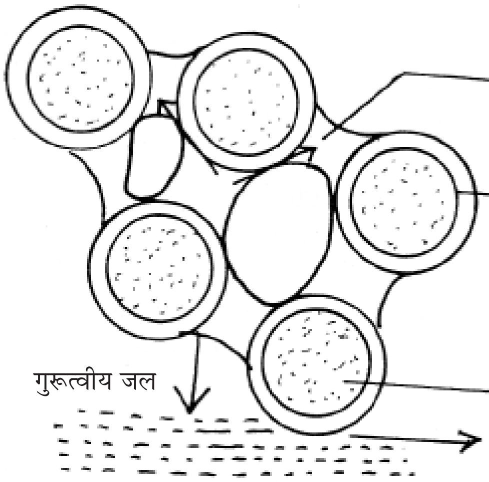
- पौधे के आकार तथा प्रकार को स्थिर बनाये रखने में स्फीति दाब सहायता करती है।
- शाकीय पौधों और अकाष्ठीय पौधों के तनों को जैसे—मक्का, गन्ना और केला आदि में सीधे खड़े रहने के लिए पूर्णत: स्फीति वाली कोशिकाएँ सख्ती से एक साथ बंधी रहती है।
- स्फीति दाब पत्तियों को चपटे और ऊर्ध्वाधर अवस्था में रखने के लिए उनमें पायी जाने वाली मीसोफिल कोशिकाओं की स्फीति (दृढ़) बनाये रखती है।
- स्फीति दाब कोशिकाओं की वृद्धि और तने की लंबाई में लगातार तनी हुई स्थिति में बने रहने में सहायता प्रदान करती है।
- रंध्रों (Stomata) का खुलना तथा बंद होना भी द्वार गार्ड कोशिकाओं की स्फीति और शिथिलता द्वारा नियंत्रित होती है।
- कुछ पौधे, जैसे सेम और छुई मुई (**माइमोसा प्युडिका** -*Mimosa pudica*), की पत्तियों में जल्दी ही प्रतिक्रिया होती है।



चित्र 8.5 एक स्फीति कोशिका परासरण दाब; स्फीति दाब और भित्ति दाब का प्रदर्शन करते हुए

मृदा में जल की उपलब्धता

पौधे अपने मूलरोमों की सहायता से मिट्टी में से पानी का अवशोषण करते हैं। मृदा में पानी तीन प्रकार से पाया जाता है। (चित्र 8.6)



चित्र 8.6 विभिन्न प्रकार का मृदा जल

(i) **गुरुत्वीय जल** (Gravitational Water) – यह वह पानी है जो मिट्टी में होता हुआ नीचे की ओर रिस जाता है। वह स्तर जिसमें यह नीचे की ओर रिस जाता है जल-तालिका (Water table)कहलाता है। किसी स्थान की जल तालिका वर्षा के कारण अलग-अलग गहराइयों पर भिन्न-भिन्न होती है।

गुरुत्वीय जल अत्यधिक नीचे मिलता है और अधिकांशत: पौधों की जड़ों के लिए उपलब्ध नहीं होता है। इसका अत्यधिक महत्त्व इसलिए है क्योंकि यह मृदा में से खनिजों और पोषक तत्त्वों को साफ करने का काम करता है और इसे निक्षालन कहते हैं।

पानी का कुछ भाग जो मृदा द्वारा बचाया जाता है वह आर्द्रताग्राही जल और या फिर केशिकीय जल हो सकता हैं।

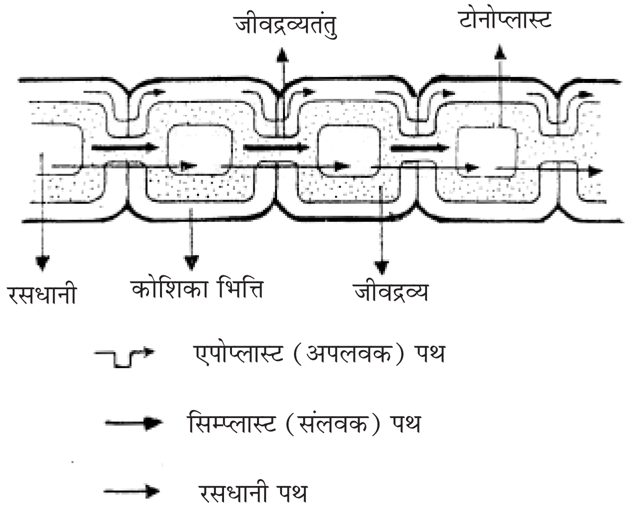
(ii) **आर्द्रताग्राही जल** (Hygroscopic water)–यह वह जल है, जिसे मृदा अपनी चारों तरफ एक पतली फिल्म की तरह से बनाए रखती है। मृदा कणों और जल के अणुओं के बीच एक अत्यंत मजबूत बल होता है जिसके कारण जल मजबूती से जकड़ा रहता है। यह वह पानी है जो पौधों के लिए बहुत कम मात्रा में उपलब्ध है और सामान्यतया यह पानी खत्म होने पर मिट्टी सूख जाती है। चिकनी मिट्टी में इस जल की मात्रा लगभग 15 प्रतिशत होती है और बलुई (sandy) मिट्टी में यह मात्रा लगभग 0.5 प्रतिशत होती है।

(iii) **केशिकीय जल**–मिट्टी के कण के बीच-बीच में हमेशा बहुत बारीक छिद्र होने के कारण यह एक बहुत अच्छा केशिका-तंत्र बन जाता है। जब पानी फैलता है, तब बारीक छिद्र भर जाते हैं और मिट्टी के कण केशिका बल के कारण गुरुत्वीय बल के विरुद्ध उसको जकड़े

रहते हैं जिसके कारण पानी का पृष्ठ तनाव बढ़ जाता है। यह वही पानी है जो आसानी से उपलब्ध होता है और पौधों की जड़ों द्वारा उपयोग में लाया जाता है। चिकनी मिट्टी में यह बारीक कण बलुई मिट्टी की तुलना में अधिक होते हैं जिसके कारण यह पानी अधिक सोखती है। जब मिट्टी में पानी डाला जाता है तो केशिका जल की पर्याप्त मात्रा को यह बनाये रखती है और इस क्षमता को क्षेत्रीय क्षमता (Field capacity) कहते हैं।

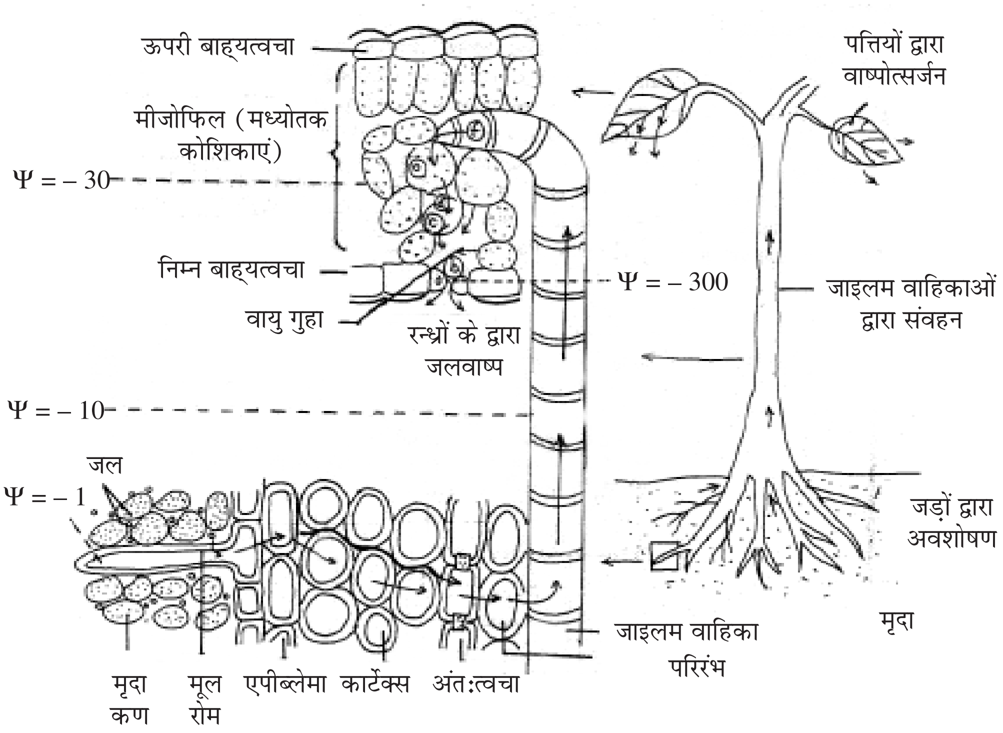
8.4 पौधों द्वारा पानी का अवशोषण

- पानी का अधिकांश भाग जो पौधों के लिए जरूरी होता है, जड़ों द्वारा अवशोषित किया जाता है, लेकिन कुछ स्थितियों में पानी को पत्तियों तथा तने द्वारा भी अवशोषित किया जाता है।
- मूलरोम विशेषतः रूपांतरित एपिडर्मल कोशिका (Epidermal cell) है जो मृदा से केशिका जल अवशोषित करने के लिए होती है।
- प्लाज़्मा झिल्ली और धानी झिल्ली (टोनोप्लास्ट) अर्धपारगम्य झिल्लियों की तरह काम करती हैं और पानी को परासरण द्वारा अवशोषित करते हैं।
- मृदा के विलयन का जल स्थिरांक मूल रोम की कोशिका की तुलना में उच्च होना चाहिए। तभी केवल पानी मूलरोम कोशिका में प्रवेश करेगा। एक बार मूलरोम में पानी प्रवेश करने के बाद वल्कुट (कोर्टिकल) कोशिकाओं, अंतस्त्वचा (एंडोडर्मिस), परिरम्भ (पेरिसाइकल) और तब जाइलम वाहिनियों में जाता है। यह शुद्ध रूप में जल स्थैतिक स्थिरांक पर निर्भर करती है।
- पौधों में पानी की गति निम्न दो पथों से होती है। ये हैं–संलवक (Symplast) और अपलवक (Apoplast) (चित्र 8.7a)



चित्र 8.7a पानी की गति के विभिन्न पथ

- सम्पूर्ण पौधे का कोशिका द्रव्य प्लाज्मोडेस्मेटा गुच्छ द्वारा जुड़ा रहकर एक स्थाई आकार का संलवक (Symplast) तंत्र बनाता है। कोशिकाओं में जल की गति इस संलवक पथ में परासरण विधि द्वारा होती है।
- कोशिका भित्ति और अंतरकोशिकीय अवकाश अपलवक पथ बनाते हैं जो पानी की गति को पौधे के अंदर केशिकात्व और अवशोषण द्वारा प्रवेश करने देती है। पानी जड़ों द्वारा अवशोषित करके अरीय रूप में जाइलम को भेजा जाता है, जहाँ से यह पौधों के द्वारा दूसरे भागों में। जाइलम वाहिनियों द्वारा पानी का ऊर्ध्वाकार रूप में परिवहन होता है। (चित्र 8.7b)



चित्र 8.7b जाइलम द्वारा मूलरोम से कार्टेक्स तक पानी का परिवहन

जाइलम द्वारा पानी का संवहन

जाइलम वाहिकाओं में विद्यमान तरल पदार्थ को जाइलम रस (xylem sap) कहते हैं। जाइलम रस को ऊपर पहुँचाने की विधि को या जाइलम में रसारोहण को समझने के लिए विभिन्न सिद्धांत दिये गये हैं।

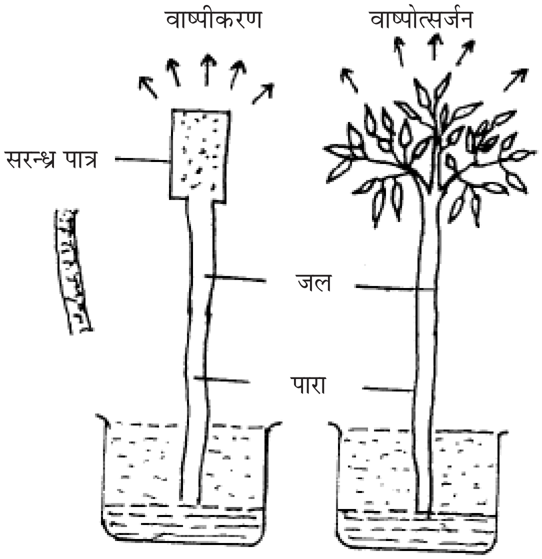
मूल दाब सिद्धांत

यदि तने को उसके आधार से कुछ इंच ऊपर से तेज धार वाले चाकू से काटे तो जाइलम रस कटे हुए सिरों द्वारा बहता हुआ दिखाई देगा। इस परिघटना को रिसाव और इसके कारण जड़ तंत्र के भीतर एक सकारात्मक दाब उत्पन्न होती है। परासरण द्वारा लगातार पानी का अवशोषण होता है जिससे यह सकारात्मक दाब उत्पन्न हुई है। उसे मूल दाब यानि जड़ का दाब (Root pressure) कहते हैं। इस

दाब को मापा जा सकता है और इसका परास 3-5 एटमोस्फियर होता है। लेकिन इस दाब द्वारा छोटी ऊँचाई वाले शाकीय पौधों में पानी पर्याप्त मात्रा में पहंच जाता है।

भौतिक बल सिद्धांत या संसंजन सिद्धांत

यह मत भौतिक बल के आधार पर लिया गया है जो कि बहुत लंबे पेड़ों के लिए कार्य करता है और बहुत ऊँचाई तक भी पानी पहुँचाता है। तीन बल जो एक साथ कार्य करते हैं वे हैं संसंजन बल (Cohesion) (पानी के अणुओं के बीच आकर्षण), आसंजन बल (Adhesion) (पानी और लिग्नोसेल्लुलोस की बनी जाइलम वाहिनियों की दीवारों के बीच) और वाष्पोत्सर्जन खिंचाव जो पानी के कालम को जाइलम वाहिनियों के अंदर तनाव उत्पन्न करने का कार्य करता है। पानी एक अखंडित कॉलम बनाते हुए पत्तियों को मीजोफिल स्थित अंतराकोशिकीय अवकाशों से होते हुए पत्तियों के जाइलम तथा तने और जड़ द्वारा मिट्टी से पानी पहुँचाता है। जल स्थैतिक नियतांक पत्तियों से लेकर जड़ के बीच में स्थित रहता है और वाष्पोत्सर्जन पूरे पानी के कॉलम में खिंचाव के कारण बनता है इसलिए जितना हो सके कॉलम एक अंखडित वातावरण प्रस्तुत करता है जिसके द्वारा पौधे मिट्टी से पानी को एक वाष्पोत्सर्जन खिंचाव के रूप में ऊपर ले जाते हैं।



चित्र 8.8 पानी के अवशोषण पर वाष्पोत्सर्जन का प्रभाव

8.5 कार्बनिक विलेयों का स्थानांतरण

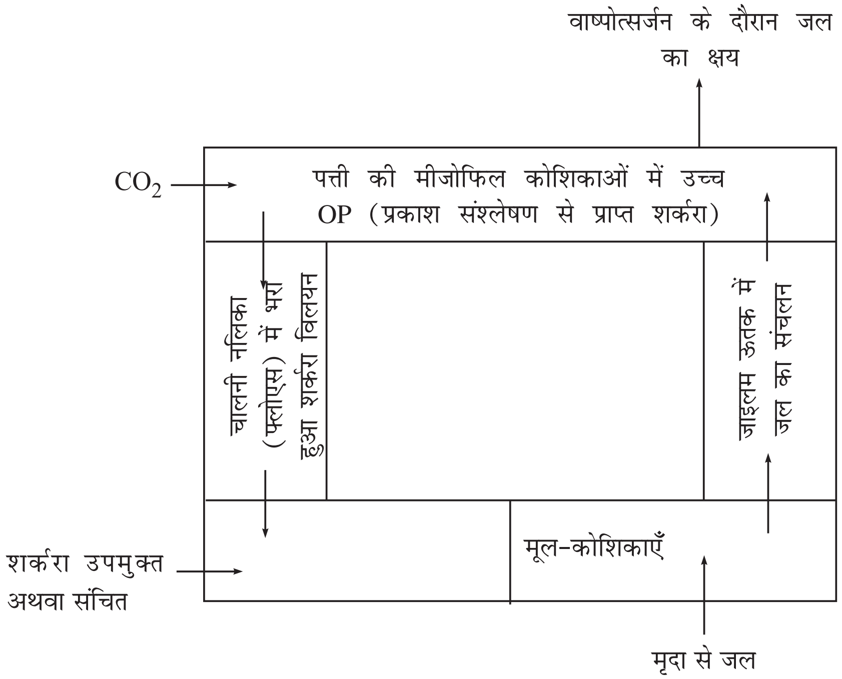
कार्बन और अकार्बनिक विलेय पदार्थों का पौधे के एक भाग से दूसरे भाग तक पहुँचने को **स्थानांतरण (स्थान + अंतरण)** (Translocation) कहते हैं। साधारण शब्दों में चालिनी नलिकाओं में शर्करा के परिवहन को **स्थानांतरण** कहते हैं।

कुछ प्रयोगात्मक तथ्य सुझाये गये हैं कि फ्लोएम एक ऐसा ऊतक है जो प्रकाश संश्लेषण के उत्पादों जैसे शर्करा को स्थानांतरित करने का काम करता है।

पत्तियों में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया द्वारा शर्करा का उत्पादन होता है और इसे पौधों के सभी भागों की वृद्धि और विकास के लिए भेज दिया जाता है। पत्ती एक ऐसा साधन है जहाँ पर भोजन उत्पन्न होता है और पौधे के दूसरे भागों में जहाँ यह भोजन पहुँचाया जाता है सिंक (Sink) नाम से जाना जाता है। सिंक जड़, तना, फल और संचयन के अंग जैसे कंद, बल्ब, राइजोम इत्यादि हो सकते हैं। इस प्रकार जाइलम में पानी का अनचाहा संचरण जो कि एक दिशा से शुरू होकर जड़ से होकर पौधे के ऊपरी वायवीय भागों में भेजा जाता है, फ्लोएम स्थानांतरण पत्तियों द्वारा सभी दिशाओं में होता है।

स्थानांतरण की क्रियाविधि (Mechanism of Translocation)

शर्करा विलयन को फ्लोएम चालिनी नलिका में पानी के स्थैतिक स्थिरांक के साथ स्रोत (पत्तियाँ) और सिंक (संचयन) कोशिकाओं के बीच गति करता है।



चित्र 8.9 स्थानांतरण की प्रक्रिया

यह मॉडल मंच परिकल्पना या संहित प्रवाह मत (Munch hypothesis or mass flow theory) के नाम से जाना जाता है और फ्लोएम स्थानांतरण का सबसे अधिक स्वीकार्य मॉडल है।

पाठगत प्रश्न 8.2

1. पौधे का कौन का भाग पानी और खनिज लवण अवशोषित करता है?

   ....

2. प्लाज्मोडेस्मेटा क्या है?

....

3. पौधों में स्थानांतरण कैसे होता है?

....

4. रसारोहण की प्रक्रिया क्या है?

....

5. मिट्टी में पानी किन तीन विभिन्न रूपों में उपस्थित रहता है।

....

8.6 वाष्पोत्सर्जन (Transpiration)

8.6.1 वाष्पोत्सर्जन क्या है ?

पौधे के वायवीय भागों से जल वाष्प के रूप में हुई जल-क्षय को **वाष्पोत्सर्जन** (Transpiration) कहते हैं और द्रव रूप में इसे बिंदुस्राव (Guttation) कहते हैं।

पौधों में वाष्पोत्सर्जन मुख्यत: तीन प्रमुख स्थानों से होता है:

(i) क्यूटिकल (Cuticle), (ii) वातरन्ध्र (Lenticel), (iii) रन्ध्र (स्टोमेटा, stomata)

(i) **क्यूटिकल**–पत्तियों और शाकीय तनों का ऊपरी मोम जैसा आवरण क्यूटिकल है। यद्यपि इसका अर्थ यह हुआ कि वाष्पोत्सर्जन रूकेगा, परंतु लगभग संपूर्ण वाष्पोत्सर्जन का लगभग 10% भाग क्यूटिकल के द्वारा होता है और इसे उपचर्मीय (क्युटिकुलर) वाष्पोत्सर्जन के नाम से जाना जाता है।

(ii) **वातरन्ध्र**–पेड़ की छाल के ऊपर वातरन्ध्र पाये जाते हैं जो छितरे रूप से व्यवस्थित कोशिकाओं से निर्मित होते हैं और इनके द्वारा लगभग 0.1% जल का क्षय होता है। इसे वातरन्ध्रीय वाष्पोत्सर्जन कहते हैं।

(iii) **रन्ध्र**–पत्तियों की एपिडर्मिस में बहुत छोटे-छोटे रन्ध्र होते हैं जिनका खुलना और बंद होना द्वार कोशिकाओं (guard cells) द्वारा नियंत्रित होता है। पौधों में लगभग 90% जल का क्षय रन्ध्रों द्वारा होता है और इसे रन्ध्रीय (stomatal) वाष्पोत्सर्जन कहा जाता है।

8.6.2 वाष्पोत्सर्जन की प्रक्रिया

वाष्पोत्सर्जन दो अवस्था में होता है:

(i) मीजोफिल कोशिकाओं से लेकर अंतराकोशिकीय अवकाशों तक पानी का वाष्पित होना।

(ii) अंतरकोशिकीय स्थानों से इस जल वाष्प का विसरण बाहरी वायुमंडल में होना, (जब बाहरी वायुमंडल अपेक्षाकृत कम नम हो)

8.6.3 वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारक

इस प्रक्रिया को प्रभावित करने वाले बहुत से बाह्य और आंतरिक कारक हैं–

(i) **तापमान (Temperature)**–तापमान में बढ़ोत्तरी से वाष्पोत्सर्जन की दर बढ़ती है जिससे कोशिकाओं की सतह से पानी के वाष्पन की दर भी बढ़ जाती है और वातावरण में आर्द्रता में कमी आ जाती है।

(ii) **वायु वेग (Wind velocity)**–वायु वेग में बढ़ोत्तरी से वाष्पोत्सर्जन की दर बढ़ने के द्वारा वायुमंडल से जलवाष्प के हटाने तथा आपेक्षिक आर्द्रता को कम करती है।

(iii) **प्रकाश (Light)**–वाष्पोत्सर्जन की दर पर प्रकाश का परोक्ष रूप से कोई सीधा प्रभाव नहीं पड़ता है, परंतु अपरोक्ष रूप से यह दर को दो तरीकों से प्रभावित करता है। प्रथम रन्ध्रों के खुलने की प्रक्रिया को नियंत्रित करके और दूसरा तापमान को प्रभावित करके। प्रकाश की तीव्रता बढ़ने से वाष्पोत्सर्जन की दर बढ़ती है क्योंकि रन्ध्र खुल जाते हैं और तापमान बढ़ता है।

(iv) **जल आपूर्ति (Water supply)**–मृदा में जल आपूर्ति में कमी के कारण अवशोषण की दर कम होने के कारण वाष्पोत्सर्जन की दर भी कम होती है। जब मिट्टी में पानी की अत्यधिक कमी होती है तो पौधों पर भी उसका प्रभाव होता है और वे मुरझाने से नहीं बच पाते हैं जब तक कि मिट्टी में पानी की आपूर्ति न की जाये। इसे स्थाई मुरझाना कहते हैं। जब गर्म और सूखी गर्मी के दिनों में पौधे जड़ से जितना पानी अवशोषित कर पाते हैं उससे कहीं ज्यादा वाष्पित करते हैं, तब मिट्टी में पर्याप्त मात्रा में पानी होता है, इसे अस्थायी मुरझाना कहते हैं। इस प्रकार के मुरझाने से पौधे शाम तक या रात को पुनः ठीक हो जाते हैं।

(v) **वायुमंडलीय दाब (Atmospheric pressure)**–वायुमंडलीय दाब में कमी होने से बाह्य वायुमंडल के घनत्व में कमी आती है इस प्रकार पानी का विसरण अत्यधिक मात्रा में होता है। अधिक ऊँचाई पर उगने वाले पौधों में वाष्पोत्सर्जन की दर अधिक दिखाई देती है जबकि उसमें मरुस्थलीय विशिष्टताएँ होती है।

(vi) वायुमंडलीय आर्द्रता (Atmospheric humidity)–आर्द्रता का अर्थ है कि वायु में उपस्थित जलवाष्प की मात्रा। पानी का विसरण और वाष्पन वायुमंडल और वाष्प दाब स्थिरांक पर निर्भर होते हैं या फिर पत्ती के भीतर जल विभव स्थिरांक पर निर्भर होते हैं या फिर पत्ती के भीतर। जल विभव स्थिरांक में जितना ज्यादा अंतर होता है उतनी ही ज्यादा वाष्पोत्सर्जन की दर होगी।

आंतरिक पादप कारक

- कुछ पौधों में अनुकूलनता वाष्पोत्सर्जन को कम करती है।
- पत्तियों के आकार में कमी, जिससे कुछ वाष्पोत्सर्जन सतह कम हो जाती हैं। मरुद्भिद पौधों में सुई जैसी या कांटो जैसी पत्तियाँ पाई जाती है (पाइन और ऑपेन्शिया) (नागफनी)।
- पत्तियों के सिरे पर क्यूटिकल की एक मोटी पर्त (मोम जैसा पदार्थ) का जमा होना।
- कनेर और साइकस में रन्ध्र रोमों से घिरे हुए गुहाओं में धंसे पाये जाते हैं।

- जड़ प्ररोह अनुपात, जब बहुत सारी जड़े हों और प्ररोह तंत्र या पत्तियाँ कम तब वाष्पोत्सर्जन अधिक होगा। जड़ें पानी अवशोषित करने का सतह और प्ररोह या पत्तियाँ पानी को वाष्पोत्सर्जित करने की सतह है। अधिक जड़-प्ररोह अनुपात अधिक वाष्पोत्सर्जन का कारण होगा।

8.6.4 वाष्पोत्सर्जन में रन्ध्रों की भूमिका

चूँकि रन्ध्रों द्वारा सबसे अधिक पानी का क्षय होता है, पौधे रन्ध्रों के खुलने और बंद करने की प्रक्रिया की डिग्री को नियमित करके पानी के क्षय को कम कर सकते हैं।

ऐसा देखा गया है कि दिन के दौरान (दैनिक परिवर्तन) रन्ध्रों का खुलना व बंद होना ऊष्मा और प्रकाश, कोशिका में जल की मात्रा और आर्द्रता के ऊपर निर्भर करता है। यह रात के समय अक्सर बंद रहते हैं।

सुबह से लेकर मध्याह्न तक रंध्र खुलते हैं और इसीलिए वाष्पोत्सर्जन मध्याह्न तक बढ़ता है।

दोपहर में अधिक धूप के समय रन्ध्र बंद रहते हैं और इसीलिए वाष्पोत्सर्जन कम होता हैं।

दोपहर बाद से लेकर शाम तक रंध्र दुबारा खुलते हैं और तब वाष्पोत्सर्जन बढ़ जाता है। रात्रि के दौरान रंध्र बंद हो जाते हैं और तब वाष्पोत्सर्जन काफी कम होता है।

8.6.5 रन्ध्र (Stomata)

रन्ध्र की संरचना

प्रत्येक रंध्र अत्यंत छोटे-छोटे छिद्र से मिलकर बना होता है जिन्हें स्टोमा (stoma) कहते हैं। यह दो द्वार कोशिकाओं (guard cell) से घिरा होता है।

(स्टोमा) स्फीत-चालित वाल्व की तरह कार्य करता है, जो द्वार कोशिकाओं की स्फीति के अनुसार बंद और खुलता है। द्वार कोशिकाओं की भित्ति असमान रूप से स्थूल होती है। स्टोमा के चारों ओर पायी जाने वाली कोशिका भित्ति दृढ़ और लचीली होती है और स्टोमा का एक तरफ का भाग पतला होता है। द्वार कोशिकाओं का आकार द्विबीजपत्री और एकबीजपत्री पत्ती में अलग-अलग होता है, यद्यपि प्रक्रिया दोनों में समान होती है।

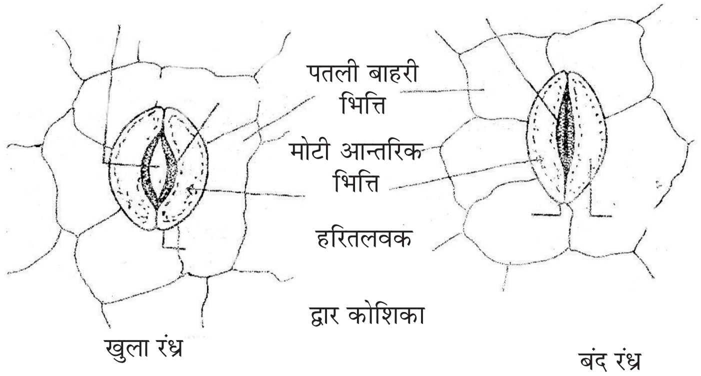
रंध्रीय-क्रिया की प्रक्रिया

रंध्रों का खुलना व बंद होना द्वार कोशिकाओं में उपस्थित स्फीति दाब के ऊपर निर्भर करता है। जब द्वार कोशिकाएँ सुदृढ़ होती है, तब रन्ध्र खुलते हैं और जब द्वार कोशिकाएँ पानी छोड़ देती है तो रन्ध्र बंद हो जाते हैं। द्विबीजपत्री और एकबीजपत्री पादपों में रंध्रों के खुलने और बन्द होने की क्रियाविधि नीचे दी गई है।

1. द्विबीजपत्री पौधों में द्वार कोशिकाएं वृक्क के आकार की होती हैं। स्टोमा के चारों ओर की आंतरिक दीवारें बाहरी दीवारों की अपेक्षा मोटी होती हैं।

A. जब द्वार कोशिकाएँ स्फीति दाब के कारण फूल जाती हैं → द्वार कोशिकाएँ फैलती हैं → दृढ़ आंतरिक कोशिकाएँ उत्तल हो जाती हैं → रंध्र खुलते जाते हैं।

B. जब द्वार कोशिकाओं का स्फीति दाब कम हो जाता है → द्वार कोशिकाएँ ढ़ीली हो जाती हैं → आंतरिक कोशिका भित्ति नजदीक आ जाती है → रन्ध्र बंद हो जाते हैं।

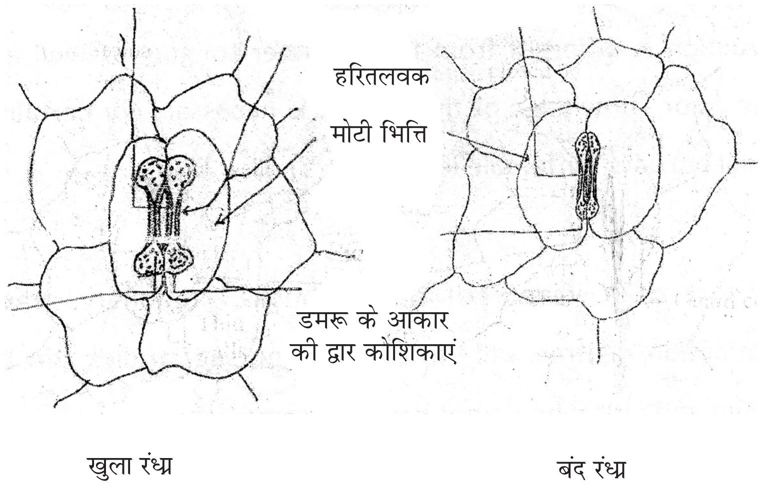


चित्र 8.10 द्विबीजपत्री पौधों की रंध्रीय क्रिया

2. एकबीजपत्री पौधों में द्वार कोशिकाएँ गुम्बद के आकार की होने के साथ-साथ फूले हुए भाग की भित्ति मोटी होती है।

A. जब द्वार कोशिकाएँ स्फीति हो जाती है → पतली भित्ति वाले भाग उभर जाते हैं बढ़ती है और फूल जाते हैं → मोटी दीवारें अलग अलग हो जाती है → रन्ध्र खुल जाते हैं।

ऐसी धारणा लंबे समय से थी कि स्फीति में बदलाव आने से रन्ध्र खुलते और बंद होते हैं, लेकिन इसमें स्फीति किस कारण से कम-ज्यादा होती है, इस बात की व्याख्या करना आवश्यक था।



चित्र 8.11 एकबीजपत्री पौधों में रंध्रीय क्रिया

टिप्पणी

1. स्टार्च शर्करा परिकल्पना

यह परिकल्पना प्रकाश संश्लेषण की प्रक्रिया के दौरान शर्करा के सान्द्रण में बढ़ोत्तरी के आधार पर प्रकट होती है और जब दिन के दौरान पानी का अन्तः परासरण रंध्रों के खुलने के लिए प्रेरित करता है और इसके विपरीत इसका अर्थ बाह्य परासरण की क्रिया के दौरान शर्करा के सांद्रण में कमी रात्रि में रंध्रो को बंद करने की प्रक्रिया को पूरी करता है। द्वार कोशिकाओं में दिन के दौरान आये बदलाव अर्थात् प्रकाश में और रात्रि में अर्थात् अंधेरे में नीचे दिये गये हैं–

प्रकाश (दीप्ति में अभिक्रियाएँ)	अंधेरे (अदीप्ति) में अभिक्रियाएँ
↓	↓
प्रकाशसंश्लेषण के दौरान CO_2 का उपयोग	प्रकाशसंश्लेषण की अनुपस्थिति के कारण CO_2 का एकत्र होना
↓	↓
CO_2 की कमी से pH बढ़ने में मदद मिलती है या जीवद्रव्य क्षारीय हो जाता है।	अम्लता में वृद्धि या कार्बोनिक अम्ल के निर्माण के कारण pH में कमी
↓	↓
स्टार्च को शर्करा में बदलना	शर्करा का स्टार्च में बदलना
↓	↓
विलेय का सान्द्रण बढ़ना	विलेय का सांद्रण घटना
↓	↓
अन्य एपीडर्मल कोशिकाओं से अंतः परासरण द्वारा पानी का द्वार कोशिकाओं तक जाना	पानी का बहिःपरासरण
↓	↓
द्वार कोशिकाओं का स्फीति दाब बढ़ना	स्फीति दाब का घटना
↓	↓
रन्ध्रों का खुलना	रन्ध्रों का बंद होना
(A) रन्ध्रों का प्रकाश में खुलना	**(B) रंध्रों का अंधेरे में बंद हो जाना हैं।**

यह सिद्धांत रंध्रीय गति की व्याख्या नहीं कर सकता है जहाँ पर द्वार कोशिकाओं में स्टार्च अनुपस्थित रहता है या फिर द्वार कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट की कमी होती है और रात में रंध्र खुलते हैं और कुछ पौधों में जैसे मांसल (कैक्टस) में दिन के समय में रन्ध्र बंद होते हैं।

रन्ध्रों पर पोटैशियम आयन (K^+) का प्रभाव :

यह प्रमाणित हो चुका है कि K^+ आयनों के एकत्रित होने से रंध्र खुल जाते हैं और K^+ आयनों में कमी होने के कारण रंध्र बंद हो जाते हैं।

दिन के दौरान द्वारा कोशिकाओं द्वारा K^+ आयनों को एकत्र करना	**रात्रि/अंधकार के दौरान** द्वार कोशिकाओं द्वारा K^+ आयनों की संख्या में कमी
↓	↓
विलेय के सान्द्रण में वृद्धि	विलेय के सान्द्रण में कमी
↓	↓
स्फीतिता में वृद्धि	स्फीतिता में कमी
↓	↓
रंध्र खुलना	रंध्र का बंद होना

K^+ आयन के अन्त:ग्रहण को निम्न में से किसी एक द्वारा संतुलित किया जाता है–

(a) **क्लोराइड (Cl^-) आयनों का एनायन के रूप में अंत:ग्रहण :** ये कोशिकाएँ क्लोरोप्लास्ट रहित होती हैं और क्लोराइड Cl^- आयनों को एनायन के रूप में लेने से K^+ आयनों का अंतर्वहन संतुलित रहता है।

(b) **कार्बनिक अम्लों से H^+ आयन के परिवहन द्वारा निकलना :** कुछ पौधों में द्वार कोशिकाओं में स्टार्च पाया जाता है। कार्बनिक अम्ल जैसे मैलेट का एकत्र होकर स्टार्च में परिवर्तन से प्रकाश में मौलिक अम्ल बनता है। यह कार्बनिक अम्ल वियोजित होकर मैलेट और H^+ आयन बनाता है। पोटैशियम मैलेट के साथ अभिक्रिया करके पोटैशियम मैलेट बनाता है जिससे विलेय का सान्द्रण बढ़ जाता है।

(c) पोटैशियम आयनों का प्रवेश प्रोटानों (H^+) के बाहर निकलने से संतुलित होता है।

(iii) एब्सिर्सिस अम्ल का कार्य

ऐसा देखा गया है कि मिट्टी में पानी की कमी के दौरान या फिर प्रबल सौर विकिरण के कारण से एक पादप हॉर्मोन एब्सिसिस अम्ल पत्तियों में एकत्र हो जाता है और रंध्रों को बंद करने में अहम भूमिका निभाता है। इस प्रकार इसकी अधिक मात्रा में पानी की कमी पर रोक लगती है। प्रायोगिक दशाओं की स्थिति में भी जब पत्तियों पर एब्सिसिस अम्ल छिड़का जाता है तो द्वार कोशिकाएँ बंद हो जाती हैं और पानी की क्षति को रोका जा सकता है।

8.6.6 वाष्पोत्सर्जन का महत्त्व

(i) **पानी के अवशोषण में :** वाष्पोत्सर्जन मृदा से पानी के अवशोषण की दर को प्रभावित करता है।

(ii) **जल गति वेग :** वाष्पोत्सर्जन द्वारा जल ऊपर की ओर चढ़ता है और कोशिका की रिक्तिकाओं से गुजरता है। जिससे कोशिकाएँ स्फीति हो जाती है। यह कोशिकाओं को आकार और प्रकार देता है और एक पौधे को रूप भी।

(iii) **खनिज लवणों का परिवहन :** जल की धारा ऊपर की ओर बढ़ते हुए घुले खनिजों को पौधे के विकास के लिए ले जाती है। वाष्पोत्सर्जन इन खनिजों के वितरण को संपूर्ण पौधे में भेजने में भी मदद करता है।

(iv) **ठंडक :** वाष्पोत्सर्जन के दौरान पानी के वाष्पन से पत्तियाँ ठंडी रहती है।

(v) **गर्मी से होने वाली क्षति से बचाव :** कुछ पौधों जैसे कैक्टस वाष्पोत्सर्जन को कम करके पानी संचित रखता है। यह पानी पौधों को उच्च तापमान और तीव्र धूप से बचाता है।

रंध्र हमेशा दिन के समय कार्बन डाईआक्साइड को अवशोषित करने के लिए खुले रहते हैं और एक महत्त्वपूर्ण प्रक्रिया प्रकाशसंश्लेषण के लिए ऑक्सीजन को छोड़ते रहते हैं। जब रंध्र इस महत्त्वपूर्ण गैसीय विनिमय के लिए अक्सर खुले रहते हैं तो जलवाष्प का बाहर निकलना नियंत्रित नहीं किया जा सकता

है। इस प्रकार एक बेकार की क्रिया में पानी की गति होती है जो कि रोकी नहीं जा सकती, क्योंकि कुछ महत्त्वपूर्ण कार्य करने के लिए रंध्रों को खुला रहना चाहिए जिससे कि दिन के समय प्रकाश संश्लेषण के लिए कार्बन डाईऑक्साइड का अवशोषण किया जा सके। यही वह कारण है जिसके लिए कर्टिस (1926) ने वाष्पोत्सर्जन को एक जरूरी बुराई कहकर सम्बोधित किया है।

रंध्रीय गति को प्रभावित करने वाले कारक : कोई भी दशा जो द्वार कोशिकाओं की स्फीति का कारण होती है वही रंध्रीय गति का कारण भी होगी:

1. द्वार कोशिकाओं के विलयन का सान्द्रण जिसके द्वारा द्वार कोशिकाओं में पानी की गति होती है। वह इन कोशिकाओं को और दृढ़ बनाता है।
2. द्वार कोशिकाओं में उपस्थित क्लोरोप्लास्ट प्रकाश की उपस्थिति में प्रकाश संश्लेषण क्रिया का कारण होता है और तब द्वारा कोशिकाओं में शर्करा एकत्र होती है।
3. द्वार कोशिकाओं में पोटेशियम आयनों का सान्द्रण होता है।

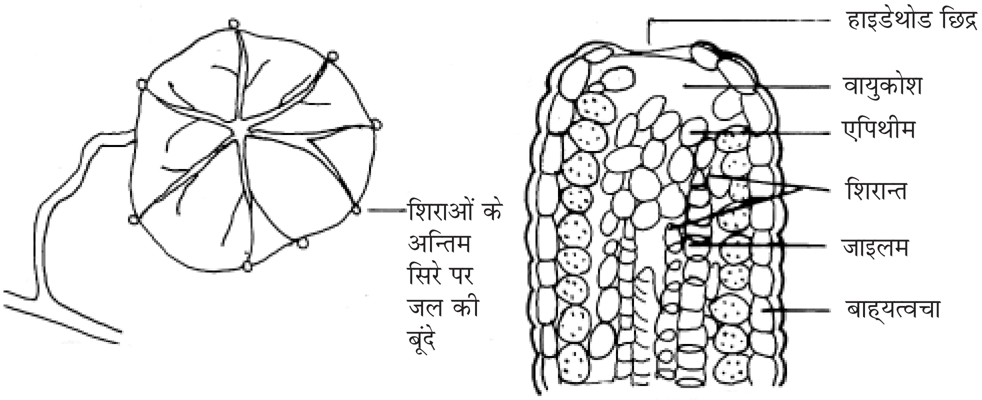
8.6.7 प्रतिवाष्पोत्सर्जक (Anti transpirants)

बहुत-सी अनाज की फसलें सूखे मौसम में बहुत कम उत्पादन देती है ऐसा इसलिए भी होता है क्योंकि पौधे की जड़ों द्वारा सोखा गया पानी वाष्पोत्सर्जन द्वारा हुई पानी की क्षति से कहीं अधिक होता है। वाष्पोत्सर्जन की दर को कम करने के लिए विभिन्न प्रकार के रसायनों का छिड़काव करते हैं जिन्हें प्रतिवाष्पोत्सर्जक कहते हैं, छिड़कते हैं। ये रसायन CO_2 ग्रहण करने की प्रक्रिया को प्रभावित नहीं करते हैं। दो तरह से वाष्पोत्सर्जन में कमी के लक्ष्य को प्राप्त किया जा सकता है।

1. रसायन जैसे फिनाइल मरक्यूरिक ऐसीटेट (PMA) और एब्सिसिक अम्ल (ABA) आंशिक रूप से रंध्रों को बंद करके कुछ हद तक वाष्पोत्सर्जन को रोकता है।
2. कुछ मोम जैसे पदार्थ जैसे सिलिकन इमल्शन पत्ती के ऊपर झिल्ली जैसा आवरण बना लेती है और CO_2 ग्रहण करने की प्रक्रिया रंध्र की हुए बिना भी प्रभावित ही करती है।

बिन्दुस्राव (Guttation) : अक्सर ऐसा देखा गया है कि सुबह-सवेरे बूंदों की शक्ल में शाकीय पौधों की पत्तियों के किनारों या सिरों पर छोटी-छोटी जल की बूंदे दिखाई पड़ती है। (चित्र 8.12a) ऐसे पौधें जिनमें वाष्पोत्सर्जन की दर कम हो और मूल दाब (root pressure) अधिक हो तो ये द्रवीय जल शिराओं के अंतिम छोर पर दिखाई देता है।

- यह विशिष्ट रचना वाले छिद्र जिन्हें हाइडेथोड कहते हैं शिराओं के अंतिम छोर पर उपस्थित होते हैं।
- यह घास की नई-नई पौंधो में सामान्यतया: पाई जाती है और सदाबहार वर्षा वनों में गर्मी और आर्द्र रातों के कारण पाये जाते हैं। टमाटर और नस्टरशियम इसके सामान्य उदाहरण हैं।



चित्र 8.12 (a) नस्टरशियम की पत्ती के सिरों में बिंदुस्राव को दिखाते हुए
(b) पत्ती के ऊर्ध्वाधर काट में हाइडेथोड को दर्शाते हुए

वाष्पोत्सर्जन	बिन्दुस्राव
1. पानी जलवाष्प के रूप में बाहर निकलता है।	1. पानी जल की बूंदों के रूप में बाहर आता है।
2. यह प्रक्रिया रंध्रों/क्यूटिकल और वातरंधों द्वारा है।	2. यह प्रक्रिया विशेष छिद्रों हाइडेथोडस द्वारा होती है।
3. यह दिन के समय और उच्च तापमान पर होता है।	3. यह रात में और कम तापमान पर होती है।
4. जल वाष्प शुद्ध जल के रूप में बाहर निकलता है और उसमें कोई भी खनिज नहीं पाया जाता है।	4. जल पानी में घुले हुए खनिज पदार्थों के साथ बाहर निकलता है। इसमें नमक और ऐमीनो एसिड पाए जाते हैं।
5. बढ़ा हुआ वाष्पोत्सर्जन एक भौतिक अभिक्रिया है (देखिए आसजन भौतिक बल सिद्धांत)	5. यह अभिक्रिया उस बढ़े मूल दाब के कारण होता है जब वावीय प्ररोह तनय में तन बढ़ता है जब जड़ों के द्वारा जल का अवशोषण, वायवीय अंगों से वाष्पोत्सर्जन की अपेक्षा अधिक होता है।

पाठगत प्रश्न 8.3

1. द्वार कोशिकाओं में उस दाब का नाम बताइए जो रंध्रों के खुलने और बंद होने के लिए जिम्मेवार है?

....

2. एकबीजपत्रीय और द्विबीजपत्रीय पादपों में द्वार कोशिकाओं के आकार बताइए।

....

3. रंध्र और हाइडेथोड में कोई एक अंतर बताइए?

....

आपने क्या सीखा?

- पानी की गति एक कोशिका से दूसरी कोशिका तक कोशिकाओं के जल विभव के ऊपर निर्भर करती है।
- जल हमेशा निम्न विलेय सान्द्रण (उच्च जल विभव) वाले क्षेत्र से उच्च विलेय सान्द्रण (निम्न जल विभव) की तरफ गति करता है यानि इसका अर्थ है कि जल के विभव प्रवणता के साथ गति करता है।
- अधिक सान्द्रण वाले विलयन का परासरणीय विभव उच्च होता है इसे पहले परासरणीय दाब कहा जाता था।
- परासरणीय दाब को ऊर्जा के संदर्भ में व्यक्त करते हैं। जल हमेशा उच्च स्वतंत्र ऊर्जा वाले क्षेत्र से निम्न स्वतंत्र ऊर्जा वाले क्षेत्र में गति करता है।
- जल स्थैतिक किसी विलयन के पानी को बाहर निकालने की क्षमता है। इसका पाई (ψ) शब्द से प्रदर्शित किया जाता है। यह द्रव के सान्द्रण और बाहरी दाब के कारण प्रभावित होता है।
  - शुद्ध जल का $\psi = 0$
  - अधिक विलेय अर्थात् निम्न जल विभव
  - एक ऐसा विलयन जिसका जल विभव शुद्ध जल की तुलना में कम होता है।
  - विलयन का जल विभव एक नकारत्मक अंक होता है इसका अर्थ है शून्य से कम
- पौधे जल का अवशोषण अपनी जड़ों मुख्यत: मूलरोमों द्वारा मृदा से परासरण द्वारा करते हैं। जीवद्रव्य में पानी की बढ़ी हुई मात्रा के कारण कोशिका भित्ति के ऊपर एक स्फीति दाब पड़ता है।
- कोशिका भित्ति द्वारा लगाया गया समान और विपरीत बल को भित्ति दाब कहते हैं।
- मृदा में जल, गुरुत्वीय जल, आर्द्रताग्राही जल (पौधों के लिए अत्यंत अल्पमात्रा में उपलब्ध) और केशिकीय जल (पौधे के लिए अत्यधिक मात्रा में उपलब्ध) रूप में रहता है।
- मूलरोम द्वारा अवशोषित होने वाला जल का बहाव जाइलम वाहिकाओं में मुख्यत: अपलवक (एपोप्लास्ट) पथ द्वारा आगे होता है।
- जाइलम वाहिकाओं से पत्तियों की ओर जाने वाला जल जल विभव प्रवणता द्वारा जैसा कि संसंजन-तनाव सिद्धान्त द्वारा (सर्वमान्य स्वीकृत) गति करता है।

- पौधों में रंध्रों द्वारा पानी के वाष्पोत्सर्जन या वाष्पीकरण से एक खिंचाव पैदा होता है जिससे पानी एक कॉलम की तरह ऊपर जाता है यह वाष्पोत्सर्जन द्वारा उत्पन्न संसंजन और तनाव बल के कारण होता है।

  कुछ पौधों में उच्च मूल दाब तथा निम्न वाष्पोत्सर्जन के कारण बिंदुस्राव होता है।
- द्वार कोशिकाओं की स्फीतिता को स्टार्च के शर्करा में परिवर्तन में हुई बढ़ोतरी द्वारा तथा K^+ आयनों के संचयन द्वारा समझाया जा सकता है।
- विभिन्न पर्यावरणीय कारक जैसे—तापक्रम, प्रकाश, वायु, आर्द्रता और आंतरिक कारक जैसे पत्ती की संरचना और जड़-प्ररोह अनुपात वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करते हैं।
- वाष्पोत्सर्जन न केवल रसारोहण करता है बल्कि यह ठंडक भी प्रदान करता है और पौधे को ऊष्मीय क्षति यानि गर्मी से भी बचाता है।
- जब वाष्पोत्सर्जन की दर जल अवशोषण की दर से अधिक होती है तो यह पौधे के मुरझाने की अस्थायी प्रक्रिया (अस्थायी म्लानन - temporary wilting) को दर्शाता है।
- जब कोई पादप मृदा में पानी की कमी के कारण मुरझाता है तो यह स्थिति स्थायी म्लानन (permanent wilting) कहलाती है

पाठांत प्रश्न

1. पौधों में दो प्रकार के निष्क्रिय अवशोषणों के नाम बताइए?
2. विसरण किस प्रकार से पौधों के लिए महत्त्वपूर्ण है?
3. उन विभिन्न कारकों के नाम बताइए जो पौधों में परासरण की प्रक्रिया को प्रभावित करते हैं?
4. स्फीति दाब और भित्ति दाब में अंतर बताओ?
5. द्विबीजपत्री पौधों में रंध्रीय क्रिया की प्रक्रिया पर चर्चा कीजिए?
6. कोई भी चार उन कारकों का वर्णन कीजिए जिनसे पौधे में वाष्पोत्सर्जन प्रभावित होता है?
7. पोटेटो ऑस्मोमीटर द्वारा परासरण प्रक्रिया को प्रदर्शित करने वाले एक प्रयोग का वर्णन कीजिए?
8. पौधों में पानी को ऊपर भेजने के आसंजन तनाव सिद्धांत की चर्चा कीजिए?
9. विलेय पदार्थों के स्थानांतरण प्रक्रिया का वर्णन कीजिए? पौधों में विलेय पदार्थों के स्थानांतरण की सबसे उपयुक्त सिद्धांत का नाम बताइये? इस सिद्धांत को किसने प्रस्तावित किया?
10. पौधों में जल की गति के संलवक (symplast) और अपसंलवक (Apoplast) (पथ) के बीच अंतर स्पष्ट कीजिए।
11. वाष्पोत्सर्जन की परिभाषा लिखिए।
12. पुराने पौधों की छाल में जिन छिद्रों के द्वारा वाष्पोत्सर्जन होता है, उनके नाम बताइये?
13. वाष्पोत्सर्जन को एक आवश्यक बुराई (हानिकारक प्रक्रिया) क्यों माना जाता है?
14. किसी उस विधि का वर्णन कीजिए जिससे मरुस्थलीय पौधे वाष्पोत्सर्जन को रोकते हैं।
15. वाष्पोत्सर्जन और बिन्दुस्राव के बीच एक मुख्य अंतर बताइए।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

8.1 1. अणुओं की गति उनके उच्च सान्द्रण वाले क्षेत्र से निम्न सान्द्रण वाले क्षेत्र में।

2. परासरण के लिए अर्धपारगम्य झिल्ली की आवश्यकता है जबकि विसरण के लिए आवश्यक नहीं।

3. विसरण।

4. रक्त कोशिकाओं से पानी बाहर निकलेगा और वे सिकुड़ेगीं।

5. जब कोशिकाओं को अतिपरासारी विलयन में रखा जाता है।

6. अंत: शोषण।

8.2 1. जड़ें।

2. पौधों की कोशिकाओं के बीच में कोशिकाद्रव्य संबंध।

3. फ्लोएम द्वारा।

4. जड़ों से पत्तियों तक जल और खनिजों का जाना (गति करना) जो कि जमीन से पौधों के सिरों तक होता है।

5. गुरुत्वीय, आर्द्रताग्राही और केशिकीय जल।

8.3 1. स्फीति दाब।

2. द्विबीजपत्री–वृक्क के आकार की

   एकबीजपत्री–गुदा के आकार की

3. रंध्र–पत्तियों की सतह पर पाये जाने वाले छिद्र जिनसे पानी जलवाष्प के रूप में विसरित होता है।

   हाइडेथोड–पत्तियों के किनारों पर पाये जाने वाले विशिष्ट छिद्र जिनसे पानी बूंदों के रूप में बाहर निकलता है।

9

पादपों में पोषण–खनिज पोषण

आपने कभी-कभी देखा होगा कि गमले में लगा पौधा सूर्य का प्रकाश एवं पर्याप्त जल मिलने के बाद भी वृद्धि नहीं कर पाता। उसकी पत्तियाँ पीली एवं दुर्बल नजर आती हैं। उस पौधें में ठीक ढंग से फूल भी नहीं लगते। यह स्थिति इस बात की सूचक है कि उस पौधे को वह सब नहीं मिल रहा है जो उसे सामान्य वृद्धि एवं विकास के लिए आवश्यक है।

अधिकांश स्थितियों में मिट्टी में एक अथवा अधिक खनिज तत्त्वों की कमी या न्यूनता होती हैं इसलिए आपने किसानों को मिट्टी में खाद डालते हुए देखा होगा। इस पाठ में आप पौधों में खनिज पोषण के महत्त्व के बारे में सीखेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *खनिज पोषण (mineral nutrition), बृहत्पोषक तत्त्व (macro-nutrient elements) एवं सूक्ष्म पोषक तत्त्व (micro-nutrient elements), की परिभाषा दे सकेंगे;*
- *जल संवर्धन (Hydroponics) तथा वायव संवर्धन (aeroponics) के संदर्भ में खनिज तत्त्वों के कार्य समझा पाएँगे;*
- *बृहत एवं सूक्ष्म पोषक तत्त्वों की उपयोगिता को सूचीबद्ध कर पाएँगे;*
- *बृहत एवं सूक्ष्म पोषक तत्त्वों के न्यूनता-लक्षण (deficiency symptoms) बता सकेंगे;*
- *स्वपोषी (Autotrophic) तथा विषमपोषी (Heterotrophic) पोषण में अंतर बता सकेंगे;*
- *मृतजीवी (Saprophytic) तथा परजीवी (Parasitic) पादपों में पोषण की विधि का वर्णन कर सकेंगे।*

9.1 पादप पोषण क्या है

जैसा आप जानते हैं कि समस्त जीवधारियों को जीवित रहने, वृद्धि एवं जनन करने के लिए भोजन की आवश्यकता होती है; इसलिए प्रत्येक जीव को वृद्धि की आवश्यकताओं के लिए भोजन ग्रहण

कर उसके खाद्य अवयवों (constituents) का उपयोग करते हैं। क्रमिक प्रक्रियाओं द्वारा पौधा खाद्य संश्लेषण तथा उसका सरल पदार्थों में विघटन करता है और अंतत: विभिन्न जीवन कार्यों में उन पदार्थों का उपयोग करता है। अत: **पादप पोषण वह प्रक्रिया है जिसमें खाद्य संश्लेषण, उसका विघटन तथा शरीर की विभिन्न प्रक्रियाओं के लिए उनका उपयोग होता है।**

भोजन के रासायनिक पदार्थों को पोषक तत्त्व (nutrients) कहते हैं, जैसे CO_2, जल, खनिज लवण, कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, वसा, इत्यादि। हरे पौधे जल एवं CO_2 जैसे सरल तत्त्वों से प्रकाशसंश्लेषण द्वारा अपना भोजन स्वयं बना सकते हैं अत: उन्हें स्वपोषी (autotrophs - auto-self - trophs-feeding) कहते हैं। परंतु अहरित पौधे एवं कुछ अन्य जीव जो स्वयं भोजन नहीं बना सकते तथा हरे पादपों से पोषण प्राप्त करते हैं उन्हें विषमपोषी अथवा परपोषी (heterotrohs; hetero - different) कहते हैं।

9.2 खनिज पोषण (Mineral nutrition)

अब हम विवेचना करेंगे कि कैसे पौधों को पोषक तत्त्व प्राप्त होते हैं। आप जानते हैं कि कार्बोहाइड्रेटों का संश्लेषण प्रकाशसंश्लेषण द्वारा होता है। इन कार्बोहाइड्रोटों में कौन से तत्त्व उपस्थित होते हैं?

कार्बोहाइड्रेट, वसा एवं प्रोटीन में मुख्य तत्त्व कार्बन, हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन होते हैं। इन तीन तत्त्वों के साथ–साथ पौधों को जीवित रहने के लिए आटा अनेक तत्त्वों की आवश्यकता होती है। इन सभी को प्राय: खनिज पोषण कहते हैं। ये लवण रूप में पादपों के जड़ तंत्र द्वारा अवशोषित होते हैं। पौधे कैसे खनिज तत्त्वों को प्राप्त करते हैं और उन्हें अपनी वृद्धि एवं विकास के लिए उपयोग में लाते हैं, इसके अध्ययन को खनिज पोषण कहते हैं।

यदि पौधों को खनिज नहीं मिलते तो विशेष तत्त्व की कमी से विशिष्ट लक्षण प्रकट हो जाते हैं। कुछ ऐसी विधियाँ हैं जिनसे खनिजों की आवश्यकता ज्ञात की जा सकती है। इनमें से कुछ नीचे दी गई हैं:

9.3 खनिज तत्त्वों की आवश्यकता ज्ञात करने की विधियाँ

पादप खनिज तत्त्वों को विलयन (solution) के रूप में अवशोषित करते हैं। अत: पौधों को ऐसे जल में उगाया जा सकता है जिसमें खनिज लवणों की निश्चित मात्रा है तथा पौधे का वायवीय भाग बाहर एवं प्रकाश में खुला हो।

> ऐसी तकनीक जिसमें पौधे को पोषक–विलयन में मृदा–रहित उगाया अर्थात् सवंर्धन किया जाए, उसे हाइड्रोपोनिक्स (hydroponics/water culture) या जल संवर्धन कहते हैं।
>
> जर्मनी के वनस्पतिज्ञ जूलियस वॉन साक्स ने 1980 में सबसे पहली बार इस तकनीक को दर्शाया था।

जल संवर्धन के प्रयोगों में नवोद्भिदों पौधों (seedlings) को ऐसे जल में उगाया जाता है जिसमें विशेष पोषक तत्त्व निश्चित अनुपात में उपस्थित होते हैं। जड़तंत्र को ऑक्सीजन की पर्याप्त मात्रा उपलब्ध

करने के लिए नित्यक्रम तेज गति से हवा/वायु के बुलबुले प्रवाहित करते हैं। संवर्धन विलयन में सभी आवश्यक पोषक तत्त्व सम्मिलित किए जाते हैं। केवल उस एक के अलावा जिसकी विशिष्टता को जानना है। अब इसमें उगाए पौधे की तुलना उस पौधे से की जाती है जो समस्त आवश्यक पोषक तत्त्व युक्त संवर्धन विलयन में उगाया हुआ हो (नियत्रण प्रयोग = control experiment)।

चित्र 9.1 पौधे का पोषक विलयन संवर्धन प्रयोग

जल संवर्धन प्रयोग से हम जान पाते हैं :

(i) पौधे की सामान्य वृद्धि के लिए कौन-सा तत्त्व अनिवार्य है।

(ii) कौन-सा तत्त्व अनिवार्य नहीं है और दूसरे तत्त्वों के साथ अवशोषित हो जाता है।

(iii) प्रत्येक खनिज तत्त्व की आवश्यकता कितनी मात्रा में है।

हाइड्रोपोनिक्स से बीजरहित खीरे, टमाटर एवं सलाद का सफल वाणिज्यिक उत्पादन हो रहा है।

वायव संवर्धन (aeroponics) : वायव संवर्धन भी जल संवर्धन जैसी ही एक तकनीक है जिसमें पौधे को वायु या कुहासा वाले वातावरण में बगैर मृदा के उगाया जाता है।

वायव संवर्धन पादप ऐसी तकनीक है जिसमें पौधों की जड़ों को वायुमंडल में उपस्थित नमी उपलब्ध कराई जाती है। एक विशेष प्रकार के डिब्बे में जड़-युक्त पौधे को इस प्रकार रखा जाता है कि उसका प्ररोह बाहर वायु में खुला हो तथा जड़ें डिब्बे के अंदर हो। इस डिब्बे में आर्द्र वातावरण होता है जो कंप्यूटर द्वारा नियंत्रित होता है। जड़ों पर अल्प अवधि के लिए हाइड्रो-एटोमाइज्ड जल या पोषक विलयन की फुहार डाली जाती है। यह विधि हाल ही में विकसित हुई है क्योंकि इस तकनीक से संवर्धित किए हुए पौधों में जड़ रोमों की अत्यधिक वृद्धि होती है, अत: यह विधि अनुसंधान हेतु बहुत लाभदायक है। वायव संवर्धन से आलिव और साइट्रस के पादप सफलता पूर्वक उगाए गए हैं।

पाठगत प्रश्न 9.1

1. पोषक तत्त्व क्या हैं?

   ....

2. वायव संवर्धन (aeroponics) की परिभाषा दीजिए।

   ....

3. जल संवर्धन में पोषक विलयन का वातन (aeration) क्यों आवश्यक है?

   ....

9.4 अनिवार्य खनिज तत्त्व (Essential mincral elements)

आपको ज्ञात है कि अभी तक 112 तत्त्वों की खोज हो चुकी है। आप उत्सुक होंगे कि क्या पौधों को खनिज पोषण के लिए सारे 112 तत्त्वों की आवश्यकता होती है? अधिकांश खनिज तत्त्व मिट्टी में उपस्थित होते हैं तथा पौधों की जड़ों द्वारा अवशोषित होते हैं। परंतु सारे तत्त्व अनिवार्य नहीं होते हैं। केवल 17 तत्त्व पादपों के लिए अनिवार्य समझे जाते हैं। अब हम तत्त्व की अनिवार्यता परिभाषित करने की कसौटी का आधार समझेंगे।

9.4.1 तत्त्वों की अनिवार्यता जानने की कसौटी का आधार

पौधे की स्वस्थ वृद्धि के लिए जो पोषक तत्त्व अनिवार्य होते हैं उन्हें अनिवार्य पोषक तत्त्व या अनिवार्य तत्त्व कहते हैं। मिट्टी से जड़ें करीब 60 तत्त्व अवशोषित करती हैं। यह सि) करने के लिए कि कौन सा तत्त्व अनिवार्य है, निम्नलिखित आधार प्रयोग में लिए जाते हैं।

(i) एक अनिवार्य तत्त्व पादप की सामान्य वृद्धि तथा जनन पूर्ण रूप से आवश्यक होता है।

(ii) उस तत्त्व की आवश्यकता बहुत विशिष्ट होती है तथा कोई अन्य तत्त्व उसे विस्थापित नहीं कर सकता।

(iii) यह तत्त्व पादप पोषण में सीधे सन्निहित होता है।

उदाहरण : मैग्नीशियम एक अनिवार्य तत्त्व माना जाता है क्योंकि वह क्लोरोफिल अणु निर्माण के लिए आवश्यक है। इसकी न्यूनता से पत्तियाँ पीली पड़ जाती है।

9.4.2 अनिवार्य तत्त्वों के प्रकार

अनिवार्य तत्त्वों की आवश्यकता कम अथवा अधिक मात्रा में हो सकती है। अत: इन्हें दो खंडों में बाँटा गया है।

सूक्ष्म तत्त्व/सूक्ष्म पोषक तत्त्व	बृहत तत्त्व/बृहत पोषक तत्त्व
कम मात्रा में इनकी आवश्यकता होती है जैसे 0.1 मिलीग्राम प्रति ग्राम शुष्क प्रदार्थ का (0.1 mg per gram of dry matter) या इससे कम की। इन्हें सूक्ष्म मात्रिक तत्त्व (trace elements) भी कहते हैं।	सापेक्षत: अधिक मात्रा में आवश्यकता होती है जैसे 1–10 मिलीग्राम प्रति ग्राम शुष्क पदार्थ का
उदाहरण : मैंगनीज, बोरॉन, कॉपर, मॉलिब्डिनम, लौह, जिंक तथा क्लोरीन बहुत सूक्ष्म मात्रा में आवश्यक होते हैं।	**उदाहरण :** कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, फ़ॉस्फ़ोरस, पोटेशियम, कैल्शियम तत्त्व मैंग्नीशियम, नाइट्रोजन, सल्फ़र।

9.4.3 पादपों के अनिवार्य तत्त्वों के स्रोत

अनिवार्य तत्त्वों के प्रकार पढ़ने के बाद अब हम उनके स्रोतों के बारे में जानेंगे। अधिकांश अनिवार्य तत्त्व मिट्टी (मृदा) से प्राप्त होते हैं तथा कुछ वायुमंडल से। नीचे दी गई सारणी में विभिन्न तत्त्वों के स्रोत अंकित किए गए हैं।

सारणी 9.1 अनिवार्य तत्त्वों के स्रोत

तत्त्व	तत्त्वों के स्रोत
कार्बन	वायुमंडल (वायु) से CO_2 के रूप में प्राप्त होता है।
ऑक्सीजन	वायु अथवा जल से अणु के रूप में अवशोषित होती है। प्रकाश संश्लेषण के दौरान पादपों में भी बनती है।
हाइड्रोजन	पौधों में प्रकाशसंश्लेषण के समय जल से निष्काषित होती है।
नाइट्रोजन	पौधों द्वारा मिट्टी से नाइट्रेट आयन ($NO\text{-}_3$) अथवा अमोनियम आयन (NH_4^+) के रूप में अवशोषित होती है। कुछ जीवाणु जैसे साइनोबैक्टीरिया वायुमंडल से नाइट्रोजन का सीधे स्थिरीकरण कर देते हैं।
पोटैशियम, कैल्शियम, लौह, फॉस्फोरस, सल्फर, मैग्नीशियम	ऐसी मिट्टी से अवशोषित होते हैं जो शैल या चट्टान के अपक्षय से बनती हैं अत: इन्हें खनिज तत्त्व कहते हैं। ये आयन के रूप में भी अवशोषित होते हैं जैसे, K^+, Ca^{2+}, Fe^{3+}, H_2PO4^-, H_2PO_4 या HPO_4^{2-} इत्यादि।

पाठगत प्रश्न 9.2

1. पादपों को ऑक्सीजन किस रूप में प्राप्त होती है?

   ....

2. मॉलिब्डिनम एक सूक्ष्मपोषक तत्त्व है। कारण बताइए?

....

3. कार्बन, ऑक्सीजन, पोटैशियम तथा सल्फर को बृहत् पोषक तत्त्व क्यों कहते हें?

....

9.5 बृहत् तथा सूक्ष्म पोषक तत्त्वों की उपयोगिता

अनिवार्य तत्त्व विभिन्न कार्य करते हैं। वे पादप कोशिकाओं में अनेक उपापचयी क्रियाएँ (metabolic processes) कार्यान्वित करते हैं जैसे कोशिका की स्फीति (turgidity) को बनाए रखना, इलेक्ट्रॉन का अभिगमन, झिल्ली पारगम्यता तथा एंजाइम सक्रियता। अनिवार्य तत्त्व जैव अणु तथा कोएन्जाइम के आवश्यक घटक हैं। बृहत् एवं सूक्ष्म पोषक तत्त्वों के विभिन्न कार्य तालिका 9.2 में दिए गए हैं।

तत्त्वों का ग्रहण जिस रूप में किया जाता है तथा उनके कार्य निम्न तालिका में (9.2) में समझाए गए हैं:

तालिका 9.2 अनिवार्य तत्त्व तथा उनके कार्य

तत्त्व	तत्त्वों के रूप जिसमें वो ग्रहण किए जाते हैं	पादप क्षेत्र जिसमें तत्त्व की आवश्यकता है	कार्य
नाइट्रोजन, N	NO^-_2, NO^-_3 अथवा NH_4^+ आयन	समस्त ऊतक, विशेष रूप से विभज्योतक ऊतक	अमीनो अम्ल, प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल, विटामिन, हॉर्मोन, कोएन्जाइम, ATP तथा पर्णहरित के संश्लेषण के लिए आवश्यक।
फॉस्फ़ोरस, P	$H_2 PO_4^-$ अथवा HPO_4^{2-}	उपापचयी कम सक्रिय कोशिकाओं से बने तरुण ऊतकों	न्यूक्लिक अम्ल, फॉस्फोलिपिड, ATP, NAD एवं NADP के संश्लेषण में आवश्यक; कोशिका झिल्ली एवं कुछ प्रोटीन का आवश्यक घटक है।
पोटैशियम, K	K^+	विभज्योतक ऊतकों, कलिकाओं, पत्तियों एवं मूल शीर्ष	उन एंजाइमों के सक्रियण के लिए जो K^+/Na^+ पंप हेतु सक्रिय परिवहन (active transport) में आवश्यक हैं, कोशिकाओं में धनायन–;णायन संतुलन (cation anion balance) हेतु। रंध्रों का खुलना एवं बंद होने को नियंत्रित करता है। पादप की कोशिका–रसधानी में कोशिका रस (cell sap) में उपस्थित, कोशिका की स्फीति बनाए रखने में मदद करता है।

कैल्शियम, Ca	Ca^{2+}	विभज्योतक एवं विभेदित होते ऊतकों की। पुरानी या वृ) पत्तियों में संचित	पास-पास की कोशिका भित्तियों के मध्यपटलिका में Ca पैक्टेट के रूप में उपस्थित उन एन्जाइमों को सक्रिय करती है जो मूल तथा प्रोह शीर्ष की वृद्धि के लिए आवश्यक है। सामान्य कोशिका-भित्ति के परिवर्धन में मदद करता है। कोशिका- विभाजन एवं कोशिका-परिवर्धन हेतु आवश्यक हैं।
मैग्नीशियम, Mg	Mg^{2+}	पादप की पत्तियाँ	क्लोरोफिल के अणु का घटक है। फ़ॉस्फेट उपापचयन के एन्जाइमों को सक्रिय करता है। DNA एवं RNA के संश्लेषण के लिए महत्त्वपूर्ण है। राइबोसोम्स की उपइकाइयों को जोड़ने में आवश्यक।
सल्फर S	SO_4^{2-}	स्तंभ एवं मूल शीर्ष तथा पादपों की तरुण पत्तियाँ	एमीनो अम्ल सिस्टीन (Cysteine) एवं मीथियोनिन (methionine) का घटक अत: कुछ प्रोटीनों का घटक है। कोएंजाइम A, विटामिन, थाइमीन, बायोटिन एवं फ़ैरेडॉक्सिन में उपस्थित होता है। लेग्यूमी पादपों में ग्रंथिका निर्माण को बढ़ाता है।
लौह Fe	Fe^{3+}	पत्तियाँ एवं बीज	क्लोरोफिल के संश्लेषण के लिए आवश्यक है। फ़ैरेडोक्सिन (ferredoxin) एवं साइटोक्रोम (cytochrome) का एक घटक है। कैटेलेज़ (catalase) एंजाइम को सक्रिय करता है।
मैंग्नीज़, Mn	Mn^{2+}	समस्त ऊतक, पत्तियों की शिराओं के बीच संचित हो जाता है।	प्रकाश संश्लेषण, श्वसन एवं N_2 उपापचय के अनेक एन्जाइमो को सक्रिय करता है। क्लोरोफिल b के लिए इलेक्ट्रॉन दाता (electron doner) का कार्य करता है। श्वसन के दौरान निकार्बोक्सीकरण decarboxylation) अभिक्रिया में सन्निहित होता है।
मॉलिब्डिनम, Mo	MoO_2^{2-}	समस्त ऊतक विशेषकर जड़ों में	नाइट्रोजन स्थिरीकरण/यौगिकीकरण के लिए आवश्यक है। नाइट्रेट या यौगिकीकरण नाइट्रेट रिडक्क्टेज़ (nitrate reductase) एंजाइम को सक्रिय करता है।

बोरॉन, B	BO_3^{3-} अथवा $B_4O_7^{2-}$	पत्तियाँ एवं बीज	जल एवं कैल्शियम के अंतर्ग्रहण को बढ़ाता है। विभज्योतक की सक्रियता एवं पराग नलिका की वृद्धि के लिए आवश्यक है। कार्बोहाइड्रेट के स्थानांतरण (translocation) में भाग लेता है।
ताँबा (कॉपर), Cu	Cu^{2+}	समस्त ऊतक	ऑक्सिडेज़ (Oxidase) एन्जाइम एवं प्लास्टोसाइनिन (plastocyanin) का घटक है। प्रकाश संश्लेषण में इलेक्ट्रॉन अभिगमन (electron trans port) में भाग लेता है।
ज़िंक, Zn	Zn^{2+}	समस्त ऊतक	इंडोलएसेटिक अम्ल, (indoleacetic acid) नामक एक पादप हॉर्मोन का घटक है। डिहाइड्रजोनेस एवं कार्बोक्सिलेज़ (carboxylases) एंजाइमों को सक्रिय करता है। कार्बोनिक एनहाइड्रेस एंजाइम में उपस्थित होता है।
क्लोरीन, Cl	Cl^-	समस्त ऊतक	प्रकाश संश्लेषण में ऑक्सीजन को मुक्त करने के लिए तथा ;णायन-धनायन संतुलन (anion cation balance) हेतु आवश्यक है।

पाठगत प्रश्न 9.3

1. दो उपापचयी क्रियाएं बताइए जिनके लिए खनिज पोषण आवश्यक है।

 ....

2. पौधों द्वारा अंत:ग्रहित NO_2 एवं NH_4 से कौन सा तत्त्व प्राप्त होता है?

 ....

3. पौधों के लिए Ca^{2+} के कोई से दो कार्य बताइए।

 ....

9.6 पौधों में खनिज तत्त्वों की न्यूनता के लक्षण

किसी भी अनिवार्य तत्त्व की अनुपस्थिति अथवा न्यूनता (उचित मात्रा में अनुपस्थित) से पादप में न्यूनता लक्षण प्रकट हो जाते हैं। ये लक्षण जल संवर्धन द्वारा देखे जा सकते हैं। प्राकृतिक परिस्थितियों में ये लक्षण मिट्टी में उन तत्त्वों की न्यूनता के सूचक लिए जा सकते हैं।

कुछ सामान्य न्यूनता लक्षण

- **हरिमाहीनता (Chlorosis)**–क्लोरोफिल की क्षति के कारण पत्तियों के पीले पड़ने को हरिमाहीनता कहते हैं। इसका कारण है K, Mg, N, S, Fe, Mn, Zn एवं Mo तत्त्वों की न्यूनता।
- **ऊतकक्षय (Necrosis)**, ऊतकों की क्षति विशेषकर पर्ण ऊतकों की जिसका कारण K, Ca, Mg की न्यूनता होती है।
- कोशिका विभाजन का अवरोध या निरोध का कारण N, K, S एवं Mo की अनुपस्थिति अथवा न्यूनता होता है।
- पौधों की वृद्धि N, P, K, Zn एवं Ca की न्यूनता के कारण कम हो जाती है।
- पत्तियों एवं कलिकाओं का समय पूर्व गिरना या झड़ना -K एवं P की न्यूनता के कारण होती है।
- पुष्पन में देरी N, S एवं Mo की न्यूनता के कारण होती है।

9.7 खनिज तत्त्वों का अंर्तग्रहण

पौधे मृदा मिट्टी से बड़ी संख्या में खनिज तत्त्व अवशोषित करते हैं। जड़ों द्वारा आयनों का अंर्तग्रहण निष्क्रिय अथवा सक्रिय हो सकता है।

(a) **निष्क्रिय अवशोषण :** यह आरम्भिक एवं तेज अवस्था है तथा इसमें कोशिकाओं की एपोप्लास्ट नामक (देखिए पाठ 8) बाहरी सतह में आयनों का अवशोषण होता है। इसे उपापचयी ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती है।

(b) **सक्रिय अवशोषण :** यह आयनों के अंर्तग्रहण की दूसरी अवस्था है। आयनों का अवशोषण सिमप्लास्ट (symplast) नामक (देखिए पाठ 8) अंदर की सतह में धीरे–धीरे होता है। इसे उपापचयी ऊर्जा की आवश्यकता होती है।

आयनों के संचलन को वार्ह या "लक्स कहते हैं। जब आयनों का संचलन कोशिकाओं के अंदर की ओर होता है उसे अंतर्वाह कहते हैं तथा बाहर की ओर आयनों के चालन को बहिर्वाह कहते हैं।

मूल मंत्र से अवशोषित खनिज आयनों का स्थानांतरण जाइलम की वाहिकाओं द्वारा पादप के दूसरे अंगों तक होता है।

पाठगत प्रश्न 9.4

1. पौधों द्वारा खनिजों के 'निष्क्रिय अवशोषण' का क्या अभिप्राय है?

   ....

2. उन खनिज तत्त्वों का नाम बताइए जिनकी न्यूनता से सामान्य कोशिका विभाजन प्रभावित होता है।

....

3. 'K, Ca एवं Mg की न्यूनता पंक्तियों के ऊतकक्षय का कारण है'। इस कथन का क्या अभिप्राय है?

....

9.8 पौधों में पोषण के प्रकार (Modes of nutrition in plants)

पादपों में पोषण को दो खंडों में वर्गीकृत किया गया है–स्वपोषी (autotrophic) तथा विषमपोषी (heterotrophic)। विषमपोषी पादप आगे मृतजीवी (saprophyte), परजीवी (parasite) तथा कीटाहारी (insectivore) में वर्गीकृत हैं।

पादपों में पोषण

- स्वपोषी पोषण
  ऐसे पौधे भोजन स्वयं बनाते है/कार्बनिक पदार्थों का संश्लेषण स्वयं करते हैं
- विषमपोषी पोषण
  भोजन की आपूर्ति बाहर से होती है (विषमपोषी पोषण)
  - मृतजीवी पादप/मृतजीवी
    (सड़ी-गली वस्तुओं एवं मरे गले जीवों से भोजन ग्रहण करते हैं)
  - परजीवी पादप/परजीवी
    द्धअन्य जीवित जीव से भोजन ग्रहण करते हैंत्र
  - कीटाहारी पादप/कीटाहारी
    द्धकीड़े खाते हैंत्र

1. स्वपोषी पोषण

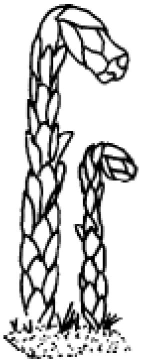
इस प्रकार के पोषण में जीवित प्राणी कार्बनिक खाद्य का संश्लेषण सरल अकार्बनिक पदार्थों से स्वयं करते हैं। हरे पौधे स्वपोषी प्रकार का पोषण दर्शाते हैं अत: स्वपोषी कहलाते हैं। स्वपोषियों को कार्बनिक पदार्थों के निर्माण के लिए बाहर की ऊर्जा-स्रोत की आवश्यक होती है। हरे पादप सूर्य से प्रकाश ऊर्जा प्राप्त करते हैं इसलिए उन्हें प्रकाशस्वपोषी कहते हैं। पौधों में खाद्य संश्लेषण की क्रिया को प्रकाश संश्लेषण कहते हैं।

2. विषमपोषी पोषण

कुछ हरिमाहीन या अहरित जीव जैसे कवक एवं कई जीवाणु अकार्बनिक पदार्थों से कार्बनिक पोषण स्वयं बनाने में असमर्थ होते हैं। अत: ये जीव कार्बनिक पोषण के लिए बाहर के स्त्रोतों पर निर्भर होते हैं। ऐसे पादपों को विषमपोषी पादप कहते हैं तथा पोषण का प्रकार विषमपोषी पोषण कहलाता है।

जिस स्त्रोत से विषमपोषी पादप पोषण प्राप्त करते हैं उस पर आधारित उन्हें मूल रूप से तीन मुख्य भागों में वर्गीकृत किया गया है। यह हैं : मृतजीवी, परजीवी तथा कीटाहारी पादप।

(a) **मृतजीवी :** यह वे पौधे हैं जो मरे सड़े-गले क्षयमान कार्बनिक पदार्थों (जानवरों एवं पादपों के टुकड़ों समेत) पर पाए जाते तथा वृद्धि करते हैं। ऐसे अधिकांश पौघों की कोशिकाओं से बाह्य एन्जाइम (extracellular enzymes) स्रावित होकर खाद्य पर पड़ते हैं तथा उनके जटिल कार्बनिक मिश्र यौगिक को सरल रूप में खंडित करते हैं। सरल रूपी ये पदार्थ पौधे द्वारा अवशोषित हो जाते है। मृत जीवी पौधों में मुख्यत: कवक एवं जीवाणु सम्मिलित हैं। उच्चवर्गी पौधों में मोनोट्रोपा (Monotropa) जो भारत के खासी पहाड़ों में पाया जाता है, मृतजीवी पादप है। (चित्र 9.2)



चित्र 9.2 *मोनोट्रोपा, एक मृतजीवी पादप*

(b) **परजीवी पादप :** अमरबेल या आकाशबेल (Dodder या Cuscuta) एक परजीवी पादप है जिसमें पत्तियाँ एवं क्लोरोफिल दोनों अनुपस्थित होते हैं। यह पीले रंग की आरोही लता है जो परपोषी (host) पादप के साथ संलग्न हो जाती है तथा इससे चूषकांग (haustoria) या भूस्तारी चूषक निकलते हैं और परपोषी के "लोएम से संलग्न होकर पोषण चूसते हैं। इस पर सफेद हल्के पीले घंटी रूपी फूलों के गुच्छे लगते है।

(c) **कीटाहारी पादप :** कुछ पौधे होते तो स्वपोषी हैं परंतु मृदा में किसी खास खनिज तत्त्व की कमी को पूरा करने के लिए विषमपोषी पोषण दर्शाते हैं। कीटाहारी पादप इसका उत्तम उदाहरण है। ये पौधे कीड़ों को खाते हैं। ये अधिकतर ऐसे आवास में पाए जाते हैं जहाँ नाइट्रोजन की कमी होती है; अत: उस कमी की भरपाई करने के लिए कीड़ों से नाइट्रोजन प्राप्त करते हैं। कुछ उदाहरण निम्न हैं :

(i) घट पादप (Pitcher plant = Nepenthes)

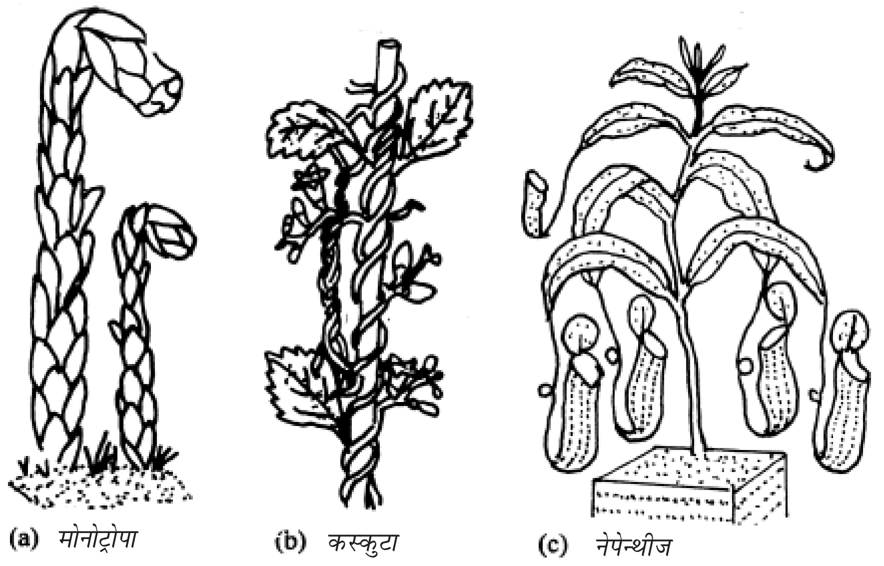
(ii) सनड्यू (Sundew = Drosera)

(iii) वीनस "लाए ट्रैप (Venus flytrap = Dionaea)

(iv) ब्लैडरवर्ट (Bladderwort = Utricularia)

घटपादप (नेपेन्थिस) : यह उत्तर-पूर्वी भारत, बोर्नियों एवं उत्तर अमरीका के कई हिस्सों में पाया जाता है। ये पौधे गीली मिट्टी में बढ़िया वृद्धि करते हैं। इनकी पत्तियाँ रूपांतरित होकर घट (picher)

का आकार ले लेती हैं। घट के किनारे के नीचे एक ग्रंथि होती है जो मकरंद बनाती है। घट की चमकदार सतह एवं मकरंद ग्रथि से मकरंद कीड़ों को आकर्षित करता है। घट में अनेक रोम नीचे की ओर इंगित होते हैं अतः कीड़ा एक बार फँसा तो बाहर नहीं निकल सकता। घट के आधारी भाग में पाचक ग्रंथियां उपस्थित होती हैं जो एन्जाइम स्रावित करती हैं। इन एन्जाइमों द्वारा कीड़े का पाचन हो जाता है तथा उत्पादों मुख्यतः एमीनो अम्लों का अवशोषण घट की आंतरिक सतह से हो जाता है।



चित्र 9.3 विषमपोषी पादप : (a) मोनोट्रोपा (भारतीय पाइप प्लांट) (b) *कस्कुटा* (अमरबेल) एवं (c) नेपेन्थीस (घट पादप)

पाठगत प्रश्न 9.5

1. स्वपोषी एवं विषमपोषी पोषण में एक अंतर बताइए।

   ....

2. एक ऐसे पादप का नाम बताइए जो परजीवी प्रकार का पोषण दर्शाता है।

   ....

3. घट पादप कीड़े क्यों खाता है जबकि वह प्रकाश संश्लेषण करने में सक्षम हैं?

   ....

आपने क्या सीखा

- पौधों की पोषण आवश्यकताएँ हैं–अकार्बनिक एवं कार्बनिक अपरिष्कृत पदार्थ ये पौधों की कायिक संरचना के निर्माण तथा प्रक्रियाओं के संरक्षण के लिए आवश्यक हैं।

- पोषण उन प्रक्रियाओं का योग है जिसमें : भोजन का अंतग्रहण अथवा संश्लेषण तथा उसका उपयोग सम्मिलित हैं।
- पौधों को अधिकतर अकार्बनिक पोषक तत्त्व मिट्टी, जल एवं वायुमंडल से प्राप्त होते हैं।
- विभिन्न खनिज तत्त्वों के अवशोषण, स्थानांतरण एवं उपापचयन को खनिज पोषण कहते हैं।
- पौधों को 17 अनिवार्य तत्त्वों की आवश्यकता होती है। ये हैं C, H, O, N, P, K, S, Mg, Ca, Fe, B, Mn, Cu, Zn, Mo, Cl तथा Ni आदि।
- हाइड्रोपोनिक्स या जलसंवर्धन तथा वायव संवर्धन के द्वारा खनिज तत्त्वों की अनिवार्यता मालूम की जा सकती है।
- पौधों में अकार्बनिक पोषक तत्त्वों की कितनी मात्रा आवश्यकता है, उसी आधार पर तत्त्वों को मुख्यत: दो वर्गों में वर्गीकृत किया जाता है–सूक्ष्म पोषक तत्त्व एवं बृहत पोषक तत्त्व।
- किसी भी अनिवार्य तत्त्व की अनुपस्थिति से पौधों में न्यूनता लक्षण प्रकट हो जाते हैं जैसे वृद्धि में कमी, पुष्पन में देरी होना, हरिमाहीनता, ऊतकक्षय, समय पूर्व पत्तियों का झड़ना, मुरझाना आदि।
- खनिज तत्त्वों का अंर्तग्रहण जड़ों द्वारा निष्क्रिय अथवा सक्रिय अवशोषण से होता है।
- मूलत: दो प्रकार के पोषण होते हैं : स्वपोषी एवं विषमपोषी
- स्वपोषी प्रकार के पोषण में पौधे सरल अकार्बनिक पदार्थों से प्रकाश संश्लेषण द्वारा स्वयं खाना बनाते हैं।
- विषमपोषी प्रकार के पोषण में पौधे बाहर के अन्य पोषण–स्रोतों पर निर्भर करता है।
- विषमपोषी पौधों मुख्यत: तीन भागों में वर्गीकृत है : मृतजीवी, परजीवी एवं कीटाहारी पौधों।

पाठांत प्रश्न

1. वह कौन सा तत्त्व है जो खनिज एवं अ-खनिज स्रोतों से प्राप्त हो सकता है?
2. किस अनिवार्य तत्त्व की न्यूनता से कुछ पौधों की पत्तियों में हरिमाहीनता हो जाती है और क्यों?
3. मैग्नीशियम को अनिवार्य तत्वों में क्यों सम्मिलित किया गया है?
4. तत्त्वों की अनिवार्यता का आधार क्या है?
5. सूक्ष्म एवं बृहत पोषक तत्त्वों में अंतर बताइएँ।
6. जीववैज्ञानिक हाइड्रोपोनिक तकनीक से पौधों को क्यों उगाते हैं?
7. पौधों द्वारा खनिज पोषक तत्त्वों के अंर्तग्रहण को समझाइएँ।
8. नाइट्रोजन, फॉस्फोरस एवं पोटैशियम के न्यूनता लक्षण बताइए।
9. पौधों में विभिन्न प्रकार के विषमपोषी पोषणों में अंतर बताइए।

10. निम्न पर टिप्पणियाँ/टिप्पणी लिखिएँ :
    (i) वायव संवर्धन (aeroponics)
    (ii) कीटाहारी पादप
    (iii) पौधों में खनिज तत्त्वों का सक्रिय अवशोषण

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

9.1 1. भोजन में रासायिनक पदार्थ पोषक तत्त्व होते हैं।

2. पौधों को उगाने की वह तकनीक जिसमें जड़ों को वायुमंडल में उपस्थित नमी उपलब्ध कराई जाती है।

3. ऑक्सीजन की पर्याप्त मात्रा उपलब्ध कराना।

9.2 1. वायु अथवा जल से आण्विक रूप में।

2. पौधों द्वारा इनकी आवश्यकता निम्न मात्रा में होती है–0.1 मिली प्रति ग्राम शुष्क पदार्थ की या इससे कम।

3. इनकी आवश्यकता अधिक मात्रा में होती है–1 to 10 mg मिलीग्राम प्रति शुष्क पदार्थ का

9.3 1. झिल्ली पारगम्यता, कोशिका की स्फीति, इलेक्ट्रॉन का अभिगमन, एन्जाइम सक्रियता (कोई भी दो)

2. नाइट्रोजन

3. देखिये सारणी 9.2

9.4 1. ऊर्जा के व्यय के बिना

2. N, K, S, Mo, (कोई दो)।

3. न्यूनता से पर्ण ऊतकों की क्षति होती है

9.5 1. स्वपोषी भोजन का स्वयं संश्लेषण करते हैं, विषमपोषी भोजन के लिए अन्य पर निर्भर करते हैं।

2. *कस्कुटा* (अमरबेल/आकाशबेल)।

3. क्योंकि वह ऐसे आवास में उगता है जहाँ नाइट्रोजन की न्यूनता होती है।

10

नाइट्रोजन उपापचय

सभी जीवधारी मुख्यत: कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन तथा अन्य अनेक रासायनिक यौगिकों से मिलकर बने होते हैं। ये अणु मिलकर अंतत: कोशिका में पाये जाने वाले जैव अणु बनाते हैं। कार्बन के बाद जीवधारियों में पाए जाने वाला दूसरा सबसे महत्त्वपूर्ण तत्त्व नाइट्रोजन है। नाइट्रोजन किसी जीवित कोशिका के ऐमीनो अम्ल, प्रोटीनों, एंजाइम, विटामिनों, एल्कालायड तथा कुछ वृद्धि हॉर्मोनों का प्रमुख घटक है। अत: नाइट्रोजन उपापचय का अध्ययन बहुत महत्त्वपूर्ण हो जाता है क्योंकि समस्त जीवन प्रक्रिया इन्हीं नाइट्रोजन युक्त अणुओं पर निर्भर करती है। इस पाठ में आप पौधों में नाइट्रोजन उपापचय से संबंधित विभिन्न आयामों जैसे नाइट्रोजन स्थिरीकरण तथा नाइट्रोजन स्वांगीकरण के विषय में पढ़ेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *नाइट्रोजन स्थिरीकरण की विधियों (जैवीय तथा अजैवीय) का वर्णन कर सकेंगे;*
- *मुक्तजीवी जीवों द्वारा नाइट्रोजन स्थिरीकरण की क्रियाविधि के विभिन्न चरणों का अध्ययन कर पाएँगे;*
- *दलहनी पौधो में सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण की क्रिया विधि का वर्णन कर सकेंगे*
- *पौधों द्वारा नाइट्रेट एवं अमोनिया के स्वांगीकरण का वर्णन कर सकेंगे।*
- *पौधों में ऐमीनो अम्लों के संश्लेषण का वर्णन कर सकेंगे।*

10.1 आण्विक नाइट्रोजन

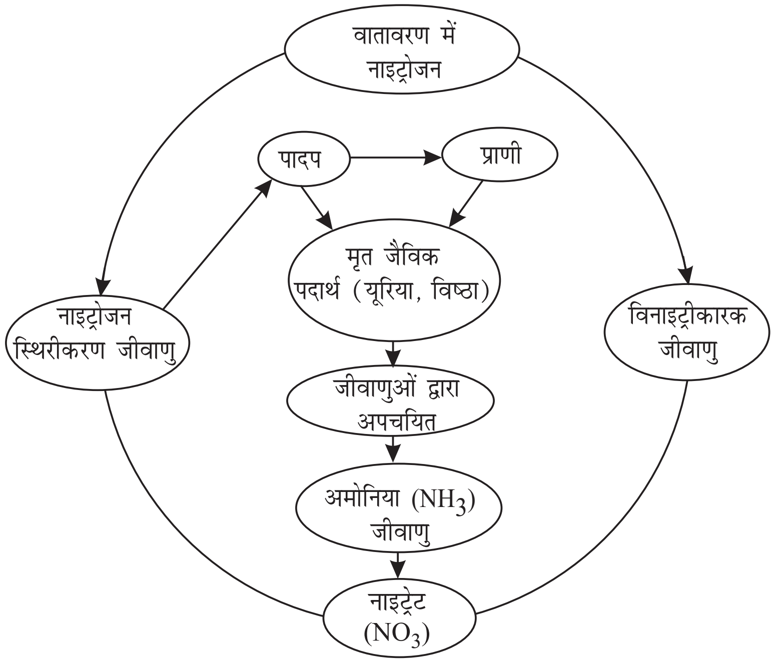
नाइट्रोजन वातावरण में मुख्यत: मुक्त रूप से डाईनाइट्रोजन अथवा नाइट्रोजन गैस के रूप में पाई जाती हैं। यह संयुक्त रूप से चिली साल्टपीटर अथवा सोडियम नाइट्रेट के रूप में पाई जाती है। दक्षिणी अमेरिका का चिली क्षेत्र नाइट्रेट, नाइट्रोजन का मुख्य स्रोत हैं। आण्विक नाइट्रोजन अथवा द्विआण्विक नाइट्रोजन एक अत्यंत स्थाई पदार्थ है क्योंकि इसमें त्रिबंध पाया जाता हैं। अपने स्थायित्व के कारण सामान्य परिस्थितियों में आण्विक नाइट्रोजन ज्यादा क्रियाशील नहीं है। वातावरण में आयतन के हिसाब

से 78.03 प्रतिशत नाइट्रोजन है तथा उसका क्वथनांक ऑक्सीजन से भी कम −195.8°C होता है। जीवधारियों में पाये जाने वाले प्रोटीनों में लगभग 16 प्रतिशत नाइट्रोजन होता है।

10.1.1 नाइट्रोजन-चक्र

नाइट्रोजन सजीवों का एक अनिवार्य अवयव है। नाइट्रोजनी क्षार सभी न्यूक्लीक अम्लों के भाग हैं और प्रोटीन ऐमीनों अम्लों के बने होते हैं तथा नाइट्रोजन इनका एक महत्वपूर्ण घटक है। आप इन दो जैव अणुओं के महत्व के बारे में पहले ही जान चुके हैं।

यद्यपि वायु में 78 प्रतिशत नाइट्रोजन (N_2) विद्यमान है, फिर भी अधिकांश जीव वातावरण के नाइट्रोजन का उपयोग नहीं कर सकते। नाइट्रोजन-चक्र इस नाइट्रोजन को उपयोगी रूप में परिवर्तित करता है। आकाश की बिजली की चमक (lighting) नाइट्रोजन को अमोनिया (NH_3) में स्थिरीकृत करती है और *राइजोवियम* (Rhizobium) जैसे नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवाणु (जो मटर, राजमा, सेम, मूंग आदि दलहनी पौधों की जड़ों में आवास करते हैं), भी नाइट्रोजन को अमोनिया (NH_3) में बदल देते हैं। अधिकांश पादप मृदा से नाइट्रेटों का अवशोषण करते हैं और इनको कोशिकाओं में NH_3 में बदल देते हैं ताकि आगे चलकर उपापचयी अभिक्रियाओं में इसका उपयोग हो सके। जीवाणु मृत जीवों और उनकी विष्ठा (जैसे यूरिया) वर्ज्य पदार्थ को अपघटित कर NH_3 में बदल देते हैं। जीवाणु का एक अन्य समूह इन्हें नाइट्रेटों में बदल देते हैं। ये अपघटित पदार्थ मृदा में रह जाते हैं जिनका उपयोग पौधों द्वारा किया जाता है। इस प्रकार प्रकृति में नाइट्रोजन-तंत्र स्व-नियंत्रित होता है, परन्तु मानवीय क्रियाकलापों के कारण मृदा की नाइट्रोजन का निरंतर ह्रास होता रहता है।



नाइट्रोजन-चक्र

पाठगत प्रश्न 10.1

1. आयतन के हिसाब से वायुमंडल में नाइट्रोजन गैस कितने प्रतिशत उपस्थित होती है?

