बी.एस.सी. द्वितीय वर्ष

वनस्पति विज्ञान, प्रथम प्रश्नपत्र

पुष्पीय पौधों की संरचना, विकास एवं प्रजनन

(Structure Development and Reproduction of Flowering Plants)

मध्यप्रदेश भोज (मुक्त) विश्वविद्यालय – भोपाल

MADHYA PRADESH BHOJ (OPEN) UNIVERSITY-BHOPAL

Reviewer Committee

1. Dr. Pramod Patil
   Retd. Professor,
   IEHE, Bhopal (MP).
2. Dr. Moni Mathur
   Professor,
   Govt. SNG (Autonomous) PG College,
   Bhopal (MP).
3. Dr. Nasreen Siddique
   Retd. Professor,
   Govt. MVM College, Bhopal (MP).

Advisory Committee

1. Dr. Jayant Sonwalkar
   Hon'ble Vice Chancellor,
   Madhya Pradesh Bhoj (Open) University,
   Bhopal.
2. Dr. L.S. Solanki
   Registrar,
   Madhya Pradesh Bhoj (Open) University,
   Bhopal.
3. Dr. Jyoti S. Parashar
   Madhya Pradesh Bhoj (Open) University,
   Bhopal.
4. Dr. Pramod Patil
   Retd. Professor,
   IEHE, Bhopal (MP).
5. Dr. Moni Mathur
   Professor,
   Govt. SNG (Autonomous) PG College,
   Bhopal (MP).
6. Dr. Nasreen Siddique
   Retd. Professor,
   Govt. MVM College, Bhopal (MP).

COURSE WRITER

Dr. Shikha Bansal Head, Dept. of Botany & Microbiology, St. Aloysius' College (Autonomous), Jabalpur 482001 (M.P.)

Copyright © Reserved, Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal.

All rights reserved. No part of this publication which is material protected by this copyright notice may be reproduced or transmitted or utilized or stored in any form or by any means now known or hereinafter invented, electronic, digital or mechanical, including photocopying, scanning, recording or by any information storage or retrieval system, without prior written permission from the Registrar, Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal.

Information contained in this book has been published by VIKAS® Publishing House Pvt. Ltd. (Developed by Himalaya Publishing House Pvt. Ltd.) and has been obtained by its Authors from sources believed to be reliable and are correct to the best of their knowledge. However, the Madhya Pradesh Bhoj (Open) University, Bhopal, Publisher and its Authors shall in no event be liable for any errors, omissions or damages arising out of use of this information and specifically disclaim any implied warranties or merchantability or fitness for any particular use.

Published by Registrar, MP Bhoj (Open) University, Bhopal in 2020

Vikas® is the registered trademark of Vikas® Publishing House Pvt. Ltd.

VIKAS® PUBLISHING HOUSE PVT. LTD.
E-28, Sector-8, Noida - 201301 (UP)
Phone: 0120-4078900 • Fax: 0120-4078999
Regd. Office: A-27, 2nd Floor, Mohan Co-operative Industrial Estate, New Delhi 1100 44
• Website: www.vikaspublishing.com • Email: helpline@vikaspublishing.com

SYLLABI-BOOK MAPPING TABLE

पुष्पीय पौधों की संरचना, विकास एवं प्रजनन

Syllabi	Mapping in Book
इकाई–1 ऊतक तंत्र, संवहन पूल के प्रकार, शीर्षस्थ प्रविभाजी ऊतक, प्रविभाजी ऊतक का वर्गीकरण। जड़ तंत्र : जड़ का शीर्षस्थ प्रविभाजी ऊतकः प्राथमिक एवं द्वितीयक ऊतकों का विभेदन एवं उनके कार्य। एकबीजपत्री जड़ एवं द्विबीजपत्री जड़ की आन्तरिक संरचना जड़ में द्वितीयक वृद्धि। विभिन्न कार्यो हेतु जड़ के रूपान्तरण। सूक्ष्मजीवों के साथ जड़ की पारस्परिक क्रिया।	**इकाई 1** : ऊतक तंत्र **(पृष्ठ 3–53)**
इकाई–2 **प्ररोह तंत्रः** प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक एवं ऊतकीय संगठन, एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री के तने की आन्तरिक संरचना। संवहन एधा एवं उसके कार्य। तने में द्वितीयक, वृद्धि वलय की विशेषताएं, रसदारु एवं कठोरदारु। द्वितीयक फ्लोएम, कार्क केम्बियम एवं परिचर्म। तने में असामान्य वृद्धि – निक्टेन्थस, बोहराविया, एकाइरेन्थस, लेप्टाडीनिया, साल्वाडोरा, बिग्नोनिया, ड्रेसीना।	**इकाई 2** : प्ररोह तंत्र **(पृष्ठ 54–113)**
इकाई–3 **पर्ण तंत्र** : पर्ण की उत्पत्ति एवं विकास, प्रमाप, आकार एवं विन्यास में विविधताएं, एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री पर्ण की आतंरिक संरचना, प्रकाश संश्लेषण एवं जलीय प्रतिबल का अनुकूलन जीर्णता एवं विलगन।	**इकाई 3** : पर्ण तंत्र **(पृष्ठ 114–147)**
इकाई–4 **भ्रूणिकी** : पुष्प एक रूपांतरित प्ररोह की अवधारणा। परागकोष की संरचना लघुबीजाणुजनन एवं नर युग्मकोद्भिद्। स्त्रीकेसर की संरचना, बीजाण्ड, गुरुबीजाणुजनन, मादा युग्मकोद्भिद का विकास (भ्रूण कोष) एवं प्रकार। परागण : परागण की प्रक्रिया एवं माध्यम, परागकण स्त्रीकेसर की पारस्परिक क्रिया एवं स्वअनिषेच्यता।	**इकाई 4** : भ्रूणिकी : पुष्पीय संरचना **(पृष्ठ 148–204)**
इकाई–5 **भ्रूणिकी** : द्विनिषेचन एवं त्रिसंयोजन। भ्रूणपोष का विकास, प्रकार एवं इसकी आकारिकीय प्रकृति। एकबीजपत्री और द्विबीजपत्रीय भ्रूण विकास। फल का परिवर्धन एवं परिपक्वता, बीज की संरचना एवं प्रकीर्णन। कायिक प्रवर्धन के प्रकार।	**इकाई 5** भ्रूणिकी : विषेचन प्रकिया एवं भ्रूण परिवर्धन **(पृष्ठ 205–264)**

विषय–सूची

परिचय 1

इकाई 1 ऊतक तंत्र 3–53

1.0 परिचय
1.1 उद्देश्य
1.2 प्राथमिक एवं द्वितीयक ऊतकों का विभेदन एवं उनके कार्य
  1.2.1 विभाज्योतक ऊतक
  1.2.2 स्थायी ऊतक
1.3 संवहन पूल की संरचना
1.4 जड़तंत्र–जड़ का शीर्षस्थ प्रविभाजी ऊतक
1.5 एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना तथा द्वितीयक वृद्धि
1.6 विभिन्न कार्यों हेतु जड़ के रूपान्तरण एवं सूक्ष्मजीवों के साथ जड़ की पारस्परिक क्रिया
1.7 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
1.8 सारांश
1.9 मुख्य शब्दावली
1.10 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
1.11 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 2 प्ररोह तंत्र 54–113

2.0 परिचय
2.1 उद्देश्य
2.2 प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक
2.3 प्ररोह शीर्षस्थ ऊतकीय संगठन
2.4 एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना
  2.4.1 द्विबीजपत्री स्तंभ की प्राथमिक संरचना
  2.4.2 द्विबीजपत्री सूर्यमुखी के तरुण तने की आन्तरिक संरचना
  2.4.3 कुकुरबिटाः तरुण तने की आन्तरिक संरचना
  2.4.4 प्रमुख एकबीजपत्रों स्तभों की प्राथमिक संरचना
  2.4.5 एकबीजपत्री तने की आंतरिक संरचना की विशेषताएँ
2.5 संवहन एधा एवं उसके कार्य
  2.5.1 एधा की उत्पत्ति एवं स्थिति
2.6 तनों में द्वितियक, वृद्धि
  2.6.1 द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि
  2.6.2 एकबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि
  2.6.3 वृद्धि वलय की विशेषताएँ
  2.6.4 रस काष्ठ एवं अन्तः काष्ठ
  2.6.5 द्वितीयक फ्लोएम, कॉर्क कैम्बियम एवं परिचर्म
  2.6.6 फ्लोयम कोशिकाओं के प्रकार
  2.6.7 द्वितीयक फ्लोयम में ऋतुनिष्ठा वलय
2.7 परिचर्म या पेरीडर्म व कार्क कैम्बियम
  2.7.1 कॉर्क एवं छाल के कार्य

2.8 तना : असामान्य संरचनाएँ
2.8.1 निक्टेन्थिस तने की आन्तरिक संरचना
2.8.2 बिगनोनिया तने की आन्तरिक संरचना
2.8.3 लेप्टाडीनिया तने की आन्तरिक संरचना
2.8.4 साल्वेडोरा तने की आन्तरिक संरचना
2.8.5 एकाइरन्थिसः तने की आन्तरिक संरचना
2.8.6 बोहराविया तने की आन्तरिक संरचना
2.8.7 ड्रेसीना तने की असामान्य संरचना
2.9 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
2.10 सारांश
2.11 मुख्य शब्दावली
2.12 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
2.13 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 3 पर्ण तंत्र **114—147**

3.0 परिचय
3.1 उद्देश्य
3.2 पत्ती की उत्पत्ति एवं परिवर्द्धन
3.2.1 पत्ती की उत्पत्ति
3.2.2 पत्ती का परिवर्द्धन
3.3 पत्ती : माप, आकार एवं विन्यास में विविधता
3.3.1 पर्णविन्यास
3.3.2 पत्ती के माप तथा आकार में विविधता
3.3.3 पत्ती की आकारिकी में विविधता
3.3.4 लैमिना (पर्ण फलक) के आकार में विविधताएँ
3.3.5 विषमपर्णता
3.4 द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना
3.4.1 पत्ती की आन्तरिक संरचना
3.4.2 पत्ती के जल प्रतिबल के कुछ अनुकूलन
3.5 जीर्णता एवं विलगन
3.5.1 जीर्णता
3.5.2 जीर्णता एवं वृद्धि नियामक
3.5.3 पत्तियों का विलगन
3.6 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
3.7 सारांश
3.8 मुख्य शब्दावली
3.9 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
3.10 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 4 भ्रूणिकी : पुष्पीय संरचना **148—204**

4.0 परिचय
4.1 उद्देश्य
4.2 भ्रूणिका : पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह की अवधारणा
4.2.1 पुष्प : एक रूपान्तरित प्ररोह
4.2.2 पुष्प कलिका की समजातता

4.2.3 पुष्पासन की प्रकृति
4.2.4 पुष्पीय सदस्यों का पर्ण सदृश्य स्वभाव
4.3 परागकोष की संरचना, लघुबीजाणुजनन एवं नर युग्मकोद्भिद्
4.3.1 पुंकेसर अथवा लघुबीजाणुपर्ण
4.3.2 परागकोष अथवा लघुबीजाणुधानी का परिवर्द्धन
4.3.3 बीजाणु चतुष्क के प्रकार
4.3.4 संयुक्त लघुबीजाणु
4.3.5 परिपक्व परागकोष का स्फुटन
4.4 लघुबीजाणु या नर युग्मकोद्भिद
4.5 नर युग्मकोद्भिद का विकास
4.6 स्त्रीकेसर की संरचना
4.6.1 बीजाण्ड या गुरुबीजाणुधानी
4.6.2 बीजाण्ड का विकास
4.6.3 हाइपोस्टेस एवं एपिस्टेस
4.6.4 गुरुबीजाणुजनन
4.7 मादा युग्मकोद्भिद अथवा भ्रूणकोष का विकास एवं संरचना
4.8 परिपक्व भ्रूण कोष की संरचना एवं कार्य
4.9 परागणः प्रक्रिया एवं माध्यम
4.9.1 परागण
4.9.2 पर–परागण के प्रकार
4.10 पराग–स्त्रीकेसर की पारस्परिक क्रिया एवं स्वंय अनिषेच्यता
4.11 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
4.12 सारांश
4.13 मुख्य शब्दावली
4.14 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
4.15 सहायक पाठ्य सामग्री

इकाई 5 भ्रूणिकी : विषेचन प्रकिया एवं भ्रूण परिवर्धन **205–264**

5.0 परिचय
5.1 उद्देश्य
5.2 निषेचन की प्रक्रिया
5.3 भ्रूणपोष
5.4 भ्रूण परिवर्धन
5.5 फल का परिवर्धन एवं परिपक्वन
5.6 परिपक्वन के समय कार्यिकीय परिवर्तन
5.7 बीज की संरचना एवं प्रकीर्णन
5.8 बीजों का प्रकीर्णन
5.9 कायिक प्रवर्धन
5.10 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
5.11 सारांश
5.12 मुख्य शब्दावली
5.13 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
5.14 सहायक पाठ्य सामग्री

परिचय

टिप्पणी

प्रस्तुत पुस्तक 'वनस्पति विज्ञान–द्वितिय वर्ष' मध्यप्रदेश भोज (मुक्त) विश्वविद्यालय, भोपाल के अध्ययन मंडल द्वारा स्वीकृत नवीन विषय पाठ्यक्रम के अनुसार बी. एस. सी. द्वितिय वर्ष के प्रश्न–पत्र ''पुष्पीय पौधो की संरचना, विकास एवं प्रजनन'' के पाठ्यक्रम पर आधारित है। पुस्तक में उपर्युक्त संदर्भित प्रश्न–पत्र के पाठ्यक्रम को पाँच इकाईयों में विभाजित किया गया है। प्रत्येक इकाई को पुनः तर्कसंगत शीर्षकों के अनुसार अध्याय में विभाजित किया गया है।

प्रस्तुत पुस्तक को लिखते समय इस बिंदु पर विशेष ध्यान दिया गया है कि भाषा सरल व सहज किन्तु तकनीकी भी हो जो विद्यार्थी सुगमता से समझ सके। विस्तृत वर्णन के अतिरिक्त प्रत्येक शीर्षक को तर्कसंगत उदाहरण व नामांकित चित्रों द्वारा स्पष्टतः दर्शाया गया है। जो पाठक को वर्णन के साथ–साथ पौधे के उस अंग व कोशिका के आकार–प्रकार से पूर्णतः अभ्यस्त करता है। प्रत्येक अध्याय के अन्त में प्रश्नों का समावेश किया गया है जिसको हल करने से विद्यार्थी परीक्षा प्रश्न पत्र के स्वरुप से, अभ्यस्त होने के साथ अपने तर्क संगत विषय ज्ञान का भी आकलन कर पाएंगे।

लिखते व छापते समय पूर्ण सावधानी रखते हुए भी यदि कोई त्रुटि हो गई हो या कोई कमी रह गयी हो तो उसके लिए क्षमाप्रार्थी हूँ। साथ ही आप सभी विद्वान पाठकों के सुझाव सहर्ष आमंत्रित हैं। तदानुसार अगले प्रकाशन में उन सभी त्रुटियों का निराकरण व सुझावों को समाहित कर लिया जाएगा।

मुझे विश्वास है कि यह पुस्तक संबंधित पाठ्यक्रम के प्राध्यपकों व विद्याार्थियों की अपेक्षाओं को पूर्णतः सन्तुष्ट करते हुए उपयोगी सिद्ध होगी।

लेखक

इकाई 1 ऊतक तंत्र (Tissue System)

संरचना (Structure)

टिप्पणी

1.0 परिचय
1.1 उद्देश्य
1.2 प्राथमिक एवं द्वितीयक ऊतकों का विभेदन एवं उनके कार्य
  1.2.1 विभाज्योतक ऊतक
  1.2.2 स्थायी ऊतक
1.3 संवहन पूल की संरचना
1.4 जड़तंत्र–जड़ का शीर्षस्थ प्रविभाजी ऊतक
1.5 एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना तथा द्वितीयक वृद्धि
1.6 विभिन्न कार्यो हेतु जड़ के रूपान्तरण एवं सूक्ष्मजीवों के साथ जड़ की पारस्परिक क्रिया
1.7 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
1.8 सारांश
1.9 मुख्य शब्दावली
1.10 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
1.11 सहायक पाठ्य सामग्री

1.0 परिचय (Introduction)

संवहन ऊतक तंत्र का निर्माण प्राकएधा की कोशिकाओं द्वारा होता है। यह तंत्र विभिन्न प्रकार के संवहन पूलों का बना होता है जो मिलकर रम्भ अथवा स्टील का निर्माण करते हैं। रम्भ कक्ष का केन्द्रीय भाग है जो चारों ओर से अन्तस्त्वचा द्वारा घिरा रहता है अर्थात् इसके अन्तर्गत परिरम्भ, संवहन पूल, मज्जा अथ्पवा पिथ तथा मज्जा किरणे आते हैं। संवहन पूल एधायुक्त अर्थात् खुले हुए या वर्धी अथवा एधा रहित अर्थात बन्द या अवर्धी होते हैं। प्रत्येक पूल जाइलम तथा फलोएम का बना होता है।

1.1 उद्देश्य (Objectives)

विभिन्न प्रकार कें ऊतकों का विस्तृत अध्ययन, आवृत्तबीजियों में पाए जाने वाले संरचनात्मक ऊतकों की संरचना एवं संवहन तंत्र की ऊतक संरचना का अध्ययन करना ही इस इकाई का उद्देश्य है।

1.2 प्राथमिक एवं द्वितीयक ऊतकों का विभेदन एवं उनके कार्य (Differentiation of Primary and Secondary Tissues and their Roles)

निम्न श्रेणी के पौधों की रचना सरल होती है। इनमें से कुछ एक कोशिकीय होते हैं। इनमें जीवन की समस्त जैविक क्रियाएँ एक ही कोशिका द्वारा सम्पन्न होती हैं लेकिन बहुकोशिकीय पौधों में विभिन्न कार्यों को करने के लिए अनेक प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं। सभी कोशिकाएँ आरम्भ में समान प्रकार की कोशिकाओं से उत्पन्न होती हैं जो वृद्धि तथा आकारिकीय विभेदन द्वारा विभिन्न प्रकार की कोशिकाएँ बनाती हैं।

टिप्पणी

प्रत्येक कोशिका एक विशेष कार्य करने हेतु उपयुक्त होती है। इस प्रकार हम देखते है कि ऊतकीय विभेदन द्वारा ही आगे चलकर कार्यिकीय विभेदन अर्थात् श्रम विभाजन अथवा कार्यो का बँटवारा प्रदर्शित होता हैं। प्रत्येक प्रकार की कोशिका अपना विशेष कार्य करती हैं। ऐसी सभी कोशिकाएँ जो एक ही प्रकार का कार्य करती हैं आपस में मिलकर एक समूह का निर्माण करती हैं, जिसे ऊतक कहते हैं।

पादप ऊतक (Plant Tissues)

''समान अथवा असमान कोशिकाओं का ऐसा समूह जिसकी सभी कोशिकाएँ कार्य एवं उत्पत्ति में समान होती हैं, ऊतक कहलाता है।''

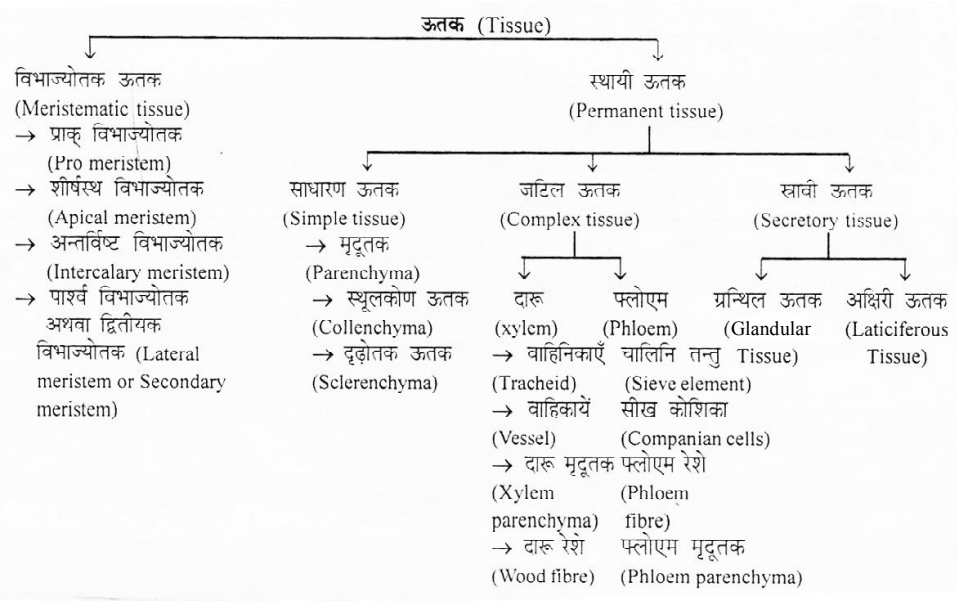
उच्च श्रेणी के पौधों में निषेचित अण्ड के विभाजन से भ्रूण का निर्माण होता है जिसकी सभी कोशिकाएँ विभाजन करती हैं। परन्तु बाद में बहुत–सी कोशिकाएँ विभाजन क्षमता स्थायी अथवा अस्थायी रूप से त्यागकर स्थायी ऊतक बनाती हैं। शेष बची कोशिकाएँ विभाजन क्षमता बनाये रखकर निश्चित क्षेत्रों में स्थित होकर विभज्योतक क्षेत्र या प्रदेश बनाती हैं, जिससे लगातार नई कोशिकाएँ उत्पन्न होती रहती हैं। अतः विकास की अवस्था अथवा विभाजन क्षमता के आधार पर पादप ऊतकों को मूलभूत रूप से दो वर्गों में विभक्त किया गया है–

1. विभाज्योतक ऊतक (Meristematic tissue)
2. स्थायी ऊतक (Permanent tissue)

1.2.1 विभाज्योतक ऊतक (Meristematic Tissues)

बहुकोशिकीय पादपों का शरीर अनेक प्रकार के कोशिकीय समूहों से बना होता है जो कार्यात्मक दृष्टि से एक दूसरे से जुड़ी होती हैं। इन कोशिकीय समूहों की कोशिकाओं की उत्पत्ति एक अथवा समान कोशिका से होती है तथा सामूहिक रूप से एक समान कार्य को सम्पादित करती हैं, इन्हे ऊतक कहा जाता है। अतः ऊतक समान तथा मिलती–जुलती कोशिकाओं का ऐसा समूह है जिनकी उत्पत्ति समान कोशिका से हुई है। दूसरे शब्दों में ''समान उत्पत्ति तथा विकास वाली कोशिकाओं का ऐसा समूह जो सामूहिक रूप से एक समान कार्य सम्पादित करती हैं, उन्हें ऊतक कहते हैं। जीव–विज्ञान की वह शाखा जिसमें ऊतक का अध्ययन किया जाता है उसे औतिकी कहा जाता हैं।

ऊतक शब्द का उपयोग सर्वप्रथम **विजट** ने किया था। पादप शरीर में उपस्थित ऊतक विशिष्ट कार्य सम्पादित करती हैं तथा अग्रस्थ विभाज्योतक ऊतकों से उत्पन्न होती हैं। ऊतकों को उनके द्वारा सम्पादित कार्य तथा संरचना के आधार पर निम्नानुसार विभाजित किया जा सकता है।



टिप्पणी

विभज्योतक ऊतक अथवा प्रविभाजी ऊतक (Meristematic Tissues)

विभज्योतक ऊतक कोशिकाओं का वह समूह होता है जिसमें निरन्तर विभाजन होता रहता है या विभाजन की क्षमता होती है। विश्रामी कलिओं एवं सुप्त कक्षीय कलिकाओं में विभज्योतक कुछ समय के अक्रियाशील हो जाता हे। विभज्योतक ऊतक की कोशिकाओं के मुख्य लक्षण निम्नलिखित है–

1. कोशिकाएँ सामान्यतया आकार में गोल, अण्डाकार, बहुकोणीय या चतुर्भुजाकार होती है।
2. ये समव्यासीय होती हैं एवं संघटित रूप से व्यवस्थित होती हैं, इनमें अन्तराकोशिकीय अवकाश नहीं पाए जाते।
3. ऊतक अपरिपक्व कोशिकाओं से बना होता है जो विभाजन एवं वृद्धि की अवस्था में होती है।
4. इनकी भित्तियाँ सैल्यूलोज़ की बनी होती हैं।
5. केन्द्रक अन्य कोशिकाओं की अपेक्षा बड़े होते हैं, ये अभिरंजकों का गहरा रंग लेती हैं।
6. विभज्योतक तक की प्रत्येक कोशिका में प्रचुर मात्रा में कोशिकाद्रव्य होता है।
7. कोशिकाओं में संचित खाद्य पदार्थ नहीं पाया जाता । इनमें क्रिस्टल नहीं होते।
8. जीवद्रव्य में या तो छोटी रसधानियाँ होती है या वे पूर्णतः अनुपस्थित होती हैं। बैले (1930) ने देखा कि कैम्बियम की कोशिकाओं में बहुत अधिक रसधानियाँ पायी जाती हैं।

विभज्योतक ऊतक उत्पत्ति के आधार पर दो प्रकार के होते हैं–

1. प्राथमिक विभज्योतक ऊतक (Primary meristematic tissues)
2. द्वितीयक विभज्योतक ऊतक (Secondary meristematic tissues)

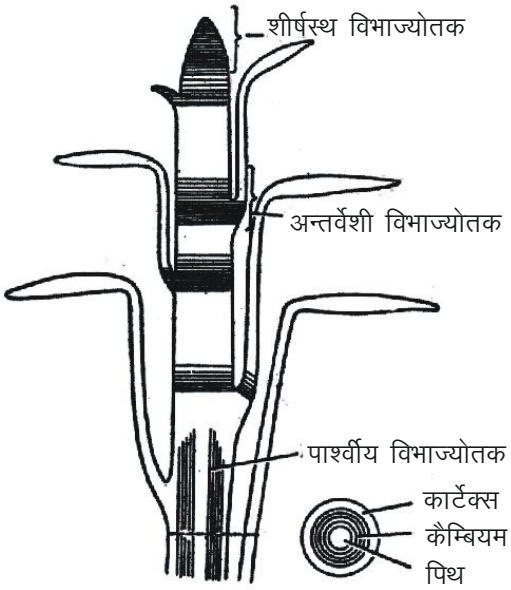
टिप्पणी

प्राथमिक विभज्योतक ऊतक (Primary Meristematic Tissues)

इनकी उत्पत्ति पौधों के भ्रूणीय ऊतक से होती है। इनकी क्रियाशीलता से प्राथमिक स्थायी ऊतक बनते हैं तथा पौधों के मौलिक अंग विकसित होते हैं। इस प्रकार के ऊतक मुख्य रूप से जड़ तना तथा उपांग के शिखाग्रों तथा अन्तर्वेशी भागों में पाये जाते हैं।

प्राथमिक विभज्योतक ऊतकों को स्थिति, कार्य एवं विभाजन के तल के आधार पर निम्नलिखित प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है–

(A) स्थिति पर आधारित प्राथमिक विभज्योतक ऊतक (Primary meristematic tissues based on Position)–



चित्र 1.1 : पादप शरीर में स्थिति के आधार पर विभज्योतक का चित्रिय प्रदर्शन

स्थिति के आधार पर प्राथमिक विभज्योतक ऊतक निम्नलिखित तीन प्रकार के होते हैं (चित्र 1.1) –

1. शीर्षस्थ विभज्योतक ऊतक (Apical meristematic tissues)
2. पार्श्वीय विभज्योतक ऊतक (Lateral meristematic tissues)
3. अन्तर्वेशी विभज्योतक ऊतक (Intercalary meristematic tissues)

1. **शीर्षस्थ विभज्योतक ऊतक (Apical meristematic tissues)–** यह ऊतक जड़, तना एवं शाखाओं के शीर्ष भाग में पाया जाता है। इन ऊतको की कोशिकाओं में विभाजन के फलस्वरूप जड़ तथा तना लम्बाई में बढ़तें हैं। शीर्ष स्थानो ंको, जहाँ इस प्रकार के ऊतक होते हैं, वृद्धि बिन्दु कहते हैं।

   शीर्षस्थ विभज्योतक ऊतक में दो क्षेत्र विभेदित होते हैं–

   (अ) **प्राक्विभज्योतक (Promeristem)**– यह विभाजित होती हुई कोशिकाओं का समूह होता है तथा जड़ एवं तने के अन्तिम सिरों पर स्थित होता है। इसे कई नामो ंसे, जैसे प्रोइमोर्डियल मेरिस्टेम, अर मेरिस्टेम या एम्ब्रियोनिक मेरिस्टेम से जाना जाता है।

   (ब) **विभज्योतक प्रदेश (Meristematic Zone)**– यह प्राक्विभज्योतक के ठीक नीचे होता है तथा तीन क्षेत्रों में विभेदित होता है।

2. **पार्श्वीय विभज्योतक ऊतक (Lateral meristematic tissues)–** ये ऊतक जड़ तथा तने के अन्दर अक्ष के समानान्तर अथवा पार्श्व स्थानों पर पाये जाते हैं। इन ऊतकों की कोशिकाएँ अधिकतर परिनत विभाजन करती हैं जिसके फलस्वरूप पौधों की मोटाई बढ़ती है। ये ऊतक प्राथमिक एवं द्वितीयक दोनों प्रकार के होते हैं। प्राथमिक पाश्वीर्य विभज्योतक ऊतक का उदाहरण अन्तःपूलीय अथवा पूलीय एधा का है। जबकि द्वितीयक पार्श्वीय विभज्योतक ऊतक का

उदाहरण अन्तरपूलीय एधा एवं कॉर्क एधा हैं। पौधे में द्वितीयक वृद्धि के समय इन तीनों एधाओं के विभाजन के फलस्वरूप ही मोटाई में वृद्धि होती है।

टिप्पणी

3. **अन्तर्वेशी विभज्योतक ऊतक (Intercalary meristematic tissues)–** यह ऊतक, शीर्षस्थ विभज्योतक का ही भाग होता है। तने की वृद्धि के समय स्थायी ऊतक के बीच–बीच में कुछ विभज्योतक ऊतक बचे रह जाते हैं, इसे ही अन्तर्वेशी ऊतक कहते हैं। यह ऊतक एकबीजपत्री पौधें मुख्यतः, घासों में पर्व के आधार के पास, पुदीने की पर्वसन्धि के नीचे, चीड़ की पत्ती के आधार के निकट, इत्यादि स्थानों पर पाये जाते हैं। ये ऊतक केवल कुछ समय तक के लिए क्रियाशील होते हैं और थोड़ी कोशिकाओं का निर्माण करने के पश्चात् इनकी कोशिकाएँ स्वयं स्थायी ऊतकों में बदल जाती हैं। घास में पौधों की लम्बाई अन्तर्वेशी विभज्योतक के कारण ही बढ़ती है।

(B) कार्य पर आधारित प्राथमिक विभज्योतक ऊतक (Primary Meristematic Tissue based on Function)

प्रसिद्ध वैज्ञानिक हैबरलैण्ड (1914) ने कार्य के आधार पर प्राथमिक विभज्योतक ऊतक को तीन भागों में वर्गीकृत किया है। उनके अनुसार जड़ तथा तने के शीर्ष पर उपस्थित विभज्योतक शीघ्र ही तीन भागों में विभाजित हो जाता है–

1. **अधित्वक (Protoderm)**– यह सबसे बाहरी स्तर होता है जो बाह्यत्वचा का निर्माण करता हैं।
2. प्राक्एधा अथवा प्रोकैम्बियम (**Procambium**)– इस क्षेत्र की कोशिकाएँ लम्बी होती हैं तथा प्राथमिक संवहन ऊतकों का निर्माण करती हैं।
3. भरण विभज्योतक (**Ground Meristem**)– इस क्षेत्र की कोशिकाएँ बड़ी, समव्यासी एवं पतली भित्ति वाली होती हैं। इस ऊतक द्वारा अधस्त्वचा, बल्कुट, अन्तस्त्वचा, परिरम्भ, मज्जा किरणे तथा मज्जा का निर्माण होता है।

(C) विभाजन के तल पर आधारित प्राथमिक विभज्योतक ऊतक (Primary Meristemitic Tissues based on Plane of Division)–

कोशिका विभाजन के तल के आधार पर प्राथमिक विभज्योतक ऊतको को तीन भागों में वर्गीकृत किया गया है–

1. मास अथवा स्थूल विभज्योतक ऊतक (Mass Meristematic Tissue)– इस ऊतक की कोशिकाएँ सभी सम्भव तलों या तीन तलों में विभाजित होती हैं, अतः इनसे बनने वाली संरचनाएँ अनियमित आकार की होती हैं;
   जैसे– भ्रूणपोश, भ्रूण।
2. प्लेट अथवा पट्टिका विभज्योतक ऊतक (Plate Meristematic Tissue) – इस ऊतक की कोशिकाएँ समकोण पर दो तलों में विभाजित होती हैं, जिसके फलस्वरूप कोशिकाओं की एक प्लेट का निर्माण होता है; जैसे बाह्यत्वचा तथा पत्ती के फलक का बनना।
3. रिब अथवा पट्टी विभज्योतक ऊतक (Rib Meristematic Tissue) इस ऊतक की कोशिकाएँ केवल एक तल में विभाजित होती है; जैसे– जड़ तथा तने में बल्कुट व पिथ का बनना।

टिप्पणी

द्वितीयक विभज्योतक ऊतक (Secondary Meristematic Tissues)–

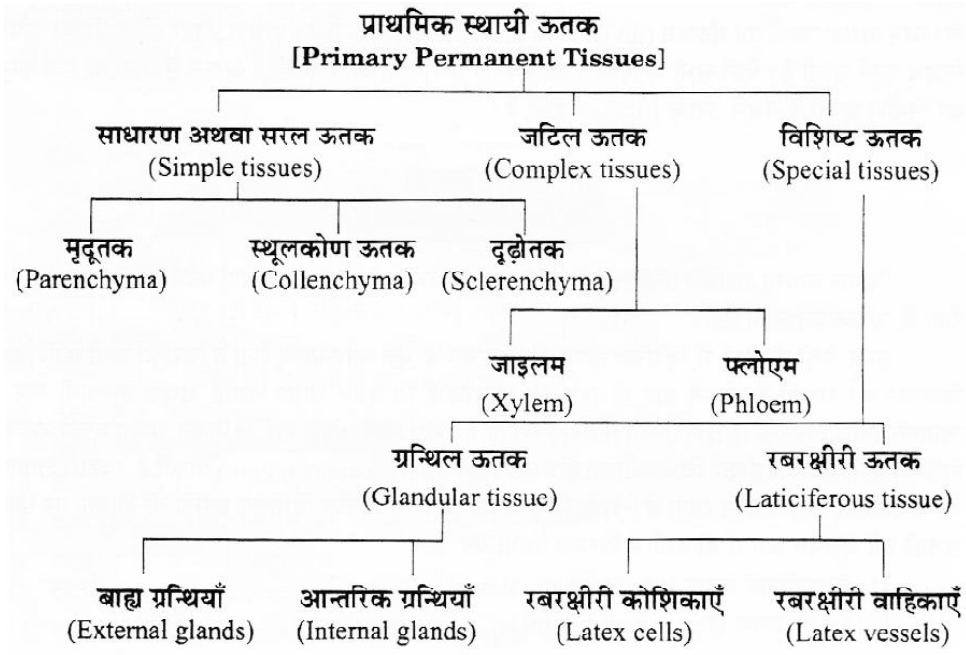
प्राथमिक विभज्योतक से उत्पन्न होने वाली कोशिकाएँ स्थायी ऊतकों का निर्माण करती हैं। सामान्यतया स्थायी ऊतकों की कोशिकाओं में विभाजन क्षमता का ह्रास हो जाता है, परन्तु कभी–कभी इन स्थायी ऊतकों की जीवित कोशिकाओं में विभाजन की क्षमता पुनः उत्पन्न हो जाती है। इस प्रकार स्थायी ऊतकों से उत्पन्न होनी वाले विभज्योतक ऊतक को द्वितीयक विभज्योतक ऊतक कहते हैं। जड़ की एधा एवं केम्बियम, तने की कॉर्क एधा एवं अन्तरापूलीय एधा, द्वितीयक विभज्योतक ऊतक के उदाहरण हैं। पौधों मे इन ऊतकों की स्थिति पार्श्वीर्य होती है अतः इन ऊतकों के विभाजन से पौधे की मोटाई में वृद्धि होती हैं ये ऊतक हमेशा द्वितीयक स्थायी ऊतकों का ही निर्माण करते हैं।

1.2.2 स्थायी ऊतक (Permanent Tissues)

स्थायी ऊतक का निर्माण विभज्योतक ऊतक के विभाजन तथा विभेदन से होता है। इस ऊतक की कोशिकाओं में विभाजन की क्षमता स्थायी अथवा अस्थायी रूप से समाप्त हो जाती है तथा इन कोशिकाओं का आकार एवं संरचना निश्चित हो जाती है। इन ऊतकों की कोशिकाएँ मृत अथवा जीवित तथा पतली भित्तियुक्त अथवा मोटी भित्तियुक्त हो सकती हैं। प्रायः पतली भित्तियुक्त कोशिकाएँ जीवित तथा मोटी भित्तियुक्त कोशिकाएँ मृत होती हैं।

स्थायी ऊतक उत्पत्ति के आधार पर दो प्रकार के होते हैं–

1. प्राथमिक स्थायी ऊतक (Primary Permanent Tissues),
2. द्वितीयक स्थायी ऊतक (Secondary Permanent Tissues)।



1. प्राथमिक स्थायी ऊतक (Primary Permanent Tissues)

प्राथमिक विभज्योतक ऊतकों की कोशिकाओं में विभाजन के फलस्वरूप प्राथमिक स्थायी ऊतकों का निर्माण होता है। प्राथमिक स्थायी ऊतकों को कोशिकाओं के आकार के अनुसार निम्न प्रकार विभाजित किया जा सकता है–

(A) साधारण अथवा सरल स्थायी ऊतक (Simple Permannet Tissues)

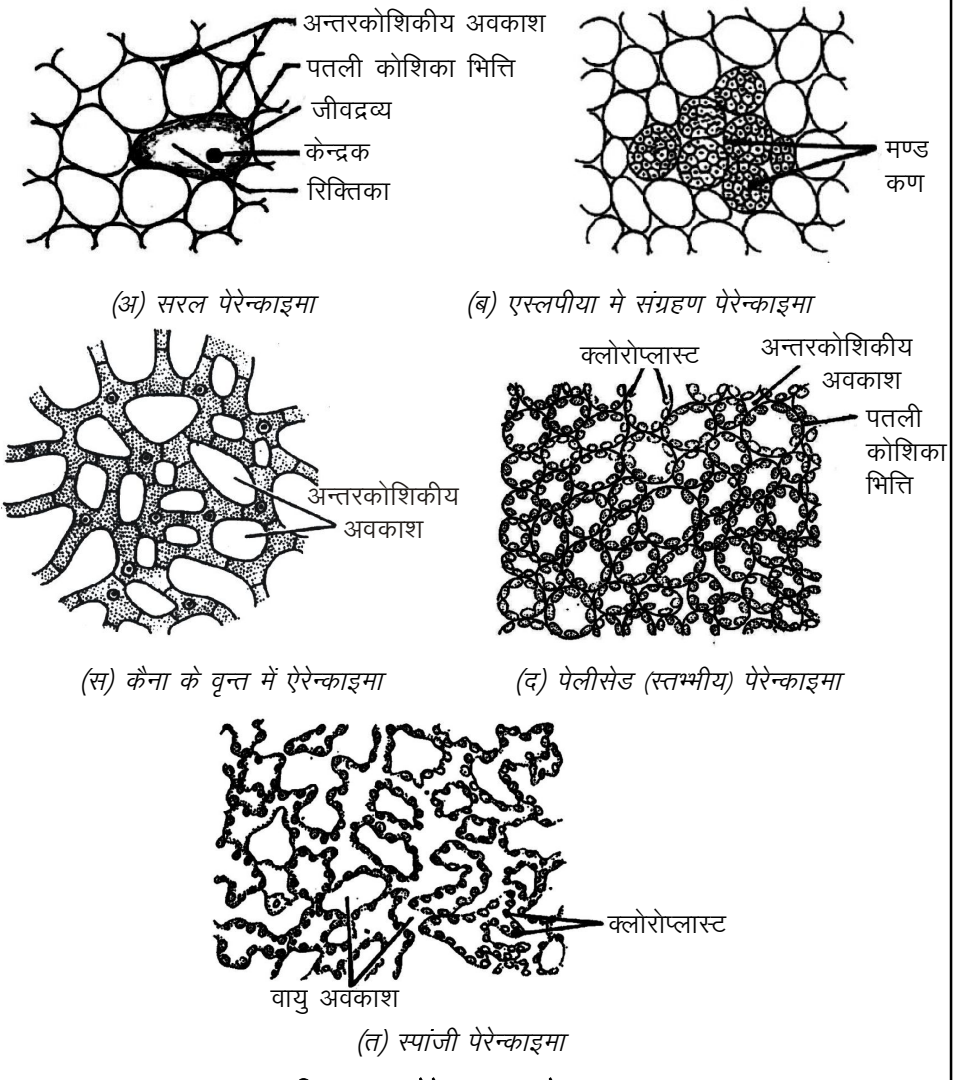
(B) जटिल स्थायी ऊतक (Complex Permanent Tisssues),

(C) विशिष्ट ऊतक (Special Tissues)

टिप्पणी

(A) सरल ऊतक (Simple Tissues)

1. **मृदूतक (Parenchyma)** – मृदूतक ऊतक जीवित कोशिकाओं से निर्मित होता है जो आकारिकी एवं कार्यिकी में विभिन्न होती हैं, किन्तु सामान्यतया पतली भित्ति युक्त एवं आकार में बहुभुजी होती हैं एवं पौधे की कायिक गतिविधियों से संबंधित होती हैं। ऊतक की प्रत्येक कोषा, मृदूतक कोशिका कहलाती है। कोशिका की भित्ति सैल्यूलोज या कैल्सियम पैक्टेट से बनी होती है। कुछ घटनाओं में लिग्निन भी पाया जाता है। कोशिकाएँ सामान्यतया जीवित होती हैं जिनमें स्पष्ट केन्द्रक होता है। कोशिकाओं के बीच–बीच में अन्तराकोशिकीय अवकाश पाए जाते हैं। जीवद्रव्य रसधानीयुक्त होता है।



(अ) सरल पेरेन्काइमा *(ब) एस्लपीया मे संग्रहण पेरेन्काइमा*

(स) कैना के वृन्त में ऐरेन्काइमा *(द) पेलीसेड (स्तभ्भीय) पेरेन्काइमा*

(त) स्पांजी पेरेन्काइमा

चित्र 1.2: पेरेन्काइमा के प्रकार

मृदूतक (Parenchyama), समव्यासी, पतली भित्ति युक्त तथा समान रूप से फैली हुई कोशिकाओं का बना होता है। ये अण्डाकार, गोलाकार या बहुकोणीय होती हैं।

टिप्पणी

मृदूतक कई पौधें में विभिन्न अंगों का बड़ा भाग होता है। मृदूतक मुख्यतः पिथ, पत्तियों के पर्णमध्येतक, फलों के गूदे, बीजों कें भ्रूणपोष, तने एवं मूल के वल्कुट (Cortex) तथा अन्य अंग में पाया जाता है। जाइलम व फ्लोयम में भी मृदूतक पाया जाता है। (चित्र 1.2 अ)

जलीय पौधों में, वल्कुट (कार्टेक्स) में मृदूतक कोशिकाओं में बड़े–बड़े वायु अवकाश या अन्तराकोशिकीय अवकाश होते है एवं ऐसा ऊतक वायुतक (एरेन्काइमा) (चित्र 1.2 स) कहलाता है। जब मृदूतक कोशिकाएँ प्रकाश में होती है तो इनमें हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) विकसित हो जाते है तब इस ऊतक को हरित लवक ऊतक कहते हैं। कुछ संचयी मृदूतक (Storage Parenchyma) में भित्तियां मोटी हो जाती है और उनकी भित्तियों पर कोर्बोहाइड्रेट का जमाव पाया जाता है। *फीनिकस, एस्पेरेगस* एवं *कॉफिया, एरेबिका* की कोशिकाएँ मोटी भित्ति वाली होती हैं। (चित्र 1.2 ब)

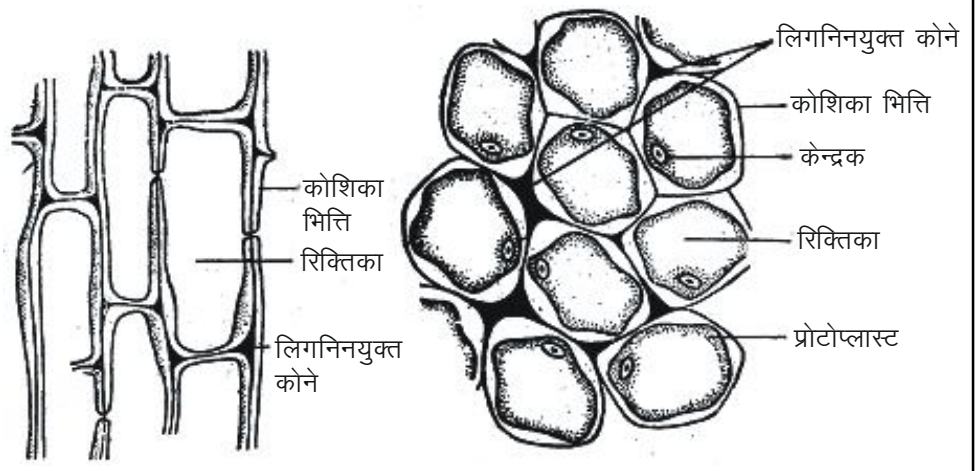
कुछ ऊतकों में मृदूतकी कोशिकाएँ लम्बी एवं एक सिरे पर नुकीली हो जाती है जैसे कुछ पौधों की पेरीसाइकिल। इस प्रकार का मृदूतक ऊतक दीर्ध ऊतक (पैलीसेड) कहलाता है (चित्र 1.2 द)। केला एवं कैना की पत्तियों के वृन्त एवं कुछ अन्य जलीय पौधों में मृदूतकी कोशिकाओं ताराकार होती है जिन्हें ताराकार मृदूतक **(स्टीलेट पेरेनकाइमा)** कहते हैं।

कार्य– आषून मृदूतकी कोशिकाएँ पादप शरीर को दृढ़ता प्रदान करती हैं। मृदूतकी कोशिकाओं द्वारा आंशिक रूप से जल का संवहन भी किया जाता है मृदूतक खाद्य पदार्थ संचित करने के लिए संचयी मृदुतक (स्टोरेज पेरेनकाइमा) का कार्य भी करता है जिसमें खाद्य पदार्थ मंड कणों (Starch grains), प्रोटीन, वसा (Fat) एवं तेल (Oil) के रूप में संचय होता है। हरित ऊतक, हरे पौधो में प्रकाश संश्लेषण के लिए उत्तरदायी होता है। जलीय पौधों में वायुऊतक (एरन्काइमा) पौधों की उत्प्लावकता (Buoyancy) को बनाए रखता है। इन वायु अवकाशों द्वारा गैसों का आदान–प्रदान भी होता है। मृदूतकी कोशिकाओं की प्रविभाजी क्षमता के कारण ही कटिंग्स द्वारा वर्धी प्रजनन होता है, ये कोशिकाएँ विकसित होकर कलिकाएँ एवं अपस्थानिक जड़ें (Adventitious root) बनाती हैं।

2. **स्थूलकोणोतक (Collenchyma)** – यह ऊतक मृदूतक से अलग होता है, क्योंकि इसकी कोशिका भित्तियों में **स्थानीय स्थूलन** (Localised thickening) पायी जाती हैं एवं यह केवल प्राथमिक शरीर में ही पाया जाता है। यह द्विबीजपत्रियों के द्वितीयक शरीर में अनुपस्थित होता है। यह तने की बाह्यत्वचा के नीचे दो या तीन परतों में पाया जाता है तब इसे अधोत्वचा (हाइपोडर्मिस) कहते हैं, जैसे हैलिएन्थम। कुछ वायवीय जड़ों जैसे मोन्सटेरा के अतिरिक्त ये अन्य जड़ों में नहीं पाया जाता। कोशिकाओं का आकार समान्यतया दीर्धिति होता है तथा इनकी अन्तिम भित्ति तिरछी होती है। कोशिकाओं में तनन सामर्थ्य (Tensile strength) एवं प्रत्यास्थता (Elasticity) पायी जाती है। स्थूलकोणोतक की छोटी कोशिकाएँ प्रिज्म (Prism) के आकार की होती हैं। दीर्घित कोशिकाओं के सिरे घुंडाकार (Tapering) होते है मजूमदार **(1941)** ने स्थूलकोणोतक को तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया–

टिप्पणी

(i) स्तरित स्थूलकोणोतक (Lamellar collenchyma) – इस प्रकार के स्थूलकोणोतक में स्थूलन पदार्थ का निक्षेवण स्पर्शरेखीय भित्तियों पर अधिक पाया जाता है उदाहरणार्थ– सूर्यमुखी का तना, *रैफेनस* (मूली) का तना। इस प्रकार के स्थूलकोणोतक को पट्टिका स्थूलकोणोतक (Plate collenchyma) भी कहते है।



चित्र 1.3 : कोलेन्काइमा (अ) लम्बवत् काट, (ब) अनुप्रस्थ काट

(ii) कोणीय स्थूलकोणोतक (Angular collenchyma)– इस प्रकार के स्थूलकोणोतक में स्थूलन कोशिकाओं के कोण पर स्थानीय होता है उदाहरणार्थ – *टैजिटस* (*Tagetus*), *धतूरा* (*Datura*) आदि।

(iii) रिक्तिकायुक्त स्थूलकोणोतक (Lacunate Collenchyma)– यह वह स्थूलकोणोतक है जिसमें स्थूलन अन्तरकोशिकीय अवकाशों में पाया जाता हैं, जैसे– *कुकरबिटा* की अधोत्वचा।

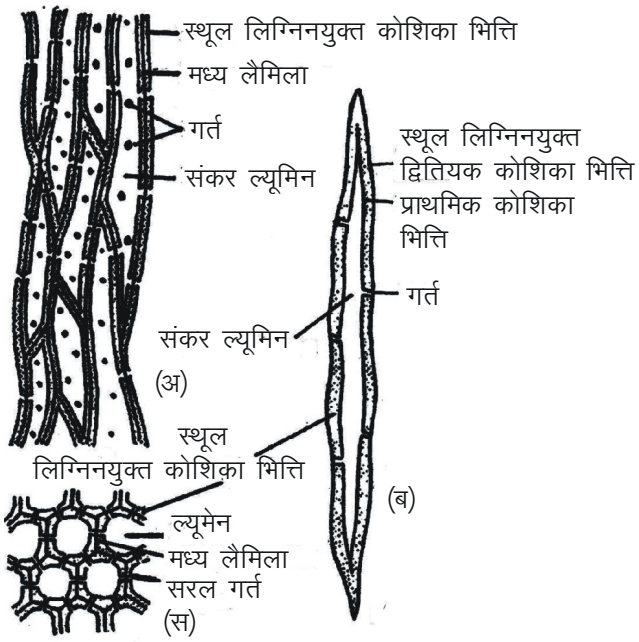
स्थूलकोणोतक की भित्तियाँ मुख्यतया सैल्यूलज एवं पैक्टिक यौगिकों की बनी होती है तथा इनमें प्रचुर मात्रा में पानी होता है। परिपक्व कोशिकाएँ जीवित होती है, कभी–कभी इनमें विभिन्न संख्या में हरितलवक (क्लोरोप्लास्ट) भी पाये जाते हैं। इन कोशिकाओं में **टैनिन** भी पाए जा सकते है।

कार्य– इस ऊतक का मुख्य प्राथमिक कार्य पादप शरीर को अवलम्बन (सहारा) देना अर्थात यान्त्रिक शक्ति प्रदान करना है। इसके अवलम्बन का महत्व इसलिए भी अधिक हो जाता है, क्योंकि यह तने, वृन्त तथा पत्ती की मध्यनाड़ी की परिधीन स्थिति में पाया जाता है। जब इस ऊतक में हरितलवक होते हैं तब यह प्रकाश संश्लेषण का कार्य करता है।

3. **दृढोतक (Sclerenchyma)** – इस प्रकार का ऊतक ऊपर बताए गए दोनों प्रकार के ऊतकों से अलग है, क्योंकि इसमें स्थूल द्वितीयक भित्तियाँ पायी जाती है जो सामान्यतया लिग्निन युक्त होती है। ये विभिन्न आकार एवं आमाप की होती हैं। ये सामान्यतया मृत होती हैं अर्थात इनमें जीवद्रव्यी पदार्थ (protoplasmic contents) नहीं पाये जाते। इनमें से कुछ पादप जगत की सबसे अधिक लम्बी कोशिकाएँ होती हैं। इन्हें दो प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है– (i) तन्तु (Fibre) (ii) स्क्लेरिड (sclereids)।

टिप्पणी

(i) तन्तु (Fibres) – तन्तु दीर्घित दृढ़ोतक कोशिकाएँ होती हैं जिनके सिरे सामान्यतया नुकीले होते हैं। तन्तुओं की भित्तियाँ लिग्निनयुक्त होती हैं। तन्तुओं के गर्त (Pits) सदैव छोटे, गोल या दरार जैसे (round or slit like) तथा बहुधा तिरछे होते हैं। गर्त संख्या में बहुत अधिक या कम हो सकते है। तन्तुओं के अधिकांश प्रकारों में, कोशिकाओं के परिपक्व होने पर जीवद्रव्यक लुप्त हो जाता है और कोशिकाएँ मृत एवं खाली हो जाती है। तन्तु कई पौधों में पाए जाते है। इनका कार्य विशुद्ध रूप से यान्त्रिक होता है। ये पौधो के विभिन्न अंगों को शक्ति एवं दृढ़ता प्रदान करते है। तथा पौधे की बाह्य कारकों से उत्पन्न तनावों से उनकी रक्षा करते है, तन्तुओं की औसत लम्बाई आवृततबीजियों में 1 से 3 मिलीमीटर होती है। किन्तु इसके अपवाद भी है जैसे लाइनम *सिटेटिसिमम* (फ्लैक्स) *(Linum vsitatissimum, flax), कैनाबिस सटाइवा (Cannabis sativa, hemp),* एवं *कॉरकोरस कैप्सुलेरिस* – (जूट) (Corchorus capsularis) में तन्तुओं की लम्बाई 20 मिलीमीटर से 550 मिलीमीटर हो सकती है। ऐसी लम्बी मोटी भित्ती वाली एवं दृष्ढ़ कोशिकाएँ, व्यापारिक रूप से बहुत महत्वपूर्ण तन्तु बनाती है।



चित्र 1.4: स्केलरन्काइमा (अ) लम्बवत् काट, (ब) अनुप्रस्थ काट (स) एकल तन्तु की लम्बवत् काट

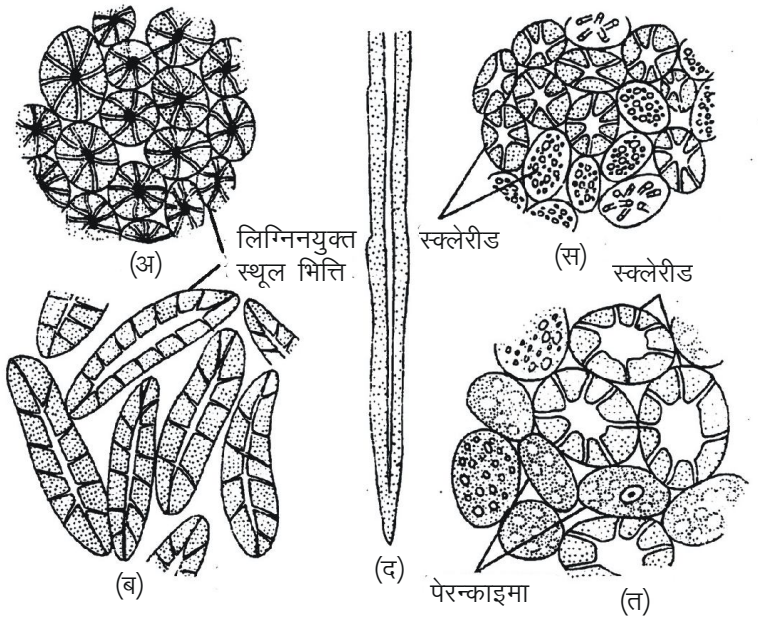
तन्तुओं को दो बड़े समूहों में विभाजित किया गया है– जाइलम तन्तु एवं बाह्य जाइलमी तन्तु। जाइलम तन्तु की व्युत्पत्ति भी उसी विभज्योतकी ऊतक से होती है जिससे अन्य जाइलम तत्व विकसित होते हैं, यह जाइलम का आवश्यक भाग होता है। जबकि बाह्य जाइलमी तन्तु फ्लोयम से संबंधित होते है। एकबीजपत्री तनों में पाए जाने वाले तन्तुओं के लम्बे, निरन्तर सिलिंडर, विभिन्न दूरियों पर बाह्यत्वचा के नीचे भरण ऊतक (ग्राउन्ड टिशू) में उत्पन्न होते हैं, इन्हें कॉर्टिकल तन्तु कहा जाता है, जो तन्तु संवहन सिलिंडर के परिधीय भाग में तथा बहुधा फ्लोयम के निकट पाए जाते हैं उन्हें पैरिवास्कुलर तन्तु **(Perivascular fibre)** कहते है। इन बाह्य जाइलमी तन्तुओं को मिलाकर एक ही समूह में रखा गया है तथा इन्हें मिलाकर बास्ट तन्तु **(Bast fibre)** कहते हैं। अतः बास्ट तन्तु तीन प्रकार के होते हैं– 1. फ्लोयम तन्तु **(Phloem fibres)**, जो प्राथमिक या

द्वितीयक फ्लोयम में पाए जाते हैं, 2. कॉर्टिकल तन्तु **(Cortical Fibres)**, जो कार्टेक्स में उत्पन्न होते हैं, 3. पैरिवास्कुलर तन्तु (Perivascular fibre), जो संवहन सिलिंडर के परिधीय भाग में, आन्तरिक कॉर्टिकल परत में पाए जाते हैं, किन्तु फ्लोयम में उत्पन्न नहीं होते। (चित्र 1.4)

टिप्पणी

(ii) स्क्लेरीड (Sclereids) – ये अत्यन्त मोटी भित्ति युक्त होती हैं एवं गोलाकार, अण्डाकार, बेलनाकार, 'T' के आकार की, डम्बैलनुमा और यहाँ तक कि तारे के आकार की हो सकती हैं। ये सामान्यतया पादप शरीर के कठोर भागों में पायी जाती हैं, किन्तु कभी–कभी फलों के गूदे में भी होती हैं जैसे नाशपाती में स्क्लैरीड की भित्ति मोटी व लिग्निनयुक्त होती है। इन कोशिकाओं में जीवित पदार्थ नहीं पाए जाते। कभी–कभी इनकी अवकाषिका में उपस्थित जीवद्रव्यक बहुत समय तक जीवित रहता है। (चित्र 1.5)

इश्चरिच **(Tschirch, 1889)** ने स्कलैरीड को चार मुख्य प्रकारों में विभाजित किया है।



चित्र 1.5: स्क्लेरिड (अ) और (ब) कोकस न्यूसीकेरा की एण्डोकार्प की स्क्लीरीड की अनुप्रस्थ काट एवं लम्बवत् काट, (स) पाइरस कम्यूनिस की पेरीकार्प की स्क्लेरीड (ड) ड्रेसीना फ्रैगरेन्स के कार्टेक्स की स्क्लेरीड (द) तन्तु की लम्बवत् काट

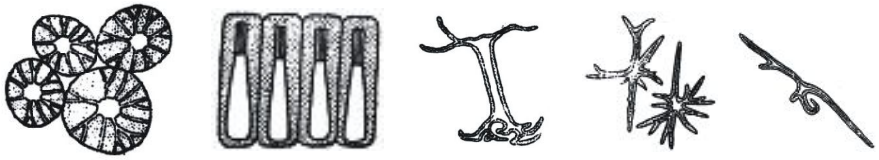
(a) समव्यासी दृढ़ोतक (Brachysclereids)– इन्हे स्टोन कोशिकाएँ भी कहा जाता हैं ये छोटी एवं समव्यासी होती है। ये मुख्यतः तने के पिथ कॉर्टेक्स, फ्लोयम, पत्तियों जैसे *सिनेमोमम* तथा फलों के गूदो जैसे *पायरस* के कठोर एण्डोकार्प आदि में पायी जाती है। (चित्र 1.6 अ)

(b) वृहत दृढ़ोतक (Macrosclereids)– इन्हे रॉड कोशिकाएँ भी कहते है। इनका आकार दीर्घीत रॉड के समान एवं मटर कुल के कई सदस्यों के बाहरी बीजचोल की परतों मे पायी जाती है। (चित्र 1.6 ब)

(c) अस्थि दृढ़ोतक (Osteosclereids)– इन्हें प्रॉप कोशिकाएँ भी कहते हैं ये रॉड के समान स्क्लैरीड होते है तथा इनके सिरे चौड़े होते हैं, जैसे– हेकिया की पत्तियाँ एवं ऑसमेन्थस फ्रेगरेन्स की पत्तियाँ। (चित्र 1.8 स)

टिप्पणी

(d) ताराकार दृढ़ोतक (Astrosclereids)–ये ताराकार दृढ़ोतक कोशिकाएँ होती है जो **निम्फिया** की पत्तियों में पायी जाती है। (चित्र 1.8 द)



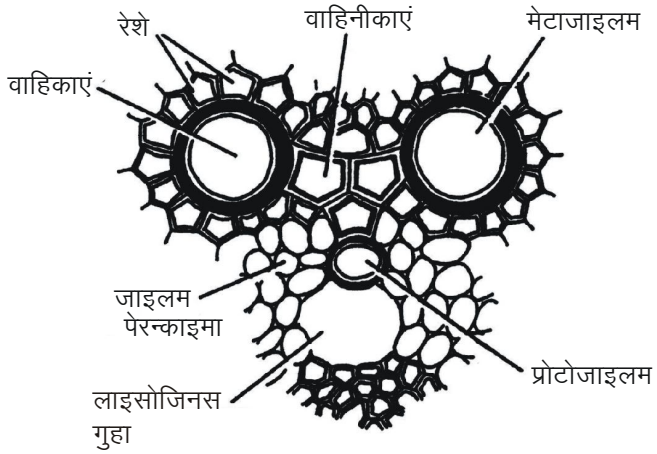
चित्र 1.6: स्क्लेरिड के प्रकार (अ) ब्रैकी स्क्लेरिड (ब) मैक्रोस्क्लेरिड (स) आस्टीयोस्क्लेरीड (द) एस्ट्रोस्क्लेरीड (त) ट्राइको स्क्लेरीड

(e) रोमाकार दृढ़ोतक (Trichosclereids)– ब्लॉच (Bloch, 1946) ने वायवीय जड़ मॉनेस्टेरा डेलिसियोसा की बल्कुट की कोशिकाओं में दीर्घित, रोम के समान स्क्लैरीड कोशिकाएँ देखी जिन्हें रोमाकार दृढ़ोतक (Trichosclereids) नाम दिया गया। (चित्र 1.6 त)

(B) जटिल स्थायी ऊतक (Complex Permanent Tissues)

पौधों में निम्न दो प्रकार के जटिल स्थायी ऊतक पाये जाते हैं –

1. जाइलम (Xylem) – यह जाइलम मृदूतक, जाइलम रेशे, वाहिनिकाओं तथा वाहिकाओं का बना होता है। जाइलम द्वारा पौधों के विभिन्न भागों में जल एवं खनिज लवण पहुँचाये जाते हैं। (चित्र 1.7)

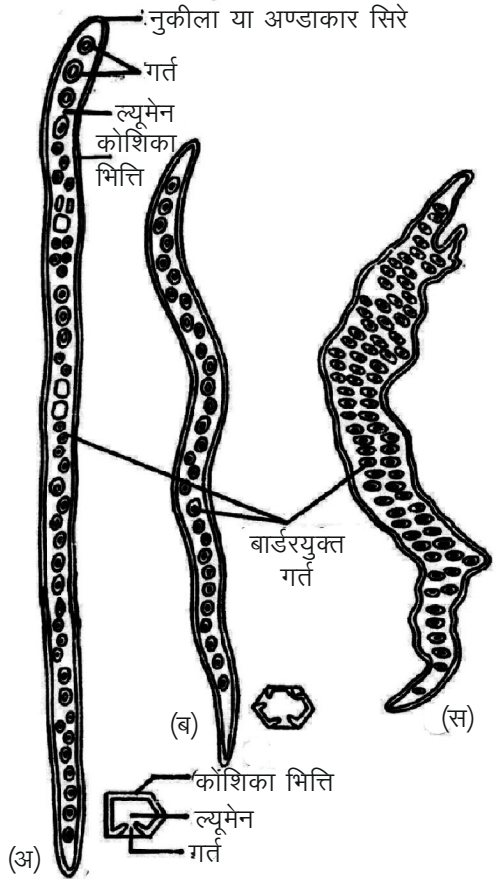


चित्र 1.7: जाइलम ऊतक की अनुप्रस्थ काट

(a) वाहिनिकाएँ (Tracheids) – इनकी कोशिकाएँ लम्बी तथा दोनों सिरों पर पतली होती हैं और यह निर्जीव होती हैं। कोशिका भित्ति कठोर तथा लिग्नीफाइड होती है। इनमें कोशिकाद्रव्य नहीं पाया जाता हैं। इनकी कोशिका भित्तियों पर लिग्निन का जमाव होने के कारण कई प्रकार के स्थूलन पाये जाते है।

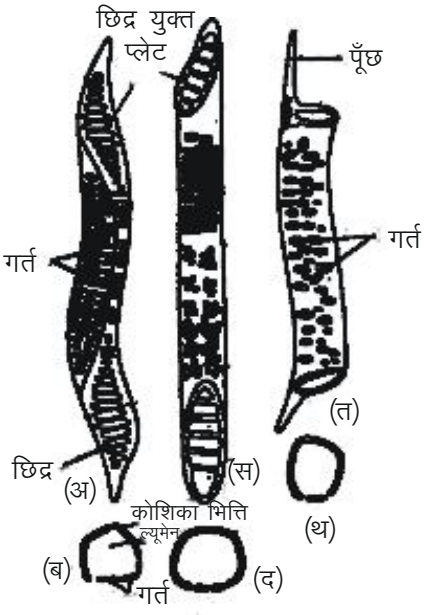
वहिनिकाओ (Tracheids) में छल्लेदार (Annular), सर्पिलाकार (Spiral), सीढ़ीनुमा (Scalariform), जालिकावत् (Reticulate), गर्ती पिट (Border pits) प्रकार के स्थूलन पाये जाते हैं। यह मुख्य रूप सेटेरिडोफाइट्स तथा नग्नबीजी के जाइलम का निर्माण करते हैं। आवृतजबीजी पौधों के जाइलम में वाहिकाएँ पायी जाती है जिनकी संरचना में स्थूलन पाये जाते हैं। (चित्र 1.8 एवं चित्र 1.11)

टिप्पणी



चित्र 1.8: वाहिनिकाएँ : (अ) लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट में पाइनस, (ब) क्वेरकस एल्बा की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट (स) क्वेरकस एल्बा की चपटी वाहिनिकाएं

(b) वाहिकाएँ (Vessels or Trachea) बेलनाकार होती हैं जो एक–दूसरे से जुड़ी रहती हैं और दो नलियों को जोड़ने वाले स्थान पर अनुप्रस्थ भित्ति (transverse wall) घुल जाती हैं। जिससे वाहिकाएँ बन जाती हैं, इनका व्यास अधिक होता है तथा इनकी भित्तियों पर भी छल्लेदार, सर्पिलाकार, सीढ़ीनुमा, जालिकावत् तथा गर्ती स्थूलन पाये जाते हैं। शेष रचना वाहिनिकाओं की भाँति होती है। (चित्र 1.9)

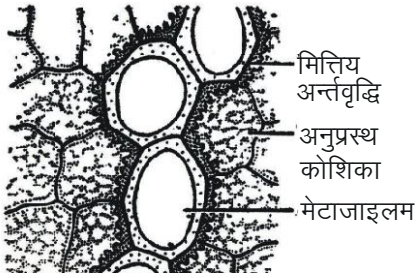


चित्र 1.9: वाहिकाएँ : (अ) एवं (ब) बेट्यूला की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट, (स) एवं (द) लिरियोडेन्ड्रॉन की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट (त) एवं (थ) मेलस की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट

(c) जाइलम मृदूतक (Xylem Parenchyma)– जाइलम में पाये जाने वाली पेरेनकाइमा की कोशिकाओं की भित्ति कुछ मोटी

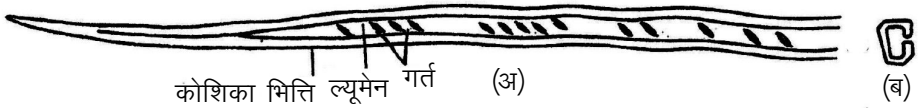
टिप्पणी

होती है। ये कोशिकाएँ जीवित होती है। जो द्वितीयक जाइलम में अधिकतर पायी जाती हैं। जल एवं भोज्य पदार्थों का क्षैतिज वाहन करती हैं। (चित्र 1.10)



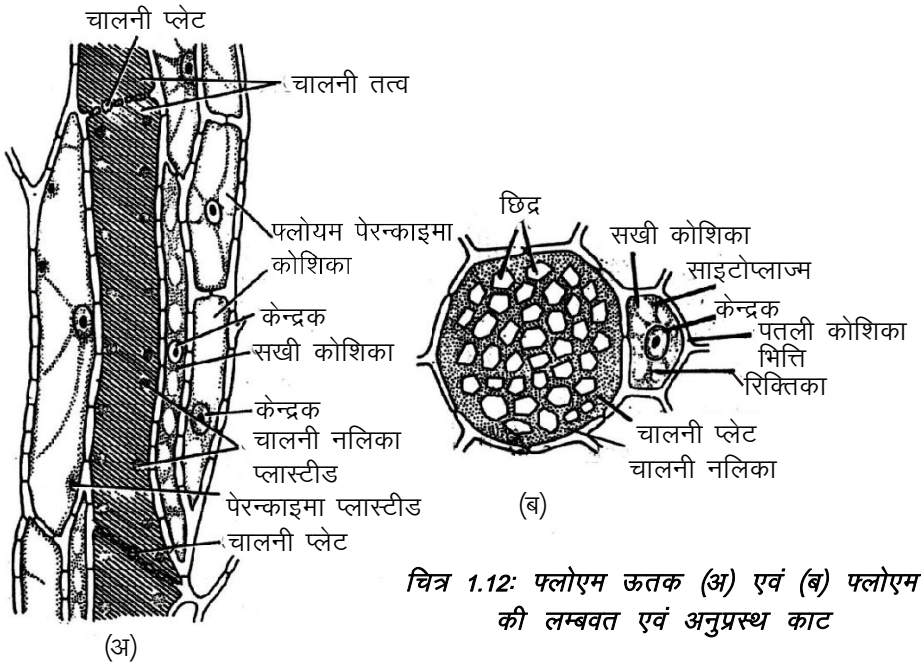
चित्र 1.10: काष्ठीय पेरन्काइमा

(d) जाइलम रेशे (Xylem fibres) – यह दृढ़ ऊतक के बने होते हैं और इनकी कोशिकाएँ दोनों सिरों पर नुकीली होती है। कोशिका भित्ति मोटी, लिग्नीफइड होती है जिस पर गर्त उपस्थित होते हैं। यह पौधों के यान्त्रिक शक्ति प्रदान करते हैं। जाइलम में वाहिकाओं का विकास प्रविभाजी कोशिकाओं की अनुदैर्घ्य पंक्तियों से होता है। प्राथमिक जाइलम में ये प्रोकैम्बियल कोशिकाएँ होती हैं तथा द्वितीयक जाइलम में ये प्रोकैम्बियल कोशिकाएँ होती हैं तथा द्वितीयक जाइलम में ये कोशिकाएँ स्टीलर कैम्बियम से उत्पन्न होती हैं।



चित्र 1.11 : (अ) एवं (ब) मेलस प्यूमिला की वाहिनिका की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट

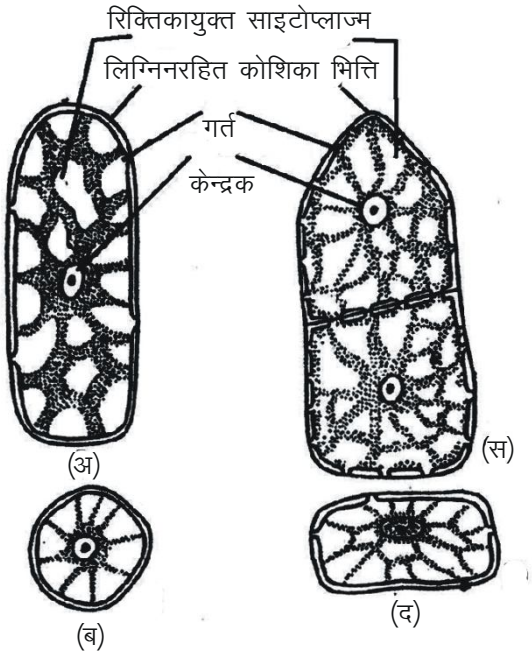
2. **फ्लोयम (Phloem)**– फ्लोयम के लिए बास्ट शब्द का उपयोग किया जाता है, क्योंकि कुछ पौधों में फ्लोयम तन्तु का उपयोग बाँधने के लिए किया जाता है, जैसे– फ्लोयम व हैम्प। यह एक जटिल ऊतक होता है जो चार प्रकार की कोशिकाओं से मिलकर बना होता है– (a) चालनी तत्व **(sieve elements)**, (b) सखि कोशिकाएँ **(companion cells)**, (c) फ्लोयम तन्तु **(phloem fibres)** एवं (d) फ्लोयम मृदूतक (phloem parenchyma)। एक पाँचवें प्रकार की कोशिकाएँ अभी–अभी खोजी गई हैं। जिन्हे स्थानान्तरण कोशिकाएँ कहा जाता है।



चित्र 1.12: फ्लोएम ऊतक (अ) एवं (ब) फ्लोएम की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट

टिप्पणी

(a) चालानी तत्व (Sieve elements)– फ्लोयम के संवहन या संचालन तत्वों को एकत्र रूप से चालनी तत्व कहा जाता है। इन्हे चालनी कोशिका एवं चालनी नलिका में वर्गीकृत किया जा सकता है। चालनी तत्वों को आकारिकी विशेषता, उनकी भित्ति में पाए जाने वाले चालनी क्षेत्रों और उनके जीवद्रव्यक के विशेष रूपान्तरण से जानी जाती हैं। चालनी क्षेत्र, चालनी तत्वों की भित्ति पर पाए जाने वाले वे क्षेत्र हैं जहाँ भित्ति में कई छिद्र होते है, जिनके द्वारा आसन्न चालनी तत्वों का जीवद्रव्यक संयोजी प्रपथ द्वारा आपस में सम्पर्क बनाए रखता है। चालनी क्षेत्रों में प्रत्येक संयोजी प्रपथ कैलोज के बने सिलिंडर से आवरित रहता है। वाहिका तत्वों के गर्त के समान ही, चालनी क्षेत्र पौधों के चालनी तत्वों में भिन्न संख्या में एवं भिन्न रूप में वितरित होते है भित्ति का भाग जिसमें विशेष एवं सुस्पष्ट चालनी क्षेत्र पाए जाते हैं चालनी पट्टिका कहलाता है। यदि चालनी पट्टिका में एक ही चालनी क्षेत्र होता है तो यह सरल प्रकार की चालनी पट्टिका होती है यदि कई चालनी क्षेत्र सीढ़ीनुमा, जालिकावत् या किसी अन्य प्रकार से विन्यसित होते हैं तो उसे संयुक्त चालनी पट्टिका कहते हैं। चालनी तत्वों के दो प्रकार चालनी कोशिका एवं चालनी नलिका एक–दूसरे से भिन्न होती हैं। चालनी नलिका अनेक चालनी नली सदस्यों के एक–दूसरे से अनुदैर्ध्य रूप से जुड़ने से बनी लम्बी नलिका होती है, जिसमें चालनी क्षेत्र सुस्पष्ट तथा चालनी नली सदस्यों के अन्तः भित्ति पर पाए जाते हैं। चालनी कोशिका एकल रचना होती है, इसमे चालनी क्षेत्र अस्पष्ट होते हैं। चालनी क्षेत्र पार्श्व भित्ति पर स्थित होते हैं। ये टेरिडोफाइट व जिमनोस्पर्म में पायी जाती है जबकि चालनी नलिकाएँ आवृत्तबीजियों में भी पायी जाती हैं। चालनी तत्वों के जीवद्रव्यक का सबसे महत्वपूर्ण लक्षण यह होता है कि जब कोशिका का विकास पूर्ण हो जाता है एवं यह कार्यशील हो जाती है तब इसमें केन्द्रक नहीं होता। द्विबीजपत्रियों के चालनी तत्व जीवद्रव्यक में विभिन्न मात्रा में चिपचिपा पदार्थ पाया जाता है जिसे स्लाइम कहते हैं, यह स्वभाव में प्रोटिनेशियस होता है। (चित्र 1.14 अ एवं ब)



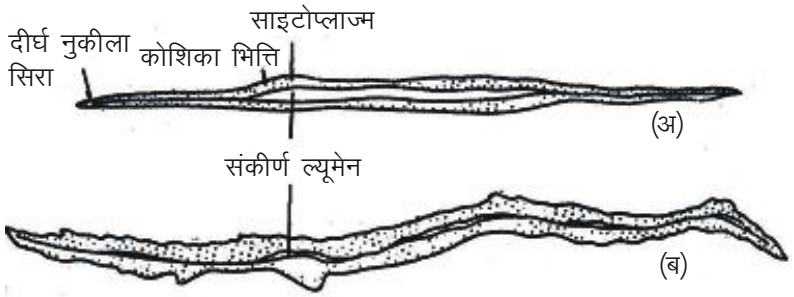
चित्र 1.13: फ्लोएम पेरन्काइमा : (अ) एवं (ब) सैलिक्स की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट, (स) एवं (द) रोबीनिया की लम्बवत एवं अनुप्रस्थ काट

(b) सखि कोशिकाएँ या सहचर कोशिकाएँ **(companion cells)** – आवृत्तबीजिपों के चालनी तत्वों के साथ पाए जाने वाले ये फ्लोयम ऊतक के महत्वपूर्ण भाग हैं। प्राथमिक फ्लोयम में सखि कोशिका, उस प्रोकेम्बियल कोशिका के असमान

टिप्पणी

लम्बवत् विभाजन से उत्पन्न होती है जो चालनी नलिका बनाती है। सामान्यतया चालनी नलिका के साथ ये सखि कोशिका पायी जाती है। ये जीवित होती है एवं इनमें बड़ा केन्द्रक होता है। इनकी भित्तियाँ पतली और सैल्यूलोज से निर्मित होती है। यह भोजन के स्थानान्तरण में चाालनी नलिका की सहायता करता है। दोनों में ही घनिष्ठ जीवद्रव्यी संबंध होता है। ये संबंध इनकी सामान्य भित्तियों में पाए जाने वाले गर्तों द्वारा होता है। (**चित्र 1.14** अ एवं ब)

(c) फ्लोयम तन्तु (Phloem fibre) – फ्लोयम तन्तु प्राथमिक फ्लोयम में अनुपस्थित होते हैं या बहुत कम संख्या में पाए जाते हैं, किन्तु द्वितीयक फ्लोयम में बहुत अधिकता में पाए जाते हैं तथा ये आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण होते हैं। द्वितीयक फ्लोयम में इनकी भित्तियों पर लिग्निन का स्थूलन पाया जाता है। भित्तियों में सरल प्रकार के गर्त होते है। इनमें जीवित पदार्थ नहीं होते तथा कोशिका गुहा संकीर्ण होती है। फ्लोयम तन्तु का मुख्य कार्य अंग को शक्ति एवं दृढ़ता प्रदान करना है। ये लम्बाई एवं शिखाग्रों के आकार में विभिन्नता दर्शाते है। इनके शीर्ष या शिखाग्र नुकीले सुई के समान या कुंठित और अतीक्ष्ण, एकपार्श्वीय या द्विपार्श्वीय रूप से विभाजित होते हैं या इनमें दाँतो के समान उभार पाए जाते हैं। (**चित्र 1.14** अ एवं ब)



चित्र 1.14: बास्ट तन्तु (अ) भैलस प्युमिला के फ्लोरम तन्तु की लम्बवत काट (ब) रोबीनिया के तन्तु की लम्बवत काट

(d) फ्लोयम मृदूतक (Phloem parenchyma) – फ्लोयम की मृदूतक कोशिकाएँ, फ्लोयम मृदूतक कहलाती हैं। इनमे मंड का संचय, वसा, एवं अन्य कार्बनिक पदार्थों का संचय होता है। इन कोशिकाओं में टैनिन व रेजिन भी पाए जाते हैं अर्थात इनके सभी लक्षण एक प्रारूपी मृदूतक कोशिका जैसे होते हैं। प्राथमिक फ्लोयम में मृदूतकी कोशिकाओं का दिक्विन्यास चालनी तत्वों के समान ही अनुदैर्ध्य होता है। द्वितीयक फ्लोयम में मृदूतक के दो प्रकार के तंत्र पाए जाते हैं। ये ऊर्ध्वाधर एवं क्षैतिज होते हैं। ऊर्ध्वाधर तंत्र का मृदूतक फ्लोयम मृदूतक एवं क्षैतिज तंत्र का मृदूतक फ्लोयम रश्मि कहलाता है। इनकी काशिकाएँ लम्बी, कुछ चौड़ी व गोलाकार होती है। (**चित्र** 1.13 अ–द)

(C) विशिष्ट ऊतक (Special Tissues)

यह विशेष प्रकार का ऊतक होता है जो एक या अनेक कोशिकाओं से बनी ग्रन्थियों के पुंज से बनता है। इनका कार्य पौधों में विशेष प्रकार का स्त्राव करना है; गोंद, रेजिन, एन्जाइम आदि। ये ऊतक दो प्रकार के होते हैं–

1. **ग्रन्थिल ऊतक (Glandular tissue)** – इसके अन्तर्गत अनेक प्रकार की ग्रन्थियाँ आती हैं जिनमे से कुछ आन्तरिक तथा कुछ बाह्य ग्रन्थियाँ होती हैं।

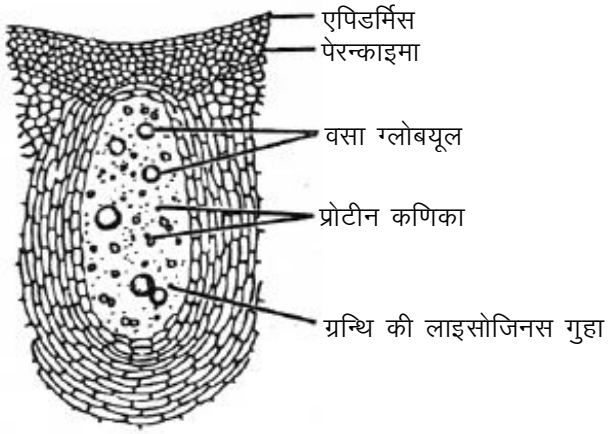
टिप्पणी

(a) बाह्य ग्रन्थियाँ (External glands) – पौधों की एपीडर्मिस पर रोम पाये जाते हैं जिनमें ग्रन्थियाँ पायी जाती हैं जिनसे चिपचिपा पदार्थ निकलता है; जैसे **तम्बाकू** तथा **प्लम्बेगो** / कुछ पौधों के ग्रन्थिल रोम विषैले पदार्थों का स्त्रावण करते हैं। अण्डाशय (Ovary) के चारों ओर मकरन्द ग्रन्थियाँ पायी जाती हैं जो शहद का स्त्रावण करती हैं और इसी प्रकार की बाह्य ग्रन्थियाँ कीटभक्षी पौधों में पायी जाती हैं जो पाचक एन्जाइम का स्त्रावण करती हैं।

(b) आन्तरिक ग्रन्थियाँ (Internal glands)– ये ग्रन्थियाँ निम्न प्रकार की होती हैं–

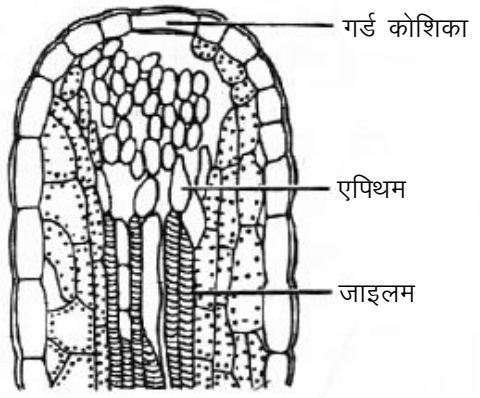
(i) **तेल ग्रन्थियाँ** – ये ग्रन्थियाँ नींबू, सन्तरा आदि में पायी जाती हैं जो सुगन्धित तेल का स्त्राव करती हैं।

(ii) **रेजिन ग्रन्थियाँ (Resin glands)** – पाइनस के काष्ठ में यह पायी जाती हैं जो रेजिन नामक पदार्थ स्त्रावित करती हैं जो लम्बी नलिकाओं में भरा रहता है। (चित्र 1.15)



चित्र 1.15 : रेजिन ग्रन्थि

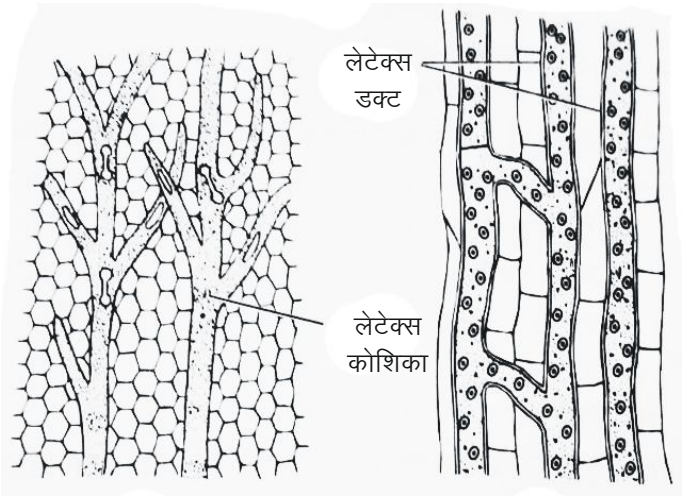
(iii) **जल स्त्रावण करने वाली जलरन्ध्र ग्रन्थियाँ (Hydathodes)**– जलरन्ध्र (Hydathode) विशेष प्रकार के छिद्र होते हैं जो घास, जई तथा टमाटर आदि के पौधों की पत्तियों के किनारों पर स्थित होते हैं। इनकी संरचना नीचे दिए चित्र के अनुसार होती है। छिद्र के नीचे पेरेनकाइमी कोषिकाएँ होती हैं जो एपीथीम कहलाती हैं।(**चित्र 1.16**)



चित्र 1.16 : हाइडाथोड

इनका मुख्य कार्य पौधे से पानी को नन्हीं–नन्हीं बूँदों के रूप में पत्तियों के किनारों से बाहर निकालना है जिसे बिन्दुस्त्राव कहते है।

टिप्पणी



चित्र 1.17 : रबरक्षीरी ऊतक : (अ) रबरक्षीरी कोशिकाएँ, (ब) रबरक्षीरी वाहिकाएँ

(iv) रबररक्षी ऊतक (Laticiferous tissues)– पौधों में ऐसी रचनाएँ पायी जाती हैं जिनमे सफेद, पीला लेटेक्स भरा रहता हैं यह रचनाएँ दो प्रकार की होती हैं–

(a) रबरक्षीरी कोशिकाएँ– (Latex cells) – यह कोशिकाएँ पतली तथा लम्बी होती हैं जो एक–दूसरे से पृथक रहकर एक जाल सा बना लेती हैं; जैसे मदार (*Calotropis*), कनेर (*Nerium*) आदि। (चित्र 1.17 अ)

(b) रबरक्षीरी वाहिकाएँ (Latex vessels) – यह विशेष प्रकार के ऊतक होते हैं जो पोस्त, पपीता के पौधों में पाये जाते हैं। यह नलिकाओं के रूप में पायी जाती हैं जो शाखान्वित होकर पौधे के ऊतकों में एक जाल के रूप में फैल जाती हैं। लेटेक्स विषैला होता है। (चित्र 1.17 ब)

(2) **द्वितीयक स्थायी ऊतक (Secondary Permanent Tissues) –** द्वितीयक विभज्योतक ऊतकों की कोशिकाओं में विभाजन के फलस्वरूप द्वितीयक स्थायी ऊतकों का निर्माण होता है। इनका विस्तृत वर्णन जड़ एवं तने की द्वितीयक वृद्धि तथा कैम्बियम, द्वितीयक जाइलम एवं द्वितीयक फ्लोयम के अन्तर्गत दिया गया हैं।

1.3 संवहन पूल की संरचना (Structure of Vascular Bundle)

संवहन पूल में निम्नलिखित तीन भाग होते हैं (चित्र 1.18 द)

1. **दारू अथवा जाइलम–**आकार एवं विकास के आधार पर जाइलम दो प्रकार का होता हैं (चित्र 1.18 स) –

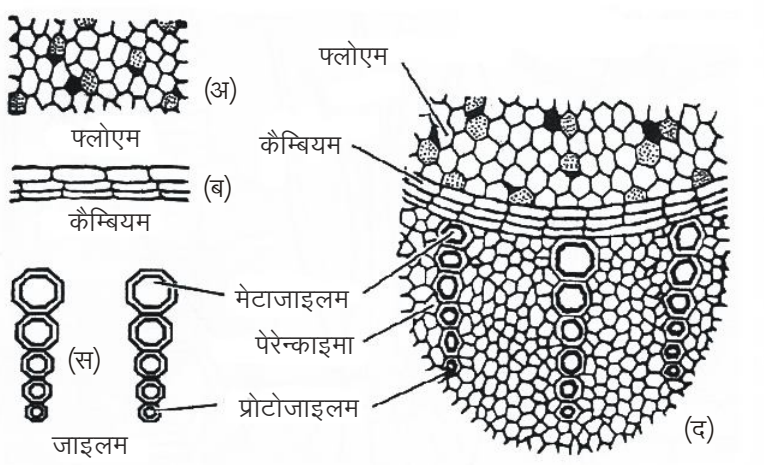
टिप्पणी

(अ) **आदिदारू (प्राटोजाइलम)–** यह सबसे पहले बनने वाला दारू हैं। इनकी वाहिकाओं की गुहा छोटी होती है।

(ब) **अनुदारू (मेटाजाइलम)–** इसका निर्माण आदिदारू के बाद होता है तथा इसकी वाहिकाओं की गुहा चौड़ी होती है।

आदिदारू की उपस्थिति के आधार पर दारू तीन प्रकार के होते हैं–

(i) **अन्तः आदिदारूक अथवा एण्डार्क–** तनों में दारू का विकास केन्द्र से परिधि की ओर अर्थात अपकेन्द्री होता है अर्थात आदिदारू केन्द्र की ओर तथा अनुदारू परिधि की ओर होता है। इस प्रकार के दारू को अन्तः आदिदारूक अथवा एण्डार्क कहते हैं।



चित्र 1.18: संवहन ऊतक की संरचना

(ii) **बाह्याआदिदारूक अथवा एक्सार्क–** जड़ों में दारू का विकास परिधि से केन्द्र की ओर अर्थात् अभिकेन्द्री होता हैं, जिससे इनमें आदिदारू परिधि की ओर तथा अनुदारू केन्द्र की ओर होता हैं। इस प्रकार के दारू को बाह्यआदिदारूक अथवा एक्सार्क कहते हैं।

