



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 सकेंगे।

6.1 जड़ों के अभिलक्षण

जड़ के मुख्य गुण निम्न हैं, जिनसे आप उसे पहचान सकते हैं :

- यह हरी नहीं होती है क्योंकि इनमें पर्णहरित नहीं होता।

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी

- 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 :

- मूसला जड़-तंत्र (Tap root system)** – इस जड़-तंत्र का परिवर्धन मूलांकुर (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)।
- 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)

मूसला जड़ तंत्र



(a)

झकड़ा जड़तंत्र



(b)

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 :

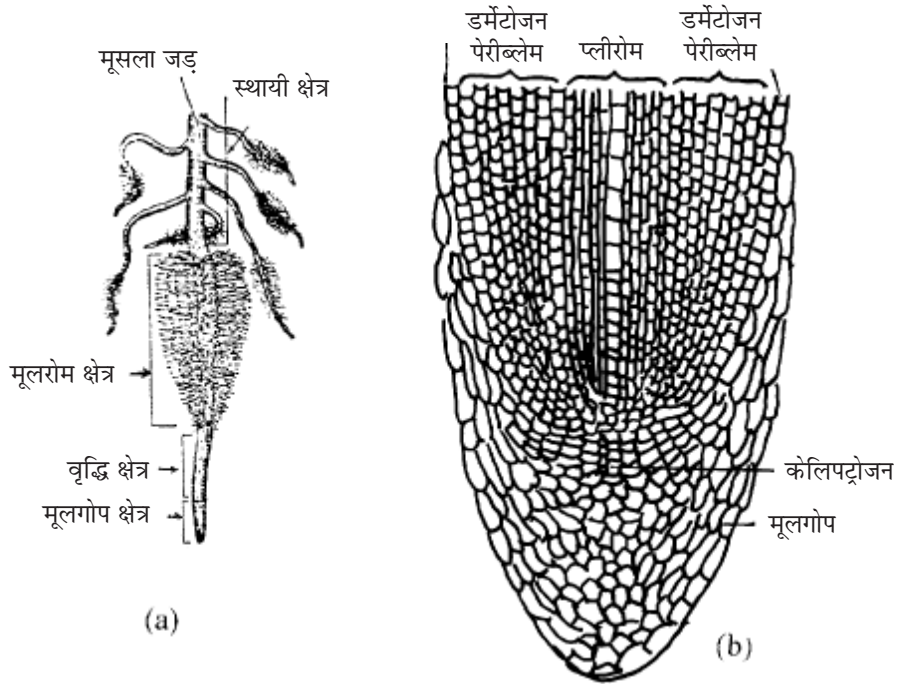
पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी

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 हैं।
 - (ii) पेरीब्लेम (Periblem) – डर्मेटोजन के भीतर यह वल्कुट (cortex) बनाती है, तथा
 - (iii) प्लोरोम (Plerome) – केंद्रीय 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. **दीर्घीकरण 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 (differentiate) हो जाती हैं। ये हैं : (i) जड़ रोम अथवा रोमधारक/पिलीफेरस क्षेत्र (piliferous region) जिसमें एकाकोशिकीय 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 कोशिकाएँ 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 :

