# Chapter 05
# पुष्पीय पादपों की शारीरिकी (ANATOMY OF FLOWERING PLANTS)

**CONTENT**


- परिचय (Introduction)
- पादप ऊत्तक (Plant Tissues)
- ऊत्तक तंत्र (Tissue System)
- द्विबीजपत्री पादप एवं एकबीजपत्री पादपो की शारीरिकी (Anatomy of Dicotyledonous and Monocotyledonous plants)


## परिचय (INTRODUCTION)

ANATOMY- (ग्रीक शब्द, जिसमें Ana → ऊपर व temnein → काटना) ।

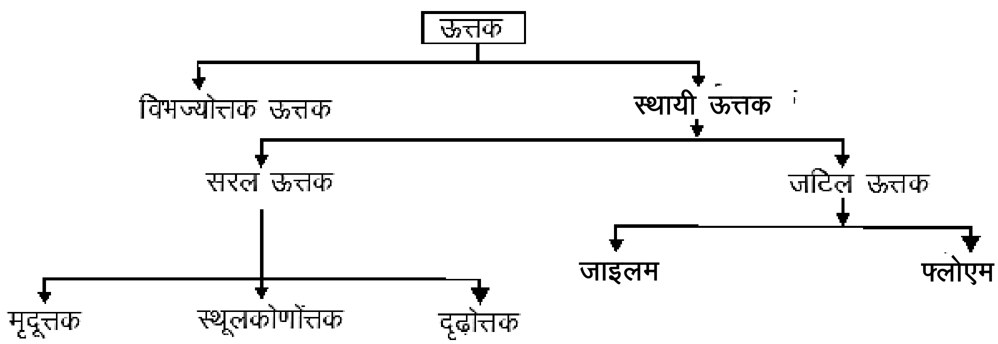
Katherine Esau (1898 – 1997)

➢ **इस अध्याय में हम उच्च पौधों में भीतरी रचनात्मक तथा कार्यात्मक संरचनाओं के विषय में पढ़ेंगे।**

➢ **पौधें की भीतरी संरचना के अध्ययन को शारीरिकी कहते हैं। पौधें में कोशिका आधार भूत इकाई है। कोशिकाएँ ऊतकों में और ऊतक अंगों में संगठित होते हैं। पौधे के विभिन्न अंगों की भीतरी संरचना में अंतर होता है।**

## पादप ऊत्तक (PLANT TISSUE) :

➢ समान अथवा असमान कोशिकाओं का संगठित समूह जिनकी उत्पत्ति समान होती है तथा कार्य भी प्रायः समान होते है, **ऊतक** कहलाता है।




### विभज्योतकी ऊतक (Meristematic tissue) :

➢ **विभज्योतक (ग्रीक भाषा में मेरिस्टो - विभाजित)**: पौधों में वृद्धि मुख्यतः सक्रिय कोशिका विभाजन वाले विशिष्ट क्षेत्रो तक ही सीमित होती है। इस क्षेत्र को **विभज्योतक** कहते है।

➢ विभज्योतक एक स्थानीय क्षेत्र होता है जिसमें वास्तव में कोशिका विभाजन होता है।

### लक्षण (Characteristics) :

➢ यह एक **अविभेदित ऊतक** है।

➢ विभज्योतक का कोशिका चक्र **निरन्तर** रहता है अर्थात् इसमें विभाजन की क्षमता होती है। अतः यह **अपरिपक्व कोशिकाओं** के बने होते हैं।

➢ विभज्योत्तक में केवल प्राथमिक कोशिका भित्ति पाई जाती है जो कि पतली व लचीली (प्रत्यास्थ) होती है व सैल्यूलोज की बनी होती है। द्वितीयक कोशिका भित्ति अनुपस्थित होती है।

➢ विभज्योतक की कोशिकाएं छोटी एवं समव्यासी होती है।

➢ इनका **कोशिकाद्रव्य सघन (dense)** होता है।

➢ **कोशिका में रिक्तिकाएं (vacuoles) सामान्यतया अनुपस्थित, यदि उपस्थित हो तो बहुत छोटी होती है।**

➢ इनमें केन्द्रक **मुख्य** तथा बड़ा होता है।

- विभज्योतक कोशिकाएँ **उपापचयी** रूप से अत्यधिक सक्रिय होती है, इसलिए कोशिकाओं में संग्रहित भोजन का अभाव होता है।
- विभज्योतक कोशिकाओं में **लवक (Plastids) अनुपस्थित** होते है। यदि पाए जाये तो केवल पूर्वलवक **(proplastid)** पाए जा सकते है। अन्तःप्रद्रव्यी जालिका अल्प विकसित होती है।
- विभज्योतकी ऊत्तक में **अन्तरा कोशिकीय स्थान** (**intercellular** spaces) सामान्यतः अनुपस्थित होते है क्योंकि कोशिकाएं आपस में सटी हुई (संकुलित) होती है। अतः एक **सघन ऊतक** होता है।

**विभज्योतक का वर्गीकरण (CLASSIFICATION OF MERISTEMATIC TISSUE) :**

विभज्योतक ऊतक

- **उत्पति एवं विकास के आधार पर**
  - प्राक्विभज्योत्तक
  - प्राथमिक
  - द्वितीयक
- **पादपकाय में स्थिति के आधार पर**
  - शीर्षस्थ
  - अन्तर्वेशी
  - पार्श्वीय
- **कार्यो के आधार पर**
  - अधित्वक
  - प्राक्एधा
  - भरण

**[A] विभज्योतक ऊतक (उत्पति एवं विकास के आधार पर ):**

उत्पति एवं विकास के आधार पर विभज्योतक को तीन प्रकारों में बांटा जाता है :

| प्राक्विभज्योत्तक | प्राथमिक विभज्योत्तक | द्वितीयक विभज्योत्तक |
|---|---|---|
| 1. भ्रूणावस्था के दौरान प्रारंभ में विकसित | 1. प्राक्विभज्योतक द्वारा विकसित | 1. प्राथमिक स्थायी ऊत्तक द्वारा विकसित |
| 2. कोशिका विभाजित होती है तथा प्राथमिक विभज्योतक का निर्माण करती है। | 2. कोशिकाऐं सदैव विभाजनशील रहती है और प्राथमिक स्थायी ऊत्तकों का निर्माण करती है। | 2. कोशिका का विभाजन होता है तथा द्वितीयक स्थायी ऊत्तक का निर्माण होता है। |
| 3. भ्रूणावस्था में पाया जाता है।<br>उदा. तने की कोशिका | 3. प्ररोह तथा मूल शीर्ष में उपस्थित<br>उदा. - शीर्षस्थ विभज्योतक | 3. मूल तथा तने के परिपक्व भागो में उपस्थित<br>उदा. कॉर्क एधा |

**DETECTIVE MIND**

किसी स्थायी ऊतक से विभज्योतक का बनना विविभेदन **(dedifferentiation)** कहलाता है।

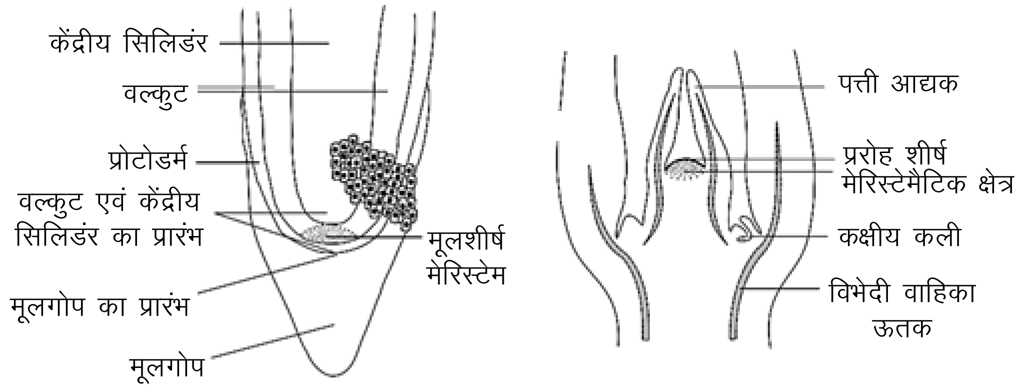
प्राक विभज्योतक → प्राथमिक → (विभेदन) प्राथमिक स्थायी → (निर्विभेदन) द्वितीयक विभज्योतक → (पुनःर्विभेदन) द्वितीयक स्थायी ऊत्तक

**[B] पादपकाय में स्थिति के आधार पर विभज्योतक ऊतक का वर्गीकरण :**

विभज्योतक पादप में स्थिति के आधार पर तीन प्रकार होता है।

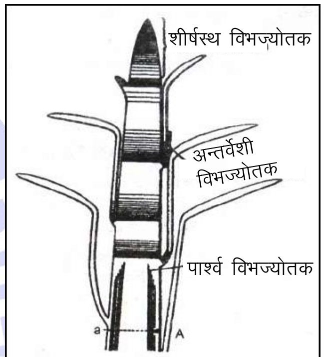
**(i) शीर्षस्थ विभज्योतक (Apical Meristem) :**

- विभज्योतक जो मूल एवं प्ररोह के शीर्ष पर पाए जाते है एवं प्राथमिक ऊतक बनाते है, उन्हें शीर्षस्थ विभज्योतक कहते है। इन विभज्योतकों की क्रियाशीलता से पादप अंग की लम्बाई में वृद्धि होती है।
  उदाहरण : **मूल शीर्ष, प्ररोह शीर्ष।** ये प्राथमिक वृद्धि के लिए उत्तरदायी होते है।




**चित्र : शीर्षस्थ विभज्योत्तक (A) मूल (B) प्ररोह**

- पर्ण कोशिका निर्माण तथा स्तम्भ कोशिका निर्माण के दौरान कुछ कोशिकाएँ पीछे रह जाती है तथा कक्षीय कलिका का निर्माण करती है जिससे शाखाएं या पुष्प बनते है।




**विभिन्न विभज्योत्तक प्रदर्शितर्शित करता प्ररोह**

**(ii) अन्तर्वेशी विभज्योतक (Intercalary Meristem) :**
- जब विभज्योतक स्थायी ऊतकों के बीच उपस्थित होता है तब उसे अन्तर्वेशी विभज्योतक कहते है।
- यह शीर्षस्थ विभज्योतक से अलग हुआ भाग है।
- ये कुछ पादपों के तनों में पाये जाते है।
- यह शाकाहारियों द्वारा घास में खाए भाग को पुर्नजीवित करते है।
- ये अल्पकालिक होते है एवं अंत में स्थायी ऊतक में परिवर्तित हो जाते है।

**SPOT LIGHT**

शीर्षस्थ विभज्योतक एवं अन्तर्वेशी विभज्योतक दोनों ही प्राथमिक विभज्योतक है। क्योंकि वे पादप की प्रारम्भिक अवस्था में ही प्रकट हो जाते है एवं प्राथमिक या पूर्ववर्ती पादप काय बनाने में सहायता करते है।

**(iii) पार्श्वीय विभज्योतक (Lateral Meristem) :**
- पार्श्व विभज्योतक पादप अंगों के पार्श्व स्थिति पर पाया जाता है।
- पार्श्व विभज्योतक की सक्रियता से पादप अंग की मोटाई में वृद्धि होती है।
- सभी द्वितीयक विभज्योतक पार्श्व विभज्योतक होते है।
- पार्श्व विभज्योतक उत्पत्ति में (अंतःपूलीय कैंबियम के अतिरिक्त उत्पत्ति में द्वितीयक) प्राथमिक व द्वितीयक दोनो होते है।

**[C] कार्यो के आधार पर विभज्योतक ऊतक ( MERISTIEMATIC TISSUES ON THE BASIS OF FUNCTION) :**
- हैबरलैंड (**Haberlandt**) ने कार्य के अनुसार विभज्योतक को तीन भागों में विभाजित किया।

**(i) अधित्वक (Protoderm) :** यह विभज्योतक की सबसे बाहरी पर्त होती है। अधित्वक की क्रियाशीलता से बाह्यत्वचीय ऊतक तंत्र का निर्माण होता है। इसमें बाह्यत्वचा, मूलरोम, स्तम्भ रोम सम्मिलित है।

**(ii) प्राक्एधा (Procambium) :** कोशिकाएं लम्बी होती है तथा **संवहनी ऊतक तंत्र** का निर्माण करता है। इसमें जाइलम, फ्लोएम सम्मिलित है।

**(iii) भरण–विभज्योतक (Ground Meristem) :** इस क्षेत्र की कोशिकाएं बड़ी, पतली भित्ति वाली और **समव्यासीय** होती है। इसकी कोशिकाओं की क्रियाशीलता से **भरण ऊत्तक तंत्र** का निर्माण होता है जिसमें अधस्त्वचा, वल्कुट, अंतस्त्वचा परिरम्भ, मज्जा किरणें और मज्जा सम्मिलित है।

**शीर्षस्थ विभज्योतक का संगठन (COMPOSITION OF APICAL MERISTEM) :**
- निम्नतम **शैवाल व कवकों** में **शीर्षस्थ विभज्योतक अनुपस्थित** होता है। इनकी सभी कोशिकाएं ही विभाजनशील होती है एवं शीर्ष वृद्धि नहीं दर्शाती है। अतः इन पादपों में होने वाली वृद्धि को **विसरित वृद्धि** (diffused growth) कहते है।