(iii) **मध्यादिदारूक अथवा मिसार्क–** इसमें दारू का विकास मध्य से दोनों तरफ अर्थात अभिकेन्द्री व अपकेन्द्री होता हैं, जिससे आदिदारू मध्य में तथा इसके दोनों किनारों पर अनुदारू आ जाते हैं। इस प्रकारके दारू को मध्यादिदारूक अथा मिसार्क कहते हैं। यह टेरिडोफाइट्स के फर्नों में पाया जाता है।

2. **फ्लोएम–** संवहन पूल में फ्लोएम परिधि की ओर स्थित होता है। विकास के आधार पर यह दो प्रकार का होता है (चित्र 1.18 अ)–

(अ) **आदिफ्लोएम–** यह फ्लोएम का बाहरी भाग है जो पहले बनता है। यह सँकरी नलिकाओं का बना होता है।

(ब) **अनुफ्लोएम–** यह फ्लोएम का अन्दर की ओर का भाग है जो बाद में बनता है यह चौड़ी चालनी नलिकाओं का बना होता है।

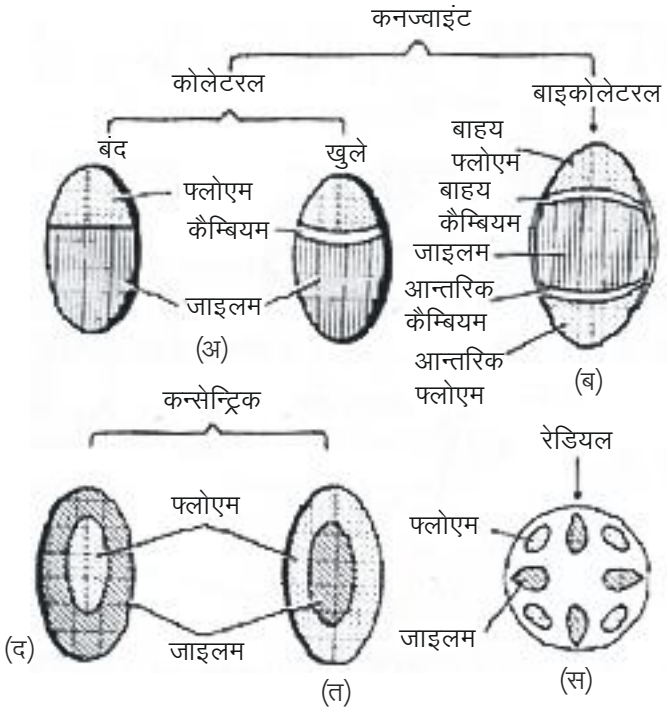
टिप्पणी

3. **एधा अथवा कैम्बियम–** द्विबीजपत्री तनों के संवहन पूलों में जाइलम व फ्लोएम के मध्य विभज्योतक ऊतक की एक पतली पट्टी पाई जाती है, जिसे एधा अथवा कैम्बियम कहते है। यह एकपर्तीय अथवा बहुपर्तीय होती है। इनकी कोशिकाएँ आयताकार तथा पतली भित्तियुक्त होती हैं। इसकी कोशिकाओं के विभाजन से दारू तथा फ्लोएम के नये ऊतकों का निर्माण होता है। एकबीजपत्री पौधों की जड़ों तथा तनों में एधा का अभाव होता है। द्विबीजपत्री जड़ों की प्रारम्भिक अवस्था में एधा का अभाव होता है लेकिन द्वितीयक वृद्धि की क्रिया शुरू होने पर इसका निर्माण हो जाता है। एधा का मुख्य कार्य द्वितीयक वृद्धि में सहायता करना है। (चित्र 1.18 ब)

संवहन पूलो के प्रकार –

ये निम्नलिखित प्रकार के होते हैं (चित्र 1.19)–

1. **अरीय (रेडियल)–** इसमें दारू व फ्लोएम भिन्न–भिन्न त्रिज्याओं पर एक–दूसरे के एकान्तर में पाये जाते हैं। ये जड़ों में पाये जाते है। (चित्र 1.19 स)
2. **संयुक्त (कनज्वाएंट)–** इसमें दारू व फ्लोएम एक ही पूल में एक ही त्रिज्या पर उपस्थित होते है। ये दो प्रकार के होते हैं–
   (अ) **बहिःफ्लोएमी (संपार्श्विक) अथवा कोलेटरल**– इसमे फ्लोएम, दारू के एक ओर स्थित होता है। इसमें दारू केन्द्र की ओर तथा फ्लोएम परिधि की ओर स्थित होता है। द्विबीजपत्री एवं अनावृतबीजी तनों के संवहन पूल में इन दोनों के बीच एधा पाई जाती है जबकि एकबीजपत्री तनों में इसका अभाव होता है। इन संवहन पूलो को क्रमशः खुले या वर्धी, बन्द या अवर्धी कहते हैं। (चित्र 1.19 अ)
   (ब) **उभयफ्लोएमी अथवा बाइकोलेटरल**– इसमें दारू के दोनों तरफ, बाहर और भीतर दो एधा तथा दो फ्लोएम होते हैं जिन्हें क्रमशः बाहरी एधा, बाहरी फ्लोएम एवं भीतरी एधा, भीतरी फ्लोएम कहते हैं। इसमें केवल बाहरी एधा द्वारा ही द्वितीयक वृद्धि प्रदर्शित होती है। इस प्रकार के पूल सदैव वर्धी आदि खुले होते हैं। ये कुकुरबिटेसी कुल के सदस्यो में पाये जाते हैं। (चित्र 1.19 ब)
3. **संकेन्द्री–** इसमें एक प्रकार का संवहन ऊतक दूसरे प्रकार के संवहन ऊतक को पूर्णतः घेरे रहता है। ये दो प्रकार के होते हैं–
   (अ) **दारूकेन्द्री अथवा एम्फीकाइबल–** इसमें दारू के चारो ओर फ्लोएम एक घेरे के रूप में पाया जाता है। ये टेरिडोफाइटा के कुछ सदस्यों; जैसे *लाइकोपाडियम, सिलेजिनेला* आदि में पाये जाते हैं। (चित्र 1.19 त)
   (ब) **फ्लोएमकेन्द्री अथव एम्फीवेसल–** इसमें फ्लोएम के चारों ओर दारू घेरे के रूप में पाया जाता है; जैसे *ड्रेसीना, यक्का* आदि पौधों मे।
   (चित्र 1.19 द)



चित्र 1.19 : विभिन्न प्रकार के संवहन पूल (वैस्कलर बंडल)

1.4 जड़तंत्र– जड़ का शीर्षस्थ प्रविभाजी ऊतक (The Root System: Root Apical Meristem)

मूल शीर्षस्थ (Root Apex)

जिन ऊतकों में कोशिकायें अविभेदित तथा विभाजन हेतु सक्षम होंती हैं उन्हें विभज्योतक ऊतक कहा जाता है। विभाज्योतक की गतिविधि के फलस्वरूप ही पादपों में विकास होता है। विभाज्योतक कोशिकाओं में विभाजन के द्वारा लगातार नयी कोशिकायें जोड़ता है तथा यह जड़, तना तथा पत्तियों के अग्रस्थ सिरे पर उपस्थित होता है। पादप के सभी अंगो में इस विभाज्योतक ऊतक की क्रियाशीलता एक समान नहीं होती।

प्राथमिक जड़ों में शीर्षस्थ विभज्योतक का विभेदन भ्रूणीय मूलांकुर से प्रारम्भ होता है जिनकी कोशिकाओं का कोशिकाद्रव्य सघन तथा केन्द्रक आकार में बड़ा होता है। इन कोशिकाओं में विभेदन नहीं पाया जाता है। लेकिन इनमें सक्रिय विभाजन पाया जाता है जिससे जड़ के विभिन्न ऊतकों का विकास होता है। जड़ का शीर्षस्थ विभज्योतक प्ररोह के विभज्योतक से कम जटिल होता है। जड़ तथा प्ररोह शीर्ष में अनेंक अन्तर पाये जाते हैं। जड़ शीर्ष ममूल गोप द्वारा आच्छादित रहता है अतः यह उपान्तस्थ विभज्योतक कहलाता है। इसके विपरीत प्ररोह शीर्ष अन्स्थ विभज्योतक होता है। जबकि प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक से केवल अक्ष की ओर कोषिकाओं का निर्माण होता है। जड़ शीर्ष से कोई पार्श्वीय उपांग उत्पन्न नहीं होते हैं जबकि प्ररोह शीर्ष से पत्ती तथा पुष्प प्राइमोर्डिया पार्श्वीय उपांग बनते हैं। प्ररोह शीर्ष के आकार तथा आमाप में नियमित परिवर्तन पाये जाते हैं। किन्तु इस प्रकार के परिवर्तन मूल शीर्ष में नहीं पाये

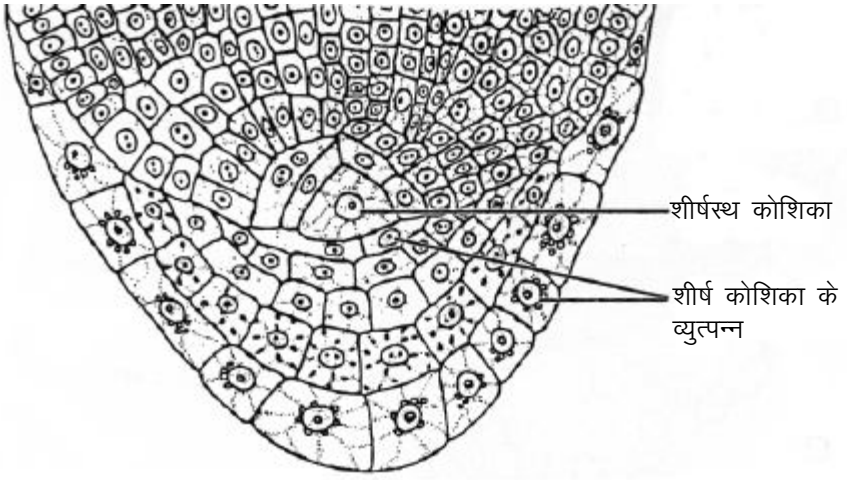
जाते हैं। मूल के तीन प्रमुख ऊतक तंत्र, एपीडर्मिस, कॉर्टेक्स तथा संवहन सिलैण्डर होते हैं जो मूल शीर्ष के पीछे स्थित होते हैं।

टिप्पणी

मूल शीर्ष संगठन के सिद्धान्त (Theories of Root Apex Organisation)

विभिन्न वैज्ञानिकों ने समय–समय पर मूल शीर्ष संगठन के अनेक सिद्धान्त प्रस्तुत किये हैं जो निम्न प्रकार हैं–

1. **शीर्षस्थ कोशिका सिद्धान्त** – यह सिद्धान्त नागेली (1858) ने प्रतिपादित किया। उसके अनुसार अनेक संवहनी क्रिप्टोगेम्स के मूल शीर्ष (Root Apex) में एकल चतुष्क–फलकीय शीर्षस्थ कोशिका (Single tetrahedral apical cell) पायी जाती है। इस कोशिका के ऊपरी तीन तलों में विभाजन के फलस्वरूप मूल के विभिन्न ऊतकों का विकास होता है। जबकि चौथे निचले तल (Lower region) मे विभाजन के फलस्वरूप मूल टोप का विकास होता है। (चित्र 1.20)

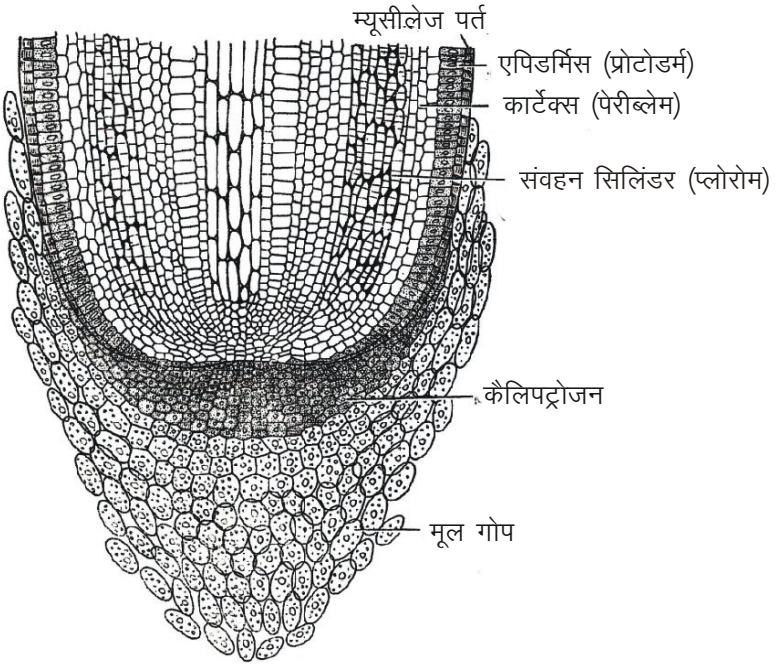


चित्र 1.20: मूल शीर्ष की काट में एकल शीर्षस्थ कोशिका प्रदर्शित

2. हिस्टोजन सिद्धान्त (Histogen Theory)

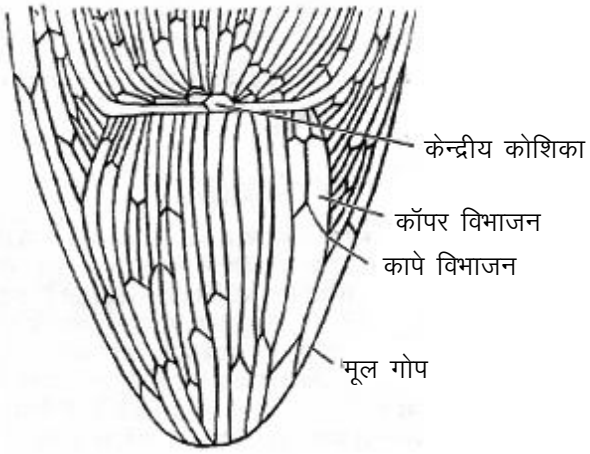
प्रसिद्ध वैज्ञानिक हेन्सटीन (1868) के अनुसार प्ररोह शीर्ष के समान मूल शीर्ष के मेरिस्टेम में क्रमषः तीन स्तर– 1. डर्मेटोजन (Dermatogen), 2. पेरीब्लेम (Periblem) तथा 3. प्लीरोम (Plerome) पाये जाते हैं। इन तीनों स्तरों का कार्य निश्चित होता है अर्थात डर्मेटोजन से एपीडर्मिस बनती है। पेरीब्लेम से कॉर्टेक्स बनता है तथा प्लीरोम से संवहन सिलेण्डर बनता है हेबरलेण्ड (1914) के अनुसार डर्मेटोजन को प्रोटोडर्म, पेरीब्लेम को ग्राउंड मेरिस्टेम व प्लीरोम को प्रोकैम्बियम कहते हैं। (चित्र 1.21)

टिप्पणी



चित्र 1.21: इरियोफोरम वैजीनेटम की शीर्षस्थ भूल की लम्बवत काट

3. **कॉरपर–कापे सिद्धान्त (Korper-Kappe Theory)** – यह सिद्धान्त श्यूप द्वारा 1917 में प्रतिपादित किया गया। इस सिद्धान्त के अनुसार मूलशीर्ष की कोशिकाएं दो तलों में विभाजित होती है। पहला विभाजन अनुप्रस्थ होता है, फिर दोनो पुत्री कोशिकाओं में से एक लम्बवत् विभाजन द्वारा विभाजित होती है। विभाजनों का क्रम 'T' विभाजन कहलाता है, क्योंकि कोशिका भित्तियाँ इस प्रकार बनती हैं कि वे अक्षर 'T' के समान दिखाई देती हैं। जड़ के कुछ भागों में विशेष रूप से केन्द्र में अक्षर 'T' ऊर्ध्व या सीधा होता है, जबकि अन्य भागों में ये उल्टा होता हैं। जब 'T' सीधा होता है तो इसका दण्ड (Bar) मूलशीर्ष से दूर या दूसरी ओर होता है। मूल शीर्ष के ये दो क्षेत्र जो 'T' एवं '⊥' द्वारा प्रदर्षित किए जाते हैं, श्यूप द्वारा क्रमशः कॉपर (अर्थात body) एवं कापे (अर्थात cap) कहे गए हैं। इस सिद्धान्त की तुलना प्ररोह शीर्ष के टयूनिका कॉर्पस सिद्धान्त से की जा सकती है। (चित्र 1.22)

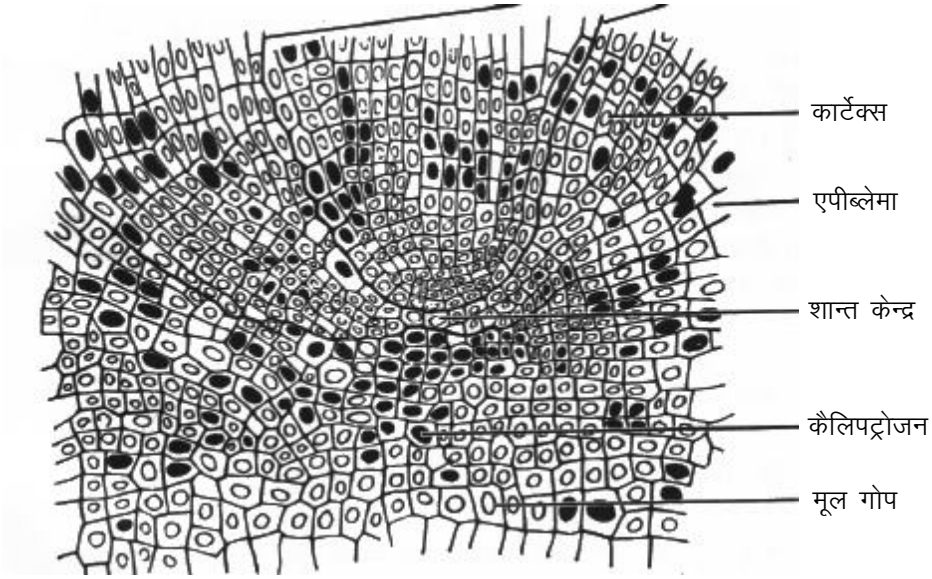


चित्र 1.22: कार्पर–कापे सिद्धान्तः मूल शीर्ष संगठन

टिप्पणी

4. शान्त केन्द्र की संकल्पना (Quiescent Centre Concept)

सन् 1957 में प्रसिद्ध वैज्ञानिक क्लाउज ने मक्का के मूल शीर्षो का अध्ययन किया। उन्होंने बताया कि इसकी मूल गोप तथा विभज्योतक कोशिकाओं के बीच कोशिकाओं का एक प्यालेनुमा क्षेत्र पाया जाता है जिसकी कोशिकाएँ एकदम शान्त अथवा निष्क्रिय पड़ी रहती हैं। इन कोशिकाओं में आर. एन. ए., डी.एन.ए. तथा प्रोटीन की मात्रा कम होती हैं। इन कोशिकाओं में माइटोकॉण्ड्रिया एवं अन्य अन्तःद्रव्यी जालिका की मात्रा भी कम होती है और इनके केन्द्रक तथा केन्द्रिका आकार में छोटे होते हैं। अतः यह क्षेत्र शान्त क्षेत्र कहलाता है। जिसका आकार अर्द्धचन्द्रकार होता है। (चित्र 1.7) वैज्ञानिकों का विचार है कि शान्त केन्द्रकीय कोशिकाएँ प्रायः विभाजन नहीं करती हैं, किन्तु आस–पड़ोस की कोशिकाओं के क्षतिग्रस्त हो जाने पर ये विभाजन करने लगती हैं। (चित्र 1.23)



चित्र 1.23: शांन्त केन्द्र संकल्पना के अनुसार मूल शीर्ष प्रदर्शित

जड़ में ऊतकों का विभेदन (Differentiation of Tissues in Roots) – आवृत्तबीजी पौधों का शरीर विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का बना होता है, किन्तु सभी कोशिकाएँ प्रारम्भ में एक ही प्रकार की होती हैं। बाद में विभिन्न कार्यो को करने के लिए पौधों में वृद्धि एवं विभेदन के फलस्वरूप अनेक प्रकार की कोशिकाओं का परिवर्धनहोता है। पौधों के वृद्धि करते हुए भागों में मुख्य रूप से तीन प्रकार की विभेदन अवस्थाएँ पायी जाती हैं जिन्हें मूल के अग्रक पर स्पष्ट रूप से देखा जा सकता हैं।

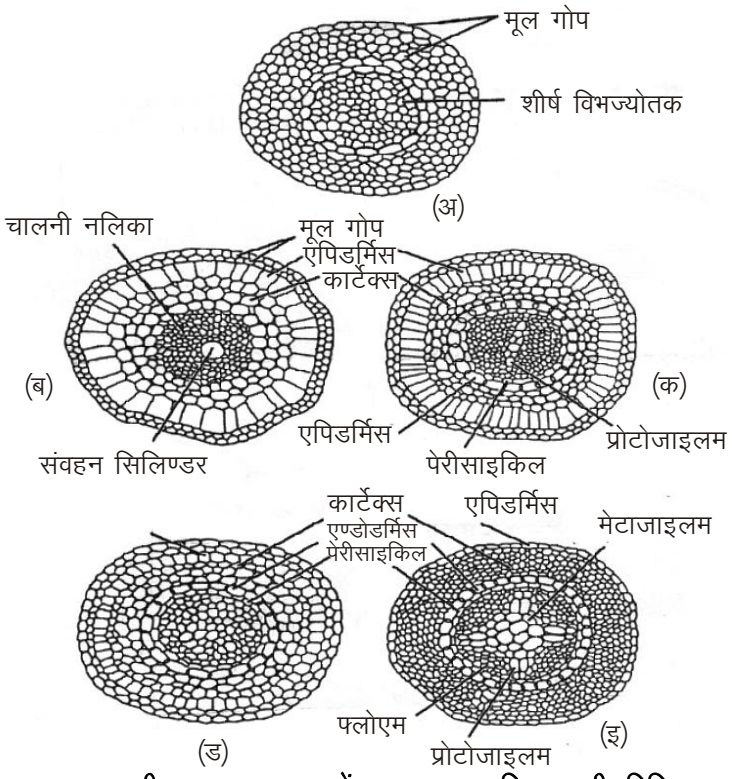
शान्त केन्द्र के चारों ओर स्थित शीर्षस्थ प्रारम्भिक परिनित विभाजन करते हैं। भीतरी कोशिकाएँ विभज्योतक रहती हैं जबकि बाहरी कोशिकाओं में अनेक विभाजनों के फलस्वरूप जड़ में निम्नलिखित ऊतक बन जाते हैं (चित्र 1.24 अ–त)

एपीडर्मिस या बाह्यत्वचा (Epidermis) – युवा जड़ों मे यह एक स्तरीय होती है जिसमे मूलरोम (Root hairs) पाए जाते है। मूलरोम एपीडर्मिस के ही नलिकाकार (Tubular) विस्तार हैं। ये उन स्थानों पर अधिक प्रमुखता से पाए जाते है जहाँ जाइलम ऊतक परिपक्व हों। मूलरोम जड़ की अवशोषण सतह में वृद्धि करते हैं। एपीडर्मिस पर एक पतली उपत्वचा उपस्थित हो सकती है जिसे क्यूटिकिल कहते है।

टिप्पणी

कॉर्टेक्स (Cortex) – यह केवल मृदूतकी कोशिकाओं का बना होता है। कुछ समय पश्चात स्क्लेरेन्काइमा भी विकसित होते हैं। अन्तरकोशिकिय अवकाशीय बहुत स्पष्ट होते है। नम स्थानों के पौधों में कॉर्टेक्स में एरन्काइमा पाया जाता है। यह ऑक्सीजन के संग्रहण एवं गैस–टांस्पोर्ट में उपयोगी है। कॉर्टेक्स की कोशिकाएँ अत्यधिक रिक्तिकामय होती हैं तथा इनके प्लास्टिडस में क्लोरोफिल अनुपस्थित होता है।

एण्डोडर्मिस या अन्तःत्वचा (Endodermis) – यह कॉर्टेक्स का सबसे भीतरी अन्दरूनी स्तर है। युवा जड़ों में एंडोडर्मिस की कोशिकाओं में सुबेरिन जमा हो जाता है तथा एक पट्टीनुमा कैस्पेरियन पट्टी नामक रचना बनाता है।



चित्र 1.24: जड़ की अनुप्रस्थ काट में जड़ ऊतक मिन्नन की विभिन्न अवस्थाएः (अ) मूलशीर्ष की अनुप्रस्थ काट में शीर्ष विभज्योतक (ब) जड़ अनुप्रस्थ काट में भूलगोप, एपिडर्मिस, कार्टेक्स व चालनी नलिका (स) जड़ की अनुप्रस्थ काट में एण्डोडर्मिस, पेरिसाइकिल, जाइलम (द) आणी (त) कोशिका मिन्नन की विभिन्न अवस्थांए प्रदर्शित

जड़ में ऊतक विभेदन स्तम्भ से निम्नांकित लक्षणों में भिन्न होता है–

1. एपीडर्मिस में स्टोमेटा का अभाव होता है। यह एपीब्लेमा (Epiblema) या पाइलीफेरस स्तर (Piliferous layer) कहलाती है।
2. एपीब्लेमा पर एककोशिकीय रोम पाए जाते हैं।
3. हायपोडर्मिस विभेदित नहीं होती एक सुविकसित कॉर्टेक्स उपस्थिति होता है।
4. एंडोडर्मिस कैस्पेरियन स्ट्रिप सहित स्पष्ट होती हैं।
5. संवहन पूल (Vascular bundles) अरीय (Radial) तथा एक्जार्क (Exarch) प्रोटोजायलम सहित होते हैं।

टिप्पणी

1.5 एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना तथा द्वितीयक वृद्धि (Anatomy of Monocot and Dicot Roots and Secondary Growth)

जड़ की आन्तरिक संरचना

जड़ का विकास भ्रूण के मूलांकुर से होता है। यह पौधें के अक्ष का अवरोही भाग है। जड़ का मुख्य कार्य पौधे के लिए जल तथा खाद्य पदार्थो का अवषोषण करना होता है।

आन्तरिक संरचना की दृष्टि से जड़ के मुख्य लक्षण निम्न प्रकार हैं–

1. **एपीब्लेमा** जड़ की सबसे बाहरी परत बाह्म त्वचा को एपीब्लेमा कहते हैं। इस परत पर असंख्य एक कोशिकीय मूल रोम पाये जाते हैं। क्यूटिकल एवं रन्ध्रों (स्टोमेटा) का सदैव अभाव होता है।
2. **बल्कुट (कॉर्टेक्स)** बहुत ही सरल तथा सुविकसित होता है। यह पतली भित्ति वाली पेरेनकाइमा कोशिकाओं की अनेक परतों का बना होता है। इस भाग में अन्तरकोशिकीय अवकाश पूर्ण विकसित होते हैं।
3. **अन्तस्त्वचा (एण्डोडर्मिस)** कॉर्टेक्स की सबसे भीतरी परत होती है। इसकी कोशिकाएँ ढोलनुमा होती हैं तथा इसकी कोशिकाओं की भीतरी एवं अरीय भित्तियों पर प्रायः स्थूलन पाया जाता है, जिसे कैस्पेरियन स्थूलन कहते हैं।
4. **पेरीसाइकिल** एण्डोडर्मिस के नीचे परिरम्भ अथवा पेरीसाइकिल स्थित होती है जो प्रायः एक स्तरीय होती है तथा पेरेनकाइमा कोशिकाओं की बनी होती है।
5. **संवहन पूल** अरीय (रेडियल) होते हैं अर्थत् जाइलम तथा फ्लोयम अलग–अलग त्रिज्या पर एकान्तर रूप से क्रमबद्ध होते हैं।
6. जाइलम सदैव एक्सार्क होता है अर्थात् मेटाजाइलम अन्दर की ओर तथा प्रोटाजाइलम बाहर की ओर स्थित होता है।
7. संवहन बण्डलों की संख्या द्विबीजपत्री में 2 से 6 तक, एकबीजपत्रियों में 6 से अधिक होती है।
8. मज्जा प्रायः सुविकसित होता है।

एकबीजपत्री जड़ों की विशेषताएँ

आन्तरिक रचना की दृष्टि से एकबीजपत्री जड़ों में निम्नलिखित विशेषताएँ पायी जाती हैं–

1. संवहन बण्डल्स की संख्या 6 से अधिक होती है। प्रायः इनकी संख्या 10 से 20 होती है। केवल गेहूँ तथा प्याज की जड़ों में इनकी संख्या 6 से कम होती है।
2. जाइलम प्रायः गोलाकार वाहिनिकाओं का बना होता है तथा यह बहुत कम विकसित होता है।
3. प्राथमिक फ्लोएम चालनी नलिकाओं, सखि कोशिकाओं एवं फ्लोएम पैरेन्काइमा का बना होता है।

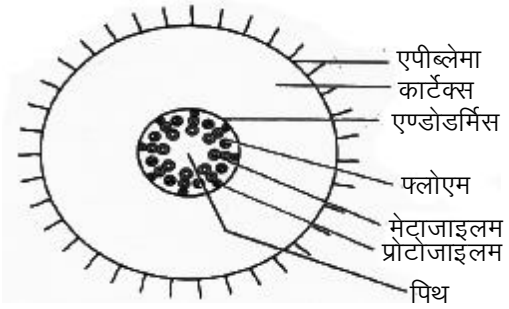
टिप्पणी

4. पैरीसाइकिल केवल पार्श्व जड़े ही बनाती है। यह कॉर्क कैम्बियम के निर्माण में भाग नहीं लेती।
5. एधा (कैम्बियम) का अभाव होता है अर्थात द्वितीयक वृद्धि नहीं होती है।
6. मज्जा अथवा पिथ काफी बड़ा एवं सुविकसित होता है।

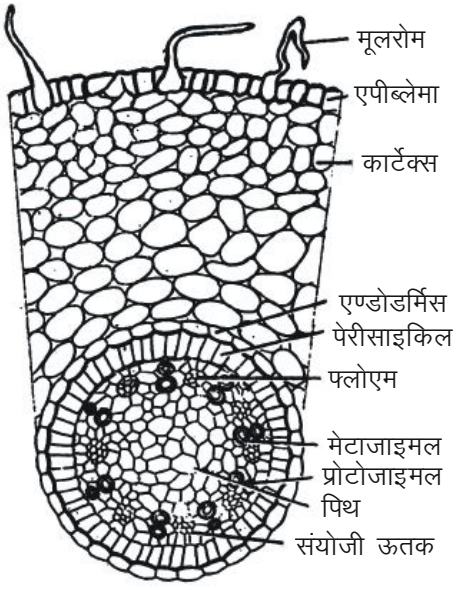
एकबीजपत्री जड़ की प्राथमिक आन्तरिक संरचना (Primary Anatomy of Monocot Root)

एक प्रारूपिक एकबीजपत्री जड़ (मक्का) की आन्तरिक संरचना में निम्नलिखित रचनाएँ दिखाई देती हैं– (चित्र 1.25 व 1.26)

1. मूलीय त्वचा (एपीब्लेमा)– यह सबसे बाहरी एक कोशिका मोटी पर्त है जिसकी कुछ कोशिकाएँ मूलरोम का निर्माण करती हैं। इस पर क्यूटिकल और रन्ध्रों का अभाव होता है।
2. (कॉर्टेक्स) बल्कुट– यह भाग काफी चौड़ा होता है। यह मृदूतक कोशिकाओं का बना होता है जिसमें अन्तराकोशिकीय स्थान पाये जाते हैं।



चित्र 1.25: एकबीजपत्री (मक्का) जड़ की अनुप्रस्थ काट (रेखा चित्र)



चित्र 1.26: एकबीजपत्री (मक्का) की जड़ की अनुप्रस्थ काट (कोशिकीय चित्र)

3. अन्तस्त्वचा (एण्डोडर्मिस)– यह ढोलक के आकार की कोशिकाओं की बनी एक पर्त होती है। इन कोशिकाओं की अरीय भित्तियों पर कैस्पेरियन पट्टियों के रूप

टिप्पणी

में स्थूलन पाया जाता है। आदिदारू के सामने वाली अतस्त्वचा कोशिकाएँ पतली भित्ति वाली मार्ग कोशिकाएँ होती है।

4. परिरम्भ (पेरीसाइकिल)– अन्तस्त्वचा के नीचे यह एक पर्तीय संरचना है। यह कहीं–कहीं पर दृढ़ ऊतकीय और अन्य भागों में मृदूतकीय होती है।
5. **संवहन ऊतक**– संवहन पूल अरीय होते है। जाइलम एवं फ्लोयम के अनेक पूल (6 से 20) अलग–अलग परन्तु एक ही घेरे में एक–दूसरे से एकान्तर रूप में विन्यस्त होते हैं। जाइलम बाह्य–आदिदारूक अथवा एकसार्क तथा बहु–आदिदारूक अथवा पाँलीआर्क होता है।
6. **मज्जा (पिथ)**– केन्द्रीय ऊतक मज्जा पैरेनकाइमी कोशिकाओं का बना होता है। इन कोशिकाओं में मण्ड कणों की अधिकता होती है।

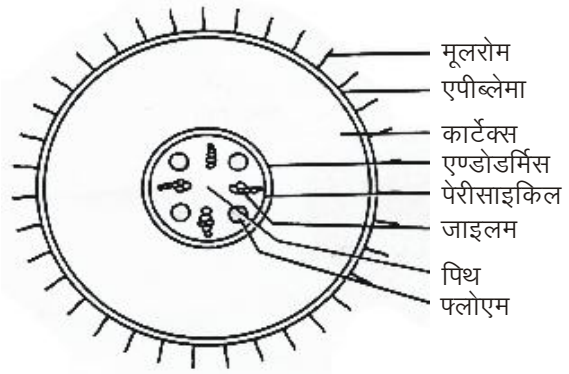
द्विबीजपत्री जड़ो की विशेषताएँ –

आन्तरिक संरचना की दृष्टि से द्विबीजपत्री जड़ों में निम्नलिखित विशेषताएँ पायी जाती है (चित्र 1.27 व 1.28) –

1. संवहन बण्डलों की संख्या 2 से 6 तक होती है केवल *फाइकस* में बण्डल्स की संख्या अधिक होती है।
2. परिरम्भ में प्रविभाजी क्रियाशीलता पायी जाती है तथा इससे पार्श्व जड़ें तथा द्वितीयक वृद्धि के लिए कॉर्क एधा (कैम्बियम) का निर्माण होता है।
3. जाइलम वाहिनिकाएँ प्रायः बहुभुजी अथवा कोणीय होती है।
4. मज्जा कम विकसित या अनुपस्थित होती है।
5. संवहन रश्मियाँ उपस्थित होती है।
6. पुरानी जड़ों में कॉर्क तथा कॉर्क कैम्बियम पाया जाता है।

द्विबीजपत्री जड़ की प्राथमिक आन्तरिक संरचना –

एक प्रारूपिक द्विबीजपत्री जड़ (चना) की आन्तरिक संरचना में निम्नलिखित संरचनाएँ दिखाई देती हैं–

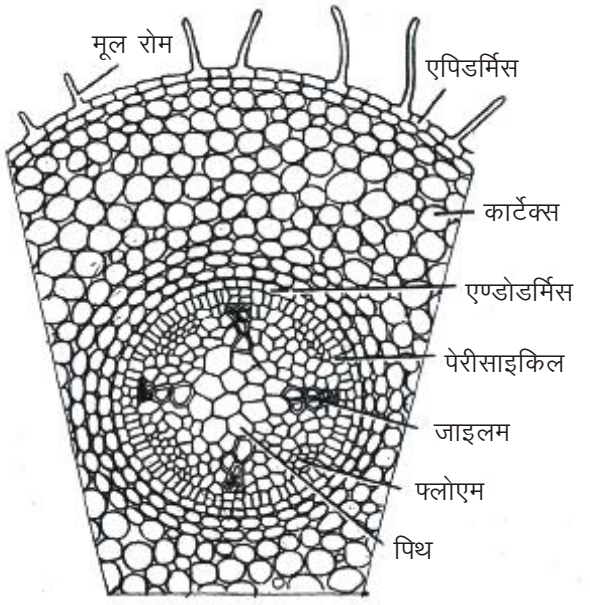


चित्र 1.27: द्विबीजपत्री (हैलिएन्थस एन्युअस) जड़ की अनुप्रस्थ काट का रेखाचित्र

1. मूलीय त्वचा (एपिब्लेमा) – जड़ की यह सबसे बाहरी पर्त होती है तथा इसका निर्माण प्राथमिक विभज्योतक के पेरीब्लेम से होता है। बाहरी स्तर डर्मेटोजन की कोशिकाओं में विभाजन के फलस्वरूप निर्मित बाहयत्वचा भूमि में घर्षण के

कारण नष्ट हो जाती है। इससे मूलरोम निकलते है जो एक कोशिकीय एवं असंख्य होते हैं।

टिप्पणी



चित्र 1.28: द्वबीजपत्री (हैलिएन्थस एन्युअस) जड़ की अनुप्रस्थ काट का एक भाग (कोशकीय संरचना)

2. (कॉर्टेक्स) वल्कुट – यह मूलीय त्वचा के नीचे पाया जाता है। इसका निर्माण पतली भित्ती वाली, अन्तरकोशिकीय स्थानों युक्त, गोलाकार पैरेनकाइमी कोशिकाओं द्वारा होता है। इनमें स्टार्च प्रचुर मात्रा में संचित रहता है। इसका निर्माण पेरीबेलम से होता है। इसकी कोशिकाएँ अपतनिक (Anticlinal) तथा परिनित (Periclinal) विभाजन करती हैं जिसके फलस्वरूप अनेक स्तरीय कॉर्टेक्स बन जाता है। इसका मुख्य कार्य भोज्य पदार्थों का संचय करना है।
3. अन्तस्त्वचा (एण्डोडर्मिस)– कॉर्टेक्स की सबसे भीतरी पर्त कहलाती है। यह रम्भ को चारों ओर से घेरे रहती है। इनका निर्माण ढोलक के आकार, अन्तराकोशिकीय स्थानों रहित, कोशिकाओं द्वारा होता है। इन काशिकाओं की अरीय भित्तियों पर कैसपेरियन पट्टियों के रूप में स्थूलन पाया जाता है।

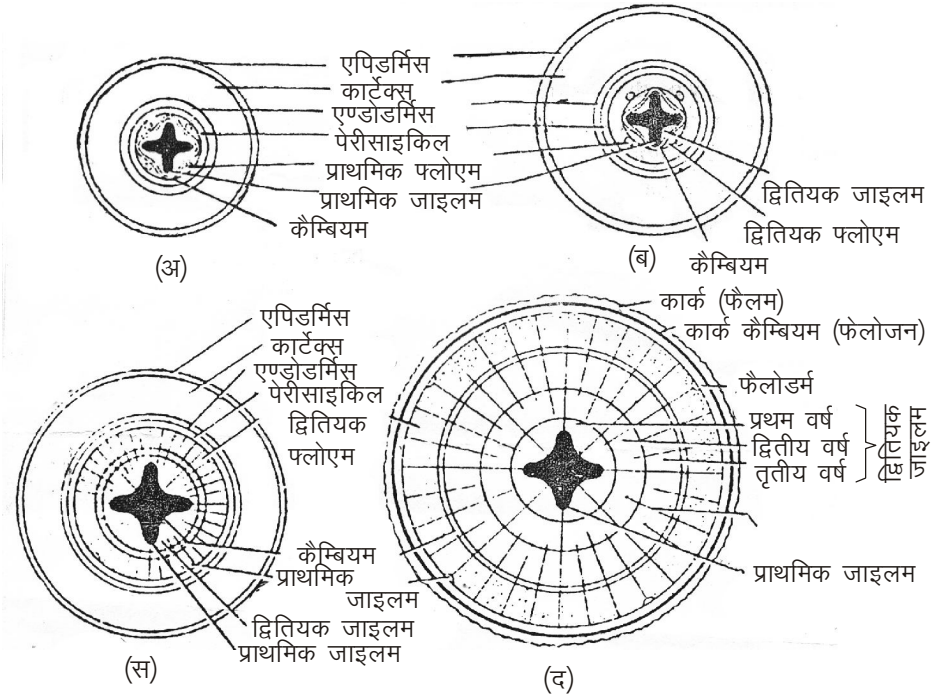
   प्रोटोजाइलम के सामने वाली एडोडर्मिस की कुछ कोशिकाओं में स्थूलन नहीं होता है। इन्हें मार्ग अथवा पैसेज कोशिकाएँ कहते है।
4. परिरम्भ (पेरीसाइकिल) – यह एण्डोडर्मिस के नीचे पाया जाता है तथा एक पर्तीय होता है। इसकी कोशिकाएँ पतली भित्ति वाली होती है। इसका मुख्य कार्य संवहन कैम्बियम का निर्माण एवं पार्श्वीय जड़ों की उत्पत्ति करना होता है।
5. संवहन ऊतक (Vascular Tissue) – इसका निर्माण प्लीरोम की कोशिकाओं में विभाजन के फलस्वरूप होता है। जड़ों में संवहन पूल अरीय होते है जाइलम एवं फ्लोएम के 2 से 6 पूल एकान्तरण में तथा एक वलय में विन्यसित रहते हैं। इसमें जाइलम की अवस्था एक्सार्क होती है।
6. मज्जा (पिथ) – यह केन्द्र में पाया जाता है तथा पैरेनकाइमी कोशिकाओं का बना होता है जिनमें अन्तराकोशिकीय स्थान छोटे अथवा अनुपस्थित होते हैं। द्विबीजपत्री पौधों की जड़ों में द्वितीयक वृद्धि के बाद पिथ नष्ट हो जाता है।

टिप्पणी

द्विबीजपत्री जड़ में द्वितीयक वृद्धि– (Secondary Growth in Dicot Roots)

जड़ो में द्वितीयक वृद्धि कैम्बियम तथा कॉर्क कैम्बियम की गतिविधि के कारण होती है। द्विबीजपत्री पौधों एवं नग्नबीजियों की जड़ों में द्वितीयक वृद्धि एक सामान्य घटना हे जो काफी पहले आरम्भ हो जाती हे। (चित्र 1.29)

1. **कैम्बियम की सक्रियता –** संयोजी ऊतकों में से कुछ कोशिकाएँ जो फ्लोएम के नीचे स्थित होती हैं, विभज्योतक हो जाती है तथा कैम्बियम की पट्टी बनाती है। पट्टियों की संख्या फ्लोएम बंडल्स की संख्या पर निर्भर होती हैं। डाइआर्क जड़ों में दो, ट्राइआर्क जड़ों में तीन तथा टेट्रार्क जड़ों में चार पट्टियाँ बनती है। ये पट्टियाँ जायलम एवं फ्लोयम के बीच दोनों ओर फैलती है तथा अंततः पेरीसाइकिल कोशिकाओं से जुड़ जाती हैं। (चित्र 1.29 अ, ब) पेरीसाइकिल कोशिकाएँ स्पर्शज्यी विभाजन द्वारा दो स्तर बनाती है जिसकी आन्तरिक स्तर की कोशिकाएँ विभाजित होती हैं तथा कैम्बियम की पटटी से जुड़कर एक जीरदइार पट्टी बनाती है। यह सक्रिय होकर नई कोशिकाएँ बनाती है। फ्लोएम तथा इसके नीचे स्थित कैम्बियम पट्टी बाहर की ओर धकेल दी जाती है, परिणामतः लहरदार पट्टी अब एक गोल कैम्बियम वलय में परिवर्तित हो जाती है। अब समूची कैम्बियम रिंग सक्रिय हो जाती है। भीतर की ओर बनने वाली कोशिकाएँ द्वितीयक जायलम बनाती हैं। यह अपेक्षाकृत बड़ी वाहिनियों, वाहिनिकाओं, काष्ठ फाइबर तथा सुविकसित जायलम पेरेन्काएमा का बना होता है। कैम्बियम की सक्रियता भीतर की ओर इतनी तीव्र होती है कि द्वितीयक वृद्धि के पश्चात् जायलम जड़ का प्रमुख भाग एवं एक ठोस हिस्से के रूप में होता है। प्राथमिक बंडल या तो अंत तक यथावत् रहते है या फिर कुचला होता है, यदि कुछ भाग बच भी जाए तो वह मोटी भित्ति का हो जाता है (चित्र 1.29 स)।



चित्र 1.29: द्विबीजपत्री जड़ में द्वितीयक वृद्धि की विभिन्न अवस्थाएं प्रदर्शित (रेखा चित्र)

टिप्पणी

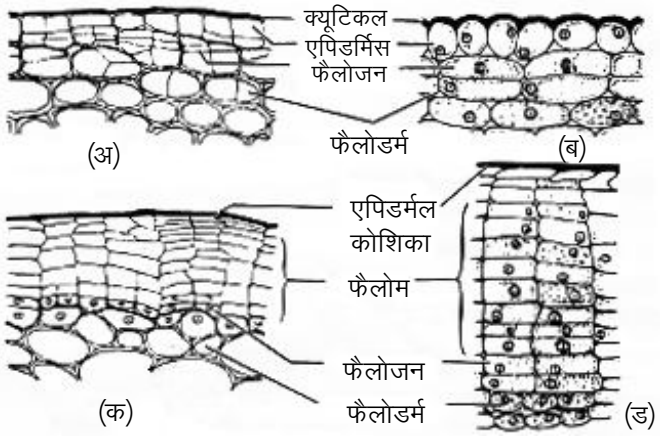
कैम्बियम की सक्रियता के फलस्वरूप बने द्वितीयक संवहनी ऊतक एक सतत वलय के रूप में उपस्थित नहीं होते बल्कि लंबवत्, अरीय एवं पेरेन्काइमेटस कोशिकाओं से बनी प्राथमिक मेड्यूलरी रेज के द्वारा पृथक रहते हैं। ये प्रत्येक प्राथमिक जायलम पैच के ऊपर स्थित होते हैं तथा फ्लोएम तक विस्तारित होते हैं। कई बार कैम्बियम के अन्य भाग से द्वितीयक मेड्यूलरी रेज भी विकसित हो सकती हैं। संवहनी ऊतकों को आकार में वृद्धि के साथ ही रश्मियों की संख्या में भी अभिवृद्धि होती है। विभिन्न जड़ों में द्वितीयक जायलम कोशिकाओं में भिन्नता होती है। नग्नबीजियों में केवल ट्रेकीड्स, विलो में केवल वाहिनियाँ तथा अन्य पौधों में दोनो पाए जाते हैं। कुछ संग्राहक जड़ों में संग्राहक पेरेन्काइमा द्वितीयक जायलम में परिवर्तित हो जाता है। (चित्र 1.29 द)

स्तंभ की ही तरह बहुवर्षीय वृक्ष, क्षुप तथा काष्ठीय आरोही की जड़ो में शुरूआत में बने जायलम की कोशिकाएँ बड़ी एवं पतली भित्ती वाली होती है। जबकि बाद में बनने वाले ऊतक मोटी भित्ति वाले तथा आकार में छोटे होते हैं। इस प्रकार वर्षीय वलय का निर्माण होता है।

2. कॉर्क कैम्बियम की उत्पत्ति एवं सक्रियता–

कॉर्क कैम्बियम की उत्पत्ति पेरीसाइकिल की कोशिकाओं द्वारा होती हैं। पेरीसाइकिल की कोशिकाएँ विभज्योतकी होकर कॉर्क कैम्बियम अथवा फेलोजन बनाती हैं। तनो के समान जड़ों में भी कॉर्क कैम्बियम बाहर की तरफ कॉर्क अथवा फेलम तथा अन्दर की ओर द्वितीयक कॉर्टेक्स अथवा फेलोडर्म बनाता है। जड़ों में कहीं–कहीं पर वातरन्ध्र भी बनते हैं। कॉर्क कैम्बियम, कॉर्क तथा द्वितीयक, कॉर्टेक्स तीनो मिलकर परिचर्म (पेरिडर्म) कहलाते है। जड़ों में द्वितीयक वृद्धि द्वारा नये ऊतकों का निर्माण होता है। ये ऊतक जड़ों को आधार प्रदान करने के लिए उपयोगी होते हैं।

पेरीडर्म के द्वारा जड़ों को सुरक्षा प्रदान की जाती है। नये ऊतकों से संवहनी ऊतकों की मात्रा बढ़ जाती है जिससे पदार्थो के स्थानान्तरण में सहायता मिलती है। (चित्र 1.30 अ–द)



चित्र 1.30: पेरीडर्म की उत्पत्ति एवं विकास

टिप्पणी

द्विबीजपत्री जड़ तथा एकबीजपत्री जड़ की आंतरिकी में अन्तर

क्रं.	द्विबीजपत्री जड़	एकबीजपत्री जड़
1.	द्विबीजपत्री जड़ में संवहन पूलों की संख्या 2 से 6 तक या विशेष पास्थितियों में 8 तक हो सकती है।	एकबीजपत्री जड़ में संवहन पूलों की संख्या प्रायः 6 या 8 से अधिक होती है।
2.	पिथ अल्पविकसित होता है अथवा अनुपस्थित होता है।	पिथ सुविकसित तथा बड़ा होता हैं।
3.	परिरम्भ (Pericycle) से पार्श्व मूलों तथा द्वितीय विभज्योतक का विकास होता है।	एकबीजपत्री जड़ों के परिरम्भ (Pericycle) से पार्श्व मूलों का विकास होता है, परन्तु द्वितीय विभज्ययोतक नहीं बनते हैं।
4.	इनमें आवश्यकतानुसार द्वितीयक वृद्धि होती है तथा उसके लिए कैम्बियम का विकास होता है।	इनमें द्वितीयक वृद्धि तथा कैम्बियम दोनों का अभाव होता है।

1.6 विभिन्न कार्यो हेतु जड़ के रूपान्तरण एवं सूक्ष्मजीवों के साथ जड़ की पारस्परिक क्रिया (Modification of Roots for Various Functions and Interaction of Root with Microbes)

जड़ स्थिरीकरण (Fixation) तथा जकड़न (Anchorage) के लिए जानी जाती हैं। ये जल एवं लवणों के अवशोषण का कार्य भी करती हैं तथा इन कार्यो को सम्पादित कर सामान्य जड़ के रूप में होती हैं। जब जड़ इन कार्यों के अतिरिक्त कुछ विशिष्ट कार्य करती है तो उसके अनुरूप उनके आकार–प्रकार, आकृति आदि में परिवर्तन हो जाता है। आकार–आकृति आदि में किसी विशिष्ट कार्य के कारण होने वाले परिवर्तन की प्रक्रिया रूपान्तरण के नाम से जानी जाती है तथा वह अंग रूपान्तरित कहलाता है। जड़ों में रूपान्तरण खाद्य पदार्थ संग्रहण, यांत्रिक सहायता एवं विशिष्ट जैविक कार्यों जैसे प्रकाश संश्लेषण, श्वसन, सूक्ष्मजैविक अन्तः क्रिया, वातावरणीय नमी अवशोषण आदि क्रियाओं को सम्पादित करने से होता है।

जड़ की विशेषताएँ

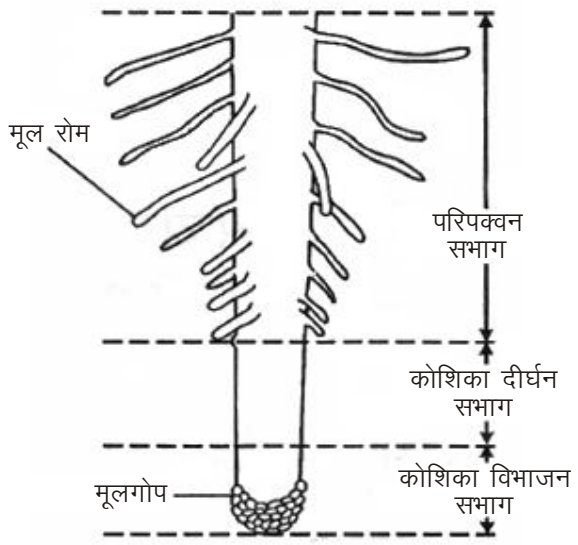
1. यह पौधे का अवरोही अक्ष है तथा मूलांकुर से विकसित होता है।
2. जड़े ऋणात्मक प्रकाशनुवर्ती (Negatively phototropic), धनात्मक गुरूत्वानुवर्ती एवं धनात्मक जलानुवर्ती होती हैं।
3. अन्धकार में रहने के कारण यह रंगहीन अथवा भूरे रंग की होती हैं।
4. जड़ो पर एककोशिकीय मूलरोम पाये जाते हैं।
5. जड़ों पर प्रायः कोई कलिक नहीं पायी जाती हैं।
6. जड़ों पर पर्व तथा पर्वसन्धियों का अभाव होता है।
7. जड़ के अग्रस्थ भाग पर मूल गोप पाई जाती है।

8. जड़ों पर पत्तियों का अभाव होता है।
9. पार्श्व जड़ें अन्तर्जात (Endogenous) होती हैं तथा परिरम्भ (पेरीसाईकिल) से निकलती हैं।

टिप्पणी

जड़ के क्षेत्र (भाग)

किसी भी जड़ में चार क्षेत्र होते हैं। यद्यपि इन क्षेत्रों के मध्य कोई निश्चित विभेदन रेखा नहीं होती है फिर भी इनको सरलता से पहचाना जा सकता है। यह क्षेत्र निम्नलिखित हैं (चित्र 1.31) –



चित्र 1.31: जड़ के विभिन्न भाग

(1) **मूलगोप (Root Cap)**– जड़ का अग्रस्थ क्षेत्र एक टोपीनुमा रचना द्वारा सुरक्षित रहता है, इसे मूलगोप कहते हैं। यह जड़ के अग्र कोमल भाग की रक्षा करता है। केवडे की वायवीय जड़ों में अनेक मूलगोप पाए जाते हैं। कुछ जलोद्भिदों में मूलगोप की जगह मूल कोटरिका पायी जाती है जो पादप को जल की सतह पर तैरने में सहायता करता है; जैसे – *जलकुम्भी* (*Eicchornia*), *पिस्टिया* (*PIstia*)।

(2) **कोशिका विभाजन का क्षेत्र**– मूलगोप के ठीक ऊपर कोशिका विभाजन का क्षेत्र स्थित होता है जो कुछ मि.मी. तक लम्बा होता है। इस क्षेत्र की कोशिकाएँ छोटी, पतली भित्ति वाली, सघन जीवद्रव्ययुक्त होती हैं और लगातार विभाजित होती रहती हैं। इसे विभज्योतकी क्षेत्र कहते है।

(3) **दीर्घीकरण क्षेत्र–** यह विभज्योतकी क्षेत्र के ऊपर स्थित होता है तथा अपेक्षाकृत कुछ लम्बा होता है तथा इसकी कोशिकाएँ जड़ों की लम्बाई में वृद्धि के लिए उत्तरदायी होती हैं।

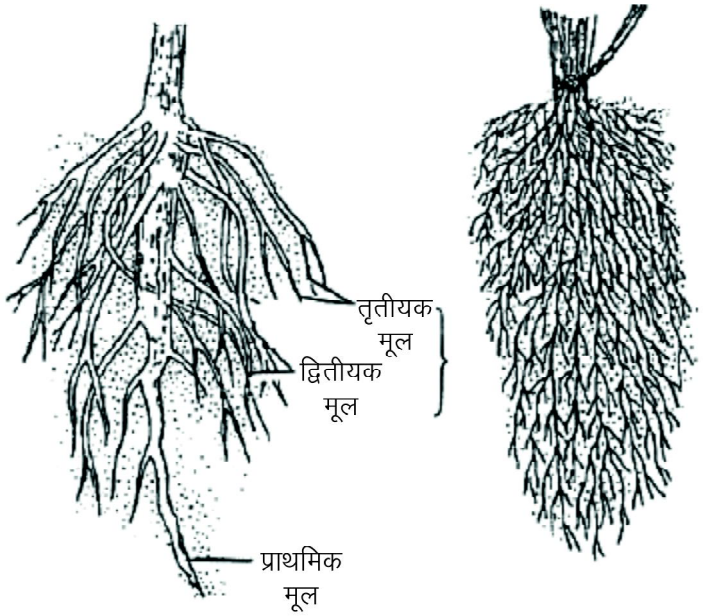
(4) **परिपक्वन क्षेत्र–** यह दीर्घीकरण क्षेत्र के ऊपर स्थित होता है। इसकी कोषिकाएँ विभिन्न ऊतकों में परिपक्वन और विभेदीकरण प्रदर्शित करती हैं। इस क्षेत्र के नीचे के भागों से मूलरोम तथा ऊपर के भाग से पार्श्व जड़ें निकलती हैं।

टिप्पणी

जड़ें दो प्रकार की होती हैं–

(1) मूसला जड़े (Tap Roots)– इनको सामान्य जड़ भी कहते हैं। ये जड़े मूलांकुर से विकसित होती हैं। यह जड़ ऊपर से मोटी तथा नीचे की ओर धीरे–धीरे पतली होती जाती हैं। जड़ के इस रूप को प्राथमिक जड़ कहते हैं। प्राथमिक जड़ से द्वितीयक जड़ें निकलती हैं तथा इनसे तृतीयक जड़ें निकलती हैं। तीनो प्रकार की जड़े सम्मिलित रूप से मूसला जड़ तंत्र बनाती हैं। इस तंत्र में पार्श्व जड़ें अग्राभिसारी क्रम में व्यवस्थित होती हैं अर्थात् लम्बी व पुरानी जड़े शीर्ष भाग के निकट पाई जाती हैं। यह जड़े प्रायः द्विबीजपत्री पौधों में पाई जाती हैं। (**चित्र 1.32** अ)

(2) अपस्थानिक जड़ें (Adventitious Roots)– अनेक पौधों में बीज अंकुरण के कुछ समय बाद मूलांकुर की वृद्धि रूक जाती है तथा प्रांकुर के आधार से जड़े उत्पन्न होने लगती हैं, इन्हें अपस्थानिक जड़े कहते हैं। ऐसी जड़ें जो मूलांकुर को छोड़कर पौधे के किसी अन्य मार्ग से विकसित होती हैं, अपस्थानिक जड़े कहलाती हैं। यह प्राथमिक जड़ के अतिरिक्त होती है और तने के पर्वसन्धि क्षेत्र अथवा पत्ती तक से विकसित होती हैं। यह जड़े प्रायः एकबीजपत्री पौधों में पाई जाती हैं। (चित्र 1.32 ब)



(अ) मूसला जड़ *(ब) अपस्थानिक जड़ें*

चित्र 1.32: विभिन्न कार्यों हेतु जड़ो के रूपान्तरण

घास, गेहूँ आदि पौधों में अपस्थानिक जड़ें डोरे के समान पतली व मुलायम होती हैं। इस प्रकार की अपस्थानिक जड़ों को रेशेदार अपस्थानिक जड़े कहते हैं। अजूबा (पत्थर चटटा) तथा बिगोनिया आदि पौधों में अपस्थानिक जड़े पत्तियों के किसी भाग से उत्पन्न हो जाती हैं। इन जड़ों को पर्णमूल कहते हैं। कुछ पौधों में कायिक प्रवर्धन के समय तने की कतरनों को जमीन में गाढ़ दिया जाता है, तो उसके कटे हुए भाग से अपस्थानिक जड़ें निकल आती हैं।

जड़ों के सामान्य कार्य निम्नलिखित हैं–

1. जड़ का मुख्य कार्य पौधे को सीधे रखना है।
2. जड़, दूसरा मुख्य कार्य जल तथा खनिज लवणों का अवषोषण करते हैं।
3. कुछ पौधों में जड़ें जनन का भी कार्य करती हैं।
4. कुछ पौधों में जड़े भोजन संचयन का कार्य भी करती हैं; जैसे–मूली, गाजर आदि।
5. दलदली भूमि में उगने वाले पौधों मे जड़े श्वसन का कार्य करती हैं; जैसे *राइजोफोरा* की श्वसन मूल।

टिप्पणी

विभिन्न कार्यों हेतु जड़ो के रूपान्तरण

(A) खाद्य संग्रहण के कारण रूपान्तरण (Modification for Food Storage)

कुछ पौधों में जड़ भोजन संग्रह करने वाले अंग के रूप में कार्य करती हैं तथा भोजन संग्रह के कारण फूलने से विभिन्न आकृतियों वाली रचना के रूप में बदल जाती हैं। फूलने की प्रकृति के आधार पर इन्हें अलग–अलग प्रकारों में बाँटा जाता है।

(I) मूसला जड़ में भोजन संग्रह के कारण रूपान्तरण (Modifications in Tap Root for Food Storage)

इस प्रकार की रूपान्तरित जड़ वाले पौधों में तना प्रायः ह्रासित तथा संगठित होकर संकरे डिस्क के रूप में रूपान्तरित जड़ के शीर्षस्थ क्षेत्र से जुड़ा रहता है। इससे निकलने वाली पत्तियाँ समूह में एक ही स्थल से निकलती हुई प्रतीत होती हैं, ऐसी पत्तियाँ रैडिकल पत्तियाँ कहलाती हैं।

आकृति के आधार पर भोजन संग्रहण के कारण होने वाले रूपान्तरण को निम्न प्रकारों में बाँटा जा सकता है–

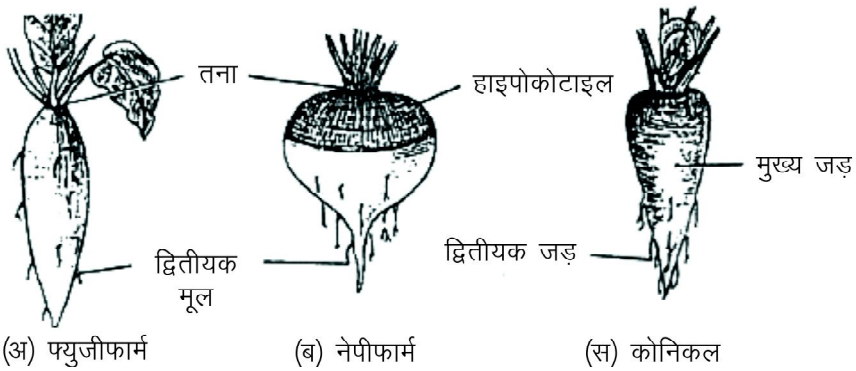
1. **तर्कुरूप** (Fusiform) – इस प्रकार के रूपान्तरण में प्राथमिक जड़ अपने मध्य क्षेत्र में सर्वाधिक फूली हुई होती है तथा दोनो सिरों की ओर क्रमशः पतली होती है। इसमें भोजन संग्रह के कारण फूली हुई संरचना के रूप में बीजाधार अर्थात् हाइपोकोटाइल तथा प्राथमिक जड़ दोनों का योगदान होता है, द्वितीयक जड़ तथा तृतीयक जड़ दोनों सामान्य प्रकार की होती हैं। संग्रठित तना प्रजनन के समय पर बढ़कर दीघीकृत प्ररोह में परिवर्तित हो जाता है तथा पुष्प युक्त पुष्पीय अक्ष का निर्माण करता है।

   (चित्र 1.33 अ) उदाहरण– मूली (*Radish*)

2. **शंकुरूप जड़ (Conical root)** – यह जड़ अपने शीर्ष भाग में चौड़ी और माँसल होती है तथा अपने निचले भाग की ओर क्रमशः पतली होती जाती है। यह बाहर से देखने में एक शंकु के समतल दिखाई देती है; जैसे – गाजर। (चित्र 1.33 स)

3. **कुम्भीरूप जड़ (Napiform root)** – इस प्रकार की जड़ का ऊपरी भाग भोजन की मात्रा संचय हो जाने के कारण गेंद के समान फूलकर माँसल तथा मोटा हो जाता है। इसका नीचे का भाग डोरे के समान पतला रहता है। इस प्राथमिक जड़ से द्वितीयक तथा तृतीयक जड़े निकलती है; जैसे (Turnip)। (चित्र 1.33 ब)

टिप्पणी



चित्र 1.33: मूसला जड़ के रूपान्तरण

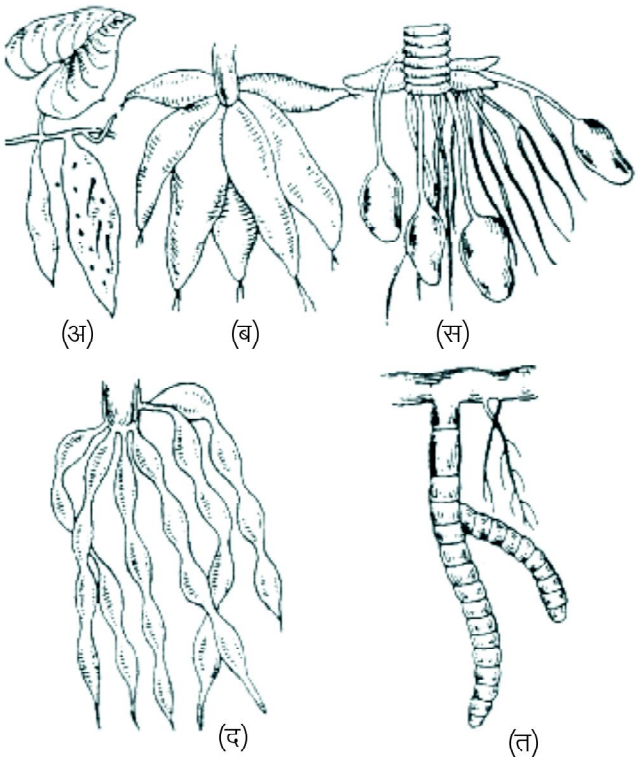
(II) अपस्थनिक जड़ में भोजन संग्रह के कारण रूपान्तरण

अपस्थानिक जड़ में भी भोजन संग्रह के कारण फूले हुये स्वरूप में प्रक्रिया देखने को मिलती है। इन्हें निम्न प्रकारों में विभेदित किया जाता है–

1. ट्यूबरस जड़ (Tuberous root) – इस प्रकार की रूपान्तरित जड़ भी अनियमित रूप से फूली हुई होती है लेकिन एक जगह पर यह एक की संख्या में होती है। इन जड़ों के आधारीय हिस्सों पर कलिकाएँ विकसित हो सकती है जोकि अनुकूल स्थिति के आगमन पर नये पौधे में परिवर्द्धित हो सकती हैं। उदाहरण– शकरकंद (Ipomea batata) (चित्र 1.34 अ)
2. गुच्छ मूल (Fasciculated root) – इस प्रकार की रूपान्तरित जड़ में अनियमित रूप से फूले अर्थात ट्यूबरस प्रकृति वाले मूल एक से अधिक की संख्या में तथा एक ही जगह से विकसित होते हैं। (चित्र 1.34 ब) उदाहरण– *डाहलिया, एस्पैरेणस* आदि।
3. हस्ताकार मूल (Palmate root) – इस प्रकार के रूपान्तरण में अपस्थानिक मूल अनियमित रूप से हथेली की तरह फूले हुये तथा अंगुलियों की तरह की रचना के रूप में परिलक्षित होते है, ऐसी रूपान्तरित जड़ को हस्ताकार मूल कहते हैं। उदाहरण– कुछ *आर्किड्स*।
4. वलयाकार जड़ (Annulated or Annular roots) – कुछ पौधों में अपस्थानिक जड़ रूपान्तरित होकर एक कतार में एक के ऊपर एक रखे गये डिस्क या छल्लों की तरह सजा हुआ दिखता है। इससे प्रायः मूल–शाखाएँ लगी नहीं होती हैं। (चित्र 1.34 त) उदाहरण– *इपिकैक* (Ipecac)।
5. मोनिलिफॉर्म जड़ (Moniliform root) – जब अपस्थानिक जड़ नियमित छोटे–छोटे अंतराल पर फूली हुई (लगभग गोलियों की तरह) तथा धागें में पिरोये गए मोतियों की तरह दिखाई देती है तो उसे मोनिलीफॉर्म जड़ कहते है। इसे ही मनकाकार जड़ भी कहते हैं। (चित्र 1.34 द)

   उदाहरण– *वाइटिंस, करेला, पॉर्टूलैकका, सायप्रस रोटन्डस*।
6. नॉड्यूलोस जड़ (Nodulose root) – यह जड़ रूपान्तरित भूमिगत तना (प्रकन्द) के निचले हिस्से से विकसित होने वाले धागे नुमा अपस्थानिक मूल के शीर्ष हिस्से में गाँठ या ग्रंथिल की तरह की रचना के रूप में पायी जाती है। उदाहरण– हल्दी आदि। (चित्र 1.34 स)

टिप्पणी



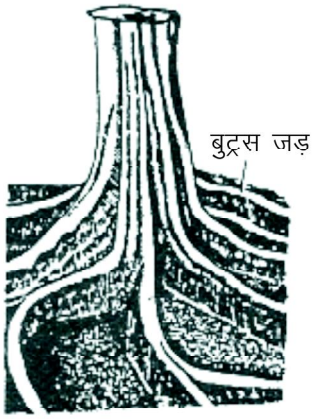
चित्र 1.34: अपस्थानिक जड़ के रूपान्तरण (अ) ट्यूबरस (ब) गुच्छ मूल (स) नॉड्यूलोस (द) मोनिलिफॉर्म जड़ (थ) वलयाकार जड़

(B) यांत्रिक सहायता के लिए रूपान्तरण

सुदृढ़ता हेतु अतिरिक्त सहायता प्रदान किए जाने की विधि को यांत्रिक सहयमा कहते हैं। जहाँ तक यांत्रिक सहायता हेतु रूपान्तरण का सवाल है, यह प्रायः अपस्थानिक जड़ में पाया जाता है। मूसला जड़ में यांत्रिक सहायता हेतु रूपान्तरण केवल एक प्रकार का ही पाया जाता है।

I. मूसला जड़ में यांत्रिक सहायता हेतु रूपान्तरण–

बुट्रेस जड़ – बुट कुछ स्थितियों में प्राथमिक जड़ तथा उसकी शाखाएँ विशिष्ट प्रकार की रचनाओं में रूपान्तरित हो जाती है तथा मुख्य तने को यांत्रिक सहायता प्रदान करती हैं। उदाहरण स्वरूप में कुछ उष्ण कटिबन्धीय वृक्षों को लिया जा सकता है। इनकी प्राथमिक जड़ तथा उसकी शाखाओं के ऊपरी क्षेत्र में अत्यधिक द्वितीयक वृद्धि होती है। इसके फलस्वरूप अनेक लम्बवत्, चपटे, सीधे तथा तख्ते की तरह की रचनाएँ बन जाती हैं, जिन्हें बुट्रेस जड़ कहते हैं। जल संवहन के सामान्य कार्य के अतिरिक्त ऐसी जड़ मुख्य अक्षीय तने को चारों तरफ से यांत्रिक सहायता प्रदान कर एक ही जगह स्थिर रखने मे मदद करती हैं। इन जड़ों में तुलनात्मक रूप से काफी अधिक मात्रा



चित्र 1.35: बुट्रस जड़

टिप्पणी

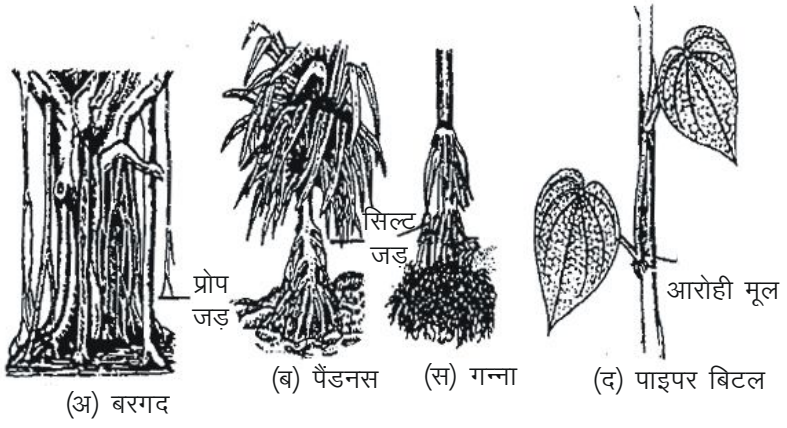
में जाइलम रेशे पाये जाते हैं। सही मायने में यह आंशिक रूप से तना तथा आंशिक रूप से जड़ होता है। कुछ लेखक इसे अपस्थानिक जड़ के रूपान्तरण के तहत अध्ययन करने की वकालत करते हैं। चूँकि बुट्रेस मूल का निर्माण प्रारंभ में विकसित हुए प्राथमिक मूल तथा मुख्य तने के संयुक्त योगदान के फलस्वरूप होता है इसलिए इसे मूसला जड़ का रूपान्तरण माना जाता है। (चित्र 1.35 अ)

उदाहरण– भारतीय सेमल (Indian Silk Tree), टर्मिनेलिया कैटप्पा (Terminalia catappa) आदि।

II. अपस्थानिक जड़ में यांत्रिक सहायता हेतु रूपान्तरण–

अपस्थानिक जड़ों में यांत्रिक सहायता के लिए निम्नांकित रूपान्तरण पाये जाते हैं–

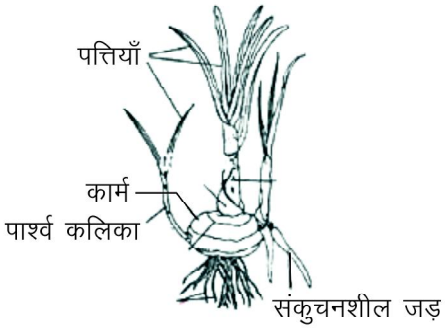
1. **स्तम्भ मूल (Prop roots)**– यह लम्बी, सीधी, खम्भानुमा अपस्थानिक जड़ होती है जोकि तने की बड़ी क्षैतिज शाखाओं से विकसित हाती है। स्तम्भ मूल की ओर सीधी रेखा में बढ़ते है तथा भूमि की सतह के सम्पर्क में आने पर उसमें घुसकर मुख्य शाखाओं को खम्भे की तरह यांत्रिक सहायता प्रदान करती हैं। यांत्रिक सहायता के साथ–साथ स्तम्भ मूल खनिज लवणों तथा जल के अवषोषण का भी कार्य करती हैं।
   उदाहरण– बरगद। (चित्र 1.36 अ)
2. **अवस्तम्भ मूल (Stilt root)** – अवस्तम्भ मूल कुछ दुर्बल तने वाले पौधों में देखने को मिलती है। यह तने के पर्व से विकसित होती हैं। तथा तिरछे रूप से बढ़ती हुई भूमि के सम्पर्क में आती हैं तथा तने को यांत्रिक सहायता प्रदान करती है।
   उदाहरण– मक्का, गन्ना, केवड़ा आदि। (चित्र 1.36 ब, स)
3. **आरोही मूल (Climbing roots)** – यह जड़ अत्यंत दुर्बल तने वाले शाकीय पौधों में पायी जाती हैं। पौधों की पर्व सन्धियों से छोटी–छोटी अपस्थानिक जड़ें विकसित होती हैं जो कि आधार की दरारों में घुसकर अथवा गोंदनुमा पदार्थ स्त्रावित कर आधार से चिपककर पौधो को ऊपर की ओर चढ़ने में मदद करता है। उदाहरण– *पाइपर विटेल*, मनी प्लांट आदि। (चित्र 1.36 द)



चित्र 1.36: यांत्रिक सहायता हेतु अपस्थानिक जड़ो का रूपान्तरण

टिप्पणी

4. संकुचनशीन जड़े (Contractile roots)– कुछ भूमिगत एवं रूपान्तरित तनों से विशिष्ट प्रकार की अपस्थानिक जड़ें विकसित होती हैं, जिनमें संकुचन की क्षमता होती है, ऐसी जड़ों को संकुचनषील जड़ें कहते हैं। ये जड़े प्रकन्द अथवा धनकंद की नयी वृद्धिशील कलिका के निचले हिस्से से बनती हैं तथा संकुचित होकर विकसित होने वाली शाखाओं को प्रतिकूल परिस्थितियों में भू–पटल के नीचे ही बनाए रखती हैं। इन जड़ों की पहचान उनकी सतह पर स्थित कुंचन धारियों की उपस्थिति से होती हैं। (चित्र 1.37)



चित्र 1.37: संकुचनशील जड़े

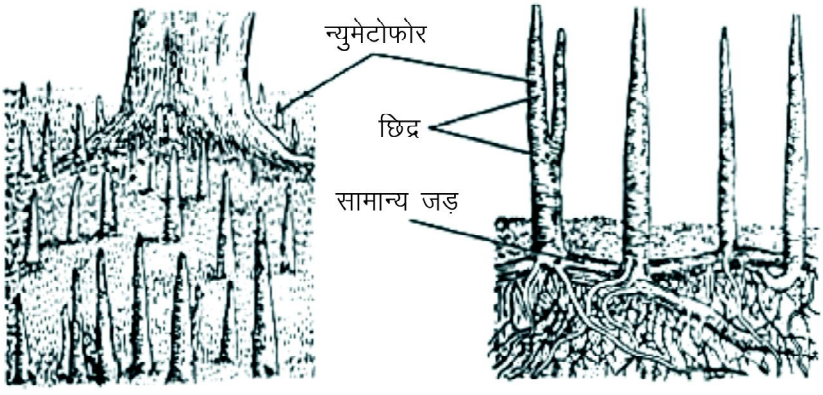
(C) **विशिष्ट एवं जैविक क्रियाओं के लिए रूपान्तरण** (Modifications for Specific and Vital Functions)

अनेक पौधों में जड़ विशिष्ट कार्यों को भी सम्पादित करती है तथा अलग–अलग स्वरूपों वाली हो जाती हैं। विशिष्ट एवं जैविक क्रियाओं के कारण होने वाले रूपान्तरणों का मूसला जड़ एवं अपस्थानिक जड़ के संदर्भ में अलग–अलग वर्णित किया जा रहा है–

I. मूसला जड़ में विशिष्ट जैविक क्रियाओं के लिए रूपान्तरण (Modifications in Tap Root for Specific and Vital Functions)

(1) श्वसन मूल या न्यूमैटोफोर (Respiratory root or Pneumatophores)–

कुछ पौधों की जड़े श्वसन करती हैं जिन्हें श्वसन मूलें अथवा न्यूमेटोफोर्स कहते हैं। कुछ वृक्षों एवं झाड़ियों की जड़ें लवणीय दलदली स्थानों में वृद्धि



चित्र 1.38: राइजोफोरा में न्यूमेटोफोर

टिप्पणी

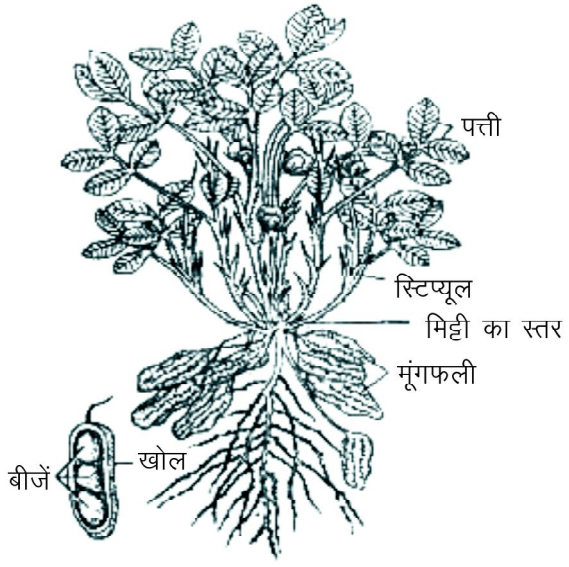
करती हैं। ऐसे पादप मेनग्रोव पादप कहलाते हैं इनकी जड़ों को प्रचुर मात्रा में ऑक्सीजन प्राप्त नहीं हो पाती है ऐसी स्थिति में कुछ जड़ शाखाएँ वायु में खड़ी क्षैतिज द्वितीयक जड़ों से वृद्धि करती हैं। अर्थात ये ऋणात्मक गुरूतवीय होती है। जड़ों के अनावृत सिरों पर छोटे–छोटे छिद्र या वातरन्ध्र पाये जाते हैं जो विशिष्ट प्रकार के वातरन्ध्र होते हैं। (चित्र 1.38 अ, ब)

अतः यह श्वसन मूल कहलाती हैं। हिरीटीरा तथा राइजोफोरा इन श्वसन मूलों के उदाहरण हैं। राइजोफोरा में स्टिल्ट जड़ें पायी जाती हैं जो एक लंगर का कार्य करती हैं तथा दलदली स्थानों मे पौधे को साधे रखती हैं।

इन हेलोफाइट्स वृक्षों में न्यूमेटोफोर्स, भूमिगत भागों में ऑक्सीजन भेजते हैं। सभी न्यूमेंटोफोर्स में वायुमण्डलीय ऑक्सीजन अवशोषण की युक्तियाँ होती हैं; जैसे वयुरन्ध्र जैसे छिद्र तथा पतला कॉर्टेक्स स्तर। इनमे अवशोषित ऑक्सीजन को स्थानान्तरित करने की क्षमता होती है। प्राथमिक कॉर्टेक्स तथा फ्लोएम में बहुत अधिक विकसित अन्तःकोशकीय अवकाश होती हैं जो पत्तियों के स्टोमेटा से जुड़े होते हैं।

(2) ग्रंथिकीय मूल (Nodulated root)–

ग्रंथिकीय मूल सहजीविता का अच्छा उदाहरण है क्योंकि इसमें दो अलग–अलग जीव परस्पर फायदे के लिए साथ–साथ जीवन–यापन को सहसम्बन्धित होते है। सूक्ष्म जीव अपने विशिष्ट प्रकार्यों से पोषक पौधे को फायदा पहुँचाते हैं तथा बदले में उनसे पोषण प्राप्त करते हैं।



चित्र 1.39: अरेकिस की ग्रन्थिल मूल

दलहनी पौधों जैसे मटर, चना, सेम, मसूर, अरहर, आदि में प्राथमिक जड़ तथा द्वितीयक जड़ की सतह पर उभारयुक्त रचना के रूप में छोटी–छोटी गाँठें पायी जाती हैं जिन्हें नोड्यूल अर्थात ग्रंथिका तथा एसी जड़ को ग्रंथिकीय जड़ कहते हैं। नोड्यूल विशिष्ट प्रकार के नाइट्रोजन स्थिरीकरण की क्षमता वाले जीवाणुओं की उपस्थिति के कारण बनते हैं। ग्रंथिका निर्माण में सलंग्न जीवाणु *राइजोवियम* वंश का होता है तथा इसकी जाति

टिप्पणी

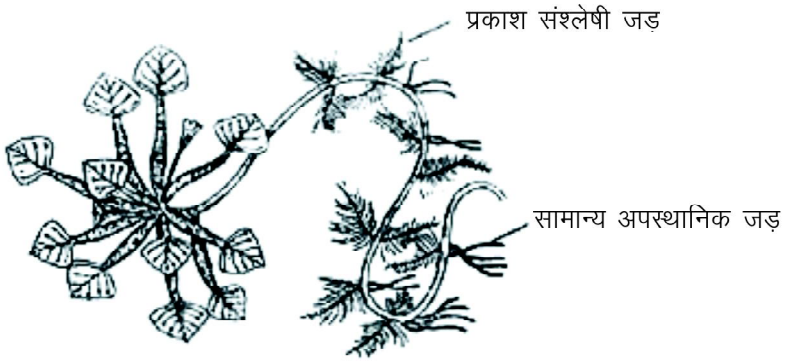
राइजोबियम लेग्यूमिनोसैरम नामक जीवाणु की स्ट्रेन होती है। ये जीवाणु वातावरण से नाइट्रोजन का अवशोषण कर उसे नाइट्रोजनी यौगिक में बदल देता है। वातावरणीय नाइट्रोजन स्थिरीकरण कहलाती है। जीवाणुओं से दलहनी पौधों को नाइट्रोजन प्राप्त होता है तथा पोषक पौधों से जीवाणुओं को कार्बोहाइड्रेट की प्राप्ति होती हैं। इस प्रकार दोनों साथ–साथ रहते हुए एक दूसरे को फायदा पहुँचाते रहते हैं। (चित्र 1.39)

II. अपस्थानिक जड़ में विशिष्ट कार्यों के कारण रूपान्तरण –

अनेक पौधों में अपस्थानिक जड़ अनेक प्रकार के विशिष्ट कार्यों को भी सम्पादित करती हैं तथा उसी के अनुसार विशिष्ट रचना के रूप में परिवर्तित एवं अनुकूलित भी हो जाती हैं। अपस्थानिक जड़ों में विशिष्ट जैविक कार्यों के कारण होने वाले मुख्य रूपान्तरण निम्नाकिंत हैं–

(1) स्वांगीकारक अथवा प्रकाश संश्लेषी **(Assimilatory or photosynthetic root)** – कुछ पौधों में अपस्थानिक जड़ लम्बी बेलनाकार फीतानुमा या खण्डित परन्तु पर्णहरिम युक्त हो जाती हैं। ऐसी जड़ को प्रकाश संश्लेषी जड़ कहते हैं क्योंकि ये सूर्य के प्रकाश की उपस्थिति में CO_2 तथा H_2O से क्रिया करके कार्बोहाइड्रेट बनाती हैं। (चित्र 1.40)

उदाहरण–*ट्रापा बाइस्पिनोसा, टिनोस्पोरा, टिनियोफाइलम, वैण्डा, रॉक्सबर्घाई* आदि।



चित्र 1.40: ट्रापा की प्रकाश संश्लेषी जड़

(2) प्लावी मूल (Floating root) – अनेक जलीय पौधों जैसे *जूसिया रिपेन्स, लूडविगिया* आदि की प्लावी शाखाओं के पर्व से अनेक अपस्थानिक जड़ बनती हैं। ये जड़ रंगहीन स्पंजी, शंक्वाकार, श्वेत या भूरे, घनात्मक प्रकाशानुवर्ती रचना के रूप में होती हैं, उन्हे प्लाबी मूल कहा जाता है। इस प्रकार की मूल में वायु भरी होती है जिसके कारण ये गैसीय आदान–प्रदान का कार्य भी करती हैं

चित्र 1.41: प्लावी जड़े

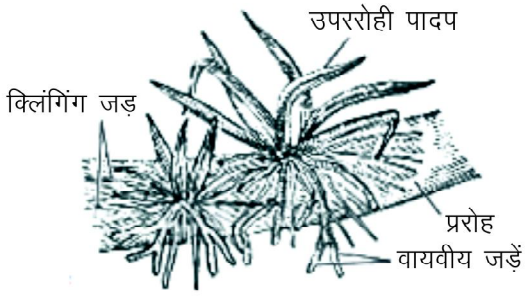
टिप्पणी

अर्थात श्वसन की क्रिया का भी सम्पादन करती हैं, इसलिए इन्हें श्वसन मूल भी कहते हैं। अर्थात् ये मूल तैरने में तो मदद करती ही हैं साथ–ही–साथ श्वसन में भी सहयोग करती हैं। (चित्र 1.41)

(3) चूषक मूल अथवा परजीवी मूल (Haustorial or Parasitic root) – इस प्रकार की रूपान्तरित विशिष्ट जड़ आंशिक परजीवी या पूर्ण परजीवी की स्थिति में पाई जाती है। ऐसी जड़ परजीवी के तने से विकसित होती है। पोषक के तने या मूल के ऊतकों का भेदन कर उसके संवहन ऊतकों से सम्पर्क बना लेती है जिसके कारण जल, खनिज लवण पोषक पदार्थ सीधे ही परजीवी के पादप काय को प्राप्त होने लगता है ऐसी जड़ों को चूषक मूल या परजीवी मूल कहते हैं। इस प्रकार की जड़ अनेकानेक पौधों में मिलती हैं। जैसे–*कसक्यूटा*, चन्दन, *लोरैन्थम* आदि। इनमे से *कसक्यूटा* (अमरबेल) पूर्ण परजीवी होती है क्योंकि इसके तने से केवल स्केली पत्तियाँ लगी होती हैं तथा यह पोषक पदार्थ पर पूर्णतः आश्रित रहती है। (चित्र 1.42)

चित्र 1.42: अमरबेल परजीवी जड़

(4) वायवीय मूल अथवा आद्रताग्राही मूल (Aerial root or Hygroscopic root)– कुछ उपरिरोही पौधें जैसे कुछ आर्किड्स में क्लिंगिंग मूल के अतिरिक्त लम्बी, वायवीय तथा हवा में लटकती हुई मूल पाई जाती हैं जो कि हवा से नमी को अवशोषित करती हैं। इस प्रकार नमी अवशोषित करने वाली जड़ को वायवीय जड़ या आर्द्रताग्राही मूल कहते हैं। इन मूलें की सतह पर वेंलामेन ऊतक की परिधीय परत होती है। यह नमी अवशोषण के साथ–साथ जल संग्राहक की तरह कार्य करती है। उदाहरण– वैन्डा रॉक्सवर्घाई (चित्र 1.43)



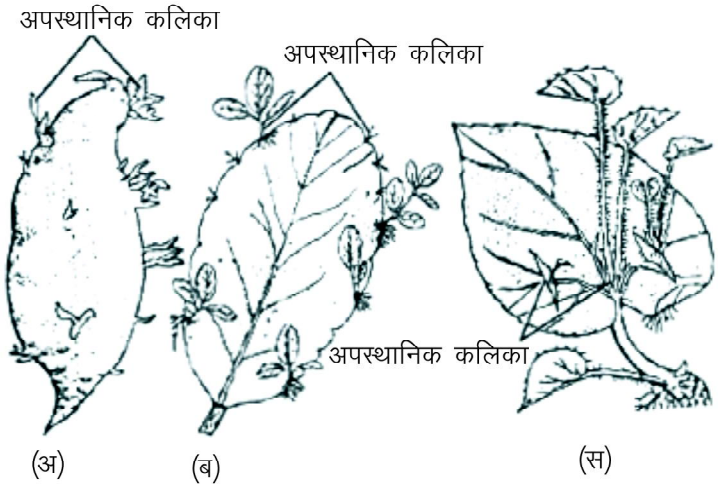
चित्र 1.43: वायवीय जड़

(5) प्रजनन मूल– कभी–कभी अपस्थानिक कलिकाएँ जड़ों पर उगती हैं जो प्रजनन का कार्य करती हैं। अनेक उद्यान पादपों के आधार से उद्यान कृषि इस प्रकार उत्पन्न होती हैं। परवल, शकरकन्द तथा *इपीकाक* में इस प्रकार

टिप्पणी

का प्रजनन जड़ कटिंग्स द्वारा होता है। पोडोस्टेमेसी में जड़ों द्वारा प्रवर्धन होता है अतः यह जड़े जननात्मक कहलाती हैं।

जब कलिकाएँ अपने सामान्य स्थान से न निकल कर शीर्ष अथवा कक्ष से निकलती हैं तो उन्हें अपस्थानिक कलिकाएँ कहते हैं। कुछ अपस्थानिक कलिकाएँ तने पर एकस्ट्रा एक्जीलरी स्थिति से निकलती हैं। जड़ो से उत्पन्न इस प्रकार की कलिकाएँ, मूलांकुर कलिकाएँ तथा पत्तियों से उत्पन्न उपरिपर्णी कलिकाएँ कहलाती हैं। जब पौधे का मुख्य तना काट दियाया जाता है तो अधिक मात्रा में उससे बहने वाला रस केवल प्रसुप्त कलिकाएँ उत्पन्न नहीं करता है अपितु पूर्व नव कलिकाओं को तने के कटे हुए किनारों पर विकसित करता है। अनेक पादपों में जड़ कलिकाएँ पायी जाती हैं। कुछ पौधों जैसे बेल तथा पोपुलर का स्तम्भ काट दिया जाता है तो उनकी जड़ों पर कलिकाएँ उत्पन्न होती हैं। कुछ उद्यानीय फसलों के प्रवर्धन के लिए जड़ कलिकाओं को प्रयोग में लाया जाता है; जैसे शकरकन्द, परवल। इन पौधों में जड़ कटिंग्स को बीजों की भाँति प्रयोग में लाते हैं। समान कलिकाएँ जड़ सहित पत्तियों के तटो अथवा सतह पर उगती हैं; जैसे *विगोनिया, कालान्चू, गेसनेरा* तथा *ग्लोक्सीनिया* आदि उद्यान विभाग में पौधे उगाने के लिए बहुत लाभप्रद सिद्ध हुआ है। (चित्र 1.44 अ-स)



चित्र 1.44: प्रजनन मूल (अ) शकरकन्द (ब) कालान्चू (क) बिग्नोनिया

(D) सूक्ष्म–जीवों के साथ पारस्परिक क्रिया के लिए जड़ के आकारिकीय रूपान्तरण

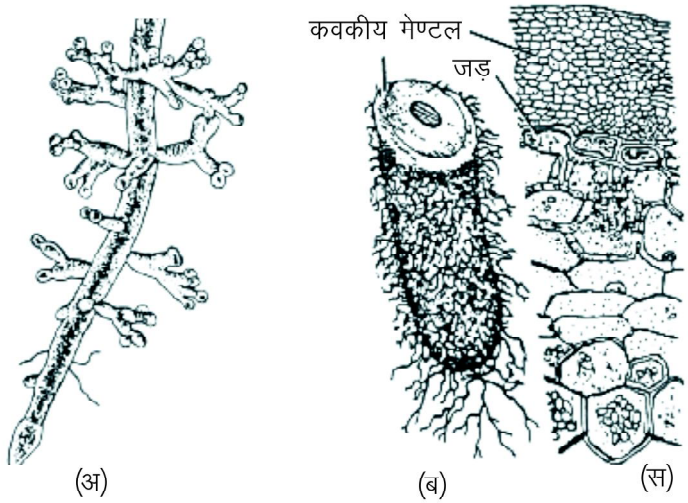
जब दो पौधे परस्पर इस प्रकार संबंध स्थापित करते हैं कि इससे दोनों को लाभ होता है तो इस क्रिया को सहजीविता कहते हैं तथा प्रत्येक पौधे को सहजीवी कहते हैं। लाइकेन जो कि पौधों का एक विशेष वर्ग है सहजीविता का सबसे अच्छा उदाहरण है। लाइकेन में एक शैवाल तथा एक कवक में बहुत घनिष्ठ संबंध है। शैवालों में पर्णहरिम होता है अतः आवश्यकतानुसार भोजन का निर्माण करता है जिसे कवक लेता है एवं शैवाल को इसके बदले जल, खनिज लवण तथा रहने के लिए स्थान देता है।

टिप्पणी

इसका एक और सामान्य उदाहरण माइकोराइजा है जिसमें कवक उच्च श्रेणी के पादपों की जड़ों में पाया जाता है। यह दो प्रकार का होता है। एक्टोट्रोफिक– जब कवक मूल कॉर्टेक्स के अन्दर वृद्धि करता है। इसके अलावा लेग्यूनिमस पौधों में मूल ग्रन्थिकाएँ पाये जाते हैं जिन्हें विशेष प्रकार की सहजीविता कहते हैं।

I. एक्टोट्रोफिक माइकोराइजा (Ectotrophic Mycorrhiza)

वृक्षों की जड़ों पर कवक उगते हुए पाये जाते हैं जो जड़ों के बाहर मेण्टल बना लेती हैं, जैसे फेगेसी, बेटूलेसी तथा कोनीफर्स के वृक्षों की जड़ो पर कवक उगते हैं तथा बाहरी कोशिकाओं के मध्य प्रवेश करते हैं तथा सामान्य मूल रोमों को विस्थापित कर देते हैं। कवकों की वृद्धि के कारण जड़ों की वृद्धि रूक जाती है और वे असामान्य दिखाई देने लगती हैं। जड़ों की टिप वृद्धि नहीं करती हैं तथा मूल रोम नहीं बनते हैं आवृतबीजी के पूर्ण मृतोपजीवी पौधे की जड़ों के मेण्टल पूरी तरह कवकतन्तुओं द्वारा ढक जाते हैं अतः पौधे अपना सम्पूर्ण पोषण कवकों द्वारा प्राप्त करते हैं तथा इन पौधों में क्लोरोफिल नहीं पाया जाता है। (चित्र 1.45 अ-स)

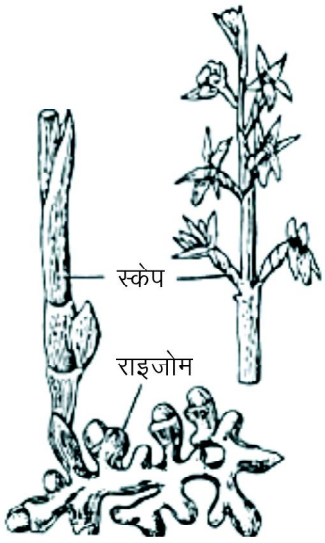


चित्र 1.45: जड़ो में एक्टोट्राफिक माइकोराइजा प्रदर्शित (अ) पाइन की माइकोराइजल मूल (ब) मूल गोप पर कवक मेण्टल, (स) पाइनस की माइकोराइजल जड़ की अनुप्रस्थ काट

II. एण्डोट्रोफिक माइकोराइजा (Endotrophic Mycorrhiza)

इनमें कवक पौधों की जड़ों के ऊतकों के अन्दर पाया जाता है। ऑर्किड्स के बीजों का जब तक कवकों द्वारा संक्रमण नहीं किया जाता, वे अंकुरण में असमर्थ होते हैं, क्योंकि शिशु नवोद्भिदों का कुछ–न–कुछ पोषण कवकों द्वारा होता है। पौधों के परिपक्व हो जाने पर इन कवकों का विशेष महत्व नहीं रह जाता है। दूसरी ओर कुछ बिना हरे ऑर्किड्स होते हैं जैसे कोरेलोराइजा, नियोटिया तथा एपीपोजियम जो पूर्ण मृतोपजीवी होते हैं। कोरेलोराइजा का राइजोम स्वतन्त्रतापूर्वक शाखित होता है। किन्तु जड़ों का अभाव होता है। राइजोम नवोद्भिद अवस्था में कवकों द्वारा बहुत अधिक संक्रमित होता है इसी प्रकार का माइकोराइजल कवक टेरिडोफाइट्स में भी पाया जाता है। (चित्र 1.46)

टिप्पणी



चित्र 1.46: आर्किड में राइजोम में माइकोराइजा एवं पुष्पीय स्केप

अपनी प्रगति जाँचिए (Check Your Progress)

1. जब जाइलम चारों ओर फ्लोएम से घिरा होता है, तो संवहन बंड़ल कहलाता है–

   (क) संयुक्त (ख) अरीय

   (ग) दारुकेन्द्री (घ) फ्लोएम केन्द्री

2. आधारभूत ऊतक होते है–

   (क) दृढ़ ऊतक (ख) चालनी कोशिका

   (ग) सखी कोशिका (घ) मृदूतक

3. संवहन बंड़ल, जिसमें जाइलम व फ्लोएम विभिन्न त्रिज्या पर स्थित होते हैं को कहते हैं?