   ....

2. पौधों में पाये जाने वाले दो जैवअणुओं के नाम बताइए जिनमें नाइट्रोजन पायी जाती है।

   ....

3. नाइट्रोजन एक स्थाई अणु क्यों है?

   ....

4. प्रोटीन में नाइट्रोजन का कितना प्रतिशत होता है?

   ....

5. नाइट्रोजन का क्वथनांक क्या है? बताइए।

   ....

6. सही विकल्प का चयन कीजिए :

   नाइट्रोजन स्थिरीकरण किसका परिवर्तन है :

   (क) वातावरणीय नाइट्रोजन का नाइट्रेटों में

   (ख) वातावरणीय नाइट्रोजन का अमोनिया में

   (ग) वातावरणीय नाइट्रोजन का ऐमीनों अम्लों में

   (घ) (क) और (ख) दोनों का ही

7. जीवमंडल का नाइट्रोजन स्थिर बना रहता है

   (क) नाइट्रोजन चक्र के कारण

   (ख) नाइट्रोजन स्थिरीकरण के कारण

   (ग) औद्योगिक प्रदूषण के कारण

   (घ) नाइट्रोजन अवशोषण के कारण

8. नाइट्रेटों का नाइट्रोजन में परिवर्तन करने वाले सूक्ष्मजीव .... कहलाते हैं

10.2 नाइट्रोजन स्थिरीकरण (जैवीय एवं अजैवीय)

आण्विक नाइट्रोजन का नाइट्रोजन के यौगिकों, विशेषत: अमोनिया में परिवर्तन, 'नाइट्रोजन स्थिरीकरण' कहलाता है। नाइट्रोजन स्थिरीकरण एक अपचायक प्रक्रिया है अर्थात् यदि अपचायक परिस्थितियाँ न हो या यदि ऑक्सीजन उपस्थित हो तो नाइट्रोजन स्थिरीकरण नहीं होगी। नाइट्रोजन स्थिरीकरण दो विभिन्न विधियों द्वारा हो सकता है–अजैवीय तथा जैवीय।

10.2.1 अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण

बिना किसी जीवित कोशिका के भाग लिए नाइट्रोजन का अमोनिया में अपचयन, 'अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण' कहलाता है। यह दो प्रकार का होता है–औद्योगिक एवं प्राकृतिक। उदाहरण के लिए हैबर प्रक्रिया में जब नाइट्रोजन एवं हाइड्रोजन के मिश्रण को उच्च ताप एवं उच्च दाब पर आयरन आक्साइड उत्प्रेरक की सतह पर प्रवाहित करते हैं तो अमोनिया का संश्लेषण होता है।

यह औद्योगिक स्थिरीकरण है तथा नाइट्रोजन, अमोनिया में अपचयित हो जाती है।

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[1000 \text{ atmosphere}]{500°C} 2NH_3$$

प्राकृतिक प्रक्रिया में नाइट्रोजन का स्थिरीकरण वातावरण में होनेवाले वैद्युत् परावेशन द्वारा भी होता है। बिजली चमकने के समय वातावरण में उपस्थित नाइट्रोजन ऑक्सीजन के साथ मिलकर नाइट्रोजन के ऑक्साइड बनाती है।

$$N_2 + O_2 \longrightarrow 2NO \xrightarrow{O_2} 2NO_2$$

नाइट्रोजन के ये ऑक्साइड जलायोजित होकर पृथ्वी के नीचे नाइट्राइट तथा नाइट्रेट संयुक्त यौगिकों के रूप में रिस जाते हैं।

10.2.2 जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण

रासायनिक रूप से यह प्रक्रिया अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण के समान ही है। जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण में, आण्विक नाइट्रोजन का जीवित कोशिका में उपस्थित नाइट्रोजिनेज एंजाइम द्वारा अमोनिया में अपचयन होता है।

पाठगत प्रश्न 10.2

1. नाइट्रोजन स्थिरीकरण को परिभाषित कीजिये।

   ....

2. किस औद्योगिक प्रक्रिया का उपयोग नाइट्रोजन को अमोनिया में बदलने के लिए किया जाता है।

   ....

3. जैवीय तथा अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण में विभेद कीजिए।

   ....

4. उस एन्जाइम का नाम बताइए जो जीवित कोशिका में नाइट्रोजन स्थिरीकरण में सहायक है।

   ....

5. कौन-सी गैस नाइट्रोजन स्थिरीकरण को रोकती है।

   ....

10.3 मुक्तजीवी जीवों द्वारा नाइट्रोजन स्थिरीकरण तथा सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण

नाइट्रोजन स्थिरीकरण कुछ विशिष्ट जीवों द्वारा ही किया जाता है क्योंकि उनमें एक विशिष्ट एन्जाइम, नाइट्रोजिनेज पाया जाता है।

नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रक्रिया मुख्यत: सूक्ष्मजीवी कोशिकाओं जैसे जीवाणु तथा साएनोबैक्टीरिया (नीलहरित शैवालें) में पाई जाती है। ये सूक्ष्मजीव आत्मनिर्भर तथा मुक्त रूप से रहते हैं (तालिका 10.1)

तालिका 10.1 : कुछ मुक्तजीवी सूक्ष्मजीव जो नाइट्रोजन स्थिर करते हैं

सूक्ष्मजीव	स्थान
क्लॉसट्रिडियम	अवायवीय जीवाणु (अप्रकाशसंश्लेषी जीवाणु)
क्लेबिसेला (Klebsiella)	विकल्पी जीवाणु (अप्रकाशसंश्लेषी)
एजेटोबेक्टर	वायवीय जीवाणु (अप्रकाशसंश्लेषी)
रोडोस्पायरिलम	बैंगनी, गन्धकहीन जीवाणु (प्रकाशसंश्लेषी)
एनाबिना	साएनोबैक्टीरिया (प्रकाशसंश्लेषी)

कुछ सूक्ष्मजीव अन्य जीवों के साथ मिलकर नाइट्रोजन स्थिरीकरण करते हैं। पोषी जीव निम्न कुल के पौधे अथवा उच्च पादप समूह से हो सकते हैं। पोषी जीव तथा नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले सूक्ष्म जीवों के बीच एक विशेष संबंध स्थापित हो जाता है जिसे सहजीविता कहते हैं तथा यह प्रक्रिया सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण कहलाती है।

तालिका 10.2 : सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले कुछ जीव

लाइकेन	साएनोबैक्टीरिया (नीलहरित शैवाल) एवं कवकों की विविध जातियां
ब्रायोफाइट	साएनोबैक्टीरिया एवं *ऐन्थोसिरोस*
टेरिडोफाइट	साएनोबैक्टीरिया एवं *ऐजोला*
अनावृतबीजी पौधे	साएनोबैक्टिरिया एवं *सायकस*
ऐंजियोस्पर्म	दलहनी पौधे (लैग्यूम्स) एवं *राइजोबियम*
ऐंजियोस्पर्म	नॉन-लैग्यूमिनस एवं एक्टिनोमाइसिटिज़ (कवक) (जैसे, एलनस, मायरिका एवं पर्सिया इत्यादि)।
ऐंन्ज़ियोस्पर्म	ब्राजीलियन घास (डिजिटेरिया), मक्का एवं एजोस्पाइरिलम

10.3.1 जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण की प्रक्रिया

नाइट्रोजन स्थिरीकरण के लिए आवश्यक घटक है:

(i) आण्विक नाइट्रोजन

(ii) नाइट्रोजन को अपचयित करने के लिए उच्च अपचायक क्षमता वाले अणु जैसे FAD (फ्लैविन ऐडीनीन डाइन्यूक्लियोटाइड)

(iii) डाईनाइट्रोजन को हाइड्रोजन स्थानांतरित करने के लिए ऊर्जा स्रोत (ATP)

(iii) नाइट्रोजिनेज एंजाइम

(v) बनने वाली अमोनिया को ग्रहण करने वाले यौगिक क्योंकि अमोनिया कोशिका के लिए विषैली होती है।

अपचायक एजेंट एवं ATP प्रकाशसंश्लेषण एवं श्वसन द्वारा प्राप्त होते हैं।

संपूर्ण जैव रासायनिक क्रिया में चरणब) ढंग से नाइट्रोजन का अमोनिया में अपचयन होता है। नाइट्रोजिनेज एंजाइम मोलिब्डिनेम एवं आयरन युक्त प्रोटीन होता है तथा यह आण्विक नाइट्रोजन के बंधन स्थान पर जुड़ता है। नाइट्रोजन का यह अणु हाइड्रोजन से क्रिया करता है। (हाइड्रोजन अपचयित एन्जाइम से प्राप्त होती है) तथा चरणब) ढंग से अपचयित होता है। यह पहले डाइएमाइड (N_2H_2) बनाता है उसके पश्चात् हाइड्रेजाइम (N_2H_4) तथा अंत में अमोनिया ($2NH_3$) बनाता हैं।

अमोनिया नाइट्रोजन स्थिरीकारकों द्वारा मुक्त नहीं होती है क्योंकि अमोनिया कोशिकाओं के लिए विषैली होती है, अतः स्थिरीकारक अमोनिया एवं कार्बनिक अम्लों को मिलाकर ऐमीनो अम्ल बना देते हैं।

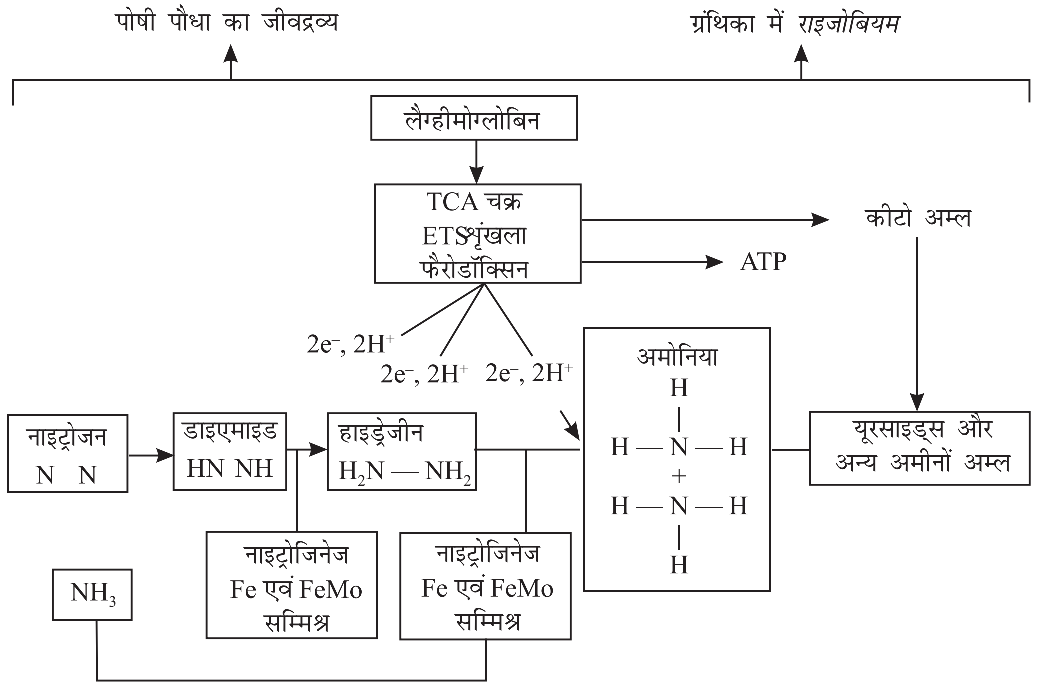
नाइट्रोजन स्थिरीकरण को निम्न प्रकार से सामान्य समीकरण द्वारा दर्शाया जा सकता है।

$$N_2 + 16ATP + 8H^+ + 8e^- \longrightarrow 2NH_3 + 16ADP + 16Pi + H_2$$

> आण्विक नाइट्रोजन बहुत ही स्थायी अणु है अतः नाइट्रोजन को चरणब) ढंग से अमोनिया में परिवर्तित करने के लिए कोशकीय ऊर्जा की पर्याप्त मात्रा (ATP के रूप में) में आवश्यकता होती हैं।

दलहनी पौधों (लैग्यूम्स) में, नाइट्रोजन स्थिरीकरण एक विशिष्ट भाग में होता है जिसे ग्रन्थिका (Nodule) कहते हैं। ग्रन्थिका का निर्माण राइजोवियम जीवाणु एवं लैग्यूम के बीच परस्पर प्रतिक्रिया के फलस्वरूप होता है (चित्र 6.4c देखें)। नाइट्रोजन स्थिरीकरण के जैव रासायनिक चरण समान होते हैं, यद्यपि लैग्यूम ग्रन्थिकाओं में एक विशिष्ट प्रोटीन पाया जाता है जिसे **लेग्हीमोग्लोबिन** कहते हैं। लेग्हीमोग्लोविन का संश्लेषण सहजीविता के कारण होता है, क्योंकि इसे अकेले जीवाणु तथा लेग्यूम नहीं बना सकते हैं। अभी हाल ही में ज्ञात हुआ है कि पोषी पौधे के अनेक जीन इसको बनाने में मदद करते है लेग्हीमोग्लोबिन के अतिरिक्त, एक प्रोटीनो का समूह का भी निर्माण होता है जिसे नोडयूलिंस कहते हैं यह सहजीवी संबंध बनाने एवं ग्रंथिकाओं के कार्यों को सुचारू ढंग से कार्य करने में मदद करता है।

> लैग्हीमोग्लोबिन का निर्माण जीवाणु एवं लैग्यूम की जड़ की पारस्परिक क्रिया के फलस्वरूप होता है। *राइजोबियम* के जीन ''हीम'' का कूटन करते हैं तथा लैग्यूम जड़ की कोशिकाएँ ग्लोबिन भाग को कूटित करती है। दोनों कूटनों के उत्पाद मिलकर अंत में लेग्हीमोग्लोविन प्रोटीन बनाते हैं।



चित्र 10.1: नाइट्रोजन स्थिरीकरण में जैवरासायनिक चरणों का सरलीकृत बहावपटलिका

लैग्हीमोग्लोबिन ऑक्सीजन के आंशिक दबाव को कम करता है तथा नाइट्रोजन स्थिरीकरण में मदद करता है। लेकिन यह गुण केवल लैग्यूमों में ही होता है क्योंकि मुक्त रूप से पाए जाने वाले सूक्ष्म-जीवों में नाइट्रोजन स्थिरीकारक लैग्हीमोग्लोबिन का अभाव होता है। इसके अतिरिक्त यह साएनोबैक्टिरिया युक्त सहजीवन वाले अन्य पौधों में पाया जाता है।

पाठगत प्रश्न 10.3

1. निम्नलिखित को सुमेलित कीजिए :

	कॉलम I		कॉलम II
(i)	*ऐजोटोबेक्टर*	(क)	अवायवीय नाइट्रोजन स्थिरीकारक
(ii)	*क्लॉसट्रिडियम*	(ख)	वायवीय नाइट्रोजन स्थिरीकारक
(iii)	*लाइकेन*	(ग)	नाइट्रोजन स्थिरीकारक साएनोबेक्टिरियम
(iv)	*एनाबीना*	(घ)	सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकारक

2. कौन सा अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्मस) पौधा नाइट्रोजन का स्थिरीकरण करता हैं?

....

3. क्या नाइट्रोजन स्थिरीकरण में कोई गैस निकलती है, यदि हाँ तो उसका नाम बताइए?

....

4. नाइट्रोजन के एक अणु को अपचयित करने के लिए कितने ATP अणु चाहिए?

....

5. नाइट्रोजन के अपचयन के लिए हाइड्रोजन का मुख्य स्रोत क्या है?

....

6. कॉलम I को कॉलम II से सुमेलित कीजिए :

कॉलम I	कॉलम II
(i) लेग्हीमोग्लोबिन	(a) सायनोबेक्ट्रियम
(ii) ऐनाबीना	(b) लैग्यूम पौधे
(iii) अपचयन प्रक्रिया	(c) नाइट्रोजन स्थिरीकरण

7. सहजीवन को स्थापित एवं ग्रंथिका कार्यों को सुचारू रूप से चलाने में सहायक प्रोटीन का नाम बताइये?

....

10.4 पौधों द्वारा नाइट्रेट एवं अमोनिया का स्वांगीकरण

जैसा कि पिछले खंड में बताया जा चुका है कि नाइट्रोजन स्थिरीकरण केवल कुछ विशिष्ट सूक्ष्मजीवों एवं पौधों में होता है परंतु सभी पौधों को नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है, क्योंकि यह सामान्य उपापचय के लिए आवश्यक है। अत: वे पौधे, जो नाइट्रोजन स्थिर नही कर सकते, वे अपनी उपापचयी क्रियाओं के लिए संयुक्त नाइट्रोजन स्रोत, जैसे नाइट्रेट एवं अमोनिया, का उपयोग करते हैं। प्राय: सभी पौधों द्वारा अवशोषित नाइट्रेट का अमोनिया में अपचयन दो एंजाइम द्वारा होता है। नाइट्रेट से नाइट्राइट परिवर्तन का पहला चरण नाइट्रेट रिडक्टेज एंजाइम द्वारा उत्प्रेरित होता है। इस एंजाइम के अन्य प्रमुख घटक है FAD, साइट्रोक्रोम, NADPH अथवा NADH एवं मेलिविड्नम

$$NO_3^- + NADH + H^+ \xrightarrow{\text{नाइट्रेट रिडक्टेज}} NO_2^- + NAD^+ + H_2O$$

नाइट्रेट अपचयन की संपूर्ण प्रक्रिया साइटोसॉल में होती है तथा अभिक्रिया ऊर्जा पर निर्भर होती है। एंजाइम नाइट्रेट रिडक्टेज का अन्य पौधों में भी अध्ययन किया गया है तथा यह देखा गया है कि इसका लगातार संश्लेषण एवं विघटन होता रहता है। नाइट्रेट रिडक्टेज एन्जाइम को प्रेरित किया जा सकता है इसका अर्थ है कि साइटोसॉल में नाइट्रेट की मात्रा बढ़ाने से नाइट्रेट रिडक्टेज एंजाइम की मात्रा को बढ़ाया जा सकता है।

परंतु अमोनियम आयन (NH_4^+) की अधिकता का नाइट्रेट रिडेक्टेज एंजाइम पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। पौधों में यह भी देखा गया है कि प्रकाश की उपस्थिति में यदि नाइट्रेट की उपलब्धता है तो नाइट्रेट रिडेक्टेज बढ़ जाता है।

द्वितीय चरण में पहले चरण में बने नाइट्राइट का अमोनिया में अपचयन हो जाता है तथा यह अभिक्रिया नाइट्रासइट रिडक्टेज द्वारा उत्प्रेरित होती है। साइटोसॉल में उपस्थित नाइट्राइट का हरित लवक में स्थानांतरण हो जाता है जहाँ ये अमोनिया में अपचयित हो जाता है।

$$NO_2^- + 3NADPH + 3H^+ \xrightarrow{\text{नाइट्राइट रिडक्टेज}} NH_3 + 3NADP^+ + H_2O + OH^-$$

एंजाइम नाइट्राइट रिडक्टेज NADH, NADPH तथा FAD से इलेक्ट्रॉन ग्रहण कर सकता है। इसके अतिरिक्त अपचयित फैरिडाक्सिन भी नाइट्राइट रिडक्टेज की उपस्थिति में नाइट्राइट को अमोनिया में अपचयित करने के लिए इलेक्ट्रॉन देता है। इस प्रकार उत्पन्न अमोनिया पौधे के लिए विषैली होती है। अत: वे इसका शीघ्रता से उपयोग करते हैं। कुछ पौधे, जैसे शैवाल, अधिक मात्रा में बनी अमोनिया को छोड़ते हैं जिसका मृदा एवं जल में उपस्थित सूक्ष्म जीवों द्वारा नाइट्राइट एवं नाइट्रेट में ऑक्सीकरण होता है।

पाठगत प्रश्न 10.4

1. अकार्बनिक नाइट्रोजन का कौन सा-रूप सर्वाधिक अपचयित है?

   ....

2. निम्न का सुमेलन कीजिए :

कॉलम I	कॉलम II
(i) नाइट्रेट रिडक्टेज	(क) नाइट्रोजन स्थिरीकरण
(ii) नाइट्राइट रिडक्टेज	(ख) नाइट्रेट अपचयन
(iii) नाइट्रोजिनेज	(ग) नाइट्राइट अपचयन

3. नाइट्रेट का नाइट्राइट में अपचयन कोशिका के किस भाग में होता है?

   ....

4. अकार्बनिक नाइट्रोजन की सर्वाधिक ऑक्सीकृत अवस्था कौन-सी है?

   ....

5. पौधे के किस अंग में नाइट्राइट से अमोनिया का अपचयन उत्प्रेरित होता है?

   ....

10.5 पौधों द्वारा ऐमीनों अम्लों का संश्लेषण

जैसा कि आपने देखा कि पौधों द्वारा अमोनिया उत्पादन निम्नलिखित तरीकों से हो सकता है। (i) नाइट्रोजन स्थिरीकरण, (ii) नाइट्रेट के नाइट्राइट में अपचयन द्वारा। अमोनियम (NH_4^+) संयुक्त नाइट्रोजन की सर्वाधिक अपचयित अवस्था है। यह अकार्बनिक संयुक्त नाइट्रोजन की सबसे अधिक ऐमीनो अम्लों

के निर्माण का मुख्य स्रोत है जो प्रोटीन एवं एंजाइम के उत्पादन का मुख्य आधार है। ऐमीनों अम्लों में दो प्रमुख रासायनिक समूह होते है: (i) एमीनो समूह (NH_2) (ii) कार्बोक्सिल समूह विद्यमान (–COOH)

$$\begin{array}{c} H \\ | \\ R - C - COOH \\ | \\ NH_2 \end{array}$$

चित्र 10.2: एक प्रारूपिक ऐमीनों अम्ल कार्यकारी समूह के साथ जिसमें R एल्काइल समूह को प्रदर्शित करता है।

एक सामान्य ऐमीनों अम्ल R = ऐल्काइल समूह इस प्रकार उत्पन्न, अमोनियम, ऐमीनो समूह का प्रमुख स्रोत है। परंतु कार्बोक्सिल समूह अन्य कार्बनिक अणुओं से मिलते हैं जिनका संश्लेषण पौधों में होता है। पौधों में ऐमीनो अम्लों के जैव-संश्लेषण की दो प्रमुख प्रक्रियाएँ है:

अपचयित ऐमीनीकरण अभिक्रिया : इस अभिक्रिया में अमोनिया एक कीटो अम्ल से अभिक्रिया करती है। क्रेब्स चक्र के दौरान बना एल्फा कीटोग्लूटैरिक अम्ल सबसे महत्त्वपूर्ण कीटो अम्ल है। कीटो अम्ल एंजाइमीकृत अपचयित ऐमीनीकरण द्वारा ऐमीनो अम्ल बनाता है।

α-कीटोग्लूटैरिक अम्ल + NH_3 $\xrightarrow{\text{ग्लूटैमेट डिहाइड्रोजिनेस}}$ ग्लूटैमिक अम्ल

–कीटो अम्ल + अमोनिया ग्लूटैमिक अम्ल (ऐमीनो अम्ल)

इसी प्रकार आक्सेलो–एसीटिक अम्ल के अपचयित ऐमीनीकरण द्वारा एसपार्टिक अम्ल (Aspertic Acid) का निर्माण होता है।

> यह देखा गया है कि अपचयित ऐमीनीकरण पौधों के उपापचयी प्रक्रिया में अमोनिया के प्रवेश का मुख्य स्थान है; यही से ग्लूटैमिक अम्ल और उसके उपरांत अन्य ऐमीनों अम्लों का संश्लेषण प्रारंभ होता है।

10.5.2 पराऐमीनीकरण अभिक्रिया (Transamination reaction)

ऐमीनो अम्ल के जैव-संश्लेषण की यह दूसरी महत्त्वपूर्ण अभिक्रिया है। इस अभिक्रिया में पहले से संश्लेषित ऐमीनो अम्ल से ऐमीनो समूह का स्थानांतरण कीटो अम्ल को हो जाता है।

α-कीटोग्लूटारिक अम्ल + एसपार्टिक अम्ल $\xrightarrow{\text{ट्रांसएमीनेज}}$ ग्लूटामिक अम्ल + आक्सेलो एसिटिक अम्ल

(कीटो अम्ल) (ऐमीनो अम्ल) (ऐमीनो अम्ल) (कीटो अम्ल)

उपरोक्त अभिक्रिया में एस्पार्टिक अम्ल अपना एमीनो समूह (NH_2) α–कीटोग्लूटारिक अम्ल को स्थानांतरित कर ग्लूटामिक अम्ल का संश्लेषण करता है तथा कीटो अम्ल मुक्त करता है। यह अभिक्रिया ट्रान्सएमीनेज एन्जाइम द्वारा उत्प्रेरित होती हैं। इस विधि द्वारा अनेक ऐमीनो अम्लों का संश्लेषण होता

है। ऐमीनो अम्ल नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक अणु है। नाइट्रोजन युक्त कार्बनिक अणुओं का संश्लेषण कीटो अम्लों में अमोनिया से ऐमीनो समूह का जुड़ने का एक प्रमुख चरण है।

पाठगत प्रश्न 10.5

1. कॉलम I और II में दिए गए आइटमों को मिलान कीजिए:

I		II
(i)	ऐमीनो अम्ल	(क) कीटो अम्ल
(ii)	ग्लूटैमिक अम्ल	(ख) ऐमीनो समूह एवं कार्बोक्सिल समूह
(iii)	रकीटोग्गूटैरिक अम्ल	(ग) ऐमीनो अम्ल

2. पौधों में एमीनो अम्लों के जैव संश्लेषण की दो जैवरासायनिक अभिक्रियाओं के नाम बताइये।

   ....

3. एन्जाइमों का कौन-सा समूह ट्रॉसएमीनेशन अभिक्रिया को उत्प्रेरित करता है?

   ....

4. अपचयित ऐमीनीकरण अभिक्रिया द्वारा ऐमीनो अम्ल के संश्लेषण में ऐमीनो समूह का स्रोत क्या है?

   ....

5. ग्लूटामिक अम्ल के संश्लेषण में कीटो अम्ल का स्त्रोत क्या है?

   ....

आपने क्या सीखा

- नाइट्रोजन अनेक जैव-अणुओं जैसे ऐमीनो अम्लों, प्रोटीनों तथा एंजाइमों का प्रमुख घटक है।
- विटामिन, ऐल्कोलॉयड, न्यूक्लिक अम्ल, वर्णक तथा कुछ वृद्धि हार्मोन्स जैसे अणुओं में भी नाइट्रोजन उपस्थित होती है।
- आण्विक नाइट्रोजन त्रिबंध युक्त स्थायी अणु है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण नाइट्रोजन का अमोनिया में अपचयन है।
- अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण एक औद्योगिक प्रक्रिया (हैबर विधि) है।

- जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवित कोशिका में होता है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण प्रक्रिया को उत्प्रेरित करने वाला एन्जाइम नाइट्रोजिनेज है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण मुक्त-जीवों सूक्ष्म जीवों अथवा सहजीवी तंत्रों में पाया जाता है।
- लाइकेन, टेरिडोफाइटों, ब्रायोफाइटों, जिम्नोस्पर्मो एवं लैग्यूम जैसे अनेक सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले तंत्र हैं।
- साएनों बैक्टीरिया, लाइकेन, टेरिडोफाइटों एवं जिम्नोस्पर्मो में पाए जाना वाला सहजीवी घटक है।
- लैग्यूमों में जीवाणु की राइजोवियम स्पीशीज सहजीवी होती है।
- नाइट्रोजन स्थिरीकरण में ऊर्जा एवं इलेक्ट्रानों का स्त्रोत प्राय: पाइरूबिक अम्ल होता है।
- हाइड्रजोजन गैस नाइट्रोजन स्थिरीकरण में मदद कर सकती है।
- नाइट्रोजन की सर्वाधिक आक्सीकृत अवस्था नाइट्रेट तथा सर्वाधिक अपचयित अवस्था अमोनिया है।
- एन्जाइम नाइट्रेट रिडक्टेज द्वारा नाइट्रेट नाइट्राइट में अपचयित होता है।
- ऐमीनो अम्ल में दो क्रियात्मक समूह–ऐमीनों समूह तथा कार्बोक्सिल समूह होते हैं।
- कीटो अम्लों के अपचयित अमोनीकरण द्वारा ऐमीनो अम्लों का उत्पादन किया जा सकता है।
- पराऐमीनीकरण (ट्रासएमीनेशन) द्वारा भी ऐमीनो अम्लों का उत्पादन किया जा सकता है।
- अपचयित अमोनीकरण अभिक्रिया डिहाइड्रोजिनेस एन्जाइम द्वारा उत्प्रेरित होती है।
- पराऐमीनीकरण अभिक्रिया ट्रासएमिनेज एन्जाइम द्वारा होती है।

पाठांत प्रश्न

1. नाइट्रोजन स्थिरीकरण को परिभाषित कीजिये।
2. बिजली चमकने के दौरान संयुक्त नाइट्रोजन का कौन सा रूप उत्पन्न होता है?
3. एन्जाइम तथा प्रोटीनों के अतिरिक्त ऐसे तीन जैव अणुओं के नाम बताइये जिनमें नाइट्रोजन पाया जाता है।
4. नाइट्रोजन स्थिर करने वाले एक वायवीय तथा अवायवीय जीवाणु का नाम बताइएँ।
5. α-कीटोग्लूटैरिक अम्ल के अपचयित ऐमीनीकरण द्वारा किस ऐमीनो अम्ल का संश्लेषण होता है?
6. जैवीय एवं अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण में अंतर बताइएँ।
7. जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण के लिए क्या आवश्यक है?

8. लैग्हीमोग्लोबिन मानवीय हीमोग्लोबिन से किस प्रकार भिन्न है?
9. लैग्हीमोग्लोबिन का क्या कार्य है?
10. नाइट्रेट रिडक्टेज एवं नाइट्राइट रिडक्टेज में क्या क्रियात्मक भिन्नताएँ है?
11. नाइट्रोजन स्थिरीकरण एवं नाइट्रोजन स्वांगीकरण में क्या अंतर है? संक्षेप में अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण की विधि समझाइए।
12. जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण के विभिन्न चरणों को संक्षेप में बताइये।
13. मुक्तजीवी तथा सहजीवी नाइट्रोजन स्थिर करने वाले अजीवाणुओं का उचित उदाहरण दीजिए।
14. मुक्तजीवी तथा लैग्यूमिनस नाइट्रोजन स्थिरीकरण करने वाले सूक्ष्म जीवों में क्या मुख्य अन्तर है।?
15. पौधों में नाइट्रेट एवं नाइट्राइट अपचयन का वर्णन कीजिएँ।
16. पौधों में ऐमीनो अम्लों के संश्लेषण की अपचयित पराऐमीनीकरण अभिक्रिया का वर्णन कीजिये।
17. पौधों में ऐमीनो अम्ल के संश्लेषण की पराऐमीनीकरण अभिक्रिया का वर्णन कीजिए। यह अपचयित ऐमीनीकरण से किस प्रकार भिन्न हैं?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

10.1 1. 78.03 प्रतिशत 2. प्रोटीन तथा एन्जाइम
3. क्योंकि इसमें त्रिबंध होता है। 4. 16 प्रतिशत
5. −195.8°C

10.2 1. आण्विक नाइट्रोजन का अमोनिया में परिवर्तन
2. हैबर का प्रक्रम
3. जैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवित कोशिका में तथा अजैवीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण जीवित कोशिका के बाहर होता है।
4. नाइट्रोजिनेज
5. ऑक्सीजन

10.3 1. (i) (ख) (ii) (क) (iii) (घ) (iv) (ग)
2. साइकस
3. हाँ, हाइड्रोजन गैस

4. 16 ATP
5. अपचयित को एन्जाइम जैसे फैरीडॉक्सिन
6. (i) (ख) (ii) (क) (iii) (ग)
7. ग्रन्थिका

10.4 1. NH

2. (i) (ख) (ii) (ग) (iii) (क)

3. साइटोसॉल 4. नाइट्रेट 5. हरितलवक

10.5 1. (i) (ख) (ii) (ग) (iii) (क)

2. अपचयित अमोनीकरण एवं पराऐमीनीकरण

3. ट्राँसएमिनेजेंज

4. अमोनिया

5. ऐल्फा कीटोग्लूटैरिक अम्ल

11

प्रकाशसंश्लेषण

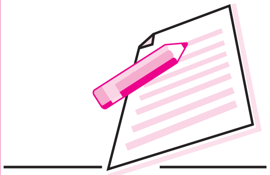
प्रकाशसंश्लेषण (Photosynthesis - Photo = प्रकाश; Synthesis = जुड़ना, निर्माण) पृथ्वी पर होने वाली एकमात्र वह प्रक्रिया है जिस पर मनुष्य तथा समस्त जीवधारियों का जीवन निर्भर है। इस प्रक्रिया द्वारा हरे पौधे, शैवाल तथा हरित लवक-धारी जीवाणु, अकार्बनिक अणुओं से सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में अपना भोजन (कार्बनिक पदार्थ) बनाते हैं। असंख्य कार्बनिक अणुओं जिनसे मिलकर जीवित प्राणियों की रचना होती है प्रत्यक्ष अथवा अप्रत्यक्ष रूप से प्रकाशसंश्लेषण द्वारा ही निर्मित होते हैं। कार्बनिक पदार्थों के ऑक्सीकरण द्वारा संचित ऊर्जा का उपयोग प्राणी विभिन्न उपापचयी क्रियाओं के संचालन में करते हैं। यहाँ यह कहना महत्त्वपूर्ण है कि प्रकाशसंश्लेषण ही एकमात्र ऐसी प्राकृतिक प्रक्रिया है जो वातावरण में ऑक्सीजन छोड़ती है तथा सभी जीवित प्राणी श्वसन हेतु इसी ऑक्सीजन पर निर्भर हैं।

आप पाठ–4 में पढ़ चुके है कि हरितलवकों में प्रकाशसंश्लेषण क्रिया सम्पन्न होती है अथवा अन्य शब्दों में हरितलवक सौर–बैटरी की तरह कार्य करके कार्बोहाइड्रेटों का निर्माण करते हैं। इस पाठ में आप सीखेगें कि पौधे किस प्रकार प्रकाशसंश्लेषण करते हैं।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आप :

- *प्रकाशसंश्लेषण को परिभाषित कर सकेंगें;*
- *हरितलवक में पाये जाने वाले विभिन्न वर्णको के नाम तथा हरितलवकों की अतिसूक्ष्म संरचना का विवरण चित्र सहित जान सकेगें;*
- *प्रकाशसंश्लेषण के विभिन्न आयामों की विवेचना कर सकेंगें;*
- *प्रकाशसंश्लेषण की प्रकाश (दीप्त) तथा अप्रकाशी (अदीप्त) अभिक्रियाओं में अंतर्निहित विभिन्न चरणों को समझ सकेगें;*
- *अवशोषण वर्णक्रम, इलेक्ट्रॉन-ग्राही, प्रकाश–फास्फेटीकरण एवं सक्रिय वर्णक्रम को परिभाषित कर सकेगें;*



- *अवशोषण वर्णक्रम एवं सक्रिय वर्णक्रम; दीप्त एवं अदीप्त अभिक्रियाएँ; चक्रीय एवं अचक्रीय फॉस्फेटीकरण; C_3 एवं C_4 प्रकाशसंश्लेषण में अंतर स्पष्ट कर सकेगें;*
- *प्रकाशसंश्लेषण को प्रभावित करने वाले पर्यावरणीय कारकों एवं आंतरिक कारकों की सूची बना सकेगें;*
- *उपयुक्त ग्राफों के माध्यम से सीमाकारकों के सिद्धांत का वर्णन कर सकेगें।*

11.1 प्रकाशसंश्लेषण

11.1.1 प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया के महत्त्व के विषय में जानें

महत्त्व

1. हरे पौधों में एक वर्णक जिसे हरितलवक कहते है, पाया जाता है। यह ऊर्जा को ग्रहण, परिवर्तित एवं स्थानांतरित करके इसे पृथ्वी पर सभी जीवों के लिए उपलब्ध करा सकता है।
2. प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया में प्रकाश ऊर्जा का रूपांतरण रासायनिक ऊर्जा में होता है।
3. हरे पौधो के अलावा कोई भी जीव सौर ऊर्जा का सीधा उपयोग नहीं कर सकता है अत: सभी प्राणी अपने जीवन निर्वाह हेतु हरे पौधों पर निर्भर रहते हैं।
4. हरे पौधे अकार्बनिक पदार्थों से अपना कार्बनिक भोजन स्वयं बनाते हैं अत: उन्हें स्वपोषी कहते हैं जबकि अन्य जीव अपना भोजन स्वयं नहीं बना सकते अत: उन्हें विषमपोषी कहते हैं।
5. प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया के दौरान वातावरण में ऑक्सीजन मुक्त होती हैं जिससे पर्यावरण अन्य जीवों के जीवित रहने लायक बन पाता है।
6. प्रकाशसंश्लेषण द्वारा बने सरल कार्बोहाइड्रेट परिवर्तित होकर लिपिड, प्रोटीन, न्यूक्लिक अम्ल तथा अन्य कार्बनिक पदार्थों में बदल जाते हैं।
7. हरे पौधे एवं इनके उत्पाद सभी जीवधरियो के मुख्य भोजन हैं।
8. जीवाश्मीय ईंधन जैसे–कोयला गैस, तथा तेल इत्यादि भी प्राचीन भूगर्भीय काल के पेड़-पौधों के प्रकाशसंश्लेषण के ही उत्पाद है।

11.1.2 प्रकाशसंश्लेषण क्या है?

प्रकाशसंश्लेषण (Photo = प्रकाश; Synthesis = जोड़ना, संश्लेषण) वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा हरे पौधे सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में जल एवं कार्बन डाईआक्साइड के संयोग से कार्बोहाइड्रेटों का निर्माण करते हैं तथा इस प्रक्रिया में उप-उत्पाद (By-product) के रूप में ऑक्सीजन निर्मुक्त होती है। प्रकाशसंश्लेषण के विषय में अद्यतन जानकारी पिछले 300 वर्षों की खोजो का नतीजा है। इनमें से कुछ विशिष्ट प्रयोग नीचे बॉक्स में दिये गए हैं।

- जोसेफ प्रीस्ट्ले तथा इसके पश्चात् जान इंजेंनहॉज ने बताया कि पौधों में वायुमंडल से CO_2 को ग्रहण करने एवं वातावरण में ऑक्सीजन छोड़ने की क्षमता है।
- इंजेनहॉज ने यह भी बताया कि पौधो द्वारा ऑक्सीजन छोड़ने की प्रक्रिया सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति तथा पौधो के हरे भाग में ही होती हैं।
- रॉबर्ट हिल ने प्रदर्शित किया कि यदि पृथक्कृत हरितलवकों को इलेक्ट्रॉन ग्राही की उपस्थिति में प्रतिदीप्त किया जाए तो वह ऑक्सीजन मुक्त करते हैं तथा इलेक्ट्रॉन ग्राही अपचयित हो जाते हैं। इस अभिक्रिया को हिल प्रतिक्रिया कहते हैं। इसके द्वारा जल (प्रकाश अपघटन) को इलेक्ट्रॉन के स्रोत के रूप में प्रयोग करके कार्बन स्थिरीकरण द्वारा ऑक्सीजन एक उपोत्पाद के रूप में मुक्त होती है।

विश्लेषण का निरूपण निम्न रासायनिक समीकरण द्वारा किया जा सकता है

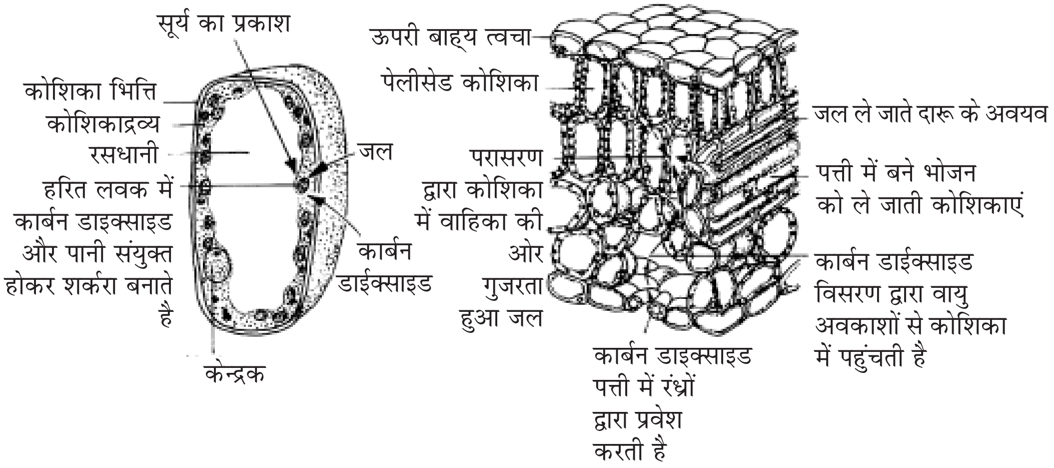
$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{सूर्य का प्रकाश}]{\text{पर्णहरिम}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

प्रकाशसंश्लेषण में CO_2 का स्थिरीकरण (अथवा अपचयन) कार्बोहाइड्रेटस (ग्लूकोज $C_6H_{12}O_6$) में हो जाता है। पानी का सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में विखंडन (पानी का प्रकाश अपघटन) होकर ऑक्सीजन मुक्त होती है। याद रखें कि निकलने वाली ऑक्सीजन पानी के अणु से आती है CO_2 से नहीं।

11.1.3 प्रकाशसंश्लेषण कहाँ होता है?

प्रकाशसंश्लेषण पौधो के हरे भाग मुख्यत: पत्तियाँ, कभी-कभी हरे तने एवं पुष्प कलिकाओं द्वारा भी होता है। पत्तियों की विशिष्टीकृत कोशिकाएँ जिन्हें मद्योतक कहते हैं, उनमें हरितलवक पाये जाते हैं। ये हरितलवक ही प्रकाशसंश्लेषण के वास्तविक कार्यशील केन्द्र हैं।

चित्र 11.1 को देखिये ताकि कोशिका संरचना और कार्य नामक पाठ (4) में हरितलवक की संरचना के विषय में जो कुछ आपने सीखा था, याद आ जाए।



चित्र 11.1 हरितलवक की संरचना

11.2 प्रकाशसंश्लेषी वर्णक

हरितलवक के थायलोकॉयड में ऐसे वर्णक विद्यमान होते है जो भिन्न-भिन्न तरंगदैर्ध्यों को अवशोषित करके प्रकाशसंश्लेषण की प्रकाशरासायनिक अभिक्रियाएं करते है। वर्णको का कार्य प्रकाश ऊर्जा को अवशोषित कर उन्हें रासायनिक ऊर्जा में बदलना होता है। ये वर्णक हरितलवक झिल्लियों पर स्थित होते है और हरितलवक कोशिकाओं के भीतर इस प्रकार व्यवस्थित होते हैं ताकि ये झिल्लियाँ प्रकाश स्रोत के साथ समकोण बनाती हुई रहे और अधिक-से-अधिक प्रकाश अवशोषण होता रहे। उच्च पादपों में प्रकाशसंश्लेषी वर्णको को दो भागों में बाँटा गया है–हरितलवक एवं कैरोटेनायड।

हरितलवक प्रकाशसंश्लेषण क्रिया में भाग लेने वाला मुख्य संश्लेषी वर्णक हैं। यह एक बड़ा अणु है तथा यह बैंगनी नीला तथा दृश्य वर्णक्रम के लाल भाग में प्रकाश को अवशोषित करता है तथा हरे प्रकाश को परिवर्तित करता है इसलिए पत्तियाँ हरी दिखती है। कैरोटेनायड (कैरोटीन एवं जैन्थोफिल) वर्णक्रम के उस हिस्से के प्रकाश को अवशोषित करता है जो हरितलवक द्वारा अवशोषित नहीं होता।

हरितलवक 'ए' (एक विशिष्ट प्रकार का हरितलवक) सौर ऊर्जा को विद्युत एवं रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करने वाला प्रमुख वर्णक है। अत: इसे अभिक्रिया केंद्र कहते हैं।

अन्य दूसरे वर्णक जैसे हरितलवक 'बी' एवं कैरोटेनॉयड को सहायी वर्णक कहते हैं क्योंकि ये वर्णक अवशोषित ऊर्जा को, हरितलवक 'ए' को स्थानांतरित कर देते हैं वर्णक, जैसे अभिक्रिया केंद्र (हरितलवक-ए) एवं सहायी वर्णक (हार्वेस्टिग केन्द्र) एक क्रियात्मक गुच्छों (समूहों) में एकत्र होते हैं इन्हें प्रकाश तंत्र कहते है। प्रकाश तंत्र दो प्रकार के होते हैं-PSI तथा PSII

एक प्रकाश तंत्र 250-400 वर्णक अणुओं से मिलकर बना होता है। दोनों प्रकाश तंत्रों के अभिक्रिया केंद्र में पर्णहरिम-ए की विभिन्न संरचनाएँ होती है। प्रकाश तंत्र I (PSI), में पर्णहरिम-ए का अभिक्रिया केंद्र 700mm (P_{700}) तरंगदैर्ध्य किरणों का अवशोषण करता है तथा प्रकाश तंत्र II (PS II) में अभिक्रिया केंद्र 680mm (P_{680}) का सर्वाधिक अवशोषण करता है। (P = वर्णक के लिए प्रयुक्त होता है) प्रकाश तंत्रों का प्राथमिक कार्य, आपस में प्रतिक्रिया करके सूर्य और सौर ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा (ATP) में बदलता है। दोनों प्रकाश तंत्रों में अंतर तालिका 11.1 में दिये गए है :

तालिका 11.1 प्रकाशतंत्र-I तथा प्रकाशतंत्र II में अंतर

प्रकाशतंत्र I	प्रकाशतंत्र II
प्रकाशतंत्र I में पर्णहरिम-'ए' के अभिक्रिया केंद्र में 700 mm तरगदैर्ध्य का सर्वाधिक अवशोषण होता है। इस अभिक्रिया केंद्र को P_{700} भी कहते हैं।	प्रकाश तंत्र II में पर्णहरिम 'ए' के अभिक्रिया केंद्र में 680 mm तरंगदैर्ध्य का सर्वाधिक अवशोषण होता है। इस अभिक्रिया केंद्र को P_{680} भी कहते हैं
प्राथमिक इलेक्ट्रॉनग्राही एक लौह-प्रोटीन (Fe-S प्रोटीन) होता है।	प्राथमिक इलेक्ट्रॉन ग्राही एक रंगहीन पर्णहरिम जिसमें मैग्नीशियम का अभाव होता है उसे फियोफिल-*a* भी कहते हैं
इसमें इलेक्ट्रॉन वाहको का समूह : जैसे प्लास्टोसानिन, फैरिडॉक्सिन एवं साइटोक्रोम विद्यमान होते हैं	इसमें इलेक्ट्रॉन वाहकों का समूह जैसे : फियोफाइटिन, प्लास्टोकुइनॉन, एवं साइटोक्रोम विद्यमान होते हैं।

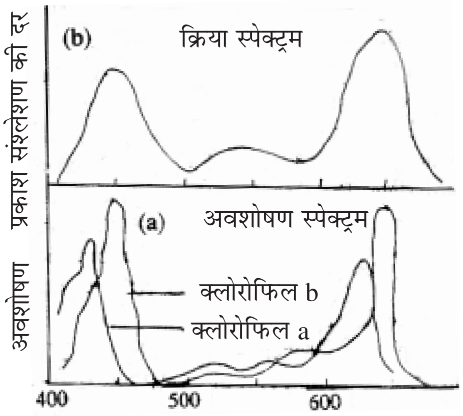
11.3 प्रकाशसंश्लेषण में सूर्य के प्रकाश का कार्य

सूर्य का प्रकाश ऊर्जा की छोटी-छोटी कणिकाओं अथवा सवेष्टनों का बना होता है जिन्हें ''फ़ोटोन'' कहते हैं। एकल फ़ोटोन को क्वांटम भी कहते हैं। पर्णहरिम का क्या कार्य है? पर्णहरिम प्रकाश ऊर्जा का अवशोषण करते हैं।

> पर्णहरित अणु प्रकाश ऊर्जा को अवशोषित करके उत्तेजित अवस्था में आ जाता है तथा बाहरी कक्ष में एक इलेक्ट्रॉन का त्याग कर देता है। कोई भी प्रदार्थ उत्तेजित अवस्था में अधिक देर तक नहीं रह सकता। अत: ऊर्जा युक्त एवं उत्तेजित पर्णहरित अणु, निम्न ऊर्जा स्तर अथवा तलीय अवस्था में आ जाता है तथा इस प्रक्रिया में यह **अणु ऊर्जा निकलता है।** यह ऊर्जा ताप, प्रतिदीप्ती अथवा कुछ कार्य करने में खर्च होती है। प्रकाशसंश्लेषण में यह ऊर्जा जल के विखंडन द्वारा H^+ तथा OH^- आयन बनाने में प्रयुक्त होती है।
>
> केरोटिन एक नारंगी एवं पीले रंग का वर्णक हैं। यह पर्णहरित के साथ थायलेकॉयड झिल्ली में पाया जाता है। यह अणु टूट कर **विटामिन अणु** बनाता है।

अवशोषण एवं क्रिया-वर्णक्रम (स्पेक्ट्रम)

प्रकाशसंश्लेषण की प्रक्रिया, (जो प्रकाश से सक्रिय होती है) का अध्ययन करते समय यह महत्त्वपूर्ण है कि हम इस प्रक्रिया के लिए क्रिया-स्पेक्ट्रम निर्धारित कर ले और इसका उपयोग प्रक्रिया में अंतर्निहित वर्णको को पहचानने के लिए करें। क्रिया-स्पेक्ट्रम वह ग्राफ है जो प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया को उद्दीप्त करने में प्रकाश की विभिन्न तरंगदैर्ध्यों (VIBGYOR) की प्रभाविता दर्शाता है। किसी वर्णक द्वारा विभिन्न तरंगदैर्ध्यों वाले प्रकाश की आपेक्षिक अवशोषकता के ग्राफ को अवशोषण स्पेक्ट्रम कहते हैं। प्रकाशसंश्लेषण के लिए क्रिया स्पेक्ट्रम को चित्र 11.2 में दर्शाया गया है जिसमें साथ-साथ सभी प्रकाश संश्लेषी वर्णकों के लिए अवशोषण-स्पेक्ट्रम भी दिखाया गया है। इस ग्राफ में घनिष्ट समानता पर ध्यान दीजिए, जिससे यह संकेत मिलता है कि विभिन्न वर्णक, विशेषत: पर्णहरिम श्रेणी के वर्णक ही प्रकाशसंश्लेषण में प्रकाश के अवशोषण के लिए उत्तरदायी है। सभी तरंगदैर्ध्यों का प्रकाश समान रूप से प्रकाशसंश्लेषण के लिए प्रभावी नहीं होता है। प्रकाशसंश्लेषण की दर पर कुछ तरंगदैर्ध्यों में कम तथा कुछ में अधिक होती है।



चित्र 11.2 विद्युत् चुंबकीय विकिरण का वर्णक्रम क्रिया-स्पेक्ट्रम

> प्रकाशसंश्लेषण हरे एवं पीले प्रकाश में बहुत कम होता है, क्योंकि ये किरणें पत्तियों से परावर्तित हो जाती है। प्रकाशसंश्लेषण **नीले एवं लाल प्रकाश में सर्वाधिक होता है।**

पाठगत प्रश्न 11.1

1. (i) प्रकाशसंश्लेषण को परिभाषित कीजिये।

   ....

   (ii) प्रकाशसंश्लेषण का व्यापक सामान्य रासायनिक समीकरण दीजिए।

   ....

2. (i) प्रकाश संश्लेषी वर्णको की दो श्रेणियों के नाम बताइये?

   ....

   (ii) किन वर्णकों को सहायी-वर्णक कहते हैं?

   ....

3. (i) पर्णहरिम अणु अपने ऊपर पड़ने वाले प्रकाश का क्या करते हैं?

   ....

   (ii) कौन सा वर्णक लाल तरंग दैर्ध्य वाले प्रकाश का अवशोषण करता है?

   ....

4. (i) प्रकाशसंश्लेषण की दर किस प्रकाश में सबसे कम तथा किस प्रकाश में सर्वाधिक होती है?

   ....

   (ii) प्रकाशसंश्लेषण में किस प्राकर की ऊर्जा का उपयोग होता है। पौधों में यह ऊर्जा किस रूप में संचित हो जाती है।

   ....

5. प्रकाशसंश्लेषण में मुक्त होने वाली ऑक्सीजन का स्रोत क्या है, कार्बन डाइऑक्साइड अथवा जल?

   ....

11.4 जैवरासायनिक एवं जैवसंश्लेषणात्मक अवस्था

- प्रकाशसंश्लेषण की संपूर्ण प्रक्रिया हरितलवक में संपन्न होती है। हरितलवक की संरचना इस प्रकार होती है कि प्रकाश पर निर्भर (प्रकाश अभिक्रिया) तथा प्रकाश की अनुपस्थिति (अदीप्त अथवा अप्रकाशी अभिक्रिया) हरितलवक के विभिन्न भागों में होती है।

- थायलेकायड में वर्णक तथा अन्य सहायक अवयव पाए जाते हैं जो प्रकाश को अवशोषित कर इलेक्ट्रॉन स्थानांतरण द्वारा प्रकाश अभिक्रिया अथवा इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला प्रारंभ करते है।

- इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला में प्रकाश तंत्र I तथा प्रकाश तंत्र II में प्रकाश अवशोषण द्वारा इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर में जाते हैं अर्थात् इलेक्ट्रॉन उत्तेजना-ऊर्जा उपार्जित कर लेता है। जैसे ही इलेक्ट्रॉन ऊर्जा ग्रहण करता है तो वह इलेक्ट्रॉन ग्राही द्वारा ग्रहण कर लिया जाता है तथा उसका अपचयन हो जाता है तथा इस प्रकार PSI_{700} तथा $PSII_{680}$ के अभिक्रिया केंद्र ऑक्सीकृत अवस्था में आ जाते हैं।

- यह प्रकाश ऊर्जा के रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तन को व्यक्त करता है। अब इलेक्ट्रॉन नीचे-नीचे की तरफ यात्रा करता हुआ, ऊर्जा की भाषा में कहें तो ऑक्सीकरण-अपचयन अभिक्रयाओं की एकशृंखला में एक इलेक्ट्रॉन ग्राही से दूसरे इलेक्ट्रॉन ग्राही तक बढ़ता जाता है। यह इलेक्ट्रॉन प्रवाह ATP के निर्माण के साथ जुड़ा होता है। इसके NADH भी $NADH_2$ में अपचयित होता है। प्रकाश अभिक्रिया के उत्पाद जिनमें अपचायक क्षमता ($NADPH_2$ + ATP) होती है। थायलेकायड से निकलकर स्ट्रोमा में आ जाते हैं।

- स्ट्रोमा में द्वितीय चरण (अदीप्त अथवा अप्रकाशी अभिक्रिया अथवा जैव संश्लेषणात्मक पथ) जिसमें कार्बन डाईऑक्साइड, प्रथम चरण में बने अपचायक पदार्थों द्वारा कार्बोहाइड्रेटों में अपचयित हो जाती है।

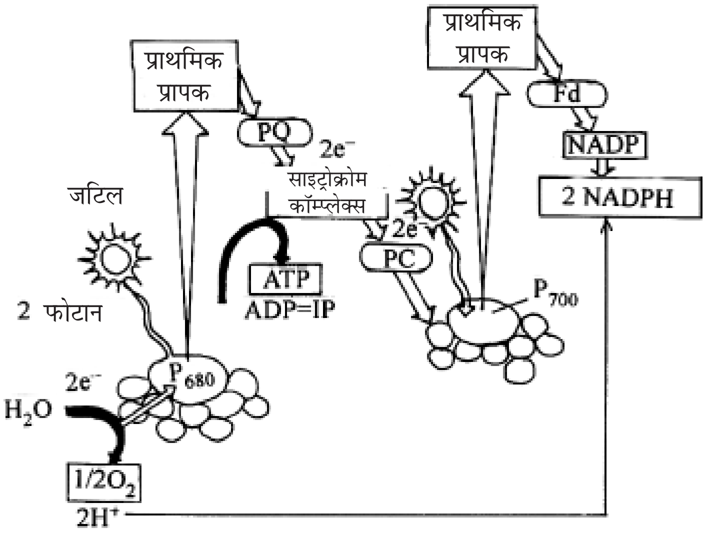
11.4.1 प्रकाशसंश्लेषण में इलेक्ट्रॉन परिवहन शृंखला

इस प्रक्रिया का प्रारंभ प्रकाशतंत्र II (PS II) द्वारा प्रकाश ऊर्जा अवशोषित कर उसे अपने अभिक्रिया केंद्र, P_{680} को पहुँचाने से होता है। जब P_{680} प्रकाश अवशोषित करता है तो यह उत्तेजित अवस्था में आ जाता है तथा इसके इलेक्ट्रॉन, एक इलेक्ट्रॉन ग्राही द्वारा ग्रहण कर लिए जाते हैं तथा यह स्वयं तलीय अवस्था (निम्न ऊर्जा स्तर) में आ जाता है परंतु P_{680} इलेक्ट्रॉन त्याग कर ऑक्सीकृत हो जाता है तथा जिसके फलस्वरूप ये जल विखंडन द्वारा ऑक्सीजन के अणु मुक्त करता है। इस प्रकाश निर्भर जल विखंडन की क्रिया को **प्रकाश अपघटन** अथवा **प्रकाश लयन** कहते हैं। जल के विखंडन से इलेक्ट्रॉनों का निर्माण होता है, जो इलेक्ट्रॉन ;णात्मक P_{680} पर चले जाते हैं P_{680} जिन्होंने पहले अपने स्थानांतरित किए थे, इस प्रकार ऑक्सीकृत P_{680} पुनः अपने खोए हुए इलेक्ट्रॉनों को जल अपघटन द्वारा त्यागे इलेक्ट्रॉनों को ग्रहण कर लेता है।

प्राथमिक ग्राही अपने इलेक्ट्रॉन अपने से नीचे इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला में त्याग देता है। इलेक्ट्रॉन अंत में प्रकाश तंत्र (PSI) I के अभिक्रिया केंद्र P_{700} में पहुँचाए जाते हैं। इस प्रक्रिया में ऊर्जा मुक्त होती है जो ATP में संचित हो जाती हे।

इसी प्रकार, प्रकाशतंत्र I (PSL) भी जब प्रकाश ऊर्जा अवशोषित करता है तो उत्तेजित अवस्था में आ जाता है तथा PSI का अभिक्रिया केंद्र P_{700} अपने इलेक्ट्रॉन, इलेक्ट्रॉनग्राही को देकर ऑक्सीकृत हो जाता है। ऑक्सीकृत P_{700} अपने इलेक्ट्रॉन, प्रकाश तंत्र II (PSII) से ग्रहण करता है जबकि प्रकाश तंत्र I (PSI) के प्राथमिक ग्राही अणु अपने इलेक्ट्रॉनों का स्थानांतरण एक अन्य इलेक्ट्रॉनवाहक NADP

द्वारा $NADPH_2$ बनाने हेतु करते हैं जो कि एक प्रबल अपचायक है। इस प्रकार हम देखते हैं कि जल के अणुओं से इलेक्ट्रॉनों का सतत प्रवाह PSII से PSI तथा अंत में NADP अणु तक होता है जो अपचयित होकर $NADPH_2$ बनाता है? $NADPH_2$ का उपयोग जैवसंश्लेषणात्मक पथ में CO_2 को कार्बोहाइड्रेटों में अपचयित करने में होता है।



चित्र 11.3 अचक्रीय प्रकाश-फास्फोरलीकरण
PQ = प्लास्टोक्वीनान; PC = प्लास्टोसायनिन FD = फैराडॉक्सिन

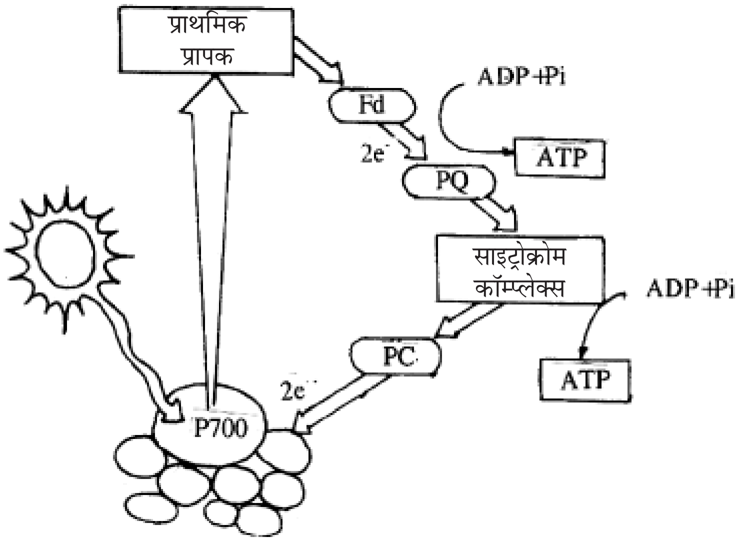
- CO_2 के कार्बोहाइड्रेट् में अपचयन के लिए ATP की आवश्यकता होती है जिनका उत्पादन इलेक्ट्रॉन परिवहनश्रृंखला द्वारा होता है। जब उच्च ऊर्जा युक्त इलेक्ट्रॉन, इलेक्ट्रॉन परिवहन तंत्र में निम्न स्तर पर जाते हैं तो वे ऊर्जा मुक्त करते हैं यह ऊर्जा अकार्बनिक फास्फेट (Pi) को ADP से जुड़कर ATP बनाती है तथा यह प्रक्रिया **फास्फोराइलेशन** कहलाती है। क्योंकि यह प्रकाश की उपस्थिति में होती है अत: इसे **प्रकाश-फास्फोरिलीकरण** कहते हैं।

  यह पर्णहरिम में दो प्रकार से होती है।

  (a) अचक्रीय-प्रकाश-फास्फोराइलेशन : इसमें इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह जल अणुओं से प्रकाश तंत्र II (PS II) उसके पश्चात् प्रकाश तंत्र I (PSI) तथा अंत में NADP को $NADPH_2$ में अपचयित करते हुए होता है। क्योंकि इसमें इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह दिशाहीन होता है अत: इसे **अचक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण** कहते हैं। (चित्र 11.3)

  (b) प्रकाश फास्फोरिलीकरण : कुछ परिस्थितियों में जब अचक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण रुक जाता है, चक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण होता है तथा यह केवल प्रकाश तंत्र I (PSI) में होता है। इस प्रक्रिया में इलेक्ट्रॉन प्रवाह PSI से NADP की तरफ नहीं होता है, अपितु

इलेक्ट्रॉन ऑक्सीकृत P_{700} अभिक्रिया केंद्र पर वापस आ जाते हैं। इस प्रकार इलेक्ट्रॉनों के निम्न ऊर्जा स्तर स्थानांतरण से ATP निर्माण होता है तथा इसे **चक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण** कहते हैं। (चित्र 11.4)



चित्र 11.4 चक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण

तालिका 11.2 चक्रीय तथा अचक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण की तुलना

चक्रीय फास्फोरिलीकरण	अचक्रीय फास्फोरिलीकरण
1. केवल PSI सक्रिय होता है।	(i) PSI तथा PSII दोनों सक्रिय होते हैं।
2. इलेक्ट्रॉन पर्णहरित अणु से आते हैं तथा वापिस पर्णहरत अणु पर आ जाते हैं।	2. इलेक्ट्रॉन का स्रोत जल है तथा NADP इलेक्ट्रॉन अंतिम ग्राही है। इलेक्ट्रॉन तंत्र के बाहर चले जाते हैं।
3. अपचयित NADP ($NADPH_2$) का निर्माण नहीं होता है।	3. अपचयित NADP अर्थात् $NADPH_2$ का निर्माण होता है जिसका उपयोग CO_2 को कार्बोहाइड्रेट् में अपचयित करने में होता है।
4. ऑक्सीजन मुक्त नहीं होती है।	4. ऑक्सीजन उपोपत्पाद के रूप में मुक्त होती है।
5. यह प्रक्रिया मुख्यत: प्रकाशसंश्लेषी जीवाणुओं में होती है।	5. यह मुख्यत: हरे पौधों में होती है।

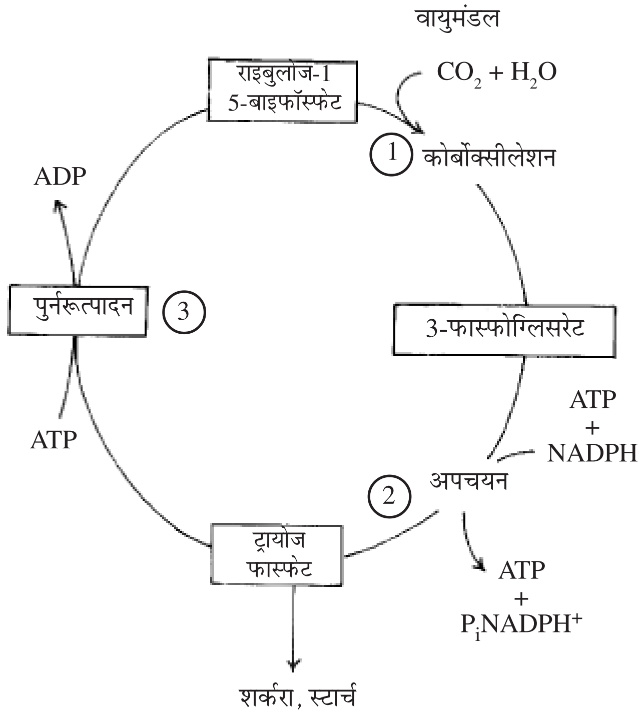
चक्रीय फास्फोरिलीकरण द्वारा अतिरिक्त ATP भी बनाए जा सकते हैं। प्रकाश अभिक्रिया की ऊर्जा परिवर्तन दक्षता अधिक होती है तथा इसका अनुमानित मान लगभग 39% होता है।

11.5 जैवसंश्लेषणात्मक पथ (अदीप्त अभिक्रिया)

- प्रकाश अभिक्रिया के दौरान बने $NADPH_2$ एवं ATP कार्बोहाइड्रेट के संश्लेषण के लिए अत्यंत आवश्यक है।
- अभिक्रियाओं कीशृंखला जो CO_2 का कार्बोहाइड्रेटों में अपचय उत्प्रेरित करती है पर्णहरिम के स्ट्रोमा में होती है। इसे **कार्बन डाइऑक्साइड का स्थिरीकरण** भी कहते हैं।
- ये अभिक्रियाएं प्रकाश पर निर्भर नहीं होती है अत: इनके लिए प्रकाश आवश्यक नहीं होता है लेकिन ये प्रकाश की उपस्थिति में भी हो सकती है अत: इन्हें अदीप्त अभिक्रिया या अप्रकाशी अभिक्रिया कहते हैं।
- कार्बन स्थिरीकरण अभिक्रियाओं द्वारा पत्तियों में शर्करा का निर्माण होता है जहाँ से पौधे के अन्य भागों में कार्बनिक अणुओं एवं ऊर्जा के रूप में अन्य भागों में स्थानांतरण कर दिया जाता है जो पौधों की वृद्धि एवं उपापचय के लिए आवश्यक है।
- CO_2 स्थिरीकरण (अदीप्त अभिक्रिया) मुख्यत: दो प्रकार से सम्पन्न होती है।

11.5.1 C_3 चक्र (इसे खोजकर्ता, मेल्विन केल्विन के नाम पर केल्विन चक्र भी कहते हैं)

इस चक्र में, आरंभ में वायुमंडलीय CO_2, 5 कार्बन शर्करा (रिब्यूलोज बाई फास्फेट) के द्वारा ग्रहण की जाती है तथा 3 कार्बन यौगिक के दो अणु, 3-फास्फ़ोग्लिसरिक अम्ल (PGA) बनते हैं। यह तीन कार्बन युक्त अणु इस पथ का प्रथम स्थायी उत्पाद है अत: इसे C_3-चक्र कहते हैं। PGA के निर्माण की प्रक्रिया को **कार्बोक्सिलीकरण** कहते हैं। यह अभिक्रिया एंजाइम रिबूलोज बाइफास्फास्फेट कार्बोक्सिलेज (Rubisco) द्वारा उत्प्रेरित होती है यह एंजाइम पृथ्वी पर संभवतया सबसे अधिक पाया जाने वाला प्रोटीन है।



चित्र 11.5 केल्विन चक्र

- दूसरे चरण में PGA का 3-कार्बन कार्बोहाइड्रेट जिसे ट्रायोस फास्फेट कहते हैं में $NADPH_2$ एवं ATP की सहायता से अपचयन हो जाता है। (प्रकाश अभिक्रिया में $NADPH_2$ एवं ATP प्राप्त होते है)। इनमें से अधिकांश अणु C_3 चक्र से निकल जाते हैं तथा उनका अन्य कार्बोहाइड्रेट जैसे ग्लूकोज एवं सूक्रोज के संश्लेषण में इस्तेमाल होता है।
- चक्र को पूरा करने के लिए, प्रारंभिक 5 कार्बन ग्राही अणु, (RUBP) का पुनरूत्पादन ट्रायोज फास्फेट से ATP अणु के द्वारा होता है तथा पुनः C_3 चक्र प्रारंम्भ हो जाता है।

11.5.2 C_4 चक्र (हैच एवं स्लैक चक्र)

C_4 चक्र ऐसे पौधों के लिए जो शुष्क एवं गर्म वातावरण में उगते हैं, एक अनुकूलन प्रतीत होता है। ऐसे पौधे कार्बन डाइऑक्साइड की अति अल्प मात्रा एवं स्टोमेटा छिद्रों के आंशिक रूप से बंद होने पर भी प्रकाशसंश्लेषण कर सकते हैं।

- ऐसे पौधे जल की अल्पमात्रा, उच्च ताप एवं उच्च प्रकाश में भी तीव्रता से उग सकते हैं–गन्ना, मक्का, ज्वार कुछ ऐसे पौधे है।
- प्रकाश-श्वसन (RUBP का ऑक्सीजन की उपस्थिति में ऑक्सीकरण) इन पौधों में अनुपस्थित होता है। अतः इनमें प्रकाशसंश्लेषण की दर उच्च होती है (प्रकाश-श्वसन के विस्तृत विवरण के लिए पाठ 12 का भाग 12.5 देखें)
- C_4 पौधों की पत्तियों में एक विशेष प्रकार की संरचना होती है जिसे **क्रैन्ज आकारिकी** (Kranz anatomy) कहते हैं। C_4 पौधों की पत्तियों की विशेषताएँ इस प्रकार हैं–

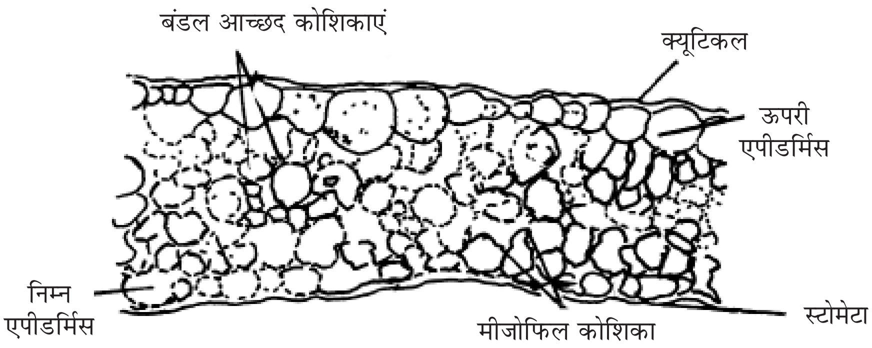
  (a) पत्तियों में प्रत्येक संवहनी बंडल के चारों तरफ मृदूतक कोशिकाओं का एक आच्छद होता है जिसे बंडल आच्छद कहते हैं जिसके कारण इसे **क्रैन्ज आकारिकी** भी कहते हैं। (क्रैन्ज अर्थात् आच्छद)

  (b) पत्तियों में दो प्रकार के हरितलवक (द्विरूपक हरितलवक) होते हैं।

  (c) पत्ती की मीसोफिल कोशिकाओं में अपेक्षाकृत छोटे हरितलवक होते हैं, उनमें सुविकसित ग्रैना भी होते हैं परंतु इनमें स्टॉर्च एकत्रित नहीं होता।

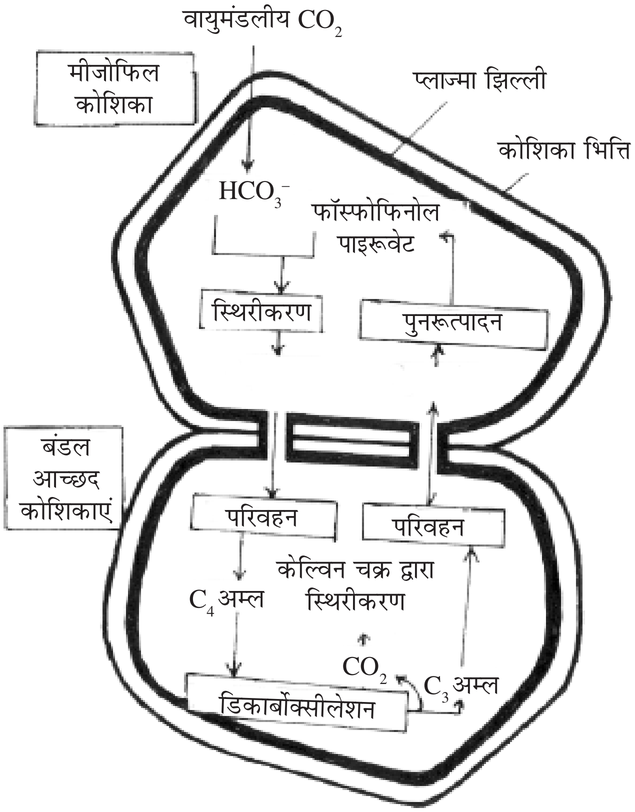
  (d) बंडल आच्छदकी कोशिकाओं के भीतर हरितलवक अपेक्षाकृत बड़े आकार के होते हैं और उनमें ग्रैना नहीं होते बल्कि उनमें असंख्य स्टार्च कण होते हैं (चित्र 11.6 देखें)

- C_4 पौधों में CO_2 का प्राथमिक ग्राही 3 कार्बन अणुयुक्त, फास्फोइनाल पायरूबिक अम्ल अथवा PEP होता है। यह फास्फोइनाल पायरूवेट कार्बोक्सेलेज (PEPCase) एन्जाइम की उपस्थिति में CO_2 के साथ मिलकर एक चार कार्बनयुक्त अम्ल, आक्सेलोएसिटिक अम्ल (OAA) बनाता है। CO_2 का यह स्थिरीकरण मीजोफिल कोशिका के कोशिका द्रव्य (Cytosol) में होता है। OAA इस चक्र का प्रथम चार कार्बन युक्त उत्पाद है अतः इसे C_4 पथ भी कहते हैं।



चित्र 11.6

- OAA मीजोफिल कोशिका से बंडल आच्छद के हरितलवक की ओर जाता है जहाँ पर ये CO_2 को छोड़ता है। इन कोशिकाओं में C_3 चक्र चलाता है तथा CO_2 तुरन्त RUBP से जुड़कर C_3 चक्र द्वारा शर्करा का निर्माण करती है।



चित्र 11.7

- अतः अप्रकाशी अभिक्रिया के C_4 चक्र चलता है तथा CO_2 तुरंत RUBP से जुड़कर C_3 चक्र द्वारा शर्करा का निर्माण करती है।

- अतः अप्रकाशी अभिक्रिया के C_4 चक्र में दो कार्बोक्सिलोज एंजाइम होते है।
  - (i) PEPCase जो मीजोफिल कोशिकाओं में पाया जाता है तथा Rubisco जो बंडल आच्छद कोशिका में पाया जाता है।

C_3 एवं C_4 पौधों में अंतर नीचे तालिका 11.3 में दिए गए हैं।

तालिका 11.3 C_3 एवं C_4 पौधों में अंतर

	C_3 पौधे	C_4 पौधे
CO_2 का स्थिरीकरण	एक बार होता है।	दो बार होता हैं, प्रथम बार मीजोफिल कोशिकाओं में तथा दूसरी बार बंडल आच्छद कोशिकाओं में।
CO_2 ग्राही	RuBP, एक 5 कार्बन यौगिक	मीजोफिल कोशिकाओं में PEP (फास्फोइनाल-पायरूविक अम्ल), एक 5-कार्बन यौगिक तथा बंडल आच्छद कोशिकाओं में -RuBP
CO_2 स्थिरीकरण एन्जाइम	RuBP कार्बोक्सिलेज, इसकी दक्षता कम होती है।	PEP कार्बोक्सिलेज की दक्षता अधिक होती है क्योंकि CO_2 की मात्रा अधिक होती है।
प्रकाश-संश्लेषण का प्रथम उत्पाद	एक C_3 अम्ल, PGA	एक C_4 अम्ल जैसे ऑक्सेलोएसिटिक अम्ल
पत्ती संरचना	केवल एक प्रकार का हरित लवक होता है।	'क्रेन्ज आकारिकी' अर्थात् दो प्रकर की कोशिकाएँ जिनमें से प्रत्येक में अलग-अलग हरितलवक होता है।
प्रकाश-श्वसन	होता है; ऑक्सीजन प्रकाश-संश्लेषण के लिए सद्मंदक का कार्य करती है।	अधिक CO_2 मात्रा के द्वारा सद्मंदित रहता है इसलिए वायुमंडलीय ऑक्सीजन प्रकाश संश्लेषण को सदमंदित नहीं करती है।
दक्षता	C_4 पौधों की अपेक्षा प्रकाश संश्लेषण की दक्षता कम होती है। उपज प्राय कम होती है।	C_3 पौधों की तुलना में प्रकाशसंश्लेषण दक्षता अधिक होती है तथा उत्पाद अपेक्षाकृत अधिक मात्रा में

पाठगत प्रश्न 11.2

1. NADP का क्या कार्य है?

   ....

2. अप्रकाशी अभिक्रिया को अप्रकाशी अभिक्रिया क्यों कहते हैं?

   ....

3. निम्नलिखित एन्जाइमों के कार्य बताएं तथा यह भी बताएं कि वे कहाँ पाए जाते हैं?

   (i) रूविस्को (Rubisco) (ii) PEPCase

   ....

4. क्रैन्ज संरचना का वर्णन करिए।

   ....

5. C_4 पौधों की पत्तियों में पाए जाने वाली मीजोफिल कोशिकाओं एवं बंडल आच्छद कोशिकाओं के हरितलवकों में विभेद कीजिये।

   ....

6. C_3 पौधों की तुलना में C_4 पौधे अधिक दक्ष क्यों होते है?

   ....

7. प्रकाशसंश्लेषण अभिक्रिया के उन दो समुच्चयों के नाम बताए जिनमें प्रकाश ऊर्जा की आवश्यकता होती हैं।

   ....

11.6 प्रकाशसंश्लेषण की दर को प्रभावित करने वाले कारक

प्रकाशसंश्लेषण की दर को प्रभावित करने वाले कारकों को मुख्यत: दो भागों में बाँट सकते है–आंतरिक एवं बाह्य (वातावरणीय) कारक।

(i) आंतरिक कारक

1. **हरितलवक :** हरितलवक की मात्रा का प्रकाशसंश्लेषण की दर के साथ सीधा संबंध है। क्योंकि ये वर्णक प्रकाश ग्राही होता है तथा सूर्य के प्रकाश को ग्रहण कने के लिए उत्तरदायी होता है।
2. **पत्ती की आयु एवं संरचना :** बढ़ती पत्ती में वृद्धि के साथ-साथ संश्लेषण की दर बढ़ती है तथा सर्वाधिक तब होती है जब पत्ती पूर्ण परिपक्व होती है। जैसे पत्ती पुरानी पड़ती जाती है, हरितलवक की कार्यक्षमता कम हो जाती है। पत्ती में प्रकाशसंश्लेषण की दर को अनेक विभिन्नताएँ प्रभावित करती है। जैसे–

   (i) रंध्रों की संख्या, संरचना एवं वितरण।

   (ii) अंतरकोशिकीय स्थानों का आकार एवं वितरण।

   (iii) पैलिसेड एवं स्पंजी ऊतकों का आपेक्षिक अनुपात।

   (iv) क्यूटिकिल की मोटाई इत्यादि।
3. **प्रकाश संश्लेषी पदार्थों की माँग :** तेजी से बढ़ते पौधों के प्रकाशसंश्लेषण की दर परिपक्व पौधों से अधिक होती है। जब विभाज्योतक (Meristem) को हटाने से प्रकाशसंश्लेषण की माँग घट जाती है तो प्रकाशसंश्लेषण की दर घट जाती है।

(ii) बाह्यकारक

प्रकाशसंश्लेषण की दर को प्रभावित करने वाले प्रमुख बाह्य कारक है- तापमान, प्रकाश, कार्बनडाइऑक्साइड, जल तथा खनिज इत्यादि।

सीमाकारी कारकों की संकल्पना : जब कोई रासायनिक प्रक्रिया एक से अधिक कारकों से प्रभावित होती है, तब उस प्रक्रिया की दर उस कारक पर निर्भर रहती हैं जो अपने न्यूनतम मान के सबसे समीप हो अथवा सबसे कम मात्रा (या सांद्रता अथवा दर) में उपस्थित होने वाले कारक पर निर्भर करती है। सबसे कम मात्रा वाले कारक को सीमाब)कारक कहते हैं। उदाहरण के किए यदि प्रकाशसंश्लेषण के लिए जरूरीकारक, ताप, प्रकाश एवं CO_2 पर्याप्त मात्रा में हों तो प्रकाशसंश्लेषण की दर सर्वाधिक होगी परंतु इनमें से एक भी कारक की मात्रा यदि कम हो तो प्रकाशसंश्लेषण की दर घट जाती है। इसे ही सीमाकारी कारकों का नियम अथवा ब्लैकमेन का सीमाकारी नियम भी कहते हैं।

प्रकाश : प्रकाशसंश्लेषण की दर प्रकाश तीव्रता के साथ-साथ बढ़ती जाती है। केवल बादल घिरे दिन में प्रकाश कभी भी सीमाब) कारक नहीं होता।

एक विशिष्ट प्रकाश तीव्रता पर प्रकाशसंश्लेषण में प्रयुक्त होने वाली CO_2 तथा श्वसन के दौरान उत्सर्जित CO_2 की मात्रा समान होती हैं। प्रकाश तीव्रता के इस बिंदु को **समायोजन बिंदु** (Compensation point) कहते हैं।

प्रकाश का तरंगदैर्ध्य भी प्रकाशसंश्लेषण को प्रभावित करता है। लाल प्रकाश तथा कुछ हद तक नीला प्रकाश, प्रकाशसंश्लेषण की दर को बढ़ा देता है (सक्रिय वर्णक्रम देखें)।

तापमान : बहुत अधिक तथा बहुत कम तापमान प्रकाशसंश्लेषण की दर को कम करता है। प्रकाशसंश्लेषण की दर 5°-37°C तक बढ़ती हैं। परंतु इससे अधिक तापमान होने से इसमें तीव्र गिरावट आती है क्योंकि अधिक तापमान पर अप्रकाशी अभिक्रिया में भाग लेने वाले एंजाइम निष्क्रिय हो जाते हैं। 5-35°C के बीच प्रति 10°C तापमान बढ़ने पर प्रकाशसंश्लेषण की दर दुगनी हो जाती है अर्थात् $Q_{10} = 2$ (Q = गुणांक)।

कार्बन डाइऑक्साइड : कार्बन डाइऑक्साइड, प्रकाशसंश्लेषण की प्रमुख कच्ची सामग्री है। अत: इसकी सांद्रता अथवा मात्रा प्रकाशसंश्लेषण को प्रमुखता से प्रभावित करती है। यह वातावरण में अपनी अल्पमात्रा (0.03%) के कारण प्राकृतिक रूप से सीमाब) कारक के रूप में होती है। अनुकूल तापमान एवं प्रकाश तीव्रता पर यदि CO_2 की आपूर्ति बढ़ा दी जाए तो प्रकाशसंश्लेषण की दर प्रमुखता से बढ़ जाएगी।

जल : जल अप्रत्यक्ष रूप से प्रकाशसंश्लेषण की दर को प्रभावित करता है मृदा में पानी की कमी से पौधें द्वारा जल हानि को रोकने के लिए रंध्र बंद हो जाएगा। अत: CO_2 का वातावरण से अवशोषण नहीं हो सकेगा जिससे प्रकाशसंश्लेषण में कमी आ जाएगी।

खनिज यौगिक : कुछ खनिज यौगिक जैसे, ताँबा, मैंगनीज तथा क्लोराइड इत्यादि प्रकाशसंश्लेषी एंजाइमों के हिस्से है तथा मैंग्नीशियम हरितलवक का एक भाग है। अत: ये भी अप्रत्यक्ष रूप से प्रकाशसंश्लेषण की दर को प्रभावित करते हैं। क्योंकि ये हरितलवक तथा एंजाइमों के मुख्य घटक है।

11.7 रसायनीसंश्लेषण (Chemosynthesis)

जब पौधे प्रकाश ऊर्जा का उपयोग कर कार्बन डाइऑक्साइड को कार्बोहाइड्रेट में अपचयित कर अपना भोजन बनाते हैं तो उन्हें **प्रकाश संश्लेषी-स्वपोषी** कहते हैं। कुछ जीव अकार्बनिक पदार्थों के जैवीय ऑक्सीकरण द्वारा उत्पन्न रासायनिक ऊर्जा से कार्बन डाइऑक्साइड को कार्बोहाइड्रेट में अपचयित करते हैं। ये जीवाणु **रसायन-संश्लेषी स्वपोषी** कहलाते हैं। ये प्रक्रिया अनेक रंगहीन जीवाणुओं में पाई जाती है। क्योंकि ये जीवाणु कार्बन डाइऑक्साइड को कार्बोहाइड्रेट में अपचयित करने के लिए रासायनिक ऊर्जा का प्रयोग करते हैं अत: इस प्रक्रिया को **रसायनी-संश्लेषण** कहते हैं। हम **रसायनी-संश्लेषण** को इस प्रकार भी परिभाषित कर सकते हैं कार्बन स्वांगीकरण की वह विधि जिसमें CO_2 का अपचयन अकार्बनिक पदार्थों के ऑक्सीकरण द्वारा प्राप्त रासायनिक ऊर्जा द्वारा प्रकाश की अनुपस्थिति में होता है।

सामान्य रसायन संश्लेषी है :

(i) नाइट्रीकरण जीवाणु-नाइट्रोसोमोनास–ये NH_3 को NO_2 में ऑक्सीकृत करते हैं।

(ii) सल्फर जीवाणु

(iii) लौह-जीवाणु

(iv) हाइड्रोजन एवं मीथेन जीवाणु

रसायन-संश्लेषी एवं प्रकाशसंश्लेषण में अंतर

रसायनसंश्लेषी	प्रकाशसंश्लेषी
1. यह केवल रंगहीन वायवीय जीवाणुओं में होता है	1. यह हरे पौधे एवं हरे जीवाणुओं में होता है।
2. इस प्रक्रिया में CO_2 का कार्बोहाइड्रेट में अपचयन हरितलवक एवं प्रकाश की अनुपस्थिति में होता है।	2. CO_2 एवं H_2O प्रकाश एवं हरितलवक की उपस्थिति में कार्बोहाइड्रेट में परिवर्तित हो जाते हैं
3. यहाँ अकार्बनिक पदार्थों के ऑक्सीकरण से निकली ऊर्जा का उपयोग कार्बोहाइड्रेट के संश्लेषण में होता है	3. प्रकाश ऊर्जा रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है तथा कार्बोहाइड्रेट के रूप में संचित हो जाती है
4. इस प्रक्रिया में कोई वर्णक भाग नहीं लेता है तथा ऑक्सीजन भी मुक्त नहीं होती है	4. अनेक वर्णक भाग लेते है तथा ऑक्सीजन उपोत्पाद के रूप में मुक्त होती है
5. इसमें प्रकाश फास्फोरिलीकरण नहीं होता है	5. प्रकाश फास्फोरिलीकरण होता है अर्थात ATP का निर्माण होता है

11.8 रसायन-परासरणी संश्लेषण

इस प्रक्रिया में किसी झिल्ली के पार हाइड्रोजन आयन प्रवणता के रूप में भंडारित ऊर्जा को ADP और P_i से ATP सिन्थेज का संश्लेषण करने के लिए प्रयुक्त किया जाता है। ऊर्जा का इस्तेमाल करने वाला एंजाइम ATP होता है और ऊर्जा अथवा शक्ति का स्रोत झिल्ली के विपरीत पार्श्वों पर H^+ आयनों की सांद्रता में अंतर के कारण होता है। यह झिल्ली माइटोकॉनियाँ अथवा हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) की भीतरी झिल्ली होती है। ग्रीक भाषा में osmosis का अर्थ होता है 'धकेलना', और यहां झिल्ली के पार H^+ आयनों का प्रवाह ऊर्जा उपलब्ध कराता है अथवा ATP सिंथेज एंजाइम को धकेल देता है जो फिर ATP के संश्लेषण को उत्प्रेरित करता है।

हरितलवक रसायन-परासरण प्रक्रिया को प्रकाश संश्लेषण के दौरान ATP उत्पन्न करने के लिए प्रयुक्त करता है। प्राक्केंद्रकी प्राणियों में माइटोकॉन्ड्रियम और हरितलवक दोनों ही अंगक नहीं होते, ताकि वे प्लाज्मा झिल्ली के पार H^+ प्रवणता उत्पन्न कर सकें। वे इसका उपयोग ATP के संश्लेषण के लिए नहीं कर सकते हैं। पीटर मिचेल को ATP संश्लेषण के लिए रसायन-परासरण मॉडल प्रस्तुत करने के करण सन् 1978 में नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

पाठगत प्रश्न 11.3

1. प्रकाशसंश्लेषण को प्रभावित करने वाले आंतरिक कारकों की सूची बनाइए।

   ....

2. सीमाकारी कारकों के नियम का वर्णन करिए।

   ....

3. रसायन-सश्लेषी जीवाणुओं का एक उदाहरण दीजिए।

   ....