- उच्चतर शैवालों (जैसे – *फ्यूकस, डिक्ट्योटा और सारगैसम* ), ब्रायोफाइट्स व कुछ टेरिडोफाइट्स (जैसे *सिलैजिनेला*) में शीर्षस्थ विभज्योतक **एकल कोशिका** का बना होता है। यह कोशिका **शीर्षस्थ कोशिका (apical cell)** कहलाती है।
- **फर्न, अनावृत्तबीजी** तथा **आवृतबीजी** में शीर्ष–विभज्योतक **अनेक कोशिकाओं** का बना होता है।

**जननीय प्ररोह शीर्ष (REPRODUCTIVE SHOOT APEX):**

- जनन अवस्था के दौरान, अर्थात् फूल आने के समय, कायिक प्ररोह शीर्ष, जनन प्ररोह शीर्ष में बदल जाता है। प्ररोह शीर्ष का यह परिवर्तन फ्लोरीजन और प्रकाश द्वारा प्रेरित होता है।
- जनन प्ररोह शीर्ष में, शिखर क्षेत्र अधिक सक्रिय (कोशिका विभाजन की दर तेज) होता है और यह पुंकेसर (पुमंग) और अण्डप (जायांग) बनाता है। और फ्लैंक्स जोन कम सक्रिय (कोशिका विभाजन की दर धीमी) होता है और बाह्यदल (बाह्यदलपुंज) और दल (दलपुंज) बनाता है।

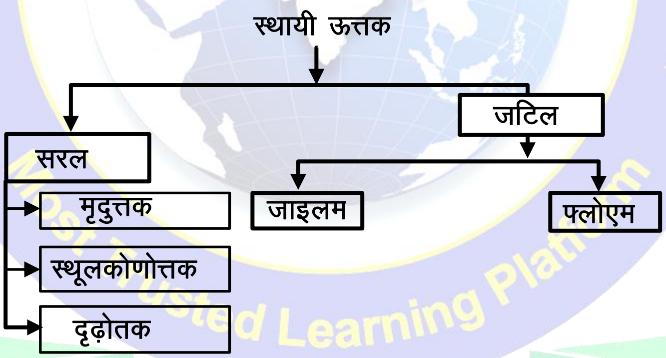
**DETECTIVE MIND**

- पत्तियों के बनने तथा तने के दीर्घीकरण के समय कुछ कोशिकाएँ प्ररोह शीर्षस्थ मेरिस्टेम के पीछे छूट जाती हैं। इन्हें कक्षीय कली कहते हैं ऐसी कलियाँ पत्तियों के कक्ष में स्थित होती हैं तथा शाखा पुष्प बनाने मे सक्षम होती है।
- मूल का शीर्षस्थ विभज्योतक मूल के सिरे पर रहता है जबकि प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक तना अक्ष के सबसे दूर के क्षेत्र में होता है।

**स्थायी ऊतक (PERMANENT TISSUES) :**

- विभज्योतक में विभाजन से निर्मित कोशिकाएं संरचनात्मक एवं क्रियात्मक रूप से विशिष्ट हो जाती है तथा उनकी विभाजन क्षमता समाप्त हो जाती है तथा यह स्थायी उत्तक बनाते हैं। इनका निर्माण विभज्योतक के विभाजन तथा विभेदन (differentiation) के फलस्वरूप होता है।
- स्थायी ऊतक की कोशिकाएं **जीवित** अथवा **मृत** हो सकती है।

**स्थायी ऊतक के प्रकार –**




**(A) साधारण ऊत्तक (SIMPLE TISSUES)**

- यह ऊतक **एक समान प्रकार की कोशिकाओं का बना** होता है जो कि एक समान कार्य करती है तथा उत्पत्ति में समान होते है। सरल ऊतक तीन प्रकार के होते है ।

**(i) मृदूतक** **(ii) स्थूलकोणोतक** **(iii) दृढ़ोतक**

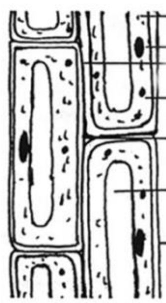
**(I) मृदूतक (PARENCHYMA) :** यह सबसे **आदिम** (Primitive) प्रकार का ऊतक है। यह प्रथम विकसित ऊत्तक है। शेष सभी प्रकार के ऊतक इसी से विकसित होते है। अतः इसे **आधारभूत ऊतक** (Fundamental tissue) भी कहते है।

- यह एक **सार्वभौमिक** (Universal) **ऊतक** है तथा अंगों के अंदर के मुख्य घटक है।
- मृदूतक नाम **Grew** ने दिया।

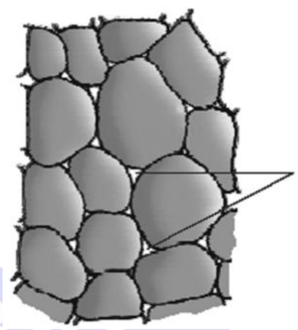
**विशेषताएं (Characteristic Features) :**

1. यह एक जीवित ऊतक है।
2. विभज्योतक से विभेदित होने वाला यह प्रथम ऊतक मृदुतक है।
3. इस ऊतक की सभी कोशिकाएं पतली भित्ति वाली होती है। कोशिका भित्ति पैक्टोसैल्यूलोज (**मुख्यतः सैल्यूलोज**) की बनी होती है। अतः यह कोमल ऊतक है।
4. प्रत्येक कोशिका में प्रायः एक बड़ी केन्द्रीय रिक्तिका पाई जाती है।
5. इस ऊतक की कोशिकाओं के मध्य अन्तरा कोशिकीय स्थान उपस्थित होते है, यह लचीला (ढ़ीला) ऊतक है।

6. एक ब्रायोफाइट की काय मुख्यतया मृदुतक की बनी होती है।
7. फल का गूदा मुख्यतः मृदुतक का बना होता है।
8. कोशिकाएं **समव्यासीय** (Isodiametric) होती है। मृदुतक की कोशिकाएँ आकर में गोलाकार, अण्डाकार व बहुभुजाकार होती है।




मृदुतक का अनुदैर्ध्य काट




**DETECTIVE MIND**

**मृदुतक के रूपान्तरण (Modification of Parenchyma) :**

**(a) छड़मृदूतक या दीर्घोतक (Prosenchyma) : मूलों की परिरंभ** (Pericycle) बनाता है।
**(b) वायुतक (Aerenchyma) :** यह **जलोद्भिद पादपों** को **उत्प्लावकता** (Buoyancy) प्रदान करता है।
**(c) ताराकार–मृदुतक (Stellate parenchyma) : केले** व ***कैना*** में पर्णाधार
**(d) हरित ऊतक (Chlorenchyma) :** पृष्ठाधारी पत्तियों में उपस्थित : -
**(i) खम्भ ऊतक (Palisade tissues)** **(ii) स्पंजी ऊतक (Spongy tissues)**
**(e) श्लेष्म मृदूतक (Idioblast) :**

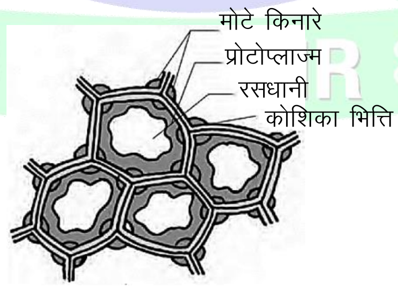
**मृदूतक के कार्य (Functions of parenchyma) :**

पैरेन्काइमा का मुख्य कार्य **भोजन का संचय, प्रकाशसंश्लेषण** तथा **स्त्रावण** करना है।

**(II) स्थूलकोणोत्तक (COLLENCHYMA) :**

**मुख्य लक्षण (Main characteristics) :**

➢ स्थूलकोणोतक एक **जीवित यांत्रिक ऊतक** है।
➢ यह ऊतक **दीर्घीकृत, (काट में अण्डाकार, गोलाकार या बहुकोणीय)** कोशिकाओं का बना होता है।
➢ पेक्टो सैल्यूलोज (मुख्यतया **पैक्टिन**) एवं हैमीसैल्यूलोज का स्थानीय निक्षेपण इस ऊतक का अभिलाक्षणिक गुण है।
➢ स्थूलकोणोतक की कोशिकाओं में रिक्तिकामय कोशिकाद्रव्य होता है।
➢ इनमें अन्तरा कोशिकीय स्थान नहीं होता है। इनकी कोशिकाओं में जब हरित लवक उपस्थित होता है तो यह भोजन का स्वांगीकरण भी कर सकती हैं।




**स्थूलकोणोत्तक**

**उपस्थिति (Occurance) :**

➢ यह शाकीय **द्विबीजपत्री तनों** में, **द्विबीजपत्री तनों** की **अधस्त्वचा** में पाया जाता है।
➢ **पर्णफलक/स्तरिका के किनारों** पर भी कोलेन्काइमा पाया जाता है। यह स्तरिका पत्तियों के किनारों को तेज हवा में फटने से बचाता है।

**कार्य (Functions) :**

- **यांत्रिक** तथा **कार्यिकीय दोनों** प्रकार के कार्य करता है।
- यह पौधों के वृद्धि हो रहे भागों जैसे शैशव तना तथा पत्ती के वृन्त को सहारा प्रदान करता है।
- क्लोरोप्लास्ट की उपस्थिति के कारण यह प्रकाश संश्लेषण की क्रिया में भी भाग लेता है।

**(III) दृढ़ोतक (SCLERENCHYMA) :**

**मुख्य लक्षण :**

- दृढ़ोतक मुख्य **यांत्रिक ऊत्तक** है।
- इसकी कोशिकाएं लम्बी, संकीर्ण, मोटी भित्ति वाली व मृत (Dead) होती है।
- कोशिका भित्ति **मोटी** एवं **लिग्निकृत** (Lignified) होती है तथा इसमें **विभिन्न प्रकार के गर्त** पाये जाते हैं।

**कार्य :** यह पादपों को यांत्रिक सहारा/यांत्रिक दृढ़ता प्रदान करता है।

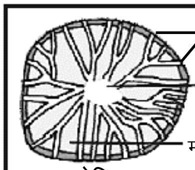
**प्रकार :** दृढ़ोतक में संरचना, उद्भव तथा विकास के आधार पर दो प्रकार की कोशिकाएं पाई जाती है।

(i) दृढ़/ अष्ठिल कोशिकाएँ (Sclereid)

(ii) दृढ़ोतक तन्तु (Sclerenchymatous fibres)

**I. दृढ़कोशिकाएँ :**

- ये **कोशिकाएं छोटी, मृत, अत्यन्त मोटी भित्तियुक्त** (अत्यधिक मोटी) होती है तथा इनके सिरे नुकीले नहीं होते।
- दृढ़कोशिका विभिन्न आकारो की (गोलाकार,अण्डाकार या बेलनाकार) होती है। **गिरीदार फलों की फल भित्ति की कोशिकाओं में फलों जैसे अमरूद, नाशपाती तथा चीकू के गुँदे तथा लैग्यूमों के बीजावरण तथा चाय की पत्ती में पाये जाते है।**

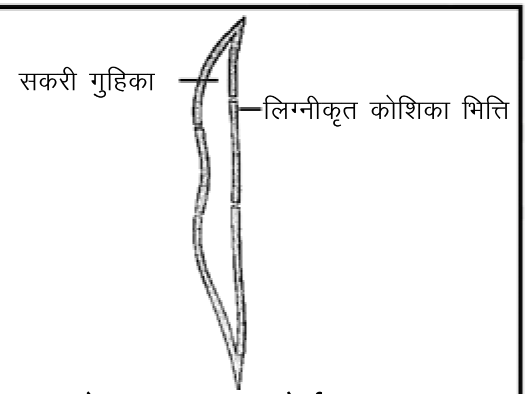



**दृढकोशिका**

**II. दृढ़ोतक तन्तु (Sclerenchymatous Fibres) :**

यह तन्तु मोटी भित्ति युक्त लम्बी तथा नुकीली कोशिकाएँ होती है।

- यह तन्तु पादप शरीर की सबसे लम्बी कोशिकाएँ है। इनके दोनो सिरे नुकीले (लम्बे व पतले) होते है। कोशिका भित्ति मोटी होने के कारण गुहिका छोटी हो जाती है। तथा सामन्यतः पादप के विभिन्न अंगो में समूह में पाये जाते है।
- इनकी कोशिकाभित्ति में गर्त पाए जाते है।




**एकल दृढ़ोतक तन्तु का अनुदैर्ध्य काट**

**(B) जटिल स्थायी ऊत्तक (COMPLEX PERMANENT TISSUES) :**

- जटिल ऊतक एक से अधिक प्रकार की कोशिकाओं से मिलकर बने होते है, ये मिलकर एक इकाई की तरह कार्य करती है। जटिल ऊत्तक **विषमांगी** होता है।
- जटिल ऊत्तक दो प्रकार के होते है –