   (क) अरीय (ख) संकेन्द्री

   (ग) दारुकेन्द्री (घ) संयुक्त

4. विभाजन क्षमता निम्न में से किसमें पायी जाती है?

   (क) प्रविभाजी ऊतक (ख) स्थायी ऊतक

   (ग) विशेष ऊतक (घ) उपर्युक्त सभी में

5. निम्नलिखित में से कौन सी जीवित कोशिका है?

   (क) वाहिनिकाएँ (ख) बाहिकाएँ

   (ग) रेशे (घ) मृदूतक

6. फ्लोएम किस प्रकार का ऊतक है?

   (क) विशिष्ट (ख) जटिल स्थायी

   (ग) सरल स्थायी (घ) प्रविभाजी

टिप्पणी

7. निम्नांकित में से कौन सा संवहन ऊतक है?

(क) मृदूतक (ख) दृढ़ ऊतक

(ग) स्थूलकोण ऊतक (घ) जाइलम

8. कौन–सा ऊतक काष्ठ का पर्यायवाची है?

(क) फ्लोएम (ख) पेरेन्काइमा

(ग) जाइलम (घ) कैम्बियम

9. निम्नलिखित में से कौन.सा फ्लोएम का भाग नहीं है?

(क) चालनी नलिकाएँ (ख) वाहिनियाँ

(ग) सहायक कोशिकाएँ (घ) फ्लोएम फाइबर्स।

10. ट्यूनिया कार्पस मत प्रस्तुत किया था ?

(क) हैन्सटीन ने (ख) शिमिड ने

(ग) नगेली ने (घ) नगेली तथा हेन्सटीन ने

11. हिस्टोजन मत प्रस्तुत किया था?

(क) हैन्सटीन ने (ख) शिमिड ने

(ग) डार्विन ने (घ) नगेली ने

12. मूल टोपी का निर्माण किसके द्वारा किया जाता है?

(क) डरमेटीन (ख) पेरीब्लेम

(ग) कैलिप्ट्रोजन (घ) प्लोरोम

13. किसके शीर्ष (tip) पर क्विसेण्ट केन्द्र (Quiescent centre) स्थित होता है?

(क) स्तम्भ (stem) (ख) जड़ (Root)

(ग) पत्ती (Leaf) (घ) बाह्यदल (Sepal)।

14. अरीय संवहन पूल पाये जाते हैं–

(क) जड़ में (ख) पत्ती में

(ग) तना में (ग) उपर्युक्त सभी में

15. कॉरपर–कॉपे सिद्धान्त के अनुसार मूलाग्र की कोशिकाएँ विभक्त होती हैं?

(क) एक तल में (ख) दो तल में

(ग) तीन तल में (घ) चार तल में

16. हेन्सटीन ने प्रतिपादित किया था ?

(क) हिस्टोजन वाद

(ख) ट्यूनिका कार्पस वाद

(ग) अग्र कोशिका वाद

(घ) ऐनियन इनीशियल एवं मेरिस्टोम डी ऐन्टेनरी वाद

टिप्पणी

17. द्विबीजपात्री जड़ में संवहन बंड़ल्स की संख्या होती है–
    (क) 2 से 6 (ख) 4 से 8
    (ग) 8 से 12 (घ) 8 से अधिक
18. एक्सार्क (exarch) स्थिति पाई जाती है?
    (क) जड़ में (ख) तने में
    (ग) पत्तियों में (घ) पर्णवृन्त में
19. मार्ग (Passage) कोशिकाएँ पायी जाती हैं?
    (क) पेरीसाइकिल में (ख) कॉर्टेक्स में
    (ग) एपोडर्मिस में (घ) एण्डोडर्मिस में
20. वलयाकार जड़ का उदाहरण हैं–
    (क) इपीकाक (ख) एस्पेरेगस
    (ग) ऑर्किड (घ) कस्कुटा
21. श्वसन मूल पाई जाती हैं?
    (क) बरगद में (ख) ऑर्किड में
    (ग) राइजोफोरा में (घ) मक्का में
22. ऋणात्मक गुरुत्वीय जड़ें पायी जाती है?
    (क) फाइकस बेन्गालेन्सिस में (ख) डेकस केरोटा में
    (ग) मेन्ग्रूप में (घ) डहेलिया में
23. जड़ों द्वारा प्रवर्धन होता हैं?
    (क) शकरकन्द में (ख) मूली में
    (ग) ऑर्किड में (घ) किसी में नहीं
24. स्तम्भ जड़ें पाई जाती हैं–
    (क) पीपल में (ख) गन्ने में
    (ग) बरगद में (घ) मक्का में
25. एक्टोट्रेफिक माइकोराइजा का उदाहरण हैं–
    (क) कोनीफर्स (ख) ऑर्किड
    (ग) एपीपोजियम (घ) नियोटिया

1.7 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर (Answer to Check Your Progress)

टिप्पणी

1. (ग)	11. (क)	21. (ग)
2. (घ)	12. (ग)	22. (ग)
3. (क)	13. (ख)	23. (क)
4. (क)	14. (क)	24. (ग)
5. (ग)	15. (ख)	25. (क)
6. (ख)	16. (क)	
7. (घ)	17. (क)	
8. (ग)	18. (क)	
9. (ख)	19. (घ)	
10. (ख)	20. (क)	

1.8 सारांश (Summary)

आवृत्तबीजी पौधों में सुविकसित ऊतक तंत्र होता है। जिसमें विभज्योतक (प्रविभाजी) एवं स्थायी ऊतक होते हैं। संवहन तंत्र में जाइलम व फ्लोएम विभिन्न प्रकार से व्यवस्थित होकर संवहन पूल बनाते हैं। आवृत्तीबीजी जड़ो में शीर्षस्थ प्रविभाजी ऊतक होते हैं जिनका विकास मूल शीर्ष कोशिका अथवा कोशिकाओं से होता है। एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना में मुख्य विभेद संवहन पूल में होता है जो क्रमशः 6–20 एवं 2–6 की संख्या में होते हैं। किन्तु दोंनों में ही संवहन पूल अरीय व एक्सार्क होते हैं। केवल द्विबीजपत्री जड़ों में कैम्बियम के द्वारा द्वितियक वृद्धि होती है। जड़ों में खाद्य पदार्थ संग्रहण, यान्त्रिक शक्ति, श्वसन, प्रजनन व प्रकाश संश्लेषण हेतु रूपान्तरण होते हैं। सूक्ष्मजीवों की परस्पर क्रिया के फलस्वरूप, जड़ों में एक्टोट्रोफिक व एण्डोट्रोफिक माइकोसइजा पाए जाते हैं।

1.9 मुख्य शब्दावली (Key Terminology)

- संवहन पूल
- जाइलम फ्लोएम
- कैम्बियम
- अरिय
- कोलेट्ररल
- सकेन्द्री
- मृदूतक
- दृढ़ोतक

- विभज्योतक
- मूसला व अपस्थानिक जड़
- रुपान्तरण
- माइकोराइजा
- कार्क कैम्बियम
- पेरिडर्म
- शीर्षस्थ विभज्योतक
- ऊतक

टिप्पणी

1.10 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास (Self Assessment Questions and Exercises)

लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Type Questions)

1. किन्ही दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए ?
   (अ) मूल अग्रस्थ हेतु हिस्टोजनवाद (हिस्टोजन मत)
   (ब) पार्श्व प्रविभाजी ऊतक
   (स) कॉरपर.कॉपे सिद्धान्त
   (द) शान्त केन्द्र अवधारणा
   (त) कैलिप्ट्रोजन
   (थ) जड़ ऊतकों का विभेदन।
2. शीर्ष एवं पार्श्व प्रविभाजी ऊतक की विशेषताओं पर टिप्पणी लिखिए।
3. सरल स्थायी ऊतक पर टिप्पणी लिखिए।
4. जटिल स्थायी ऊतक पर टिप्पणी लिखिए।
5. निम्नलिखित पर संक्षिप्त लेख लिखिए–
   (अ) लेटिसिफेरस ऊतक
   (ब) जाइलम की रचना व कार्य
   (स) विशिष्ट ऊतक
   (द) जटिल ऊतक
   (त) चालनी तत्व
   (थ) हायडेथोड
6. जड़ की आन्तरिक संरचना के मुख्य लक्षण लिखिए।
7. किसी एकबीजपत्री जड़ की प्राथमिक आन्तरिक संरचना पर टिप्पणी लिखिए।
8. किसी द्विबीजपत्री जड़ की प्राथमिक आन्तरिक संरचना पर टिप्पणी लिखिए।
9. एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना में अन्तर लिखिए।

टिप्पणी

10. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखिए–
    (अ) माइकोराइजा
    (ब) ग्रन्थिल जड़ें
    (स) श्वसन जड़ें
    (द) न्यूमेटोफोर
    (त) लवणोद्भिद
    (थ) पितृस्थ अंकुरण
    (न) एण्ड्रोट्रोफिक माइकोराइजा
11. जड़ के संचयन के लिए रूपान्तरणों का संक्षेप में सचित्र वर्णन करिए।
12. निम्न पर टिप्पणी लिखिए–
    (अ) जनन के लिए जड़ों में संरचनात्मक परिवर्तन
    (ब) सग्राहक जड़ों के कार्य
    (स) श्वसन के लिए जड़ों में आकारिकीय रूपान्तरण
    (द) जड़ के आकारिकीय रूपान्तरण
    (त) ग्रन्थिका मूल
13. जड़ की सूक्ष्मजीवों के साथ पारस्परिक क्रिया पर टिप्पणी लिखिए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Type Questions)

1. ऊतक को परिभाषित करते हुए विभिन्न प्रकार के प्राथमिक स्थाई ऊतकों का वर्णन कीजिए?
2. प्राथमिक विभज्योतक ऊतको का विस्तृत वर्णन कीजिए?
3. आधारभूत ऊतक तंत्र का उल्लेख कीजिए?
4. संवहन पूल की संरचना एवं प्रकारों को समझाइये?
5. एंजियोस्पर्म (आवृत्तीबीजी) पादपों में मूल शीर्ष की संरचना के विभिन्न मतों का उल्लेख करिए?
6. एंजियोस्पर्म के मूल ऊतक विभेदन का स्पष्ट वर्णन कीजिए।
7. टिप्पणी कीजिए
    (अ) सरल ऊतक
    (ब) जटिल ऊतक
    (स) विशिष्ट ऊतक
8. प्राथमिक स्थायी ऊतक पर निबंध लिखिए?
9. द्विबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना का उल्लेख कीजिए।
10. एकबीजपत्री जड़ों की आन्तरिक संरचना को समझाइये।
11. संवहन कैम्बियम एवं व्यार्क कैबियम की सक्रियता के संदर्भ में जड़ों की द्वितीयक वृद्धि का वर्णन कीजिए?

12. जड़ एवं सूक्ष्मजीवों की पारस्परिक क्रिया पर निबंध लिखिए।
13. जड़ों के कार्य एवं संचयन के लिए रूपान्तरणों का वर्णन कीजिए?
14. मूसला एवं अपस्थानिक जड़ों के अन्तर को समझाइये एवं न्यूमेटोफोर का वर्णन कीजिए?
15. जैविक कार्यो एवं यान्त्रिक कार्यो हेतु जड़ो के अकारकीय रूपान्तरण को समझाइयें?
16. प्रजनन व ग्रन्थिका मूल का विस्तृत वर्णन कीजिए?
17. संवहन ऊतक तंत्र का वर्णन कीजिए?
18. जड़ों में ऊतक विभेदन किस प्रकार होता है?
19. जड़ों में द्वितियक वृद्धि का उल्लेख कीजिए?

टिप्पणी

1.11 सहायक पाठ्य सामग्री (Suggested Readings)

1. Vashishta, P.C. (1984) Plant Anatomy
2. Pandey, B.P. (1994) Plant Anatomy
3. Shrotriya, A. Shrotriya, A.K. and Bhardwaj, A.K. (2018) R.P. Unified Botany, Second year

इकाई 2 प्ररोह तंत्र (Shoot System)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

2.0 परिचय
2.1 उद्देश्य
2.2 प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक
2.3 प्ररोह शीर्षस्थ ऊतकीय संगठन
2.4 एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना
- 2.4.1 द्विबीजपत्री स्तंभ की प्राथमिक संरचना
- 2.4.2 द्विबीजपत्री सूर्यमुखी के तरुण तने की आन्तरिक संरचना
- 2.4.3 कुकुरबिटाः तरुण तने की आन्तरिक संरचना
- 2.4.4 प्रमुख एकबीजपत्रों स्तभों की प्राथमिक संरचना
- 2.4.5 एकबीजपत्री तने की आंतरिक संरचना की विशेषताएँ

2.5 संवहन एधा एवं उसके कार्य
- 2.5.1 एधा की उत्पत्ति एवं स्थिति

2.6 तनों में द्वितियक, वृद्धि
- 2.6.1 द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि
- 2.6.2 एकबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि
- 2.6.3 वृद्धि वलय की विशेषताएँ
- 2.6.4 रस काष्ठ एवं अन्तः काष्ठ
- 2.6.5 द्वितीयक फ्लोयम, कॉर्क कैम्बियम एवं परिचर्म
- 2.6.6 फ्लोयम कोशिकाओं के प्रकार
- 2.6.7 द्वितीयक फ्लोयम में ऋतुनिष्ठा वलय

2.7 परिचर्म या पेरीडर्म व कार्क कैम्बियम
- 2.7.1 कॉर्क एवं छाल के कार्य

2.8 तनाः असामान्य संरचनाएँ
- 2.8.1 निक्टेन्थिस तने की आन्तरिक संरचना
- 2.8.2 बिगनोनिया तने की आन्तरिक संरचना
- 2.8.3 लेप्टाडीनिया तने की आन्तरिक संरचना
- 2.8.4 साल्वेडोरा तने की आन्तरिक संरचना
- 2.8.5 एकाइरन्थिसः तने की आन्तरिक संरचना
- 2.8.6 बोहराविया तने की आन्तरिक संरचना
- 2.8.7 ड्रेसीना तने की असामान्य संरचना

2.9 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
2.10 सारांश
2.11 मुख्य शब्दावली
2.12 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
2.13 सहायक पाठ्य सामग्री

2.0 परिचय (Introduction)

प्ररोह का विकास शीर्षस्थ विभाज्योतक द्वारा होता है। द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पादपों के तनों की सामान्य संरचना के अतिरिक्त कुछ असामान्य आन्तरिक संरचनाए भी होती हैं। द्वितीयक वृद्धिद्वारा तना मोटाई में वृद्धि करता हैं।

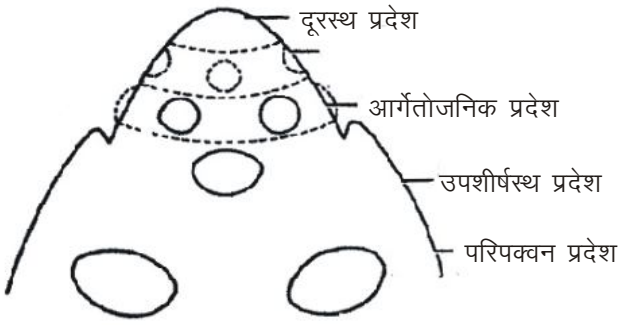
2.1 उद्देश्य (Objectives)

प्रस्तृत इकाई में एंजियोस्पर्म के प्ररोह की आन्तरिक संरचना व विकास का वर्णन किया गया। प्ररोह शीर्षस्थ विभाज्योतक द्वारा प्ररोह विकास होता है। कैम्बियम द्वारा द्वितीयक वृद्धि होती है। तने की आन्तरिक संरचना का वर्णन किया गया है।

टिप्पणी

2.2 प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक (Shoot Apical Meristem)

प्ररोह शीर्ष (Shoot Apex), प्ररोह का वह अन्तस्थ भाग (Terminal Part) होता है जो सबसे तरूण पर्ण आद्यक (Youngest leaf primordium) के ठीक ऊपर होता है। यह प्ररोह के प्राथमिक संगठन के समारम्भन का भाग होता है जिसके अन्तर्गत वृद्धि की प्रक्रियाएँ एवं कोशिका विभाजन होते हैं जिनसे अन्ततः नई कोशिकाएँ व ऊतक एवं पार्ष्व अंग जैसे पत्तियाँ आदि बनते हैं। प्ररोह शीर्ष भिन्न–भिन्न आकार के होते हैं। अधिकांश आवृत्तबीजियों जैसे ड्रायमिस (*Drymis*) और हिबिस्कस, सीरियाकस में प्ररोह शीर्ष अवतल होता हैं। प्ररोह शीर्ष को विभिन्न प्रदेशों में विभाजित किया जाता हैं। (चित्र 2.1)



चित्र 2.1: प्ररोह शीर्ष का क्रमानुसार प्रदर्शन

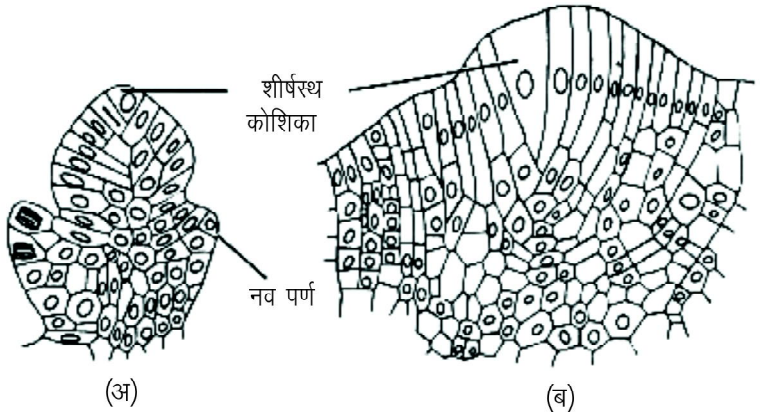
शीर्ष का विस्तार से अध्ययन किया गया है एवं कई सिद्धान्त प्रस्तुत किये गये हैं। **गिफर्ड (1954)** ने इन सिद्धान्तों का संक्षेपीकरण किया है जो इस प्रकार है–

1. शीर्षस्थ कोशिका सिद्धान्त (Apical cell theory) – वर्ष **1759** में **वुल्फ** ने प्ररोह शीर्ष को पहचाना एवं बताया कि पौधे की वृद्धि, अविकसित कोशिकाओं वाले इसी भाग में होती है। शीर्षस्थ कोशिका सिद्धांत **नागेली** द्वारा **1858** में प्रस्तुत किया गया। एल्गी, ब्रायोफाइट एवं टैरिडोफाइट के प्ररोह शीर्ष में एकल (Soliltary) शीर्षस्थ कोशिका खोजी गई।

   इस मत के अनुसार शीर्षस्थ कोशिका से अनेक कोशिकाएँ बन जाती है।

   जिसमें विभिन्न अंग बनते हैं। अनेक वैज्ञानिकों का मत है कि आवृतबीजी (एन्जीयोस्पर्म) तथा अनावृतबीजी (जिग्नोस्पर्म) पौधों में एकल शीर्षस्थ नहीं पाया जाता है। अतः यह सिद्धांत लागू नहीं होता हैं। (चित्र 2.2 अ, ब)

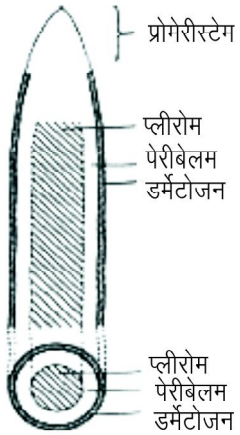
टिप्पणी



चित्र 2.2: शीर्षस्थ कोशिका सिद्धांत

(2) हिस्टोजन सिद्धांत (Histogen Theory)

सर्वप्रथम सन् 1857 में इस सिद्धांत को प्रसिद्ध वैज्ञानिक **हेन्सटीन** ने प्रतिपादित किया था जिसके अनुसार स्तम्भों तथा मूलों के शीर्षों में **हिस्टोजन** के तीन क्षेत्र पाये जाते हैं, जो अग्र प्रकार हैं। (चित्र 2.3)



चित्र 2.3: शीर्षस्थ कोशिका सिद्धांत

(i) डर्मेटोजन– यह सबसे बाहरी स्तर होता है जो कोशिकाओं का बना होता है। इस स्तर से तने में एपीडर्मिस तथा मूल में रोमधर स्तर (Pillferous layer) बनता है। मूल में भी डर्मेटोजन का स्तर पाया जाता है, जो अग्रक पर पेरीब्लेम में सम्मिलित होकर पेरीब्लेम के बाहर की ओर नयी कोशिकाओं का निर्माण करता है जो कैलिप्ट्रोजन कहलाती हैं। इन्हीं से मूल गोप बनता है।

(ii) पेरीब्लेम (रंभजन) – यह स्तर डर्मेटोजन के ठीक नीचे स्थित होता है। यह स्तर सिरों पर एक कोशिका मोटा होता हैं, किन्तु नीचे की ओर यह अनेक स्तरीय हो जाता है। इस स्तर की कोशिकाएँ अनेक बार विभाजन करके विभेदन करती हैं जो हाइपोडर्मिस, सामान्य कॉर्टेक्स तथा एण्डोडर्मिस का निर्माण करती है।

(iii) प्लीरोम (वल्कुटजन)– यह केन्द्रीय प्रविभाजी प्रदेश (Central meristematic region) होता है, जो पेरीब्लेम के नीचे स्थित होता है।

हैबरलैन्ट ने त्वचाजन, रमभंजन एवं बल्कुटजन के लिए क्रमशः प्रोटोडर्म प्राकैमिबयम एवं ग्राउण्ड मैरिस्टेम शब्द दिये।

टिप्पणी

हैन्स्टीन के हिस्टोजन सिद्धांत को बहुत लम्बे समय तक मान्यता दी गई। मूल शीर्ष के लिए ये आज भी उचित है, किन्तु एन्जियोस्पर्म के प्ररोह शीर्ष के लिए इसे मुख्यतः दो कारणों से अपर्याप्त माना गया–

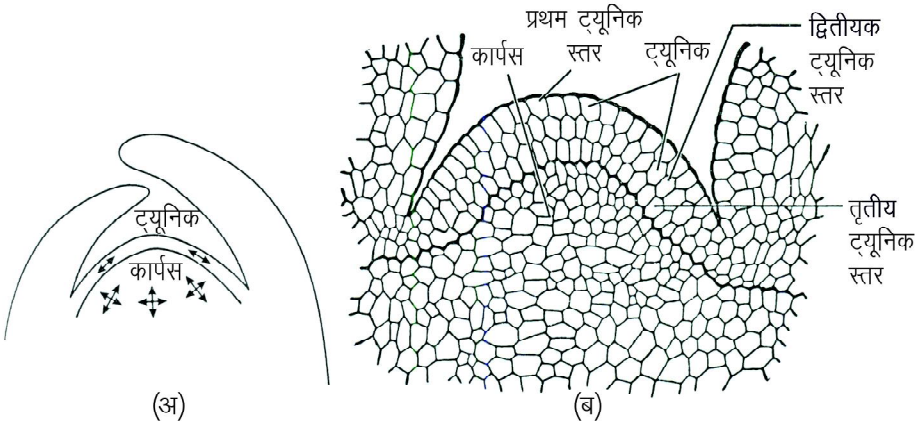
(a) त्वचाजन (Dermatogen) एवं रम्भजन (Periblem) की परतों में स्पष्ट विभेदन नहीं होता।

(b) स्पष्ट रूप से परिभाषित हिस्टोजन से किस प्रकार विभिन्न भाग उत्पन्न होते हैं। उसके वल्कुटजन में ये विभेदन नहीं पाया गया।

(3) ट्यूनिका कॉर्पस सिद्धांत (Tunica Corpus Theory)

इसके अनुसार स्तम्भ शीर्ष (shoot apex) की वृद्धि को स्पष्ट किया जा सकता है। सन् **1924** में प्रसिद्ध वैज्ञानिक शिमिट (schmidt) ने अग्रस्थ वर्धी प्रदेशों (apical growing regions) के ट्यूनिका कॉर्पस की विचारधारा प्रस्तुत की थी, जिसका समर्थन फॉस्टर ने किया था। इस सिद्धान्त के अनुसार स्तम्भ के अग्रस्थ भाग में ऊतकों के दो निम्नलिखित क्षेत्र पाये जाते हैं।

(i) ट्यूनिका (Tunicaa), (ii) कॉर्पस (Corpus)। (चित्र 2.4 अ एवं ब)



चित्र 2.4: (अ) ट्यूनिका कॉर्पस सिद्धांत द्विबीजपत्री के प्ररोह शीर्ष का संगठन (ब) विन्का माइनर प्ररोह शीर्षस्थ के लम्बवत काट में तीन स्तरीय ट्यूनिका तथा इसके नीचे अस्तरीय कॉर्पस प्रदर्शित

(i) ट्यूनिका (Tunica) – स्तम्भ शीर्ष में ट्यनिका कोशिकाओं का एक या अधिक स्तरों का क्षेत्र होता है, जो भीतरी ऊतकों की रक्षा करता है। ट्यूनिका की कोशिकाएँ एण्टीक्लाइनल तल में विभाजन करती हैं, जिसके फलस्वरूप स्तम्भ शीर्ष की पृष्ठीय सतह का विस्तार होता है। ट्यूनिका की कोशिकाएँ आकार में छोटी होती हैं। अतः इन्हें कॉर्पस की कोशिकाओं से पहचाना जा सकता है। बहुस्तरीय ट्यूनिका में सबसे बाहर वाली स्तर एपीडर्मिस का निर्माण करता है तथा भीतरी वाली कोशिकाएँ अनेक बार विभाजित होकर लीफ प्राइमोर्डिया (leaf primordia) तथा कॉर्टेक्स के ऊतकों का निर्माण करती है।

टिप्पणी

2. कॉर्पस (Corpus)– स्तम्भ शीर्ष का यह भाग बड़ी कोशिकाओं का बना होता है, जो ट्यनिका के आवरण द्वारा घिरा रहता है। इसके केन्द्र में सेण्ट्रल कोर **(Central core)** स्थित होता है। कॉर्पस की कोशिकाएँ अनियमित रूप से सभी तलों में विभाजन करती हैं जिसके फलस्वरूप यह अनियमित रूप से कोशिकाओं में पुज (Mass) का निर्माण करती है जिनसे एपीडर्मिस के अतिरिक्त अन्य सभी ऊतक जैसे कॉर्टेक्स, पेरीसाइकिल, संवहन बंड़ल तथा पिथ बनते हैं।

(4) ऊतकजनी स्तर सिद्धांत (Histogenic Layer Theory) डर्मन (1947) ने यह मत प्रस्तुत किया। उसने शीर्षस्थ मैरिस्टेम की परतों को कोई निश्चित नाम नहीं दिया। उसने इन परतों को L_1, L_2, L_3 एवं L_4 आदि कहा। इन परतों को उनके उद्‌भव के आधार पर अलग–अलग पहचाना गया। इस सिद्धान्त को कोई समर्थन नहीं मिला। इसका अब केवल एतिहासिक महत्व है।

(5) फ्रेंच स्कूल की संकल्पना (Concept of French School) – यह संकल्पना कई फ्रेंच लेखकों द्वारा प्रतिपादित की गई, **प्लेन्टीफॉल (1947, 1950) बेवेट (1955** एवं **कमफॉर्ट (1956)** आदि। जिन्होंने प्ररोह में तीन भागों की उपस्थिति के बारे में बताया (चित्र 2.5 अ) –

1. एन्यू सम्मारम्भिक (Anneu Initials) या परिधीय क्रियाशील भाग (Peripheral active region) जो तने के परिधीय या बाहरी ऊतकों को बनाता है– जैसे एपिडर्मिस, कॉर्टेक्स एवं एण्डोडर्मिस।
2. मेरिस्टेमी डी एटेण्टी (Meristeme D' attente) – यह प्रायः प्रतीक्षा मेरिस्टीम कहलाता है जो केवल पुष्पक्रम (inflorescence) अथवा अग्रस्थ पुष्प (terminal flower) के निर्माण के समय सक्रिय होता है।
3. मेरिस्टेमी मेड्यूलरी (Meristeme medullary) – यह केन्द्रीय क्षेत्र होता है जो पिथ कहलाता है।

इस सिद्धान्त के अनुसार स्तम्भ शीर्ष के दूरस्थ छोर पर स्थित मेरिस्टेमी डी एटेण्टी की कोशिकाओं को निष्क्रिय माना जाता है। इसके विपरीत अन्य सभी सिद्धांतों के अनुसार यह क्षेत्र शीर्षस्थ प्रारम्भिक कोशिकाओं वाला कहलाता है। प्रसिद्ध वैज्ञानिक **बाल** (1955) एवं **कटर** (1959) के अनुसार दूरस्थ छोर में स्थित कोशिकाएँ सक्रिय रूप से विभाजित होती हैं, जो सम्पूर्ण कायिक स्तम्भ शीर्ष का निर्माण करती हैं। इसी कारणवश बूवेट के सिद्धांत को मान्यता नहीं मिल सकती है।

(6) कोशिका औतिककीय अनुक्षेत्र (Cyto-histological Zonation)

अनावृतबीजी पौधों के स्तम्भ शीर्ष के संगठन को ट्यूनिका कॉर्पस सिद्धांत के द्वारा स्पष्ट नहीं किया जा सकता हैं। प्रसिद्ध वैज्ञानिक फॉस्टर (1939) ने गिन्गो बाइलोबा स्तम्भ शीर्ष को कोशिकीय लक्षणों के आधार पर चार अर्न्तसम्बन्धी क्षेत्रों में विभाजित किया है। (चित्र 2.5 ब)

(i) शीर्षस्थ प्रारम्भिक समूह (Apical initial group)– इनमें शीर्षस्थ क्षेत्र की सतह पर उपस्थित कोशिकाओं के समूह तथा उनकी समीपवर्ती पार्श्व कोशिकाओं को सम्मिलित किया जाता है।

टिप्पणी

(ii) केन्द्रीय मातृ कोशिका क्षेत्र (Central mother cell zone, CMZ)– इस क्षेत्र का निर्माण शीर्षस्थ प्रारम्भिक समूह से होता है। इस क्षेत्र की कोशिकाओं के कोशिकाद्रव्य में रिक्तिकाएँ पायी जाती हैं। इन कोशिकाओं की प्राथमिक भित्ति मोटी होती है और इनमें सूत्री विभाजन दर कम होती है। इनकी कोशिकाओं में स्पष्ट गर्त पाये जाते हैं।

(iii) पट्टी मेरिस्टेम (Rib meristem)– इनका निर्माण केन्द्रीय मातृ कोशिका क्षेत्र से होता है और इनकी कोशिकाओं में अनुप्रस्थ विभाजन होता हैं।

(iv) परिधीय मेरिस्टेम (Peripheral meristem)– इस क्षेत्र का निर्माण शीर्षस्थ प्रारम्भिक कोशिकाओं तथा केन्द्रीय मातृ कोशिका क्षेत्र की कोशिकाओं में गाढ़ा कोशिकाद्रव्य पाया जाता है और कोशिकाएँ तेजी के साथ सूत्री विभाजन करती है।

(7) स्तम्भ शीर्ष के क्षेत्र (Regions of Shoot Apex)

प्रसिद्ध वैज्ञानिक वार्डलो (1968) के अनुसार स्तम्भ शीर्ष को 5 क्षेत्रों में विभाजित किया जा सकता है–

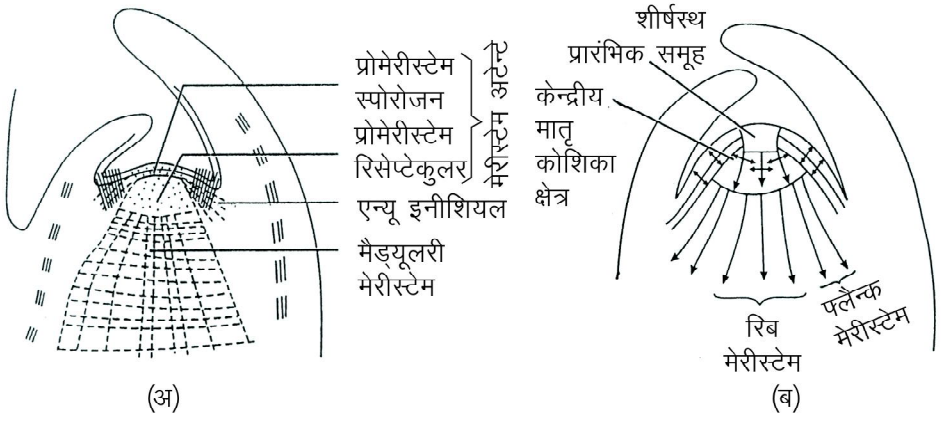
(i) दूरस्थ क्षेत्र (Distal region)– यह क्षेत्र प्रारम्भिक कोशिकाओं के एक या दो स्तरों का बना होता है संरचना के दृष्टिकोण से बहुत महत्वपूर्ण होता है।

(ii) उप–दूरस्थ क्षेत्र (Sub-distal region)– यह मेरिस्टेमी कोशिकाओं का पृष्ठीय स्तर होता है, जिसमें वृद्धि केन्द्र स्थित होते है।

(iii) अंगकृत क्षेत्र (Organogenic region)– यह क्षेत्र पर्ण समारम्भन (leaf initiation) एवं ऊतक विभेदन (tissue differentiation) का क्षेत्र कहलाता है ।

(iv) उप–शीर्षस्थ क्षेत्र (Sub-apical region)– इस क्षेत्र की कोशिकाओं में निरन्तर विभाजन एवं दीर्घीकरण होता रहता है जिसके फलस्वरूप कोशिकाएँ पुनः विभेदित होती रहती हैं।

(v) परिपक्व क्षेत्र (Maturation region)– इस क्षेत्र की कोशिकाएँ परिपक्व होती है, जिसके कारण उनमें विभाजन तथा विभेदन नहीं पाया जाता है।



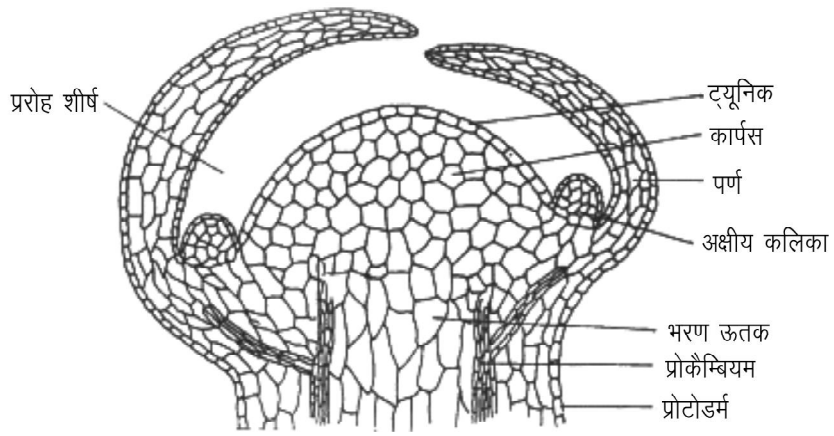
चित्र 2.5: (अ) एन्यू आरम्भिक एवं मेरेस्टेसी डी एटेण्टी सिद्धान्तः द्विबीजपत्री के प्ररोह शीर्ष का संगठन प्रदर्शित (ब) कोशिका–औतिकीय अनुक्षेत्रों के आधार पर गिन्गो बाइलोबा के प्ररोह शीर्ष का संगठन प्रदर्शित

2.3 प्ररोह शीर्षस्थ ऊतकीय संगठन (Histological Organistion of Shoot Apical Meristem)

टिप्पणी

प्ररोह शीर्ष की लम्बाई 0.01 से 0.05 मिमी होती है और यह प्राइमोर्डियल विभज्योतकी कोशिकाओं का बना होता है जिनकी भित्तियाँ बहुत पतली होती हैं। इन्हें प्ररोह की प्रारम्भन कोशिकाएँ भी कहते हैं। इसके पश्चात् निर्धारण का प्रदेश स्थित होता है। इस प्रदेश में बनने वाले कॉर्टेक्स, संवहन ऊतक तथा पिथ ऊतकों में अन्तर होता है। अधिकतर द्विबीजपत्रियों में इस प्रदेश में कोशिकाओं के समूहों को पहचाना जा सकता है। इनकी अनुप्रस्थ काट में कोशिकाएँ लगभग एक वृत्त (circle) में विन्यस्त होती हैं। इन कोशिकाओं में सघन कोशिकाद्रव्य भरा होता है अतः इन्हें वलय विभज्योतक (ring meristem) कहते है। केन्द्रीय कोशिकाएँ वलय विभज्यातक द्वारा घिरी होती हैं जिन्हें प्रोटोपिथ कहते हैं। वलय विभज्योतक को घेरने वाली कोशिकाएँ प्रोटोकॉर्टेक्स कहलाती हैं।

वलय विभज्योतक की कोशिकाएँ प्ररोह शीर्ष से उत्पन्न वर्हिजात लीफ प्राइमोर्डिया के समीप होती हैं। लम्बवत् विभाजन करके लम्बी पतली भित्ति वाली कोशिकाओं के समूहों का निर्माण करती है जो भविष्य में प्रोकैम्बियल स्टेण्ड्स का निर्माण करती हैं। प्रोकैम्बियल स्ट्रेण्ड्स के अवयव प्राथमिक संवहन अवयवों में विभेदित हो जाते है। प्राकैम्बियल स्ट्रेण्ड्स की दूरी लीफ प्राइमोर्डिया के आमाप पर निर्भर करती है, जो शीर्ष पर उत्पन्न होता है। जब प्रोकैम्बियल एक–दूसरे के बहुत समीप होते हैं तब वे पूर्व अवस्था में एक–दूसरे के पार्श्व दिशा में सम्पर्क में आते हैं तथा लाइनम में एक–दूसरे के सम्पर्क में आकर प्रोकैम्बियल सिलेडंर (Procambial cylinder) बनाते हैं। कुछ दूरी तक यह सिलेडंर लीफ गेप द्वारा छिद्रमय हो जाता है। जाने वाले लीफ ट्रेस के ऊपरीय लीफ गेप कुछ के लिए बन्द हो जाते हैं जिससे प्रोकैम्बियम जो रिक्त स्थान का गर्तीकरण करता है तथा अतिरिक्त प्रोकैम्बियल स्ट्रेण्ड्स ऊतकों का निर्माण करता है जिससे रिक्त स्थान भर जाते हैं। कॉर्टेक्स के समीप वाला प्रोकैम्बियल स्ट्रेण्ड, प्रोटोफ्लोएम अथवा प्रथम अवयवों को भिन्नित करता है। पिथ के समीप वाले प्रोकैम्बियल स्ट्रेण्ड प्रोटोजाइलम अवयवों के निर्माण को भिन्नित करता है। प्रोटोजाइलम अवयवों की भित्तियों पर सर्पिलाकार स्थूलन पाया जाता है। (चित्र 2.6)



चित्र 2.6: एंजियोस्पर्म में प्ररोह शीर्ष की लम्बवत् काट

2.4 एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री तने की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of Monocotyledon and Dicotyledon stem)

टिप्पणी

तने की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of stem)

स्तंभ (Stem) में निम्नलिखित औतिकीय लक्षण पाए जाते हैं–

(1) जड़ के विपरीत स्तंभ एवं इसके पर्णीय उपांग भ्रूण के प्लूमूल से विकसित होते है।

(2) बाह्यत्वचा (epidermis) सामान्यतया एकस्तरीय एवं पैरन्काइमा कोशिकाओं की बनी होती है।

(3) बाह्यत्वचा के ऊपर एक मोटी क्यूटिकल पायी जाती है।

(4) कुछ पौधों में (फिल्लोक्लेड्स एवं क्लेडोडस) बाहात्वचा में रंध्र (स्टोमेटा) पाए जाते है।

(5) बाहात्वचा से बहुकोशिकीय रोम, शल्क (Scales) वेसीकल्स इत्यादि विकसित होते हैं। रोम ग्रंथिल (glandular) अंग्रथिल (nonglandular), शाखित या अशाखित होते हैं। इनका वर्गिकी में अत्यधिक महत्व है।

(6) एपीडर्मिस के नीचे कॉर्टेक्स पाया जाता है जिसका बाहरी स्तर हाइपोडर्मिस कहलाता है। इसकी कोशिकाएँ दृढ़ोतकी (sclerenchymatous) या क्लोरेन्काइमी होती हैं। आवास एवं प्रकृति के अनुसार कॉर्टेक्स में विभिन्नता पायी जाती है।

(7) स्तंभ के एंडोडर्मिस में कैस्पेरियन पट्टी पायी जा सकती है। एंडोडर्मिस की कोशिकाओं में पर्याप्त मात्रा में स्टार्च पाया जाता है। ऐसी स्थिति में यह स्टार्च शीथ के रूप में जानी जाती है।

(8) परिरंभ (पेरासाइकिल) सुस्पष्ट तथा एकस्तरीय या बहुस्तरीय होती है। यह समांगी (homogenous) या विषमांगी (heterogenous) होती है।

(9) वाही पूल छितरे एवं संकरे या चौड़े मज्जा रश्मियों (medullary rays) युक्त होते हैं।

(10) वाही पूल (vascular bundles) कोलेटरल, बाइकोलेटरल या संकेन्द्री (concentric) होते हैं। ये या तो एक वलय में (द्विबीजपत्री) या भरण ऊतक (ground tissue) में बिखरे होते हैं (एकबीजपत्री)।

(11) जाइलम सदैव एन्डार्क होते हैं।

(12) द्विबीजपत्री स्तंभों में जाइलम एवं फ्लोयम ऊतकों के मध्य केम्बियम पट्टी पायी जाती है। एकबीजपत्री में यह अनुपस्थित होती है। केम्बियम की उपस्थिति के कारण वाही पूल खुले (open) तथा अनुपस्थिति के कारण बंद (closed) कहलाते हैं।

(13) सामान्यतया केंद्र में एक पिथ या गुहा (cavity) पायी जाती है।

(14) स्तंभ की पार्श्व शाखाएँ कॉर्टेक्स से निकलती हैं तथा बहिर्जात (exogenous) प्रकृति की होती हैं।

2.4.1 द्विबीजपत्री स्तंभ की प्राथमिक संरचना (Primary Structure of Dicotyledonous Stem)

टिप्पणी

द्विबीजपत्री स्तंभ की आंतरिक संरचना तीन भागों में विभक्त होती है बाह्यत्वचीय ऊतक तंत्र (epidermal tissue system), भरण ऊतक तंत्र (ground tissue system) तथा संवहनी ऊतक तंत्र (vascular issue system)।

बाह्यत्वचा (Epidermis) – एपीडर्मल ऊतक तंत्र सामान्यतया कोशिकाओं के एक स्तर का बना होता है जिसे बाह्यत्वचा कहते हैं। यह स्तंभ की सबसे बाहरी एवं रक्षात्मक पर्त है। यह एकस्तरीय होती है तथा अनुप्रस्थ काट में इसकी कोशिकाएं आयताकार दिखाई देती हैं। इसका कोशिकाएँ सघन रूप से विन्यस्त होती हैं तथा इनमें अन्तरकोशीय अवकाश नहीं पाया जाते। इसकी कोशिकाएँ जीवित तथा अरीय तल (radial plane) में समसूत्री विभाजन करने हेतु स्वतंत्र होती हैं। इसकी कोशिकाओं में विशेषता होती है कि वे स्तंभ की प्राथमिक एवं द्वितीयक वृद्धि के दबावो को सह सकें। *विस्कम एल्बम* एवं एसर *स्ट्रायेटम* (Acer striatum) में एपीडर्मिस के सतत अरीय विभाजनों से यह अपेक्षाकृत स्थायी पर्त के रूप में बनी रहती है। *एसर* का 40 वर्ष पुराना तना भी कई बार वास्तविक बाह्यत्वचा से ढंका होता है। एपीडर्मल कोशिकाओं की बाहरी भित्ति अत्यधिक क्यूटिनयुक्त होती है। कई बार मोमी स्तर तथा रोमिल स्तर भी पाए जाते हैं। क्यूटिकल की उपस्थिति से यह पर्त उत्स्वेदनरोधी हो जाती है तथा जल का ह्रास न्यूनतम होता है।

हाइपोडर्मिस एवं कॉर्टेक्स – एपीडर्मिस के बाद कुछ स्तरों का बना कॉर्टेक्स होता है। कुछ स्तंभों में यह दो क्षेत्रों में विभक्त होता है जैसे *सूरजमुखी* (sunflower), तथा *जैन्थियम* । एक क्षेत्र कोलेनकाइमा से बना हाइपोडर्मिस होता है जो एपीडर्मिस के ठीक नीचे स्थित होता है। कोशिकाओं में स्थानीय रूप से जमाव (localised thickenings) होता है तथा इनमें क्लोरोप्लास्ट्स भी पाया जा सकता है। द्विबीजपत्री पौधों में कोलेन्काइमी हाइपोडर्मिस अनुपस्थित होती है। समूचा कॉर्टेक्स पैरेन्काइमेटस होता है। हाइपोडर्मिस के बाद कॉर्टेक्स पाया जाता है। यह पैरेन्काइमा से बना होता है। इनमें क्लोरोप्लास्ट भी पाया जाता है। कॉर्टेक्स की कोशिकाओं में पर्याप्त अन्तरकोषीय अवकाश पाए जाते हैं। सूरजमुखी के स्तंभ के कॉर्टेक्स में रेजिन नलिका (duct) पायी जाती है। *रिसिनस कम्यूनिस* के कॉर्टेक्स में कई तेल गुहाएँ (oil cavities) पायी जाती हैं।

अन्तःत्वचा (Endodermis) – कॉर्टेक्स की सबसे भीतरी पर्त जो इसे स्टील से पृथक करती है, अन्तःत्वचा कहलाती है। इसकी कोशिकाएँ सामान्यतया बैरल के आकार की होती हैं। अधिकांश द्विबीजपत्रियों एवं कोनिफर्स (Conifers) में यह सुस्पष्ट नहीं होती। यदि एंडोडर्मिस में कैस्पेरियन पट्टी एवं स्टार्च का अभाव हो तो कॉर्टेक्स एवं संवहनी क्षेत्र में विभेद करना कठिन होता है।

परिरम्भ (Pericycle) –परिरम्भ उस स्तर को कहते हैं जो एंडोडर्मिस एवं वेस्कुलर सिलेंडर के मध्य पायी जाती है। *हेलिएन्थस, जैन्थियम* तथा *मेडिकागो सेटाइवा* में यह मोटी एवं पतली भित्ति की कोशिकाओं के एकांतर पैचेस की बनी होती है। *कुकुरबिटा* में पेरोसइकिल एक सतत स्कलेरेन्काएमी स्तर की बनी होती है।

टिप्पणी

पिथ (Pith) – यह भरण–ऊतक (ground tissue) का केन्द्रीय भाग है। यह पतली भित्ति वाली कोशिकाओं का बना होता है जिसमें पर्याप्त अन्तरकोशीय अवकाश होते हैं। कई स्तंभों में पिथ पर्वसंधियों (internodes) में अनुपस्थित होता है तथा केवल पर्व में एक डायफ्राम के रूप में उपस्थित होता है।

संवहनी पूलों (वैस्कुलर बंडल) – द्विबीजपत्री स्तंभों में वाही पूल पृथक् एव एक वलय (तपदह) में विन्यस्त होते हैं। प्रत्येक वाही पूल दो प्रकार के संवहनी ऊतकों से बना होता है–(i) फ्लोयम तथा (ii) जाइलम इन दोनों ऊतकों के मध्य प्रविभाजी ऊतक (meristematic tissue) की एक पट्टी वेस्कुलर केम्बियम पायी जाती है। फ्लोयम तथा जाइलम का विन्यास संपार्श्वीय (collateral) होता है। अनुप्रस्थ काट (T.S.) में फ्लोयम बाहर की ओर तथा जाइलम पिथ की ओर दिखाई देता है। केम्बियम की उपस्थिति से वाही पूल खुले (open) कहलाते हैं एंडार्क होते है।

उदाहरणार्थ एपोसायनेसी, एस्क्लेपिएडेसी। कुकुरबिटेसी, सोलेनेसी तथा एस्टेरेसी के कुछ सदस्यों में फ्लोयम जाइलम के दोनों ओर पाया जाता है। ऐसे वाही पूल द्विसंपार्वीय (bicollateral) कहलाते है।

केम्बियम (Cambium) – केम्बियम की कोशिकाएँ आयाताकार तथा पतली भित्ति युक्त दिखाई देती हैं। केम्बियम की कोशिकाओं में विभाजन के फलस्वकरूप जाइलम तथा फ्लोयम ऊतकों के परिमाण में वृद्धि होती है तथा द्वितीयक वृद्धि सम्पथन्नथ होती है।

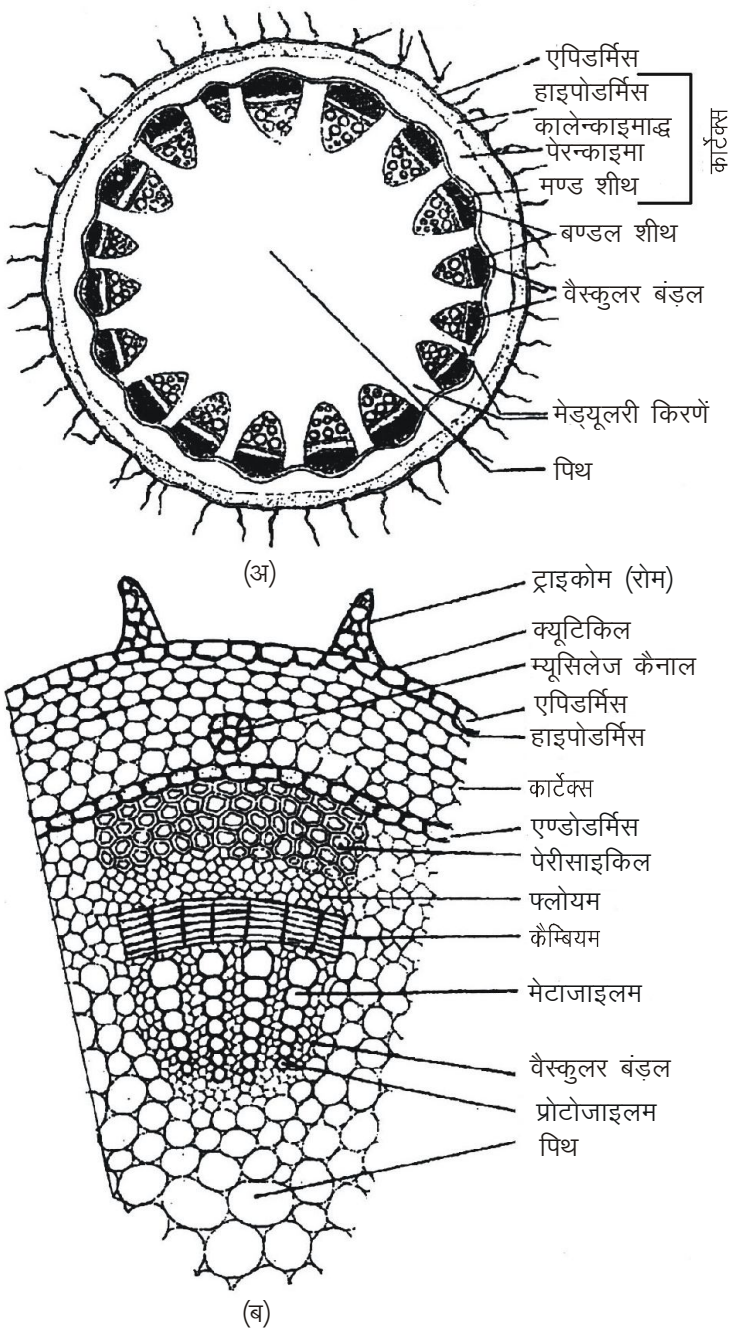
मेटाजाइलम मोटी भित्ति युक्त संकरी कोशिकाओं से घिरी रहती है जिन्हें वाहिनिकाएँ (tracheids) कहते हैं। ये अपने सिरों पर चपटे होते हैं। इनका कार्य सामान्यतया स्तंभ को यांत्रिक दृढ़ता (mechanical strength) प्रदान करना है। अनुप्रस्थ काट में ये कोशिकाएँ बहुभुजी (polygonal) या गोल (rounded) दिखाई देती हैं।

जाइलम फाइबर्स भी मोटी भित्ति युक्त होते हैं। ये भी मृत कोशिकाएँ हैं जो स्तंभ को यांत्रिक दृढ़ता प्रदान करते हैं। वुड पैरन्काइमा (wood parenchyma) जीवित कोशिकाएँ हैं। इनकी भित्ति सेल्यूलोज की बनी होती है तथा इनमें भोज्य–पदार्थ संचित रहता है।

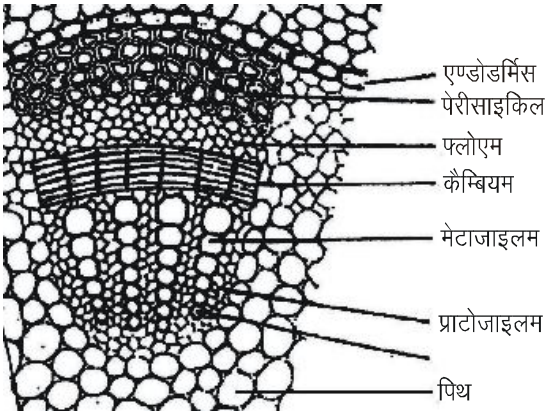
अतः द्विबीजपत्री स्तंभों के वाही पूल (vascular bundles) कॉन्जॉइन्ट (conjoint) तथा कोलेटरल (collateral) कहलाते हैं। इसका अर्थ जाइलम एवं फ्लोयम ऊतकों की एक साथ उपस्थिति एवं दोनों ऊतकों – की एक ही अरीय स्थिति में उपस्थिति है। केम्बियम की उपस्थिति के कारण ये खुले (open) तथा एंडार्क (endarch) होते हैं क्योंकि प्रोटोजाइलम पिथ की ओर स्थित होते हैं।

2.4.2 द्विबीजपत्री सूर्यमुखी के तरुण तने की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of Young Stem of Sunflower: *Helianthus annuus*)

टिप्पणी



चित्र 2.7: सूरजमुखी के तने की अनुप्रस्थ काट
(अ) रेखीय चित्र (ब) एक भाग का कोशिकिय चित्रण



चित्र 2.8: सूरजमूखी का एक संवहन पूल (वैस्कुलर बंडल)

टिप्पणी

सूर्यमुखी के प्राथमिक तने की अनुप्रस्थ काट को सूक्ष्मदर्शी द्वारा देखने में निम्नलिखित रचनाएँ दिखायी देती हैं। (चित्र 2.7 अ, ब)

(1) **बाह्यत्वचा (Epidermis)**– यह सबसे बाहरी एक कोशिका मोटा स्तर होता है। इसकी कोशिकाएँ सपाट (tabular) होती हैं जो एक सिरे से दूसरे सिरे तक एक–दूसरे से संलग्न होती हैं तथा इनके मध्य अन्तः कोशिकीय अवकाश नहीं पाये जाते हैं। इसकी कोशिकाएँ जीवित होता हैं जिनमें रिक्तिकायुक्त जीवद्रव्य भरा रहता है। प्रायः हरित लवक (chloroplast) अनुपस्थित होते हैं। बाह्यत्वचीय कोशिकाएँ क्यूटिकिल युक्त होती हैं जो जल हानि को रोकती हैं। कहीं–कहीं रन्ध्र पाये जाते हैं। बाह्यत्वचा के ऊपर अनेक बहुकोशिकीय रोम अतिवृद्धियों के रूप में उपस्थित होते हैं।

(2) **कॉर्टेक्स (Cortex)**– यह बाह्यत्वचा के ठीक नीचे स्थित होता है जो रंभ बाह्य भरण ऊतकों (**extrastelar ground tissues**) को प्रदर्शित करता है। सूर्यमखी के तरुण तने में कॉटक्स तीन प्रदेशों में भिन्नित होता है। बाह्य त्वचा के ठीक नीचे कोलेन्काइमा के कुछ स्तर होते हैं जो उगते हुए तने को यान्त्रिक शक्ति प्रदान करते हैं तथा अधस्त्वचा (hypodermis) का निर्माण करते हैं। अधस्त्वचा के नीचे मृदूतकों के बने अनेक स्तर होते हैं जो सामान्य कॉर्टक्स कहलाता है। कॉर्टेक्स का अन्तिम स्तर लहरिएदार होता है जो सघन ढोलक के आकार (barrel shaped) की कोशिकाओं का बना होता है। इनकी कोशिकाओं में मण्ड कण पाये जाते हैं। अतः यह बैण्ड मण्ड छाद कहलाता है। आकारिकीय रूप से यह जड़ की एण्डोडर्मिस के समान होता है। स्टार्च शीथ या मण्ड छाद कॉर्टेक्स सीमित रहता है।

(3) **पेरीसाइकिल (Pericycle)**– यह स्तर मृदूतकों एवं दृढ़ ऊतकों की कोशिकाओं के एकान्तर समूहों के रूप में व्यवस्थित होती हैं।

(4) **रंभ या स्टील (Stele)**– मण्ड छाद के भीतर स्थित सभी ऊतक रंभ का निर्माण करते हैं। जिसमें संवहन बंड़ल (V.B.) एक वलय में व्यवस्थित होते हैं तथा रंभातरी भरण ऊतक होते हैं।

(5) **संवहन बण्डल (Vascular bundles)**– यह प्रायः संयुक्त, कोलेट्रल तथा खुले (open) होते हैं जिसमें जाइलम तथा फ्लोयम एक ही त्रिज्या (radius) पर स्थित

टिप्पणी

होते हैं और जाइलम भीतर की ओर तथा फ्लोयम बाहर की ओर स्थित होता है। एक पार्श्व पट्टी के रूप में एधा (कैम्बियम) जाइलम तथा फ्लोयम के बीच पाया जाता है। जाइलम एण्डार्क होता है। प्रोटोजाइलम केन्द्र की ओर स्थित होता है जिसके अवयव वाहिनिकाएँ (tracheids), वाहिनियाँ (छोटी गुहाओं (cavities) वाले) होते और इनमें वलयाकार तथा सर्पिलाकार स्थूलन पाये जाते है। मेटाजाइलम में गर्ती (pitted) तथा अन्य प्रकार के स्थूलन पाये जाते हैं। जाइलम मृदूतकीय कोशिकाएँ रंभ की अन्य मृदूतक (parenchyma) कोशिकाओं से छोटी होती हैं। फ्लोयम, चालनी नाल, सखि कोशिकाएँ तथा फ्लोयम मृदूतकों का बना होता है। संवहन बंड़ल का एधा पूलीय (फैसीकुलर) कहलाता है। यह दो या तीन स्तरीय तर्कुरूप (फ्यूजीफार्म) कोशिकाओं का बना होता है जो अनुप्रस्थ काट में आयताकार दिखायी देता है। इसके द्वारा मोटाई में वृद्धि होती है। (चित्र 2.8)

(5) **भरण ऊतक (ग्राउड टिशू)** –प्रत्येक संवहन बंडल (V.B.) के सम्मुख टोपी जैसा बनाता हुआ दृढ़ ऊतकीय पैच होता है जिसे बण्डल कैप कहते हैं। दृढ़ोतक (sclerenchyma) तथा मध्यवर्ती मृदूतकों (parenchyma) की कोशिकाओं का पैच रंभ के सबसे बाहरी भाग में पेरीसाइकिल का निर्माण करता है। किन्तु आधुनिक वैज्ञानिकों के अनुसार तने के संवहन बंड़ल से सम्बन्धित रेशे फ्लोयम के होते हैं अतः इस पैच के लिए कठोर बास्ट शब्द प्रयोग किया जाता है। तने की पूर्ण काट में संवहन बंड़ल परिधि की ओर स्थित होते हैं तथा तने के केन्द्र में पिथ या मैड्यूला पाया जाता है जो मृदूतक कोशिकाओं का बना होता है और इनके मध्य अन्तराकोशिकीय अवकाश पाये जाते हैं। पिथ से त्रिज्या संवहन बंड़लों के बीच होती हुई जाती हैं जो प्राथमिक मध्यांश रश्मियाँ (primary medullary rays) का निर्माण करती हैं जो पतली भित्ति वाली मृदूतक कोशिकाओं की बनी होती हैं।

2.4.3 कुकुरबिटाः तरुण तने की आन्तरिक संरचना (Cucurbita : Anatomy of Young Stem)

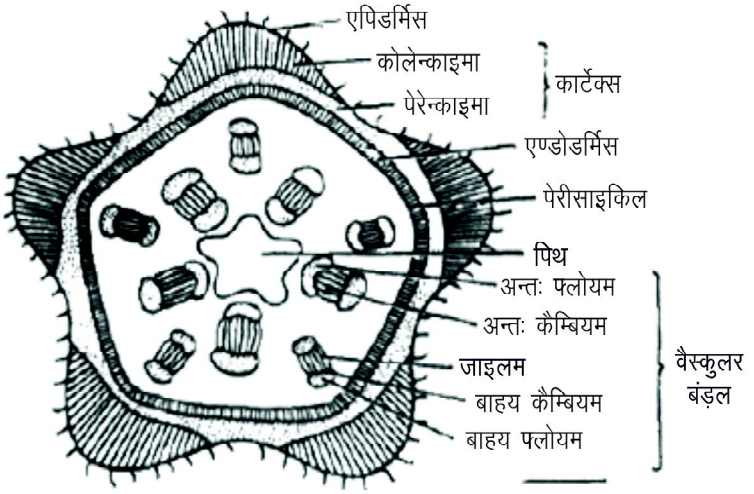
कुल–कुकुरबिटेसी के सदस्य *कुकुरबिटा मेक्सीमा* (*Cucubita maxima*) का पौधा दुर्बल होता है जो प्रतान (tendrils) द्वारा आरोहण करता है। तने की रूपरेखा लहरदार होती हैं जो स्पष्ट रिजेज एवं फरोज प्रदर्शित करती है। एक वलय पाँच बाहरी छोटे संवहन बड़ल रिजेज के सम्मुख उपस्थित होते हैं जो लीफ ट्रेस बंड़ल कहलाते हैं। पाँच बड़े संवहन बंड़लों की दूसरी वलय फरोजे के ठीक सम्मुख स्थित होती है। तने का केन्द्रीय भाग खोखला होता है जिसका पिथ नष्ट हो जाता है। कुकुरबिटा के तने की अनुप्रस्थ एवं लम्बवत् काट में निम्नांकित संरचनाए दिखायी देती हैं। (चित्र 2.9, 2.10)

(1) **बाह्यत्वचा (एपिडर्मिस)**– यह एक–स्तरीय है जो सघन सपाट कोशिकाओं की बनी होती हैं। इसकी कोशिकाएँ जीवित हैं जिनमें रिक्तिकायुक्त जीवद्रव्य भरा रहता है। बाह्यत्वचा के ऊपर क्यूटिकिल चढ़ा रहता है। बाह्यत्वचा से अनेक बहुकोशिकीय रोम उत्पन्न होते हैं। शिशु तने में रन्ध्र पाये जाते हैं।

टिप्पणी

(2) **कॉर्टेक्स**–यह तीन प्रदेशों में विभक्त होता है। अधस्त्वचा (हाइपोडार्मिस) कोलिन्काइमा कोशिकाओं की बनी होती है जो पैचेज के रूप में रिजेज के नीचे स्थित होती है। कोलिन्काइमा की कोशिकाएँ सतत बैण्ड नहीं बनाती है। इनके स्तरों की संख्या में कमी फरोज की तरफ होती जाती है और यह हरित लवक युक्त मृदूतकीय कोशिकाओं द्वारा बाधित हो जाती है। यह प्रकाश–संश्लेषी कोशिकाएँ बाह्यत्वचा के ठीक नीचे, जहाँ रन्ध्र पाये जाते हैं, स्थित होती हैं। कोलिन्काइमा कोशिकाओं में भी हरित लवक पाये जाते हैं। अधस्त्वचा के नीचे बड़े आकार के मृदूतकों (parenchyma) के कुछ स्तर होते हैं जिनमें हरित लवकों की संख्या कम होती है। कॉर्टेक्स का अन्तिम स्तर मण्ड छाद (स्टार्च शीध) एक–स्तरीय ढोलक के आकार की कोशिकाओं का बना होता है जिनकी कोशिकाएँ कॉर्टेक्स की अन्य कोशिकाओं से बड़ी होती हैं। इन कोशिकाओं में मण्ड कण प्रचुर मात्रा में पाये जाते हैं। रिजेज वाले क्षेत्र में कॉर्टेक्स फरोज वाले क्षेत्र की तुलना में अधिक चौड़ा होता है।

(3) **रंभ या स्टील**–इसमें संवहन बंड़ल या रंभ बाह्य भरण ऊतक कॉर्टेक्स द्वारा घिरे होते हैं।



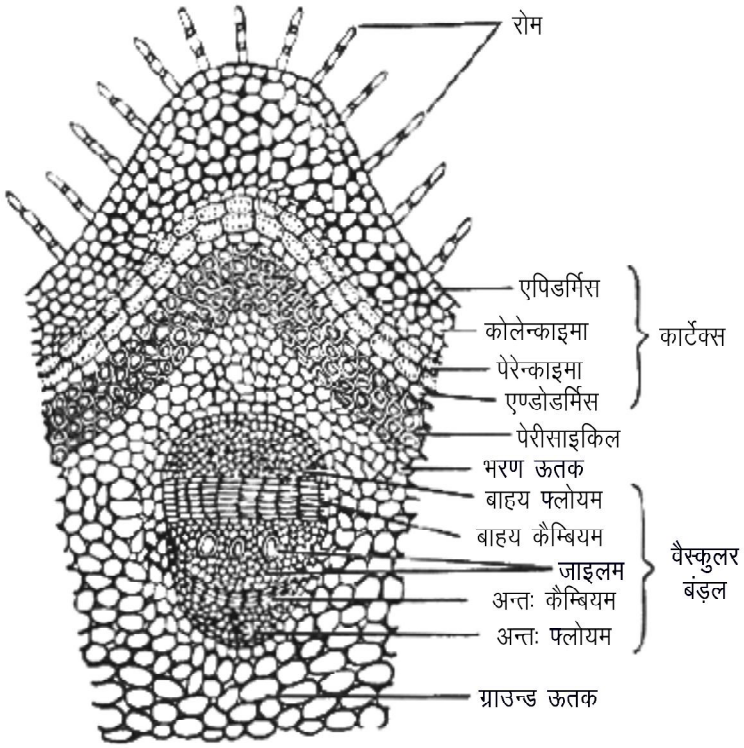
चित्र 2.9: कुकरबिटा के तने की अनुप्रस्थ काट का रेखीय चित्र

भीतर की ओर दृढ़ोतकों के कुछ स्तर बनते हैं जो मण्ड छाद के ऊपर सतत् बैण्ड बनाते हैं व मृदूतकीय कोशिकाएँ प्रायः दृढ़ोतकीय बैण्ड तथा संवहन बण्डलों के बीच उपस्थित होती हैं। यह कोशिकाएँ साथ–साथ मिलकर पेरीसाइकिल का निर्माण करती हैं। पिथ के नष्ट हो जाने से *कुकुरबिटा* का तना मध्य में खोखला होता है। संवहन बण्डलों के मध्य स्थित कोशिकाएँ कहलाती हैं।

(4) **संवहन बंड़ल (Vascular bundle)**– यह संयुक्त (कनज्वाऍइन्ट) तथा प्रारूपी बाइकोटरल होते हैं, जिनमें फ्लोयम के दो धब्बे तथा एधा की दो पट्टियाँ जाइलम के दोनों तरफ स्थित होते हैं। अतः संवहन बंड़ल में ऊतकों का क्रम बाहरी फ्लोयम, बाहरी एधा, जाइलम, भीतरी तथा भीतरी फ्लोयम होता है।

टिप्पणी

फरोज के नीचे स्थित संवहन बंड़ल बड़े आकार के होते हैं। अतःइनका अध्ययन आसानी से किया जा सकता है। बाहरी फ्लोयम, भीतरी फ्लोयम की तुलना में अधिक स्थूलित होता है, जो चालनी नाल, सखि कोशिकाओं तथा फ्लोयम मृदूतक (phloem parenchyma) का बना होता है। चालनी नलिकाएँ सुस्पष्ट होती हैं इसके संवहन बंड़ल (V.B.) एण्डार्क होते हैं। मेटाजाइलम वाहिकाएँ (वेसिल्स) बहुत बड़े आकार की होती हैं जो आरोही पादपों का लक्षण होता है। अधिक संख्या में प्रोटोजाइलम वेसिल्स जिनकी गुहाएँ सँकरी होती हैं केन्द्र की ओर स्थित होते हैं।



चित्र 2.10: कुकरबिटा के तने की अनुप्रस्थ काट के एक भाग का कोशिकीय चित्रण

जाइलम की दोनों तरफ एधा (कैम्बियम) उपस्थित होता है। बाहरी एधा (कैम्बियम) आयताकार कोशिकाओं के अनेक स्तरों का बना होता है। भीतरी एधा (कैम्बियम) बहुत छोटा होता है तथा प्रायः मुड़ा हुआ होता है।

(5) **पिथ (Pith)**– यह तरुण तने के मध्य में स्थित होता है जो मृदूतकीय कोशिकाओं का बना होता का यह कोशिकाएँ नष्ट हो जाती है। अतः पिथ के स्थान पर खोखली गुहा (cavity) दिखाई देती हैं

द्विबीजपत्री तनों की आंतरिक संरचना की विशेषताएँ (Characteristics of internal structure of Dicot stem) द्विबीजपत्री तनों की सामान्यम आंतरिक संरचना निम्नलिखित होती हैः

(1) ऊतक तंत्र में स्पष्ट विभेदन होता है अर्थात् एपीडर्मिस, कॉर्टेक्स, स्टील एवं पिथ। एंडोडर्मिस की उपस्थिति हो भी सकती है और नहीं भी।

(2) वाही पूल पृथक् एवं एक वलय (Ring) में विन्यस्त होते हैं। कुकुरबिटेसी कुल में वाही पूल दो एकांतर वलयों में विन्यस्त होते हैं।

(3) परिरम्भ (पेरीसाइकिल) सामान्यतया सुस्पष्ट तथा एक या कई स्तरीय होता है। कुछ पादपों में यह संपूर्णतः पैरन्काएमेटस होती है। कुछ पादपों में यह आंशिक रूप से पैरन्काएमेटस तथा आंशिक रूप से स्क्लेरेन्काएमेटस होता है। *कुकुरबिटा* में यह स्तर पूर्णतः स्क्लेरेन्काएमेटस होती है।

टिप्पणी

(4) वाही पूल संकरे या चौड़े मेड्यूलरी रेज द्वारा पृथक् रहते हैं।

(5) वाही पूल सामान्यतया संयुक्त (कनज्वाएंट), संपार्वीय (कोलेटरल), एंडार्क तथा खुले (open) होते हैं। कुछ कुलों में यह द्विसंपार्वीय (बाइकोलेटरल) होते हैं। दुर्लभ रूप से ये संकेन्द्रीय (कन्सेन्ट्रिक) होते हैं।

(6) मज्जा (पिथ) सामान्यतया उपस्थित होता है।

2.4.4 प्रमुख एकबीजपत्रों स्तभों की प्राथमिक संरचना (Primary Structure of some Important Monocotyledon Stems)

एकबीजपत्री स्तंभों की आंतरिक संरचना द्विबीजपत्री स्तंभ से भिन्न होती है।

मक्का का स्तंभ (Maize Stem) – मक्का के स्तम्भ मे निम्नलिखित आंतरिक संरचना पायी जाती है। (चित्र 2.11)

1. बाह्यत्वचा (एपिडर्मिस)

यह स्तंभ की सबसे बाहरी पर्त है जो मोटी क्यूटिकल से ढ़की होती है। रंधों (स्टमेटा) की उपस्थिति के कारण यह सतत् पर्त विच्छिन्न हो जाती है।

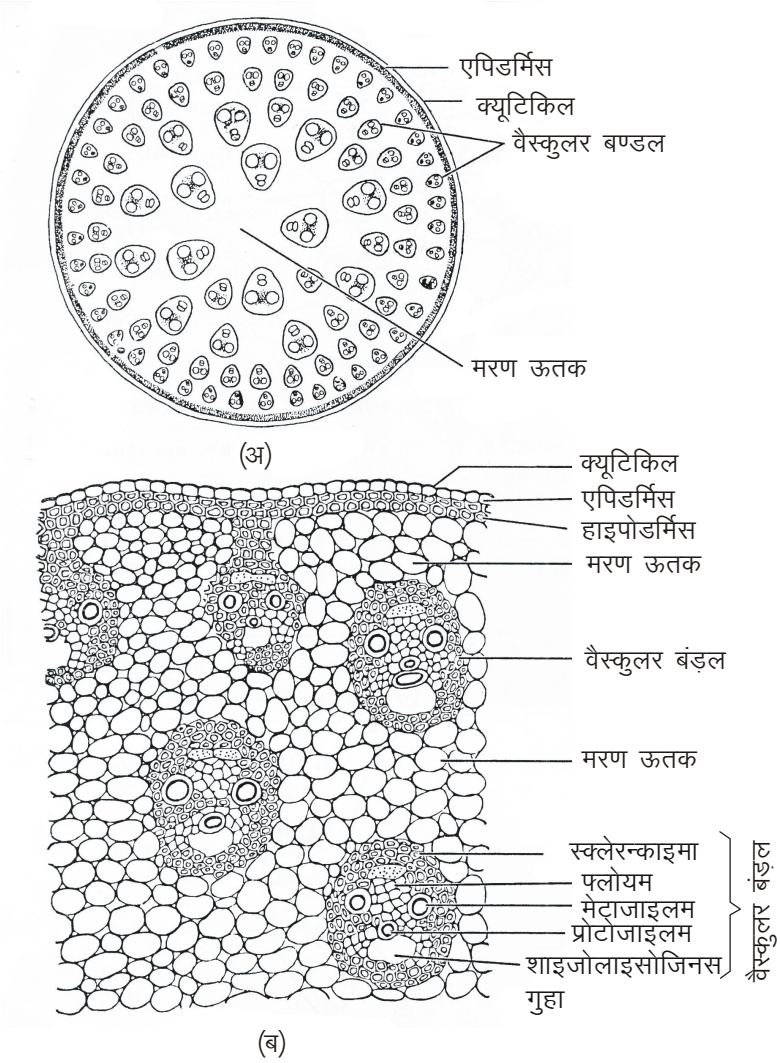
2. हाइपोडर्मिस

एपीडर्मिस के नीचे बनी हाइपोडर्मिस होती है। इसके सामान्यतया दो या तीन स्तर होते है। अनुप्रस्थ काट में ये बहुभुजी कोशिकाओं से बनी दृष्टिगत होती है। यह स्तर स्तंभ को यांत्रिक दृढ़ता प्रदान करती है।

3. भरण–ऊतक (ग्राउन्ड टिशू)

कॉर्टेक्स, एंडोडर्मिस, पेरीसाइकिल एवं पिथ के बीच कोई स्पष्ट विभेदन नहीं होता। हाइपोडर्मिस के पश्चात् पैरन्काएमी कोशिकाएँ भरण–ऊतक का निर्माण करते है। सेल्यूलोज भित्ति युक्त इनकी कोशिकाओं में स्टार्च पाया जाता है। ये कोशिकाएँ बहुभुजी तथा सघन रूप से विन्यस्त होती है। केंद्र की ओर इसकी कोशिकाएँ ढीली रूप से विन्यस्त तथा बड़ी होती हैं। वाही पूल इसी ऊतक में धंसे होते हैं। भरणऊतक का कार्य यांत्रिक दृढ़ता प्रदान करना, भोजनसंग्रहण तथा गैसीय विनिमय है। शिशु स्तंभ की परिधीय भरण–ऊतक कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट पाया जाता है।

टिप्पणी



चित्र 2.11: मक्का (अ) तरूण तने की अनुप्रस्थ काट का रेखाचित्र, (ब) तरूण तने की आन्तरिक संरचना प्रदर्शित

4. संवहनी पूल (वैस्कुलर बंडल)

संवहनी क्षेत्र अनेक बिखरे हुए (scattered) वाही पुलों से निर्मित होता है (चित्र 2.11) ये वाही पूल पैरन्काएमेटस भरण–ऊतक में से होते हैं। यह विन्यास घास एवं रनर्स में अनुपस्थित होता है। ये बिखरे हुए वाही पूल पर्ण–ट्रेस बंडल के कारण होते हैं।

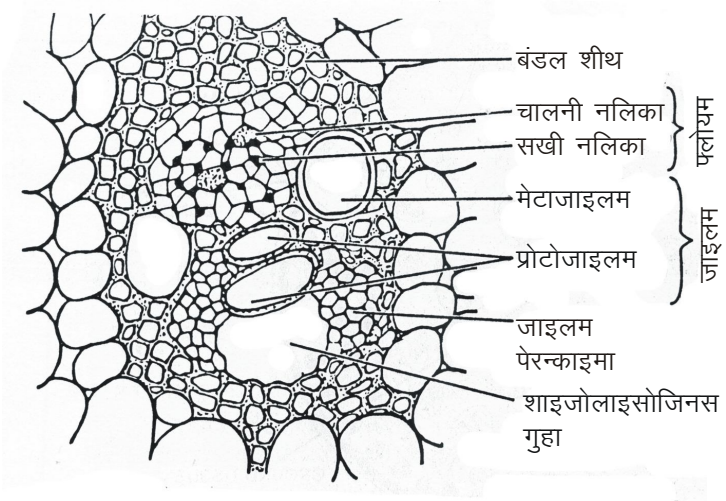
प्रत्येक वाही पूल स्क्लेरेन्काएमेटस फाइबर की शीथ से घिरे रहते हैं। वाही पूल संयुक्त (कनज्वाइंट), संपार्श्वीय (कोलेटरल), एंडार्क तथा बंद (closed) होते हैं। क्योंकि इनमें केम्बियम अनुपस्थित होता है। परिधि की ओर ये सघन तथा केंद्र की ओर विरल रूप से विन्यस्त होते हैं। वाही पूल अंडाकार होते हैं तथा फ्लोयम एवं जाइलम के बने होते हैं (चित्र 2.12)।

फ्लोयम – एकबीजपत्री स्तंभ में फ्लोयम चालनी नलिकाओं एवं सहायक कोशिकाओं से मिलकर बनती है। फ्लोयम पैरन्काएमा एवं फ्लोयम फाइबर्स अनुपस्थित होते हैं। यह बाहरी एवं कुचले हुए प्रोटोफ्लोयम तथा आंतरिक

मेटाफ्लोयम में विभेदित होता है। मेटाफ्लोयम फ्लोयम का सक्रिय हिस्सा है जो सुस्पष्ट चालनी नलिकाओं एवं सहायक कोशिकाओं का बना होता है।

जाइलम – प्रोटोजाइलम, एवं मेटाजाइलम अंग्रेंजी वर्ण 'Y' के आकार में होते हैं। जिसके दो मेटाजाइलम वैसिल्स में चौड़ी गुहाएं तथा एक या दो प्रोटोजाइलम में संकरी गुहा होती है व ट्रैकीडस और जाइलम पेरेन्कोइमा से व शाइजोजिनस गुहा से घिरे होते है।

टिप्पणी

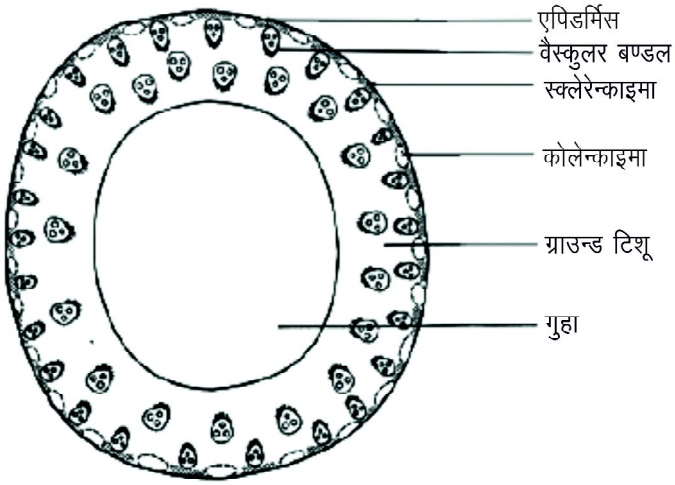


चित्र 2.12: मक्का : तने के एक संवहन बण्डल की विस्तृत संरचना

गेहूँ का स्तम्भ (stem of wheat)

गेहूँ (Triticum aestivum) के तने की अनुप्रस्थ काट में निम्नलिखित संरचनाएँ दिखाई देती है। (चित्र 2.13 व 2.14)

(1) **बाह्यत्वचा (एपिडर्मिस)** – यह एकस्तरीय होती है जो सघन नलिकाकार (tubules) कोशिकाओं की बनी होती है। इस स्तर के ऊपर क्युटिकिल स्थित होता है तथा कहीं–कहीं स्टोमेटा स्थित होते हैं।

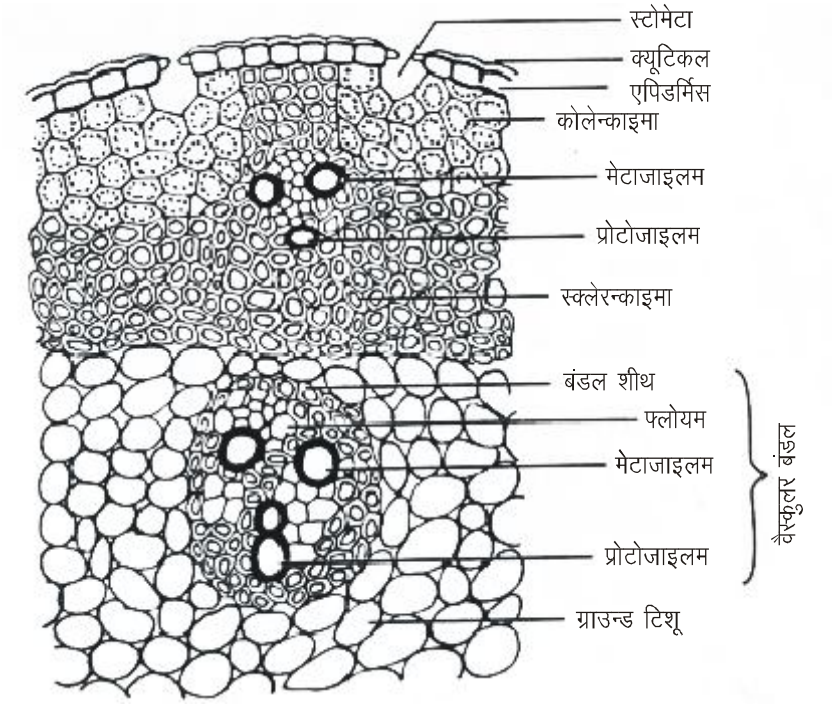


चित्र 2.13: ट्रिटिकल एस्टाइवम के तने की अनुप्रस्थ काट का रेखीय चित्रण

टिप्पणी

(2) **भरण ऊतक (ग्राउन्ड टिशू)** – उपबाह्यत्वचीय क्षेत्र में दृढ़ोतकीय (स्केलरन्काइमेटस) पैचेस पाये जाते हैं जो सतत् बैण्ड्स में विन्यस्त नहीं होते हैं। स्थान–स्थान पर यह हरित लवक युक्त मृदूतक कोशिकाओं द्वारा बाधित (interrupted) होते हैं। भरण ऊतक का शेष भाग मृदूतकीय (पैरेन्काइमेटस) होता है जिनकी कोशिकाओं के मध्य स्पष्ट अन्तराकोशिकीय अवकाश(intercellular spaces) पाये जाते हैं। तने का केन्द्रीय भाग खोखला होता है (चित्र 2.13)।

(3) **संवहन बंडल (वैस्कुलर** बंडल) – संवहन बंडल दो वलयों (series) में पाये जाते हैं। छोटे संवहन बंडलों की एक वलय उप–बाह्यत्वचीय (सब एपिडर्मल) दृढ़ोतक से सम्बन्धित रहती है अतः यह बंडल दृढ़ोतकीय पैचेज (स्केल्रन्काइमा पैचेज) में धँसे हुए प्रतीत होते हैं। प्रथम वलय के नीचे द्वितीय वलय स्थित होती है जिसमें बड़े संवहन बंडल होते हैं। संवहन बंडल संयुक्त (कनज्वाइंट)।



चित्र 2.14: ट्रिटिकल एस्टाइवम के शिशु तने की अनुप्रस्थ काट के एक भाग का कोशिकीय संरचना का प्रदर्शन

कोलेट्रल तथा अवर्धी (Closed) होते हैं। बंडल, प्रायः दृढ़ोतकीय (स्क्लेरन्काइमेटस) बंडल छाद (शीट) द्वारा घिरे रहते हैं। बाहरी वलय के बंडलों की शीट बाह्यत्वचा तक पहुँचती है (चित्र 2.14)।

2.4.5 एकबीजपत्री तने की आंतरिक संरचना की विशेषताएँ (Characteristics of internal structure of Moncot stem)

एक बीजपत्री तने की सामान्य आंतरिक संरचना निम्नालिखित होती है।

(1) बाह्यत्वचा (एपिडर्मिस) पर बहुकोशिकीय रोमों (multicellular hairs) का प्रायः अभाव होता।

(2) अधस्त्वचा (हाइपोडर्मिस) प्रायः दृढ़ोतकी (स्क्लेरेन्काइमा) कोशिकाओं की बनी होती है।

(3) कॉर्टक्स तथा स्टील में भिन्नन नहीं होता है। संवहन पूल पैरेन्काइमा से निर्मित भरण ऊतक (ग्राउन्ड टिशू) में बिखरे रहते हैं।।

टिप्पणी

(4) एण्डोडर्मिस एवं पेरीसाइकिल अनुपस्थित होते हैं।

(5) रम्भ (स्टील) एक्टोस्टीलिक प्रकार की होती है।

(6) संवहन पूल संयुक्त (कनज्वांइट), कोलेटरल एवं बन्द (closed) होते हैं।

(7) प्रत्येक संवहन पूल एक सुविकसित स्क्लेरेन्काइमा कोशिकाओं के आवरण (शीथ) द्वारा घिरा रहता है।