आपने क्या सीखा

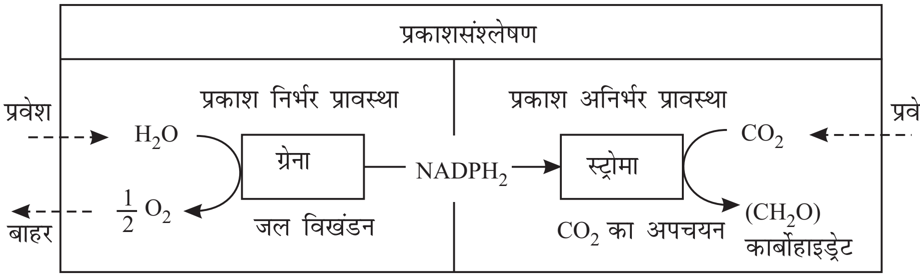
- प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया में हरे पौधे सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में CO_2 के साथ मिलकर कार्बोहाइड्रेट का निर्माण करते हैं
- प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया में हरितलवक में उपस्थित वर्णक (पर्णहरिम, कैरोटिनॉयड एवं जैन्थोफिल) प्रकाश ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित कर देते हैं
- प्रकाशसंश्लेषण सामान्यत: निम्न समीकरण द्वारा व्यक्त किया जाता है

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{प्रकाश}]{\text{पर्णहरिम}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

- प्रकाशसंश्लेषण में दो अभिक्रियाएं होती हैं।
- प्रकाश अभिक्रिया : यह प्रकाश की उपास्थिति में ग्रैना में सम्पन्न होती है।
- अप्रकाशी अथवा अदीप्त अभिक्रिया : यह हरितलवक के स्ट्रोमा में होती है तथा प्रकाश पर निर्भर नहीं होती।
- प्रकाश ऊर्जा का उपयोग जल के विखंडन में होता है तथा CO_2 का वास्तविक अपचयन अप्रकाशी अभिक्रिया में होता है
- प्रकाश अभिक्रिया दो क्रियात्मक इकाईयों, प्रकाश तंत्र I (PSI) तथा प्रकाश तंत्र II (PS II) में होती है
- प्रकाश अभिक्रिया में ADP से ATP का फॉस्फोरिलीकरण, चक्रीय अथवा अचक्रीय विधियों द्वारा होता है।

- अप्रकाशी अभिक्रिया में रिबूलोज बाइ फास्फेट (RuBP) कार्बन डाइऑक्साइड को ग्रहण करता है तथा प्रथम स्थाई उत्पाद 3 PGA (फास्फो ग्लिसरिक अम्ल) बनता है। जो कि (केल्विन चक्र) द्वारा कार्बोहाइड्रेट का निर्माण करता है तथा RuBP का पुनरूत्पादन होता है।
- C_4 पौधो जैसे मक्का, ज्वार, बाजरा में CO_2 का प्राथमिक ग्राही मीजोफिल कोशिकाओं में होता है तथा प्रथम उत्पाद आक्सेलो एसिटिक अम्ल (OAA) होता है, जबकि बंड़ल आच्छद में CO_2 स्थिरीकरण केल्विन चक्र द्वारा होता है।
- C_4 पौधो की पत्तियों की संरचना में क्रैन्ज़् आकारिकी पायी जाती है इसमें संवहन बंडल के चारों तरफ मृदूतक कोशिकाओं का एक आच्छद होता है। इस आच्छद कोशिकाओं में अपेक्षाकृत बड़ें हरितलवक पाये जाते हैं। इनमें ग्रैना का अभाव होता है परंतु स्टार्च कण पाये जाते है। इसके विपरीत मीजोफिल कोशिकाओं में अपेक्षाकृत छोटे हरितलवक परंतु सुविकसित ग्रैना पाए जाते है।
- प्रकाशसंश्लेषण की दर वातावरणीय कारकों जैसे प्रकाश, तापमान, कार्बनडाइऑक्साइड एवं पानी तथा आंतरिक कारक जैसे–पत्ती की आयु, हरितलवक की मात्रा तथा पत्ती की आकारिकी से प्रभावित होती है।

प्रकाशसंश्लेषण सारांश



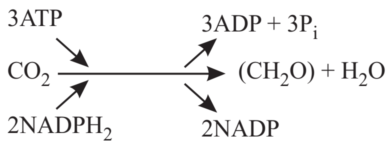
प्रकाश निर्भर प्रावस्था अथवा दीप्त अभिक्रिया	प्रकाश अ-निर्भर प्रावस्था अथवा अदीप्त अभिक्रिया
1. यह ग्रैना की थायलेकायड झिल्लियों में होती है	1. स्ट्रोमा में होती हैं
2. मुख्यत: यह एक प्रकाश रासायनिक परिवर्तन है जिसके लिए प्रकाश की आवश्यकता होती हैं।	2. जैव रासायनिक परिवर्तनों की एकशृंखला ही तथा प्रत्येक अभिक्रिया, एन्जाइमों द्वारा उत्प्रेरित होती है।
3. प्रकाश ऊर्जा के ATP तथा $NADPH_2$ के रूप में रासायनिक ऊर्जा में बदला जाता है; जल का ऑक्सीजन एवं हाइड्रोजन में विखंडन हो जाता है। हाइड्रोजन $NADPH_2$ से जुड़ जाती है तथा O_2 उपोत्पाद के रूप में मुक्त होती है	3. ATP एवं $NADPH_2$ की ऊर्जा द्वारा CO_2 को कार्बोहाइड्रेटस में अपचयित किया जाता है; इस प्रकाश-अनिर्भर अभिक्रिया को केल्विन चक्र कहते हैं
4. हरितलवक 300 अणुओं के समूह बनाते हैं जिन्हें प्रकाश तंत्र कहते हैं ये दो प्रकार के होते हैं PS I तथा PS II	4. CO_2 रिबूलोज बाइफास्फेट से जुड़कर ग्लिसरेट 2 फास्फेट के दो अणु बनाता है (यह प्रकाश संश्लेषण का प्रथम स्थाई उत्पाद है)

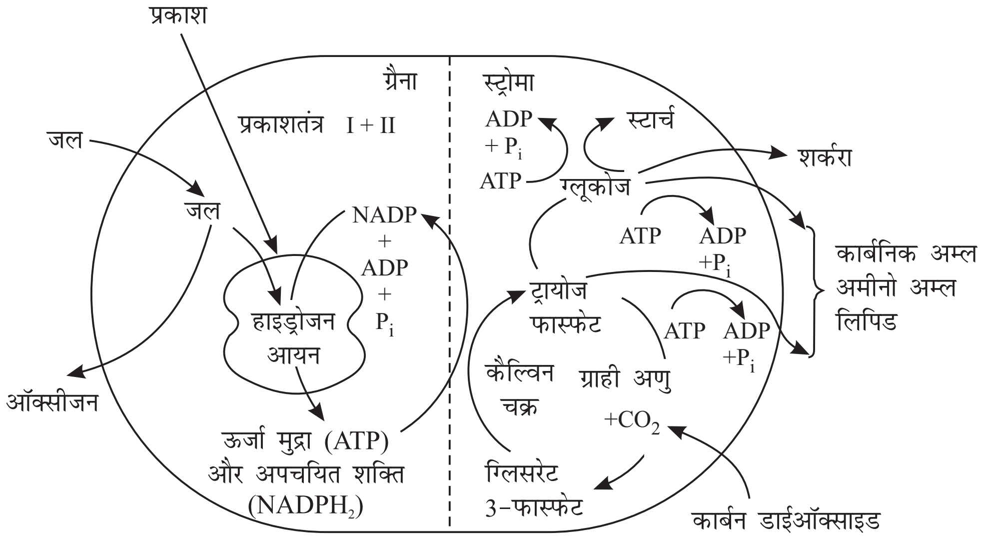
5. प्रकाश तंत्रों द्वारा अवशोषित प्रकाश ऊर्जा हरितलवक के इलेक्ट्रॉनों को उच्च ऊर्जा स्तर तक ले जाती है तथा ये अपनी ऊर्जा $NADPH_2$ को देते हैं; ATP का निर्माण होता है जल के विखंडन से उत्पन्न इलेक्ट्रॉन प्रकाश तंत्रों तथा $NADPH_2$ के निर्माण के लिए मिलते है

$$2H_2O + 2NADP \xrightarrow[\text{पर्णहरित}]{\text{प्रकाश}} O_2 + 2NADPH_2$$

$$ADP + P_i \xrightarrow[\text{पर्णहरित}]{\text{प्रकाश}} ATP$$ (पर्याप्त किन्तु विभिन्न मात्रा)

5. ग्लिसरेट 3-फास्फेट का अपचयन तीन कार्बन शर्करा ट्रायोस फास्फेट में हो जाता है। इसके पश्चात् अभिक्रियाओं कीश्रृंखला द्वारा ग्राही अणु का पुनरूत्पादन होता है तथा ट्रायोस फास्फेट से शर्करा, स्टार्च तथा अन्य पदार्थ बनते है





पाठांत प्रश्न

1. प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
2. संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए (i) हरितलवक की परासंरचना (ii) प्रकाशसंश्लेषण में प्रयुक्त विभिन्न वर्णक।
3. कौन से वर्णक सहायी वर्णक कहलाते हैं तथा क्यो?
4. प्रकाशसंश्लेषण की दीप्त अभिक्रिया में इलेक्ट्रॉनों के पथ का विवरण दीजिए।
5. प्रकाश फास्फोरिलीकरण से आप क्या समझते हैं?
6. जल के प्रकाश अपघटन की विवेचना कीजिए तथा इसक महत्त्व बताइए।
7. प्रकाशसंश्लेषण की अदीप्त अभिक्रिया के दौरान होने वाली विभिन्न अभिक्रियाओं का वर्णन कीजिए।

8. C_3 पौधों एवं C_4 पौधो के बीच विभेद कीजिए।

9. प्रकाश तंत्र PS I एवं प्रकाश तंत्र PS II के बीच विभेद कीजिए।

10. दीप्त अभिक्रिया के उत्पाद तथा उनका भविष्य बताइये।

11. चक्रीय प्रकाश फास्फोरिलीकरण को ऐसा क्यों कहते है?

12. क्रैन्ज आकारिकी क्या होती है?

13. C_4 चक्र के दो कार्बोक्सिलेज एन्जाइमों के नाम बताइए।

14. रसायन संश्लेषी स्वपोषी क्या होते है?

15. CO_2 की मात्रा प्रकाशसंश्लेषण को किस प्रकार प्रभावित करती है।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

11.1 1 (i) इस प्रक्रिया द्वारा हरे पौधे सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में CO_2 एवं जल के द्वारा अपने भोजन (कार्बोहाइड्रेट) का निर्माण करते है

(ii) $$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{सूर्य का प्रकाश}]{\text{पर्णहरिम}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

2. (i) पर्णहरित एवं कैरोटिनॉयड

(ii) कैरोटिनॉयड एवं पर्णहरिम–b

3. (i) इसका अवशोषण करते हैं तथा इसे वैद्युतिक एवं रासायनिक ऊर्जा में बदल देते है

(ii) पर्णहरित–'ए' तथा 'बी'

4. (i) हरे एवं पीले प्रकाश में न्यूनतम तथा नीले एवं लाल प्रकाश में अधिकतम

(ii) प्रकाश ऊर्जा; रासायनिक ऊर्जा

5. जल के प्रकाश अपघटन से प्रकाश तंत्र–II में

11.2 1. NADP एक इलेक्टॉन ग्राही के रूप में कार्य करता है तथा $NADPH_2$ में अपचयित हो जाता है

2. इसको अदीप्त अभिक्रिया कहते हैं क्योंकि यह प्रकाश पर निर्भर नहीं है यह दोनों, अंधकार तथा प्रकाश में हो सकती है।

3. (i) रूबिस्को (Rubisco) C_3 चक्र का भाग है जो CO_2 से जुड़कर तीन कार्बन युक्त यौगिक PGA बनाता है

(ii) PEP Case C_4 चक्र का भाग है जो CO_2 से जुड़कर चार कार्बन अणु युक्त OAA बनाता है रूबिस्को C_3 पौधे की मीजोफिल कोशिकाओं तथा C_4 पौधे की बंडल आच्छद कोशिकाओं में पाया जाता है

PEPCase केवल C_4 पौधो की मीजोफिल कोशिकाओं में पाया जाता है

4. कृपया पाठ में देखें।

5. कृपया पाठ में देखे।

6. C_4 पौधे में प्रकाश श्वसन नहीं होता है अत: उनमें CO_2 की क्षति नहीं होती है।

7. (i) जल के प्रकाश अपघटन से

11.3 1. पत्ती की आयु, पर्णहरिम की मात्रा, पत्ती की आकारिकी (अंतर कोशिकीय स्थान तथा रन्धों का वितरण)

2. कृपया पाठ में देखें

3. नाइट्रोसोमोनास

12

पादपों में श्वसन

जीवन के लिए दो बातें अत्यन्त महत्त्वपूर्ण है–शरीर की वृद्धि के लिए आवश्यक पदार्थों की आपूर्ति तथा विभिन्न शारीरिक क्रियाओं के संचालन हेतु ऊर्जा की प्राप्ति। सभी तंत्रों–कोशिका से लेकर परितंत्र तक को कार्य करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है। जैसा कि आप पहले पढ़ चुके है, कि प्रकाश संश्लेषण में प्रकाश ऊर्जा का रूपांतरण रासायनिक ऊर्जा में हो जाता है तथा ऊर्जा जटिल अणु जैसे ग्लूकोज, तथा स्टार्च आदि में संचित हो जाती है। इन्हीं जटिल अणुओं को ''भोजन'' का नाम दिया गया है।

परंतु भोजन में संचित ऊर्जा का कोशिकाओं को, उपयोगी रूप में उपलब्ध होना आवश्यक है। अतः श्वसन वह प्रक्रिया है जिसके फलस्वरूप कार्बनिक पदार्थो के ऑक्सीकरण द्वारा ऊर्जा मुक्त होती है। यह ऊर्जा जीवित कोशिकाओं को ए.टी.पी (एडिनोसिन ट्राई–फास्फेट) के रूप में उपलब्ध होती है। ऑक्सीकरण के लिए आवश्यक ऑक्सीजन वायुमंडल से मिलती है। श्वसन द्वारा यह ऑक्सीजन शरीर को प्राप्त होती है। ए.टी.पी (ATP) को कोशिका की 'ऊर्जा मुद्रा' भी कहते हैं। इस पाठ में पादप श्वसन के विभिन्न पहलुओं का वर्णन है।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आप :

- *श्वसन, किण्वन, प्रकाश श्वसन एवं श्वसन गुणांक को पारिभाषित कर सकेंगें;*
- *अनॉक्सीश्वसन की मूलभूत घटनाओं की सूची बना सकेंगे तथा उनको व्यक्त करने वाली रासानियक समीकरणों को लिख पायेंगे;*
- *किण्वन प्रक्रिया के उद्योगों में उपयोग को समझ सकेगें;*
- *वायवीय (ऑक्सी) तथा अवायवीय (अनॉक्सी) श्वसन की तुलना कर सकेगें;*
- *क्रेब्स चक्र के विभिन्न पदों को आरेखी चित्र (प्रवाह चार्ट) द्वारा समझ सकेगें;*
- *यह जान सकेंगे कि वास्तव में ए.टी.पी (ATP) अणुओं में ऊर्जा किस प्रकार मुक्त तथा संचित होती है;*

- *ऑक्सी (वायवीय) श्वसन के फलस्वरूप निकलने वाले 38 ए.टी.पी. (ATP) अणुओं का का विवरण दे पायेंगे;*
- *उन कारकों की सूची बना पाएंगे जो कि श्वसन को प्रभावित करते है; तथा विभिन्न भोज्य पदार्थों के श्वसन गुणांक (RQ value) की गणना कर सकेगें।*

12.1 श्वसन

श्वसन, जटिल कार्बनिक अणुओं के ऑक्सीकरण की वह चरणबद्ध प्रक्रिया है जिसके फलस्वरूप विभिन्न कोशिकीय उपापचीय क्रियाओं हेतु ATP के रूप में ऊर्जा मुक्त होती है। श्वसन में जीव तथा बाह्य वातावरण में परस्पर गैस-विनिमय होता है। पौधे अपने परिवेश से ऑक्सीजन ग्रहण करते हैं तथा कार्बन डाईऑक्साइड एवं जल वाष्प छोड़ते हैं। प्राणियों के संबंध में इस प्रकार केवल गैसीय विनिमय को **बाह्य श्वसन** या साँस लेना कहते हैं। यह एक भौतिक प्रक्रिया है।

कोशिकाओं के भीतर होने वाली वह जैवरासायनिक प्रक्रिया जिसके फलस्वरूप भोज्य पदार्थो के ऑक्सीकरण द्वारा ऊर्जा मुक्त होती है, **कोशिकीय श्वसन** कहलाती है। इस प्रक्रिया में विभिन्न एन्जाइम (उत्प्रेरक) भाग लेते हैं। कोशिकाओं द्वारा जटिल भोज्य अणुओं से ऊर्जा प्राप्त करने की प्रक्रिया ऑक्सीजन की उपस्थिति या अनुपस्थिति पर निर्भर करती है। जब श्वसन क्रिया में ऑक्सीजन का उपयोग होता है तो इसे **वायवीय** (aerobic)कहते हैं तथा जहाँ पर ऑक्सीजन का उपयोग नहीं होता है तो इसे (anaerobic) **अवायवीय श्वसन** कहते है। अवायवीय श्वसन में कार्बनिक अणुओं का आशिंक रूप से विखंडन कोशिकाद्रव्य (Cytosol) में होता है तथा निकलने वाली ऊर्जा का कुछ अंश ही कोशिका के कार्यों हेतु ATP के रूप में संचित होता हैं। वायवीय श्वसन, अवायवीय श्वसन की प्रक्रिया के पश्चात्, ऑक्सीजन की उपस्थिति में होने वाली प्रक्रिया है जिसमें ATP के रूप में ऊर्जा की अपेक्षाकृत अधिक मात्रा निकलती है। यह क्रिया यूकेरिओट के माइट्रोकॉण्ड्रिया तथा प्रोकेरिओट की प्लाज्मा झिल्ली में होती है।

वायवीय तथा अवायवीय श्वसन दोनों में बहुत सी समानताएँ है जैसे कि :

- दोनों प्रक्रियाओं में ऑक्सीकरण द्वारा जटिल खाद्य अणुओं से ऊर्जा निकलती हैं।
- दोनों ही प्रक्रियाओं में हाइड्रोजन वाहको के रूप में कार्बनिक अणुओं से हाइड्रोजन को हटाने में सह-एन्जाइमों का प्रयोग होता है जिससे सह एन्जाइमों का अपचयन तथा आधारी पदार्थों (भोज्य पदार्थों) का ऑक्सीकरण होता है। अधिकांश हाइड्रोजन वाहक NAD (निकोटिनामायड एडीनिन डाइन्यूक्लियोटाइड) एवं FAD (फ्लेविन एडीनिन डाईन्यूक्लियोटाइड) होते हैं। ये अणु पुन: ऑक्सीकृत होकर ATP निर्माण के लिए ऊर्जा मुक्त करते हैं।
- दोनों ही प्रक्रियाओं में ऊर्जा स्थानांतरण हेतु उच्च ऊर्जा युक्त फास्फेट यौगिकों ATP अणुओं का प्रयोग होता है

दोनों प्रकार के श्वसनों में मूलभूत अंतर तालिका 12.1 में दिया गया है

टिप्पणी

Aerobic (वायवीय श्वसन) (Aero = वायु)	Anaerobic (अवायवीय श्वसन) (Anaero = अवायु)
1. ऑक्सीजन की उपस्थिति में होता है	1. ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में होता है
2. इस प्रक्रिया में कार्बनिक पदार्थो का पूर्ण ऑक्सीकरण होता है	2. इस प्रक्रिया में कार्बनिक पदार्थो का आशिंक ऑक्सीकरण होता है
3. उच्च श्रेणी के जीवों दोनों पादपों और प्राणियों में सामान्यतया होने वाली श्वसन विधि है।	3. यह प्रक्रिया निम्न जीवों जैसे जीवाणु, कवक तथा उच्च जीवों में जहाँ ऑक्सीजन कम होती है। जैसे उन माँसपेशियों में ऑक्सीजन अपर्याप्त हो जाती है)
4. $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 6O_2 + 38\ ATP$	4. $C_6H_{12}O6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2\ ATP$ (यीस्ट में) OR $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow$ 2 लैक्टिक अम्ल + 2 ATP (मांसपेशियों में)
5. यह प्रक्रिया यूकेरिओटों के कोशिकाद्रव्य तथा माइटोकाण्ड्रिया में तथा प्रोकेरिओटों की प्लाज्मा झिल्ली में होती है।	5. यह प्रक्रिया कोशिकाद्रव्य (साइटो प्लाज्म) में होती है।

सह एन्जाइम एक जटिल प्रोटीन विहीन अणु होता है जो किसी एन्जाइम से अस्थाई रूप से जुड़कर विभिन्न उपापचयी क्रियाओं को जोड़ने का कार्य करता है।

पाठगत प्रश्न 12.1

1. पौधे एवं अन्य जीव-जंतु विभिन्न क्रिया कलापों हेतु ऊर्जा किस प्रकार प्राप्त करते है?

....

2. भोजन से श्वसन के फलस्वरूप बनने वाले उच्च ऊर्जा अणुओं के नाम बताइए।

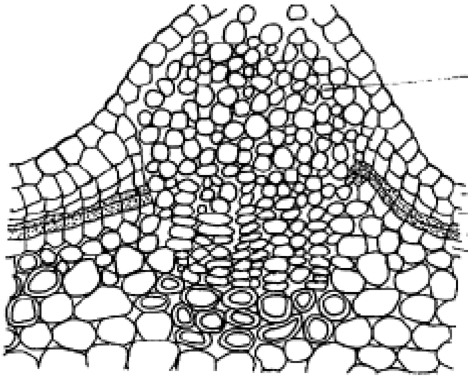
....

3. वायवीय तथा अवायवीय श्वसन में दो अंतर बताइए।

....

12.2 वाह्य श्वसन गैसीय विनिमय

- पौधे में, वायुमंडलीय हवा, साधारण विसरण द्वारा अंदर से बाहर एवं बाहर से अंदर जाती है :
  (a) पौधे की सामान्य सतह द्वारा (तने, जड़, फल एवं बीज)
  (b) वातरंध्र (तने की छाल पर खुलने वाले छिद्र) (चित्र 12.1)
  (c) रंध्र, जोकि पत्तियों एवं नए हरे तनों पर विद्यमान होते हैं।



चित्र 12.1: एक वृक्ष की छाल पर बना वातरंध्र

- पौधे को ऑक्सीजन वाहक की आवश्यकता नहीं होती। इसके विपरीत, जंतुओं में ऑक्सीजन का संवहन रूधिर द्वारा होता है, क्योंकि पौधो में जंतुओं की तुलना में ऑक्सीजन की कम आवश्यकता होती है तथा पौधों में ऑक्सीजन के अवशोषण के लिए सामान्य विसरण द्वारा अधिक क्षेत्रफल (पत्तियां) उपलब्ध हो जाता है।

- पौधे के अंदर उपस्थित अंतरकोशिकीय स्थानों में वायुमंडल से गैस-एकत्रित होती हैं। जैसे-जैसे ऑक्सीजन का उपभोग होता है वैसे ही और ऑक्सीजन पुन: विसरण द्वारा पौधे में प्रवेश कर जाती है क्योंकि CO_2 पौधों में लगातार बनती रहती है अत: CO_2 की सांद्रता पौधे के अंदर बढ़ जाती है तथा यह सांद्रता बाह्य वातावरण से अधिक हो जाती है जिसके कारण CO_2 विसरण द्वारा बाहर निकल जाती है।

- क्या आप इसकी विवेचना कर सकते हैं, कि पौधे दिन के समय ऑक्सीजन निकालते हैं जबकि वे इसका उपयोग श्वसन हेतु कर सकते हैं?

पौधो में दिन के समय निकलने वाली ऑक्सीजन का उपयोग श्वसन के लिए भी किया जाता है; परंतु प्रकाश संश्लेषण की दर श्वसन दर से अधिक होती है अत: दिन के समय पौधे अधिक मात्रा में ऑक्सीजन छोड़ते हैं। यद्यपि वे रात के समय केवल CO_2 छोड़ते हैं क्योंकि प्रकाश की अनुपास्थिति में प्रकाश संश्लेषण की क्रिया नहीं होती हैं। जंतु केवल CO_2 ही छोड़ते हैं।

पाठगत प्रश्न 12.2

1. उन सतहों के नाम बताइए जिनकी साहयता से पौधे वायुमंडल से ऑक्सीजन ग्रहण करते हैं।

   ....

2. उस प्रक्रिया का नाम बताइए जिसके द्वारा पौधे वायुमंडल से ऑक्सीजन ग्रहण करते हैं।

   ....

3. उन गैसों के नाम बताइए जो पौधे दिन तथा रात के समय छोड़ते हैं।

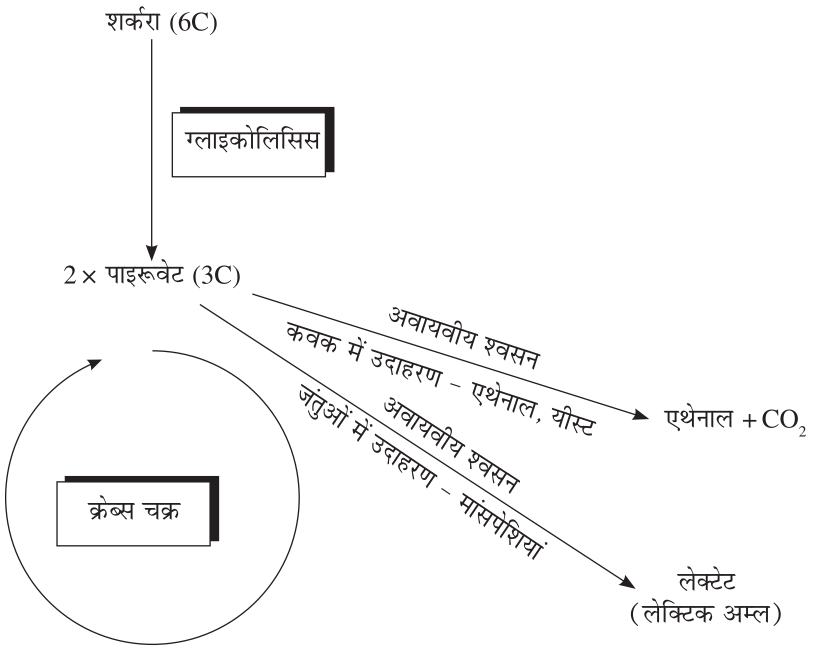
   ....

4. पौधो में जंतुओं के समान विशेष श्वसन अंग नहीं होते हैं–कोई दो कारण बताइये।

   ....

12.3 कोशिकीय श्वसन

अवशोषित ऑक्सीजन का उपयोग पोषक पदार्थों जैसे–ग्लूकोज, अमीनो अम्ल तथा वसीय अम्लों का संपूर्ण ऑक्सीकरण करके CO_2 उत्पादन, जल तथा ऊर्जा उत्पन्न करने में होता है। यह क्रिया कोशिकाओं एवं ऊतकों में होती है। चित्र 12.2 को देखें तथा कोशिकीय श्वसन (वायवीय एवं अवायवीय) के विभिन्न चरणों को चिन्हित करें। इन दोनों कोशिकीय श्वसनो का प्रथम चरण **ग्लाइकोलिसिस** है।



चित्र 12.2 कोशिकीय श्वसन के पथ

12.3.1 ग्लाइकोलिसिस : (एम्बडेन-मेयरहॉफ़ पारनास पाथवे)

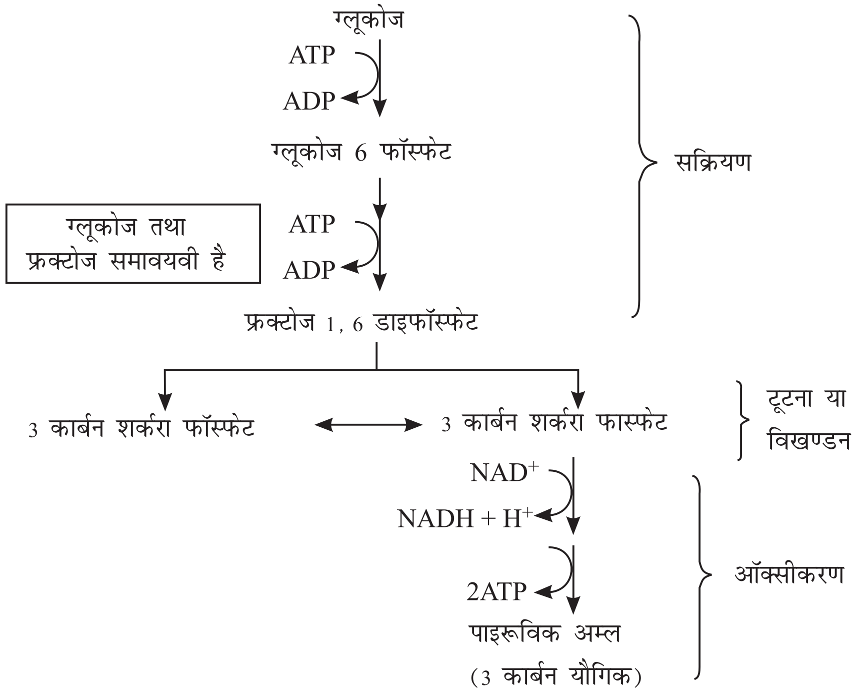
ऑक्सीजन उपस्थित हो अथवा न हो, कोशिका में प्रारंभ में, ग्लूकोज का विखंडन हमेशा अवायवीय ही होता है। ग्लाइकोलिसिस वायवीय तथा अवायवीय श्वसन दोनों में होती है। ग्लाइकोलिसिस में, एन्जाइमों द्वारा नियंत्रित प्रक्रिया में चरणव) तरीके से ग्लूकोज के एक अणु का ऑक्सीकरण होकर पाइरूबिक अम्ल के दो अणु बन जाते हैं। क्रिया का आरम्भ ग्लूकोज से होता है (पौधो में प्रकाश संश्लेषण से बनता है तथा जंतुओं में कार्बोहाइड्रेट के पाचन के फलस्वरूप)

ग्लाइकोलिसिस को पुनः तीन भागों में बांटा जा सकता है :

1. ग्लूकोज के फास्फेटीकरण द्वारा फ्क्टोस 1, 6 डाइफॉस्फेट का बनना। यह ग्लूकोज का सक्रियण है तथा इसमें 2 ATP अणुओं का उपयोग होता है।
2. उपरोक्त बने यौगिक का तीन कार्बन शर्करा युक्त फॉस्फेट वाले दो यौगिक में टूटना। ये यौगिक अंतरपरिवर्तनीय होते है। इसी से ग्लाइकोलिसिस शब्द की उत्पति हुई है जिसका अर्थ है ग्लूकोज का टूटना या विखंडन।
3. प्रत्येक तीन कार्बन युक्त शर्करा फास्फेट ऑक्सीकरण द्वारा हाइड्रोजन को त्याग कर अपचयित NAD का निर्माण करता है तथा 2 ATP अणु का उत्पादन भी होता है।

यह क्रिया अपने आप में ऊर्जा एकत्रित करने की पहली क्रिया है जिसका विकास आज से लगभग 3 अरब वर्ष पूर्व प्राचीन जीवाणुओं में हुआ परंतु आज ये सभी जीवों की प्रत्येक कोशिका में होती है

$$ATP \longrightarrow ADP + Pi + 30.6\ kJ$$



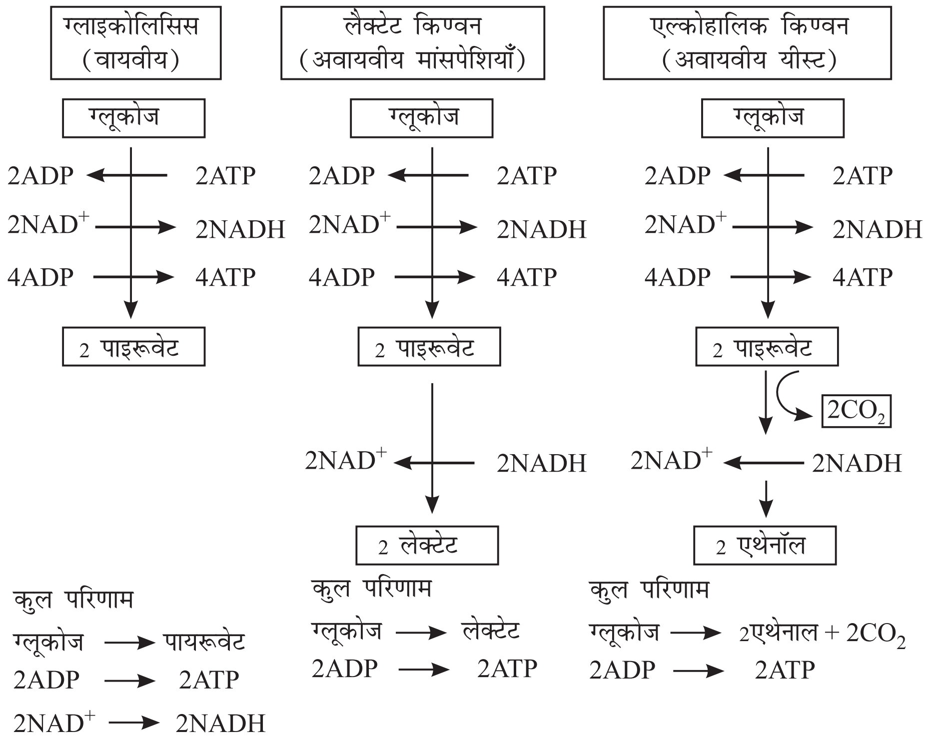
उपरोक्त प्रक्रिया का संतुलित समीकरण है

- ग्लूकोज + 4ADP + 4Pi + 2NAD ⟶ 2 पाइरूविक अम्ल + 4ATP + 2NADH
- ग्लाइकोलिसिस की प्रारंभिक अवस्थाओं में ATP के दो अणुओं का इस्तेमाल हो जाता है। अत: ग्लाइकोलिसिस प्रक्रिया के दौरान बने कुल ATP अणुओं की संख्या 4 – 2 = 2ATP। इसके अतिरिक्त दो अपचयित NADH + H^+ अणु भी बनते हैं।
- अत: हम देखते हैं कि ग्लाइकोलिसिस प्रक्रिया के अन्त में ऊर्जा की बहुत थोड़ी मात्रा ही निकलती है।

12.3.2 किण्वन

पाइरूविक अम्ल का ऑक्सीकरण करने के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता (आप इसके बारे में जल्दी पढ़ेंगे) होती हैं। अत: इसका वायवीय ऑक्सीकरण माइटोकाण्ड्रिया में होता है। अवायवीय अवस्थाओं में (या ऑक्सीजन की अपर्याप्त आपूर्ति) सूक्ष्मजीव एवं पौधे किण्वन क्रिया करते हैं।

किण्वन प्रक्रिया में पाइरूविक अम्ल का इथाइल एल्कोहल एवं CO_2 में अपचयन होता हैं। (यीस्ट में) अथवा लैक्टिक अम्ल में (जैसा कि जंतुओं की माँसपेशियों में होता है) तथा NADH का NAD^+ में ऑक्सीकरण होता है। इस प्रकार NAD का पुनरुत्पादन होता है जिसका उपयोग ग्लाइकोलिटिक पाथवे में वायवीय दशाओं में 2 ATP अणु बनाने में किया जा सकता है। (कृपया चित्र 12.3 देखें) किण्वन प्रक्रिया में ATP अणु का निर्माण नहीं होता है। यद्यपि आप किण्वन शब्द से एल्कोहालिक किण्वन के संदर्भ में अधिक परिचित हो लेकिन अब इसका उपयोग अवायवीय पथ में पाइरूबिक अम्ल के लिए होता है।



चित्र 12.3 अवायवीय श्वसन का पथ

किण्वन का महत्त्व

किण्वन प्रक्रिया का अनेक उद्योग धंधों में उपयोग होता है एवं कुछ उद्योगों में तो इस प्रक्रिया का व्यापक इस्तेमाल होता है। जीवाणुओं के विभिन्न प्रभेदों एवं यीस्ट को काफी अधिक मात्रा में संवर्धित करके अनेक प्रकार से उपयोग में लाया जाता है।

1. बेकरी में डबलरोटी, बिस्कुट एवं केक आदि बनाने में
2. शराब एवं अन्य एल्कोहालिक उत्पाद जैसे बीयर, रम इत्यादि बनाने में।
3. सिरका बनाने एवं चमड़े के टैनिंग (चर्मशोधन) करने में।
4. एथेनाल का उपयोग ब्राजील में गड़ियों को चलाने में किया जा रहा है तथा वर्तमान में भारत सरकार भी पेट्रोल में एल्कोहल मिलाकर बेचने की योजना पर कार्य कर रही हैं जिसे **गैसोहाल** भी कहते हैं।
5. हमारे दैनिक जीवन में किण्वन प्रक्रिया इडली, डोसा, भटूरा, ढोकला इत्यादि में प्रयोग होती है। गूँधे आटे में खमीर मिलाकर गर्म वातावरण में रखते हैं तो इससे आटा स्पंजी हो जाता है तथा फूल जाता है। इस प्रकार से उसमें एक विशिष्ट गंध एवं स्वाद आ जाता है।

> क्या आप जानते हैं कि अधिक देर तक व्यायाम करने से हमारी माँसपेशियों में दर्द क्यों होने लगता है? इसका कारण है माँसपेशियो में लेक्टिक अम्ल का जमा होना।

12.3.3 पाइरूविक अम्ल का वायवीय श्वसन में पहुँचना

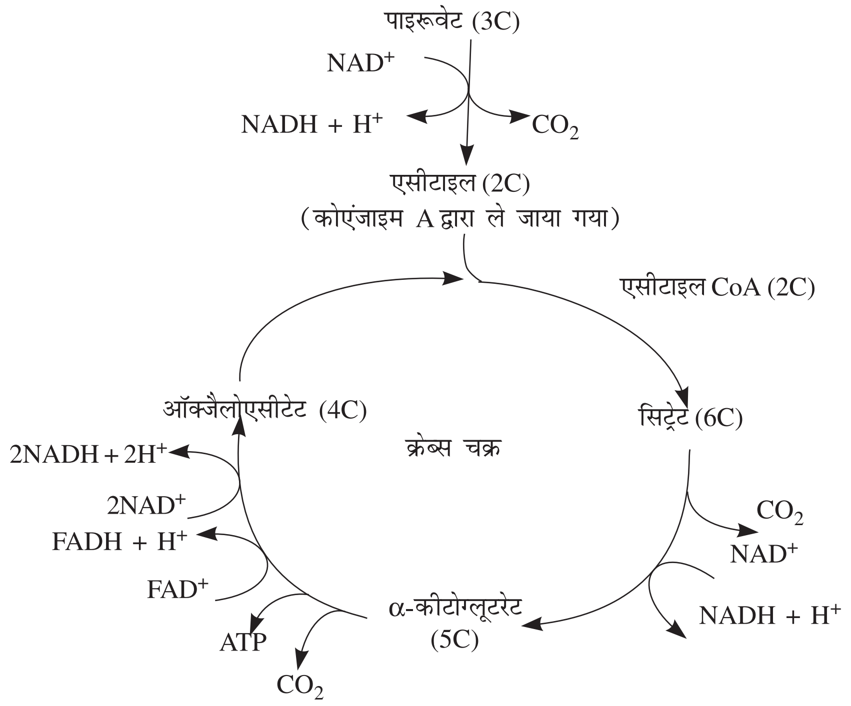
यह आप पहले ही जान चुके हैं कि किस प्रकार ग्लाइकोलिसिस प्रक्रिया के फलस्वरूप कोशिका के कोशिकाद्रव्य में ग्लूकोज, पाइरूविक अम्ल के दो अणुओं में परिवर्तित हो जाता है।

- ऑक्सीजन की उपस्थिति में, पाइरूविक अम्ल माइटोकाण्ड्रिया में प्रवेश करता है तथा CO_2 तथा हाइड्रोजन को त्याग कर एसेटाइल CoA (Acetyl CoA) में परिवर्तित हो जाता है। इस प्रकार एसेटाइल CoA, ग्लाकोलिसिस एवं श्वसन की आगे की क्रियाओं के बीच सेतु का कार्य करता है जिसमें ATP के रूप में अधिक ऊर्जा उत्पन्न होती है। एसेटाइल CoA वसा एवं प्रोटीन से भी उत्पन्न होता है।

क्रेब्स चक्र अथवा सिट्रिक अम्ल चक्र

- एसेटाइल CoA अणु क्रेब्स चक्र में प्रवेश करता है तथा यह क्रिया माइटोकॉण्ड्रिया के आधात्री (matrix) में होती है।
- इस च्रक का विस्तृत विवरण सर हैन्स क्रेब्स ने 1930 में दिया था। इसे ट्राईकार्बोक्सिलिक अम्ल चक्र अथवा TCA चक्र के नाम से भी जाना जाता है

- क्रेब्स चक्र के विभिन्न पद निम्न है : (चित्र 12.4 देखें)



चित्र 12.4: क्रेब्स चक्र (सरलीकृत रूप में)

श्वसन के इस चरण का सारांश इस प्रकार है –

$$2 \text{ पाइरूविक अम्ल} + 8NAD + 2FAD + 2ADP \longrightarrow 6CO_2 + 8NADH + 2FADH_2 + 2ATP$$

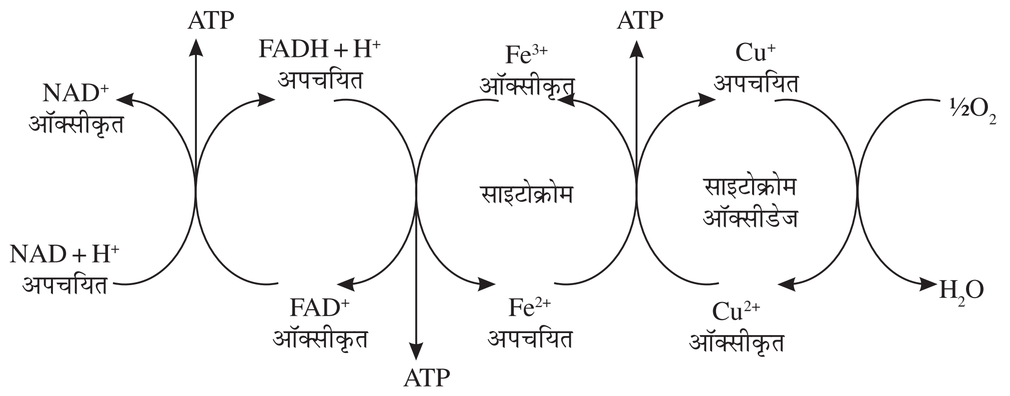
> हाइड्रोजन वाहक NAD तथा FAD विटामिन B कॉम्प्लेक्स से उत्पन्न होते हैं तथा इन्हें को–एन्जाइम कहते हैं

- ऐसेटाइल समूह (2 कार्बन) ऑक्सेलोएसीटेट (4 कार्बन) से जुड़कर 6 कार्बन युक्त सिट्रेट बनाता है। यहीं से सिट्रिक अम्ल चक्र का प्रारंभ होता है।
- जैसे एसीटाइल समूह चक्र में आगे बढ़ता है, दो विकार्वोक्सीकरण (decarboxylation) क्रियाओं में दो कार्बन अणु निकल जाते हैं तथा चार विहाइड्रोजनीकरण क्रियाओं में हाइड्रोजन वाहकों में जुड़ जाता है, जिसके फलस्वरूप 3 $NADH_2$ एवं एक $FADH_2$ अणु बनते हैं
- प्रत्येक TCA चक्र के दौरान ATP का एक अणु भी प्राप्त होता है (यह याद रखने योग्य है कि ग्लूकोज के एक अणु से एसीटाइल समूह के दो अणु बनते हैं अत: ग्लूकोज के एक अणु के इस्तेमाल हेतु TCA के दो चक्र होते हैं) प्रत्येक चक्र के अंत में ऑक्सेलोएसीटेट का पुनरुत्पादन होता है जो अन्य एसीटाइल समूह से जुड़ने के लिए तैयार होता है।

- अत: सिट्रिक अम्ल चक्र के अंत में NADH के 10 अणु (दो अणु ग्लाइकोलिसिस) तथा दो $FADH_2$ (ग्लाइकोलिसिस से प्राप्त 2 NADH) के अणु बनते हैं
- अब इस प्रकार प्रारंभिक ग्लूकोज से मुक्त हुए हाइड्रोजन आयन, हाइड्रोजन वाहको NAD तथा FAD से जुड़ जाते हैं तथा ये हाइड्रोजन वाहक एक आगे की प्रावस्था जिसे श्वसनशृंखला में प्रवेश करते हैं तथा इस प्रक्रिया में भी ऊर्जा मुक्त होती है।

श्वसन शृंखला अथवा इलेक्ट्रॉन परिवहन शृंखला (E.T.C.)

- हाइड्रोजन वाहक अब माइटोकाण्ड्रिया की भीतरी झिल्ली में प्रवेश करते हैं। इस भीतरी झिल्ली में भीतर की तरफ उभरी संरचनाएँ होती है जिन्हें क्रिस्टी (Cristae) कहते हैं जिससे इसका सतही क्षेत्र बढ़ जाता है।
- माइट्रोकॉण्ड्रिया के क्रिस्टी में उपस्थित हाइड्रोजन का आण्विक ऑक्सीजन द्वारा चरणबद्ध ढंग से ऑक्सीकरण होता है तथा छोटे-छोटे चरणों में ऊर्जा विमुक्त होती है। इसमें से कुछ ऊर्जा ADP तथा अकार्बनिक फास्फेट (Pi) से मिलकर ATP बनाने में प्रयुक्त होती है तथा यह प्रक्रिया ऑक्सीकृत फास्फेटीकरण कहलाती है।
- इन अभिक्रियाओं के दौरान हाइड्रोजन, इलेक्ट्रान (e^{-1}) एवं हाइड्रोजन आयन (H^+) में टूट जाता है। ये इलेक्टॉन एवं आयन इलेक्ट्रॉन वाहकों की एकशृंखला द्वारा ग्रहण किए जाते हैं जिसका अंत ऑक्सीजन से होता है। वाहकों की इसीशृंखला को **श्वसन शृंखला** (Electron Transport Chain) कहते हैं (चित्र 12.5)



चित्र 12.5: श्वसनशृंखला (ऑक्सीकरण फॉस्फोरिलीकरण)

- हाइड्रोजन अथवा इलेक्ट्रॉन उच्च ऊर्जा स्तर से निम्न ऊर्जा स्तर तक वाहको द्वारा ऑक्सीजन तक ले जाए जाते हैं जो कि इलेक्ट्रॉन का अंतिम ग्राही है तथा ऑक्सीजन अपचयित होकर जल में परिवर्तित हो जाता है।
- प्रत्येक स्थानांतरण पर कुछ ऊर्जा मुक्त होती है तथा इससे कुछ ऊर्जा ATP निर्माण में प्रयुक्त होती हैं।
- अंत में साइट्रोक्रोम ऑक्सीडेज एन्जाइम, H^+ को इलेक्ट्रॉन दे देता है (ऑक्सीजन द्वारा ग्रहण करके जल बनाने से पहले)
- $NADH_2$ के प्रत्येक अणु जोकि श्वसनशृंखला में प्रवेश करते हैं उनसे ATP के 3 अणु बनते हैं परंतु $FADH_2$ के प्रत्येक अणु से केवल दो ATP बनते है। क्या आप जानते है ऐसा क्यों होता हैं? इसलिए, क्योंकि $FADH_2$ श्वसनशृंखला के अंतिम चरण में प्रवेश करता है।

- कार्बन मोनोऑक्साइड तथा हाइड्रोजन सल्फाइड विष के समान होते हैं क्योंकि श्वसनश्रृंखला के हाइड्रोजन स्थानांतरण तंत्र तथा ATP निर्माण को अवरुद्ध करते हैं।

एक ग्लूकोस अणु के वायवीय श्वसन का संपूर्ण विवरण (बजट)

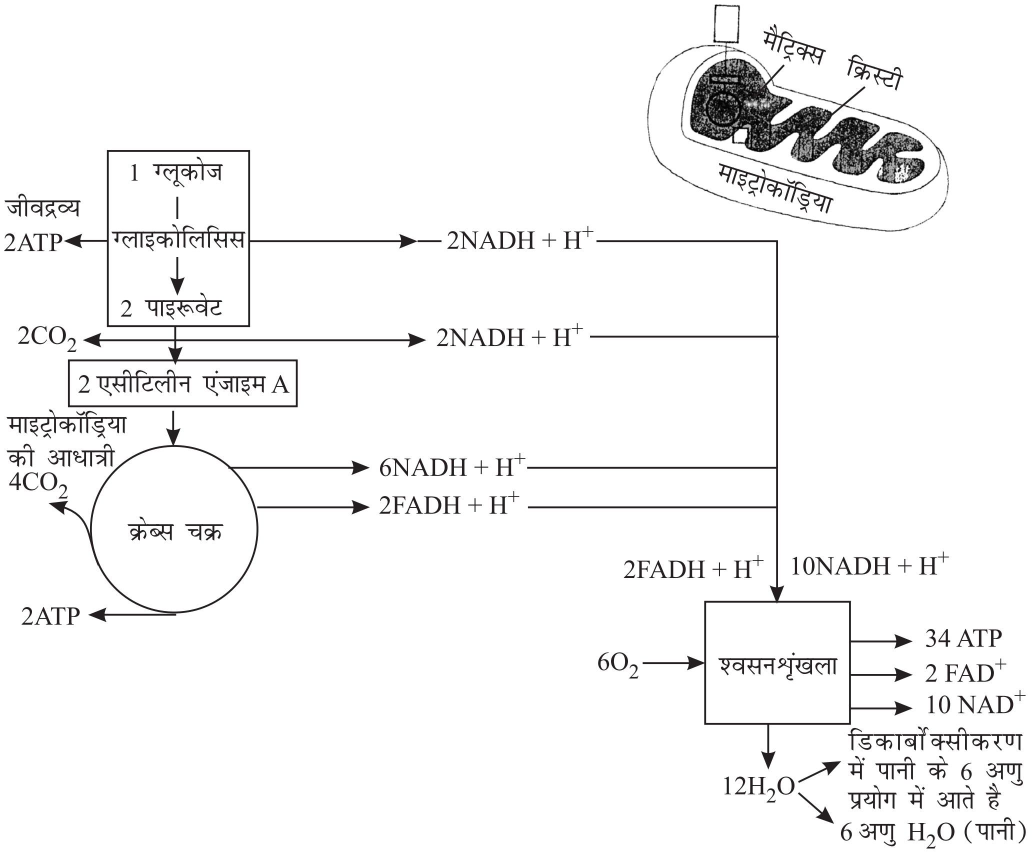
इसके लिए तालिका 12.2 देखें

तालिका 12.2

	CO_2	ATP	$NADH + H^+$	$FADH_2$
ग्लाइकोलिसिस	—	2	2	—
पाइरूबेट > एसीटाइल COA	2	—	2	—
क्रेब्स चक्र	4	2	6	2
कुल	6 CO_2	4 ATP	10 $NADH + H^+$ $10 \times 3 = 30$ ATP	2 $FADH_2$ $2 \times 2 = 4$ ATP

ATP अणुओं की कुल संख्या = 38

- ग्लाइकोलिसिस प्रक्रिया के अंत में ग्लूकोस से पाइरूविक अम्ल के दो अणु बनते हैं तथा प्रत्येक पाइरूविक अम्ल का अणु क्रेब्स चक्र में अलग-अलग प्रवेश करता हैं।



चित्र 12.6 वायवीय श्वसन का सारांश

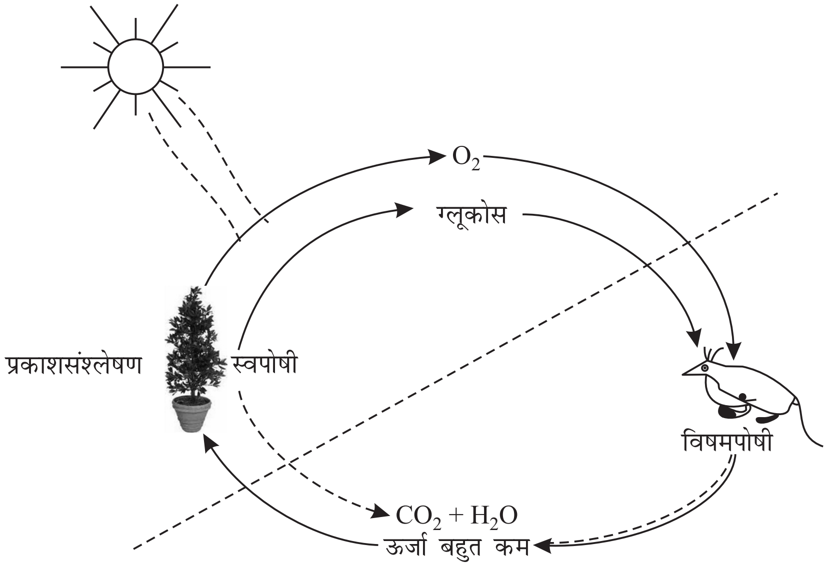
12.3.4 क्रेब्स चक्र एवं एसीटाइल CoA का महत्त्व

1. इस च्रक द्वारा अपचयित एन्जाइम तथा ऊर्जा नियंत्रित ढंग से निकलती है।
2. यह एल्डीहाइड, वसीय अम्ल एवं अमीनो अम्लों के ऑक्सीकृत विखंडन का सामान्य पथ है। वसीय अम्ल β ऑक्सीकरण द्वारा एसीटाइल CoA में परिवर्तित हो जाता है तथा प्रोटीन, अमीनो समूह (-NH_2) को त्यागकर अमीनो अम्ल के रूप में क्रेब्स चक्र में प्रवेश करते हैं।
3. क्रेव्स चक्र द्वारा उनके मध्यस्थ यौगिको का निर्माण करता है जो अमीनो अम्ल, न्यूक्लियोटाइड, पर्णहरिम एवं वसा जैसे जैव अणुओं के संश्लेषण के लिए आवश्यक है।

12.3.5 उभयचयी पथक्रम

श्वसन सभी जीवधारियों के जीवित बने रहने के लिए आवश्यक प्रक्रिया है। इसमें ऑक्सीजन का उपयोग किया जाता है और इस दौरान कार्बन-डाईऑक्साइड निकलती है। हरे पौधों में प्रकाशसंश्लेषण प्रक्रिया संपन्न होती है, जिसमें सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में CO_2 और H_2O का उपयोग कर लिया जाता है और इससे मंड (स्टार्च) संश्लेषित होता है तथा ऊर्जा निर्मुक्त होती है। इस प्रकार प्रकाशसंश्लेषण एक निर्माणकारी अथवा उपचयी पथक्रम है, जबकि श्वसन एक विघटनकारी अथवा अपचयी प्रक्रिया है जिसमें ग्लूकोस ऑक्सीकृत होता है तथा CO_2, CO_2 और ऊर्जा निकलती है। ये दोनों पथक्रम मिलकर एक उभयचयी (उभय = दो) पथक्रम बनाते हैं।

प्रकाश तीव्रता जिस पर प्रकाशसंश्लेषण श्वसन की पूर्ति करता हे वह पूर्तिकर बिंदू कहा जाता है। दूसरे शब्दों में यो कहा जा सकता है कि हरित पादपों में प्रतिकर बिंदु पर प्रकाश संश्लेषण के दौरान CO_2 की जितनी मात्रा में खपत होती है वह श्वसन द्वारा उत्पन्न CO_2 की मात्रा के बराबर होती है।



चित्र 12.7 अंकुरित होने वाले बीजों में अवायवीय श्वसन

पाठगत प्रश्न 12.3

1. किण्वन प्रक्रिया के दौरान पाइरूविक अम्ल एल्कोहल अथवा लेक्टिक अम्ल में क्यों परिवर्तित हो जाती है?

   ....

2. अवायवीय श्वसन में कम ऊर्जा क्यों मुक्त होती है?

   ....

3. ग्लूकोस के वायवीय श्वसन की तीन प्रावस्थाए बताइए। कोशिका में ये अभिक्रियाएँ कहाँ होती है?

   ....

4. ऑक्सीजन का वायवीय श्वसन में क्या कार्य है?

   ....

5. क्रेब्स चक्र के प्रारंभिक (आधारी) तथा उत्पाद के नाम बताइए।

   ....

6. वसीय अम्ल क्रेब्स चक्र में किस प्रकार प्रवेश करते हैं?

   ....

12.4 श्वसन दर तथा उसको प्रभावित करने वाले कारक

श्वसन दर को मुक्त CO_2 की मात्रा से मापा जा सकता है। विभिन्न अंगों तथा आयु में श्वसन दर भिन्न-भिन्न होती है। सामान्यत: वे कारक जो श्वसन दर को प्रभावित करते हैं दो प्रकार के होते हैं–**आंतरिक कारक** जैसे श्वसन एन्जाइमो की सक्रियता तथा आधारी पदार्थ की प्रकृति। **बाह्यकारक**–जैसे ऑक्सीजन, जल तथा तापमान इत्यादि।

(a) आधारी पदार्थ के प्रकार : आधारी पदार्थ कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन अथवा वसा हो सकते हैं। किसी आधात्री पदार्थ जिसका कि ऑक्सीकरण हो रहा हो। उसे श्वसन गुणांक से मापा जाता है। श्वसन गुणांक अथवा R.Q क्या है?

$$R.Q = \frac{\text{निकलने वाली } CO_2 \text{ का आयतन}}{\text{इस्तेमाल } O_2 \text{ का आयतन}}$$

> काबोहाइड्रेट के लिए, $CO_2/O_2 = 1$ (जैसे तना एवं जड़ों में)
>
> प्रोटीन के लिए, $CO_2/O_2 = < 1$ (प्रोटीन युक्त बीज जैसे दालों में)
>
> वसा एवं तेलों के लिए, $CO_2/O_2 = > 1$ (तेलयुक्त बीज जैसे सरसों)
>
> वसा के लिए श्वसन गुणांक > 1 होता है क्योंकि वसा से ग्लूकोज के एक अणु की तुलना में अधिक ऊर्जा निकलती हैं।

(b) **तापमान :** 30°C से 35°C तापमान श्वसन के लिए सर्वाधिक अनुकूल है। क्या आप अनुमान कर सकते हैं, ऐसा क्यों होता है? ऐसा इसलिए होता है कि इस ताप पर श्वसन एन्जाइम सबसे सक्रिय होते हैं। श्वसन 50°C एवं बहुत कम (0-10°C) ताप पर घट जाता है।

(c) **ऑक्सीजन :** ऑक्सीजन की मात्रा बढ़ने के साथ-साथ श्वसन दर भी बढ़ जाती है। जैसे ही ऑक्सीजन की मात्रा शून्य से आगे बढ़ती है वैसे ही श्वसन दर बढ़ने लगती है, परंतु एक सीमा से अधिक ऑक्सीजन होने पर श्वसन दर घट जाती है।

(d) **कार्बन डाईऑक्साइड :** यदि कार्बनडाइऑक्साइड को एकत्रित होने दिया जाए तो श्वसन दर घट जाती है।

(e) **जल :** यदि जीवद्रव्य में जल की मात्रा बहुत कम हो तो श्वसन दर भी बहुत कम होगी। जैसे शुष्क एवं परिपक्व बीजों में। प्रसुप्त बीजों में श्वसन दर बहुत कम होती है।

पाठगत प्रश्न 12.4

1. वसा एवं कार्बोहाइड्रेटस का श्वसन गुणांक कितना होगा?

   ....

2. ऑक्सीजन की उच्च सांद्रता का श्वसन पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

   ....

3. श्वसन प्रक्रिया के लिए आदर्श तापमान कितना है?

   ....

4. श्वसन गुणांक (R.Q.) को परिभाषित कीजिए।

   ....

12.5 प्रकाश-श्वसन (Photorespiration)

- आप पहले पढ़ चुके हैं कि प्रकाश संश्लेषण की अप्रकाशी प्रक्रिया (Dark reaction) में रूबिस्को एन्जाइम, RuBP के कार्बोनिकरण को उत्प्रेरित करता है।

$$RuBP + CO_2 \xrightarrow{\text{रूबिस्को}} 2\ PGA\ (\text{फास्फोग्लिसरल्डीहाइड}) \rightarrow \text{केल्विन चक्र}$$

- यह एन्जाइम ऑक्सीजन के प्रति भी आसक्तता रखता है। इसलिए यह ऑक्सीजन एवं RUBP के ऑक्सीकरण की क्रिया को भी उत्प्रेरित कर सकता है।

- अतः पर्णहरिम में प्रारंभ होने वाला वह श्वसन जो प्रकाश एवं उच्च ऑकसीजन मात्रा (परन्तु CO_2 की कम मात्रा) में होता है, प्रकाश श्वसन कहलाता हैं।

$$\text{RuBP} + O_2 \xrightarrow{\text{रूबिस्को}} 2\ \text{PGA} + 1\ \text{फास्फोग्लाइकोलेट}$$

↓

केल्विन चक्र

फिर भी फास्फोग्लोइकोलेट, माइटोकॉण्ड्रिया एवं पराक्सीसोम में अनेक अभिक्रियाओं से गुजरता है। फास्फोग्लाइकोलेट के दो अणु अंत में PGA एवं CO_2 का एक-एक अणु बनाते हैं। यहाँ पर यह ध्यान देने योग्य है कि इस प्रक्रिया में श्वसन के विपरीत, ATP का निर्माण नहीं होता है।

- प्रकाश श्वसन इसलिए होता हैं क्योंकि रूबिस्को एन्ज़ाइम में CO_2 एवं ऑक्सीजन दोनों के लिए सक्रिय केंद्र होता है।
- RUBP के ऑक्सीकरण में से आक्सीजन की उपस्थिति पौधों में प्रकाश संश्लेषण की अप्रकाशी प्रक्रिया के दौरान स्थिर कार्बन में 25 प्रतिशत की हानि होती हैं।

पाठगत प्रश्न 12.5

1. RuBP तथा ऑक्सीजन की प्रतिक्रिया के फलस्वरूप बनने वाले उत्पाद का नाम लिखिए। प्रतिक्रिया के लिए उत्तरदायी एंजाइम का नाम भी बताएं।

   ....

2. श्वसन एवं प्रकाश श्वसन में एक अंतर बताइए।

   ....

3. उन परिस्थितियों को स्पष्ट कीजिए जिनमें प्रकाश श्वसन होता है?

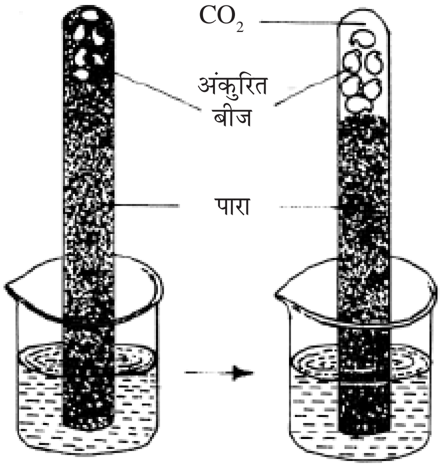
   ....

क्रियाकलाप I

अंकुरित बीजों में अवायवीय श्वसन को प्रदर्शित करना

पहले से पानी में भीगे हुए 8-10 मटर के बीज लीजिए तथा उनका छिलका उतार दीजिए। इन्हें पारे से भरी एक परखनली में डालकर, पारे से भरे एक बीकर में परखनली को उल्टा करके रख दीजिए। मटर के बीज पारे के ऊपर तैरकर परखनली के ऊपर वाले हिस्से में आ जाते हैं और चारों तरफ से पारे से घिरे रहते हैं। दो दिन बाद पारे का तल नीचे आ जाता है क्योंकि अंकुरित बीजों से गैस निकलती है। यदि परखनली में पोटैशियम हाइड्रोक्साइड (KOH) डाला जाए तो वह भी तैरकर पारे के ऊपर आ जाता है तथा गैस के संपर्क में आने पर परखनली में पारे का स्तर फिर से ऊपर आ जाता है।

क्या आप बता सकते हैं ऐसा क्यों हुआ? KOH, मटर से निकली CO_2 को सोख लेता है इस प्रकार यह प्रयोग अवायवीय श्वसन को दर्शाता है। (चित्र 12.7 देखें)



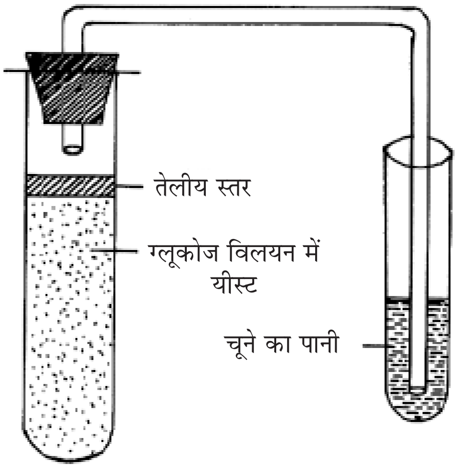
चित्र 12.7 अंकुरित बीजों के अवायवीय श्वसन

क्रियाकलाप II

यीस्ट में अवायवीय श्वसन

विधि : थोड़ी सी मात्रा में खमीर का शुष्क चूर्ण अथवा बेकरी से खमीर (यीस्ट का) विलयन लें तथा इसकी 10 ml मात्रा को एक परखनली जिसमें ग्लूकोज का 10% विलयन है, मिला ले। (क) परखनली में द्रव की सतह के ऊपर तेल डाल दें (जिससे इस द्रव का बाहरी हवा से संपर्क न हो सके) तथा कॉर्क से इस परखनली को बंद कर दे। अब एक–दो मुँह वाली ग्लासनली लें तथा इसका एक भाग, परखनली (क) जिसमें खमीर एवं ग्लूकोज विलयन भरा है में अंदर डाले तथा दूसरा सिर परखनली (ख) जिसमें कि चूने का पानी भरा है, में डाल दें (चित्र 12.8 के अनुसार)। अब 'क' परखनली को एक बीकर में रखे गर्म पानी (37°C-38°C) में डाले तथा देखें कि अब 'ख' परखनली में चूने के पानी का रंग दूधिया होने लगता है। यह प्रदर्शित करता है कि खमीर (यीस्ट) से CO_2 निकलती है तथा यह भी देखे कि डिलीवरी ट्यूब के स्तर में कोई वृद्धि नहीं होती है, इससे यह प्रदर्शित होता है कि 'क' परखनली की गैस के आयतन में भी कोई कमी नहीं हुई। इस प्रकार यीस्ट द्वारा ऑक्सीजन का उपयोग नहीं होता। इस प्रयोग को एक दिन के लिए रखें तथा 'क' परखनली के कॉर्क को हटाकर उसे सूंघे। क्या आपको एल्कोहल की गंध आती है? क्या आप एल्कोहल का नाम तथा एल्कोहलिक किण्वन की समीकरण लिख सकते हैं?

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$$



चित्र 12.8: यीस्ट में अवायवीय श्वसन

क्रियाकलाप III

आप यीस्ट में वायवीय श्वसन प्रदर्शित करने के लिए प्रयोग 2 में निम्नलिखित परिवर्तन कर सकते हैं।

1. परखनली 'क' के स्थान पर एक बड़ा कोनिकल "लास्क लें जिससे इसमें ग्लूकोस विलयन तथा यीस्ट के अलावा पर्याप्त स्थान रहें।
2. परखनली 'क' को तेल से नहीं ढकना है ताकि विलयन का वातावरण से संपर्क हो सके।
3. इस प्रयोग में भी चूने के पानी का रंग दूधिया हो जाता है जिससे इस प्रयोग से भी CO_2 निकलने का संकेत मिलता है तथा डिलीवरी ट्यूब में पानी का तल बढ़ जाता है। इससे परखनली 'क' में गैस के आयतन में कमी प्रकट होती है। आप इसकी व्याख्या किस प्रकार करेंगे? परखनली 'क' में यीस्ट द्वारा ऑक्सीजन का प्रयोग हो जाता है तथा आपको परखनली 'क' में क्रिया के पश्चात् एल्कोहल की गंध नहीं आएगी।

यहाँ यह ध्यान देने योग्य है कि यीस्ट वायवीय तथा अवायवीय दोनों अवस्थाओं में वृद्धि करता है परंतु तीव्र वृद्धि वायवीय अवस्था में होती है। शराब बनाने (Brewing) में सफलता इन दोनों अवस्थाओं को नियंत्रित करने पर निर्भर करती है।

आपने क्या सीखा

- सभी जीवधारियों को ऊर्जा की आवश्यकता होती है। यह ऊर्जा खाद्य पदार्थो के ऑक्सीकरण से प्राप्त होती है।
- श्वसन के अंतर्गत–(i) बाह्य श्वसन अथवा गैसीय विनिमय एवं कोशिकीय श्वसन आते हैं।
- अवायवीय श्वसन, ऑक्सीकरण की आंशिक प्रक्रिया है जिसमें ATP के दो अणु बनते है जबकि वायवीय श्वसन में संपूर्ण ऑक्सीकरण होता है तथा ATP के 38 अणु बनते हैं।

- वायवीय श्वसन तीन प्रमुख चरणों में होता है जैसे–ग्लाइकोलिसिस, क्रेब्स चक्र तथा इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला।
- वायवीय तथा अवायवीय श्वसन में ग्लाइकोलिसिस के यह समान होते हैं।
- ग्लाइकोलिसिस कोशिकाद्रव्य में तथा क्रेब्स चक्र एवं E.T.C. माइटोकॉण्ड्रिया में होती है।
- एल्कोहॉलिक किण्वन के अनेक औद्योगिक उपयोग है।
- पौधों के नए भागों में श्वसन दर अधिक होती है।
- आधारीय पदार्थ, तापमान, ऑक्सीजन तथा उपलब्ध जल जैसे कारक श्वसन दर को प्रभावित करते हैं।
- श्वसन गुणांक मान, श्वसन में प्रयुक्त होने वाले आधारीय पदार्थ को पहचानने में महत्त्वपूर्ण हैं।
- प्रकाश श्वसन पौधों में तीव्र प्रकाश एवं कार्बन डाइऑक्साइड की कम सांद्रता के समय होता है तथा इस क्रिया में ATP निर्माण नहीं होता है। यह पर्णहरित रंजकों को प्रकाश ऑक्सीकरण से बचाता है।

पाठांत प्रश्न

1. श्वसन की परिभाषा लिखीए।
2. ऑक्सीजन का इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला (ETC) में क्या कार्य है?
3. ATP के कितने अणु निकलते हैं, जब ग्लूकोज का ऑक्सीकरण
   (a) CO_2 and H_2O ?
   (b) एथाइल एल्कोहल एवं CO_2?
4. वायवीय श्वसन का समीकरण लिखिए।
5. इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला के अंतिम उत्पादों का नाम लिखिए।
6. श्वसन, पौधों में होने वाली एक सतत प्रक्रिया है; परंतु फिर भी वे दिन के समय ऑक्सीजन छोड़ते है न कि CO_2?
7. निम्न प्रक्रियाएँ कहाँ होती है?
   (a) ग्लाइकोलिसिस
   (b) क्रेब्स चक्र
   (c) ऑक्सीकृत फास्फेटीकरण द्वारा ATP का निर्माण
8. ऑक्सीजन की उपस्थिति तथा अनुपस्थिति के दौरान पाइरूबिक अम्ल से अंततः क्या बनता है? इन अभिक्रियाओं को व्यक्त करने वालें समीकरणों को बताइए?
9. कार्बनिक अणुओं के एक साथ ऑक्सीकरण की तुलना में चरणबद्ध ऑक्सीकरण का क्या महत्त्व है?
10. प्रकाश श्वसन का क्या महत्त्व है?
11. निम्नलिखित प्रक्रियाओं में प्रवेश करने वाले पदार्थों एवं उत्पादों के नाम बताइए।
   (a) ग्लाइकोलिसिस
   (b) क्रेब्स चक्र

12. किन्हीं तीन उदाहरणों द्वारा यीस्ट की उद्योगों में उपयोगिता के विषय में बताइये?
13. पौधों में श्वसन गैसों का विनिमय किस प्रकार होता है?
14. श्वसन गुणांक को परिभाषा लिखिए। इसकी क्या उपयोगिता है?
15. TCA चक्र की उपयोगिता बताइये।
16. किण्वन में वायवीय श्वसन की तुलना में कम ऊर्जा क्यों निमुक्त होती है?
17. कोशिका में PPP के कोई दो महत्त्वपूर्ण योगदान बताइए।
18. ग्लाइकोलिसिस की तीन मुख्य प्रवस्थाएँ कौन सी है?
19. क्रेब्स चक्र की क्या महत्ता है?
20. वायवीय एवं अवायवीय श्वसन में अंतर स्पष्ट कीजिए?
21. प्रकाश श्वसन एक व्यर्थ प्रक्रिया क्यों कहलाती है।
22. श्वसनशृंखला अथवा इलेक्ट्रॉन परिवहनशृंखला क्या है? इसकी क्या उपयोगिता है?
23. किसी कोशिका में पेन्टोस फॉस्फेट पथिका के स्थल का वर्णन कीजिए।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

12.1 1. पौधे सौर ऊर्जा को रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित करके उन्हें जटिल कार्बनिक अणुओं के रूप में संचित कर लेते हैं। श्वसन के दौरान उनका ऑक्सीकरण होता है तथा ऊर्जा की बड़ी मात्रा निकलती है तथा इस ऊर्जा को ATP के रूप में एकत्रित कर लेते हैं। पौधे ATP को उपापचयी क्रियाओं में इस्तेमाल करते हैं।

2. ATP के रूप में।

3. कृपया पाठ में देखें।

12.2 1. पौधों में गैस का निर्माण सामान्य सतह; स्टोमेटा तथा वातरंध्रो द्वारा होता है।

2. विसरण।

3. ऑक्सीजन; कार्बनडाइऑक्साइड।

4 (a) उनके पास गैसीय विनिमय के लिए अधिक सतह होती है।

(b) उनकी ऑक्सीजन आवश्यकता कम होती है।

12.3 1. ऑक्सीजन की उपस्थिति में ये CO_2 तथा H_2O में पूर्ण रूप से विखंडित हो जाते हैं।

$$2 \text{ पाइरूविक अम्ल} + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 30ATP$$

(8 ATP ग्लाइकोलिसिस से मिले हैं)

ऑक्सीजन की अनुपस्थिति में इनमें एल्कोहालिक किण्वन होता है।

$$2 \text{ पाइरूबिक अम्ल} \longrightarrow 2 \text{ ईथाइल ऐल्कोहल} + 2CO_2$$

2. अवायवीय श्वसन में कार्बनिक अणुओं का आंशिक ऑक्सीकरण होता है तथा अधिकांश ऊर्जा क्रिया के अंत में बनने वाले उत्पादो जैसे ऐल्कोहल एवं लैक्टिक अम्ल में रहती है।

3. ग्लाइकोलिसिस साइटोसोल (कोशिकाद्रव्य)
   क्रेब्स चक्र माइटोकॉण्ड्रिया की आधात्री में
   E.T.C. माइटोकाण्ड्रिया की भीतरी झिल्ली में
4. ऑक्सीजन, ग्लूकोज अणु से मुक्त हुए H_2 के लिए अंतिम ग्राही का कार्य करता है तथा अंत में जल में अपचयित हो जाता है।
6. पदार्थ एसीटाइल CoA.
7. वसीय अम्ल β (बीटा) ऑक्सीकरण द्वारा एसीटाइल CoA बनाते हैं जो क्रेब्स चक्र में प्रवेश कर सकता है।

12.4 1. R.Q. = 1

2. श्वसन दर एक सीमा तक बढ़ती है उसके पश्चात् यह घटने लगती हैं।
3. 30°–35°
4. यह श्वसन में निकलने वाली CO_2 के आयतन तथा इस्तेमाल ऑक्सीजन का अनुपात होता है। इससे श्वसन में प्रयुक्त होने वाले पदार्थ की प्रकृति का ज्ञान होता है।

12.5 1. उत्पाद है : PGA तथा फास्फोग्लाइकोलेट

2.

श्वसन	प्रकाशश्वसन
1. यह माइटोकॉण्ड्रिया में होता है।	1. यह तीन अंगो–पर्णहरिम, माइटोकॉण्ड्रिया तथा पराक्सीसोम में होता है
2. आधारी पदार्थ ग्लूकोज है।	2. आधारी पदार्थ RuBP है।
3. ATP, CO_2 तथा जल–उत्पाद के रूप में प्राप्त होते हैं।	3. उत्पाद के रूप में कार्बन मोनोऑक्साइड तथा PGA मिलते हैं ATP का निर्माण नहीं होता।
4. यह पौधो एवं जंतु दोनों में होता है।	4. हरे पौधों (C_3) में होता है।
5. दिन एवं रात दोनों में होता है।	5. यह अधिक ऑक्सीजन, कम CO_2 एवं अधिक तापमान पर होता है अत: केवल दिन में होता है।
6. उपापचीय क्रियाओं के लिए ऊर्जा उपलब्ध कराता है।	6. यह एक व्यर्थ की क्रिया है। इसका केवल यह उपयोग है कि यह पौधो को प्रकाश–ऑक्सीकरण–क्षति से बचाता है।

3. (क) प्रकाश
   (ख) ऑक्सीजन कम सांद्रता (मात्रा)
   (ग) कार्बनडाइऑक्साइड की कम सांद्रता (मात्रा)

13

पोषण और पाचन

पौधे प्रकाश संश्लेषण के द्वारा अपना भोजन स्वयं तैयार कर लेते हैं, लेकिन सभी प्राणी जिनमें मानव भी शामिल है, पहले से ही तैयार भोजन करते हैं। इस भोजन का अधिकांश भाग जटिल कार्बनिक अणुओं (कार्बोहाइड्रेटों, प्रोटीनों और वसाओं) का बना होता है जिनका विघटन होना आवश्यक होता है, क्योंकि तभी वे शरीर के भीतर अवशोषित किए जा सकते हैं। खाद्य पदार्थों का यह विघटन और उसके बाद खाद्य पदार्थों के अवयवों (या रचकों) (Constituents) का अवशोषण पाचन-क्षेत्र (आहार-नाल) के भीतर होता है। पाचन-क्षेत्र और उससे सम्बद्ध ग्रंथियाँ मिलकर पाचन-तंत्र बनाते हैं।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात आप :

- *पोषण शब्द की परिभाषा कर सकेंगे और उसके विभिन्न प्रकार बता सकेंगे;*
- *तिलचट्टे एवं मानव के आहार नाल का चिह्नित आरेख बना सकेंगे;*
- *मानव के पोषण में अंतर्निहित चरणों, जैसे–अंत:ग्रहण, पाचन, अवशोषण, स्वांगीकरण और बहि:क्षेपण का वर्णन कर सकेंगे;*
- *अंतराकोशिक (इंटरसेल्युलर) और आंतरकोशिक (इन्ड्रासेल्युलर) पाचन में अंतर कर सकेंगे;*
- *पाचन अंगों, उनके द्वारा स्रावित एंजाइमों, इन एंजाइमों द्वारा अभिनियंत्रित पदार्थों और इसमें निर्मित अन्य उत्पादों को तालिकाब) कर सकेंगे;*
- *पाचन क्षेत्र के विभिन्न क्षेत्रों में पोषण-तत्त्वों के अवशोषण की प्रक्रिया की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *पाचन के विभिन्न हॉर्मोनों के योगदान की भूमिका संक्षेप में बता सकेंगे।*
- *कुछ पाचन विकारों और उनके होने के कारण, लक्षण और उपचार बता सकेंगे।*

13.1 पोषण और पाचन

हमारे भोजन में अनेक रचक होते हैं जो हमारे शरीर की जरूरतों को पूरा करते हैं। इन खाद्य-रचकों का पचना आवश्यक है, क्योंकि तभी हमारे शरीर में उनका उपयोग किया जा

सकता है। **उस प्रक्रिया को, जिससे जीव अपनी वृद्धि, परिवर्धन और अनुरक्षण के लिए भोजन प्राप्त करता है और उसका उपयोग करता है, पोषण कहते हैं** और भोजन में मौजूद रासायनिक अवयवों को पोषक कहते हैं। जबकि दूसरी तरफ, पाचन में भोजन के विभिन्न जटिल रचकों का एंजाइमों के द्वारा सरल विलेयशील रूपों में विघटन होता है ताकि शरीर की कोशिकाओं द्वारा उनका अवशोषण और उपयोग किया जा सके।

इस पाठ में आप पोषण के विभिन्न प्रकारों (विधियाँ), पाचन के प्रकारों, भोजन के पाचन की प्रक्रिया, मानवों में उसके अवशोषण और स्वांगीकरण के बारे में पढ़ेंगे। खाद्य-रचकों के पोषण संबंधी योगदान के बारे में पाठ 27 में चर्चा की जाएगी।

पोषण के प्रकार

पोषण विधियाँ मुख्यत: दो प्रकार की होती हैं–स्वपोषी पोषण और विषमपोषी पोषण।

पोषण

स्वपोषी (Autotrophic) पोषण
(अंग्रेजी के Auto का अर्थ है स्वयं और trophos का अर्थ है भोजन)। हरे पौधे और कुछेक जीवाणु अपना भोजन (कार्बनिक पदार्थ) अकार्बनिक पदार्थो (कार्बन डाइऑक्साइड और जल) से स्वयं बनाते हैं जिसमें वे सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा का उपयोग करते हैं।

विषमपोषी (Heterotrophic) पोषण
(अंग्रेजी के Hetero शब्द का अर्थ है विभिन्न और trophos का अर्थ है भोजन) भोजन (कार्बनिक पदार्थ और अकार्बनिक पदार्थों) अन्य जीवों को खाकर प्राप्त किया जाता है।

प्राणिसम भोजी (या पूर्ण जान्तविक)
इसमें जीव भोजन को अपने शरीर के भीतर ले जाते हैं, उसे पचाते हैं और पाचन के विलेयशील उत्पादों का अवशोषण करते हैं, उदाहरण–मानव।

मृतपोषी
इसमें जीव पाचक एंजाइमों को मृत कार्बनिक पदार्थों पर डालते हैं और पाचन के उत्पादों का अवशोषण करते हैं। उदाहरण–कुछेक जीवाणु और कवक।

परजीवी
भोजन को अन्य जीवधारियों के शरीर के ऊपर रहते हुए अथवा शरीर के भीतर रहते हुए प्राप्त किया जाता है। उदाहरण–कुछेक जीवाणु, गोलकृमि, टेपवर्म (फीताकृमि), कस्कुटा, आदि।

प्राणी-पोषण (प्राणिसम भोजी पोषण) के पाँच प्रमुख चरण होते हैं

जो भोजन हम ग्रहण करते हैं उसमें अत्यधिक जटिल पदार्थ शामिल होते हैं, जैसे विभिन्न प्रोटीनें, कार्बोहाइड्रेट और वसाएँ। इन पदार्थो को हमारा शरीर इसी रूप में उपयोग नहीं कर सकता। इन्हें इनके सरलतर और छोटे-छोटे अणुओं में बदलना जरूरी होता है तभी ये हमारे शरीर की कोशिकाओं के भीतर प्रवेश पा सकते हैं। प्रोटीनों को विभिन्न ऐमीनों अम्लों में बदला जाता है, कार्बोहाइड्रेटों को ग्लूकोस में, और वसाओं को वसा-अम्लों एवं ग्लिसरॉल में बदला जाता है। भोजन के इन जटिल रचकों का

विघटन और उनका अवशोषण **पाचन-तंत्र** द्वारा संपन्न होता है। पोषण में निहित विभिन्न प्रक्रियाएँ इस प्रकार हैं–

(i) **अंत:ग्रहण** : भोजन ग्रहण करना, उसे चबाना अथवा चूसना और उसे निगलना।

(ii) **पाचन** : जटिल भोजन को सरलतर अवशोष्य (अवशोषण योग्य) रूप में बदलना।

(iii) **अवशोषण** : आहार-नली से पचे हुए भोजन का अवशोषण और शरीर के ऊतकों तक पहुँचना।

(iv) **स्वांगीकरण** : शरीर के ऊतकों द्वारा आहार के पोषक तत्त्वों उपयोग।

(v) **बहि:क्षेपण** : अपचित और अनअवशोषित भोजन को शरीर से बाहर निकालना।

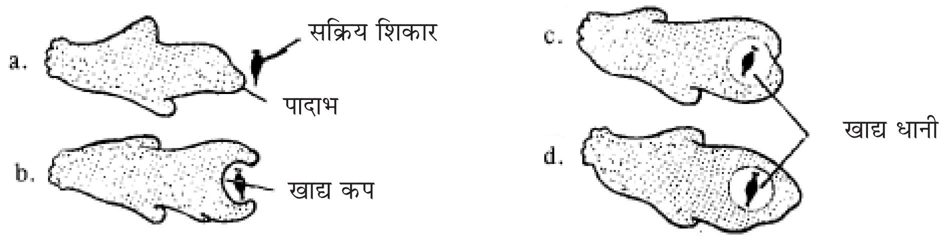
13.2 पाचन के दो प्रकार: आंतरकोशिकीय और कोशिकाबाह्य

विषमपोषियों में आमतौर से दो प्रकार का पाचन पाया जाता है :

(क) आंतरकोशिक (Intracellular) और (ख) कोशिकाबाह्य (Extracellular)

13.2.1 आंतरकोशिक पाचन

पोषण के पाँचों चरण स्वयं कोशिका के भीतर संपन्न होते हैं, जैसे कि अमीबा, पैरामीशियम और अन्य एककोशिक जीवों में।



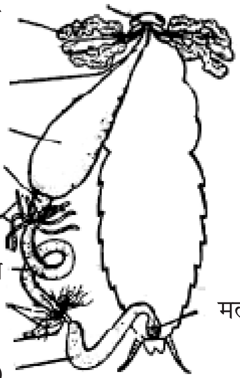
चित्र 13.1 अमीबा में आंतरकोशिक पाचन

- खाद्य कणिकाओं, जैसे कि सूक्ष्म जीवाणुओं को, पादाभों द्वारा घेर लिया (पकड़ लिया) जाता है और खाद्यधानी बना दी जाती है (अंत:ग्रहण)।
- कोशिकाद्रव्य से स्रावित एंजाइम खाद्यधानी में पहुँच जाते हैं जो जटिल भोजन को विघटित कर देते हैं (पाचन)।
- पचे हुए भोजन को कोशिकाद्रव्य में अवशोषित कर दिया जाता है (अवशोषण)।
- अवशोषित भोजन को कोशिका के भीतर, जहाँ भी आवश्यकता होती है, उपयोग कर लिया जाता है (स्वांगीकरण)।
- अपचित अनअवशोषित भोजन को बाहर निकाल दिया जाता है। यह क्रिया खाद्य धानी के कोशिका सतह पर पहुँचकर फट जाने पर होती है (बहि:क्षेपण)।

खाद्य-धानियाँ अस्थायी संरचनाएँ होती हैं, और जब भी अमीबा आहार ग्रहण करता है, हर बार एक नई खाद्यधानी बन जाती है। सभी मुक्तजीवी एककोशिक सूक्ष्मप्राणियों में आंतरकोशिक पाचन होता है।

13.2.2 कोशिकाबाह्य पाचन

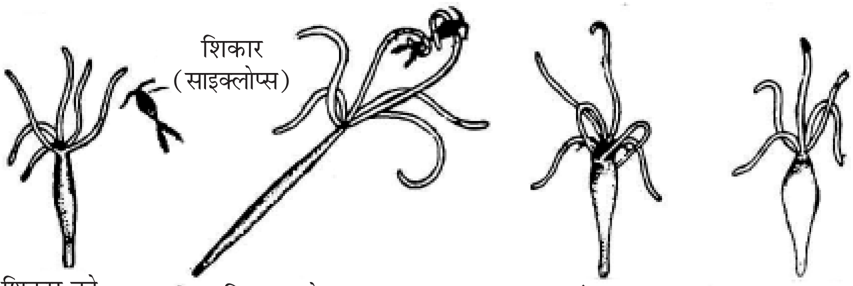
पाचन कोशिका के बाहर होता है। सभी जंतुओं में (स्पंजों के अतिरिक्त) कोशिकाबाह्य पाचन होता है। इनमें एक गुहा, एक नली अथवा एक आहार-नाल होती है जिसमें अंतग्रहण किया गया भोजन पहुँचता है। पाचक एंजाइमों को भोजन के ऊपर डाल दिया जाता है और पाचन के उत्पादों को वापस कोशिकाओं के भीतर अवशोषित कर लिया जाता है। अपचित, अनअवशोषित भोजन को पाचन गुहा में से बाहर निकाल दिया जाता है। चित्र 13.2 में तिलचट्टे के पाचन-अंग दिखाए गए हैं जिनमें कोशिकाबाह्य पाचन संपन्न होता है।



चित्र 13.2 तिलचट्टे के पाचन अंग जिनमें कोशिकाबाह्य पाचन होता है

13.2.3 संयुक्त आंतरकोशिक और कोशिकाबाह्य पाचन

हाइड्रा तथा अन्य नीडेरिया प्राणियों में आहार (सूक्ष्म शिकार) को स्पर्शकों की सहायता में पकड़ लिया जाता है और मुख के द्वारा बड़े आकार की एक एकल पाचन-गुहा, अर्थात् जठरवाही गुहा में अंत:ग्रहित कर लिया जाता है (चित्र 13.3)। इस गुहा के चारों तरफ स्थित कोशिकाओं से विभिन्न एंजाइम स्रावित होते हैं और कोशिकाबाह्य पाचन के लिए उन्हें भोजन के ऊपर



चित्र 13.3 अपना शिकार पकड़ते हुए हाइड्रा

छोड़ दिया जाता है। अंशतः पचे हुए भोजन के छोटी-छोटी काणिकाओं को पाचन कशिकाओं की खाद्यधानियों के भीतर से लिया जाता है ताकि उनका आंतरकोशिक पाचन हो सके। शेष बचे अपचित और अनअवशोषित भोजन को अंततः मुख के जरिए बाहर निकाल दिया जाता है।

पाठगत प्रश्न 13.1

1. प्राणियों में पोषण के पाँच प्रमुख चरणों की सूची बनाइए :

   (i) ....

   (ii) ....

   (iii) ....

   (iv) ....

   (v) ....

2. आंतरकोशिक पाचन क्या होता है? किसी एक जीव का उदाहरण दीजिए जिसमें आंतरकोशिक पाचन होता हो।

   ....

13.5 मानव पाचन-तंत्र

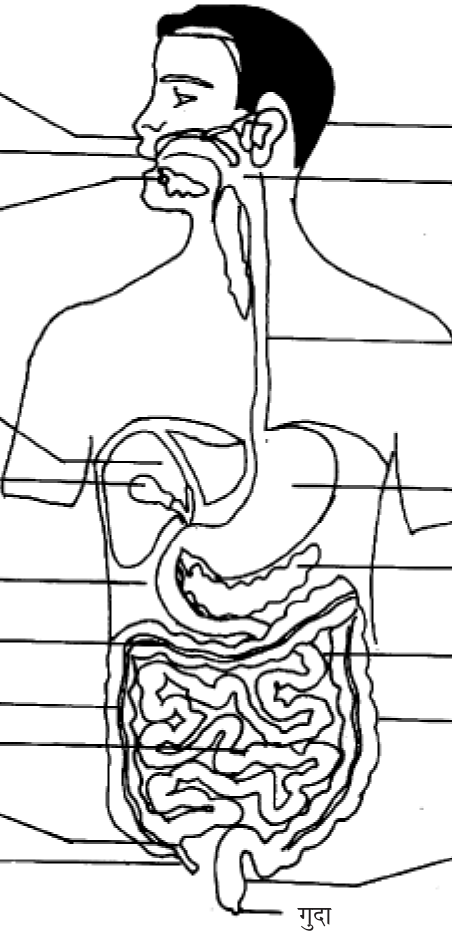
मानव पाचन-तंत्र में आहार-नाल और संबंधित पाचन-ग्रंथियाँ शामिल होती हैं। मानव आहारनाल (alimentary canal) (aliment = पोषित करना) एक अविच्छिन्न पेशीय पाचननली के रूप में होती है जो शरीर की लंबाई में स्थित होती है। यह दोनों सिरों पर खुला होना है। अग्रंहित सिरा पर मुख होता है और पश्चात सिरा पर गुदा। पाचनतंत्र का प्रमुख कार्य है भोजन को पचाना, उसे छोटे-छोटे पदार्थों में बाँटना और पचे हुए भोजन को अवशोषित करना। आहार-नाल में निम्नलिखित भाग होते हैं (चित्र 13.4)।

1. **मुख** और संबंधित अंग (दाँत, जिह्वा)।
2. **ग्रसनी** (अथवा गला) : मुख के पीछे स्थित एक गुहा। यह साँस के साथ ली गई वायु और निगले हुए भोजन के लिए एक सामान्य मार्ग होता है।
3. **ग्रसिका** : एक सँकरी नली जो ग्रसनी से आरंभ होती है और गले में से होती हुई आमाशय में जाकर समाप्त हो जाती है।
4. **आमाशय** : एक लचीली थैली जिसकी भित्तियाँ अत्यधिक पेशीयुक्त होती है। आमाशय डायाफ्राम के नीचे स्थित होता है।
5. **क्षुद्रांत्र (छोटी आँत/आंत्त)** : यह लगभग 7.0 मीटर लंबी और लगभग 2.5 सें.मी. चौड़ी एक नली होती है। उदर के भीतर स्थित यह नली अधिक कुंडलित और वलित होती है। इसके तीन उपविभाजन इस प्रकार हैं :

(i) **ग्रहणी (ड्योडेनम)** : आमाशय के बाद स्थित छोटे आकार का एक भाग।

(ii) **अग्रक्षद्रांत/मध्यांत्र** : लगभग 2 मीटर लंबा, लेश जरा-सा अधिक लम्बा भाग।

(iii) **क्षुद्रांत्र** (ईलियम) : सबसे लंबा, लगभग 4 मीटर लंबा ऐंठा हुआ भाग।



चित्र 13.4 मानव आहार-नाल और उससे संबंधित ग्रंथियाँ

6. बड़ी आंत/आंत्र : लगभग 15 मीटर लंबी इस आंत में तीन भाग होते हैं :

(i) **अंधनाल** (सीकम) : छोटी आंत और बड़ी आंत के संगम स्थल पर स्थित एक छोटा-सा अंध-कोष्ठ। इससे एक सँकरी कृमि जैसी नली (कृमिरूप परिशेषिका) बाहर की तरह निकली हुई होती है।

(ii) **बृहद्‌दंत्र** (कोलॉन) : एक मीटर से थोड़ा अधिक लंबे भाग में जिसके तीन हिस्से–आरोही, अनुप्रस्थ और अवरोही शाखाएँ होती हैं।

(iii) **मलाशय** : अंतिम भाग जो लगभग 15 से.मी. लंबा होता है। इसके तीन हिस्से होते हैं : यथार्थ मलाशय और गुदा नाल। गुदा बाहरी द्वार होती है और वर्तुल पेशियों (अवरोधिनी पेशी) से घिरी होती है।

मानवों में, कृमिरूप परिशेषिका (वेस्टिजियल) एक अवशेषी (जिसका अब कोई कार्य नहीं होता) अंग है, लेकिन शाकाहारी स्तनधारियों में यह बड़े आकार की और कार्यात्मक होती है।

(क) पाचन ग्रंथियाँ (पाचन-एंजाइमों के स्रोत)

पाचन-एंजाइमों के दो स्रोत हैं :

1. आमाशय और छोटी आंत के उपकला (एपीथीलियम) की ग्रंथिल कोशिकाएँ जो अपने स्रावों को सीधे ही आहार-नाल की अवकाशिका (lumen) में छोड़ देते हैं।
2. विशिष्ट ग्रंथियाँ, जैसे कि लाला (लार)-ग्रंथियाँ, यकृत और अग्न्याशय जो अपने स्रावों को अपनी-अपनी वाहिकाओं द्वारा आहारनाल में छोड़ते हैं।

(ख) लाला (लार)-ग्रंथियाँ (salivary glands)

हमारा मुख हमेशा ही नम बना रहता है, चाहे गर्मियों के दिन ही क्यों न हो। ऐसा क्यों होता है? ऐसा लार नामक एक जलीय तरल, जिसे लार (लाला-saliva) कहा जाता है, के कारण होता है जिसका स्राव लाला-ग्रंथियों से होता है और जो मुख के भीतर आ जाता है। इसी लार के कारण हमारा मुख हमेशा ही नम बना रहता है।

हमारे मुँह में तीन जोड़ी लाला-ग्रंथियाँ होती हैं (चित्र 13.4)

1. **कर्णपूर्ण (पैरोटिड) ग्रंथियाँ** प्रत्येक कान के सामने और नीचे की ओर स्थित होती हैं और जलसम पतली लार का स्राव करती हैं जिसमें एमाइलेज नामक एंजाइम प्रचुर मात्रा में होता है।
2. **अधोजंभ (सबमैक्सिलरी) ग्रंथियाँ** निचले जबड़े के भीतर पार्श्व के समीप स्थित होती हैं और जल तथा श्लेष्मा उत्पन्न करती है।
3. **अधोजिह्वा (सबलिंग्वल) ग्रंथियाँ** जिह्वा के नीचे स्थित होती है और जल तथा श्लेष्मा उत्पन्न करती हैं। ये ग्रंथियाँ मुख गुहा में निरंतर लार छोड़ती रहती हैं। क्या आप जानते हो कि प्रतिदिन लगभग 1000 मि.मी. से लेकर 1200 मि.ली. तक लार का स्राव होता है?