**(a) जाइलम (Xylem)** **(b) फ्लोएम (Phloem)**

**(a) जाइलम (Xylem) :**

- **जाइलम का कार्य मूल से जल एवं खनिज लवणों को तने तथा पत्तियों तक पहुँचाना और पादप शरीर को यांत्रिक सहारा प्रदान करना है।**
- जल संवहन के लिए जीवद्रव्य की मृत्यु आवश्यक है। जल की कमी में मृत ऊतक अधिक विकसित होते है।
- **उद्भव** के आधार पर जाइलम को प्राथमिक जाइलम और द्वितीयक जाइलम में विभाजित किया गया है।

**1.** प्राथमिक जाइलम की उत्पत्ति **प्राक्एधा (procambium)** से होती है।

- विकास के आधार पर प्राथमिक जाइलम को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है।
  **(1) आदिदारू (Protoxylem)** **(2) अनुदारू (Metaxylem)**
- आदिदारू की कोशिकाएं अनुदारू की तुलना में छोटी होती है। अनुदारू से आदिदारू अधिक परिपक्व होता है।

**प्राथमिक जाइलम के प्रकार (TYPES OF PRIMARY XYLEM) :**

**ये तीन प्रकार के होते है ।**

**(i)** **अंतःआदिदारूक (Endarch) :** इस में आदिदारू (protoxylem) केन्द्र की ओर तथा अनुदारू (metaxylem) केन्द्र से दूर परिधि की ओर बनता है।
**उदा. – अनावृत्तबीजी एवं आवृत्तबीजी के तने।**

**(ii)** **बाह्यआदिदारूक (Exarch) :** इसमें आदि दारू (Protoxylem) परिधि की ओर व अनुदारू (metaxylem) केन्द्र की ओर बनता है। **उदा.** – मूल ।

**(iii)** **मध्यादिदारूक (Mesarch) :**
**उदा. – फर्न का राइजोम**

**2.** द्वितीयक जाइलम की उत्पत्ति **संवहनी एधा** (vascular cambium) से होती है।

- जाइलम के तत्व :

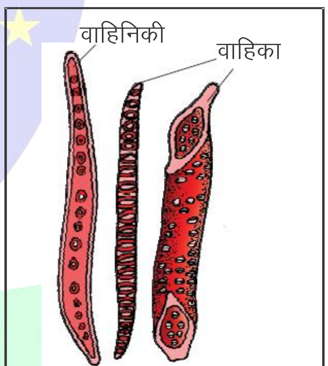
(1) वाहिनिकाएँ (2) वाहिकाएँ (3) जाइलम तंतु → मृत तत्व

व

(4) जाइलम मृदुत्तक → जीवित तत्व

**(1) वाहिनिकाएँ (Tracheids) :**

- **वाहिनिकाएँ** जाइलम की **आदिम संवहनी तत्व** है। ये सभी संवहनी पौधो में पाई जाती है।
- वाहिनिकाएँ मोटी तथा लिग्नीकृत कोशिका व नुकीले सिरे युक्त, लम्बी एवं नलिकाकार कोशिकाएं होती है। इनकी **गुहिका संकरी** होती है।
- वाहिनिकाएं **अपने सिरों** द्वारा जुड़कर **लम्बी पंक्तियां** बनाती है। ये पंक्तियां मूलों से तने में होकर पत्तियों तक पहुंचती है।
- प्रत्येक दो **वाहिनिकाओं** के मध्य एक **अनुप्रस्थ पट (Transverse septum)** पाया जाता है। इस पर गर्त पाए जाते है।
- एक वाहिनिका से दूसरी वाहिनिका में जल गर्तो द्वारा गमन करता है।
- अनुप्रस्थ पट की उपस्थिति के कारण वाहिनिका में गुहिका असतत् होती है।
- वाहिनिकाएं **मृत** (Dead) एवं **लिग्निकृत** कोशिकाएं है। इनकी भित्ति पर लिग्निन का जमाव अनेक प्रकार के स्थूलन बनाता है।



जाइलम के घटक

**SPOT LIGHT**

1. सामान्यतया वाहिनिकाओं की अंतस्थ भित्तियों पर सीमान्त गर्त (Bordered pits) पाये जाते है।
2. अनावृत्तबीजीय पादपों की वाहिनिकाओं में सीमान्त गर्तो की संख्या अधिकतम पाई जाती है।
3. लिग्निन का अधिकांश निक्षेपण गर्तिय प्रकार के स्थूलनों में पाया जाता है।

**(2) वाहिकाएँ (Vessels) :**

- यह जाइलम का आधुनिक जल संवहनी तत्व है।
- यह एक लम्बी बेलनाकार नलिका होती है, जो लिग्निन युक्त भित्ति तथा वृहत केन्द्रिय रिक्तिका युक्त अनेक कोशिकाओं जिन्हें वाहिका सदस्य कहते है, से निर्मित होती है।

KHAN GLOBAL STUDIES
KHAN SIR

- **वाहिकाओं की गुहिका** वाहिनिकाओं की तुलना में **अधिक चौड़ी** होती है तथा अंतस्थ भित्ति छिद्रित (Perforated) होती है। दो वाहिकाओं के मध्य **अनुप्रस्थ पट** अनुपस्थित होता है तथा यदि उपस्थित हो भी तो यह छिद्रित (Porous) होता है। अतः वाहिनिकाओं की तुलना में वाहिकाएं जल संवहन करने में अधिक दक्ष होती है।
- वाहिकाओं में मुख्यतया सरल गर्त (Simple pits) उनकी पार्श्व भित्ति पर पाए जाते है।
- वाहिनिकाऐ और वाहिकाऐ जाइलम के संवहनी तत्व कहलाते है।

**(3) जाइलम तंतु (Xylem fibres) :**

- जाइलम तंतु वाहिनिकाओं एवं वाहिकाओं को **दृढ़ता प्रदान** करते है, मुख्यतया ये **वाहिकाओं** को दृढ़ता प्रदान करते है।
- इनमें अत्यधिक मोटी भित्ति एवं संकरी गुहा पायी जाती है।
- **द्वितीयक जाइलम** में इन तंतुओं की **मात्रा अधिक** होती है।

**(4) जाइलम मृदूतक (Xylem Parenchyma) :**

- इसकी कोशिका भित्ति सैल्यूलोज की बनी होती है तथा इनमें स्टार्च, वसा तथा टेनिन संचित रहता है।
- जाइलम मृदूतक का कार्य **जल का अरीय संवहन** करना है। ये पादप अंगो के परिधीय भागो को जल का संवहन करता है।
- इनकी भित्तियों में गर्त पाए जाते है।

**जलवाहोत्तक (Hadrom) : वाहिनिकाओं** एवं **वाहिकाओं** को सम्मिलित रूप से **जल संवहनी तत्व** या **हैड्रोम (Hadrom)** कहते है। हैड्रोम नाम **हैवरलैण्ड** ने दिया।

**(b) फ्लोएम (Phloem) :**

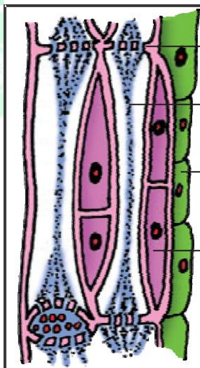
- फ्लोएम का मुख्य कार्य **भोज्य पद्दार्थो का संवहन** करना है, सामान्यतः पत्तियों से पादप के अन्य भागों तक। (उदा. संग्राही अंग और वृद्धिकारी क्षेत्र)
- उद्भव के आधार पर फ्लोएम को दो वर्गो **प्राथमिक और द्वितीयक फ्लोएम** में बांटा जाता है।
- प्राथमिक फ्लोएम **प्राक्एधा** से और द्वितीयक फ्लोएम **संवहन एधा** से बनता है।
- विकास के आधार पर प्राथमिक फ्लोएम को दो भागों में वर्गीकृत किया गया है।
  **1. प्राक्फ्लोएम (प्रोटोफ्लोएम)** – सकरी चालनी नलिका से निर्मित।
  **2. अनुफ्लोएम (मेटाफ्लोएम)** – चौडी चालनी नलिका से निर्मित।
- फ्लोएम, **चार प्रकार** की कोशिकाओं से निर्मित होता है–

**1. चालनी कोशिकाएं (Sieve cell) / चालनी नलिकाएं (Sieve tube)**

↓ ↓

अनावृत्तबीजी और टेरिडोफाट्स में    एंजियोस्पर्म में

- चालनी कोशिकएं/चालनी नलिका तत्व जीवित एवं **पतली भित्ति** वाली कोशिकाएं है।
- परिपक्व चालनी नलिका तत्व में **केन्द्रक** नहीं होता है।
- प्रत्येक **चालनी नलिका तत्व में केन्द्रीय रिक्तिका** पाई जाती है।
- **आवृतबीजी पादपों** में चालनी नलिका तत्व सिरों द्वारा व्यवस्थित होकर **चालनी नलिकाएं (sieve tube)** बनाती है।
- दो चालनी नलिका तत्वों के मध्य **चालनी पट्ट** (Sieve plate) (**तिर्यक छिद्रित अनुप्रस्थ पट्ट**) पाए जाते है। **पदार्थो का परिवहन** इन छिद्रों द्वारा होता है।
- **पतझड़ के मौसम में** (शरद ऋतु में) इन छिद्रों की परिधि पर **कैलोस (Callose)** जमा हो जाता है और एक मोटी संरचना बन जाती है जिसे **कैलोस पैड** कहते है।
- कैलोस पैड, चालनी पट्ट की सुरक्षा करता है। इसे **जीवाणु–संक्रमण** से एवं सूखने से बचाता है।
- बसंत ऋतु में यह कैलोस, कैलेज एंजाइम द्वारा घुल जाता है। कैलोस β-1-3 ग्लूकेन होता है।
- अनावृत्तबीजी व टेरिडोफाइट्स में चालनी–कोशिकाएं अनियमित रूप से व्यवस्थित रहती है।
- चालनी पट्ट पार्श्व भित्तियों में पाया जाता है। अतः इन पादपों में भोजन का संवहन टेढ़ा–मेढ़ा (zig-zag) होता है।
- आवृतबीजियो में भोजन का संवहन ऊर्ध्व व दक्ष होता है।

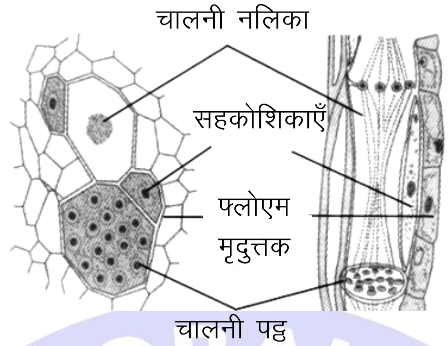



**फ्लोएम के घटक**

**Note:** (i) चालनी नलिका तत्व, सहकोशिकाऐं, फ्लोएम मृदुत्तक, फ्लोएम रेशे (आवृतबीजी में)
(ii) चालनी कोशिकाऐं, एल्ब्यूमिनस कोशिकाऐं, फ्लोएम मृदुत्तक, फ्लोएम रेशे (अनावृत्तबीजी में)

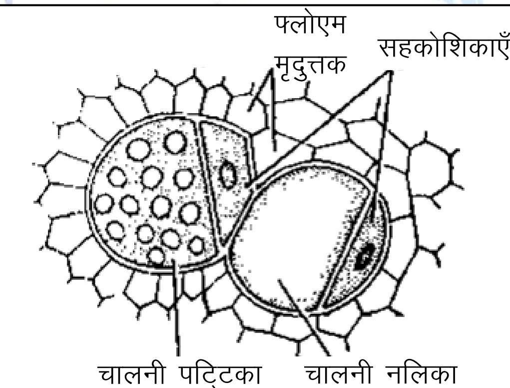
**2. सहकोशिकाएँ (Companion cell) :**

- सह कोशिकाएं विशिष्ट मृदूतक कोशिका होती है जो चालनी नलिका तत्व से सलंग्न रहती है। चालनी नलिका तत्व और सहकोशिकाएँ इनकी अनुदैर्ध्य सहभित्ति में उपस्थित गर्त क्षेत्रो से जुड़े रहते हैं।




**फ्लोएम की अनुप्रस्थ काट** **फ्लोएम की अनुदैर्ध्य काट**

- चालनी नलिका तत्व एवं सहकोशिका की उत्पत्ति साथ–साथ होती है एवं ये दोनों **एक ही मातृ कोशिका** से बनती है। अतः इनको **sister cell** कहते है।
- सहकोशिकाएं केवल एंजियोस्पर्म्स में ही पाई जाती है।
- इनको **एल्ब्युमिनस कोशिकाएं/स्ट्रासवर्गर कोशिका कहते है। यह सह कोशिका के समवृति होती है।**
- **सह कोशिका के कार्य**
- सह कोशिकायें, चालनी नलिका में दाब प्रवणता बनाती है।
- चालनी नलिका के कार्य सह कोशिका नियमित करती है।
- सहकोशिका फ्लोएम भरण का कार्य करती है।




**फ्लोएम की अनुप्रस्थ काट**

**3. फ्लोएम तंतु (Phloem fibres) :**

- फ्लोएम में पाए जाने वाले तंतुओं को **बास्ट तंतु (Bast Fibres)** कहते है। ये प्रायः **प्राथमिक फ्लोएम** में नहीं पाए जाते हैं।
- ये तंतु **चालन तत्वों को यांत्रिक सहायता प्रदान करते है। क्योंकि ये दृढ़ोतकीय उत्तक** (चालनी कोशिका व चालनी नलिका) द्वारा निर्मित होते है।
- कुछ व्यापारिक रूप से महत्वपूर्ण रेशे जैसे जूट, पटसन।
- रेशे परिपक्व होने पर जीवद्रव्य को खो देते है और बाद में मृत हो जाते है