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी

मूल (जड़) के रूपांतरण

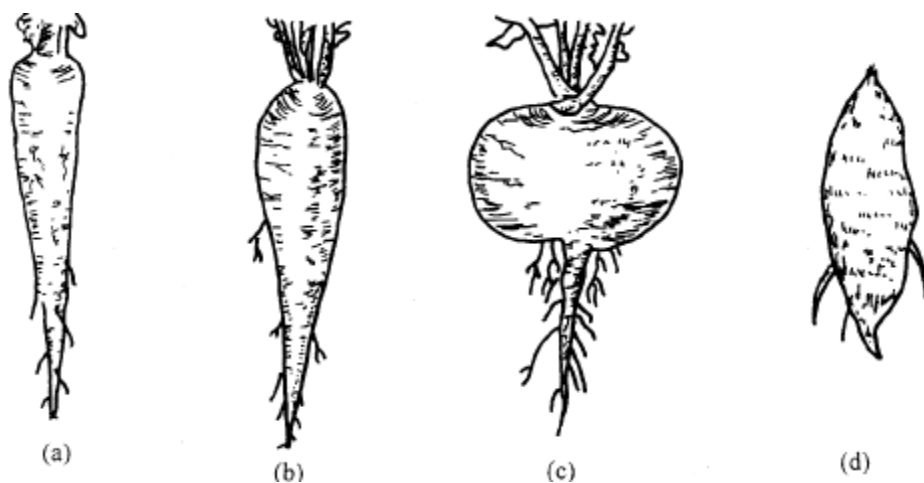
मूसला जड़ (Tap root) रूपांतरण	अपस्थानिक (झकड़ा) जड़ (Adventitious root) रूपांतरण
(i) शंक्रुपी (Conical) जड़	(i) कंदिल (Tuberous) जड़
(ii) तर्कुरूपी (Fusiform) जड़	(ii) संपूलित गुच्छित (Fasciculated) जड़
(iii) कुंभीरूपी (Napiform) जड़	(iii) ग्रंथिल (Nodulose) जड़
(iv) गाँठदार (कंदिल) (Tuberous) जड़	(iv) 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. शंक्रुपी (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) शंक्रुपी (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

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी

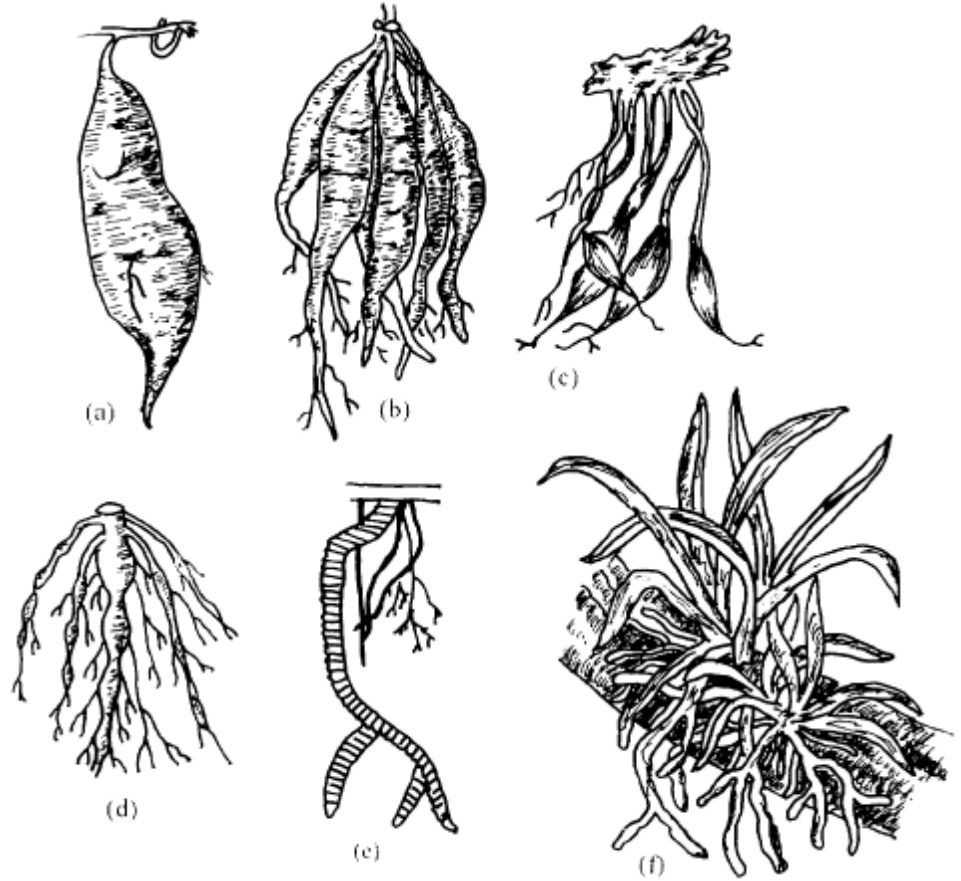
(iii) वायुमंडलीय आर्द्रता का अवशोषण करने के लिए रूपांतरण