(ग) लार के प्रकार्य

1. लार मुख को स्वच्छ रखती है और दाँतों का क्षय करने वाले रोगाणुओं को नष्ट करती है। लार में लाइसोजाइम होते हैं जो जीवाणुओं को नष्ट करने में सहायक होते हैं।
2. लार भोजन को नम और चिकना बनाती है और इस प्रकार भोजन को निगलने में भी सहायता मिलती है।
3. लार एक विलायक के रूप में कार्य करती है, जिसके कारण खाद्य कणिकाएँ घुल जाती हैं ताकि जिह्वा की स्वाद कलिकाएँ (taste buds) उद्दीपित हो सकें।
4. लार भोजन को पचाने में मदद करती है क्योंकि लार में एमाइलेज नामक एक एंजाइम होता है जो स्टार्च को पचाकर सुक्रोस (इक्षु/गन्ना-शर्करा) में बदल देता है। इसी कारण स्टार्च चबाया जाता है तो मुँह में मीठा स्वाद अनुभव होता है।

(घ) यकृत (Liver)

यकृत सबसे बड़ी ग्रंथि है और डायाफ्राम के नीचे उदर में दाएँ पार्श्व में ऊपर की तरफ स्थित होती है। यह पित्त (bile) का स्राव करता है जो पित्ताशय (gall bladder) के भीतर इकट्ठा हो जाता है।

पित्त अंततः सामान्य पित्तवाहिनी (bileduct) के जरिए ग्रहणी में भेज दिया जाता है (चित्र 13.4)। पित्त, जो पाचन में मदद करता है, के स्राव के अलावा यकृत अन्य अनेक कार्य करता है।

(ङ) अग्न्याशय (Pancreas) (अग्नि + आशय)

अग्न्याशय लाल-से भूरे रंग का होता है जो ग्रहणी के घुमाव वाले भाग में स्थित होता है। इसका पाचन-स्राव (अग्न्याशय रस) (Pancreatic juice) अग्न्याशय वाहिनी (Pancreatic duct) के जरिए ग्रहणी में छोड़ दिया जाता है। अग्न्याशय कुछेक हॉर्मोन भी उत्पन्न करता है जिनका विस्तार से अध्ययन आप पाठ 16 में करेंगे।

पाठगत प्रश्न 13.2

1. कॉलम I में दिए गए अभिलक्षणों को कॉलम II में दिए गए पाचन-तंत्र के भागों से मैच कीजिए।

कॉलम I अभिलक्षण	कॉलम II भाग
1. साँस के साथ भीतर ले जाने वाली वायु और निगले जाने वाले भोजन का सामान्य मार्ग।	(क) छोटी आंत
2. लचीली थैलीनुमा संरचना	(ख) अग्न्याशय
3. इसमें तीन शाखाएँ होती हैं—आरोही, अनुप्रस्थ और अवरोही।	(ग) ग्रहणी
4. आहार नाल का सबसे बड़ा भाग।	(घ) ग्रसनी
5. पित्त और अग्न्याशय रस प्राप्त करता है।	(ङ) परिशेषिका
6. सँकरा कृमि-जैसा बर्हिवेषण।	(च) आमाशय
7. शरीर की सबसे बड़ी ग्रंथि।	(छ) बृहदंत्र (कोलॉन)
8. ग्रहणी के घुमाव वाले भाग में स्थित ग्रंथि।	(ज) यकृत

2. तीन लाला (लार)-ग्रंथियों के नाम लिखिए तथा उनकी स्थिति भी बताइए।

....

13.6 पाचन-प्रक्रिया

पाचन के दौरान दो प्रकार की प्रक्रियाएँ होती हैं :

(क) **यांत्रिक प्रक्रिया** जिसके अंतर्गत भोजन को काटना, चबाना-पीसना और निगलना आते हैं और जिसके फलस्वरूप भोजन छोटी-छोटी कणिकाओं में बदल जाता है और फिर उसे आहार-नाल के भीतर धकेल दिया जाता है। **लघुतर कणिकाओं पर एंजाइमों की**

क्रिया बेहतर होती है क्योंकि कणिकाओं की कुल सतह अपेक्षाकृत अधिक हो जाती है।

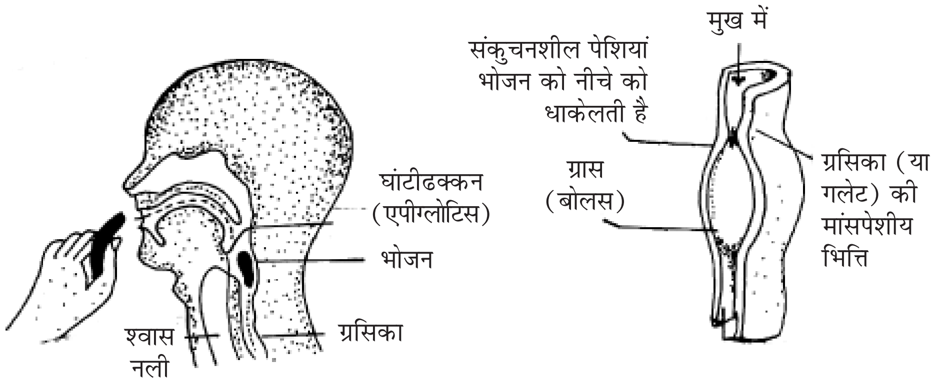
(ख) **रासायनिक प्रक्रिया :** जिसमें एंजाइमी क्रिया द्वारा जटिल भोजन अवयवों (पोषकों) को सरल अवशोष्य रूप में बदल दिया जाता है।

पाचन में जल अपघटन की क्रिया होती है अर्थात् जल के योग से अणु के रूप में भंजन (टूटना) (H^+ और OH^- आयनों के)। इसके बाद यह फिर दो या अधिक सरल अणुओं में टूट जाता है। एंजाइम सिर्फ उत्प्रेरक का कार्य करता है जो अभिक्रिया को बढ़ा देती है।

उदाहरण के लिए $\underset{\text{(सुक्रोस)}}{C_{12}H_{22}O_{11}} + H_2O \xrightarrow{\text{सुक्रोस}} \underset{\text{(ग्लूकोस)}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{(फ्क्टोस)}}{C_6H_{12}O_6}$

(क) पाचन की यांत्रिक प्रक्रिया

- ओष्ठ (ओंठ) भोजन को मुँह के भीतर पकड़े रहते हैं तथा तरल पदार्थों को चूसने में मदद करते हैं।
- दाँत भोजन को काटने, चीरने और पीसने क कार्य करता है।
- जिह्वा (जीभ) भोजन को चबाते समय इधर-उधर करती है, उसमें लार मिलाती है, उसे गेंदनुमा जिसे ग्रास (कौर) (बोलस) कहते हैं का रूप देती है और निगलने में मदद करती है।
- ग्रसिका बोलस को आहार नाल की वर्तुल पेशियों के संकुंचन की एक तरंग द्वारा, जिसे **क्रमांकुंचन** कहते हैं, आमाशय के भीतर पहुँचा देती है (चित्र 13.5)।



चित्र 13.5 (क) भोजन के निगले जाने के समय, घांटी ढक्कन श्वासनली के द्वार को बंद कर देता है, साँस लेना थोड़ी देर के लिए रूक जाता है और भोजन ग्रसिका के भीतर चला जाता है। (ख) क्रमाकुंचन आहार नाल की पेशियों के संकुंचनों की एक तरंग के रूप में होता है जिससे भोजन आहार नाल के भीतर तक पहुँच जाता है।

- आमाशय भोजन को मथता है और उसके साथ जठर रस मिलाता है और इस प्रकार एक क्रीम जैसा **काइम** (ehyme) (अंशत: पचा हुआ भोजन) बना देता है।
- क्रमाकुंचक गतियों से भोजन आमाशय से आंत्र (आंत) और अंतत: मलाशय तक पहुँच जाता है।

(ख) पाचन की रासायनिक प्रक्रिया

1. मुँह के भीतर

लार में केवल एक ही एंजाइम एमाइलेज (पुराना नाम टायलिन) होता है जो मंड (स्टार्च) पर दो प्रकार से क्रिया करता है :

(i) कच्चा बिना पकाया हुआ मंड (स्टार्च) $\xrightarrow{\text{एमाइलेज}}$ डेक्सट्रिन

(विलयशील, अंशतः जलअपघटित स्टार्च)

(ii) पकाया हुआ स्टार्च $\xrightarrow{\text{एमाइलेज}}$ माल्टोस (स्वाद में मीठा एक डाइसैकेराइड)

2. ग्रसिका के भीतर

ग्रास (बोलस) के रूप में भोजन क्रमाकुंचन के द्वारा ग्रसिका से होता हुआ आमाशय के भीतर पहुँचता है। इस दौरान ऐमाइलेज स्टार्च को निरंतर पचाता रहता है।

3. आमाशय के भीतर

लार–एमाइलेज द्वारा शुरू हुआ स्टार्च का पाचन उस समय तक जारी रहता है जबकि आमाशय के भीतर के पदार्थ अम्लीय नहीं होते। आमाशय के भीतर एपिथीलियमी अस्तर से उत्पन्न जठर–रस रंगहीन, अत्यधिक अम्लीय तरल (pH 1-2) होता है। इसमें जल (98%), कुछ लवण, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल (0.5%) स्नेहक म्युसिन और **पेप्सिन** एवं **लाइपेज** नामक दो एंजाइम होते हैं।

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का स्राव आमाशय भित्ति में स्थित ऑक्सिन्टिक अथवा भित्तीय कोशिकाओं द्वारा होता है, और वह निम्नलिखित कार्य करता है :

(i) भोजन के साथ भीतर पहुँचने वाले जीवाणुओं को मार देता है।

(ii) भोजन में मौजूद रेशेदार पदार्थ को ढीला कर देता है।

(iii) निष्क्रिय पेप्सिनोजन को उसके सक्रिय रूप पेप्सिन में बदल देता है।

(iv) पेप्सिन की क्रिया के लिए अम्लीय माध्यम बनाए रखता है।

(v) दूध को जमा देता है ताकि वह आमाशय के बाहर न बह जाए और पेप्सिन की क्रिया के लिए वही बना रहे।

पेप्सिन का स्राव उसके निष्क्रिय रूप अथवा प्रोएंजाइम के रूप में होता है जिसे पेप्सिनोजन कहते हैं। इसका स्राव आमाशय की भित्ति में स्थित मुख्य कोशिकाओं में होता है। HCl की मौजूदगी में यह सक्रिय पेप्सिन के रूप में बदल जाता है जो प्रोटीनों पर क्रिया करके उन्हें प्रोटिओजों और पेप्टोनों में विघटित कर देता है।

$$\text{प्रोटीन} \xrightarrow{\text{पेरप्सन}} \text{प्रोटिओज} + \text{पेप्टोन}$$

4. छोटी आंत के भीतर

छोटी आंत के भीतर आमाशय के अंदर अंशतः पचा और काइम कहे जाने वाले भोजन पर तीन प्रमुख पाचन रस क्रिया करते हैं :

(i) यकृत से पित्त रस

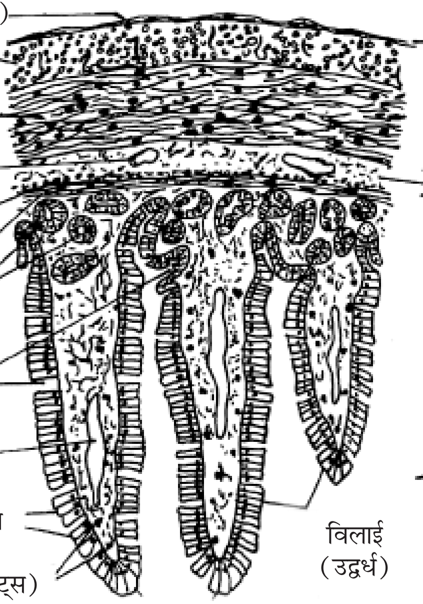
(ii) अग्न्याशय से अग्न्याशय-रस

(iii) आंत्र उद्वर्धों के आधार पर स्थित आंत्र उपकला की विशिष्ट कोशिकाओं द्वारा स्रावित आंत्र रस।

पित्त रस और अग्न्याशय रस अपनी-अपनी वाहिनियों के जरिए ग्रहणी में छोड़ दिए जाते हैं। ये दोनों वाहिनियाँ अग्न्याशय में खुलने से पहले एक सामान्य यकृत-अग्न्याशय-वाहिनी (hepato-pancreatic duct) बनाती है। आंत्र रस सीधे ही भोजन के साथ मिल जाता है।

(i) पित्त रस

पित्त रस पीलापन लिए हुए हरे रंग का क्षारीय तरल (pH लगभग 8) होता है। इसमें जल (98%)। बड़ी मात्रा में **सोडियम कार्बोनेट** जो आमाशय से आए काइम (अंशतः पचा हुआ भोजन) को उदासीन कर देता है और उसे क्षारीय बना देता है, और **पित्त लवण** (सोडियम ग्लायकोनेट और सोडियम टोरोकोलेट) होते हैं जो वसाओं का पायसीकरण (पायस बनाना-emulsification) कर देते हैं।



चित्र 13.6 छोटी आंत का एक अंश जिसमें उद्वर्ध और संबंधित संरचनाएँ दिखाई देती हैं।

> पायसीकरण का अर्थ है बड़ी-बड़ी लिपिड (वसा) बुंदिकों को छोटी-छोटी बुदिकों में बदला जाना ताकि एंजाइमी क्रिया के लिए अपेक्षाकृत अधिक सतह मिल सके।

पित्त का पीतहरित (पीलापन लिए हुए हरा) रंग दो वर्णकों **बिलिवर्डिन** और **बिलिरूबिन** के कारण होता है। ये दोनों वर्णक मृत और घिस-पिट गए रक्ताणुओं (लाल रुधिर कणिकाओं) के विघटन से उत्पन्न होते हैं। ये वर्णक मल के साथ (ठोस या अर्ध ठोस अपशिष्ट और अनपचा भोजन) बाहर निकल जाते हैं।

> पित्त में कोई पाचक एंजाइम नहीं होता। वह तो केवल वसाओं का पायसीकरण करता है।

(ii) अग्न्याशय रस (Pancreatic juice)

अग्न्याशय रस में ऐसे एंजाइमों की **छह** प्रमुख श्रेणियाँ होती हैं जो **क्षारीय माध्यम** में क्रिया करती हैं।

(क) **एमिलेज** : स्टार्च (पॉली सैकेराइड) के माल्टोस (डाइसैकेराइड) में बदलने की प्रक्रिया को पूरा करता है।

(ख) **लाइपेस** : इसे स्टीऐप्सिन भी कहते हैं। यह पायसीभूत वसाओं पर क्रिया करके वसा-अम्लों और ग्लइसेरोल में बदल देता है।

(ग) **न्यूक्लिऐस** : न्यूक्लीक अम्लों, अर्थात भोजन के DNA और RNA को पचाते हैं।

(घ) **ट्रिप्सिनोजन** : ट्रिप्सिन का निष्क्रिय पूर्वगामी (प्रोएंजाइम) होता है। ग्रहणी के अस्तर से स्रावित **एन्टेरोकाइनेज** नामक एंजाइम द्वारा यह सक्रियित होकर ट्रिप्सिन बना देता है। ट्रिप्सिन शेष प्रोटीनों पर (जो पेप्सिन से पचायी नहीं जा सकीं) तथा प्रोटिओजों एवं पेप्टोनों पर क्रिया करके पेप्टाइडों एवं अमीनों अम्लों में बदल देता है।

(ङ) **काइमोट्रिप्सिन** : दूध में मौजूद कैसीन नामक प्रोटीन पर क्रिया करके पैराकैसीन (दही) में बदल देता है और अन्य प्रोटीनों को भी पेप्टाइडों में बदल देता है।

(च) **कार्बोक्सीपेप्टिडेस** : पेप्टाइडों पर क्रिया करके उन्हें छोटे-छोटे पेप्टाइडों और ऐमीनों अम्लों में बदल देता है।

(iii) आंत्र रस (Intestinal juice/Succus Entericus) अथवा सेक्कस एन्टेरिकस

इसमें निम्नलिखित श्रेणियों में एंजाइम होते हैं :

(क) **ग्लाइकोसिडेस** (इनमें माल्टेस, सुक्रेस और लैक्टेस शामिल हैं) : ये एंजाइम डाइसैकेराइड माल्टोस (माल्ट शर्करा), सुक्रोस (इक्षु शर्करा) और लैक्टोस (दुग्ध शर्करा) को जलापघटित (जल + अपघटित) सरलतर अवशोष्य मोनोसैकैराइडों (ग्लूकोस, फ्क्टोस और गैलैक्टोस) में बदल देते हैं।

डाइसैकैराइड ($C_{12}H_{22}O_{11}$) $\left\{ \begin{array}{l} \text{1. माल्टोस} \xrightarrow{\text{माल्टोस}} \text{ग्लूकोस+ग्लूकोस} \\ \text{2. सुक्रोस} \xrightarrow{\text{सुक्रोस}} \text{ग्लूकोस+फ्रक्टोस} \\ \text{3. लैक्टोस} \xrightarrow{\text{लैक्टोस}} \text{ग्लूकोस+गैलैक्टोस} \end{array} \right\}$ मोनोसैकैराइड ($C_6H_{12}O_6$)

(ख) **लाइपेस** : बची हुई लिपिडों (वसाओं) को, जो अग्न्याशय अम्ल के द्वारा नहीं पचायी जा सकती है,, पचा डालता है।

(ग) **पेप्टाइडेस** (ऐमीनो पेप्टाइडेस और डाइपेप्टाइडेस) : पेप्टाइडों और डाइपेप्टाइडों पर क्रिया करके उन्हें लघुतर पेप्टाइडों और ऐमीनों अम्लों में बदल देते हैं।

(घ) **न्यूक्लिऐस** न्यूक्लिओटाइडों को फॉस्फेटों, शर्करा और विविध नाइट्रोजनी बेसों में बदल देते हैं।

मानव आहार नाल के विभिन्न भागों में होने वाली पाचन क्रिया का संक्षेपण तालिका 13.1 में दिया गया है।

तालिका 13.1 : मानव आहार नाल द्वारा स्रावित विभिन्न पाचन एंजाइम और भोजन के पाचन में उनका योगदान

स्राव का क्षेत्र	पाचन-रस	एंजाइम	क्रिया-प्रणाली
मुख	लार	लार-एमाइलेस	स्टार्च को माल्टोस में बदल देता है।
आमाशय	जठर रस	पेप्सिन	प्रोटीनों को पेप्टोनों और प्रोटिआजों में बदल देता है।
ग्रहणी	पित्त रस	कोई एंजाइम नहीं	वसाओं का पायसीकरण
	अग्न्याशय-रस	ट्रिप्सिन	पेप्टोनों और पेप्टोनों और लघुतर पेप्टाइडों को ऐमीनो अम्लों में बदल देता है।
छोटी आंत	आंत्र-रस	इरेप्सिरन	पेप्टोनों और लघुतर पेप्टाइडों को ऐमीनो अम्ल में बदल देता है।
		सुक्रेस	सुक्रोस को ग्लूकोस और फ्रक्टोस में बदल देता है।
		माल्टेस	माल्टोस को ग्लूकोस में बदल देता है।
		लैक्टेस	लैक्टोस को ग्लूकोस और गैलैक्टोस में बदल देता है।
		लाइपेस	वसाओं को वसा-अम्लों और ग्लाइसेरोलों में बदल देता है।

पाठगत प्रश्न 13.3

1. मुँह के भीतर भोजन का चबाया जाना पाचन में किस प्रकार सहायक होता है?
   ....

2. निम्नलिखित एंजाइमों की स्रोत ग्रंथि का नाम बताइए :
   (i) एमाइलेस ....
   (ii) पेप्सिन ....
   (iii) लाइपेस ....

3. प्रोटीनों को पचाने में सहायक कम-से-कम चार एंजाइमों की सूची बनाइए।
   (i) ....
   (ii) ....
   (iii) ....
   (iv) ....

13.7 पोषक पदार्थों का अवशोषण

कुछ अवशोषण तो स्वयं मुँह के भीतर ही हो जाता है, कुछ आमाशय के भीतर, लेकिन अधिकांश अवशोषण छोटी आंत में होता है। पोषण पदार्थों के अवशोषण का संक्षेप में वर्णन यहाँ किया जा रहा है :

1. मुख के भीतर

सूक्ष्म मात्रा में जल, जल में विलयशील (विलेय) खनिज, विटामिन और ग्लूकोज (जैसे कि शहद में) जैसी सरल शर्कराओं का अवशोषण मुख के भीतर हो जाता है।

2. आमाशय के भीतर

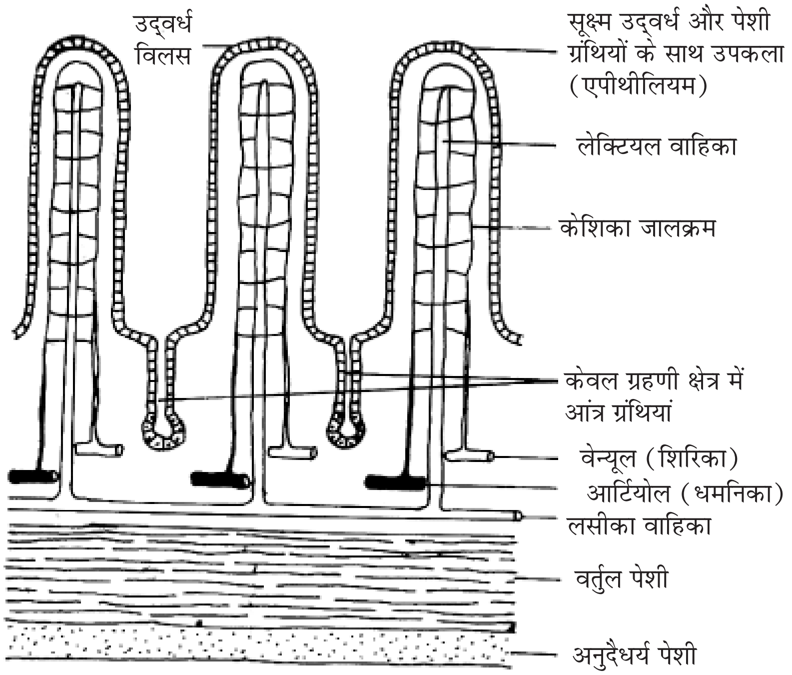
जल, ग्लूकोस, इथेनॉल (ऐल्कोहॉल), कुछेक खनिज, विटामिन और कुछ औषधियाँ आमाशय के अंदर की कोशिकाओं द्वारा अवशोषित कर लिए जाते हैं यह अवशोषण परासरण, विसरण (अधिक सांद्रता वाले क्षेत्र से निम्न सांद्रता वाले क्षेत्र की ओर), और सक्रिय अभिगमन (सांद्रण प्रवणता के विपरीत) होता है।

3. छोटी आंत (क्षुद्रांत्र) के भीतर

पचे हुए भोजन के अधिकांश भाग का अवशोषण छोटी आंत के भीतर होता है। इसके लिए छोटी आंत अनेक प्रकार से अनुकूलित होती है :

(i) यह बहुत लंबी होती है और इस प्रकार अवशोषण के लिए अधिक सतही क्षेत्रफल प्रस्तुत करती हैं।

(ii) इसकी भित्ति में अनेक वलन, जिन्हें उद्वर्ध कहते हैं, अवशोषण के लिए सतही क्षेत्रफल में और भी अधिक वृद्धि कर देते हैं (चित्र 13.7)



चित्र 13.7 छोटी आंत के एक अंश की सूक्ष्मदर्शी संरचना का आवर्धित ब्यौरा

(iii) मात्र एक कोशिका की परत से बना एपिथीलियमी अस्तर पोषण पदार्थों और रूधिर–वाहिकाओं के बीच की दूरी को कम कर देता है।

(iv) एपिथीलियमी कोशिकाओं में **सूक्ष्मउद्वर्ध** होते हैं, जो अवशोषी सतह में और अधिक वृद्धि करने के लिए प्लैज़्मा–झिल्ली के बहि:क्षेपण होते हैं।

(v) यह संकरी होती है ताकि इसमें होकर पोषण पदार्थ धीमी गति से आगे बढ़े और उनका अवशोषण हो सके।

- जिन पदार्थों का अवशोषण उद्वर्धों की रुधिर–केशिकाओं में होता है वे हैं ऐमीनों अम्ल और मोनोसैकैराइड (ग्लूकोस, फ्क्टोस और गैलैक्टोस)
- उद्वर्धों की लैक्टिअलों (lacteals) में अवशोषित होने वाले पदार्थ हैं वसा, अम्ल और ग्लाइसेरॉल।
- रुधिर द्वारा अवशोषित पोषण पदार्थ शिराओं द्वारा यकृत में पहुँचा दिए जाते हैं और लैक्टिअलों, छोटी लसीका वाहिकाएँ द्वारा अवशोषित पोषण पदार्थ लसीका तंत्र में पहुँच जाते हैं।

4. बड़ी आंत (बृहदंत्र) के भीतर

भोजन के अधिकांश जल का अवशोषण विसरण द्वारा कोलॉन में होता है। कुछ खनिज आयनों का अवशोषण कोलॉन से सक्रिय अभिगमन द्वारा होता है।

13.8 स्वांगीकरण (स्व + अंगीकरण) (Assimilation)

अवशोषित पोषक पदार्थों का अंतिम रूप से सजीव पदार्थों में बदल जाना, अर्थात् शरीर में उसका स्वांगीकरण निम्नलिखित प्रकार से होता है :

(i) वसा–अम्ल और ग्लाइसेरॉल फिर से वसाओं में बदल जाते हैं जिन्हें या तो प्रयुक्त कर लिया जाता है अथवा संचित (वसा ऊतक में) कर लिया जाता है।

(ii) सरल शर्कराओं (मोनोसैकेराइडों) की अतिरिक्त मात्रा यकृत के भीतर जटिल पॉलीसैकेराइडों (ग्लाइकोजन) में बदल जाती है।

(iii) ऐमीनों अम्ल शरीर के ऊतकों और एंजाइमों के बनाने के लिए प्रोटीनों के संश्लेषण में इस्तेमाल हो जाते हैं।

(iv) अतिरिक्त ऐमीनों अम्ल विऐमीनीकृत होकर (नाइट्रोजनी भाग का निकल जाना) सरल शर्करा में बदल जाते हैं (ऐमीनों अम्ल का संचयन नहीं किया जा सकता)।

13.9 बहि:क्षेपण (मलविसर्जन या मलोत्सर्ग)

भोजन का अपचित भाग (पादप रेशे, आदि) और अनअवशोषित पचे पदार्थ मलाशय में चले जाते हैं। भोजन के इस अवशोषी भागों को अस्थायी रूप से मलाशय में संचित कर लिया जाता है। इसमें से अधिकांश जल को अवशोषित कर लिया जाता है और तब शेष बचा हुआ भाग अर्धठोस मल बन जाता है।

एक विशिष्ट प्रतिवर्त, जिसे मलोत्सर्ग (मल + उत्सर्ग = बाहर निकलना) प्रतिवर्त कहते हैं, से मलाशय (मल + आशय = भंडोर) खाली हो जाता है और अवरोधिनी पेशी (किसी नलिकाकार अंग के चारों तरफ पाए जाने वाला एक पेशीय छल्ला जो संकुंचित होकर मार्ग को संकरा या बंद कर देता है) के शिथिलन द्वारा मलद्वार से बाहर निकाल दिया जाता है।

पाठांत प्रश्न 13.4

1. आहार-नाल के किस भाग में जल का सबसे अधिक अवशोषण होता है?

   ....

2. कोई-से उन तीन तरीकों की सूची बनाइए जिनके कारण छोटी आंत का सतही क्षेत्रफल बढ़ जाता है।

   (i) ....

   (ii) ....

   (iii) ....

3. पाचन के किस अंतिम उत्पाद का अवशोषण :

   (i) आंत्र-उद्वर्धों की रुधिर-कोशिकाओं के जरिए होता है?

   ....

   (ii) लैक्टियलों के द्वारा होता है?

   ....

13.10 पाचन-तंत्र का तंत्रिकीय और हॉर्मोनी नियंत्रण

आहार-नाल के भीतर क्या पाचन-रस का स्राव हर समय होता रहता है? यदि ऐसा होता तो, आहार-नाल के भीतर भोजन न होने पर, इन रसों का स्राव होते रहना एक भारी अपव्यय होता। अत: प्रत्येक परिघटना का इस तरीके से समय निश्चित होना चाहिए कि ना तो किसी चीज का अपव्यय हो और ना ही उसकी कमी होने पाए। यह किस प्रकार संभव होता है? आइए, देखें कि यह किस प्रकार होता है।

निम्नलिखित स्थितियों के बारे में सोचिए :

1. जब कभी हम अच्छे भोजन को देखते या सूँघते हैं, अथवा यहाँ तब कि जब भी हम उसके बारे में सोचते या बातें करते हैं, हमारे मुँह में पानी आ जाता है (लार आने लगती है)। यह इसलिए होता है क्योंकि तब मस्तिष्क से आनेवाली तंत्रिकाएँ उद्दीपित हो जाती हैं। जब कभी हम कोई चीज चबाते हैं तब गाढ़ी लार का स्राव होने लगता है। यहाँ तक कि भोजन के स्थान पर यदि हम मोम भी चबाएँ तो भी लार का स्राव होने लगता है।

2. जब भोजन आमाशय में पहुँचता है तब उसकी मौजूदगी से आमाशय-अस्तर की कोशिकाएँ उद्दीपित हो जाती हैं और जठर-रस का स्राव करने लगती हैं। दूसरे, आमाशय भित्ति के यांत्रिक उद्दीपन के कारण **गैस्ट्रिन** नामक एक हॉर्मोन उत्पन्न होता है जो जठर-रस के स्रवण को उद्दीपित कर देता है। भोजन जब ग्रहणी में पहुँचता है तब ग्रहणी एपीथिलियम चार हॉर्मोनों का स्राव करती है–**सेक्रेटिन**, **पैंक्रियोजाइमिन**, **कोलिसिस्टोकाइनिन** और **एन्टेरोगैस्ट्रॉन**।

- **सेक्रेटिन** अग्न्याशय-रस के स्राव को उद्दीपित करता है, जिसमें बाइकार्बोनेट प्रचुर मात्रा में होते हैं (अम्ल को उदासीन बनाने के लिए)।
- **पैंक्रियोजाइमिन** अग्न्माशय एंजाइमों के स्राव को उद्दीपित करता है।
- **एन्टेरोगैस्ट्रॉन** जठर-रस के स्राव को रोक देता है, क्योंकि तब तक आमाशय में से भोजन ग्रहणी में चला जा चुका होता है।

अनेक तंत्रिकाएँ (अनुकंपी और पराअनुकंपी तंत्रिका तंत्र की) आहार-नली तक पहुँचती है और आहार-नली के भीतर होनेवाली गति अथवा क्रमाकुंचन को या तो बढ़ा देती है अथवा मंद कर देती है।

पाठगत प्रश्न 13.5

1. निम्नलिखित के स्राव के स्रोत का और उसके प्रभाव को बताइए :
   (i) गैस्ट्रिन ....
   (ii) एन्टेरोगैस्ट्रॉन ....

13.11 उपापचय में यकृत का योगदान

यकृत आहार-नाल से संबंधित सबसे बड़ी ग्रंथि है। यह ग्रंथि लालिमा लिए हुए भूरे रंग की होती है और उदर में ऊपर की तरफ मध्यपट (डायाफ्राम) के ठीक नीचे स्थित होती है। यकृत के अनेक कार्यों को पाँच श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है :

रुधिर से संबंधित कार्य

(i) भ्रूण में लाल रुधिर कोशिकाएँ उत्पन्न करता है (वयस्क में लाल रुधिर कोशिकाएँ अस्थि मज्जा में बनती हैं)

(ii) प्रोथ्रॉम्बिन और फिब्रिनोजन बनाता है जो रुधिर-स्कंदन में काम आते हैं।

(iii) हेपैरिन बनाता है जो रुधिर के अनावश्यक स्कंदन को रोकता है।

(iv) मृत और घिसी-पिटी पुरानी लाल रुधिर कोशिकाओं को नष्ट करता है।

(v) रुधिर में से आविष और धात्विक (=धातुक) विषों को बाहर निकालता है (परिरक्षी कार्य)।

संचयन प्रकार्य

(i) लौह तथा कुछ अन्य धातुक आयनों का संचयन।

(ii) विटामिन A, D और B_{12} का संचयन।

(iii) अतिरिक्त ग्लूकोस को ग्लाकोजन में बदलना और उसका संचयन करना।

उपापचयी प्रकार्य

(i) **रुधिर-शर्करा का नियमन :** आंत में से कार्बोहाइड्रेट-पाचन के उत्पादों के रूप में प्राप्त ग्लूकोस की अतिरिक्त मात्रा को बनाए रखना और ग्लाइकोजन के रूप में उसे संचित रखना ताकि रुधिर में शर्करा का स्तर गिरने पर उसे फिर से विलेय ग्लूकोस के रूप में निर्मुक्त किया जा सके।

(ii) **अतिरिक्त ऐमीनों अम्लों का विघटन :** ऐमीनों अम्ल प्रोटीन-पाचन के अंतिम उत्पादों के रूप में उत्पन्न होते हैं। यकृत अतिरिक्त ऐमीनों अम्लों को यूरिया और शर्करा में विघटित कर देता है। यूरिया तो मूत्र के साथ बाहर निकल (उत्सर्जित) जाता है, जबकि शर्करा बाद में प्रयुक्त किए जाने के लिए संचित कर ली जाती है।

(iii) **कार्बोहाइड्रेटों से वसा अम्लों का संश्लेषण** जो वसा के रूप में या तो प्रयुक्त कर दिए जाते हैं या संचित कर लिए जाते हैं।

पाठगत प्रश्न 13.6

1. रुधिर से संबंधित किन्हीं तीन पदार्थों के नाम बताइए जो यकृत में बनते हैं :

   (i) ……………...... (ii) ……………...... (iii) ……………......

2. यकृत में संचित होने वाले किन्हीं तीन पदार्थों के नाम बताइए :

   (i) ……………...... (ii) ……………...... (iii) ……………......

3. आहार नली से अवशोषित अतिरिक्त ऐमीनों अम्लों का क्या होता है?

   ……………………………………………………………………………………

13.12 कुछ पाचक (पाचन संबंधी) विकार (वमन, प्रवाहिका, कब्ज, अपच और पीलिया)

13.12.1 वमन

आमाशय की अंतर्वस्तुओं को बलकृत ऐच्छिक अथवा अनैच्छिक रूप से मुँह के द्वारा बाहर निकालने को वमन कहते हैं। वमन कोई रोग नहीं है, बल्कि अनेक दशाओं का, जैसे पेट साफ न होना,

भावात्मक तनाव, ज्यादा भोजन, कुछ गंधों के प्रति अभिक्रिया, भोजन विषाक्तता, संक्रमण, आदि, लक्षण होता है। वमन का सबसे सामान्य कारण है जठर-आंत्रशोथ (गैस्ट्रोएन्टेराइटिस)। यह मात्र एक संक्रमण है जो विषाणु अथवा जीवाणु के कारण होता है। काफी समय तक होने वाला तथा अत्यधिक मात्रा में होने वाला वमन शरीर में निर्जलीकरण (जल की कमी) उत्पन्न कर सकता है तथा विद्युत-अपघद्य (electrolytes) संतुलन को गड़बड़ा सकता है। बारंबार होने वाले तथा अत्यधिक वमन के कारण ग्रसिका का अपरदन हो सकता है अथवा ग्रसिकीय म्यूकोसा का क्षय कर सकता है। इस स्थिति में वमन के साथ ताजा रक्त भी आ सकता है। हालांकि, वमन एक या दो दिन से अधिक समय तक नहीं होता और गंभीर भी नहीं होता।

वमन से ग्रस्त व्यक्ति को काफी मात्रा में तरल पदार्थ देने चाहिए। इसके उपचार हेतु ORS (मुँह से खिलाए जाने वाला पुन:जलीकरण घोल) भी दिया जा सकता है। ORS एक विशिष्ट चूर्ण है जिसमें विशिष्ट मात्राओं में चीनी और नमक मिले होते हैं। इस चूर्ण को पैकेट पर दिए गए निर्देशों के अनुसार तरल के रूप में बनाया जा सकता है। वमन से ग्रस्त व्यक्ति को इस घोल को धीर-धीरे पीना चाहिए।

वमन को बहुत मामूली बात के रूप में नहीं लेना चाहिए। लगातार होने वाला वमन कभी-कभी गंभीर संक्रमण के कारण भी हो सकता है। यदि एक से अधिक दिन तक वमन होता रहे तो चिकित्सक की सलाह लेनी चाहिए।

13.12.2 दस्त (प्रवाहिका)

एक दिन में तीन या चार बार पतले शौच करना ही दस्त कहलाते हैं। दस्त सामान्यत: जठर-आंत्र का संक्रमण है, जो जीवाणु, विषाणु अथवा परजीवी के कारण हो सकता है। यह बड़ी आंत की भित्ति की उत्तेजना के कारण होता है, जिससे अपाकुंचन (तीव्र हो जाता है और जल का अवशोषण बहुत मंद पड़ जाता है। यह संक्रमण संदूषित भोजन अथवा संदूषित पानी पीने से होता है या फिर खराब स्वच्छ-सफाई के कारण एक व्यक्ति से दूसरे व्यक्ति को हो सकता है। विकासशील देशों में *रोटावायरस* और *इस्कोरिशि कोलाई* दस्त के दो सबसे अधिक सामान्य रोगजनक कारक हैं। गंभीर दस्तों से तरल और विद्युत- अपघट्य असंतुलन हो सकता है, विशेष रूप से उन बच्चों और लोगों में जो कुपोषण से पीड़ित हैं और उनका प्रतिरक्षी-तंत्र क्षीण होता है।

दस्त का सबसे गंभीर खतरा निर्जलीकरण होता है। पतले दस्तों, वमन, पसीने, पेशाब का अधिक होने और तेजी से सांस लेने के कारण पानी और विद्युत अपघट्यों (सोडियम, क्लोराइड, पोटैशियम और बाइकार्बोनेट) की कमी हो जाती है। यदि इनकी कमी को पूरा न किया गया तो रोगी को निर्जलीकरण का सामना करना पड़ सकता है और यदि ठीक प्रकार से इलाज नहीं किया गया तो वह गंभीर निर्जलीकरण और तरल पदार्थों की कमी के कारण मर भी सकता है।

दस्तों से पीड़ित व्यक्ति को निश्चित अवधि पर ओआरएस (ORS) देना चाहिए तथा एक या दो दिन से अधिक समय तक दस्त होते रहें तो चिकित्सक की परामर्श लेना चाहिए।

दस्तों की रोकथाम के लिए व्यक्ति को व्यक्तिगत एवं खाने-पीने में स्वच्छ-सफाई रखनी चाहिए। दस्तों से बचने के लिए नीचे दिए पूर्वोपायों को बरतना चाहिए :

- भोजन करने से पहले साबुन से हाथ धोएं।
- फलों और सब्जियों को खाने या बनाने से पहले पानी से भली-भांति धो लेना चाहिए।
- निरापद और स्वच्छ असंदूषित पानी ही पिएं।

13.12.3 कब्ज

कब्ज उस स्थिति में होता है, जब शौच में कठिनाई होती है या कम होता है। मल अत्यधिक खुश्क और सख्त हो जाता है। ऐसा तब होता है, जब अपचित भोजन बड़ी आंत में से होकर धीरे-धीरे गुजरता है और बड़ी आंत द्वारा बड़ी मात्रा में जल अवशोषित कर लिया जाता है। मूलभूत रूप से कब्ज शौच ठीक न होने के कारण होता है, जिसका प्रमुख कारण है आहार में रूक्षांश की कमी का होना, नियमित आहार में रुकावट, अपर्याप्त व्यायाम, तनाव आदि। शौच जाने की इच्छा को रोकना, औषधियां (विशेष रूप से सशक्त पीड़ानाशक औषधियां, प्रतिअवसादक औषधियां आदि) अवटु अल्पक्रियता से भी कब्ज हो सकता है। रूक्षांश से परिपूर्ण सुसंतुलित आहार, पर्याप्त मात्रा में जल/तरल पदार्थों का सेवन, नियमित व्यायाम और जब भी शौच जाने की इच्छा हो अवश्य जाएं। इस प्रकार कब्ज से बचा जा सकता है।

13.12.4 अपच

अपच को पेट की गड़बड़ी अथवा मंदाग्नि भी कहते हैं। अपच होने के तुरंत बाद खाना खाते समय अथवा खाना खाने के तुरंत बाद उदर के ऊपरी भाग में पीड़ा होती है। दर्द बार-बार होता है और उदर के ऊपरी भाग में जलन का भी अनुभव होता है। अपच अत्यधिक खाने से, मिर्च-मसाले वाला अथवा अधिक चिकनाई वाला भोजन खाने से, भावनात्मक तनाव, उच्च रूक्षांश वाले खाद्य पदार्थ, अधिक कॉफी पीने से, तंबाकू के सेवन से, धूम्रपान या अत्यधिक मदिरापान से हो जाता है। प्रतिजैविकों और ऐस्प्रिन जैसी औषधियों से, आमाशय या आंत में घाव होना, जठरशोथ (गैस्ट्राइटिस) (आमाशय का अस्तर सूज जाना), पित्ताशय में पथरी होने से भी अपच के कुछ अन्य कारण हैं।

अपच किसी भी आयु-वर्ग के लोगों में हो सकता है और स्वास्थ्य के लिए कोई गंभीर समस्या नहीं है। हां, अन्य रोग लक्षण, जैसे किसी स्पष्ट कारण के बिना ही वजन का कम होने या फिर उदर में पीड़ा होने पर समस्या गंभीर हो सकती है। अपच की रोकथाम अपनी जीवन शैली को बदल लेने पर आसानी से की जा सकती है। जीवन-शैली में कुछ इस प्रकार परिवर्तन किए जा सकते हैं :

- चिकनाई वाला भोजन, चाय, कॉफी, मदिरा का सेवन कम करें।
- भोजन अधिक मात्रा में और बहुत जल्दी-जल्दी न करें।
- सोने से कम से कम दो या तीन घंटे पहले भोजन कर लें।
- मानसिक तनाव को कम करें।
- धूम्रपान बंद कर दें।

13.12.5 पीलिया

पीलिया में त्वचा और आंखों का रंग पीला हो जाता है। इसका कारण है रूधिर में बिलिरूबिन (पित्त-वर्णक) का स्तर/मात्रा का बढ़ जाना। इसके स्तर के बढ़ जाने का अर्थ है कि यह सही ढंग से उत्सर्जन नहीं हो पा रहा है। यकृत (लिवर) कोशिकाओं में शोथ या अन्य अपसामान्यताओं (बीमारियों) के हो जाने या पित्त की नली में रूकावट के कारण रूधिर में बिलिरूबिन की मात्रा बढ़ सकती है। कभी-कभी लाल रूधिर कोशिकाएं काफी संख्या में टूट जाती है इससे भी पीलिया नामक बीमारी हो सकती है। ऐसा प्राय: नवजात शिशुओं में होता है। पीलिया आमतौर पर यकृत रोग का प्रथम लक्षण है और कभी-कभी तो यह सिर्फ एकमात्र लक्षण है। पीलिया नामक बीमारी विषाणु संक्रमण के कारण भी हो सकती है जिसका संचरण संक्रमित जल से हो सकता है।

पीलिया रोग यकृत के कार्य से संबंधित है इसलिए संतुलित आहार खाकर और नियमित व्यायाम कर यकृत को स्वस्थ रखना आवश्यक है।

पाठगत प्रश्न 13.7

1. (क) दस्त से पीड़ित व्यक्ति को डाक्टर थोड़ी-थोड़ी देर पर ORS का घूंटे लेने कहता है। यह ORS क्या है?

   (ख) विकासशील देशों में दस्त की बीमारी पैदा करने वाले किसी एक रोगकारक का नाम बातएं।

   (ग) वर्षा ऋतु में दस्त की बीमारी अधिक बढ़ जाती हे। आप अपने छोटे भाई या बहन को दस्त से अपने आप को बचाने के लिए क्या सलाह देंगे।

2. एक छोटी लड़की या लड़के को मल त्यागने में दिक्कत होती है। मल शुष्क और कड़ा हो गया था। डाक्टर का कहना था कि इसका कारण आहार में पर्याप्त मात्रा में रूक्षांश का न लेना और उचित समय भोजन का न लेना था। यह बालक किस रोग से पीड़ित है?

3. मंदाग्नि (अजीर्ण) क्या है? इसके कौन-कौन से लक्षण हैं?

4. पीलिया में शरीर का कौन-सा अंग रोगग्रस्त हो जाता हे और आप कैसे पता लगा सकते हैं कि व्यक्ति पीलिया से पीड़ित हो गया है?

आपने क्या सीखा

- पाचन जटिल भोजन का विघटन है, और पोषण में भोजन ग्रहण करने एवं उसका उपयोग करना शामिल है।
- सभी प्राणी विषमपोषी अथवा भक्षपोषी अथवा प्राणिसम भोजी होते हैं, जबकि हरे पौधे स्वपोषी (अथवा पादपसमभोजी) होते हैं।
- प्राणि-पोषण में पाँच चरण निहित हैं–अंत:ग्रहण, पाचन, अवशोषण, स्वांगीकरण और बहि:क्षेपण (मलोत्सर्ग)।
- पाचन या तो अंतराकोशिकीय होता है या फिर कोशिकाबाह्य।
- मानव आहार-नाल में मुख, ग्रसनी, ग्रसिका, आमाशय, छोटी आंत, बड़ी आंत और गुदा आते हैं।
- आहार-नली में छोड़े जाने वाले पाचन-एंजाइमों का स्राव दो प्रकार के स्रोतों से होता है : आमाशय और आंत का एपिथीलियम और विशिष्ट ग्रंथियाँ (लाला-ग्रंथियाँ, यकृत और अग्न्याशय)।
- मंड (स्टार्च) का पाचन मुख में तो लार-एमाइलेस से होता है, जबकि ग्रहणी में अग्न्याशय एमाइलेज से। अन्य कार्बोहाइड्रेट जैसे कि माल्टोस, सुक्रोस और लैक्टोस का पाचन आंत में अपने-अपने एंजाइमों से होता है।

- वसाओं का पायसीकरण पित्त द्वारा होता है तथा आमाशय और आंत में उनका जल-अपघटन लाइपेसों के द्वारा होता है।
- प्रोटीनों का पाचन आमाशय में पेप्सिन द्वारा होता है जबकि आंत में ट्रिप्सिन के जरिए तथा पेप्टाइडेस उन्हें ऐमीनों अम्लों में बदल देते हैं।
- पचे हुए भोजन का अवशोषण प्रधानत: छोटी आंत में होता है–सरल शर्कराएँ एवं ऐमीनो अम्ल जो आंत्र उद्वर्धों की रुधिर-केशिकाओं में अवशोषित कर ली जाती है और वसा-अम्ल तथा ग्लाइसेरोल स्लैक्टियलों में।
- पचे हुए भोजन में से अधिकांश जल का अवशोषण कोलन एवं मलाशय में होता है।
- मलोत्सर्ग का अर्थ है अर्धठोस मल का बाहर निकल जाना।
- अनेक हॉर्मोन विभिन्न भागों से पाचन रसों का स्राव सही समय पर और सही मात्रा में नियमन करते हैं।
- महत्त्वपूर्ण पाचक भूमिका के अलावा, यकृत रुधिर से संबंधित तथा सामान्य उपापचय से संबंधित अनेक प्रकार्य करता है।

पाठांत प्रश्न

1. 'स्वपोषी' शब्द की व्याख्या कीजिए। पोषण विधि के संदर्भ में प्राणियों और पौधों में क्या अंतर है?
2. मानव की आहार-नाल के कम-से-कम दस अंगों की सूची बनाइए।
3. 'पाचन' शब्द की परिभाषा लिखिए। छोटी आंत में होने वाली पाचन प्रक्रम की सूची बनाइए।
4. मानवों में कार्बोहाइड्रेटों और प्रोटीनों का पाचन किस प्रकार होता है?
5. मानवों में पाचन-प्रक्रम में निम्नलिखित की क्या भूमिका होती है?

   (क) गैस्ट्रिन, (ख) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल, (ग) सेक्रेटिन
6. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

   (क) पचे हुए भोजन का अवशोषण (ख) स्वांगीकरण

   (ग) मलोत्सर्ग (घ) उपापचय में यकृत की भूमिका
7. नीचे दी गई तालिका में विभिन्न कार्बोहाइड्रेटों के पाचन से संबंधित एंजाइमों के नाम, आहार-नली के वे क्षेत्र जहाँ पर उनका स्राव होता है और किस स्थान पर ये एंजाइम क्रिया करते हैं, तथा उनके क्या उत्पाद हैं, लिखिए।

	कार्बोहाइड्रेट	एंजाइम	आहार-नली का क्षेत्र	उत्पाद
1.	स्टार्च (मंड)	....	....	....
2.	डेक्सट्रिन	....	....	....
3.	माल्टोस	....	....	....
4.	सुक्रोस	....	....	....
5.	लैक्टोस	....	....	....

8. पित्त में कोई एंजाइम नहीं होता, फिर भी पाचन में उसकी प्रमुख भूमिका होती है। उसका योगदान क्या होता है?

9. मानव की आहार नाल का चिह्नित आरेख बनाइए।

10. सामान्य पाचक विकारों की सूची बनाइये। ओ आर एस (ORS) पर टिप्पणी कीजिए (नोट लिखें)।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

13.1 1. अंत:ग्रहण, पाचन, अवशोषण, स्वांगीकरण और बहि:क्षेपण;

2. पाचन के सभी पाँचों चरण स्वयं कोशिका में भीतर होते हैं : पैरामीशियम, अमीबा आदि।

13.2 1. (घ), 2. (च), 3. (छ), 4. (क), 5. (ग), 6. (ङ), 7. (झ), 8. (ख)

2. पैरोटिड – कान के सामने और नीचे

अधोजंभ – निम्नतर जबड़े के भीतरी पार्श्व पर

अधोजिह्वा – जिह्वा के नीचे

13.3 1. अपेक्षाकृत छोटे आकर की कणिकाएँ पाचन-क्रिया के लिए अधिक सतही क्षेत्रफल प्रस्तुत करती हैं।

2. (i) लाला-ग्रंथियाँ, (ii) आमाशय, (iii) अग्न्याशय

3. (i) पेप्सिन, (ii) ट्रिप्सिन, (iii) काइमोट्रिप्सिन, (iv) कार्बोक्सीपेप्टाइडेस

13.4 1. कोलॉन/बड़ी आंत

2. (i) बहुत लंबी, (ii) उद्वर्ध, (iii) सूक्ष्मउद्वर्धे

3. (i) ऐमीनो अम्ल, और सरल शर्कराएँ (ii) वसा अम्ल और ग्लाइसेरॉल

टिप्पणी

13.5 1. (i) **गैस्ट्रिन** – आमाशय में जठर-रस के स्राव का उद्दीपन।

(ii) **एन्टेरोगैस्ट्रॉन** – ग्रहणी में, जठर-रस के स्राव को रोक देता है।

13.6 1. फिब्रिनोजन, प्रोथ्रोम्बिन, हेपैरिन

2. शर्करा/ग्लाइकोजन, लौह, विटामिन A, D, B_{12}

3. विघटित होकर शर्करा और यूरिया बनाता है। शर्करा प्रयुक्त कर ली जाती है, जबकि यूरिया मूत्र के साथ बाहर निकाल दिया जाता है।

13.7 1. (क) मुख-पुन: ओरल रीहाइड्रेशन सॉल्यूशन पेय जल थोड़ी मात्रा में चीनी और नमक का मिश्रण (घोल) है। इसके पीने से निर्जलीकरण दूर हो जाता है।

(ख) पश्च विषाणु (रोटावाइरस)/ई. कोलाई

(ग) खाने से पहले हाथ को अच्छी तरह से साबुन और जल से धोएं। पकाने या उपयोग करने के पूर्व सबिजयों को भली भांति धोएं। खाद्य पदार्थ को ढंक कर रखें ताकि इस पर मक्खियाँ न बैइ सकें। स्वच्छ, असंदूषित जल पीएं।

2. कब्ज

3. अपच या पेट (आमाशय) की गड़बड़ी। लक्षण-पेट (आमाशय) में दर्द

4. यकृत, मूत्र और नेत्रों (आंखों) का पीलापन

14

श्वसन और नाइट्रोजनी अपशिष्ट पदार्थों का निष्कासन

प्रत्येक जीवधारी को जीवन के विभिन्न क्रिया-कलापों को करने के लिए ऊर्जा की आवश्यकता होती है और श्वसन-प्रक्रिया ही ऊर्जा-आवश्यकता को पूरा करती है। भोजन और पोषण पर लिखे गए पाठ में आप पहले ही पढ़ चुके हो कि प्राणी भोजन के रूप में उच्च ऊर्जा वाले कार्बनिक अणु लेते हैं। श्वसन के दौरान, यह भोजन ऑक्सीजन की मौजूदगी में विखंडित हो जाता है और ऊर्जा प्रदान करता है। श्वसन के दौरान कार्बन डाईऑक्साइड भी उत्पन्न होती है जो एक आविषालु (toxic) पदार्थ है और जिसे शरीर के बाहर निकाल दिया जाता है। इस प्रकार ऑक्सीजन लेना और कार्बन डाईऑक्साइड को बाहर निकालना सभी प्राणियों के लिए एक अनिवार्य आवश्यकता है।

इसके साथ ही साथ, विभिन्न कोशिकीय क्रियाओं के दौरान ऊतकों में अन्य अनेक आविषालु अपशिष्ट पदार्थ, जैसे अमोनिया, यूरिया आदि बनते हैं। ऐसे आविषालु अपशिष्टों को भी शरीर से बाहर निकाला जाना भी आवश्यक है। प्राणि-शरीर क्रिया के इन्हीं दो पहलुओं का अध्ययन आप इस पाठ में करेंगे। इसके साथ ही आप यह भी समझोगे कि हमारे शरीर में अपशिष्टों का उत्सर्जन और जल एवं लवणों के बीच संतुलन किस प्रकार बनाए रखा जाता है।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *श्वसन, साँस लेना, अंत:श्वसन, नि:श्वसन और जैव धारिता को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *केंचुए और तिलचट्टे में गैसीय-विनिमय का संक्षिप्त विवरण दे सकेंगे;*
- *मानव शरीर में श्वसन-तंत्र के विभिन्न भागों का वर्णन और उनके प्रकार्य बता सकेंगे;*
- *मानव श्वसन-तंत्र का एक चिह्नित आरेख बना पायेंगे;*
- *साँस लेने और श्वसन में तथा अंत:श्वसन और नि:श्वसन में अंतर कर सकेंगे;*
- *साँस लेने की प्रणाली का और उसके विनियमन का वर्णन कर सकेंगे;*

- *फेफड़ों में श्वसन-गैसों के विनिमय और उनके ऊतकों में लाने-ले जाने का वर्णन कर सकेंगे;*
- *श्वसन-तंत्र के कुछ सामान्य विकारों के नाम और उनकी रोकथाम के उपाय बता सकेंगे;*
- *उत्सर्जन की परिभाषा और उसके महत्त्व को परिभाषित कर सकेंगे;*
- *अमोनियोत्सर्गता (अमोनिया उत्सर्गता), यूरियोत्सर्गता (यूरिया-उत्सर्गता) और यूरिकोत्सर्गता (यूरिकाम्ल-उत्सर्गत) जैसे शब्दों की व्याख्या कर पायेंगे;*
- *तिलचट्टे के उत्सर्जन अंगों की सूची बना पायेंगे;*
- *मानव उत्सर्जन-तंत्र के विभिन्न भागों की सूची और उनके कार्यों को बता पायेंगे;*
- *परानिस्यंदन की व्याख्या और मानवों में मूत्र के बनने का विवरण कर पायेंगे;*
- *मानव-वृक्क की सूक्ष्मदर्शीय संरचना का आरेख बना सकेंगे;*
- *मूत्र के सामान्य और असामान्य संघटकों की सूची बना सकेंगे;*
- *परासरण नियमन-प्रणाली की व्याख्या और ADH द्वारा उसका नियमन कर पायेंगे;*
- *रूधिर आयतन और रक्तदाब के नियमन में रेनिन-ऐंजिओ-टेन्सिन तंत्र की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगें;*
- *वृक्क-निष्कार्यता के मामले में अपोहन (dialysis) और वृक्क प्रतिरोपण की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *उत्सर्जन में यकृत की भूमिका की व्याख्या कर पायेंगे।*

14.1 श्वसन

श्वसन में ग्लूकोस (और अन्य पोषक पदार्थों का) का चरणबद्ध ऑक्सीकरण होता है जिसके फलस्वरूप ऊर्जा का निर्मोचन होता है। यह ऊर्जा ATP (एडीनोसीन ट्राइफॉस्फेट) के रूप में साइटोसॉल में संचित होती है। जब भी हमारे शरीर में ऊर्जा की आवश्यकता होती है, ATP का विखंडन हो जाता है और बहुत बड़े पैमाने पर ऊर्जा का निर्मोचन हो जाता है।

श्वसन निम्नलिखित चरणों में संपन्न होता है :

चरण 1. गैसीय विनिमय

इसके अंतर्गत कोशिका और उसके आस-पास के माध्यम के बीच गैसों का विनिमय होता है। कोशिकाएँ पर्यावरण से ऑक्सीजन (O_2) प्राप्त करती हैं और कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2)एवं जल (H_2O) को वापस पर्यावरण में छोड़ देती हैं। अधिकांश उच्चतर प्राणियों में यह विनिमय दो अवस्थाओं में होता है :

(क) प्राणि के शरीर और उसके बाहरी पर्यावरण के बीच गैसों का विनिमय होता है जिसे **संवातन** (ventilation) अथवा **सांस लेना** (Breathing) भी कहते हैं।

(ख) श्वसनी सतह और कोशिकाओं के बीच O_2 और CO_2 का परिवहन होता है। यह ऑक्सीजन अगले चरण (चरण 2) में, अर्थात् **कोशिकीय श्वसन** के दौरान प्रयुक्त कर ली जाती है। कोशिकीय श्वसन कोशिका के भीतर संपन्न होता है।

चरण 2. कोशिकीय श्वसन

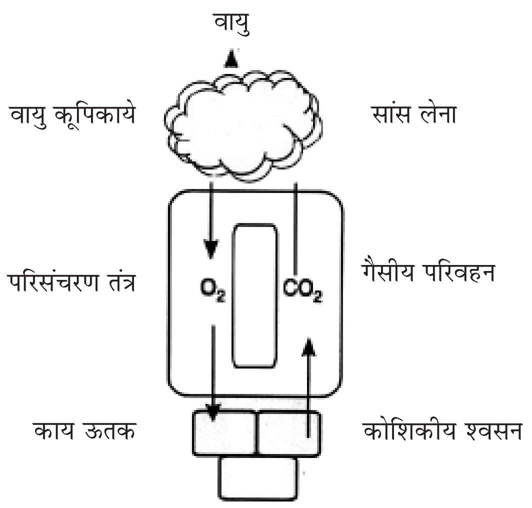
यह एक जटिल और परिष्कृत प्रक्रिया है जो कोशिका द्रव्य और कोशिका के माइटोकॉन्ड्रिया में होती है। इसमें निम्नलिखित प्रक्रियायें होती हैं :

(i) ऊतकों द्वारा ऑक्सीजन प्राप्त करना,

(ii) ग्लूकोस और अन्य पोषक पदार्थो का चरणबद्ध ऑक्सीकरण, और

(iii) कार्बन डाइऑक्साइड एवं ऊर्जा का निर्मोचन।

श्वसन-तंत्र का मूलभूत लक्ष्य ऊतकों को ऑक्सीजन उपलब्ध कराना और उनमें से कार्बन डाइऑक्साइड को बाहर निकलना होता है।



चित्र 14.1 श्वसन के सामान्य लक्षण

14.1.1 विभिन्न प्राणियों में श्वसन-विनिमय

- सभी प्राणी विसरण की विधि द्वारा अपने पर्यावरण से गैसों का विनिमय करते हैं।
- गैस झिल्ली में से होकर बाहर की तरफ से (जहाँ उसकी सांद्रता (आंशिक दाब अधिक होता है) भीतर की तरफ (जहाँ उसकी सांद्रता अपेक्षाकृत कम होती है) विसरण द्वारा पहुंच जाती है
- इस प्रकार श्वसन-सतह पर से ऑक्सीजन ग्रहण कर ली जाती है और कार्बन डाइऑक्साइड बाहर निकाल दी जाती है।
- प्रभावी ढंग से गैस-विनिमय के लिए श्वसन-सतह विस्तृत, नम, अत्यधिक संवहनी युक्त, पतली और ऑक्सीजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड के लिए सरल रूप से पारगम्य होनी चाहिए।
- इस आवश्यकता की पूर्ति करने के लिए प्राणि-जगत् में विभिन्न प्रकार के जटिल श्वसन-तंत्रों का विकास हुआ है। इस पाठ में आप इनमें से कुछ के बारे में पढ़ेंगे।

14.1.2 केंचुए में शरीर की सामान्य सतह पर गैस विनिमय–त्वचीय श्वसन (cutaneous respiration)

- केंचुए में श्वसन–अंग नहीं होते। उसकी संपूर्ण त्वचा एक श्वसन–सतह की भांति कार्य करती है।
- त्वचा पतली, नम और उनमें भरपूर रुधिर–केशिकाएँ मौजूद होती हैं। अत: यह त्वचा श्वसन के लिए पूरी तरह से उपयुक्त होती है।
- शरीर की सतह पर नमी की एक परत होती है; यह परत श्लेष्मा ग्रंथियाँ के स्राव, देहगुहा (सीलोमी) तरल पदार्थों और उत्सर्जी अपशिष्ट पदार्थों की होती है।
- त्वचा में स्थित केशिकाएँ त्वचा पर मौजूद जल (नमी) में घुली हुई ऑक्सीजन को तो ग्रहण कर लेती है, और CO_2 को बाहर वातावरण में छोड़ देती हैं।
- केंचुओं में बंद प्रकार का परिसंचरण तंत्र होता है जिसका अर्थ है रुधिर का रुधिर–वाहिकाओं के भीतर बहना। श्वसन–वर्णक हीमोग्लोबिन रुधिर–प्लैज़्मा में घुला हुआ होता है, कोशिकाओं के भीतर नहीं। मानवों और अन्य कशेरुकियों में हीमोग्लोबिन RBC के भीतर होता है।
- रुधिर–वाहिकाओं में नियमित रूप से संकुचन होता रहता है जिससे रुधिर–परिसंचरण में सहायता मिलती है और इस प्रकार शरीर में घुली हुई गैसों के परिवहन में भी सहायता मिलती है।

> मेंढ़क में भी उसकी नम त्वचा के जरिए थोड़ा–बहुत त्वचीय श्वसन (त्वचा के माध्यम से श्वसन) होता है। मेंढक में त्वचीय श्वसन विशेष रूप से शीतनिष्क्रियता के दौरान होता है जब वे सर्दी से बचने के लिए निष्क्रिय हो जाते हैं। हालांकि, मेंढक मुख्यत: फेफड़ों से साँस लेने वाला प्राणी हैं।

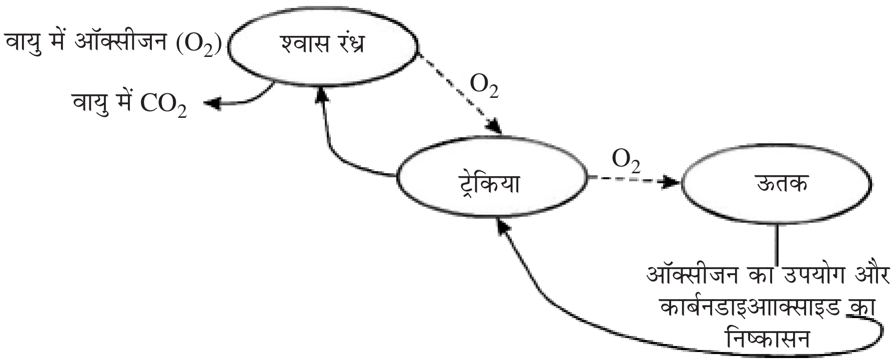
14.1.3 तिलचट्टे का श्वासनली तंत्र

आपने देखा होगा कि कीट अपने उदर को फैलाते और सिकोड़ते रहते हैं। इसी से उनका गैस–विनिमय होता है।

- अधिकांश कीटों की भांति, तिलचट्टा अपनी आंतरिक नलियों, जिन्हें वातिकाएँ (ट्रैकिया) कहते हैं, के जरिए साँस लेता है।
- ये नलियाँ शरीर के भीतर व्यापक रूप से विभाजित होती हैं और वायु को वायुमंडल से सीधे ही ऊतकों तक ले जाती है।
- तिलचट्टे में, जैसा कि नीचे दिए गए प्रवाह चार्ट में दिखाया गया है, श्वसन में रुधिर का कोई योगदान नहीं होता। वातिकाएँ युग्मित रेखाछिद्र–जैसे रंध्रों के जरिए बाहर की तरफ खुलती है जिन्हें **श्वासरंध्र** कहते है। ये श्वासरंध्र वक्ष और उदर पर पार्श्वों में खुलते हैं।

- महावातकों (महाश्वास नली) की बारीक शाखाओं को लघुवातक (श्वास नालिका) कहते हैं जो शरीर की कोशिकाओं के भीतर तक पहुँचती हैं और श्वसन-गैसों के विसरण को सीधे ही कोशिकाओं के भीतर और बाहर होने देती हैं।

- लघुवातकों के सिरे बारीक होते हैं और उनमें तरल भरा हुआ होता है जिसमें श्वसन-गैसें घुली हुई रहती हैं। उदर के बारी-बारी से संकुंचन और विस्तारण के द्वारा वायु भीतर और बाहर आती-जाती रहती है।



चित्र 14.2 तिलचट्टे का श्वासनली-तंत्र

14.1.4 मानवों का श्वसन-तंत्र (फुफ्फुसी श्वसन)

- मानव में सुविकसित श्वसन तंत्र होता है जो उनके शरीर में ऑक्सीजन की उच्चतर आवश्यकता की पूर्ति के लिए उपयुक्त होता है।

- श्वसन तंत्र नासाद्वार, नासा-गुहा, ग्रसनी, कंठ, श्वासनली और श्वसनिकाओं (bronchi) का बना होता है।

- दोनों श्वसनिकाएं व्यापक रूप से शाखित होकर श्वसनियों (bronchioles) और अंतिम श्वसनियों में बँटी होती हैं और अंततः वायु कोशों में जाकर समाप्त होती हैं जिन्हें कूपिकाएँ कहते हैं। श्वसनिकाओं, उनकी शाखाओं और वायु-कोशों के चारों तरफ एक दोहरी झिल्ली होती है जिसे फुफ्फुसी झिल्ली कहते हैं जिससे फेफड़े बने होते हैं। फेफड़े प्रमुख श्वसन अंग होते हैं।

- वायु नासाद्वारों में होकर श्वसनियों और वायुकोशों तक पहुँचती है। वायुकोश कोशिकाओं की केवल एक परत से बने होते हैं और उनमें बड़ी मात्रा में रुधिर कोशिकाएँ पहुँचती हैं। ऑक्सीजन कूपिकाओं से केशिकाओं तक पहुँचती है और अन्य केशिकाओं से CO_2 कूपिकाओं में चली जाती है ताकि उसे वहाँ से बाहर निकाला जाए; कूपिका ही वे अंग होते हैं जिनके भीतर गैसों का वास्तविक विनिमय होता है।

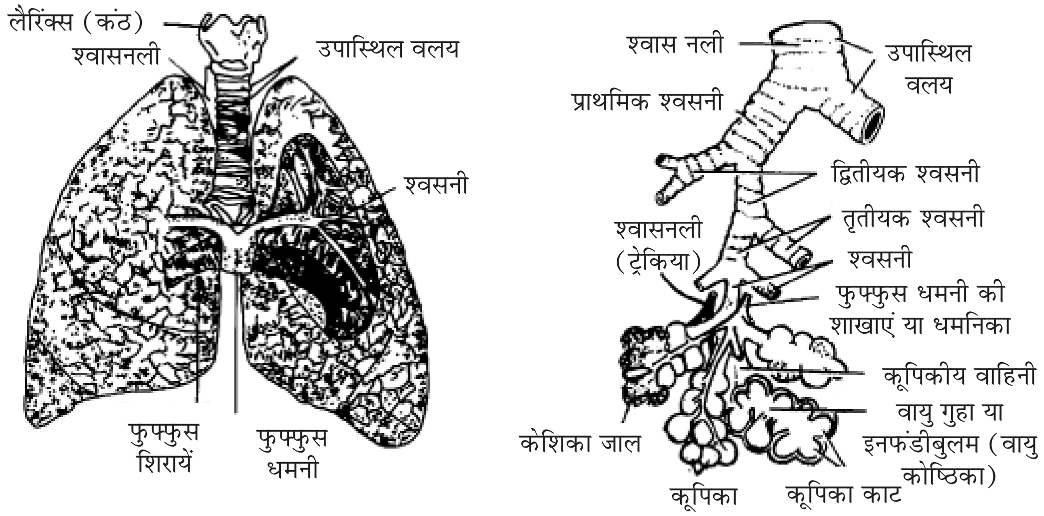
- फेफड़ों की सुरक्षा के लिए उनके ऊपर दोहरी परत वाली फुफ्फुसी झिल्ली चढ़ी होती है। उसके भीतर फुफ्फुसी तरल भरा होता है, जिसके कारण फेफड़ों के भीतर गति सहज हो जाती है।
- प्रत्येक फेफड़ा शाखित श्वसनिका-नलियों का एक वृक्ष जैसा तंत्र होता है।
- उनमें से सबसे बारीक श्वसनिका लाखों सूक्ष्म कोश-जैसी संरचनाओं में पहुँचकर समाप्त होती है जिन्हें कूपिकाएँ कहते हैं।
- कूपिकाओं की झिल्ली बहुत पतली और नम होती है और उन पर रुधिर केशिकाओं का भरपूर जाल बना होता है।
- केशिकाओं और कूपिकाओं दोनों की भित्तियाँ चपटी एपिथीलियमी कोशिकाओं की केवल एक परत की बनी होती है।

मानव श्वसन-तंत्र के विभिन्न भागों की संरचना एवं कार्यों के लिए नीचे दी गई तालिका 14.1 देखिए।

तालिका 14.1 मानव शरीर के श्वसन-अंग

अंग	संरचना	कार्य
1. नासाद्वार	नाक का द्वार (छिद्र)	अवांछित कणिकाओं को भीतर न जाने देना। धूल, जीवाणु को वहीं रोक देती है। ग्रसनी के भीतर जाने वाली वायु को गरम कर देती है।
2. नासा गुहा	श्लेष्मा झिल्ली और पक्ष्माभिकाओं से ढँकी हुई होती है।	
3. ग्रसनी (गला)	पेशीय नली	श्वसन-गैसों और पाचन मार्ग में जाने वाले भोजन दोनों के लिए सामान्य मार्ग; ये दोनों मार्ग घाटी ढक्कन से अलग-अलग बने रहते हैं। घाटी ढक्कन एक पल्ले जैसी संरचना होती है जो भोजन को निगलते समय श्वासनली रंध्र (बाघ नली का द्वार) को बंद रखता है।
4. कंठ (स्वर बॉक्स)	एक छोटा-सा उपास्थिल अंग जिसके साथ वाक् रज्जु लगे होते हैं : इसमें पक्ष्माभिकामय एपीथीलियम का अस्तर लगा होता है।	ग्रसनी को श्वासनली के साथ जोड़ता है; स्वर उत्पन्न करने में मदद करता है।
5. श्वासनली (वायुनली)	इसमें C-आकार के उपास्थिल वलय बने होते हैं जो इसे कड़ा बना देते हैं ताकि यह चिपक न जाए। श्वासनली दो श्वसनिओं में विभाजित हो जाती है जो दोनों फेफड़ों में चली जाती हैं।	श्वसनियों तक का वायु-मार्ग।

6. श्वसनी (Bronchus – Plural Bronchi)	प्रत्यास्थ, पक्ष्माभिकामय और श्लेष्मा-झिल्ली से ढँकी हुई।	फेफड़ों में प्रवेश करती हैं और विभाजित होकर द्वितीयक श्वसनियाँ, तृतीयक श्वसनियाँ और अंततः अंतिम श्वसनियाँ बनाती हैं। ये सब मिलकर 'श्वसनी वृक्ष' बनाती हैं।
7. श्वसनिका (bronchiole)	श्वसनी की अंतिम शाखा जो कूपिकाओं में प्रवेश कर जाती हैं।	वायु को कूपिकाओं तक ले जाती हैं।
8. कूपिकाएँ (वायुकोश)	पतली, नम एवं रुधिर-केशिकाओं से युक्त	गैसों का विनिमय।



चित्र 14.3 (क) मानव फेफड़े, (ख) श्वसनिकाओं का विशाखन, ये शाखाएँ अंतस्थ कूपिकाओं तक पहुँचती हैं।

तालिक 14.2 साँस लेने (Breathing) और श्वसन (Respiration) में अंतर

सांस लेना (श्वासोच्छवास)	श्वसन
1. भौतिक प्रक्रिया।	1. जैव-रसायन प्रक्रिया जिसमें एंजाइम भी शामिल होते हैं।
2. केवल सरीसृपों, पक्षियों और स्तनधारियों में होती है।	2. सभी जीवों में होता है।
3. यह एक लयात्मक प्रक्रिया है।	3. यह एक अविच्छन्न प्रक्रिया है।
4. एक कोशिकाबाह्य प्रक्रिया है।	4. यह एक अंत:कोशिकीय प्रक्रिया है।
5. इसमें प्राणी और उसके बाहरी पर्यावरण के बीच गैसों का विनिमय होता है।	5. इसमें ग्लूकोस का एंजाइमी विघटन होता है और ऊर्जा का निर्मोचन होता है।

पाठगत प्रश्न 14.1

1. श्वसन की परिभाषा लिखिए?

   ....

2. उन दो गैसों के नाम लिखिए जिनका श्वसन के दौरान विनिमय होता है।

   ....

3. त्वचीय (त्वक्) श्वसन क्या होता है? एक ऐसे प्राणी के नाम लिखिए जिसमें त्वचीय श्वसन होता है।

   ....

4. केंचुए के रुधिर का क्या रंग होता है? यह रंग किस वर्णक के कारण होता है?

   ....

5. तिलचट्टे की कोशिकाओं तक ऑक्सीजन किस प्रकार पहुँचती है?

   ....

6. जंतुओं के उस समूह का नाम बताइए जिनमें गैसीय विनिमय में रुधिर की कोई भूमिका नहीं होती।

   ....

7. तिलचट्टे में श्वासनली बाहर किस प्रकार खुलती है?

   ....

8. मानव में वह मार्ग बताइए जिससे होकर वायु नासा द्वारों से होकर फेफड़ों तक पहुँचती है।

   ....

9. मानवों के श्वसन-तंत्र के उस भाग का नाम बताइए जहाँ वायु का निस्यंदन होता है, वह नम और गर्म होती है।

   ....

10. मानवों में घांटी ढक्कन का क्या कार्य है?

    ....

14.2 फुफ्फुसी श्वसन की प्रणाली

श्वसन-तंत्र का प्रधान कार्य है विभिन्न ऊतकों को ऑक्सीजन उपलब्ध कराना और उनसे कार्बन-डाईऑक्साइड को दूर हटाना। यह संपूर्ण प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में पूरी होती है :

(i) सांस लेना या फुफुसी संवातन जिससे कि पर्यावरणीय वायु और फेफड़ों के बीच ऑक्सीजन और कार्बनडाईऑक्साइड का विनिमय होता है।

(ii) कूपिकाओं की सतह पर गसों का विनिमय

(iii) ऊतकों में गैसों का परिवहन व विनिमय

(iv) कोशिकी श्वसन

(i) **सांँस लेना अथवा फेफड़ों में वायु संवातन (भरना-छोड़ना)**

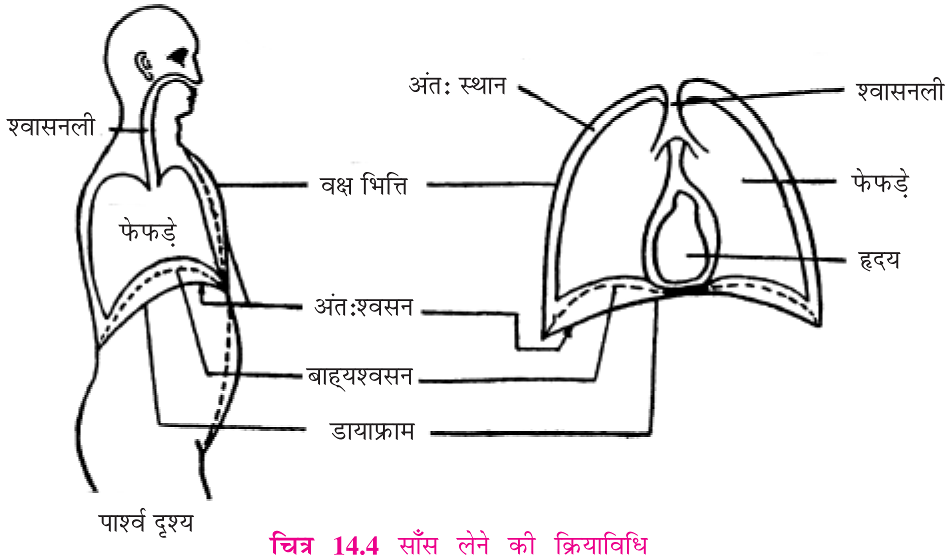
यह एक यांत्रिक प्रक्रिया है जिसमें वायु को फेफड़ों के भीतर ले जाना और उसे बाहर निकालना है। साँस लेना एक अनैच्छिक प्रक्रिया है, लेकिन विशिष्ट परिस्थितियों में यह ऐच्छिक भी हो सकती है। यह दो चरणों में पूरी होती है। जिनमें फेफड़े बारी-बारी से संकुचित और फैलते हैं।

1. **अंत:श्वसन** (Inspiration) अथवा वायु को भीतर लेना, और
2. **नि:श्वसन** (expiration) अथवा वायु को बाहर निकालना (देखिए चित्र 14.4)

1. **अंत:श्वसन** (वायु भीतर लेना) : फेफड़ों के आधार पर एक गुम्बदाकार पेशीय डायाफ्राम (मध्य पट) मौजूद होता है। संकुचित होने पर यह चपटा और नीचे की तरफ झुक जाता है। फेफड़ों की निचली सतह नीचे की तरफ खिंच जाती है और उनका आयतन बढ़ जाता है। पसलियों के बीच में स्थित बाह्य अंतरपर्शुका पेशियाँ संकुंचित होती हैं, पसलियों का ढाँचा बाहर की तरफ और ऊपर उठ जाता हैं, फेफड़ों के भीतर वायु का दाव कम हो जाती है और तब वायुमंडलीय वायु अंदर तेजी के साथ प्रवेश कर जाती है और फेफड़ों को ताजी वायु से भर देती है। इस प्रकार अंत:श्वसन साँस लेने की सक्रिय प्रावस्था है।

2. **नि:श्वसन** (वायु बाहर निकालना) : इस चरण में बाह्य अंतरपर्शुका पेशियाँ शिथिल पड़ जाती हैं और आंतरिक अंतरापर्शुक पेशियाँ संकुचित होती हैं। इसके फलस्वरूप पसलियों का ढाँचा नीचे की तरफ और भीतर की तरफ आ जाता है। डायाफ्राम (मध्य पट) भी शिथिल पड़ जाता है और अपनी मूल गुम्बदाकार स्थिति में आ जाता है। उदरीय अंग डायाफ्राम को दबाते हैं। इस परिवर्तन के कारण सीने की गुहा का आयतन घट जाता है, और फेफड़ों के भीतर वायुदाब बढ़ जाती है, और फेफड़ों के भीतर वायु दाब बढ़ जाती है तथा CO_2 से संतृप्त वायु निकाल दी जाती है।

> **बलपूर्वक साँस लेना :** बलपूर्वक साँस लेते समय यह संभव है कि अंत:श्वसन और नि:श्वसन दोनों ही सक्रिय प्रक्रियाएँ होती हों, क्योंकि गहरी साँस लेते समय कुछ अन्य अंतरापर्शुक पेशियों एवं उदरीय पेशियों से भी काम लिया जाता है।



चित्र 14.4 साँस लेने की क्रियाविधि

14.2.2 कूपिका की सतह पर गैसों का विनिमय

- रुधिर ही वह माध्यम है जो ऑक्सीजन को फेफड़ों से विभिन्न ऊतकों तक और ऊतकों से फेफड़ों तक लाता ले जाता हैं।
- फुफ्फुस धमनी विऑक्सीजनित रुधिर को फेफड़ों तक लाती है। यह धमनी फेफड़ों में बारीक-बारीक केशिकाओं में बँट जाती है जो कूपिकाओं को चारों ओर से घेर लेती हैं।
- कूपिकाएँ और केशिकाएँ दोनों ही एपिथीलियम की पतली भित्ति वाली केवल एक परत की बनी होती है और इसीलिए उनके बीच गैस विनिमय आसानी से हो जाता है।
- कूपिका-वायु में ऑक्सीजन अधिक होती है और केशिकाओं में कार्बन डाईऑक्साइड अधिक होती है। कूपिकाओं और केशिकाओं के बीच ऑक्सीजन और कार्बन डाईऑक्साइड के दाब में अंतर होने के कारण, ऑक्सीजन कूपिका वायु से विसरित होकर केशिकाओं के रुधिर में चली जाती है। इसी समय कार्बन डाईऑक्साइड केशिकाओं के रुधिर में से विसरित होकर कूपिकाओं की वायु में चली जाती है।
- ऑक्सीजनित रुधिर फुफ्फुस-शिरा द्वारा फेफड़ों से हृदय में चली जाती है।

अदलते-बदलते आयतन :

तालिका 14.3 में एक सामान्य वयस्क मानव में साँस लेने के दौरान वायु के अदलते-बदलते आयतन दिए गए हैं।

तालिका 14.3 : साँस लेने के दौरान वायु के अदलते-बदलते आयतन

ज्वारीय आयतन (Tidal volume)	बिना किसी स्पष्ट प्रयास के (यानी सामान्य साँस लेने के दौरान) भीतर ले जायी जाने वाली और बाहर निकाले जाने वाली वायु का आयतन।	300 mL
जैव धारिता (Vital capacity)	उस वायु का आयतन जो गहरी से गहरी साँस लेने के बाद अधिक से अधिक साँस (VC = 1RV + TV + ERV) छोड़े जाने में शामिल है।	3400-4800 mL
अंत:श्वसनी निचित आयतन (IRV)	उस वायु का आयतन जो सामान्य अंत:श्वसन के बाद बलकृत अंत:श्वसन द्वारा भीतर ली जा सकती है।	2000-3000 mL
नि:श्वसनी निचित आयतन (ERV)	उस वायु का आयतन जो सामान्य नि:श्वसन के बाद बलकृत नि:श्वास द्वारा बाहर निकाली जा सकती है।	1000 mL
अवशेष आयतन (Residual volume)	उस वायु का आयतन जो बलकृत नि:श्वसन के बाद भी बाहर निकाला नहीं जा सकती। यह वह वायु है जो फेफड़ों में और वायु-मार्ग के भीतर बनी रहती है।	1000-1500 mL
संपूर्ण फेफड़ा-धारिता (Total lung capacity)	सभी फेफड़ों-आयतनों का जोड़ (अधिकतम वायु) जो अधिकतम अंत:श्वसन के बाद दोनों फेफड़ों में भरी रहती है।	5500-6000 mL

धूम्रपान करने वालों तथा तपेदिक के रोगियों की जैव धारिता काफी हद तक कम हो सकती है। दूसरी तरफ, खेलकूद में भाग लेने वालों और गवैयों (गायकों) की जैव धारिता अपेक्षाकृत अधिक होती है।

14.2.3 रुधिर द्वारा ऑक्सीजन का परिवहन फेफड़ों से ऊतकों तक

ऑक्सीजन का कारगर परिवहन हीमोग्लोबिन नामक एक जटिल रुधिर-प्रोटीन के द्वारा होता है। यह लौह-प्रचुर प्रोटीन लाल रूधिर कणिकाओं (R.B.C) के भीतर भरी होती है और इसी के कारण रुधिर लाल होता है। फेफड़ों से ऊतकों तक कुल ऑक्सीजन का लगभग 97 प्रतिशत भाग हीमोग्लोबिन के साथ मिलकर पहुँचता है। ऑक्सीजन का केवल 3% भाग का परिवहन प्लैज़्मा के द्वारा घुली हुई अवस्था में होता है। रुधिर का ऑक्सीजनीकरण फेफड़ों में होता है। ऑक्सीजन के चार अणु हीमोग्लोबिन के साथ मिलकर एक उत्क्रमणीय यौगिक बनाते हैं जिसे ऑक्सीहीमोग्लोबिन कहते हैं।

$$\underset{\text{(हीमाग्लोबिन)}}{Hb + 4O_2} \underset{\text{सक्रिय ऊतकों में}}{\overset{\text{फेफड़ों की कूपिकाएं}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{(ऑक्सीहीमोग्लोबिन)}}{Hb(4O_2)}$$

ऑक्सीजनित रुधिर जब ऊतकों की सतह तक पहुँचता है उस समय ऊतकों में CO_2 की उच्च सांद्रता होती है। हीमोग्लोबिन [Hb ($4O_2$)] और ऑक्सीजन के बीच का बंधन अस्थिर होने के कारण रुधिर में से ऑक्सीजन बाहर आ जाती है। ऑक्सीजन तो ऊतकों के भीतर प्रयुक्त कर ली जाती है और कार्बन डाईऑक्साइड रुधिर द्वारा वापस ले ली जाती है।

12.4.4 कार्बन डाईऑक्साइड का परिवहन (ऊतकों से फेफड़ों में)

रुधिर कार्बन डाईऑक्साइड का परिवहन अपेक्षाकृत आसानी से कर लेता है क्योंकि कार्बन डाईऑक्साइड की विलेयता (घुलनशीलता) अधिक होती है। सक्रिय ऊतक लगातार CO_2 बनाते रहते हैं। यह CO_2 फेफड़ों तक तीन विधियों में पहुँचती हैं :

(i) रक्त प्लैज़्मा में भौतिक रूप में घुली हुई। (इस विधि में कुल (परि) वाहित CO_2 का केवल 5-7% भाग ही ले जाया जाता है।

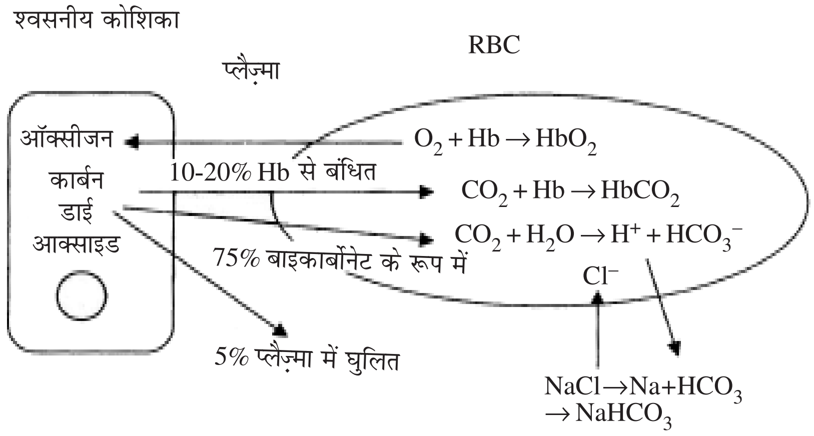
(ii) RBCs के हीमोग्लोबिन में सीधे संयोजित होकर जिससे कार्बेऐमीनोहीमोग्लोबिन (Carbaminohaemoglobin) बन जाता है। (केवल लगभग 21-23 प्रतिशत)

(iii) प्लैज़्मा में घुली होकर बाइकार्बोनेटों (bicarbonates) के रूप में, परंतु ये बाइकार्बोनेट एक एंजाइम कार्बोनिक ऐनहाइड्रेज (carbonic anhydrase) के उत्प्रेरण से RBCs के अंदर बनते हैं और उसके बाद उनमें से विसरित होकर बाहर प्लैज़्मा में आते हैं (CO_2 का सबसे बड़ा अंश यही होता है, लगभग 75–80 प्रतिशत)

$$CO_2 + H_2O \underset{\text{कार्बोनिक एनहाइड्रेज}}{\overset{\text{एंजाइम}}{\rightleftharpoons}} \underset{\text{कार्बोनिक अम्ल}}{H_2CO_3}$$

$$\underset{\text{कार्बोनिक अम्ल}}{H_2CO_3} \longrightarrow \underset{\text{बाइकार्बोनेट}}{HCO_3^- + H^+}$$

बाइकार्बोनेट अत्यधिक घुलनशील होता है और रुधिर प्लाज्मा में घुल जाता है। यह वापस रक्ताणुओं में चला जाता है और कूपिकाओं में CO_2 और H_2O में विघटित हो जाता है। फेफड़ों के भीतर पहुँची CO_2 कूपिकाओं के अंदर वायु में छोड़ दी जाती है और अंतत: साँस के साथ बाहर निकाल दी जाती है (चित्र 14.5)।



चित्र 14.5 रुधिर में CO_2 का परिवहन

14.2.5 श्वसन का नियमन

सामान्यतया आराम की स्थिति में और चीढ़ियाँ चढ़ते समय गिनती कीजिए कि आप कितनी बार साँस लेते हैं। साँस लेने की दर में यह परिवर्तन क्यों आता है? अब आप श्वसन के नियमन के बारे में जानकारी प्राप्त करेंगे।

श्वसन का नियमन तंत्रिका-तंत्र के अधीन होता है। तंत्रिका कोशिकाओं के तीन समूह होते हैं जिन्हें श्वसन केंद्र कहते हैं। ये केंद्र मस्तिष्क के मेडुला ऑब्लांगेटा और पॉन्स में स्थित होते हैं। ये केंद्र हैं :

(क) **पृष्ठ श्वसन-समूह :** मूलभूत श्वसन-लय उत्पन्न करता है। यह बाह्य अंतरापर्शुक पेशियों को उद्दीप्त करता है। डायाफ्राम संकुंचित होता है और अंत:श्वसन आरंभ हो जाता है। उद्दीपन समाप्त होने पर, पेशियाँ शिथिल पड़ जाती हैं, और तब नि:श्वसन आरंभ हो जाता है।

(ख) **अधर श्वसन-समूह** बढ़ी हुई श्वसन आवश्यकताओं के होने पर संकेत भेजता है। यह अंत:श्वसन और नि:श्वसन दोनों का नियंत्रण करता है।

(ग) पॉन्स में स्थित **श्वास अनुचलनी** (श्वासनुचलनी) (Pneumotaxis) केंद्र अंत:श्वसन के बंद करने के बिंदु का नियंत्रण करता है और इस प्रकार अंत:श्वसन और नि:श्वसन के बीच संक्राति-काल निर्विघ्न रूप से हो जाता है।

रुधिर में कार्बन डाइऑक्साइड और हाइड्रोजन आयनों में वृद्धि होने पर श्वसन-दर बढ़ जाती है।

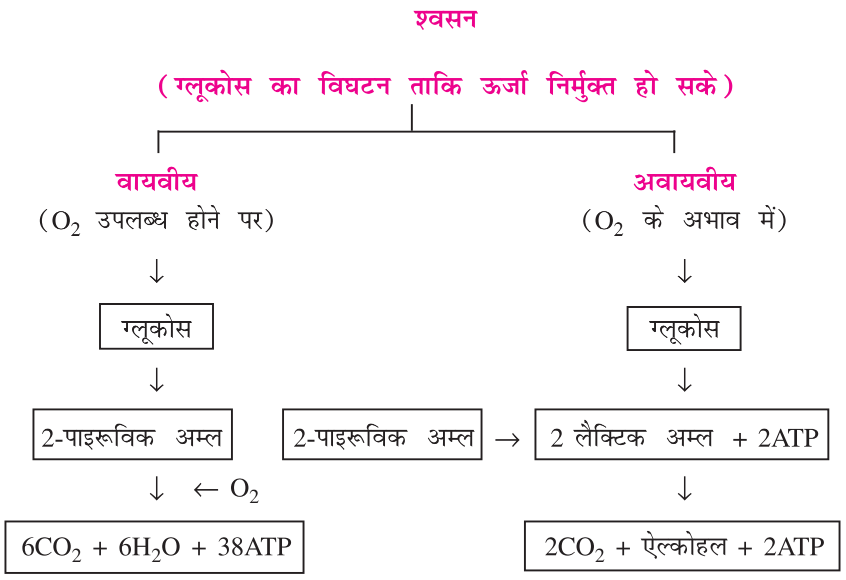
14.2.6 कोशिकीय श्वसन

रक्त द्वारा ले जाई गई ऑक्सीजन का सजीव कोशिकाओं के भीतर कोशिकीय श्वसन में उपयोग कर लिया जाता है। कोशिकीय श्वसन एक सम्मिश्र प्रक्रिया है जो माइटोकॉण्ड्रिया में संपन्न होती हैं। कोशिकीय श्वसन के दौरान ग्लूकोस का ऑक्सीकरण होकर ऊर्जा निर्मुक्त होती है। निकली हुई ऊर्जा ATP (adenosine triphosphate) के अणुओं में संग्रहित हो जाती है और कोशिका में उपयोग के लिए तुरंत उपलब्ध होती है। इस प्रक्रिया को सारांश में इस प्रकार दर्शाया जा सकता है।

$$C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 \xrightarrow[\text{कोशिकीय श्वसन}]{\text{माइटोकॉण्ड्रिया}} 6CO_2 + H_2O + ATP \text{ (ऊर्जा/e)}$$

जब श्वसन O_2 की उपस्थिति में होता है तब उसे वायवीय श्वसन (aerobic respiration) कहते हैं। यह श्वसन अधिक कारगर होता है चूँकि इसमें एक अणु ग्लूकोज के ऑक्सीकरण में 38 ATP निकलते हैं।

कुछ समय तक O_2 के अभाव की स्थिति में अवायवीय श्वसन (anaerobic respiration) होता रह सकता है। यह अकारगर होता है क्योंकि इसमें प्रति ग्राम अणु ग्लूकोज से केवल 2 ATP ही बन पाते हैं।



14.3 सामान्य श्वसन-विकार और उनकी रोकथाम

रोग	कारण	रोग लक्षण	रोकथाम
श्वसनिका दमा/ ऐस्थमा (ब्रॉंकियल ऐस्थमा)	यह एक ऐलर्जी प्रकार का रोग है जो वायु में कुछ विजातीय पदार्थ के कारण उत्पन्न होती है।	इसमें साँस लेने और खाँसने में परेशानी होती है, क्योंकि अत्यधिक श्लेष्मा के कारण श्वसनिकाएँ (bronchioles) संकीर्ण (रुँध) हो जाती है।	विजातीय पदार्थ के प्रभाव में आने से यथासंभव बचें। यही इस रोग से बचने का सबसे अच्छा उपाय है।
श्वसनीशोथ (ब्रोंकाइटिस)	संक्रमण के कारण श्वसनी (broncha) में शोध आ जाती है। यह धूम्रपान से भी हो सकता है और वायु-प्रदूषण के कारण भी हो सकता है।	लगातार खाँसी आना और हरे से रंग के साथ नीला कफ निकलता है।	धुएँ और धूल के प्रभाव में आने से इस रोग से बचाया जा सकता है।
न्युमोनिया (PENUMONIA)	डिप्लोकॉकस नामक जीवाणु के संक्रमण से फेफड़ों की कूपिकाओं का तीव्र शोथ।	इससे ज्वर हो जाता है, पीड़ा हो जाती है और तेज खाँसी होती है। फेफड़े के अधिकांश वायु अवकाश तरल और मृत WBC से भर जाते हैं।	उन स्थानों पर जाने से बचें जहाँ संक्रमण फैला हुआ हो।
यक्ष्मा (ट्यूबरक लोसिस)	यह एक जीवाणुजन्य रोग है जो रोगियों के मुँह-नाक से निकली बुंदकों (ड्रॉपलेट) से फैलता है।	यह अन्य अनेक अंगों में भी हो सकता है, लेकिन फेफड़ों का यक्ष्मा रोग सबसे अधिक सामान्य है। वजन में कमी आना और खाँसी आना सबसे सामान्य लक्षण है। इसके साथ इस रोग में हल्का ज्वर भी बना रहता है। गंभीर मामलों में खाँसी के साथ खून भी आने लगता है।	BCG (वेसीलस काल्मेटी ग्यूरिन) के टीके से यक्ष्मा रोग की रोकथाम की जा सकती है। हवादार घरों और प्रोटीन-प्रचुर खुराक भी यक्ष्मारोगियों के लिए जरूरी है।
फेफड़े के व्यवसायिक संकट (ऑक्यूपेशनल हैजर्ड)	वातावरण में मौजूद, व्यक्ति जहां कोई व्यक्ति कार्यकरता है वहां हानिकारक पदार्थ, जैसे सिलिका, ऐस्बेस्टॉस, धूल आदि के कारण उत्पन्न होने वाला रोग।	यह रोग 10-15 वर्षों तक प्रभावित होने के बाद प्रकट होता है। इसके कारण फेफड़ों में तंतुमयता हो जाती है।	सुरक्षात्मक मुखावरण (नकाब) और वस्त्र पहनने से इन रोगों से बचा जा सकता है। नियम से डॉक्टरी जाँच भी जरूरी है।

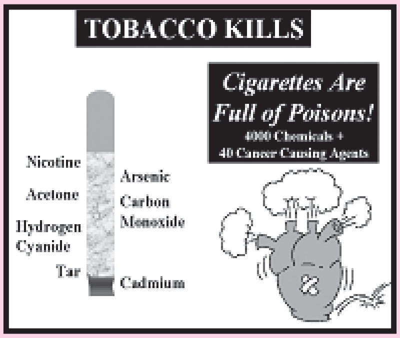
प्रत्यय 'itis' का अर्थ किसी अंग का शोथ है। श्वसनी शोथ ग्रसणी शोथ या गलतुंडिका (टॉन्सिल) शोथ विभिन्न श्वसन ऊताकें को प्रभावित करता है। क्या आप कह सकते है कौन सा अंग प्रभावित हुआ है।

टिप्पणी

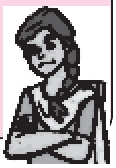
कुछ मूलभूत तथ्य

सिगरेट पान करना (धूम्रपान) क्यों हानिकारक है?