**4. फ्लोएम मृदूतक (Phloem Parenchyma) :**

- यह लम्बी, नुकीली, बेलनाकार कोशिकाओं से बना होता हैं जिसमें सघन कोशिका द्रव्य व केन्द्रक होता है। जो प्लाज्मोडेस्मेटा से जुड़ी रहती हैं।
- इसकी कोशिकाएँ जीवित तथा पतली भित्ति युक्त होती है। इनमें रेजिन, लैटेक्स एवं श्लेष्मा आदि **पदार्थ** संचित रहते है।
- इसका मुख्य कार्य भोजन का **अरीय संवहन एवं संचयन** करना है।
  फ्लोएम का खाद्य संचरण तत्व **लेप्टोम** कहलाता है।

लेप्टोम < चालानी कोशिकाएँ / चालानी नलिकाएँ

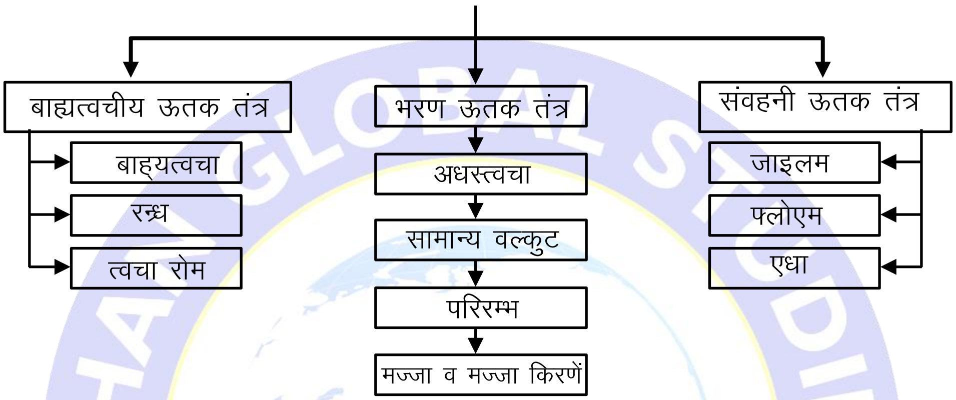
**SPOT LIGHT**

फ्लोएम मृदूतक, एकबीजपत्री पादपों के स्तम्भ तथा द्विबीजपत्री के प्राथमिक फ्लोएम में अनुपस्थित होता है।

## ऊत्तक तंत्र (TISSUE SYSTEM) :

- उच्च श्रेणी के पौधों में किसी विशेष कार्य को करने के लिए कई ऊतक एक ईकाई के रूप में कार्य करते है। इन ऊतकों का उद्गम भी समान होता है। ऐसे ऊतक एक तंत्र का निर्माण करते है जिसे **ऊतक तंत्र** कहते है। उच्चतर पादपों में संरचना एवं स्थिति के आधार पर **सॉक्स** ने ऊतकों को तीन विभिन्न तन्त्रों में विभेदित किया है।

**पादप ऊत्तक तंत्र**




1. **बाह्यत्वचीय ऊतक तंत्र (Epidermal tissue system) :** बाह्यत्वचीय ऊतक तंत्र पौधों की सबसे बाहरी परत का निर्माण करती है। इस तंत्र में बाह्यत्वचा तथा इससे संबंधित संरचनाएं **जैसे ट्राइकोम, मूलरोम, रन्ध्र, बुलीफॉर्म कोशिकाएं** आदि सम्मिलित किए जाते हैं। यह **प्रोटोडर्म** से विकसित होता है।

**बाह्यत्वचा/बाह्यत्वचा (Epidermis) :**

- यह प्राथमिक पादपकाय की सबसे बाहरी परत है।
- अधिकांश पादप अंगो की बाह्यत्वचा एकस्तरीय होती है अर्थात् बाह्यत्वचीय कोशिकाओं के एक स्तर से बनी होती है परन्तु कुछ पादपों में बहुस्तरीय (बरगद, नीरियम, *पेपरोमिया*) होती है।
- बाह्यत्वचा मृदूतक की बनी होती है।
- प्रत्येक कोशिका में एक बड़ी रिक्तिका होती है व परिधीय पतला कोशिका द्रव्य होता है।
- बाह्यत्वचा की बाहरी परत मोम की मोटी परत से ढ़की रहती है जिसे क्युटिकल कहते है।
- मूल में क्युटिकल नहीं होते है।
- बाह्यत्वचा कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट अनुपस्थित होता है।

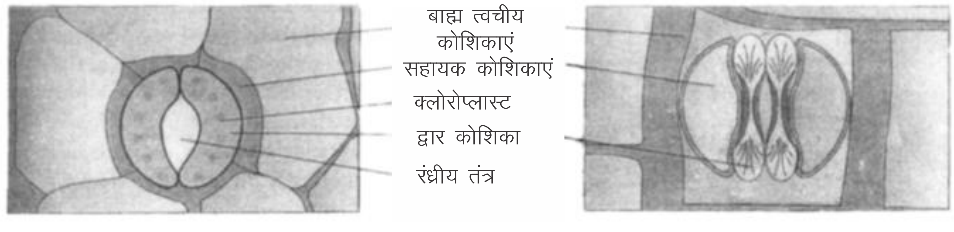
**रन्ध्र (Stomata) :**

- रन्ध्र, बाह्यत्वचा में पाये जाने वाले सूक्ष्म छिद्र होते हैं।
- प्रत्येक छिद्र दो **वृक्करूपी** (kidney shaped) / सेम के आकार की कोशिकाओं, जिन्हें रक्षक कोशिकाएँ (द्वार कोशिका) कहते है, से घिरे होते है।
- **घास में रक्षक कोशिकाएँ डबलाकार (dumbell shaped) होती हैं।**
- रक्षक कोशिकाओं में हरितलवक होते हैं। रक्षक कोशिकाओं की भीतरी भित्ति मोटी होती है तथा बाहरी भित्ति पतली होती है।
- रक्षक कोशिकाओं के चारो ओर बाह्यत्वचा में विभिन्न आकार की कोशिकाएँ अलग–अलग संख्या में होती हैं, ये **सहायक कोशिकाएँ** (subsidiary cells) कहलाती है।

| रन्ध्रीय उपकरण = द्वार कोशिकाएँ + रन्ध्रीय छिद्र + सहायक कोशिकाएँ |
|---|

- रन्ध्र मूलों, भूमिगत भागों व निमग्न जलोद्भिद में अनुपस्थित होते हैं।
- रन्ध्र **गैस विनिमय** व **वाष्पोत्सर्जन** की प्रक्रिया का नियमन करते हैं।

KHAN GLOBAL STUDIES Most Trusted Learning Platform KHAN SIR




**चित्र** : रंध्री तंत्र : (a) सेम के आकार वाली द्वार कोशिका सहित रंध्र
(b) डंबलाकार द्वार कोशिका सहित रंध्र

**ट्राइकोम (त्वचा रोम) :**

- स्तम्भ में पाये जाने वाले बाह्यत्वचीय रोम **त्वचा रोम** कहलाते हैं। त्वचा रोम सामान्यतया **बहुकोशिकीय** होते हैं। यह शाखित या अशाखित व दृढ़ या मृदु हो सकते हैं। ये स्रावी भी हो सकते हैं।

**कार्य :**

- **वाष्पोत्सर्जन के दौरान जल हानि कम करने में, फलों एवं बीजों के प्रकीर्णन में एवं संरक्षण में** सहयोग प्रदान करते है।

**मूलरोम (Root hair) :**

- मूलरोम बाह्यत्वचीय कोशिका के एक कोशिकीय दीर्घीकरण है। इनकी पतली भित्ति सैल्यूलोज एवं पैक्टिक पदार्थों से मिलकर बनती है। मूलरोम उत्पत्ति की दृष्टि से अर्न्तजात होते है।

**कार्य :**

- मूलरोम, मृदा से **जल एवं खनिज विलयन का अवशोषण करने** के अतिरिक्त **पादप शरीर को मृदा में स्थापित** करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते है।

**(2) भरण ऊतक तंत्र (Ground tissue system) :**

- यह सबसे बड़ा ऊतक तंत्र है। बाह्यत्वचा तथा संवहन पूल के अतिरिक्त सभी उत्तक इसमें आते हैं। इस में **अधस्त्वचा, वल्कुट, अन्तस्त्वचा, परिरम्भ, मज्जा** तथा **मज्जा किरणें आदि सम्मिलित हैं। पर्ण में भरण उत्तक, पर्ण मध्योत्तक होता है।** यह **आधारभूत (मौलिक) ऊतक तंत्र** भी कहलाता है। भरण ऊतक तंत्र विभिन्न सरल ऊतक जैसे मृदूतक, स्थूलकोणोतक तथा दृढ़ोतक से मिलकर बना होता है। यह ऊतक तंत्र पादपों के शरीर का अधिकांश भाग (परिमाण) बनाता है।

**(3) संवहनी ऊतक तंत्र :–** संवहनी ऊतक तंत्र जटिल ऊतकों, जाइलम और फ्लोएम से मिलकर बनता है। इसे विशिष्ट ऊतक तंत्र भी कहते हैं।
पादप अंगो की प्राथमिक संरचना या प्राथमिक पादपकाय मुख्य रूप से मृदुतक से बनी होती है।

**संवहन पूल/संवहनी ऊत्तक तंत्र (VASCULAR BUNDLES/VASCULAR TISSUE SYSTEM) :**

यह ऊतक तंत्र **प्राक्एधा** से उत्पन्न होता है।

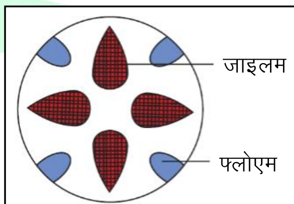
- जाइलम एवं फ्लोएम को सम्मिलित रूप से **संवहन पूल** या **संवहन ऊत्तक** तन्त्र कहते है।

**संवहन पूलों के प्रकार (Type of Vascular Bundles) :**

विभिन्न अवयवों की व्यवस्था के आधार पर संवहन पूलों को तीन वर्गों में बांटा जाता है–

**I. अरीय संवहन पूल (Radial vascular bundles) :**

- ऐसे संवहन पूल जिनमें जाइलम और फ्लोएम अलग–अलग त्रिज्या पर, एकान्तरित रूप में पाए जाते है **अरीय संवहन पूल** कहलाते हैं।
- इन संवहन पूलों में जाइलम का परिवर्धन **अभिकेन्द्री** क्रम में होता है। अतः यह संवहनपूल बाह्य आदिदारूक (Exarch) कहलाते है।
**उदा. पादपों की मूलें**




**अरीय सवंहन पूल**

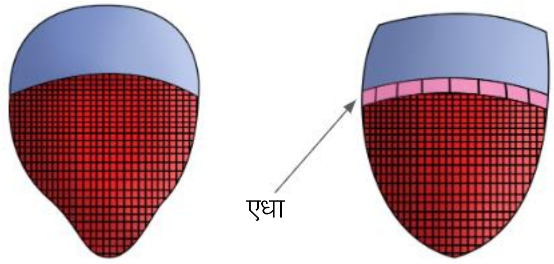
**II. संयुक्त संवहन पूल (Conjoint vascular bundles) :**

- इस प्रकार के संवहन पूलों में जाइलम तथा फ्लोएम समान त्रिज्या पर उपस्थित रहते हैं। यह दो प्रकार के होते हैं-

**(1) संयुक्त, संपार्श्विक (Conjoint, collateral) :** इस प्रकार के संवहन पूल में जाइलम और फ्लोएम एक ही त्रिज्या पर पाए जाते है तथा जाइलम परिधि की ओर तथा फ्लोएम केन्द्र की ओर उपस्थित होंता है।
यह दो प्रकार के होते हैं :

**(i) वर्धी (Open) :** जब संवहन पूलों में जाइलम और फ्लोएम के बीच एधा पाई जाती है, तो इन्हें **वर्धी** (open) संवहन पूल कहते है। उदाहरण – **द्विबीजपत्री** तथा **अनावृत्तबीजी** के तनों में वर्धी सवंहन पूल पाए जाते है।

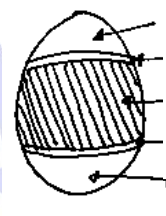
संपार्श्विक सवंहन पूल




**(ii) अवर्धी (Close) :** जब संवहन पूलों में जाइलम और फ्लोएम के बीच एधा नहीं पाई जाए तो इसे **अवर्धी** (closed) **संवहन पूल** कहते है। **एकबीजपत्री तनों में** तथा एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री की पत्तियो पर अवर्धी संवहन पूल पाए जाते है।

➢ इस प्रकार के संवहन पूल मे जाइलम के परिवर्धन का क्रम **अपकेन्द्री** होता है। इसीलिए, इसमें **अन्तःआदिदारूक** (Endarch) अवस्था पाई जाती है।