(8) संवहन पूल (वैस्कुलर बंडल) अण्डाकार (oval) होते हैं।

(9) लिलिएसी के कुछ सदस्यों को छोड़कर द्वितीयक वृद्धि पूर्णतः अनुपस्थित होती है।

(10) फ्लोयम में फ्लोयम पैरेन्काइमा अनुपस्थित होता है।

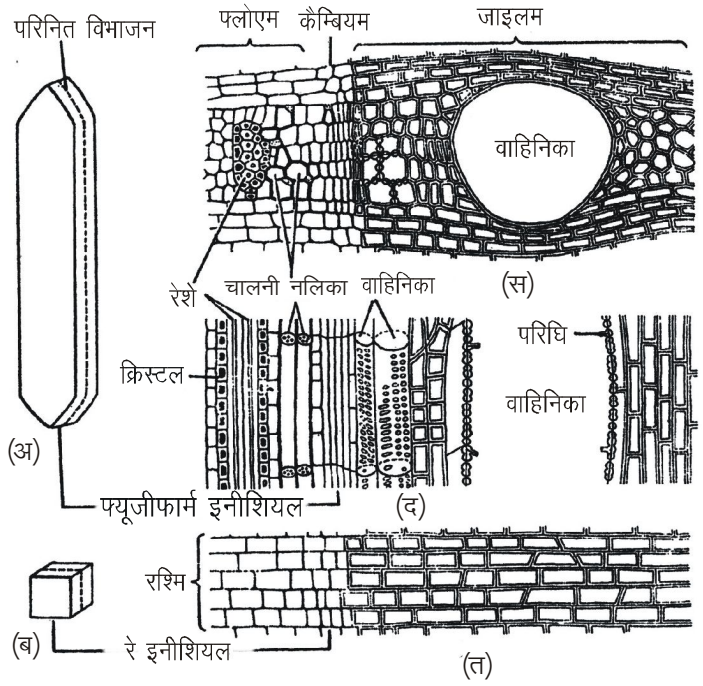
(11) मज्जा रश्मियाँ (मैड्यूलरी रेज) एवं मज्जा (पिथ) अनुपस्थित होते हैं।

2.5 संवहन एधा एवं उसके कार्य (Vascular Cambium and its Functions)

संवहनी एधा अथवा कैम्बियम एक पार्श्व विभज्योतक ऊतक (Lateral meristematic tissue) है जिसकी सक्रियता से द्वितीयक संवहनी ऊतक अर्थात् जाइलम एवं फ्लोयम का निर्माण होता है तथा जड़ तथा तने की मोटाई में वृद्धि होती है। यह सदैव कोशिकाओं की एक सतत् परत के रूप में पाया जाता है। यह प्रारम्भिक कोशिकाओं (Initials) की एक परत का बना होता है जिसमें विभाजन के फलस्वरूप इसके अन्दर व बाहर की ओर नई कोशिकाएँ उत्पन्न होती हैं। जाइलम व फ्लोयम में विभेदन से पूर्व, इससे व्युत्पन्न कोशिकाएँ एधा अथवा कैम्बियम की कोशिकाएँ प्रतीत होती हैं जिसके कारण यह बहुस्तरीय प्रतीत होता है। एकबीजपत्री पौधों की जड़ों तथा तनों में कैम्बियम का अभाव होता है द्विबीजपत्री जड़ों की प्रारम्भिक अवस्था में कैम्बियम का अभाव होता है लेकिन द्वितीयक वृद्धि की क्रिया शुरू होने से पूर्व इसका निर्माण हो जाता है। कैम्बियम का मुख्य कार्य द्वितीयक वृद्धि में सहायता करना है। (चित्र 2.15 अ–त)।

2.5.1 एधा की उत्पत्ति एवं स्थिति (Origin and Position of Cambium)

टिप्पणी



चित्र 2.15: संवहन एधा (कैम्बियम) एवं उसके व्युत्पन्न ऊतक (अ) फ्यूजीफार्म इनीशियल (ब) रे इनीशियल (स,द,त) तने की अनुप्रस्थ, अरीय अक्ष एवं अरीय काट

प्राथमिक संवहन कंकाल (primary vascular skeleton) का निर्माण प्रोकैम्बियम की कोशिकाओं के परिपक्वन के फलस्वरूप होता है। प्रोकैम्बियम स्ट्रेण्ड से जाइलम तथा फ्लोयम बनते हैं। जिन पौधों में द्वितीयक वृद्धि नहीं होती है, प्रोकैम्बियम स्ट्रेण्ड की सभी कोशिकाएँ परिपक्व होकर संवहन ऊतक (vascular tissue) बनाती हैं। किन्तु जिन पौधों में द्वितीयक वृद्धि (secondary growth) होती है, उनमें प्रोकैम्बियम स्ट्रेण्ड का एक भाग प्रविभाजी रहता है, जो एधा अथवा (कैम्बियम) बनाता है।

द्विबीजपत्री तनों में संवहन बण्डल खुले होते हैं अर्थात् उनमें एधा (कैम्बियम) उपस्थित होता है। संवहन बण्डल में उपस्थित इस एधा को अन्तरूपूलीय (इन्ट्राफैसीकुलर) अथवा पूलीय (फैसीकुलर) एधा कहते हैं जो मेरिस्टेम प्रारम्भिक प्रकार का होता है तथा प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक के प्रोकैम्बियम स्ट्रेण्ड से व्युत्पन्न होता है। कुछ द्विबीजपत्री पौधों से संवहन एधा, पूलीय एधा के रूप में ही बना रहता है तथा संवहन बंडल के अन्दर ही द्वितीयक जाइलम एवं द्वितीयक फ्लोयम उत्पन्न करता है लेकिन अधिकांश द्विबीजपत्री पौधों के तनों में अन्तरापूलीय क्षेत्र (इन्टरफैसीकलर कैम्बियम) की पैरेन्काइमेटस कोशिकाओं के विभाजन के फलस्वरूप एक नई एधा पट्टी (cambium strips) उत्पन्न हो जाती है। इस एधा को जो कि पूलीय एधा के निकट विकसित होता है अन्तरापूलीय एधा (interfascicular cambium) कहते हैं। ये दोनों प्रकार की एधा (पूलीय एवं अन्तरापूलीय) एक–दूसरे से मिलकर संवहन एधा की एक पूर्ण वलय का निर्माण करते हैं, जिसे एधा वलय कहते हैं, जो अन्दर की ओर द्वितीयक जाइलम एवं बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोयम उत्पन्न करती है।

टिप्पणी

द्विबीजपत्री जड़ों में कैम्बियम का निर्माण तनों से भिन्न होता है, क्योंकि जड़ों में जाइलम तथा फ्लोयम का अरीय (रेडियल) विन्यास होता है। इनमें कैम्बियम, प्रोकैम्बियम के ऊतकों में विवित्त पट्टियों के रूप में प्राथमिक फ्लोयम के समूहों में उत्पन्न होता है। इसके पश्चात् कैम्बियम अपने द्वारा पेरीसाइकिल से जुड़ जाता है जो प्राथमिक जाइलम किरणों के सम्मुख है। फ्लोयम के समूहों के नीचे द्वितीयक ऊतकों का निर्माण तेजी के साथ होता है जिसके फलस्वरूप में कैम्बियम की एक वलय बन जाती है।

एकबीजपत्री पौधों में संवहन बंडल बन्द (closed) होते हैं अर्थात् उनके प्राथमिक जाइलम एवं प्राथमिक फ्लोयम के मध्य एधा का अभाव होता है। अतः अधिकांश एकबीजपत्री पौधों में द्वितीयक वृद्धि का अभाव होता है। किन्तु लिलिएसी कुल के कुछ पौधों जैसे–*ड्रेसीना, यक्का* आदि में, पैरेन्काइमेटस भरण ऊतक में द्वितीयक एधा विकसित हो जाता है तथा इसकी सक्रियता के फलस्वरूप द्वितीयक संवहन बंडल्स का निर्माण होता है।

एधा की कोशिकीय संरचना (Cellular Structure of Cambium)

संवहन एधा विभज्योतक कोशिकाओं की एक सतत् परत का बना होता है। विभज्योतक कोशिकाओं के विपरीत, एधा की कोशिकाएँ रिक्तियुक्त होती हैं तथा कोशिका में प्रायः एक बड़ी रिक्तिका होती है। कोशिकाद्रव्य परिधि की ओर स्थित होता है। केन्द्रक आकार में बड़ा होता है। संलग्न एधा कोशिकाओं के मध्य अनेक प्लाज्मोडेस्मेटा पाये जाते हैं। अरीय भित्तियाँ स्पर्शीय भित्तियों की अपेक्षा मोटी होती हैं। संवहनी एधा मूल रूप से दो प्रकार की कोशिकाओं से निर्मित होता है।

(1) **तर्कुरूप प्रारम्भिक (Fusiform initials)** – इनकी कोशिकाएँ लम्बी एवं नुकीली होती हैं तथा अनुप्रस्थ काट में तर्कुरूपी दिखायी देती हैं। ये कोशिकाएँ द्वितीयक संवहनी ऊतक अर्थात् वाहिनिकाओं (ट्रेकीड्स), वाहिकाओं (वैसिल्स), काष्ठ मृदूतक (जाइलम पेरेन्काइमा), काष्ठ रेशे (जाइलम फायबर), चालनी नलिकाओं (सीव ट्यूब) सह–कोशिकाओं (कम्पेनियन सैल), फ्लोयम मृदूतक (phloem parenchyma), फ्लोयम रेशे (फाइबर्स) के अक्षीय तंत्र (axial system) का निर्माण करती हैं। (चित्र 2.15 अ, द)

(2) **किरण प्रारम्भिक (रे इनीशियल)** –इनकी कोशिकाएँ तर्कुरूप प्रारम्भिक कोशिकाओं की अपेक्षा काफी छोटी होती हैं तथा लगभग सम–व्यासी होती हैं। ये कोशिका पैरेन्काइमेटस मज्जा किरणें बनाकर संवहन ऊतक के अरीय तंत्र का निर्माण करती हैं। (चित्र 2.15 ब, त)

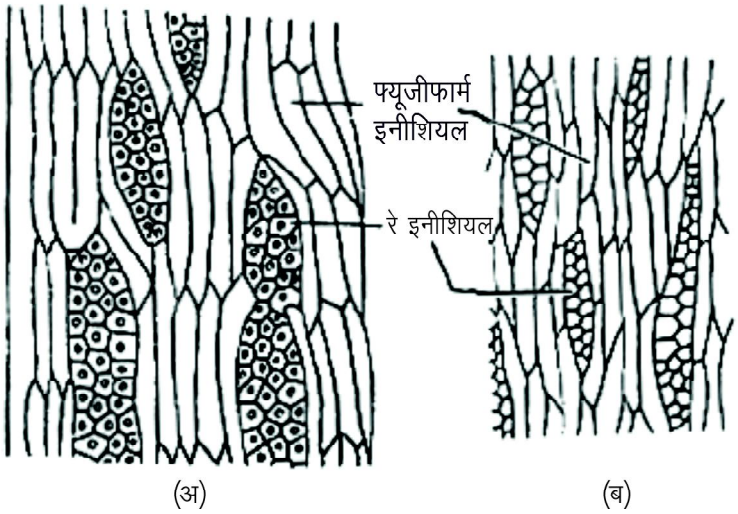
तर्कुरूप प्रारम्भिक की व्यवस्था के आधार पर, एधा को दो प्रकारों में विभेदित किया जा सकता है –

(i) **स्तरित एधा (Stratified or Storied Cambium)** – इसमें तर्कुरूप प्रारम्भिक क्षैतिज पक्तियों में व्यवस्थित होती हैं, उदाहरण–शीशम (डलबर्जिया सीसू), *साल्वेडोरा पर्सीका* आदि। (चित्र 2.16 अ)

(ii) **अस्तरित एधा (Non-stratified or Non-storied cambium)**– इसमें तकरूप प्रारम्भिक नियमित रूप से क्षैतिज पंक्तियों में व्यवस्थित नहीं होते हैं बल्कि इसमें तर्कुरूप प्रारम्भिक आंशिक रूप से दूसरे को ढके होती है। (चित्र 2.16 ब)

स्तरित एधा से स्तरित काष्ठ (Storied wood) एवं अस्तरित एधा से अस्तरित काष्ठ (Non-storied wood) का निर्माण होता हैं।

टिप्पणी

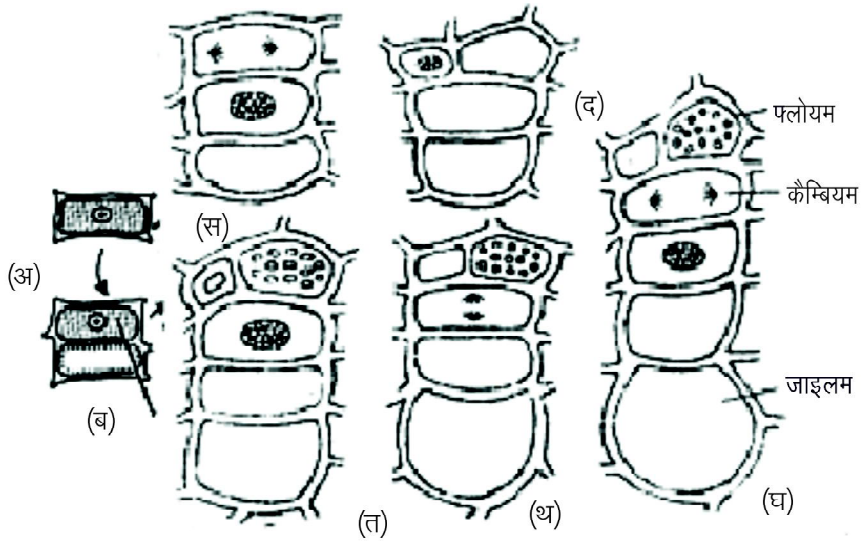


चित्र 2.16: विभिन्न प्रकार के कैम्बियम ऊतक (अ) स्ट्रेटीफाइड (स्तरित) (ब) नॉन स्ट्रेटीफाइड (अस्तरित)

एधा की सक्रियता (Activity of Cambium)

एधा की कोशिकाएँ परिनत (पेरीक्लाइनल) विभाजनों द्वारा विभाजित होती हैं तथा प्राथमिक जाइलम या प्राथमिक फ्लोयम की ओर नई कोशिकाएँ बनाती हैं। इससे व्युत्पन्न कोशिकाएँ आगे चलकर द्वितीयक जाइलम या द्वितीयक फ्लोयम में परिवर्तित हो जाती हैं। किरण प्रारम्भिक से मज्जा किरणे बनती हैं।

संवहन एधा एवं कॉर्क एधा की क्रियाशीलता के फलस्वरूप बनने वाले द्वितीयक ऊतक से मोटाई में वृद्धि को द्वितीयक वृद्धि कहते हैं। (चित्र 2.17 अ, घ)



चित्र 2.17: कैम्बियम सक्रियता के फलस्वरुप जाइलम एवं फ्लोयम के विकास की अवस्थाएं

एधा या कैम्बियम की अवधि (Duration of Cambium)

टिप्पणी

एधा या कैम्बियम के क्रियात्मक जीवन की अवधि विभिन्न जातियों में भिन्न होती है। बहुवर्शीय काष्ठीय पादपों के मुख्य तनों में एधा निर्माण के समय से पादप की मृत्यु तक उपस्थित रहता है। एधा की सतत् क्रियाशीलता द्वारा नया जाइलम तथा फ्लोयम बनता रहता है अतः पादप जीवित रहते हैं। पत्तियों, पुष्पक्रमों तथा अन्य पर्णपाती भागों में कैम्बियम का क्रियाशील जीवन बहुत कम होता है। यहाँ पर कैम्बियम कोशिकाएँ, संवहन ऊतक के रूप में परिपक्व होती है इस प्रकार के संवहन बंडलों में द्वितीयक जाइलम सीधा द्वितीयक फ्लोयम के ऊपर पाया जाता है।

एधा या (कैम्बियम) के कार्य (Functions of Cambium)

(1) कैम्बियम भीतर की ओर जाइलम तथा बाहर की ओर फ्लोयम काटता।

(2) कैम्बियम कोशिका का विभाजन दो समान पुत्री कोशिकाएँ बनाता है।

(3) एक पुत्री कोशिका प्राविभाजी (Meristematic) होती है तथा दूसरी पुत्री कोशिका जाइलम मातृ कोशिका अथवा फ्लोयम मातृ कोशिका बन जाती है।

(4) कैम्बियम कोशिका सतत् विभाजन एक ही प्रकार से करती रहती है जिसमें एक कैम्बियम कोशिका सदैव विभज्योतिकी बनी रहती है। जबकि दूसरी कोशिका जाइलम या फ्लोयम मातृ कोशिका बन जाती है।

(5) सभी कोशिकाएँ एक ही प्रकार की होती हैं, क्योकि इनमें कोई परिवर्तन नहीं पाया जाता है केवल थोड़े समय के लिए केवल एक प्रकार का ऊतक बनता है।

(6) स्पर्शीय (Tangential) सतता कैम्बियम में बनी रहती है।

(7) कैम्बियम से पौधों में द्वितीयक वृद्धि होती है जिसके द्वारा वृक्ष अधिक मजबूत हो जाते हैं एवं उनकी आयु बढ़ती है।

(8) इसके द्वारा अतिरिक्त यान्त्रिक एवं संवहन ऊतक बनते हैं।

(9) घाव के भरने एवं रोपण में एधा का विशेष महत्व है।

(10) एधा के द्वारा बने द्वितीयक जाइलम से काष्ठ का निर्माण होता है।

2.6 तनों में द्वितियक, वृद्धि (Secondary Growth in stems)

अधिकांश द्विबीजपत्री पौधों एवं नग्नबीजियों (जिम्नोस्पर्म) में जड़ एवं तने की प्रारम्भिक वृद्धि (Primary growth) के पश्चात् व्यास (Diameter) अथवा मोटाई (Girth) में वृद्धि द्वितीयक ऊतकों (Secondary tissues) के निर्माण द्वारा होती है। जड़ एवं तने की मोटाई में वृद्धि एक पार्श्व विभज्योतक (Lateral meristem) के द्वारा सम्भव होती है। यह एधा (कैम्बियम) कहलाता है। इसके अतिरिक्त कॉर्क एधा (कैम्बियम) अथवा (फेलोजन) भी द्वितीयक वृद्धि में हिस्सा लेते हैं। इनके द्वारा जिन ऊतकों का निर्माण होता है उन्हें द्वितीयक ऊतक (Secondary tissue) कहते हैं। इस प्रकार मोटाई में वृद्धि द्वितीयक वृद्धि (Secondary growth) कहलाती है। अक्ष के स्टीलर क्षेत्र (Stelar region) में एक कैम्बियम वलय (Ring) बनती है जो द्वितीयक जाइलम (Secondary Xylem) तथा द्वितीयक फ्लोयम (Secondary phloem) का निर्माण करती है। स्टील के बाहरी

(एकस्ट्रास्टीलर) क्षेत्र में कॉर्क कैम्बियम द्वितीयक (Secondary) कॉर्टेक्स तथा कॉर्क का निर्माण करता है।

टिप्पणी

2.6.1 द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि (Secondary Growth in Dicot stem)

द्विबीजपत्री तनों में संवहन पूल, कोलेटरल व खुले होते हैं, अतः इनमें द्वितीयकं वृद्धि बहुत ही स्पष्ट होती हैं। जो विभज्योतक द्वितीयकं जाइलम तथा फ्लोयम उत्पन्न करता है। वह एधा वैस्कुलर कैमबैयम कहलाता है। संवहन पूल के जाइमल व फ्लोयम के बीच में कैम्बियम पाया जाता है जिसे अन्तः पूलीय (इन्ट्राफैसीकुलर कैम्बियम) कहते हैं। दो संवहन पूल के बीच मैड्यूलरी रेज की सक्रियता के कारण कुछ कैम्बियम का निर्माण होता है जिसे अन्तरापूलीय (इन्टरफैसीकुलर) कैम्बियम कहते है। यह दोनों इन्ट्रा एवं इन्टर फैसीकुलर कैम्बियम आपस में जुड़कर एक वलय (रिंग) बनाते हैं जो कैम्बियम रिंग कहलाती हैं। चूँकि अक्ष में इसका स्थान पार्श्व में होता है अतः इसे संपार्श्व विभज्योतक कहते हैं। कैम्बियम कोशिकाओं की विशेषता यह है कि ये अत्यधिक रिक्तिकामय होती हैं। ये दो रूपों, तर्कुरूप प्रारम्भिक (Fusiform initial) तथा रश्मि प्रारम्भिक (Ray initial) में मिलते हैं। फ्यूजीफॉर्म प्रारम्भिक अपेक्षाकृत लम्बे जबकि रे–प्रारम्भिक लगभग समव्यासी होते हैं। फ्यूजीफॉर्म इनीशियल्स द्वितीयक जाइलम का अक्षीय तंत्र (Axial system) एवं रे–इनीशियल्स अरीय तंत्र (Radial system) निर्धारित करते हैं।

रम्भ के अन्दर स्थित कैम्बियम वलय (रिंग) से द्वितीयक ऊतकों का निर्माण

कैम्बियम रिंग की कोशिकाएँ आयताकार होती हैं। इसमें स्पर्शरखीय तल (tangential plane) में विभाजन होता है। इस विभाजन के फलस्वरूप नवीन कोशिकाएँ बनती हैं। इनमें से केवल एक जाइलम अथवा फ्लोयम कोशिका में बदलती है और दूसरी विभज्योतकी (Meristematic) ही रहती है। कैम्बियम की क्रियाशीलता के कारण बाहर की ओर फ्लोयम तथा भीतर केन्द्र की ओर जाइलम बनता है। (चित्र 2.18 अ)

इनको क्रमशः द्वितीयक फ्लोयम तथा द्वितीयक जाइमल कहते हैं। सभी प्रकार के संवहन कैम्बियम में दो प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं। (चित्र 2.18 ब)

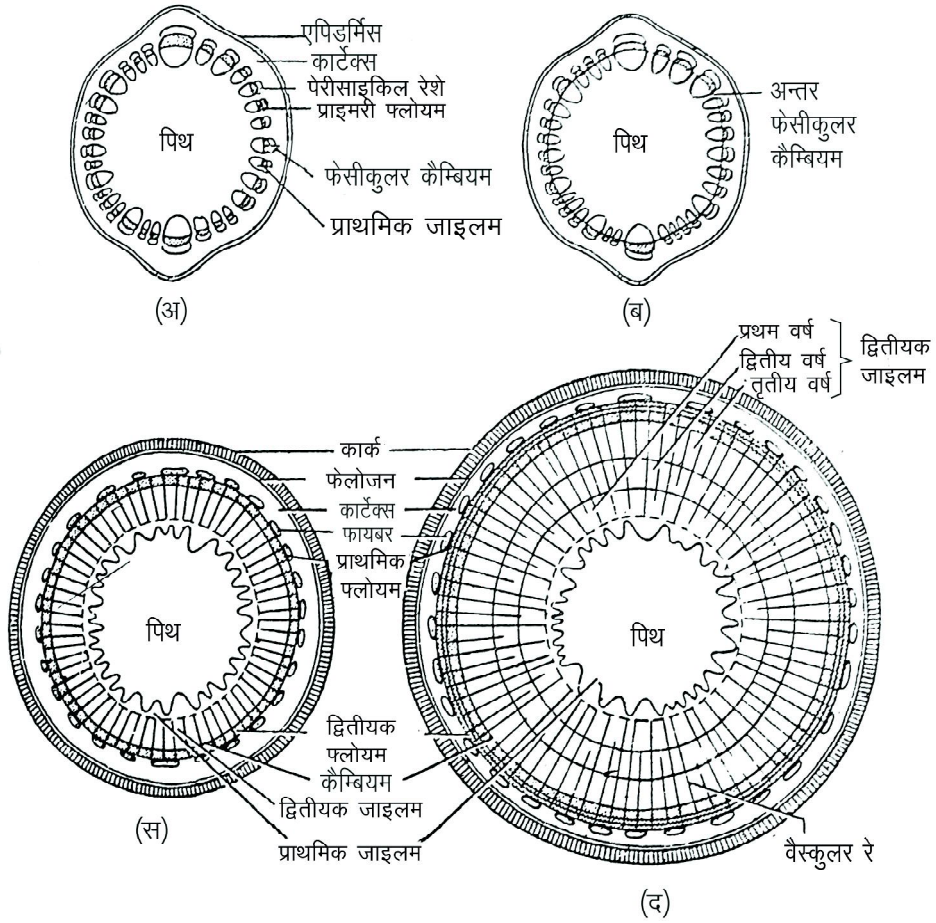
(अ) **रश्मि इनीशीयल (रे इनीशियल)**– इनसे प्राइमरी मेड्यूलरी रेज बनती है।

(ब) **फ्यूजीफॉर्म कोशिकाएँ**– यह लम्बी व सिरों से नुकीली होती हैं तथा इनसे सभी प्रकार की द्वितीयक जाइलम व फ्लोयम की कोशिकाएँ बनती हैं।

साधारणतः द्वितीयक वृद्धि में द्वितीयक फ्लोयम (Secondary phloem) की अपेक्षा द्वितीयक जाइलम का निर्माण अधिक मात्रा में होता है। इस कारण कैम्बियम परिधि की ओर खिसकता जाता है तथा प्राथमिक जाइलम तथा प्राथमिक फ्लोयम की दूरी भी अधिक होती जाती है। द्वितीयक जाइलम में वाहिनिकाएँ (ट्रेकीड), वाहिकाएँ (वेसिल्स), काष्ठ तन्तु (जाइलम फाइबर या वुड फाइबर) तथा काष्ठ मृदुतक चारों प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं। इसी प्रकार द्वितीय फ्लोयम में चालनी नलिकाएँ (सीव ट्यूब), सह कोशिकाएँ (कम्पेनियन कोशिका), फ्लोयम मृदूतक (phloemparenchyma) तथा फ्लोयम तन्तु (फाइबर्स) की कोशिकाएँ होती हैं। इनका कार्य भी प्राथमिक जाइलम व प्राथमिक फ्लोयम के समान होता है। जैसे–जैसे द्वितीयक जाइलम और फ्लोयम की मात्रा बढ़ती

जाती है वैसे–वैसे प्राइमरी जाइलम केन्द्र की ओर तथा प्राइमरी फ्लोयम परिधि की ओर बढ़ता जाता है। अत्यधिक द्वितीयक ऊतकों के दबाव से प्राथमिक फ्लोयम कुचल जाता है। (चित्र 2.18 स)

टिप्पणी



चित्र 2.18: द्विबीजपत्रीय तने में द्वितियक वृद्धि की विभिन्न अवस्थाएं प्रदर्शित

कुछ स्थानों पर कैम्बियम द्वारा द्वितीयक जाइलम व फ्लोयम का निर्माण नहीं होता। ऐसे स्थानों पर मृदुतक (पैरेन्काइना) कोशिकाएँ ही होती हैं। यह कोशिकाएँ किरणों अथवा पट्टियों के रूप में कैम्बियम से द्वितीयक जाइलम और फ्लोयम तक फैली रहती हैं। इन किरणों को द्वितीयक मैड्यूलरी रेज कहते हैं। यह किरणें अरीय (तंकपंस) रूप से विन्यासित होती हैं। यह जल को अनुप्रस्थ तल में वितरित करती हैं। (चित्र 2.18 द)

एकवर्षीय द्विबीजपत्री पौधों में कैम्बियम केवल एक वर्ष तक क्रियाशील रहता है। पौधे के साथ–साथ यह भी नष्ट हो जाता है, परन्तु बहुवर्षीय पौधों में यह अनेक वर्षों तक जीवित व क्रियाशील रहता है। इस कारण पौधों में द्वितीयक जाइलम अधिक मात्रा में बनता है। इसी को काष्ठ कहते हैं। द्वितीयक वृद्धि के कारण पौधों पर प्रभाव पड़ता है, जिसके कारण पौधों के तनों में दरार (क्रैक) आना स्वाभाविक है। यह परिवर्तन निम्नलिखित है –

(1) तने में मोटाई में वृद्धि होती है।

(2) प्राथमिक जाइलम केन्द्र की ओर खिसकता है और सूक्ष्म मात्रा में रह जाता है।

टिप्पणी

(3) प्राइमरी फ्लोयम नष्ट हो जाता है।

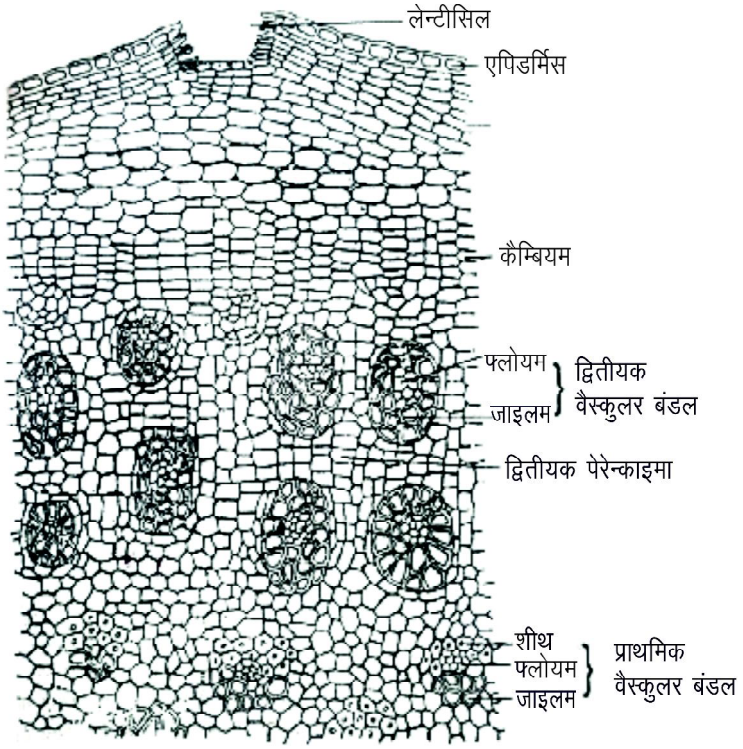
(4) कैम्बियम रिंग बाहर की ओर खिसकती जाती है।

(5) द्वितीयक जाइलम के बन जाने के कारण तने की जीवित कोशिका में तनाव बढ़ जाता है जिससे इनमें विभाजन की क्षमता बढ़ जाती है। कॉर्क कैम्बियम की उत्पत्ति का यही कारण है।

(6) मज्जा अथवा पिथ समाप्त हो जाता है।

2.6.2 एकबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि (Secondary Growth in Monocot Stem)

एकबीजपत्री तने में संवहन बण्डल संयुक्त, कोलेटरल तथा बन्द होते हैं। अर्थात् कैम्बियम पूर्णतः अनुपस्थित होता है और इसलिए उनमें द्वितीयक वृद्धि नहीं होती है।



चित्र 2.19: ड्रेसीना तने की अनुप्रस्थ काट में द्वितियक वृद्धि प्रदर्शित

किन्तु लिलिएसी कुल के कुछ पौधों जैसे–*ड्रेसीना* में द्वितीयक वृद्धि पाई जाती है, जो निम्न प्रकार सम्पन्न होती है – (चित्र 2.19)

तने की प्रारम्भिक अवस्था में संवहन बंडल्स बिखरी हुई स्थिति में होते हैं लेकिन विकास की अन्तिम अवस्था में सबसे बाहरी संवहन बंडल्स के ठीक बाहर की पैरेन्काइमा कोशिकाओं में द्वितीयक विभज्योतक अर्थात द्वितीयक एधा उत्पन्न हो जाता है। यह नया कैम्बियम (एधा) भीतर की ओर नये संवहन बण्डल्स उत्पन्न करता है। ये बंडलस संकेन्द्री (एम्फीवेसल) होते हैं अर्थात् फ्लोयम चारों ओर से जाइलम द्वारा घिरा होता है जबकि प्राथमिक संवहन बंडल्स कोलेटरल होते हैं। लिग्निन युक्त पैरेन्काइमा कोशिकाओं की मात्रा में भी बढ़ोतरी होती है जिससे तने का व्यास भी बढ़

टिप्पणी

जाता है। द्विबीजपत्री तने की एधा (कैम्बियम) के विपरीत ड्रेसीना का कैम्बियम केवल अन्दर की ओर जाइलम एवं फ्लोयम की कोशिकाएँ उत्पन्न करता है तथा बाहर की ओर बहुत कम मात्रा में पैरेन्काइमा उत्पन्न करता है। हाइपोडर्मिस के नीचे की कोशिकाओं से कॉर्क कैम्बियम विकसित होता है एवं सामान्य प्रकार से कॉर्क (फैलम) एवं द्वितीयक कॉर्टेक्स (फैलोडर्म) का निर्माण करता है।

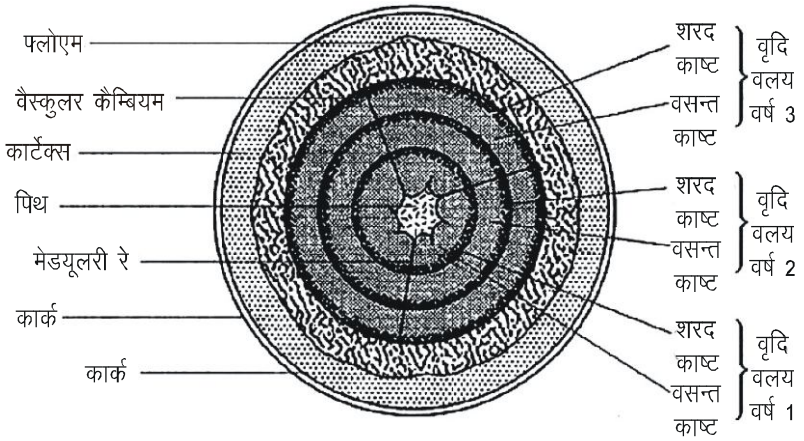
कोशिकाएँ परिनत विभाजन (पेरीक्लाइनल विभाजन) द्वारा विभाजित होती हैं। परिधीय कोशिकाएँ जाइलम तत्वों तथा केन्द्रीय कोशिकाएँ फ्लोयम तत्वों में विकसित होती हैं। इस कारण संकेन्द्रीय (concentric) वेस्कुलर बंडल्स का विकास होता है। ये आकार में अंडाकार (oval) होते हैं। जाइलम केवल ट्रैकीड्स एवं जाइलम पैरन्काइमा का बना होता है। वेसेल्स अनुपस्थित होती हैं। प्रत्येक बंडल पतली या मोटी भित्ति की शीथ से ढका होता है। *जैन्थोरिया* में पैरन्काइमा कोशिकाएँ रेजिन स्रावित करती हैं। इस कारण संवहन क्षेत्र (vascular region) के चारों ओर रेजिन शीथ का निर्माण हो जाता है।

यूका ब्रैविफोलिया में परिरम्भ (pericycle) की कोशिकाएँ प्रविभाजी (मेरिस्टमेटिक) होकर केम्बियम की तरह व्यवहार करती हैं। इन एकबीजपत्री पौधों में पैरीडर्म का निर्माण भी होता है। कुछ एकबीजपत्री पौधों में स्तम्भ की मोटाई विशिष्ट प्रविभाजी ऊतकों द्वारा सम्पन्न होती हैं जिन्हें प्राथमिक मोटाई विभज्योतक (Primary thickening meristem) कहते हैं। इसके उदाहरण हैं *पाम* (Palms), *म्यूसा, ट्यूलिप, गैलेन्थस* इत्यादि।

जोड़ा (**Zodda, 1940**), शाउट (**Shoute, 1942**) तथा टॉमलिन्सन (**Tomlinson, 1961**) ने पाम में स्तम्भ की मोटाई की एक अन्य पद्धति द्वारा दर्शायी। *रॉयस्टोनिया* जैसे पाम में स्तम्भ के केन्द्र में स्थित पैरेन्काएमी कोशिकाएँ तथा बंडल शीथ कोशिकाएँ विभाजित होती रहती हैं। अंतरकोशीय अवकाश (**intercellular spaces**) भी आकार में बढ़ते रहते हैं। इस कारण स्तम्भ मोटाई में वृद्धि करता है। टॉमलिन्सन (Tomlinson, 1971) ने इस प्रकार की वृद्धि को डिफ्यूज द्वितीयक वृद्धि कहा। (चित्र 2.18 ब)

2.6.3 वृद्धि वलय की विशेषताएँ (Characteristics of Growth Rings)

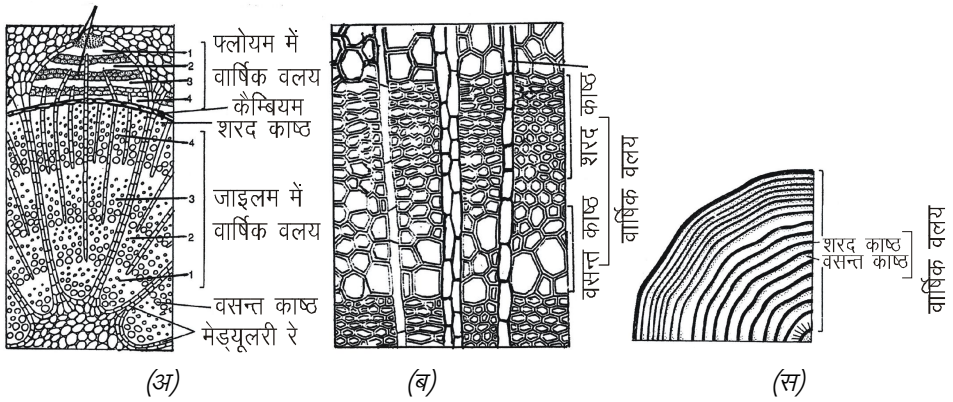
वृद्धि वलय की विशेषताएँ



चित्र 2.20: तने की अनुप्रस्थ काट में वृद्धि वलय का रेखीय चित्रण

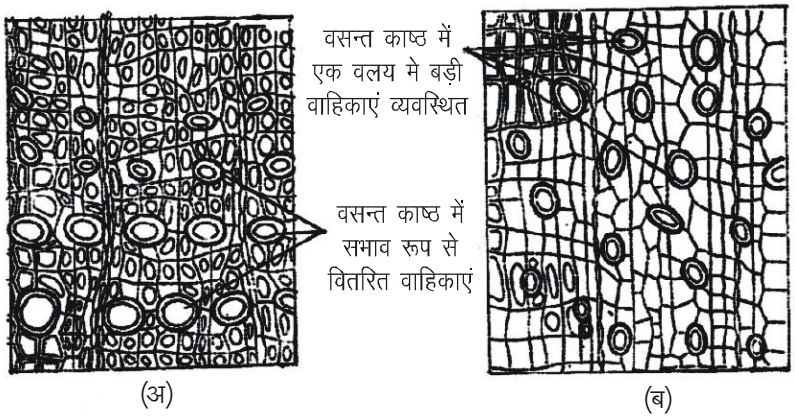
टिप्पणी

बहुवर्षीय (perennial) पौधों के तनों के द्वितीय जाइलम में कई संकेन्द्रीय (कन्सेन्ट्रिक) परत होती है जो मौसमी वृद्धि (seasonal) को व्यक्त करती हैं। अनुप्रस्थ काट (T.S.) में ये वलयों (rings) के रूप में दिखाई देती हैं, जिन्हें वार्षिक वलय (**annualrings** or **growth rings**) कहते है। इन्हें वार्षिक वलय इसलिए कहा जाता है, क्योंकि प्रत्येक वलय एक वर्ष में बनती है। (चित्र 2.20 एवं 2.21 स) प्रतिकूल मौसम में संकरी एवं अनुकूल मौसम में चौड़ी वलयों का निर्माण होता है। शीत या शरद (autumn) ऋतु में चूँकि वाहिकाओं (वेसिल्स) का संवहन हेतु उपयोग कम होता है, अतः कैम्बियम अपेक्षाकृत कम सक्रिय होता है एवं संकरी, गर्तमय वेलेल्स, ट्रेकीड्स एवं तंतु का निर्माण करता है। जो काष्ठ (wood) वसन्त (spring) ऋतु में निर्मित होती हैं, उसे वसन्त काष्ठ (spring wood) or early wood कहते हैं। शीत या शरद ऋतु में बनने वाली काष्ठ शरद काष्ठ (**autumn** or late wood) कहलाती है । इन दोनों काष्ठों के मध्य पर्याप्त विभेद होता है। (चित्र 2.21 अ एवं ब)



चित्र 2.21: तना (अ) द्वितयक संरचना में चार वार्षिक वलय (ब) वार्षिक वलय प्रदर्शित (स) काट में वार्षिक वलय प्रदर्शित

तने की अनुप्रस्थद काट में यह दोनों प्रकार के काष्ठ स्पष्ट संकेन्द्री वृत्त के रूप में दिखायी देते हैं जो वार्षिक वलय (annual rings) कहलाते हैं। बसन्त काष्ठ (Spring wood) वृत्त तथा शरद काष्ठ (autumn wood) वृत्त एक वार्षिक वलय का निर्माण करते हैं। इस प्रकार प्रतिवर्ष इस प्रकार के वलय बनते हैं जिन्हें भली–भाँति पहचाना जा सकता है।



चित्र 2.22: (अ) वलय छिद्रमय काष्ठ (ब) विसरित छिद्रमय काष्ठ

इन दोनों प्रकार के काष्ठों के मध्य एक माध्यमिक रूप भी पाया जाता है जातिवृत्तिय (phylogenetic) दृष्टि से विसरित छिद्रमय (डिफ्यूजड पोरस) की अपेक्षा वलय छिद्रमय काष्ठक (रिंग पोरस वुड) अधिक उन्नत (advanced) मानी जाती है।

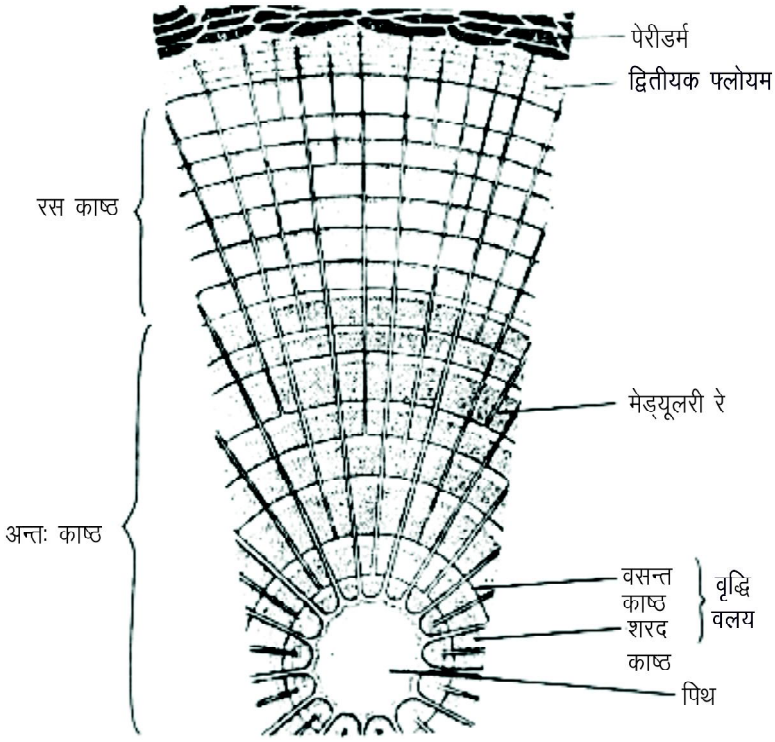
टिप्पणी

वृक्ष कालानुक्रम (डेन्ड्रोक्रोनोलाजी)

प्रत्येक वार्षिक वलय एक वर्ष की वृद्धि प्रदर्षित करती है और इन वलयों के अनुसार किसी पादप की आयु की गणना की जा सकती है।

वार्षिक वलयों की गणना करके किसी वृक्ष की आयु निर्धारित करना वृक्ष कालानुक्रम (डेन्ड्रोक्रोनोलाजी) कहलाता है। जलाभाव (सूखा) के कारण वलयों की संख्या को गिन कर आयु का पता लगाना कठिन हो जाता है।

वृक्ष के सबसे पुराने भाग में वार्षिक वलयों की संख्या द्वारा वृक्ष की आयु का पता लगाया जा सकता है। कुछ काष्ठीय वृक्षों जैसे *टिलिया, अमलताष,* शीशम तथा *टेमेरिक्स डायोका* की वाहिकाएँ (वैसल्स), बसन्त काष्ठ में विन्यस्त होती है तथा शरद काष्ठ अथवा ग्रीष्म काष्ठ की सँकरी वाहिकाएँ बिखरी हुई पायी जाती है। इस प्रकार की काष्ठ वलय छिद्रमय (ring porous) कहलाती है (चित्र 2.22 अ एवं 2.24 अ)। जामुन (*Eugenia jambolina*), गुलाब, सेम्बूकस (*Sambucus*) तथा नीम (*Azadirachta indica*) के जाइलम में वाहिकाएँ लगभग समान रूप से सम्पूर्ण बसन्त काष्ठ तथा शरद काष्ठ में वितरित होती हैं। इस प्रकार का काष्ठ विसरित छिद्रमय काष्ठ (*diffuse porous wood*) कहलाता है (चित्र 2.22 एवं 2.24 ब)।



चित्र 2.23: द्विबीजपत्री तने की अनुप्रस्थ काट में वृद्धि वलय अथवा वार्षिक वलय प्रदर्शित

वर्धमान ऋतु (growing season) के अन्त में बनी काष्ठ में वाहिकाओं के अतिरिक्त अन्य अवयवों का काफी अनुपात होता है। अतः यद्यपि सम्पूर्ण वर्ष की वार्षिक वलय की

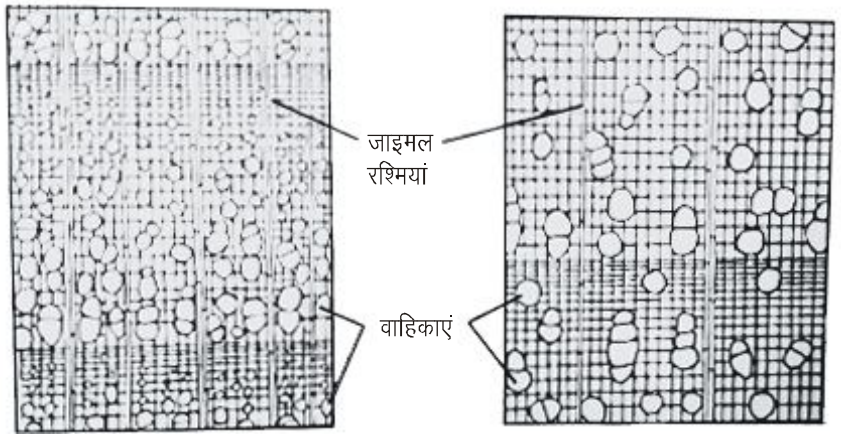
वाहिकाएँ एक जैसी होती हैं तथा समान रूप से वितरित होती हैं। एक वर्ष की उत्तर ग्रीष्म काष्ठ (Late summer wood) तथा बसन्त काष्ठ के बीच अन्तर देखने को मिलता है जो आने वाली वर्ष में वलय के रूप में दिखायी देती हैं। (चित्र 2.23)

टिप्पणी

उष्ण कटिबन्धीय प्रदेशों में पाये जाने वाले वृक्षों में वार्षिक वलय अथवा वृद्धि वलय स्पष्ट दिखायी नहीं देती हैं। इनमें वृद्धि वलयों की संख्या वृक्ष की आयु के अनुसार नहीं होती है। अतः यह वलय वृद्धि चिह्न कहलाते हैं। वर्षभर एक–सा मौसम रहने के कारण *गेरूगा पिन्नेटा* के तने में इस प्रकार के वृद्धि चिह्न भी नहीं पाये जाते हैं।

वातावरणीय दशाओं में उतार – चढ़ाव के फलस्वरूप वार्षिक वलयों की मोटाई बहुत प्रभावित होती है। वैज्ञानिकों के अनुसार कम वर्षा के कारण पतली वार्षिक वलय बनती हैं, किन्तु अधिक वर्षा होने पर यह वृद्धि वलय मोटी हो जाती है। कभी–कभी वातावरण में स्थायी परिवर्तन वृक्षों की कटाई अथवा पानी के बह जाने के कारण आ जाते हैं। ऐसी दशा में ऐसे परिवर्तन से पूर्व या पश्चात् ये बहुत स्पष्ट एवं आकर्षक होते हैं जिससे उस वर्ष का पता लगाया जा सकता है जिसमें यह परिवर्तन हुए हैं।

कैम्बियम की ऋतुनिष्ट सक्रियता (seasonal activity)– का वितरण बाह्य प्रभावों के कारण होता है जैसे प्रतिकूल जलवायु, जलाभाव, पतझड़ एवं रोग आदि। ऐसी अवस्था में काष्ठ का सामान्य विकास अवरुध हो जाता है तथा वृद्धि उसी ऋतु में कुछ समय के बाद पुनः होने लगती है जिसके फलस्वरूप अतिरिक्त स्तर बनने लगते हैं जिन्हें असत्य वार्षिक वलय कहते हैं। इस प्रकार से एक वर्ष में एक अथवा दो असत्य वलय बनती हैं और ये सभी वलय बहुवर्षीय वलय कहलाती हैं।



चित्र 2.24 : द्वितीयक जाइलम की काट :(अ) वलय छिद्रमय तथा (ब) विसरित छिद्रमय काष्ठ प्रदर्षित

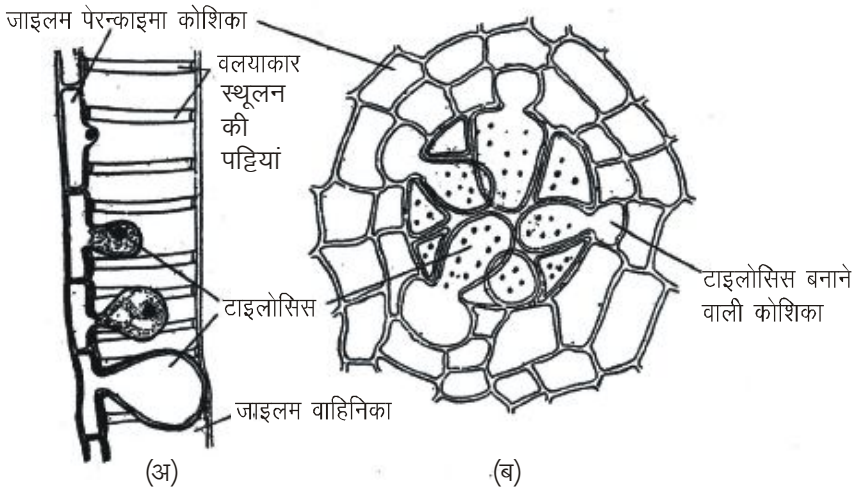
2.6.4 रस काष्ठ एवं अन्तः काष्ठ (Sap Wood and Heart Wood)

द्वितीयक वृद्धि के फलस्वरूप बना द्वितीयक जाइलम बहुत क्रियाशील होता है जिसकी ट्रेकीडियल कोशिकाओं द्वारा पानी विभिन्न भागों में जाता है तथा जाइलम की मृदुतकीय कोशिकाओं में बहुत अधिक मात्रा में कार्बनिक भोज्य पदार्थ एकत्रित रहता है।

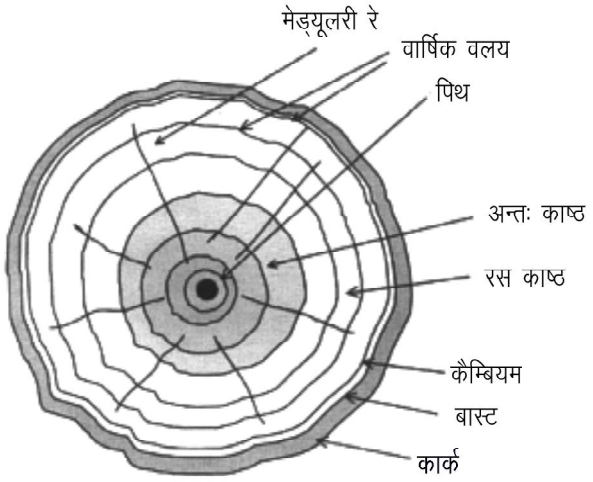
द्वितीयक जाइलम के अवयव, विशिष्ट प्रकार के कार्य करते हैं। प्रारम्भ में जब कोशिकाएँ परिपक्व होती हैं, अपना कार्य तेजी के साथ करती हैं, किन्तु धीरे–धीरे वह अपना कार्य करना बन्द कर देती है। जब तक जाइलम की कोशिकाएँ जीवित रहती

हैं तथा संवहन करती रहती है, यह रस काष्ठ कहलाती है। **हेरिस (1954)** के अनुसार जब जाइलम की कोशिकाएँ कार्य करना बन्द कर देती हैं तो उसे अन्तः काष्ठ भी कहते हैं। द्वितीयक वृद्धि वाले पुराने तनों में दोनों प्रकार के काष्ठ स्पष्ट रूप से दिखायी देते हैं। रस काष्ठ बाहरी क्षेत्र का निर्माण करता है जिसे एलबरनम कहते हैं, इसका रंग हल्का होता है तथा कोशिकाएँ जीवित होती हैं जिनका सम्बन्ध वाहिकाओं तथा रेशों से होता है। यह नव निर्मित जाइलम अवयवों की बनी होती हैं जो जल एवं खनिज का संवहन करती हैं तथा भोजन संचित करती हैं। (चित्र 2.25)

टिप्पणी



चित्र 2.25 : टाइलोसिस :(अ) जाइलम की अनुप्रस्थ काट में टाइलोसिस का विकास (ब) टाइलोसिस अनुप्रस्थ काट

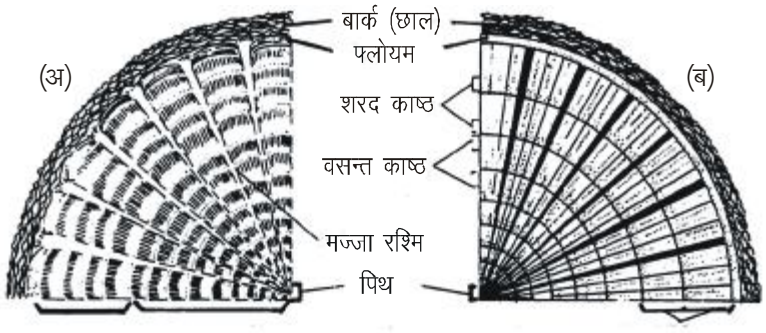


चित्र 2.26: वृक्ष के तने में वृद्धि वलय

जाइलम का केन्द्रीय भाग अन्तः काष्ठ या ड्यूरामेन कहलाता है। इसका रंग गहरा होता है और यह पौधे को यान्त्रिक शक्ति प्रदान करती है। जाइलम के केन्द्रीय भाग की वाहिकाएँ तथा वाहिनिकाएँ धीरे–धीरे रेजिन्स अथवा टेनिन्स से भर जाते हैं। यह पदार्थ आस–पास की जीवित कोशिकाओं द्वारा उत्पन्न होते हैं। इसके अतिरिक्त अनेक काष्ठीय वृक्षों के जाइलम अवयव अवरुद्ध हो जाते हैं। समीपस्थ मृदूतकीय कोशिकाओं में ब्लैडर जैसी अन्तः वृद्धि होती है जिसके फलस्वरूप उन संवहन अवयवों

टिप्पणी

(Conducting elements) की सततता (Continuity) का अवरोधन हो जाता है। इस प्रकार की ब्लैडर जैसी अन्तरवृद्धियाँ टायलोसिस कहलाती हैं (चित्र 2.23 अ एवं ब)। अवरोधन के फलस्वरूप संवहनी अवयव (Conducting elements) अक्रियाशील हो जाते हैं तथा आस–पास की घेरने वाली मृदुतक कोशिकाएँ मृत हो जाती हैं जिससे कोशिका भित्तियाँ गहरे रंग की हो जाती हैं जिसके कारण अक्रियाशील काष्ठ का केन्द्रीय भाग गहरे रंग का दिखायी देने लगता है। इस प्रकार का रूपान्तरित एवं अक्रियाशील द्वितीयक दारू जाइलम अन्तः काष्ठ कहलाता है। जड़ों से जल घुलित खनिजों का संवहन द्वितीयक जाइलम की बाहरी तरुण वलयों द्वारा सम्पन्न होता है जो रस काष्ठ (Sap wood) का निर्माण करता है। काष्ठीय वृक्षों में जैसे शीशम (*Dalbergia sissoo*), बबूल (*Acacia arabica*), आम (*Mangifera indica*) से स्पष्ट भिन्न दिखायी देता है जिससे रस काष्ठ तथा अन्तः काष्ठ को आसानी से पहचाना जा सकता है। कुछ समय बाद द्वितीयक दारू की नई बाहरी वलयों का निर्माण होता है तथा अधिकतर रस काष्ठ की वलय अन्तः काष्ठ में परिवर्तित हो जाता है अतः काष्ठ की मोटाई में वृद्धि हो जाती है जबकि रस काष्ठ उसी मोटाई की रह जाती हैं। कुछ द्विबीजपत्री पौधों जैसे *पोपूलस* तथा *सेलिक्स* में अन्तः काष्ठ अनुपस्थित होता है। शहतूत (*Morus alba*) में रस काष्ठ बहुत कम विकसित होता है, किन्तु अन्तः काष्ठ सुविकसित होता है। *टेमेरिक्स, एसर* तथा *फ्रेक्सीनस* में रस काष्ठ सुविकसित होता है किन्तु अन्तः काष्ठ सँकरा होता है। (चित्र 2.27 अ एवं ब)

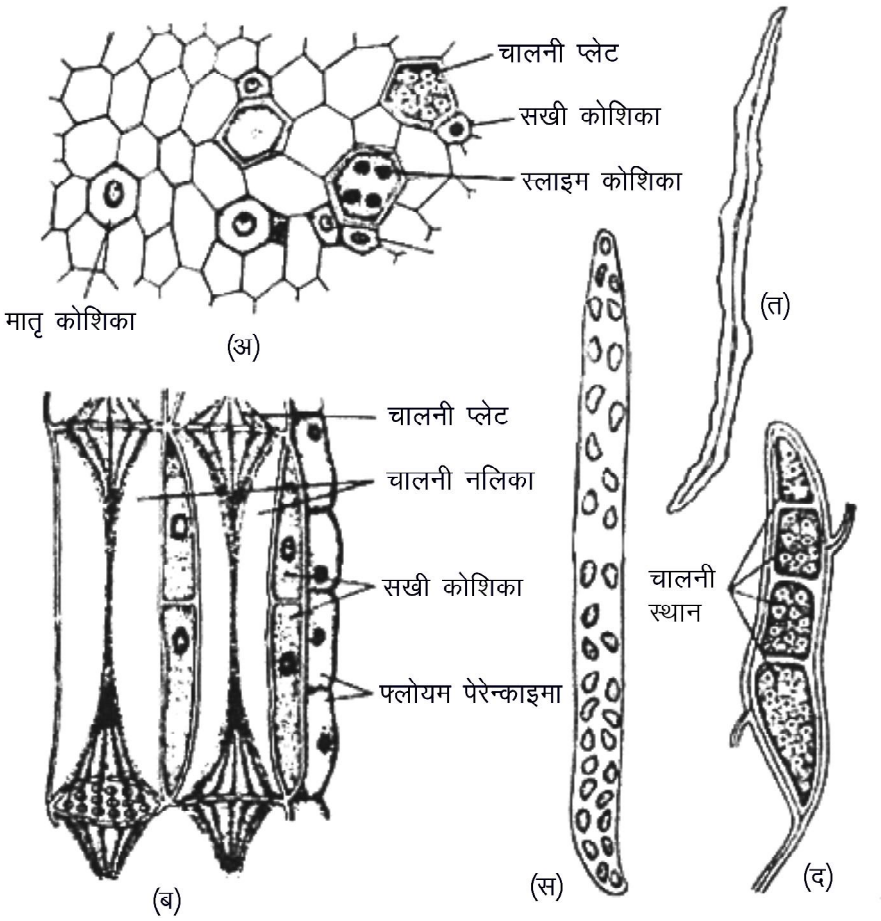


चित्र 2.27: (अ) आणि (ब) पुराने तने अनुप्रस्थ काट में अन्तः काष्ठ, रस काष्ठ एवं वार्षिक वलय प्रदर्शित

2.6.5 द्वितीयक फ्लोयम, कॉर्क कैम्बियम एवं परिचर्म (Secondary Phloem Cork Cambium and Periderm)

एधा कोशिकाएँ स्पर्शीय (tangentially) विभाजित होकर बाहर की ओर द्वितीयक फ्लोयम अवयवों को उत्पन्न करती हैं। सामान्यतया द्वितीयक फ्लोयम का सम्पूर्ण परिमाण द्वितीयक जाइलम की तुलना में कम होता है। अधिकतर द्विबीजपत्री तनों में प्रायः प्राथमिक फ्लोयम कुचल जाता है तथा क्रियाहीन हो जाता है तथा द्वितीयक फ्लोयम द्वारा बहुत लम्बे समय तक कार्यिकी क्रियाएँ सम्पन्न होती हैं।

टिप्पणी



चित्र 2.28 : फ्लोयम :(अ) अनुप्रस्थ काट में चालनी नलिका (ब) लम्बवत काट में चालनी नलिका, सखी कोशिका एवं फ्लोयम पेरेन्काइम से परस्पर संबन्ध (स) चालनी कोशिका (द) चालनी नलिका में जटिल चालनी प्लेट (त) फ्लोयम तन्तु

फ्लोयम एक जटिल ऊतक होता है जो विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं का बना होता है तथा एधा में इसकी उत्पत्ति सामान्य होती है। द्वितीय फ्लोयम की अरीय पंक्तियों (Radial rows) में कोशिकाओं का नियमित विन्यास पाया जाता है। चालनी नलिकाओं की तुलनात्मक संख्या बहुत कम होती है जिनकी भित्तियाँ मोटी होती हैं।

द्विबीजपत्री स्तंभों में द्वितीयक फ्लोयम चालनी नलिकाओं (**Sieve tubes**), सहायक कोशिकाओं (**Companion cells**), फ्लोयम पैरन्कानइमा तथा फ्लोयम फाइबर्स का बना होता है। कुछ पौधों में फ्लोयम फाइबर्स अनुपस्थित हो सकते हैं। चालनी नलिकाओं में चालनी प्लेट्स (सीव प्लेट्स) होती हैं। सीव–ट्यूब के साथ सहायक कोशिकाएँ (Companion cells) अवश्य संयुक्त होती हैं। संचित भोजन पदार्थ के साथ पैरन्काइमा कोशिकाएँ भी उपस्थित होती हैं। काष्ठीय द्विबीजपत्री पौधों एवं नग्नबीजियों में फ्लोयम फाइबर्स उपस्थित होते हैं। इनकी कोशिकाएँ मोटी भित्ति वाली तथा लम्बवत् होती हैं जिनके सिरे नुकीले होते हैं। ये बास्ट फाइबर्स (**Bast fibers**) का निर्माण करती हैं।

चालनी प्लेट्स (sieve plates) दो प्रकार की होती हैं। ये सामान्य (simple) हो सकती हैं जैसे कि अधिकांश काष्ठीय पौधों में। *टिलिया* एवं *वाइन* के द्वितीयक फ्लोयम में संयुक्त चालनी प्लेट्स (Compound sieve plates) पायी जाती हैं।

टिप्पणी

फ्लोयम पैरन्काइमा की मात्रा में जातियों के अनुसार भिन्नता होती हैं। बेरी (Ziziphus) में पैरन्काइमा कोशिकाएँ क्रिस्टलयुक्त होती हैं तथा सीव–ट्यूब्स के दोनों ओर एकान्तर रूप से लगी होती हैं। *हैविया ब्राजिलिएन्सिस* तथा *लैक्टका स्केरियोला* में क्षीर वाहिनियाँ (लैटीसीफेरस वैसेल्स) पायी जाती हैं। द्वितीयक फ्लोपस में स्कोलरिड्स भी पाए जाते हैं।

चालनी नलिकाएँ चालनी प्लेट्स पर जमा हो जाने से अक्रिय हो जाती हैं। ऐसा अक्रिय फ्लोयम प्रायः अगले मौसम में कुचल (Crushed) जाता है। फ्लोयम के तत्व बास्ट फाइबर्स में परिवर्तित हो जाते हैं।

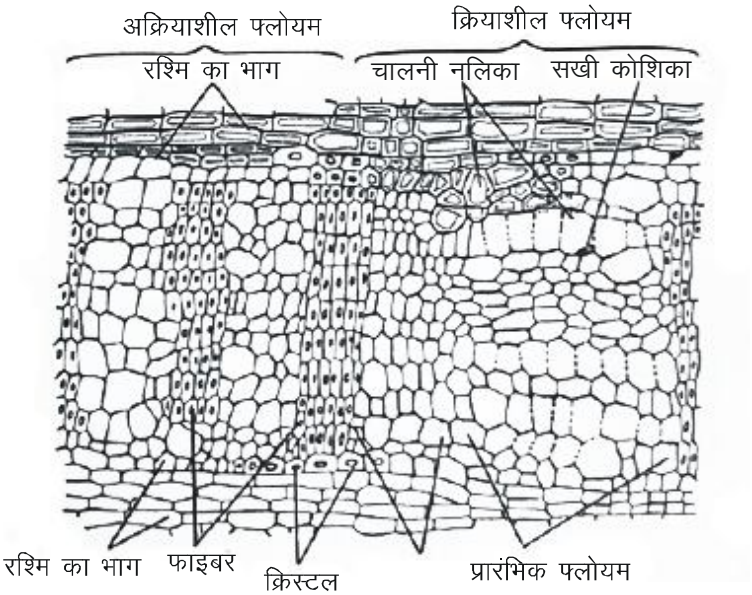
द्वितीयक फ्लोयम का कार्य प्राथमिक फ्लोयम की तरह ही प्रोटीन एवं कार्बोहाइड्रेट पदार्थों का संवहन है। टिकी क्षेत्र में स्थित द्वितीयक मेड्यूलरी रेज जाइलम से जल का अरीय संवहन (Radial conduction) करती हैं। *यूजीनिया* में फ्लोयम (Inner phloem) भी उपस्थित होता है।

2.6.6 फ्लोयम कोशिकाओं के प्रकार (Types of Phloem Cells)

(a) **टेरिडोफाइट्स**– इनके फ्लोयम में केवल चालनी कोशिकाएँ (Sieve cells) तथा फ्लोयम मृदूतक पाये जाते हैं।

(b) **अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्मस)**– इनके फ्लोयम में केवल चालिनी कोशिकाएँ, फ्लोयम मृदुः फ्लोयम रेशे तथा एल्ब्यूमिनस (Albuminous) कोशिकाएँ पायी जाती हैं।

(c) **आवृतबीजी (एन्जियोस्पर्मस)**– इनके फ्लोयम में चालिनी कोशिकाएँ, चालिनी पट्टिकाएँ (Sieve plates), सखि कोशिकाएँ (Companion cells), मृदूतक, दृढ़ ऊतक, स्क्लेरीड्स तथा स्रावी कोशिकाएँ जाती हैं।



चित्र 2.29 : विटिस विनिफेरा (अंगूर) तने की अनुप्रस्थ काट में द्वितयक फ्लोयम प्रदर्शित

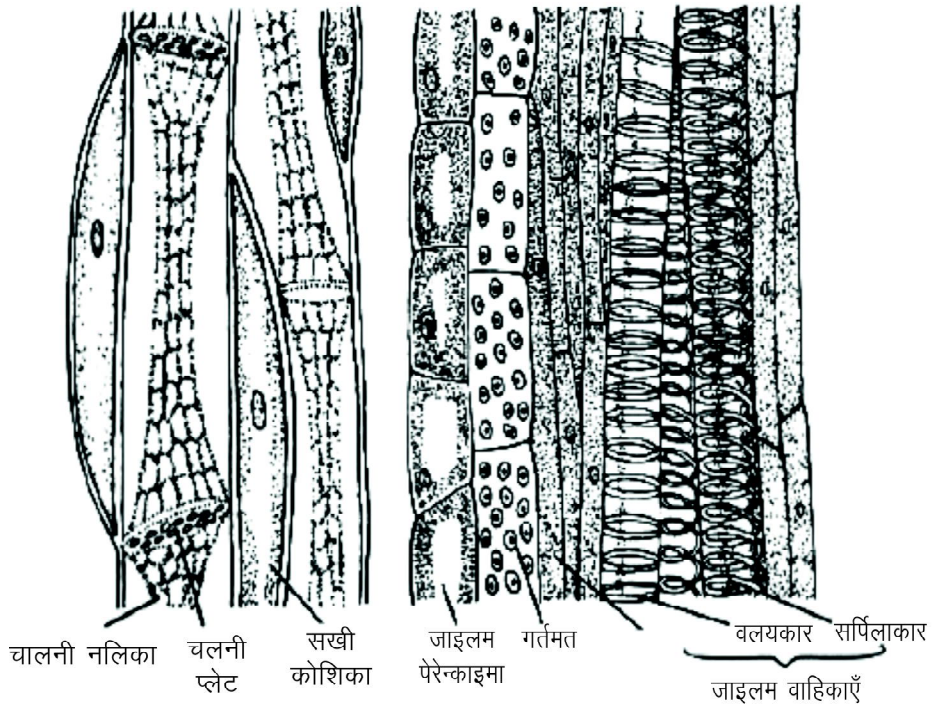
चालनी कोशिकाएँ चालनी नाल अवयवों की सीरीज (Series) होती हैं जिनका एक सिरा दूसरे सिरे एवं कुछ चालिनी क्षेत्र विशिष्ट प्रकार से जुड़े होते हैं। द्विबीजपत्री

में द्वितीयक फ्लोयम के चालनी नाल आकृति तथा सिरों की प्रकृति तथा पार्श्व भित्तियाँ (Side walls) के अनुसार विभिन्न प्रकार की होती है ।

टिप्पणी

अनेक काष्ठीय जातियों जैसे *कारया कोर्डीफोर्मिस* में चालनी नाल अवयवों की तिरछी सिरे वाली भित्तियाँ अवयवों की आधी लम्बाई तक पायी जाती हैं। इन तिरछी भित्तियों में अनेक क्षेत्र होते हैं जो मिलकर संयुक्त चालनी पट्टों (compound sieve plates) का निर्माण करते हैं। दूसरे प्रकार के साधारण चालनी पट्ट **रोबीनिया** (Robinia), मेकलूरा (Maclura) जातियों में पाये जाते हैं। इनमें चालनी पट्ट अवयवों की अन्तस्थ भित्तियाँ (terminal walls) अनुप्रस्थ होती हैं जिनमें एक विशिष्ट चालनी क्षेत्र होता है। अधिकांश द्वितीयक फ्लोयम के चालनी अवयवों में साधारण चालनी पट्ट (sieve plates) पाये जाते हैं (चित्र 2.29)

साधारणतः द्वितीयक वृद्धि में द्वितीयक फ्लोयम की अपेक्षा द्वितीयक जाइलम का निर्माण अधिक मात्रा में होता है। इस कारण कैम्बियम परिधि की ओर खिसकता जाता है तथा प्राथमिक जाइलम तथा प्राथमिक फ्लोयम की दूरी भी अधिक होती जाती है। द्वितीयक जाइलम में वाहिनिकाएँ (tracheids), वाहिकाएँ, काष्ठ तन्तु (Xylem fibres or wood fibres) तथा काष्ठ मृदूतक (wood parenchyma or Xylem parenchyma) चारों प्रकार की कोशिकाएँ होती हैं। इसी प्रकार द्वितीय फ्लोयम में चालनी नलिकाएँ (sieve tubes), सह–कोशिकाएँ (companion cells), फ्लोयम मृदूतक (phloem parenchyma) तथा फ्लोयम तन्तु (phloem fibres) की कोशिकाएँ होती हैं। इनका कार्य भी प्राथमिक फ्लोयम के समान होता है। जैसे–जैसे द्वितीयक जाइलम और फ्लोयम की मात्रा बढ़ती जाती है वैसे–वैसे प्राइमरी जाइलम केन्द्र की ओर और प्राइमरी फ्लोयम परिधि की ओर बढ़ता जाता है। अत्यधिक द्वितीयक ऊतकों के दबाव से प्राथमिक फ्लोयम कुचल जाता है। (चित्र 2.30)



चित्र 2.30 : द्वितियक जाइलम व फ्लोयम का सुचारु संगठन

अनेक जातियों के द्वितीयक फ्लोयम में दृढ़ ऊतकों (Sclerenchyma) का पाया जाना लाक्षणिक विशेषता होती है। अधिकतर रेशे निश्चित स्पर्शीय बैण्ड्स (Tangential bands) में पाये जाते हैं जैसे

टिप्पणी

लिरियोडेण्ड्रॉन तथा पोपूलस सिफेलेन्थस (Cephalanthus) में एकरेशे पाये जाते हैं, किन्तु कैरया कोर्डिफोलिया में अधिकतर द्वितीयक फ्लोयम रेशों (fibres) का बना होता है जो कोमल ऊतक समूहों को घेरे रहते हैं। यह सभी अनावृतबीज में रिपोर्ट किए गये हैं। थूजा ऑक्सीडेण्टेलिस में रेशे एकपंक्तिक (uniseriate) स्पर्शीय कतारों में विन्यस्त होते हैं। रेशों की कतारें चालनी कोशिकाएं तथा फ्लोयम मृदूतक की एकान्तर कतारें बनाती हैं।

प्लेटेनस तथा *फेगस* में एक ही प्रकार के स्क्लेरीड्स फ्लोयम के दृढ़ ऊतकों (स्क्लेरन्काइमा) में पाये जाते हैं। पुराने, जीवित काष्ठीय पादपों तथा असंवहनी फ्लोयम में स्क्लेरीड्स बहुत अधिक मात्रा में पाये जाते हैं।

2.6.7 द्वितीयक फ्लोयम में ऋतुनिष्ठा वलय (Seasonal Rings in Secondary Phloem)

द्वितीयक फ्लोयम के ऊतक प्रायः निश्चित स्पर्शीय बैण्ड्स (tangential bands) में विन्यस्त होते हैं। ऊतकों के ये स्तर वार्शिक वलयों की भाँति दिखायी देते हैं। यह वलय जैसे बैण्ड्स निश्चित मौसमी सीमाएँ द्वितीयक जाइलम की भाँति प्रदर्शित नहीं करते हैं, क्योंकि फ्लोयम कोशिकाओं का आरम्भिक (Early) तथा उत्तर (Late) वृद्धि करने वाले मौसम कोशिकाओं में स्पष्ट भिन्नन नहीं होता है। उष्णकटिबन्धीय पादपों में फ्लोयम तथा जाइलम के नये स्तर नई वृद्धि की प्रत्येक अवधि के साथ बनते हैं। आद्य संवहन पादपों जैसे टेरिडोफाइट्स एवं अनावृतबीजी में चालिनी कोशिकाएँ पायी जाती हैं। बहुत अधिक उन्नत (advanced) पौधों जैसे आवृतबीजी में चालनी नाल पाये जाते हैं।

द्वितीयक फ्लोयम के कार्य

द्वितीयक फ्लोयम के कार्य सामान्यतया प्राथमिक फ्लोयम की तरह ही होते हैं। द्वितीयक फ्लोयम की विभिन्न कोशिकाओं की संरचना भोज्य पदार्थों के स्थानान्तरण जैसे कार्यों के लिए अनुकूलित होती हैं। चालनी नलिकाएँ, सखि कोशिकाएँ तथा फ्लोयम मृदूतक की कुछ कोशिकाएँ लम्बाई में संवहन के लिए विशिष्ट रूप से अनुकूलित होती हैं तथा अन्य फ्लोयम किरणें क्षैतिज संवहन (horizonal conduction) के लिए अर्थात् जाइलम से कैम्बियम तथा कैम्बियम से जाइलम के लिए सहायक होती हैं। कुछ पौधों की फ्लोयम मृदूतक कोशिकाएँ, मण्ड, रवों तथा कार्बनिक पदार्थों का संचय ऊतक का कार्य करती हैं।

द्वितीयक फ्लोयम का आर्थिक महत्त्व

आर्थिक महत्त्व के बास्ट रेशे (Bast fibres) विभिन्न कुलों जैसे मालवेसी, टिलिएसी, मोरेसी के वृक्षों एवं झाड़ियों से प्राप्त किये जाते हैं। विभिन्न पादपों के द्वितीयक फ्लोयम से प्राप्त टेनिन्स से मसाले तथा औषधियाँ तैयार किये जाते हैं। द्वितीयक फ्लोयम में बहुत अधिक स्रावी नलिकाएँ (secretory canals) पायी जाती हैं जिनसे रबर जैसा महत्त्वपूर्ण पदार्थ *हीविया ब्रेसीलिएन्सिस* के वृक्ष से प्राप्त होता है।

2.7 परिचर्म या पेरीडर्म व कार्क कैम्बियम (Periderm and Cork Cambium)

टिप्पणी

द्वितीयक वृद्धि में लगातार द्वितीयक ऊतक बनते रहते हैं जिसके फलस्वरूप पुराने तनों तथा जड़ों की एपीडर्मिस में खिंचाव होने लगता है और अन्त में वह फट जाती है। एपीडर्मल कोशिकाओं तथा अन्य बाहरी ऊतकों (extracellular tissues) के मृत हो जाने पर नयी सुरक्षात्मक (protective) द्वितीयक ऊतक स्तर बनता है जो पेरीडर्म कहलाता है।

पेरीडर्म (periderm) में तीन प्रकार के ऊतक होते हैं

(i) **फेलोजिन अथवा कॉर्क कैम्बियम**– यह प्रविभाजी होते है।

(ii) **फेलम या कॉर्क कोशिकाएँ (Phellem or Cork cells)**–इसकी कोशिकाएँ फेलोजन द्वारा बाहर की ओर कटती हैं।

(iii) **द्वितीयक कॉर्टेक्स या फेलोडर्म (Secondary cortex or Phelloderm)**– इसकी कोशिकाएँ फेलोजन द्वारा भीतर की ओर कटती हैं।

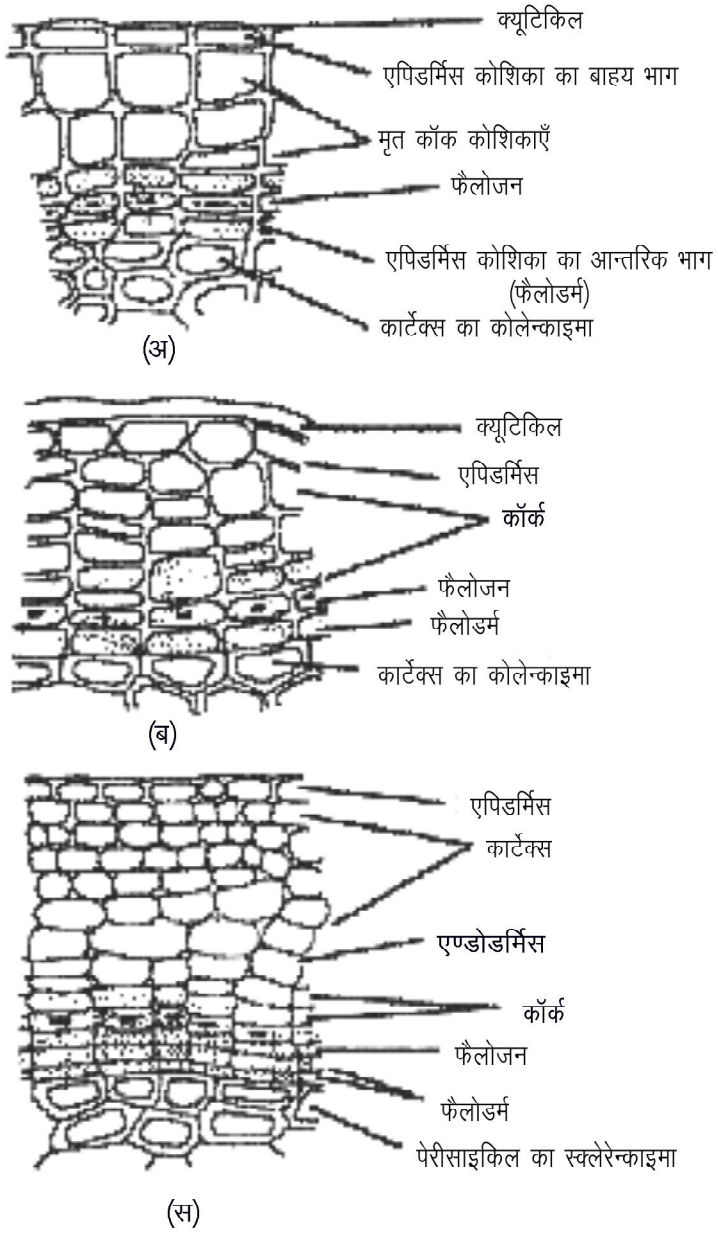
(i) **फेलोजिन या कॉर्क कैम्बियम**– एपीडर्मिस के फट जाने के बाद भीतरी ऊतकों पर दबाव पड़ता है अतः फेलोजिन या कॉर्क कैम्बियम का कॉर्टेक्स की सतही स्तरों में निर्माण होने लगता है। यह द्वितीयक प्रविभाजी होता है। यह जीवित स्थायी विभाजन करने वाली कोशिकाओं से उत्पन्न होता है। इसका उद्‌गम आरम्भिक कोशिकाओं (initial cells) द्वारा एकल स्तर के रूप में या तो उप–एपीडर्मल भाग से अथवा स्वयं एपीडर्मिस से अथवा कॉर्टेक्स की गहरी स्थित कोशिकाओं द्वारा होता है और यह फ्लोयम तक विस्तार कर सकता है। कैम्बियम की अपेक्षा फेलोजिन सरल होती है (चित्र 2.31)। इसमें एक ही प्रकार की प्रारम्भिक कोशिकाएँ होती हैं। अनुप्रस्थ काट में यह कोशिकाएँ आयताकार होती हैं तथा शेष कोशिकाएँ अरीय चपटी होती हैं। यह सघन होती हैं जिनमें अन्तरकोषिकीय अवकाश अनुपस्थित होते हैं और कोशिकाओं में रिक्तिकायुक्त जीवद्रव्य होता है। यह पार्श्व प्रविभाजी कैम्बियम कोशिकाओं की भाँति कार्य करती हैं। इन कोशिकाओं में स्पर्शीय (tangential) विभाजन होता है जिससे नयी कोशिकाएँ बनती हैं जिनकी स्थिति अपकेन्द्रीय (centrifugal) तथा अभिकेन्द्रीय (centripetal) दोनों प्रकार की होती है और बनने वाली कोशिकाएँ अरीय (radial) कतारों में स्थित होती हैं। सामान्यतया फेलोजिन बाहर की तरफ अधिक फेलम (Phellem) काटती है तथा भीतर की ओर अपेक्षाकृत कम फेलोडर्म काटती है। (चित्र 2.31 अ)

(ii) **फेलम या कॉर्क**– इसका निर्माण कॉर्क कोशिकाओं द्वारा होता है। ये फेलोजिन कोशिकाओं की भाँति होते हैं जिनसे यह बनते हैं। इनका आकार बहुभुजाकर तथा एक–सा होता है जो अरीय पतले होते हैं। ओक की कोशिकाएँ अनुप्रस्थ काट में अरीय लम्बाई वाली दिखायी देती हैं। कॉर्क कोशिकाओं में अन्तरकोशिकीय अवकाश अनुपस्थित होते हैं। (चित्र 2.31 ब एवं स)

व्यापारिक कॉर्क (Commercial - Cork)– ओक (Quercus suber) की कॉर्क में पेरीडर्म स्तरों का परिवर्धन होना एक विशेष बात होती है।

टिप्पणी

ओक पादप की यह योग्यता होती है कि गहरे स्तरों (Deeper layers) से फेलोजिन उत्पन्न होता है। जब सतही पेरीडर्म को पृथक् कर देते हैं तो उससे व्यापारिक कॉर्क का उत्पादन होता है। लगभग 20 वर्ष की अवस्था में वृक्ष की परिधि 40 सेमी हो जाती है यह बाहरी स्तर वर्जिन कॉर्क कहलाती है जिसे फेलोजिन का पट्टीकरण (stripping) करके पृथक कर दिया जाता है।



चित्र 2.31 : फैलोजन उत्पत्ति एवं विकास (अ) एपिडर्मिस से (ब) हाइपोडर्मिस से (स) गहराई में

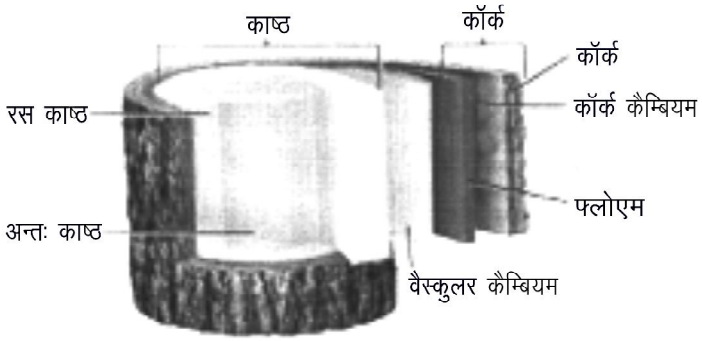
खुला ऊतक लगभग 1/8 इंच गहराई में सूख जाता है, अतः इस शुष्क स्तर के नीचे एक नया फेलोजिन स्थापित हो जाता है और तेजी के साथ बहुत अधिक कॉर्क प्रथम की अपेक्षा उत्तम गुण वाला काटता है। लगभग 9 या 10 वर्षों बाद कॉर्क का स्तर बहुत मोटा हो जाता है जो व्यापारिक महत्त्व का होता है अतः इसे पृथक् कर लिया

जाता है। जब वृक्ष 150 वर्षों का हो जाता है तो 9–10 वर्षों के अन्तराल से पट्टीकरण के बाद किया जाता है। कुछ पट्टीकरण के बाद कॉर्क समाप्त हो जाती है तथा बाद के कॉर्क स्तर, द्वितीयक कॉर्टेक्स बनाते हैं। व्यापारिक कॉर्क अपारगम्य, हल्की, कठोर एव लचीले गुणों वाली होती है।

टिप्पणी

(iii) **द्वितीयक कॉर्टेक्स या फेलोडर्म**– यह कॉर्क कैम्बियम द्वारा भीतर की ओर निर्मित मृदूतक (parenchyma) कोशिकाओं का अनेक पर्त मोटा स्तर होता है। इसकी सभी कोशिकाएँ जीवित होती हैं। कभी–कभी इसमें स्थूलकोण ऊतक (collenchyma) और स्केलरन्काइमा कोशिकाएँ भी होती हैं। फैलोडर्म की कोशिकाओं में भोज्य पदार्थों का संचय होता है। इसके अतिरिक्त यह कोशिकाएँ प्रकाश–संश्लेषण में भी सहायता करती हैं। (चित्र 2.31 ब एवं स)

छाल का निर्माण (Formation of Bark)– कॉर्क कोशिकाओं में सुबेरिन के संग्रहण से जलमार्ग अवरुद्ध हो जाता है। इस कारण बाहरी ऊतक मृत होकर छाल की तरह कार्य करते हैं। इस प्रकार एक छाल में कॉर्क कैम्बियम के बाहर स्थित समस्त मृत ऊतक सम्मिलित हैं। इसमें कुछ भाग भीतर की जीवित कोशिकाओं का भी होता है। इसमें बाह्यत्वचा (एपिडर्मिस), अधोस्तर (हाइपोडर्मिस), कॉर्टेक्स का भाग, द्वितीयक कॉर्टेक्स, फ्लोयम तथा कॉर्क सम्मिलित होते हैं। कॉर्क कैम्बियम जितना अधिक गहरा। स्थित होगा, छाल की मोटाई उतनी ही अधिक होगी। (चित्र 2.32)



चित्र 2.32 : तने में बार्क, पेरीडर्म एवं काष्ठ प्रदर्शित

जब कॉर्क कैम्बियम पट्टियों के रूप में होता है तो छाल शल्क के रूप में अलग होते हैं तथा शल्क छाल (Scale bark) कहलाती है। ऐसी शल्क छालें यूकेलिप्टस (Eucalyptus) तथा *ग्वावा* (Guava) में पायी जाती हैं। यदि ये एक शीट के रूप में अलग होती हैं तो इन्हें वलय–छाल (Ring bark) कहते हैं, उदाहरणार्थ–*बेटूला*

2.7.1 कॉर्क एवं छाल के कार्य (Functions of Cork and Bark)

(i) ये मूलतः सुरक्षा प्रदान करने के काम आती हैं।

(ii) वायु–प्रकोष्ठों की अनुपस्थित तथा सुबेरिन का जमाव जल के वाष्पन को रोकते हैं।

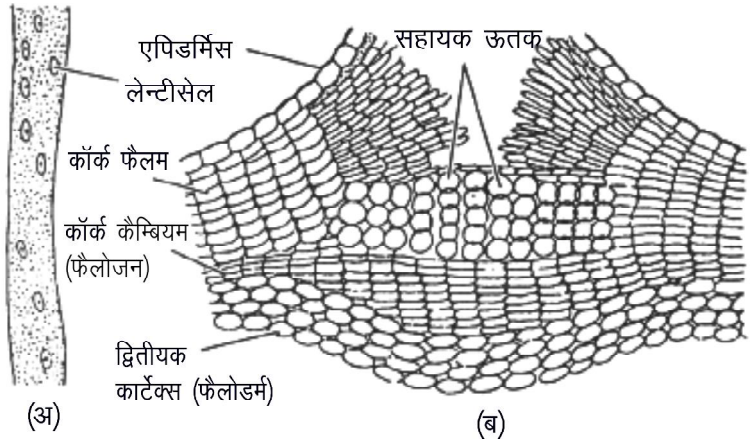
(iii) यह जीवाणुओं (बैक्टीरिया) तथा कवकों (कंजाई) के आक्रमण को रोकते हैं।

वातरन्ध्रों का निर्माण (Formation of lenticels) पेरीडर्म के निर्माण के साथ ही तने के आन्तरिक ऊतकों एवं बाह्य वातावरण के बीच संबंध टूट जाता है क्योंकि

टिप्पणी

कार्क की मृत कोशिकाएं का स्तर बहुत मोटा होता है। जिससे वायु का आदान–प्रदान अवरूद्ध हो जाता है। उपत्वचीय उत्स्वेदन (Cuticular transpiration) भी रुक जाता है। गैसीय आदान–प्रदान के लिए छाल में कुछ वातीय रंध्र का निर्माण होता है जिन्हें वातरन्ध्र (Lenticels) कहते हैं इन छिद्रों के माध्यम से विभिन्न गैसों का आदान–प्रदान एवं जल–वाष्पन होता है। ये स्तम्भ पर छोटे–छोटे छिद्रों के रूप में उपस्थित होते हैं। फेलोजन (phellogen) कुछ स्थानों पर बाहर की ओर, कॉर्क के बजाए पतली भित्ति वाली कोशिकाएँ बनाती हैं जिन्हें कम्लीमेन्टरी कोशिकाएँ कहते हैं। इसके ऊपर स्थित बाह्यत्वचा टूट जाती है। इस रचना को वातरन्ध्र (lenticel) कहते है।

(चित्र 2.33 ब एवं स)



चित्र 2.33 : लेन्टीसेल (वातरन्ध्र) (अ) तने के ऊपर (ब) तने के अनुप्रस्थ काट में लेन्टीसेल की संरचना

2.8 तनाः असामान्य संरचनाएँ (Anomalous Structure in Stem)

आवृतबीजी पादपों के तना में संवहनी ऊतकों के व्यवस्थापन में विविध संरचनायें दृष्टिगत होती हैं। संवहनी ऊतकों के विन्यास की यह व्यवस्था साधारणतः सामान्य होती है अर्थात द्विबीजपत्री पादपों में कोलैटेरल ओपन संवहन बंडलों का एक वलय में एन्डोडर्मिस के अन्दर उपस्थित होना तथा एकबीजपत्री पादपों में कौलेटेरल क्लोज्ड संवहन बंडलों का ग्राउन्ड ऊतकों में बिखरा हुआ पाया जाना। उपरोक्त स्थिति से विलग संवहन ऊतकों के व्यवस्थापन को असामान्य संरचना कहा जाता है हालांकि विशिष्ट प्रजातियों के लिये यह संरचना सामान्य होती है।