सिगरेट पान (धूम्रपान) इसलिए हानिकारक है क्योंकि इसमें :



- गंध और स्वाद का संवेद कम हो जाता है अथवा खत्म हो जाता है,
- धूम्रपान करने वालों को खांसी हो जाती है,
- आमाशय में घाव हो जाते हैं,
- पुरानी ब्रोंकाइटिस हो जाती है,
- हृद् स्पंद और रक्तदाब बढ़ जाते हैं,
- चेहरे पर समय से पूर्व और अधिक झुर्रियाँ पड़ जाती है,
- हृदय रोग हो जाता है,
- दिल का दौरा या आघात (स्ट्रोक) पड़ जाता है,
- मुँह, कंठ, ग्रसनी, ग्रसिका, फेफड़ों, अग्न्याशय, (योनि)ग्रीवा, गर्भाशय और मूत्राशय का कैंसर हो जाता है।



14.2.7 वातस्फीति

वातस्फीति एक श्वसन-विकार है, जो अत्यधिक धूम्रपान और चिरकारी श्वसनीशोथ के कारण होता है। श्वसनिका अथवा कूपिका-कोश असाधारण रूप से फैल जाते हैं, जिसके फलस्वरूप इन भागों की प्रत्यास्थता समाप्त हो जाती है। लगातार होने वाले फैलाव के कारण धीरे-धीरे फेफड़ों का आकार बढ़ जाता है और वायु नि:श्वसन के बाद भी फेफड़ों के भीतर बनी रहती है।

वातस्फीति की रोकथाम कूपिकाओं के नष्ट हो जाने से पूर्व धूम्रपान छोड़ देने से की जा सकती है। इसका इलाज मुश्किल से होता है, क्योंकि प्रत्यास्थता अनुत्क्रमणीय (वापस नहीं लौट सकती है) होती है।

पाठगत प्रश्न 14.2

1. सांस लेने के प्रक्रिया (ब्रीदिंग) में क्या होता है?

   ....

2. नि:श्वसन के दौरान मध्यपट (डायाफ्राम) की स्थिति क्या होती है?

   ....

3. ज्वारीय आयतन का मान क्या होता है?

   ....

4. ऑक्सीजन के अधिकतम कितने अणु हीमोग्लोबिन के साथ जुड़ सकते हैं?

   ....

5. उस वाहिका का नाम बताइये जो ऑक्सीजनित रुधिर को फेफड़ों से हृदय में ले जाती हैं।

....

6. वे कौन-से तीन रूप हैं जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड का रुधिर द्वारा परिवहन हो सकता है।

....

7. क्षयरोग (T.B.) की रोकथाम में प्रयुक्त टीके का नाम लिखिए।

....

8. व्यवसायपरक खतरे से उत्पन्न होने वाले किसी एक रोक का नाम लिखिए।

....

9. श्वनीशोथ (ब्रोंकाइटिस) और दमा (अस्थमा) रोग में क्या अंतर होता है?

....

14.3 उत्सर्जन

सभी प्राणियों में उपापचय के दौरान शरीर के भीतर उत्पन्न होने वाले अपशिष्ट पदार्थों को बाहर निकालने की कोई-न-कोई विधि होती है। इन अपशिष्ट पदार्थों के अंतर्गत आते हैं: CO_2, जल, यूरिया, यूरिक अम्ल और अमोनिया, आदि। यदि इन पदार्थों को शरीर के भीतर अधिक समय तक तथा अधिक सांद्रता में बनाए रखा जाए तो ये हानिकारक हो सकते हैं।

इन उपापचयी अपशिष्टों के अतिरिक्त, अतिरेक मात्रा में लिए गए लवण (उदा. भोजन के साथ खाया गया नमक) जल और यहाँ तक कि अतिरेक मात्रा में लिए गए कुछ विटामिनों को भी बाहर निकाले जाने की आवश्यकता होती है। कुछेक औषधियों (प्रतिजैविकों-ऐंटी बायोटिक्स) को भी रुधिर में से मूत्र के साथ बाहर निकाल दिया जाता है। शरीर के सभी हानिकारक, अवांछित उत्पादों (विशेष रूप से नाइट्रोजनी उत्पादों) को बाहर निकालने की प्रक्रिया को **उत्सर्जन** कहते हैं। उत्सर्जन-तंत्र का कार्य प्रमुखतः नाइट्रोजनी अपशिष्टों को बाहर निकालना है।

मानव शरीर में प्रमुख नाइट्रोजनी अपशिष्ट यूरिया होता है। यूरिया यकृत में अनावश्यक मात्रा में मौजूद ऐमीनों अम्लों और न्यूक्लीक अम्लों के विखंडन से उत्पन्न होता है। रुधिर इन्हें निस्यंदन के लिए और मूत्र के रूप में बाहर निकाले जाने के लिए वृक्कों में पहुँचा देता है।

14.3.1 नाइट्रोजनी अपशिष्टों के बाहर निकाले जाने की विधियाँ

नाइट्रोजनी अपशिष्टों के उत्सर्जित किए जाने के आधार पर, प्राणियों को तीन श्रेणियों अमोनियोत्सर्जी, यूरियोत्सर्जी और यूरिकोत्सर्जी में वर्गीकृत किया गया है। तालिका 14.4 में प्राणियों को इस आधार पर तीन श्रेणियों में बाँटा गया है कि उनमें नाइट्रोजनी अपशिष्ट किस रूप में उत्पन्न होते हैं।

टिप्पणी

सारणी 14.4 : विभिन्न प्रकार के नाइट्रोजनी अपशिष्टों के अनुसार प्राणियों की श्रेणियाँ

श्रेणी	बनने वाला उत्पाद	जल में घुलनशीलता	उदाहरण
अमोनियोत्सर्जी (Ammonotelic)	अमोनिया (अतिविषैली)	अति घुलनशील, इसलिए उसके उत्सर्जन के लिए बड़ी मात्रा में पानी की आवश्यकता होती है।	जलीय प्राणी, जैसे अस्थिल (bony) मछलियाँ, *अमीबा*
यूरियोत्सर्जी (Ureotelic)	यूरिया (कम विषैला)	कम घुलनशील, अतः उसके उत्सर्जन के लिए कम पानी की आवश्यकता होती है।	स्तनधारी जैसे मानव, कुत्ता, आदि, समुद्री मछलियाँ और उभयचरों (ऐम्फिबियन), जैसे–मेंढक, टोड आदि।
यूरिकोत्सर्जी (Uricotelic)	यूरिक अम्ल (सबसे कम विषैला)	अघुलनशील ठोस अथवा अर्ध ठोस स्वरूप इनके उत्सर्जन के लिए केवल थोड़े से पानी की आवश्यकता होती है।	पक्षी, सरीसृप तथा कीट

उत्सर्जन का महत्त्व

(क) प्रोटीनों (ऐमीनो अम्लों) के उपापचय के दौरान बनने वाले नाइट्रोजनी अपशिष्टों का निष्कासन।

(ख) NaCl जैसे लवणों, विटामिनों, पित्त वर्णकों (पुराने RBCs के विघटन से बने) तथा कुछ औषधियों (प्रतिजैविकों-एंटीबायोटिक) को बाहर निकालना।

(ग) अधिरिक्त जल का बाहर निकाला जाना (परासरणनियमन-osmoregulation) अथवा जल के अभाव होने पर जल को भीतर रोके रखना।

पाठगत प्रश्न 14.3

1. उस अंग का नाम बताइए जहाँ यूरिया बनता है और उस अंग का भी नाम बताइए जहाँ से यूरिया का उत्सर्जन होता है।

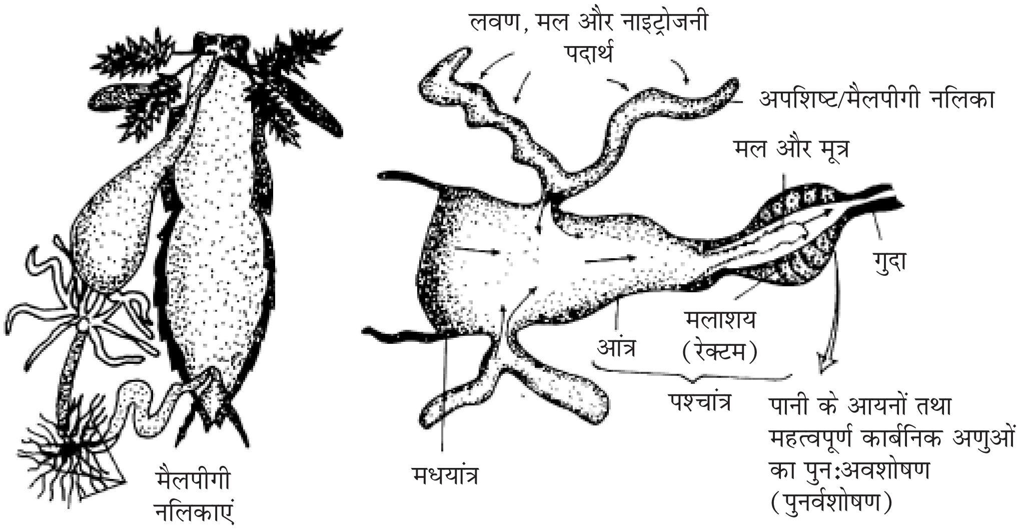
   ....

2. नाइट्रोजनी अपशिष्टों में सबसे अधिक अविषालु कौन-सा पदार्थ है? उस प्राणी का नाम बताइए जो नाइट्रोजनी अपशिष्ट को इस रूप में उत्सर्जित करता है।

   ....

14.3.2 तिलचट्टे के उत्सर्जी अंग

- तिलचट्टे स्थलीय जीवन के लिए अनुकूलित होते हैं और उनके उत्सर्जन अंगों का मैलपीगी नलिकाएँ कहते हैं (देखिए 14.6)। ये प्राणी यूरिक अम्ल का उत्सर्जन करते हैं, जो पानी में सर्वथा अघुलनशील है।
- मैलपीगी नलिकाएँ लंबी, अगले सिरों पर बंद नलिकाएँ होती हैं जो मध्यांत्र और पश्चांत्र के संगम पर आहार-नाल में खुलती हैं।
- ये नलिकाएँ उदर भाग में स्थित होती हैं और रूधिरलसीका (हीमोलिम्फ) (कीटों का रुधिर) में डूबी रहती हैं।



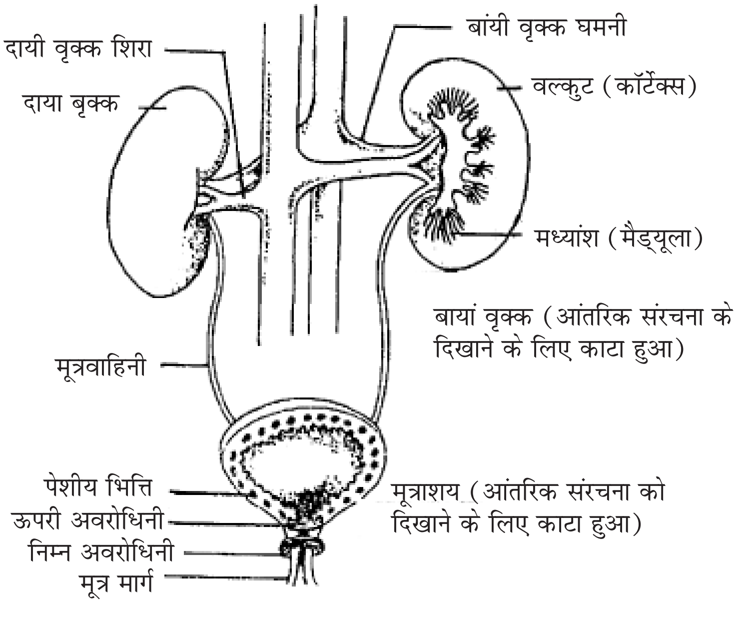
चित्र 14.6 तिलचट्टे के उत्सर्जन-अंग

- नलिकाओं की कोशिकाएँ रूधिर लसीका (हीमोलिम्फ) में से नाइट्रोजनी अपशिष्ट और कुछेक लवणों को बाहर निकाल लेती है और उन्हें नलिका की अवकाशिका में छोड़ देती हैं।
- यह तरल *पश्चात्र* में पहुँच जाता है और इस प्रक्रिया के दौरान गाढ़ा हो जाता है।
- यह सांद्रित तरल तब मलाशय में पहुँचता है और सांद्र मूत्र के रूप में मल के साथ बाहर निकाल दिया जाता है।
- मैलपीगी नलिकाएँ अधिकांश लवण और जल को वापस रूधिर लसीका (हीमोलिम्फ) में भेज देती हैं और इस प्रकार नाइट्रोजनी अपशिष्ट सर्वथा खुश्क पदार्थ के रूप में शरीर से बाहर निकाल दिए जाते हैं।

14.3.3 मानवों के उत्सर्जन-अंग

मानव उत्सर्जन-तंत्र में ये अंग होते हैं : एक जोड़ी वृक्क, एक जोड़ी मूत्रवाहिनियाँ, एक मूत्राशय और मूत्रमार्ग (चित्र 14.7)

- वृक्क सेम के बीज की आकृति के होते हैं और निम्नतर उदरीय गुहा में कशेरूक दंड के दोनों तरफ एक-एक स्थित होते हैं।
- प्रत्येक वृक्क की अवतल मध्यवर्ती कोर पर हाइलम (hilum) नामक एक खाँच होती है जो भीतर की तरफ एक कीपाकार अवकाश में खुलती है जिसे वृक्कद्रोणि (renal pelvis) कहते हैं।
- वृक्क श्रोणि, ऊतकों की एक बाहरी परत से जिसे वृक्क वल्कुट (renal cortex) कहते हैं और एक वृक्क मध्यांश (renal medulla) नामक ऊतक की एक भीतरी परत से घिरी हुई होती है।
- वृक्क उपापचयी अपशिष्टों को रुधिर में से छान लेते हैं और एक तरल, जिसे मूत्र कहते हैं, के रूप में शरीर से बाहर निकाल देते हैं। वृक्क के भीतर मूत्र के बनते समय, वृक्क संपूर्ण शरीर में रुधिर, तरल और लवणों का संतुलन भी बनाए रखते हैं।
- वृक्क में बना मूत्र मूत्रनली नामक दो पेशीय नलियों द्वारा मूत्राशय में पहुँचता है।
- मूत्रमार्ग एक छोटी-सी नली होती है जो मूत्र को शरीर के बाहर ले जाता है।
- मूत्राशय से मूत्र मूत्रमार्ग के जरिए बाहर निकाल दिया जाता है। मूत्राशय से मूत्र के बाहर निकाले जाने को मूत्रण (micturition) कहते हैं।



चित्र 14.7 मानव के उत्सर्जन अंग

वृक्क की संरचना

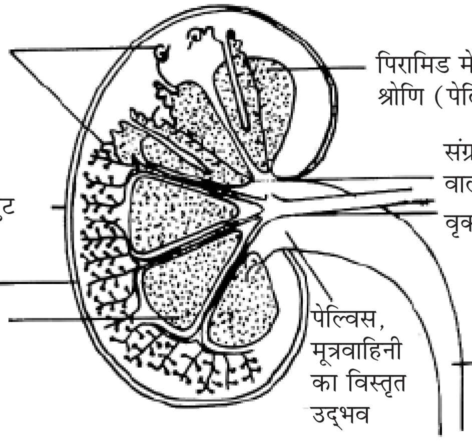
वृक्क की सूक्ष्म संरचना (चित्र 14.8)

- वृक्क में असंख्य सूक्ष्म नलिकाकार संरचनाएँ होती हैं जिन्हें वृक्कक नेफ्रॉन (nephrons) कहते हैं जो अंशत: वृक्क-वल्कुट के भीतर स्थित होते हैं और अंशत: वृक्क-मध्यांश

के भीतर। इनमें मूत्र बनता है और ये उसे अंततः वृक्क की श्रोणि तक ले जाते हैं जहाँ से मूत्रवाहिनियाँ मूत्र को मूत्राशय तक ले जाती हैं।

- नेफ्रॉन वृक्क की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाईयाँ होते हैं और इनमें रुधिर-वाहिकाएँ और केशिकाएँ भी पहुँचती हैं। प्रत्येक वृक्क में लगभग दस लाख नेफ्रॉन होते हैं जो प्रतिदिन लगभग 180 लिटर तरल का निस्यंदन करते हैं जिसमें से अधिकांश भाग का पुनः अवशोषण हो जाता है। प्रत्येक नेफ्रॉन दो क्षेत्रों में बाँटा जा सकता है–(i) समीपस्थ नेफ्रॉन और (ii) हेन्ले-लूप।

1. वृक्क कणिकाएं : जो प्यालेनुमा बोमेन संपुट और केशिकाओं के एक गुच्छ (जिसे केशिका गुच्छ कहते हैं) से बना होता है। केशिकागुच्छ में रुधिर वृक्क-धमनी की एक शाखा से आता है।
2. समीपस्थ संवलित नलिका (PCT)
3. हेन्ले-लूप की अवरोही भुजा
4. हेन्ले-लूप की आरोही भुजा
5. दूरस्थ संवलित नलिका (DCT)
6. संग्राहक वाहिनी
7. सभी नेफ्रॉनों की संग्राहक वाहिकाएँ जुड़ जाती हैं और अंततः श्रोणि बनाती है, जहाँ से मूत्रवाहिनियाँ निकलती हैं।
8. परिनलिका रूधिर कोशिकाओं के ऊपर फैली हुई होती है। वे सभी मिलकर वृक्क शिरा बनाती हैं।



चित्र 14.8 मानव वृक्क की सूक्ष्मदर्शीय संरचना

14.3.4 मूत्र-निर्माण

वृक्कक (नेफ्रॉन) उत्सर्जी और परासरण नियमन कार्यों को निम्नलिखित चरणों में पूरा करते हैं :

1. परानिस्यंदन (ultrafiltration)
2. चयनात्मक पुनः अवशोषण (Selective reabsorption)
3. नलिकीय-स्रवण (Tubular secretion)

1. परानिस्यंदन

प्रत्येक केशिकागुच्छ की केशिका में रुधिर वृक्क-धमनी की एक शाखा से उच्च दाब के साथ आता है। यहाँ परानिस्यंदन (दाब के साथ निस्यंदन) की प्रक्रिया अविच्छिन्न रूप से होती रहती है। सभी छोटे-छोटे अणुओं जैसे जल, ग्लूकोस, यूरिया और यूरिक अम्ल को रुधिर-प्लैज्मा में से निस्यंदन हो जाता है और वे केशिकाओं की भित्तियों के जरिए बोमेन-संपुट में पहुँच जाते हैं। प्रोटीनें कोशिका गुच्छ के रुधिर में ही रह जाती हैं। इस प्रकार प्रोटीन-मुक्त निस्यंद बोमेन संपुट की अवकाशिका में एकत्रित हो जाता है। निस्यंदन के लिए आवश्यक दाब परिसंचारी रुधिर की द्रवस्थैतिक दाब से प्राप्त होती है।

2. चयनात्मक पुनःअवशोषण या नलिकीय पुनर्वशोषण

केशिकागुच्छ-निस्यंदन जब नलिकाओं में से होकर गुजरता है तब उसमें से शरीर के लिए अनेक आवश्यक पदार्थ, जैसे ग्लूकोस और ऐमीनो अम्ल और खनिज आयन, जो जल और लवण के बीच संतुलन बनाए रखने के लिए आवश्यक होते हैं, वृक्क-नलिका की भित्तियों के जरिए पुनः अवशोषित कर लिए जाते हैं। वृक्कक (नेफ्रॉन) के ऊपर से होकर गुजरती हुई रुधिर-केशिकाएँ इन पदार्थों का अवशोषण कर लेती हैं।

(क) निस्यंद का लगभग 65-85 प्रतिशत भाग समीपस्थ संवलित नलिका (PCT) में पुनः अवशोषित हो जाता है। इसमें जल, ग्लूकोस, ऐमीनों अम्ल, लवण आदि शामिल होते हैं।

(ख) लगभग 5% जल का पुनः अवशोषण अवरोही भुजा में हो जाता है।

(ग) आरोही भुजा जल के लिए अपारगम्य होती है, अतः केवल लवणों का ही यहाँ पुनः अवशोषण होता है।

(घ) दूरस्थ संवलित नलिका (DCT) और संग्राहक नली में **ऐल्डोस्टेरॉन** हॉर्मोन (अधिवृक्क वल्कुट द्वारा स्रावित) के प्रभाव में Na^+ का पुनः अवशोषण हो जाता है। पश्च पीयूष ग्रंथि द्वारा स्रावित ADH (एंटी डायूरेटिक हॉर्मोन/प्रति मूत्रल हामेनि) के प्रभाव से जल का पुनः अवशोषण हो जाता है।

3. नलिकीय स्रवण

वृक्क-नलिका की कोशिकाएँ कुछेक अवांछित पदार्थों को सीधे ही रुधिर से निस्यंद में स्रावित कर देती हैं। इनमें यूरिक अम्ल, K^+ आयन, अमोनिया आदि शामिल हैं। निस्यंद को अब मूत्र कह सकते हैं।

मूत्र का संचयन

मूत्र मूत्रवाहिनियों में से गुजरता हुआ मूत्राशय में जाकर संचयित हो जाता है। मूत्राशय लगभग 400-500 घन सेंटीमीटर (cm^3) मूत्र संचयित कर सकता है। जब लगभग 200 घन सेंटीमीटर (cm^3) अथवा अधिक मूत्र मूत्राशय में एकत्रित हो जाता है तब वितति ग्राही (stretch receptors) उद्दीपित हो जाते हैं जिसके कारण मूत्र त्यागने की इच्छा होने लगती है।

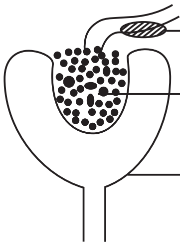
14.3.5 मूत्र के संघटक (तालिका 14.5)

सामान्य संघटक		अपसामान्य संघटक	
घटक	**मात्रा/दिन**	**घटक**	**कारण**
जल	1200-1500 मिली	ग्लूकोस	मधुमेह
यूरिया	25-30 मिली	प्रोटीन	वृक्क-रोग
यूरिक अम्ल	0.7 मिली	एसीटोन	मधुमेह, भूखा रहना
क्रिऐटिन	1-2 ग्राम	रक्ताणु (एरिथ्रोसाइट)	मूत्र-तंत्र में संक्रमण
अमोनिया	0.6 ग्राम	श्वेताणु (ल्यूकोसाइट)	अधिक संख्या में होने का अर्थ है मूत्र तंत्र में संक्रमण होना
NaCl	10-15 ग्राम	यूरिक अम्ल के क्रिस्टल	गठिया ('गाऊट')
KCl	2.5 ग्राम		
मैग्नीशियम	0.2 ग्राम		
फॉस्फेट	1.7 ग्राम		
सल्फेट	2.0 ग्राम		
(तथा अतिलघु मात्राओं में वसा अम्ल, ऐमीनो अम्ल, वर्णक, म्यूसिन, एंजाइम, हार्मोन, विटामिन आदि)			

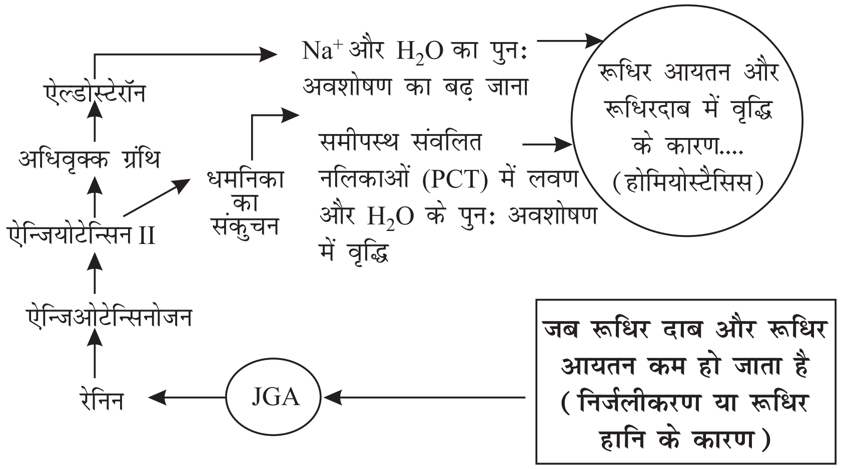
14.3.6 रेनिन-ऐन्जिओटेन्सिन और अलिंद लवण-मूत्रल कारक

रेनिन-एंजियोटेन्सिन पश्चभरण परिपथ का एक भाग है, जो रुधिर-दाब और रुधिर-आयतन का विनयमन करने में सहायता करता है।

आप जानते हैं कि वृक्काणु (नेफ्रॉन) में जो मानव वृक्क की संरचनात्मक और कार्यात्मक इकाई होती है, केशिकागुच्छ नामक केशिकाओं का एक गुच्छा होता है। मॉड्यूल 2, यूनिट 14.3.3 से केशिका गुच्छ की स्थिति का पुनः स्मरण कीजिए। केशिका गुच्छतक को जो धमनिका जाती है उसके समीप एक विशिष्ट ऊतक होता है, जिसे गुच्छासन्न उपकरण (JGA) कहते हैं।



अभिवाही धमनिका में जब रुधिर-दाब अथवा रुधिर-आयतन कम हो जाता है, तब JGA **रेनिन** (समिट) नामक एक एंजाइम का स्राव करता है। रेनिन **ऐंजियोटेंसिनोजन** नामक प्लाज्मा प्रोटीन को ऐंजियोन्सिटेंसिन II में बदल देता है, जो एक हॉर्मोन की तरह काम करता है, धमनिका को संकुचित कर देता है, जो तब रुधिर-दाब को बढ़ा देती है। ऐंजियोटेन्सिन II वृक्काणु (नेफ्रॉन) की संरचना का पुन:स्मरण कीजिए) के निकटस्थ संवलित नलिकाओं (PTA) को भी उद्दीप्त करता है जो अधिक मात्रा में लवण और जल को अवशोषित कर लेती हैं, ताकि मूत्र द्वारा उत्सर्जन की मात्रा में लवण और जल की मात्रा कम हो जाती है। इसका परिणाम यह होता है कि रुधिर-आयतन और रुधिरदाब दोनों बढ़ जाती हैं। ऐंजियोटेन्सिन ऐल्डोस्टेरॉन नामक हॉर्मोन के मोचन हेतु अधिवृक्क ग्रंथि को भी उद्दीप्ति करता है। **ऐल्डोस्टेरॉन** नेफ्रॉन की दूरस्थ नालिकाओं द्वारा सोडियम और जल को अवशोषित करने में वृद्धि कर देता। इससे भी रुधिर आयतन और रुधिरदाब में वृद्धि हो जाती है।



रूधिर आयतन और रूधिर दाब नियमन के लिए रेनिन ऐंजियोटेन्सिन तंत्र

प्रतिलवणमूत्रल कारक

प्रतिलवणमूत्रल (ऐन्टिनैट्रियूरेटिक) कारक एक सशक्त वाहिका विस्फारक होता है और यह हृदय पेशियों (मायोसाइट या पेशी कोशिकाओं) द्वारा स्रावित एक पॉलीपेप्टाइड हॉर्मोन होता है। इसका स्रवण उच्च रक्तदाब के प्रति एक अनुक्रिया के रूप में हृदय के अलिंदों में होता है तथा यह शरीर में जल, सोडियम, पौटेशियम और वसा के समस्थितिक नियंत्रण से संबंधित होता है।

पाठगत प्रश्न 14.4

1. तिलचट्टे अपने नाइट्रोजनी अपशिष्ट किस रूप में उत्सर्जित करते हैं? तिलचट्टे को इससे क्या लाभ है?

   ....

2. तिलचट्टे की मैलपीगी नलिकाएँ किस अंग में खुलती हैं?

   ....

3. मानव उत्सर्जन-तंत्र के विभिन्न भागों की सूची तैयार कीजिए और उनके कार्य लिखिए।

   ....

4. वृक्क की कार्यात्मक इकाई का तथा उसके भागों के नाम लिखिए।

   ....

5. परानिस्यंदन के दौरान निस्यंदित होने वाले पदार्थों की सूची बनाइए।

   ....

6. वृक्कक (नेफ्रॉन) द्वारा किन-किन पदार्थों का पुनः अवशोषण किया जाता है?

   ....

7. नलिकीय-स्रवण का क्या महत्त्व है?

   ....

8. किस परिस्थिति में निम्नलिखित पदार्थ मूत्र में मौजूद होते हैं?

   (क) ग्लूकोस ....

   (ख) यूरिक अम्ल के क्रिस्टल ....

9. प्रतिदिन सामान्य रूप से कितने आयतन मूत्र का उत्सर्जन किया जाता है?

   ....

10. यदि गुच्छासन्न उपकरण (JGA) रेनिन नामक एंजाइम का स्राव बंद कर दे तो क्या असर होगा?

    ....

11. उस हार्मोन का नाम बताइये जो पॉली-पेप्टाइड प्रकृति की है और हृदपेशी द्वारा स्रावित होती है तथा वाहिका विस्फारक है।

    ....

11.4 वृक्क द्वारा परासरण नियमन

शरीर के तरल-पदार्थों की विलेय-सांद्रता के बनाए रखने को **परासरण नियमन** कहते हैं। रुधिर में पुनः अवशोषित जल और लवण की ठीक-ठीक मात्रा का उत्कृष्ट नियंत्रण दूरस्थ संवलित नलिका और संग्राहक वाहिकाओं का एक महत्त्वपूर्ण कार्य होता है। शरीर में जल की आवश्यकता के आधार पर, वृक्क अल्पपरासारी (तनुकृत) अथवा अतिपरासारी (सांद्रित) मूत्र का उत्सर्जन करते हैं। परासरण नियमन का नियंत्रण हॉर्मोनों (ADH और ऐल्डॉस्टेरॉन) द्वारा होता है। इनके स्रवण का नियमन पुनर्भरण-परिपथ द्वारा होता है।

(क) शरीर में जल की मात्रा अधिक होने पर, परासरण दाब कम हो जाती है और ADH (प्रति मूत्रल हार्मोन/ऐंटी डाइयूरेटिक हॉर्मोन) कम मात्रा में निर्मुक्त होता है। अतः DCT और संग्राहक वाहिनियों की भित्तियाँ कम पारगम्य बनी रहती हैं और इसका परिणाम यह होता है कि बड़ी मात्रा में तनु मूत्र (अल्पपरासारी मूत्र) का उत्सर्जन होता है।

(ख) शरीर में जल की मात्रा कम होने पर, पश्च पीयूष पिट्यूटरी ग्रंथि अधिक ADH का स्राव करती है। नलिकाओं की पारगम्यता बढ़ जाती है। इसका परिणाम यह होता है

कि रुधिर में अधिक मात्रा में जल का अवशोषण कर लिया जाता है और कम मात्रा में सांद्रित मूत्र (अतिपरासारी मूत्र) का उत्सर्जन होता है। मूत्रलता (Diuresis) का अर्थ है बढ़ी हुई मात्रा में मूत्र का निकलना, अतः प्रति मूत्रलता का अर्थ हुआ मूत्र की मात्रा का कम हो जाना और यही कारण है कि इस हॉर्मोन को प्रतिमूत्रल हॉर्मोन (एंटि डाइयूरेटिक हॉर्मोन अथवा ADH) नाम दिया गया है।

(ग) मूत्र की सांद्रता हेन्ले-लूप की अवरोही और आरोही भुजाओं के प्रतिधारा-तंत्र (counter current system) से भी होती है। निस्यंद से लगभग 5 प्रतिशत जल का अवशोषण इसी तंत्र में होता है।

(घ) निम्न सोडियम आयन सांद्रता (अथवा निम्न रक्तदाब) के प्रति अनुक्रिया के रूप में ऐड्रीनल वल्कुट से एक अन्य हॉर्मोन, **ऐल्डोस्टेरॉन** निकलता है। यह वृक्क-नलिकाओं की पोटैशियम आयनों के बदले सोडियम आयनों को अवशोषण के लिए उद्दीप्त करना है। परासरण द्वारा जल का अवशोषण कर लिया जाता है। इसके परिणामस्वरूप रुधिर के बढ़े हुए आयतन के कारण सक्तदाब बढ़ जाती है। इसी प्रकार सोडियम की बढ़ी हुई सांद्रता होने पर ऐल्डोस्टेरॉन का निकलना संदमित हो जाता है जिसके फलस्वरूप रुधिर में सोडियम आयन सांद्रता कम हो जाती है।

हार्मोनों के बारे में अधिक जानकारी आप पाठ 16 में पढ़ेंगे।

14.5 रूधिर अपोहन (हीमोडायालिसिस) और वृक्क प्रत्यारोपण

हीमोडायालिसिस (रूधिर अपोहन)

वृक्क पात (kidney failure) से ग्रसित रोगियों में रुधिर में यूरिया का मात्रा असाधारण (यूरीमिया) रूप से बढ़ जाती है। ऐसे रोगियों में रुधिर में से अतिरिक्त यूरिया को निकालने के लिए एक कृत्रिम वृक्क का इस्तेमाल किया जाता है। इस प्रक्रिया को **हीमोडायालिसिस** कहते हैं। यह प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों में की जाती है :

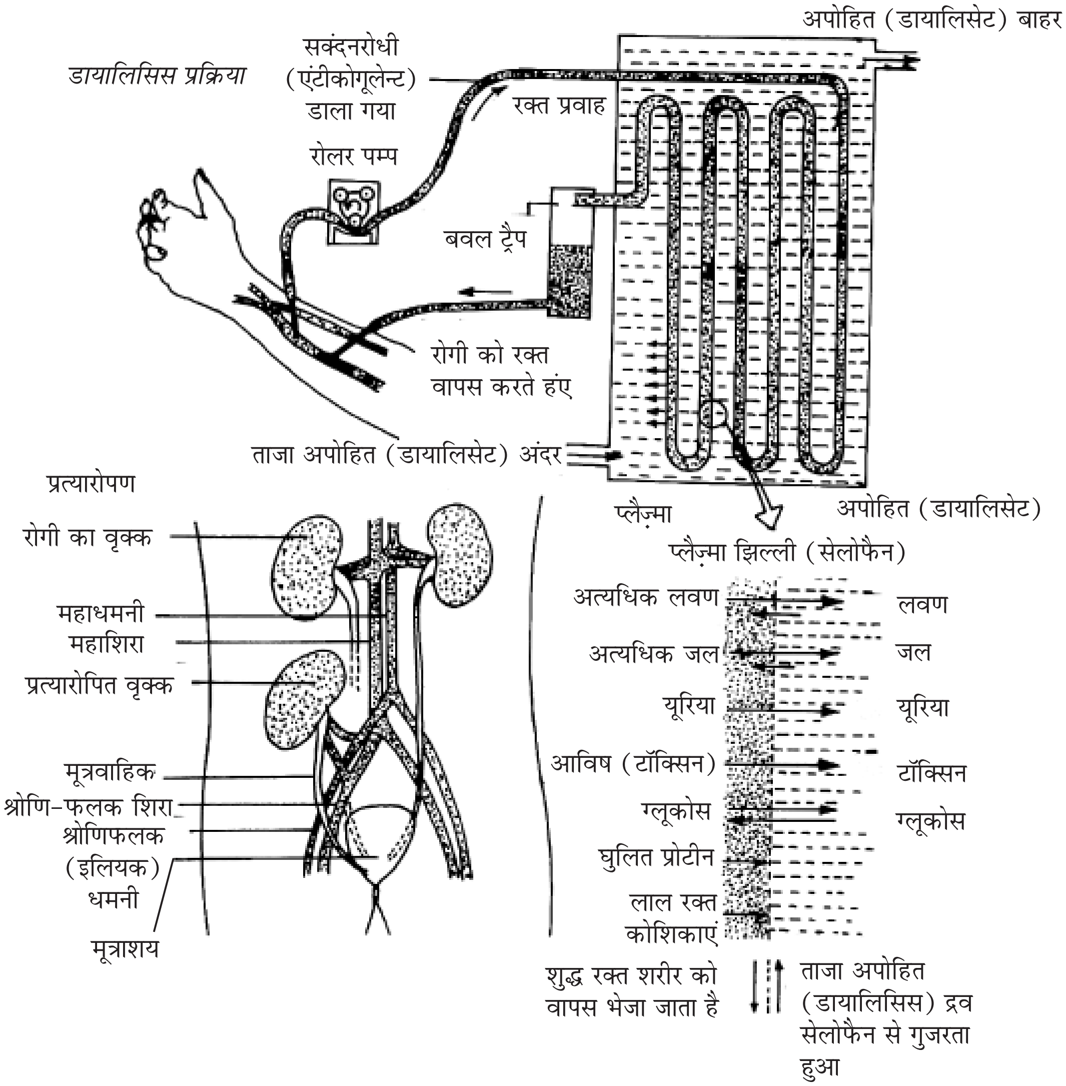
(i) रोगी की धमनी में से रुधिर निकाल लिया जाता है और 0^0C तक ठंडा कर लिया जाता है।

(ii) इस रुधिर को तब कृत्रिम वृक्क की सेलोफैन नलियों में होकर गुजारा जाता है। सेलोफैन सूक्ष्म अणुओं जैसे यूरिया, यूरिक अम्ल और खनिज आयन के लिए पारगम्य होती है। यह प्लैज़्मा प्रोटीनों जैसे महाअणुओं के लिए पारगम्य नहीं होती।

(iii) सेलोफैन-नली के बाहर अपोहन (डायालाइजिंग) तरल होता है, जिसमें रुधिर-प्लैज़्मा में पाए जाने वाले कुछेक विलेय तो विद्यमान होते हैं, लेकिन यूरिया, यूरिक अम्ल जैसे नाइट्रोजनी अणु नहीं होते।

(iv) इसलिए सेलोफैन नलियों के भीतर से नाइट्रोजनी यौगिक विसरण द्वारा अपोहनी तरल में चले जाते हैं।

(v) कृत्रिम वृक्क में से बाहर आने वाले रुधिर को शरीर के तापमान के बराबर गुनगुना बना लिया जाता है और फिर उसे शिरा के जरिए रोगी के शरीर वापस भेज दिया जाता है।



चित्र 14.9 कृत्रिम वृक्क (हीमोडायालिसिस)

वृक्क प्रत्यारोपण (प्रति = के बदले + आरोपण) (Kidney transplantation)

यदि वृक्क-पात का उपचार अन्य उपलब्ध तरीकों से संभव नहीं होता, तब वृक्क-प्रत्यारोपण की सलाह दी जाती है।

- वृक्क किसी जीवित व्यक्ति से अथवा जिसकी हाल ही में मृत्यु हुई हो, प्राप्त किया जा सकता है।
- दाता के आनुवंशिक लक्षण रोगी के लक्षणों के साथ यथासंभव अधिक से अधिक मेल खाते हुए होने चाहिए। यदि दाता रोगी का कोई नजदीकी संबंधी है तो प्रत्यारोपित वृक्क के अस्वीकरण के अवसर कम हो जाते हैं।
- फिर भी रोगी के शरीर द्वारा प्रत्यारोपित वृक्क के अस्वीकार किए जाने को रोकने के लिए औषधियाँ दी जाती है।

14.6 उत्सर्जन में यकृत की भूमिका

- यह पित्त-वर्णकों, कोलेस्ट्रॉल, औषधियों और कुछ विटामिनों का उत्सर्जन करता है।
- सभी उपरोक्त पदार्थों को यह पित्त में उत्सर्जित कर देता है, जो छोटी आंतों में आ जाता है और वहाँ से मल के साथ बाहर निकाल दिया जाता है।
- यूरिया और यूरिक अम्ल का उत्पादन (अमोनिया से) भी यकृत में होता है। वृक्क इन्हें शरीर में से बाहर निकाल देते हैं।

पाठगत प्रश्न 14.5

1. उस अंग का नाम लिखिए जहाँ यूरिया बनता है।

   ....

2. रक्त अपोहन (हीमोडायालिसिस) में सेलोफैन क्यों प्रयोग किया जाता है?

   ....

3. अपोहनकारी (डायालाइजिंग) तरल की संघटना क्या होती है?

   ....

4. बताइए कि अपोहन (डायालिसिस) के लिए रुधिर किस प्रकार की रुधिर-वाहिनी से निकाला जाता है धमनी या शिरा?

   ....

5. वृक्क-प्रतिरोपण (प्रत्यारोपण) की सलाह कब की जाती है?

   ....

6. पित्त-वर्णक को शरीर में से बाहर किस प्रकार निकाला जाता है?

   ....

आपने क्या सीखा

- उपापचयी क्रियाओं से अनेक अपशिष्ट उत्पाद बनते हैं जिनका शरीर से निष्कासन आवश्यक होता है।
- केंचुआ में त्वचा सांस लेने वाला अंग का कार्य करती है। यह पतली, नम और रूधिर कोशिकाओं से भरी हुई होती है।
- साँस लेना एक यांत्रिक प्रक्रिया है जिसमें वायु भीतर ली जाती है (अंत:श्वसन) और CO_2 से भरी वायु को बाहर निकाला जाता है (नि:श्वसन)।

- तिलचट्टों में श्वसन के लिए वातिकाएँ होती हैं जिन्हें श्वासनलियाँ कहते हैं। गैस-विनिमय के लिए वायु सीधे ही ऊतकों तक पहुँचती है। गैसों के परिवहन में रुधिर की कोई भूमिका नहीं होती।
- मानव में, वायु श्वसन-पथ में से इस प्रकार गुजरती है:

  नासाद्वार → ग्रसनी → श्वासनली → श्वसनियाँ (श्वसनी) → श्वसनिकाएँ → कूपिकाएँ (फेफड़े)
- कोशिकीय श्वसन रासायनिक प्रक्रिया है (कोशिका के भीतर माइटोकॉण्ड्रिया में होती है) और उसके साथ ऊर्जा निकलती है।
- हीमोग्लोबिन एक लौहयुक्त वर्णक है जो ऑक्सीजन के साथ जल्दी से जुड़ जाती और इसे शरीर के विभिन्न भागों में पहुंचाती है।
- रक्त में कार्बन डाइऑक्साइड का परिवहन तीन कारकों से होता है–(1) प्लैज़्मा में घुलकर, (2) कार्बऐमीनोहीमोग्लोबिन के रूप में, तथा (3) बाइकार्बोनेटों के रूप में।
- वायवीय श्वसन O_2 की उपस्थिति में होता है तथा उसमें 38 ATPs, CO_2 एवं जल का मोचन होता है।
- अवायवीय श्वसन O_2 की अनुपस्थिति में होता है तथा इसमें 2 ATPs, CO_2 और ऐल्कोहॉल (पौधों में) या लैक्टिक अम्ल (प्राणियों में) बनते हैं।
- उत्सर्जन शरीर से नाइट्रोजनी अपशिष्टों को बाहर निकालना है।
- मानव उत्सर्जन तंत्र में एक जोड़ी वृक्कक, एक जोड़ी मूत्र वाहिनियाँ, एक मूत्राशय तथा एक मूत्रमार्ग होता है।
- वृक्कक (नेफ्रॉन) गुर्दों की निस्पंदन इकाइयाँ होते हैं।
- वृक्कक (नेफ्रॉनों) द्वारा मूत्र-निर्माण की क्रिया तीन चरणों में होती है–(1) परानिस्यंदन, (2) पुनःअवशोषण तथा (3) नलिकीय स्रवण।
- मूत्र में जल, यूरिया, अवांछित लवण एवं कुछ औषधियाँ होती हैं।
- उत्सर्गी उत्पाद के आधार पर प्राणियों को तीन श्रेणियों में बाँटा जा सकता है–अमोनियोत्सर्जी, यूरियोत्सर्जी तथा यूरिकोत्सर्जी
- वृक्कों के निष्कासित हो जाने की स्थिति में एक कृत्रिम वृक्क अथवा अपोहन (डायालिसिस) मशीन की आवश्यकता पड़ सकती है।
- तिलचट्टे की मैलपींगी नलिकाएँ शरीर की गुहा में से यूरिक अम्ल निकाल कर आहार-नाल में छोड़ देती है, जहाँ से उसे शरीर के बाहर निकाल दिया जाता है।
- सिगरेट पीना (ध्रुमपान-सही शब्द धूम्रपान) स्वास्थ के लिए हानिकारक है। इससे वातस्फीति नामक रोग होता है जिसमें फेफड़े की कूपिकाएं की प्रत्यास्थता (elasticity) समाप्त हो जाती है।
- JGA या वृक्कक के गुच्छासन्न उपकरण रूधिर आयतन एवं रूधिर दाब को पुनः स्थापित करती है जब रेनिन नामक एंजाइम के स्रवण से यह कम हो जाता है।
- हृदय एक हार्मोन का स्रवण करता है जिसे प्रति नाइट्री भूतल कमक कहा जाता है। यह शरीर में होमोइओ स्टैसिस, सोडियम, पोटैशियम और वसा को नियंत्रण करता है।

पाठांत प्रश्न

1. मानवों के श्वसन से संबंधित विभिन्न प्रमुख चरणों की सूची बनाइए।
2. केंचुए में ऑक्सीजन का परिवहन किस प्रकार होता है?
3. केंचुए के श्वसन-वर्णक नाम बताइये।
4. हमारे शरीर में कार्बन-डायऑक्साइड के परिवहन में कार्बोनिक ऐन्हाइड्रेस की क्या भूमिका होती है?
5. हमारे श्वसन-तंत्र के किस भाग को वाक्-यंत्र कहते हैं?
6. हमारे मस्तिष्क में श्वसन-केंद्र कहाँ स्थित होते हैं?
7. वृक्क द्वारा किसी एक नाइट्रोजनी अपशिष्ट का नाम बताइए।
8. उस हॉर्मोन का नाम बताइए जिसके गैर मौजूदगी में अल्पपरासारी (hypotonic) मूत्र का उत्सर्जन होता है।
9. अपोहन (डायालिसिस) में सेलोफैन की क्या भूमिका होती है?
10. अंत:श्वसन को सक्रिय प्रावस्था और नि:श्वसन को निष्क्रिय प्रावस्था क्यों कहते हैं?
11. निम्नलिखित में अंतर बताइए :
    (क) साँस लेना और श्वसन
    (ख) अंत:श्वसन और नि:श्वसन
12. कूपिकाओं के उस विशिष्ट लक्षणों की सूची बनाइए जिनके कारण गैसीय विनिमय आसानी से हो जाता है।
13. जैवधारिता, ज्वारीय आयतन और अवशेषी आयतन किसे कहते हैं।
14. निम्नलिखित के कारण बताइए :
    (क) कूपिका सतह पर गैसों का विनिमय नि:श्वसन के दौरान भी अविच्छिन्न रूप से होता रहता है।
    (ख) वायु दाब के कम जाने पर भी श्वासनली और स्वसनी पिचकती नहीं है।
15. मानव के उत्सर्जन-तंत्र का आरेख बनाइए और उसके विभिन्न भागों को चिह्नित कीजिए।
16. वृक्काक (नेफ्रॉन) की संरचना का आरेख बनाइए और उसके विभिन्न भागों को चिह्नित कीजिए।
17. न्यूमोनिया और क्षयरोग (TB) के कारण और उसके रोग लक्षण लिखिए।
18. उत्सर्जन में यकृत की क्या भूमिका होती है?
19. बताइए कि तिलचट्टे में नाइट्रोजनी अपशिष्ट किस प्रकार शरीर से बाहर निकाले जाते हैं।
20. वृक्ककों (नेफ्रॉनों) में परानिस्यंदन और पुन:अवशोषण किस प्रकार होता है?
21. बताइए कि फेफड़ों में गैसीय विनिमय किस प्रकार होता है।
22. बताइए कि ऑक्सीजन फेफड़ों से ऊतकों तक और कार्बन डाइऑक्साइड ऊतकों से फेफड़ों तक किस प्रकार पहुँचती है?

23. बताइए कि वृक्क किस प्रकार का (क) जल-संतुलन और (ख) लवण-संतुलन बनाए रखते हैं?
24. मानव श्वसन तंत्र के भागों की उनके सही-सही क्रमों में सूची बनाइए और उनके प्रकार्य भी बताइए।
25. मानव फेफड़ों की वे तीन विशेषताएँ बताइए जिनके कारण वे उपयुक्त श्वसन-सतह होती है।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

14.1 1. ग्लूकोज का चरणबद्ध ऑक्सीकरण जिसमें ऊर्जा निर्मुक्त होती है।
2. O_2, CO_2
3. त्वचा द्वारा श्वसन, मेंढक
4. लाल, हीमोग्लोबिन
5. सीधे ही लघुवातिकाओं के जरिए
6. कीट
7. श्वास रंध्रों के जरिए
8. नासाद्वार → ग्रसनी → श्वसनी (नियाँ) → श्वसनिका(एं) → फेफड़े
9. नासा गुहा
10. भोजन को श्वासनली अथवा भोजन-नली में जाने से रोकना।

14.2 1. वायु को भीतर लेने और बाहर निकालने की विधि
2. शिथिल और गुम्बदाकार
3. 500 mL
4. 4 अणु
5. फुफ्फुस शिरा
6. (क) कार्बन डाइऑक्साइड के रूप में प्लैज़्मा में घुली हुई 5%
(ख) श्वेताणुओं में कार्बोक्सी कार्बोमिनों हीमोग्लोबिन के रूप में 20%
(ग) श्वेताणु अथवा प्लैज़्मा में बाइकार्बोनेट के रूप में 75%
7. बैसीलस काल्मेटी ग्यूरिन (BCG)
8. सिलोकोसिस अथवा ऐस्वेस्टोसिस
9. श्वसनीशोथ (ब्रोन्काइटिस) श्वसनिकाओं का एक संक्रमण है और प्रतिजीविकों (एंटीबायोटिक्स) से उसका उपचार हो सकता है, जबकि ब्रोंकियल अस्थमा (दमा) एक एलर्जी है।

14.3 1. (क) यकृत, (ख) वृक्क
2. अमोनिया; अमीबा और अलवण जलीय मछलियाँ

14.4 1. यूरिक अम्ल; यह जल की हानि को रोकने के लिए होता है क्योंकि इन प्राणियों को जल की बचत करने की आवश्यकता होती है।

2. मैलपीगी नलिकाएँ मध्य आंत्र और पश्चआंत्र के संगम स्थल पर खुलती है।

3. **वृक्क** : नाइट्रोजनी अपशिष्टों, अतिरिक्त जल और लवण का निस्पंदन करते हैं।
   मूत्रवाहिकाएँ : मूत्र को मूत्राशय तक ले जाती है।
   मूत्राशय : मूत्र को अस्थायी रूप से संचित करता है।
   मूत्रमार्ग : मूत्र को शरीर के बाहर निकालता है।

4. वृक्कक (नेफ्रॉन) : वृक्क कार्पसल, (जिसमें बोमेन संपुट कोशिका गुच्छ होते हैं), PCT, हेन्ले लूप, DCT, संग्राहक वाहिकाएँ।

5. जल ऐमीनो अम्ल, ग्लूकोस, यूरिया, यूरिक अम्ल, खनिज लवण, विटामिन आदि।

6. जल, ग्लूकोस, कुछेक लवण, ऐमीनो अम्ल और थोड़ी सी मात्रा में यूरिया और यूरिक अम्ल।

7. कुछेक खनिजों को, जैसे कि अमोनिया और पोटैशियम को सीधे ही बाहर निकाला जा सकता है।

8. (क) मधुमेह, (ख) गठिया (गाउट)

9. 1200 से लेकर 1800 mL तक

10. रक्तदाब असामान्य रूप से कम रहेगा

11. प्रतिनाइद्रीभूत्तल कारक

14.5 1. यकृत

2. सेलोफैन प्लैज़्मा-प्रोटीनों और रुधिर कणिकाओं जैसे महाअणुओं के लिए पारगम्य नहीं होता।

3. इसमें कुछ खनिज और विलेय (जो प्लैज़्मा में पाए जाते हैं) पाए जाते हैं, लेकिन यूरिया और यूरिक अम्ल नहीं होते।

4. धमनी

5. जब वृक्कपात (kidney failure) का उपचार नहीं हो पाता।

6. पित्त-वर्णकों को पित्त के साथ पाचन-मार्ग से बाहर निकाल दिया जाता है।

15

देह-तरल पदार्थों का परिसंचरण

लगभग सभी प्राणियों के शरीर के भीतर किसी न किसी प्रकार के तरल होते हैं जो शरीर में परिसंचरण (परि = चारों ओर, इधर-उधर + संचरण = जाना आना, लाना - ले जाना) करते रहते हैं। ये तरल शरीर के विभिन्न भागों के लिए (सुदूरतम कोशिकाओं सहित) एक वितरण तंत्र (पदार्थों की आपूर्ति) के कार्य के साथ-साथ एक संग्राही तंत्र (पदार्थों को एकत्रित करने) का कार्य करते हैं ये तरल पदार्थ कौन-कौन से हैं? इनका परिसंचरण किस प्रकार होता है और हमारे शरीर में ये क्या कार्य करते हैं? ये तथा ऐसे ही अन्य दूसरे प्रश्न इस पाठ का विषय है जिनके उत्तर इस पाठ में मिल सकेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *मानव शरीर में परिसंचरण तंत्र के महत्व की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *खुले और बंद प्रकार के परिसंचरण तंत्र में अंतर बता सकेंगे;*
- *तिलचट्टे के परिसंचरण तंत्र के विभिन्न अंगों की सूची बना सकेंगे और उसका आरेख बना सकेंगे;*
- *मानव के परिसंचरण तंत्र के विभिन्न अंगों की सूची बना सकेंगे और उसका आरेख बना सकेंगे;*
- *मानव में रुधिर के ऊतक विज्ञान, प्रकार्यों और संघटन का वर्णन कर सकेंगे;*
- *धमनी, शिरा और केशिका की संरचना और उनके प्रकार्यों की तुलना कर सकेंगे;*
- *मानव में रुधिर-स्कंदन की प्रक्रिया की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *रुधिर समूहों का उल्लेख कर सकेंगे और रक्ताधान (रक्त + आधार - Blood transfusion) का वर्णन कर सकेंगे;*
- *रुधिर दाब की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *रुधिर से संबंधित कुछ विकारों, जैसे-उच्च रक्तदाब, ऐथेरोमा (atheroma) और धमनी काठिन्य (आर्टेरिओस्क्लेरोसिस arteriosclerosis) के नाम बता सकेंगे और उसका वर्णन कर सकेंगे;*
- *हृद्-स्पंद से संबंधित विकारों का उपचार करने में ECG और पेसमेकर की भूमिका की व्याख्या कर सकेंगे।*

15.1 परिसंचरण-तंत्र

हमारा शरीर कोशिकाओं का बना है। जीवित रहने के लिए कोशिकाओं को पोषक पदार्थों और ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है, और साथ ही उनके भीतर उत्पन्न अपशिष्ट पदार्थों को बाहर निकालने की भी आवश्यकता होती है। हॉर्मोनों को भी अंत:स्रावी ग्रंथियों (जो उनका स्राव करती हैं) से उनकी लक्ष्य कोशिकाओं तक पहुँचाने की आवश्यकता होती है। पोषक पदार्थों, गैसों, अपशिष्ट पदार्थों का हमारे शरीर के एक भाग से दूसरे भाग में लाने ले जाने का यह काम रुधिर द्वारा संपन्न होता है और इसे **परिसंचरण** कहते हैं।

> परिसंचरण-तंत्र में वे अंग शामिल हैं जो रुधिर और लसीका को शरीर के विभिन्न भागों में लाते-ले जाते हैं।

1. परिसंचरण-तंत्र के प्रकार्य

(i) पोषक तत्त्वों का परिवहन ताकि उनका उपयोग किया जा सके,

(ii) कोशिकाओं में और उनसे श्वसन-गैसों (O_2 और CO_2) का परिवहन,

(iii) विभिन्न ऊतकों से उपापचयी अपशिष्टों को एकत्रित करना तथा उनके निष्कासन के लिए उन्हें उत्सर्जनांगों (उत्सर्जन = *बाहर निकालना + अंग)* तक पहुँचाना,

(iv) अंत:स्रावी ग्रंथियों से हॉर्मोनों का लक्ष्य अंगों तक परिवहन,

(v) रोगजनकों को नष्ट करके शरीर को सुरक्षा प्रदान करना,

(vi) शरीर में ऊष्मा को समान रूप से वितरण करना।

2. परिसंचरण तंत्र के प्रकार

परिसंचरण की विधि (तरीका) के अनुसार, परिसंचरण-तंत्र खुले और बंद प्रकार के हो सकते हैं :

(i) खुला परिसंचरण-तंत्र

(क) रुधिर बंद वाहिकाओं के भीतर नहीं बहता, बल्कि देह-गुहा के विभिन्न भागों में होकर बहता है। इस प्रकार रुधिर देह के तरल पदार्थों के साथ मिश्रित रहता है।

(ख) परिसंचरण के लिए पर्याप्त उच्चदाब नहीं बनी रहती। झींगा, कीट आदि जीवों में खुला परिसंचरण तंत्र होता है।

(ii) बंद परिसंचरण तंत्र

(क) रूधिर सुविकसित नली जैसी वाहिकाओं में होकर बहता है।

(ख) पर्याप्त रुधिर दाब बनी रहती है।

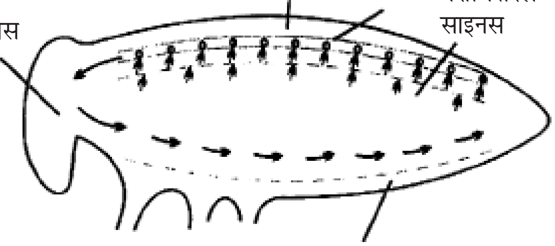
(ग) यह तंत्र खुले प्रकार के तंत्र से अधिक प्रभावी होता है।

बंद परिसंचरण तंत्र सभी कशेरुकियों में पाया जाता है।

15.2 तिलचट्टे का परिसंचारी तंत्र

तिलचट्टे का परिसंचारी तंत्र खुले प्रकार का होता है। यह एक स्पंदनशील हृदय (पृष्ठ रुधिर वाहिका) और विभिन्न कोटरों का बना होता है जिनमें होकर रुधिर बहता है। रुधिर रंगहीन होता है तथा सारी देह-गुहा में भरा होता है। इसीलिए इस गुहा को रक्त-गुहा कहते हैं, और रुधिर को रक्त लसीका। रक्त-गुहा दो क्षैतिज पटों द्वारा तीन कोटरों में बँटी होती है। इन पटों को *पृष्ठ डायाफ्राम* और *अधर डायाफ्राम* कहते हैं। तीन कोटरों के नाम हैं पृष्ठ कोटर अथवा **परिहृद् कोटर** जिसके भीतर हृदय स्थित होता है, मध्य **परिअंतरांग कोटर** जिसके भीतर विभिन्न अंतरांग (visceral organ) स्थित होते हैं, और अधरीय **परितंत्रिकाय (viscera) कोटर** जिसके भीतर अधर तंत्रिका रज्जु स्थित होती है। दोनों ही डायाफ्राम सरंध्री होते हैं और यही कारण है तीनों कोटरों में एक दूसरे से परस्पर संपर्क में बने रहते हैं।

हृदय एक दीर्घकृित नलिकाकार संरचना होती है जो अपने पिछले छोर पर बंद होती है और अग्र सिरे पर खुली होती है। हृदय वक्ष और उदर की संपूर्ण लंबाई में मध्य रेखा के सहारे-सहारे स्थित होता है। हृदय खंडशः व्यवस्थित तेरह कीपाकार कक्षों का बना होता है। प्रत्येक कक्ष के पार्श्व में, प्रत्येक ओर एक-एक, एक जोड़ी आस्य **(ऑस्टियम)** होते हैं प्रत्येक ऑस्टियम पर एक **कपाट** (वाल्व) लगा होता है। इन ऑस्टियमों के द्वारा हृदय परिहृद कोटर के संपर्क में बना रहता है। आगे की तरफ, हृदय सिर के भीतर एक **अग्र महाधमनी** (एऑर्टा) के साथ अविच्छिन्न रूप से जुड़ा रहता है जो सिर की रक्त-गुहा में खुलती है। हृदय के दोनों तरफ प्रत्येक खंड के साथ एक जोड़ी पक्षाकार (एलरी) पेशियाँ लगी होती हैं।



चित्र 15.1 तिलचट्टे का परिसंचरण तंत्र

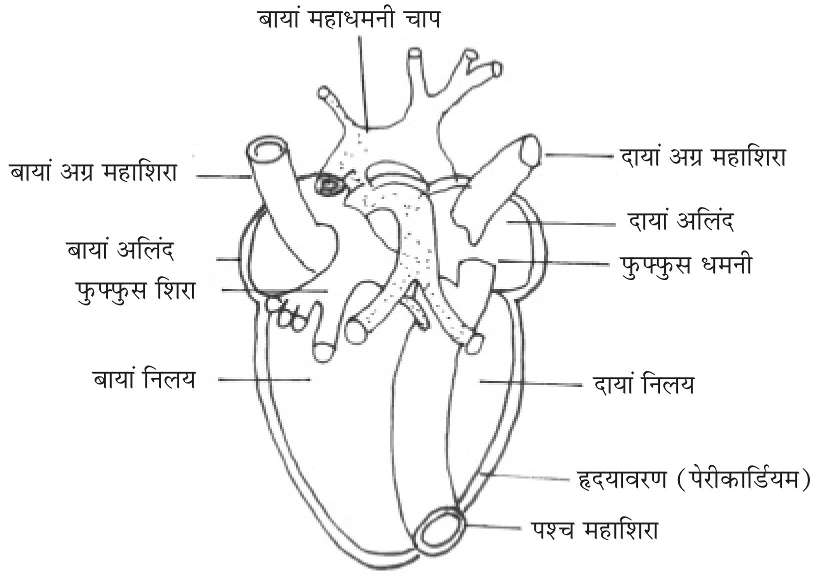
रुधिर रंगहीन तरल होता है। और यह तरल लसीका एवं रुधिर कोशिकाओं का बना होता है जिसे रूधिराणु (हीमोसाइट) कहा जाता है। क्योंकि तिलचट्टे के रुधिर में कोई श्वसन-वर्णक नहीं होता, इसलिए श्वसन-गैसों के परिवहन में उसकी कोई भूमिका नहीं होती। वह तो केवल (i) पोषण पदार्थों के परिवहन, (ii) द्रवस्थैतिक दाब को बनाए रखने और (iii) जला शय के रूप में कार्य करता है। तिलचट्टे के रुधिर का परिसंचरण हृदय और पक्षाकार पेशियों के संकुचन और शिथिलन के कारण होता है।

15.3 मानव परिसंचरण-तंत्र के अंग

मनुष्य का परिसंचरण-तंत्र निम्नलिखित भागों से बना होता है–

1. **हृदय :** केन्द्रीय पंपन (पंप करना) अंग

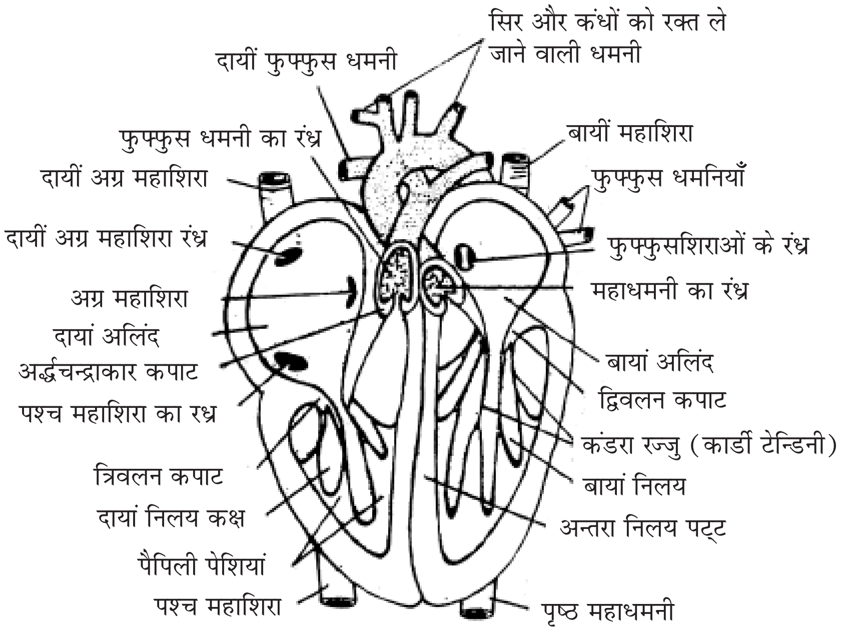
2. **रुधिर-वाहिकाएँ :** संयोजी नलियाँ-धमनियाँ, शिराएँ और केशिकाएँ।
3. **रुधिर :** परिसंचारी तरल जो एक से संयोजी ऊतक है और तरल आधात्री एवं कोशिकाओं का बना होता है।
4. **लसीका तंत्र** जिसमें लसीका पर्व (आसंधि) और वाहिकाएँ होती हैं।



चित्र 15.2 (a) मानव हृदय की बाहरी संरचना

1. मानव हृदय

यह एक पेशीय अंग है जो हृद् पेशी रेशों का बना होता है। (चित्र 15.2) यह अपना कार्य, अपने संकुंचन और शिथिलन के और अपने भीतर स्थित अनेक कपाटों के खुलने बंद होने



चित्र 15.2 (b) मानव हृदय की आंतरिक संरचना

के बीच सामंजस्य स्थापित करके संपन्न करता है। मुट्ठी के आकार का यह अंग चार कक्षों का बना होता है–दो ऊपरी कक्ष (अलिंद) और दो निचले कक्ष (निलय)। निलयों की भित्तियाँ मोटी एवं पेशीयुक्त होती हैं ताकि रुधिर को शरीर के दूरवर्ती भागों तक पंप कर सकें। हृदय के ऊपर चारों ओर झिल्ली चढ़ी होती है जिसे **हृदयावरण** (हृदय + आवरण – Pericardium – Peri = around + cardia = heart हृदय) कहते हैं।

(i) हृदय के भीतर स्थित कपाट

चित्र 15.3 में निम्नलिखित कपाटों की स्थिति पहचानिए–

(क) दायाँ **अलिंद–निलय कपाट** अथवा **त्रिवलन कपाट** (tricuspid – tri = तीन + cupid cusp – a point)।

(ख) बायाँ **अलिंद–निलय कपाट** अथवा **द्विवलन कपाट** (biscupid – bsec = दो वलन)।

महाधमनी और फुप्फुस धमनी के उद्गम स्थल पर अर्धचंद्राकार कपाट।

ये कपाट किसी दरवाजे की भांति केवल एक ही दिशा की तरफ खुलते हैं और केवल एक ही दिशा में खुलते हुए रुधिर-प्रवाह का नियमन करते हैं ताकि रुधिर एक ही दिशा में बहे और इस प्रकार वे रुधिर के विपरीत दिशा में बहने को रोकते हैं।

(ii) हृद्-स्पंद और हृद-चक्र

जब तक व्यक्ति जीवित है तब तक हृदय-स्पंद स्वयं अपने आप होता रहता है। प्रत्येक हृदय-स्पंद निम्नलिखित चरणों में पूरा होता है और एक चक्र के पूरा होने के दौरान मुख्यत: दो प्रकार की ध्वनियाँ सुनाई पड़ती हैं–**लब्ब** (Lubb) और **डब्ब** (dubb)।

(क) हृद सांद की शुरूआत अलिंदों के संकुंचन (अथवा प्रकुंचन – systole) से हाता है जिसके बाद शिथिलन (अथवा अनुशिथिलन – diastole) की अवस्था आती है। लब्ब की ध्वनि अथवा हृदय की पहली ध्वनि अलिंद-निलयी कपाटों के बंद होने के कारण होती है।

(ख) निलयों का संकुंचन के बाद उनके शिथिलन की अवस्था आने पर डब्ब ध्वनि अथवा हृदय की दूसरी ध्वनि आती है जो अर्धचंद्राकार कपाटों के बंद होने के कारण उत्पन्न होती है।

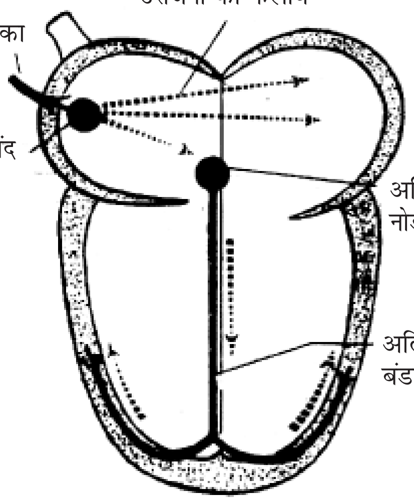
प्रत्येक हृदय-स्पंद के आरंभ में हृदय के चारों कक्ष शिथिल अवस्था में होते हैं (संयुक्त-अनुशिथिलन)। इस अवस्था में महाशिराएँ (vena cava) विऑक्सीजनित रुधिर को दाएँ आलिंद में डाल देती हैं और फुस्फुस शिरा ऑक्सीजनित रुधिर को बाएँ अलिंद में छोड़ देती हैं।

हृदय-स्पंद का प्रारंभ **शिरानाल-अलिंद पर्व** अथवा S.A Node में होता है जो दाएँ अलिंद कक्ष की पेशीय भित्ति का ही एक रूपांतरित भाग होता है। शिरानाल-अलिंद पर्व दाएँ अलिंद के ऊपरी कोने पर स्थित होती है (चित्र 15.3)।

उसी के कारण अलिंद में संकुचन उत्पन्न होता है। इसके परिणाम स्वरूप त्रिवलन कपाट धक्के के साथ खुल जाता है और विऑक्सीजनित रुधिर दाएँ निलय में प्रवेश कर जाता है। ठीक इसी समय, द्विवलन कपाट धक्के के साथ खुलता है और ऑक्सीजनित रुधिर बाएँ निलय में चला जाता है।

अलिंद-निलय पर्व (A.V. Node), रूपांतरित पेशी अंतरअलिंद-पट में स्थित होती है। जब आवेग एस. ए. पर्व से ए. वी. पर्व पहुंचता है तो संकुचित अलिंद शिथिल पड़ने लगते हैं।

यह आवेग अंतर निलयी पट में स्थित हिस - बंडल (Bundle of HIS) में पहुँचता है और वहाँ से निलयों की भित्तियों में स्थित पुरकिंजे रेशों (Rukirye fibres) में पहुँचता है, जिसके फलस्वरूप निलय संकुचित हो जाते हैं (निलयी संकुचलन-Ventricular systole)।



चित्र 15.3 शिरानाल-अलिंद और अलिंद-निलय पर्वों तथा हिस-बंडल की स्थिति एवं हृदय स्पंद के लिए आवेग का संचालन।

क्योंकि शिरानाल-अलिंद पर्व हृदय-स्पंद को आरंभ करती है और उसका नियमन करती है, इसलिए इसे गतिचालक या शतिप्रेरक (**पेसमेकर**) भी कहते हैं। पेसमेकर पर तंत्रिकाओं, हॉर्मोनों, रुधिर में CO_2 और O_2 की मात्रा, ऊष्मा आदि का प्रभाव पड़ता है।

क्या आप जानते हैं?

कभी-कभी S A शिरानाल-अलिंद Node दोषपूर्ण अथवा क्षतिग्रस्त हो जाती है। ऐसी स्थिति में उस व्यक्ति को एक कृत्रिम पेसमेकर की आवश्यकता होती है जिसे उसके सीने (वक्ष) के भीतर रोपित कर दिया जाता है। इससे हृदय-स्पंद नियमित हो जाते हैं।

विद्युतहृद् लेख (इलेक्ट्रो कार्डियोग्राम- ECG) वह यंत्र है जो हृद्-स्पंद के संचारण को रिकॉर्ड करता है। इस यंत्र से हृद्स्पंद-विकारों को जान सकने में सहायता मिलती है।

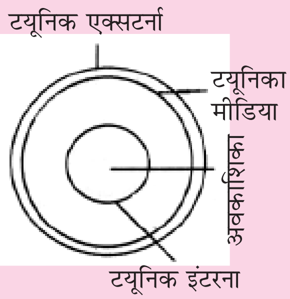
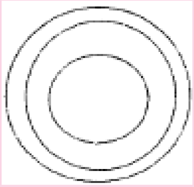
2. रुधिर वाहिकाएँ

रुधिर को लाने-ले जाने वाली नलिकाओं को **रुधिर-वहिकाएं** कहते हैं। रुधिर वाहिका की भित्ति में तीन परतें होती हैं–बाह्य कंचुक (tunica ट्यूनिका), मध्य कंचुक और अंत: कंचुक। रुधिर-वाहिकाएँ तीन प्रकार की होती हैं–

(i) धमनी, (ii) केशिकाएँ और (iii) शिराएँ।

अपनी संरचना और रुधिर-बहाव की दर के संदर्भ में इन तीनों वाहिकाओं की संरचना में और रूधिर प्रवाह की गति में अंतर होते हैं, जैसा कि तालिका 15.1 में दर्शाया गया है:

तालिक 15.1 धमनी, केशिका और शिरा की संरचना और कार्य की तुलना

धमनियाँ	केशिकाएँ	शिराएँ
रुधिर को हृदय से दूर ले जाती है।	धमनियों को शिराओं से जोड़ती है। ताकि रुधिर और ऊतकों के बीच पदार्थों का आदान-प्रदान हो इसमें भी कोशिकाएं होती है।	रुधिर को हृदय की ओर लाती है।
मध्य कंचुक मोटी और प्रत्यास्थ पेशी ऊतक की बनी होती है।	इनमें मध्य कंचुक नहीं होती। कोशिकाओं का केवल एक स्तर होता है एंडोथीलियम बनाता है। प्रत्यास्थ रेशे नहीं होते।	मध्य कंचुक अपेक्षाकृत रूप में पतली होती है और उसमें केवल थोड़ी सी ही पेशियाँ होती हैं। केवल थोड़े-से प्रत्यास्थ रेशे होते हैं।
धमनी होकर अर्धचंद्राकार कपाट नहीं होते।	एक अर्धचंद्राकार कपाट होता है	अर्धचंद्राकार कपाट थोड़े-थोड़े अंतराल पर मौजूद होते हैं जो रुधिर के विपरीत दिशा में बहने को रोकते हैं।
रक्त-दाब उच्च होती है और धमनी स्पंदी (स्पंदमान) होती है।	रुधिर-दाब अवरोही (गिरने वाली) होती है और स्पंदी नहीं होती।	रुधिर-दाब कम होती है और स्पंदी नहीं होती।
रुधिर तेजी से बहता है।	रुधिर की गति मंद हो जाती है।	रुधिर मंद गति से बहता है।
रुधिर का आयतन कम होता है।	रुधिर का आयतन उच्च होता है।	रुधिर आयतन बढ़ा होता है।
रुधिर ऑक्सीजनित, केवल फुफ्फुस धमनी को छोड़कर।	ऑक्सीजनित और विऑक्सीजनित दोनों प्रकार के रुधिर मिश्रित।	रुधिर विऑक्सीजनति केवल फुफ्फुस शिरा को छोड़कर।
लघु अवकाशिका	अति संकीर्ण अवकाशिका	अवकाशिका बड़ी
		बृहत अवकाशिका 

धमनियाँ में विभाजित होकर धमनिकाएँ (Arterioles) बनाती हैं और फिर वे भी आगे विभाजित होकर केशिकाएँ (capallaries) बनाती जाती हैं। इस प्रकार वे सभी ऊतकों के संपर्क में आ जाती है और कोशिकाओं को रुधिर-प्लाज्मा से तर किए रखती हैं। चित्र 15.4 में रुधिर का वह संभावी मार्ग दिखाया गया है जो धमनिकाओं, केशिका-संस्तर और शिरिका (venule) के बीच हो सकता है। कोशिकाएं जुड़कर शिरिकाएं बनाती हैं। शिरिकाएँ बारीक-बारीक रुधिर-वाहिकाएँ होती हैं जो जुड़कर शिराओं का रूप ले लेती हैं।

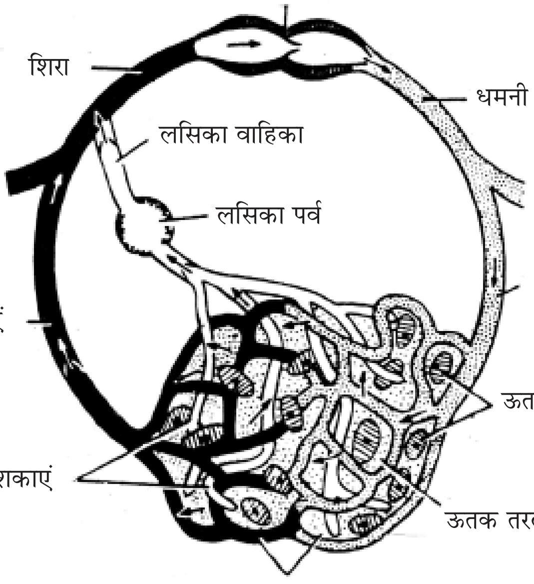
(i) प्रमुख धमनियाँ और शिराएँ

जो रुधिर शरीर में परिसंचरित हो चुका होता है उसके द्वारा ले जायी जाने वाली अधिकांश O_2 निकल चुकी होती है। यह विऑक्सीजनित रुधिर दो प्रमुख शिराओं द्वारा वापस हृदय में पहुँचता है ये दो शिराएँ हैं :

1. **उर्ध्व महाशिरा** सिर और कंधों (=अंस = स्कंध) से रुधिर लाती हैं।

2. **निम्न महाशिरा** शरीर के निचले (निम्नतर) भाग में रुधिर लाती है।

ये दोनों महाशिराएँ दाएँ अलिंद में खुलती हैं (चित्र 15.4 देखिए)। दाएँ अलिंद के संकुचित होने पर रुधिर दबाव के साथ दाएँ निलय में पहुँचा दिया जाता है।



चित्र 15.4 धमनिका, केशिका-जाल और शिरिका (लघुशिरा) के बीच रुधिर के बहाव का मार्ग

दाएँ निलय के संकुचित होने पर रुधिर **फुफ्फुस धमनी** (पल्मोनरी आर्टरी) में पंप कर दिया जाता है जो रुधिर को फेफड़ों में ले जाती है। फेफड़ों में रुधिर ऑक्सीजनित हो जाता है और **फुफ्फुस शिरा** (पल्मोनरी) द्वारा वापस बाएँ अलिंद में आ जाता है।

तत्पश्चात् रुधिर बाएँ अलिंद से बाएँ निलय में आ जाता है। बायाँ निलय रुधिर को महाधमनी में पंप कर देता है। यह महाधमनी बायीं तरफ घूम जाती है और फिर रुधिर को सारे शरीर में पहुँचाती है।

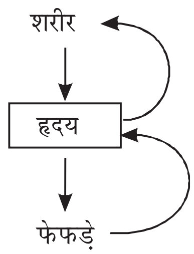
ऊपर दिया गया प्रवाह-आरेख समस्त परिसंचरण तंत्र में **रुधिर-मार्ग** का संक्षेपण दर्शाता है।

दोहरा परिसंचरण

चूँकि रुधिर हृदय में से होकर दो बार प्रवाहित होता है, इसे **दोहरा परिसंचरण** कहते हैं।

(i) पहले विऑक्सीजनित रुधिर शरीर से हृदय में और ऑक्सीजनित रुधिर हृदय से शरीर में जाता है।

(ii) विऑक्सीजनित रुधिर हृदय से फेफड़ों में और ऑक्सीजनित रुधिर फेफड़ों से दोबारा हृदय में आता है।



एक पूरे परिसंचरण में, रुधिर दो बार हृदय में से होकर गुजरता है–एक बार शरीर से हृदय में और फिर फेफड़ों में, और दूसरी बार फेफड़ों से हृदय में और फिर शरीर में।

परिसंचरण मार्ग

पहले शरीर से हृदय में
(महाशिरा ऊताकें से बहुत कम ऑक्सीजन और CO_2 से भरपुर रूधिर को दायां अलिंद में हो जाता है।)

↓

त्रिवलन कपाट खुल जाता है

↓

दायाँ निलय

↓

फुफ्फुस धमनियाँ

↓

(फुफ्फुस धमनियाँ रुधिर को फेफड़ों तक ले जाती है ताकि CO_2 को वहीं फेफड़ों में छोड़ दें और O_2 को प्राप्त कर लें)

↓

(फुफ्फुस शिराएँ ऑक्सीजनित रुधिर को वापस फुफ्फुस शिराएँ हृदय में बायाँ अलिंद में ले जाती है)

↓

बायाँ अलिंद

↓

द्विवलन कपाट

↓

बायाँ निलय

↓

महाधमनी
(ऑक्सीजन से लदे भरपूर रुधिर को शरीर के विभिन्न भागों में पहुँचाती है)

फुप्फुस-धमनी एकमात्र धमनी है जिसमें विऑक्सीजनित (कम O_2 वाला) रुधिर बहता है। चूँकि यह वाहिका रूधिर को हृदय से दूर ले जाने का कार्य करती है इसलिए धमनी कहलाती है।

फुप्फुस शिरा एकमात्र शिरा है जिसमें ऑक्सीजनित (O_2 से भरपूर) रुधिर बनता है। यह वाहिका रूधिर को हृदय में ले जाने का कार्य करती है अत: शिरा कहलाती है।

पाठगत प्रश्न 15.1

1. खुले और बंद प्रकार के परिसंचरण वाले जंतुओं का एक-एक उदाहरण दीजिए :
   (i) खुला परिसंचरण : ....
   (ii) बंद परिसंचरण : ....
2. हृदय के भीतर निम्नलिखित कपाट कहाँ पर स्थित होते हैं :
   (क) द्विवलन कपाट : ....
   (ख) त्रिवलन कपाट : ....
3. निम्नलिखित के नाम बताइए :
   (क) वह संरचना जहाँ से हृदय के भीतर संकुंचन-तरंग आरंभ होती है और हृद् स्पंद शुरू होता है।
   ....
   (ख) वह संरचना जो धमनियों और शिराओं को जोड़ती है।
   ....
   (ग) वह रुधिर वाहिका जो ऑक्सीजनित रुधिर को फेफड़ों से हृदय में लाती है।
   ....
   (घ) वह रक्त वाहिका जो विऑक्सीजनित रुधिर को मस्तिष्क और कंधों से एकत्रित करके हृदय में पहुँचाती है।
   ....

(ii) रुधिर के संघटक और उनके प्रकार्य

रुधिर लाल रंग का, गाढ़ा और जरा-सा (हल्का) क्षारीय तरल होता है जो हमारे शरीर में रुधिर-वाहिकाओं के भीतर बहता रहता है। रुधिर हमारे लिए क्यों महत्त्वपूर्ण है? यह इसलिए महत्त्वपूर्ण है क्योंकि–

1. यह हमारे शरीर में विभिन्न पदार्थां का, जैसे–ऑक्सीजन, पोषक पदार्थों, हॉर्मोनों का परिवहन करता है। यह अपशिष्ट पदार्थों को भी वृक्क तक पहुँचाता है।
2. यह रोगों से शरीर की रक्षा करता है।
3. यह शरीर का तापमान सामान्य बनाए रखता है।

रुधिर के संघटक

रुधिक एक तरल संयोजी ऊतक है जो प्लाज्मा और रुधिर कोशिकाओं से बना होता है।

रुधिर

- प्लैज़्मा 55% (द्रव)
  - जल 90%
  - प्रोटीनें 10% से थोड़ा कम
- कोशिकीय संघटक 45%
  लाल रुधिर कणिकाएँ (RBC)
  श्वेत रुधिर कणिकाएँ (WBC),
  और पट्टिकाणु (प्लेटलेट्स-केंद्रक रहित, कोशिकाओं के खंड)

(क) जीवद्रव्य (प्लैज़्मा)

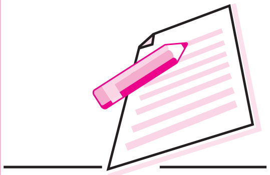
यह हल्के पीले रंग का द्रव होता है जो रुधिर-प्रोटीनों, जैसे– **ऐल्बूमिन, ग्लोबुलिन** और **फाइब्रिनोजन** से बना होता है।

प्रकार्य : यह निम्नलिखित प्रकार्य करता है :

1. पाचन के उत्पादों को छोटी आंतों (क्षुद्रांत्र-क्षुद्र + आंत्र- small intestine)) से विभिन्न ऊतकों तक पहुँचाता है।
2. ऊतकों में उत्पन्न होने वाले अपशिष्ट उत्पादों को उत्सर्जन (excretory) अंगों तक पहुँचाता है।
3. हॉर्मोनों को अंत:स्रावी ग्रंथियों से उनके लक्ष्य अंगों तक पहुँचाता है।
4. ऊष्मा को सारे शरीर में वितरित करके तापमान सामान्य बनाए रखता है।
5. रुधिर के स्कंदन (clotting-coagulation) के लिए आवश्यक कारक (फाइब्रिनोजन) प्रदान करता है।
6. रुधिर में तरल पदार्थों को बनाए रखता है (प्लैज़्मा प्रोटीनों द्वारा)।
7. रुधिर का अम्ल-क्षार (बेस-base) संतुलन बनाए रखता है।
8. प्रतिरपिंडो (इम्यूनोग्लोबुलिनों) के जरिए शरीर को प्रतिरक्षण प्रदान करता है। ये प्रतिपिंड (ऐन्टिबॉडी) एक प्रकार के WBC द्वारा बनाए जाते हैं और बाद में इन्हें प्लैज़्मा में छोड़ दिया जाता है।

(ख) रक्त-कोशिकाएँ

रुधिर के कोशिकीय भाग के तीन संघटक होते हैं–लाल रुधिर कणिकाएँ (RBC), श्वेत रुधिर कणिकाएँ (WBC) और पट्टिकाणु (प्लेटलेट्स) नामक कोशिका-खंड। रुधिर-कोशिकाएँ अस्थि मज्जा में बनती हैं। इनकी निर्माण-प्रक्रिया को रक्तोत्पत्ति (रक्त + उत्पति) कहते हैं। तालिका 15.2 में रुधिर की संरचना, कार्य, कोशिकीय संघटकों और उनकी उत्पत्ति के बारे में एक अंदाजा दिखाया गया है।



तालिका 15.2 : रुधिर के कोशिकीय संघटक

संघटक	उत्पत्ति	संख्या कोशिकाएँ/mm में	कार्य
रक्ताणु (लाल रुधिर कणिकाएँ)	अस्थि मज्जा	5,000,000	ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड का परिवहन
श्वेताणु (श्वेत			
रुधिर कणिकाएँ)	अस्थि मज्जा	4000-8000	
-कणिकाणु (Granulocytes)			
श्वेत रूधिर कोशिका (कुल गणना की 72%)	,,	4900	जीवाणुओं भक्षण
-उदासीनरागी (70%)	,,	105	हिस्टैमीन के कार्य के विपरीत कार्य (प्रति हिस्टामिन गुणधर्म)
इओसिनरागी (1.5%)		35	हिस्टैमीन और हेपैरिन उत्पन्न करती है।
क्षारकरागी (0.5%)			
(ख) अकणिकाणु	,,		
(Agronulocytes) (28%)	अस्थि मज्जा	280	जीवाणुओं का भक्षण
-एकलाणु (4%)			(भक्षकाणु क्रिया)
-लसिकाणु (24%)	अस्थि मज्जा, लसिकाभ ऊतक प्लीहा	1680	प्रतिरक्षा प्रदान करने के लिए प्रतिपिंडों का उत्पादन
पट्टिकाणु	अस्थि मज्जा	2,50,00	रुधिर-स्कंदन का प्रारंभन

क्या आपको निम्नलिखित रुधिर-विकारों की जानकारी है?