**(2) संयुक्त, द्विसंपार्श्विक व वर्धी संवहन पूल (Conjoint, bicollateral and Open Vascular bundles) :** जाइलम के दोनों और फ्लोएम की दो पट्टियाँ पाई जाती है तथा इस प्रकार के संवहन पूल संयुक्त द्विसंपार्श्विक एवं वर्धी संवहन पूल कहलाते है। इस प्रकार के संवहन पूल सदैव वर्धी होते है।




➢ जाइलम के परिवर्धन का क्रम अपकेन्द्री होता है। इसीलिए, इसमें **अन्तःआदिदारूक** (Endarch) अवस्था पाई जाती है।

**उदाहरण – कुकरबिटेसी, एपोसाइनेसी** तथा **सोलेनेसी** पादपों के तनों में।

**SPOT LIGHT**

(i) बाहयत्वचा और संवहनी पूलो के अलावा सभी ऊतक भंरण ऊतक से बने होते हैं।
(ii) एकबीजपत्री पादपो में, संवहन पूलो में एधा नहीं होती, अतः उन्हें अवर्धी माना जाता है।

---

## द्विबीजपत्री पादप एवं एकबीजपत्री पादपो की शारीरिकी
## (Anatomy of Dicotyledonous and Monocotyledonous plants) :

### द्विबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF DICOT STEM) :

एक प्रारूपिक द्विबीजपत्री तने की आंतरिक सरंचना में निम्न लक्षण दृष्टिगोचर होते है :

**1. बाह्यत्वचा (Epidermis) : यह तने की सबसे बाहरी परत होती है। यह एककोशिकीय मोटी परत है। बाह्यत्वचा पर बहुकोशिकीय रोम (ट्राइकोम) तथा रन्ध्र (Stomata) पाए जाते है।** इसके बाहर की तरफ **क्यूटिन** नाम के पदार्थ की बनी परत होती है, जिसे **उपत्वचा** (क्यूटिकल) कहते हैं।

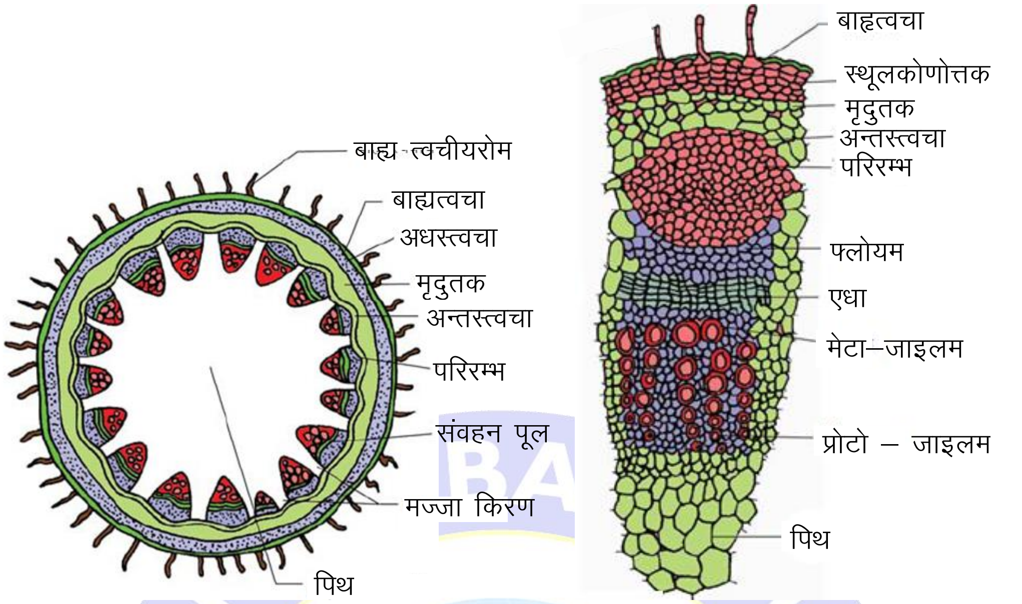
➢ सुरक्षा (Protection) में बाह्यत्वचा की प्रमुख भूमिका होती है।

➢ क्यूटिकल तथा त्वचारोम वाष्पोत्सर्जन द्वारा जल हानि को रोकते है।

**2. वल्कुट (Cortex) :** द्विबीजपत्री तने में यह तीन भागों में विभक्त होता है :

**(a) अधस्त्वचा** **(b) सामान्य वल्कुट** **(c) अन्तस्त्वचा**

**(a) अधस्त्वचा (Hypodermis) :** यह बाह्यत्वचा के नीचे स्थित होती है। **यह शैशव स्तम्भ को यांत्रिक सहारा प्रदान करती है।** यह सजातीय परतो व पैबन्द के रूप में पाई जाती है। यह स्थूलकोणोत्तक का बना होता है।




**चित्रः द्विबीजपत्री तने की अनुप्रस्थ काट**

**(b) सामान्य वल्कुट (General cortex) :** यह भाग गोलाकार पतली भित्ति युक्त **मृदुतक** कोशिकाओं का बना होता है। वल्कुट का प्रमुख कार्य **भोजन का संग्रहण** करना है। इसमें रेजिन नलिकाएं/श्लेष्म नलिकाएं पायी जाती है। ये उत्पत्ति में **वियुक्तिजात** होती है। वल्कुट कोशिका में अन्तरा कोशिकीय अवकाश उपस्थित होते है।

**(c) अन्तस्त्वचा (Endodermis) :** वल्कुट की सबसे आन्तरिक परत होती है। यह एककोशिकीय मोटी परत है। यह **ढोलकाकार** (Barrel shaped) कोशिकाओं की बनी होती है। द्विबीजपत्री तने की अन्तःस्त्वचा की कोशिकाएं **स्टार्च** का संग्रह करती है। अतः इसे **"मंड आच्छद" (Starch sheath)** भी कहते है।

3. **परिरम्भ (Pericycle) :** यह अन्तःस्त्वचा के नीचे तथा फ्लोएम के ऊपर अर्धचन्द्राकार दृढ़ोत्तकीय परत के रूप में उपस्थित होता है।

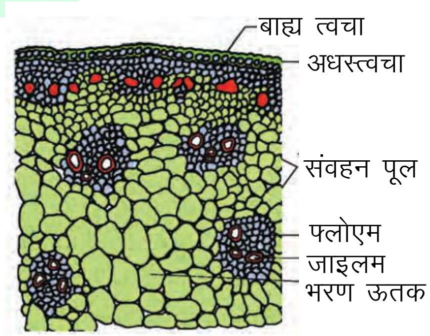
4. **संवहन पूल (Vascular Bundle) :** द्विबीजपत्री तने में कई सारे संवहन पूल **(फनाकार)** एक वलय (Ring) में व्यवस्थित होते है। प्रत्येक संवहन पूल **संयुक्त, संपार्श्विक** और **वर्धी** प्रकार का होता है। प्रत्येक संवहन पूल फ्लोएम, अंतरपूलीय एधा और जाइलम का बना होता है।

5. **मज्जा (Pith) :** यह संवहन पूलों की वलय से केन्द्र तक फैला हुआ सुविकसित विस्तृत क्षेत्र होता है। इस क्षेत्र की कोशिकाएँ मुख्यतः **मृदूतक** की बनी होती है।
मज्जा के कार्य–खाद्य पदार्थ व जल का संचय करना है।

6. **मज्जा किरणे** (Medullary Rays): संवहन पूलों के मध्य अरीय रूप से उपस्थित मृदूतकीय कोशिकाओं को, मज्जा किरणें अथवा मेडूलरी किरणें कहलाती है। **मज्जा किरणों का मुख्य कार्य जल तथा भोजन का अरीय संवहन करना होता है।**

**<u>एकबीजपत्री तने की आंतरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF MONOCOTYLEDON STEM) :</u>**

1. **बाह्य त्वचा** (Epidermis) **:** यह एककोशिकीय सबसे बाहरी मोटी परत है। यह मोटी क्यूटिकल द्वारा ढकी है। बहुकोशिकीय रोम अनुपस्थित होते है तथा रन्ध्र भी अपेक्षाकृत कम पाए जाते है।यह मृदूतक से बनी होती है।

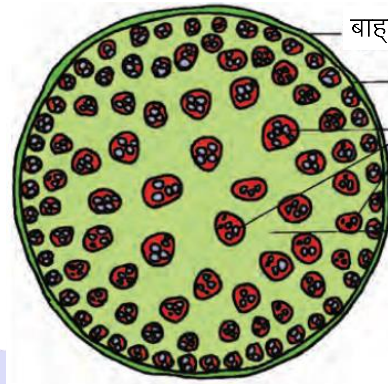



2. **अधस्त्वचा (Hypodermis) :** एक बीजपत्री तने की अधस्त्वचा **दृढ़ोतक** की बनी होती है। यह 2-3 स्तरीय होता है। यह पादप को **यांत्रिक अवलम्बन** प्रदान करती है।
3. **भरण ऊतक (Ground tissue) :** अधस्त्वचा से लेकर केन्द्र तक फैला हुआ मृदूतक का क्षेत्र भरण ऊतक कहलाता है। एकबीजपत्री तने के भरण ऊत्तक मे **विभेदन नही** होता है।
4. **संवहन पूल (Vascular Bundle) :** एक बीजपत्री तने में **दृढ़ोतकीय पूलाच्छद** से घिरे असंख्य संवहन पूल भरण ऊतक में बिखरे हुए रहते हैं। ये प्रायः

अण्डाकार होते हैं। प्रत्येक संवहन पूल संयुक्त, संपार्श्विक तथा अवर्धी (Closed) होते हैं। परिधि की ओर स्थित संवहन पूल, केन्द्र में स्थित पूलो से आकार में छोटे होते है।

(a) **जाइलम (Xylem) :** जाइलम में **वाहिकाओं** की संख्या कम होती है। मेटाजाइलम में **दो बड़ी** वाहिकायें तथा प्रोटोजाइलम में **एक** अथवा **दो** छोटी वाहिकायें उपस्थित होती है। वाहिकायें **V** अथवा **Y** आकृति में पाई जाती है। प्रोटोजाइलम वाहिका के तुरन्त नीचे **जल गुहिका** पायी जाती है। इस गुहिका का निर्माण प्रोटोजाइलम के नीचे एवं समीप स्थित मृदुतकी कोशिकाओं के विघटन से होता है।

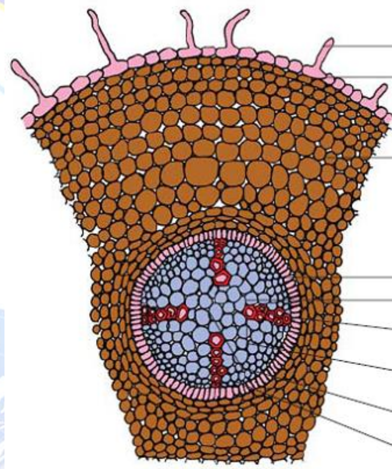
(b) **फ्लोएम (Phloem) :** यह चालनी नलिका तत्व तथा सहकोशिकाओं का बना होता है। **फ्लोएम मृदुतक** अनुपस्थित होता है।




**प्रारूपी द्विबीजपत्री मूल की आन्तरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF TYPICAL DICOTYLEDON ROOT) :** एक प्रारूपी द्विबीजपत्री मूल निम्नलिखित लक्षण प्रदर्शित करती है :-

1. **मूलीयत्वचा (Epiblema) :-**
यह **एकपंक्तिक** बाह्यतम परत होती है। इसमें बेलनाकार जीवित घटक उपस्थित होते है। **क्यूटिकल** तथा **रन्ध्र अनुपस्थित** होते है। इसकी कुछ कोशिकाओं के दीर्घीकरण के कारण **एककोशिकीय मूल रोम** निर्मित होते है। यह मृदुतक की बनी होती है।

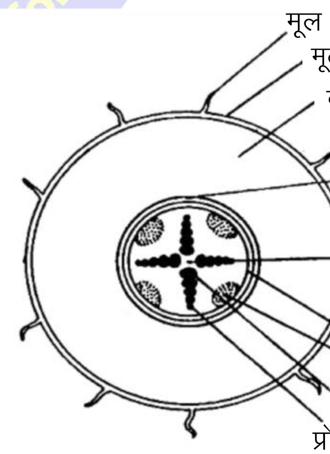
2. **वल्कुट (Cortex) :-**
यह अन्तरकोशिकीय स्थानों युक्त मृदुतकीय कोशिकाओं का बना होता है।
**नोट :** वृद्ध मूल में वल्कुट का बाहरी भाग सुबेरिकृत हो जाता है इसे **बाह्य मूल त्वचा** (Exodermis) कहते है।
बाह्य मूल त्वचा कुछ द्विबीजपत्री मूलों तथा अधिकतर एकबीजपत्री मूलों में पाई जाती है।




3. **अंतस्त्वचा/अन्तश्चर्म (Endodermis) :** वल्कुट की सबसे आन्तरिक परत को अन्तश्चर्म को कहा जाता है। अन्तश्चर्म परत की कोशिकाओं की **अरीय** तथा **स्पर्श रेखीय भित्तियों** पर **केस्पेरियन पट्टिकाऐं** पाई जाती है। ये पट्टिकाऐं **सुबेरिन** की बनी होती है।