असामान्य अथवा अनियमित संरचना दो प्रकार से आवृतबीजी पादपों में उत्पन्न होती है। प्राथमिक विभाज्योतक की गतिविधि से उत्पन्न पादप के प्राथमिक शरीर में उपस्थित विषम अनियमित संरचना को प्राथमिक असामान्य संरचना (Primary anomalous structure) कहते हैं। इस प्रकार की अनियमितता **(Anomaly)** एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री दोनों में पायी जाती हैं तथा पादप के जीवन पर्यन्त उपस्थित रहती हैं। द्वितीयक विभाज्योतक द्वारा द्वितीयक वृद्धि के फलस्वरूप पादप तने में पौधे की मोटाई में वृद्धि होती है। इस वृद्धि में विविध कारणों से **असामान्य द्वितीयक वृद्धि**

(Anomalous secondary growth) के कारण असामान्य द्वितीयक संरचना (Anomalous secondary structure) उत्पन्न होती है। अतः उपरोक्त स्थिति में प्राथमिक अनियमितता (Primary anomaly) या द्वितीयक अनियमितता (Secondary anomaly) अथवा दोनों का संयोजन (Combination) आवृतबीजी पादपों में जटिल संरचना (Complex structure) उत्पन्न करते हैं, जिन्हें असामान्य संरचनायें (Anomalous structures) कहा जाता है। विभिन्न प्रकार की असामान्य संरचनाओं को निम्नानुसार सूचीबद्ध किया जा सकता है।

टिप्पणी

(1) प्राथमिक विभाज्योतक की असामान्य गतिविधि से उत्पन्न प्राथमिक असामान्य संरचनायें
   (a) कॉर्टिकल बंडल की उपस्थिति
   (b) मेडुलरी बंडल की उपस्थिति
   (c) अन्तः दारू फ्लोयम
   (d) द्विबीजपत्री पादपों में बिखरे हुए संवहन बंडल
   (e) एक बीजपत्री पादपों में वलय में उपस्थित संवहन बंडल
   (f) एक बीजपत्री पादपों में द्वितीयक वृद्धि

(2) द्वितीयक विभाज्योतक की असामान्य गतिविधि से उत्पन्न द्वितीयक असामान्य संरचनायें (Secondary anomalous structure produced by unusual activity of secondary meristem)
   (a) कैम्बियम का असामान्य स्थान (Anomalous position of Cambium)
   (b) सामान्य कैम्बियम का असामान्य व्यवहार (Abnormal behaviour of normal cambium)
   (c) सहायक कैम्बियम का निर्माण तथा उसकी गतिविधि (Accessory cambium formation and its activity)
   (d) अतिरिक्त रम्भीय कैम्बियम (Extrastelar cambium)
   (e) अन्तरदारू पलायम (Interxylary phloem)

उपरोक्तानुसार असामान्य संरचनाओं वाले कुछ आवृतबीजी पादपों की आन्तरिक संरचनाओं का विवरण निम्न प्रकार है –

2.8.1 *निक्टेन्थिस* तने की आन्तरिक संरचना (Anatomy of *Nyctanthes* Stem)

इसका तना आयताकार होता है। सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इसमें निम्नलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं। (चित्र 2.34 अ एवं ब)

(1) एपीडर्मिस (Epidermis)– यह सबसे बाहरी एक कोशिका मोटी होती है, जिसके ऊपर पतला क्यूटिकिल चढ़ा रहता है।

(2) कॉर्टेक्स (Cortex)– यह एपीडर्मिस के नीचे स्थित होता है। बाहरी कॉर्टेक्स, कोलेन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है जो हाइपोडर्मिस कहलाता है। भीतरी कॉर्टेक्स, पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है। कॉर्टेक्स में तने के चारों कोनों पर कॉर्टीकल संवहन बंडल स्थित होते हैं जो कन्जोइण्ट, कोलेट्रल

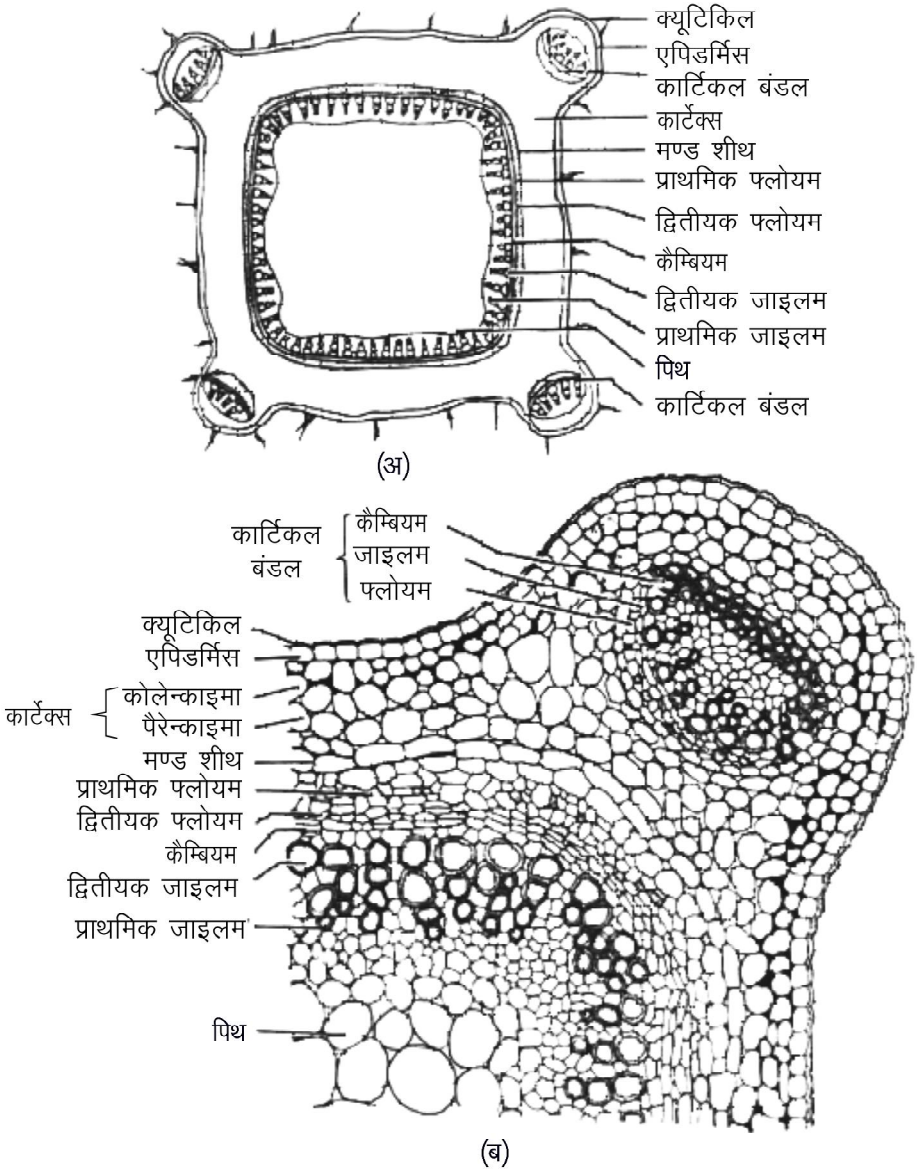
तथा ओपन होते हैं। कॉर्टीकल संवहन बंडल, जाइलम तथा फ्लोयम का प्रतिलोमित दिक्विन्यास या इनवर्स औरियेण्टेशन (Inverse orientation) प्रदर्शित करते हैं।

टिप्पणी

(3) **एण्डोडर्मिस (Endodermis)**– कॉर्टेक्स के नीचे एकस्तरीय लहरियेदार एण्डोडर्मिस पायी जाती है।

(4) **पेरीसाइकिल (Pericycle)**– शिशु तने में यह एक या दो स्तरीय होती है, जो एण्डोडर्मिस के नीचे स्थित होती है, किन्तु पुराने तने में पेरीसाइकिल अलग–अलग समूहों में दिखायी देती है।

(5) **संवहन बण्डल (Vascular bundles)**–द्विबीजपत्री तने की भाँति कन्जोइण्ट, कोलेट्रल, खुले (Open) तथा एण्डार्क संवहन बंडल एक वलय में विन्यस्त होते हैं।



चित्र 2.34 : निक्टेन्थसः तने की अनुप्रस्थ काट (अ) रेखाचित्र (ब) एक भाग का कोशिकीय चित्रण

(6) **जाइलम (Xylem)**– कैम्बियम वलय के नीचे सम्पूर्ण भाग में जाइलम स्थित होता है। जाइलम वाहिकाओं, वाहिनिकाओं एवं जाइलम पेरिन्काइमा का बना होता है। प्राथमिक जाइलम एन्डार्क होता है जो पिथ की ओर स्थित होता है।

टिप्पणी

(7) **मेड्यूलरी रेज (Medullary rays)**– ये पिथ से कॉर्टेक्स की ओर जाइलम में प्रवेश करती हुई दिखायी देती हैं। मेड्यूलरी रेज 4–5 कोशिका चौड़ी होती हैं।

(8) **पिथ (Pith)**– यह केन्द्र में स्थित होता है जिसका आकार बड़ा होता है, पिथ पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है।

असामान्य संरचना – सामान्यतः संवहन पूल अन्तः त्वचा (एण्डोडर्मिस) व पेरिसाइकल के अन्दर पाये जाते हैं लेकिन *निक्टैन्थस* में चार संवहन पूल वल्कुटीय क्षेत्र (कार्टिकल रीजन) में भी पाये जाते है। इन संवहन पूलों (वैस्कुलर बंडलस) का विन्यास उल्टा होता है अर्थात् प्रोटोजाइलम एक्जार्क होता है तथा फ्लोयम अन्दर की ओर होता है। ये संवहन पूल संलग्न (कनज्वाइंट), कोलेटरल एवं खुले (open) होते हैं। इन संवहन पुलों में कुछ मात्रा में परिवर्ती वृद्धि भी पायी जाती है।

इस प्रकार के तने में कार्टिकल संवहन पूल की उपस्थिति प्राथमिक विभाज्योतक से उत्पन्न असामान्य संरचना को प्रदर्शित करते हैं।

2.8.2 *बिगनोनिया* तने की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of *Bignomia* Stem)

सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इसमें निम्नलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं। अनुप्रस्थ काट में तना रिजिज और खॉचेदार होता है (चित्र 2.35)

(1) **एपीडर्मिस**– यह सबसे बाहरी एक कोशिका मोटा स्तर होता है, जिस पर असामान्य स्टोमेटा पाये जाते हैं। एपीडर्मिस के ऊपर पतला क्यूटिकिल होता है।

(2) **कॉर्टेक्स**– यह काफी चौड़ा होता है तो बाहरी कॉर्टेक्स तथा भीतरी कॉर्टेक्स में भिन्नित होता है। बाहरी कॉर्टेक्स की कोशिकाएँ स्क्लेरिन्काइमेट्स होती हैं। जो 2–3 स्तरीय रिजेज के नीचे हाइपोडर्मिस का निर्माण करती हैं। भीतरी कॉर्टेक्स पेरिन्काइमेट्स होता है, जिसकी कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट पाये जाते हैं। कॉर्टिक्स में स्क्लेरिन्काइमेटस फाइबर्स भी दिखायी देते हैं।

(3) **कॉर्क**– पुराने तने की एपीडर्मिस के नीचे कॉर्क दिखायी देते हैं।

(4) **एण्डोडर्मिस**–यह एक कोशिका मोटी होती है, जो स्पष्ट रूप से दिखायी देती है।

(5) **पेरीसाइकिल**– एण्डोडर्मिस के नीचे तथा फ्लोयम फरोज के ऊपर पेरीसाइकिल, स्क्लेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं से बने समूहों के रूप में दिखायी देती है।

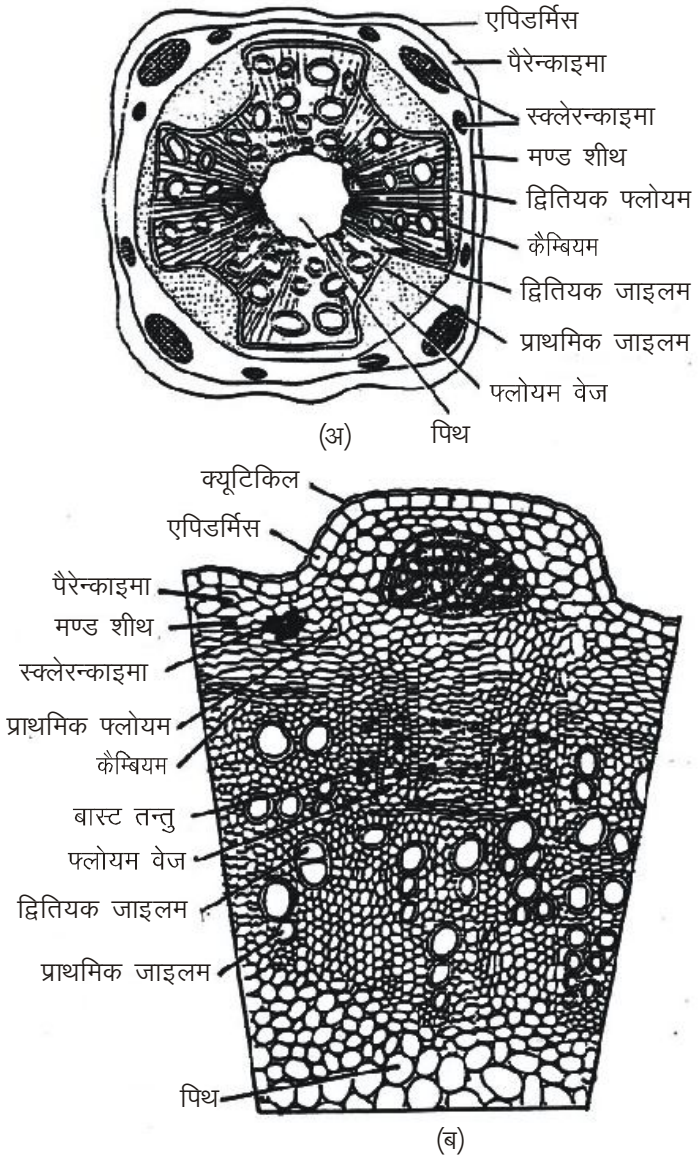
(6) **संवहन बंडल**– ये कन्जोइन्ट, कोलेट्रल, एण्डार्क तथा खुले होते हैं जो एक वलय में विन्यस्त होते हैं द्वितीयक वृद्धि के फलस्वरूप एक वास्कुलर सिलेण्डर बन जाता है।

(7) **द्वितीयक फ्लोयम**– चार स्थानों को छोड़कर यह सम्पूर्ण वलय का निर्माण करता है। चार स्थानों पर द्वितीयक फ्लोयम द्वितीयक जाइलम के अन्दर चार लम्बी वेजेज (Wedges) बनाता है। जाइलम के अन्दर चार स्थानों पर फ्लोयम

के वेजेज (Wedges of phloem) का पाया जाना *बिगनोनिया* के तने का विशिष्ट लक्षण होता है।

पिथ (Pith)–यह पैरिन्काइमेट्स होता है जो केन्द्र में स्थित होता है।

टिप्पणी



चित्र 2.35 : बिगनोनिया तने की अनुप्रस्थ काट (अ) रेखाचित्र (ब) एक भाग का विस्तृत कोशिकीय चित्रण

असामान्य संरचना (Anamalous structure)–इन पादपों में विशेष संरचना के रूप में द्वितीयक वृद्धि चार या अधिक जगहों पर खाँच (रिजिज) तथा उभार (फरो) के रूप में होती है का निर्माण कैम्बियम की असामान्य गतिविधि होता है। इस वृद्धि में कैम्बियम खाँच वाले स्थान पर अधिक फ्लोयम तथा उभार वाले स्थान पर अधिक जाइलम का निर्माण करता है जिसके फलस्वरूप संवहन क्षेत्र खाँच व उभार युक्त हो जाता है। खाँच वाले भाग में उपस्थित फ्लोयम वेजेज के रूप में दिखाई देता है।

2.8.3 लेप्टाडीनिया तने की आन्तरिक संरचना (Anatomy of *Leptadenia* Stem)

टिप्पणी

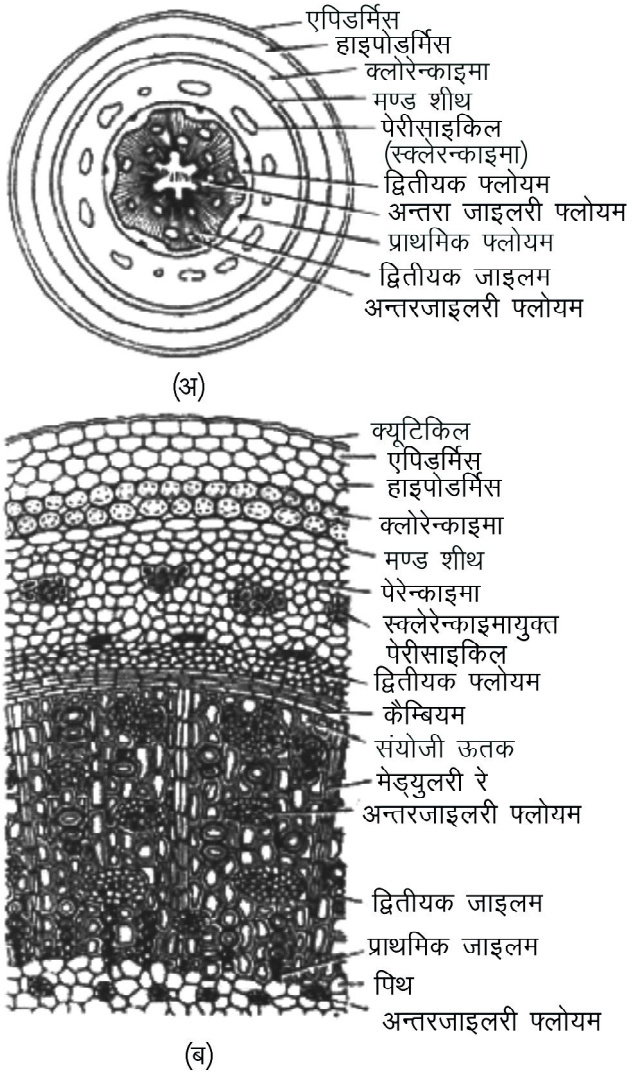
इसका तना बेलनाकार होता है। सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इसमें निम्नलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं – (चित्र 2.36 अ एवं ब)

(1) **एपीडर्मिस**– यह सबसे बाहरी एक कोशिका मोटा स्तर होता है जिस पर स्तम्भ रोम नहीं पाये जाते हैं। एपीडर्मिस के ऊपर क्यूटिकिल का मोटा स्तर स्थित होता है।

(2) **कॉर्टेक्स**– यह एपीडर्मिस के ठीक नीचे स्थित होता है, जो क्लोरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है।

(3) **एण्डोडर्मिस**– यह एक कोशिका मोटी वलय होती है जिसकी कोशिकाओं में मण्ड कण पाये जाते हैं।

(4) **पेरीसाइकिल**– यह एण्डोडर्मिस के नीचे स्क्लेरिन्काइमेट्स फाइबर्स के बने हुए अनेक समूहों में स्थित होती है।



चित्र 2.36 : लेप्टाडीनिया के तने की अनुप्रस्थ काट (अ) रेखाचित्र (ब) एक भाग का कोशिकीय चित्रण

टिप्पणी

(5) **फ्लोयम**– यह एक वलय में स्थित होता है। फ्लोयम, चालनी नाल, सखि कोशिकाओं एवं फ्लोयम पेरिन्काइमा का बना होता है।

(6) **जाइलम**– यह एक वलय में विन्यस्त होता है जिसमें बाहरी द्वितीयक जाइलम तथा भीतरी प्राथमिक जाइलम स्पष्ट दिखायी देता है। जाइलम से होकर मेड्यूलरी रेज जाती हैं। जाइलम वेसिल्स, ट्रेकीड्स तथा जाइलम पेरिन्काइमा का बना होता है। बड़े वेसिल्स, मेटाजाइलम तथा छोटे वेसिल्स, प्रोटोजाइलम की स्थिति प्रदर्शित करते हैं। द्वितीयक जाइलम के अन्दर अनेक इण्टरजाइलरी फ्लोयम दिखायी देते हैं।

(7) **मेड्यूलरी रेज**– ये प्रायः एक कोशिका मोटी होती हैं, जो पिथ से जाइलम में होकर कॉर्टेक्स तक पहुँचती हैं। इनकी कोशिकाओं में रवे (क्रिस्टल) पाये जाते हैं।

(8) **इण्ट्राजाइलरी फ्लोयम**– पिथ की परिधि पर फ्लोयम के अनेक समूह पाये जाते हैं, जो इण्ट्राजाइलरी फ्लोयम कहलाते हैं। यह फ्लोयम के समूह चालनी नाल, सखि कोशिकाओं एवं फ्लोयम पेरिन्काइमा के बने होते हैं। इनका उद्‌गम प्राथमिक होता है।

(9) **पिथ**– यह केन्द्र में स्थित होता है जो पतली भित्ति वाली पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है। इन कोशिकाओं के बीच अन्तराकोशिकीय अवकाश पाये जाते हैं। पिथ में लेटेक्स कोशिकाएँ भी पायी जाती हैं।

असामान्य संरचना

लेप्टाडीनिया के तने में कन्जोइन्ट, बाइकोलेंट्रल तथा खुले संवहन बण्डल पाए जाते हैं जो एक वलय में विन्यस्त होते हैं। जब तने में द्वितीयक वृद्धि प्रारम्भ होती है तब कैम्बियम वलय की सीध में आने वाली मेड्यूलरी रेज की कोशिकाएँ स्पर्शी विभाजन करने लगती हैं जिससे इन्टरफेसीकुलर कैम्बियम बन जाता है। यह कैम्बियम संवहन बण्डलों के इन्ट्राफेसीकुलर कैम्बियम से संयुक्त होकर कैम्बियम वलय बनाता है, किन्तु भीतरी इन्ट्राफेसीकुलर कैम्बिया निश्क्रिय रहता है। इसके पश्चात् बाहरी कैम्बियम वलय असमान्य व्यवहार करती है जिससे कि इन्टरजालरी फ्लोयम या इनक्लूडेड फ्लोयम बनता है। कैम्बियम वलय की कुछ कोशिका जिन्हें भीतर की और द्वितीयक जाइलम काटना चाहिए कुछ समय द्वितीयक जाइलम काटने के पश्चात् द्वितीयक फ्लोयम काटने लगती हैं। अतःद्वितीयक जाइलम में छोटे–छोटे द्वितीयक फ्लोयम (समूहों में) धंसे हुए दिखाई देने लगते है जो इन्टरजाइलरी फ्लोयम या इन्क्लूडेड फ्लोयम कहलाते हैं। कैम्बियम वलय के बाहर केवल द्वितीयक फ्लोयम ही काटता है।

द्वितीयक जाइलम तथा द्वितीयक फ्लोयम के बीच–बीच में मेड्यूलरी किरणों का निर्माण होता है। मुख्य बात यह है कि कैम्बियम वलय के इन्ट्राफेसीकुलर कैम्बिया द्वारा जब अन्दर की ओर इन्टरजाइलरी फ्लोयम (Interxylary phloem) तथा द्वितीयक जाइलम काटा जाता है, तभी बाइकोलेट्रल संवहन बण्डलों का प्राथमिक फ्लोयम पिथ के अन्दर धंस जाता (Embedded) है जो पिथ की परिधि की ओर दिखाई देता है जिसे इन्ट्राजाइलरी फ्लोयम कहते हैं।

2.8.4 साल्वेडोरा तने की आन्तरिक संरचना (Anatomy of *Salvadora* Stem)

टिप्पणी

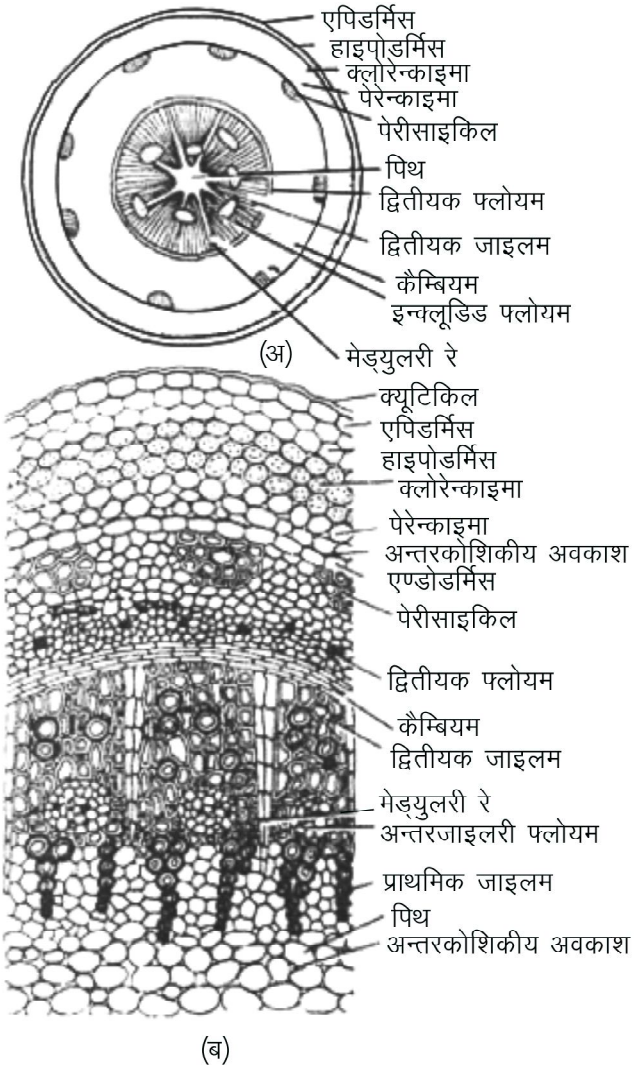
इसका तना बेलनाकार होता है। सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इसमें निम्नलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं। (चित्र 2.35 अ एवं ब)

(1) **पेरीडर्म**– यह सबसे बाहरी स्तर होता है जो कॉर्क, कॉर्क कैम्बियम एवं द्वितीयक कॉर्टेक्स का बना होता है।

(2) **कॉर्टेक्स**– यह एपीडर्मिस के ठीक नीचे स्थित होता है जो दो प्रकार की कोशिकाओं का बना होता है।

(3) **एण्डोडर्मिस**– कॉर्टेक्स के नीचे एक स्तरीय एण्डोडर्मिस पायी जाती है जिनकी कोशिकाओं में प्रायः मण्ड कण होते हैं।

(4) **पेरीसाइकिल**– यह एण्डोडर्मिस के नीचे स्क्लेरिन्काइमेट्स फाइबर्स के बने हुए अनेक समूहों में स्थित होती है।



चित्र 2.37 : सेल्वाडोरा के तने की अनुप्रस्थ काट (अ) रेखीव चित्र (ब) एक भाग का कोशिकीय चित्र

(5) **फ्लोयम**– कैम्बियम वलय के ऊपर फ्लोयम की वलय स्थित होती है। द्वितीयक वृद्धि के कारण प्राथमिक फ्लोयम तथा द्वितीयक फ्लोयम को आसानी से नहीं पहचाना जा सकता है।

टिप्पणी

(7) **मेड्यूलरी रेज**– ये प्रायः एक कोशिका मोटी होती हैं जो पिथ से जाइलम में होकर कॉर्टेक्स तक पहुँचती हैं।

(6) **जाइलम**– यह भी एक वलय में विन्यस्त होता है जिसमें द्वितीयक जाइलम तथा भीतरी प्राथमिक जाइलम स्पष्ट दिखायी देता है। जाइलम, वेसिल्स, ट्रेकीड्स तथा जाइलम पेरिन्काइमा का बना होता है। बड़े वेसिल्स मेटाजाइलम तथा छोटे वेसिल्स प्रोटोजाइलम की स्थिति प्रदर्शित करते हैं। द्वितीयक जाइलम में इण्टरजाइलरी फ्लोयम के अनेक समूह पाये जाते हैं।

(8) **पिथ (Pith)**– यह केन्द्र में स्थित होता है जो पतली भित्ति वाली पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है। इन कोशिकाओं के बीच अन्तराकोषिकीय अवकाश पाये जाते हैं।

साल्वेडोरा में असामान्य संरचना

साल्वेडोरा के तने में असामान्य द्वितीयक वृद्धि *लेप्टाडीनिया* के तने के समान होती है। कैम्बियम की असमान्य गतिविधि के कारण इन्टरजाइलरी (इनक्लूडिड) फ्लोयम बनता है। कुछ समय बाद कैम्बियम सामान्य गतिविधि करने लगता है जिसके परिणाम स्वकरूप द्वितीयक जाइलम के बीच–बीच में द्वितीयक फ्लोयम के पैचेज पाए जाते है। जिसे इन्टरजाइलरी फ्लोयम कहते हैं।

2.8.5 *एकाइरन्थिसः* तने की आन्तरिक संरचना

इसका तना कोणीय होता है। सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इनमें अग्रलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं। (चित्र 2.38 अ एवं ब)

(1) **एपीडर्मिस**– यह सबसे बाहरी एक कोशिका मोटी होती है जिसके ऊपर क्यूटिकिल चढ़ा रहता है। एपीडर्मिस के ऊपर स्तम्भ रोम एपिडर्मल हेयर स्थित होते हैं।

(2) **कॉर्टेक्स–** यह विभिन्न प्रकार की कोशिकाओं से मिलकर बना होता है। रिब्स के नीचे कोलेन्काइमा स्थित होता है तथा ग्रूव्स के नीचे क्लोरिन्काइमा पाया जाता है, जो हाइपोडर्मिस का निर्माण करता है। शेष कॉर्टेक्स, पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है। कॉर्टेक्स की कोशिकाओं में कैल्सियम ऑक्जेलेट के रवे पाये जाते हैं।

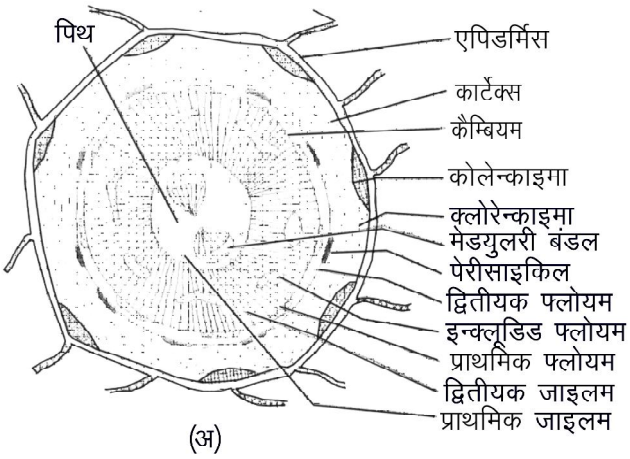
(3) **एण्डोडर्मिस**– यह एक स्तरीय होता है जो कॉर्टेक्स के नीचे स्थित होता है।

(4) **पेरीसाइकिल**– यह एण्डोडर्मिस के नीचे अलग–अलग समूहों मे स्थित पेरीसाइकिल का प्रत्येक पेरीसाइकिल समूह, रिब के अभिमुख स्थित होता है। पेरीसाइकिल के समूह (Patch) स्क्लेरिन्काइमेट्स फाइबर्स के बने होते हैं।

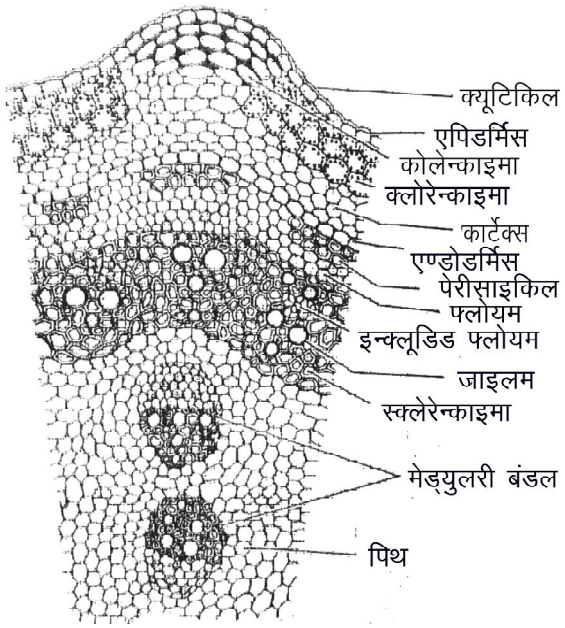
(5) **संवहन बंडल**– पिथ में केन्द्र की ओर केवल दो मेड्यूलरी संवहन बंडल स्थित होते हैं। प्रत्येक संवहन बंडल, कन्जोइण्ट, कोलेट्रल तथा खुला होता है। कभी–कभी ये दोनों मेड्यूलरी संवहन बंडल आपस में संयुक्त होकर एक

एम्फीजाइलिक बंडल का निर्माण करते हैं। इसके अतिरिक्त बाहर की ओर एक वलय में अनेक कन्जोइण्ट कोलेट्रल, एण्डार्क तथा खुले संवहन बंडल विन्यस्त होते हैं।

टिप्पणी



(अ)



(ब)

चित्र 2.38 : एकाइरेन्थस के तने की अनुप्रस्थ काट में (अ) रेखा चित्र (ब) कोशिकीय चित्र (एक भाग)

(6) **फ्लोयम**– यह चालनी नाल, फ्लोयम पेरिन्काइमा तथा सखि कोशिकाओं का बना होता है। द्वितीयक वृद्धि के कारण इण्टरजाइलरी फ्लोयम का निर्माण होता है। अन्य तनों की भाँति इसके तने में फ्लोयम लगातार एक स्तर का निर्माण नहीं करता है।

(7) **पिथ**– यह बड़ा होता है, जो पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है। कोशिकाओं के मध्य बड़े आकार के अन्तराकोषिकीय अवकाश पाये जाते हैं। पिथ की कोशिकाओं में प्रायः बालू (Sand) के कण भरे होते हैं। पिथ के केन्द्र में दो कन्जोइण्ट, कोलेट्रल तथा खुले मेड्यूलरी संवहन बंडल स्थित होते हैं।

एकाइरेन्थिस तने में असामान्य द्वितीयक वृद्धि संरचना (Internal Structure of *Achyranthes* Stem)

टिप्पणी

असामान्य संरचना (Anomalous structure)– *एकाइरेन्थस* में मज्जा में उपस्थित संवहन पुल (वैस्कुलर बंडल) मज्जीय संवहन पुल (मैडयूलरी वैस्कुलर बंडल) कहलाते है। यह प्राथमिक विभाज्योतक (Primary meristem) की गतिविधि के कारण निर्मित प्राथमिक असामान्य संरचना (Primary anomalous structure) है। जबकि कैम्बियम वलय को असामान्य क्रियाशीलता (Unusual activity) के कारण कैम्बियम वलय अन्दर की ओर सामान्य द्वितीयक जाइलम के स्थानपर कुछ समय के लिए द्वितीयक फ्लोयम (Secondary phloem) का निर्माण करते हैं जिससे इन्क्लुडेड फ्लोयम अथवा इन्टर जाइलरी फ्लोयम के रूप में फ्लोयम द्वीप समूह (Phloem islands) का निर्माण करते हैं जो असामान्य द्वितीयक वृद्धि (Anomalous secondary growth) है। अतः एकाइरैन्थस (Achyranthes) असामान्य प्राथमिक संरचना (Anomalous primary structure) तथा असामान्य द्वितीयक वृद्धि (Anomalous secondary growth) का संयोजन है।

2.8.6 *बोहराविया* तने की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of *Boerhaavia*)

इसका तना बेलनाकार होता है। सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इसमें निम्नलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं।

(1) **एपीडर्मिस**– यह एक कोशिका मोटा सबसे बाहरी स्तर होता है, जिसके ऊपर क्यूटिकिल पाया जाता है। एपीडर्मिस के ऊपर अनेक बहुकोशिकीय स्तम्भ रोम स्थित होते हैं। कभी–कभी – पीले, लाल टेनिन युक्त कोशिकाएँ भी दिखायी देती हैं।

(2) **कॉर्टेक्स**– यह बहुत चौड़ा स्तर होता है, जो बाहरी कॉर्टेक्स तथा भीतरी कॉर्टेक्स में भिन्नित होता है। बाहरी कॉर्टिक्स कोलेन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है, जो हाइपोडर्मिस का निर्माण करता है। इसके नीचे क्लोरिन्काइमा की कोशिकाओं के स्तर होते हैं और भीतरी कॉर्टेक्स, पेरिन्काइमेट्स कोशिकाओं का बना होता है।

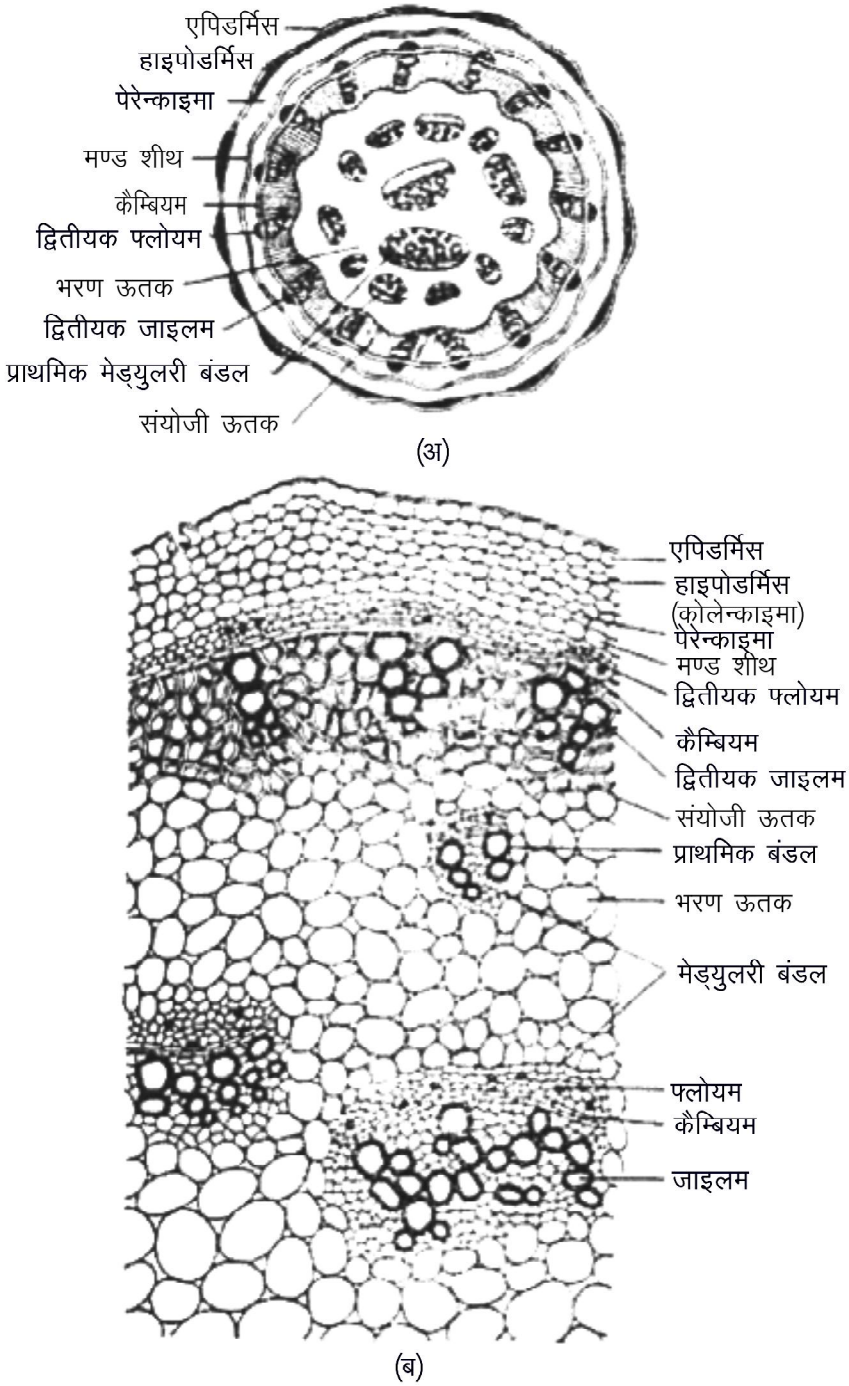
(3) **एण्डोडर्मिस**– यह एक कोशिका मोटा वलय होता है, जिसकी कोशिकाएँ पतली होती है।

(4) **पेरीसाइकिल**– यह एण्डोडर्मिस के नीचे स्क्लेरिन्काइमेट्स फाइबर्स के बने हुए अनेक समूहों में स्थित होती है।

(5) **संवहन बण्डल**– पेरीसाइकिल के नीचे संवहन बंडलों की अनेक वलय पायी जाती हैं, जिनमें कन्जोइण्ट, कोलेट्रल, एण्डार्क तथा खुले संवहन बंडल विन्यस्त होते हैं। प्रायः संवहन बंडलों की 3 वलय पायी जाती हैं। सबसे बाहरी वलय में प्रायः 15–20 तक संवहन बंडल होते हैं तथा ये द्वितीयक वृद्धि के निर्माण में भाग लेते हैं। दूसरी (मध्य) वलय में प्रायः 6–7 संवहन बंडल होते हैं तथा ये द्वितीयक वृद्धि के निर्माण में भाग नहीं लेते हैं। सबसे भीतरी वलय में दो बड़े संवहन बंडल पिथ में स्थित हैं जिन्हें मेड्यूलरी संवहन बंडल कहते हैं। ये बंडल द्वितीयक वृद्धि के निर्माण में भाग नहीं लेते हैं।

(6) **पिथ**– यह केन्द्र में स्थित होते हैं, जो पतली भित्ति वाली पेरिन्काइमेट्स की बनी होता है। इसकी कोशिकाओं में मण्ड कण तथा कैल्सियम ऑक्जेलेट के रवे क्रिस्टल पाये जाते हैं।

टिप्पणी



चित्र 2.39 : बोहराविया के तने की अनुप्रस्थ काटः (अ) रेखा चित्र (ब) कोशिकीय चित्र (एक भाग)

असामान्य संरचना

बाहरी वलय में स्थित संवहन बंडल सामान्य व्यवहार प्रदर्शित करते हैं तथा फेसीकुलर एवं इण्टरफेसीकुलर कैम्बिया का निर्माण करते हैं तथा एक पूर्ण कैम्बियम

टिप्पणी

वलय बनाते हैं। इस कैम्बियम वलय से बाहर की ओर द्वितीयक पलोयम तथा अन्दर की ओर द्वितीयक जाइलम बनता है। कुछ समय बाद यह कैम्बियम कार्य करना बन्द कर देता है तथा पेरीसाइकिल क्षेत्र में एक नया कैम्बियम बनता है जिसे अतिरिक्त फेसीकुलर कैम्बियम कहते हैं। यह कैम्बियम सामान्य व्यवहार प्रदर्शित करता है तथा द्वितीयक फ्लोयम एवं द्वितीयक जाइलम बनाता है। इस प्रकार अनेक द्वितीयक संवहन बंडल बन जाते हैं। कैम्बियम के शेष भागों द्वारा अन्दर की ओर कजंक्टिव ऊतक तथा बाहर की ओर द्वितीयक मृदूतक कटता है। कुछ समय बाद दूसरा कैम्बियम भी निष्क्रिय हो जाता है और जैसे ऊपर वर्णन किया है, पेरीसाइकिल तथा द्वितीयक मृदूतकीय कोशिकाओं द्वारा तीसरी कैम्बियम वलय बन जाती है। इस प्रकार एक के बाद एक संकेन्द्री कैम्बियम वलयों का निर्माण होता रहता है जिन्हें सहायक (अतिरिक्त) कैम्बिया (Accessory cambia) कहते हैं। इनके द्वारा द्वितीयक वृद्धि होती रहती है।

2.8.7 ड्रेसीना तने की असामान्य संरचना (Uncommon Structure of Dracena Stem)

सूक्ष्मदर्शी द्वारा अध्ययन करने पर इसमें निम्नलिखित संरचनाएँ दिखायी देती हैं। (चित्र 2.40 अ एवं ब)

(1) **एपीडर्मिस** – यह एक कोशिका मोटी होती है, कोशिकाएँ आयताकार होती हैं।

(2) असामान्य द्वितीयक वृद्धि होने पर एपीडर्मिस फट जाती है जिसके स्थान पर कॉर्क (Cork) दिखायी देती है।

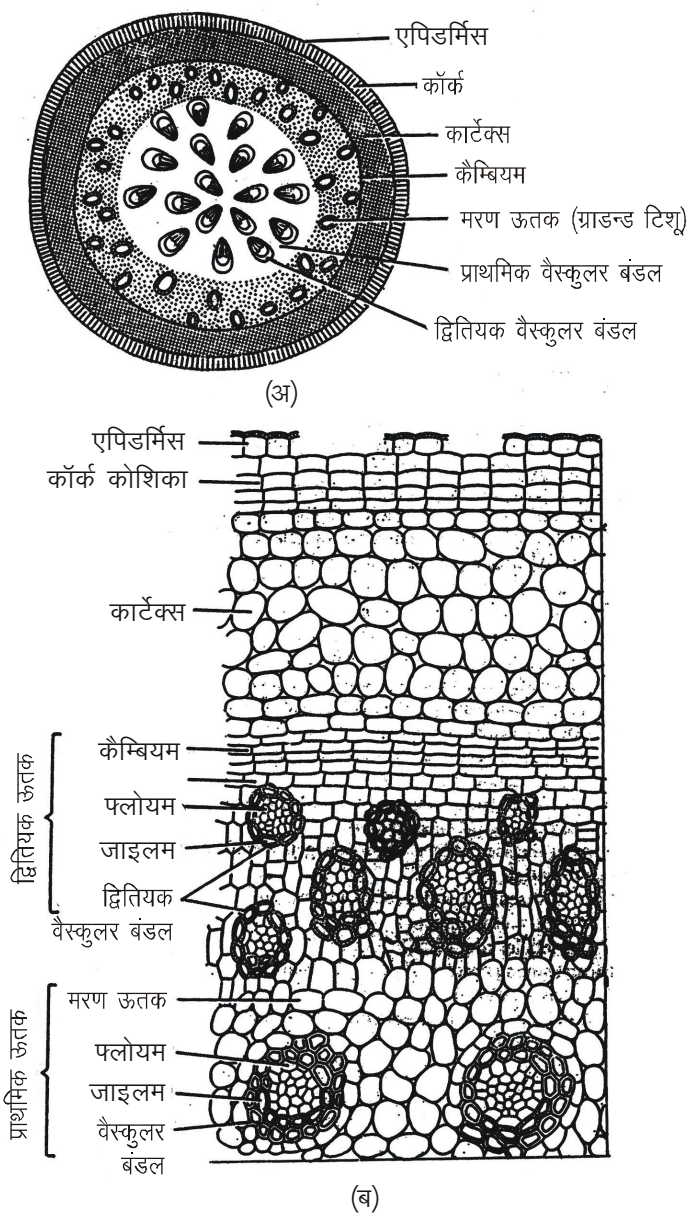
(3) **पेरीडर्म**– यह द्वितीयक वृद्धि के समय बनती है जो कॉर्क, कॉर्क कैम्बियम तथा सेकण्डरी कॉर्टक्स में भिन्नित होती है।

(4) **ग्राउण्ड टिशू**– यह शिशु तने (Young stem) में पेरेन्काइमा का बना होता है जिसमें अनेक प्राइमरी संवहन बंडल (Primary V.B.) बिखरे रहते हैं।

(5) **प्राइमरी संवहन बंडल**– ये संयुक्त, कोलेट्रल बंद (Closed) होते है इनमें कैम्बियम का सर्वथा अभाव होता है। द्वितीयक संवहन पूल परिधि की ओर स्थित होते हैं। ये संवहन पूल आकार में छोटे, सकेन्द्रित (Concentric) तथा एम्फीवेसला (Amphivasal) होते है अर्थात जाइलम केन्द्र में स्थित होता है जिन्हें फ्लोयम घेरे रहता है। जाइलम ट्रेकिड्स, वाहिकायें (Vessels) तथा पैरेनकाइमा का एवं फ्लोयम छोटी चालनी नलीकाओं (Sieve tubes) एवं सखि कोशिकाओं (Companion cells) का बना होता है।

विभाज्योतक ऊतक के क्षेत्र के नीचे अन्तकोषिकीय अवकाष युक्त पैरेनकाइमेटस कोशिकाओं का भरणी ऊतक (Ground tissue) पाया जाता है। इसी क्षेत्र में संवहन पूल पाये जाते हैं।

टिप्पणी



चित्र 2.40 : ड्रेसीना के तने अनुप्रस्थ काटः (अ) रेखा चित्र (ब) कोशिकीय चित्र (एक भाग)

असामान्य संरचना– एकबीजपत्री पादप होते हुए इन पादपों में द्वितीयक वृद्धि का होना असामान्य है। पैरेनकाइमा के क्षेत्र में विभाज्योतक क्षेत्र का बनना असमान्य संरचना (Anomalous structure) है। इस पादप में केन्द्र की ओर बड़े, संयुक्त (Conjoint), संपार्श्व (Collateral) तथा बन्द (Closed) एवं परिधि की ओर संकेन्द्रित एम्फीवेसल (Concentric amphivasal) छोटे (Small) बंडल का बनना असामान्य है।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जाँचिए (Check Your Progress)

1. बिखरे हुए संवहन बंडल पाये जाते हैं।
   (क) एकबीजपत्री तने में (ख) द्विबीजपत्री तने में
   (ग) (क) व (ख) दोनों में (घ) इनमें से किसी में नहीं
2. द्वितायक वृद्धि के लिए कौन–सा ऊतक जिम्मेदार है ?
   (क) जाइलम (ख) फ्लोयम
   (ग) कॉर्टेक्स (घ) कैम्बियम
3. पेरीडर्म का निर्माण होता है ?
   (क) कॉर्क कैम्बियम से (ख) वैस्कुलर कैम्बियम से
   (ग) एपीकल मेरिस्टेम से (घ) जाइलम से
4. संवहन एधा से उत्पन्न होते हैं –
   (क) केवल जायलम
   (ख) केवल फ्लोयम
   (ग) जायलम एवं फ्लोयम
   (घ) जायलम, फ्लोयम एवं संवहन किरणें
5. एधा के कारण वृद्धि होती है
   (क) लम्बाई में (ख) चौड़ाई में
   (ग) लम्बाई एवं चौड़ाई दोनों में (घ) पत्तियों में
6. लिग्निन युक्त कोशिकाभित्ति विशेषता है
   (क) फ्लोयम कोशिकाओं की (ख) अधिचर्म कोशिकाओं की
   (ग) जायलम कोशिकाओं (घ) एधा कोशिकाओं की
7. समान्यतः द्वितियक वृद्धि पायी जाती है–
   (क) द्विबीजपत्री तने में (ख) द्विबीजपत्री जड़ में
   (ग) द्विबीजपत्री तने में एवं जड़ में (घ) एकबीजपत्री तने में
8. द्वितीयक वृद्धि किस ऊतक की सक्रियता का प्रभाव है
   (क) फ्लोयम (ख) कैम्बियम
   (ग) जाइलम (घ) मेड्यूला
9. किसी वृक्ष की आयु की गणना करते हैं–
   (क) पत्तियाँ गिनकर (ख) शाखाएँ गिनकर
   (ग) वार्षिक वलय गिनकर (घ) ऊँचाई नापकर
10. टायलोसिस पायी जाती है
    (क) द्वितीयक दारू में (ख) द्वितीयक फ्लोयम में
    (ग) पिथ में (घ) वल्कुट में

टिप्पणी

11. आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण काष्ठ है–

(क) रस काष्ठ (ख) अन्तः काष्ठ

(ग) रस एवं अन्तः काष्ठ (घ) इनमें से कोई नहीं

12. वार्षिक वलय की गणना करके वृक्ष की आयु का निर्धारण करना ..... कहलाता है।

(क) वृक्षकालानुक्रम (ख) वृद्धि वलय

(ग) रस काष्ठ (घ) द्वितियक वृद्धि

13. ड्यूरामेन को कहा जाता है

(क) हार्ट वुड (ख) सेप वुड

(ग) कैम्बियम (घ) लेन्टीसिल

14. कॉर्क कोशिकाएँ होती हैं–

(क) मृत (ख) प्रविभाजी

(ग) प्रकाश–संश्लेशी (घ) बेलनाकार

15. जब किसी वृक्ष की छाल (बार्क) का पट्टीकरण (Stripping) किया जाता है तो दूर होने वाला जीवित संवहन ऊतक है–

(क) फ्लोयम (ख) कॉर्क कैम्बियम

(ग) पिथ (घ) वाहिकाएँ

16. परिचर्म में शामिल है

(क) कॉर्क

(ख) कॉर्क कैम्बियम एवं कॉर्क

(ग) कॉर्क, कॉर्क कैम्बियम एवं द्वितीयक बल्कुट (सेकेन्डरी कार्टेक्स)

(घ) कॉर्क एवं द्वितीयक फ्लोयम

17. किसी तने या जड़ की मोटाई में वृद्धि के लिए जिम्मेदार ऊतक है

(क) जाइलम (ख) फ्लोयम

(ग) वल्कुट (कार्टेक्स) (घ) एधा

18. पेरीडर्म का निर्माण होता है–

(क) वैस्कुलर कैम्बियम से (ख) कार्क कैम्बियम से

(ग) एपीकल मेरिस्टेम से (घ) जाइलम से

19. कार्टीकल संवहन बंडल्स पाये जाते हैं–

(क) *बोहराविया* में (ख) *निक्टेन्थिस* में

(ग) *गेहूँ* में (घ) *ड्रेसीना* में

टिप्पणी

20. *निक्टेन्थिस* का तना प्रदर्शित करता है–

(क) प्राथमिक असामान्य संरचना (ख) द्वितीयक असामान्य संरचना

(ग) दोनों (क) एवं (ख) (घ) उपर्युक्त में से कोई नहीं

21. वेज के आकार का फ्लोयम पाया जाता है–

(क) *कैज्यूराइना* में (ख) *मिराबिलिस* में

(ग) *बिगनोनिया* में (घ) *ड्रेसीना* में

22. साल्वेडोरा में इन्टरजाइलरी फ्लोयम की उपस्थिति का कारण है–

(क) कैम्बियम की अत्यधिक मात्रा (ख) कैम्बियम का असामान्य व्यवहार

(ग) कैम्बियम का सामान्य व्यवहार (घ) उपर्युक्त में से कोई नहीं

23. अतिरिक्त कैम्बिया वलय पाये जाते हैं–

(क) *निक्टेन्थिस* के तने में (ख) *बिगनोनिया* के तने में

(ग) *बोहराविया* के तने में (घ) *साल्वेडोरा* के तने में

2.9 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर (Answer to Check Your Progress)

1. (ख)
2. (क)
3. (घ)
4. (घ)
5. (ख)
6. (ग)
7. (ख)
8. (घ)
9. (ग)
10. (क)
11. (ग)
12. (क)
13. (क)
14. (क)
15. (ख)
16. (ग)
17. (घ)
18. (क)
19. (ख)
20. (क)
21. (ग)
22. (ख)
23. (ग)

2.10 सारांश (Summary)

प्ररोह अथवा तने की उत्पत्ति एवं विकार शीर्षस्थ विभाज्योतक द्वारा होती हैं जिसके अनेक मत प्रस्तुत किये है। एकबीजपत्री तनों में बिखरे हुए वैस्कलर बंड़ल होते है जबकि द्विबीजपत्री तनों में वैस्कुलर बंड़ल वलय (रिंग) में व्यवस्थित होते है। कैम्बियम या एधा केवल द्विबीजपत्री तनों के वैस्कुलर बंड़ल में पाया जाता है अतः द्वितियक वृद्धि भी केवल द्विबीजपत्री तनें में होती है। कुछ एकबीजपत्री पादपों जैसे लिलिएसी कुल के ड्रेसीना में असमान्य रूप से द्वितियक वृद्धि होती है। फार्क कैम्बियम की सक्रियता द्वारा परिचर्म (पेरीडर्म) क्या निर्माण होता है। सामान्य संरचना के अतिरिक्त द्विबीजपात्री व

एकबीजपात्री पादपों के तनो में, प्राथमिक एवं द्वितियक विभज्योतक की असामान्य सक्रियता के कारण, असामान्य आन्तरिक संरचनाएं पायी जाती हैं।

2.11 मुख्य शब्दावली (Key Terminology)

टिप्पणी

- विभज्योतक
- शीर्षस्थ
- संवहन पूल (वैस्कुलर बंड़ल)
- डेन्ड्रोनरोनोलॉजी
- द्वितियक वृद्धि
- कन्जाएंट
- कोलेटरल
- एण्डार्क
- परीडर्म
- कार्क
- वार्षिक वलय
- एधा (केम्बियम)

2.12 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास (Self Assessment Questions and Exercises)

लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Type Questions)

1. मक्का के (एकबीजपत्री) तरुण तने की आन्तरिक संरचना चित्र की सहायता से समझाइए।
2. सूर्यमुखी के प्राथमिक तने की आन्तरिक संरचना का वर्णन कीजिए।
3. गेहूँ के तरुण तने की आन्तरिक संरचना का वर्णन कीजिए।
4. बाइकोलेट्रल वैस्कुलर बंडल पर टिप्पणी लिखिए।
5. कुकुरबिटा के तने में पाये जाने वाले संवहन बंडल की विशेषताएँ बताइए।
6. द्विबीजपत्री स्तम्भ की अनुप्रस्थ काट का नामांकित चित्र बनाइए।
7. एकबीजपत्री स्तम्भ की अनुप्रस्थ काट का नामांकित चित्र बनाइए।
8. एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री प्राथमिक तने की आन्तरिक संरचना केवल नामांकित चित्र द्वारा प्रदर्शित कीजिए।
9. द्विबीजपत्री तने में द्वितीयक वृद्धि को चित्रों द्वारा दर्शाइए।
10. वार्षिक वृद्धि वलय पर टिप्पणी लिखिए।

टिप्पणी

11. निम्नलिखित पर टिप्पणी लिखिए
    (i) रसकाष्ठ एवं अन्तः काष्ठ (ii) अन्तः काष्ठ
    (iii) बसन्त काष्ठ (iv) शरद काष्ठ
    (v) द्वितीयक दारू (vi) टायलोसिस
    (vii) काष्ठीय तंत्र का कार्य (viii) वार्शिक वलय
12. सेप वुड व हार्ट वुड में अन्तर स्पष्ट कीजिए।
13. द्वितीयक फ्लोयम पर टिप्पणी लिखिए।
14. द्वितीयक फ्लोयम की संरचना एवं कार्य का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
15. परिचर्म पर टिप्पणी लिखिए एवं इसका चित्र बनाइए।
16. फेलोडर्म पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
17. फेलम पर टिप्पणी लिखिए।
18. कॉर्टीकल एवं मेड्यूलरी बंडल में अन्तर बताइए।
19. इन्टरजाइलरी एवं इन्ट्राजाइलरी फ्लोयम में अन्तर लिखिए।
20. उन पौधों के नाम लिखिए जिनके तनों में निम्नलिखित आन्तरिक लक्षण पाये जाते हैं
    (i) कॉर्टीकल बंडल, (ii) मेड्यूलरी बंडल, (iii) इन्टरजाइलरी फ्लोयम,
    (iv) अतिरिक्त कैम्बिया वलय
21. द्विबीजपात्री एवं एकबीजपत्री तनों की आंतरिक संरचना समझाइये।
22. वृद्धि वलय, रस काष्ठ एवं अन्तः काष्ठ पर टिप्पणी कीजिए?
23. पेरीडर्म एवं छाल (बार्क) का वर्णन कीजिए?

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Type Questions)

1. एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री प्राथमिक तने की आन्तरिक संरचना में क्या अन्तर है?
2. एकबीजपत्री प्राथमिक तने की आन्तरिक संरचना का उदारहण सहित वर्णन कीजिए।
3. द्विबीजपत्री प्राथमिक तने की आन्तरिक संरचना का उदाहरण सहित सचित्र वर्णन कीजिए।
4. द्विबीजपत्री तनों में सामान्य द्वितीयक वृद्धि का सचित्र वर्णन कीजिए।
5. एकबीजपत्री पौधों के तनों में द्वितीयक वृद्धि का वर्णन कीजिए।
6. एधा की उत्पत्ति का वर्णन कीजिए।
7. एधा की अवधि एवं विभाजन का वर्णन कीजिए।
8. एधा की कोषिकीय संरचना का वर्णन कीजिए।
9. द्वितीयक दारू के निर्माण का वर्णन कीजिए।
10. द्वितियक वृद्धि दर्शाते हुए किसी द्विबीजपत्री स्तंभ के अनुप्रस्थव का नामांकित चित्र बनाइये।

टिप्पणी

11. द्वितियक वृद्धि से आप क्या समझते हैं किसी द्विबीजपत्री तने में द्वितियक वृद्धि को समझाइये।
12. द्वितियक जाइलम एवं द्वितियक फ्लोयम बनने की प्रक्रिया को समझाइये
13. द्वितीयक फ्लोयम के बनने की विधि एवं संरचना का वर्णन कीजिए।
14. द्वितीयक फ्लोयम के कार्यों का वर्णन कीजिए।
15. परिचर्म क्या है ? इसकी संरचना का वर्णन कीजिए।
16. परिचर्म पर एक निबन्ध लिखिए।
17. परिचर्म की संरचना, निर्माण एवं कार्यों को वर्णित कीजिए।
18. स्तम्भ में पेरीडर्म की संरचना का वर्णन कीजिए।
19. द्वितीयक फ्लोयम के विभिन्न घटकों का सचित्र वर्णन कीजिए।
20. असामान्य द्वितीयक वृद्धि क्या है ? निम्नलिखित उदाहरणों में से दो का वर्णन कीजिए

    (अ) लेप्टाडीनिया (ब) साल्वेडोरा (स) एकाइरेन्थिस
21. असामान्य द्वितीयक वृद्धि क्या है ? लेप्टाडीनिया अथवा बोहराविया में असामान्य द्वितीयक वृद्धि को समझाइए।
22. आपके द्वारा पढ़े गये किसी एकबीजपत्री पौधे में असामान्य द्वितीयक वृद्धि का वर्णन कीजिए।
23. इन्टर जाइलरी फ्लोयम की निर्माण विधि पर टिप्पणी लिखिए।
24. निक्टेन्थिस तने की आन्तरिक संरचना की विशेषताएँ बताइए।
25. प्ररोह शीर्षस्थ विभाज्योतक की वृद्धि के लिए दिए गए विभिन्न सिद्धातों का वर्णन कीजिए?
26. तनों में द्वितियक वृद्धि पर निबंध लिखिए?
27. तनों की आंतरिक संरचना में पाई जाने वाली असमन्यताओं का उल्लेख कीजिए?

2.13 सहायक पाठ्य सामग्री (Suggested Readings)

1. Vashishta, P.C. (1984) Plant Anatomy
2. Pandey, B.P. (1994) Plant Anatomy
3. Shrotriya, A, Shrotriya, A.K. and Bhardwaj, A.K. (2018) R.P. Unified Botany, Second year.

इकाई 3 पर्ण तंत्र (Leaf System)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

3.0 परिचय
3.1 उद्देश्य
3.2 पत्ती की उत्पत्ति एवं परिवर्द्धन
  3.2.1 पत्ती की उत्पत्ति
  3.2.2 पत्ती का परिवर्द्धन
3.3 पत्ती : माप, आकार एवं विन्यास में विविधता
  3.3.1 पर्णविन्यास
  3.3.2 पत्ती के माप तथा आकार में विविधता
  3.3.3 पत्ती की आकारिकी में विविधता
  3.3.4 लैमिना (पर्ण फलक) के आकार में विविधताएँ
  3.3.5 विषमपर्णता
3.4 द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना
  3.4.1 पत्ती की आन्तरिक संरचना
  3.4.2 पत्ती के जल प्रतिबल के कुछ अनुकूलन
3.5 जीर्णता एवं विलगन
  3.5.1 जीर्णता
  3.5.2 जीर्णता एवं वृद्धि नियामक
  3.5.3 पत्तियों का विलगन
3.6 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
3.7 सारांश
3.8 मुख्य शब्दावली
3.9 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
3.10 सहायक पाठ्य सामग्री

3.0 परिचय (Introduction)

पत्ती पादप का वह अंग है जिसमें भोज्य पदार्थ बनता है। यह हरे रंग की होती है। जो मुख्य अक्ष पर विभिन्न प्रकार से विन्यस्त होती है। द्विबीजपत्री व एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक बाह्य एवं संरचना में विभिन्नता होती है। एक निश्चित वृद्धि के पश्चात् पत्तीयों का अक्ष से विलगन हो जाता है।

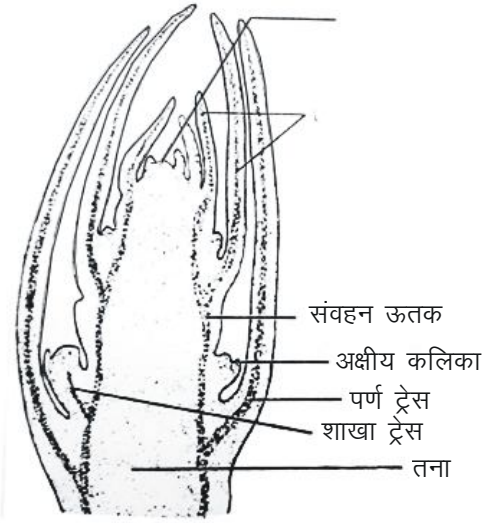
3.1 उद्देश्य (Objectives)

प्रस्तृत इकाई में पत्ती का विस्तृत वर्णन का अध्ययन किया गया है। पत्ती के पर्ण विन्यास, आंतरिक संरचना व बाह्य संरचना, द्विबीजपत्री व एकबीजपत्री पत्ती में विभेद, जीर्णता एवं विलगन का पूर्ण विवरण दिया गया है।

3.2 पत्ती की उत्पत्ति एवं पत्ती का परिवर्द्धन (Leaf : Origin and Development)

टिप्पणी

हरी, सामान्य पत्तियाँ, पादप के अति आवश्यक अंग कहलाती है। पत्तियों को सहारा देने के लिए तना एक कंकाल का निर्माण करता है। सामान्य पत्तियों के अलावा अन्य प्रकार की भी पत्तियाँ होती हैं। पत्ती, तने का पार्श्व असमान उपांग होती है, जो पर्वसन्धि पर उत्पन्न होती है। इस प्रकार की पत्तियाँ वृद्धि करते हुए फूले हुए वर्हिजाता (Exogenous) उभारों, जो पर्ण मौलिक **(leaf primordia)** कहलाते हैं, से परिवर्द्धित होती हैं। (चित्र 3.1)



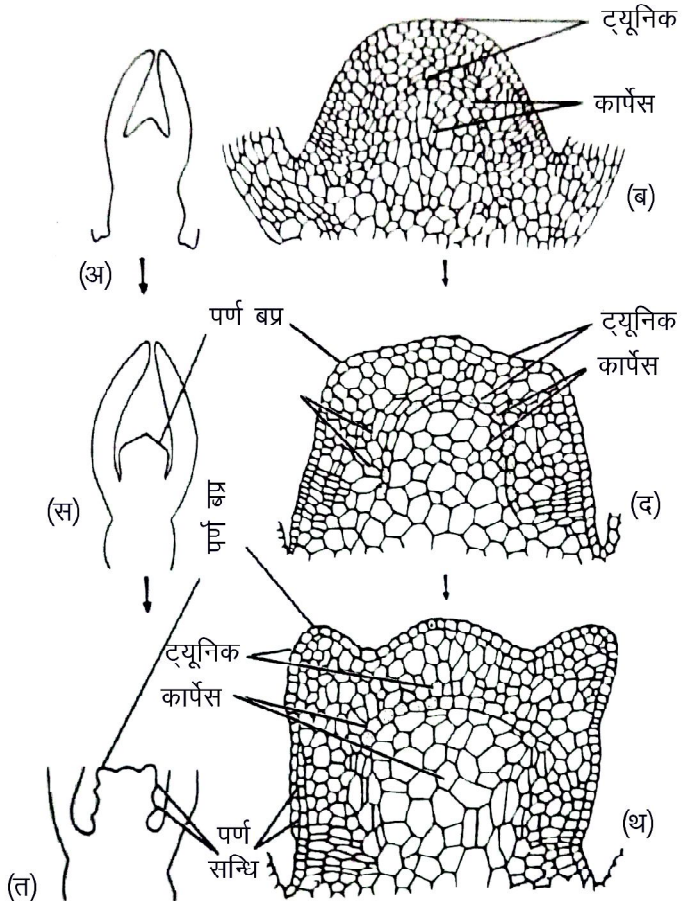
चित्र 3.1 : शीर्षस्थ कलिका की लम्बवत काट में पर्ण मौलिक (लीफ प्राइमोर्डिया प्रदर्शित)

पत्तियाँ तने के अग्राभिसारी **(Accropetal)** क्रम में उत्पन्न होती हैं जो चपटी पतली तथा फैली हुई संरचनाएँ होती हैं।

3.2.1 पत्ती की उत्पत्ति (Origin of Leaf)

शीर्षस्थ विभज्योतक के एक ओर की कोशिकाओं के एक छोटे समूह के परिनित विभाजन (Periclinal division) द्वारा पत्ती प्रारम्भन (Initiate) करती है। आवृत्तबीजियों में ट्यूनिका तथा कॉर्पस पत्ती के समारंभन के लिए उत्तरदायी होते हैं। द्विबीजपत्री पादपों में पत्तियों को प्रारम्भन (initiate) करने वाला परिनित विभाजन पाया जाता है, यह विभाजन पत्ती की सतह पर न होकर एक अथवा अनेक स्तरों के नीचे होता है। यदि ट्यूनिका एक स्तरीय होती है तो इस प्रकार का विभाजन कॉर्पस में होता है अन्यथा यह विभाजन दोनों में अथवा केवल ट्यूनिका में ही होता है। अनेक एकबीजपत्री पादपों में पृष्ठीय (Superficial) ट्यूनिका स्तर में परिनित विभाजन होता है जिसके फलस्वरूप अधिकांश ऊतक (टिशू) बन जाते है। (चित्र 3.2 अ, ब)

टिप्पणी



चित्र 3.2 हायपेरिकम मे प्ररोह शीर्ष (अ–ब) पत्तियों के नीचे अक्ष में उभार (स, द) बाह्य कापर्स द्वारा बनी हुई बाउण्ड्री कोशिकाएँ (त, थ) पर्ण प्राइमोर्डिया के नीचे दो पत्तियों के पर्णाधार

अनावृत्तबीजी पौधों (जिम्नोर्स्पम्स) में परिनत ऊतक प्रदेश से पत्तियाँ प्रारम्भन होती हैं। टेरीडोफाइट्स में पत्तियाँ में या तो एकल पृष्ठीय कोशिका से अथवा इस प्रकार की कोशिकाओं के समूह से प्रारम्भन होता है।

परिनित विभाजनों द्वारा पत्ती के प्राइमोर्डिया के समारम्भ होते हैं, जो प्ररोह शीर्ष की तरफ पार्श्व उत्सेध (lateral prominence) के निर्माण के लिए जिम्मेदार होते हैं। यह उत्सेध द्वारा पत्राधार को स्थापित करता है जिसे पर्ण बप्र (पर्ण बुट्रेस) कहते हैं। (चित्र 3.2 स, द)

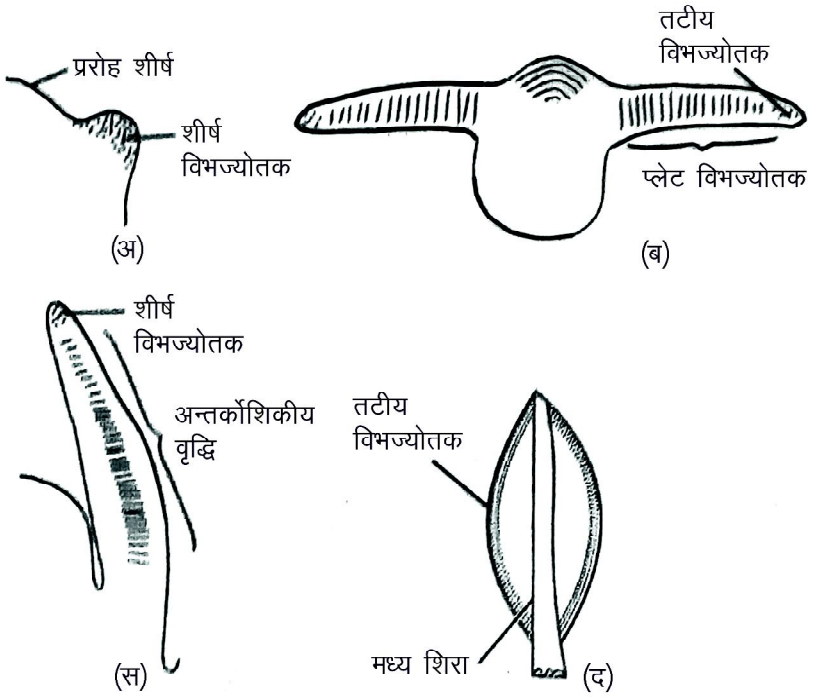
इसी के साथ–साथ पत्ती पर्ण बुट्रेस से ऊपर की ओर वृद्धि करती है। नए प्रायमोर्डिया के समारम्भन से पूर्व शीर्षस्थ विभाज्योतक गोल टीलों की भाँति होता है। जब तक नया पर्ण प्राइमोर्डिया पर्ण बुट्रेस से ऊपर की ओर वृद्धि करता है, शीर्षस्थ विभाज्योतक पुनः एक छोटे टीले बना लेता है। (चित्र 3.2 त, थ)

3.2.2 पत्ती का परिवर्द्धन (Development of Leaf)

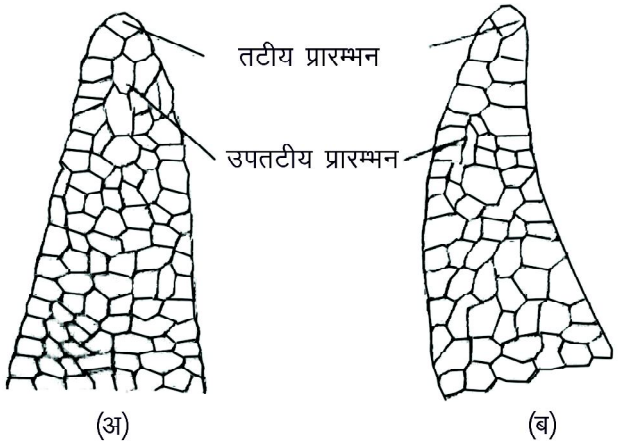
पर्णविन्यास (फाइलोटेक्सिस) के अनुसार पर्ण प्राइमोर्डिया का निर्माण प्ररोह शीर्षस्थ विभज्योतक के पार्श्व (Flank) पर नियमित क्रम में होता है। गिफर्ड एवं टेपर **(Gifford & Tepper, 1962)** के अनुसार पत्ती के समारम्भन (Initiation) की ओर

कोशिकाओं में आर.एन.ए. की मात्रा बढ़ जाती है। शीर्ष प्रविभाजी की परिधीय कोशिकाओं ने परिनत विभाजन होता है, जिसके फलस्वरूप कोशिकाओं के छोटे समूह बन जाते हैं। प्रायः द्वितीय अथवा तृतीय कोशिकाओं का स्तर पत्ती समारम्भन में भाग लेते हैं, किन्तु घास में सतही स्तर इस क्रिया में भाग लेते हैं। (चित्र 3.3 एवं 3.4)

टिप्पणी



चित्र 3.3 : पर्ण मौलिक में विभिन्न विभज्योतक की स्थिति



चित्र 3.4 : (अ) एवं (ब) पूर्ण मौलिक (प्राइमोर्डिया) में तटीय एवं उपतटीय प्रारम्भन

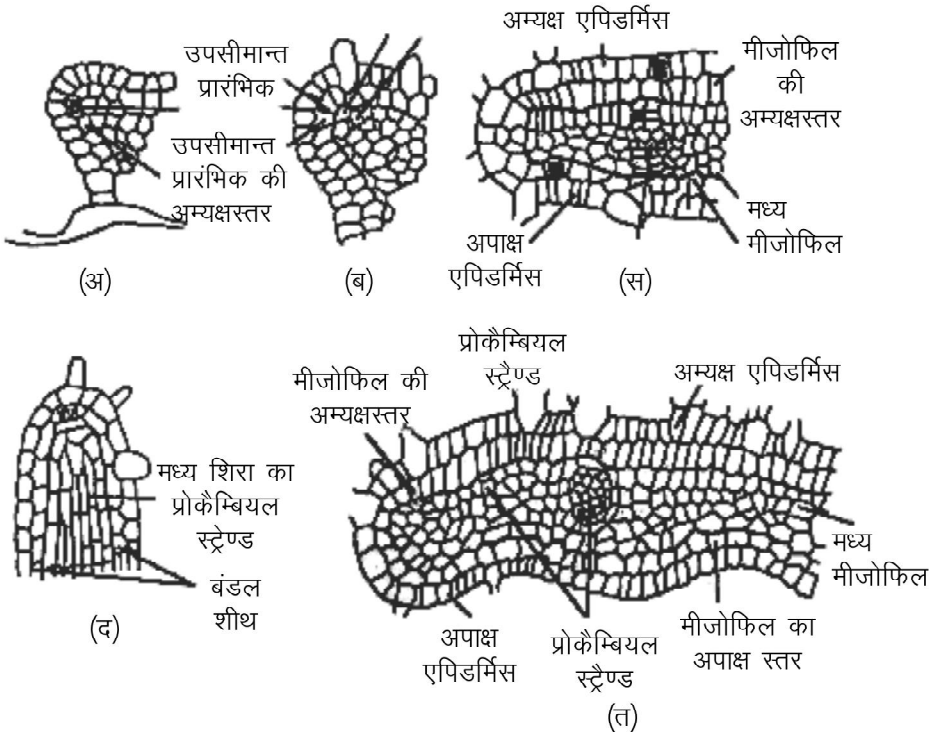
किसी पुष्पीय पौधें में पत्ती के विभेदन Differentiation) की घटना को निम्नांकित चरणों में समझा जा सकता है:

(1) **प्रारंभ (Initiation)**– पत्ती का विकास अग्रस्थ विभज्योंतक (Apical meristem) के समीप परिनत विभाजनों (periclinal division) से प्रारंभ होता है। यह प्रोमोरिस्टेम के नीचे स्थित होता है। इन विभाजनों के साथ ही अवनत विभाजन (Anticlinal division) भी होते हैं।

टिप्पणी

अग्रस्थ विभज्योतक के पार्श्व पर स्थानीय विभज्योतक गतिविधियों के कारण एक उभार उत्पन्न हो जाता है जिसे लीफ बट्रेस (Leaf buttress) कहते हैं। लीफ बट्रेस की वृद्धि उद्‌गम स्थल के पार्श्व पर इस प्रकार होती है कि अग्रस्थ विभज्योतक घिर जाए। इसके बाद के चरण में पत्ती ऊपर की ओर वृद्धि करती है तथा अपना विशिष्ट –पृष्ठाधर (dorsiventral) रूप ग्रहण कर लेती है।

(2) पर्ण अक्ष का विकास (Development of leaf axis)– कई द्विबीजपत्री पौधों में पार्श्व पर्णिकाओं या फलक (Lamina) के विकास के पूर्व पर्ण– अक्ष (Leaf axis) का विभेदन होता है। शीघ्र दीर्घन (Rapid elongation) के कारण पर्ण–आद्यक (foliar primordium) एक नुकीले, चपटे, शंकु का आकार ग्रहण कर लेता है जिसका शीर्ष (Tip) थोड़े समय के लिए एक अग्रस्थ विभज्योतक का कार्य करता पर्ण–अक्ष में ऊर्ध्वाधर विस्तार के साथ ही इसकी अरीय मोटाई में भी वृद्धि होती है। (चित्र 3.5 अ, ब)



चित्र 3.5 : निकोशियाम टोबोकम ने पर्ण बप्र की उत्पतिः (अ, ब, स, त) लैमिना के सीमान्त भाग की वर्टिकल काट (द) पर्ण प्रारम्मन का लम्बवत काट में समारम्मन वृद्धि में शीर्ष की क्रियाशीलता प्रदर्शित

(3) फलक की वृद्धि (Growth of lamina)– आद्यक (Primordium) की ऊपरी वृद्धि (upward growth) एक स्थल पर कोशिका विभाजन की पुनरावृत्ति से आरंभ होती है। यह स्थल आद्यक का शीर्ष (Apex) बन जाता है। यदि लगातार विभाजन करने वाली कोशिकाएँ पूर्णतः स्पष्ट हों तो इन्हें प्रारम्भिक कहा जाता है। प्रारंभिकों के व्युत्पन्नों के इन विभाजनों को अन्तर्वेशी विभाजन **(Intercalary divisions)** कहा जाता है। अग्रस्थ वृद्धि थोड़े समय के लिए होती है, अतः लम्बाई में वृद्धि अन्तर्वेशी वृद्धि (Intercalary growth) के कारण होती है।

टिप्पणी

विभज्योतक, जो फलक (Lamina) बनाते हैं, सीमान्त विभज्योतक (Marginal meristems) कहलाते हैं प्रत्येक सीमांत विभज्योतक सतह प्रारंभिकों (Surface initials) की एक पंक्ति यानि सीमान्त प्रारंभिक (Marginal initials), उपसतह प्रारंभिक या उपसीमान्त प्रारंभिक (Submarginal initials) की एक पंक्ति तथा इन प्रारंभिकों के व्युत्पन्नों से मिलकर बनता है। सीमान्त प्रारंभिक अवनत रूप से विभाजित होकर प्रोटोडर्म (Protoderm) का निर्माण करते हैं। मीज़ोफिल तथा वाही पूल सीमान्त प्रारंभिकों के व्युत्पन्नों से उत्पन्न होते हैं। (चित्र 3.5 स, द) वेस्कुलर बंडल्स वाले स्थानों पर प्लेट मेरिस्टेम की वृद्धि अवरुद्ध हो जाती है। यहाँ अवनत (anticlinal) तथा परिनत (periclinal) विभाजनों से प्रोकेम्बियम का जन्म होता है साथ ही बंडलशीथ या भरण ऊतक (ground tissue) बनते हैं।

(4) **अन्तर्वेशी वृद्धि (Intercalary growth)** – पर्ण आद्यक (leaf primordium) इत्यादि का निर्माण करने वाले विभज्योतक व्युत्पन्न तब तक विभाजित एवं दीर्घित होते रहते हैं जब तक कि पत्ती का अन्तिम रूप एवं आकार प्राप्त न हो जाए। पत्तियों में वृद्धि पर्णफलक तथा शीथ के आधार तक ही सीमित होती है। ऐसी पत्तियों का आधारीय एवं वृद्धि करने वाला भाग अन्तर्वेशी विभज्योतक कहलाता है। काष्ठीय जातियों की पत्तियों में अन्तर्वेशी वृद्धि एक से अधिक मौसम तक जारी होती है।

(5) **मीज़ोफिल का विभेदन (Differentiation of Mesophyll)**– कोशिकाओं के विभेदित दीर्घन एवं विभाजनों के फलस्वरूप मीज़ोफिल कोशिकाओं के विशिष्ट लक्षणों तथा पैलीसेड एवं स्पंजी पैरन्काएमा में अंतर स्थापित होते हैं (Esau, 1953) स्पंजी पैरन्काएमा में कोशिकाओं का आंशिक पृथक्करण तथा अन्तरकोशीय अवकाशों का निर्माण पैलीसेड ऊतक से पूर्व होता है।

(6) **संवहन ऊतक (Vascular tissue)**– द्विबीजपत्री पत्ती में संवहन ऊतक का विकास प्रोकेम्बियम के विभेदन के साथ आरम्भ होता है। यह प्रोकेम्बियम आगामी मध्यशिरा में स्थित होता है। पार्श्व शिराएँ सीमांत मेरिस्टेम (Marginal meristem) के व्युत्पन्नों से प्रकट होती हैं। द्विबीजपत्री पत्ती की शिरा में ऊर्ध्व विभेदन अग्राभिसारी (एक्रोपीटल) होता है। छोटी शिराएँ बड़ी शिराओं के मध्य विकसित होती हैं। पहले पर्णाग्र पर फिर क्रमशः नीचे की ओर विकसित होती हैं।

3.3 पत्ती : माप, आकार एवं विन्यास में विविधता (Leaf : Diversity in Size, Shape and Arrangement)

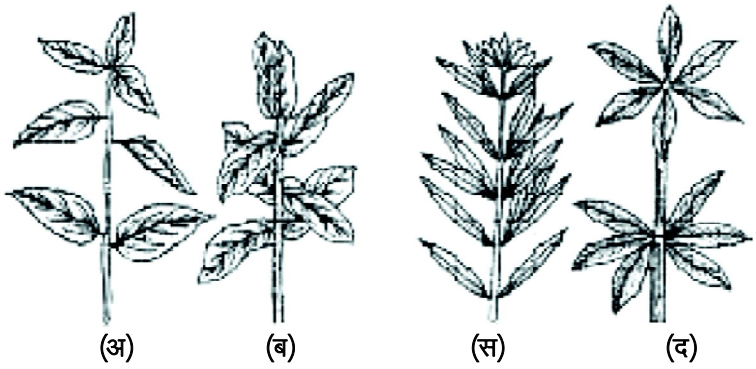
3.3.1 पर्णविन्यास (Phyllotaxy)

पर्णविन्यास (Phyllotaxy) का अर्थ उन भिन्न प्रकारों से हैं जिनके अन्तर्गत पत्तियाँ स्तंभ या शाखाओं पर विन्यस्त होती हैं। पर्णविन्यास का उद्देश्य पत्तियों द्वारा उत्पन्न छायावरोध को रोककर प्रत्येक पत्ती हेतु अधिकतम प्रकाश उपलब्ध कराना है। तीन प्रमुख प्रकार के पर्णविन्यास पौंधों में पाए जाते हैं:

टिप्पणी

(A) चक्रीय पर्णविन्यासः– (Cyclic phyllotaxy)

(1) सम्मुख (Opposite):– जब एक ही नोड पर दो पत्तियाँ आमने–सामने (सम्मुख) विकसित हों तो इस प्रकार के विन्यास को सम्मुख पर्णविन्यास कहते है। यदि सम्मुख पर्णविन्यास में पत्तियों का एक युग्म (pair) दूसरे युग्म से समकोण (right angle) बनाते हुए निकले तो इसे क्रॉसित सम्मुख (Opposite decussate) कहते हैं, उदाहरणार्थ आक (*Calotropis*) (चित्र 3.6 ब) कुछ प्रकरण में पत्तियों का एक युग्म दूसरे युग्म के ठीक ऊपर स्थित होता है, यह व्यवस्था सुपरपोज्ड कहलाती है (चित्र 3.6 स)। ऊपर से देखने पर सभी पत्तियाँ दो ऊर्द्धवाधर पंक्तियों में व्यवस्थित दिखाई देती हैं। जबकि क्रिसित सम्मुख में सभी पत्तियाँ चार उर्ध्वाघर पंक्तियों में व्यवस्थित दिखाई देती हैं।



चित्र 3.6 : विभिन्न प्रकार के पर्णविन्यासः (अ) गुड़हल में एकान्तर पर्णविन्यास (ब) मदार में सम्मुख पर्ण विन्यास (स) नीरियम (कनेर) में चक्रीय पर्णविन्यास (द) एल्सटोनिया में चक्रीय पर्णविन्यास

(2) चक्रकी पर्ण विन्यास (Verticillate Phyllotaxy): कनेर (*Nerium odoratum*) की सभी पत्तियाँ एवं पर्व संधि (Node) भ्रमि (Whorl) बनाती हैं। जबकि *एलेस्टोनिया स्कोलेरिस* (*Alstonia scholaris*) के पौधे में 5 अथवा अधिक पत्तियाँ एक भ्रमि में होती हैं। यह उदाहरण चक्रकी(verticillate) प्रकार के हैं जो चक्रीय पर्ण विन्यास भी कहलाता है (चित्र 3.6 द)।

(B) सर्पिलाकार अथवा एकान्तर अथवा अचक्रीय पर्ण विन्यासः (Acyclic)

यह सामान्य पर्ण विन्यास होता है एक नोड (पर्वसन्धि) पर केवल एक ही पत्ती विन्यस्त होती है (चित्र 3.6 अ)। जिसमें गणितीय नियमनता (Regularity) पायी जाती है। इसमें

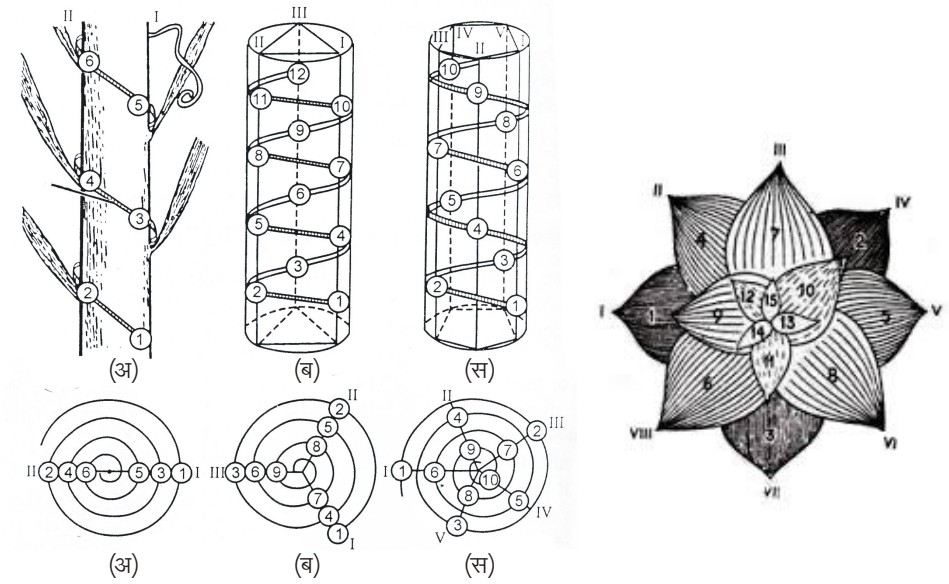
(1) कोणीय दूरी (angular divergence) किन्हीं दो लगातार पत्तियों के बीच स्थिर होती है।

(2) जब शिखर से देखा जाता है तो सभी पत्तियाँ ऊर्ध्व कतारों में स्थिर संख्या में दिखायी देती हैं जो ऋजुपंक्तिक **(Orthostichies)** कहलाती हैं।

(3) यह ऋजुपंक्तिक एक घेरे में एक रूप से वितरित दिखाई देती हैं, तथा समीपस्थ ऋजुपंक्तिक (Orthostichies) के बीच कोण (Angle) स्थिर (Constant) होता है।

(4) यद्यपि पत्तियाँ बिखरी हुई (Scattered) दिखायी देती हैं, किन्तु वे एक सी (Evenly) तने पर चारों ओर बिखरी (Dispersed) होती हैं।

टिप्पणी



चित्र 3.7 : ऋजुपंक्तिक पर्ण विन्यास : (अ) द्विपंक्तिक (ब) त्रिपंक्तिक (स) पंचपंक्तिक (द) अण्डपंक्तिक