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

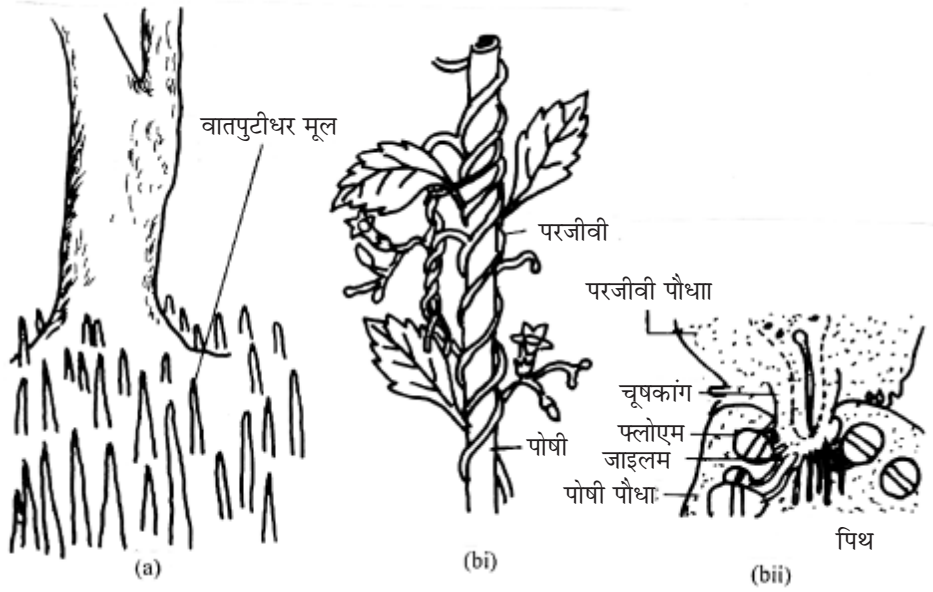
कुछ जड़ें ऋणात्मक गुरुत्वानुवर्ती, सीधे ऊपर की तरफ वायु में वृद्धि करती हैं उद्भाषित जड़ों के शिखरों पर असंख्य छोटे-छोटे छिद्र होते हैं जिनके द्वारा जड़े श्वसन करती हैं। ये शंकुनुमा स्पाईक होता है और जल से बाहर निकली रहती है।

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 (कस्कूटा)



चित्र 6.5 अपस्थानिक जड़ रूपांतरण (a) मेनग्रोव पादप के वातपुटीधर जड़ (bi) कस्कूटा (परजीवी) परपोषी पर, (bii) काट में परपोषी के स्तंभ को भेदती हुई परजीवी की चूषक जड़ या चूषकांग