➢ अन्तश्चर्म की वे कोशिकाऐं जो आदिदारू के समक्ष उपस्थित होती है उनमें केस्पेरियन पट्टिकायें नहीं पाई जाती। इन्हें **पथ** कोशिकाऐं (Passage cells) कहते है।

➢ पथ कोशिकाऐं अवशोषित जल को वल्कुट से परिरम्भ तक जाने का मार्ग प्रदान करती है।




4. **परिरम्भ (Pericycle) :** यह कोशिका की मोटी परत है। यह **प्रोसेन्काइमा** (दीर्घित मृदूतक) की बनी होती है।

➢ **पार्श्व** मूलो की उत्पत्ति परिरभं के भाग से होती है, जो आदिदारू के विपरीत उपस्थित होती है। अतः पार्श्वीय मूल उत्पत्ति में अंतर्जात (Endogenous) होती है।

5. **संवहन पूल (Vascular Bundles) :** संवहन पूल अरीय तथा बाह्य आदिदारूक होते है। जाइलम व फ्लोएम पृथक तथा संख्या मे समान होते है। जाइलम पूलों की संख्या सामान्यतः 2-4 (द्विआदिदारूक अथवा चतुरादिदारूक, षट्आदिदारूक तक) होती है।

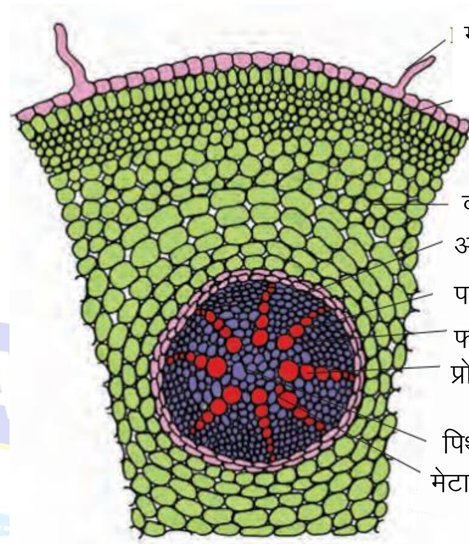
➢ जाइलम एवं फ्लोएम के बीच स्थित ऊतक कंजकटिव ऊतक (Conjunctive tissue) कहलाता है।

➢ इससे सवंहनी एधा का विकास होता है।

6. **मज्जा (Pith) :** द्विबीजपत्री मूलों में मज्जा अल्पविकसित या छोटी होती है।

## एकबीजपत्री मूल की आंतरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF MONOCOTYLEDON-ROOT) :

➢ एक प्रारूपिक एकबीजपत्री मूल निम्नलिखित लक्षण प्रदर्शित करती है : -

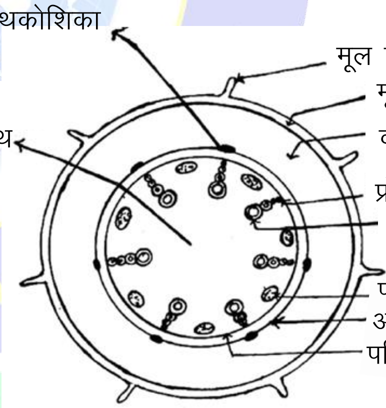



1. **बाह्यत्वचा (Epidermis) : -** यह **एकपंक्तिक** बाह्यतम परत होती है। इसमें बेलनाकार जीवित घटक उपस्थित होते है। **क्यूटिकल** तथा **रन्ध्र अनुपस्थित** होते है। इसकी कुछ कोशिकाओं के दीर्घीकरण के कारण **एककोशिकीय मूल रोम** निर्मित होते है। यह मृदुतक की बनी होती है।
2. **वल्कुट (Cortex) : -** यह अन्तराकोशिकीय स्थानों युक्त मृदुतकीय कोशिकाओं का बना होता है।
   **नोट :**वृद्ध मूल में वल्कुट का बाहरी भाग सुबेरिकृत हो जाता है इसे **बाह्य मूल त्वचा** (Exodermis) कहते है। बाह्य मूल त्वचा अधिकतर एकबीजपत्री मूलों में पाई जाती है।
3. **अंतस्त्वचा/अन्तश्चर्म (Endodermis) :** वल्कुट की सबसे आन्तरिक परत को अन्तश्चर्म को कहा जाता है। अन्तश्चर्म परत की कोशिकाओं की **अरीय** तथा **स्पर्श रेखीय भित्तियों** पर **केस्पेरियन पट्टिकाऐं** पाई जाती है। ये पट्टिकाऐं **सुबेरिन** की बनी होती है।

➢ अन्तश्चर्म की वे कोशिकाऐं जो आदिदारू के समक्ष उपस्थित होती है उनमें केस्पेरियन पट्टिकायें नहीं पाई जाती। इन्हें **पथ** कोशिकाऐं (Passage cells) कहते है।

➢ पथ कोशिकाऐं अवशोषित जल को वल्कुट से परिरम्भ तक जाने का मार्ग प्रदान करती है।
(1) मूल शीर्ष पर मूल रोम रेखित रूप में व्यवस्थित होते है।
(2) केस्पेरियन पट्टिकाऐं तथा मार्ग कोशिकाऐं एक बीजपत्री मूल में अधिक विकसित होती है।
(3) अन्तश्चर्म **जल अवरोधी जेकिट** के समान कार्य करता है तथा जल के अरीय संवहन को बाधित करता है।

4. **परिरम्भ (Pericycle) :** यह कोशिका की मोटी परत है। यह **प्रोसेन्काइमा** (दीर्घीत मृदूतक) की बनी होती है।




➢ पार्श्व मूलो की उत्पत्ति परिरंभ के भाग से होते है, जो आदिदारू के विपरीत उपस्थित होती है। अतः पार्श्वीय मूल उत्पत्ति में अंतर्जात (Endogenous) होती है।

5. **संवहन पूल (Vascular Bundles) :** संवहन पूल संख्या में समान होते है। एकबीजपत्री मूल में जाइलम पूलों की संख्या 6 से अधिक [(बहुआदिदारूक) Polyarch] होती है

➢ एकबीजपत्री मूलों में पिथ बड़ी तथा सुविकसित होती है।

➢ परिरम्भ से केवल पार्श्व मूलें उत्पन्न होती है।

➢ एकबीजपत्री मूल में कैबियम नहीं होती है इसलिए इसमें द्वितीयक वृद्वि नही होती है।

## पर्ण की आंतरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF LEAF) :

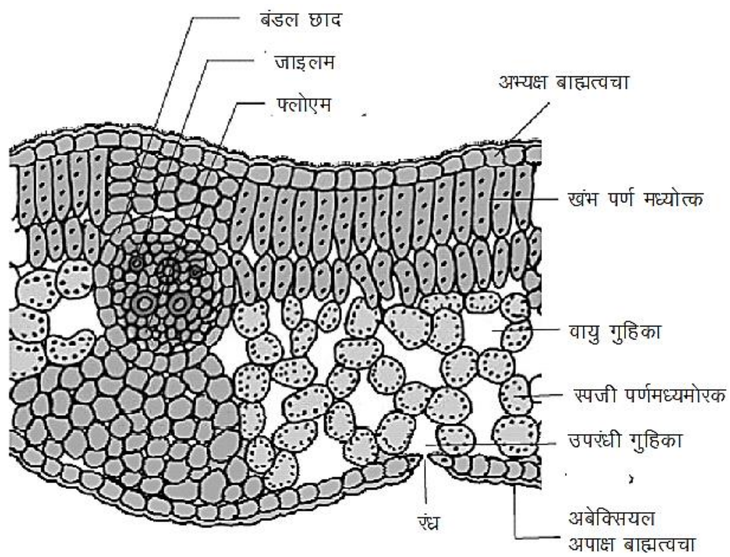
सामान्यतः पत्तियों को दो वर्गों में रखा जाता है। **पृष्ठाधारी** (Dorsivental) पत्तियां एवं **समद्विपार्श्व** (Isobilateral) पत्तियां। इनमें निम्न अन्तर पाए जाते है –

| पृष्ठाधारी अथवा द्विफलकीय पर्ण | समद्विपार्श्व अथवा समफलकीय पर्ण |
|---|---|
| 1. स्तम्भ से समकोण पर स्थित | 1. स्तम्भ के समानान्तर व्यवस्थित |
| 2. पर्ण की ऊपरी सतह निचली सतह की तुलना में अधिक सूर्य का प्रकाश प्राप्त करती है। अतः सतह की ऊपरी तथा निचली | 2. पर्ण की दोनों सतहें समान मात्रा में सूर्य का प्रकाश प्राप्त करती है। अतः ऊपरी तथा निचली आन्तरिक संरचना में कोई अन्तर नहीं होता। |

| | |
|---|---|
| सतह की आन्तरिक संरचना में अन्तर पाया जाता है। उदा. द्विबीजपत्री पादप | उदा. एकबीजपत्री पादप |

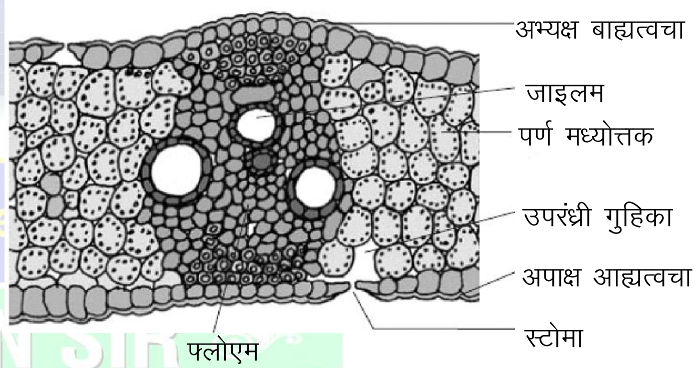
**पृष्ठाधारी पर्ण की आंतरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF DORSIVENTRAL LEAVES) :**

- बाह्यत्वचा जो ऊपरी सतह (अभ्यक्ष बाह्य त्वचा) तथा निचली सतह (अपाक्ष बाह्यत्वचा) दोनों को घेरे रहती है।
- पत्ती की दोनों सतहों पर क्यूटिकल पाई जाती है किन्तु **ऊपरी क्यूटिकल की मोटाई अधिक होती है।**
- पृष्ठाधारी पत्तियां मुख्यतया **अधोरन्ध्रीय** (Hypostomatic) होती है अर्थात् रंध्र मुख्यतया निचली सतह पर पाए जाते है।
  **नोट :–** ऐसी पृष्ठाधारी पत्तियों जो **उभयरन्ध्री** होती है, उनमें निचली सतह (अपाक्ष, बाह्यत्वचा) पर रन्ध्रों की संख्या अपेक्षाकृत अधिक होती है।
- इन पत्तियों में पर्णमध्योतक (Mesophyll) दो भागो में विभेदित होता है– **खम्भ ऊतक** (Palisade tissue) तथा **स्पंजी ऊतक** (Spongy tissue)
- **खम्भ ऊतक ऊपरी सतह (अभ्यक्ष बाह्यत्वचा)** की ओर पाया जाता है तथा इसमें **हरितलवक** की **अधिक मात्रा** पाई जाती है। **स्पंजी ऊतक निचली सतह (अपाक्ष बाह्यत्वचा)** की ओर पाया जाता है, तथा इसमें **वृहत् अतंरा कोशिकीय अवकाश** पाया जाता है।




**समद्विपार्श्व पर्ण की आंतरिक संरचना (INTERNAL STRUCTURE OF ISOBILATERAL LEAVES) :**

- समद्विपार्श्व पत्ती की दोनों सतहों पर क्यूटिकल की मोटाई समान होती है।
- दोनों सतहों पर रंध्रो का वितरण **समान** होता है।
- समद्विपार्श्व पत्तियां **उभयरन्ध्रीय** (Amphistomatic) होती है अर्थात् दोनों सतहों पर रंध्र पाए जाते हैं।
- **संपार्श्विक पत्तियों का पर्णमध्योत्तक खम्भ** व स्पंजी ऊत्तक मे **विभेदित** नही होता। यह सम्पूर्णतया **स्पंजी ऊतक** बना होता है। **खम्भ ऊतक अनुपस्थित होता है।**
- **आवर्धत्वक कोशिका (Bulliform cells) :-**
  **बालुकोद्भिद् (मरूस्थल) घासो की बाह्यत्वचा पर वृहत कोशिकाएँ पायी जाती है जो द्रव से भरी या रिक्त (अधिकांशतः) और रंग हीन कोशिकाएं होती हैं, जिन्हें मोटर कोशिका या बुलीफॉर्म कोशिका कहते हैं। जब यह कोशिका जल अवशोषित करके स्फीत होती है तो पर्ण सतह पूर्ण रूपेण स्पष्ट होती हैं परन्तु जब इससे जल की हानि होती है तो पर्ण नीचे की ओर मुड जाती है एवं जल हानि को कम कर देती है।**