सर्पिलाकार पर्ण विन्यास (Spiral phyllotaxy) को समझने के लिए उत्तरोतर (Successive) पत्तियों के आधार (Base) को छूती हुई एक रेखा (Line) तने पर एक सर्पिल बनाती है अतः सर्पिलाकार पर्ण विन्यास कहलाता है। यह सर्पिल, आनुवंशिक सर्पिलाकार (Genetic spiral) कहलाती है। जिसे चपटी सतह पर उभारकर (Project) चपटी सर्पिलाकार (Flat spiral) बनायी जा सकती है तथा सर्पिलाकार पत्तियों की स्थिति ज्ञात की जा सकती है। दो लगातार (Consecutive) पत्तियों का कोण जो केन्द्र (Centre) में कक्षान्तरित (Subtended) होता है, कोणीय विचलन (Angular divergence) कहलाता है। इस प्रकार एक पत्ती जो किसी विशिष्ट पत्ती के ठीक ऊपर होती है, को ज्ञात करके कोणीय विचलन (Angular divergence) को प्रदर्शित किया जा सकता है। इसमें सम्पूर्ण वृत्तों (Circles) की संख्या जो आनुवंशिक सर्पिलों द्वारा ढ़की रहती है तथा ऐसी पत्तियों की संख्या जो प्रारंभ से ही एक–दूसरे के ऊपर स्थित होती है, को ध्यान में रखा जाता है। बाद की पत्तियों की संख्या ऋजुपंक्तिक (orthostichies) की संख्या को बताती है अतः

कोणीय विचलन (The Angular divergent) $\frac{\text{Number of spiral in a circle} \times 360^{o}}{\text{Number of leaves or orthostichies}}$

इसको समझने के लिए निम्नलिखित उदाहरण दिए गए हैं:–

- **1/2 पर्णविन्यास या द्विपंक्तिक (1/2-Phyllotaxy or Distichous)–** घासों में, टाइफा, रैवेनेला, अदरक, वेंडा इत्यादि में तीसरी पत्ती प्रथम पत्ती के ऊपर स्थित होती है तथा जेनेटिक स्पाइरल पत्ती का पूर्ण चक्कर लगा लेती है। चौथी पत्ती, दूसरी पत्ती के ऊपर, पाँचवीं पत्ती पहली और तीसरी पत्ती के ऊपर स्थित होती है। इस प्रकार यहाँ केवल दो ऑर्थोस्टिकीज़ होती हैं यानि पत्तियाँ

टिप्पणी

दो पंक्तियों या रैंक से विन्यस्त होती हैं। इस प्रकार पर्णविन्यास द्विपंक्तिक होता है। जिसे 1/2 द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

(अतः कोणीय विचलन $= \frac{1}{2} \times 360^{o} = 180^{o}$)

- **1/3 पर्णविन्यास या त्रिपंक्तिक (1/3 Phyllotaxy or Tristichous)** – *सेज* (sedge) में चौथी पत्ती प्रथम पत्ती के ऊपर ऊर्ध्व रूप से स्थित होती है तथा जेनेटिक स्पाइरल एक पूर्ण चक्र करने में तीन पत्तियों को समावेशित कर लेता है। पाँचवीं पत्ती दूसरी पत्ती के ऊपर स्थित होती है, छठवीं तीसरी के ऊपर तथा सातवीं चौथी एवं प्रथम के ऊपर। इस प्रकार यहाँ तीन ऑर्थोस्टिकीज़ होती हैं अर्थात् पत्तियाँ तीन पंक्तियों या रैंक में विन्यस्त होती हैं। इस प्रकार पर्णविन्यास 1/3 या त्रिपंक्तिक (Tristichous) होता है।

  अतः विचलन $= \frac{1}{3} \times 360^{o} = 120^{o}$

- **2/5 पर्णविन्यास या पंचपंक्तिक (2/5 Phyllotaxy or Pentastichous)**– *चाइना रोज* में छठवीं पत्ती प्रथम पत्ती के ऊपर स्थित होती है। जेनेटिक स्पाइरल उस विशेष पत्ती तक पहुँचने में दो चक्र पूर्ण करता है। सातवीं पत्ती दूसरी पत्ती के ऊपर, आठवीं तीसरी पर, नवीं चौथी पर, दसवीं पाँचवीं पर तथा ग्यारहवीं पत्ती छठवीं एवं प्रथम पत्ती पर स्थित होती हैं। इस प्रकार यहाँ पाँच ऑर्थोस्टिकीज़ होते हैं यानि पत्तियाँ पाँच पंक्तियों में विन्यस्त होती हैं। इस प्रकार पर्णविन्यास 2/5, या पंचपंक्तिक (pentastichous) होता है। इस प्रकार

  कोणीय विचलन $= \frac{2}{5} \times 360^{o} = 144^{o}$

- **ओक्टास्टाइकस अथवा अष्टपंक्ति या 3/8 पर्णविन्यास (3/8 Phyllotaxy or Ostastichous)**– इसमें प्रथम पत्ती के ऊपर नवमीं पत्ती पायी जाती है तथा पपीते की भाँति इस दूरी में आनुवंशिक सर्पिल तीन चक्रों को पूरा करते हैं। इस प्रकार आठ ऑर्थोस्टाइकीस या ऋजुपंक्तिक होते हैं।

  कोणीय विचलन $= \frac{3}{8} \times 360^{o} = 135^{o}$

सामान्य प्रकार के पर्ण विन्यास में कोणीय विचलन के भिन्न (Fraction) एक सीरीज में होते हैं जिसमें अंश (Numerator) तथा हर (Denominator) प्रत्येक बार प्राप्त किये जाते हैं जिसमें दो पहले वाली पादप अनुचलन (Preceding phyllotaxis) के अंश तथा हर में जोड़ा जाता है। अतः

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1+1}{2+3} = \frac{2}{5}, \frac{1+2}{3+5} = \frac{3}{8}, \frac{2+3}{5+8} = \frac{5}{13}, \frac{3+5}{8+13} = \frac{8}{12}$$

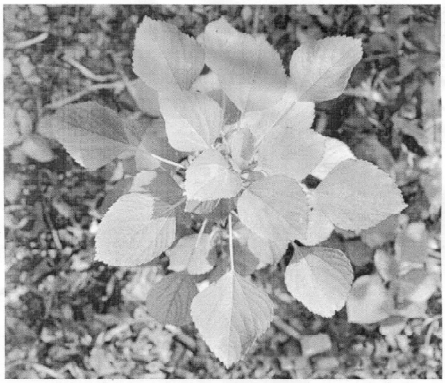
यह सीरीज विचलन की **फिबोनाशी सीरीज** अथवा **शिम्पर ब्राउन सीरीज** कहलाती है।

(C) पर्ण मोजेक (Leaf Mosaic)

पर्ण विन्यास का प्रमुख उद्देश्य पत्तियों को ठीक प्रकार से प्रदर्शित होना है जिससे पत्तियों को अधिकतम प्रकाश प्राप्त हो सके साथ ही साथ ऊपर–नीचे

टिप्पणी

स्थित पत्तियों पर एक दूसरे की छाया न पड़ सके। कभी–कभी यह प्रभाव विभिन्न प्रकार की पत्तियों में पर्णवृन्तों की विभेदी वृद्धि जो शाकों तथा टहनियों में पायी जाती हैं, में दिखायी देता है जिसके फलस्वरूप सभी पत्तियाँ समान स्तर पर आ जाती हैं और चपटा मोजेक सतह प्रदर्शित करते हैं। पर्णवृन्त असमान होते हैं तथा नीचे की ओर विकसित पत्तियों के पर्णवृन्त लम्बे होते हैं। पादपों में झाड़ियाँ इस प्रकार का पर्ण मोजेक प्रदर्शित करती हैं, जैसे–*ऑक्जेलिस, एक्लायफा* आदि (चित्र 3.8)



चित्र 3.8 : एक्लाइफा में पर्ण मोजेक

3.3.2 पत्ती के माप तथा आकार में विविधता (Variation in Leaf Structure and Size)

पत्तियों के माप के अनुसार स्पोरोफाइट पौंधों को दो प्रकारों में बाँटा जा सकता है। छोटे आमाप की पत्तियाँ कुछ मिलीमीटर लम्बी होती हैं जो लघुपर्ण (Microphylls) कहलाती हैं जो अधिकतर टेरिडोफाइट्स में पायी जाती हैं। बड़े आकार की पत्तियाँ महापर्ण (Megaphylls) कहलाती हैं जिनका अमाप 10 से 100 सेण्टीमीटर तक होता है। यह साधारण अथवा संयुक्त होती हैं जो टेरिडोफाइट्स, फर्न, अनावृतबीजियों तथा आवृतबीजियों में पायी जाती हैं। लघुपर्ण में अत्यन्त साधारण संवहन तंत्र होता है जिसमें केवल एकल अशाखित शिरा होती है। महापर्ण में सदैव फलक (Lamina) पाये जाते हैं जिसका शिरा विन्यास जटिल होता है।

3.3.3 पत्ती की आकारिकी में विविधता (Diversity in Morphology of Leaf)

पत्ती, तने का मुख्य पार्श्व (Lateral) अंग होता है अतः स्पर्मेटोफाइट्स(Spermatophyes) में इन्हें पर्णीय उपांग (फोलियर एपन्डेज) कहते हैं। कार्यो एवं रचना के आधार पर जिनमें निम्न प्रकार की विविधता पायी जाती है:–

(1) **केटाफिल्सः**– इन्हें शल्क पत्र भी कहते हैं जो कलिकाओं तथा भूमिगत तनों में पायी जाती हैं। शल्क पत्रों का प्रमुख कार्य भोजन संचय एवं रक्षा करना होता है।

(2) **हिप्सोफिल्सः**– ये पुष्पीय ब्रेक्ट्स (Floral bracts) कहलाते हैं जिनका प्रमुख कार्य सुरक्षा प्रदान करना होता है।

(3) **प्रोफिल्सः**– ये आवृतबीजी पौधों की प्रथम पत्तियाँ होती हैं जो पार्श्व शाखाओं पर उत्पन्न प्रथम केटाफिल्स होती हैं।

टिप्पणी

प्रसिद्ध वैज्ञानिक **आर्बर** के अनुसार पर्णीय उपांग, फिल्लोम कहलाते हैं। अतः फिल्लोम के अन्तर्गत साधारण पत्तियाँ, शल्क पत्र, ब्रेक्ट्स तथा पुष्पीय उपांग सम्मिलित किये गये हैं। **फॉस्टर (1931)** के अनुसार फिल्लोम की संरचना एवं आकृति में पायी जाने वाली विभिन्नताएँ उनके प्रविभाजी ऊतकों की स्थिति तथा वृद्धि दर के अनुसार होती हैं।

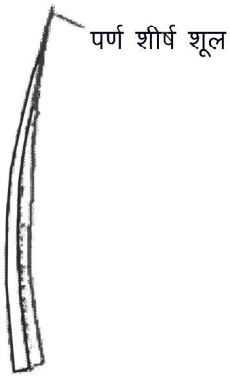
पत्तियाँ (Leaves) तने के ऊपर पार्श्व उपांगों के रूप में लगी रहती हैं जिनका कार्य प्रकाश–संश्लेषण करना होता है। पत्ती का चौड़ा भाग ब्लेड कहलाता है, तथा यह एक पतले वृन्त द्वारा तने की पर्वसन्धि पर लगी रहती है एसी पत्तियो को सवृन्त (पेडीसीलेट) कहते हैं। कुछ पत्तियो में यह वृन्त अनुपस्थित होता है, अतः पत्तियाँ अवृन्तीय (Sessile) कहलाती हैं। एकबीजपत्री पौधों के लीफ बेस शीथिंग होते हैं जिनके शीथ तने के ऊपर चढ़े रहते हैं। द्विबीजपत्री पत्तियों के आधार पर स्टीप्यूल्स पाये जाते हैं। *क्रोटोलेरिया* के स्टीप्यूल्स (Stipules) पर्णवृन्त से स्वतंत्र होते हैं। किन्तु *रोजा* (Rosa) के स्टीप्यूल्स एडनेट अथवा संलग्न होते हैं। स्माइलेक्स (*Smilax*) में स्टीप्यूल्स तन्तुओं **(Tendrils)** में तथा अकेशिया में स्टीप्यूल्स काँटों **(Thorns)** में परिवर्तित हो जाते हैं। प्रायः पौधों में एक ही प्रकार की पत्तियाँ पायी जाती हैं। किन्तु कुछ जलीय पौधों, जैसे *रैननाकुलस एक्वाटिलिस* में दो प्रकार की पत्तियाँ पायी जाती हैं जो हेटरोफिली कहलाती हैं। इन पौंधों की पत्तियाँ जो पानी में पायी जाती हैं वह कटी–फटी होती हैं, किन्तु पानी पर तैरने वाली पत्तियाँ बड़े आकार की होती हैं। इसके अतिरिक्त *स्यूडोपेनेक्स क्रेसीफोलियम* नामक पौधे में आठ प्रकार की पत्तियाँ पायी जाती हैं। कुछ पौधों में स्केल जैसी पत्तियाँ पायी जाती हैं जो प्रकाश–संश्लेषण नहीं करती हैं जिन्हें केटेफिल्स कहते हैं। इस प्रकार की पत्तियाँ कुछ पौधों में भोजन संचय करती हैं। कुछ मरूद्भिद पौधों, जैसे *एकेशिया मेलेनोजाइलोन* में पत्तियों के लेमिना ह्वासित हो जाते हें तथा इनके वृन्त चपटे पत्तीनुमा हो जाते हैं जो फिललोड कहलाते हैं।

3.3.4 लैमिना (पर्ण फलक) के आकार में विविधताएँ (Variation in Structure of Lamina)

प्रायः पर्ण फलक अथवा सम्पूर्ण फिल्लोपोडियम अन्य संरचनाओं के रूपान्तरित हो जाते हैं जिनमें से प्रमुख निम्न प्रकार हैः–

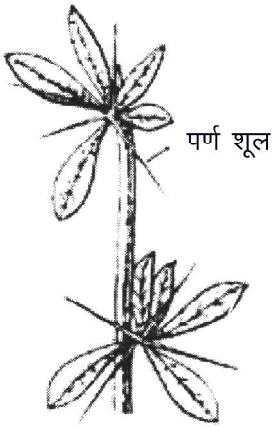
(1) **पर्ण शूल** (Leaf spines)– यह पत्ती के शीर्ष के अथवा तटीय पालियों (Marginal lobes) के रूपान्तरण होते हैं। पीली कटेरी (*Argemone mexicana*) घीग्वार (*Agave*) तथा एलोय (*Aloe*) की पत्तियों पर छोटे काँटे पाए जाते हैं। छुआरे (*Date Palm*) के काँटे बहुत कड़े (Hard) होते हैं। काँटों का उत्पन्न होना मरूद्भिद (**Xerophytic**) लक्षण होता है। नागफनी (*Opuntia*) के फिलोक्लेड (Phylloclade) का सम्पूर्ण फिल्लोपोडियम काँटे (Spine) में बदल जाता है। इसी प्रकार का परिवर्तन एस्पेरागस (*Asparagus*) के **पर्णाभ** पर्व (Cladode) में भी पाया जाता है। नींबू (Lemon) तथा संतरा (Orange) का प्रोफिल ही काँटा होता है। *यूलेक्स* की पत्तियाँ काँटों में रूपान्तरित हो जाती हैं। (चित्र 3.9, 3.10, 3.11, 3.12)

चित्र 3.9 : ओपनशिया (कैक्टस) में पर्ण शूल



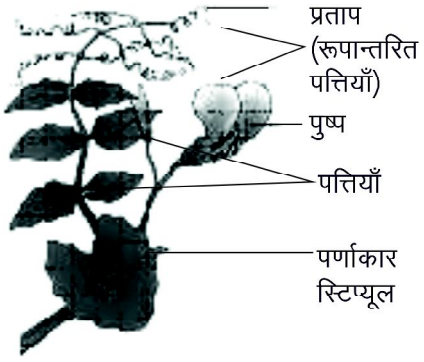
चित्र 3.10 : यक्का में पर्णशीर्ष शूल में रुपान्तरित

चित्र 3.11 : आर्जीमोन (पीली कंटेरी) में लैमिना के मार्जिन पर शूल का विकास



चित्र 3.12 : बखेरिस में पत्तियां शूल में परिवर्तित

(2) **पर्ण प्रतान** (Leaf tendril)– प्रतान आरोही (Climber) पौधों का कोई न कोई अंग प्रतान (Tendril) में रूपान्तरित हो जाता है, जैसे–लेथाइरस (*Lathyrus*) एवं मटर (*Pisum sativum*) आदि। (चित्र 3.13)

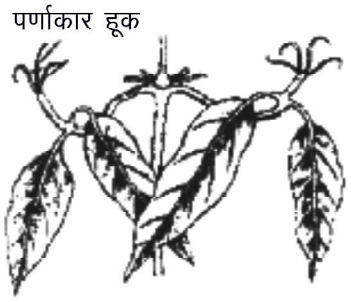


चित्र 3.13 : मटर (*Pisum sativum*) : पर्ण प्रतान प्रदर्शित

टिप्पणी

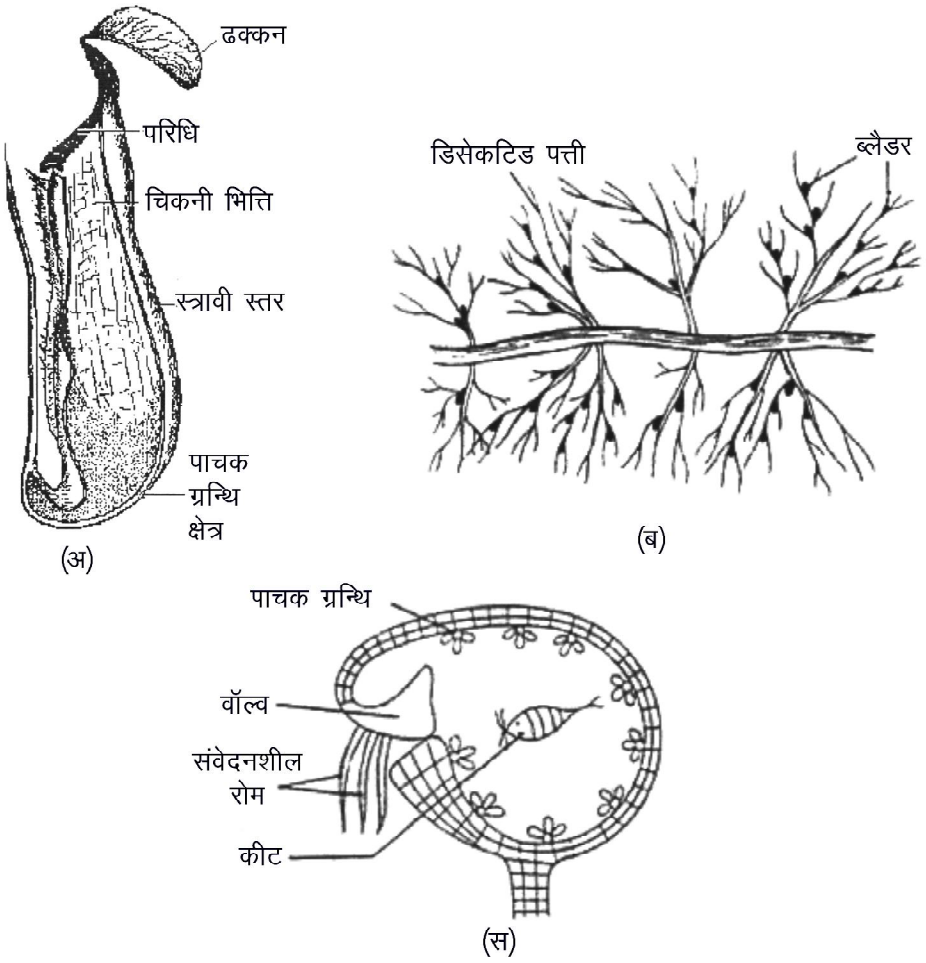
टिप्पणी

(3) **हुक्स** (Hooks)– कभी–कभी पत्तियाँ हुक्स में रूपान्तरित हो जाती हैं जो ऊपर चढ़ने में सहायक होते हें। असम में पाये जाने वाले वृक्ष *मेकफेडीना एनावसकेटी* की शीर्षस्थ पत्तियाँ हुक्स में परिवर्तित हो जाती हैं। *एस्पेरेगस* की मुख्य शाखाओं के पर्ण शूल भी यही कार्य करते हैं। (चित्र 3.14)



चित्र 3.14 : पत्तियों का हुक रूपान्तरण

(4) माँसल पत्तियाँ (Fleshy leaves) – प्रायः मरूद्भिद लवणोद्भिद पौधों की पत्तियाँ माँसल हो जाती हैं, क्योंकि उनमें पानी, म्यूसिलेज तथा भोज्य पदार्थ संचित रहते हैं, जैसे–*पोरचूलाका ओलेरेसिया*।



चित्र 3.15 : (अ) नेपन्थि खासियानाः पत्ती का कलश (पिचर) में रूपान्तर (ब) यूट्रीकुलेरिया (स) ब्लैडर की काट (सेक्शन)

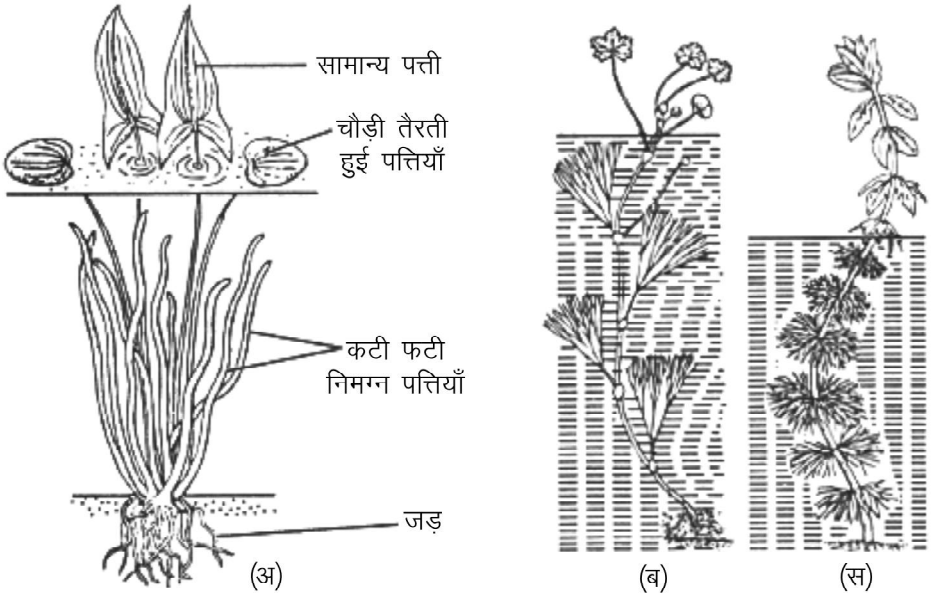
टिप्पणी

(5) कलश (Pitcher) – असम के जंगलों में कुल एस्क्लिपियडेसी का उपरिरोही **(Epiphytic)** पौधा *डिस्कीडिया रेफलीशियाना* पाया जाता हे जो कीटभक्षी नहीं होता है। इसकी पत्तियाँ, कलश में रूपान्तरित हो जाती हैं जिनमें वर्षा का पानी तथा मिट्टी व सड़े–गले पदार्थ एकत्रित हो जाते हैं तने की पर्वसन्धियों से अपस्थानिक जड़ें निकलती हैं जो कलश में प्रवेश करके जल का अवशोषण करती हैं। (चित्र 3.15 अ)

(6) **ब्लेडर** (Bladder) – यूट्रीकुलेरिया एक जलीय कीटभक्षी पौधा होता है जिसके पत्र खण्ड (Leaf segments) ब्लेडर में रूपान्तरित हो जाते हैं। (चित्र 3.15 अ,ब)

3.3.5 विषमपर्णता (Heterophylly)

प्रायः एक ही पौधे की परिपक्व पत्तियाँ एक ही आकार (Shape) की होती हैं। कुछ पौधों में शल्क पत्र तथा फोलिएज पत्तियाँ पायी जाती हैं। किन्तु कुछ पौधे ऐसे भी होते हैं जिनमें भिन्न प्रकार की फोलिएज पत्तियाँ पायी जाती हैं और यह उन पौधों में होता है जो आंशिक रूप से जलमग्न (Submerged) तथा आंशिक रूप से वायु में रहते हैं। निमग्न पत्तियाँ कटी–फटी, पतली फीतेनुमा होती हैं, किन्तु वायवीय पत्तियाँ प्रायः पूर्ण (Entire) होती हैं। अतः एक ही पौधे पर दो भिन्न प्रकार की पत्तियों का पाया जाना विषमपर्णता कहलाता है, जैसे – *रेननकुलस एक्वाटिलिस, माइरियोफाइलम, इण्डिकम लिम्नोफिला* तथा *सेजीटेरिया* आदि कुछ स्थलीय पौधों में भी विषमपर्णता पायी जाती हैं, जैसे धनियाँ (*Coriandrum sativum*), टेरोस्पर्मम (*Pterospermum*), कटहल (*Artocarpus chaplasa*) तथा बरगद (*Ficus benghalensis*) आदि। (चित्र 3.16 अ, ब, स)



चित्र 3.16 : जलीय पौधो में विषमपर्णता:
(अ) सैजेटेरिया में (ब) रैननकुलस एक्वाटिलिस (स) लिमनोफिला हैट्रोफिला

दूसरे प्रकार की परिघटना, कुछ पौधों में सम्मुख (Opposite) विषमपर्णता के साथ देखने को मिलता है। प्रायः एक पौधे पर एक ही माप की सम्मुख पत्तियाँ होती

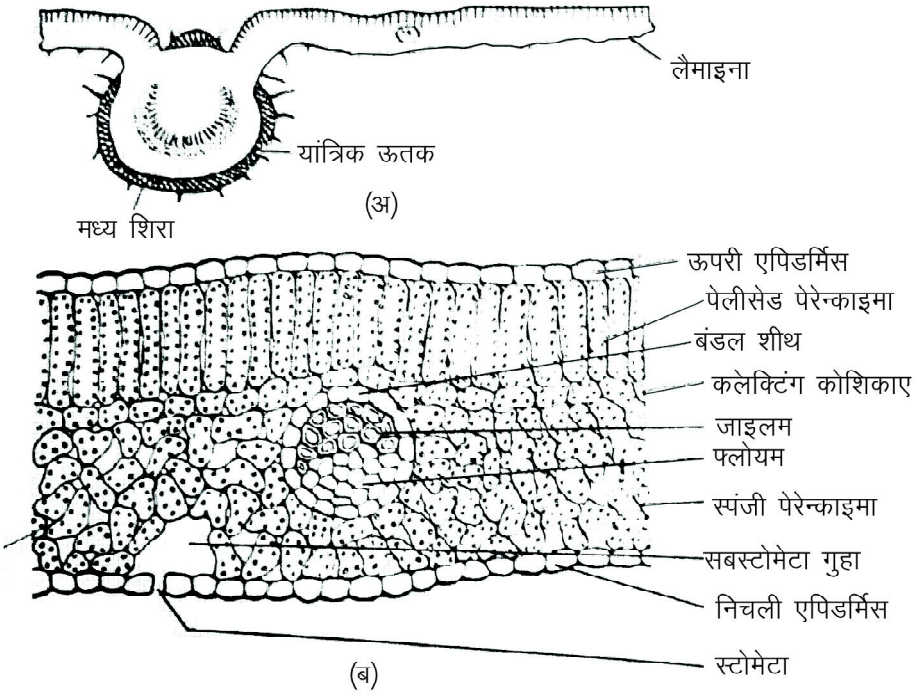
हैं। किन्तु एकेन्थेसी (Acanthaceae) के *गोल्डयूजिया ग्लोमेरेटा* (Goldfussia glomerata) में पत्तियाँ का माप भिन्न होता है अतः इसे असमपर्णता (Anisophylly) कहते हैं।

टिप्पणी

3.4 द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of Dicot and Monocot Leaf)

3.4.1 पत्ती की आन्तरिक संरचना (Internal Structure of Leaf)

एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री पत्तियों की आन्तरिक संरचना भिन्न होती है। पत्तियों में प्रमुख रूप से तीन प्रकार के ऊतक, एपीडर्मिस, मीजोफिल तथा शिराएँ होती है।

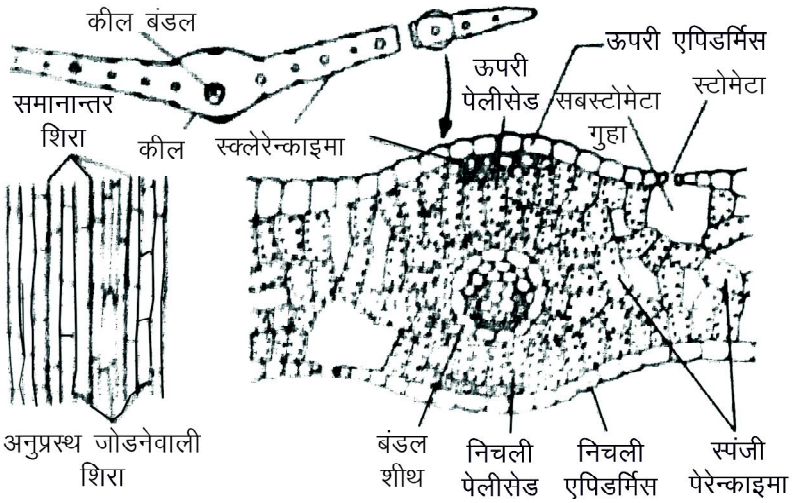


चित्र 3.17 : सामान्य द्विबीजपत्री पत्ती की (आन्तरिक संरचना) अनुप्रस्थ काट : (अ) रेखाचित्र (ब) एक भाग की कोशिकीय संरचना

(A) द्विबीजपत्री (पृष्ठाधारी) पत्ती की आन्तरिक संरचना (चित्र 3.17,3.18,3.19)

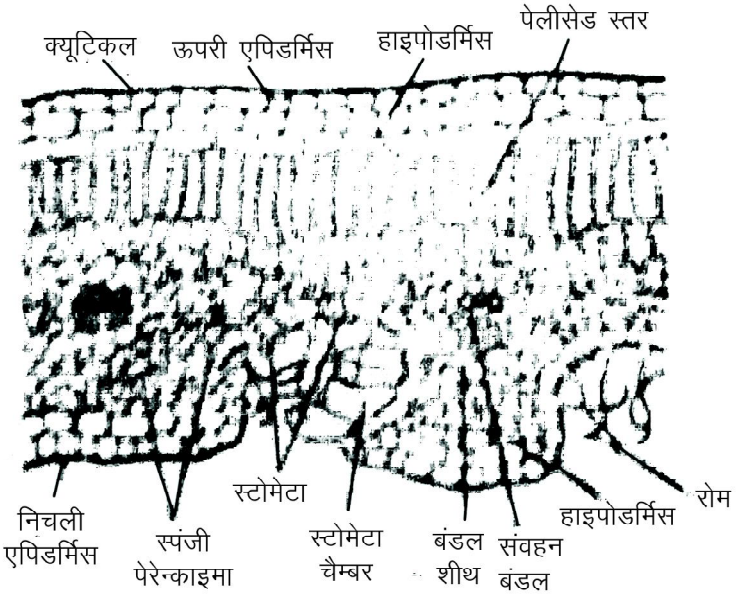
(1) **एपीडर्मिस** – यह एक कोशिका मोटा सबसे बाहरी स्तर होता है, जो पत्ती की समस्त सतह को घेरे रहता है। इसकी कोशिकाएँ एक–दूसरे से सटी, एक ही आकार की पतली भित्ति वाली होती हैं। एपीडर्मिस के ऊपर विभिन्न प्रकार के रोम पाये जाते हैं। अधिकांश पत्तियों में एपीडर्मिस एक कोशिका मोटी होती है। किन्तु *फाइकस इलास्टिका* की एपीडर्मिस कोशिकाओं के पाँच–छः स्तर दिखायी देते हैं। स्थलीय पौधों (Terrestrial plants) की एपीडर्मल कोशिकाओं में क्लोरोप्लास्ट नहीं पाये जाते हैं।

टिप्पणी



चित्र 3.18. प्रारूपिक एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना : (अ) पत्ती में समान्तर शिराएँ प्रदर्शित, (ब, क) पत्ती के आवर्धित भाग में आन्तरिक संरचना प्रदर्शित

किन्तु जलोद्भिद (Hydrophytes) पौधों की एपीडर्मल कोशिकाओं में मीजोफिल कोशिकाओं से भी अधिक क्लोरोप्लास्ट उपस्थित होते हैं। मरुद्भिद पौधों में एपीडर्मिस के ऊपर मोटा क्यूटिकिल तथा समोद्भिद पौधों (Mesophytes) में पतला क्यूटिकिल पाया जाता है, किन्तु जलोभिद पौधों (Hydrophytes) की एपीडर्मिस के ऊपर क्यूटिकिल नहीं पाया जाता है। चूँकि द्विबीजपत्री पौधों में रन्ध्र निचली बाह्त्वचा पर होते हैं, इसलिये पत्ती को हाइपोस्टोमेटिक (**Hypostomatic**) कहते है!



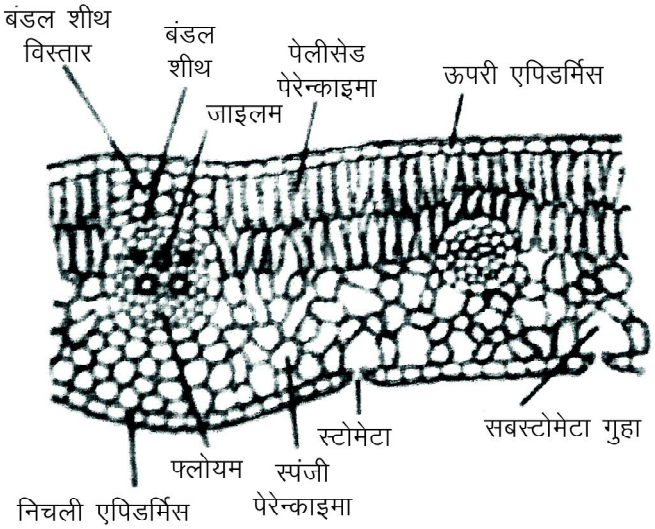
चित्र 3.19 : नीरियम पत्ती की खड़ी काट में मोटी भित्ति वाली एपीडर्मिस, हाइपोडर्मिस, सनकिन स्टोमेटा तथा सुविकसित पेलीसेड ऊतक प्रदर्शित

(3) **पर्ण मध्योतक (मीजोफिल)** – ऊपरी बाह्त्वचा तथा निचली बाह्त्वचा के बीच स्थिति ऊतक को पर्णमध्योतक कहते हैं। इनमें ऊपरी बाह्त्वचा से लगे अन्तराकोशिकीय अवकाशरहित, बेलनाकार तथा हरितलवक युक्त कोशिकाएँ

टिप्पणी

पायी जाती है, जिन्हें खम्भ मृदुतक (Palisade tissue) कहते है ये प्रकाश–संश्लेषण में भाग लेते हैं, इस पेलीसेड स्तर के नीचे बहुस्तरीय, अन्तरकोशिकीय अवकाशयुक्त पेरन्काइमा कोशिकाएँ होती है, जो क्लोरोफिलयुक्त होती है। इस बहुकोशिकीय स्तर को स्पंजी पेरेन्काइमा मीजोफिल कहते है। अर्थात् द्विबीजपत्री पत्तियों में पर्णमध्योतक में खम्भ मृदुतक पेलीसेड वेस्काइमा तथा स्पंजी मृदुतक क्षेत्रों में विभेदित होते है।

(4) **संवहन पूल (Vascular bundles)–** द्विबीजपत्री पत्तियों में संवहन पूल स्पंजी मृदुतक क्षेत्रों में वितरित रहते है। इनमें मध्य शिरा (Midrib) का संवहन पूल बड़ा तथा शिरा (Vein) एवं प्रतिशिरा (Veinlet) के संवहन पूल क्रमशः छोटे होते हैं। सवहन पूल एक पंक्ति में नहीं होते हैं, बल्कि अनियमित रूप से वितरित होते है। संवहन पूल कन्ज्वाइंट, कोलेटरल तथा बन्द प्रकार के होते है। संवहन पूल के चारों तरफ मृदूतकी कोशिकाओं का एक आवरण पाया जाता है, जिसे बंडल छाद (Bundle sheath) कहते हैं। इसका जायलम ऊपरी बाह्त्वचा की तरफ होता है तथा फ्लोयम निचली बाह्त्वचा की ओर स्थिति होता है। इनका फ्लोयम चालनी नलिकाओं (Sleve tube), सखि कोशिकाओं तथा फ्लोयम भोज्य पदार्थों के संवहन का कार्य करता है। इनका जायलम ट्रेकीड्स, बेसेल्स, काष्ठ तन्तु तथा जायलम पैरेनकायमा (Xylem parenchyma) का बना होता है। संवहन पूल के ऊपर एवं नीचे स्थूलकोणों तक स्क्लेर–काइमा या मृदुतक कोशिकाओं (Parechymatous) का क्षेत्र हो सकता है, इन्हें बंडल छाद अभिवृद्धि (Bundle sheath extension) कहते हैं।

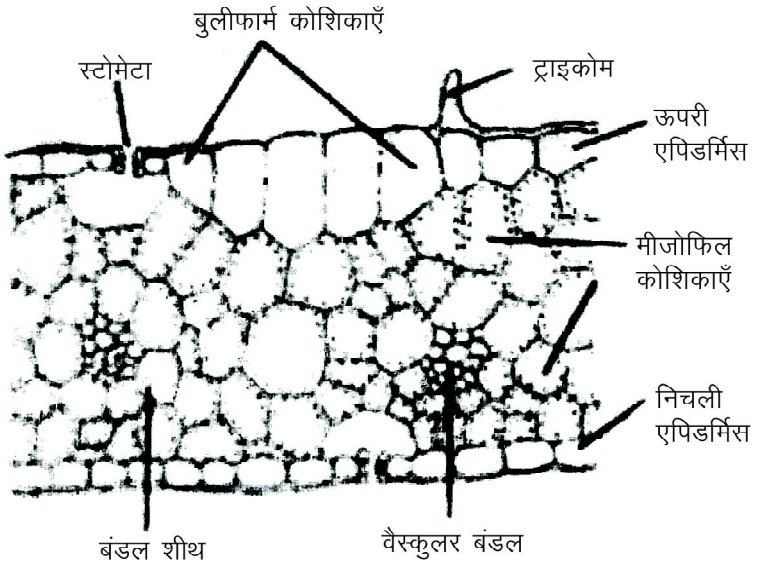


चित्र 3.20 : आम (मैंगीफैरा इंडिका) की पत्ती की खड़ी काट

(**B**) **एकबीजपत्री (समद्विपार्शिवक) पत्ती की आन्तरिक संरचना** – समद्विपाश्विक पत्ती अपने नाम के अनुरूप संरचनागत दृष्टि से ऊपरी तथा निचली दोनों परतों में समानता प्रदर्शित करती है। समद्विपाश्विक पत्ती का होना सामान्यतः एकबीजपत्री पादपों की विशेषता होती है। उदाहरण– मक्का (Maize), जौ (Barley), धान (Paddy), गेहूँ (Wheat) आदि। समद्विपाश्विक पत्ती के अनुप्रस्थ काट में अग्रलिखित रचनाएँ दिखायी देती हैं। (चित्र 3.18, 3.21, 3.23)

टिप्पणी

(1) **बाह्यत्वचा (एपिडर्मिस)**– इसकी संरचना द्विबीजपत्री पत्ती के समान ही होती है अर्थात इसमें भी बाहात्वचा ऊपरी बाह्यत्वचा तथा निचली बाहात्वचा में बँटी होती है। समद्विपार्श्विक पत्ती के ऊपरी एवं निचली दोनों बाह्यत्वचा पर स्टोमेटा पाये जाते है। कुछ अन्तराल पर ऊपरी बाह्यत्वचा की कुछ कोशिकार बड़ी तथा खाली होती है इन्हें बुल्लीफार्म कोशिकाएँ या मोटर कोशिकाएँ **(Motor cells)** कहा जाता है। (चित्र 3.23) ये कोशिकाएँ वाष्पोत्सर्जन की दर तीव्र होने पर स्फीत दशा (Turgid condition) त्यागकर बाहरी सतह की ओर मुड़ जाती है, जिससे वार्ष्पोत्सर्जन की दर कम हो जाती है। चूंकि एकबीजपत्री पत्ती के दोनों सतहों पर रन्ध्र होते है, इसीलिए इन्हें एम्फिस्टोमेटिक पत्ती कहते है। रक्षक कोशिकाएँ **(Guard cells)** डमरू के आकार **(Dumb-bell shaped)** की होती है।

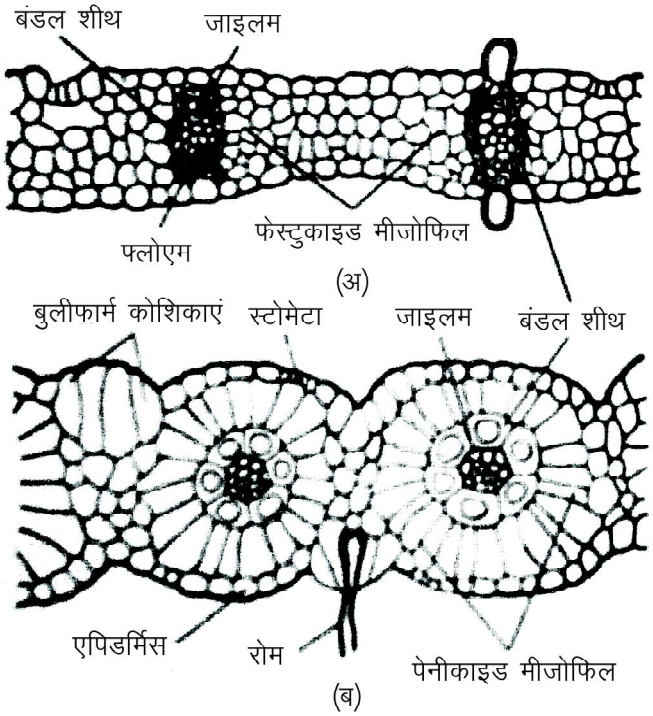


चित्र 3.21 : मक्का (जिया मेज़) की पत्ती की खड़ी काट : बुलीफार्म कोशिकाएँ व अभिन्नित मीजोफिल

(2) **पर्ण मध्योतक** (मीजाफिल) – इनका पर्ण मध्योतक पैलिसेड (खम्भ मृदूतक) तथा स्पंजी मृदुतक में बँटे नहीं होते हैं, बल्कि एक समान समव्यासी हरितलवक युक्त कोशिकाओं का बना होता है, जिनके अवकाश अपेक्षाकृत छोटे होते है। मक्का (Maize) में कोशिकाएँ समव्यासी बाँस (Bamboo) में पैलिसेड की तरह बेलनाकार परन्तु प्याज में पैलिरोड एवं समव्यासी दोनों प्रकृति वाली पर्ण मध्योतक पायी जाती है। मध्यशिरा के संवहन पूल के ऊपर तथा नीचे पर्ण मध्योतक (Mesophyll tissue) नहीं पाया जाता है, बल्कि दृढ़ोतक कोशिकाओं (Sclerenchymatous cells) का बना क्षेत्र पाया जाता है। बाँस के पर्ण मध्योतक क्षेत्र में बीच में वायु प्रकोष्ठ (Air chambers) पायी जाती है। प्याज की पत्ती में केन्द्र में एक बड़ा वायु प्रकोष्ठ होता है। वायु प्रकोष्ठ के चारों और स्थित कोशिकाएँ रंगहीन होती है।

टिप्पणी

घास की पत्तियों का मीजोफिल फैस्टूकोएड (Festucoid) कहलाता है, क्योंकि उनकी पेरिन्काइमेट्स कोशिका एक समान प्रकार की होती है जिसमें क्लोरोप्लास्ट पाया जाता है (चित्र 3.22)। विशिष्ट प्रकार की घासों की पत्तियों में पेनीकोइड (Panicoid) मीजोफिल पाया जाता है जिनमें क्लोरिन्काइमा संवहन बंड़लों (V. B.) के चारों ओर पाया जाता है। (चित्र 3.23 ब)

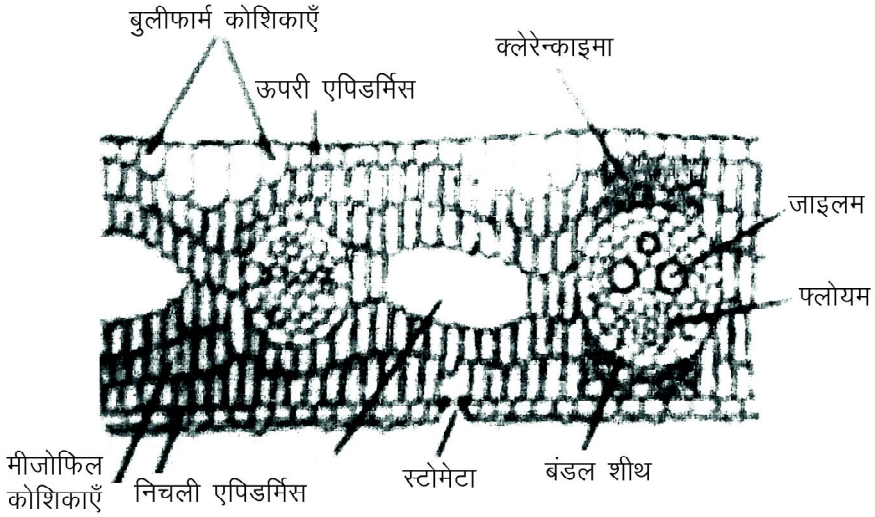


चित्र 3.22 : एकबीजपत्री पत्ती की खड़ी काट : (अ) फेस्टकाएड मीजोफिल युक्त पत्ती (ब) पैनीकाएड मीजोफिल युक्त पत्ती

(3) संवहन तंत्र (Vascular system)– आवृतबीजी पत्तियों में संवहन बंडल लेमिना में फैले हुए होते हैं, जो पत्ती की कोशिकाओं में जल, खनिज लवण ले जाते हैं। इसके अतिरिक्त ये इनके ब्लेड को यान्त्रिक शक्ति भी प्रदान करते हैं। द्विबीजपत्री पत्तियों में जालिकावत् शिराविन्यास पाया जाता है। एक अथवा अनेक मध्य शिरा से निकल कर छोटी–छोटी शाखाएँ एक जाल–सा बना लेती हैं। बड़े आकार की पत्तियों में बड़ी शिराएँ ब्लेड में पायी जाती हैं। शिराओं के संवहन बंडल कोलेट्रल होते हैं जिनमें जाइलम वेण्ट्रल सतह की ओर, फ्लोयम डॉर्सल सतह की ओर स्थित होता है। संवहन ऊतकों के अतिरिक्त यान्त्रिक ऊतकों के रूप में पत्तियों में कोलिन्काइमा तथा स्कलेरिनकाइमा के रेशे पाये जाते हैं। पत्तियों के किनारों पर शिराओं (Veins) के अन्तिम सिरे पाये जाते हैं, जिनमें एक या दो ट्रेकीड्स होते हैं, जो स्पाइरल अथवा रेटीकुलेट स्थूलन प्रदर्शित करते हैं तथा एक अथवा अनेक पेरिन्काइमा कोशिकाएँ (Parenchyma cells) पायी जाती है जो फ्लोयम को प्रदर्शित करती हैं। इनमें वेसिल्स चालिनी नाल (Sieve tubes) तथा अन्य प्रकार के ऊतक अनुपस्थित होते हैं।

टिप्पणी

शिराओं के स्वतन्त्र सिरे विशिष्ट पेरिन्काइमा द्वारा घिरे रहते हैं जो बॉर्डर पेरिन्काइमा कहलाता है। इसका मुख्य कार्य ट्रेकीड्स से जल लेकर मीजोफिल की कोशिकाओं में पहुँचाना होता है। इसके अतिरिक्त इसकी कोशिकाएँ पत्ती द्वारा निर्मित कार्बनिक पदार्थों को शिराओं के फ्लोयम में पहुँचाती हैं।



चित्र 3.23 : एकबीजपत्री पत्ती (समद्विपार्श्विक पत्ती) की खड़ी काट का कोशिकीय चित्र (एक भाग)

एकबीजपत्री पत्तियों में शिराएँ एक आकार की तथा लम्बवत् होती हैं। कुछ घासों, जैसे जई (Oat) की पत्ती में मध्य संवहन बंडल अन्य संवहन बंडलों की अपेक्षा बड़ा होता है जो मध्य शिरा का निर्माण करता है, किन्तु मक्का (Maize) तथा गन्ना (Sugarcane) की पत्तियों के मध्य भाग में मध्य शिरा (Mid vein) उपस्थित होती है जिनमें अनेक संवहन बंडल दिखायी देते हैं।

(3) **यान्त्रिक ऊतक (Mechanical tissue)** – पत्ती के लेमिना में पाया जाने वाला संवहन ऊतक यान्त्रिक ऊतक (mechanical tissue) की भाँति कार्य करता है। एपीडर्मिस की कोशिकाओं के ऊपर क्यूटिन, लिग्निन तथा सिलिका के उपस्थित होने के कारण पत्ती कड़ी हो जाती है जो अन्य अंगों को सहारा प्रदान करती है। द्विबीजपत्री पत्तियों के किनारों पर कोलिनकाइमा पाया जाता है। एकबीजपत्री पत्तियों में स्क्लेरिनकाइमा के रेशे (Fibres) छोटी तथा बडी शिराओं के समीप उपस्थित होते हैं, जो यान्त्रिक शक्ति (Mechanical strength) प्रदान करते हैं। मरूद्भिद पौधों की पत्तियों में स्क्लेरिनकाइमेट्स बंडल शीथ संवहन बंडल के दोनों ओर स्थित होती है। जलोद्भिद पौधों की पत्तियों में बड़े आकार के वायु अवकाश पाये जाते हैं। उनमें स्क्लेरीड्स मोजोफिल में बिखरे हुए दिखायी देते हैं, जो पत्तियों को सिकुड़ने से बचाते हैं।

टिप्पणी

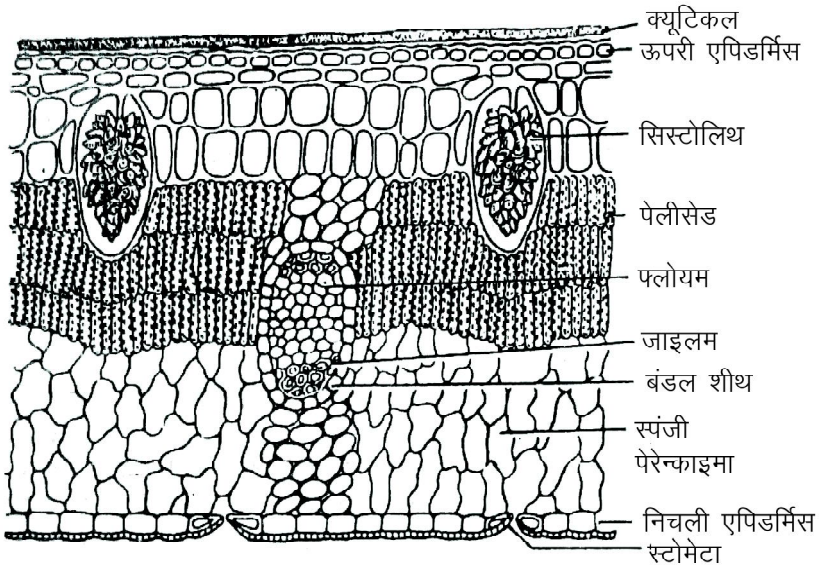
3.4.2 पत्ती के जल प्रतिबल के कुछ अनुकूलन (Some Leaf Adaptations to Water Stress)

एंजियोस्पर्म की पत्तियों में जल प्रतिबल के लिए महत्वपूर्ण अनुकूलन होते हैं। जिनमें से कुछ प्रमुख अनुकूलन निम्न पादपों की पत्तियों की संरचना द्वारा प्रदर्शित होते हैं।

(A) बरगद की पत्ती (Leaf of Ficus) – पत्ती के अनुप्रस्थ काट में निम्नांकित औतिकीय लक्षण दिखाई देते है।

(1) बाह्यात्वचा (एपिडर्मिस)– पत्ती की ऊपरी एवं निचली सीमाकारी स्तरें क्रमशः ऊपरी एवं निचली एपीडर्मिस का काम करती है। ऊपरी एपीडर्मिस बहुपंक्तिक तथा क्यूटिकलयुक्त होती है। एपीडर्मिस की आंतरिक कोशिकाओं में सिस्टोलिथ पाया जाता। ये अंगूर के गुच्छेनुमा कैल्सियम कार्बोनेट के संग्रहणी (Deposits) है। निचली एपीडर्मिस एक स्तरीय होती है यह क्यूटिकलयुक्त होती है। इसमें अनेक रंध्र स्टोमेटा पाये जाते है।

(2) मीजोफिल – यह पैलीसेड एवं स्पंजी पैरन्काएमा में विभोदित होता है। यह ऊपरी एपीडर्मिस के 2–3 स्तर के नीचे स्थित होता है। स्पंजी पेरिनकाइमा निचली एपीडर्मिस के समीप स्थित होता है। यहाँ उपरंध्रीय प्रकोष्ठ (Substomatal chamber) भी पाए जाते है जिसमें रंध्र खुलते है।



चित्र 3.24 : फाइकस (बरगद) की पत्ती की खड़ी काट का कोशिकीय चित्र (एक भाग का)

(3) संवहन ऊतक (Vascular tissues) – संवहन पूल आमतौर पर समान्तर श्रेणी में विन्यस्त होते है। कुछ बंडल्स दूसरों से बड़े होते है। जाइलम ऊपरी एपोडर्मिस तथा फ्लोयम निचली एपोडर्मिस को ओर स्थित होता है। बड़े वेस्कुलर बंडल्स के चारों ओर स्क्लेरेन्काइमा के समूह स्थित होते हैं। प्रत्येक संवहन पूल पैस्काइएमा बंडल शीथ से घिरा होता है।

(4) मरुद्मिद लक्षण (Xerophytic characters)

(i) मोटी क्यूटिकल

(ii) बहुपंक्तिक ऊपरी एपीडर्मिस

(iii) सिस्टोलिथ की उपस्थिति।

(iv) रंध्रो (Stomata) की उपस्थिति गर्तमय अथवा केवल निचली सतह पर।

(v) संवहन पुल के समीप स्क्लेरेन्काइमा की उपस्थिति।

(vi) पैरनकाएमेटस बंडल शीथ।

टिप्पणी

(B) नीरियम की पत्ती (Leaf of Nerium)

पत्ती के अनुप्रस्थ काट में निम्नांकित संरचनाएँ दिखाई देती है। (चित्र 3.25)

(1) *एपीडर्मिस* – पत्ती को दोनों सतहें एपीडर्मिस द्वारा सीमित होती है। ऊपरी एवं निचली एपीडर्मिस, दोनो ही बहुपंक्तिक (Multiseriate) होती है। ये स्तर मोटी क्यूटिकल से ढ़के होते है। निचली एपीडर्मिस में गर्तमय स्टोमेटा (Sunken stomata) पाए जाते है। ये रोमो द्वारा घिरे रहते है।

(2) **मीजोफिल**– यह पैलीसेड एवं स्पंजी पैरूकाएमा में विभेदित होता है। पैलीसेड ऊतक दोनों एपीडर्मिस के समीप तथा स्पंजी पैरन्काएमा इनके बीच स्थित होता है। पैलीसेड कोशिकाओं में कैल्सियम ऑक्जलेट के क्रिस्टलस पाये जाते है मध्य शिरा में पैलीसेड एवं स्पंजी पैरन्काएमा पाया जाता है।

(3) **संवहन ऊतक– (Vascular tissues)**

मध्य शिरा में स्थित वेस्कुलर बंडल्स पक्षों (wings) में स्थित बंडल्स से बड़े होते है! प्रत्येक बंडल एक पैरन्काएमी बंडल शीथ से घिरा होता है। जाइलम ऊपर तथा फ्लोयम नीचे की ओर निर्दिष्टि होता है।

(4) **मरुद्भिदी लक्षण (Xerophytic characters)**

(i) मोटी क्यूटिकल

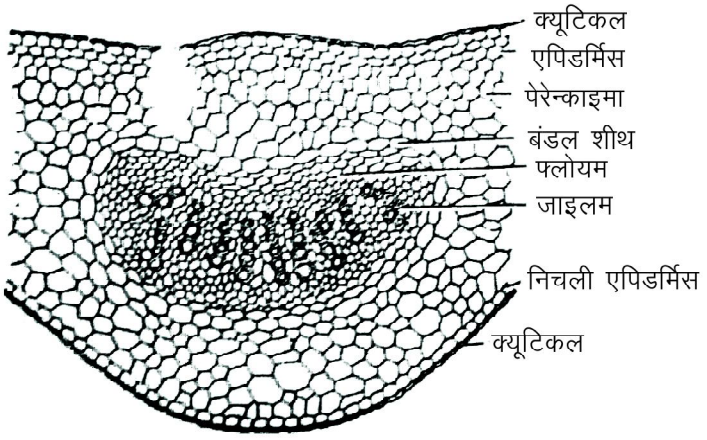
(ii) ऊपरी एवं निचली एपीडर्मिस बहुपंक्तिक होती है।

(iii) सन्केन स्टोमेटा पर रोमों को उपस्थिति।

(iv) ऊपरी एपीडर्मिस के नीचे पेलीसेड की अत्यधिक मात्रा।

(v) कैल्सियम ऑक्जलेट क्रिस्टल्स की उपस्थिति

(vi) सुविकसित संवहन ऊतक



चित्र 3.25 : नीरियम की पत्ती की खड़ी काट (एक भाग) : मध्य शिरा का कोशिकीय चित्रण

टिप्पणी

(B) पत्ती में जल प्रतिबल के अनुकूलन. (Adaptations to Water Stress in Leaves)

जल प्रतिबल (Water stress) का सबसे महत्वपूर्ण प्रभाव पादप कोशिकाओं में लवणों (Salts) की सान्द्रता (Concentration) के कारण देखने को मिलता है। ये लवण उन एन्जाइम्स को नष्ट कर देते हैं जो उपापचयी क्रियाओं (Metabolic activities) को नियन्त्रित करते हैं। अनेक जीवधारियों में महत्वपूर्ण अनुकूलन देखने को मिलते हैं, जिनमें जल प्रतिबल बहुत अधिक कार्बनिक यौगिकों, जैसे–सुक्रोज (Sucrose), अमीनो एसिड (Amino acid), प्रोटीन (Protein) आदि के एकत्रित होने से उत्पन्न हो जाते हैं। अनेक मरूद्भिद पौधों (Xerophytes) में इस प्रकार के यौगिक उनकी कोशिकाओं में देखने को मिलते हैं जिससे जल प्रतिबल बढ़ता जाता है। अत पादपों में मोरगन **(Morgan, 1984)** के अनुसार ओस्मोरेगुलेशन **(Osmoregulation)** देखने को मिलता है।

सबसे अधिक रोचक मरूद्भिद पौधे वह होते हैं जिनमें जलाभाव (Drought) सहन (Endure) करने की क्षमता होती है, ये पौधे बहुत अधिक मात्रा में पानी की हानि करते हैं जिसके कारण इनके जीवद्रव्य (Protoplasm) में ऋणात्मक जलविभव (Negative water potential) उत्पन्न हो जाता है, किन्तु इन पौधों की मृत्यु नहीं होती है, ये पौधे सत्य मरुद्भिद **(True xerophytes)** अथवा यूजीरोफाइट्स **(Euxerophytes)** कहलाते हैं जिनमें कड़ेपन (Hardness) का लक्षण पाया जाता है। ऐसे पौधे जो जलाभाव (Drought) को एवोइड (Avoid) करते हैं, पारिस्थितिकी (Ecology) में बहुत महत्वपूर्ण माने जाते हैं। ड्रॉट एवोइडर्स (Drought avoiders) के अनेक लक्षण, जैसे छोटी पत्तियाँ, सनकिन स्टोमेटा (Sunken stomata) ड्रॉट एण्डयोस (Drought endures) में भी पाये जाते हैं, किन्तु यूजीरोफाइट्स (Euxerophytes) में सबसे अधिक जलाभाव को सहन करने की क्षमता होती है, अतः ड्रॉट टोलरेन्ट (Drought tolerant) कहलाते हैं।

पादपों में प्रायः जल प्रतिबल के लिए निम्नलिखित अनुकूलताएँ पायी जाती हैं–

(1) पादपों के प्ररोह (Shoot) ह्वासित (Reduce) होने लगते हैं तथा पत्तियों एवं उनकी कोशिकाओं का आकार छोटा हो जाता है जिसके फलस्वरूप पत्तियों द्वारा वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) कम होने लगता है।

(2) पत्तियों में रन्ध्र (Stomata) ह्वासित (Reduce) होने लगते हैं तथा वे धंसे हुए (Sunken) स्थित होते हैं, जिसके कारण पौधों में वाष्पोत्सर्जन क्रिया बहुत कम होती है।

(3) पौधों में मरुद्भिद (Xerophytic) अनुकूलन उत्पन्न हो जाते हैं जिसके कारण उनमें वाष्पोत्सर्जन दर (Transpiration rate) घट जाती है।

(4) जल प्रतिबल की अवस्थाओं को सहन करने के लिए अनेक मांसल पौधों (Succulent plants) में पोलीसैकेराइड्स तथा कार्बनिक अम्लों (Organic acids) का निर्माण हो जाता है जिसके कारण इन मांसल पौधों में जल संचय (Water storage) करने की क्षमता आ जाती है।

(5) जल प्रतिबल के कारण पौधों में अनेक एन्जाइम्स; जैसे केटालेज (Catalyse), परऑक्सीडेज तथा एमाइलेज अधिक सक्रिय (Active) हो जाते हैं।

(6) पादपों की कोशिकाओं के कोशिका रस (Cell sap) के परासरण दाब (Osmotic pressure) में वृद्धि हो जाती है।

(7) पादप की कोशिकाओं की कोशिका भित्तियों (Cell walls) पर क्यूटिकिल (Cuticle) तथा सुबेरिन (Suberin) की बहुत अधिक मात्रा एकत्रित हो जाती है और कोशिकाएँ स्थूलित (Thickened) हो जाती।

(8) मांसल पौधों (Succulent plants) में क्रेसूलेशियन एसिड उपापचय (Crassulacian acid metabolism) होता है। अतः ये पौधे सी. ए. एम. पौधे (CAM plants) कहलाते हैं। जिनमें दिन के समय रन्ध्र (स्टोमेटा) बन्द रहते हैं और रात के समय रन्ध्र खुले हो जाते हैं। रन्ध्रों की इस क्रिया के कारण पौधों में वाष्पोत्सर्जन (Transpiration) द्वारा पानी की बहुत कम हानि होती है।

टिप्पणी

3.5 जीर्णता एवं विलगन (Senescence and Abscission)

विभिन्न जीवधारियों के लिए औसत (Average) जीवन अवधि अलग–अलग होती है। कुछ जीवधारी बहुत कम समय तक ही जीवित रहते हैं, जबकि अन्य जीवधारी सैकड़ों वर्षों तक जीवित रहते हें। परन्तु कोई भी जीवधारी सदैव के लिए जीवित नहीं रहता हे। यदि किसी जीवधारी के जीवन में किसी प्रकार की दुर्घटना नहीं होती है अथवा किसी प्रकार के रोग से उसके शरीर को हानि नहीं होती है, तो वह प्रकृति के अनुसार वृद्धावस्था को प्राप्त करता है। जब जीवधारी बुढ्ढा अथवा अधिक आयु का हो जाता है, तो धीरे–धीरे इसकी उपापचयी क्रियाएँ (Metabolic activities) तथा नई कोशिका निर्माण करने की क्षमता अथवा क्षतिग्रस्त ऊतकों (Injured tissues) की मरम्मत आदि की क्षमता घटने लगती है। उसके शरीर की कोशिकाएँ, ऊतक तथा अंग धीरे–धीरे विभिन्न कार्यों को सम्पन्न करने के लिए दुर्बल होने लगते हैं। साथ ही साथ जीवधारी के शरीर में रोग निरोधक क्षमता (Disease resistance efficiency) भी कम होने लगती है और इसके विभिन्न अंग धीरे–धीरे कार्य करना बन्द कर देते हैं जिसके फलस्वरूप उन अंगों के साथ–साथ जीवधारी की भी मृत्यु हो जाती है। अतः स्पष्ट हो जाता है कि आयु के बढ़ने के साथ–साथ होने वाले इस प्रकार के परिवर्तन कालप्रभावन (Aging) कहलाते हैं और इस प्रकार के सभी परिवर्तनों के कारण जीवधारी की मृत्यु हो जाती है। कालप्रभावन की परिभाषा निम्न प्रकार हैः

"Aging is defined as the process of progressive deterioration in the structure and junction of the cells, tissues and organs of the organism as it grows older."

कालप्रभावन की विभिन्न विधियों का अध्ययन जीर्णता विज्ञान (Gerontology) कहलाता है।

3.5.1 जीर्णता (Senescence)

कालप्रभावन की विधि की प्रावस्था जीर्णता (Senescence) कहलाती है। इसका प्रमुख गुण यह है उपापचयी क्रियाएँ, केटाबोलिक होती हैं, जो अपरिवर्तनशील होती हैं, और

टिप्पणी

अन्त में मृत्यु हो जाती है। सम्पूर्ण पादपों में जीर्णता (Senescence) कि अनेक पैटर्न्स देखे जा सकते हैं। अनेक एकवर्षीय पौधों में श्रेणीबद्ध पत्तियों में जीर्णता का अध्ययन किया जा सकता है, जो सबसे पुरानी पत्तियों से शुरू होकर तने तक जाती है। प्रत्येक पत्ती द्वारा अपापचयी क्रिया का पैटर्न समान होता है। अनेक मेटाबोलाइट्स (Metabolites), जैसे अमीनो एसिड, एमाइड्स, न्यूक्लियोटाइट्स तथा कार्बोहाइड्रेट्स का स्थानान्तरण कालप्रभावन (Aging) वाली पत्तियों से शिशु पत्तियों में होता है कुछ पौधों में पत्तियों के वृन्त के आधार पर विलगन परत (Abscission layer) पत्तियों के विलगित होने से पूर्व बनती है। अन्य पौधों में पत्तियाँ पीले अथवा भूरे रंग की हो जाती हैं और इनकी मृत्यु हो जाती है, किन्तु वे पौधे से जुड़ी रहती हैं। पत्तियों की वास्तविक संख्या जो जीर्णता प्रदर्शित करती है, और मर जाती है, यह पौधों की जातियों के ऊपर निर्भर करता है अर्थात् पौधा वर्धी (Vegetative) रहता है। अनेक एकवर्षीय पौधों में पत्तियों की वृद्धि जननात्मक वृद्धि होने के साथ रुक जाती है। दूसरी पत्तियों में वृद्धि जननात्मक संरचनाओं के निर्माण के साथ होती रहती है तथा पत्ती की जीर्णता का पैटर्न फल परिवर्धन (Fruit development) एवं फल जीर्णता से सम्बन्धित होता है।

उष्णबन्धीय (Temperate) प्रदेशों के पर्णपाती (Deciduous) वृक्षों में सभी पत्तियाँ जीर्णता प्रवस्था प्रदर्शित करती हैं और पौधे से पृथक् होकर गिर जाती है।

जीर्णता का प्रारम्भ दीप्तकाल (Photoperiod) में परिवर्तन के कारण होता है जो प्रायः लम्बे दिन (ED) वाला दीप्तिकाल होता है। वैज्ञानिकों का विचार है कि लम्बे दिन (ED) की प्रकाशावधि में फाइटोक्रोम में इस प्रकार के परिवर्तन होते हैं। उष्ण प्रदेशों (Tropical regions) के वृक्षों में इस प्रकार के मौसमी जीर्णता पैटर्न तथा पर्ण विलग्न (Leaf abscission) नहीं पाया जाता है। यह देखा गया है कि पत्तियाँ जीर्णता तथा विलगन की क्रियाओं की पत्ती की प्रारम्भिक एवं वृद्धि की अवस्थाओं को साथ–साथ प्रदर्शित करती हैं। इस प्रकार पौधे सदैव हरे–भरे बने रहते हैं। ट्रोपीकल प्रदेशों (Tropical region) में जहाँ वर्षा एकान्तर क्रम में होती है, नम तथा शुष्क पत्ती जीर्णता तथा विलगन प्रायः शुष्क मौसम में होता है।

दूसरे प्रकार की जीर्णता का पैटर्न ऐसे पौधों में देखने को मिलता है जो वर्धी अवस्था में अनेकों साल तक वृद्धि करते हैं और पत्तियों को उत्पन्न करते हैं। जब पुष्पन प्रारम्भ होता है तब उनमें पत्तियों का परिवर्धन (Development) रुक जाता है तथा उनमें कार्बनिक स्रोत (Organic source), जैसे कार्बोहाइडेट्स, प्रोटीन्स सम्पूर्ण पौधे से स्थानान्तरित होकर वृद्धि करते हुए फलों में चले आते हैं। फलों के परिवर्धन (Development) एवं परिपक्वन के साथ सम्पूर्ण पौधे में जीर्णता के लक्षण दिखाई देने लगते हैं और अन्त में पौधे की मृत्यु हो जाती है। इस प्रकार का उदाहरण *एगेव* में देखने को मिलता है, क्योंकि *एगेव* के पौधे पुष्पन क्रिया से पूर्व 35 से 40 वर्षों तक वर्धी अवस्था में रहते हैं। पाम के वृक्ष पुष्पन एवं फल बनने के पश्चात् मर जाते हैं जो 75 से 80 वर्ष तक इन क्रियाओं के होने से पूर्व जीवित रहते हैं।

3.5.2 जीर्णता एवं वृद्धि नियामक (Senescence and Growth Regulators)

टिप्पणी

वृद्धि नियन्त्रक जैसे सेइटोकाइनिन, इण्डोल एसिटिक एसिड जिब्रेलिन्स, एब्सीसिक एसिड, इथीलिन आदि के प्रयोग से क्रमशः जैन्थिमम, *टेरेक्सेकम आफीसिनेलिस*, गुलाब, *टोबेके* के पत्तीयों में जीर्णता कम की जा सकती है।

(A) जीर्णता के प्रकार

(1) जीर्णता दो प्रकार की होती है–अंग जीर्णता (Organ senescence) एवं पूर्ण पादप जीर्णता (Whole plant senescence) चित्र 3.26 अ। कुछ बहुवर्षीय पौधों में यदि प्ररोह की मृत्यु हो जाए तथा शेष पौधा भूमिगत अंग के रूप में जीवित रहे तो इसे प्ररोह जीर्णता कहते हैं चित्र 3.26 ब। अन्य बहुवर्षीय पौधों में पादप वृद्धि करता रहता है तथा आधार (base) पर स्थित पत्तियाँ मरती जाती हैं। इस प्रकार की जीर्णता क्रमिक जीर्णता कहलाती है तथा सदाबहार वृक्षों (evergreen trees) का लक्षण होती है। पर्णपाती वृक्षों जब सभी पत्तियों एक साथ गिर जाती है तो इसे पर्णपात (leaf fall) कहते हैं। यह समकालिक सिनक्रोनस जीर्णता कहलाती है चित्र 3.26 स। पुष्प एवं फल जीर्णता–अंग जीर्णता के उदाहरण हैं।

चित्र 3.26 : विभिन्न प्रकार की पादप एवं पर्ण जीर्णता

एकवर्षीय एवं द्विवर्षीय पौधों में जीर्णता का प्रारंभ पुष्पन एवं फलन की समाप्ति पर होता है। इसे पूर्णपादप जीर्णता कहते हैं।

(2) जीर्णता का जैवीय महत्व

वार्षिक पौधों में फल एवं बीजों के परिपक्वन के दौरान पत्तियों में प्रोटीन्स का अमीनो अम्लों में हास होता है। इसके पश्चात् अमीनो अम्ल पत्तियों से विकासमान बीजों (Developing seeds) में अभिगमन कर संचित पदार्थ के रूप में उपस्थित रहते हैं। इसी प्रकार का परिवहन बहुवर्षीय पत्तियों में क्रमिक जीर्णता के दौरान होता है। प्ररोह की आधारीय पत्तियों में कार्बोहाइड्रेट्स का संचय भी क्रमिक जीर्णता का लक्षण है।

टिप्पणी

पर्णपाती पौधों में समकालिक जीर्णता (Synchronous senescence) का एक लाभ यह है कि पौधे प्रतिकूल अवस्था में उत्स्वेदन (Transpiration) के प्रकोप से बच जाते हैं। इसके अतिरिक्त ये पत्तियाँ खनिजों के पुर्नचक्रीकरण में भी योगदान देती हैं।

(3) क्रमिक पर्ण जीर्णता (Sequential Leaf Senescence)

पत्तियों में जीर्णता की घटना निम्नलिखित परिवर्तनों से सम्बद्ध होती है:

(i) क्लोरोफिल ह्रास के कारण पत्तियाँ पीली पड़ जाती हैं।

(ii) ग्रेना की झिल्ली का हास।

(iii) एंडोप्लाज्मिक रेटिकुलम का विलोपन।

(iv) राइबोसोम्स का क्रमिक लोप।

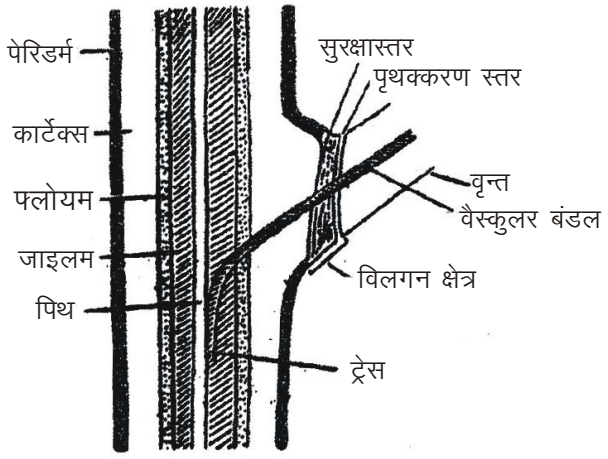
(v) पश्चात्वर्ती अवस्था में माइटोकॉन्ड्रिया का लोप।

(vi) आर. एन. ए. की मात्रा में क्रमिक कमी।

(vii) प्रोटियोलिटिक एंजाइम्स के कारण प्रोटीन की मात्रा में क्रमिक हास।

(viii) पत्तियों से अमीनो अम्लों के अन्य भागों में स्थानांतरित होने के कारण कमी हो जाती है।

(4) समकालिक पर्ण जीर्णता (Synchronous Leaf Senescence)



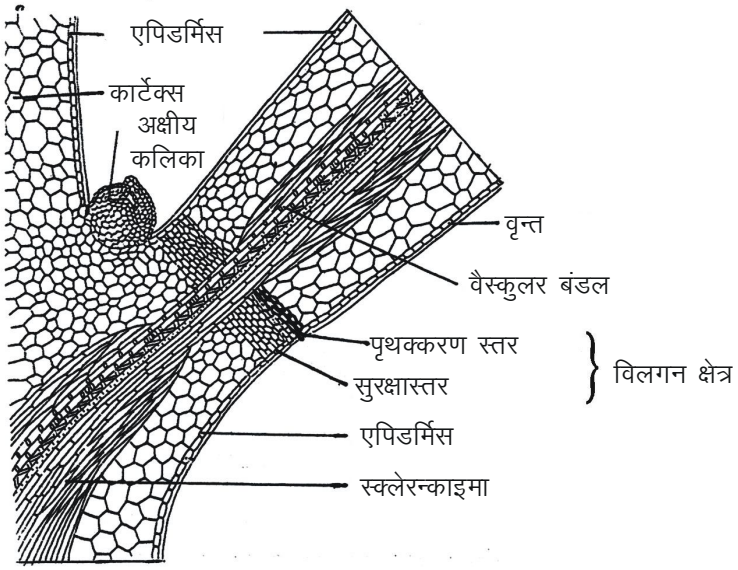
चित्र 3.27 : पर्णविलगत : विलगत क्षेत्र का विकास

समकालिक पर्ण जीर्णता पर्यावरणीय कारकों द्वारा नियंत्रित होती है क्योंकि पर्णपाती वृक्ष एक विशेष मौसम में (लघु दिवसों में) अपनी पत्तियाँ गिरा देते हैं। दिवस की लम्बाई का प्रभाव पौधे के अन्तर्जात हार्मोन्स (Endogenous hormones) जैसे ऑक्सिन, जिबरेलिन्स इत्यादि की कम होती मात्रा पर तथा इस प्रकार पर्णपात पर पड़ता है। यदि इन हार्मोन्स द्वारा पौधों को उपचारित किया जाए तो जीर्णता का समय बढ़ जाता है।

3.5.3 पत्तियों का विलगन (Abscission of Leaves)

टिप्पणी

बहुवर्षीय पौधों की पत्तियाँ समयबद्ध रूप से गिरती हैं। इस घटना के दौरान पौधों को किसी प्रकार की हानि जैसे चोट, शुष्कता या संक्रमण नहीं होती। यह एक प्राकृतिक रूप से घटने वाली सुरक्षित घटना है। पत्तियों का स्तंभ से यह पृथक्करण एक विशेष स्थल पर होता है जिसे विलगन क्षेत्र (Abscission zone) कहते हैं (चित्र 3.27 एवं 3.28)। यह घटना पत्तियों का विलगन (Abscission of leaves) कहलाती हैं। विलगन क्षेत्र दो भागों, पृथक्करण स्तर (Separation layer) तथा सुरक्षात्मक स्तर (Protective layer) की बनी होती है (चित्र 3.29)



चित्र 3.28 : पर्णविलगत (कोशिकीय चित्रण)

सामान्य द्विबीजपत्री पत्तियों में विलगन क्षेत्र वृन्त (Petiole) या इसके आधार (Base) पर स्थित होता है।

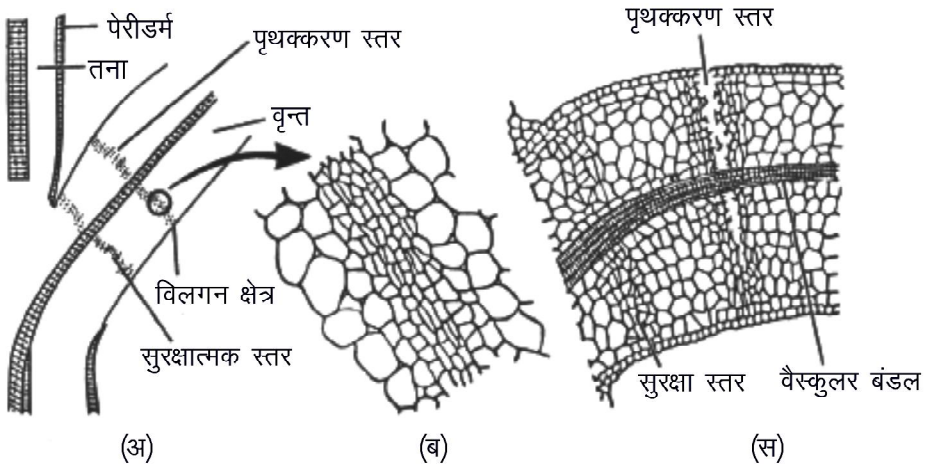
पर्णपात (Leaf fall) की घटना के कुछ हफ्तों पूर्व विलगन क्षेत्र में एक पृथक्करण स्तर (Separation layer) विकसित होती है जो पत्तियों के गिरने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। पर्णपात के पश्चात् पृथक्करण स्तर के नीचे स्थित ऊतक खुल (Exposed) जाते हैं। इन ऊतकों को शुष्कन एवं संक्रमण (Infection) से बचाने के लिए एक सुरक्षात्मक स्तर (Protective layer) होती है। इनमें से कम से कम एक स्तर विलगन क्षेत्र में होता है। सुरक्षात्मक स्तर दो प्रकार के होते हैं– प्राथमिक सुरक्षात्मक स्तर (Primary Protective layer) तथा द्वितीयक सुरक्षात्मक स्तर (Secondary Protective Layer) या पेरीडर्म। (चित्र 3.29 अ, ब)

विलगन प्रदेश वृन्त (Petiole) का सबसे कमजोर भाग होता है। जैसे ही पत्तियाँ परिपक्व हो जाती हैं विलगन प्रदेश प्रत्यक्ष दिखायी देने लगता है। इसी समय एक उथला गर्त या अवनमन (depression) का निर्माण होता है जो बाहर से दिखाई देता है और इस प्रदेश की एपीडर्मस का रंग बदलने लगता है। विलगन प्रदेश के संवहन बंडलो (V.B.) का व्यास कम हो जाता है। कोलिनकाइमा (Collenchyma) अनुपस्थित

होता है तथा पेरिन्काइमा कमजोर अथवा अनुपस्थित हो जाता है। इस प्रदेश की पेरिन्काइमी कोशिकाओं का कोशिकाद्रव्य सघन हो जाता है। (चित्र 3.29 अ, ब)

टिप्पणी

पत्ती के वृन्त की परिधि से विलगन प्रारम्भ होता है और धीरे–धीरे वृन्त के मध्य तक पहुँच जाता है। विलगन परत पेरिन्काइमी कोशिकाओं द्वारा संवहन बंडलो से सतत् रहती है जबकि जाइलम तथा लोयम अवयव तथा अन्य अजीवित कोशिकाएँ यांत्रिक शक्ति द्वारा टूट जाती हैं। पत्ती के गिरने से ठीक पहले, संवहन बंडलों (V.B.) की प्राथमिक संवहन कोशिकाएँ टायलोसिस तथा गोंद द्वारा प्रमुख रूप से बन्द हो जाती हैं। किन्तु द्वितीयक अवयवों द्वारा संवहन होता रहता है जिससे पत्ती ताजा तथा आशून तब तक बनी रहती है जब तक कि विलगन क्रिया पूर्ण नहीं हो जाती है। पत्ती के विलगन होने से पूर्व, मिडिल लेमिला की कोशिकाओं की बाहरी भित्ति जिलेटिन युक्त हो जाती हैं तथा अन्त में पत्ती के गिरने से पूर्व यह टूट जाती है तथा घुल जाती है। बाहरी कोशिका भित्तियाँ एवं अन्तराकोशिकीय पदार्थों के घुल जाने से कोशिकाएँ स्वतंत्र हो जाती हैं तथा एक दूसरे से पृथक होने लगती हैं। अतः पत्ती को सहारा केवल संवहन अवयवों (Conducting elements) से प्राप्त होता है जो हवा के झौंके तथा पत्ती के भार से अपने आप टूट जाते हैं। अतः पत्ती, तने से पृथक हो जाती है। (चित्र 3.29 स)



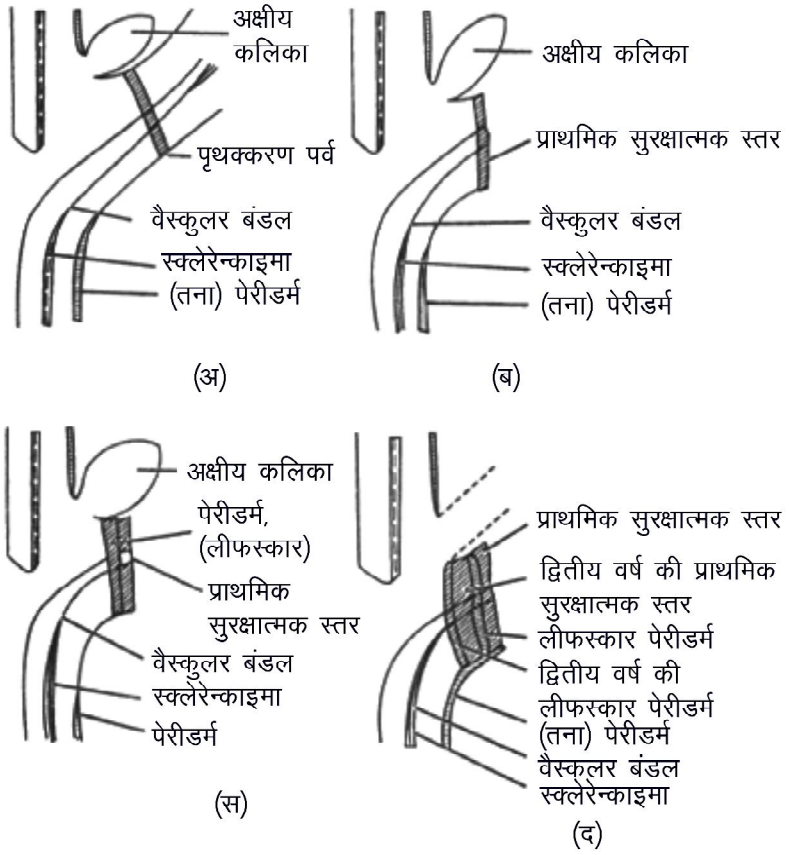
चित्र : 3.29 : पर्ण विलगम प्रदर्शितः (अ) वृन्त में विलगन क्षेत्र, (ब) विलगत क्षेत्र का वृहत् दृश्य, (स) पृथक्ककरण स्तर एवं सुरक्षात्मक स्तर का चित्रण।

पत्ती के पृथक हो जाने के बाद खुली सतह पर सुरक्षात्मक स्तरों का निर्माण होता है जो प्राथमिक अथवा द्वितीयक उद्‌गम के हो सकते हैं। द्वितीयक उद्‌गम का सुरक्षात्मक स्तर पेरीडर्म कहलाता है। पृथक् होने वाले क्षेत्र में पत्ती के क्षत चिन्ह (Leaf scar) बन जाते हैं। पदार्थों के जमाव के कारण क्षत चिन्ह बनते हें जो नई सतह को क्षति संक्रमण तथा जल हानि से बचाते हैं। यह पदार्थ सुबरिन तथा लिग्निन होते हैं जो विलगन स्तर की कोशिकाओं में पाये जाते हैं। कुछ पौधों में पेरीडर्म पत्ती के गिरने के तुरन्त बाद बनती है। सुरक्षात्मक स्तर के ठीक नीचे नवनिर्मित पेरीडर्म स्तम्भ की पेरीडर्म से सम्बन्धित रहती है। (चित्र 3.30 स, द)

आधुनिक वैज्ञानिकों का मत है कि विलगन परत (Abscission layer) का निर्माण ऑक्सिन एवं इथाइलीन के प्रभाव के कारण होता है। **हैगमैन (1971)** तथा **लियोपोल्ड**

(**1971**) के अनुसार पत्तियों के वृन्तों पर ऑक्सिन का लेप कर देने पर विलगन परत (Abscission layer) का निर्माण तीव्रता से होता है।

टिप्पणी



चित्र : 3. 30 : द्विबीजपत्री काष्ठीय कास्टीनियाँ की पत्ती में विलगन : (अ) संवहन बझुलों तक जाती हुई विलगन परत, विलगन प्रदेश में स्क्लेरिनकाइमा अनुपस्थित, (ब) क्षत चिन्ह के नीचे सुरक्षात्मक स्तर का निर्माण, (स) प्राथमिक सुरक्षात्मक स्तर के नीचे पेरीडर्म, (द) प्रथम वर्ष की भाँति द्वितीय वर्ष की अवस्थाएँ तथा स्तम्भ के पेरीडर्म से सम्बन्ध।

अपनी प्रगति जाँचिए (Check Your Progress)

1. पत्ती तने के किस भाग से उत्पन्न होती है–
   (क) पर्व (इन्टरनोड) (ख) पर्व सन्धि (नोड)
   (ग) दोनों से (घ) किसी से नहीं
2. आवृत्तबीजियों (एन्जियोस्पर्श) में पत्ती के समारम्मन के लिए उत्तरदायी है–
   (क) ट्यूनिका (ख) कार्पस
   (ग) टूयूनिका एवं कॉपर्स (घ) इनमें से कोई नहीं
3. पर्ण विन्यास कहलाता है –
   (क) तने पर पुष्पों के लगने का क्रम
   (ख) तने पर शाखाओं का क्रम

टिप्पणी

(ग) तने पर पत्तियों के लगने का क्रम

(घ) तने पर फलों के लगने का क्रम

4. चावल में पाया जाता है –

(क) 1/2 पर्ण विन्यास (ख) 2/5 पर्ण विन्यास

(ग) 1/3 पर्ण विन्यास (घ) 3/8 पर्ण विन्यास

5. विषमपर्णता पायी जाती है –

(क) पीली कटेरी (ख) रेननकुलस

(ग) एलो (घ) मटर

6. एक द्विबीजपत्री पत्ती की खड़ी काट में मध्यशिरा के बण्डल में प्रोटोजाइलम

(क) अस्पष्ट होता है

(ख) निचली बाहात्वचा की ओर होता है

(ग) ऊपरी बाह्यत्वचा की ओर होता है

(घ) मेटाजाइलम से घिरा होता है

7. कैस्पेरियन पट्टियाँ कहाँ पायी जाती हैं?

(क) बाह्यत्वचा (ख) अंतस्त्वचा

(ग) परिरम्भ (घ) पलोएम

8. क्रेज आन्तरिकी पायी जाती है–

(क) C_4 पौधों की पत्तियों में (ख) C_4 पौधों की पत्तियों में

(ग) दोनों में (घ) किसी में नहीं

9. शरद ऋतु में पत्तियाँ झड़ जाती हैं, क्योंकि–

(क) पत्तियाँ बहुत भारी हो जाती हैं

(ख) पत्तियाँ हरी नहीं रहती हैं

(ग) तापमान अधिक हो जाता है

(घ) पर्णवृन्त के आधार पर विलगन पर्त बन जाती है

10. किस वृद्धि नियामक द्वारा पत्ती की जीर्णता को कम किया जा सकता है?