1. रक्ताणुओं (RBC) की अधिकता (सामान्य से अधिक) → पॉलीसाइथीमिया (बहुलोहिताणु रक्तता)
2. रक्ताणुओं (RBC) की कमी (सामान्य से कम) → रक्ताल्पता (अरक्तता)
3. श्वेताणुओं (WBC) की अधिकता (सामान्य से अधिक) → ल्यूकीमिया (अतिश्वेतकोशिका रक्तता)
4. श्वेताणुओं (WBC) की कमी (सामान्य से कम) → ल्यूकोपीनिया (श्वेत कोशिका अल्पता)

रुधिर-स्कंदन (थक्का बनना)

कभी-न-कभी आपकी ऊँगली कटी होगी और आपने उसमें से रक्त बहते देखा होगा। आपने देखा होगा कि कुछ मिनटों में रक्त बहना बंद हो जाता और वहाँ पर रक्त गाढ़ा होकर एक

पिंड-सा बन जाता है। इस पिंड को **थक्का** कहते हैं। इस प्रकार रक्त के जमने को **स्कंदन** या थक्का बनना कहते हैं। हम भाग्यशाली हैं कि हमारा रक्त थक्का बनकर बहना बंद कर देता है। यदि ऐसा न होता तो बहुत मामूली से घाव में से इतना रक्त बह जाता कि व्यक्ति मर जाता। जब रुधिर-वाहिकाएँ क्षतिग्रस्त हो जाती हैं, तब अनेक क्रमवत् क्रियाएँ होती हैं जिनके फलस्वरूप रक्त बहना बंद हो जाता है। इस प्रक्रिया में होने वाले विभिन्न चरण इस प्रकार है–

थ्रॉम्बोप्लैस्टिन (रुधिर पट्टिकाओं से निकलता है) + प्रोथॉम्बिन (एक प्लाज्मा प्रोटीन)

Ca^{++} आयन

फाइब्रिनोजन (प्लाज्मा + प्रोटीन) —थ्रॉम्बिन→ फाइब्रिन (अविलेय रेशे)

(फाइब्रिन + रक्ताणु RBC) ——→ थक्का (स्कैब)

रक्त बहने को बंद कर देता है।

हीमोफीलिया–एक आनुवंशिक रोग जिसमें ऐसी स्थिति बन जाती है कि रक्त का थक्का (स्कंदन) नहीं बन पाता।

रक्त-वर्ग (रूधिर वर्ग)

रासायनिक दृष्टि से रुधिर चार प्रमुख समूहों A, B, AB और O में से किसी एक वर्ग के अंतर्गत आता है। व्यक्ति का रुधिर-वर्ग आजीवन एक ही बना रहता हैं, क्योंकि किसी भी व्यक्ति में ये लक्षण उसके मां-बाप से आते हैं। ये रुधिर-वर्ग रक्ताणुओं की झिल्ली पर मौजूद उन विशेष प्रोटीनों की मौजूदगी के कारण होते हैं जिन्हें प्रतिजन (antigen एंटीजन) कहते हैं।

किसी विशेष रूधिर वर्ग के RBC की कोशिका झिल्ली में मौजूद प्रतिजन A, B अथवा दोनों ही प्रतिजन A और B हो सकता है या कोई भी प्रतिजन मौजूद नहीं हो सकता है। दूसरी तरफ, रुधिर – प्लाज्मा में प्रतिपिंड (antibody) a, b अथवा दोनों a एवं b या फिर हो सकता है कोई भी प्रतिपिंड न हो। प्रतिजन A प्रतिपिंड b के साथ अभिक्रिया करता है और प्रतिजन B प्रतिपिंड a के साथ, जिसके फलस्वरूप रुधिर का गुच्छन (या संपुंजन) हो सकता है।

रुधिर-वर्ग	प्रतिजन	प्रतिपिंड
A	A	b
B	B	a
AB	A, B	—
O	—	a, b

रक्ताधान

जब कभी शरीर से बहुत अधिक रक्त बह जाता है, जैसे कि कोई दुर्घटना होने पर, रक्त स्राव में या फिर शल्य चिकित्सा के दौरान, तब चिकित्सक किसी स्वस्थ व्यक्ति (दाता, donor)

से लिया गया रक्त आदाता (recipient) में चढ़ाया जाता है। इस प्रक्रिया को रक्ताधान (Blood transfusion) कहते हैं। जब रक्ताधान करने की आवश्यकता होती है, तब चढ़ाए जाने वाला रक्त उसी समूह को होना चाहिए ताकि उसके साथ रोगी के प्लैज़्मा में मौजूद प्रतिपिंड कोई प्रभाव न डाल सके।

यदि दाता का रक्त आदाता के रक्त के साथ ठीक से मेल नहीं हो पाता है तो रक्ताधान पर दाता के रक्त का आश्लेषण (agglutination) हो जाता है।

तालिका 15.3 में रक्त वर्गों और उनके रक्ताधाने की संभाविता को दर्शाया गया है।

> गुच्छन (Clumping) वह प्रक्रिया है जिसमें आदाता के प्लैज़्मा में विद्यमान प्रतिपिंड दाता के रक्त के श्वेताणुओं के साथ मिलकर पुंज बन जाता है।
>
> आश्लेषण (agglutination) वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा लाल रक्त कोशिकाओं का उस समय गुच्छन हो जाता है जब उनकी सतहों के प्रतिजन संपूरक प्रतरक्षियों के साथ प्रतिक्रिया करते हैं।

तालिका 15.3 रक्त-वर्ग का मिलान, सुरक्षित और असुरक्षित रक्ताधान:

वे जो आसानी से एक-दूसरे का रक्त प्राप्त कर सकते हैं।	दाता (के रक्त का रक्त वर्ग)	वे रक्त वर्ग जो रक्त प्राप्त नहीं कर सकते
O, A, B, AB	O	—
A, AB	A	O, B
B, AB	B	O, A
A B	AB	O, A, B

उपरोक्त तालिका दर्शाती है कि :

प्रापक के रक्त-वर्ग	दाता का रक्त-वर्ग				
	वर्ग O	वर्ग A	वर्ग B	वर्ग AB	✔ सुरक्षित रक्ताधान
वर्ग O	✔	✘	✘	✘	
वर्ग A	✔	✔	✘	✘	×
वर्ग B	✔	✘	✔	✘	
वर्ग AB	✔	✔	✔	✔	रक्तरनाक रक्ताधान

उपरोक्त तालिका दर्शाती है कि :

1. 'O' प्रकार के रक्त-वर्ग वाले रक्त को किसी भी अन्य समूह वाले व्यक्ति को चढ़ाया जा सकता है, और इसीलिए इसे **सार्विक दाता** (universal donor) कहते हैं। इस रक्त वर्ग O में कोई प्रतिजन नहीं होता।

2. 'AB' प्रकार के रक्त-वर्गों वाले रक्त में किसी भी अन्य समूह वाले व्यक्ति का रक्त चढ़ाया जा सकता है और इसीलिए इसे (सार्वि आदाता universal recipient) कहते हैं। इस रक्त वर्ग के रक्त में कोई प्रतिपिंड नहीं होती। इस कारण से अन्य वर्ग रक्त वर्गों के प्रति पिंड पिंडों के साथ कोई अभिक्रिया नहीं होती है।

Rh कारक (Rh factor) :

ABO प्रतिपिंडों के अलावा, एक और रक्त प्रोटीन होता है जिसके मौजूद होने या न होने के आधार पर व्यक्ति Rh^+ अथवा Rh^- होता है।

> गर्भवती माताओं में कभी-कभी Rh कारक से, (Rh factor) समस्या आ खड़ी होती है। ऐसे में Rh^+ भ्रूण का रक्त जिसकी माँ Rh^- हो, गुच्छन का अत्यधिक खतरा होता है। भ्रूण की Rh^+ रुधिर कोशिकाओं के प्रति माँ के शरीर में प्रतिपिंड बन जाते हैं। यह प्रक्रिया वहां होती है जहां भ्रूण रूधिर और माँ के रूधिर का जरा-सी भी मेल हो जाता है।

रक्त-दाब (Blood pressure)

जैसा कि आप पढ़ चुके हैं कि प्रकुंचन (हृदय के संकुंचन) के दौरान निलय संकुंचित हो जाते हैं और रक्त को बलपूर्वक धमनियों में प्रवाहित कर देते हैं और ये धमनियाँ रुधिर को सारे शरीर में ले जाती हैं। धमनियाँ में प्रवाहित हो रहा रुधिर उनकी प्रत्यास्थ भित्तियों पर दबाव डालता है। इसी दबाव को रक्तदाब (ब्लड प्रेशर) कहते हैं।

निलयों के संकुंचन के समय रक्तदाब अधिक ऊँचा होती है और उसे **प्रकुंचन दाब** (systolic pressure) कहते हैं। निलयों में जब शिथिलन होता है तब यह दाब घट जाती है। इस अपेक्षाकृत निम्न दाब को **अनुशिथिलन दाब** (diastolic pressure) कहते हैं। रक्तदाब को मापने वाले यंत्र को स्फिग्मोमैनोमीटर (Sphygmomanometer– ग्रीक sphygmos = pulus स्पंद + manus = hand हाथ + meter फ्रेंच metre = measure = मापना) कहते हैं।

रक्त दाब के पठनांक 120/75 का अर्थ है कि व्यक्ति का प्रकुंचन दाब 120 mm पारा तथा अनुशिथिलन दाब 75 mm पारा है। एक स्वस्थ वयस्क का प्ररूपी पठनांक 120 ±5/ 75 ± 5 mm पारा होता है।

अनुशिथिलन तथा प्रकुंचन दाबों का अंतर कलाई पर धमनियों की धड़कन (थ्रॉब) के रूप में महसूस किया जा सकता है। कलाई पर इस धड़कन को स्पंद (pulse) कहते हैं। सामान्य बोलचाल भी भाषा में स्पंद को नब्ज या नाड़ी कहते हैं और धड़कन की प्रति मिनट संख्या को नाड़ी दर कहा जाता है। कलाई पर एक स्थान के ऊपर महसूस की जाने वाली धड़कन (प्रकुंचन के कारण) की प्रति मिनट संख्या को **स्पंद दर** कहते हैं। यह संख्या हृद्-स्पंदों की संख्या के बराबर होती है अर्थात् सामान्य व्यस्क में लगभग 70 स्पंद प्रति मिनट।

पाठगत प्रश्न 15.2

1. निम्नलिखित के नाम बताइए :
   (i) रुधिर-कोशिकाओं के बनने के लिए प्रयुक्त होने वाला शब्द ....
   (ii) प्लैज़्मा में विद्यमान तीन प्रोटीनें
   (i) .... (ii) .... (iii) ....

(iii) रुधिर-स्कंदन में भाग लेने वाले रुधिर कोशिका के खंड ....

2. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

(i) दाता से आदाता को रुधिर के अंतरण को .... कहते हैं।

(ii) प्रतिजन .... पर पाए जाते हैं, और प्रतिपिंड .... पर।

(iii) O समूह वाला व्यक्ति को रुधिर-वर्ग/वर्गों .... वाले व्यक्ति का रक्त चढ़ाया जा सकता है।

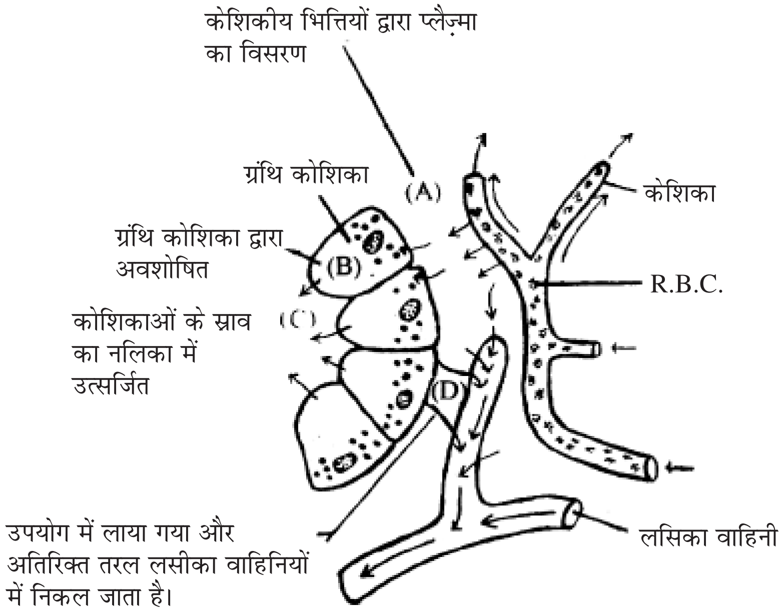
(iv) रक्त दाब मापने वाले यंत्र को .... कहते हैं। सामान्य रक्तदाब वाले व्यक्ति का पठनांक लगभग .... होगा।

4. लसीका-तंत्र

हमारे शरीर में दो प्रकार के परिसंचारी तरल होते हैं–रुधिर और लसीका। इनमें से पहले (अर्थात् रुधिर) के बारे में आप स्वयं अपने शरीर में देख और महसूस कर चुके हो, लेकिन लसीका चूँकि रंगहीन होती हैं, अत: आप इसे शरीर के बाहर निकलने पर भी नहीं देख पाते हैं।

यह तंत्र श्रृंखलाओं में पाई जाने वाली शाखित वाहिकाओं से और लसीका अंगों के समूह से बना होता है। आइए इसे समझें। रक्त-केशिकाओं तथा अंतराकोशिकीय तरल (ऊतकों की कोशिकाओं के बीच विद्यमान तरल) के बीच एक सतत विनिमय होता रहता है। कुछ महत्त्वपूर्ण संघटक जैसे कि प्रोटीनें आदि जो अंतराकोशिकीय तरल से वापस रुधिर में नहीं जा सके, वे लसीका कोशिकाओं द्वारा लसीका के रूप में इस तंत्र में ले लिए जाते हैं और इस तंत्र के जरिए गर्दन (ग्रीवा) के निचले भाग में स्थित शिराओं (अधोजत्रुक शिरा सवकल्वेयिन बेन) में छोड़ दिए जाते हैं। लसीका को रूपांतरित ऊतक तरल माना जाता है।

लसीका एक स्वच्छ, रंगहीन द्रव होता है जो केशिका भित्तियों से बाहर निकल आता है। लसीका शरीर की समस्त कोशिकाओं के सीधे संपर्क में बना रहता है। (चित्र 15.5)।



चित्र 15.5 केशिकाएं और लसीका वाहिका

लसीका के प्रकार्य

1. यह उन भागों में जहाँ रक्त नहीं पहुँच सकता, पोषण एवं ऑक्सीजन की आपूर्ति करता है।
2. कोशिका बाह्यअवकाशों में से अतिरिक्त ऊतक तरल को निकाल कर वापस रक्त में डाल देता है।
3. क्षुद्रांतों (छोटी आंत) में से वसाओं को अवशोषित कर उनका परिवहन करता है।
4. नाइट्रोजनी अपशिष्टों को एकत्रित करता है।
5. इसमें मौजूद लिम्फोसाइट (लसिकाणु) एवं प्रतिपिंड, जीवाणुओं को हटाने में सहायता करते हैं।

रुधिर और लसीका में अंतर

रुधिर तथा लसीका में अनेक अंतर पाए जाते हैं जैसा कि तालिका 15.4 में दिखाए गए हैं :

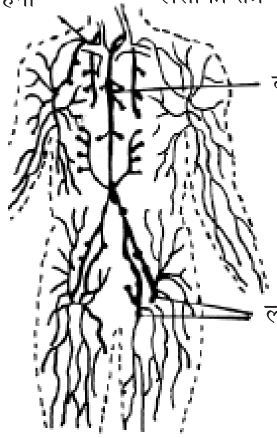
तालिका 15.4 : रुधिर और लसीका में अंतर

रुधिर	लसीका
1. इसका रंग लाल होता है जो हीमोग्लोबिन के कारण होता है।	1. रंगहीन
2. तीव्रता से प्रवाहित होता है।	2. प्रवाह बहुत धीमा
3. इसमें रक्ताणु, श्वेताणु, पट्टिकाणु तथा प्लैज़्मा होता है।	3. इसमें प्लैज़्मा तथा WBC's होते हैं।
4. रुधिर प्रवाह का मार्ग हृदय ↓ धमनियाँ ↓ केशिकाएँ ↓ शिराएँ ↓ हृदय	4. लसीका प्रवाह का मार्ग ऊतक अवकाश ↓ लसीका केशिकाएँ ↓ लसीका वाहिकाएँ ↓ अधोजत्रुक (सबक्लेवियन) शिरा ↓ हृदय

> फफोला पड़ने पर उसमें जो स्वच्छ रंगहीन तरल इकट्ठा हो जाता है वह लसीका ही होता है, और वह लसीका वहाँ उसके नीचे स्थित ऊतकों को सुरक्षा प्रदान करता है।

लसीका-तंत्र अनेक लसीका-वाहिनियों, लसीका पर्व तथा लसीका वाहिकाओं से बना होता है। इस तंत्र में पंप करने वाला हृदय जैसा कोई अंग नहीं होता। यह तरल पेशी-गतियों के द्वारा धक्का दिए जाने पर प्रवाहित होता है।

लसीका पर्व समस्त शरीर में फैली होती हैं। ये खास तौर से ग्रीवा (गर्दन), काँख (बगलों) तथा जांघों में केंद्रित होती हैं।



चित्र 15.6 लसीका-वाहिकाएँ और लसिका-ग्रंथियाँ

लसीका-पर्व

प्रत्येक लसीका-पर्व ऊतकों का एक गुच्छा होता है जिसके भीतर अनेक लसीकाणु विद्यमान होते हैं। ये पर्व छन्ना (निस्यंदक-फिल्टर) जैसा कार्य करते हैं जिसमें ये जीवाणु, वाइरस कणों तथा कैंसर-कोशिकाओं को छानते-हटाते जाते हैं। तदुपरांत इनमें टिके-बसे लसीकाणु तुरंत रोगजनक रोगाणुओं पर आक्रमण करते हैं। प्लीहा (तिल्ली) और टॉन्सिल भी ऐसे ही लसीकाभ (लसीका जैसा) अंग हैं।

प्लीहा (spleen)

यह सबसे बड़ा लसीकाभ (लसीकानुमा) अंग है और यह निम्नलिखित कार्य करता है :

(i) रक्तोत्पत्ति (हीमोप्वॉडसिस ग्रीक-होम = रूधिर + प्वाइटिकोस = उत्पादन, जनन, बनाना) रक्त-कोशिकाओं का बनना।

(ii) पुरानी पड़ गई और घिसी-पिटी रुधिर-कोशिकाओं को नष्ट करना। इसलिए इसे RBC का 'कब्रिस्तान' कहा जाता है।

(iii) रुधिर का भंडारण।

(iv) जीवाणु भक्षण कर सुरक्षा प्रदान करना।

15.5 प्रतिरक्षा (Immunity)

प्रतिरक्षा शरीर की उस क्षमता का नाम है जिसमें शरीर, रोग पैदा करने वाले पदार्थों (जीवों), के हानिकारक प्रभावों का प्रतिरोध करता है अथवा उनसे अपने को बचाता है।

कोई भी ऐसा पदार्थ जो शरीर में ऊपर बताए गए प्रकार की अनुक्रिया पैदा करता है प्रतिजन (antigen) कहलाता है। ये प्रतिजन कई प्रकार के हो सकते हैं जैसे–जीवाणु, वाइरस अथवा ऐलर्जन (allergen–ऐलर्जी उत्पन्न करने वाला) (जैसे कि पराग कण)।

शरीर की उपापचयी अनुक्रिया के उत्तर में प्रतिपिडों का उत्पादन करने वाला कोई भी पदार्थ प्रतिजन कहा जाता है। यह प्रतिजन जीवाणु विषाणु या ऐलर्जन (जैसे परागकण) जिसके कारण ऐलर्जी होती है। प्रतिजन प्रतिपिंडों की सहायता से ही शरीर की सुरक्षा करने में सक्षम होता है। प्रतिपिंडो का उत्पादन लसीकाणुओं (WBC) से होता है।

प्रतिरक्षा दो प्रकार की होती है–एक प्राकृतिक और दूसरी अर्जित। प्राकृतिक प्रतिरक्षा (Natural immunity) जन्मजात होती है। अर्जित प्रतिरक्षा (Acquired immunity) जीवनकाल के दौरान उत्पन्न होती है। ये या तो किसी रोग के हो जाने से अथवा टीकाकरण (Vaccination) के कारण पैदा होती है।

अर्जित प्रतिरक्षा दो प्रकार की होती है :

(क) **सक्रिय प्रतिरक्षा** (Active immunity)–यह किसी रोगजनक के कारण उत्पन्न रोग के प्रभाव के फलस्वरूप बनती है। इसमें शरीर प्रतिपिंड बनाता है जो रक्त में मौजूद रहते हैं और उस विशिष्ट रोगजनक अथवा रोग पैदा करने वाले जीव के और आगे हो सकने वाले संक्रमण को रोकती है।

दुर्बल किए गए रोगाणुओं से युक्त वैक्सीनों (Vaccines) से भी सक्रिय प्रतिरक्षा प्रदान होती है जैसे कि DPT का वैक्सीन देने से डिफ्थीरिया (diphtheria), काली खाँसी (pertussis) तथा टिटेनस (tetanus) के लिए प्रतिरक्षा बन जाती है और क्षयरोग के लिए प्रतिरक्षा पैदा करने के लिए BCG वैक्सीन दिया जाता है।

यदि 'चिकन-पॉक्स' (छोटी माता), चेचक अथवा खसरा का रोग एक बार हो जाए तो उससे भी व्यक्ति के शरीर में उस रोग के लिए प्रतिरक्षा बन जाती है। इस प्रकार की प्रतिक्रिया सामान्यत: आजीवन बनी रहती है।

(ख) **निष्क्रिय प्रतिरक्षा (Passive immunity)**–यह प्रतिरक्षा तैयारशुदा प्रतिरपिंडों (जो अन्य प्राणियों से प्राप्त किए गए होते हैं) का इंजेक्शन देने से प्राप्त होती हैं इस प्रकार की प्रतिरक्षा अल्प-कालिक होती है। ऐंटीटिटनेस सीरम (antititanus serum) (ATS) से टिटेनस के प्रति अस्थायी प्रतिरक्षा प्राप्त हो जाती है।

वैक्सीन प्रतिजन का ही एक नमूना है जो इतना छोटा होता है कि उससे रोग तो पैदा नहीं होता, लेकिन प्रतिपिंड बनाने के लिए पर्याप्त होता है। अनेक रोगों के वैक्सीन बनाए जा चुके हैं, जैसे–पोलियो, कनफेड़ (या गलसुआ-मम्प्स), खसरा, टिटनेस, डिप्थीरिया, हैजा आदि के लिए।

प्रतिरक्षा-तंत्र की कोशिकाएँ

लसीकाणु प्रतिरक्षा तंत्र की कोशिकाएँ होती हैं। लसीकाणु प्रमुख रूप से दो प्रकार के होते हैं–T- कोशिकाएँ और B- कोशिकाएँ। ये दोनों ही प्रकार की कोशिकाएँ अस्थि मज्जा में उत्पन्न होते हैं।

T- कोशिकाएँ	B- कोशिकाएँ
1. थाइमस ग्रंथि में परिपक्व होती हैं।	लसीकाभ अंगों में, जैसे टांसिलों और परिशेषिका में परिपक्व (अपेन्डिक्स) होती हैं।
2. ये कोशिकाएँ प्रतिजनों को पहचान कर उन्हें नष्ट कर देती हैं।	एंटीजनों की पहचान अपनी सतह पर ग्राही अंगों के द्वारा करती हैं।
3. सीधे आक्रमण करती हैं।	आक्रमण के लिए बड़ी संख्या में प्रतिपिंड उत्पन्न करती हैं।
4. जीवन काल 3-4 वर्ष का होता है।	प्रतिपिंड थोड़े ही समय तक रहती है।

किसी-किसी व्यक्ति में T- कोशिकाएँ, या B- कोशिकाएँ अथवा दोनों ही कोशिकाएँ मौजूद नहीं होतीं। ऐसे व्यक्तियों में संक्रमण होने की संभावना अधिक होती है।

प्रतिरक्षा न्यूनता से संबंधित विकार

प्रतिरक्षा-अनुक्रिया में होने वाले दोष, चाहे वे वंशागत हो, जन्मजात हो या फिर अर्जित हों, **प्रतिरक्षा न्यूनता विकार** कहलाते हैं।

इस प्रकार के विकारों के दो सामान्य उदाहरण हैं SCID तथा AIDS। SCID (Severe Combined Immunodeficiency) T- कोशिकाओं तथा B- कोशिकाओं दोनो ही के न होने से पैदा होता है। यह विकार जन्मजात होता है।

AIDS (एड्स) (उपार्जित प्रतिरक्षा न्यूनता संलक्षण-Acquired Immunodeficiency Syndrome)–इसमें HIV (human immunodeficiency virus) अर्थात् मानव प्रतिरक्षा न्यूनता विषाणु के द्वारा T- कोशिकाओं की संख्या में भारी कमी हो जाती है तथा अंततः प्रतिरक्षा-तंत्र नष्ट हो जाता है।

आपको जानना चाहिए

एड्स इन कारणों से हो सकता है :

1. किसी HIV से संक्रमित व्यक्ति के साथ यौन संपर्क से।
2. HIV ग्रस्त व्यक्तियों से लिए गए रक्त से रक्ताधान।
3. HIV पीड़ितों तथा नशा करने वालों (मादक द्रव्य व्यसनियों) के साथ संदूषित सुईयों का एक-दूसरे के द्वारा इस्तेमाल किया गया।
4. संक्रमित माँ से अपरा (प्लैसेंटा) के द्वारा गर्भस्थ शिशु में पहुँचना।

15.6 रुधिर और हृदय से संबंधित विकार

लोगों को उच्च रक्तदाब से पीड़ित होते हुए आपने सुना होगा। इन लोगों में, रक्तदाब सामान्य (120/75) से अधिक होती है। उच्च रक्तदाब की स्थिति को **हाइपरटेंशन** (hypertension) कहते हैं। उच्च रक्तदाब का संबंध आमतौर से तनाव, मोटापा, अधिक आयु तथा अनुचित आहार करने से होता है।

हृदय से संब) अन्य विकार हैं **ऐथेरोस्कलेरोसिस** (Atherosclerosis) और **आर्टेरिओस्क्लेरोसिस** (Arteriosclerosis)। कभी-कभी, विशेष रूप से जबकि लंबी अवधि तक अत्यधिक मात्रा में तला हुआ भोजन किया जाए, तब धमनियों की भीतरी भित्ति में वसा जमने लगता है। इस प्रकार के जमाव को **ऐथेरोमा** (atheroma) कहते हैं और विकार को **एथेरोस्क्लेरोसिस,** इसके कारण हृदय को रक्त पहुँचाने वाली धमनियों की अवकाशिका सँकरी पड़ जाती है जिसके फलस्वरूप हृदय की सामान्य कार्य प्रणाली गड़बड़ा जाती है।

बढ़ती हुई आयु के साथ-साथ, धमनियों की भित्तियाँ सख्त हो जाती हैं और उनमें लचीलापन नहीं रहता। इसके अलावा, हृदय को रक्त पहुँचाने वाली धमनियों की भित्तियाँ के भीतर की तरफ वसा जमा हो जाती है। इस स्थिति को **आर्टेरिओस्केलरोसिस** धमनी काठिन्य कहते हैं जिसके कारण हृदय की सामान्य कार्य प्रणाली गड़बड़ा जाती है। इस स्थिति से निपटने के लिए, हृदय की धमनियों की अवकाशिका को उसके भीतर नली का एक टुकड़ा (स्टेंट) लगा कर चौड़ा कर दिया जाता है। इसे **बॅलूनिंग ऐंजियोप्लास्टी** (बलून द्वारा वाहिका संधान-कर्म) कहते हैं। कभी-कभी धमनी को ही बदलना पड़ता है और इस उपचार को 'हार्ट बाई पास' (Heart by-pass हृद् उपमार्ग) कहते हैं।

इ सी जी ECG

इलेक्ट्रोकार्डियो (विद्युतहृद्लेखी) वह मशीन है जो हृद्स्पंद को एक ग्राफ के रूप में रिकॉर्ड कर सकती है। इस ग्राफ को इलैक्ट्रोकार्डियोग्राम (Electrocardiagram ECG) कहते हैं। ECG (Electrocardiagram) की सहायता से चिकित्सक यह पता लगा सकता है कि हृदय का कौन-सा कक्ष ठीक प्रकार से संकुचित अथवा शिथलित नहीं हो रहा, और उसी के अनुसार वह उपचार का सुझाव देता है।

पाठगत प्रश्न 15.3

1. रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

   (i) रुधिर-केशिकाओं में से बाहर निकलने वाले स्वच्छ, रंगहीन तरल को.............कहते हैं।

   (ii) लसीका-तंत्र में .... लसीका पर्व और .... होते हैं।

   (iii) लसीका-ग्रंथियों में असंख्य .... कोशिकाएँ होती हैं जो जीवाणुओं पर आक्रमण करती हैं।

2. अपने शरीर के एक लसीकाभ-अंग का एक उदाहरण दीजिए।

   ....

3. प्रतिरक्षा न्यूनता संलक्षण के **दो** उदाहरण दीजिए।

   ....

4. अपने प्रतिरक्षा-तंत्र के **दो** प्रकार के लसीकाणुओं के नाम लिखिए।

....

5. हृदय से संबंधित **दो** विकारों के नाम बताइए।

....

आपने क्या सीखा

- परिसंचरण दो प्रकार का होता है–बंद और खुला हुआ।
- परिसंचरण-तंत्र में पेशीय पंप (हृदय), नली जैसी वाहिकाएँ (रुधिर-वाहिकाएँ) और परिसंचारी तरल (रुधिर, लसीका) होते हैं।
- रुधिर गैसों के परिवहन में, अपशिष्ट पदार्थों के एकत्रीकरण में, शरीर के तापमान को बनाए रखने में और रोगों से बचाव करने में सहायता करता है।
- हृदय में कुचन की तरंगे AV पर्व से SV पर्व तक ओर हिस-बंडल के पर्व से पुरकिंजे रेशे तक जाती है।
- रुधिर-वाहिकाएँ हैं–धमनियाँ, केशिकाएँ और शिराएँ।
- उर्ध्व और निम्न महाशिराएँ विऑक्सीजनित रुधिर को हृदय में लाती है। फुफ्फुस शिरा (ऑक्सीजनित) रुधिर को हृदय में लाती है और महाधमनी रुधिर को शरीर के विभिन्न भागों में पहुँचाती है।
- रुधिर के उत्पादन को रक्तोत्पत्ति कहते हैं जो अस्थि-मज्जा में होती है।
- रुधिर में प्लैज़्मा और कोशिका-संघटक (रक्ताणु, श्वेताणु और पट्टिकाणु) होते हैं।
- ABO रुधिर-समूह तंत्र में, O समूह वाला व्यक्ति सार्विक दाता होता है और AB समूह वाला व्यक्ति सार्विक आदाता होता है।
- रक्ताधान के समय और गर्भवती माँ के संदर्भ में भी Rh कारक रुधिर वार्गों के मिलान महत्त्वपूर्ण होता है।
- एक स्वस्थ व्यक्ति की सामान्य रक्तदाब 120 ± 5/75 ± 5 mm पारा होती है और इसे स्फिग्मोमैनोमीटर से मापा जाता है।
- केशिकाओं से बाहर आ जाने वाले स्वच्छ रंगहीन तरल को लसीका कहते हैं।
- प्लीहा (spleen–तिल्ली) तथा टॉन्सिल लसीका ग्रंथियों के उदाहरण हैं और उनके भीतर लसीकाणुओं (T- कोशिकाओं तथा B- कोशिकाओं) पाए जाते हैं।
- प्रतिरक्षा तंत्र के विकार रोग के प्रतिरोध क्षमता को कम कर देते हैं। SCID एक जन्मजात प्रतिरक्षा न्यूनता विकार है एड्स इस प्रकार का दूसरा विकार है जो HIV नामक विषाणु के कारण होता है।
- हानिकारक पदार्थों से स्वयं को सुरक्षित रखने की शरीर की क्षमता को प्रतिरक्षा कहते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. निम्न में से प्रत्येक का एक-एक कार्य बताएँ :
   (क) श्वेताणु (ख) पट्टिकाएँ (ग) प्लाज्मा
2. रक्त के स्कंदन में होने वाले विभिन्न चरणों को एक प्रवाह चार्ट द्वारा दर्शाइए।
3. AB रक्त समूह वाले व्यक्ति को सार्वत्रिक प्रापक क्यों कहा जाता है?
4. प्रकुंचनी तथा अनुशिथिलनी दाब किन्हें कहते हैं। एक सामान्य वयस्क मानव में इनके मान कितने-कितने होते हैं?
5. लसीका तथा रक्त में कोई तीन अंतर बताइए।
6. प्रतिरक्षा किसे कहते हैं? सक्रिय तथा निष्क्रिय प्रतिरक्षा में अंतर बताइए।
7. (i) उच्च रक्तदाब और (ii) ऐथेरोस्क्लेरोसिस क्या होते हैं?
8. ECG क्या होता है और क्या कार्य करता है।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

15.1 1. (i) झींगा, कीट, आदि
(ii) कशेरुकी प्राणी, जैसे–मानव, मछली, पक्षी
2. (i) बाएँ अलिंद और बाएँ निलय के बीच
(ii) दाएँ अलिंद और दाएँ निलय के बीच
3. (i) शिरा-अलिंद ग्रंथि, (ii) केशिकाएँ, (iii) फुफ्फुस शिरा
4. उर्ध्व महाशिरा

15.2 1. (i) रक्तोत्पत्ति
(ii) ऐल्बुमिन, ग्लोबुमिन और फाइब्रिनोजन
(iii) पट्टिकाएँ
2. (i) रक्तधान
(ii) श्वेताणु की कोशिका झिल्ली; प्लाज्मा
(iii) केवल रुधिर-समूह O से
(iv) स्फिग्मोमेनोमीटर $120 \pm 5/7 \pm 5$ mm पास

15.3 1. (i) लसीका
(ii) लसीका वाहिकाएँ और लसीका-वाहिनियाँ
(iii) लसीकाणु
2. तिल्ली (Spleen) तथा टांसिल
3. SCIB और AIDS
4. T कोशिकाएँ, B कोशिकाएँ
5. उच्च रक्तदाब, ऐथेरोस्कलेरोसिस, आर्टिओस्क्लेरोसिस (कोई दो)।

16

संचलन एवं गति

गति किसी जीव का अथवा उसके किसी भाग का, अपनी मूल स्थिति से अस्थायी अथवा स्थायी विस्थापन होता है। यह गति किसी बाह्य अथवा आंतरिक कारक द्वारा उद्दीपन के प्रति एक अनुक्रिया के रूप में होती है। दूसरी तरफ, संचलन संपूर्ण जीव के एक स्थान से दूसरे स्थान पर जाने को कहते हैं। गति करना तथा संचलन सभी प्राणियों, प्रोटोक्टिस्टा और निम्नतर पादपों के चलबीजाणुओं और चलयुग्मकों का विशिष्ट लक्षण है।

उद्देश्य

इस पाठ का अध्ययन करने के बाद, विद्यार्थी निम्नलिखित कर सकेंगे–

- *इस बात पर जोर दे सकेंगे कि गति सभी जीवधारियों की एक महत्वपूर्ण लक्षण है;*
- *इस बात पर जोर दे सकेंगे कि संचलन प्रोटोक्टिस्टा, कुछ निम्नतर पौधों के युग्मकों और बीजाणुओं तथा प्राणियों की विशिष्टता है;*
- *उदाहरणों की सहायता से गति और संचलन में अंतर बता सकेंगे;*
- *प्रोटोक्टिस्टा और प्राणियों में गति और संचलन के अंगक के रूप में पक्ष्माभ और कशाभ की कार्यप्रणाली की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *प्राणियों में संचलन अंगों के रूप में कंकाल और पेशियों की पहचान कर सकेंगे;*
- *पेशियों की संरचना और कार्य प्रणाली का वर्णन कर सकेंगे;*
- *संकुचनशील प्रोटीनों के प्रकार और पेशी संकुचन में उनकी भूमिका का वर्णन कर सकेंगे;*
- *पेशी-संकुचन की क्रियाविधि की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *मानव कंकाल-तंत्र की रूप-रेखा प्रस्तुत कर सकेंगे तथा उसके विभिन्न भागों के कार्यों की चर्चा कर सकेंगे;*
- *पेशी और कंकाल-तंत्रों से संबंधित विकारों जैसे मायस्थीनिया ग्रैबिस, टिटैनी, पेशीय दुष्पोषण (दु:पोषण) मस्कुलर डिस्ट्रॉफी, संधिशोथ, अस्थि-सुषिरता और गाउट का संक्षिप्त वर्णन कर सकेंगे।*

16.1 गति और संचलन

निम्नलिखित उदाहरणों पर ध्यान दीजिए :

(i) अपनी भुजा सेब उठाने के लिए आगे की तरफ बढ़ाते हैं, अथवा अपना चेहरा खुजलाने के लिए भुजा को मोड़ते हैं।

(ii) जब आप गाते हैं तो आपकी जिह्वा हिलती-डुलती है, कुत्ते अपनी दुम हिलाते हैं, कीड़े पकड़ने के लिए मेंढक अपनी जिह्वा को फुर्ती से आगे की तरफ निकालता है।

(iii) मछली का क्लोम-आवरण जल-धारा को खींचने के लिए ऊपर-नीचे फड़फड़ाता है।

(iv) कोशिकाओं के भीतर कोशिकाद्रव्य का प्रवाह।

ऊपर गति के कुछ उदाहरण दिए गए हैं न कि संचलन के। संचलन में प्राणी या प्रोटोजोआन प्राणी अथवा किसी शैवाल का संपूर्ण शरीर अपनी मूल स्थिति से अन्य स्थिति में चला जाता है। एककोशिकीय जीवों, जैसे जीवाणु और प्रोटोक्टिस्टा में विशिष्ट अंगकों के, जैसे कशाभों और पक्ष्मामों के कारण संचलन होता है। इन अंगकों की सूक्ष्मदर्शी संरचना का अपनी पाठ्य पुस्तकों के पाठ 4, 'कोशिका संरचना एवं प्रकार्य' से फिर से स्मरण कीजिए। शुक्राणुओं, नर युग्मकों में एक कशाभिक पूंछ होती है जिसकी सहायता से वे गति करते हैं। बहुकोशिकीय प्राणियों में मौलस्का प्राणी अपने पेशी-पाद की सहायता से चलते हैं और स्टारफिश अपने नाल-पाद की सहायता से पक्षी पेशियों की सहायता से उड़ते हैं और अन्य जन्तु पेशियों की मदद से चलते या दौड़ते हैं।

पाठगत प्रश्न 16.1

निम्नलिखित को आप क्या कहेंगे गति (ग) अथवा संचलन (संच)?

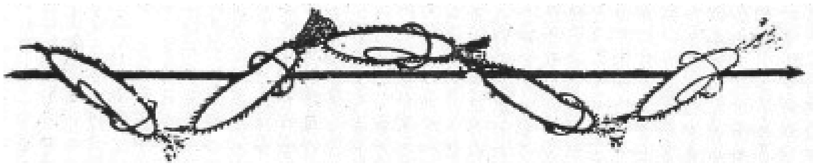
1. हाथी पेड़ों की टहनियां उठाने के लिए अपनी सूंड का इस्तेमाल करता है ( )
2. गाय मक्खियां भगाने के लिए अपनी पूंछ का उपयोग करती है ( )
3. चूहा दौड़कर सुराख में प्रवेश कर जाता है ( )
4. मधुमक्खियां पराग की खोज में अपने छत्ते को छोड़कर बाहर निकलती हैं ( )
5. जॉन फुटबॉल को किक मारकर गोल में डाल देता है ( )
6. बिल्ली कूदकर खिड़की पर पहुंच जाती है ( )

16.2 संचालन के लिए गति के प्रकार

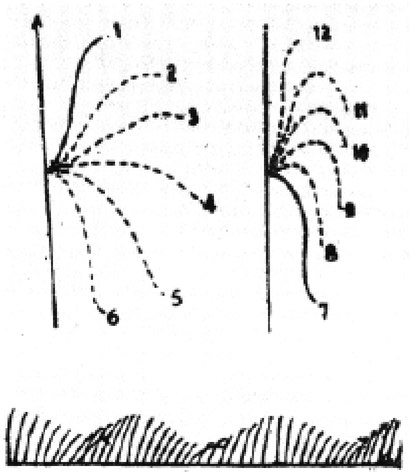
16.2.1 पक्ष्माभी गतियां

पक्ष्माभ सूक्ष्म रोम जैसे प्रवर्ध होते हैं, जो गतिशील होते हैं और कोशिका की सतह से बाहर की तरफ निकले हुए होते हैं। पक्ष्माभी प्रोटोजोआ जैसे अपेक्षाकृत छोटे आकार के प्राणियों में, पक्ष्माभ संचलन में सहायता करते हैं। जंतुओं में, पक्ष्माभ तरल पदार्थों और पदार्थों को आगे धकेलने में सहायता करते हैं।

पक्ष्माभ एक विशेष प्रकार से स्पंदन करते हें जो कशाभ से भिन्न होता है। वैसे तो दोनों की आंतरिक संरचना एक ही तरह की है। पक्ष्माभ-स्पंदन का आरंभ एक दिशा में एक तीव्र स्ट्रोक के रूप में होता है जिसे *प्रभावी स्ट्रोक* कहते हैं और तब पक्ष्माभ पीछे की तरफ मुड़कर वापस अपनी मूल स्थिति में पहुंच जाता है। इस दूसरे स्ट्रोक को *पुन:प्राप्ति स्ट्रोक* कहते हैं चित्र 16.1(a) और (b) पक्ष्माभ स्पंदन के दौरान जल पक्ष्माभिकी सतह के समांतर आगे की तरफ धकेल दिया जाता है।



चित्र 16.1(a) पैरामीशियम में संचलन ठोस (मोटी) रेखा सामान्य दिशा का प्रतिनिधि है।



चित्र 16.1(b) A – पक्ष्माभ का प्रभावी स्ट्रोक, B – पक्ष्माभ का पुन: प्राप्ति स्ट्रोक, C – पक्ष्माभों की एक पंक्ति का मेटाक्रोनस लहरदार गति

16.2.2 कशाभी गति

एक कशाभ लंबी, कशा या चाबुक जैसी संरचना होती है, जहां पक्ष्भाम संपूर्ण सतह पर स्थित होते हैं, वहीं कशाभ कोशिका के एक छोर पर अधिकांशत: एकल रूप से अथवा कम संख्या में पाए जाते हैं। कशाभ कशाभी प्रोटाजोआ प्राणियों में, जैसे *यूग्लीना* अथवा *क्लैमाइडोमोनैस* सरीखे शैवालों में तथा अधिकांश प्राणियों के शुक्राणुओं में पाए जाते हैं। एक कशाभ सममिति रूप से सांप की भांति गति करता है और कशाभ के अंश लंबाई के समांतर जल को आगे की ओर धकेलता है। देखें अपनी पाठ्य पुस्तक के मॉड्यूल 1, पाठ 2, यूनिट 2.2.2 में यूग्लीना और क्लैमाइडोमानास के कशाभ चित्र।

टिप्पणी

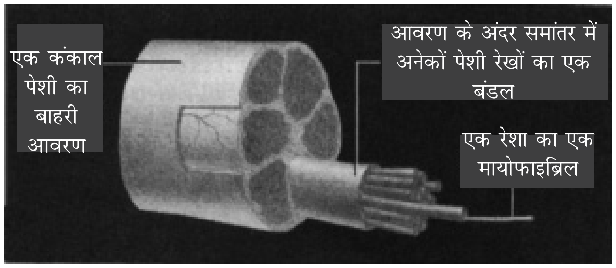
पाठगत प्रश्न 16.2

1. अपनी पाठ्य पुस्तक के पाठ 4 में दिए अनुसार पक्ष्माभ और कशाभ की आंतरिक संरचना में समानता का वर्णन करें।
2. प्रभावी स्ट्रोक क्या है? जैसा कि पक्ष्माभी गति में दर्शाया गया हे बताएं कि किस स्ट्रोक को पुनः प्राप्ति स्ट्रोक कहा जाता है?
3. कशाभ और पक्ष्माभ की स्थिति और संख्या के संदर्भ में दोनों में अंतर बताइए।

16.3 प्राणियों में पेशीय गतियां

16.3.1 पेशी संरचना

पेशी-ऊतक के बारे में आप पहले ही पाठ 5, मॉड्यूल1, यूनिट 5.3.3 में पढ़ चुके हैं। इस पाठ को आप फिर से दोहराइए और रेखित पेशी के रेशों की संरचना को पढ़िए। इन पेशियों को कंकाल पेशियां भी कहते हैं क्योंकि ये अस्थियों पर लगी होती हैं तथा पादों में होने वाली गति के लिए उत्तरदायी हैं।



चित्र 16.2 कंकाल पेशी

रेखित पेशी रेशे बंडलों अथवा पूलिकाओं के भीतर पैक होते हैं। ये पूलिकाओं के चारों तरफ सख्त योजी ऊतक का आवरण होता है। पूलिकाएं पेशियों के रूप में समूहबद्ध होती हैं। प्रत्येक पेशी कंकाल भी चारों तरफ से बारीक योजी ऊतक से घिरी होती हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। अपने सिरों पर पेशियां अस्थियों पर एक अन्य प्रकार के योजी ऊतक द्वारा जुड़ी होती हैं, जिसे **कंडरा** कहते हैं। इस प्रकार कंडरा एक अस्थि को और एक पेशी को जोड़ती है।

16.3.2 पेशीतंतु (मायोफिलामेंट)

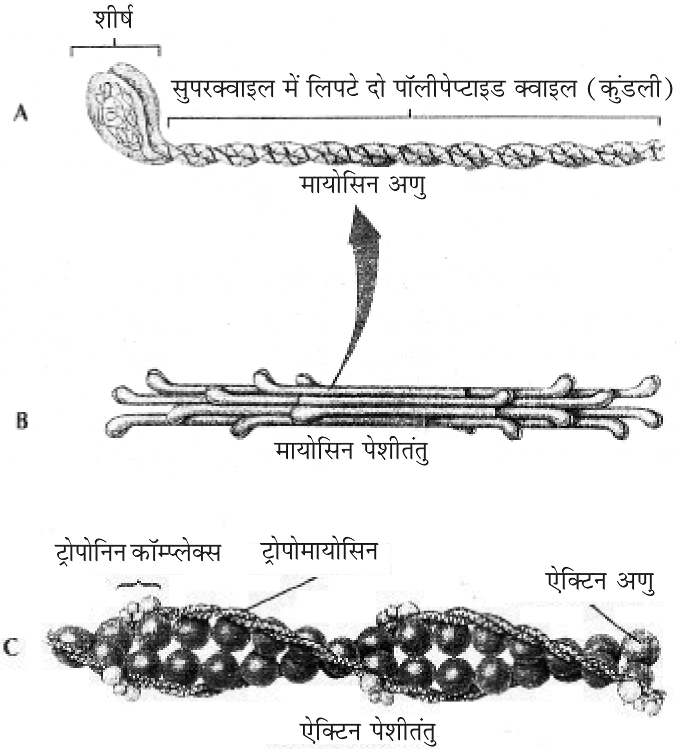
एक पेशी कोशिका अपनी लंबी आकृति के कारण, जिसे पेशी रेशा भी कहते हैं, बहुकेंद्रकयुक्त होती है तथा उसमें अनेक पेशी रेशे भी होते हैं, जो पेशी तंतुओं के बने होते हैं। पेशी तंतु प्रोटीनों से बने होते हैं जो दो प्रकार की होती हैं

1. मायोसिन प्रोटीन के बने मोटे तंतु, और
2. ऐक्टिन प्रोटीन से बने पतले तंतु।

मायोसिन और ऐक्टिन प्रोटीन, दोनों संकुंचनशील होती हैं तथा इनके कारण पेशीय संकुंचन संभव होता है।

पेशी-तंतु की क्रियात्मक इकाई को सार्कोमियर कहते हैं। एक सार्कोमियर दो सघन क्रमिक रेखीय संरचनाओं के बीच स्थित होता है जिन्हें z-रेखाएं कहते हैं।

बारीक रेशों में दो अन्य प्रोटीनें होती हैं-ट्रोपोमायोसिन एवं ट्रोपोनिन। ट्रोपोनिन एक स्विच के रूप में कार्य करती है जो कैल्सियम आयनों का मौजूदगी में पेशी- संकुचन का नियंत्रण करता है।



चित्र 16.3 एक कंकाल पेशी के मोटे और पतले पेशी तंतुओं की आण्विक संरचना A. मायोसिन अणु का कुंडलित विस्तृत सिरा जो ग्लोबुलर शीर्ष बनाता है, B. मोटा पेशीतंतु जो मायोसिन अणुओं के बंडलों से बनें होते हें। इसका ग्लोबुलर शीर्ष बाहर की ओर फैला होता है। C. पतला पेशीतंतु जो ऐक्टिन के दोहरे स्ट्रैंड का बना होता हे तथा यह दो ट्रोपोमायोसिन स्ट्रैंडों से घिरा रहता है। ट्रोपोनिन नामक एक ग्लाबुलर प्रोटीन कॉम्प्लेक्स यह ऐक्टिन पर युग्मों में होता है।

16.3.3 पेशी-संकुचन का स्लाइडिंग मॉडल

रेखित पेशी-संकुचन की व्याख्या **स्लाइडिंग फिलामेंट सिद्धांत** के आधार पर की जाती है। इस सिद्धांत की व्याख्या निम्नलिखित चरणों में की जा सकती है-

(i) मोटे और पतले तुतु, मायोसिन और ऐक्टिन, ट्रोपोनिन और ट्रोपोमायोनिन से बने क्रॉस सेतुओं से जुड़े होते हैं।

(ii) मोटे रेशों पर लगे ये क्रॉस सेतु संकुंचित होने पर पतले रेशों को मोटे रेशों के ऊपर खिसका देते हैं।

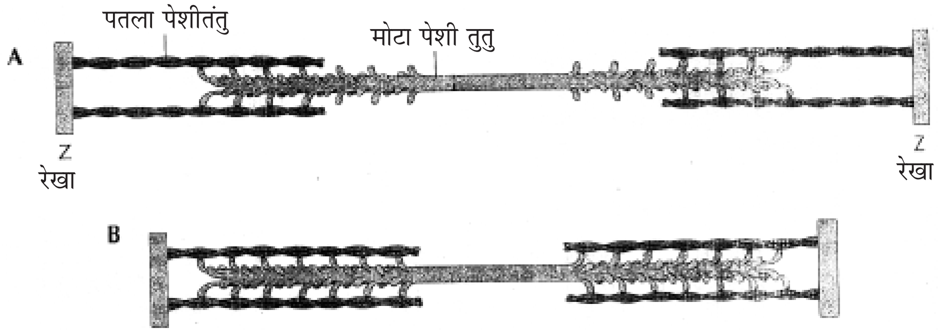
(iii) ट्रोपोनिन से जुड़ने और मोचन के लिए कैल्सियम और एटीपी की आवश्यकता होती है।

(iv) खिसकने की इस क्रिया के कारण, Z रेखाएं परस्पर नजदीक आ जाती हैं (चित्र 16.4) और सार्कोमियर छोटा हो जाता है।

(v) सभी सार्कोमियर एक साथ छोटे हो जाते हैं, अतः पेशी भी संकुचित हो जाती है।

(vi) क्रॉस सेतुओं के शिथिल होने पर पेशी भी शिथिल हो जाती है और सॉर्कोमियर अपनी यथापूर्व स्थित में हो जाती है।

नीचे दिया गया चित्र देखें



चित्र 16.4 स्लाइडिंग पेशीतंतु मॉडल, जिसमें दर्शाया गया है कि संकुंचन के दौरान किस प्रकार पतले और मोटे पेशीतंतु परस्पर क्रिया करते हैं A. शिथिल पेशी B. संकुंचित पेशी

पेशी-संकुचन के लिए उद्दीपन

पेशियां स्वयं अपने आप संकुचित नहीं होती, वे तभी संकुचित होती हैं जब उन्हें किसी तंत्रिका से उद्दीपन प्राप्त होता है। तंत्रिका किसी पेशी पर पहुंचकर शाखाओं में बंट जाती है और पेशी-रेशे का यह क्षेत्र **पेशी-तंत्रिका जंक्शन** (myoneural junction - myo = पेशी, neuro = तंत्रिका) कहलाता है।

पेशी-संकुचन की घटनाओं का संक्षेपण

पेशी-रेशे के तंत्रिका-सिरे का उद्दीपन
↓
पेशी-रेशा उद्दीपित हो जाता है
↓
पेशी-रेशे से Ca^{++} की मोचन
↓
मोचित ऐक्टिन तंतुओं के बंधन-स्थल
↓
क्रॉस सेतुओं का संकुचन और नए स्थलों से जुड़ जाना ← ATP से ऊर्जा का मोचन
↓
ऐक्टिन और मायोसिन का एक दूसरे के ऊपर खिसकना
↓
पेशी कोशिकाओं का संकुचित होना
↓
फलतः पेशी का संकुंचन

पाठगत प्रश्न 16.3

1. उस संरचना का नाम बताइए जो निम्नलिखित को जोड़ता है-
   (क) अस्थि को अस्थि से,
   (ख) पेशी को अस्थि से।
   ये ऊतक किस प्रकार के होते हैं?
2. पेशी कोशिका को पेशी-रेशा क्यों कहते हैं?
3. पेशी-संकुचन प्रणाली को 'स्लाइडिंग गति' क्यों कहते है?
4. पेशीतंतुओं (मायोफिलामेंटों) का रासायनिक संघटन क्या होता है?
5. किसी पेशी में आप निम्न कहां प्राप्त कर सकते हैं? पेशी-तंतु और पेशी रेशे।

16.3.4 पेशी-संकुचन के लिए ऊर्जा

पेशी-संकुचन के लिए जैविक ऊर्जा अर्थात् ATP (एडीनोसीन ट्राईफॉस्फेट) की आवश्यकता होती है। पेशी में उच्च ऊर्जा फॉस्फेट, जिसे क्रिएटिन फॉस्फेट कहते हैं का भी भंडार होता है, जो ATP में परिवर्तित हो सकता है।

16.4 कंकाल तंत्र

16.4.1 कंकाल के प्रकार

कंकाल हमारे शरीर को अवलंब व स्थिरता प्रदान करता है, पेशियों के संलग्न के लिए स्थान प्रदान करता है और मस्तिष्क, हृदय, फेफड़े सरीखे कोमल, आंतरिक अंगों के लिए सुरक्षा प्रदान करता है।

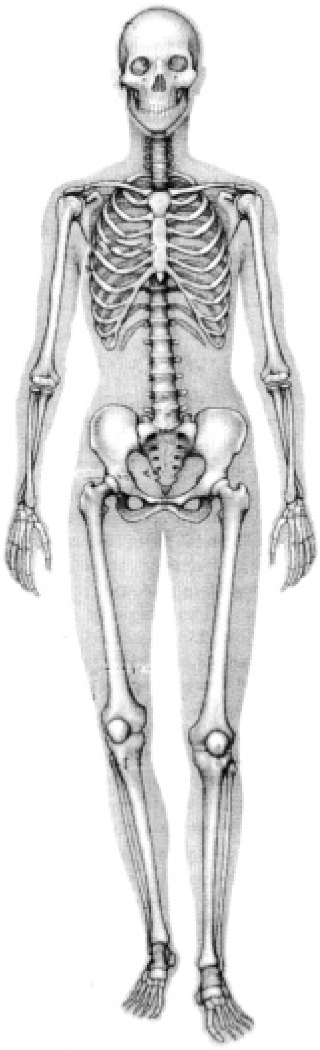
कशेरूकी प्राणियों में, कंकाल अस्थि और उपास्थि का बना होता है जिनके बारे में आप 'ऊतक' विषय पर दिए गए पाठ में पढ़ चुके हो। चूंकि कंकाल शरीर के भीतर होता है इसलिए इसे अंत:कंकाल भी कहते हैं। एक अन्य प्रकार का कठोर कंकाल बाह्य कंकाल भी होता है जो मौलस्का प्राणियों में सख्त, कैल्सियमी कवचों के रूप में पाया जाता है। मोलस्कों के अतिरिक्त कीटों और अन्य संधिपादों में काइटिन (काबोहाइड्रेट) से बने आवरण के रूप में भी बाह्य कंकाल होता है। अनेक अकशेरूकी प्राणी, जैसे केंचुए, अपनी पेशियों को, जो किसी कठोर कंकाल तत्व पर संलग्न नहीं होती, अपनी देहगुहा के भीतर भरे तरल से सटकर संकुचित करते हैं। केंचुए के शरीर में सीमित स्थान के भीतर सीलोम (Coelome = देहगुहा) तरल पेशी को गति करने के लिए एक कंकाल का काम करता है। इसीलिए इसे जलस्थैतिक कंकाल (Hydrostatic skeleton) कहते हैं।

16.4.2 मानव कंकाल

नीचे मानव-कंकाल का एक संक्षेपित प्रवाह-चार्ट दिया गया है:

- मानव कंकाल
  - अक्षीम कंकाल
    - करोटि और जबड़े
    - कशेरूक दंड
  - उपांगीय कंकाल
    - मेखलाएं
      - अंश मेखला
      - श्रोणि मेखला
    - पाद
      - भुजाएं
      - पैर

नीचे का चित्र देखिए और पर्शंका पिंजर, करोटि तथा मेखलाओं के स्थान निर्धारित कीजिए। कंकाल का आरेखी चित्र बनाइए, केवल बाहरी रूपरेखा और विभिन्न भागों का नामांकन कीजिए। बताइए वे कौन- से आंतरिक भागों को सुरक्षा प्रदान करते हैं। इन अंगों को प्रासंगिक कंकाली भागों के सामने लिखिए।



15.5 पेशीय और कंकाली विकार

आपने उन कुछ निस्सहाय व्यक्तियों को शायद देखा हो, जो पहिएदार कुर्सियों की सहायता से चल-फिर सकते हैं। वे स्वयं अपने आप नहीं चल सकते। आपने अभी सीखा कि पेशियां उसी स्थिति में संकुचित होती हैं, जब उन्हें तंत्रिकाओं द्वारा उद्दीपन प्राप्त हो। यदि किसी पेशी का तंत्रिका-आपूर्ति क्षीण हो जाए तो पेशी धीरे-धीरे कमजोर पड़ जाएगी, अर्थात् **अपुष्ट** हो जाएगी।

कैल्सियम अथवा विटामिन D_3 की कमी के कारण बड़ी उम्र वाले व्यक्ति लंगड़ा कर चलते हैं। आप जानते हैं कि विटामिन D_3 कैल्शियम अवशोषण के लिए महत्वपूर्ण होता है।

किसी पाद अथवा मेखला की हड्डियों में चोट लग जाने पर भी संचलन में बाधा आ जाती है। लेकिन इन विकारों के अतिरिक्त, कुछ पेशीय और कंकालीय विकार **आनुवंशिक** भी होते हैं, जैसे **'मायस्थीनिया ग्रैविस'** और **'मस्कुलर डिस्ट्रॉफी'**। **संधि शोथ, रूमैटॉइड संधिशोथ** आनुवंशिक भी हो सकते हैं और नहीं भी। अस्थिसुषिरता और गाउट पोषण की न्यूनता और उपापचयी त्रुटियों के कारण होते हैं। आइए, इनके बारे में थोड़ा-बहुत जानने का प्रयत्न करें।

मायएस्थीनिया ग्रैविस : गुणसूत्र पर एक जीन के कारण होता है और इसीलिए 'आनुवंशिक' होता है। इस रोग में पेशियां धीरे-धीरे अपुष्ट (क्षीण) होती जाती हैं और रोगी चलने में लाचार होने लगता है। अंतिम अवस्था में जबड़े की पेशियां भी काम करना बंद कर देती हैं और रोगी खा-पी नहीं सकता।

पेशीय दुष्पोषण (मस्कुलर डिस्ट्रॉफी) : एक अलिंगसूत्री प्रभावी विकार है। इस आनुवंशिक विकार में पेशियां क्षीण हो जाती हैं और रोगी को चलने-फिरने में परेशानी हो जाती है।

संधिशोथ और रूमैटॉइट संधिशोथ : अस्थियों को विशेष रूप से जोड़ों के विकार हैं। इसमें जोड़ों में लगातार पीड़ा होती है। रूमैटाइड संधिशोथ में, जो व्यक्ति को अपंग बना देने वाला रोग है, हाथ-पैर, जोड़ों के सूज जाने के कारण टेढ़े पड़ जाते हैं।

अस्थि सुषिरता में कैल्सियम की न्यूनता के कारण हड्डियां मुलायम पड़ जाती है। आप जानते हैं कि कैल्सियम का अवशोषण विटामिन D की उपलब्धता पर निर्भर होता है। अत: यह महत्वपूर्ण है कि व्यक्ति प्रतिदिन कम-से-कम आधे घंटे धूप में बैठे। आप पढ़ चुके हैं कि धूप विटामिन D को उत्पन्न करने में सहायक होती है। रजोनिवृत्ति के पश्चात् स्त्रियां अस्थि सुषिरता के लिए प्रवण होती हैं। ईस्ट्रोजन नामक मादा हॉर्मोन कैल्सियम को संग्रहित करता है और अस्थियों के लिए भेज देता है। ईस्ट्रोजन उपलब्ध न होने पर, अस्थियां चटखने और टूटने लगती हैं।

गाउट में रुधिर में यूरिक अम्ल के बढ़े हुए स्तर के कारण जोड़ों में पीड़ाकारी सूजन हो जाती है। यूरिक अम्ल प्रोटीन उपापचय का एक उत्पाद है। गाउट का उपचार संभव है।

पाठगत प्रश्न 2.4

1. दो ऐसे जंतुओं के नाम बताइए, जिनमें से एक में अंत:कंकाल पाया जाता है और दूसरे में बाह्य कंकाल।
2. कंकाल के मुख्य भागों के नाम बताइए और उनके कार्य भी बताइए।

3. पेशी–कंकाल–तंत्र के किन्हीं तीन विकारों के नाम बताइए जो आनुवंशिक रूप से पाए जाते हैं।
4. मानव शरीर में अस्थिसुषिरता और गाउट किन कारणों से उत्पन्न होते हैं।
5. कौन से पाद किन मेखला को अवलंव प्रदान करते हैं और किस प्रकार की पेशियाँ पाद कंकाल से जुड़ी होती हैं?

16.6 पादपों में गतियां

चूंकि पादपों की जड़ें मृदा में धंसी रहती हैं, अतः वे गति करने में असमर्थ होते हैं। फिर भी पादप बाह्य–उद्दीपनों जैसे प्रकाश, जल एवं गुरुत्वाकर्षण के प्रत्युत्तर में गति करते हैं। यह अनुवर्ती गतियां (Tropic Movement) कहलाती हैं। जब किसी पादप का अंग जैसे जड़ अथवा तना उद्दीपन के स्रोत की ओर गति करता है तो यह धनात्मक अनुवर्ती गति (positively movement tropic) कहलाती है, जैसे प्ररोह प्रकाश की ओर वृद्धि करता है अतः यह धनात्मक प्रकाशनुवर्ती है और इसके विपरीत जड़ प्रकाश से दूर। अतः यह ऋणात्मक प्रकाशानुवर्तन दर्शाती है। नीचे दी गई सारणी में विविध उद्दीपनों और अनुक्रिया को दर्शाया गया है :

उद्दीपन	अनुक्रिया हेतु प्रदत्त नाम
स्पर्श/संबंध	स्पर्शानुवर्तन
गुरुत्वाकर्षण	गुरुत्वानुवर्तन
जल	जलानुवर्तन

अनुवर्ती गतियों में, पादप तो स्थिर रहते हैं, परंतु इनके अंग जैसे शाखा और पुष्प उद्दीपन की दिशा में गति करते हैं। स्फीत गतियां (turgor movements) पादप के विभिन्न अंगों में जल विभव (water potential) के फलस्वरूप उत्पन्न होते हैं। नीचे इस श्रेणी के कुछ उदाहरण प्रस्तुत किए गए है :

- जब कोई कीट घटपर्णी वीनस फ्लाई ट्रेप (venus fly trap) के घट में प्रवेश करता है तो इस कीटभक्षी पादप की पत्तियां बंद हो जाती हैं।
- जब छुई–मुई, *माइमोसा प्यूडीका* (*Mimosa pudica*) की पत्ती को छुआ जाता है तो यह मुरझा जाती है।
- स्फीत दाब में परिवर्तनों के कारण रंध्र की द्वार कोशिकाएं इसको बंद और खोल देती हैं।

इनसे हटकर अनुकुंचन गतियां (Nastic Movements) स्पर्श, दिन की लंबाई और तापक्रम में परिवर्तन के फलस्वरूप होती हैं। इस स्थिति में पादपांग उद्दीपन के स्रोत की ओर गति नहीं करते, जैसे कि *पोर्चुलाका* (Portulaca) के पुष्प मात्र दिन में ही खिलते हैं, लेकिन यदि सूर्यास्त के समय प्रकाश न्यून हो जाए तो अंधकार की अनुक्रिया के कारण दल (पंखुड़ियां) बंद हो जाती हैं।

दूसरे शब्दों में, यद्यपि अंग विशेष की गति की दिशा तो निर्धारित होती है, उद्दीपन किसी भी दिशा से आ सकता है।

आपने क्या सीखा

- गति सभी सजीवों का एक महत्वपूर्ण लक्षण है और संचलन प्रोटोक्टिस्टा तथा ऐनीमेलिया का अभिलक्षण है।
- जबकि गति में एक अंग था अंगक अपने मूल स्थान से विस्थापित हो सकता है और पुनः वहां वापस आ सकता है। संचलन में प्राणी का संपूर्ण शरीर या प्रोटोक्टिस्ट दूर चला जाता है और अपने मूल स्थान से विस्थापित हो जाता है।
- पक्ष्माभी प्रोटोजोआ प्राणी या कवक पक्ष्माभी सूक्ष्मनलिकाओं निर्मित अंगकों द्वारा संचलन करते हैं। पक्ष्माभी स्पंदन तीव्र स्ट्रोक के साथ आरंभ होता है और वापसी स्ट्रो के साथ बंद हो जाता है।
- कशाभ लंबा, कशा (चाबुक) सदृश्य अंगक होता है जो सूक्ष्मनलिकाओं के बने होते हैं। पक्ष्माभ कई होते हैं लेकिन कशाभ एक या दो होते हैं।
- पेशियां और अस्थियां कशेरूकी प्राणियों के एक स्थान से दूसरे स्थान तक संचलन में सहायता करती हैं। पेशियां स्नायुओं द्वारा अस्थियों से जुड़ी रहती है और कंडरा द्वारा एक पेशी दूसरे से जुड़ी रहती है।
- पेशियां ऊतक हैं जो पेशीकोशिकाओं से बनी होती है। इन्हें पेशी रेशे भी कहा जाता है। पेशी रेशे पतले और मोटे पेशी तंतुओं के बने होते हैं। पेशी तंतु क्रमशः मायोसिन और ऐक्टिन नामक प्रोटीन अणुओं के बने होते हैं।
- पेशियों के संकुंचन और शिथिलन के कारण गति उत्पन्न होती है। पेशी संकुंचन की व्याख्या इसके संकुंचन की स्लाइडिंग तंतु सिद्धांत (प्रमेय) से की जा सकती है।
- पेशी संकुंचन के लिए Ca और ATP की आवश्यकता होती है।
- कशेरूकी प्राणियों का कंकाल अस्थि और उपास्थि का बना होता है।
- अक्षीय कंकाल करोटि और कशेरूक दंड का बना होता है और उपांगीय कंकाल मेखलाओं और पादों के बना होता है।
- मायएस्थीनिया ग्रैविस और पेशीय दुष्पोषण नामक रोग पेशीय और कंकालीय आनुवंशिक विकार हैं। संधिशोथ तथा रूमेटिज्म हड्डी के विकार (रोग) हैं। अस्थि-सुषिरता नामक रोग में हड्डी मुलायम हो जाती है। इसका कारण है Ca तथा विटामिन D की कमी। गाउट नामक रोग रक्त में यूरिक अम्ल की मात्रा (स्तर) बढ़ जाने के कारण होती है।
- पादप गतियां या तो अनुवर्ती (tropic) गतियां हो सकती है या अनुकुंचन (nastic) गतियां।
- गति सजीव प्राणियों का विशेष लक्षण है। इसका अर्थ है शरीर या इसके अंगों का स्थायी या अस्थायी विस्थापन।
- संचलन संपूर्ण शरीर का एक स्थान से दूसरे स्थान पर विस्थापित होना है। यह प्रोटोक्टिस्टों और प्राणियों का विशेष लक्षण है।

- पक्ष्माभ और कशाभ अंगक हैं जो गति करने में सहायता करते हैं। पक्ष्माभ युक्त प्रोटोजोआ प्राणी इसकी मदद से संचलन करते हैं। मानव शुक्राणु, कुछ शैवाल जैसे *क्लैमाइडोमोनास* कशाभ की सहायता से एक स्थान से दूसरे स्थान तक जा सकते हैं।
- पक्ष्माभ कई होते हें और एक साथ गतिकर तरंग सदृश्य गति उत्पन्न करते हैं जबकि कशाभ एक या दो होते हैं और कशा सदृश्य स्ट्रोक कर संचलन करते हैं।
- अधिकांश प्राणी पेशियों की सहायता से संचलन करते हैं।
- पेशी पेशी रेशों के बने होते हैं। पेशी रेशों में प्रोटीन के तंतु होते हैं जिनहें पेशी तंतु कहा जाता है।
- पेशी रेशों (पेशी कोशिका) के ऐक्टिन और मायोसिन तंतु एक दूसरे के ऊपर स्लाइड कर संचलन उत्पन्न करते हैं।
- इसलिए कहा जाता है कि पेशी इन दो प्रकार के पेशी तंतुओं के स्लाइड करने के कारण संकुंचन करते हैं। इसे पेशी संकुंचन का स्लाइडिंग मॉडल कहा जाता है।
- ऐक्टिन और मायोसिन नामक प्रोटीन अणुओं के अलावा दो और प्रोटीन अणु ट्रोपोनिन और ट्रोपोमायोसिन होते हैं जो पेशी संकुंचन में योगदान देते हैं।
- संकुंचन की इकाई सार्कोमियर है और इसमें दोनों प्रकार के पेशीतंतु होते हैं जो z-रेखाओं के बीच स्लाइड करते हैं।
- तंत्रिका आवेग के कारण पेशीगति उद्दीपित होती है।
- मानव कंकाल अक्षीय कंकाल, जिसमें करोटि और कशेरूक दंड आते हैं तथा उपांगीय कंकाल, जिसके अंतर्गत मेखलाओं और पादों की अस्थियां आती हैं, में विभाजित होता है।
- अस्थियां संयोजी ऊतक हैं जो ऑसीन (ossein) और उपास्थि के बने होते हैं। ये मानव कंकाल के भाग हैं। अस्थियां एक दूसरे से स्नायुओं द्वारा जुड़ी होती हैं और केडरा द्वारा पेशियों से।
- पेशीय और कंकालीय विकार हैं; पेशीय दुष्पोषण, संधिशोथ, मायऐस्थीनिया ग्रेविस अस्थिसुषिरता तथा गाउट।

पाठान्त प्रश्न

1. निम्न शब्द युगल में अंतर बताइए
   (i) गति एवं संचलन
   (ii) मोटे और पतले पेशीतंतु
   (iii) कंडरा और स्नायु
   (iv) पक्ष्माभ और कशाभ
   (v) अनुवर्ती और अनुकुंचन (nastic) गति
2. पेशी संकुंचन के विभिन्न चरणों को बताइए जैसा कि स्लाइडिंग तंतु सिद्धान्त में बताया जाता है।
3. *पैरामीशियम* किस प्रकार जल में तैरता है?

4. एक शब्द या वाक्य में उत्तर दीजिए
   (i) ऐक्टिन अणु का आकृति क्या है?
   (ii) ट्रोपोनिन और ट्रोपोमायोसिन की रासायनिक प्रकृति (संरचना) क्या है?
   (iii) पक्ष्माभ का वापसी स्ट्रोक कहने का तात्पर्य क्या है?
   (iv) भूअनुवर्तन और प्रकाश अनुवर्तन के एक-एक उदाहरण दीजिए।
   (v) क्यों कहा जाता है कि कशेरूकी प्राणी में पेशी संकुंचन ऊर्जा आधारित है।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

16.1

1. (ग)   2. (ग)   3. (संच)   4. (संच)   5. (ग)   6. (संच)

16.2

1. दोनों समान रूप से व्यवस्थित सूक्ष्म नलिकाओं के बने होते हैं
2. तीव्र स्ट्रोक – पक्ष्माभ आग्र बढ़ने के लिए स्पंद करता है
   वापसी स्ट्रोक – पक्ष्माभ पीछे मुड़कर अपनी पूर्व स्थिति में आ जाता है।
3. अवस्थिति – संपूर्ण शरीर पर पक्ष्माभ, शरीर के अग्र या पश्च सिरे पर कशाभ
   संख्या – पक्ष्माभ अनेकों
   कशाभ – 1 या 2

16.3

1. स्नायु; कंडरा; संयोजी ऊतक
2. लंबी संरचना के कारण
3. क्योंकि पतले और मोटे पेशीतंतु ऐ दूसरे के ऊपर स्लाइड करते हैं ताकि पेशी संकुंचन हो सके
4. प्रोटीन
5. पेशी रेशा में पेशीतंतुएं
6. पेशी ऊतक में पेशी रेशा

16.4

1. कोई कशेरूकी प्राणी – जिसका नाम लिया गया
   कोई कीट/मोलस्क – जिसका नाम लिया गया
2. अक्षीय, उपांगीय
   अवलंब, भीतरी अंगों को सुरक्षा प्रदान करना
   संचलन और गति; रूधिर कोशिकाएं जिनका निर्माण अस्थि-मज्जा में होता है और जो शरीर को आकृति प्रदान करता है।

17

समन्वय और नियंत्रण : तंत्रिका तंत्र तथा अंत:स्रावी तंत्र

प्रत्येक जीव जीवित बने रहने के लिए विभिन्न प्रकार की गतियाँ दर्शाता है और साथ ही अनेक प्रकार के कार्य करता है। इसके अतिरिक्त, शरीर के भीतर दूसरी अनेक क्रियाएँ निरंतर होती रहती हैं जिनके लिए यह आवश्यक है कि वे ठीक समय पर हों और समन्वय भी हो। यह सब कार्य दो अंग तंत्रों के कारण संभव हैं–तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी (हॉर्मोनी) तंत्र जिनका अध्ययन आप इस पाठ में करेंगे।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *तंत्रिका तंत्र के कार्यों का वर्णन कर सकेंगे और उसके भागों की सूची बना सकेंगे;*
- *मानव मस्तिष्क और मेरुरज्जु के प्रमुख भागों की सूची, उनका आरेख और उनको चिह्नित कर सकेंगे तथा उनके प्रकार्यों की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *तिलचट्टा के तंत्रिका तंत्र का वर्णन कर पायेंगे;*
- *एक तंत्रिकाक्ष (न्यूरॉन) और एक तंत्रिका की संरचना की व्याख्या कर सकेंगे, तथा तंत्रिका-रेशे के जरिए और अंतर्ग्रथन (अंत: + ग्रथन सिनैप्स) के पार आवेग के संवहन का वर्णन कर सकेंगे;*
- *प्रतिवर्त क्रिया की परिभाषा और प्रतिवर्त-चाप के संघटकों (रचकों) का आरेख बना सकेंगे;*
- *मानव शरीर में पाए जाने वाले विभिन्न संवेदी ग्राहियों की सूची बना सकेंगे, और संवेदी अंगों–नेत्र, कान, नाक, जिह्वा और त्वचा–की संरचना और कार्य प्रणाली का वर्णन कर सकेंगे;*
- *बहि:स्रावी (एक्सोक्राइन) और अंत:स्रावी (एन्डोक्राइन) ग्रंथियों में अंतर बता सकेंगे;*
- *विविध अंत:स्रावी ग्रंथियों की सूची बना सकेंगे और मानव शरीर में उनकी स्थिति बता सकेंगे;*

- *हार्मोनों के गुणधर्मों को पहचान सकेंगे तथा उनकी प्रकृति एवं कार्य प्रणाली के तरीके की चर्चा कर सकेंगे;*
- *हार्मोनों और फेरोमोनों में अंतर कर सकेंगे;*
- *मानवों में पीयूष (पिट्यूटरी), अवटु (थायरॉयड), परावटु (पैराथॉयरॉयड), थाइमस, अधिवृक्क (ऐड्रीनल), अग्न्याशय (पैंक्रियाज) और जनन-अंगों द्वारा स्रावित विभिन्न हॉर्मोनों के नाम बता सकेंगे और उनके कार्यों की चर्चा कर सकेंगे;*
- *मानवों में हॉर्मोनी असंतुलनों के और हॉर्मोन से संबंधित विकारों के बीच संबंध बता सकेंगे;*
- *पीयूष और अवटु थॉइरॉयड ग्रंथियों की अतिसक्रियता और अल्पसक्रियता के प्रभावों को बता सकेंगे;*
- *हॉर्मोनी नियंत्रण की पुनर्भरण-कार्यविधि (Feedback mechanism) की व्याख्या कर सकेंगे।*

17.1 तंत्रिका-तंत्र के प्रकार्य

मानवों में तंत्रिका-तंत्र के प्रमुख कार्य ये हैं :

(i) यह संवेदी अंगों के माध्यम से हमें बाहर की दुनिया के विषय में सूचना देता रहता है।

(ii) यह हमें याद रखने, सोचने तथा 'क्यों और कैसे' को समझने की क्षमता प्रदान करता है।

(iii) यह समस्त ऐच्छिक पेशीय क्रियाकलापों जैसे कि दौड़ना, बोलना, आदि का नियंत्रण करता है।

(iv) यह अनेक अनैच्छिक क्रियाकलापों जैसे कि सांस लेना, हृदय का स्पंदन, आहार नाल में भोजन का संचलन आदि का नियमन करता है।

इस प्रकार, तंत्रिका तंत्र हमारे शरीर के विभिन्न भागों से उनका समन्वय करते हुए एक समग्र इकाई के रूप में कार्य करता है।

कुछ मूलभूत शब्द :

तंत्रिका तंत्र के विभिन्न पहलुओं के बारे में जानने से पहले, आइए निम्नलिखित संबंधित शब्दों से परिचित हो जाएँ :

उद्दीपन : कोई कारक या बाहरी अथवा आंतरिक पर्यावरण में होने वाला वह अचानक परिवर्तन जिसके कारण जीव के क्रियाकलाप में परिवर्तन आ जाता है।

आवेग : विद्युत् विक्षोभ की एक तरंग जो तंत्रिका कोशिका और उसके रेशे के एक छोर से दूसरे छोर तक जाती है।

अनुक्रिया : जीव के क्रियाकलाप में उद्दीपन के कारण होने वाला एक परिवर्तन।

ग्राही : वे तंत्रिका कोशिकाएँ जो उद्दीपन प्राप्त करने के बाद केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र (मस्तिष्क और मेरुरज्जु) की ओर आवेगों की एक तरंग उत्पन्न कर देती हैं।

प्रभावक : वे पेशियाँ अथवा ग्रंथियाँ जो मस्तिष्क अथवा मेरुरज्जु से आवेग प्राप्त करने के बाद या तो संकुचित हो जाती हैं अथवा पदार्थों का स्रवण करने लगती हैं।

संवेदी (अभिवाही) तंत्रिका या कोशिका : जो एक ग्राही (संवेदी अंग) से आवेग को प्रमुख तंत्रिका तंत्र तक पहुँचाती है।

प्रेरक (अपवाही) तंत्रिका या कोशिका : जो आवेग को प्रमुख तंत्रिका तंत्र से किसी पेशी अथवा किसी ग्रंथि तक ले जाती है।

17.1.1 प्राणियों में तंत्रिका तंत्र

प्राणि शरीर की विविध क्रियाओं का नियंत्रण एवं समन्वय दो तंत्रों द्वारा होता है। ये हैं तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र। यहाँ हम तिलचट्टा के तंत्रिका तंत्र की चर्चा करेंगें। मानव के तंत्रिका तंत्र का विस्तृत विवरण आप की पाठ्य पुस्तक के पाठ 16: मॉड्यूल 2: पुस्तक खंड 1 में दिया गया है। स्मरण हो कि तंत्रिका तंत्र के मूलत: दो भाग होते हैं:

(i) केंद्रीय तंत्रिका तंत्र

(ii) परिधीय तंत्रिका तंत्र

तिलचट्टा का केंद्रीय तंत्रिका भी इसी आधार पर बना है और इसके निम्न भाग हैं:

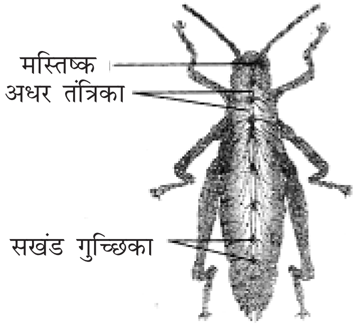
(i) केंद्रीय तंत्रिका तंत्र

(ii) परिधीय तंत्रिका तंत्र

(iii) परानुकंपी या अंतरांग तंत्रिका तंत्र

केंद्रीय तंत्रिका-तंत्र

यह मस्तिष्क या अधिग्रसिका गुच्छिका का बना होता है, जो सिर में ग्रसिका के ऊपर स्थित होता है। एक अधो ग्रसिका-गुच्छिका ग्रसिका के नीचे स्थित होती है और तीन जोड़ी गुच्छिकाओं के संचयन में बदल जाती है। मस्तिष्क से एक जोड़ी लघु और मोटी परिग्रसिका संयोजक निकलते हैं जो अधो ग्रसिकीय-गुच्छिका से जुड़े रहते हैं। अधोग्रसिका गुच्छिका से एक दोहरी अधर तंत्रिका-रज्जु निकलती है। इस तंत्रिका-रज्जु पर तीन वक्षीय और छह उदरीय गुच्छिकाएं स्थित होती हैं। (चित्र देखें)।



तिलचट्टा का तंत्रिका तंत्र

परिधीय तंत्रिका-तंत्र

यह उन तंत्रिकाओं से बना होता है, जो विभिन्न गुच्छिकाओं से निकलकर शरीर के सभी भागों को जाती है। (चित्र देखें)

अनुकंपी तंत्रिका-तंत्र

यह ललाट-गुच्छिका और अंतरंग गुच्छिका का बना होता है, जो ग्रसिका के पृष्ठ की ओर स्थित होता है।

(क) केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र (CNS), जिसमें मस्तिष्क और मेरुरज्जु होते हैं। यह सूचना पर कार्यवाही (सूचना को प्राप्त करना और उसके प्रति अनुक्रिया करना) का स्थल है।

(ख) परिधीय तंत्रिका-तंत्र (PNS), जिसमें मस्तिष्क तथा मेरुरज्जु में प्रवेश करने वाली तथा उनसे निकलने वाली सभी तंत्रिकाएँ शामिल हैं।

इन दो संघटकों का और आगे का विभाजन चित्र 17.1 में दिखाया गया है :

- तंत्रिका तंत्र
  - केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र
    - मस्तिष्क
    - मेरूरज्जु
  - परिधीय तंत्रिका तंत्र
    - अभिवाही पथ
संवेदी तंत्रिकाएं
(जो केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र (CNS) को सूचना लाती है)
    - अपवाही पथ
प्रेरक तंत्रिकाएँ
(जो सूचना को केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र (CNS) से दूर अन्य भागों तक पहँचाती है)
      - कायिक पथ
(अधिकांश कपाल तंत्रिकाएँ)
जो संदेश को ऐच्छिक पेशियों तक पहुँचाती है)
      - स्वायत्त तंत्रिका तंत्र
(अनैच्छिक प्रभावकों तक तंत्रिका पहुँचाता है)
        - अनुकंपी (उद्दीपक)
        - परानुकंपी (प्रशांतक)

चित्र 17.1 तंत्रिका-तंत्र के आधारभूत संघटक

17.2 मानव के तंत्रिका तंत्र

मानव तंत्रिका तंत्र के अंतर्गत अति सुविकसित मस्तिष्क और मेरूरज्जु आते हैं (चित्र 17.1)। परिधीय तंत्रिका तंत्र उन तंत्रिकाओं के बने होते हैं जैसा कि चित्र 17.1 में दर्शाया गया है।

17.2.1 मस्तिष्क

मस्तिष्क एक बहुत ही कोमल अंग है जो करोटि के कपाल के भीतर स्थित होता है (चित्र 17.2क)। मस्तिष्क के ऊपर तीन आवरण, तानिकाएँ (meninges, meninx = झिल्लियाँ) होती हैं जो उसे सुरक्षा प्रदान करती हैं–एक बाहरी कड़ी दृढ़ तानिका (ड्यूरामेटर) (dura = कड़ा; mater = माता), एक पतली नाजुक जाल जैसी बीच की झिल्ली (लूताजा लाभ – arachne = मकड़ी, लूता), और सबसे भीतरी अत्यधिक संवहनी-युक्त पायामेटर (pia = सबसे भीतरी)। इन तानिकाओं के बीच की जगह में एक तरल भरा होता है जिसे प्रमस्तिष्क मेरुतरल (सेरेब्रोस्पाइनल फ्लूड) कहते हैं। मस्तिष्क के भीतर गुहाएँ होती हैं जिनमें भी यही तरल भरा होता है।

मस्तिष्क के तीन प्रमुख भाग होते हैं :

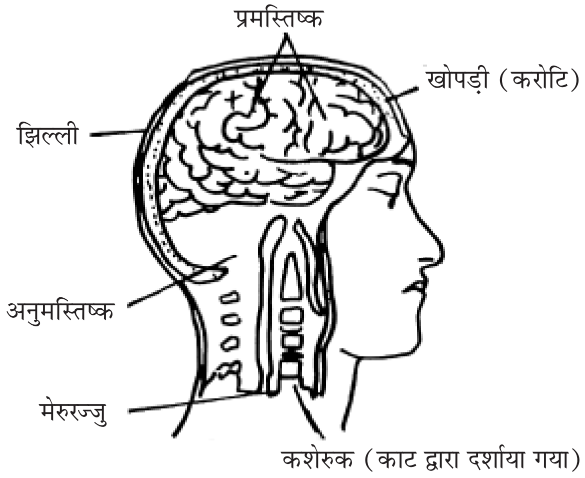
(i) **अग्र मस्तिष्क** जो प्रमस्तिष्क (cerebrum) और डायनसेफैलॉन (Diencephalon) से बना होता है।

(ii) **मध्य मस्तिष्क** जो अग्र और पश्च मस्तिष्क के बीच में एक छोटा-सा नलिकाकार भाग होता है, और

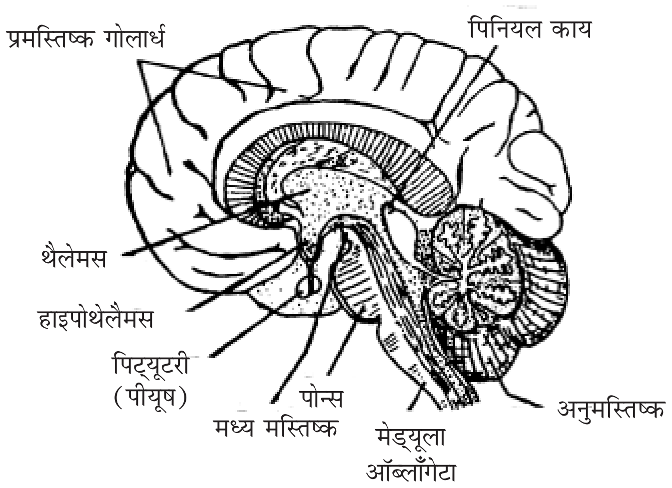
(iii) **पश्चमस्तिष्क** जो अनुमस्तिष्क (cerebellum), पॉन्स (pons) और मेडुला ऑब्लाँगेटा (medulla ablongata) का बना होता है।

मस्तिष्क के अलग-अलग भागों का वर्णन नीचे दिया गया है :

(क) प्रमस्तिष्क : मस्तिष्क का सबसे बड़ा भाग होता है जो दो (दाएँ और बाएँ) भागों में बँटा होता है जिन्हें **प्रमस्तिष्क गोलार्ध** कहते हैं। इनकी बाहरी सतह कटकों (ridge) और खाँचों (groove) की मौजूदगी के कारण अत्यधिक संवलित होती है। प्रत्येक गोलार्ध आंतरिक रूप से खोखला होता है और उनकी भित्तियों में दो (एक भीतरी और एक बाहरी) क्षेत्र होते हैं। बाहरी क्षेत्र (प्रमस्तिष्क वल्कुट) में तंत्रिका-कोशिकाओं न्यूरॉनों की कोशिका-काय होती है और धूसर रंग का होने के नाते इसे **धूसर-द्रव्य** (gray matter) कहते हैं। भीतरी क्षेत्र सफेद तंत्रिकाक्ष (ऐक्सॉन) रेशों का



चित्र 17.2 (क) कपाल के भीतर स्थित मस्तिष्क



चित्र 17.2 (ख) मस्तिष्क की मध्य-काट

बना होता है और उसे **श्वेत द्रव्य** (white matter) कहते हैं। महासंयोजक पिंड **(कॉर्पस कैलोसम)**, जो आड़े-तिरछे तंत्रिका-रेशों की एक चादर-सी होती है, दोनों प्रमस्तिष्क-गोलार्धो को जोड़े रहता है। (चित्र 17.2 ख)। प्रमस्तिष्क का बायाँ पार्श्व शरीर के दाएँ भाग का नियंत्रण करता है और इसी प्रकार दायाँ पार्श्व बाएँ भाग का।

प्रमस्तिष्क वल्कुट के तीन कार्य होते हैं :

(i) यह ऐच्छिक पेशी-संकुंचनों को आरंभ करता है और उनका नियंत्रण करता है।

(ii) यह संवेदी अंगों, जैसे–नेत्र, कान, नाक आदि से आने वाली सूचना को ग्रहण करता है और उन पर कार्रवाई करता है।

(iii) यह मानसिक (दिमागी) काम जैसे सोचना, तर्क करना (विवेचना), योजना बनाना, याद रखना आदि करता है।

(ख) अग्रमस्तिष्क पश्च (डायनसेफैलॉन) : अग्रमस्तिष्क का यह भाग प्रमस्तिष्क के नीचे स्थित होता है। इसमें निम्नलिखित दो भाग होते हैं:

1. **चेतक (थैलैमस) :** यह धूसर द्रव्य से बना अंडानुमा एक संहति (या पिंड) होती है, जो प्रमस्तिष्क के नीचे बीच में स्थित होता है। यह उन संवेदी आवेगों (उदाहरण के लिए पीड़ा और सुख) के लिए प्रसारण केंद्र का काम करता है जो प्रमस्तिष्क को जाती है।

2. **अधश्चेतक (अधः = नीचे + चेतक) (हाइपोथैलैमस) :** यह मस्तिष्क का वह भाग है जो थैलैमस के नीचे स्थित होता है। यह प्रेरित व्यवहार, जैसे–खाना, पीना और काम भावना का नियंत्रण करता है। यह अपने नीचे स्थित पीयूष ग्रंथि के स्रावण का नियंत्रण करता है। यह शरीर के तापमान और शरीर के भीतर तरलों की मात्रा का भी नियमनकारी केंद्र है। (देखिए पाठ 18)

(ग) अनुमस्तिष्क : यह मस्तिष्क का अपेक्षाकृत छोटा भाग है जो प्रमस्तिष्क के आधार पर उसके नीचे स्थित होता है। इसमें संवलनों के स्थान पर अनेक खाँचें (groove) होती हैं। इसका वल्कुटी भाग भी धूसर द्रव्य का बना होता है। इसके दो प्रमुख कार्य हैं–

(i) शरीर का संतुलन बनाए रखना और

(ii) पेशीय क्रियाओं में समन्वय बनाए रखना।

(घ) मेड्यूला ऑब्लाँगेटा : यह मस्तिष्क का अंतिम भाग होता है। जो मेरुरज्जु से जुड़ा होता है। इसके कार्य इस प्रकार हैं–

(i) यह सांस लेने, खाँसने, निगलने आदि का केंद्र होता है।

(ii) यह हृद्-स्पंद, आहार नाल के क्रमाकुंचन तथा अन्य अनेक अनैच्छिक क्रियाओं का नियंत्रण करता है।

कुल मिलाकर मस्तिष्क में से 12 जोड़ी कपाल तंत्रिकाएँ निकलती हैं, जिनमें से कुछ संवेदी होती हैं, कुछ प्रेरक और कुछ मिश्रित किस्म (यानि संवेदी और प्रेरक दोनों) की।

17.2.2 मेरुरज्जु

मेरुरज्जु मस्तिष्क के मेड्यूला ऑब्लॉंगेटा से आरंभ होकर कशेरुकों की कशेरूक-नाल में से गुजरती हुई रीढ़ की संपूर्ण लंबाई में स्थित होती है। इसके ऊपर भी वही तीन तानिकाएँ चढ़ी हुई होती हैं जो कि मस्तिष्क में होती हैं और उनके बीच के अवकाश में भी वही प्रमस्तिष्क

मेरु (सेरीब्रोस्पाइनल) तरल भरा होता है। श्वेत और घूसर द्रव्यों की व्यवस्था मेरुरज्जु में विपरीत होती है, अर्थात् श्वेत द्रव्य बाहर की तरफ होता है और धूसर द्रव्य भीतर की तरफ।

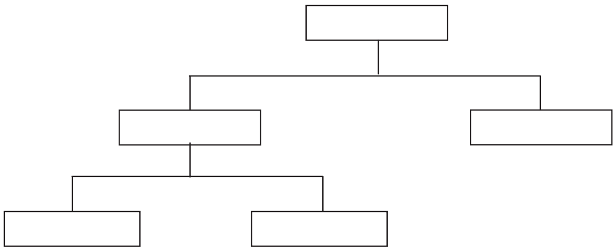
चित्र 17.6 में मेरुरज्जु की सामान्य संरचना, जैसी कि अनुप्रस्थ काट में दिखाई देती है, दर्शायी गई है। इस चित्र में यह भी दिखाया गया है कि मेरु तंत्रिकाएँ इसमें से कैसे व्युत्पन्न होती हैं।

मेरुरज्जु के प्रकार्य

(i) गर्दन के नीचे प्रतिवर्तो को ले जाना।
(ii) त्वचा और पेशियों से संवेदी आवेगों को मस्तिष्क तक ले जाना।
(iii) अनुक्रियाओं को मस्तिष्क से धड़ और हाथ-पैरों तक ले जाना।

पाठगत प्रश्न 17.1

1. प्रवाह चार्ट की सहायता से तंत्रिका तंत्र के प्रमुख संघटकों का नाम नीचे दिए गए रिक्त स्थान में लिखें



2. गुच्छिका का नाम बताइये, जो
   (क) मस्तिष्क का निर्माण करती है।
   (ख) ग्रसनी के नीचे स्थित रहती है और मस्तिष्क से जुड़ी होती है।
3. तिलचट्टा के तंत्रिका तंत्र के किस भाग की तुलना हमारे मेरुरज्जु से की जा सकती है। यद्यपि हमारी मेरुरज्जु पृष्ठ भाग में स्थित रहती है और तिलचट्टा का तंत्रिका तंत्र का यह भाग अधर में होता है।
4. मस्तिष्क के प्रमुख भागों के नाम बताइए।
   ....
5. निम्नलिखित में से प्रत्येक का एक-एक प्रकार्य बताइए :
   (i) प्रमस्तिष्क ....
   (ii) अनुमस्तिष्क ....
   (iii) मेड्यूला ऑब्लाँगेटा ....
   (iv) अधश्चेतक (हाइपोथैलैमस) ....
6. निम्नलिखित किससे बने होते हैं–
   (i) धूसर द्रव्य ....
   (ii) श्वेत द्रव्य ....
7. मस्तिष्क की गुहाओं में भरे तरल का नाम बताइए।
   ....