**पत्तियों के संवहन पूल (VASCULAR BUNDLES OF LEAVES) :**

- पृष्ठाधारी एवं समद्विपार्श्व दोनों प्रकार की पत्तियां में समान प्रकार के संवहन पूल पाए जाते है। पत्तियों के संवहन पूल **संयुक्त** (conjoint), **संपार्श्विक** (Collateral) एवं **अवर्धी** (Closed) प्रकार के होते है।
- **प्रोटोजाइलम अभ्यक्ष** (Adaxial) **सतह** की ओर स्थित होता है। एवं **प्रोटोफ्लोएम, जाइलम के निचले भाग** की ओर पाया जाता है।
- **संवहन पूल का आकार पर्ण शिरा के आकार पर निर्भर करता है।** जालिकावत शिराविन्यास में शिरा की मोटाई अलग–अलग होती है। अतः **द्विबीजपत्री** में **अलग–अलग आकार के सवंहन पूल** पाये जाते हैं, जबकि समान्तर शिराविन्यास में समान आकार के सवहंन पूल होते हैं।

- संवहन पूल, **पूल आच्छद** (Bundle sheath) से घिरे रहते है। **$C_4$–पादपों** में पूल आच्छद, **हरित लवकीय ऊत्तको की** (Chlorenchyma) की बनी होती है।
- कनेर (Nerium) की पत्तियों की बाह्यत्वचा (ऊपरी व निचली दोनो) तथा बरगद **(Ficus)** की (केवल ऊपरी बाह्यत्वचा) बहुस्तरित हो जाती है। यह भी वाष्पोत्सर्जन घटाने का एक अनुकूलन है।

**नोट : (i)** रंध्रीय छिद्र, द्वार कोशिका और सहायक कोशिकाओं को एक साथ रंध्रीय तंत्र कहा जाता है

**(ii)** एकबीजपत्री पत्तियों में समानांतर शिराविन्यास लगभग समान आकार के संवहनी पूलों (मुख्य शिराओं को छोड़कर) में परिलक्षित होता है जैसा कि पत्तियों के ऊर्ध्वाधर काट में देखा जाता है।

**EXTRA INFORMATION**

- पार्श्व विभजयोतको की सक्रियता से रंभीय तथा बाह्यरंभीय क्षेत्र में द्वितीयक ऊतकों के बनने से पादप अंगों की **मोटाई/परिधि** में वृद्धि को **द्वितीयक वृद्धि** कहते है।
- सामान्यतः द्वितीयक वृद्धि अनावृत्तबीजी व द्विबीजपत्री **तनों** व **मूलों** में पाई जाती है।
- एकबीजपत्रियों में एधा (Cambium) के अभाव के कारण द्वितीयक वृद्धि नहीं पाई जाती है। किन्तु अपवाद स्वरूप कुछ एकबीजपत्रियों में द्वितीयक वृद्धि पाई जाती है। जैसे – ***पाम (Palm), युक्का (Yucca), ड्रेसीना (Dracaena), स्माइलेक्स (Smilax), एगेव (Agave),*** **नारियल (Cocunt) आदि।**

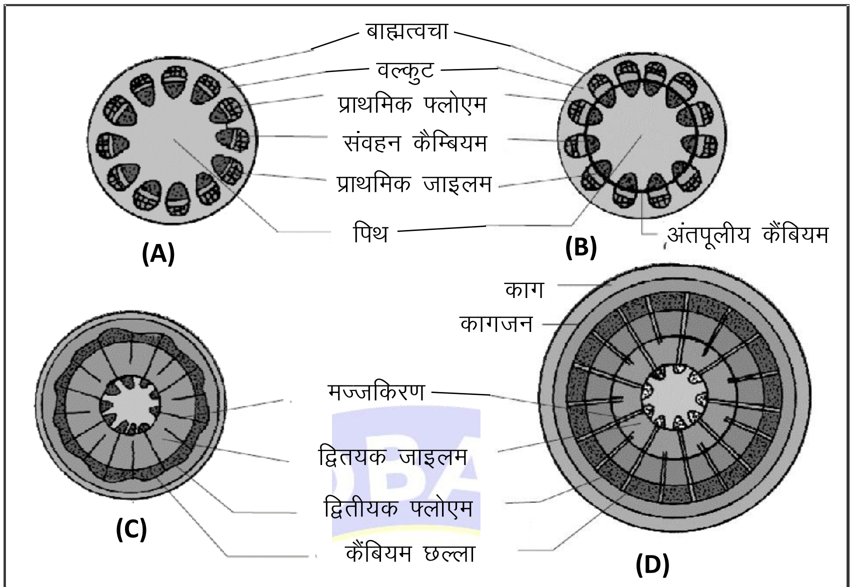
**<u>द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि (SECONDARY GROWTH IN DICOT STEM) :</u>**

**[A] रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि/संवहनी क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि**

रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि, बाह्यरंभीय की द्वितीयक वृद्धि की तुलना पहले प्रारंभ होती है।

- **अन्तःपूलीय एवं अन्तरा पूलीय एधा** को सम्मिलित रूप से संवहनी एधा (Vascular Cambium) कहते है। संवहन एधा का निर्माण एक पूर्ण वलय के रूप में होता है जो कि कोशिकाओं की केवल एक परत की बनी होती है।
- द्विबीजपत्री तने में **संवहन एधा का कुछ भाग प्राथमिक व कुछ द्वितीयक होता है।**
- तर्कुरूपी आरंभिकाओं में निरन्तर परिनतिक विभाजन (Periclinal division) या स्पर्शरेखीय विभाजन (Tangential divison) होते है।
- संवहन एधा अंदर की ओर अधिक क्रियाशील होती है इसीलिए द्वितीयक फ्लोएम की तुलना में द्वितीयक जाइलम अधिक मात्रा में बनता है तथा सघन द्रव्यमान का निर्माण करता है।
- नवनिर्मित द्वितीयक फ्लोएम के दबाव से प्राथमिक फ्लोएम एवं प्रारम्भ में निर्मित द्वितीयक फ्लोएम बाहर की ओर खिसककर नष्ट होता जाता है।
- यद्यपि प्राथमिक जाइलम केंद्र में या उसके आसपास कम या ज्यादा बचा रहता है।
- **पुराने वृक्षों में टैनिन, रेजिन, तेल, गोंद, सुगंधित पदार्थ और आवश्यक तेल जैसे कार्बनिक यौगिकों के संचय के कारण द्वितीयक जाइलम का अधिकांश भाग गहरे भूरे रंग का होता है।**
- ये सभी अपशिष्ट पदार्थ द्वितीयक जाइलम की वाहिकाओं और वाहिनिकाओं की गुहा में भरते जाते है। इसे **अन्तःकाष्ठ** (Heart wood) या **ड्यूरामन** (Duramen) कहते है। परिधीय काष्ठ जो हल्के रंग की दिखाई देती है। इसे **रस काष्ठ** (Sap wood or Alburnum) कहते है। जैसे–जैसे द्वितीयक जाइलम बढ़ता है, अन्तः काष्ठ का व्यास बढ़ता जाता है।

| | **ड्यूरामेन (अन्तःकाष्ठ)** | **एल्बर्नम (रस काष्ठ)** |
|---|---|---|
| (i) | ड्यूरामेन काष्ठ गहरे रंग की होती है। | एलबर्नम काष्ठ हल्के रंग की होती है। |
| (ii) | यह काष्ठ जल संवहन नहीं करती है। | एलबर्नम काष्ठ सम्पूर्ण जल का संवहन करती है। |
| (iii) | इस काष्ठ में टायलोसेस उपस्थित होते हैं। | इस काष्ठ में टायलोसेस उपस्थित नहीं होते है। |
| (iv) | यह पादप को यांत्रिक सहारा प्रदान करती है। | यह यांत्रिक सहारा प्रदान नहीं करती है। |
| (v) | यह वृक्ष के स्तम्भ के केन्द्रीय भाग में उपस्थित होता है। | यह स्तम्भ के बाहरी भाग में पायी जाती है। |

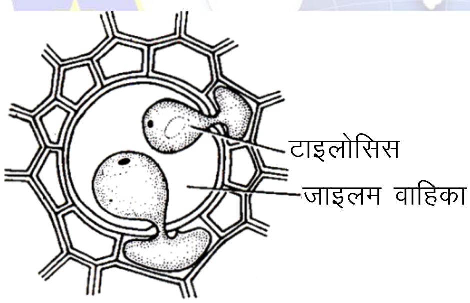



**चित्र अनुप्रस्थ काट में द्विबीजपत्री तने की द्वितीयक वृद्धि**

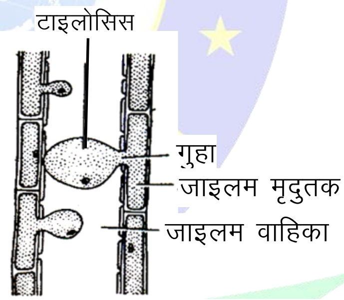
**कार्यिकी रूप से सक्रिय काष्ठ, रसकाष्ठ होती है।** रसकाष्ठ का मुख्य कार्य जल संवहन होता है। हृदकाष्ठ स्तम्भ को अधिकतम यांत्रिक बल प्रदान करता है।

**नोट :— अन्तःकाष्ठ जल का संवहन नहीं करती क्योंकि —**

1. इसकी वाहिका व वहिनिकाओं की गुहा में अपशिष्ट पदार्थ भरे होते है।
2. वाहिनिकाओं/वाहिकाओं (मुख्यतः) की गुहा में पैरेन्काइमा कोशिकाओं की गुब्बारे समान अतिवृद्धियां गर्त वाले स्थान से अन्दर धंस जाती है। इन्हें टाइलोसिस (Tyloses) कहते है। टाइलोसिस जल संवहन में बाधा उत्पन्न करते है।
   **नोट :** अनावृत्तबीजी में टाइलोसिस के स्थान पर **टाइलोसोइड्स** (Tylosoids) बनते है।




द्वितीयक जाइलम वाहिका की टाइलोसिस प्रदर्शित करती हुई अनुदैर्ध्य काट




द्वितीयक जाइलम वाहिका की टाइलोसिस प्रदर्शित करती हुई अनुप्रस्थ काट

## DETECTIVE MIND

- द्वितीयक फ्लोएम के नवीनतम वलय की स्थिति संवहन एधा के तुरन्त बाहर की ओर होती है।
- द्वितीयक फ्लोएम के सबसे पुराने वलय की स्थिति प्राथमिक फ्लोएम के तुरन्त अन्दर की ओर होती है।
- द्वितीयक जाइलम के नवीनतम वलय की स्थिति संवहन एधा के तुरन्त अन्दर की ओर होती है।
- द्वितीयक जाइलम के सबसे पुराने वलय की स्थिति प्राथमिक जाइलम के तुरन्त बाहर की ओर होती है।

**III. वार्षिक वलयों का निर्माण — (शरद काष्ठ तथा बसन्त काष्ठ) :**

संवहन एधा की असमान क्रियाशीलता के कारण वार्षिक वलय का निर्माण होता है।

- संवहनी एधा की क्रियाशीलता पूरे वर्ष एक समान न रहकर परिवर्तित होती रहती है। संवहनी एधा की क्रियाशीलता शरीर क्रियात्मक एवं वातावरणीय कारकों द्वारा प्रभावित होती है।
- **पतझड़** तथा **शीत** के मौसम में संवहनी एधा की क्रियाशीलता घट जाती है तथा कम मात्रा में जाइलम तत्वों का निर्माण होता है। इसके दौरान बनने वाली कोशिकाएं छोटी, मोटी भित्ति वाली एवं संकरी अवकाशिका वाली होती है। इसे **शरद काष्ठ** (Autumn wood) या **पश्च काष्ठ** (Late wood) कहते है।
- कुछ स्थानों पर एधा मृदूतक की एक संकरी पट्टी बनाता है जो द्वितीयक जाइलम और द्वितीयक फ्लोएम से होकर गुजरती है।
- **बसन्त** के मौसम में एवं गर्मियों में संवहनी एधा की क्रियाशीलता बढ़ जाती है। संवहनी एधा द्वारा जाइलम तत्वों का अधिक मात्राा में निर्माण किया जाता है तथा द्वितीयक जाइलम की कोशिकाएं अपेक्षाकृत बड़ी, कम सघन, हल्के रंग की पतली भित्ति वाली एवं चौड़ी अवकाशिका वाली होती है। यह काष्ठ **बसन्त काष्ठ** (Spring wood) या **अगेती काष्ठ** (Early wood) कहलाती है।

| बसन्त काष्ठ | शरद काष्ठ |
|---|---|
| (i) बसन्त काष्ठ हल्के रंग की होती है। | • शरद् काष्ठ गहरे रंग की होती है। |
| (ii) पादप में इसकी संख्या ज्यादा होती है। | • पादप में इसकी संख्या कम होती है। |
| (iii) इसकी वाहिकाएँ चौड़ी व गुहा लम्बी होती है। | • इसकी वाहिकाएँ छोटी व गुहा संकरी होती है। |
| (iv) यह अनुकूल परिस्थितियों में बनती है। | • यह प्रतिकूल परिस्थितियों में बनती है। |
| (v) यह एधा की अति सक्रियता से उत्पन्न होती है। | • यह एधा की कम सक्रियता से उत्पन्न होती है। |
| (vi) काष्ठ में तन्तु कम पाये जाते हैं। | • काष्ठ में तन्तु अधिक पाये जाते हैं। |