(क) साइटोकाइनिन (ख) जिब्रलिन्स

(ग) इथाइलीन (घ) इण्डोल ऐसीटिक अम्ल

11. पर्ण विलगन एवं जीर्णता को प्रभावित करने वाला/वाले पादप हॉर्मोन हैं–

(क) ऑक्सिजन (ख) एथिलीन

(ग) एब्सीसिक अम्ल (घ) ये सभी

3.6 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर (Answer to Check Your Progress)

टिप्पणी

1. (ख)
2. (ग)
3. (ग)
4. (क)
5. (ख)
6. (ख)
7. (ख)
8. (घ)
9. (घ)
10. (क)
11. (ग)

3.7 सारांश (Summary)

पत्ती की उत्पत्ति शीर्षस्थ विभज्योतक के एक ओर स्थित कोशिकाओं के छोटे.समूह के परिनित विभाजन से होती है। सर्वप्रथम प्राइमोर्डिया, फिर पर्ण बुट्रेस बनते हैं। जिसके पश्चात् पर्ण अक्ष व लैमाइन (फलक) विकसित होते हैं। पत्तियो में चक्रिय, अचक्रिय एवं मोजेक प्रकार का पर्णविन्यास पाया जाता है। आवृतबीजी पौधों में विभिन्न माप की एवं आकार की पत्तिया पाई जाती है। एक ही पादप में विभिन्न माप की पत्तिया भी होती है एवं विभिन्न प्रकार की भी होती हैं जिसे विषमपर्णता कहते है। प्रकाश संश्लेषण के अतिरिक्त विभिन्न कार्य करने के लिए पत्तियों में रूपान्तरण पाये जाते हैं। एकबीजपत्री एवं द्विबीजत्री पत्तियों में आन्तरिक संरचना में मुख्यतः मिजोफिल ऊतक में विभिन्नता पाई जाती है। जल प्रतिबल हेतु पत्तियों की कोशिकाओं का आकार छोटा होता जाता है, स्टोमेटा छोटे व घंसे हुए स्थित होते है, आदि जैसी अनुकूल पाए जाते है। कैटाबोलिक उपापचयी क्रियाओं के कारण पत्तियों में जीर्णता की क्रिया होती है जो वास्तव में कालप्रभावन का प्रभाव है। विलगन पर्त, सुरक्षात्मक स्तर व लीफस्कार बनने के पश्चात् पत्तियों में विलगन हो जाता है जिसे पतझड़ कहते हैं।

3.8 मुख्य शब्दावली (Key Terminology)

- प्राइमोर्डिया
- मिज़ोफिल
- स्टोमेटा
- संवहन बंड़ल

टिप्पणी

- क्यूटिकिल
- विलगन
- जीर्णता
- विषमपर्णता
- एकबीकपत्री
- द्विबीजपत्री
- पर्णविन्यास
- सक्रिय
- अचक्रिय
- शिराविन्यास
- शिरा
- लैमीना (फलक)

3.9 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास (Self Assessment Questions and Exercises)

लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Type Questions)

1. पत्ती की उत्पत्ति का विस्तारपूर्वक वर्णन कीजिए।
2. पत्ती के परिवर्द्धन का वर्णन कीजिए।
3. पत्ती की उत्पत्ति पर टिप्पणी लिखिए।
4. पत्ती के परिवर्द्धन पर टिप्पणी लिखिए।
5. पत्ती के संवहन ऊतकों के परिवर्द्धन पर टिप्पणी लिखिए।
6. पत्ती में मीजोफिल ऊतक को संक्षेप में समझाइए।
7. पत्ती के स्पंजी ऊतक को संक्षेप में समझाइए।
8. द्विबीजपत्री पौधे की पत्ती का केवल नामांकित चित्र बनाइए।
9. नीरियम की पत्ती की खड़ी काट का वर्णन कीजिए।
10. एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना का वर्णन कीजिए।
11. द्विबीजपत्री पत्ती की आन्तरिक संरचना का वर्णन कीजिए।
12. पृष्ठाधारी (Dorsiventral) पत्ती की आन्तरिक संरचना चित्र सहित लिखिए।
13. जीर्णता के प्रकार पर टिप्पणी लिखिए।
14. पर्ण विलगन पर टिप्पणी लिखिए।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Type Questions)

1. पत्ती के विभिन्न परिवर्द्धनी प्रतिरूप लिखिए।
2. पत्ती के विभिन्न प्रकारों एवं रूपान्तरण का वर्णन कीजिए।
3. पत्तियों के आकार में विविधता का संक्षिप्त वर्णन कीजिए।
4. विषमपर्णता पर टिप्पणी लिखिए।
5. पर्णाभवृन्त अथवा असमपर्णिता पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
6. पर्णफलक के आकार में विविधताओं का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
7. एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री पत्तियों के अन्तर, आन्तरिक रचना के आधार पर चित्रों की सहायता से समझाइए।
8. बरगद की पत्ती की आन्तरिक संरचना लिखिए।
9. मरूद्भिद पौधे की पत्तियों में शारीरिक अनुकूलन पर टिप्पणी लिखिए।
10. डॉसीवेण्ट्रल एवं आइसोबाइलेटरल पत्ती पर टिप्पणी लिखिए।
11. जल प्रतिबल के लिये अनुकूलन पर संक्षिप्त लेख लिखिए।
12. पत्ती की जीर्णता पर लेख लिखिए।
13. पत्तियों के विलगन से आप क्या समझते हैं? समझाइऐ।
14. पौधों में पत्ती की उत्पत्ति एवं परिवर्द्धन का वर्णन कीजिए।
15. पर्ण विन्यास से आप क्या समझते हैं? पौधों में पाये जाने वाले विभिन्न पर्ण विन्यास का वर्णन कीजिए।
16. पत्ती के आकार एवं आमाप की विविधता पर प्रकाश डालिए।
17. द्विबीजपत्री तथा एकबीजपत्री पत्ती की आन्तरिकी पर टिपणी लिखिए।
18. जल प्रतिबल पर टिप्पणी लिखिए।
19. पत्तियों की जीर्णता एवं विलगन पर एक लेख लिखिए।

टिप्पणी

3.10 सहायक पाठ्य सामग्री (Suggested Readings)

1. S.P. Qureshi et al. 2020 Botany, B.Sc. IV Semester, Himalaya Publishing House.
2. S.Sundara Rajan 2013, College Botany F.Y.B.Sc. Himalaya Publishing House.
3. M.G. Awaley et at. 2010, Botany B.Sc. Semester II, Himalaya Publishing House, Nagpur.
4. P.C. Vashishta (1984), Plant Anatomy (Pradeep Publications, Jalandhar)
5. B.P. Pandey, (1994), Plant Anatomy (S. Chand & Co. New Delhi)

इकाई 4 भ्रूणिकी : पुष्पीय संरचना (Embryology : Structure of Flowers)

टिप्पणी

संरचना (Structure)

4.0 परिचय
4.1 उद्देश्य
4.2 भ्रूणिका : पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह की अवधारणा
  4.2.1 पुष्प : एक रूपान्तरित प्ररोह
  4.2.2 पुष्प कलिका की समजातता
  4.2.3 पुष्पासन की प्रकृति
  4.2.4 पुष्पीय सदस्यों का पर्ण सदृश्य स्वभाव
4.3 परागकोष की संरचना, लघुबीजाणुजनन एवं नर युग्मकोद्भिद्
  4.3.1 पुंकेसर अथवा लघुबीजाणुपर्ण
  4.3.2 परागकोष अथवा लघुबीजाणुधानी का परिवर्द्धन
  4.3.3 बीजाणु चतुष्क के प्रकार
  4.3.4 संयुक्त लघुबीजाणु
  4.3.5 परिपक्व परागकोष का स्फुटन
4.4 लघुबीजाणु या नर युग्मकोद्भिद
4.5 नर युग्मकोद्भिद का विकास
4.6 स्त्रीकेसर की संरचना
  4.6.1 बीजाण्ड या गुरुबीजाणुधानी
  4.6.2 बीजाण्ड का विकास
  4.6.3 हाइपोस्टेस एवं एपिस्टेस
  4.6.4 गुरुबीजाणुजनन
4.7 मादा युग्मकोद्भिद अथवा भ्रूणकोष का विकास एवं संरचना
4.8 परिपक्व भ्रूण कोष की संरचना एवं कार्य
4.9 परागणः प्रक्रिया एवं माध्यम
  4.9.1 परागण
  4.9.2 पर–परागण के प्रकार
4.10 पराग–स्त्रीकेसर की पारस्परिक क्रिया एवं स्वंय अनिषेच्यता
4.11 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
4.12 सारांश
4.13 मुख्य शब्दावली
4.14 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
4.15 सहायक पाठ्य सामग्री

4.0 परिचय (Introduction)

पादप में पुष्प वह अंग है जिसमें नर तथा मादा जननांग विकसित होते है। पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह होता है जिसमें चार प्रकार के रूपान्तरित पर्ण, सर्पिलाकार रूप में एक चपटे वृन्त (थैलेमस) पर विन्यरूत होते है। एक पुष्प मे केवल एक मादा जननांग किन्तु अनेक नर जननांग होते है। मादा जननांग को पिस्टिल या गाइनोश्यिम व नर को एण्ड्रोशियम कहते है जिनमे क्रमशः अण्ड व नर युग्मक विकसित होते है।

नर युग्मक परागकण मे बनते है। परागण के बाद परागकण के पराग नलिका बनती है – जिसके द्वारा नर युग्मक अण्ड कोष तक पहुँचता है।

टिप्पणी

4.1 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई के विभिन्न अध्यायों द्वारा विद्यार्थी को निम्न शीर्षको का ज्ञान होता है –

(अ) पुष्प का विकास

(ब) पुंकेसर की संरचना

(क) स्त्रीकेसर की संरचना

(ड) परागण की क्रियाविधि

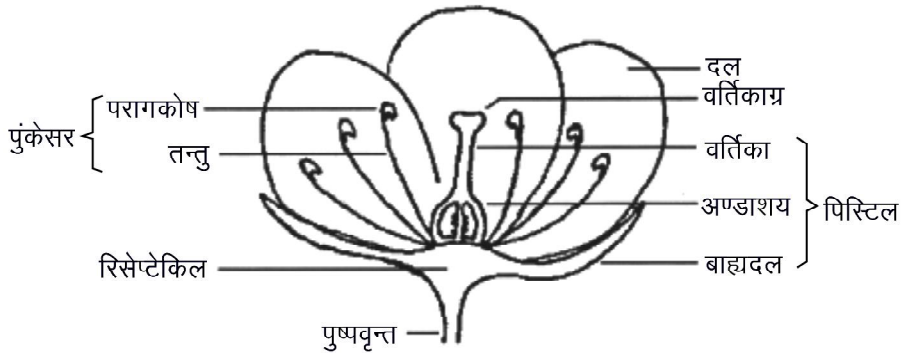
4.2 भ्रूणिका : पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह की अवधारणा (Embryology : Concept of Flower as a Modified Shoot)

पुष्पीय प्ररोह के विभिन्न भागों का अध्ययन एक प्रारूपी पुष्प (Typical flower) द्वारा किया जा सकता है।

प्ररोह की तरह पुष्प की भी अक्ष होती है जो पुष्पासन कहलाती है। इस पुष्पासन पर पुष्पीय सदस्य (Floral members) तने पर लगी पत्तियों की भाँति विन्यस्त होते हैं। पर्णों के पर्णविन्यास (Phyllotaxy) की तरह, पुष्पासन पर पुष्पीय पत्तियों का विन्यास होता है जिसमें क्रमागत (Consecutive) भ्रमि के सदस्य एक दूसरे के एकान्तर होते हैं। *लोटस* तथा *मेगनोलिया* के पुष्पों में सर्पिल विन्यास पाया जाता है अतः यह कुल प्राचीन कहे जाते हैं। गुलाब के पुष्पों का पुष्पीय पर्णविन्यास आंशिक सर्पिल तथा आंशिक चक्रीय होता है अतः ऐसे पुष्प स्पाइरोसाइक्लिक अथवा अर्द्धचक्रिक कहलाते हैं।

पुष्प पौधे का एक जटिल भाग है। इस इकाई में ऐसे अंग होते हैं जो प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष रूप से पौधे के प्रजनन में सहायक होते हैं। आकारिकी रूप से पुष्प एक छोटी व संघनित शाखा है जिसकी वृद्धि रुक जाती है एवं जिससे पार्श्व उपांग उत्पन्न होते हैं। अतः पुष्प एक परिवर्तित प्ररोह है जो पौधे के प्रजनन के लिए परिवर्तित होती है।

पुष्प के भाग – एक आवृत्तबीजी पौधे में चार भिन्न भाग होते हैं– दलपुंज (कोरोला) व बाह्यदलपुंज अतिरिक्त अथवा सहायक चक्र होते हैं जबकि पुमंग (एण्ड्रोशियम) व जायांग (गाइनोशियम) आवश्यक अंग होते हैं। (चित्र 4.1)



चित्र 4.1 : एक प्रारूपी पुष्प : लम्बवत काट में पुष्पीय अंग प्रदर्शित

टिप्पणी

(1) पुष्प में एक वृन्त होता है, इस वृन्त का फूला हुआ शीर्ष **थैलेमस** कहलाता है।

(2) **बाह्य दल**– सबसे नीचे वाला पुष्पीय भाग है, यह हरे पत्ती के समान रचनाओं से बना होता है जिन्हें सैपल (Sepal) कहते हैं।

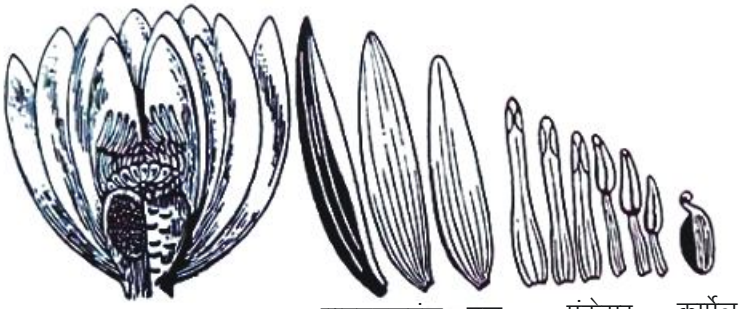
(3) **दल**– यह द्वितीय पुष्पीय भाग है, यह रंगीन पैटल से मिलकर बना होता है।

(4) **पुमंग**– पुष्प का तीसरा चक्र होता है जिसमें पुंकेसर (**Stamens**) पाये जाते हैं। प्रत्येक पुंकेसर लम्बे पतले तन्तु (Filament) वे दो पालियों (Lobes) से मिलकर बना होता है। प्रत्येक पाली में दो परागकण कोष्ठ (Pollen chambers) होते हैं जिन्हें लघुबीजाणुधानी (Microsporangia) कहते हैं।

(5) **जायांग**– पुष्प का चौथा चक्र होता है। यह कार्पल (Carpel) से बना होता है। प्रत्येक कार्पल या अण्डप, अण्डाशय (Ovary), वर्तिका (Style), वर्तिकाग्र (Stigma) से मिलकर बना होता है।

4.2.1 पुष्प : एक रूपान्तरित प्ररोह (Flower : A Modified Shoot)

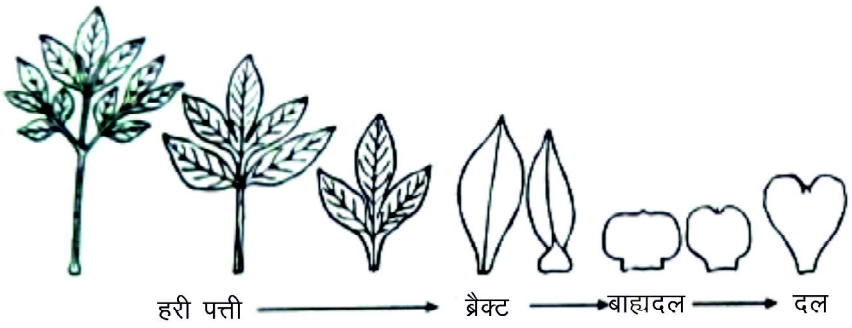
बीजाणुपर्ण (Sporophylls) अर्थात् पुंकेसर तथा अण्डप पुष्प के आवश्यक अंग कहलाते हैं अतः पुष्प को 'Shoot bearing sporophylls कहा जा सकता है। एक सामान्य प्ररोह में एक अक्षीय तना होता है जो पर्वों तथा पर्वसंधियों में विभक्त होता है। पर्वसन्धियों पर पत्तियाँ एकान्तर अथवा चक्रीय क्रम में लगी होती हैं।



चित्रः 4.2 : निम्फिया अल्बा (Nymphaea alba): पुष्पी सदस्यों का रूपान्तरण (transition) : (अ) आंशिक रूप से विच्छेदित पुष्प (ब) पुष्पीय सदस्यों द्वारा क्रमिक रूपान्तरण प्रदर्शित

पुष्प हर प्रकार से प्ररोह के समान होता है। पुष्प, प्रजनन जैसे विशिष्ट कार्य के लिए रूपान्तरित हो जाता है। यहाँ पर अक्षीय तना संघनित होकर पुष्पासन (Thalamus) बनाता है जिस पर पर्वसन्धियों (Nodes) को पहचानना कठिन हो जाता है यद्यपि ये उपस्थित होती हैं तथा इन पर विशिष्ट प्रकार की पत्तियाँ उत्पन्न होती हैं, यह पत्तियाँ भी रूपान्तरित हो जाती हैं। निम्फिया (*Nymphaea*) तथा मैगनोलिया (*Magnolia*) के पुष्पों में सर्पिल पर्णविन्यास (Phyllotaxy) पाया जाता है। जबकि अधिकांश पुष्पों में चक्रीय (Cyclic) विन्यास होता है। चक्रीय पुष्पों की प्रथम पर्वसन्धि पर बाह्यदलों की भ्रमि (Whorl), दूसरी पर्वसन्धि पर दलों की भ्रमि तथा तीसरी पर्वसन्धि पर पुंकेसरों की भ्रमि तथा शीर्ष पर अण्डप की भ्रमि पायी जाती है।

टिप्पणी



चित्रः 4.3: पियोनिया ओफीसिनेलिस (Paeonia officinalis) : पत्तियों का क्रमशः दल (Petal) में रूपान्तरण

निम्नांकित तथ्यों के आधार पर कहा जा सकता है कि पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह है। (Flower is a modified shoot)

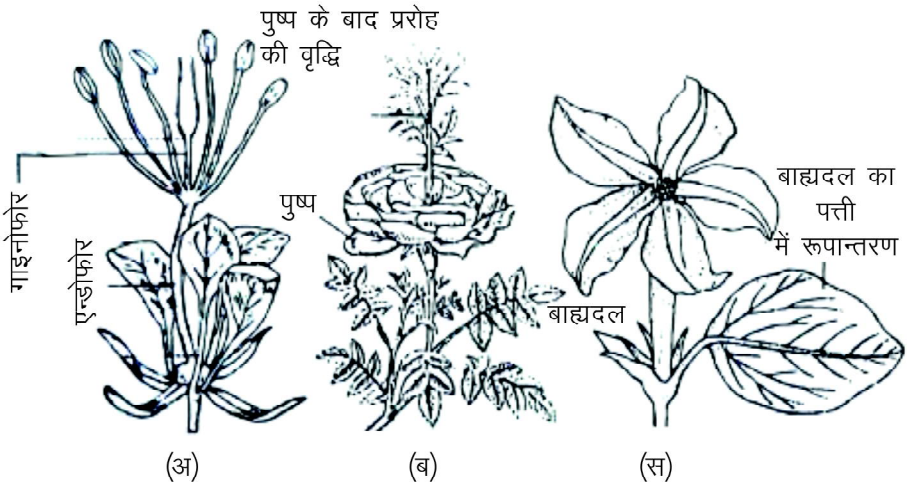
4.2.2 पुष्प कलिका की समजातता (Homology of the Flower Bud)

(1) कायिक या प्ररोह (Shoot) कलिका (Bud) के समान ही पुष्प कलिका कक्षीय अथवा अग्रस्थ होती है और इनका परिवर्धन भी समान होता है।

(2) पुष्पीय कलिकाएँ कभी–कभी कायिक कलिकाओं में रूपान्तरित हो जाती हैं, जैसे–घीग्वार (Agave), ग्लोवा मेरेन्टिना (Globba marantina) तथा एलियम सटाइवम (Allium sativum) में।

4.2.3 पुष्पासन की प्रकृति (Axis Nature of Thalamus)

(1) पुष्पासन की अक्ष प्रकृति इतनी स्पष्ट नहीं होती है क्योंकि पर्व (Internodes) बहुत अधिक संघनित (Condensed) हो जाते हैं। किन्तु कुछ अपवादी (Exceptional) पादपों में इस प्रकार बने पर्व (Internodes) तने के लक्षण स्पष्ट रूप से प्रदर्शित करते हैं।



चित्र 4.4: पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह : (अ) क्लिओम गायनेण्ड्रा में पुष्पासन पर्व (एण्ड्रोफोर तथा गायनोफोर) प्रदर्शित, (ब) गुलाब में अद्भुत परिवर्धन, (क) म्यूसेन्डा मे पत्ती के समान बाह्यदल

टिप्पणी

उदाहरण–क्लिओम गायनेण्ड्रा (*Cleome gynandra*) या गायानेनड्रोप्सिस गायनेण्ड्रा (*Gynandropsis gynandra*) उदाहरण में कुल–केपेरीडेसी (Family-Capparidaceae) का केपेरिस सेपेरिया (*Capparis sepiaria*), पेसीफ्लोरेसी (Passifloraceae) का पेसीफ्लोरा सुबेरोसा (*Passiflora suberosa*) तथा स्टरकुलिएसी (Sterculiaceae) का टेरोस्पर्मम एसेरीफोलियम (*Pterospermum acerifolium*)। (चित्र 4.4 अ)

(2) **मॉन्स्ट्रस विकास (Monstrous development)** – सामान्यतया थैलेमस की वृद्धि अंतिम पुष्पीय पत्तियों अर्थात् कार्पल्स के उपन्न होने के बाद रुक जाती है। यद्यपि कभी–कभी पुष्पीय पत्तियों के उत्पन्न होने के बाद भी थैलेमस की वृद्धि निरंतर होती रहती है और इसमें साधारण पत्तियाँ उत्पन्न होती हैं। इस प्रकार का मॉन्स्ट्रस विकास गुलाब, लार्कस्पर आदि में दिखाई देता है। (चित्र 4.4 ब)

(3) **दीर्धित थैलेमस (Elongated thalamus)** – माइचेलिया चम्पाका (*Michelia champaca*) में थैलेमस का कार्पल उत्पन्न करने वाला भाग साधारण तने की तरह दीर्धित होता है एवं पुजित फल (Aggregate fruit) उत्पन्न करता है।

4.2.4 पुष्पीय सदस्यों का पर्ण सदृश्य स्वभाव (Leaf-like Nature of Floral Members)

निम्नलिखित कुछ ऐसे तथ्य हैं जो यह प्रमाणित करते हैं कि पुष्पीय पत्तियाँ अर्थात् सैपल्स, पैटल्स, स्टैमन्स, कार्पल्स वास्तव में परिवर्तित पर्णी पत्तियाँ हैं।

(1) **पर्णविन्यास (Phyllotaxy)** – पुष्पीय पत्तिया अर्थात् सैपल्स, पैटल्स, स्टैमन्स, कार्पल्स आदि का थैलेमस पर विन्यास बिल्कुल उसी तरह होता है जिस तरह पर्णी पत्तियाँ तने पर विन्यसित होती हैं।

(2) **पुष्पदलविन्यास (Aestivation)** – पुष्पीय पत्तियों का एक–दूसरे के साथ विन्यास (पुष्पदलविन्यास) वैसा ही होता है जैसा कि पर्णी पत्तियों का।

चार प्रकार के पुष्पीय सदस्य, जैसे–बाह्यदल (Sepals), दल (Petals), पुंकेसर (Stamens) अण्डप (Carpels) तथा फोलिएज पत्तियाँ एक–दूसरे में परिवर्तित होती रहती हैं।

(i) **निम्फिया** (Nymphaea) के पुष्प में एक प्रकार के पुष्पीय सदस्यों का क्रमशः रूपान्तरण (Gradual transition) दूसरे सदस्यों में देखने को मिलता है जिसके पुष्पासन पर पुष्पीय पत्तियाँ बहुत भारी संख्या में सर्पिल क्रम (Spirally) में विन्यस्त होती हैं। सबसे नीचे की ओर बाह्यदल पत्ती के समान हरे होते हैं तथा इनमें शिराविन्यास पाया जाता है। यह धीरे–धीरे दलों में बदल जाती हैं। दल धीरे–धीरे सँकरे होकर पुंकेसरों में बदल जाते हैं जिनके शीर्श पर परागकोष उत्पन्न होते हैं अर्थात् दल, पुंकेसरों में बदल जाते हैं। पुंकेसरों के बाद अण्डपों का निर्माण होता है। (चित्र 4.2)

(ii) **कुल–रेननकुलेसी के पियोनिया के** पुष्प में पत्तियों से बाह्यदलों (Sepals) का रूपान्तरण पाया जाता हे। इसी प्रकार का रूपान्तरण बाह्यदलों का दलों में पाया जाता है। (चित्र 4.3)

टिप्पणी

(iii) **हरे गुलाब में बाह्यदल** (Sepals) फोलिएज पत्तियों की भाँति दिखाई देते हैं। दल भी हरे तथा पत्ती जैसे होते हैं।

(iv) **कुल–रूबियेसी** के पौधे *म्यूसेण्डा फ्रोण्डोसा* में एक बाह्यदल बाह्यदलपुंज के अनुपात में बड़ा होता है। जिसमें पत्ती के समान शिराएँ दिखायी देती हैं तथा यह दल के समान रंगीन होता है। (चित्र 4.4 स)

(v) **अनेक पुष्प जातियों** में एकल तथा दोगुनी किस्में पायी जाती हैं। कुछ पुंकेसरों का दलों में रूपानतरण के फलस्वरूप दोहरापन (Doubling) पाया जाता है, जैसे–गुलाब, गुड़हल आदि।

(vi) **केना** में पुष्पों के पुंकेसर दलाभीय **(Petaloid)** होते हैं तथा जीनिया के अण्डप दलाभीय (Petaloid) अथवा बाह्यदलाभीय **(Sepaloid)** होते हैं।

(vii) **कुछ पौधे,** जैसे मटर (*Pisum sativum*), सेम (*Dolichos lablab*) की फलियों में स्पष्ट सीवनें (Sutures) पायी जाती हैं जिनकी तुलना पत्ती की मध्य शिरा से की जा सकती है तथा सम्पूर्ण अण्डप (Carpel) को रूपान्तरित पत्ती कहा जा सकता है जिसका फलक (Lamina) मध्य शिरा पर मुड़ा हुआ होता है।

(3) पत्तियों की कक्ष से कलिकाएँ परिवर्धन करती हैं जो प्रायः पुष्पीय पत्तियों में नहीं होता है। कुछ पौधों में अद्‌भुत परिवर्धन होता है, उनके दलों की कक्ष से उत्पन्न कलिकाएँ, द्वितीयक पुष्पों को जन्म देती हैं जिससे एक पुष्प के ऊपर दूसरा पुष्प विकसित होता है। यह क्रिया प्रचुरोदभवन (Proliferation) कहलाती है।

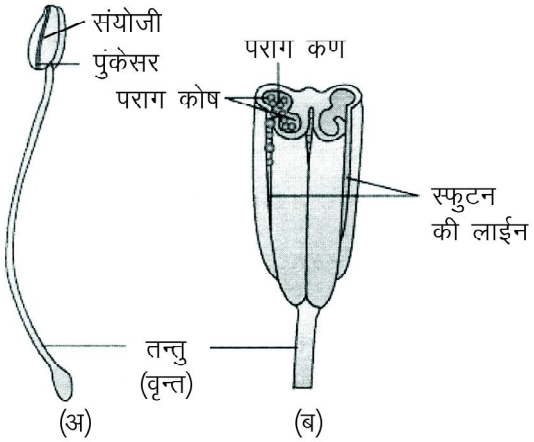
(4) टेरिडोफाइट्स तथा अनावृतबीजियों में बीजाणुपर्ण (Sporophyll) सामान्य पत्ती की भाँति होती है जो बीजाणुधानियाँ (Sporangia) धारण करते हैं।

4.3 परागकोष की संरचना, लघुबीजाणुजनन एवं नर युग्मकोद्‌भिद (Structure of Anther, Microsporogenesis and Male Gametophyte)

4.3.1 पुंकेसर अथवा लघुबीजाणुपर्ण (Stamen or Microsporophyll)

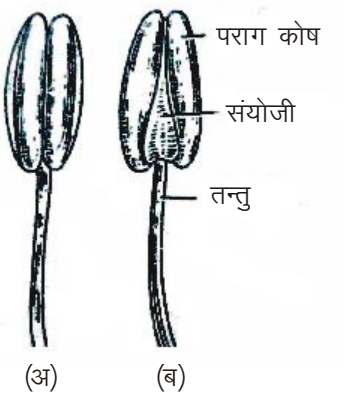
प्रत्येक पुंकेसर अथवा लघुबीजाणुपर्ण (Microsporophyll) पुष्प का नर जननांग कहलाता है। प्रत्येक पुंकेसर के तीन भाग होते हैं जो तन्तु (Filament), परागकोष **(Anther)** तथा संयोजी (Connective) कहलाते हैं (चित्र 4.5 अ एवं चित्र 4.6 ब)। तन्तु पुंकेसर का लम्बा वृन्त होता है तथा परागकोष फैला हुआ सिर होता है जो तन्तु के अग्रक से बनता है। प्रत्येक परागकोष में दो पालियाँ (Lobes) होती हैं जो एक–दूसरे से एक संयोजी द्वारा जुड़ी रहती हैं इन्हे द्विकोष्ठी (Dithecous) कहते हैं। परागकोष की प्रत्येक पालि में दो लघुबीजाणुधानियाँ (Microsporangia) अथवा परागकोष (Pollen sacs) होते हैं। इस प्रकार प्रत्येक परागकोष में चार कक्ष (Chambers) होते हैं। कुछ पादपों में, जैसे गुड़हल एवं भिण्डी में केवल दो और कभी–कभी एक कक्ष होते हैं। (चित्र 4.5 ब) इन्हे एककोष्ठी (Monothecous) कहते हैं।

टिप्पणी



चित्र 4.5 : (अ) पुंकेसर की संरचना (ब) परागकोष की अनुप्रस्थ काट

लघुबीजाणुधानियों में बहुत महीन, पाउडर जैसे पराग कण **(Pollen grains)** या लघुबीजाणु **(Microspores)** भरे होते हैं। पराग कण बहुत अधिक मात्रा में लघुबीजाणुधानियों में बनते हैं। एक परिपक्व परागकोष जिसमें परागधानियाँ या लघुबीजाणुधानियाँ पूर्णतः विकसित हो जाती हैं, अनुप्रस्थ काट में चतुर्पालित (Four lobed) रचना दिखाई देती है। इसकी सबसे बाहरी ओर बाह्यत्वचा होती है जो मृदूतकी कोशाओं द्वारा निर्मित होती है। बाह्यत्वचा के नीचे अन्तस्थीसियम (Endothecium) या तन्तुमय (Fibrous) परत होती है। परिपक्व परागकोष में इस परत की कोशाओं में तन्तुमय या रेशेदार स्थूलन (Fibrous thickening) उत्पन्न हो जाता है। विस्फुटन की रेखा (Line of dehiscence) में ये कोशाएँ पतली भित्ति वाली होती हैं एवं स्टोमियम बनाती हैं। अन्तस्थीसियम, लघुबीजाणुधानी में दो या अधिक भित्ति परतें होती हैं। सबसे आन्तरिक भित्ति परत टैपिटम **(Tapetum)** कहलाती है। टैपिटम व अन्तस्थीसियम के बीच में दो या तीन मध्य परतें (Middle layers) होती हैं। लघुबीजाणुधानी की गुहा (Cavity) में असंख्य बीजाणुजन कोशाएँ (Sporogenous cells) होती हैं जो अन्ततः गोल होकर लघुबीजाणु मातृ कोशा (Microspore mother cell) की तरह कार्य करने लगती है (चित्र 4.8 अ)। प्रत्येक लघुबीजाणु मातृ कोशिका में अर्धसूत्री विभाजन (Reduction division) से लघुबीजाणु चतुष्क (माइक्रोस्पोर टीट्रेड) बनते हैं परिपक्वता पर टैपिटल कोशाएँ टूटकर पोषक द्रव (Nourishing fluid) बनाती हैं। बीजाणुधानी भित्ति की मध्य परतें भी परिपक्व परागकोष में टूट जाती है, अतः परिपक्व परागकोष के बीजाणुधानी भित्ति में केवल अन्तस्थीसियम एवं बाह्यत्वचा होती है। बाद की अवस्थाओं में, बाह्यत्वचीय कोशाएँ भी कुछ निश्चित स्थानों पर टूट जाती हैं व नष्ट हो जाती हैं। (चित्र 4.8 ब)

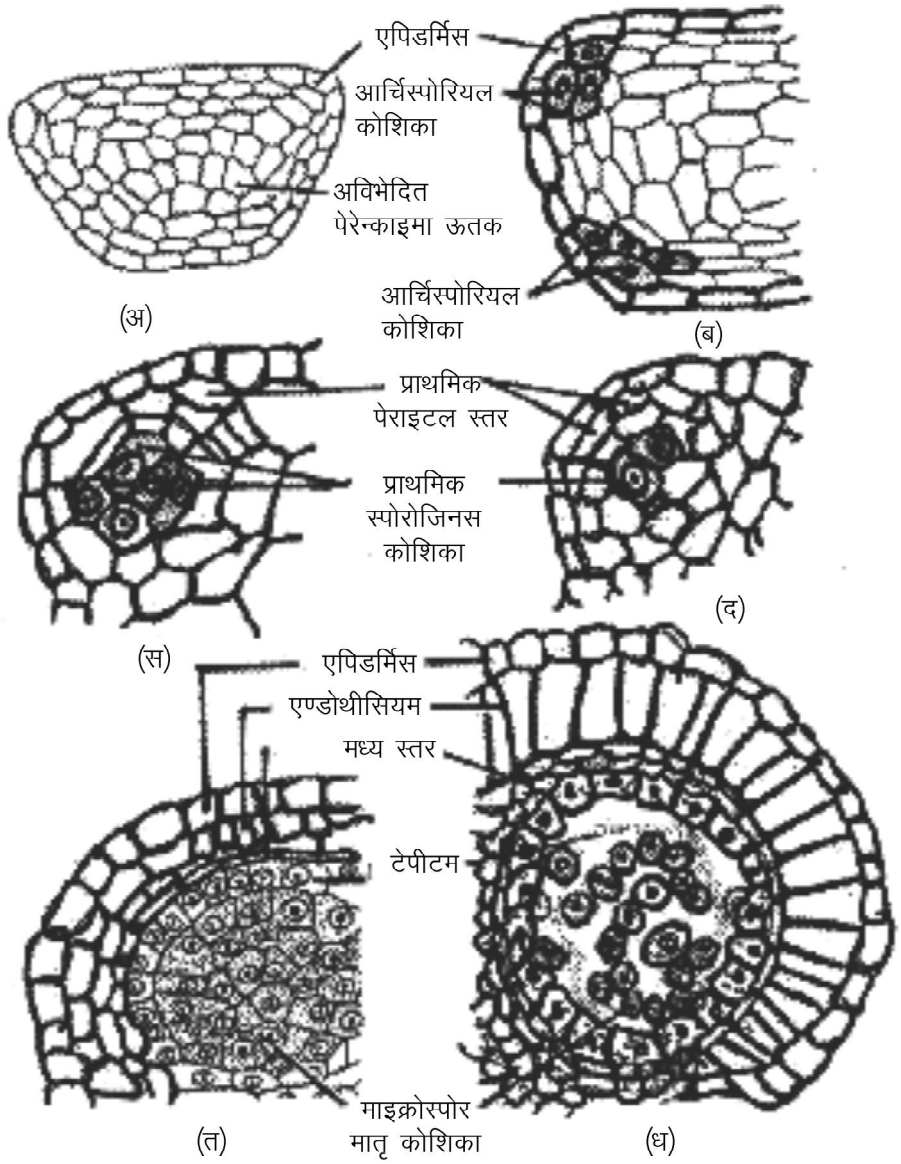


चित्र 4.6 : पुंकेसर का डार्सल व वेन्ट्रल दृश्य

4.3.2 परागकोष अथवा लघुबीजाणुधानी का परिवर्द्धन (Development of Anther or Microsporangium)

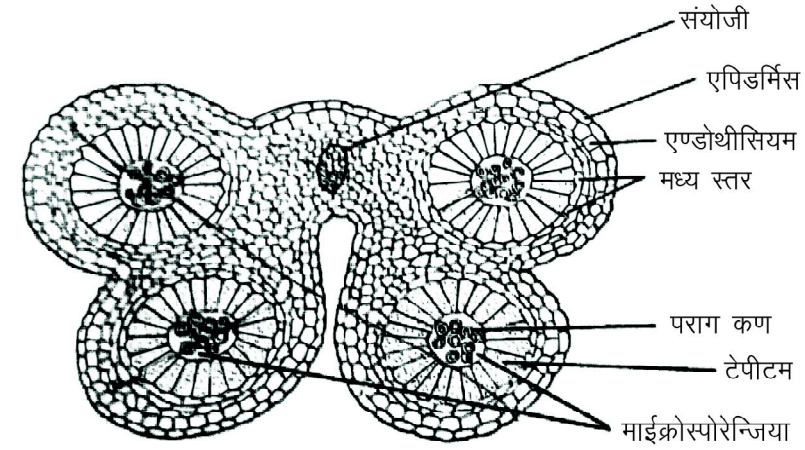
टिप्पणी

प्रत्येक पुंकेसर (Stamen) प्रविभाजी ऊतक (Meristematic tissue) से एक छोटी पेपीलेट (Papillate), अतिवृद्धि के रूप में निकलता है जो फ्लोरल प्राइमोर्डियम (floral primordium) के वृद्धि करते हुए अग्रक (Tip) द्वारा बनती है। यह सक्रिय रूप से वृद्धि करके शीर्षस्थ (Apical) चौड़े भाग अर्थात् परागकोष तथा निचले बेलनाकार भाग तन्तु (Filament) में भिन्नित होती है।

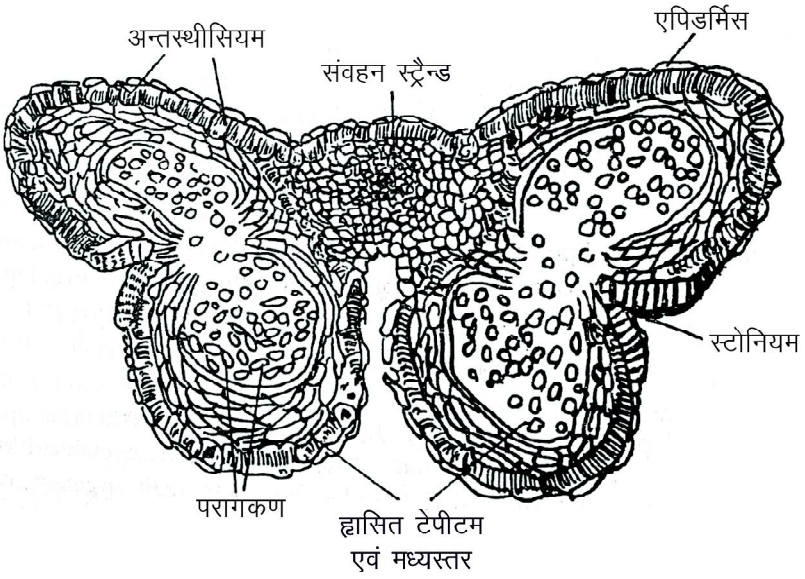


चित्र 4.7 : लघुबीजाणुधानी का परिवर्द्धनः (अ–त) परिवर्द्धन की क्रमिक अवस्थाएं (थ) परिपक्व परागकोष के एक भाग की संरचना

टिप्पणी



(अ)

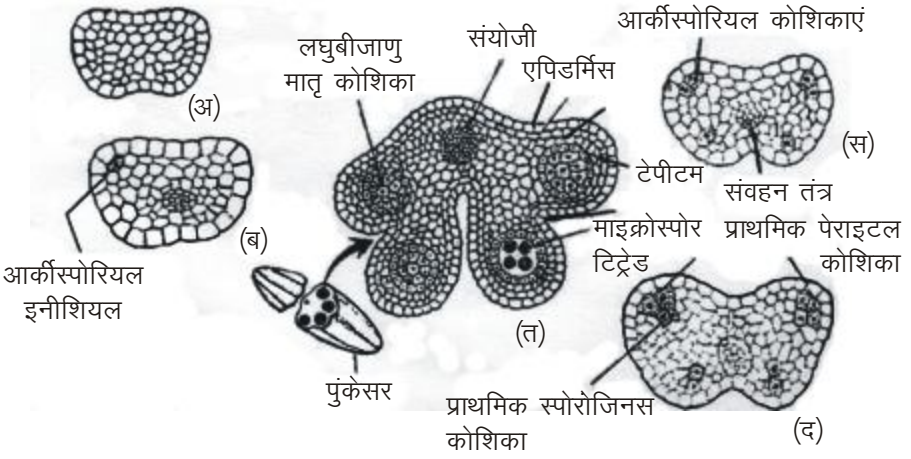


(ब)

चित्र : 4.8 : परागकोष की अनुप्रस्थ काट (अ) शिशु अवस्था (ब) परिपक्व गवस्था

शिशु परागकोष की अनुप्रस्थ काट को देखने से ज्ञात होता है कि यह प्रविभाजी कोशिकाओं (Meristematic cells) का एक समूह होता है जो बाहर से एपीडर्मिस से ढँका रहता है (चित्र 4.7 अ, 4.9 अ)। प्रत्येक परागकोष में चार पालियाँ बनती हैं तथा बाद में योजी (Connective) आदि बनते हैं। प्रत्येक पाली की एपीडर्मिस के नीचे स्थित हाइपोडर्मल कोशिका आकार में बढ़ने लगती है जो प्राथमिक आर्कीस्पोरियम कहलाती है। यह कोशिका परनित विभाजन (Periclinal division) द्वारा (1) बाहरी, प्राथमिक भित्तीय कोषिका (Primary parietal cell) तथा (2) भीतरी प्राथमिक बीजाणुजनक कोशिका (Primary sporogenous cell) बनाती है। (चित्र 4.7 ब, 4.9 ब, स)

टिप्पणी



चित्र 4.9 : परागकोष के प्रवर्द्धन की अवस्थाएं (अ) शिशु परागकोष की अनुप्रस्थ काट (ब) आर्कीस्पोरियम कोशिकाओं का निर्माण (स) प्राइमरी पैराइटल व प्राइमरी स्पोरोजिनस कोशिका का विमेदन (त) चार पालियों में लघुबीजाणु मातृ कोशिका व लघुबीजाणु टीट्रड

(1) **प्राथमिक भित्तीय कोशिका (Primary Parietal Cell)** – यह अनेक बार परनित (Periclinal) तथा अपनित (Anticlinal) विभाजन द्वारा 3–4 तक, किन्तु प्रायः 4 भित्ति स्तर (Wall layer) बनाती है जो निम्न प्रकार हैं :(चित्र 4.7 स, द एवं चित्र 4.9 द)

(a) **बाह्य स्तर (Epidermis)** – यह सबसे बाहरी स्तर होता है जिसकी कोशिकाएँ परागकोष के परिपक्व होने पर चपटी हो जाती हैं और अन्त में सूख जाती हैं।

(b) **अन्तः भित्ति (Endothecium)** – यह बाह्य स्तर के नीचे स्थित होती है। इसकी कोषिकाएँ मोटी होती हैं जिन पर स्पाइरल स्थूलन (**Spiral thickening**) पायी जाती हैं जो परागकोष के फटने में सहायक होती हैं।

(c) **मध्य स्तर (Middle layer)** – यह स्तर 1–3 कोशिका मोटा होता है जो अन्तःभित्ति के नीचे स्थित होता है।

(d) **टेपेटम (Tapetum)** – यह सबसे भीतरी स्तर होता है जो मध्य स्तर (Middle layer) के नीचे स्थित होता है। टेपेटम की कोशिकाएँ स्फान वत वेज अकार (**Wedge-shaped**) तथा द्विगुणित ($2n$) होती हैं जिनमें केन्द्रक (Nucleus) पाया जाता है। टेपेटम के मुख्य दो कार्य होते हैं:

(i) पराग कणों (Pollen grains) का पोषण तथा (ii) एक्जाइन (Exine) का निर्माण। (चित्र 4.7 त, थ 4.8 अ, 4.9 त)

(2) **प्राथमिक बीजाणुजनन कोशिका (Primary sporogenous cell)** – यह कोशिका अनेक बार साधारण विभाजन द्वारा अनेक पराग मातृ कोशिकाओं (Microspore mother cell) जो द्विगुणित ($2n$) होती हैं, का निर्माण करती हैं जो एक–दूसरे से पृथक होकर गोल (Round) हो जाती हैं। कुछ लघुबीजाणु मातृ कोशिकाएँ नष्ट हो जाती हैं जो लघुबीजाणुओं का पोषण करती हैं।

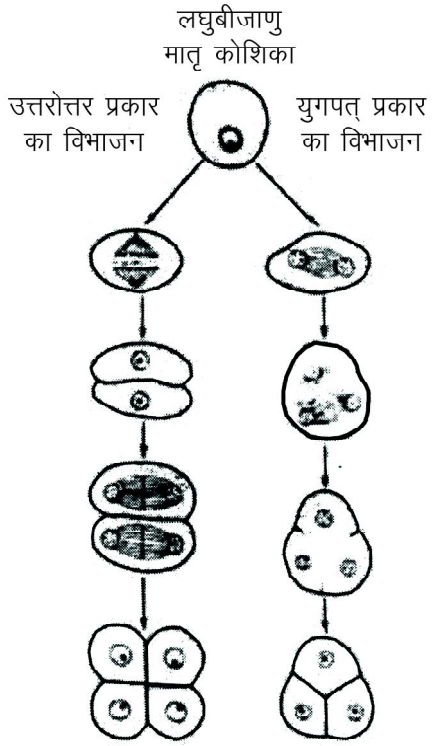
टिप्पणी

(a) ग्लेण्डुलर प्रकार– इसमें टेपेटम के स्तर की कोशिकाएँ एक–दूसरे से पृथक् होने लगती हैं जिससे इनके मध्य बड़ी रिक्तिकाएँ आ जाती हैं और इनकी केन्द्रकें लुप्त होने लगती हैं।

(b) अमीबॉइड प्रकार– इसमें टेपेटम की कोशिका की भित्तियाँ टूट जाती हैं तथा नष्ट हो जाती हैं जिससे टेपेटम प्लाज्मोडियम बन जाता है जो पराग कणों का पोषण करता है।

टेपेटम, पोषक पदार्थों को परागकोष गुहा तक पहुँचाने में सहायक होता है। यह पराग कणों की एक्जाइन के निर्माण में सहायक होता है।

(3) लघुबीजाणुजनन (Microsporogenesis)– लघुबीजाणु मातृ कोशिकाओं के दोनों विभाजनों में से प्रत्येक के बाद केन्द्र में कोशिका पट्टिका (Cell plate) का निर्माण होता है जो दोनों ओर केन्द्र से परिधि की ओर बढ़ती है अर्थात् अपकेन्द्री (Centrifugally) निर्माण होता है। पराग मातृ कोशिका अथवा लघुबीजाणु मातृ कोशिकाओं के अद्धसूत्री विभाजन द्वारा परागकण अथवा लघुबीजाणु के निर्माण की क्रिया को लघुबीजाणुजनन कहते है।



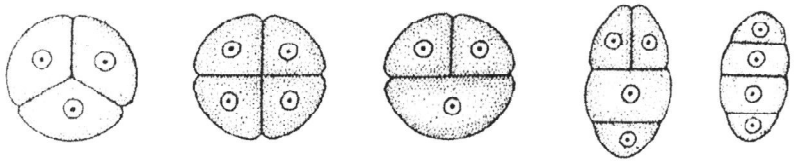
चित्र 4.10 : माइक्रोस्पोरोजिनेसिस – (अ) एकबीजपत्री में उत्तरोत्तर प्रकार का (ब) द्विबीजपत्री में युगपत् प्रकार का

सामान्य रूप से युगपत् (Simultaneous) प्रकार का विभाजन द्विबीजपत्रियों में एवं उत्तरोत्तर (Successive) प्रकार का एकबीजपत्रियों में पाया जाता है, किन्तु ऐसा कोई कठोर नियम नहीं है और इसके कई अपवाद भी पाये गये हैं, उदाहरणार्थ, उत्तरोत्तर प्रकार का विभाजन कुछ द्विबीजपत्री कुलों जैसे एसक्लेपिएडेसी, एपोसाएनेसी आदि में पाया जाता है, (चित्र 4.10 अ) इसी प्रकार युगपत् प्रकार का विभाजन कुछ एक बीजपत्री कुलों जैसे लिलियेसी ऑर्किडेसी आदि में पाया जाता है। (चित्र 4.10 ब)

4.3.3 बीजाणु चतुष्क के प्रकार (Types of Micropore Tetrad)

टिप्पणी

अर्धसूत्रण (Meiosis) के फलस्वरूप बनने वाले चार अगुणित बीजाणु (Haploid spores) चतुष्क में या चार के समूह में विन्यसित होते हैं। ये चतुष्क निम्नलिखित प्रकार से विन्यसित होते हैं:



चित्र 4.11 : विभिन्न प्रकार के लघुबीजाणु (माइक्रोस्पोर) चतुष्क (अ) चतुष्कलकीय (ब) समद्विपार्श्व (स) क्रकासित (द) T - आकार (त) रैखिक

(1) **चतुष्फलकीय चतुष्क (Tetrahedral tetrads)**– इस प्रकार के बीजाणु विन्यास में बीजाणु चतुष्फलकीय तरह से विन्यसित होते हैं अर्थात् चारों बीजाणु एकत्रिकोणीय समूह बनाते हैं, तीन नीचे व एक ऊपर। काट में केवल एक या तीन बाजीणु दिखाई देते हैं। इस प्रकार का विन्यास युगपत् भित्ति निर्माण का परिणाम होता है। (चित्र 4.11 अ)

(2) **समद्विपार्श्व चतुष्क (Isobilateral tetrads)**– इस प्रकार में बीजाणु विकर्णी (Diagonally) रूप से विन्यसित होते हैं और एक काट में चारों बीजाणु दिखाई देते हैं, जैसे ज़िया मेज़। ये उत्तरोत्र भित्ति निर्माण के परिणामस्वरूप बनते हैं। (चित्र 4.11 ब)

(3) **रैखिक चतुष्क (Linear tetrads)**– इस प्रकार का विन्यास पॉलीएन्थीज़ ट्यूबरोसा में पाया जाता है, इसमें लघुबीजाणु एक पंक्ति में विन्यसित होते हैं। (चित्र 4.11 त)

(4) **'T' के आकार का चतुष्क ('T' shaped tetrads)–** यह स्पिण्डल के दिक्विन्यास (Spindle orientation) में विभिन्नता से बनता है जैसे आरिस्टोलोकिया (*Aristolochia*)। (चित्र 4.11 द)

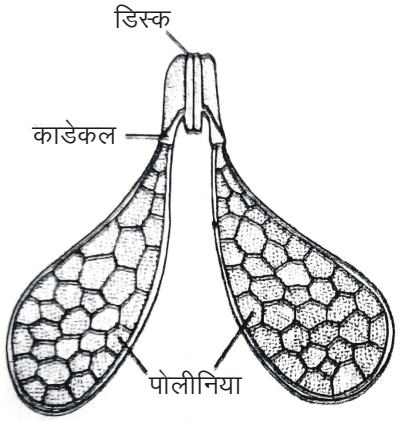
(5) **क्रकॉसित (Decussate) प्रकार**– मैग्नोलियेसी (Magnoliaceae) के सदस्यों में क्रॉसित प्रकार का विन्यास पाया जाता है। (चित्र 4.11 स)

4.3.4 संयुक्त लघुबीजाणु (Compound Microspores)

भित्ति निर्माण के बाद सामान्यतया लघुबीजाणु एक–दूसरे से अलग हो जाते हैं एवं लघुबीजाणुधानी में स्वतंन्त्रतापूर्वक पड़े रहते हैं। टाइफा *(Typha)* एवं एरिकेसी (Ericaceae), ड्रॉसेरेसी (Droseraceae), विन्टरेसी (Winteraceae) एवं जुन्केसी (Juncaceae) के कुछ सदस्यों में लघुबीजाणु आपस में जुड़े रह जाते हैं एवं अलग नहीं होते और संयुक्त लघुबीजाणु या परागकण बनाते हैं। एकेसिया *(Acacia)* में लघुबीजाणु चतुष्क आपस में जुड़कर बड़ा पिण्ड बनाते हैं इस पौधे में परागकोष्ठ, पतले–पतले कपाटों (Partition) द्वारा और छोटे–छोटे कोष्ठों में बँट जाता है, तथा ये जुड़े हुए चतुष्क इन कोष्ठों में पड़े रहते हैं। ऐसे एक समूह में 64 लघुबीजाणु हो सकते हैं। एसक्लेपिएडेसी (Asclepiadaceae) के सदस्यों जैसे केलोट्रोपिस *(Calotropis)* में

टिप्पणी

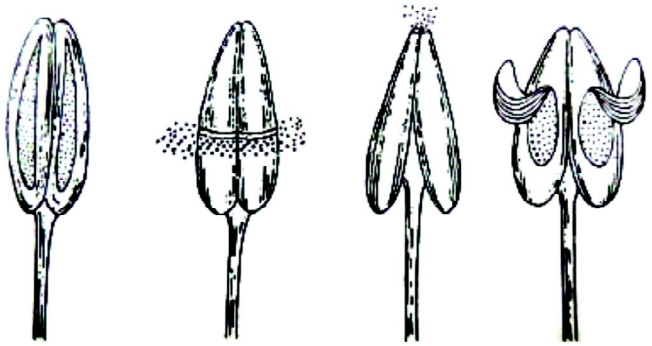
लघुबीजाणुधानी के सभी लघुबीजाणु आपस में जुड़ जाते हैं एवं जो पिण्ड बनता है उसे पॉलीनियम **(Pollinium)** कहते हैं (चित्र 4.12)। स्क्युचज़ेरिया *(Scheuchzeria)* में पराग कण जोड़े में पाये जाते हैं जिसे डाएड (Diads) कहते हैं।



चित्र 4.12 : कैलोट्रोपिस (मदार) में पौलीनियम

4.3.5 परिपक्व परागकोष का स्फुटन (Dehiscence of Mature Anther)

परिपक्व परागकोष के मध्य स्तर (Middle layers) तथा टेपेटम नष्ट हो जाते हैं और केवल बाहर की ओर एपीडर्मिस तथा भीत की ओर एण्डोथीसियम (Endothecium) शेष रह जाती हैं। एण्डोथीसियम (Endothecium) की कोशिकाओं में जल वाष्प बनकर उड़ता रहता है जिससे इन कोशिकाओं की पतली बाहरी भित्ति (Outer wall) अन्दर की ओर सिकुड़ने लगती है, जिससे स्टोमियम **(Stomium)** कोशिकाओं पर दबाव पड़ता है और वे फट जाती हैं परागकोष का स्फुटन (Dehiscene) चार विभिन्न विधियों द्वारा होता है:



चित्र 4.13 : परागकोष में विभिन्न प्रकार का स्फुटन : (अ) लम्बवत् (Longitudinal), (ब) अनुप्रस्थ (Transverse), (स) शीर्षस्थ छिद्र (Terminal pore) तथा (द) हिन्ज वाल्व (Hinged valve)

(1) **लम्बवत् (Longitudinal)** – इस प्रकार के स्फुटन में परागकोष की पालियाँ (Lobes) लम्बवत् फटती हैं, जैसे–धतूरा *(Datura)*, शरीफा *(Annona squamosa)*, सूरजमुखी *(Helianthus annuus)*, कपास *(Gossypium)* तथा गुड़हल *(Hibiscus)* आदि। (चित्र 4.13 अ)

टिप्पणी

(2) **अनुप्रस्थ (Transverse)** – इस प्रकार के स्फुटन में परागकोष की पालियाँ चौड़ाई अनुप्रस्थ में स्फुटन करती हैं, जैसे–तुलसी (*Ocimum sanctum*)। (चित्र 4.13 ब)

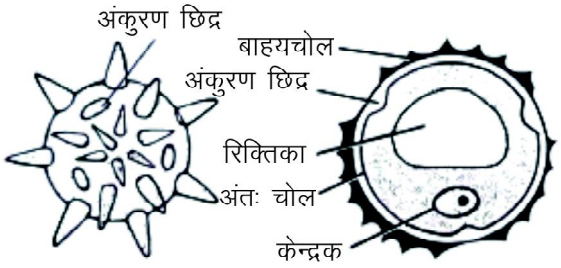
(3) **छिद्रमय (Porous)**– इस प्रकार का स्फुटन एक या दो शीर्षस्थ छिद्रों द्वारा होता है, जैसे *सोलेनम (Solanum)*। (चित्र 4.13 स)

(4) **कपाटीय (Valvular)**– इस प्रकार का स्फुटन एक अथवा अनेक कपाटों (Valves) द्वारा होता है जो किसी खिड़की के शटर (Shutter) के समान होता है और केवल बाहर की ओर खुलता है, जैसे–कपूर *(Cinnamomum)* तथा बारबेरिस *(Barberris)* आदि। (चित्र 4.13 द)

परागकोष के स्फुटन से पराग कण बाहर निकल आते हैं तथा नर युग्मकोद्भिद (Male gametophyte) बनाते हैं।

4.4 लघुबीजाणु या नर युग्मकोद्भिद (Microspore or Male Gametophyte)

लघुबीजाणु की संरचना (Structure of microspore)–लघुबीजाणु (Microspore) नर युग्मकोद्भिद **(Male gametophyte)** की प्रथम कोशिका होती है। प्रत्येक लघुबीजाणु में सघन कोशिकाद्रव्य (Dense cytoplasm) पाया जाता है जिसके मध्य में एक केन्द्रक पाया जाता है। सघन कोशिकाद्रव्य दो भित्तियों द्वारा चारों ओर से घिरा रहता है। इसकी बाहरी भित्ति मोटी होती है जो बाह्यचोल (Exine) कहलाती है तथा इसकी भीतरी भित्ति पतली होती है जो अंतृचोल (Intine) कहलाती है। (चित्र 4.14 अ)



चित्र 4.14 : लघुबीजाणु : (अ) अलंकृत सतह (ब) अनुप्रस्थ दृश्य

इक्जाइन स्पोरोपोलेनिन **(Sporopollenin)** द्वारा बनी होती है। यह पदार्थ पराग कणों को प्रतिरोधी (Resistant) बनाता है। एक्जाइन के एक्टएक्साइन (Ektexine) तथा एन्डएक्जाइन (Endexine) प्रमुख दो भाग होते हैं। एक्टएक्जाइन को पुनः तीन भागों टेक्टम (Tectum), वेक्यूलम (Baculum) तथा फुट लेयर (Foot layer) में बाँटा जा सकता है। एक्जाइन पर 2–4 अंकुरण छिद्र (Germ pore) पाये जाते हैं। इन्टाइन मुख्यतः पैक्टिन व सेल्युलोस की बनी होती है (चित्र 4.14 ब)। जैसे–जैसे पराग कण का आकार बढ़ता जाता है, इसके बीच में रिक्तिका बनने लगती है और केन्द्रक केन्द्र से खिसककर एक ओर आ जाता है तथा विभाजन करने लगता है। पराग कण के कोशिकाद्रव्य में माइटोकॉण्ड्रिया, एण्डोप्लाज्मिक रेटिकुलम तथा डिक्टियोसोम आदि कोशिकांग पाये जाते हैं।

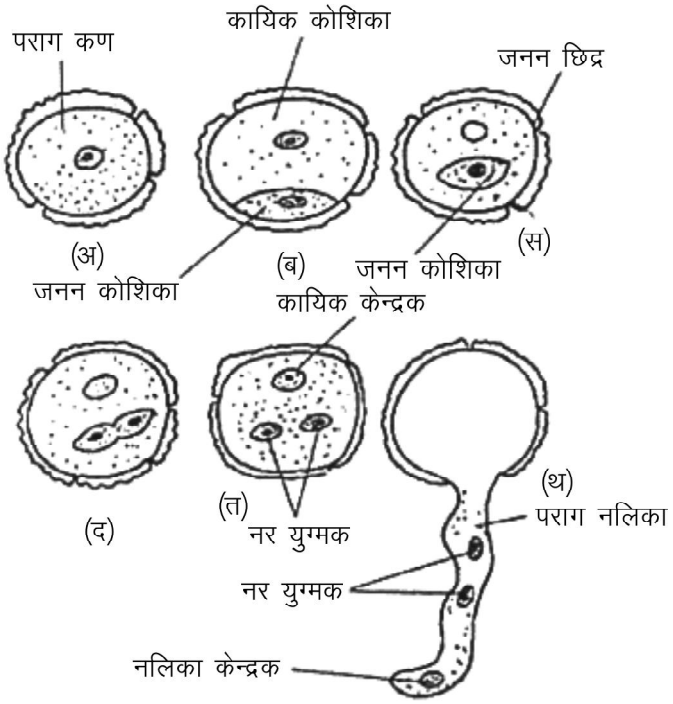
टिप्पणी

(1) नर केन्द्रकों का निर्माण (Formation of Male Nuclei)

कुछ वैज्ञानिकों का मत है कि इस कोशिका का जनन केन्द्रक (Generative nucleus) विभाजित होकर दो अचल (Non-motile) नर केन्द्रक (Male nuclei) बनाता है, जिससे नर कोशिकाएँ (Male cell) बनती हैं तथा प्रत्येक नर केन्द्रक के चारों और कोशिकाद्रव्य का पतला आवरण (Sheath) चढ़ा होता है। श्नार्फ (Schnarf, 1941) के अनुसार नर कोशिकाओं (Male cells) का निर्माण पराग नलिका (Pollen tube) में होता है।

4.5 नर युग्मकोद्भिद का विकास (Development of the Male Gametophyte)

अगुणित लघुबीजाणु या परागकण (Haploid microspore or pollen grain) नर युग्मकोद्भिद की पहली कोशिका होते हैं। अधिकांश उष्ण कटिबंधीय देशों में परागकण केन्द्रक तुरन्त ही विभाजित होने लगता है किन्तु ठण्डे देशों में यह कुछ दिनों से लगातार कई सप्ताह की विश्रामावस्था दर्शा सकता है। लघुबीजाणु का अंकुरण, लघुबीजाणुधानी में ही प्रारम्भ हो जाता है एवं यह द्विकेन्द्रकी (Two nucleate) या त्रिकेन्द्रकी (Three nucleate) अवस्था में बाहर निकलता है। लघुबीजाणु में केवल दो समसूत्री विभाजन होते हैं।



चित्र 4.15 : नर युग्मकोद्मिद का विकास

पहले विभाजन से कायिक एवं जनन कोशिका (Vegetative and generative cells) बनती हैं। इन कोशिकाओं में कोशिका भित्ति नहीं होती है। लघुबीजाणु में, जनन कोशिका की स्थिति भिन्नता दर्शाती है। यह सामान्यतया लघुबीजाणु के दूरस्थ सिरे (Distal end) की ओर होती है, किन्तु **जिटलर (Geitler, 1935)** ने इसकी स्थिति में

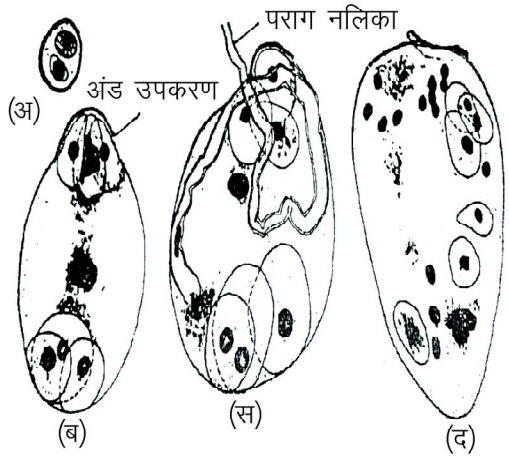
टिप्पणी

विभिन्नता पायी है। इसकी स्थिति जाति के लिए निश्चित होती है। आकार में यह दीर्घवृत्तीय (Elliptical), लैंस के आकार की (Lenticular), यहाँ तक कि स्पिंडल (Spindle-shaped) के आकार की हो सकती है। यह कायिक कोशा से छोटी होती है (चित्र 4.15 ब, स)। जनन कोशा के कोशिकाद्रव्यी पदार्थ (Cytoplasmic contents) रंगहीन होते हैं एवं इनमें अधिक संचित खाद्य पदार्थ नहीं होता। प्लास्टिड एवं माइटोकॉन्ड्रिया की उपस्थिति भी कई आवृत्तबीजियों में देखी गई है जैसे विन्का (Vinca), लिलियम *(Lilium)*। जनन कोशिका सामान्यतया बीजाणुभित्ति से अपना सम्पर्क तोड़ देती है एवं कायिक कोशिका के कोशिकाद्रव्य में पड़ी रहती है।

परागकण सामान्यतया द्विकोशा अवस्था (two-celled stage) में बाहर निकलता है, किन्तु आवृत्तबीजियों के लगभग 54 कुलों में यह तीन कोशा अवस्था में बाहर आता है अर्थात् तब जब कि जनन कोशिका भी दो नर युग्मकों में विभाजित हो जाती है (चित्र 4.15 द, त)। जब अंकुरित परागकण वर्तिकाग्र (Stigma) पर गिरते हैं तब पराग नलिका विकसित होती है। अन्तःचोल (Intine) एक जनन छिद्र या जनन खाँच द्वारा बाहर निकल आती है। सामान्यतया कायिक केन्द्रक (Vegetative nucleus) अपने कोशिकाद्रव्य के साथ परागनलिका में आ जाता है। किन्तु कभी–कभी जनन केन्द्रक पहले परागनलिका में आता है विशेष रूप से जब परागकण द्विकोषी अवस्था में स्वतंत्र हुआ हो। जनन केन्द्रक विभाजन से दो नर केन्द्रक बनाता है। जो कोशिकाप्रष्ठ और कोषिकाद्रव्य शीथ से घिरकर नर युग्मक बनाते हैं। (चित्र 4.15 थ)

असामान्य प्रकार के नर गेमीटोफाइट (Abnormal Type of Male Gametophyte) अथवा पराग भ्रूण कोष (Pollen Embryo Sac)

कुछ पौधों के पराग कण एक बड़ी 8 न्यूक्लिएट भ्रूण कोश जैसी संरचना बना लेते हैं। सर्वप्रथम पराग कणों में बनने वाली इस प्रकार की संरचना का अध्ययन प्रसिद्ध वैज्ञानिक नीमेक ने किया था, अतः यह नीमेक परिकल्पना कहलाती है। उन्होंने बताया कि इन पराग कणों में जनन कोशिका नष्ट हो जाती है, किन्तु केवल वर्धी कोशिका तीन बार विभाजित होकर 8 केन्द्रकों का निर्माण करती है।



चित्र 4.16 : नर गेमिटोफाइट (परागभ्रूण कोशिका)

स्टो के अनुसार मृत पराग कणों द्वारा निक्रोहॉरमोन का स्रावण होता है जिससे विभाजित होने वाले केन्द्रकों को सहायता मिलती है और पराग कण का केन्द्रक असामान्य व्यवहार करने लगता है जिसके फलस्वरूप 8 केन्द्रकें बन जाती हैं। इसके

टिप्पणी

पश्चात् पराग कण आकार में वृद्धि करने लगता है। इसकी 8 केन्द्रकों में से तीन केन्द्रकें, अण्ड उपकरण का निर्माण करते हैं तथा अन्य तीन केन्द्रकें प्रतिध्रुव कोषिकाएँ (Antipodal cells) बनाती हैं। शेष दो केन्द्रकें, केन्द्र में आकर एक–दूसरे से संयुजन करके द्वितीयक केन्द्रक (Secondary nucleus) का निर्माण करती है। इसके अतिरिक्त किसी–किसी पराग कण में चार से 16 तक केन्द्रकें बनती हैं।

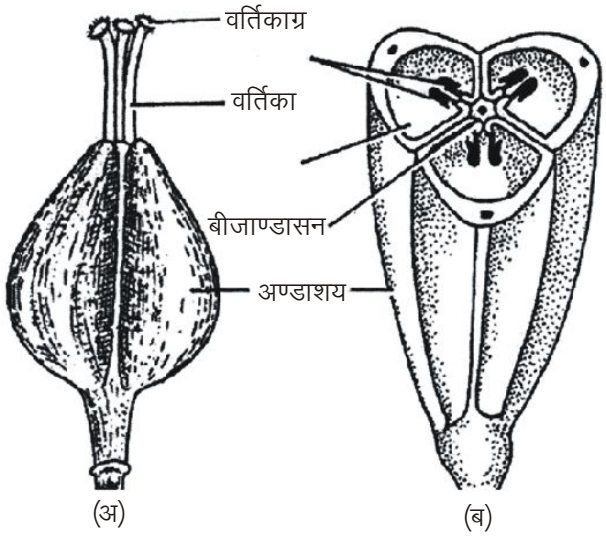
स्टो के अनुसार इस प्रकार बने पराग भ्रूण कोष के अन्दर पराग नलिका (Pollen tube) प्रवेश करके दो नर केन्द्रकें निस्तरित (Discharge) करती हैं जिनमें से एक नर केन्द्रक, अण्ड में तथा दूसरा नर केन्द्रक, द्वितीयक केन्द्रक से संयुजन करता है। **प्रो. नथानी** ने बताया इस प्रकार के परागभ्रूण कोष का निर्माण, तापमान के प्रभाव के कारण होता है।

4.6 स्त्रीकेसर की संरचना (Structure of Pistil)

जयांग (Gynoecium) अथवा स्त्रीकेसर (Pistil) पुष्प की मादा जननात्मक भ्रमि (Whorl) होती है। यह एक अथवा अनेक अण्डपों (Carpels) की बनी होती है। अण्डप, बीजाण्ड (ovules) धारण करने वाली रूपान्तरित पत्तियाँ कहलाती हैं अतः इन्हें गुरुबीजाणुपर्ण (Megasporophylls) भी कहते हैं। जब स्त्रीकेसर (Pistil) एक अण्डप (Carpel) की बनी होती है, जैसे मटर (Pea) तो इसे साधारण (Simple) कहते हैं किन्तु जब यह दो या इससे अधिक अण्डपों की बनी होती है तो स्त्रीकेसर (Pistil) संयुक्त (compound) कहलाता है। स्त्रीकेसर दो प्रकार की होती हैं। पृथक्–अण्डपी (Apocarpous) जिसमें अण्डप (Carpel) स्वतंत्र होते हैं अथवा युक्ताण्डपी (Syncarpous), जिसमें अण्डप संयुक्त (United) होते हैं।

प्रत्येक अण्डप (Carpel) के निम्नलिखित तीन भाग होते हैं: (चित्र 4.17 अ)

(1) **अण्डाशय (Ovary)**– यह फूला हुआ खोखला भाग होता है जिसमें बीजाण्ड (Ovules) लगे रहते हैं।



चित्र 4.17 : (अ) जायांग की संरचना (ब) अण्डाशय की अनुप्रस्थ काट में बीजाण्ड

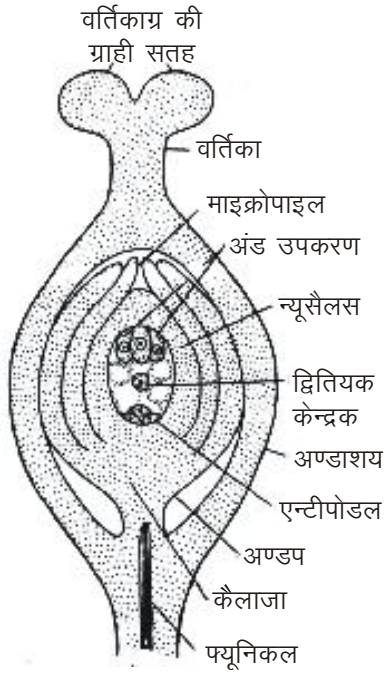
(2) वर्तिका (Style)– यह अण्डाशय एवं वर्तिकाग्र के मध्य का भाग है।

(3) वर्तिकाग्र (Stigma)– यह वर्तिका के शीर्ष का ऊतक होता है जो पराग कणों (Pollen grains) को ग्रहण करता है।

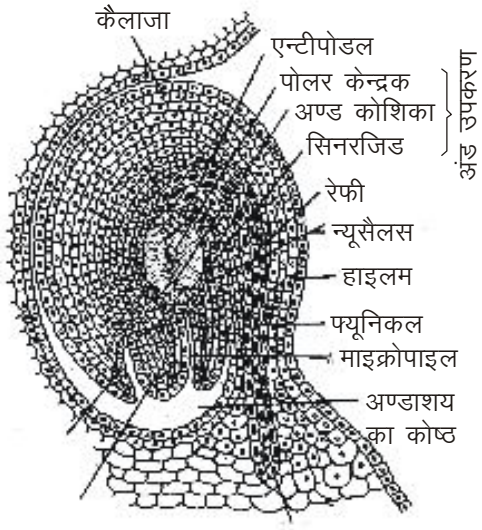
टिप्पणी

4.6.1 बीजाण्ड या गुरुबीजाणुधानी (Ovule or Megasporangium)

बीजाण्ड में मेगास्पोर्स एवं भ्रूण कोष (Embryo sac) का विकास होता है। बीजाण्ड के केन्द्र में बीजाण्डकाय **(Nucellus)** भरा रहता है जो एक या दो अध्यावरण **(Integuments)** द्वारा घिरा रहता है। प्रत्येक बीजाण्ड अपने बीजाण्ड वृन्त **(Funiculus)** द्वारा बीजाण्डासन (Placenta) से जुड़ा रहता है। बीजाण्ड का शरीर बीजाण्डवृन्त के जिस बिन्दु से जुड़ा रहता है, हाइलम (Hilum) कहलाता है। बीजाण्ड वृन्त बीजाण्ड शरीर से संलग्न होकर रेफी कहलाता है। बीजाण्ड का केन्द्रीय ऊतक बीजाण्डकाय (न्यूसेलस) एक या दो इन्टेग्यूमेन्ट (आवरण) से घिरा होता है। जिस बीजाण्ड में दो अध्यावरण होते हैं उसे बाइटेगमिक (द्विअध्यावरणीय) व जिसमें एक होता है उसे एक अध्यावरणी **(Unitegmic)** कहते हैं। कुछ टैक्सा में दो से अधिक अध्यावरण भी पाये जाते हैं। कभी–कभी बीजाण्ड में अध्यावरण नहीं पाये जाते, जैसे–*लॉरेन्थस* एवं *सैन्टेलम* अधिकांश सिमपेटली में एक अध्यावरण होता है। आर्क्विलेमाइडी एवं एकबीजपत्रियों में सामान्यतया दो अध्यावरण होते हैं, किन्तु इसके अपवाद भी हैं। अध्यावरण निभाग (Chalaza) से उत्पन्न होते हें जो बीजाण्डकाय का आधारीय भाग होता है। वे बीजाण्डकाय से घनिष्ठ सम्पर्क रखते हुए ऊपर की ओर बढ़ते हैं एवं बीजाण्डकाय को पूर्णतः ढक लेते हैं। ऊपर केवल एक छोटा सा खुला हुआ भाग रह जाता है जिसे बीजाण्डद्वार (Micropyle) कहते हैं। बीजाण्डद्वारी छोर (Microphylar) की ओर बीजाण्डकाय में धँसा हुआ एक **भ्रूणकोष** (Embryo sac) पाया जाता है। भ्रूणकोष, भ्रूण उत्पन्न करता है और बीजाण्ड का महत्वपूर्ण भाग होता है।



चित्र 4.18: जायांग की लम्बवत् काट अण्डप के विभिन्न भाग प्रदर्शित



चित्र 4.19: आवृत्तीबीजी के प्रारूपिक अण्डप की लम्बवत् काट

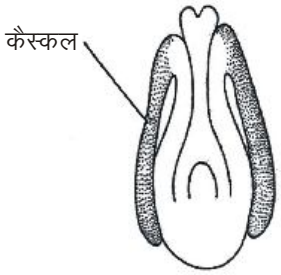
टिप्पणी

परिपक्व बीजाण्ड के भ्रूणकोष में, बीजाण्डद्वारी छोर पर अण्ड उपकरण (Egg apparatus) पाया जाता है जिसमें तीन कोशिकाएँ होती हैं, एक **अण्ड कोशिका** (Egg cell) एवं दो **सहाय कोशिकाएँ (Synergids)**। निभागी छोर पर (Chalazal end) पर तीन **प्रतिव्यासांत** (Antipodals) कोशिकाएँ पायी जाती हैं। भ्रूणकोष के केन्द्र में द्वितीयक केन्द्रक **(Secondary nucleus)** होता है। (चित्र 4.18 एवं 4.19)

तीसरा अध्यावरण जो कुछ कुलों में होता है, को दोनों में से एक अध्यावरण की अतिवृद्धि (Outgrowth) माना गया है। यह अध्यावरण सामान्यतया मांसल (Fleshy) होता है जिसे एरिल कहा जाता है, जैसे एस्फोडिलस एवं ट्रायएन्थिमा (चित्र 4.20)। एक छोटी माँसल अतिवृद्धि जो अध्यावरण से ही उत्पनन होती है, को कैरन्कल (Caruncle) कहा जाता है एवं यह कुल यूफारबियेसी में पायी जाती है। (चित्र 4.21)

कैरन्कल सम्भवतया कोशिकाओं के प्रचुरोद्भन (Proliferation) से विकसित होता है। ओपन्शिया (*Opuntia*) में बीजाण्डवृन्त की वृद्धि इतनी अधिक होती है कि यह बीजाण्ड को पूर्णतः घेर लेता है एवं तीसरे अध्यावरण की तरह दिखाई देता है।

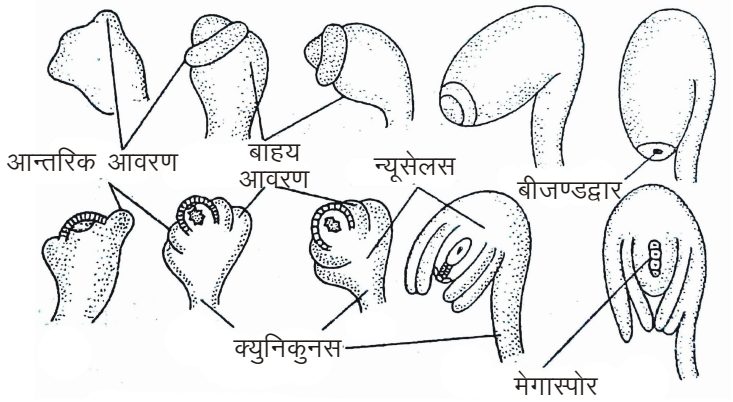
चित्र 4.20: एस्फोडिलस के अण्डप में एरिल



चित्र 4.21: केरिया आरबोरिया के अण्डप में कैरन्कल

4.6.2 बीजाण्ड का विकास (Development of Ovule)

बीजाण्ड, बीजाण्डासन (Placenta) की उपत्वचीय कोशाओं (Subepidermal cells) से विकसित होता है। ये कोशाएँ परिनतिक रूप से (Periclinally) विभाजित होकर एक शंक्वाकार उभार (Conical protuberance) बनाती है जिसका शीर्ष गोलाकार होता है। यह बीजाण्डकाय (Nucellus) कहलाता है।



चित्र 4.22 : एक्वीलीजिया वल्गेरिस में बीजाण्ड परिवर्द्धन की अवस्थाएँ

टिप्पणी

बीजाण्डकायी आद्यक (Nucellar primordium) के आधार से आन्तरिक अध्यावरण एक वलयाकार (Ring-shaped) अतिवृद्धि के रूप में विकसित होता है। प्लम्बेजिनेसी एवं प्रिमुलेसी में यह एक ही अध्यावरण होता है। अधिकांश आवृत्तबीजियों में पहले अध्यावरण के बाहर की ओर वलयाकार अतिवृद्धि के रूप में एक दूसरा अध्यावरण भी उत्पन्न होता है। *एस्फोडिलस टेनुइफोलियस* में दूसरे के बाहर एक तीसरा अध्यावरण भी बनता है। बीजाण्ड जिनमें दो अध्यावरण होते हैं (द्विअध्यावरणीय), में दोनों अध्यावरण दो वलयाकार उभारों (Annular ridges) के रूप में दिखाई देते हैं जो बीजाण्डकायी आधार को घेरे होते हैं। क्रमशः ये दोनों अध्यावरण बीजाण्डकायी शीर्ष की ओर वृद्धि करते हैं एवं इसे पूर्णतः अवरित कर लेते हैं, केवल एक बिन्दु पर बीजाण्डकाय खुला रह जाता है जिसे बीजाण्डद्वार या माइक्रोपाइल **(Micropyle)** कहते हैं। बीजाण्डद्वार, बीजाण्डकाय के स्वतंत्र सिरे पर एक छोटा छिद्र होता है। आन्तरिक अध्यावरण, बाहरी अध्यावरण से बड़ा होता है। अधिकांश पौधों में आन्तरिक अध्यावररण, बीजाण्डद्वार बनाता है, किन्तु कुछ पौधों में दोनों ही अध्यावरण मिलकर बीजाण्डद्वार बनाते हैं। बीजाण्डद्वार का वह भाग जो बाह्य अध्यावरण द्वारा निर्मित होता है बहिः बीजाण्डद्वार (Exostome) तथा आन्तरिक अध्यावरण द्वारा निर्मित भाग अन्तः बीजाण्डद्वार (Endostome) कहलाता है। वह बीजाण्डद्वार, जो दोनों अध्यावरणों से बनता है एक संकीर्ण नाल (Narrow canal) के रूप में होता है एवं बीजाण्डद्वारी नाल (Micropylar canal) कहलाता है। (चित्र 4.19)

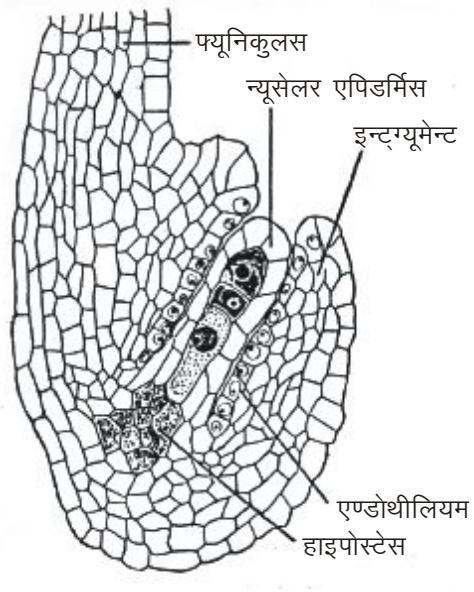
बीजाण्डकाय, बीजाण्ड का मुख्य बल्की या स्थूल (Bulky or massive) भाग होता है। बीजाण्ड दो प्रकार के होते हैं– **स्थूलबीजाण्डकायी** (Crassinucellate) एवं **तनुबीजाण्डकायी** (Tenuinucellate)। द्विबीजपत्री पौधों के आर्किक्लेमाइडी तथा अधिकांश एकबीजपत्री पौधों में बीजाण्डकाय स्थूल होता है तथा बीज के परिपक्व होने तक भ्रूण को चारों ओर से ढ़क कर रखता है। इस प्रकार के बीजाण्डकाय में कोशाओं की एक से अधिक परते होती हैं जो बीजाण्डकाय की बाह्यत्वचीय कोशाओं से गुरुबीजाणु मातृकोशिका (Megaspore mother cell) को अलग करती है। तनुबीजाण्डकायी बीजाण्ड में भित्तीय कोशाएँ नहीं पायी जातीं और गुरुबीजाणु मातृ कोशा तथा बीजाण्डकायी बाह्यत्वचा के बीच में कोषाओं की कोई परत नहीं पायी जाती। भ्रूणकोष की वृद्धि के साथ–साथ, बीजाण्डकायी ऊतक धीरे–धीरे उपयोग में ले लिया जाता है और भ्रूणकोष के परिपक्व होने पर पूर्णतः लुप्त हो जाता है। तनुबीजाण्डकायी बीजाण्डों में बीजाण्डकाय का उपयोग बहुत पहले ही कर लिया जाता है। बहुत कम पौधों में बीजाण्डकाय का उपयोग पूर्णतः नहीं किया जाता है और यह बीज में उपस्थित रहता है, तथा इसे पैरिस्पर्म कहते हैं अधिकांश तनुबीजाण्डकायी बीजाण्ड एक अध्यावरणी (Unitegmic) एवं स्थूल बीजाण्डकायी बीजाण्ड द्विअध्यावरणी (Bitegmic) होते हें। पाइपरेसी कुल में बीजाण्डकाय, भ्रूणकोष के चारों ओर एक पोषक परत (Nutritive layer) बनाता है।

4.6.3 हाइपोस्टेस एवं एपिस्टेस (Hypostasis and Epistasis)

वान टाइघेम ने विशेष बीजाण्डकायी कोशाओं का एक पट्टी के समान या प्याले के आकार का (Plate-like or cup-shaped) समूह भ्रूणकोष के आधार के नीचे देखा, जिसे **हाइपोस्टेस** कहा गया। सामान्यतया यह दृढ़ोतकी (Sclerenchymatous) होता है, किन्तु कुछ टैक्सा में स्थूलकोणोतकी (Collenchymatous) भी होता है।

टिप्पणी

वान टाइघेम के अनुसार हाइपोस्टेस एक प्रकार का अवरोधक या सीमा बना लेता है जिससे भ्रूणकोण, बीजाण्ड के आधार में धँसता नहीं है। इसे अवलम्बी या सुरक्षात्मक प्रकृति का माना गया है। **वैन्कट राव** के अनुसार हाइपोस्टेस वह ऊतक है जो बीजाण्डवृन्त **(Funicle)** के ऊतक को भ्रूणकोष से जोड़ता है अतः पोषक पादार्थों के संवहन में सहायता करता है। कुछ टैक्सा में बीजाण्डद्वारी छोर (Micropylar end) पर एक और प्याले के समान ऊतक देखा गया है। यह बीजाण्डकायी बाह्यत्वचा से उत्पन्न होता है और भ्रूणकोष के ऊपर प्याले के समान रचना बनाता है। इस ऊतक को एपिस्टेस कहा गया है। जिसकी कोशाएँ सामान्यतया अरीय रूप से दीर्घित (Radially elongated) और मोटी भित्ति वाली होती है।



चित्र 4.23 : हाइपोस्टेस

बीजाण्ड के विभिन्न प्रकार

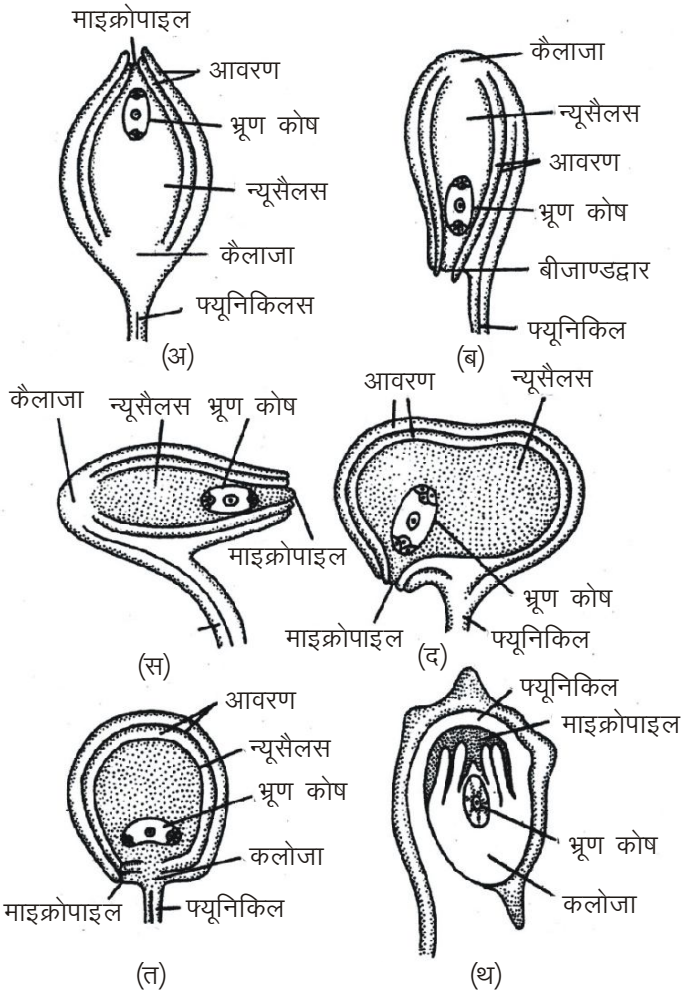
बीजाण्डों को माइक्रोपाइल व कैलेजा की पारस्परिक स्थिति के आधार पर छः स्वरूपों में वर्गीकृत किया गया है **(श्नैर्फ 1927 एवं माहेश्वरी, 1950)**

(1) **ऑर्थोट्रॉपस बीजाण्ड (Orthotropous ovule)**– इसे ऊर्ध्व या सीधा बीजाण्ड (Straight ovule) भी कहा जाता है। इस प्रकार के बीजाण्ड में हाइलम, निभाग एवं बीजाण्डद्वार एक ही लम्बवत् अक्ष (Longitudinal axis) पर पाये जाते हैं। जैसे–पोलीगोनम, पान *(Piper betle),* काली मिर्च *(Piper nigrum)*। (चित्र 4.24 अ)

(2) **एनाट्रॉपस बीजाण्ड (Anatropus ovule)** – इस प्रतिलोमित (Inverted) बीजाण्ड भी कहा जाता है। बीजाण्ड का शरीर, बीजाण्डवृन्त के शीर्ष के मुड़ जाने के कारण झुक जाता है। परिणामस्वरूप बीजाण्ड का शरीर, बीजाण्डवृन्त की पूर्ण लम्बाई में इससे संलयित हो जाता है। संलयित भाग रेफी **(Raphe)** कहलाता है। इस प्रकार के बीजाण्ड में बीजाण्ड ऊर्ध्व तो होता है, किन्तु प्रतिलोमित या उल्टा होता है। बीजाण्डद्वार व हाइलम पास–पास एवं समानान्तर होते हैं। निभाग, हाइलम से दूर, विपरीत सिरे पर होता है, किन्तु उसी लम्बवत्

अक्ष पर होता है जिस पर बीजाण्डद्वार स्थित होता है, उदाहरण– हैलिएन्थस एनस *(Helianthus annus)* आवृत्तबीजियों में 82 प्रतिशत कुलों में यही बीजाण्ड पाया जाता है। (चित्र 4.24 ब)

टिप्पणी



चित्र 4.24 : विभिन्न प्रकार के बीजाण्ड *(अ) आर्थोट्रापस (ब) एनाट्रापस (स) हैमी एनाट्रापस (द) कैम्पाइलोट्रापस (त) एम्फिट्रॉपस (थ) सिरसिनोट्रापस*

(3) कैम्पाइलोट्रॉपस बीजाण्ड (Campylotrapous ovule) – बीजाण्ड का शरीर पूर्णतः वक्र होता है एवं फली या बीन (Bean) के आकार का होता है। यह घोड़े की नाल की तरह झुका हुआ होता है। भ्रूणकोष आंशिक रूप से वक्र होता है। बीजाण्डवृन्त, बीजाण्ड शरीर के मध्य में जुड़ा होता है। बीजाण्डद्वार और निभाग एक ही लम्बवत् अक्ष पर नहीं होते। हाइलम, बीजाण्डद्वार व निभाग एक–दूसरे के आसन्न होते हैं। बीजाण्डद्वार, बीजाण्डासन (Placenta) की ओर दिक्विन्यसित (Oriented) होता है। उदाहरण–कैप्सेला *(Capsella)*, साइसर *(Cicer)*। (चित्र 4.24 द)

(4) एम्फिट्रॉपस (Amphitropous ovule)– बीजाण्ड का शरीर इतना अधिक वक्र हो जाता है कि भ्रूणकोष भी मुड़कर घोड़े की नाल के समान हो जाता है। उदाहरण–कुल एलिस्मेसी (Alismaceae) एवं ब्यूटोमेसी (Butomaceae)। (चित्र 4.24 त)

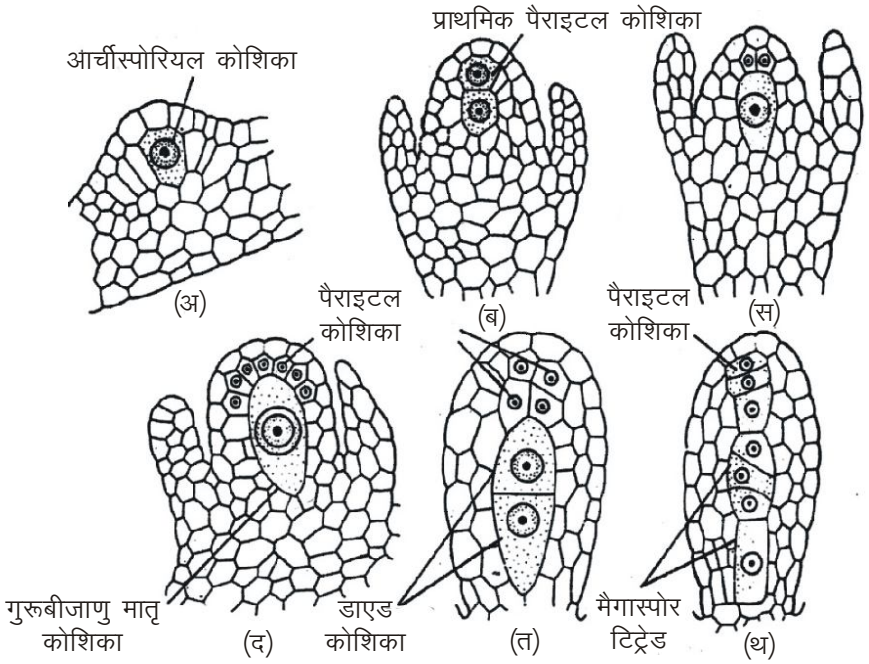
टिप्पणी

(5) हेमिएनाट्रॉपस (Hemi-anatropous or hemitropous ovule)– यह बहुत ही कम पाया जाने वाला बीजाण्ड प्रकार है। जिसमें बीजाण्ड का शरीर बीजाण्डवृन्त से 90^0 के कोण पर पाया जाता है। बीजाण्डद्वार व निभाग एक सीधी रेखा में, किन्तु बीजाण्डवृन्त के समकोण पर होते हैं। भ्रूणकोष ऊर्ध्व या सीधा होता है। उदाहरण–रैननकुलस *(Ranunculus)*। (चित्र 4.24 स)