(vi) मजबूत 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

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य

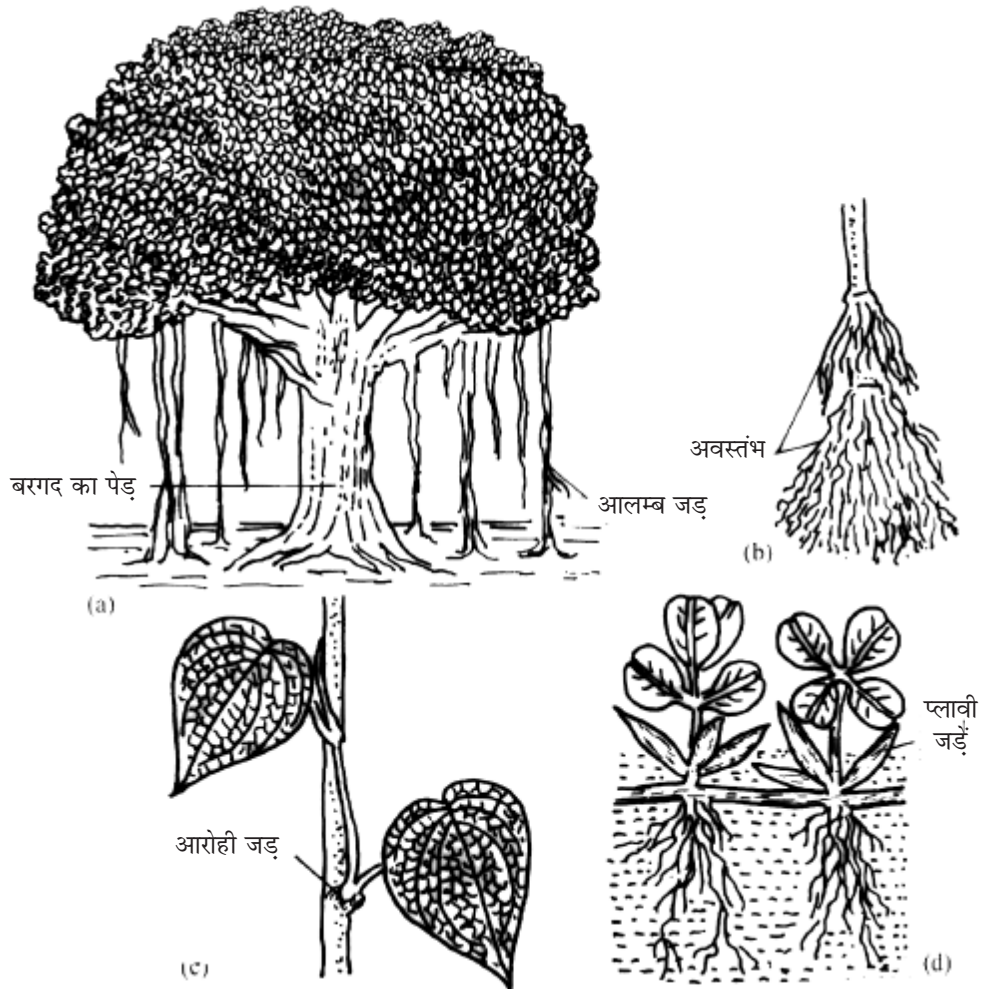


टिप्पणी

(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।

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी



पाठगत प्रश्न 6.3

- क्या गाजर, मूली और शलगम जड़ें हैं? औचित्य बताइए। ये गूदेदार क्यों हो गई हैं?
.....
 - गरान अथवा कच्छ-क्षेत्र (marshy area) में उगने वाले पौधों में पाए जाने वाली जड़ों के रूपांतरणों के प्रकार बताइए। उनके क्या कार्य हैं?
.....
 - अधिपादप की वायवीय जड़ में कौन-सा ऊतक है जो वायुमंडलीय नमी अवशोषित करने में सहायक होता है?
.....
 - जड़ के दो प्रमुख प्रकार्य कौन-से हैं?
.....
 - 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।

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी

विधि—जड़ों को ध्यान से देखिए तथा निम्न प्रश्नों के उत्तर सारणीबद्ध कीजिए—

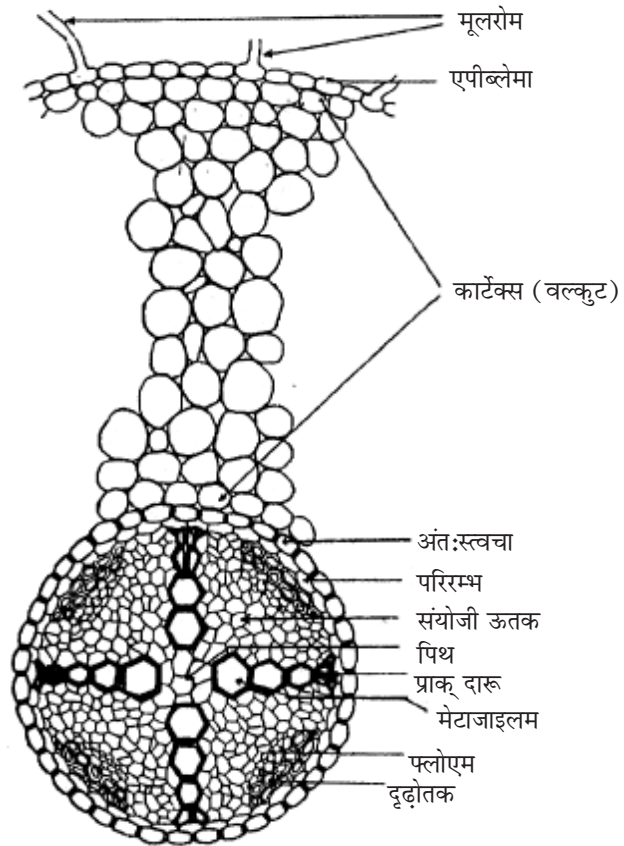
1. क्या जड़ हरी है?
2. क्या उनमें पर्व और पर्वसंधियाँ हैं?
3. क्या उस पर पत्तियाँ हैं?
4. क्या उस पर कलिकाएँ हैं?
5. यह मूसला अथवा अपस्थानिक जड़ में से कौन-सी है?
6. यदि रूपांतरित है तो रूपांतरण का प्रकार बताइए?