17.3 परिधीय तंत्रिका-तंत्र

परिधीय तंत्रिका-तंत्र में वे सभी तंत्रिकाएँ शामिल हैं जो मस्तिष्क और मेरुरज्जु से निकलती हैं। कुल मिलाकर यह तंत्र दो प्रकार के पथों से बना होता है। अभिवाही (अपनी ओर लाने वाला) संवेदी पथ और अपवाही (दूर ले जाने वाला) प्रेरक पथ।

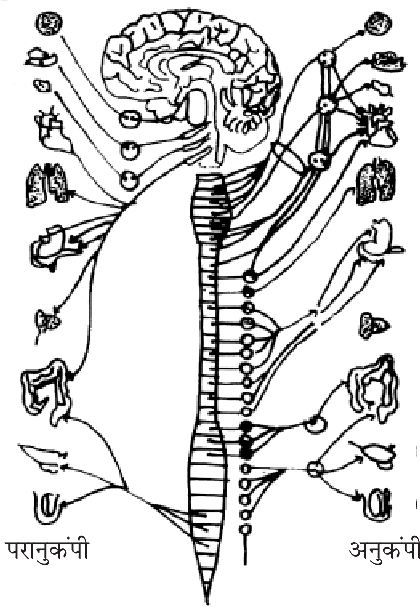
(क) अभिवाही (ग्राही/संवेदी) पथ में दो प्रकार की तंत्रिकाएँ होती हैं:

- विशुद्ध रूप से संवेदी तंत्रिकाएँ, जैसे–नेत्रों, कानों, नाक आदि से आने वाली कपाल-तंत्रिकाएँ।
- मिश्रित कपाल-तंत्रिकाएँ जैसे कि पाँचवीं कपाल तंत्रिका (आनन तंत्रिका Facial nerve) जिसमें चेहरे से संवेदों को लाने वाले संवेदी रेशे मौजूद होते हैं, लेकिन उसमें कुछ प्रेरक रेशे भी होते हैं जो आवेगों को जबड़े की पेशियों तक पहुँचाते हैं।

(ख) अपवाही (दूर ले जाने वाला) पथ को दो में विभाजित किया जा सकता है–कायिक और स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र

(i) **कायिक तंत्रिका तंत्र :** ऐच्छिक पेशियों का नियंत्रण करता है। इसके अंतर्गत अधिकांश कपाल-तंत्रिकाओं के साथ-साथ मेरु-तंत्रिकाओं के प्रेरक तंत्रिका-रेशे भी आते हैं। ये दोनों ही केंद्रीय तंत्रिका तंत्र (CNS) से ऐच्छिक पेशियों का संदेश ले जाते हैं।

(ii) **स्वायत्त (autonomic) तंत्रिका तंत्र (ANS) :** यह अनैच्छिक पेशियों और ग्रंथियों का तंत्रिकाकरण/तंत्रिका प्रदान करता है। यह गुच्छिकाओं और तंत्रिकाओं की एक जोड़ी शृंखलाओं से बना होता है जो रीढ़ के दोनों पार्श्वों में स्थित होती है। (चित्र 17.3) यह तंत्र प्रमुख रूप से एक प्रेरक तंत्र है जो आंतरिक अंगों की अनैच्छिक क्रियाओं का नियमन करता है। इसके दो भाग होते हैं : (क) अनुकंपी (sympathetic) तंत्रिका-तंत्र (ख) परानुकंपी (परा + अनुकंपी) (parasympathetic) तंत्रिका-तंत्र। (चित्र 17.3)।



चित्र 17.3 स्वायत्त तंत्रिका तंत्र-अनुकंपी और परानुकंपी तंत्र

अनुकंपी तंत्रिका तंत्र शरीर को आपात परिस्थितियों का सामना करने के लिए तैयार करता है और परानुकंपी **तंत्रिका-तंत्र** आपात स्थिति के समाप्त होने पर सामान्य स्थिति को पुनः स्थापित कर देता है।

नीचे दी गई तालिका 17.1 में विभिन्न अंगों पर स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के दो उपविभाजनों के विपरीत प्रभावों की सूची दी गई है।

तालिका 17.1 स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के प्रभाव

अंग	अनुकंपी क्रिया का प्रभाव	पराअनुकंपी क्रिया का प्रभाव
1. नेत्र की पुतली	विस्फारित	संकीर्णित
2. हृदय-स्पंद	दर बढ़ जाती है	दर कम हो जाती है
3. रुधिर वाहिनियाँ		
(क) त्वचा पर	संकुचित	विस्फारित
(ख) पेशियों पर	विस्फारित	कोई प्रभाव नहीं
4. श्वसनिकाएं	विस्फारित	संकीर्णित
5. मूत्राशय	पेशियाँ शिथिल पड़ जाती हैं	पेशियाँ संकुचित (मूत्र करने की इच्छा)
	अवरोधनी पेशी संकुचित	अवरोधनी पेशी शिथिल हो जाती है
6. स्वेद का स्रवण	बढ़ जाता है	कोई प्रभाव नहीं
7. रुधिर-शर्करा	बढ़ जाती है	कोई प्रभाव नहीं
8. लार स्रवण	बंद हो जाता है	बढ़ जाता है
9. अश्रु ग्रंथियाँ	सक्रिय	मंद पड़ जाती है
10. त्वचा के बाल की उद्घर्षी पेशी (Erector muscle)	उद्दीप्त (बाल खड़े हो जाते हैं)	शिथिलित (बाल बैठ जाते हैं)
11. अधिवृक्क (ऐड्रीनल) ग्रंथियाँ	स्रवण बढ़ जाता है	कोई प्रभाव नहीं
12. छोटी आंत	क्रमाकुंचन घट जाता है	क्रमाकुंचन बढ़ जाता है
13. आमाशय की ग्रंथियाँ	स्रवण घट जाता है	स्रवण बढ़ जाता है

> स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र पर भावनाओं, जैसे–दु:ख, गुस्सा, डर, लैंगिक उद्दीपन आदि का बहुत अधिक प्रभाव पड़ता है।

पाठगत प्रश्न 17.2

1. स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के दो भाग कौन से हैं?

   ....

2. स्वायत्त तंत्रिका-तंत्र के उन विशिष्ट भागों के नाम बताइए जिनका संबंध निम्नलिखित से हैं–

   (i) हृद्-स्पंद का मंद होना ....

   (ii) लार-स्रवण में वृद्धि ....

   (iii) पुतली का विस्फारण ....

   (iv) आंत्र-क्रमाकुंचन में वृद्धि ....

   (v) मूत्राशय की पेशियों का संकुचन जिसके कारण पेशाब करने की आवश्यकता महसूस होने लगती है ....

3. परिधीय तंत्रिका-तंत्र को यह नाम क्यों दिया गया है?

   ....

4. संवेदी और प्रेरक तंत्रिकाओं के विकल्पी या वैकल्पिक (alternative) नाम बताइए।

   ....

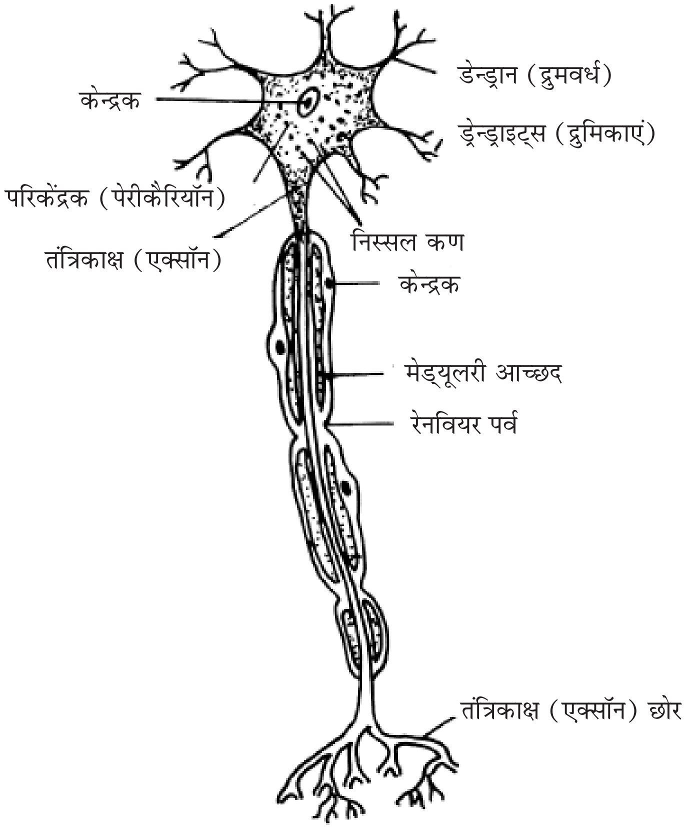
17.4 न्यूरॉन : तंत्रिका-तंत्र की संरचनात्मक और प्रकार्यात्मक इकाई (चित्र 17.4)

आप तंत्रिका-कोशिका अर्थात् न्यूरॉन के बारे में पहले ही पढ़ चुके हैं। फिर भी, यहाँ आपको पुन: स्मरण कराया जाता है कि न्यूरॉन की संरचना का संबंध तंत्रिका-आवेश के संवहन के साथ जोड़ा जा सके।

- द्रुमिकाएं (dendrites-dendron = द्रुम, वृक्ष) (छोटे आकार के शाखित प्रवर्ध) कोशिका-काय से निकले हुए होते हैं। ये किसी ग्राही से अथवा किसी दूसरे न्यूरॉन (neuron) के तंत्रिकाक्ष (axon) की अंत्य शाखाओं से संकेत (आवेग) लेते हैं। एक न्यूरॉन में 200 से भी अधिक डेन्ड्राइट हो सकते हैं ताकि वे अन्य न्यूरॉनों के ऐक्सॉनों की अंत्य शाखाओं के साथ जुड़ सकें।

- एक लंबा तंतु अथवा ऐक्सॉन आवेग को कोशिका-काय से ऐक्सॉन की अंत्य शाखाओं में पहुँचाता है और फिर इन शाखाओं से आवेग या तो अगली तंत्रिका-कोशिका में पहुँचा दिया जाता है या किसी पेशी अथवा ग्रंथि में पहुँचा दिया जाता है जो तदुपरांत आदेश का पालन करते हुए या तो संकुचन करती या स्राव का विमोचन करती है। अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) एक न्यूरॉन से दूसरे न्यूरॉन अथवा एक न्यूरॉन और एक पेशीय के बीच संचार-बिन्दु होता है।

- ऐक्सॉन के ऊपर वसायुक्त पदार्थ का एक आच्छद, मायलिन (mylin) का एक आवरण होता है, और इस प्रकार के तंत्रिका-रेशों को मज्जायुक्त अथवा मायलिनित रेशे (myelinated fibres) कहते हैं।



चित्र 17.4 तंत्रिका-कोशिका

17.5 न्यूरॉन के एक छोर से दूसरे छोर तक और अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) के पार आवेग का संवहन

तंत्रिका-रेशे के जरिए तंत्रिका-आवेग का संवहन विद्युतीय विधि से होता है, जबकि सिनैप्स (अंतग्रर्थन) के पार यह संवहन एक रासायनिक विधि से होता है।

(क) न्यूरॉन के एक छोर से दूसरे छोर तक विद्युत्-संकेतन

तंत्रिका रेशे में से तंत्रिका-आवेग की संरचना (एक छोर से दूसरे छोर तक) विद्युत्-रसायन विधि से होता है। यह संचरण उस प्रकार का नहीं होता जैसा कि किसी तार के भीतर से विद्युत्-धारा के प्रवाहित होने में इलेक्ट्रॉनों का प्रवाह होता है, अपितु वह **विध्रुवीकरण** (या विध्रुवन-depolarisation) की तरंग के रूप में चलता जाता है (चित्र 17.5)। विध्रुवीकृत परमाणु को समझने के लिए निम्न पढ़े।

सामान्य विश्रामी अवस्था (resting stage) में तंत्रिका रेशे के बाहर की ओर (+) धन चार्ज बना होता है। उस अवस्था को ध्रुवीकृत (polarised) कहते हैं। यह ध्रुवीकरण बाहर की

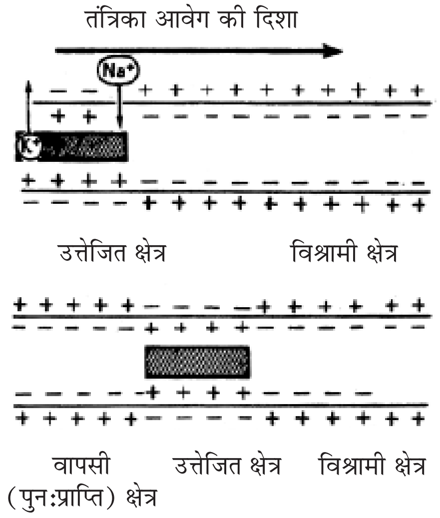
ओर Na^+ आयनों की अधिक संख्या में होने के कारण होता है। यह अवस्था इसलिए बनी रहती है क्योंकि आयनों को लगातार अंदर से बाहर की ओर को भेजा जाता है अर्थात् **सोडियम-पोटैशियम पंप** द्वारा पंप किया जाता रहता है और ऊर्जा के लिए ATP का प्रयोग कर **सक्रिय परिवहन** द्वारा प्रचालित किया जाता है।

> **सोडियम-पोटैशियम पंप :** प्लैज़्मा झिल्ली के ऊपर एक वाहक प्रोटीन होती है जो सोडियम और पोटैशियम आयनों को झिल्ली के आर-पार लाती ले जाती है। सामान्यत:, ये आयन अपनी अधिक सांद्रता वाले क्षेत्र से अपनी कम सांद्रता वाले क्षेत्र की तरफ गति करते हैं।

तंत्रिका-रेशे पर उद्दीपन आने के बाद होने वाले परिवर्तन इस प्रकार होते हैं–

- इस बिंदु पर ऐक्सॉन झिल्ली Na^+ आयनों के लिए अधिक पारगम्य हो जाती है जिसके कारण वे झिल्ली से होकर भीतर आने लगते हैं और वहाँ पर **विध्रुवीकरण** हो जाता है या आवेश का स्थानीय परिवर्तन यानी स्थल पर धन से ऋण आवेश होता है (देखें चित्र)
- अब विध्रुवीकरण का यह बिंदु झिल्ली के सहवर्ती क्षेत्र के लिए स्वयं एक उद्दीपन बन जाता है और अब यह अगला क्षेत्र विध्रुवीकृत हो जाता है।
- इसी बीच पहला क्षेत्र पुनर्ध्रुवीकृत (re-पुन: + ध्रुवीकृत-polarised) हो जाता है क्योंकि एक सोडियम Na^+ आयनों को सक्रिय अभिगमन के द्वारा पुन: झिल्ली के बाहर की ओर पहुँचा देता है। यह कार्य 'सोडियम पंप' के द्वारा होता है।
- और अब यह रेशा विध्रुवीकरण की अगली तरंग के लिए तैयार हो जाता है।

इस प्रकार, तंत्रिका-आवेग विध्रुवीकरण और पुन:ध्रुवीकरण की एक अपने आप बनने वाली तरंग के रूप में होता है।



चित्र 17.5 तंत्रिका-आवेग का संवहन

(ख) अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) के पार-रासायनिक संकेतन

तंत्रिका-आवेग तंत्रिका-रेशे के जरिए चलता हुआ या तो अपने गंतव्य (पेशी या ग्रंथि) तक पहुँच जाता है ताकि उस पर क्रिया की जा सके, अथवा किसी अन्य न्यूरॉन की द्रुमिकाओं

टिप्पणी

(डेन्ड्राइटों) तक पहुँच जाता है ताकि उसे और आगे भेजा जा सके। इस संगम-स्थल को सिनैप्स/अंतग्रथन (synapse) कहते हैं। सिनैप्स के पार आवेग का संचरण एक रासायनिक प्रक्रिया द्वारा संपन्न होता है। आवेग जब ऐक्सॉन के अंतिम छोर पर पहुँचता है, तब निम्नलिखित घटनाएँ होती हैं–

– ऐक्सॉन के अंतिम छोर पर एक रसायन ऐसीटिलकोलीन (acetylcholine) निर्मुक्त होता है।

– ऐसीटिलकोलीन अगले न्यूरॉन को उद्दीपित कर देता है ताकि नया आवेग प्रारंभ हो सके।

– ऐसीटिलकोलीन वहाँ पर शीघ्र ही विघटित हो जाता है ताकि सिनैप्स अगले संचरण के लिए तैयार हो जाए।

यदि ऐक्सॉन के अंतिम सिरे दो या अधिक सहवर्ती न्यूरॉनों के डेण्ड्राइटों के साथ सम्पर्क बनाए हुए हों तो यह आवेग उन सभी में से चलता चला जाएगा।

'सर्व अथवा शून्य' नियम : यदि उद्दीपन पर्याप्त रूप में सशक्त रहा होता है। (जिसमें निम्नतम प्रभाव सीमा हो) कि उससे आवेग उत्पन्न हो सके, तो आवेग आरंभ हो जाएगा और अपनी गति के अनुसार चलता जाएगा। प्रभावहीन किसी उद्दीपन की वह कम-से-कम क्षमता होती है जिससे कि आवेग आरंभ किया जा सके।

यह गति उद्दीपन की क्षमता को बढ़ा देने से उतनी ही रहती है, अधिक नहीं बढ़ाई जा सकती।

17.6 प्रतिवर्त क्रिया Reflex action

प्रतिवर्त क्रिया शरीर में किसी उद्दीपन के कारण होने वाली स्वत: तीव्र और अनैच्छिक क्रिया होती है। उदाहरण के लिए–

- किसी गर्म तवे को अथवा किसी नुकीले काँटे को छूने पर आप तुरंत अपने हाथ को हटा लेते हो।
- किसी जाने-पहचाने स्वादिष्ट भोजन को केवल देखने अथवा सूँघने भर से आपके मुँह में पानी (लार) आ जाता है।

दो प्रकार के प्रतिवर्त – सरल और प्रानुकूली (conditioned)

प्रतिवर्त क्रिया के उपरोक्त दोनों उदाहरण मूलत: अलग-अलग प्रकार के हैं। पहला उदाहरण जन्मजात अथवा प्राकृतिक है जिसके लिए पहले की किसी जानकारी की कोई आवश्यकता नहीं है। इस प्रकार के प्रतिवर्तो को **सरल प्रतिवर्त** कहते हैं।

दूसरा उदाहरण बराबर प्राप्त की गई जानकारी पर आधारित है। इस उदाहरण में मस्तिष्क वास्तव में उस भोजन के स्वाद को याद रखता है और उसी के अनुरूप अचेतन अवस्था में कार्य करता है–ऐसे प्रतिवर्त को **प्रानुकूली प्रतिवर्त** कहते हैं।

(क) सरल प्रतिवर्त

- **पलक तुरंत बंद कर लेना**–किसी भी वस्तु को अचानक आँख की तरफ आते देखकर।

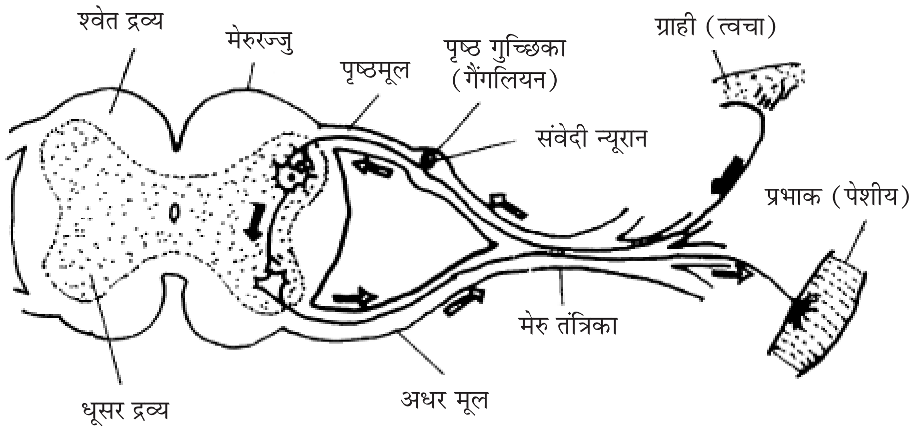
- **खाँसी आना**–निगाला हुआ भोजन भोजन नली में न जाने पर वायु नली में चले जाने पर।
- तेज प्रकाश में **नेत्र की पुतली सिकुड़** जाना।
- सोते हुए व्यक्ति का पैर गुदगुदाने पर, **पैर को झटका** मार देना।

(ख) प्रानुकूली प्रतिवर्त

- अचानक किसी को अपनी कार अथवा साइकिल आगे आते हुए देखकर **ब्रेक लगा देना**।
- किसी से बातें करते हुए भी **जूते में फीते** बाँध लेना।
- आपको झुकते हुए देखने पर, मानों आप मारने के लिए कोई पत्थर उठाने जा रहे हों, **कुत्ते का भाग जाना**।
- कक्षा में अध्यापक या अध्यापिका को प्रवेश करते हुए देखकर **आपका खड़े हो जाना**।

प्रतिवर्त-क्रिया की क्रियाविधि

कुछ प्रतिवर्त मस्तिष्क के जरिए होते हैं (प्रमस्तिष्क प्रतिवर्त) जैसे किसी वस्तु के पास आने पर पलकों का बंद हो जाना, जबकि अन्य प्रतिवर्त मेरुरज्जु के जरिए होते हैं (मेरु-प्रतिवर्त)। नीचे दिए गए आरेख (चित्र 17.6) में एक सरल मेरु-परिवर्तन-क्रिया का पथ निरुपित किया गया है:



चित्र 17.6 एक सरल प्रतिवर्त-क्रिया में तंत्रिका-पथ

इसमें पाँच आवश्यक भाग होते हैं।

उद्दीपन (चुभना, ताप, आदि)–संवेदी अंग में ग्राही मेरु तंत्रिका के पृष्ठ मूल में स्थित अभिवाही (संवेदी) तंत्रिका रेशे, जो आवेग को मेरु रज्जु तक लाते हैं–एक (प्रेरक) न्यूरॉन जो आदेश को मेरुतंत्रिका के आधार मूल में स्थित अपने अपवाही रेशों के जरिए–किसी पेशी अथवा किसी ग्रंथि तक पहुँचाते हैं।

मेरुरज्जु के भीतर अधिकांश रूप से अभिवाही रेशे और प्रेरक न्यूरॉन के बीच एक **मध्यवर्ती न्यूरॉन** मौजूद होता है।

पाठगत प्रश्न 17.3

1. यहाँ प्रतिवर्तों के कुछेक उदाहरण दिए गए हैं। बताइए कि इनमें से कौन-से सरल प्रकार के हैं और कौन-से प्रानुकूली प्रकार के–

   (i) घुटने का झटकना

   ....

   (ii) पसंदीदा भोजन को देखकर मुँह में लार आना

   ....

   (iii) बातचीत करते समय जूते के फीते बाँधना

   ....

   (iv) आँखों पर तेज रोशनी पड़ने पर पलकों का बंद हो जाना

   ....

   (v) अंधेरे में किसी कुंडलित रस्सी पर पैर पड़ जाने पर साँप का धोखा होना

   ....

17.7 संवेदी ग्राही अंग (ज्ञानेन्द्रियाँ) (Sense organs)

संवेदी अंग वे अंग होते हैं जिनके जरिए हम बाह्य पर्यावरण में होने वाले परिवर्तनों के बारे में जानकारी प्राप्त करते हैं। प्रत्येक संवेदी अंग में विशिष्ट संवेदी कोशिकाएं होती हैं जो उद्दीपनों को ग्रहण करती हैं और उनसे उत्पन्न होने वाले आवेगों को संबंधित तंत्रिका के जरिए मस्तिष्क अथवा मेरुरज्जु तक संप्रेषित कर देती हैं। मस्तिष्क आवेगों को अलग-अलग वर्गीकृत कर देता है, उनकी व्याख्या करता है और वांछित अनुक्रिया के लिए भेज देता है। मानवों में, प्ररूपत: पाँच ज्ञानेन्द्रियाँ होती हैं–देखने के लिए नेत्र, सुनने के लिए कान, सूँघने के लिए नाक, स्वाद के लिए जिह्वा और स्पर्श, पीड़ा, ताप आदि के लिए त्वचा।

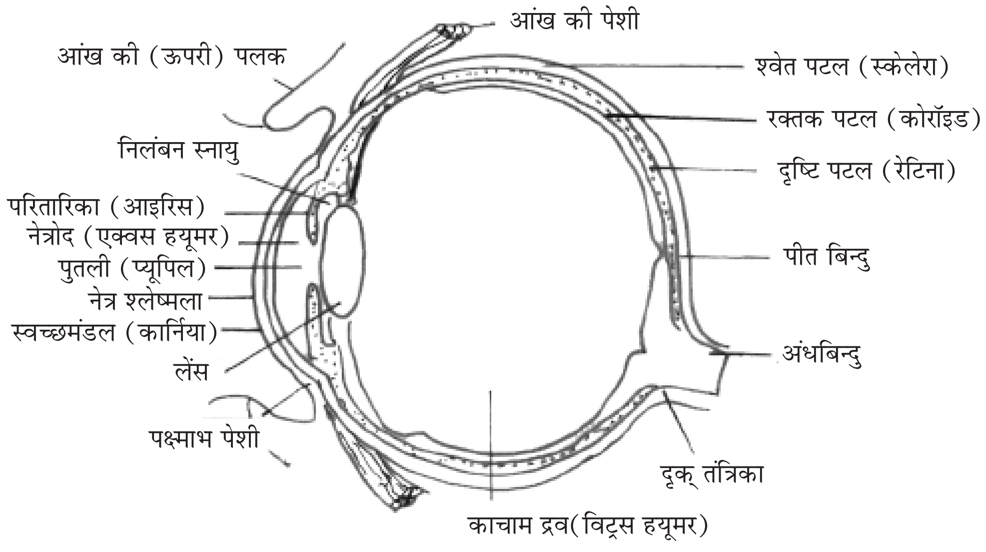
17.7.1 नेत्र (दृष्टि संवेद)

नेत्र आकृति में करीब-करीब गोलाकार होते हैं। सामने की तरफ जरा-सा उभरा हुआ और अस्थिल कोटर के भीतर मुक्त रूप से घूम सकते हैं। नेत्र एक खोखली गेंद की तरह होते हैं जिसके भीतर अनेक संरचनाएँ होती हैं। (चित्र 17.7)।

नेत्र गोलक की भित्ति में तीन परतें होती हैं–स्कलेरा (श्वेतपटल), कोरॉइड (रक्तक पटल) और रेटिना (दृष्टि पटल)।

- **स्क्लेरा** (Sclera) सबसे बाहरी कड़ी सफेद परत होता है। सामने की तरफ यह अविच्छिन्न रूप से पारदर्शी स्वच्छमंडल कॉर्निया (cornea) से जुड़ी होती है।

- **कोरॉइड** (Choroid) बीच की परत होती है। यह योजी ऊतक की बनी होती है जिसमें रुधिर वाहिनियों का सघन जालक विद्यमान होता है। इसकी भीतरी सतह गहरे भूरी अथवा काली होती है। यह परावर्तन नहीं होने देती अन्यथा जिससे प्रतिबिम्ब की स्पष्टता गड़बड़ा जाती है।



चित्र 17.7 नेत्र की ऊर्ध्वाधर काट

- **दृष्टि पटल** (रेटिना–Retina) : सबसे भीतरी संवेदी परत रेटिना में दो प्रकार की संवेदी कोशिकाएँ होती हैं–**शलाकाएँ** (rodes) (ये धीमे प्रकाश के लिए संवेदी होती हैं) तथा **शंकु** (cones) (ये रंगों के लिए संवेदी होती हैं।
- **पीत-बिंदु** (Yellow spot), जो दृष्टि अक्ष पर स्थित होता है, वह स्थान है जहाँ सामान्य आँख में सबसे अच्छा दिखाई पड़ता है। जिसमें संवेदी कोशिकाएँ और उनमें भी विशेषकर शंकु कोशिकाएँ सर्वाधिक संख्या में पाई जाती है। शेष रेटिना में शलाकाएँ अधिक तथा शंकु कोशिकाएँ कम होती हैं।
- पीत बिंदु के तुरंत नीचे **अंध बिंदु** (blind spot) होता है। यह वह स्थान है जहाँ पर रेटिना की समस्त संवेदी कोशिकाओं से आने वाले तंत्रिका-तंतु एक साथ अभिसृत होकर **दृक-तंत्रिका** (Optic nerve) बनाते हैं, यहीं से यह तंत्रिका नेत्र गोलक से बाहर की ओर निकलती है। अंध बिंदु पर कोई संवेदी कोशिकाएँ नहीं होतीं और इसलिए इस बिंदु पर दिखाई नहीं पड़ता।

नेत्र के भाग :

आंतरिक रूप से नेत्र दो प्रमुख कक्षों में बँटा होता है और ये दोनों कक्ष लेंस के जरिए एक-दूसरे से अलग-अलग बने रहते हैं।

- **तरल कक्ष** (Aqueous chamber) : पहला भाग होता है जिसके भीतर एक जलीय तरल (नेत्रोद) (**ऐक्वस** हयुमर-Aqueous Humour) भरा होता है तथा एक पिछला भाग जिसके

भीतर गाढ़ी जैसी-जैसा काचाभ पदार्थ (काचाभ ह्यूमर vitreous humour, vitro = कांच) भरा होता है। ऐक्वअस ह्यूमर लेंस को नम बनाए रखता है और उसे शारीरिक झटकों से बचाता है। काचाभ पदार्थ नेत्र गोलक की आकृति को बनाए रखता है और रेटिना (दृष्टिपटल) का सुरक्षा करता है।

- **लेंस** (Lens) **:** आकृति में उभयोत्तल और अर्धठोस होता है। यह मुलायम जिलेटिनी ऊतक का बना होता है। यह निलंबन स्नायु से अपनी स्थिति में बना रहता है जो लेंस को पेशीय पक्ष्मभ काय से जोड़े रखता है। लेस की आकृति पर निलंबन-स्नायु के खिंचाव पर प्रभाव पड़ता है।

- **परितारिका (Iris) :** लेंस के सामने एक प्रकार का पर्दा होता है। यह काला, भूरा अथवा नीला हो सकता है। नेत्र का रंग आइरिस के रंग के ही कारण होता है। इसमें दो प्रकार की पेशियाँ होती हैं–वर्तुल पेशियाँ पुतली को सँकरा बनाने के लिए और अरीय पेशियाँ पुतली को फैलाने के लिए। पुतली का आकार अनैच्छिक रूप से कम-ज्यादा करने के लिए नेत्र में प्रवेश करने वाले प्रकाश की मात्रा को नियंत्रित किया जाता है। क्या आप सोच सकते हैं कि पुतली कब-कब चौड़ी हो जाती है और कब-कब सँकरी हो जाती है।

हम किस प्रकार देखते हैं :

- **प्रकाश का संप्रेषण :** वस्तु से परावर्तित प्रकाश किरणें पारदर्शी संरचनाओं में से होकर आँख में प्रवेश करती हैं, यानी नेत्र श्लेष्मला (कंजंक्टाइवा), स्वच्छमंडल (कॉर्निया), नेत्रोद, लेन्स तथा काचाभ तरल में से होकर।

- **प्रतिबिम्ब का बनना :** कॉर्निया की वक्रता से किरणें कुछ हद तक मुड़ जाती हैं, और लेंस उन्हें और ज्यादा मोड़ देते हैं जिससे एक प्रतिबिंब रेटिना के ऊपर बन जाता है।

- **प्रतिबिम्ब का स्वरूप :** प्रतिबिंब उल्टा एवं वास्तविक होता है।

- **तंत्रिका-आवेग का बनना और उसका संप्रेक्षण :** प्रतिबिंब की प्रकाश ऊर्जा संवेदी कोशिकाओं (शलाकाओं तथा शंकुओं) में रासायनिक परिवर्तन पैदा करती है। इन परिवर्तनों से तंत्रिका-आवेग बनते हैं जो दृक् तंत्रिका में से चलते जाते हुए मस्तिष्क में पहुँचते हैं।

- **अनुभूति :** हमारा मस्तिष्क प्रतिबिंब को अनेक प्रकार से समझता और उसका अर्थ निकालता है जैसे कि वह वस्तु को सीधा देखता है हालांकि रेटिना पर बनने वाला प्रतिबंब उल्टा होता है।

- **समंजन (फोकसन-Focusing)) :** रेटिना पर प्रतिबिंब के फोकस किए जाने को समंजन **(accommodation)** कहते हैं। फोकस करने का अर्थ है प्रत्यास्थ (elastic) लेन्स की वक्रता का परिवर्तन लाना है।

  - **दूर दृष्टि के लिए :** लेंस अधिक चपटा अथवा पतला हो जाता है; यह लेंस की सामान्य स्थिति होती है जिसे निलंबन स्नायुओं द्वारा तान कर रखा जाता है।

- **निकट दृष्टि के लिए :** पक्ष्माभ पेशियाँ जो वर्तुलकार होती हैं, संकुचित होकर नेत्र गोलक की परिधि को कम कर देती हैं। इससे निलंबन स्नायु पर खिंचाव कम हो जाता है और लेंस स्वयं अपनी प्रत्यास्थता के कारण मोटा (अधिक गोल) हो जाता है।

> सामान्य आँख सतत समंजन करती रहती है चाहे कोई चल रहा हो, खेल रहा हो अथवा केवल इधर-उधर देख ही रहा हो।

- **द्विनेत्री दृष्टि :** मानव सहित सभी प्राइमेट स्तनियों में दोनों आँखें सामने की ओर स्थित होती हैं। इस व्यवस्था से मस्तिष्क में प्रतिबिंबों का अतिव्यापन (एक-दूसरे के ऊपर आ जाना) होता है जिससे गहराई का बोध होता है (त्रिविमीय, 3-dimensional दृष्टि)।

नेत्र के तीन सामान्य दोष

1. **निकट दृष्टि** (Near-sightedness या Myopia)–इसमें व्यक्ति नजदीक की वस्तुओं को तो साफ-साफ देख लेता है मगर दूर की चीजों को ठीक से नहीं देख पाता। दूर की वस्तुओं का प्रतिबिंब रेटिना के आगे बनता है। यह दोष उपयुक्त अवतल लेंस के द्वारा ठीक किया जा सकता है (यह लेन्स या तो चश्में के फ्रेम में लगाए जा सकते हैं या कॉन्टेक्ट लेन्सों की तरह इस्तेमाल किए जा सकते हैं।

2. **दूर-दृष्टि** (Long sightedness या Hypermetropia)–ऐसे व्यक्ति दूर की वस्तुओं को तो साफ देख लेते हैं, लेकिन नजदीक की वस्तुओं को नहीं। इस दोष में निकट की वस्तुओं का प्रतिबिंब रेटिना के पीछे बनता है और इसका समाधान एक उपयुक्त उत्तल लेंस के इस्तेमाल से किया जाता है।

3. **मोतियाबिंद कैटेरेक्ट** (Cataract) – वह दशा है जिसमें लेंस सफेद अपारदर्शी हो जाता है (सामान्यतः उम्र के साथ-साथ)। इस प्रकार के लेंस को शल्य-क्रिया द्वारा निकाल दिया जाता है और या तो उसकी जगह पर एक अंतःनेत्री लेंस लगा दिया जाता है अथवा उपयुक्त चश्मा लगवा दिया जाता है।

पाठगत प्रश्न 17.4

1. नेत्र के निम्नलिखित भागों के कार्य बताइए :
   (i) परितारिका (आइरिस) ....
   (ii) पक्ष्माभी (सिलियरी) पेशियां ....
   (iii) तारा (प्यूपिल) ....
   (iv) दृष्टि पटल रेटिना ....
2. निम्नलिखित के नाम बताइए :
   (i) आँख का वह क्षेत्र जहाँ सबसे स्पष्ट दिखाई देता है
   ....

(ii) निकट-दृष्टि को सही करने के लिए इस्तेमाल किए जाने वाले लेन्स का प्रकार.

....

(iii) वह दशा जिसमें आँख का लेन्स अपारदर्शी सफेद हो जाता है

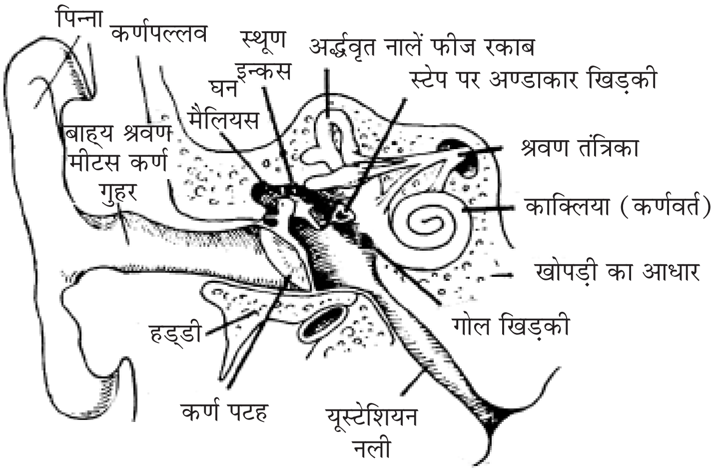
....

(iv) विभिन्न दूरियों पर स्थित वस्तुओं को फोकस किए जाने की आँख की क्षमता

....

17.7.2 कान–श्रवण और संतुलन का संवेद

कान दो संवेदी कार्य करता है : सुनने का और शरीर का संतुलन बनाए रखने का। कान के तीन प्रमुख भाग होते हैं–बाह्य कान, मध्य कान और भीतरी कान (चित्र 17.8)



चित्र 17.8 मानव का कान

बाह्य कान के निम्नलिखित भाग होते हैं :

– बाहर को उभरा हुआ कर्णपल्लव जिसके भीतर उपस्थि (कार्टिलेज) का आलम्ब होता है, यह ध्वनि तरंगों को भीतर की ओर को दिशा देता है।

– श्रवण नाल जिसमें से होकर ध्वनि-तरंगें कान के पर्दे (कर्णपटह झिल्ली, tympanic membrane) तक पहुँचती है।

मध्य कान निम्नलिखित से बना होता है :

- वायु से भरी एक कर्णपटह गुहा
- कर्णपटह अथवा कान का परदा
- तीन सूक्ष्म हड्डियाँ मैलियस (malleus, "घन, मुद्गर hammer"), "इंकस (incus, स्थूण "निहाई anvil") तथा स्टेपीज (stapes, रकाब, stirrup) होती हैं इन तीनों को सामूहिक रूप में

''कर्णास्थिकाएं (ear ossicles)'' कहते हैं। मैलियस कान के पर्दे से संपर्क बनाती है तथा स्टेपीज भीतरी कान की अंडाकार खिड़की (oval window) को छुए होती है।

- यूस्टेकी नली (Eustachian tube) कर्णपटह गुहा को ग्रसनी के साथ जोड़े रखती है। यह कान के पर्दे के दोनों ओर वायुदाब को समान बनाए रखने में सहायता करती है।

आंतरिक कान में प्रधानतः दो भाग होते हैं :

(क) **कर्णावर्त** (कॉक्लिया-Cochlea)–यह एक लंबी कुंडलित संरचना होती है जो कुछ-कुछ शंख की कुंडली की तरह की होती है। इसके कुल ढाई चक्र बने होते हैं। इसके भीतर की चक्कर खाती हुई गुहा झिल्लियों द्वारा पृथक् हुई तीन समांतर नलिकाओं अथवा नालों में विभाजित हो जाती है। इन नालों के भीतर एक तरल एंडोलिम्फ अंतःलसीका (endolymph) भरा होता है। बीच की नाल में सुनने से संबंधित संवेदी कोशिकाओं से युक्त क्षेत्र होते हैं जिन्हें कॉर्टी-अंग (Organ of corti) कहते हैं।

(ख) **प्रघ्राण** (vestibule)–इसका संबंध शरीर के संतुलन बनाए रखने से होता है।

– इसमें तीन **अर्ध वृत्ताकार नालें** होती हैं जो एक-दूसरे से समकोण बनाते हुए स्थित होती हैं, और एक भाग कॉक्लिया के साथ जुड़ा होता है और एक **दृति** (यूट्रिकुलस) और एक **गोणिका** (सैकुलस) में विभेदित होता है। प्रत्येक नाल का एक सिरा चौड़ा होकर एक **तुंबिका** (ampulla) बनाता है जिसके भीतर संवेदी कोशिकाएँ होती हैं और उनसे निकलने वाले तंत्रिका रेशे एक साथ मिलकर श्रवण तंत्रिका बनाते हैं।

सुनने की क्रियाविधि

– ध्वनि तरंगें श्रवण नाल में प्रवेश करती और कान के पर्दे को कंपित करती हैं।

– पर्दे के कंपन मेलियस में, फिर आगे इंकस में, फिर स्टेपीज में स्थानांतरित हो जाते हैं। इसके बाद स्टेपीज ध्वनि तरंगों को आगे अंडाकार खिड़की में पहुँचा देती है जिससे वह कंपन करने लग जाती है।

– ये कंपन कर्णावर्त (कॉक्लिया) के भीतर के तरल को गति प्रदान कर देते हैं। इस तरल की गति (स्पंदन) को कॉर्टी-अंग पकड़ लेते तथा तंत्रिका आवेगों के रूप में कॉक्लिया-तंत्रिकाओं में पहुँचा देते हैं। ये तंत्रिकाएँ आवेगों को मस्तिष्क तक पहुँचा देती है।

देह-संतुलन का बोध

स्थैतिक संतुलन (गुरुत्व के कारण)

शरीर की स्थिति में अथवा झुकने पर अर्धवृत्ताकार नालों के भीतर तरल गति करने लगता है। ये अर्धवृत्ताकार नालें विभिन्न समतलों में व्यवस्थित होती हैं। नाल की तुंबिका में स्थित संवेदी पक्ष्माभ (सिलिया) इन गतियों को ग्रहण कर लेते हैं और तब आवेग श्रवण-तंत्रिका तक पहुँचा दिए जाते हैं जहाँ से वे मस्तिष्क को भेज दिए जाते हैं।

गति करते समय संतुलन : दृति (यूट्रिकुलस) और गोणिका (सैकुलस) गतिज संतुलन का बोध करते हैं (जबकि शरीर गति कर रहा होता है)। जब भी शरीर में किस भी प्रकार की गति हो रही होती है, तब अंतर्लसीका (एंडोलिम्फ) में मौजूद कैल्सियम कार्बोनेट की बारीक-बारीक कणिकाएँ संवेदी रोमों को दबाने लगती हैं। इस प्रकार आवेगों को श्रवण तंत्रिका तक पहुँचा दिया जाता है।

17.7.3 जिह्वा और नाक (स्वाद और गंध के संवेद)

जिह्वा स्वाद के संवेद का बोध करती है और नाक गंध का। ये दोनों संवेद रासायनिक संवेद होते हैं और ये संपर्क में आने वाले रासायनिक पदार्थ की प्रकृति पर निर्भर होते हैं। स्वाद के मामले में पदार्थ का सीधे संवेदी स्वाद कलिकाओं के सपर्क में आने से संबंध है जबकि गंध के मामले में रसायन के अणु हवा द्वारा सांस के साथ भीतर आते हैं और नाक की संवेदी एपिथीलियम को उद्दीपित कर देती है।

17.7.4 त्वचा (स्पर्श तथा कुछ अन्य विविध संवेद)

त्वचा में विविध प्रकार की तंत्रिकाओं के अंतिम छोर मौजूद होते हैं। इनमें से कुछ का संबंध स्पर्श (हल्का-सा स्पर्श) से होता है, कुछ का गहरी दाब से और अन्यों का ठंड, ताप और पीड़ा से होता है।

भूख का संवेद आमाशय की भित्ति में स्थित ग्राही अंगों से होता है। प्यास का संवेद ग्रसनी में स्थित तंत्रिकाओं के उद्दीपित होने के कारण होता है। थकान का संवेद पेशियों में स्थित होता है।

पाठगत प्रश्न 17.5

1. कान का कौन-सा भाग कार्य करता है, जब

   (i) कोई व्यायामी (या व्यायाम करने वाला) (जिमनास्ट) संतुलन के विविध प्रकार के करतब दिखा रहा होता है।

   ....

   (ii) आप गाना सुन रहे हों।

   ....

2. निम्नलिखित के नाम बताइए :

   (i) कान का वह भाग जिसमें कर्णपल्लव ध्वनि-तरंगों को भेजता है।

   ....

(ii) संतुलन का वह प्रकार जिसका संबंध अर्धवृत्ताकार नालों से होता है।

....

(iii) वे कोई दो संवेद जिन्हें त्वचा में स्थित तंत्रिकाओं के युक्त छोरों से महसूस किया जाता है।

....

17.8 हॉर्मोनों के द्वारा समन्वय : अंत:स्रावी तंत्र

हार्मोनों का स्राव शरीर में स्थित विशिष्ट कोशिकाओं अथवा ग्रंथियों द्वारा होता है उन्हें अंतस्रावी ग्रंथियाँ कहा जाता है। हार्मोन और उन्हें रुधिर द्वारा उनके लक्ष्य स्थलों तक पहुँचाया जाता है। उनका प्रभाव केवल एक या अधिक भागों में होता है। अधिकांश हॉर्मोनों का स्राव विशिष्ट ग्रंथियों द्वारा होता है जिन्हें अंत:स्रावी ग्रंथियाँ (Endocrine glands ग्रीक endo (endon = within भीतर, अंदर + crime (Krinein = seperate, अलगण स्रवण) कहते हैं, जिसका अर्थ होता है 'आंतरिक रूप में स्रवण'। इन्हें वाहिकाहीन ग्रंथियाँ भी कहते हैं क्योंकि इनके स्राव सीधे ही रुधिर में छोड़ दिए जाते हैं और उनका परिवहन नालिकाओं द्वारा नहीं होता। कुछेक हॉर्मोन अन्य ग्रंथियों अथवा शरीर के अन्य भागों द्वारा उत्पन्न होते हैं, उदाहरण के लिए आमाशय और ग्रहणी।

17.8.1 हॉर्मोनों की प्रकृति और प्रकार्य

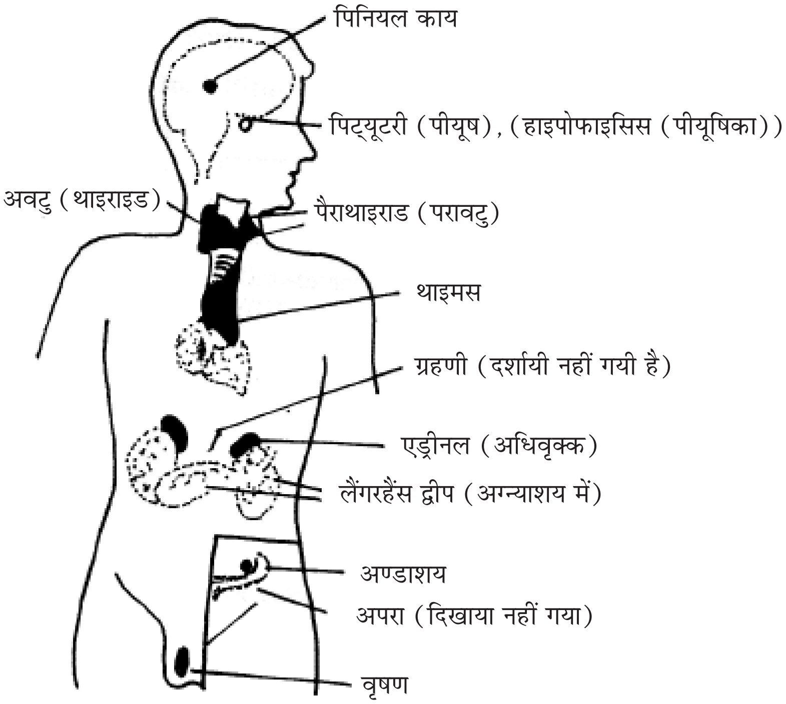
- हॉर्मोनों को उनके स्रोत भागों से सीधे ही रुधिर में छोड़ दिया जाता है।
- रुधिर इन हॉर्मोनों को उन लक्ष्य अंगों तक पहुँचा देता है जो उनके प्रति अनुक्रिया करते हैं।
- हॉर्मोन शरीर क्रियात्मक प्रक्रियाओं का नियमन करते हैं।
- ये बहुत कम मात्रा में उत्पन्न होते हैं और जीव वैज्ञानिक दृष्टि से बहुत सक्रिय होते हैं। उदाहरण के लिए, ऐड्रीनलिन 3000 लाख भागों में 1 की सांद्रता पर वह सक्रिय बना रहता है।
- हॉर्मोनों की अधिकता और कमी, दोनों ही से गंभीर विकार उत्पन्न हो सकते हैं।
- रासायनिक दृष्टि से, हॉर्मोन जल में घुलनशील प्रोटीनें (पेप्टाइड) ग्लाइको प्रोटीनें और ऐमीन हो सकते हैं, अथवा लिपिड में घुलनशील स्टीरॉयड हो सकते हैं।
- हॉर्मोनों की अतिरिक्त मात्रा शरीर में संचित नहीं रहती और उत्सर्जित कर दी जाती है।

17.8.2 हॉर्मोन- स्रावणकर्ता–अंत:स्रावी ग्रंथियाँ

मानवों के एक दर्जन से भी अधिक ऊतक एवं अंग हैं जो हॉर्मोन उत्पन्न करते हैं। इनमें से अधिकांश को चित्र 17.9 में दिखाया गया है। इनको दो श्रेणियों में बाँटा गया है।

(क) **सिर्फ (मात्र) अंत: स्रावी :** पीयूष, अवटु (थायरॉयड), परावटु (पैराथायरॉयड), थायमस और अधिवृक्क (ऐड्रीनल)।

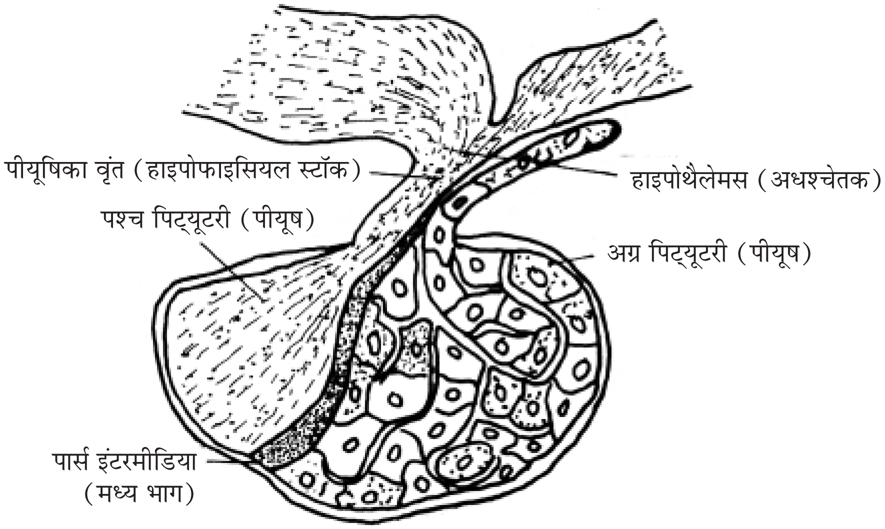
(ख) अंशत: अंत: स्रावी : अग्न्याशय, जठर और ग्रहणी, उपकला (एपिथीलियम), जनद (गोनड) (पुरुषों में वृषण और स्त्रियों में अंडाशय) और स्त्रियों में अपरा (पलैसेंटी)।



चित्र 17.9 मानव शरीर की प्रमुख अंत: स्रावी ग्रंथियों की स्थिति।

1. पीयूष–एक मास्टर ग्रंथि (Pituitary gland)

पीयूष ग्रंथि जिसे पीयूषिका (हाइपोफिसिस) भी कहते हैं (चित्र 17.9) : एक छोटे–से बर्हिवेशन (लगभग मटर के दाने के बराबर) होता है जो मध्य मस्तिष्क के आधार पर से



चित्र 17.10 पीयूष ग्रंथि

टिप्पणी

लटका हुआ होता है। यह पीयूष वृंत के जरिए मस्तिष्क के अधश्चेतक (अध: + चेतक) (हाइपोथैलैमस) से जुड़ा हुआ होता है। हाइपोथैलैमस, हालांकि मस्तिष्क का ही एक भाग होता है, कुछ अन्य हॉर्मोनों का भी स्राव करता है।

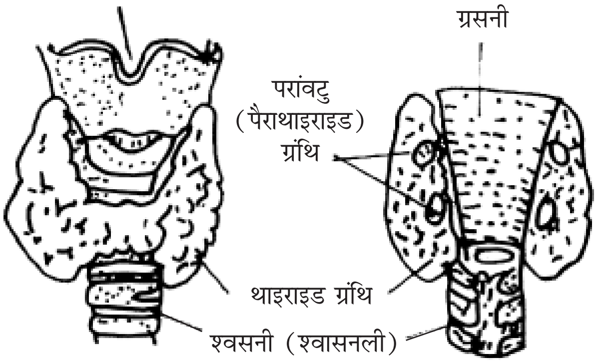
पीयूष ग्रंथि अन्य अधिकतर अंत:स्रावी ग्रंथियों का नियंत्रण करती है। इसमें दो स्पष्ट भाग होते हैं: अग्र पीयूष और पश्च पीयूष । इन दोनों भागों से उत्पन्न होने वाले विभिन्न हार्मोनों और उनकी क्रियाओं का तालिका 17.2 में सूचीब) किया गया है।

तालिका 17.2 पीयूष ग्रंथि के हॉर्मोन और उनकी क्रिया; इन हॉर्मोनों के अतिस्रवण और अल्पस्रवण से होने वाली अपसामान्यताएँ

स्रोत	हॉर्मोन	क्रिया और उत्पन्न होने वाली अपसामान्यताएँ
पीयूष की अग्र पालि	वृद्धि-हॉर्मोन (GH), जिसे सोमैटोट्रॉफिक हार्मोन (STH) भी कहते हैं।	संपूर्ण शरीर की, विशेष रूप से कंकाल की वृद्धि को बढ़ावा देता है। बचपन में इसके कम मात्रा में स्रवण से बच्चा बौना (dwarfism–बौनापन, वामनता) रह सकता है; इसके अधिक मात्रा में स्रवण में वयस्क में भीमकायताए अतिकायता, (acromegaly) उत्पन्न कर सकता है।
	ट्रॉफिक हॉर्मोन (जो अन्य अंत:स्रावी ग्रंथियों को उद्दीपित करते हैं)	1. थायरॉयड-उद्दीपक हॉर्मोन (TSH) जो थायरॉयड ग्रंथि को उद्दीपित करता है।
		2. ऐड्रीनोकॉर्टिकोट्रॉफिक हॉर्मोन (ACTH) जो अधिवृक्क (ऐड्रीनल) वल्कुट को उद्दीपित करता है।
	जनदप्रभावी (गोनेडोट्रॉफिक) हॉर्मोन	3. पुटक (फॉलिकिल) उद्दीपक हॉर्मोन (FSH) जो स्त्रियों में अंड-निर्माण और पुरुषों में शुक्राणु निर्माण का उद्दीपन करता है।
		4. पीतपिंडीकर (ल्यूटिनकारी) हॉर्मोन (LH) जो अंडोत्सर्ग को और कॉर्पस ल्युटियम के निर्माण को उद्दीपित करता है और यह हॉर्मोन मादा हार्मोन प्रोजेस्टेरॉन उत्पन्न करता है; LH वृषण को उद्दीपित करता है जो नर हार्मोन टेस्टेरॉन उत्पन्न करता है।
		5. प्रोलैक्टिन हॉर्मोन दुग्ध-उत्पादन को उद्दीपित करता है।
पीयूष की पश्चपालि	ऐंटीडायूरेटिक हॉर्मोन (ADH) अथवा वेसोप्रेसिन	वृक्क की नलिकाओं द्वारा पानी के अवशोषण को बढ़ा देता है (परासरण नियमन)। इस हॉर्मोन की कमी के कारण उदकमेह (उदक = पानी + मेह = मूत्र) (डायबिटीज इनसिपीडिस) नामक रोग हो सकता है।
	ऑक्सीटोसिन	बच्चे के जन्म के समय गर्भाशय के संकुचनों का उद्दीपन करता है।

थायरॉयड (Thyroid)

थायरॉयड द्विपालिक (दो पालिन्युक्त) संरचना है जो गर्दन के सामने वाले क्षेत्र में स्थित होती है (चित्र 17.11)। इसमें दो हॉर्मोनों का स्राव होता है : थायरॉक्सिन और कैल्सिटोनिन।



चित्र 17.11 अवटु (थॉयरॉयड) ग्रंथि

थायरॉक्सिन (Thyroxine) आधारी उपापचय अर्थात् कोशिकीय ऑक्सीजनन का नियमन करता है जिसके कारण ऊष्मा उत्पन्न होती हैं। यह वृद्धि और परिवर्धन, अस्थियों के अस्थीभवन, शरीर के तापक्रम, मानसिक विकास आदि का नियंत्रण करता है।

थायरॉक्सिन के अल्प स्रवण (हाइपोथायरॉयडिज़्म) से तीन विकार उत्पन्न हो जाते हैं–

- सरल गलगंड–थायरॉयड का विवर्धन जो गर्दन में एक सूजन के रूप में दिखाई देता है। यह विकार भोजन में आयोडीन की कमी के कारण उत्पन्न होता है, क्योंकि थॉयरॉयड के हॉर्मोनों के उत्पादन के लिए आयोडीन की आवश्यकता होती है।
- अवटुवामनता (cretinism = क्रेटीनता) शरीर की वृद्धि बहुत कम (वामनता) और मंद बुद्धि (मानसिक मंदता)।
- मिक्सीडेमा (Myxoedema) –चेहरे और हाथों पर सूजन आ जाना। ऐसा व्यक्ति सामान्य रूप से आलसी हो जाता है।

थायरॉक्सिन का अतिस्रवण : (हाइपरथॉयरॉयडिज़्म) के कारण एक्सोपथैल्मिक (बाहर की तरफ निकले हुए नेत्र) गलगंड हो जाता है। इस विकार के कारण उपापचयी दर बढ़ जाती है। हृदय-स्पंद तीव्र हो जाता है, दम फूलने लगता है, साँस हल्की पड़ जाती है, आँखें बाहर की तरफ निकल आती है और गर्दन में गलगंड बन जाता है।

कैल्सिटोनिन : यह रुधिर के कैल्सियम और फॉस्फेट के स्तरों का नियमन करता है। यदि रुधिर में कैल्शियम का स्तर अधिक है तो अधिक मात्रा में कैल्सिटोनिन का स्राव किया जाता है और तब कैल्शियम रुधिर में से निकलकर अस्थियों में चला जाता है और उन्हें अपेक्षाकृत कठोर बना देता है। रुधिर में विपरीत दशा में अर्थात् कैल्शियम स्तर के निम्न होने पर अस्थियाँ मुलायम पड़ जाती हैं।

3. परावटु (पैराथॉयरॉयड) (Parathyroid)

ये दो जोड़ी छोटी-छोटी ग्रंथियाँ होती हैं जो थॉयरॉयड ग्रंथि में पूर्णत: अथवा अंशत: अंत:स्थापित होती हैं। इनका हॉर्मोन यानि पैराथोर्मोन अस्थियों में से कैल्शियम के मोचन को उद्दीपित करके रुधिर में कैल्शियम के स्तर को बढ़ा देता है।

4. थाइमस (Thymus)

यह ग्रंथि गर्दन के आधार पर स्थित होती है। यह कुछ हॉर्मोनों को उत्पन्न करती है जो T–लसीकाणुओं के परिपक्वन से संबंधित होते हैं। यौवना रंभ के बाद यह अपुष्टि (एंट्राफी) यानी शोष होने लगता है।

5. अधिवृक्क (ऐड्रीनल) ग्रंथियाँ (Adrenal glands)

ऐड्रीनल एक जोड़ी ग्रंथियाँ होती हैं जो प्रत्येक वृक्क के ऊपर टोपियों के रूप में स्थित होती हैं। प्रत्येक ऐड्रीनल ग्रंथि दो भागों से बनी होती है : एक केन्द्रीय मध्यांश भाग और दूसरा परिधीय वल्कुट भाग।

ऐड्रीनल मध्यांश ऐड्रीनेलिन उत्पन्न करता है जो :

- हृदय-स्पंद को बढ़ा देता है जिसके साथ ही साथ रुधिरदाब में बढ़ जाती है।
- पेशियों के रुधिर-संभरण को तो बढ़ा देता है, जबकि अंतरांगों के रुधिर-संभरण को कम कर देता है।
- यकृत से अधिक शर्करा का निर्मुक्त करके रुधिर में पहुँचा देता है।

ऐड्रीनेल वल्कुट द्वारा स्रावित हॉर्मोन दो श्रेणियों के अंतर्गत आते हैं : ग्लूकोकोर्टिकॉयड और मिनेरलोकॉर्टिकॉयड।

(क) ग्लूकोकॉर्टिकॉयड, उदाहरण के लिए **कोर्टिसोन**

- तनाव की स्थिति में यह हॉर्मोन ऐमीनो अम्लों के डिऐमीनन (विऐमीनीकरण) के साथ-साथ यकृत की क्रिया के जरिए रुधिर में ग्लूकोज के स्तर को बढ़ा देता है। भुखमरी और लंबी अवधि तक चले उपवास के दौरान आवश्यक ग्लूकोस अंशत: इसी हॉर्मोन द्वारा उपलब्ध होता है।
- अत्यधिक गर्मी या सर्दी में, जलने पर, या संक्रमण होने पर तनाव की परिस्थितियों में यह हॉर्मोन शरीर को अनुकूलित बनाता है।
- कुछेक वल्कुटी हॉर्मोन सेक्स हॉर्मोनों की भांति कार्य करते हैं :
  - अल्पवयस्क बच्चे में ऐड्रीनल-वल्कुट की अतिवृद्धि के कारण कालपूर्व लैंगिक परिपक्वता आ जाती है।
  - वयस्थ (परिपक्व) (जवान) स्त्रियों में अधिवृक्क (ऐड्रीनल) वल्कुट की अतिवृद्धि के कारण नर लक्षण विकसित हो जाते हैं जैसे कि दाढ़ी आ जाना और भारी आवाज।
  - वयस्कों (परिपक्व पुरुषों) में ऐड्रीनल वल्कुट भी अतिवृद्धि के कारण कुछेक मादा-लक्षण विकसित हो जाते हैं, जैसे–स्तनों का बढ़ जाना।

(ख) मिनेरलोकॉर्टिकॉयड : उदाहरण के लिए ऐल्डोस्टेरॉन :

इस हॉर्मोन का संबंध शरीर में जल को बनाए रखने से है। यह हार्मोन वृक्कों में सोडियम और क्लोराइड आयनों के पुन: अवशोषण का बढ़ा देता है। रुधिर आयतन और रूधिर दाब बढ़ाने में ऐल्डोस्टोरॉन की भूमिका का अध्ययन पाठ 14 (14.3.6) में कीजिए।

6. अग्न्याशय (Pancreas)

अग्न्याशय अंत:स्रावी ग्रंथि के साथ-ही-साथ बहि:स्रावी ग्रंथि भी हैं। इसमें कोशिकाओं के विशिष्ट समूह होते हैं जिन्हें **लैंगरहेन्स के द्वीप** कहते हैं, जिसमें तीन प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं–**ऐल्फा कोशिकाएँ** (α-cells) जो ग्लूकैगॉन उत्पन्न करती हैं, **बीटा कोशिकाएँ** (β-cells)जो इंसुलिन उत्पन्न करती हैं और **गामा कोशिकाएँ** (γ-cells) जो सोमैटोस्टेटिन उत्पन्न करती हैं।

(i) **ग्लूकैगॉन :** यह यकृत में ग्लाइकोजन के ग्लूकोस में विघटन को उद्दीपित करता है जिससे रुधिर में शर्करा का स्तर बढ़ जाता है।

(ii) **इन्सुलिन :** यह दो प्रमुख कार्य करता है :

- यह शरीर की कोशिकाओं द्वारा ग्लूकोस के उपयोग को बढ़ावा देता है।
- यह रुधिर में अतिरिक्त ग्लूकोज को यकृत के भीतर ग्लाइकोजन के रूप में निक्षेपण को उद्दीपित करता है।

ग्लूकैगॉन और इन्सूलिन का प्रकार्य एक दूसरे के विपरीत होते हैं।

इन्सुलिन के स्रावित न होने पर अथवा अल्प मात्रा में स्रावित होने पर **डायबीटीज मेलिटस** (मधुमेह) नामक रोग हो जाता है (अतिग्लूकोसरक्तता-hperglycemia, जिसका अर्थ है रुधिर में सामान्य से अधिक शर्करा का होना)।

डायबिटीज से पीड़ित व्यक्ति :

- रुधिर में ग्लूकोस सामान्य मात्रा से अधिक होती है।
- अधिक मात्रा में शर्करा युक्त मूत्र त्यागता है।
- अधिक मूत्र त्यागने के साथ-साथ अधिक मात्रा में जल के बाहर निकल जाने से उसे ज्यादा प्यास लगती है
- वजन कम हो जाता है और वह कमजोर हो जाता हैं कुछ मामलों में वह अंधा भी हो सकता है।

इंसुलिन के अतिस्रवण के कारण अल्पग्लूकोसरक्तता-hypoglycemia अथवा रुधिर में शर्करा की कमी हो जाती हैं यदि रुधिर में शर्करा का स्तर बहुत कम हो जाता है तो व्यक्ति बेहोशी की अवस्था में भी आ सकता है।

(iii) **सोमैटोस्टेटिन** को वृद्धि-हॉर्मोन-संदमक हॉर्मोन (GHIH Growth Hormone-Inhibiting Hormone) भी कहते हैं क्योंकि इससे इसुंलिन और ग्लूकैगॉन के स्रवण का भी संदमन हो जाता है।

7. जनद (गोनड-Gonad) (जनन-ग्रंथियाँ : वृषण और अंडाशय)

वृषणों (Testes) जो पुरुषों में पाये जाते हैं, में दो प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं : शुक्राणु उत्पन्न करने वाली जनन-कोशिकाएँ और हॉर्मोन उत्पन्न करने वाली अंतराली (interstitial)

टिप्पणी

कोशिकाएँ। अंतराली कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न हॉर्मोनों को पुंजन **(ऐंड्रोजन)** कहते हैं और इनमें से सबसे सामान्य हॉर्मोन है **टेस्टोस्टेरॉन** का स्राव यौवनारंभ के समय होता है और तब वह नर लक्षणों के विकास को उद्दीपित करता है। इस दौरान शरीर में दो परिवर्तन आते हैं–एक तो चेहरे पर बाल आना और दूसरा आवाज का फट जाना व भारी होना।

अंडाशय **(Ovary)** जो स्त्रियों में पाए जाते हैं में दो प्रकार के हॉर्मोन उत्पन्न होते हैं–आईस्ट्रोजन और प्रोजेस्टेरॉन। ऐस्ट्रोजन का स्राव अंडाशय के पुटकों से होता है और वह वयस्क स्त्री में स्तनों के विकास एवं नितंबों पर वसा के निक्षेपण को उद्दीपित करता है। आईस्ट्रोजन निषेचित अंडे को धारण करने के लिए गर्भाशय की भित्ति को तैयार करता है।

प्रोजेस्टेरॉन का स्राव पीतक पिंड (कॉर्पस ल्यूटियम) (अंडाणु के निर्मोचन के बाद बचा हुआ पुटक) द्वारा होता है। यह हॉर्मोन गर्भावस्था के दौरान गर्भ को गर्भाशय में बने रहने के लिए तथा उसकी वृद्धि के लिए गर्भाशय की भित्ति में अंतिम परिवर्तन लाता है।

8. अपरा (Placenta)

गर्भवती स्त्री का अपरा कुछेक हॉर्मोन उत्पन्न करता है। इसमें से एक हॉर्मोन होता है मानव कोरिओनिक गोनैडोट्रोपिन (Human Chorionic Gonadotropin) (HCH), जो कॉर्पस ल्यूटियम की प्रोजेस्टेरॉन का लगातार स्राव करने की क्रिया को बनाए रखता है।

9. आमाशय और छोटी आंत से स्रावित होने वाले हॉर्मोन

(i) **गैस्ट्रिन** का स्राव आमाशय के पाइलोरिक सिरे की श्लेष्मा झिल्ली से होता है। जठर ग्रंथियों को जठर रस का स्राव करने के लिए उद्दीपित करता है।

(ii) **सेक्रेटिन** का स्राव ग्रहणी के अस्तर द्वारा होता है। यह अग्न्याशय के उत्पादन को उद्दीपित करता है, जबकि एक अन्य हॉर्मोन, **कॉलीसिस्टोकाइनिन,** पित्ताशय से पित्त के निर्मोचन को उद्दीपित करता है।

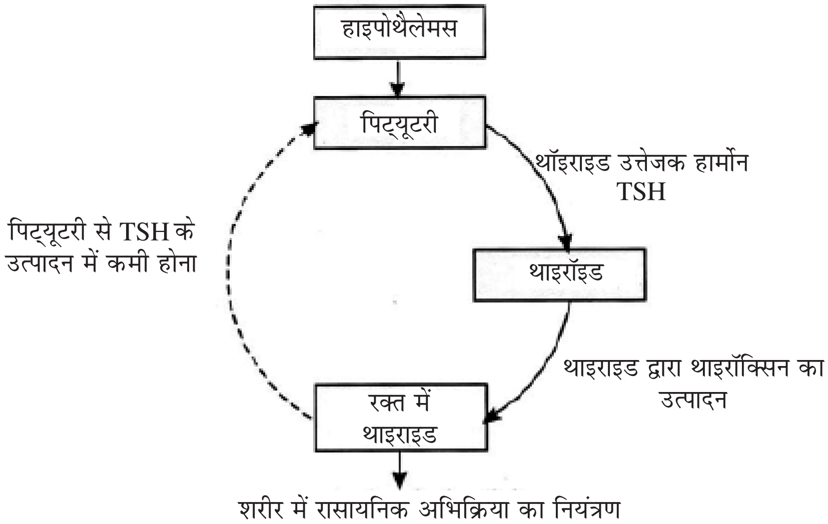
17.9 पुनर्भरण प्रणाली (हॉर्मोनों के स्रवण का नियंत्रण)

किसी अंतःस्रावी ग्रंथि द्वारा मोचन हॉर्मोन की मात्रा का निर्धारण इस बात पर निर्भर होता है कि किसी एक निर्दिष्ट समय पर शरीर में उस हॉर्मोन की कितनी आवश्यकता है। लक्ष्य ऊतक से निकलने वाला पदार्थ अपनी विशिष्ट अंतःस्रावी ग्रंथि पर प्रभाव डालता है। यह प्रभाव सकारात्मक (अधिक स्रवण करो) अथवा नकारात्मक ('स्रवण बंद अथवा कम करो') हो सकता है। इस कथन की व्याख्या थायरॉयड ग्रंथि का एक उदाहरण लेकर की जा सकती है।

थॉयरॉयड-सक्रियता की पुनर्भरण-प्रणाली (Feed back mechanism) (चित्र 17.11)

हाइपोथैलैमस एक हॉर्मोन TSH - RH (TSH अधश्चतेक मोचक हॉर्मोन) का स्राव करता है जो अग्र पीयूष ग्रंथि को TSH (थॉयरॉयड उद्दीपक हॉर्मोन) का स्राव करने का आदेश देता है। यह थायरॉयड को थायरॉक्सिन मोचन करने को उद्दीपित करता है। यह रुधिर में थॉयरॉक्सिन का स्तर बढ़ जाता है तो वह पीयूष ग्रंथि द्वारा TSH–मोचन को बंद करता है। यदि थॉयरॉक्सिन

का स्तर घट जाता है तो थाइरॉयड उद्दीपित हो जाता है और इसका स्रवण अधिक हो जाता है पुनर्भरण क्रियाविधि में सक्रियता की आरंभिक स्थिति में इसे सूचना प्राप्त होती है कि स्रवण जानी रखना है, या बढ़ाना है या कम करना अथवा बंद कर देना है।



चित्र 17.12 हॉर्मोन क्रिया में पुनर्भरण-प्रणाली
(सतत रेखा = उद्दीपन; टूटी रेखा = संदमन)

17.10 हॉर्मोनी और तंत्रिकीय समन्वय की तुलना

तालिका 17.2 में इन दोनों प्रकार की नियंत्रणकारी और नियमनकारी प्रणालियों के बीच कुछेक प्रमुख विभेदों को सूचीबद्ध किया है।

तालिका 17.2 हॉर्मोनी और तंत्रिकीय नियंत्रण में अंतर

गुण	हॉर्मोनी नियंत्रण	तंत्रिकीय नियंत्रण
1. सिग्नल का स्वरूप	सभी हॉर्मोन रासायनिक सिग्नल देते हैं।	तंत्रिका-आवेग विद्युत्-सिग्नल होते हैं। रासायनिक सिग्नल सिनैप्स पर होते हैं।
2. सिग्नल की स्पीड	मंद	तीव्र, 0.7 मीटर प्रति सेकंड और 120 मीटर प्रति सेकंड के बीच।
3. शरीर में प्रभाव	सामान्य प्रभाव। हॉर्मोन शरीर के अनेक अलग-अलग भागों को प्रभावित कर सकते हैं।	स्थानीकृत प्रभाव-केवल किसी विशिष्ट पेशी अथवा ग्रंथि पर प्रभाव पड़ता है।
4. वृद्धि पर प्रभाव	वृद्धि को प्रभावित कर सकता है।	वृद्धि पर कोई प्रभाव नहीं।

5. रूपांतरण की क्षमता	पूर्व अनुभव से सीखने के बाद रूपांतरण नहीं हो सकता।	पूर्व अनुभव से सीखने के बाद रूपांतरण संभव।
6. प्रभाव की अवधि	थोड़ी देर तक (अल्पकालिक) अथवा दीर्घकालिक	केवल थोड़ी देर तक

17.11 फेरोमोन (Pheromone) : सामाजिक स्तर पर रासायनिक दूत

फेरोमोन एक व्यष्टि द्वारा पर्यावरण में छोड़े जाने वाले वे स्राव होते हैं जो उसी स्पीशीज़ के अन्य सदस्यों में एक विशिष्ट प्रकार की अनुक्रिया पैदा कर देते हैं। फेरोमोनों के कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं :

- सामान्य चींटियाँ फर्श पर अथवा दीवार पर एक अनजाने रास्ते पर पदचिह्न बनाती हुई चलती हैं। यह मार्ग उनके शरीर से निकले स्रावों द्वारा बनता जाता है। इससे उन्हें अपने एक-दूसरे के पीछे-पीछे गन्तव्य स्थान तक पहुँचने में और वापस अपने बांबी तक ठीक-ठीक पहुँचने में भी मदद मिलती है।
- विछुब्ध होने पर, मधुमक्खियां अपने शरीर के पिछले भाग पर स्थित डंक और मुँह के भीतर स्थित चिबुकर्रास्थ (मैंडिबल) से एक ऐलार्म फेरोमोन निकालती है। इससे छत्ते की अन्य मधुमक्खियाँ हमले के लिए सचेत हो जाती हैं।
- एक विशेष शलभ की मादाएँ एक प्रकार का सेंट (गंध) निकालती हैं जो 3-4 किलोमीटर दूर से भी नर को आकर्षित कर सकता है।
- मादा चुहिया के एक झुंड में एक नर चूहे को प्रवेश करा देने पर मदचक्र (oestrus cycle) (अंडाशय के भीतर अंडों का परिवर्तन और अंडोत्सर्ग का चक्र) कम हो जाता है।
- एक भिन्न विभेद (strain) के अनजान चूहे को प्रवेश करा देने पर हाल ही में हुई गर्भवती मादाएँ गर्भपात करा देती हैं। अनजान चूहे के फेरोमेन का स्रोत उसके मूत्र में होता है।

पाठगत प्रश्न 17.6

1. निम्नलिखित के नाम बताइए :

   (i) गर्दन का वह अंग जिसके समीप में थायरॉयड ग्रंथि स्थित होती है।

   ....

   (ii) थॉइरॉक्सिन के अतिस्रवण से उत्पन्न स्थिति।

   ....

(iii) खतरों का सामना करने के लिए व्यक्ति की तैयारी करने वाला हार्मोन।

....

(iv) मूत्र में अधिक ग्लूकोस निकाले जाने की स्थिति।

....

(iv) ADH स्रावित करने वाली स्रोत ग्रंथि।

....

(v) फेरोमोन क्या होते हैं?

....

आपने क्या सीखा?

- किसी जीव के शरीर के भीतर होने वाले विभिन्न क्रिया-कलाप का समन्वय दो तंत्रों द्वारा होता है–तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र।
- तंत्रिका तंत्र में एक केन्द्रीय तंत्रिका तंत्र (मस्तिष्क और मेरुरज्जु) परिधीय तंत्रिका तंत्र (कपाल और मेरु तंत्रिकाएँ) और स्वायत्त तंत्रिका तंत्र से बना होता है।
- स्वायत्त तंत्रिका तंत्र में गुच्छिकाओं की शृंखला की एक जोड़ी होती है जो मेरुरज्जु के पार्श्व में स्थित होती है। प्रमुखत: इस तंत्र का संबंध अंतरांगों के सामान्य कार्यों से होता है।
- प्रमस्तिष्क मस्तिष्क का सबसे बड़ा भाग होता है और यही भाग बुद्धि का केन्द्र भी होता है।
- अनुमस्तिष्क संतुलन का अंग होता है।
- मेडुला ऑब्लांगेटा साँस लेने तथा हृद्-स्पंद का नियंत्रण करता है।
- मेरुरज्जु सरल प्रतिवर्ती क्रियाओं का केन्द्र होती है।
- नेत्र की संवेदी परत दृष्टिपटल (रेटिना) कहलाती है जो शलाकाओं (कम प्रकाश के प्रति संवेदी) और शंकुओं (तीव्र प्रकाश के प्रति तथा रंगीन दृष्टि के लिए संवेदी) से बनी होती है।
- आंतरिक कान दो कार्य करते हैं–एक तो कर्णावर्त्त द्वारा ध्वनि-बोध और दूसरे अर्धचंद्राकार नालों, दृति (यूट्रिकुलस) और गोणिका (सैकुलस) द्वारा शरीर के संतुलन में गड़बड़ी का बोध।
- नाक, वायु द्वारा लाए जाने वाले रसायनों से होने वाले रासायनिक उद्दीपनों का अनुभव करती है, और जिह्वा उनके साथ सीधे संपर्क करके अनुभव करती है।
- त्वचा पर स्पर्श, पीड़ा, ताप, ठंड आदि की ग्राही कोशिकाएँ मौजूद होती हैं।

- रासायनिक समन्वय वाहिनीहीन ग्रंथियों द्वारा उत्पन्न हॉर्मोनों के जरिए होता है। ये हॉर्मोन रुधिर द्वारा लाए ले जाए जाते हैं तथा लक्ष्य कोशिकाओं अथवा अपने स्रोत से दूर स्थित अंगों पर किया करते हैं।
- तंत्रिका तंत्र और अंत:स्रावी तंत्र के बीच एक घनिष्ट संबंध होता है। इस संबंध की जानकारी पीयूष ग्रंथि और मस्तिष्क के अधश्चेतक (हाइपोथैलेमस) के बीच होने वाली प्रक्रिया से स्पष्ट हो जाती है।
- हमारी अंत:स्रावी ग्रंथियों में ये शामिल हैं–पीयूष ग्रंथि, अवटु (थॉयरॉयड) ग्रंथि, परावटु (पैराथायरॉयड) ग्रंथि, थाइमस ग्रंथि, जनद (ऐड्रीनल) ग्रंथि, अग्न्याशय, गोनड और अपरा।
- पीयूष ग्रंथि सर्वथा अन्य सभी अंत:स्रावी ग्रंथियों के क्रिया-कलाप का नियंत्रण और नियमन करती है।
- हॉर्मोनों के अल्पस्रवण और अतिस्रवण दोनों में ही दुष्प्रभाव होते हैं।
- हमारे रुधिर में हॉर्मोनों के स्तर का नियंत्रण सामान्यत: पुनर्भरण-प्रणाली द्वारा होता है।
- फेरोमोन बाहरी स्राव होते हैं जो उसी प्रजाति (स्पीशीज़) के अन्य व्यष्टियों में अनुक्रिया उत्पन्न करते हैं।

पाठांत प्रश्न

1. तंत्रिका तंत्र के दो भागों के नाम बताइए।
2. धूसर द्रव्य क्या होता है।
3. उस रसायन का नाम बताइए जो अंतर्ग्रथन (सिनैप्स) के पार तंत्रिका-आवेग के संचारण में सहायक होता है।
4. संवेदी तंत्रिकाओं के दो उदाहरण बताइए।
5. रेटिना के क्रमश: उन स्थलों के नाम बताइए जहाँ सबसे अच्छा दिखाई देता है और जहाँ कुछ भी दिखाई नहीं देता।
6. कान में यूस्टैकी नली की क्या भूमिका होती है?
7. उस हॉर्मोन का तथा उसकी स्रोत ग्रंथि का नाम बताइए जिसकी कमी होने पर उदकमोह (डयाबीटीज इन्सीपीडस) हो जाता है।
8. फेरोमोन क्या होते हैं?
9. उस घटना का नाम बताइए जो तंत्रिका रेशे के उद्दीपित होने के तुरंत बाद घटती है, और उसकी व्याख्या भी कीजिए।
10. क्या अंत:स्रावी ग्रंथियाँ और वाहिनीहीन ग्रंथियाँ एक ही होती हैं? इनका कोई एक उदाहरण लिखिए।
11. मानवों में प्रानुकूली प्रतिवर्त के किसी एक उदाहरण का वर्णन कीजिए।

12. मेडुला ऑब्लॉगेटा के कार्यों की सूची बताइए।
13. अनुकंपी और पराअनुकंपी तंत्रिका-तंत्रों के बीच अंतर बताइए।
14. इंसुलिन के दो प्रमुख कार्य क्या हैं?
15. निम्नलिखित शब्दों की व्याख्या कीजिए–(i) अंतर्ग्रंथन (सिनैप्स), (ii) उद्दीपन, (iii) आवेग।
16. मध्य कान के भीतर अस्थियों की व्यवस्था को दर्शाने वाला एक आरेख बनाइए।
17. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :
    (i) मायोपिया (निकटदृष्टिता)
    (ii) स्वाद मुकुलें
    (iii) नेत्र-समंजन
18. बताइए कि किस प्रकार अनुकंपी और पराअनुकंपी तंत्रिका-तंत्र निम्नलिखित पर अलग-अलग प्रकार से क्रिया करते हैं :

(i) नेत्र की पुतली (pupil) और (ii) मूत्राशय

19. मेरुरज्जु की अनुप्रस्थ काट का और उससे संबंधित सरल प्रतिवर्त के तंत्रिकीय परिपथ का एक चिह्नित आरेख बनाइए।
20. हमारे नेत्रों में पक्ष्माभी पेशियों की भूमिका की व्याख्या कीजिए।
21. थाइरॉक्सिन स्राव का उदाहरण देते हुए बताइए कि पुन:र्भरण प्रणाली का क्या अर्थ है?

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

17.1
1. चित्र 17.1 पृष्ठ 337
2. (क) अधिग्रसनी गुच्छिका
   (ख) अधोग्रसनी गुच्छिका
3. ऊदर तंत्रिका रज्जु
4. प्रमस्तिष्क, अनुमस्तिष्क, मेडुला ऑब्लॉगेटा, थैलेमस और हाइपोथैलेमस।
5. (i) प्रमस्तिष्क–बुद्धि, सोच, तर्क, याददाश्त (स्मरण)
   (ii) अनुमस्तिष्क–संतुलन, पेशी-समन्वय
   (iii) मेडुला ऑब्लॉगेटा–अनैच्छिक क्रियाएँ
   (iv) अधश्चेतक (हाइपोथैलेमस)–समस्थापन
6. धूसर द्रव्य–न्यूरॉन की कोशिका-कायों/पिंडों का बना होता है
   श्वेत द्रव्य–ऐक्सॉन रेशों का बना होता है
7. सेरीब्रोस्पाइनल तरल (प्रमस्तिस्क मेरू तरल)

17.2 1. अनुकंपी तंत्रिका-तंत्र और परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

2. (i) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(ii) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(iii) अनुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(iv) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

(v) परानुकंपी तंत्रिका-तंत्र

3. क्योंकि यह शरीर की परिधि (सतह) को जोड़ता है।

4. संवेदी = अभिवाही, प्रेरक = अपवाही

17.3 1. (i) सरल, (ii) प्रानुकूली, (iii) प्रानुकूली,

(iv) सरल, (v) प्रानुकूली

17.4 1. (i) पुतली को संकुंचित करता है और विस्फारित करता है।

(ii) निकट दृष्टि/संकुचित करके लेंस को मोटा बना देने में मदद करता है।

(iii) नेत्र के भीतर आने वाली प्रकाश की मात्रा का नियंत्रण करता है।

(iv) नेत्र-गोलक की आकृति को बनाए रखता है और पुतली को सुरक्षा प्रदान करता है।

2. (i) पीत बिंदु, (ii) अवतल लेंस,

(iii) मोतियाबिंद, (iv) समंजन

17.5 1. (i) प्रघाण, (ii) कर्णावृत

2. (i) कर्ण कुहर, (ii) स्थैतिक संतुलन,

(iii) स्पर्श/दाब/गर्माहट/ठंडक

17.6 1. (i) कंठ, (ii) क्रेटिनता, (iii) ऐड्रीनलिन,

(iv) मधुमेह, (v) पश्च पीयूष ग्रंथि।

2. फेरोमोन एक व्यष्टि द्वारा स्रावित एक रसायन होता है जो पर्यावरण में छोड़ दिया जाता है और जो उसी प्रजाति (स्पीशीज) के अन्य सदस्यों में एक अनुक्रिया उत्पन्न कर देता है।

18

समस्थापन : स्थायी अवस्था

पिछले पाठ में आपने तंत्रिका तंत्र के बारे में पढ़ा। आपने देखा कि किसी वांछित प्रभाव अथवा परिवर्तन को लाने में किस प्रकार हमारा शरीर समन्वित रूप से कार्य करता है ताकि वह सुचारु ढंग से अपना कार्य कर सके। आपने हार्मोन के बारे में भी सीखा और जाना कि किस प्रकार हमारे शरीर को पता चलता है कि शरीर के भीतर होने वाले किसी कार्य को कब आरंभ किया जाए, कब काम में तेजी लाई जाए, कब मंद गति लायी जाए और कब काम करना बंद किया जाए। इस पाठ में आप समस्थापन (Homeostasis) नामक परिघटना के बारे में पढ़ेंगे, जिसका अर्थ है साम्यावस्था (Steady State) बनाए रखना। समस्थापन हमारे शरीर के भीतर विविध आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए काम करता है और ऐसी ही एक आवश्यकता है तापमान का नियमन की जिसे ताप नियमन (Thermo-regulation) कहते हैं। इस पाठ में प्रधान रूप से ताप नियमन के विभिन्न पहलुओं पर चर्चा की गई है।

उद्देश्य

इस पाठ के अध्ययन के समापन के पश्चात् आप :

- *'समस्थापन' शब्द की परिभाषा और शरीर में उसकी आवश्यकता की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *'ताप-नियमन' शब्द की व्याख्या कर सकेंगे और शरीर में उसकी आवश्यकता की युक्तिसंगतता बता सकेंगे;*
- *बाह्ययोष्मी (ectotherms–ecto = बाहय + therm = ताप, ऊष्मा) और आंतरोष्मी (endot-herms– endo = आंतर, अंदर + therm ऊष्मा) में अंतर कर सकेंगे;*
- *ताप-नियमन में निहित शरीर के भागों की सूची तैयार कर सकेंगे और ताप उत्पादन तथा ताप क्षय में उनके योगदान की व्याख्या कर सकेंगे;*
- *हमारे शरीर के प्रमुख ताप नियामक केन्द्र का नाम बता सकेंगे और बता सकेंगे कि वह कैसे कार्य करता है;*
- *'पुनर्भरण' शब्द की व्याख्या कर सकेंगे और सकारात्मक तथा निषेधात्मक (नकारात्मक) पुर्नभरण प्रणालियों के बीच अंतर बता सकेंगे।*

18.1 समस्थापन की संकल्पना

समस्थापन (homeostasis – ग्रीक homeo = समान, stasis = अवस्था) वह परिघटना है जिसमें शरीर अपनी प्रक्रियाओं का नियमन करता रहता है ताकि शरीर की आंतरिक परिस्थितियाँ यथासंभव रूप से स्थायी बनी रहें। समस्थापन इसलिए भी आवश्यक है क्योंकि शरीर की कोशिकाओं को ठीक प्रकार से कार्य करने के लिए अपने चारों ओर उपयुक्त परिस्थितियों की आवश्यकता होती है। इन परिस्थितियों में शामिल हैं–कोशिकाओं के भीतर रसायनों की उचित सांद्रता, उचित तापमान और एक समुचित pH (क्षारकता अथवा अम्लता की मात्रा), इत्यादि। लेकिन हमारे शरीर के भीतर और अन्य जीवों के भीतर भी ये परिस्थितियां एक सीमित परिसर के भीतर घटती-बढ़ती रहती हैं। इस परिसर के बाहर किसी भी परिवर्तन के लिए सहनशीलता विभिन्न जीवों में अलग-अलग होती हैं। इस प्रकार के परिवर्तनों को सह सकने के लिए जीव अनेक प्रकार के उपाय करते हैं।

आइए, समस्थापन (जैव साम्यावस्था) की संकल्पना को थोड़ा बेहतर ढंग से समझने के लिए मानवों के निम्नलिखित पाँच उदाहरणों पर विचार करें :

उदाहरण 1 : जल पीना 'स्थिर स्थायी जल-संतुलन' बनाए रखना:

सभी प्रकार के मौसमों में, आपके रुधिर में तथा शरीर के अन्य तरल पदार्थों में जल की एक विशिष्ट प्रतिशतता बनाए रखना जरूरी है। यदि शरीर में जल का आयतन बढ़ने लगता है तो जल की अतिरिक्त मात्रा मूत्र के साथ बाहर निकाल दी जाती है और यदि जल की मात्रा कम होने लगती है तो जल को आवश्यकता के अनुसार भीतर ही रोक लिया जाता है। इस प्रकार, शरीर अपने भीतर जल की स्थिर अवस्था (समस्थापन) को बनाए रखता है।

बहुत अधिक गर्मियों में, आपको बार-बार प्यास लगती है। आप खूब पानी या ठंडे पेय पदार्थ भी पीते हो, फिर भी आपको पेशाब कम आता है। जो भी पेशाब किया जाता है वह सांद्रित होता है। ऐसा इसलिए होता है क्योंकि गर्मियों में आप पसीने के जरिए अपने शरीर से काफी पानी बाहर निकाल देते हो, लेकिन आपके शरीर को पानी की सामान्य प्रतिशतता बनाए रखने की आवश्यकता तो होती ही है। अत: कम मात्रा में और सांद्र पेशाब करने से पानी को शरीर के भीतर ही रोक लिया जाता है।

सर्दियों में आपको प्यास कम लगती है। आप ज्यादा पानी नहीं पीते हो, लेकिन हो सकता है कि शरीर को गर्म बनाए रखने के लिए आप गर्मागर्म चाय-कॉफी पीते हो। इन दिनों आपको पेशाब भी अधिक आता है और इस पेशाब में पानी की मात्रा भी अधिक होती है अर्थात् पेशाब तनु होता है।

उदाहरण 2 : चीनी खाइए और खून में शर्करा का स्तर स्थिर कीजिए :

मान लीजिए कि आप भोजन में पेय पदार्थों और मिठाईयों के साथ अधिक मात्रा में चीनी का सेवन कर रहे हैं। यह मानते हुए कि आप अन्यथा सामान्य हैं, आपका शरीर चीनी की इस अधिक मात्रा (रुधिर में सामान्य प्रतिशतता से अधिक) का निपटान उसे यकृत में **ग्लाइकोजन** के रूप में संचित करके कर लेता है।

किसी अन्य समय पर, यदि आप उपवास कर रहे हैं, अथवा अत्यधिक शारीरिक परिश्रम कर रहे हैं, तब आपकी रुधिर-शर्करा तेजी के साथ खर्च हो रही है। ऐसे समय पर यकृत अपने भीतर संचित ग्लाइकोजन को वापस प्रयोज्य रूप में अर्थात् ग्लूकोस के रूप में बदल देता है ताकि कम होती जाती शर्करा की मात्रा पूरी हो जाए और रुधिर-शर्करा का स्तर सामान्य हो जाए।

उदाहरण 3 : रुधिर-क्षारकता की स्थिर अवस्था को सामान्य बनाए रखना:

कभी-कभी आप अपने भोजन में ज्यादा नमक (सोडियम क्लोराइड) खा जाते हैं, लेकिन आपका रुधिर सामान्यत: क्षारकता का केवल एक विशेष स्तर (pH 7-34 – 7.43) बनाए रखता है, जो लेश क्षारीय होता है। खाई जाने वाली नमक ही अतिरिक्त मात्रा को मूत्र के साथ बाहर निकाल दिया जाता है, क्योंकि वह शरीर में संचित नहीं किया जा सकता।

किसी अन्य स्थिति में हो सकता है आप कम नमक खाएँ, अथवा हो सकता है कि आप पसीने के साथ शरीर में अधिक मात्रा में नमक निकाल रहे हों। ऐसी स्थिति में आपके वृक्क सोडियम-पोटैशियम संतुलन द्वारा नमक की आवश्यक मात्रा को शरीर के भीतर रोक लेंगें।

उदाहरण 4 : लाल रूधिर कोशिकाओं की संख्या को बनाए रखना :

एक सामान्य वयस्क व्यक्ति के एक घन मिलीमीटर रुधिर में लगभग पांच मिलियन (50 लाख) लाल रूधिर कोशिकाएं (RBC) होते हैं।

मैदानी इलाकों में रहने वाला कोई व्यक्ति जब लगातार यात्रा करता हुआ ऊँचाई पर स्थित किसी पहाड़ी इलाके में जाता है तो उसे 2-4 दिन तक थकावट महसूस होती है। बाद में वह व्यक्ति सामान्य हो जाता है। अधिक ऊँचाईयों पर वायुमंडलीय दाब कम होती है और लाल रूधिर काशिकाओं की इस सामान्य संख्या द्वारा धारण की जाने वाली ऑक्सीजन की मात्रा अपर्याप्त होती है। एक-दो दिन में, शरीर रुधिर में लाल रूधिर काशिकाओं की संख्या बढ़ा देता है ताकि वह ऑक्सीजन की वांछित मात्रा ले लें।

वही व्यक्ति जब वापस मैदानी इलाकों में लौटता है तब अपेक्षाकृत कम ऊँचाई पर पहाड़ियों पर प्राप्त किया गया लाल रूधिर काशिकाओं का उच्चतर स्तर ऑक्सीजन की अधिक मात्रा को धारण करने लगता है, जो हानिकारक हो सकता है। शरीर लाल रूधिर काशिकाओं की संख्या में फिर से समायोजन कर लेता है, इन काशिकाओं की संख्या कम होकर मूल स्तर पर आकर स्थिर हो जाती है।

उदाहरण 5 : शरीर में गर्मी और ठंडापन महसूस होने पर (स्थिर तापमान बनाए रखना):

गर्मियों में आप हल्के कपड़े पहनते हो। आपको पसीना भी खूब आता है। आप पंखे के नीचे अथवा किसी वृक्ष के नीचे बैठना पसंद करते हो ताकि आपको आराम महसूस हो सके। आपका शरीर अपेक्षाकृत अधिक तापमान पर ठंडे बने रहने की चेष्टा करता है।

इससे विपरीत स्थिति भी हो सकती है, यानी ठंडी सर्दियों में। मोटे गर्म कपड़े पहनने के बाद भी, आप को सर्दी लगती रहती है। दोपहर में थोड़ी गर्माहट लेने के लिए आप खुली धूप में बैठना पसंद करते हो। रात में आप सर्दी से बचने के लिए मोटे कंबल ओढ़ लेते हो। यह सब आप इसलिए करते हो ताकि अपने शरीर में आप गर्माहट की एक स्थिर अवस्था बनाए रखें।

उपरोक्त दोनों ही स्थितियों में, आप अपने शरीर के आंतरिक तापमान का नियमन करने की कोशिश करते हो जिसे तापनियमन (thermoregulation) कहते हैं तापनियमन के विषय में आप इस पाठ के अगले खंडों में विस्तार से पढ़ेंगे।

पाठगत प्रश्न 18.1

1. समस्थापन की परिभाषा कीजिए।

   ....