- शरद एवं बसन्त काष्ठ तने में वलयों के रूप में बनती है। प्रत्येक प्रकार की वलय **वृद्धि वलय** (Growth Ring) कहलाती है। अतः एक वर्ष में दो वृद्धि वलय बनती है तथा दोनों मिलकर वार्षिक वलय बनाती है।
- शरद काष्ठ और वसंत काष्ठ की संकेन्द्रित एकान्तर वलयो को वार्षिक वलय के रूप में जाना जाता है।
- वार्षिक वलयों को गिनकर पादप की आयु ज्ञात की जा सकती है। आयु निर्धारण की इस विधि को **वृक्षकालानुक्रमण** (Dendrochronology) कहते है।
- वार्षिक वलय तने के आधार भाग से गिनते है। क्योंकि आधारीय पुराने भाग में वार्षिक वलय अधिकतम एवं ऊपरी भाग में कम होती जाती है। अतः आधार भाग से गिनने पर ही आयु का सही निर्धारण किया जा सकता है।
- वार्षिक वलयों की चौड़ाई अनुकूल परिस्थितियों में अधिक व प्रतिकूल परिस्थितियों में कम होती है, इस प्रकार वार्षिक वलयें पर्यावरणीय काल को भी इंगित करती हैं, जो वृक्ष में पहले से प्रेरित होती है।
- अधिक **स्पष्ट** वार्षिक वलय वहां बनती है जहां वातावरणीय परिवर्तन स्पष्ट होते है।
- सर्वाधिक स्पष्ट वार्षिक वलय **समशीतोष्णीय** (Temeperate) पौधों में बनती है।
- ऊष्णकटिबंधीय (Tropical) पादपों में वार्षिक वलय स्पष्ट नहीं बनती ।
- सबसे कम स्पष्ट वार्षिक वलय **समुद्रतटीय क्षेत्रों** में बनती है क्योंकि इनमें जलवायु पूरे वर्षभर समान रहता है।
- **सदाहरित** वृक्षों की अपेक्षा **पर्णपाती वृक्षों** में वार्षिक वलय स्पष्ट बनती है। (समशीतोष्णीय क्षेत्रों में)

**[B] बाह्य रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि –(कॉर्क कैंबियम) :**

- बाह्य रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि, रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि के कुछ वर्षों के बाद होता है क्योंकि रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि के कारण तंत्र के तने का घेरा और अधिचर्मीय और वल्कुटीय परत टूट जाती है और सिरे को नए सुरक्षात्मक आवरण से बदल दिया जाता है।
- बाह्य रंभीय क्षेत्र में द्वितीयक वृद्धि कॉर्क एधा की सक्रियता के कारण होती है। इसे **कागजन** (Phellogen) तथा **बाह्यरंभीय एधा** (Extrastelar cambium) भी कहा जाता है।
- कॉर्क एधा का निर्माण अंतश्त्वचा या वल्कुट की बाहरी परत के विभज्योतकी हो जाने से होता है।
- कॉर्क एधा में भी परिनतिक विभाजन होते है। इस कारण कुछ कोशिकाएं बाहर (Epidemis) की तरफ एवं कुछ कोशिकाएं अन्दर (Cortex) की तरफ बनती है। जो कोशिकाएं बाहर की तरफ बनती है। इनकी मध्य पटलिका (Middle lamella) में सुबेरिन का जमाव हो जाता है। इससे ये कोशिकाएं मृत हो जाती है। ये कोशिकाएं कॉर्क (Cork) या फैलम (Phellem)

कहलाती है। अन्दर की तरफ बनने वाली कोशिकाएं पैरेन्काइमा में विभेदित हो जाती है एवं हरितलवक युक्त होती है। जिन्हें द्वितीयक वल्कुट (Secondary Cortex) या काग अस्तर (Phelloderm) कहते है।

**कॉर्क (Cork) + कॉर्क एधा (Cork Cambium) + द्वितीयक वल्कुट (Secondary Cortex)**
**= परित्वक/परिचर्म(Periderm)**

- कॉर्क एधा से काग (Phellem) अधिक मात्रा में एवं द्वितीयक वल्कुट (Secondary cortex) कम मात्रा में बनता है क्योकि कॉर्क एधा की क्रियाशीलता बाहर की ओर ज्यादा होती है। कॉर्क एधा की सर्वाधिक क्रियाशीलता सर्दी/पतझड़ के मौसम में होती है
- कागजन के परिधीय शेष परतों पर एधा दबाव की गतिविधि के कारण बनता है और ये परतें मृत हो कर निकल जाती हैं

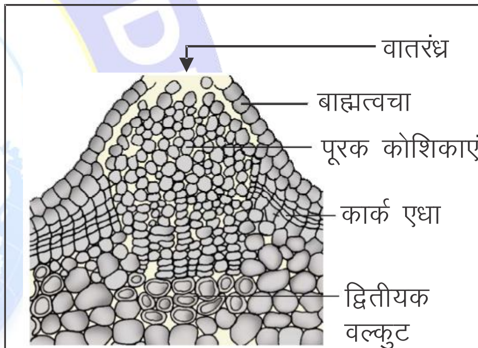
**छाल (Bark) :**

- संवहन एधा के बाहर की ओर स्थित सभी उत्तक **छाल** कहलाते हैं। इस आधुनिक मत के अनुसार छाल में जीवित व मृत दोनों ऊतक सम्मिलित हैं। छाल में दो परतें पाई जाती है। छाल की बाहरी परत **मृतफ्लोयम** (Rhytidome) कहलाती है। तथा आंतरिक परत द्वितीयक फ्लोएम होती है।
- मौसम के शुरूआत में बनने वाली छाल कोमल छाल या प्रारम्भिक छाल कहलाती है। मौसम के अन्त में बनने वाली छाल कठोर छाल कहलाती है।
- यदि वृक्ष की सम्पूर्ण छाल को हटा दिया जाए तो अत्यधिक जल हानि के कारण वृक्ष की मृत्यु हो जाएगी।
- यदि तने के आधार भाग से एक वलय के रूप में छाल को हटाया जाए तो भोजन की कमी के कारण मूलों की मृत्यु सर्वप्रथम होगी।

**छाल**

**वातरन्ध्र (lenticels) :**

कुछ क्षेत्रों में कॉर्क एधा सघन मृदूतकीय कोशिकाओं को कॉर्क कोशिका (पूरक कोशिका) के बजाय कॉग कोशिका के बाहरी हिस्से पर काट देता है। यह कोशिकाएं लेंस की आकृति में फट जाती है एवं बाहरी सतह पर खुलती है। इसे वातरन्ध्र कहते हैं।




**चित्रः प्रदर्शित वातरंध्र**

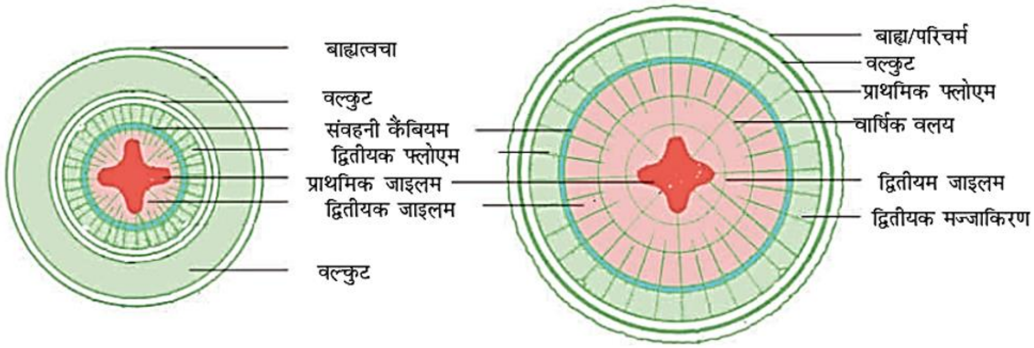
**कार्य (Function) :**

1. वातरन्ध्र का मुख्य कार्य पादप तथा वातावरण के मध्य गैसों का आदान प्रदान करना होता है।
2. वातरन्ध्र से वाष्पोत्सर्जन भी सम्पन्न होता है, इसे **वातरन्ध्रीय वाष्पोत्सर्जन** कहते है।
3. कायिक प्रजनन में स्तम्भ कर्तन के दौरान, अपस्थानिक मूलें वातरन्ध्र की जीवित कोशिकाओं से उत्पन्न होती है।

**द्विबीजपत्री मूलों में द्वितीयक वृद्धि (SECONDARY GROWTH IN DICOT ROOT) :**

- द्विबीजपत्री मूल में द्वितीयक वृद्धि के दौरान सर्वप्रथम यौगिक ऊतक (Conjunctive tissue) विभज्योतकी होकर फ्लोएम पूलों के नीचे संवहनी एधा की पृथक **चाप पट्टियों** का निर्माण करता है। तत्पश्चात् प्रोटोजाइलम के सामने की परिरंभ भी एधा की अतिरिक्त पट्टियो के निर्माण हेतु विभज्योतकी हो जाती है। इस प्रकार संवहनी एधा की एक पूर्ण–वलय बन जाती है।
- संवहनी एधा में परिरंभ द्वारा निर्मित भाग अपेक्षाकृत कम होता है। संवहनी एधा का मुख्य भाग यौगिक ऊतक द्वारा बनता है। सवंहनी एधा उत्पत्ति में द्वितीयक होती है।
- मूलों की संवहनी एधा की क्रियाशीलता, तने की संवहनी एधा की क्रियाशीलता के समान ही होती है। संवहनी एधा अन्दर की ओर द्वितीयक जाइलम व बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोएम बनाती है। संवहनी एधा का जो भाग परिरंभ से उत्पन्न होता है, वह **मज्जा किरणों** (Pith rays) के निर्माण के लिए उत्तरदायी होता है। ये मज्जा किरणें पैरेन्काइमा की बनी होती है। ये मज्जा रश्मियां, **प्राथमिक मज्जा किरणें** (बहुपंक्तिक) कहलाती है। कुछ मज्जा किरणें शेष संवहनी एधा से भी बनती है, ये **द्वितीयक मज्जा किरणें** (एक पंक्तिक) कहलाती है। अतः मूल की द्वितीयक संरचना में दो प्रकार की मज्जा किरणें पाई जाती है।

**नोट :–** दो प्रकार की मज्जा किरणों का पाया जाना मूलों का अभिलाक्षणिक लक्षण है। तने में द्वितीयक वृद्धि के पश्चात् केवल द्वितीयक मज्जा किरणें ही पाई जाती है। वे दोनो **जल तथा भोजन का संवहन अरीय दिशा** मे करती है।




➢ मूलों में कॉर्क एधा **परिरंभ** से उत्पन्न होती है। कॉर्क एधा द्वारा बाहर की तरफ कॉर्क तथा अन्दर की ओर द्वितीयक वल्कुट का निर्माण किया जाता है। मूलों में भी वातरन्ध्र पाए जाते है किन्तु तने की अपेक्षा कम होते है। मूलों में एक या दो वर्ष की द्वितीयक वृद्धि के पश्चात् वल्कुट पूरी तरह से नष्ट हो जाता है। यह कॉर्क के दबाव से झड़ जाता है, जबकि तनों में वल्कुट काफी समय पश्चात् नष्ट होता है।

(i) वृद्धि करते हुए पादप के वायुवीय भागों को मजबूती व सहारा प्रदान करने के लिए एवं जल व खनिजों की आपूर्ति के लिए मूलों में द्वितीयक वृद्धि आवश्यक है।

(ii) मूलों में वार्षिक वलय नहीं बनती क्योंकि ये जलवायु परिवर्तनों से प्रभावित नहीं होती।

(iii) मूलों में सभी एधाऐं उत्पत्ति में द्वितीयक होती है।

मृदूतक की मात्रा के आधार पर काष्ठ को दो वर्गों में रखा गया है :

1. **विरलदारूक काष्ठ (Manoxylic wood) :** ऐसी काष्ठ में जीवित मृदूतक अधिक पाया जाता है। ऐसी काष्ठ नर्म व ढीली होती है। उदाहरण – ***साइकस***।

2. **धनदारूक काष्ठ (Pycnoxylic wood) :** ऐसी काष्ठ में जीवित मृदूतक की मात्रा कम पायी जाती है। ऐसी काष्ठ अधिक कठोर होती है। अधिंकांश द्विबीजपत्री पादपों में ऐसी ही काष्ठ पाई जाती है।
   **उदाहरण – *पाइनस,* सागवान, आम, बबूल, शीशम आदि।**

| छिद्रित काष्ठ (कठोर काष्ठ) | अछिद्रित काष्ठ (मृदु काष्ठ) |
|---|---|
| (i) यह काष्ठ आवृत्तबीजियों में पायी जाती है। | • यह अनावृत्तबीजी में पायी जाती है। |
| (ii) वाहिकाएँ उपस्थित होती हैं। | • वाहिकाऐं उपस्थित नहीं होती हैं |
| (iii) काष्ठ कठोर होती है। | • यह मृदु होती है। |
| (iv) जाइलम तन्तु उपस्थित होते हैं। | • जाइलम तन्तु कभी कभी पाये जाते है। |
| (v) वाहिकाएँ सघनता से पायी जाती हैं। | • जाइलम वाहिनिकाएँ पायी जाती है। |
| (vi) इसे विषमजालिकीय काष्ठ भी कहते हैं। | • इसे समजालिकीय काष्ठ भी कहते है। |