6.7 जड़ की प्राथमिक संरचना

अ. द्विबीजपत्री जड़ (उदाहरण-चना)

द्विबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट (चित्र 6.7) में निम्नलिखित संरचना होती है:

- (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 मृदुतकी (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 (Caspasian strip) कहते हैं। आदिदरू 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, (Endodermis) 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 टैकीड युक्त) केंद्र की ओर।

जाइलम पैचों की संख्या के आधार पर जड़ द्विआदिदारुक (Diarch) (डाई-2 पैच) से षट् आदिदारुक (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 मृदुतक (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)

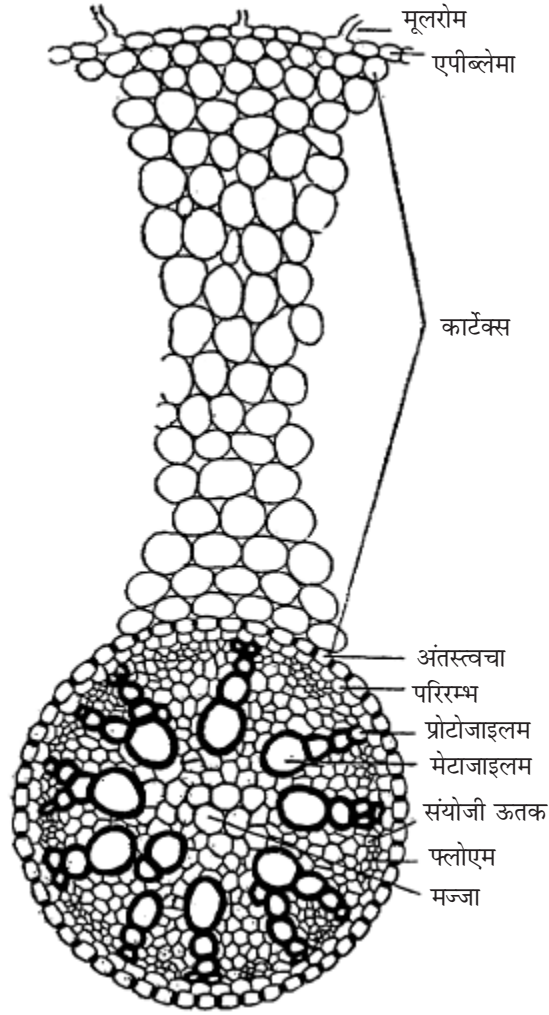
एकबीजपत्री जड़ की अनुप्रस्थ काट (चित्र 6.8) में निम्नलिखित संरचनाएँ दिखाई देती हैं :

- (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** : बड़ा खंड, बहुपरतवाली, पैरेन्काइमा अंतराकोशिकी अवकाशयुक्त, खाद्य सामग्री एवं जल का संचय करता है।

पादप तथा जीवों के प्रकार
एवं प्रकार्य



टिप्पणी



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. पित्त	अतिलघु अथवा अनुपस्थित	सुविकसित