2. ऐसे किन्हीं तीन रसायनों की सूची बनाइए जिनकी सांद्रता हमारे शरीर में विशिष्ट स्तरों पर बनाए रखना जरूरी होती है।

   (i) ....

   (ii) ....

   (iii) ....

3. अधिक ऊँचाई पर स्थित इलाकों में पर्याप्त ऑक्सीजन प्राप्त करने के लिए हमारा शरीर क्या करता है?

   ....

18.2 ताप नियमन – यह क्यों आश्वयक है?

18.2.1 ताप सह सकने की सीमाएँ

जीवधारी सामान्यत: लगभग 0°–45°C तक के तापमान के सीमित परिसर के भीतर ही जीवित रह सकते हैं। हालांकि, यदि इन जीवों को उच्चतर या निम्नतर तापमानों के स्थानों पर रहना पड़े तो अपने आपमें कुछ समायोजन कर लेते हैं।

(क) 45°C से ऊपर, जीवों को कई प्रकार के कष्ट हो सकते हैं :

- एंजाइम नष्ट हो जाते हैं,
- प्रोटीनों के गुणों का नाश हो सकता है, और
- प्लैज्मा झिल्ली छिन्न-भिन्न हो सकती है,
- कोशिकाओं में ऑक्सीजन की कमी हो सकती है।

(ख) 0°C से नीचे : हिमांक के नीचे के तापमानों पर कोशिकाओं के भीतर और कोशिकाओं के बीच में बर्फ की सुई-जैसे क्रिस्टल बनने के कारण वे फट सकती हैं और जीव जीवित नहीं रह सकता।

तापमान-परिवर्तनों के कारण उपरोक्त प्रभाव इसलिए होते हैं क्योंकि एंजाइम सामान्यत: तापमान की एक खास सीमा के भीतर कार्य करते हैं।

18.2.2 विभिन्न तापमानों पर एंजाइमों की कार्यक्षमता

हमारे शरीर के भीतर होने वाले प्राय: सभी कार्य एंजाइमों की मध्यस्थता में ही संपन्न होते हैं। इन एंजाइमों की अनेक विशेषताएँ होती हैं और इन सबमें सबसे महत्त्वपूर्ण विशेषता है तापमान के साथ उनका संबंध।

- 0°C पर एंजाइम निष्क्रिय हो जाते हैं।
- 4-10°C के बीच तापमान में हर 10°C बढ़ोतरी के साथ एंजाइम-उत्प्रेरित अभिक्रियाओं की दर दुगनी हो जाती है।
- **तापमान बढ़ने पर :** जब भी तापमान में वृद्धि होती है, एंजाइमों की क्रिया तेज होती जाती है। यदि तापमान बहुत अधिक हो जाता है (40°C से अधिक), तब एंजाइम बहुत तेजी से काम करने लगते हैं और वांछित आवश्यक रसायनों के स्थान पर अवांछित मध्यवर्ती रसायन उत्पन्न करने लगते हैं। तापमान में और अधिक वृद्धि होने पर एंजाइम नष्ट होने लगते हैं।
- एंजाइम एक सीमित तापमान-परास में, जो आमतौर से 35-40°C होती है, सबसे अच्छा काम करते हैं। (इंष्टतम तापमान का अर्थ है सबसे अधिक उपयुक्त तापमान)।
- **तापमान कम होने पर :** इष्टतम तापमानों से निम्नतर तापमानों पर एंजाइमों की क्रियाशीलता कम होती जाती है। हिमांक पर एंजाइम पूरी तौर से निष्क्रिय हो जाते हैं।

पाठगत प्रश्न 18.2

1. निम्नलिखित तापमान एंजाइमों की क्रियाशीलता को किस प्रकार प्रभावित करते हैं?
   (i) 45°C से अधिक ....
   (ii) 0°C से कम ....
2. (i) किस तापमान-परसि पर एंजाइम सबसे अच्छा काम करते हैं?
   ....
   (ii) इस तापमान को आप क्या तकनीकी नाम देते हो?
   ....

18.3 तापमान-सहनशीलता के आधार पर प्राणियों का वर्गीकरण

शरीर की गर्मी का नियमन करने की क्षमता और तरीके के आधार पर पृथ्वी पर पाए जाने वाले सभी प्राणियों को दो प्रमुख श्रेणियों में बाँटा जाता है–आंतरोष्मी (endotherms) और बाह्योष्मी (ectotherms) :

18.3.1 आंतरोष्मी और वाह्योष्मी

(क) आंतरोष्मी : (endo = अंत:, therm ताप/ऊष्मा) उदाहरण : सभी पक्षी और स्तनधारी प्राणी। आंतरोष्मी वे जीव होते हैं जो आस-पास के तापमान के निरपेक्ष अपने शरीर का तापमान स्थिर बनाए रखते हैं। आंतरोष्मी प्राणियों के लिए पर्यायवाची रूप से दो अन्य नाम भी प्राय: प्रयोग किए जाते हैं, वे हैं :

टिप्पणी

- समतापी (homoiotherms = homio: सम, समान + therm : ताप या ऊष्मा homotherm) जो अपने शरीर का तापमान स्थिर अथवा नियत बनाए रखते हैं, और
- गर्म रुधिर वाले (warm-blooded – पुराना शीर्षक जो अब शायद ही इस्तेमाल होता है।) प्राणी, जिसका शरीर छूए जाने पर गर्म लगता है। कितनी ही सर्दी क्यों न हो, यदि आप एक कबूतर को अपने हाथ में पकड़ो या फिर एक खरगोश को छूओ, तो वे आपको गर्म ही लगेंगे।

(ख) बाह्योष्मी (ecto = बाह्य, therm = ताप/ऊष्मा) : उन प्राणियों को जिनके शरीर का तापमान आस-पास के वातावरण के तापमान के घटने-बढ़ने के साथ-साथ घटता-बढ़ता रहता है, बाह्योष्मी कहते हैं। पक्षियों और स्तनधारियों को छोड़कर अन्य सभी प्राणी बाह्योष्मी होते हैं। उदाहरण–मछलियाँ, मेंढ़क, छिपकलियाँ, कीट, केंचुए आदि। बाह्योष्मी प्राणियों के लिए पर्यावाची रूप से दो नाम भी प्राय: प्रयोग किए जाते हैं, वे हैं :

- विषमतापी (Poikilotherms) (Poikilo = परिवर्तनशील, therm = ताप/ऊष्मा) जिसका अर्थ है अपने आस-पास के वातावरण से शरीर का तापमान उपार्जित करना।
- ठंडे रुधिर वाले (cold blooded – सबसे पुराना नाम जो अब शायद ही इस्तेमाल किया जाता है) का अर्थ है छूए जाने पर उनका शरीर ठंडा महसूस होता हो। यदि आप एक मेंढ़क को हाथ में पकड़ो, या फिर एक तिलचट्टे को छुओ तो वे आपको सदा ही ठंडे लगेंगे।

18.3.2 आंतरोष्मी प्राणियों के विशिष्ट लक्षण

1. **अपनी आंतरिक ताप-नियामक क्रियाविधि** के कारण आंतरोष्मी प्राणी (पक्षी और स्तनधारी) बाहरी तापमान के निरपेक्ष, चाहे वह अत्यधिक ठंडा हो या बहुत अधिक गर्म, अपने शरीर का तापमान 2°C के एक सीमित परास के (37°C–39°C तक) भीतर बनाए रखते हैं। स्तनधारियों के मुकाबले में पक्षी आमतौर से जरा-सा अधिक गर्म होते हैं।
2. **एक कारगर ऊष्मारोधी क्रियाविधि** शरीर का तापमान बनाए रखने में मदद करती है।
   - वायु को रोके रखने के लिए पक्षियों में पर होते हैं ताकि ताप-क्षय को रोका जा सके। ठंडे होने पर, परों को ऊपर की तरफ फुला (रोएँदार बनाना) लिया जाता है ताकि ऊष्मारोधन के लिए अधिक वायु को रोका रखा जा सके।
   - स्तनधारियों में ऊष्मारोधन के दो स्रोत होते हैं (i) रोम (बाल) और (ii) अवस्त्वक् (sub = अब नीचे + cutaneous त्वक्/त्वचा)अथवा त्वचा के नीचे स्थित वसा (चर्बी)। रोम वायु को रोके रखते हैं। सर्दी अधिक होने पर, ये रोम खड़े हो जाते हैं ताकि उष्मारोधन बेहतर ढंग से हो सके। त्वचा के नीचे स्थित चर्बी ताप को बाहर निकलने से रोकती है। चर्बी की यह परत ठंडे इलाकों में रहने वाले प्राणियों में अपेक्षाकृत अधिक मोटी हो जाती है ताकि ताप के क्षय को कारगर रूप से रोका जा सके और अपेक्षाकृत गर्म क्षेत्रों में रहने वालों में पतली होती है ताकि ताप-क्षय अधिक हो सके।

18.3.3 कुछ आंतरोष्मी प्राणी किस प्रकार प्रतिकूल तापमानों को सहन (बर्दाश्त) करते हैं?

- ध्रुवीय रीछ, पेंग्विन और अन्य अनेक प्राणी बर्फ से ढके ध्रुवीय क्षेत्रों में रहते हैं। ये अपने शरीर का तापमान ताप उत्पन्न करके और मोटे फर और त्वचा के नीचे की मोटी वसा-परत के जरिए ताप-क्षय को रोककर स्थिर बनाए रखते हैं।

- ऊँट, रेगिस्तानी चूहे और अन्य अनेक प्राणी उष्णकटिबंधीय रेगिस्तानों की भीषण गर्मी को प्रमुख रूप से ताप-क्षय को बढ़ावा देकर सहन कर लेते हैं।

> ऊँट गर्म जलवायु वाले रेगिस्तानों में रहने वाला प्राणी हैं। इसे ताप-क्षय क्रियाविधियों की और ताप बनाए रखने वाली प्रणालियों को कम करने की अधिक आवश्यकता है। इसकी अधिकांश त्वचा में चर्बी की कोई परत नहीं होती, लेकिन इसके कूबड़ (h;ump) पर ध्यान दीजिए, इसके भीतर निहित भोजन के रूप में बहुत सारी वसा संचित रहती है।

- गिलहरियाँ, बकरियाँ और कबूतर इत्यादि औसत जलवायु में पाए जाते हैं और उन्हें भी बाहर की परिवर्तनशील परिस्थितियों के अनुसार अपने शरीर के तापमान का समायोजन करना पड़ता है। इन प्राणियों को सर्दी और गर्मी दोनों में ही अपने शरीर का सामान्य तापमान बनाए रखना पड़ता है।

  मनुष्य भी आंतरोष्मी प्राणी है। जब भी आवश्यकता पड़ती है, हम भी अपनी ताप-नियामक क्रियाविधियों के साथ-साथ कृत्रिम तरीकों, जैसे–वस्त्र, पंखे के इस्तेमाल करके, स्नान के द्वारा, कमरा गर्म अथवा ठंडा करके शरीर के तापमान को स्थिर बनाए रखते हैं।

18.3.4 कुछ बाह्योष्मी भी प्रतिकूल तापमान-परिस्थितियों का सामना कर लेते हैं

निम्नलिखित उदाहरणों पर विचार कीजिए:

- **मेंढक** सर्दियों की ठंड से बचने के लिए जमीन के भीतर जाकर शीतनिष्क्रियता में चले जाते हैं और गर्मियों की ताप से बचने के लिए ग्रीष्मनिष्क्रियता में चले आते हैं। शीतनिष्क्रियता या शीत निद्रा के दौरान प्राणी अपने क्रियाकलापों को कम कर लेते हैं और भूमि के नीचे रहकर विश्राम करते हैं। इस दौरान 'आधारी उपापचयी दर' कम रहती है।
- **मछलियाँ** पानी में रहती हैं, लेकिन पानी में तापमान के इतने तीव्र परिवर्तन शायद ही कभी होते हैं जितने कि जमीन पर। फिर भी, ताप-क्षय अथवा ताप-वृद्धि के प्रभाव को कम-से-कम करने के लिए अपने शरीर के विभिन्न भागों में मामूली-से समायोजन कर लेती है या यदि ऐसा नहीं कर पाती तो अपेक्षाकृत कम कठोर या प्रतिकूल क्षेत्रों (कठोर या प्रतिकूल) में प्रवास कर जाती हैं।
- **छिपकलियाँ और घड़ियाल (मगरमच्छ)** ठंडे मौसम में अपने आपको गर्म रखने के लिए खुले में जाकर धूप सेंकने लगते हैं। गर्मी होने पर वे छायादार क्षेत्रों में चले जाते हैं। गर्मी महसूस करने पर, घड़ियाल तो अपने मुँह को काफी चौड़ा खोल लेते हैं ताकि पानी का वाष्पोत्सर्जन हो सके और वे ठंडक महसूस कर सकें। घड़ियालों की यह प्रक्रिया ठीक वैसे ही होती है जैसे कि कुत्तों के हाँफते समय होती है।
- **मधुमक्खियाँ,** सर्द रात्रि के दौरान, छत्ते के भीतर नजदीकी के साथ सटकर एकत्रित हो जाती है ताकि मिल-जुलकर वे शरीर की ऊष्मा का क्षय न होने दें। तपती गर्मियों में वे एक प्रकार के 'डेजर्ट कूलर' से काम लेती हैं जिसके लिए वे छत्तों पर थोड़ा पानी का छिड़काव कर देती हैं और फिर अपने पंखों को फड़फड़ा-फड़फड़ा कर पूरे छत्ते को ठंडा कर लेती है।

टिप्पणी

पाठगत प्रश्न 18.3

1. निम्नलिखित प्राणियों को बाह्योष्मियों और आंतरोष्मियों में वर्गीकृत कीजिए:

   ऊँट, चमगादड़, केंचुआ, तिलचट्टा, मछली, घरेलू छिपकली, ध्रुवीय भालू, गोरैया।

   बाह्योष्मी : ....

   आंतरोष्मी : ....

2. निम्नलिखित शब्दों की व्याख्या कीजिए और प्रत्येक के एक या अधिक समानार्थक (पर्यायवाची) शब्द दीजिए :

   (i) विषमतापी : ....

   (ii) समतापी : ....

3. निम्नलिखित में से प्रत्येक के बारे में वह एक-एक तरीका बताइए जिससे वे तेज शीत से अपने को बचाते हैं :

   (i) घड़ियाल ....

   (ii) मधुमक्खी ....

   (iii) मेंढ़क ....

   (iv) घरेलू छिपकली ....

18.4 मानवों में शरीर के तापमान के समस्थापन (ताप नियमन) की क्रियाविधि

18.4.1 शरीर का सामान्य तापमान

किसी भी समस्थापन का आरंभिक बिंदु होता है कि हम उसके निश्चित या सामान्य बिंदु का पता लगाएँ। मनुष्य के शरीर के तापमान नियमन बिंदु को 37°C माना गया है जो उसको शरीर का सामान्य अथवा क्रोड तापमान भी है। शरीर के क्रोड तापमान का अर्थ है उसके धड़, सिर, भुजाओं और टाँगों के मिले-जुले भाग का तापमान। अन्यथा हमारे शरीर का तापमान सभी भागों में एक समान नहीं होता।

- हमारी त्वचा की सतह का तापमान आमतौर पर सबसे कम होता है, लेकिन विविध बाहरी और आंतरिक परिस्थितियों के कारण उसमें भी काफी हद तक विविधता पाई जाती है।
- मुँह के तापमान की तुलना में बगल का तापमान आमतौर से एक डिग्री कम होता है।
- गुदा का तापमान शरीर के क्रोड तापमान से एक डिग्री अधिक होता है। बहुत छोटे बच्चों में डॉक्टरी थर्मामीटर गुदा के भीतर लगाया जाता है और बच्चे के बुखार का पता लगाने के लिए उसे एक डिग्री कम कर दिया जाता है।
- सभी व्यावहारिक मामलों में, मुख के तापमान को ही शरीर का सामान्य तापमान माना जाता है, और वह 37°C (± 0.5°) है।

जब भी शरीर का क्रोड तापमान सामान्य से कम या अधिक आता है, तब शरीर उसे ठीक करने के उपाय करता है। उदाहरण के लिए–

- यदि तापमान गिरने लगता है, तो ताप-क्षय के रोकने के साथ-साथ ताप-उत्पादन भी बढ़ जाता है।
- यदि तापमान बढ़ने लगता है तो ताप की आंतरिक मात्रा को बाहर निकाल कर शरीर को ठंडा करने का उपाय किया जाता है।

इन उपायों के बारे में आप अगले उपखंड में विस्तार से पढ़ेंगे।

18.4.2 तापनियमन-क्रियाविधि

तापनियमन का प्रधान केंद्र अधश्चेतक (हाइपोथैलैमस) होता है जो हमारे अग्रमस्तिष्क का एक भाग है। यह भाग एक थर्मोस्टेट की भांति कार्य करता है।

- जब भी हमारे शरीर का तापमान सामान्य से कम होता है, तब यह ताप-उत्पादन प्रक्रिया को 'आरंभ' कर देता है अथवा तीव्र कर देता है, और साथ-ही-साथ ताप-क्षय प्रक्रियाओं को 'बंद' कर देता है।
- जब भी हमारे शरीर का तापमान गर्मियों में या फिर अत्यधिक शारीरिक व्यायाम करने पर अधिक गर्म होने लगता है, तब वह शीतलन-प्रक्रिया को तेज कर देता है और ताप-उत्पादन प्रक्रियाओं को 'बंद' कर देता है।

(क) सर्दियों में गर्म रखना

सर्दियों में ताप नियमन दो प्रकार से होता है– शरीर के ताप-क्षय को रोक कर और शरीर के ताप का उत्पादन अधिक करके।

1. **शरीर के ताप-क्षय को रोकना**–यह दो प्रकार से होता है : शरीर का ताप क्षय रोककर और ताप उत्पादन बढ़ाकर

   (क) **वाहिका-संकीर्णन** (vasoconstriction) : वाहिका संकीर्णन का अर्थ है रुधिर-वाहिकाओं का संकरा होना (चित्र : 18.1 क)। त्वचा में वाहिका संकीर्णन के कारण :

   - त्वचा का रुधिर-संभरण कम हो जाता है और संवहन, चालन और विकिरण द्वारा होने वाला ताप-क्षय कम हो जाता है।
   - त्वचा की स्वेद-ग्रंथियों का रुधिर-संभरण कम हो जाने पर पसीना कम आता है या रूक जाता है और इस प्रकार जल का वाष्पन नहीं होता और ताप-क्षय रूक जाता है।

   क्या कभी आपने देखा है कि बहुत सर्दियों में आपको शरीर का रंग फीका या नीला-सा पड़ जाता है। यह वाहिका-संकीर्णन के कारण त्वचा का रुधिर-संभरण कम हो जाने के कारण होता है।

(ख) विशिष्ट मुद्रा : अधिक ठंड लगने पर आप कभी-कभी खड़े होने पर या बैठने पर आप अपनी भुजाओं को सीने के ऊपर कस लेते हो।

- बिस्तर में लेटते समय आप वक्र भंगिमा में अपने हाथ-पैरों को शरीर से सटा कर *सिकोड़* लेते हैं।

इन भंगिमाओं में ताप विकिरण के लिए शरीर की उद्भाषित (exposed) सतह कम हो जाती है।

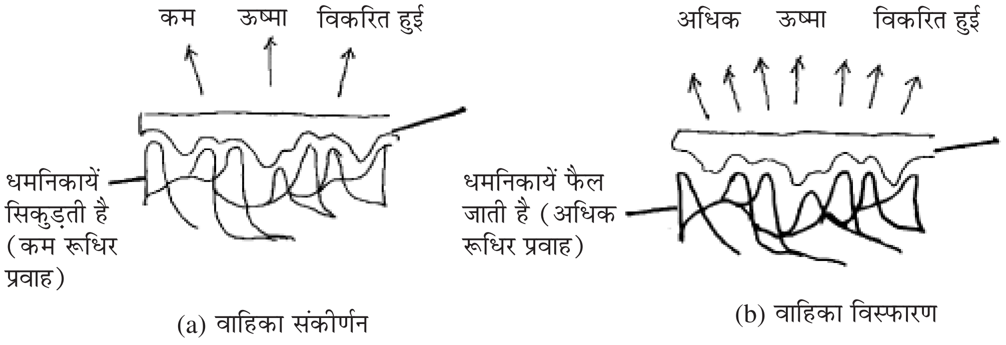
2. शरीर से अधिक ताप उत्पादन करना

उपापचयी दर बढ़ जाती है और शरीर की कोशिकाओं में अधिक ताप उत्पन्न होने लगती है। पेशियों की क्रिया भी बढ़ जाती है जो कभी-कभी कँपकँपी के रूप में देखी जा सकती है।

(ख) गर्मियों में ठंडा रखना (चित्र 18.1 (ख))

जब वातावरण का तापमान अधिक होता है या फिर व्यक्ति अधिक शारीरिक मेहनत कर रहा होता है तब शरीर के भीतर ताप का उत्पादन अधिक हो जाता है। इसके अतिरिक्त ताप को दो प्रमुख तरीकों से बाहर निकाला जाता है।

1. **शरीर से ताप-विकिरण में वृद्धि :** यह प्रक्रिया वाहिका-विस्फारण (रुधिर-वाहिकाओं का चौड़ा होना) से त्वचा में रुधिर के बढ़े हुए बहाव के कारण रुधिर अधिक मात्रा में शरीर की सतह तक पहुँचता है और विकिरण द्वारा ऊष्मा बाहर निकल जाती है। (चित्र 18.1 (ख))
2. **स्वेदन (sweating) में वृद्धि :** वाहिका-विस्फारण के जरिए त्वचा में बढ़े हुए रुधिर संभरण के कारण स्वेद-ग्रंथियों को अधिक मात्रा में जल उपलब्ध हो जाता है। उनसे अधिक पसीना निकलता है और पसीने के वाष्पोत्सर्जन होने से शरीर ठंडा हो जाता है। वाष्पोत्सर्जन प्रक्रिया को पंखें के नीचे बैठकर और अधिक बढ़ा देते हैं। पंखे स्वयं हवा को ठंडा नहीं करते, बल्कि वायु में गति होने के कारण पसीने से वाष्पोत्सर्जन बढ़ जाता है और ठंडक महसूस होने लगती है।



चित्र 18.1 ताप-नियमन के दौरान त्वचा की रुधिर वाहिकाएँ (क) ताप-क्षय को कम करने के लिए वाहिका-संकीर्णन (ख) ताप-क्षय को बढ़ाने के लिए वाहिका-विस्फारण

18.4.3 समस्थापन के संघटक

समस्थापन, चाहे वह किसी भी प्रकार का हो, के चार संघटक होते हैं–

1. **सामान्य अथवा मानक बिंदु (Set point) :** शरीर में यह किसी भी कारण का सामान्य स्तर होता है। सामान्य बिन्दु का परास कम या अधिक हो सकता है। उदाहरण के लिए, मानव शरीर के तापमान का सामान्य बिंदु लगभग 37^0C होता है ($\pm 0.5^0C$)

2. **संवेदक (Sensor) :** यह एक संवेदी भाग होता है जो सामान्य बिंदु में होने वाले परिवर्तन का बोध कर लेता है। ताप नियमन में संवेदक (i) त्वचा में और (ii) मस्तिष्क के भाग हाइपोथैलैमस में स्थित ताप-ग्राही होते हैं जो प्रवाहमान रुधिर तापमान का पता लगा लेते हैं।

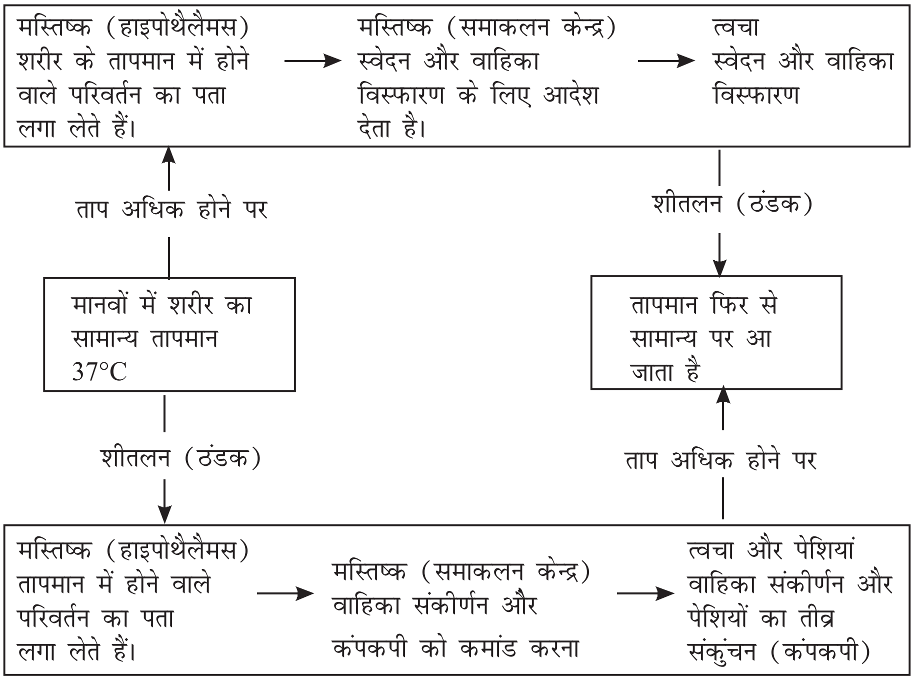
3. **समाकलन केंद्र (Integrating centre) :** समाकलन-केंद्र वह भाग होता है जो किसी विशिष्ट स्थिति के सामान्य बिंदु में होने वाले परिवर्तन का पता लगा लेता है, उसे समझ लेता है, और फिर उस परिवर्तन को सुधारने के लिए आदेश भेज देता है। ताप नियमन में समाकलन केंद्र हैं हाइपोथैलैमस और साथ में मस्तिष्क के कुछ समीपवर्ती भाग।

4. **प्रभावक/कार्यकर (Effector) :** कार्यकर वे साधन होते हैं जो सामान्य बिंदु को पुन:स्थापित करने का कार्य करते हैं। उदाहरण के लिए :

   (i) **स्वेदग्रंथियाँ**, जो पसीना निकालती हैं ताकि वाष्पोत्सर्जन के द्वारा ठंडक उत्पन्न हो सके,

   (ii) त्वचा की रुधिर-वाहिकाएँ जो चौड़ी (वाहिका विस्फारण) हो जाती है ताकि शरीर की सतह के लिए अधिक रुधिर ला सकें और विकिरण द्वारा ताप को बाहर निकाल सकें और **कंकाल-पेशियाँ** जो बहुत तेजी के साथ संकुंचित होने लगती हैं (कंपकपी) ताकि ताप उत्पन्न हो सके।

प्रवाह-चार्ट (चित्र 18.2) में मानवों में होने वाले ताप नियमन के विभिन्न चरणों की व्याख्या की गई है।



चित्र 18.2 मानवों में तापमान-नियंत्रण की क्रियाविधि

टिप्पणी

18.4.4 नियामक तंत्र के प्रकार-शरीर क्रियात्मक और व्यवहारमूलक

मानवों के ऊपर वर्णित ताप नियमन के नियामक चरणों पर दो शीर्षकों के अंतर्गत चर्चा की जा सकती है–

शरीर क्रियात्मक नियमन और व्यवहारमूलक नियमन

शरीर क्रियात्मक नियमन : रुधिर-परिसंचरण में होने वाले परिवर्तन, जैसे–वाहिका विस्फारण और वाहिका संकीर्णन, स्वेदन अथवा स्वेदन न होना, कोशिका-उपापचय में वृद्धि या कमी, कंपकपी, आदि। ये सभी समायोजन हमारी इच्छा शक्ति के अधीन नहीं होते।

व्यवहारमूलक नियमन : इसके अंतर्गत चेतन और अचेतन दोनों ही प्रकार की क्रियाएँ आती हैं। उदाहरण के लिए :

गर्मी होने पर हम प्राय:

- पंखे के नीचे बैठ जाते हैं (पसीने के वाष्पोत्सर्जन को बढ़ावा देने के लिए)
- किसी छायादार अथवा ठंडी जगह चले जाते हैं।
- बिस्तर पर आराम करते समय हाथ-पैरों को फैला लेते हैं।

सर्दी होने पर :

- गर्म स्थानों पर चले जाते हैं (खुली धूप में या फिर रूम हीटरों (ऊष्मा-विकिरकों) के सामने)
- सर्द हवाओं का भीतर आना रोक देते हैं (खिड़कियाँ बंद कर देते हैं)
- कंबल लपेट लेते हैं (ताप-विकिरण को रोकने के लिए)
- हाथ-पैरों को शरीर के साथ सटाते हुए सिकोड़ लेते हैं (ताप-विकिरण को रोकने के लिए)।

पाठगत प्रश्न 18.4

1. एक समस्थापन में निम्नलिखित को उनके ठीक-ठीक क्रम में लिखिए :
   प्रभावक (कार्यकर), सामान्य बिन्दु, समाकलन केन्द्र, संवेदक

   ....

2. निम्नलिखित के लिए एक शब्द अथवा एक वाक्य लिखिए :
   (i) मानव के शरीर का सामान्य क्रोड तापमान

   ....

   (ii) पक्षी के पैरों और खरगोश के रोमों का कार्य

   ....

   (iii) कंपकपी का प्रभाव

   ....

18.5 पुनर्भरण क्रियाविधि : नकारात्मक और सकारात्मक

सजीव तंत्रों में पुनर्भरण (feedback) दो प्रकार का होता है–किसी स्थिति को परिवर्तित करने के लिए नकारात्मक और हो रहे परिवर्तन की दिशा को आगे बढ़ाने के लिए सकारात्मक।

ताप नियमन में काम करने वाली पुनर्भरण-क्रियाविधि नकारात्मक (negative) किस्म की होती है। सामान्य बिंदु से होने वाले विचलन को फिर से सामान्य स्थिति में लाना होता है। इसलिए, संबंधित अंगों को आदेश देना होता है ताकि वे इस प्रकार कार्य करें कि विचलन यथातथ्य हो जाए और अपनी सामान्य स्थिति में आ जाए।

सजीव-तंत्रों में सकारात्मक (positive) पुनर्भरण बहुत कम होता है। सकारात्मक पुनर्भरण का एक उदाहरण है रुधिर का स्कंदन। इस प्रक्रिया में अनेक चरण एक-के-बाद एक निश्चित क्रम में होते हैं। पहला पुनर्भरण सामान्य बिन्दु को दुबारा प्रचलित नहीं कर पाता, इसलिए यह नकारात्मक पुनर्भरण नहीं होता, बल्कि यह अगले चरण को और उससे अगले चरण को और इसी प्रकार आगे भी, जब तक कि अंतिम चरण लागू होकर रुधिर-वाहिका में लगा घाव बंद नहीं हो जाता। रुधिर-स्कंदन में होने वाली सभी पुनर्भरण क्रियाविधि सकारात्मक किस्म की होती हैं।

पाठगत प्रश्न 18.5

1. दो प्रकार की पुनर्भरण-क्रियाविधियों के नाम बताइए।

   ....

2. समस्थापन में आमतौर से किस प्रकार की पुनर्भरण-प्रणाली काम करती है?

   ....

आपने क्या सीखा

- समस्थापन शब्द का अर्थ है साम्यावस्था या स्थायी अवस्था। समस्थापन प्रक्रियाएँ शरीर के भीतर होने वाली परिस्थितियों को संकरी सीमाओं के भीतर बनाए रखती हैं।
- शरीर में अनेक परिस्थितियों के लिए, जैसे जल की मात्रा, शर्करा-स्तर, शरीर का तापमान आदि के लिए समस्थापन होता रहता है।
- अधिकांश समस्थापन-नियमन नकारात्मक पुनर्भरण के जरिए कार्य करता है जिसका अर्थ है परिवर्तन को फिर से सामान्य स्थिति में लाना। सकारात्मक पुनर्भरण बहुत कम होता है। सकारात्मक पुनर्भरण परिवर्तनों को उसी दिशा में उत्पन्न करता है जिसमें पहला परिवर्तन हुआ था।
- एंजाइम तापमान-परिवर्तनों के लिए अत्यधिक संवेदी होते हैं। वे लगभग 37°C से सबसे बेहतर रूप से कार्य करते हैं; इस तापमान को इष्टतम तापमान (Optimum temperature) कहते हैं।

टिप्पणी

- प्राणियों को दो श्रेणियों में बाँटा जाता है : आंतरोष्मी और बाह्योष्मी। आंतरोष्मी प्राणियों में, जैसे कि पक्षियों और स्तनधारियों में आंतरिक ताप-नियमन क्रियाविधि होती हैं, जबकि बाह्योष्मी प्राणियों में, जैसे कि मेंढ़कों, मछलियों, कीटों आदि में शरीर का तापमान आस-पास के तापमान के अनुसार घटता-बढ़ता रहता है।
- आंतरोष्मियों में गर्मियों में ताप क्षय के लिए विविध प्रकार के ताप नियमन-तंत्र होते हैं, जैसे स्वेदन और वाहिका विस्फारण, सर्दियों में ताप-उत्पादन के लिए वृद्धिमान शरीर-उपाचय अथवा कंपकपी आना और ताप को शरीर के भीतर बनाए रखने के लिए विभिन्न संरचनाएँ, जैसे पर, रोम और त्वचा के नीचे स्थित वसा।
- बाहयोष्मी प्राणी सर्दियों से बचने के लिए जमीन के भीतर छिप जाते हैं (शीतनिष्क्रियता या शीत निद्रा) और गर्मियों से बचने के लिए ग्रीष्मनिष्क्रियता (ग्रीष्म निद्रा)।
- सभी समस्थापन-प्रणालियों में एक सामान्य बिंदु, एक संवेदक, एक समाकलन केंद्र और प्रभावक (कार्यकर) होते हैं।
- मानवों में तापनियमन में त्वचा-ग्राही और हाइपोथैलैमस संवेदक का कार्य करते हैं, हाइपोथैलैमस और मस्तिष्क के कुछ समीपवर्ती भाग समाकलन केंद्र का कार्य करते हैं और त्वचा में स्थित रुधिर-वाहिकाएँ प्रभावकों (कार्यकरों) का कार्य करती है।

पाठांत प्रश्न

1. उन तीन परिस्थितियों की सूची बनाइए जिनसे शरीर की कोशिकाएँ सुचारू रूप से कार्य करती रहती हैं।
2. हम अधिक सांद्र मूत्र कब निकालते हैं—तेज गर्मियों में अथवा तेज सर्दियों में।
3. भोजन के बाद रुधिर में अवशोषित होने वाली अतिरिक्त भाग में शर्करा से हमारा शरीर किस प्रकार निबटता है?
4. हमारा सामान्य RBC गणना प्रति घन मिलीमीटर कितना होता है? मैदानी इलाकों में रहने वाला कोई व्यक्ति यदि पहाड़ों पर चला जाए तो इस गणना में क्या अंतर आएगा।
5. किस तापमान-परास में एंजाइम सबसे बेहतर काम करते हैं?
6. बाह्योष्मी प्राणियों के लिए प्रयुक्त होने वाले दो समानार्थी (पर्यायवाची) नाम लिखिए।
7. किन्हीं दो प्राणियों के नाम लिखिए जो रेगिस्तानों की तीव्र गर्मी को ताप क्षय को बढ़ावा देकर बर्दाश्त कर लेते हैं।
8. हमारे शरीर में जल-लवण-संतुलन को सामान्य बनाए रखने में किस प्रकार की पुनर्भरण-प्रक्रिया कार्य करती है—सकारात्मक या नकारात्मक।
9. ठंड के कारण एंजाइम-क्रिया किस प्रकार प्रभावित होती है?
10. तीव्र सर्दी में मधुमक्खियाँ किस प्रकार सर्दी का सामना करती हैं?

11. समतापी और विषमतापी शब्दों में अंतर बताइए।
12. मानवों में लेटने-बैठने की स्थिति के द्वारा शरीर से ताप-क्षय को रोकने के कोई दो उदाहरण दीजिए।
13. समस्थापन के विभिन्न संघटकों की उनके ठीक-ठीक क्रम में सूची बनाइए।
14. सकारात्मक और नकारात्मक पुनर्भरण क्रियाविधियों में अंतर बताइए।
15. मानवों में तापनियमन में निम्नलिखित की भूमिका की व्याख्या कीजिए :
    (i) स्वेद ग्रंथियाँ
    (ii) कंकाल ग्रंथियाँ
    (iii) त्वचा की रुधिर वाहिकाएँ
16. पुनर्भरण क्रियाविधि का क्या अर्थ है? इसके दो प्रकार कौन से हैं? ताप नियमन में इनमें से कौन-सी प्रणाली लागू होती है और क्यों?
17. हमारे शरीर में ताप-नियमन की आवश्यकता क्यों है।
18. आंतरोष्मियों और बाह्योष्मियों में अंतर बताइए। पर्यावरणीय तापमान में यदि अचानक परिवर्तन आ जाए तो बताइए कि इनमें से कौन से प्राणी बेहतर तरीके से जीवित रह पाएँगें।
19. मानवों में तापनियमन के लिए शरीर क्रियात्मक और व्यवहारमूलक अनुक्रियाओं में अंतर कीजिए।
20. मानवों में तापनियमन के दौरान हाइपोथैलैमस की भूमिका की व्याख्या कीजिए।
21. किसी एक प्रकार के समस्थापन के दौरान संवेदक और समाकलन-केंद्र के बीच संबंध की व्याख्या कीजिए।

पाठगत प्रश्नों के उत्तर

18.1 1. समस्थापन स्थिर आंतरिक स्थिति का नियमन है।

2. (i) शर्करा, (ii) नमक, (iii) जल

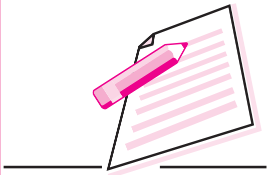
3. शरीर लाल रुधिर कोशिकाओं (RBCs) को अधिक संख्या में बना देता है।

18.2 1. (i) विप्रकृतियन (विप्रकृतिकरण) (ii) निष्क्रिय

2. (i) 35-40°C (ii) इष्टतम तापमान

18.3 1. आंतरोष्मी—ऊँट, चमगादड़, ध्रुवीय भालू, गोरैया

बाह्योष्मी—केंचुआ, तिलचट्टा, मछली, घरेलू छिपकली



टिप्पणी

2. विषमतापी : वे प्राणी जिनके शरीर का तापमान अपने आस-पास के वातावरण के साथ घटता-बढ़ता रहता है।

   गर्म रुधिर वाले (नियत तापी) : वे प्राणी जिनके शरीर का तापमान स्थिर बना रहता है और आस-पास के तापमान के साथ नहीं घटता-बढ़ता।

3. **घड़ियाल :** खुश्की में खुले में जाकर धूप सेंकते रहते हैं।

   मधुमक्खी : नजदीकी के साथ परस्पर सट जाती है। सामूहिक गर्मी के लिए

   घरेलू/सामान्य मेंढ़क : शीतनिष्क्रियता

   घरेलू छिपकली : सुरक्षित स्थानों पर छिप जाती है।

18.4 1. सामान्य बिंदु, संवेदक, समाकलन केंद्र, कार्यकर (प्रभावक)

2. (i) 37°C

   (ii) ताप-क्षय को रोकने के लिए वायु का रोक लेते हैं।

   (iii) सर्दियों में गर्म हो जाते हैं।

18.5 1. नकारात्मक और सकारात्मक

2. नकारात्मक।

एनआईओएस द्वारा जीते गए पुरस्कार

उत्कृष्ट वेब सामग्री के लिए सूचना और सेवाओं को प्रचार-प्रसार हेतु, सूचना प्रौद्योगिकी विभाग, संचार एवं सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय तथा नेशनल इंफॉरमेटिक सेंटर (एनआईसी),, भारत सरकार द्वारा स्थापित **वेब रत्न पुरस्कार 2012 प्लेटिनम आइकन ई-शासन के क्षेत्र में** अनुकरणीय कार्यों के सम्मान में दिया गया। यह पुरस्कार माननीय श्री कपिल सिबल, संचार एवं प्रौद्योगिकी मंत्री जी ने 10 दिसंबर, 2012 को डॉ. डी.एस. कोठारी, ऑडिटोरियम, डीआरडीओ भवन, डलहौजी रोड, नई दिल्ली में प्रदान किया।

टीओआई सोशल इम्पैक्ट अवार्ड 2012:

एनआईओएस को जे.पी. मॉर्गन की भागीदारी में टाइम्स ऑफ इंडिया द्वारा संस्थापित सोशल इम्पैक्ट अवार्ड 2012 के विजेता के रूप में चुना गया। यह पुरस्कार वैयक्तिक या समूहों या संस्थानों द्वारा शिक्षा सहित विभिन्न क्षेत्रों में समाज में प्रभाव डालने के लिए किए गए प्रशसंनीय कार्य की पहचान में दिया गया। एनआईओएस यह पुरस्कार प्राप्त कर गौरवान्वित हुआ।

यह पुरस्कार 28 जनवरी, 2013 को एक समारोह में भारत के राष्ट्रपति और उच्च स्तरीय पदाधिकारियों की उपस्थिति में दिया गया।

अक्षम व्यक्तियों के सशक्तिकरण के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार 2012

एनआईओएस ने सामाजिक न्याय एवं अधिकारिता मंत्रालय, भारत सरकार द्वारा संस्थापित अक्षमों को समर्थ बनाने के लिए राष्ट्रीय पुरस्कार, 2012 प्राप्त किया। एनआईओएस को यह पुरस्कार अपनी वेबसाइट www.nios.ac.in को अक्षम व्यक्तियों के लिए सर्वोत्तम अधिगम्य वेबसाइट बनाने की श्रेणी के अंतर्गत प्राप्त हुआ। वेबसाइट हिंदी और अंग्रेजी में द्विभाषी है। इसकी वेबसाइट में अक्षम शिक्षार्थियों के लिए स्क्रीन रीडर, टैक्स्ट के आकार को बढ़ाने और कलर कन्ट्रास्ट इत्यादि का भी प्रावधान है। **यह पुरस्कार माननीय राष्ट्रपति, भारत ने 6 फरवरी, 2013 को विज्ञान भवन, नई दिल्ली में प्रदान किया गया।** डॉ. एस.एस. जेना, अध्यक्ष, एनआईओएस ने यह पुरस्कार ग्रहण किया।

पारिभाषिक शब्दावली

1. **अवशोषण (Absorphon)** – आहार नाल में उपस्थित पचा हुआ भोजन एवं पोषक तत्वों का, शरीर की कोशिकाओं द्वारा संश्लेषण हेतु, धीरे-धीरे कोशिकाओं के भीतर जाना।

2. **त्रिज्या सममित (Actinomorphic)** – एक ऐसा अंग अथवा जीव जो अरीय सममिति दर्शाता है, जैसे एक पुष्प या फल जो किसी भी त्रिज्या से दो समान भागों में विभक्त किया जा सके।

3. **पीढ़ी एकांतरण (Altirnation of Generations)** – किसी जीव के जीवन चक्र में दो स्पष्ट अवस्थाओं युग्मकोद्भिद (गैमीटोफाईट) और बीजाणुकोद्भिद (स्पोरोफाइट) पीढ़ियों का एकांतर क्रम में नियमित रूप से प्रकट होना।

4. **ऐमीनों अम्ल (Amino Acid)** – एक जैविक अणु जिसमें एमीनों समूह, और कार्बोलिक समूह होता है। हाइड्रोजन तथा कोई कार्बनिक समूह जैसे-CH_3 होता है। यह प्रोटीन की आधारभूत इकाई होती है जो एक या अधिक पॉलीपेप्टाइड का प्रतिनिधित्व करते हैं।

5. **प्रतिवाष्पोत्सर्जक (Antitranspirants)** – ऐसे रसायन जो एक पौधे की CO_2 ग्रहण करने और O_2 मोचन की क्षमता को प्रभावित किये बिना वाष्पोत्सर्जन को कम करते हैं।

6. **प्रतिजन (Antigen)** – ऐसा बाह्य पदार्थ, जो संबंधित जीव के प्रतिरक्षा-तंत्र की सहायता के लिए जीवित कोशिकाओं में प्रतिरक्षी उत्पन्न कर सके।

7. **कैस्पेरियाई पट्‌टी (Casparian strips)** – अंतस्त्वचीय (अंत: + त्वचीय) कोशिकाओं में उपस्थित लिग्विन एवं सुबेरिन की बनी प्रारूपिक स्थूल पट्‌टी। यह नाम इसके खोजकर्ता आर. कैस्पेरी के नाम पर पड़ा।

8. **रसायन संश्लेषण (रसोसंश्लेषण) (Chemosynthesis)** – कुछ जीवाणुओं द्वारा प्रकाश का प्रयोग किये बिना अकार्बनिक यौगिकों से कार्बनिक भोजन का संश्लेषण।

9. **गुच्छन (Clumping)** – वह अवस्था जहाँ प्रापक के प्लैज्मा में उपस्थित प्रतिरक्षी दाता की रूधिर कोशिकाओं का समूहन कर देते हैं।

10. **कोएसरवेट (Coacervate)** – अणुओं के कोशिका सदृश पुंज

11. **डायालिसिस (अपोहन) (Dialysis)** – कोलोयडों के छोटे अणुओं तथा आयनों से उनकी अर्धपारगम्य झिल्लियों से न गुजर पाने की अक्षमता के कारण पृथक करना। यह प्रक्रिया वृक्कों (गुर्दो) के सामान्य रूप से कार्य न कर पाने पर रक्त से नाइट्रोजनी वर्ज्य पदार्थ (यूरिया आदि) को अलग करने में प्रयोग की जाती है।

12. **बाह्य आदिदारूक (Exarch xylem)** – दारू संपूल जिसमें कोशिकाओं की परिपक्वक्ता अभिकेन्द्री रूप से प्रगति करती है। अर्थात् पहले बने दारू अवयव (आदिदारू) केन्द्र से दूर उत्पन्न होते हैं।

13. **विषमपोषित (Heterotrophic)** – ऐसी पोषण विधि जिसमें जीवधारी अपना भोजन किसी अन्य पौधे, जन्तु अथवा क्षयमान कार्बनिक पदार्थ से प्राप्त करता है।

14. **विषमपोषी (Heterotrophs)** – ऐसे जीवधारी जो अपना भोजन स्वयं नहीं बना सकते और इसे अन्य स्रोतों जैसे पौधे, जन्तुओं या क्षयमान कार्बनिक पदार्थ से प्राप्त करते हैं।

15. **फैलोडर्म, (द्वितीयक वल्कुट आदिदारू) (Phelloderm, Secondary Cortex, Protoxylem)** – द्वितीयक वल्कुट काग एधा के भीतर की ओर बनता है।

16. **प्रोजेस्टेरॉन (Progesteron)** – कॉर्पस ल्यूटियम तथा अपरा (प्लैसेन्टा) द्वारा स्रावित मादा हार्मोन जो गर्भाशय के अन्त:स्तर तथा स्तनों में क्रम प्रसरण परिवर्तनों के लिए उत्तरदायी है।

17. **प्रोटोजाइलम (Protoxylem)** – प्राथमिक जाइलम में सबसे पहले बनने वाले अवयव माइटोकॉन्ड्रिया की आंतरिक झिल्ली में उपस्थित।

18. **अभिक्रिया केन्द्र (Reaction Centre)** – हरितलवकों के ग्राना में उपस्थित 250–300 पर्ण हरित अणुओं का समूह जो सौर ऊर्जा को अवशोषित करके रासायनिक ऊर्जा में परिवर्तित कर देता है।

19. **श्वसन शृंखला (Respiratory chain)** – वाहनों द्वारा हाइड्रोजन अथवा इलेक्ट्रॉन के स्थानांतरण की शृंखला जिसमें ये अंत में ऑक्सीजन द्वारा ग्रहण किये जाते हैं। ये ऑक्सीश्वसन के अन्तिम चरण से सम्बद्ध होते हैं।

उच्चतर माध्यमिक स्तर के पाठ्यक्रम
जीवविज्ञान (314)

मूलाधार

जीवविज्ञान का विकास दो प्रकार से हुआ, एक तो उपयोगी पौधों और जंतुओं से प्राप्त होनेवाली उपयोगी उत्पादों का पता लगाने तथा उनको बेहतर बनाने का उसी के साथ-साथ अच्छा स्वास्थ्य बनाए रखने की एक व्यवहारिक कला के रूप में और दूसरी तरफ मानव की उस जिज्ञासा द्वारा निकाली शैक्षिक अनुसंधान के रूप में जिसके अंतर्गत मानव स्वयं अपने तथा अन्य जीवों के विषय में जानने तथा इस ग्रह पर मानव जाति की अपनी उपस्थिति का पता लगाने का इच्छुक रहा है। दूसरे शब्दों में जीवधारियों के विषय में जानकारी का भंडार बनना केवल तभी आरंभ हुआ जबकि मनुष्य में जीवन के विषय में जानने की जिज्ञासा उत्पन्न हुई थी।

संघटना के सभी स्तरों पर जीवों में पाई जाने वाली विशाल विविधता को समझने-स्वीकार करने तथा हमारी जीवनचर्या में जैविकी के विकास के प्रभाव को समझ सकने की दिशा में जीवविज्ञान के इस पाठ्यक्रम में जीवन के अनेक पहलुओं पर विभिन्न तथ्यों को प्रस्तुत किया गया है।

जीवविज्ञान को मात्र एक परस्पर संबंध वाले विज्ञान के रूप में न दर्शाया जाए बल्कि जीवविज्ञान के अध्ययनों में प्रयुक्त किए जानेवाले विविध उपकरणों और विधियों की चर्चा करके उसे एक प्रयोगात्मक विषय के रूप में प्रस्तुत किया जाए। अधिकतर सभी क्रिया-कलापों में हम कार्य करते हैं जिसमें जीवविज्ञान एक अहम् भूमिका निभाता है। यद्यपि वर्तमान पाठयक्रम का उद्देश्य न केवल जीववैज्ञानिक ज्ञान सिर्फ मानव आवश्यकताओं को ध्यान में रखा गया है, वरन् उभरते हुए नए विषय-वस्तुओं में परस्पर तालमेल बनाए रखने का प्रयास किया गया है। इसके अतिरिक्त उभरते हुए नए क्षेत्रों, जैसे जैवप्रौद्योगिकी और प्रतिरक्षा-जैविकी विषय को भी शामिल किया गया है।

उद्देश्य

इस पाठ्यक्रम से शिक्षार्थियों में निम्न योग्यताएँ आ जाएगी।

- जीवविज्ञान पारिभाषिक शब्दों, तथ्यों, संकल्पनाओं, सिद्धांतों तथा प्रक्रियाओं की जानकारी, सजीव सृष्टि को सकल रूप में समझा जा सकता है।
- जीव जगत् की विविधताओं के साथ-साथ विभिन्न जीव-जंतुओं के पारस्परिक संबंधों, प्रकृति में पारिस्थितिक संतुलन तथा मानव जाति कल्याण में जीवविज्ञान की भूमिका को समझा जाएगा।
- पर्यावरणीय प्रदूषण के खतरों को पहचान सकेगा और मानव जाति की सेवा के लिए उपयोगी प्राकृतिक संसाधनों के पारस्परिक उपयोगों के प्रति सजगता पैदा कर सकेगा।
- विभिन्न संबंधित व्यवसायिक क्षेत्रों जैसे चिकित्सा, कृषि, वानिकी, जैवप्रौद्योगिकी, पशु-चिकित्सा विज्ञान एवं औषध विज्ञान में जीवविज्ञान की भूमिका तथा इसके प्रभाव को अच्छी प्रकार से समझ सकेगा।
- सजीव जगत् में रुचि पैदा कर सकेगा ताकि जीवन के प्रति आदर भाव उत्पन्न कर सके।

इस प्रक्रिया के एक अंश के रूप में, इस पाठ्यक्रम में इस उद्देश्य को भी ध्यान में रखा गया है कि शिक्षार्थी में निम्न क्षमताओं का विकास हो सके। जैसे कि

- विश्लेषण करने, परिकल्पना करने, निष्कर्ष निकालने तथा परिणामों की पूरी घोषणा कर सकने की क्षमता को विकसित करके जीवविज्ञान व जीवविज्ञान के अपने ज्ञान और विषय की समझ का नयी तथा अनजानी परिस्थितियों में अनुप्रयोग कर सकें।
- वैज्ञानिक उपकरणों से कार्य कर सकने, उन्हें संभालने-सँवारने तथा उनमें आवश्यक जोड़-तोड़ करने तथा प्रेक्षणों एवं आंकड़ों का रिकॉर्ड करने की कार्य कुशलता को विकसित कर सकना।
- जिज्ञासा और सिद्ध करने की दिशा में प्रत्यक्ष प्रमाण की विधि के द्वारा वैज्ञानिक दृष्टिकोण का विकास कर सकना।

पाठयक्रम

अनिवार्य मॉडयूल का इकाईवार वितरण	अंक	न्यूनतम अध्ययन समय (घंटे)
मॉडयूल 1: जीवन की विविधता और विकास	12	50
मॉडयूल 2: पादप और प्राणियों के प्रकार एवं प्रकार्य	26	70
मॉडयूल 3: जनन एवं आनुवंशिकता	22	60
मॉडयूल 4: पर्यावरण एवं स्वास्थ्य	13	50
मॉडयूल 5: जीव विज्ञान के उभरते क्षेत्र	7	10
	80	**240**

पाठ्यक्रम की संरचना

वर्तमान पाठ्यक्रम में 5 अनिवार्य मॉड्यूल हैं और ये सभी शिष्यों के लिए आवश्यक है। प्रत्येक मॉड्यूल को पहले इकाईयों में विभाजित किया गया है और बाद में ईकाइयों को पाठों में। पाठों के क्रमांक, उनका संभावित पठनीय समय और अंक प्रत्येक इकाई के लिए नीचे दिए गए हैं।

पाठ्यक्रम वर्णन

जीवविज्ञान का परिचय (मूल्यांकनरहित)

जीवविज्ञान तथा उसकी शाखाएँ, अन्य विज्ञान के साथ संबंध, वैज्ञानिक विधियाँ, ऐतिहासिक उद्भव, आधुनिक प्रगति और जीवविज्ञान के संभावित वृत्तियाँ

मॉड्यूल-1 विविधता एवं जीवन-विकास

अवधि : 45 घंटे **अंक : 12**

पाठ्य दिशा

इस मॉड्यूल का उद्देश्य शिक्षार्थी में यह क्षमता उत्पन्न करना है कि वह पृथ्वी पर जीवन के उद्भव की तथा सजीव सृष्टि में अत्यन्त विशाल विविधता को देख सके और उनको वर्गीकरण के विभिन्न स्तरों पर समूहित कर सके। यह हमारे शिक्षार्थी को विकास के सिद्धांतों और विचारों को समझने के लिए भी प्रेरित करता है। यह मॉड्यूल कोशिका, जो जीवन की आधारभूत इकाई है, के संगठन से किस प्रकार विभिन्न प्रकार के ऊतकों का निर्माण होता है, पर भी प्रकाश डालता है।

इकाई 1 जीवों का विकास और वर्गीकरण

अवधि : 30 घंटे **अंक : 8**

1.1.1 जीवन का विकास और उद्भव तथा वर्गीकरण का परिचय

जीवन के अभिलक्षण, जीवन का उद्भव, स्वत:जनन ओपेरिन हाल्डेन सिद्धांत, स्टेनले मिलर का प्रयोग,

जैविक विकास, विकास के प्रमाण, विभिन्नताओं के स्रोत, प्राकृतिक चयन, पार्थक्य (पृथक्करण) और जाति-उद्भवन।

हार्डी-वाइनवर्ग साम्यावस्था जीवों के वर्गीकरण की आवश्यकता, वर्गीकरण के सिद्धांत, और वर्गिकी की श्रेणियां, लिनियस और द्विपदनाम पद्धति, विषाणुओं की स्थिति, अभिलक्षण, संरचना और विषाणुओं की आदतें, विषाणुओं के संक्रामक गुण, टी एम वी पोलियो, HIV इफ्जूऐंजा विषाणु, भक्षकाणु का सामान्य उल्लेख, और विषाणुभ (विरिऑयड)।

1.1.2 जगत मोनेरा, प्रोटोक्टिस्टा एवं फंजाई (कवक)

जगत मोनेरा—जीवाणु, एवं साइनोबैक्टीरिया की सामान्य संरचना एवं अभिलक्षण, उदाहरणों सहित

जगत प्रोटोक्टिस्टा—प्रोटोजोआ व ऐल्गी (शैवाल) की सामान्य संरचना एवं अभिलक्षण, सामान्य उदाहरणों सहित

जगत फंजाई—उदाहरणों सहित फंजाई के सामान्य अभिलक्षण

1.1.3 पादप एवं प्राणीजगत

पादप जगत का वर्गीकरण, और अभिलक्षण—प्रभाग तक शैवाल, ब्रायोफाइटा, टेरीडोफाइटा और स्पर्मेटोफाइटा,

स्पर्मेटोफाइटा का वर्गीकरण वर्गों तक—जिम्नोस्पर्मी और एंजियोस्पर्मी

द्विबीजपत्री— (मालवेसी तथा फाबे) एवं एक बीजपत्री (पोएसी व लिलिएसी)

प्राणी जगत का वर्गीकरण एवं अभिलक्षण-प्रभागों तक —पोरीफेरा, निडेरिया प्लेटीहेल्मेंथीज, एस्केलहेल्मथीज, एनीलिडा, आर्थोपोडा, मौलस्का, इकाइनोडर्मेटा। हेमीकॉर्डेटा, कार्डेटा। आथ्रोपोडा एवं कार्डेटा का वर्गीकरण-वर्गों तक, वर्ग मैमेलिया प्रमुख गणों (आर्डर) तक।

इकाई-2 कोशिका एवं ऊतक

अवधि : 15 घंटे **अंक : 4**

1.2.1 कोशिका—जीवन की मूलभूत इकाई

कोशिका—कोशिका सिद्धांत प्रोकेरियोटिक (असीमकेंद्रकी) तथा यूकेरियोटिक (ससीमकेंद्रकी) कोशिकाएँ प्राणी एवं पादप कोशिकाएँ

कोशिका संगठन—प्लाज्मा झिल्ली, कोशिका भित्ति, कोशिकीय कंकाल, एंडोप्लाज्मिक, रेटिकुलम, (अंत:प्रदव्यी जालक्रम) सीलिया, (पक्ष्माभ) और कशाभ (फ्लैजिला), केंद्रक राइबोसोम, माइटोकॉन्डिया हरितलवक, गॉल्जीबोडीज, (गॉल्जीपिंड) सेन्ट्रोसोम, परऑक्सीसोम, कोशिका के अंतर्विष्ट

कोशिका अणु—जल, खनिज आयन, कार्बोहाइड्रेट, लिपिड, अमीनो अम्ल, प्रोटीन, न्यूक्लियोटाइड, न्यूक्लिक अम्ल, प्रकिण्व (एंजाइम), विटामिन, हार्मोन, स्टीरॉइड और एल्केलॉयड।

कोशिका चक्र-सूत्रण एव अर्धसूत्र का महत्त्व, केंद्रकप्ररूप (केरियोटाइप) विश्लेषण

1.2.2 ऊतक

पादप ऊतक—विभज्योतक एवं विभेदित ऊतकों का वर्गीकरण, संरचना एवं कार्य

प्राणी ऊतक—उपकला, योजी, पेशीय तथा तंत्रिकीय ऊतकों की संरचना एवं कार्य

मॉड्यूल-2 पादप तथा प्राणियों के प्रकार एवं प्रकार्य

अवधि : 65 घंटे **अंक : 26**

पाठ्यदिशा

यह मॉड्यूल पौधों तथा प्राणियों के विभिन्न अंग तंत्रों की संरचना एवं प्रकार्यों की जटिल प्रकृति को जैव प्रक्रियाओं के संदर्भ में विशेष महत्व देते हुए दर्शाता है।

इकाई—1 पादप—आकारिकी एवं कार्यिकी

अवधि : 35 घंटे **अंक : 12**

2.1.1 जड़ (मूल) तंत्र

जड़ के अभिलक्षण एवं क्षेत्र, द्विबीजपत्री तथा एक बीजपत्री जड़ की प्राथमिक संरचना, द्विबीजपत्री जड़ों में द्वितीयक वृद्धि, जड़ों के प्रकार तथा रूपांतरण, जड़ के सामान्य प्रकार्य।

2.1.2 प्ररोह तंत्र

तने के अभिलक्षण एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री तनों की संरचनाएं, द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री तनों में अंतर, तने में द्वितीयक वृद्धि, काष्ठ, पार्श्व शाखाओं का उद्भव, तने के प्रकार एवं रूपांतरण, तने के प्रकार्य।

पत्ती की संरचना एवं रूपांतरण, प्रारूपिक द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पत्ती की आंतरिक संरचना, रंध्र, रोम और जलरंध्र, पर्णविन्यास।

पुष्प–पुष्प के भाग, पुष्प के विभिन्न भागों का विन्यास, बीजण्डान्यास, पुष्पक्रम, पुष्पक्रम के प्रमुख प्रकार

फल–परिभाषा, संरचना, प्रमुख श्रेणियां, सामान्य फलों के खाद्य भाग

2.1.3 अवशोषण, परिवहन एवं जल-हानि

जल संबंध–पारगम्यता, विसरण, परासरण, जीवद्रव्य–कुंचन, सक्रिय एवं निष्क्रय अवशोषण एवं गति, अंत:शोषण, जलविभव

वाष्पोत्सर्जन–प्रक्रिया और इसका महत्त्व, वाष्पोत्सर्जन को प्रभावित करने वाले कारक, रंध्रों के खुलने एवं बंद होने की प्रक्रिया (पोटेशियम आयन सिद्धांत), रंध्रीय गति को प्रभावित करने वाले कारक, बिंदुस्राव और इसकी गति को प्रभावित करने वाले कारक विलेयों का स्थानांतरण।

2.1.4 पादप पोषण

खनिज पोषण, खनिजों के प्रकार्य, वायुसंवर्धन एवं जलसंवर्धन, वृहत् एवं सूक्ष्म पोषक तत्त्व, तत्त्वों की कमी के लक्षण, पौधों में पोषण के प्रकार, स्वपोषित, विषमपोषित, मृतोपजीवी, परजीवी और कीटाहारी पादप

2.1.5 नाइट्रोजन उपापचय

आण्विक नाइट्रोजन, नाइट्रोजनस्थिरीकरण (जैविक एवं अजैविक व दोनों प्रकार के) स्वतंत्र जीवी, जीवों द्वारा नाइट्रोजन स्थिरीकरण और सहजीवी नाइट्रोजन स्थिरीकरण, पादपों द्वारा नाइट्रेट तथा अमोनिया का स्वांगीकरण, पादपों द्वारा अमीनो अम्ल का संश्लेषणण नाइट्रोजन चक्र

2.1.6 प्रकाशसंश्लेषण

प्रक्रिया एवं उसका महत्त्व, प्रकाशसंश्लेषण स्थल (हरितलवक की संरचना के प्रकार्यात्मक पहलू), प्रकाशसंश्लेषी वर्णक, प्रकाशसंश्लेषण के प्रकाशसंश्लेक्षी पक्ष, फोटोफास्फोरिलीकरण (चक्रीय व अचक्रीय), C_3 और C_4 पथ, प्रकाशसंश्लेषण को प्रभावित करने वाले कारक, रसायनीसंश्लेषण, रसो–परासरणी संश्लेषण

2.1.6 श्वसन

वायवीय एवं अवायवीय श्वसन, श्वसन गुणांक, ग्लाइकोलिसिस, क्रेब्स चक्र, पेन्टोज फास्फेट पथ, श्वसन को प्रभावित करने वाले कारक (जैवरसायन पथों को छोड़कर) किण्वन, प्रकाशीय श्वसन, एम्फिबोलीय पथिका

इकाई–2 प्राणी–आकारिकी एवं कार्यिकी

समय : 30 घंटा **अंक : 14**

2.2.1 पोषण एवं पाचन

पोषण और उसके प्रकार, अकशेरूकी (कॉकरोच) का पाचन तंत्र, मनुष्य में पाचन तंत्र एवं क्रियाएं (अंतर्ग्रहण, पाचन, अवशोषण, स्वांगीकरण, बहिक्षेपण), अंतर कोशिकीय और आंतर कोशिकीय पाचन, पाचन में एंजाइमों एवं हार्मोनो की भूमिका

कुछ पाचन विकार हैं: वमन, अतिसार, कब्ज अपच एवं पीलिया

2.2.2 संचलन एवं गति

गति एवं संचलन, गतियों के लिए संचलन के प्रकार, कशाभिकीय गति, प्राणियों में पेशीय गति, पेशी-संरचना, पेशीतंतु, पेशी संकुंचनों का सरकना, उद्दीपन एवं पेशीय संकुंचन

2.2.3 श्वसन एवं नाइट्रोजनी वर्ज्य पदार्थ निष्कासन

मानव के श्वसन अंग, श्वसन–क्रियाविधि एवं उसका नियमन, रक्त द्वारा गैसीय परिवहन और ऊतकीय श्वसन, प्राणियों में गैसीय विनिमय (केंचुआ/तिलचट्टा), सामान्य श्वसनी विकार–बचाव और उपचार।

अमोनिया उत्सर्जन, यूरियोत्सर्जन, यूरिकोत्सर्जक, तिलचट्टे तथा मनुष्य का मूत्र तंत्र, स्तनी प्राणियों के वृक्क की सूक्ष्मतम संरचना, सूक्ष्म निस्यंदन और मूत्र निर्माण, परासरण नियमन में वृक्क की भूमिका, वृक्क का कार्यक्षम न होना, डायलिसिस, वृक्क प्रत्यारोपण, एंटीडाइयूरेटिक हार्मोनों (ADH) की भूमिका, उत्सर्जन में यकृत की भूमिका।

वातस्फीति, रेनिन-एंजियोटेंसिन और अलिद एन्टिनाइटियूरेटिक कारक

2.2.4 देह तरलों का परिसंचरण

रक्त परिसंचरण के प्रकार, कॉकरोच में खुला परिसंचरण तंत्र, मानव में परिसंचरण अंग, रक्त परिसंचरण, रक्त की औतिकी और कार्य, रक्त स्कंदन, तथा रक्ताधान (ब्लड-ट्रांसफ्यूजन), रक्त समूह, रक्तदाब लसीका (लिम्फ) तथा लसीका ग्रथिंया, प्लीहा, प्रतिरक्षा तंत्र (इम्यूनोसाइटस एवं प्रतिरक्षा का मूलभूत विचार), रक्त संबंधी विकार-अति रक्तदाब, एथेरोमा तथा धमनी काठिन्य, ECG, पेसमेकर

2.2.5 समन्वय एवं नियंत्रण

मनुष्यों में केंद्रीय एवं परिधीय तंत्रिका–तंत्र, मस्तिष्क–मेरुरज्जु की संरचना तथा प्रकार्य, तंत्रिका आवेग का संचरण, प्रतिवर्त क्रिया, संवेदग्राही, संवेदी अंग–संरचना एवं कार्य।

अंत:स्रावी ग्रंथियां, हॉर्मोनों की प्रकृति तथा भूमिका, फेरामोनो के विषय में प्रारंभिक ज्ञान, हॉर्मोनो का असंतुलन और रोग, हॉर्मोनों एक दूत और नियामक की तरह की भूमिका - हाइपोचेलेमो, हाइपोफाइसियल अक्ष, पुनर्भरण प्रक्रिया।

कंकाल तंत्र, कंकाल के प्रकार, मानव कंकाल, पेशीय एवं कंकालीय विकार, पादपों में गति (movement)

प्राणियों में तंत्रिका-तंत्र, केन्द्रीय तंत्रिका-तंत्र, परिधीय तंत्रिका-तंत्र, अनुकम्पीय तंत्रिका-तंत्र

2.2.6 समस्थापन

धारणा, देह तरलों का नियमन, पुनर्भरण प्रक्रिया–धनात्मक एवं ऋणात्मक, ताप नियमन के अंतर्गत त्वचा।

मॉड्यूल-3 जनन एवं आनुवंशिकता

समय : 55 घंटा **अंक : 22**

पाठ्य दिशा

इस मॉड्यूल को तैयार करने का उद्देश्य जीवित जीवों में एककोशिकी प्राणियों से लेकर जटिलतम रूपो जिसमें मनुष्य शामिल हैं, जनन के विविध बारीको को प्रदर्शित करता है। इस मॉड्यूल में संपूर्ण विश्व में बढ़ती मानव जनसंख्या के बारे में भी बताया गया हैं तथा परिवार नियोजन एवं जन्म नियंत्रण के तरीको के बारे में भी विस्तृत जानकारी दी गयी है। इस मॉड्यूल में जीवों के अभिलक्षणों के निर्धारण में आनुवंशिकता के सिद्धांतों एवं क्रियाविधियों का भी वर्णन किया गया है।

इकाई 1 जनन, वृद्धि एवं परिवर्धन

समय : 30 घंटे **अंक : 12**

3.1.1 पादपों में जनन

पादपों में कायिक, लैगिंक तथा अलैंगिक जनन (सामान्य विवरण), पुष्पी पादपों में जनन-युवता, पुष्प, पुष्पन को प्रभावित करने वाले कारक (प्रकाश कालिकता), पुष्प एक जनन अंग के रूप में, पुष्पी असंगजनन, बहुभूणता, पादपों में युग्मकों का निर्माण, परागण-प्रकार और कारक पर-परागण को बढ़ावा देने के लिए अनुकूलन, निषेचन तथा बीज निर्माण, बीज-एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री, बीजों की संरचना, बीज अंकुरण, अनिषेकफलन।

प्राकृतिक एवं कृत्रिम कायिक प्रवर्धन, कायिक प्रवर्धन के लाभ तथा हानियां, सूक्ष्मप्रवर्धन के लाभ।

3.1.2 पौधों में वृद्धि एवं परिवर्धन

पादपों में वृद्धि एवं परिवर्धन की परिभाषा, वृद्धि नियामक (पादप हार्मोन)-एथीलीन, ऑक्सिन, जिबरेलिन, साइटोकाइनिन, एब्सिसिक एसिड; बीज अंकुरण- अंकुरण की प्रक्रिया एवं अंकुरण को प्रभावित करने वाले कारक, बीज की सुषुप्तावस्था में वृद्धि नियामकों की भूमिका, बसंतीकरण, जीर्णता, विलगन, दबाव कारक (नमक एवं जल), वृद्धि का मापन, पादप अनुकुंचनी

तथा स्फीति वृद्धि, गतियां (अनुवर्तन, अनुकुंचनी तथा स्फीति) पादप हार्मोन तथा उनका पौधे के निर्विभेदन परिवर्धन में भूमिका, विभेद, निर्विभेदन, परिवर्धन।

3.1.3 मनुष्यों में प्रजनन और जनसंख्या प्रबंधन

मादा तथा नर जनन अंग, जननांगो की औतिकी, युम्मकीभवन, निषेचन विदलन, ब्लास्टुलेशन, जननपर्त का भविष्य (केवल सामान्य विवरण), भ्रूणीय परिवर्धन तथा पोषण, बच्चे का जन्म, जुड़वा, वृद्धि काल प्रभावन तथा जीर्णता, भरण, पात्रे-निषेचन

जन सांख्यिकी–जन्मदर, मृत्युदर और जनसंख्या वृद्धि दर, विश्व जनसंख्या में भारत की स्थिति, जनसंख्या वृद्धि का प्रबंधन (अत्यधिक जनसंख्या के परिणाम) गर्भनिरोध की विधियां।

इकाई-2 आनुवंशिकी के सिद्धांत एवं अनुप्रयोग

समय : 25 घंटे **अंक : 10**

3.2.1 आनुवंशिकी के सिद्धांत

आनुवंशिकता और विभिन्नता, मेंडल के वंशागति नियम, अपूर्ण प्रभाविता, घातक जीन, बहु-प्रभावी जीन, अनेकजीनी वंशागति उदाहरण सहित, वंशागति का गुणसूत्री आधार, सहलग्नता तथा जीन विनिमय, पक्षियों में लिंग निर्धारण, मधु-मक्खियों में लिंग निर्धारण, दुग्धस्रवण, मुकुलक, कीटों में जनन-तंत्र, नर जनन-तंत्र, मादा जनन-तंत्र क्रिस क्रॉस वंशागति, मातृक वंशागति, मानव गुणसूत्र प्रारूप, अलिंगसूत्री और लिंगगुणसूत्र, जीनोम के अनेक सेटों के कारण होनेवाली असामान्यताएँ, वर्णान्धता, हीमोफीलिया, डाउन सिड्रोम (मोंगोलिज़्म), टर्नर सिंड्रोम, क्लाइनोफेल्टर सिंड्रोम, Rh-कारक, ABO रक्त समूह, एम्नियोसेन्टिसिस, मानव जीनोम

3.2.2 आण्विक वंशागति एवं जीन अभिव्यक्ति

एक जीन एक एंजाइम परिकल्पना, DNA- एक आनुवंशिक पदार्थ की खोज, DNA एवं RNA की संरचना RNA के प्रकार न्यूक्लिक अम्लों के कार्य, DNA कृति, प्रोटीन संश्लेषण, ट्रान्सक्रिप्सन तथा ट्रान्सलेशन, हाऊस कीपिग जीन, जीन अभिव्यक्ति का नियमन, धनात्मक एवं ऋणात्मक नियंत्रण तंत्र, ओपेरॉन मॉड्ल, उत्परिवर्तन (म्यूटेशन) और उसके प्रकार, उत्परिवर्तन के लाभकारी और हानिकारक प्रभाव।

3.2.3 आनुवंशिकी एवं समाज –ऐतिहासिक परिप्रेक्ष

आनुवंशिकी पुनर्योगज DNA तकनीक, क्लोनिंग, जीन बैंक, पोलीमरेज श्रृंखला अभिक्रिया, DNA अंगुलिमुद्रण, जीनोमिकी, आनुवंशिकी इंजीनियरी एवं उसका महत्त्व, पराजीन पौधें, जंतु एवं सूक्ष्मजीवी, आनुवंशिकी परामर्श, जीनी Bt फसलें जैव-चौर्य, जैव-एकस्व

मॉड्यूल-4 पर्यावरण एवं स्वास्थ्य

समय : 45 घंटे **अंक : 13**

पाठ्य दिशा

इस मॉड्यूल में उन नियमों के आधारभूत ज्ञान पर बल दिया गया है जो किसी जैव समुदाय में परस्पर संबंधों का नियंत्रण रखते हैं। इस मॉड्यूल में मूलतः संरक्षण के सिद्धांत (आधारभूत सिद्धांतों) को सामने रखा गया है कि प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण द्वारा ही मानवता के भविष्य को संरक्षित करने की संभावनाए बेहतर हो जायेगी। इस मॉड्यूल का उद्देश्य स्वस्थ्य जीवन के बारे में एक विचार पैदा करने का भी है। यह पोषण अभावजनित रोगों से बचने की दिशा में उचित तथा संतुलित भोजन की भूमिका के बारे में जानकारी देने पर बल देता है। इस मॉड्यूल में मानव में होने वाली बीमारियों के प्रकार, उनके होने के कारण, उनकी संचरण विधियों के विषय में भी विवेचन किया गया है। इस मॉड्यूल में शिक्षार्थी को जीव-विज्ञान के उभरते हुए क्षेत्रों के बारे में भी जानकारी दी गयी हैं।

इकाई–पर्यावरण और उसका संरक्षण

समय : 20 घंटा **अंक : 7**

4.1.1 पारिस्थितिकी के सिद्धांत नियम

पारितंत्र में जैविक तथा अजैविक कारक, प्राणियों एवं पादपों के बीच परस्पर संबंध, जैवमंडल में ऊर्जा प्रवाह, खाद्य श्रृंखला, खाद्य-जाल, पर्यावरण में मानव का स्थान बायोम (जीवोम), विभिन्न बायोमों में उनके पादप जातियाँ तथा प्राणि जातियाँ।

4.1.2 प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण एवं उपयोग

प्राकृतिक संसाधनों के प्रकार—अनवीकरणीय तथा नवीनीकरणीय उदाहरण सहित, संरक्षण एवं पुर्नस्थापन की आवश्यकता, प्रकृति के संरक्षण के लिए भारतीय परंपराएँ, मृदा, जल तथा जैवविविधता का संरक्षण, संकटग्रस्त व संकटापन्न प्रजातियां, भारत में वन्य जीव संरक्षण (आरक्षित स्थल) एजेन्सियां जो वन्य जीव संरक्षण का कार्य करती हैं। पर्यावरणीय कानून, वहनीय सतत विकास, ऊर्जा के पारंपारिक तथा अपारंपरिक स्रोत (जल शक्ति, पवन, ज्वारीय, नाभिकीय, सौर भूतापीय, हाइड्रोजन ऊर्जा, बायोगैस तथा बायोईंधन), ऊर्जा संसाधनों का विलोपन, ऊर्जा संरक्षण।

4.1.3 प्रदूषण

विभिन्न प्रकार के प्रदूषणों (वायु, जल, तापीय, मृदा ध्वनि और विकिरण) के कारण, रोकथाम तथा नियंत्रण, शरीर में प्रदूषकों का प्रवेश व प्रवाह, वर्ज्य पदार्थों का प्रबंधन।

इकाई-2 स्वस्थ जीवन

समय : 20 घंटा **अंक : 6**

4.2.1 पोषण एवं स्वास्थ्य

स्वास्थ्य एवं पोषण, पोषक तत्त्वों के प्रकार-वृहत् एवं सूक्ष्म पोषक तत्त्व, कार्बोहाइड्रेड, वसा, प्रोटीन, विटामिन, खनिज लवण, जल एवं रूक्षांश के स्रोत तथा कार्य, शरीर की ऊर्जा की आवश्यकताएं, संतुलित भोजन, बढ़ते बच्चों की विशेष आवश्यकताओं को देखते हुये संतुलित आहार, विभिन्न प्रकार के व्यवसायों में कार्यरत व्यक्तियों का विशेष संतुलित भोजन, गर्भवती व स्तनपान कराने वाली महिलाओं के लिए विशेष संतुलित भोजन।

हीनताजन्य रोग—प्रोटीन-ऊर्जा-कुपोषण (PEM) खनिजहीनता जन्य तथा विटामिनहीनता जन्य, उदाहरण सहित-हाइपरविटामिनोसिस, मोटापा, ज्यादा भोजन करना।

4.2.2 रोग

बीमारी की परिभाषा, प्रकार तथा संरक्षण, परजीवी रोगजनक, संक्रमण, संग्रसन, रोगवाहक, कारण, लक्षण, रोकथाम तथा नियंत्रण, कुछ संचरणीय रोगों जैसे—इन्फ्लूऐंजा, खसरा, पोलियो, हिपेटाइसिस, टयूबरकुलोसिस, डिप्थीरिया, लेप्रोसी, मलेरिया, काली खांसी तथा डेंग्यू, हृदय रोग, डाइबीटीज, आस्टियोपोरोसिस, कैंसर, एलर्जी, उपदंश, सुजाक और एड्स (जागरूकता लक्षण व रोकथाम), औषधि व्यसन।

मॉड्यूल-5 जीवविज्ञान के उभरते क्षेत्र

समय : 10 घंटा **अंक : 5**

पाठ्य दिशा

जीवविज्ञान के पाठ्यक्रम में इस मॉड्यूल को शामिल करने का उद्देश्य अपने शिक्षार्थियों को जीवविज्ञान के उभरते क्षेत्रों जैसे जैव प्रौद्योगिकी की बोध और प्रतिरक्षा में महत्त्वपूर्ण ज्ञान करना है। जिससे मानव जीवन में विशेष प्रभाव पड़ता है।

5.1.1 जैव-प्रौद्योगिकी

परिचय, औद्योगिक, जैवप्रौद्योगिकी (एल्कोहल, पेय पदार्थों दही (योगर्ट), पनीर, सिरका, एंटीबायोटिक्स) आनुवंशिक इंजीनियर की सामान्य जानकारी, पारजीनी, जीवों का महत्त्व, जीन थेरेपी, जैवोपचार बायोरेमिडियेशन, जैवकीटनाशक

5.1.2 प्रतिरक्षा विज्ञान

शरीर सुरक्षा क्रिया विधियों के प्रकार, प्रतिरक्षा तंत्र की कोशिकाए (T-कोशिकाएँ B-कोशिकाए, बृहतभोजी (मैक्रोफेजस) प्रतिलन तथा प्रतिपिंड, ह्यूमोरल, एवं माध्यमित प्रतिरक्षा अनुक्रिया, प्रतिरक्षा के प्रकार, प्रतिरक्षीकरण

प्रायोगिक कार्य

उद्देश्य

जीवविज्ञान के शिक्षण का उद्देश्य शिक्षार्थियों को न केवल जीव-वैज्ञानिक शब्दों, तथ्यों, अवधारणाओं और सिद्धांतों से मात्र परिचित कराना ही नहीं है बल्कि उनमें प्रायोगिक कुशलताओं को भी विकसित करना है। प्रायोगिक कुशलताओं के विकास से स्वयं अनुभव करके बोधगम्यता अपने आप बेहतर हो जाती है। इसमें मन:प्रेरक कुशलताओं का भी विकास होता है। चूंकि विकास का यह एक महत्त्वपूर्ण पहलू है। इसलिए आजकल जीवविज्ञान पाठ्यक्रम के प्रायोगिक कार्य को सिद्धांतपरक कार्य का एक अभिन्न अंग मानकर चलते हैं।

वर्तमान पाठ्यक्रम में निम्नलिखित कुशलताओं के विकास का सूक्ष्म रखा गया है।

(i) प्रेक्षण कुशलता जो दिए गए नमूनों में प्रासंगिक जानकारियों को पहचान सके। नमूने में वांछित भागों को देखकर ढूँढ़ सके।

(ii) उपकरणों एवं यंत्रों के व्यवस्थापन, पकड़ने-सँभालने तथा उनके पठन से संबंधित हाथ से काम-काज करने की कुशलताएँ, संग्रहण, माउंटिंग एवं परिरक्षण कुशलता।

(iii) आरेख बनाना, नामांकन करना और प्रयोग परिणामों की रिपोर्ट करते हुए उनकी व्याख्या कर सकना।

प्रयोगों की सूची

A अनिवार्य मॉडयूलों के लिए

1. संयुक्त सूक्ष्मदर्शी (माइक्रोस्कोप) के विभिन्न भागों का अध्ययन करना।
2. अस्थायी स्टेन किए गए, माउण्ट बनाना।
   (i) प्याज का बाह्यत्वचीय शल्क
   (ii) मनुष्य के गाल की कोशिकाओं
   (iii) पत्ती के बाह्यत्वचीय शल्क में रंध्रों का निरीक्षण करना
   (iv) तने की अनुप्रस्थ काट में जाइलम व फ्लोएम का निरीक्षण करना
3. जड़, तना तथा पत्ती के विभिन्न रूपांतरणों का अध्ययन करना।
   (a) जड़ (i) संग्रह करने वाली (गाजर/चुकंदर/मूली)
   (ii) सहारा देने वाली–प्रोप जड़ व अवस्तंभ जड़
   (b) तना (i) भूमिगत कंद, प्रकंद, घनकंद, शल्ककंद
   (ii) वायवीय प्रतान, कांटा, पर्णाभ-वृंत, पर्णाभ पर्ण
   (c) पत्ती, (i) प्रतान
   (ii) कंटक (कांटा)
   (iii) फिल्लोड
4. स्थायी (निर्मित) स्लाइडो की सहायता से द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री जड़ तथा तनों के अनुप्रस्थ काट का अध्ययन एवं निरीक्षण करना।
5. निर्मित स्लाइडों की सहायता से मनुष्य की कार्टिलेज, हड्डी, रक्त, वृषण और अण्डाशय की सूक्ष्मदर्शीय संरचना का अध्ययन करना।
6. निम्नलिखित पुष्पों में विभिन्न भागों की संरचना एवं कार्यों का अध्ययन करना।
   (a) गुड़हल (चायनारोज), पिटूनिया
7. निम्नलिखित प्राणियों के विशिष्ट लक्षणों को पहचानना तथा वर्ग तक उनका वर्गीकरण करना–स्पंज, केंचुआ, तितली, घोंघा, स्टारफिश, अस्थिमय मछली, उपास्थिमय मछली, टोड, घरेलू छिपकली, कबूतर तथा चमगादड़।
8. प्याज के मूलाग्र का अस्थायी स्टेन माउंट तैयार करके माइटोसिस की अवस्थाओं का अध्ययन करना।

9. (a) मरूस्थल तथा जलीय पर्यावरण में रहनेवाले पौधे उदाहरण कैक्टस व जलकुम्भी (b) प्राणियों जिनकी जीवन प्रक्रिया का परजीवी प्रकार उदाहरण टेपवर्म के आकारिकीय अनुकूलनों का अध्ययन करना।
10. दो विभिन्न प्रकार की मृदाओं की (a) बनावट (b) पानी सोखने की क्षमता का अध्ययन करना।
11. पोटैटो ऑस्मोमीटर द्वारा परासरण क्रिया का अध्ययन करना।
12. जलीय पौधें में प्रकाशसंश्लेषण की दर का अध्ययन करना।
13. चने तथा सेम के बीजों की संरचना तथा उनके अंकुरण का अध्ययन करना।
14. अंकुरित होते बीज में श्वसन क्रिया का प्रदर्शन होना।
15. स्टार्च पर लार एमाइलेज की क्रिया का अध्ययन करना।

प्रोयोगिक परीक्षा

एक प्रायोगिक परीक्षा तीन घंटे की अवधि की होगी तथा 20 अंक अधिकतम होंगे जो सिद्धांत परीक्षा के अतिरिक्त है। अंक विवरण निम्न है।

(i) एक प्रयोग करना	4 अंक
(ii) एक प्रोजेक्ट जमा करना	3 अंक
(iii) दिए गए नमूने को पहचानना	4 अंक
(iv) माउण्ट तैयार करना	3 अंक
(v) रिकॉर्ड पुस्तिका का रख रखाव	3 अंक
(vi) मौखिक परीक्षा	3 अंक
कुल	**20 अंक**

मूल्यांकन योजना

शिक्षार्थी का मूल्यांकन, सार्वजनिक परीक्षा तथा निरंतर और बोधगम्यपूर्वक मूल्यांकन, शिक्षक अंकित एसाइनमेट का किया जाएगा।

मूल्यांकन का प्रकार	समयावधि	अंक	प्रश्न–पत्र
1. सार्वजनिक परीक्षा	3 घंटा	80	1 (एक)
2. प्रायोगिक परीक्षा	3 घंटा	20	1 (एक)
TMA-I तथा TMA-II	स्वयं निर्धारण	25	
TMA-III (अनिवार्य)	स्वयं निर्धारण		

TMA के अवार्ड ग्रेड को मार्कशीट में अलग से दर्शाया जाएगा। इन अवार्डो को सार्वजनिक परीक्षा में पूर्णरूपेण ग्रेडिग के लिए अनुमोदित नहीं किया जाएगा।

मुक्त विद्या वाणी

मुक्त विद्या वाणी राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान (एनआईओएस) का एक प्रवर्तनकारी प्रयास है जिसमें शैक्षिक उद्देश्यों के लिए स्ट्रीमिंग ऑडियो का प्रयोग किया जाता है। आई सी टी की इस तकनीक से एनआईओएस कार्यक्रमों की उपलब्धता के साथ-साथ कार्यक्रम के प्रसार की गुणवत्ता भी बढ़ेगी। स्ट्रीमिंग ऑडियो और इंटरनेट का प्रयोग करते हुए अपने शिक्षार्थियों के साथ दो तरफा बातचीत आरंभ करने वाले पहले मुक्त और दूरस्थ शिक्षा संस्थान के रूप में यह एनआईओएस की एक महत्त्वपूर्ण उपलब्धि है।

इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए कि प्रसारण वेब द्वारा किया जाता है, एनआईओएस की वेबसाइट (www.nios.ac.in) पर एक लिंक दिया गया है जो किसी भी प्रयोगकर्ता को मुक्त विद्या वाणी पर ले जाता है। इस प्रकार मुक्त विद्या वाणी इंटरनेट कनेक्शन वाले किसी भी श्रोता के साथ नोएडा स्थित अपने मुख्यालय के स्टूडियो से दो तरफा संवाद करने में सक्षम है जहाँ एनआईओएस ने उच्च स्तरीय स्टूडियो स्थापित किया है जिसे इस उद्देश्य के साथ-साथ एनआईओएस शिक्षार्थियों के लिए शैक्षिक ऑडियो कार्यक्रम रिकॉर्ड करने के लिए भी प्रयोग किया जाता है, यद्यपि अन्य लोग भी इस सुविधा का लाभ उठा सकते हैं।

मुक्त विद्या वाणी एक आधुनिक, विचार विमर्शपूर्ण, सहभागितापूर्ण और कम लागत वाला कार्यक्रम है जिसमें ऑडियो और वीडियो कार्यक्रमों के निर्माण के तकनीकी उत्तरदायित्वों के साथ-साथ एनआईओएस शैक्षिक पहलू भी शामिल हैं, जो एनआईओएस द्वारा चलाए जा रहे बहु चैनल पैकेज के सर्वाधिक महत्त्वपूर्ण तत्वों में से एक है। ये कार्यक्रम शीर्षक/विषय को इतने साधारण, रोचक और सबको शामिल करने वाले तरीके से प्रस्तुत करने का प्रयास करते हैं जिससे शिक्षार्थियों को विषयवस्तु की एक स्पष्ट समझ और एक अंतर्दृष्टि मिल सके।

एनआईओएस ने शिक्षार्थियों को मुक्त विद्या वाणी में भाग लेने के लिए प्रेरित करने हेतु उन्हें संबंधित क्षेत्रीय केन्द्र पर विभिन्न विषयों पर अपने ऑडियो सीडी भेजने की एक योजना आरंभ की है जैसे :-

1. कविता/श्लोक वाचन
2. कहानी वाचन
3. रेडियो नाटक
4. संगीत
5. एनआईओएस की पाठ्यचर्या से संबंधित विभिन्न शीर्षकों जैसे चित्रकला, व्यावसायिक विषयों आदि पर वार्ताएं।
6. प्रश्न मंच
7. गणित की पहेलियाँ आदि।

चुनी गई सीडी मुक्त विद्या वाणी पर वेब प्रसारित की जाएगी और विजेता सहभागी को समुचित पुरस्कार दिया जाएगा।

शिक्षार्थी एनआईओएस की वेबसाइट पर जाकर सभी कार्य दिवसों पर सायं 2.00 बजे से 5.00 बजे तक और शनिवार, रविवार और सभी सार्वजनिक अवकाशों पर प्रात: 10.30 बजे से 12.30 बजे तक लाइव कार्यक्रमों में भाग ले सकते हैं। इस समय के दौरान स्टूडियो में विषय विशेषज्ञ उनकी टेलीफोन पर की गई पूछताछ का उत्तर देंगे। एनआईओएस वेबसाइट पर वेब प्रसारित होने वाले कार्यक्रमों की साप्ताहिक योजना उपलब्ध है। स्टूडियो के टेलीफोन नंबर 0120-4626949 और टॉल फ्री नं. 1800-180-2543 है।

पाठों के विषय में प्रतिपुष्टि (Feed back on Lessons)

पाठ संख्या	पाठ का नाम	विषय वस्तु			भाषा		उदाहरण		आपने क्या सीखा	
		कठिन	रोचक	भ्रामक	सरल	जटिल	उपयोगी	उपयोगी नहीं	अत्यंत सहायक	सहायक नहीं
1.										
2.										
3.										
4.										
5.										
6.										
7.										
8.										
9.										
10.										
11.										
12.										
13.										
14.										
15.										
16.										
17.										
18.										

अन्तिम मोड़

--- चौथा मोड़ ----

-- तीसरा मोड़ --

प्रतिपुष्टि प्रपत्र को आज ही भरें तथा डाक से भेजें

प्रिय शिक्षार्थियो

अपनी पाठ्य पुस्तकों को पढ़कर आपको अच्छा लगा होगा। पाठ्य सामग्री को प्रासंगिक तथा रूचिकर बनाने के लिये हमने भरसक प्रयास किया है। विषय सामग्री को बनाना एक दो तरफा प्रक्रिया है। आपकी प्रतिपुष्टि विषय सामग्री को सुधारने में हमारी सहायता करेगी। अपने समय में से कुछ मिनट अवश्य निकाले तथा प्रतिपुष्टि प्रपत्र को भरे ताकि एक रूचिकर तथा उपयोगी विषय सामग्री का निर्माण किया जा सके।

धन्यवाद

समन्वयकर्ता

(जीवविज्ञान)

प्रश्नों के विषय में प्रतिपुष्टि (Feed back on Questions)

पाठ संख्या	पाठ का नाम	पाठगत प्रश्न		पाठान्त प्रश्न		
		उपयोगी	उपयोगी नहीं	सरल	कठिन	अत्यंत कठिन
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						
7.						
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						
17.						
18.						

दूसरा मोड़

आपके सुझाव

____

____

____

____

क्या आपने जीवविज्ञान के अध्ययन के लिये कोई अन्य पुस्तक पढ़ी है? हाँ/नहीं

यदि हाँ तो उसे पढ़ने का कारण दें।

____

____

नाम : ____________________________

नामांकन संख्या : __________________

पता : ____________________________

____

विषय : ________________________

पुस्तक संख्या : __________________

डाक टिकट

सहायक निदेशक (शैक्षिक)

राष्ट्रीय मुक्त विद्यालयी शिक्षा संस्थान

ए - 24-25, इंस्टीट्यूशनल एरिया

सेक्टर - 62 नोएडा (उ.प्र.)

किसी अनुलग्नक की अनुमति नहीं