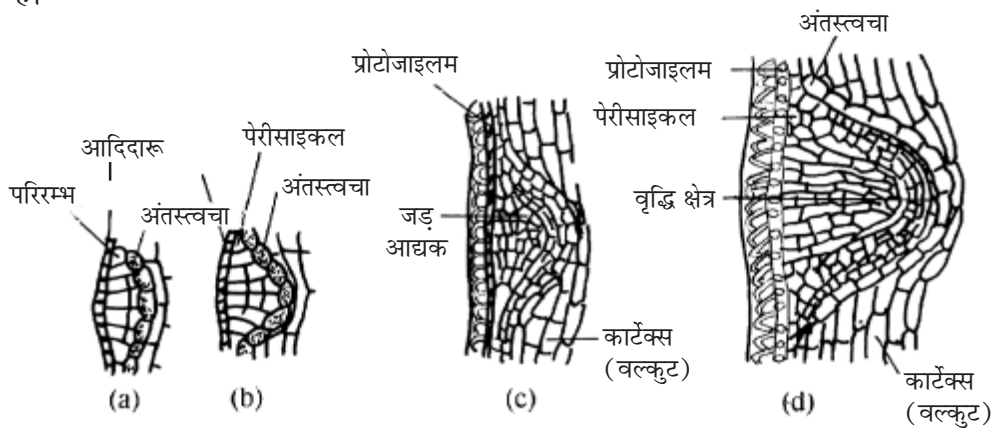
पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी

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।

पादप तथा जीवों के प्रकार एवं प्रकार्य



टिप्पणी



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 (टेटार्क) 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।

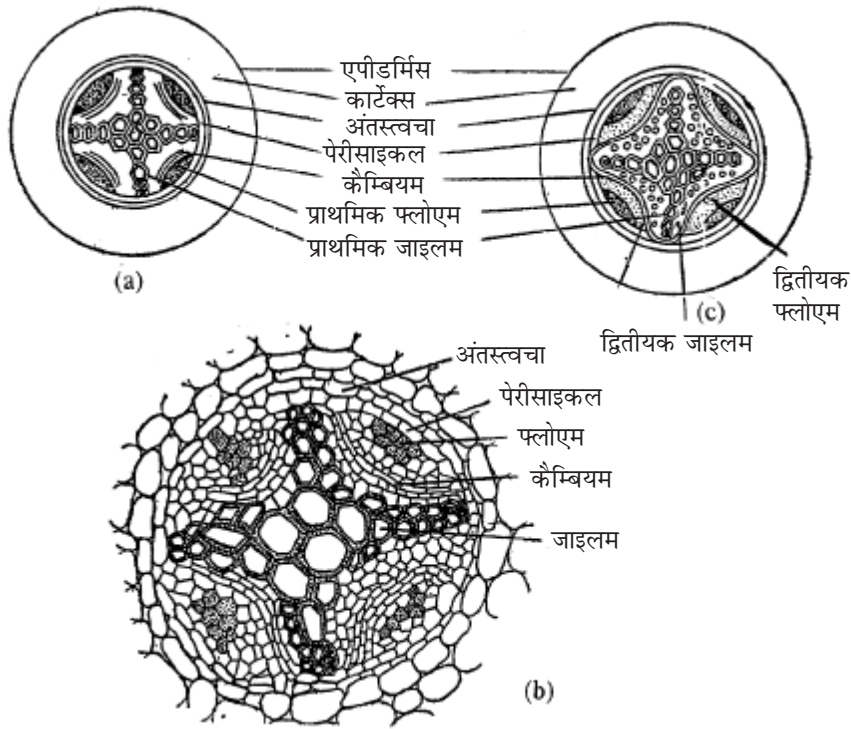
याद रखिये, संवहन एवं काग एधा की उत्पत्ति पेरिसाइकल से द्वितीयक ऊतक (secondary tissue) के रूप में विकसित होती है।

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)

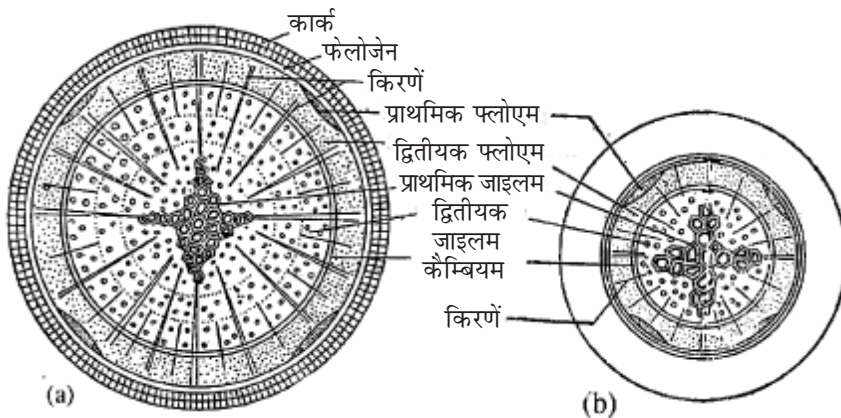


टिप्पणी



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 ईटनुमा होती हैं तथा विभाजन द्वारा अपनी दोनों तरफ अर्थात् परिधि तथा केंद्र की ओर कोशिकाएँ बनाती हैं। 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

मॉड्यूल - 2

मूल तंत्र

पादप तथा जीवों के प्रकार
एवं प्रकार्य



टिप्पणी

- 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 हैं। पेरिडर्म सुरक्षा प्रदान करता है।
- अंततः 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 (पेरिडर्म-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)



- 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 कार्यात्मक 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 पेरिलेमा, 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 तदनु रूप 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।

पादप तथा जीवों के प्रकार
एवं प्रकार्य



टिप्पणी

- 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 हैं 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 बतायेंगे?
9. परिपक्व 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, एकजार्क 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 पौलीप्रोटोजाइलम 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

पादप तथा जीवों के प्रकार
एवं प्रकार्य



टिप्पणी

- 6.1**
- जड़
 - मूलांकुर
 - मूसला जड़-तंत्र पौधे को मिट्टी में मजबूती से जमाए रखता है क्योंकि यह गहराई तक, शाखित होकर मिट्टी में फैला रहता है।
 - मक्का, गन्ने में झकड़ा जड़-तंत्र तथा सूरजमुखी, आम में मूसला जड़-तंत्र
 - पर्व तथा पर्वसंधियों, कलिकाओं एवं पत्तियां अनुपस्थित
- 6.2**
- मूल गोप
 - मूल गोप क्षेत्र, विभज्योतकी क्षेत्र, दीर्घीकरण क्षेत्र, परिपक्वन क्षेत्र
 - डर्मेटोजन (dermatogen) से मूल गोप तथा जड़ीय त्वचा और प्लीरोम से रंभ का विभेदन होता है।
 - मूलरोम या रोमधारक (piliferous) क्षेत्र या परिपक्वन क्षेत्र
- 6.3**
- हाँ ! ये जड़ हैं क्योंकि उनमें पर्व और पर्वसंधियाँ, कलिका और पत्तियाँ अनुपस्थित हैं; ये खाद्य संचय हेतु गूदेदार हो गई हैं।
 - वातपुटीधर, श्वसन
 - वेलामेन
 - स्थिरीकरण तथा जल एवं खनिज लवणों का अवशोषण
 - (a) - (iii); (b) - (iv); (c) - (i); (d) - (ii)
- 6.4**
- एक्सार्क
 - क्योंकि वे अंदर की परत अर्थात् पेरिसाइकल से निकलती हैं/अंतर्जात उत्पत्ति
 - परिरम्भ
 - पथ कोशिकाएँ
 - द्विबीजपत्री जड़ में 2-6 संवहनी पूल तथा एधा उपस्थित होते हैं परंतु एकबीजपत्री जड़ में अनेक संवहनी बंडल होते हैं तथा एधा नहीं होती।
 - चार
- 6.5**
- संवहन कैम्बियम एवं काग कैम्बियम; संवहन कैम्बियम से द्वितीयक संवहनी ऊतक और काग एधा से काग एवं द्वितीयक वल्कुट बनता है।
 - परिरम्भ एवं संयोजी ऊतक
 - संयोजी ऊतक मृदुतकी होता है, तथा जड़ों में अरीय स्थित के बंडलों के बीच व्यवस्थित रहता है।
 - परित्वक ऐसा ऊतक है जो द्वितीयक वृद्धि द्वारा बनता है तथा कार्क, कार्कजन एवं कार्क अस्तर से मिलकर बनता है; सुरक्षा
 - नहीं, प्राथमिक द्विबीजपत्री जड़ में एधा विद्यमान नहीं होता है।