(6) सरसिनोट्रॉपस (Circinotropous ovule) –यह प्लम्बेजिनेसी एवं कैक्टेसी के कुछ सदस्यों जैसे ओपन्शिया में पाया जाता है। इस प्रकार के बीजाण्ड में बीजाण्डवृन्त अत्यधिक लम्बा होता है व बीजाण्ड को चारों ओर से घेर लेता है। (चित्र 4.24 थ)

4.6.4 गुरुबीजाणुजनन (Megasporogenesis)

शिशु बीजाण्ड (Young ovule), बीजाण्डकाय (Nucellus) से भरा रहता है जिसकी कोशिकाएँ द्विगुणित (2*n*) होती हैं, इसके चारों ओर 1 या 2 अध्यावरण होते हैं। बीजाण्डकाय की अधोस्तरीय कोशिकाएँ (Hypodermal cells) आकार में वृद्धि कर प्राथमिक आर्कीस्पोरियल कोशिका को जन्म देती हैं जो आकार में बड़ी होती हैं तथा इसका केन्द्रक गहरा अभिरंजित हो जाता है। यह कोशिका परनित विभाजन (Periclinal division) द्वारा बाहर की ओर प्राथमिक परिधीय कोशिका (Primary parietal cell) तथा भीतर की ओर प्राथमिक बीजाणुजनक कोशिका (Primary sporogenous cell) बनाती है। (चित्र 4.25 अ, ब, स)

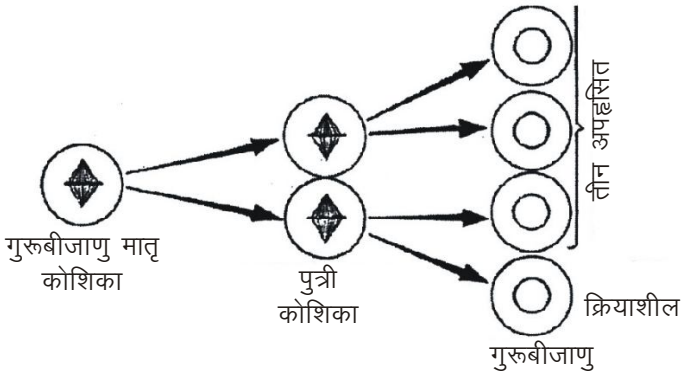


चित्र 4.25 : गुरूबीजाणुजनन की प्रवस्थाएँ

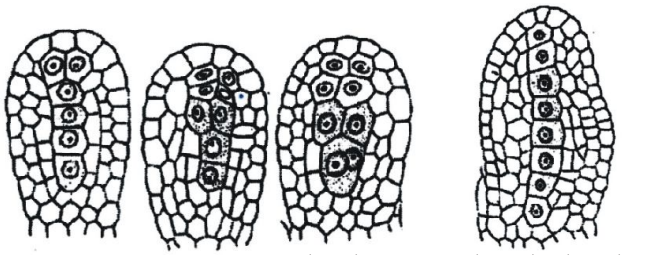
प्राथमिक परिधीय कोशिका, केवल एक या दो बार विभाजन कर भित्ति बनाती है, किन्तु प्राथमिक बीजाणुजनन कोशिका वृद्धि करके महाबीजाणु मातृ कोशिका की भाँति कार्य करती हैं, जो आकार में वृद्धि करके अर्द्धसूत्री विभाजन द्वारा 4 अगुणित महाबीजाणु (Megaspore) बनाती है (चित्र 4.26)। अर्द्धसूत्री विभाजन की यह विधि गुरुबीजाणुजनन (Megasporogenesis) कहलाती है। इसमें प्रथम अर्द्धसूत्री विभाजन

अनुप्रस्थ तथा दूसरा अर्द्धसूत्री विभाजन भी अनुप्रस्थ होता है और इस प्रकार कुल चार अगुणित कोशिकाएँ बन जाती हैं जो एक रेखीय चतुष्टक (Linear tetrad) में विन्यस्त रहती हैं। (चित्र 4.25 त, थ)

टिप्पणी



चित्र 4.26 : गुरूबीजाणु मातृ कोशिका से गुरूबीजाणु का बनना



चित्र 4.27 : विभिन्न प्रकार के गुरूबीजाणु टीट्रेड

कभी–कभी यह चतुष्टक 'T' के आकार का, उल्टी 'T' के आकार का अथवा डिकासेट (Decussat) प्रकार का होता है। (चित्र 4.27 अ–द)

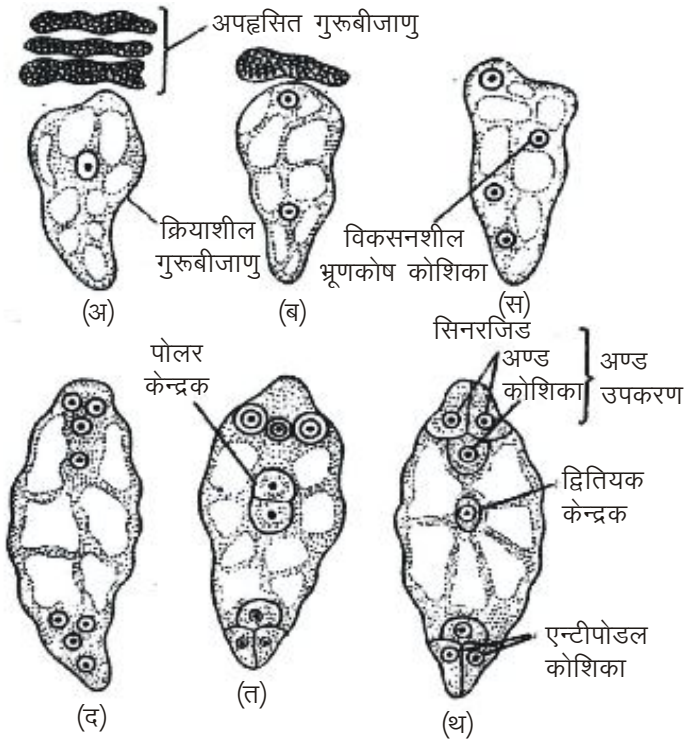
इस प्रकार बने चार गुरुबीजाणु अगुणित होते हैं जिनमें से ऊपर की ओर स्थित तीन गुरुबीजाणु समाप्त हो जाते हैं और काली टोपी जैसे दिखायी देते हैं जबकि सबसे नीचे वाला गुरुबीजाणु क्रियाशील होता है जो वृद्धि एवं परिवर्द्धन कर मादा युग्मकोद्भिद या भ्रूण कोष का निर्माण करता है। क्रियाशील गुरुबीजाणु नष्ट हुए गुरुबीजाणुओं तथा बीजाण्डकाय से अपना पोषण करता है। कुछ पौधों, जैसे केष्यूराइना *(Casuarina)* में सभी या दचार गुरुबीजाणुओं में से एक क्रियाशील हो जाता है। पोटेण्टिला में गुरुबीजाणु पार्श्व की ओर चुषकांग (Haustoria) बनाते हैं।

4.7 मादा युग्मकोद्भिद अथवा भ्रूणकोष का विकास एवं संरचना (Development and Structure of Female Gametophyte or Embryo Sac)

मादा युग्मकोद्भिद, भ्रूणकोष का प्रतिनिधित्व करता है जो सामान्यतया 7 कोषा (7 Celled) संरचना होती है अर्थात् इसमें कोशाओं के तीन भिन्न समूह होते हैं– **अण्ड उपकरण** (Egg apparatus), केन्द्रीय कोशा (Central cell) एवं प्रतिव्यासांत कोशाएँ (Antipodal cells)। अगुणित क्रियाशील गुरुबीजाणु (Haploid functional megaspore)

टिप्पणी

मादा युग्मकोद्भिद का आरम्भिक बिन्दु होता है। गुरुबीजाणु के अंकुरण में पहली अवस्था इसके केन्द्रक का दो केन्द्रकों में विभाजन है। ये दोनों केन्द्रक, दोनों के बीच में एक बड़ी रसधानी (vacuole) बन जाने से एक–दूसरे से अलग होकर विपरीत ध्रुवों (Opposite poles) पर चले जाते हैं।



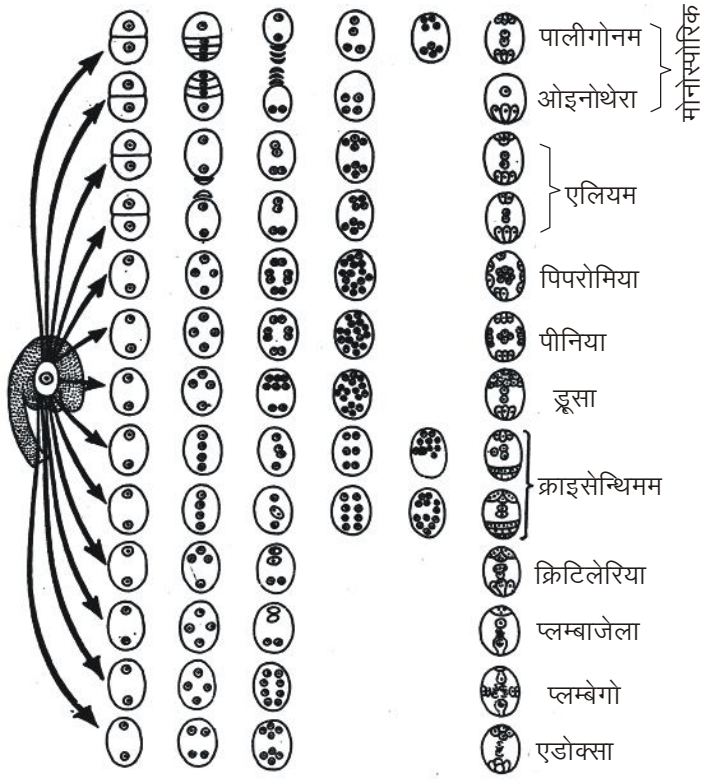
चित्र 4.28 : भ्रूण कोष के परिवद्धन की क्रमिका अवस्थाएँ

प्रत्येक केन्द्रक में दो उत्तरोतर विभाजन से चार केन्द्रक बनते हैं, जो प्रत्येक ध्रुव पर स्थित होते हैं। अब प्रत्येक समूह में से एक–एक केन्द्रक केन्द्र की ओर आता है। इन दोनों केन्द्रकों को ध्रुवीय केन्द्रक (Polar nuclei) कहा जाता है, दोनों एक–दूसरे के सम्पर्क में आते हैं एवं सामान्यतया आपस में संलयित होकर द्वितीयक केन्द्रक (Secondary nucleus) बनाते हैं। जो द्विगुणित (Diploid) होता है। कभी–कभी दोनों केन्द्रक अलग रहते हैं और निषेचन (Fertilization) के समय ही आपस में संलयित होते हैं। बीजाण्डद्वारी छोर पर स्थित भ्रूणकोष के तीन केन्द्रक मिलकर अण्ड उपकरण बनाते हैं एवं अधिकांशतः ये नग्न (Naked) होते हैं या प्रत्येक में एक निश्चित झिल्ली (Membrane) होती है। इनमें से एक जो कि बीजाण्डद्वार से सबसे दूर होता है अण्ड एवं अन्य दो सहाय कोशाएँ (Synergids) कहलाते हैं, सहाय कोशाएँ सम्भवतया निषेचन में सहायता करती है। इसीलिए इन्हें सहाय कोशाएँ कहते हैं निभागी सिरे पर पाये जाने वाले तीन केन्द्रक संगठित होकर छोटी, नग्न या पतली भित्ति वाली प्रतिव्यासांत (Antipodal) कोशाएँ बना लेते हैं। इस प्रकार का आठ केन्द्रकी (Eight nucleate), 7 कोशीय (7 Celled) भ्रूणकोष सामान्य प्रकार का भ्रूणकोष होता है जो आवृत्तबीजियों के अधिकांश कुलों में पाया जाता है, जैसे–पॉलीगोनम। (चित्र 4.28 अ–थ)

आवृत्तबीजियों के मादा युग्मकोद्भिद को **माहेश्वरी (1950)** ने तीन प्रकारों में वर्गीकृत किया है। ये प्रकार उस गुरुबीजाणु की केन्द्रकी अवस्था (Nuclear condition)

टिप्पणी

पर आधारित हैं जिससे युग्माकोद्भिद विकसित होता है। जिन पौधों में गुरुबीजाणु एककेन्द्रकी (Uninucleate) होता है तथा केन्द्रक अगुणित होता है, से बनने वाला मादा युग्मकोद्भिद या भ्रूणकोष **एकबीजाणुज** (Bitegmic) प्रकार का कहलाता है एवं द्विकेन्द्रकी गुरुबीजाणुज (Bisporic) तथा चतुर्केन्द्रकी (Tetranucleate) गुरुबीजाणु विकसित होकर **चतुष्कीबीजाणुज** (Tetrasporic) भ्रूण कोष बनाते हैं। इन मुख्य तीन प्रकारों को फिर निम्नलिखित प्रकार से वर्गीकृत किया गया है–



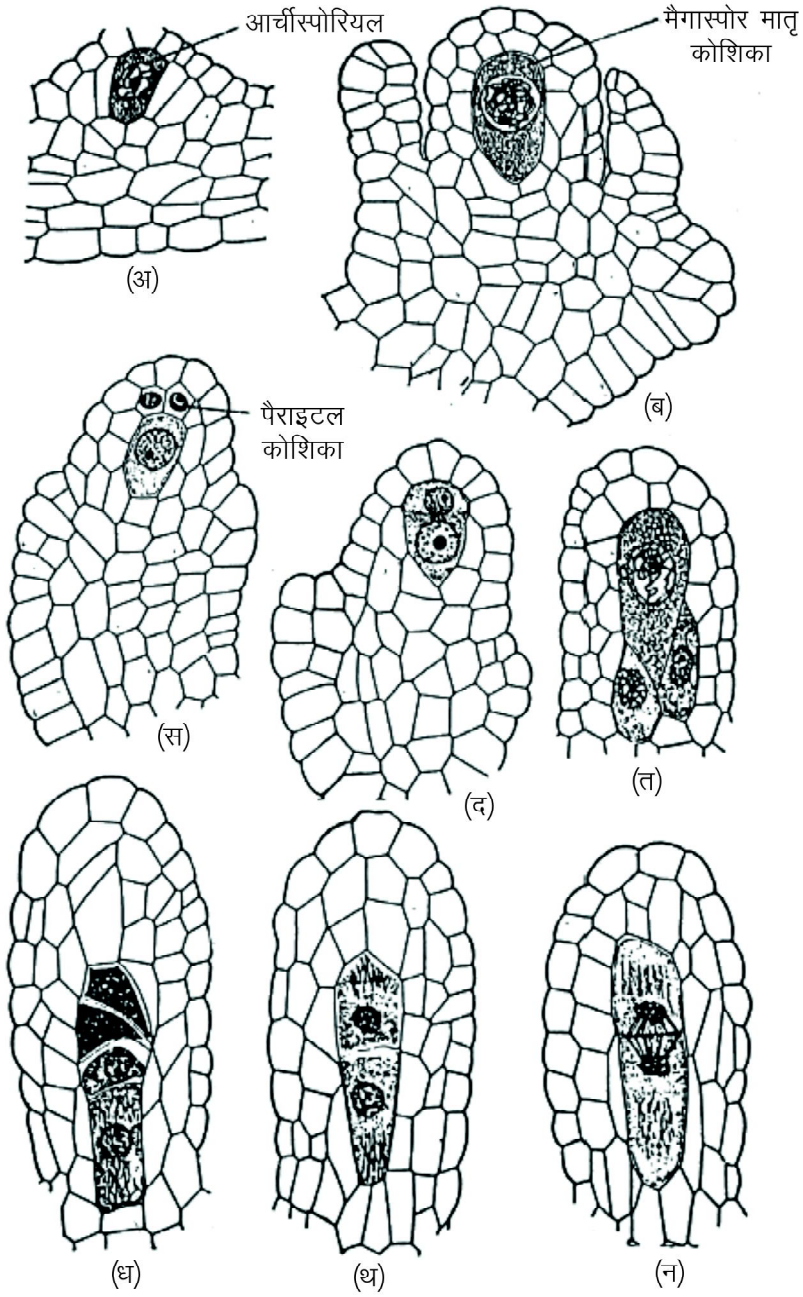
चित्र 4.29 : विभिन्न प्रकार के भ्रूण कोष

(1) **एकबीजाणुज प्रकार (Monosporic type)**– यह एक बहुत ही प्रचलित प्रकार का मादा युग्मकोद्भिद् है। इसमें गुरुबीजाणु मातृ कोशा अर्धसूत्री विभाजन द्वारा विभाजित होकर चार अगुणित गुरुबीजाणुओं का एक रैखिक चतुष्क बनाती है। इनमें से तीन अपह्रासित हो जाते हैं व एक क्रियाशील गुरुबीजाणु एककेन्द्रकी (Uninucleate) होता है। यह आमाप में बढ़ता है, इसे भ्रूणकोष कोशा भी कहा जा सकता है। क्रियाशील गुरुबीजाणु दो तरह से व्यवहार कर सकता है जिससे एक बीजाणुज प्रकार के भ्रूणकोष के दो उप प्रकार बनते हैं–

(i) **पॉलीगोनम प्रकार** – क्रियाशील गुरुबीजाणु आमाप में वृद्धि करता है एवं इसका अगुणित केन्द्रक समसूत्री रूप से विभाजित होकर दो केन्द्रक और फिर चार केन्द्रक बनाता है। ये चारों केन्द्रक भ्रूणकोष के बीजाण्डद्वारी व निभागी सिरों की ओर जाते हैं। अब प्रत्येक ध्रुव (Pole) पर दो केन्द्रक होते हैं, इन्हें ध्रुवीय केन्द्रक (Polar nuclei) कहा जाता है, ये एक बार फिर समसूत्रण द्वारा विभाजित होते हैं अतः अब प्रत्येक ध्रुव पर चार ध्रुवीय

टिप्पणी

केन्द्रक होते हैं, एवं भ्रूणकोष में कुल 8 केन्द्रक होते हैं। तीन बीजाण्डद्वारा केन्द्रक संगठित होकर तीन कोशाएँ बनाते हैं जिन्हें अण्ड उपकरण **(Egg apparatus)** कहते हैं। जिसमें अण्ड कोशा के दोनों ओर की दो कोशाएँ सहाय कोशाएँ (Synergid) कहलाती हैं। निभागी सिरे के तीन केन्द्रक को प्रतिव्यासांत कोशाएँ (Antipodal cells) कहते हैं। जब भ्रूणकोष पूर्णतः विकसित होता है, इसमें 6 एककेन्द्रकी कोशाएँ (अण्ड उपकरण व प्रतिव्यासांत) तथा दो ध्रुवीय केन्द्रक होते हैं। दोनों ध्रुवीय केन्द्रक या तो आपस में संलयित होकर **द्वितीयक केन्द्रक** (Secondary nucleus) बनाते हैं। (चित्र 4.30)

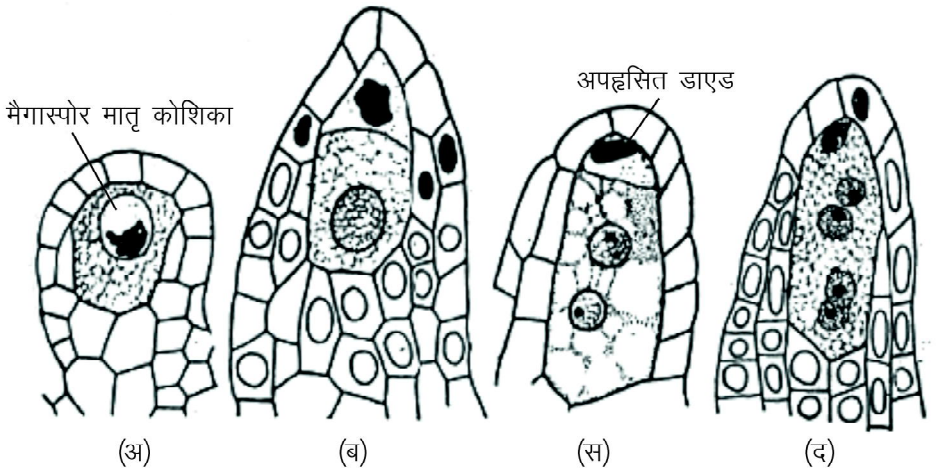


चित्र 4.30 : पालीगोनम प्रकार के भ्रूणकोष का परिवर्द्धन अवस्थाएँ

टिप्पणी

(ii) ऑइनोथेरा प्रकार– ऑइनोथेरा व कुल ओनाग्रेसी (Onagraceae) के कई सदस्यों में बीजाण्डद्वारी गुरुबीजाणु भ्रूणकोष में विकसित होता है। क्रियाशील गुरुबीजाणु केवल चार केन्द्र बनाता है जिनमें से तीन संगठित होकर अण्ड उपकरण तथा एक ध्रुवीय केन्द्रक कहलाता है। इसमें प्रतिव्यासांत व द्वितीय ध्रुवीय केन्द्रक नहीं होता हैं।

(2) द्विबीजाणुज प्रकार (Bisporic type)– यह एलियम *(Allium)* में पाया जाता है। प्रथम अर्धसूत्री विभाजन द्वारा गुरुबीजाणु मातृ कोशा दो कोशाओं या डाएड (Diad) में विभाजित हो जाती है। निभागी छोर वाली कोशिका विवर्धित होकर द्वितीय अर्धसूत्री विभाजन द्वारा विभाजित होती है एवं दो केन्द्रक बनाती है। इन केन्द्रकों के बीच में भित्ति निर्माण नहीं होता। इन्हें गुरुबीजाणु केन्द्रक(Megaspore nuclei) कहा जाता है। द्विकेन्द्रकी गुरुबीजाणु (Binucleate megaspore) बड़ा होता है एवं विकसित होकर आठ केन्द्रकी भ्रूणकोष बनाता है। एलियम प्रकार के भ्रूणकोष का संगठन सामान्य होता है अर्थात् अण्ड उपकरण में दो सहाय व एक अण्डकोशा (बीजाण्डद्वारी सिरे पर) और तीन प्रतिव्यासांत कोशाएँ (निभागी सिरे पर) होती हैं। केन्द्र में दो स्वतंत्र ध्रुवीय केन्द्रक आपस में संलयित होकर द्वितीयक केन्द्रक बनाते हैं। (चित्र 4.31)



चित्र 4.31 : एलियम प्रकार के भ्रूण कोष का परिवर्द्धन

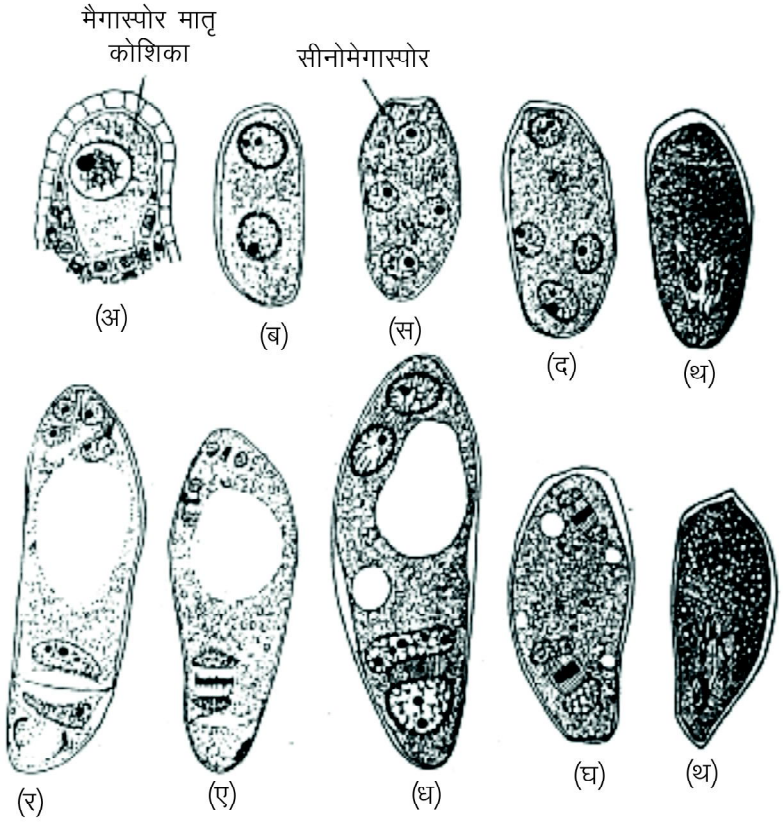
(3) चतुष्कीबीजाणुज प्रकार (Tetrasporic type)– इस प्रकार में गुरुबीजाणु मातृ कोशा अर्धसूत्री विभाजन द्वारा विभाजित होकर चार अगुणित केन्द्रक बनाती हैं, किन्तु ये चारों भित्ति द्वारा एक–दूसरे से अलग नहीं होते एवं गुरुबीजाणु मातृ कोशा (Megaspore mother cell) में स्वतंत्रतापूर्वक पड़े रहते हैं। ये गुरुबीजाणु केन्द्रक होते हैं। 4 अगुणित केन्द्रक वाली मातृ कोशा विवर्धित होती है। सीधे ही भ्रूणकोष कोशा (Embryo sac cell) की तरह कार्य करने लगती है। इसके अन्तर्गत उपप्रकार हैं:

(i) पिपरोमिया प्रकार– इसमें, भ्रूणकोष में 16 केन्द्रक होते हैं, दो अण्ड उपकरण बनाते हैं

(ii) पीनिया प्रकार– यह भी 16 केन्द्रकी भ्रूणकोष होता है जिनमें से तीन अण्ड उपकरण बनाते हैं।

टिप्पणी

(iii) डूसा प्रकार– यह भी 16 कोशीय भ्रूणकोष होता है जिनमें से तीन अण्ड उपकरण बनाते है।



चित्र 4.32 : फ्रिटिलेरिया प्रकार के भ्रूण कोष का परिवर्द्धन

(iv) फ्रिटिलेरिया– तीन अगुणित कोशाओं से अण्ड उपकरण, तीन त्रिगुणित में प्रतिव्यासांत व एक चतुर्गुणित (Tetraploid 3+1) द्वितीयक केन्द्रक बनाता है। (चित्र 4.32)

(v) प्लम्बेजीला प्रकार– भ्रूणकोष चार केन्द्रकी (Four nucleate) हो जाता है। दोनों में से एक अगुणित अण्ड एवं दोनों में से एक त्रिगुणित केन्द्रक प्रतिव्यासांत बनाता है। द्वितीयक केन्द्रक एक अगुणित व एक त्रिगुणित केन्द्रक के आपस में संलयित होने से बनता है।

(vi) प्लम्बेगो प्रकार – भ्रूणकोष कोशा में आठ केन्द्रक होते हैं। एक अण्ड कोशा, दो पार्श्व कोशाएँ (Lateral cells) व एक प्रतिव्यासांत कोशा बनाते हैं।

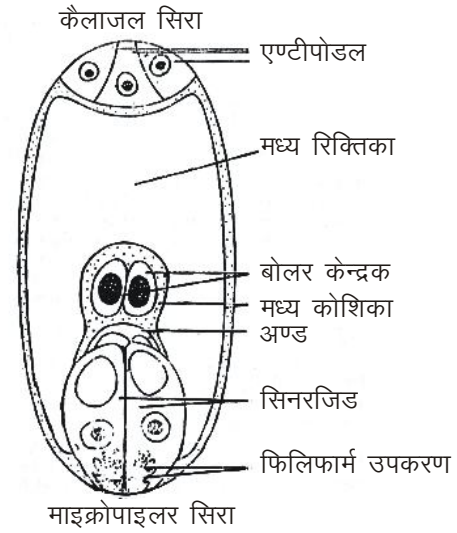
(vii) एडॉक्सा प्रकार– भ्रूणकोष के प्रत्येक सिरे पर चार केन्द्रक होते हैं, बीजाण्डद्वारी छोर पर 2 सहाय कोशाएँ व एक अण्ड कोशा मिलकर अण्ड उपकरण बनाते हैं। निभागी सिरे पर तीन प्रतिव्यासांत (Antipodal) होती है।

4.8 परिपक्व भ्रूण कोष की संरचना एवं कार्य (Structure and Function of Mature Embryo Sac)

टिप्पणी

एक प्रारूपिक भ्रूणकोष (एक बीजाणुज, द्विबीजाणुज या चतुष्कीबीजाणुज) में निषेचन के समय एक अण्ड उपकरण ध्रुवीय केन्द्रक जो द्वितीयक केन्द्रक बनाते हैं व प्रतिव्यासांत होती हैं। (चित्र 4.33)

परिपक्व भ्रूण कोष में निम्नलिखित संरचनाएँ पायी जाती हैं जिनके कार्य भिन्न–भिन्न होते हैं–



चित्र 4.33 : परिपक्व भ्रूण कोष की संरचना

(1) **अण्ड उपकरण (Egg apparatus)**– यह अण्डद्वार (Micropyle) की ओर स्थित होता है जिसके मध्य में एक अण्ड कोशिका (Egg cell) तथा दो सहायक कोशिकाएँ (Synergids) इधर–उधर स्थित होती हैं।

भ्रूण कोष में अण्ड कोशिका के कार्य (Functions of Egg Cell in Embryo Sac)– अण्ड कोशिका दो सहायक कोशिकाओं (Synergids) के बीच स्थित होती है जो भ्रूण कोष में नीचे की ओर लटकी रहती है। इस कोशिका में एक मादा केन्द्रक होता है जो निषेचन के पश्चात् द्विगुणित ($2n$) **भ्रूण** (Embryo) का निर्माण करता है।

(2) **सहायक कोशिकाएँ (Synergids)**– यह अण्ड कोशिका के साथ मिलकर अण्ड उपकरण का निर्माण करती हैं। प्रायः दोनों सहायक कोशिकाओं का आकार समान होता है। इनके सिरे भ्रूण कोष की ओर गोल होते हैं।

सहायक कोशिकाओं के कार्य (Functions of Synergids)–

(i) यह कोशिकाएँ कुछ पदार्थ स्रावित करती हैं, जिनसे पराग नलिका (Pollen tube) आकर्षित होती है।

(ii) प्रायः पराग नलिका इन्हीं में होकर प्रवेश करती है।

(iii) प्रत्येक सहायक कोशिका (Synergid) के निचले भाग में एक बड़ी रिक्तिका (Vacuole) होती है जो निषेचन (Fertilization) के समय महत्वपूर्ण कार्य करती है।

टिप्पणी

(3) **एण्टीपोडल कोशिकाएँ (Antipodal cells)**– यह निभाग (Chalaza) की ओर स्थित हैं जिनकी संख्या 3 होती है। अन्य पौधों में इनकी संख्या सैकड़ों में हो सकती है। इनका आकार बड़ा होता है और भित्तियों द्वारा एक–दूसरे से पृथक् होती हैं। इनमें माइटोकॉण्ड्रिया, डिक्टियोसोम, रसधानियाँ तथा लवक, कोशिकाद्रव्य में पाए जाते हैं।

एण्टीपोडल कोशिकाओं के कार्य (Functions of Antipodal Cells)– भ्रूण कोष (Embryo sac) में 3 प्रतिध्रुव कोशिकाएँ (Antipodal cells) पायी जाती हैं जो सेल्यूलोज भित्ति (Cellulose wall) से अलग–अलग रहती हैं। इनका मुख्य कार्य भ्रूण कोष (Embryo sac) को पोषण (Nutrition) प्रदान करना है।

(4) **ध्रुव केन्द्रक (Polar nuclei)**– यह केन्द्रक दोनों ध्रुवों से आकर भ्रूण कोष के बीच में एकत्रित हो जाती हैं तथा द्वितीयक केन्द्रक (Secondary nucleus) का निर्माण करती हैं। इस केन्द्रक का सम्पर्क अण्ड कोशिका तथा सहायक कोशिकाओं से होता है किन्तु बीजाण्डकाय (Nucellus) से कोई सम्पर्क नहीं होता है।

ध्रुव केन्द्रकों के कार्य एवं महत्व–

(i) परिपक्व भ्रूण कोष के मध्य में 2 ध्रुव केन्द्रक (Polar nuclei) आ जाते हैं जो परस्पर मिलकर एक द्वितीयक केन्द्रक (Secondary nucleus) ($2n$) का निर्माण करते हैं।

(ii) द्वितीयक केन्द्र निषेचन के समय एक नर केन्द्रक (Male nucleus) से संयुजन कर त्रिगुणित केन्द्रक (Triploid nucleus) ($3n$) बनाता है।

(c) त्रिगुणित केन्द्रक (Triploid nucleus) का निर्माण द्वि–निषेचन (Double fertilization) के फलस्वरूप होता है।

(d) त्रिगुणित केन्द्रक से भ्रूणपोष (Endosperm) बनता है।

4.9 परागण : प्रक्रिया एवं माध्यम (Pollination : Mechanism and Agencies)

परागकणों का परागकोष से निकलकर उसी पुष्प अथवा उसी प्रजाति के अन्य पुष्प के वर्तिकाग्र पर स्थानान्तरित होना, परागण (Pollination) कहलाता है। परागकणों का स्थानान्तरण अनेक माध्यमों, जैसे–वायु, जल, कीट, पक्षियों, जानवरों आदि द्वारा होता है। परागण के लिए परागकणों का परागकोष से विमुक्त होना आवश्यक है।

4.9.1 परागण (Pollination)

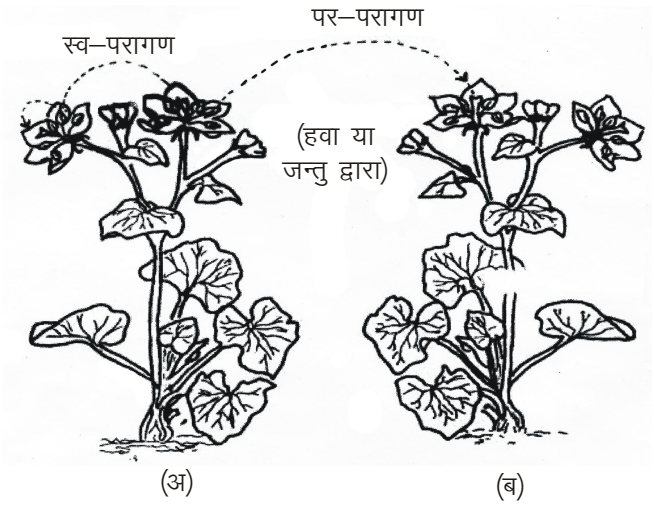
परागण मुख्यतः दो प्रकार का होता है:–

(1) **स्व–परागण (Self-pollination)**– जब एक ही पुष्प के पराग कण उसी पुष्प की वर्तिकाग्र पर पहुँचते हैं तो यह क्रिया स्व–परागण कहलाती है। स्व–परागित

(Self-pollinated) पुष्प प्रायः उभयलिंगी (Bisexual) होते हैं जिनके अण्डप तथा परागकोष एक साथ पकते हैं तथा इस प्रकार के पुष्पों में कोई गन्ध अथवा मकरन्द नहीं पाया जाता हैं। (चित्र 4.34 अ)

टिप्पणी

(2) पर–परागण (Cross-pollination)– जब किसी अन्य पुष्प के पराग कण दूसरे पौधे पर स्थित उसी जाति अथवा अन्य जाति के पुष्प के वर्तिकाग्र पर स्थानान्तरित होते हैं तो यह क्रिया पर–परागण (Cross-pollination) कहलाती है। प्रकृति में पर–परागण पादपों के लिए लाभकारी होता है। यह अधिकांश पुष्पों में पाया जाता है।



चित्र 4.34 : परागण : (अ) स्वपरागण (ब) पर–परागण

(1) स्व–परागण (Self-pollination)

स्व–परागण एक पुष्प के पराग कणों (Pollen grains) का स्थानान्तरण (Transfer) उसी पुष्प के वर्तिकाग्र (Stigma of the same flowers) पर होने की क्रिया है। स्वयं परागण के लिए पुष्प द्विलिंगी (Bisexual) होने चाहिए। (चित्र 4.34 ब)

स्वयं–परागण के लिए अनुकूलन

(i) समपक्वता (Homeogamy)– इस प्रकार में द्विलिंगी पुष्प (Bisexual flowers) ऐसे होने चाहिए जिनमें जायांग (Gynoecium) व पुमंग (Androecium) साथ–साथ परिपक्व (Mature) होते हों, जिससे कि स्वयं परागण सम्भव हो सके। इस प्रकार के पुष्पों में परागकणों का स्थानांतरण वर्तिकाग्र पर निम्न प्रकारों से हो सकता है। (समपक्वता *मिराबिलिस, गार्डीनिया* आदि में पायी जाती है) –

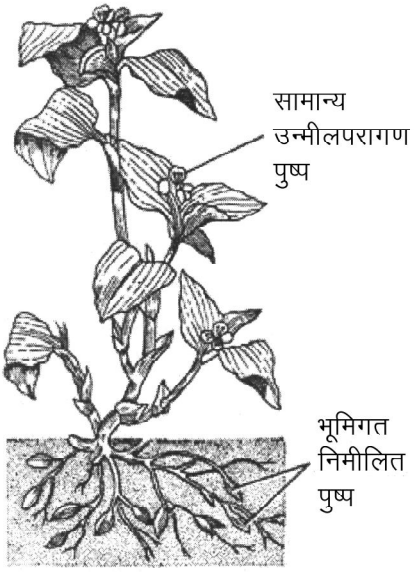
(a) परागकण हवा या कीटों द्वारा वर्तिकाग्र तक पहुँच जाए।

(b) पुंकेसरों के पुतन्तुओं का इस प्रकार मुड़ना कि पराग कोष (Anther lobes) वर्तिकाग्र के समीप आकर फट जाए। जैसे मिराविलिस में।

(c) वर्तिकाग्र (Stigma) का लम्बा एवं कुंडलित (Coiled) होकर पराग कोषों का छूना जैसे, सूरजमुखी में।

टिप्पणी

(ii) निमीलिता (Cleistogamy)– वे पुष्प जो कभी नहीं खिलते हैं उन्हें निमीलित पुष्प (Cleistogamy flowers) कहते हैं। ये पुष्प द्वि–लिंगी (Bisexual) छोटे एवं रंगहीन होते हैं। इन पुष्पों के वर्तिकाग्र एवं परागकोष एक–दूसरे के बहुत समीप होते हैं तथा कभी–कभी एक–दूसरे के चारों ओर लिपटे रहते हैं। पराग कोष के फटने पर परागकण उसी पुष्प के वर्तिकाग्र पर गिर कर क्रिया कर देते हैं। जैसे मूँगफली (Ground nut), कनकोआ *(Commelina benghalensis),* वायोला *(Viola)* आदि में। वे पुष्प जो सामान्य रूप से खिलते हैं व जिनके पराग कोष व वर्तिकाग्र वातावरण में खुले होते हैं उन्मीलपरागण (Chasmogamous) पुष्प कहलाते हैं। *कॉमेलिना बैंगालेनसिस* में दोनों प्रकार के पुष्प पाए जाते हैं। इसके भूमिगत भाग में निमीलित पुष्प व वायवीय भाग में उन्मील परागणी पुष्प पाए जाते हैं। (चित्र 4.35)



चित्र 4.35 : कौमेलाइना बैगालेंसिस में दो प्रकार के पुष्प

(2) पर–परागण (Cross-pollination)– पर–परागण में एक पुष्प के परागकण दूसरे पौधे के पुष्प के वर्तिकाग्र पर गिरते हैं इस प्रक्रिया को एलोगेमी भी कहा जाता है। इसमें दो अलग पैतृष्कों के पुष्प होते हैं इसलिए इनमें अनुवांशिक संयोग होते हैं। इसलिए इस प्रकार के परागण में बाह्यय साधनों की आवश्यकता होती है।

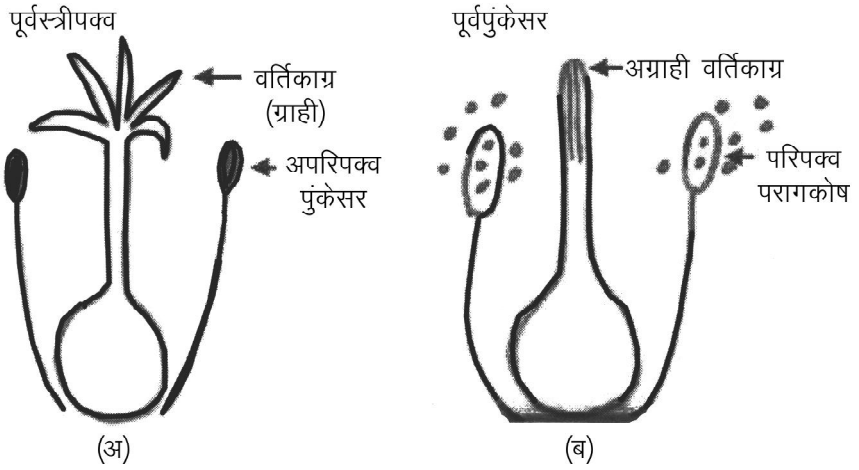
पर–परागण के लिए अनुकूलन

पर–पराग को सफल बनाने हेतु तथा स्वयं–परागण को रोकने के लिए प्रायः पोधों व पुष्पों में निम्न प्रयुक्तियाँ (Contrivances) पायी जाती है।

(i) एकलिंगता (Unisexuality)– इस प्रकार की प्रयुक्ति में पुष्प एकलिंगी (Unisexual) होते हैं। वे नर व मादा पुष्प एक ही पौधे पर अलग–अलग अथवा अलग–अलग पौधों पर हो सकते हैं।

टिप्पणी

(ii) पृथकपक्वता (Dichogamy)– इस प्रकार की प्रयुक्ति में द्विलिंगी पुष्पों (Bisexual flowers) में पुंकेसरों (Stamens) व जायांग (Gynoecium) के परिपक्व (Mature) होने का समय भिन्न–भिन्न होता है। जिन पुष्पों में पुंकेसर (Stamen) जायांग से पहले परिपक्व होती है उन्हें पूर्व **पुंकेसा** (Protandrous) उदाहरण के लिए भिन्डी, कपास, धनिया आदि तथा जिनमें जायांग (Gynoecium) पुंकेसर से पहले परिपक्व होते हैं उन्हें पूर्व स्त्रीपक्व (Protogynous) कहते हैं, उदाहरण के लिए पीपल, बरगद, सीताफल, मेग्नोलिया आदि। इस प्रकार पृथक्पक्वता (Dichogamy) स्वयं–परागण को रोककर पर–परागण में सहायता करती है। (चित्र 4.36 अ, ब)



चित्र 4.36 : पादपों में पृथकपक्वता

(iii) अनान्यक परागणता (Herkogamy)– ऐसे द्विलिंगी पुष्पों में जिनमें पुंकेसर (Stamen) व जायांग (Gynoecium) एक ही साथ परिपक्व होते हैं उन पुष्पों में स्वयं–परागण को रोकने में कुछ रुकावटें पायी जाती हैं, उनमें से कुछ निम्न हैं:

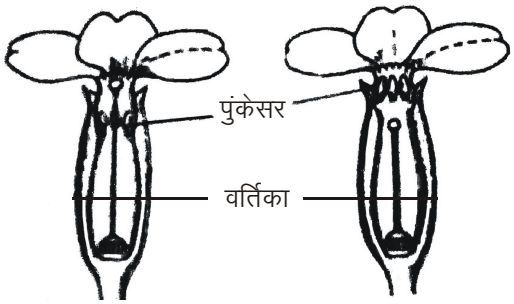
(a) पुंकेसर व जायांग एक–दूसरे से कुछ दूरी पर स्थित हों।

(b) कभी–कभी कुछ पुष्पों में दलपुंज (Corolla) नलिकाकार (Tube-like) होता है तथा प्रायः परागकोष (Anther lobes) के नलिका (Tube) में स्थित होने की संभावना अधिक रहती है।

(c) मदार *(Calotropis)* आदि के पुष्पों में परागकण (Pollen grains) परागपुंज (Pollinium) के रूप में होते हैं तथा ये केवल कीटों (Insects) द्वारा ही एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाए जाते हैं।

(iv) असम वर्तिकात्व (Heterostyly)– इन पुष्पों से वर्तिका नली (Style) की लम्बाई पुंकेसरों (Stamens) से कम अथवा अधिक होती है। इन पौधों में पुष्प द्विरूपी होते हैं। एकरूप में छोटे स्टैमन व लम्बी वर्तिका व दूसरे में लम्बे स्टैमन व छोटी वर्तिका होती है। लम्बाई में भिन्नता के कारण घटना को असम वर्तिकात्व (Heterostyly) कहते हैं *प्रिमुला (Primula), फेगोपाइरम (Phagopyrum), लिनम (Linum)* आदि में असम वर्तिकात्व पायी जाती है। (चित्र 4.37 अ, ब)

टिप्पणी



चित्र 4.37 : प्राइमुला साइनेन्सिस का असीम वर्तिकात्व पुष्प

4.9.2 पर–परागण के प्रकार (Types of Cross-pollination)

पुष्पों में पर–परागण तीन प्रकार से होता है।

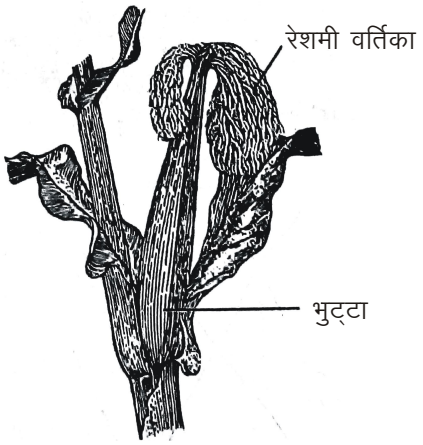
(1) वायु परागण (Anemophily)

(2) प्राणि परागण (Zoophily)

(3) जल परागण (Hydrophily)

(1) वायु परागणः

वायु परागित पुष्प ध्यान आकर्षित न करने वाले (Inconspicuous) तथा दिखावटी नहीं होते हैं। पुष्पों में कोई गन्ध मकरन्द आदि नहीं पाए जाते हैं। इसके अतिरिक्त पुष्प बहुत अधिक मात्रा में धूल जैसे पराग कण उत्पन्न करते हें। वायु परागण के लिए पुष्पों में अनुकूलन पाए जाते हैं जिनके वर्तिकाग्र (Stigma) शाखित एवं सघन (Bushy) व रोमीय (Feathery) हो जाते हैं जो वायु में उपस्थित पराग कणों को आसानी से पकड़ सकते हैं, जैसे अनेक खाद्यान्नों (Cereals) के पुष्प।



चित्र 4.38 : मक्का (Zea mays) सिल्क जैसे चमकीले समूह में लम्बे, रोमीय वर्तिका तथा वायु परागण के लिए पराग कणों को पकड़ने वाले उपयुक्त वर्तिकाग्र

खाद्यान्नों जैसे गेहूँ, जौ, मक्का तथा बाजरा आदि के पुष्प प्रायः एकलिंगी होते हैं जो गुच्छों में पाए जाते हैं। इनमें बरसेटाइल परागकोष होते हैं जो

टिप्पणी

स्वतंत्रतापूर्वक वायु में डोलायमान (Swinging) होते हैं जिनसे असंख्य शुष्क एवं धूल के कर्णों (Dust particles) के समान पराग कण निकलते हैं। पराग कण, हल्के तथा चिकनी भित्ति (Smooth-walled) वाले होते हैं (चित्र 4.38)। वायु परागण (Anemophily) अधिकतर खाद्यान्नों, पाम तथा अनेक आर्कीक्लेमाइडीयस कुलों, जैसे–सेलीकेसी (Popular Willow), ब्यूटालेसी (Alder, Hazel, Birch), फेगेसी (Oak, Beech), अल्मेसी (Elm), अर्टीकेसी (Urtica) आदि में पाया जाता है। कुछ वैज्ञानिकों का मत है कि वायु परागण विकास में आद्य लक्षण है।

(2) जन्तु परागण

इस प्रकार के परागण को निम्न प्रकार उपविभाजित किया गया है:–

(a) कीटों द्वारा परागण (Entomophily)

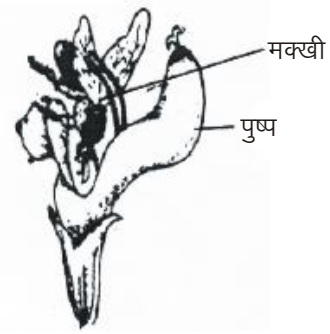
(b) पक्षी द्वारा परागण (Ornithophily)

(c) चमगादड़ द्वारा परागण (Chiropteriphily)

(d) घोंघे द्वारा परागण (Malacophily)

(a) कीटों द्वारा परागण (Entomophily)

इस प्रकार के परागकण में एक पुष्प के परागकण दूसरे पुष्प के वर्तिकाग्र तक कीटो द्वारा पहुँचाए जाते हैं। जिन पुष्पों को हम अपने चारों ओर देखते हैं उनमें कीट परागण होता है। वैज्ञानिकों का मत है कि जिस प्रकार पुष्पी पादपों में विकास हुआ है उसी प्रकार कीटों में विकास हुआ है तथा इन पुष्पों के वर्तिकाग्र चिपकने तथा खुरदरी सतह वाले होते हैं, जिससे वे पराग कणों को ग्रहण कर सकें। पुष्पों में कीटों को आकर्षित करने के लिए निम्नलिखित विशेषताएँ पायी जाती हैं:



चित्र 4.39 : कीट पराजित पुष्प

(i) आकर्षक– कीटों के ध्यान को आकर्षित करने के लिए पुष्पों के दल अथवा परिदल पुंज के पत्र चमकीले रंग के हो जाते हैं। कभी–कभी सहपत्र, बाह्यदल यहाँ तक कि पुंकेसर भी दलाभ हो जाते हैं जो कीटों को आकर्षित करते हैं। ध्यान आकर्षकता एक ही पुष्प के कारण अथवा पुष्प क्रम में लगे अनेक पुष्पों के फलस्वरूप हो सकती हैं। मुलर (Muller) के अनुसार कुछ कीट कुछ विशिष्ट पुष्प रंगों को प्राथमिकता (Preference) देते हैं, जैसे–मधुमक्खियाँ (Bees) नीले पुष्पों को तथा तितलियाँ लाल पुष्प के रंगों को पसंद (Prefer) करती हैं।

टिप्पणी

(ii) **गन्ध**– कुछ पुष्पों, जैसे रेफ्लीसिया *(Rafflesia)* के पुष्प में उत्क्लेशी (Nauseous) गन्ध निकलती है जिससे मक्खियाँ आकर्षित होती हैं। किन्तु कीट पुष्पों की गन्ध को पहचान लेते हैं यह भी नहीं कहा जा सकता है कि मक्खियाँ विशिष्ट गन्ध अथवा पुष्प के मांसल होने के कारण आकर्षित होती हैं। कुछ पुष्प दिन के समय सुगन्धहीन होते हैं किन्तु रात्रि के समय बहुत अच्छी सुगन्ध देते हैं। ऐसे पुष्पों में परागकण रात्रि में उड़ने वाले मॉथ (Moths) के द्वारा होता है, जैसे– रात की रानी। अतः स्पष्ट है कि पुष्प की सुगन्ध का परागण के लिए विशिष्ट महत्व होता है।

(iii) **मकरन्द**– विभिन्न पुष्पों में मकरन्द ग्रन्थियों की स्थिति भिन्न होती है जो कीटों के लिए शहद (Honey) स्रावित करती हैं। शहद बहुत महत्वपूर्ण होता है जिसके लिए कीट पुष्पों का भ्रमण करते हैं। मधुमक्खियाँ पुष्पों का मकरन्द एकत्रित करके हमे शहद प्रदान करती हैं।

जब कीट पुष्पों से शहद लेने आते हैं तो उनके शरीर के विभिन्न अंगों पर पराग कण चिपक जाते हैं और जब ये कीट दूसरे पुष्पों पर शहद लेने जाते हैं तो इनके शरीर पर लगे हुए पराग कण दूसरे पुष्प के वर्तिकाग्र पर एकत्रित हो जाते हैं।

(iv) **खाने योग्य रस**– कुछ पुष्पों, जैसे *आर्चिस मोरियो* में मकरन्द ग्रन्थियाँ नहीं पायी जाती हैं अतः ऐसे पुष्प कीटों के लिए खाने योग्य रस स्रावित करते हैं।

(iv) **खाने योग्य परागकण**– कुछ पुष्पों के पराग कण कीट खाते हैं, यही नहीं मधुमक्खियाँ (Bees) अपने शिशुओं को पोषण करने के लिए बहुत अधिक मात्रा में पराग कणों को एकत्रित करती हैं तथा समागम ऋतु (Breeding season) में मकरन्द से भी अधिक पराग कणों को एकत्रित करती हैं।

(vi) **विशिष्ट क्रियाविधियाँ**– अनेक कीट परागित पुष्पों में पराग कणों के विकिरण के लिए विशिष्ट क्रियाविधियाँ होती हैं जो निम्न प्रकार की होती हैं:–

- **उत्तेजनशीलता**– कुछ पुष्पों के परागकोषों तथा वर्तिकाग्रों द्वारा यह क्रिया प्रदर्शित की जाती है। बिग्नोनिया *(Bignonia)* का वर्तिकाग्र द्विशाखित (Bifid) होता है और जब यह किसी कीट से स्पर्श हो जाता है तो यह दोनों फ्लेप्स (Flaps) को बन्द कर लेता है और यदि इसमें परागण क्रिया नहीं होती है तो यह फ्लेप्स (Flaps) पुनः खुल जाते हैं। कुल कम्पोजिटी के सेण्टोरिया *(Centaurea)* पुष्प का स्त्रीकेसर (Pistil) एक ओर झुका हुआ होता है किन्तु किसी कीट द्वारा स्पर्श होने पर अपना वर्तिकाग्र (Stigma) अनावरित (Expose) कर देता है।
- **विस्फोटक क्रियाविधि**– कुछ पुष्पों के परागकोषों (Anthers) को स्पर्श करने पर वह फट जाते हैं तथा पराग कणों को विसर्जित (discharge) करते हैं।

- **प्राक्षेपिकी**– दोली पुंकेसर (Versatile stamens) तथा अन्य सन्तुलन लक्षण, (जैसे साल्विया), प्रायः पराग कणों को कीटों द्वारा प्रकीर्णन (Dusting) में बहुत सहायक होते हैं।

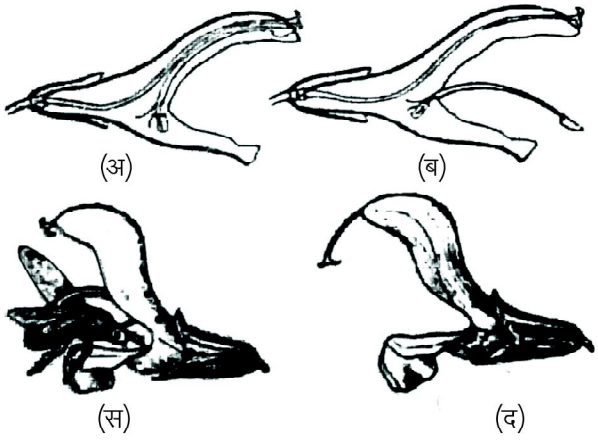
टिप्पणी

अतः सिद्धांत पुष्पों में कीट परागित पुष्पों के लिए निम्नलिखित दो समूह होते हैं:–

- **पराग पुष्प (Pollen Flowers)**– कुछ त्रिज्यासममित (Actinomorphic) पुष्पों द्वारा बहुत अधिक पराग उत्पन्न किए जाते हैं क्योंकि इन पुष्पों में पुंकेसरों की संख्या बहुत होती है। इस समूह के पुष्प आर्जीमोन तथा पॉपी, एनीमोनी, मेग्नोलिया, एनोना, वाटर लिली, आलू तथा कुल सोलेनेसी के अन्य सदस्य होते हैं।
- **मकरन्द पुष्प (Nectar Flowers)**– बहुत से पुष्पों के मकरन्द कोष पूरी तरह अनावरित या खुले (Exposed) होते हैं। सामाजिक पुष्प (Social flowers) सघन समूह बनाते हैं। मकरन्द कोष (Nectary) की स्थिति बहुत महत्वपूर्ण होती है जिसके द्वारा किस प्रकार का कीट पुष्प का भ्रमण (Visit) करता है, निश्चित होता है।

कुछ विशिष्ट कीट परागित पुष्पों के उदाहरण–निम्नलिखित पुष्पों में कीट परागण की विशिष्ट क्रियाविधि होती है:–

- **साल्विया में परागण (Pollination in Salvia)**:– साल्विया *(Salvia)* लेबियेटी कुल (Family Labiatae) को पौधा है जिसका पुष्प द्विओष्ठीय (Bilabiate) होता है। ऊपरी ओष्ठ (Upper lip) दो दलों से मिलकर तथा निचला ओष्ठ (Lowerlip) तीन दलों से मिलकर बनता है। ऊपरी ओष्ठ (Upper lip) कुछ मुड़ा हुआ होता है जिसमें नर तथा मादा जननांग स्थित होते हैं। निचला ओष्ठ कीटों के लिए मंच (Platform) का कार्य करता है। साल्विया (Salvia) के पुष्प में दो पुंकेसर होते हैं जो अण्डप (Carpel) से पूर्व परिपक्व हो जाते हैं। प्रत्येक पुंकेसर (Stamen) का पुंतन्तु बहुत छोटा होता है किन्तु योजी (Connective) बहुत लम्बा होता है। प्रत्येक पुंकेसर का एक–एक परागकोष बन्ध्य तथा दूसरे उर्वरा होता है। पुंतन्तु के ऊपर योजी (Connective), लीवर (Lever) की भाँति कार्य करता है।

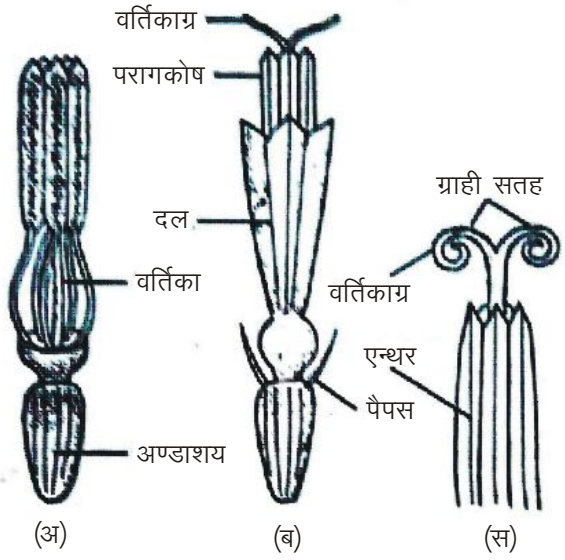


चित्र 4.40 : साल्विया में कीट द्वारा परागण (अ–ब) अपरिपक्व स्त्रीकेसर प्रदर्शित तथा तीर की ओर चलन, (स) कीट पर एकत्रित पराग कण, (द) परिपक्व वर्तिकाग्र वाला पुष्प

टिप्पणी

पुष्प के मकरन्द कोष से पूर्व एक लीवर प्लेट (Lever plate) स्थित होती है जिसका सम्बन्ध पुंकेसर से होता है (चित्र 4.40 अ, ब)। जैसे ही कोई कीट पुष्प से शहद लेने जाता है वह लीवर प्लेट के सम्पर्क में आता है जिसके फलस्वरूप पुंकेसर के योजी (Connective) में गति होती है और उर्वरा परागकोष (Fertile anther) से पराग कण निकलकर कीट की पीठ (Back) तथा पंखों पर एकत्रित हो जाते हैं। अब यह कीट शहद प्राप्त कर दूसरे पुष्प पर पहुँचता है, जिसका अण्डप परिपक्व हो चुका होता है तथा वर्तिकाग्र ऊपरी ओष्ठ (Upper lip) से बाहर निकल आता है। कीट जब पुष्प के अन्दर शहद लेने जाता है तो उसकी पीठ तथा पंखों पर एकत्रित हो जाते हैं (चित्र 4.40 स)। अब यह कीट शहद प्राप्त कर दूसरे पुष्प पर पहुँचता है, जिसका अण्डप परिपक्व हो चुका होता है तथा वर्तिकाग्र ऊपरी ओष्ठ से बाहर निकल आता है (चित्र 4.40 द)। कीट जब पुष्प के अन्दर शहद लेने जाता है तो उसकी पीठ तथा पंखों पर एकत्रित पराग कण वर्तिकाग्र के सम्पर्क में आकर ग्रहण कर लिए जाते हैं और कीट परागण हो जाता है।

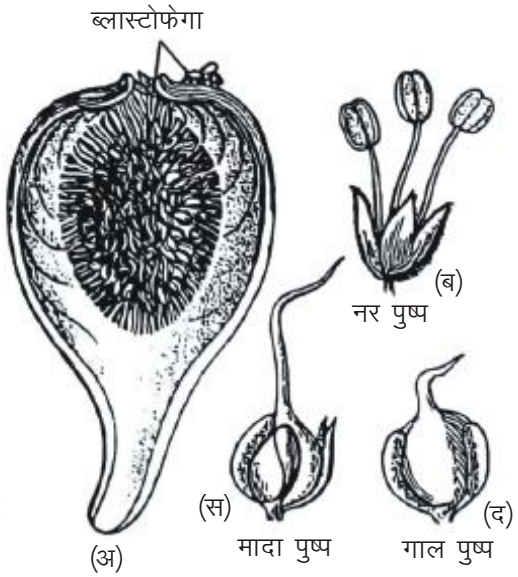
- **सूरजमुखी में परागण (Pollination in Sunflower)**– सूरजमुखी (Sunflower) के केपीटुलम (Capitulum) पुष्पक्रम पर अनेक पुष्पक (Florets) स्थित होते हैं जिनमें कीटों द्वारा पर परागण (Cross-pollination) होता है। इसके अतिरिक्त सूरजमुखी (Helianthus annuus) में स्व–परागण (Self-pollination) भी रुचिकर ढंग से होता है। इसमें पुंपूर्वी परिपक्वता (Protandrous) अवस्था पायी जाती है। जब पुंकेसर परिपक्व हो जाते हैं तो इनके पराग कण वर्तिकाग्र (Stigma) की बाहरी सतह (Outer surface) पर एकत्रित हो जाते हैं। इस समय अण्डप (Carpel) अपरिपक्व (Immature) होता है। अतः परागण नहीं हो पाता है, किन्तु कुछ समय बाद जब अण्डप परिपक्व हो जाता है तब वर्तिका लम्बाई में बढ़ती है तथा द्वि–शाखित (Bifid) वर्तिकाग्र की पालियाँ (Lobes) वृद्धि करके कुण्डलित हो जाती है जिसके फलस्वरूप वर्तिकाग्र की ग्राही (Receptive) भीतरी सतह (Inner surface) द्वारा पराग कण ग्रहण कर लिये जाते हैं और इस प्रकार स्वयं परागण (Self-pollination) हो जाता है। (चित्र 4.41)



चित्र 4.41 : सूरजमुखी (हैलिएन्थस एन्युअस) में स्वपरागण

टिप्पणी

- **गूलर (Ficus), अंजीर (Ficus carica) तथा मोरेसी (Moraceae) की अन्य जातियों में परागणः**– फाइकस के पौधे के पुष्प एक खोखले (Hollow) नाशपाती के आकार के रिसेप्टिकल (Receptacle) द्वारा घिरे रहते हैं, जिसे हायपन्थेडियम पुष्पक्रम (Hypanthodium inflorescence) कहते हैं। (चित्र 4.42 अ)



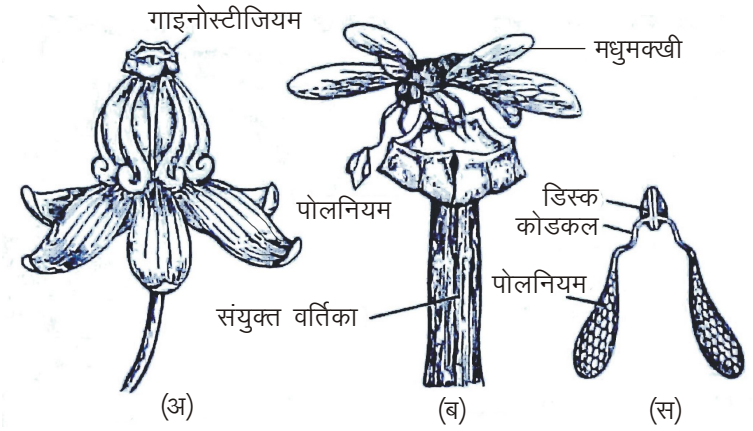
चित्र 4.42 : फाइकस कैरिका का हाइपन्थोडियम पुष्पक्रम

रिसेप्टेकिल (Receptacle) में एक सँकरा द्वार (Orifice) होता है जिसके द्वारा कीट प्रवेश करते हैं। इसमें तीन प्रकार के पुष्प अर्थात् नर (Male), मादा (Female) तथा गाल (Gall) होते हैं (चित्र 4.42 ब, स, द)। द्वार के समीप शीर्ष पर नर पुष्प स्थिर होते हैं तथा नीचे की ओर लम्बी वर्तिका वाले मादा (Female) पुष्प तथा छोटी वर्तिका वाले गाल पुष्प स्थिति होते हैं। गाल पुष्प भी मादा होते हैं। अंजीर में परागकण गालवास्प (Blastophaga) द्वारा होता है जो रिसेप्टेकिल (Receptacle) पर एकत्रित (Crowls) होकर गाल पुष्पों के बीजाण्डों (Ovules) के अन्दर अण्डे देती है। प्यूपा के बाद लारवा बनता है और फिर वास्प (Wasp) बन जाता है जो अंजीर से बाहर निकलता है। ऐसा करने से ये नर पुष्प द्वार के समीप ब्रुष (Brush) हो जाते हैं और अपने शरीर पर पराग कण ले जाते हैं। पराग कण सहित जब यह कीट नए अंजीर के अन्दर प्रवेश करता है तब यह लम्बी वर्तिका वाले मादा पुष्पों को परागित (Pollinated) कर देता है तथा फिर यह अपने अण्डे गाल पुष्पों में देता है।

- **आक (Calotropis) में परागण**– कुल एस्क्लिपिएडेसी (Family-Asclepiadaceae) के पुष्पों में गानोटीजियम (Gynostegium) पाया जाता है जो प्रिज्मीय वर्तिकाग्र (Prismatic stigma) तथा पुमंग (Androecium) के संयुक्त हो जाने के फलस्वरूप बनता है (चित्र 4.43 अ)। पराग कण पोलीनिया में भरे रहते हैं। दो अलग–अलग परागकोषों के **पोलीनिया (Pollinia)**, एक चिपकने ट्रान्सलेटर डिस्क द्वारा जुड़े रहते हैं (चित्र 4.43 स)। यह चिपकने वाली डिस्क भ्रमण करने वाली मधुमक्खी की टाँगों अथवा शुण्डिका (Proboscis) से चिपक जाती हैं और पोलीनिया, कीट की टाँगों के साथ बाहर की ओर खिंच आती हैं

टिप्पणी

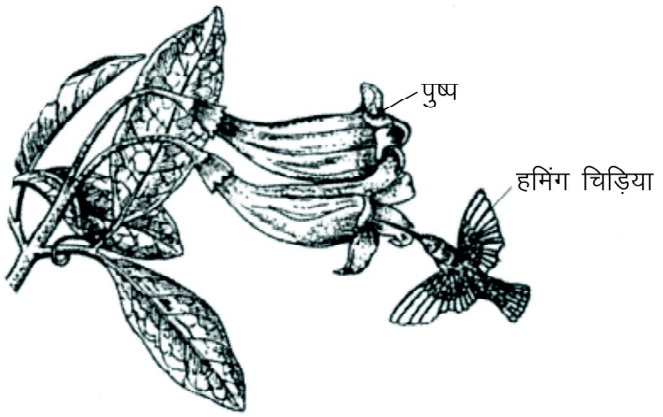
(चित्र 4.43 ब)। जब यह मधुमक्खी किसी दूसरे पुष्प पर पहुँचती हैं तो गाइनोस्टीजियम पर यह चिपकने पोलीनिया द्वारा परागण हो जाता है।



चित्र 4.43 : आक में परागण : (अ) एक पुष्प, (ब) गायनोस्टीजियम, पोलीनिया निकालती हुई मधुमक्खी, (क) पोलीनिया का एक जोड़ा प्रदर्षित

(b) पक्षी द्वारा परागण (Ornithophily)

बहुत थोड़े से पुष्पों में पक्षियों (Birds) द्वारा परागण होता है। छोटी–छोटी चिड़ियाँ, जैसे हम्मिंग पक्षी (Humming birds) तथा साधारण चिड़िया बिगनोनिया केपरियोलाटा *(Bignonia capreolata)* पुष्पों के मकरन्द (Nectar) से अपना पोषण करती हैं जिससे पुष्पों में परागण हो जाता है (चित्र 4.44)। कुल–म्यूजेसी के बड़े पुष्प, जैसे स्ट्रेलिटजिया (Strelitzia) में परागण शहद पक्षी *(Nectarina afra)* द्वारा होता है।

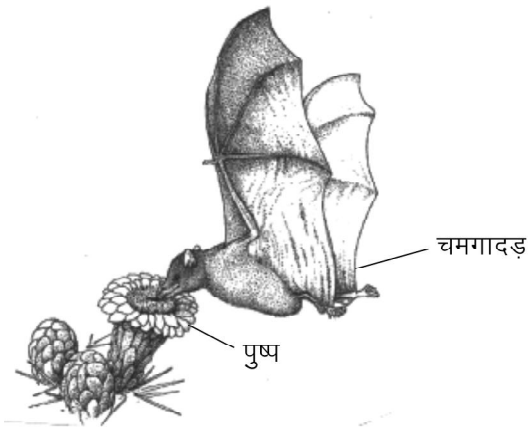


चित्र 4.44 : बिगनोनिया केपरियोलाटा (Bignonia capreolata) : हम्मिंग पक्षी (Hummingbirds) द्वारा परागण के समय मकरन्द एकत्रित करना

हमारे देश में साल्मेलिया *(Salmalia)* या बॉम्बेक्स *(Bombax),* ऐरिथ्रीना *(Erythrina)* तथा अन्य बड़े वृक्षों के पुष्पों को कौवे (Crows) तथा मैना (Mynas) द्वारा परागण में सहायता मिलती है।

टिप्पणी

(c) चमगादड़ द्वारा परागण (Chiropterophily)



चित्र 4.45 : चमगादड़ द्वारा परागण (चिरो प्टेरोफिली)

जावा (Java) का बोहीनिया मेगालेण्ड्रा *(Bauhinia megalandra),* कुल–लेग्युमिनोसी का एपरुआ फलकेटा *(Eperua falcata)* तथा अन्य वृक्षों के पुष्पों में परागण, चमगादड़ (Bat) द्वारा होता है। हमारे देश में कुल–रूबियेसी के ऐन्थेसिफेलस साइनेनसिस (Anthocephalus sinensis) के पुष्पों में परागण में चमगादड़ सहायक होते हैं। इनमे पुष्प बड़े, हल्के रंग, अत्याधिक मकरन्द एवं परागकण युक्त होते हैं। (चित्र 4.45)

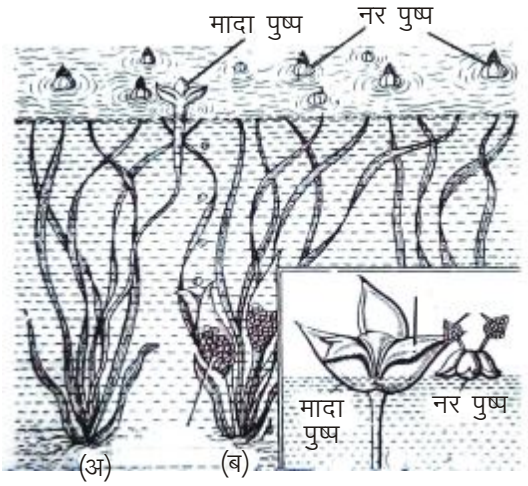
(d) घोंघे द्वारा परागण (Malacophily):–

चित्र 4.46 : घोंघे द्वारा परागण

घोंघे एवं कई प्रकार के स्लग (Slugs) भी पुष्पों को परागित करते हैं। गिलहरियाँ भी कई पुष्पों को परागित करती हैं। इन पुष्पों में स्पेडिक्स पुष्पक्रम पाया जाता है। उदाहरणः जिमिकन्द। (चित्र 4.46)

(III) जल परागण (Hydrophily):– इसमें एक पुष्प के परागकण दूसरे पुष्प के वर्तिकाग्र पर जल द्वारा पहुँचाए जाते हैं, उदाहरण के लिए–कुल नाइयेडेसी (Naiadaceae), सिरेटोफिलेसी (Ceratophyllaceae), हाइड्रोकेरिटेसी (Hydrocharitaceae), पोटेमोजीटोनेसी (Potamogetonaceae) आदि कुलों के पौधे।

टिप्पणी



चित्र 4.47 : वैलिसनेरिया में जल परागण (अ) मादा पौधा (ब) नर पौधा

जल परागित पुष्पों का सबसे अच्छा उदाहरण वैलिसनेरिया नाम का जलीय पौधा है। इस पौधे के पुष्प एकलिंगी होते हैं, नर पुष्प पानी की सतह पर तैरते रहते हैं (चित्र 4.47 ब)। मादा पुष्प में एक लम्बा और कुण्डलित डण्ठल होता है जिससे पौधे अलग किए बिना ही ये पानी की सतह पर आ जाते हैं (चित्र 4.46 अ)। नर पुष्प इनके पास पहुँच जाते हैं। नर पुष्पों के परागकोष फट जाते हैं और परागकण मादा पुष्प के वर्तिकाग्र से चिपक जाते हैं और परागण हो जाता है। इसके पश्चात् मादा पुष्प का वृन्त पुनः कुण्डलित हो जाता है और पानी के भीतर आ जाता है जहाँ पर फल का विकास होता है।

4.10 पराग–स्त्रीकेसर की पारस्परिक क्रिया एवं स्वयं अनिषेच्यता (Pollen-Pistil Interaction and Self-incompatibility)

पराग–स्त्रीकेसर की पारस्परिक क्रिया

परागण के पश्चात् पराग कण जब वर्तिकाग्र पर पहुँच जाते हैं तो परागकण एवं वर्तिकाग्र के बीच अर्न्तक्रिया होती है जो निम्न प्रकार हैः–

(1) अभिज्ञान क्रिया (Recognition Reaction)

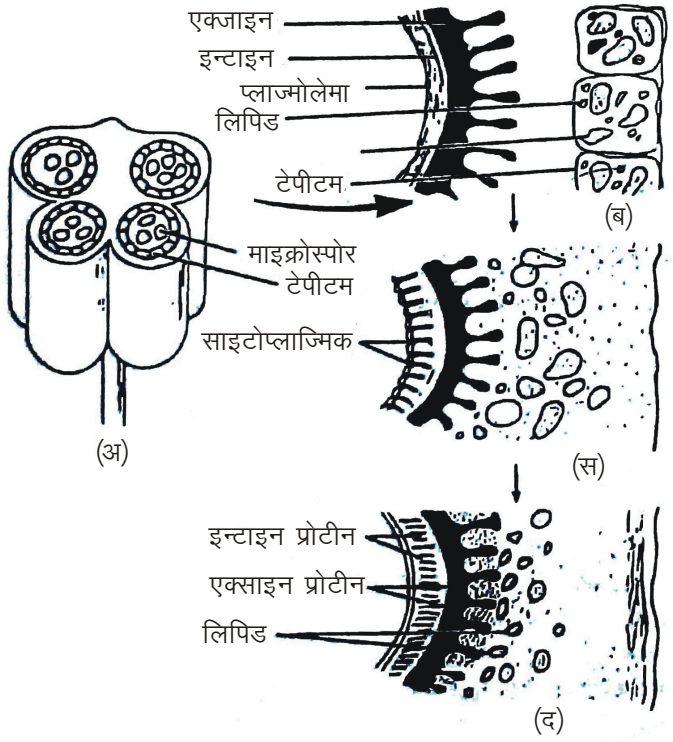
इसमें स्त्रीकेसर (Pistil) द्वारा यह निश्चित किया जाता है कि किसी विशिष्ट प्रकार के पराग कण (Pollen grain) को ग्रहण (Accept) किया जाय अथवा अस्वीकार किया जाय। स्पोरोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता (SSI) की अभिज्ञान क्रिया (recognition reaction) में तुरन्त ही पराग कण वर्तिकाग्र (Stigma) के सम्पर्क में आता है। **ब्रीडेमीजेर एवं बिलास** (Bredemeijer and Blass, 1975) **व्र सिवाना** (Shivanna, 1982) के अनुसार यह क्रिया कुछ गेमीटोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता (GSI) तंत्र (System) में भी लागू होती है।

(2) अस्वीकार क्रिया (Rejection Reaction):–

अनिषेच्यता वाले परागण में फीनोटिपिक परिवर्तनों द्वारा अस्वीकार क्रिया (Rejection reaction) देखने को मिलती है। इसमें वर्तिकाग्र (Sigma) के ऊपर पराग कणों के अंकुरणों का निरोध (Inhibition) अथवा वर्तिकाग्र में पराग नलिका

टिप्पणी

का प्रवेश नहीं हो पाता है। इसके अतिरिक्त वर्तिका के अन्दर पराग नलिका (Pollen tube) की वृद्धि नहीं हो पाती है। पराग कण की भित्ति तथा इसके प्रोटीन्स पराग–वर्तिकाग्र परास्पर क्रियाओं (Interaction) में भाग लेते हैं। सन् 1894 में प्रसिद्ध वैज्ञानिक **ग्रीन** (Green) ने स्पष्ट कर दिया कि पराग कणों में अनेक प्रकार के हाइड्रोलाइटिक एन्जाइम्स होते हैं जो पराग–वर्तिकाग्र परस्पर क्रियाओं में महत्वपूर्ण भाग लेते हैं। **टिसिन्गर एवं पेट्रोवस्का, बेरोनोवा** (Tsinger & Petrovaskaya, Baranova, 1961) ने पराग कण की भित्ति का महत्व बतलाते हुए स्पष्ट कर दिया कि इसमें चल प्रोटीन्स (Mobile proteins) संचित रहते हैं। उन्होंने बताया कि पराग कणों की एक्जाइन तथा इन्टाइन में प्रोटीन्स की निश्चित सान्द्रता पायी जाती है।



चित्र 4.48: इन्टाइन एवं एक्जाइन प्रोटीन्स का उद्गम : (अ) शिशु एन्थर की अनुप्रस्थ काट में शिशु माइक्रोस्पोर्स तथा टेपेटम (Tapetum) का एक स्तर प्रदर्शित, (ब–द) पराग कोशिकाद्रव्य (Pollen cytoplasm) में इन्टाइन प्रोटीन्स का उद्गम (Origin) तथा टेपेटम में एक्जाइन प्रोटीन्स का उद्गम

गेमीटोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता (GSI) वाले पौधों में ये प्रोटीन्स इन्टाइन में पाई जाती है और स्पोरोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता (SSI) वाले पौधों में हेस्लोप–हेरीसन (1975) के अनुसार ये प्रोटीन्स एक्जाइन में पाई जाती है।

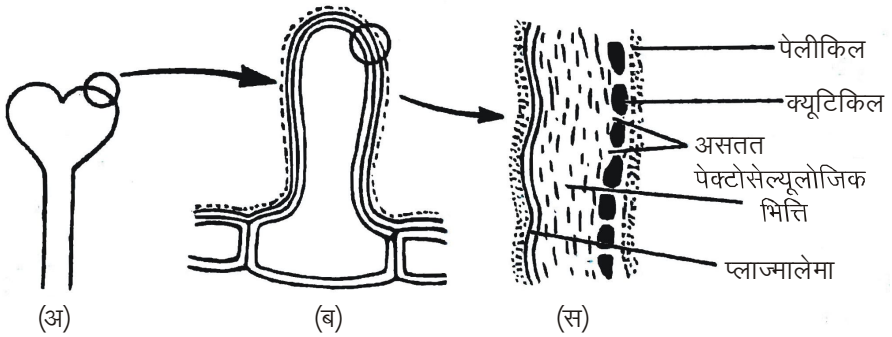
अनिषेच्यता क्रियाओं में पराग कण की भित्ति की प्रोटीन्स महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। अतः यह आवश्यक हो जाता है कि किस प्रकार इन्टाइन तथा एक्जाइन की प्रोटीन्स एक दूसरे से सम्बन्ध स्थापित करती हैं।

टिप्पणी

वर्तिकाग्र सतह निरोधः–

स्पोरोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता तंत्रों तथा कुछ गेमीटोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता तंत्रों, ओइनोथेरा (Oenothera) में अभिज्ञान (Recognition) एवं अस्वीकरण क्रियाएँ वर्तिकाग्र (Stigma) के ऊपर पाई जाती हैं, इसके अतिरिक्त पराग कण अंकुरण नहीं कर पाते हें अथवा पराग नलिकाएँ (Pollen tubes) वर्तिकाग्र में प्रवेश नहीं कर पाती हैं। प्रयोगों द्वारा यह देखा गया है कि यदि पराग कणों को सीधे वर्तिका (Style) के ऊपर रख दिया जाता है तो उनके द्वारा सामान्य निषेचन (Fertilization) हो जाता है और वर्तिकाग्र (Stigma) के ऊपर पाये जाने वाली अवरोध (Barriers) समाप्त हो जाती हैं।

क्रोह (Kroh, 1966) के अनुसार निषेच्यता (Compatible) पराग कणों में पराग नलिका क्यूटिकुलर स्तर में होकर प्रवेश करती हैं जबकि अनिषेच्यता वाले पराग कणों में यह प्रवेश नहीं कर पाती है। यदि पराग कणों को निषेच्यता वाले वर्तिकाग्र पर कुछ समय के लिए छोड़ दिया जाता है, और फिर उनको अनिषेच्यता वाले वर्तिकाग्रों पर रखा जाता है, तो यह देखा गया है कि पराग कणों से निकली हुई पराग नलिकाएँ क्यूटिकुलर स्तर का भेदन (Penetration) करती हुई प्रवेश कर जाती है। इन प्रयोगों द्वारा ये स्पष्ट हो जाता है कि क्यूटिनेज नामक एन्जाइम क्यूटिकिल को नष्ट करने के लिए आवश्यक होता है जो निषेच्यता वाले वर्तिकाग्र पर क्रियाशील हो जाता है, और एक बार क्रियाशील हो जाने के पश्चात् यह निषेच्यता वाले वर्तिकाग्र पर अपनी क्रिया प्रदर्शित करता है पौधों की अनेक जातियों (Species) की वर्तिकाग्र की सतह शुष्क होती हैं जिसके कारण वे अस्वीकरण (Rejection) क्रियाएँ प्रदर्शित करते हैं। अनेक वैज्ञानिकों का मत है कि शुष्क वर्तिकाग्र (Dry stigma) के ऊपर पेलीकिल का नम स्तर (Hydrated layer) क्यूटिकिल के ऊपर पाया जाता है। वैज्ञानिकों के अनुसार यह पेलीकिल पेपीली की सतह पर उभार के रूप में अनियमित क्यूटिकिल के द्वारा निकलती है। पराग कणों को प्राप्त करने के पश्चात् वर्तिकाग्र की सतह नम हो जाती है क्योंकि वर्तिकाग्र के पेपीलेट कोशिकाओं द्वारा जल बाहर निकलने लगता है (चित्र 4.49 अ–स)। इस प्रकार के उद्दीपन को ग्रहण करके एक्जाइन की प्रोटीन कुछ ही क्षणों में बाहर की ओर बहने लगती है जो पेलीकिल की प्रोटीन्स से संयोग करती है (चित्र 4.50 अ–द)। जब पराग कण वर्तिकाग्र के ऊपर एकत्रित होते हैं। तब वर्तिकाग्र की सतह पर पेलीकिल एक्जाइन प्रोटीन्स के ग्राहक (Acceptor) के रूप में कार्य करती है। और दो प्रकार की प्रोटीन्स की क्रियाओं के कारण अनिषेच्यता क्रिया देखने को मिलती है।



चित्र 4.49 : वर्तिकाग्र पेपिला की संरचना द्वारा क्यूटिकिल की असतत् अवस्था प्रदर्शित

टिप्पणी

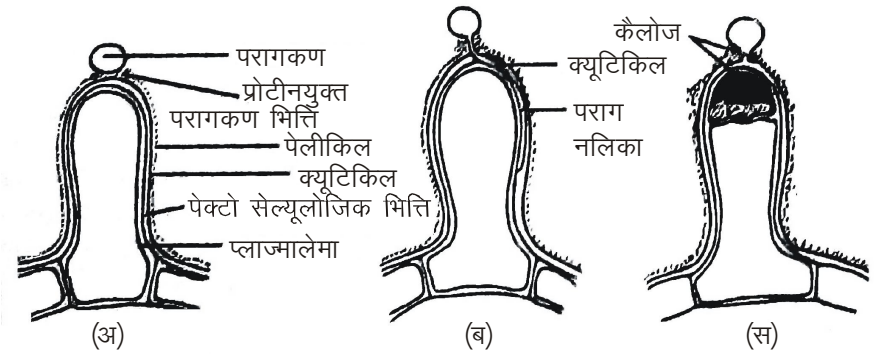
अनिषेच्यता वाले पराग कणों में नर गेमीटोफाइट (male gametophyte) के असामान्य व्यवहार देखे गये हैं जो अग्रांकित प्रकार हैं:–

(i) पराग कण, अंकुरण करने में असफल होते हैं।

(ii) यदि उनमें अंकुरण हो जाता है, तो उनसे निर्मित पराग नलिकाएँ (Pollen tubes) बहुत छोटी होती हैं।

(iii) एक पराग नलिका में निरोध (Inhibition) के कारण दूसरी पराग नलिका के निकलने में बाधा होती है।

(iv) पराग नलिकाओं के सिरे (Tips) फूलकर एप्रीसोरिया (Appressoria) जैसी संरचनाएँ बनाते हैं।



चित्र 4.50 : क्रूसीफेरी तथा कम्पोजिटी के पराग–वर्तिकाग्र में परस्पर क्रियाएँ प्रदर्शित

(a) पराग कण (Pollens) की भित्ति की प्रोटीन्स पेलीकिल (Pellicle) पर अभिज्ञान (Recognition) क्रिया।

(b) निषेच्यता वाली पराग नलिका (Pollen tube) की वृद्धि

(c) अनिषेच्यता वाली पराग नलिका (Pollen tube) में कैलस

अनिषेच्यता वाले पराग कण के लिए वर्तिकाग्र अनुक्रिया करता है जिसके फलस्वरूप वर्तिकाग्र पेपिली (Stigmatic papillae) के बीच पेक्टोसेल्यूलोसिक स्तर (Pectocellulosic layer) तथा प्लाज्मा मेम्ब्रेन (Plasma membrane) के बीच केलस प्लग पराग कण के सम्पर्क के ठीक नीचे बन जाता है। इसके अतिरिक्त पराग नलिका के सिरे के ऊपर भी एक केलस प्लग बन जाता है। जिसके कारण पराग नलिका की वृद्धि (Growth) रुक जाती है। इस क्रिया के द्वारा वर्तिकाग्र पर स्थित अन्य पराग कणों के अंकुरण पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। (चित्र 4.50)

गेमीटोफिटिक स्वयं अनिषेच्यता (GSI) तंत्रों, जैसे घासों में अस्वीकरण (Rejection) क्रिया केवल वर्तिकाग्र पर देखने को मिलती है अर्थात् यह क्रिया वर्तिका में नहीं होती है और वर्तिकाग्र पेपीला (Papilla) के ऊपर केलोज (Callose) का जमाव नहीं होता है जिसमें अनिषेचयता वाला परागण (Pollination) होता है। पराग नलिका में केलोज का जमाव होता है। कभी–कभी पराग कण के अंकुरण छिद्र (Pore) पर केलोज एकत्रित हो जाता है, जिसके कारण अंकुरण नहीं हो पाता है। प्रकृति में अनेकों ऐसी प्रयुक्तियाँ पायी जाती हैं जिनके द्वारा बाह्य जनन (Outbreeding) होता है और यह क्रिया स्वयं अनिषेच्यता कहलाती है। स्व–परागण को रोकने अथवा पर–परागण

के लिए अनेक युक्तियाँ हैं जो नर एवं मादा गेमीट्स के क्रियाशील होते हुए भी स्व–परागित पुष्पों में बीज बनने की क्रिया में बाधक होती है–

टिप्पणी

पर–परागण (Cross-pollination) के लिए निम्नलिखित युक्तियाँ होती हैं:–

(1) **एकलिंगता (Dictiny or Unisexuality)**– कुछ पुष्प एकलिंगी होते हैं। इनमें पुंकेसर तथा अण्डप अलग–अलग पुष्पों में पाये जाते हैं। अतः इन पुष्पों में स्व–परागण नहीं हो पाता है किन्तु इस प्रकार के पुष्पों से पर–परागण (Cross-pollination) में सहायता मिलती है। द्विलिंगाश्रयी (Monoecious) पौधे पर दोनों नर तथा मादा पुष्प उत्पन्न होते हें, जैसे–*कुकुरबिटा मॉसकेटा, रिसीनस कम्युनिस, जिया मेज, आरटोकार्पस इनटिग्रा* आदि। एकलिंगाश्रयी (Dioecious) पादपों पर नर तथा मादा पुष्प अलग–अलग पादपों पर लगते हैं, जैसे–केरिया पपाया।

(2) **स्वयं बन्ध्यता (Self-sterility)**– इस प्रकार में एक पुष्प का वर्तिकाग्र (Stigma) उसी पुष्प के पराग कणों के लिए बन्ध्य (Sterile) होता है अतः यदि पराग कण इस प्रकार की वर्तिकाग्र पर गिरते हैं उनमें निषेचन (Fertilization) की क्रिया नहीं होने पाती है, जैसे– आलू (Solanum tuberosum), तम्बाकू *(Nicotiana tabacum),* चाय *(Thea chinensis)* तथा ऑर्किड *(Orchid masculata)* आदि।

(3) **भिन्नकालपक्वता (Dichogamy)**– अधिकतर द्विलिंगी (Bisexual) पुष्पों में नर (Male) तथा मादा (Female) पुष्प एक ही समय में परिपक्व नहीं होते हैं, जैसे–सूर्यमुखी, मटर, साल्विया आदि। जब अण्डप (Carpel) पहले परिपक्व होता है, तो उसे स्त्रीपूर्वता (Protogyny) कहते हैं, जैसे–अंजीर (*Ficus glomerata*), अशोक *(Polyalthia longifolia),* चम्पा *(Michelia champaca)* आदि और यदि परागकोष (Anthers) पहले परिपक्व होते हैं तो वह दशा पूर्व पुंकेसा (protandry) कहलाती है। नर तथा मादा पुष्पों के अलग अलग समय पर परिपक्व होने के कारण पर ही परागण पाया जाता है।

पुपूर्वता (Protandry), गुड़हल (Hibiscus rosa-sinensis), धनिया *(Coriandrum sativum),* सूरजमुखी *(Helianthus annuus),* क्लीरोडेण्ड्रॉन *(Clerodendron)* आदि में पायी जाती है।

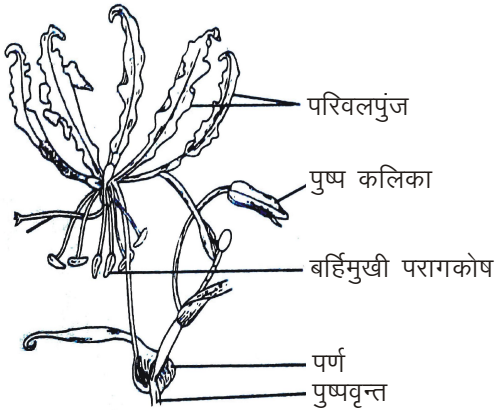
(4) **रुद्ध पराजिता (Herkogamy)**– कुछ द्विलिंगी (Bisexual) पुष्पों में अण्डप (Carpel) तथा पुंकेसर (Stamens) एक ही समय में परिपक्व (Mature) होते हैं। किन्तु नर तथा मादा के बीच ऐसी रोधिकाएँ (Barriers) आ जाती हैं जिससे स्व–परागण (Self-pollination) नहीं हो पाता है, जैसे–आक *(Calotropis)* के पराग परागकोषों (Anther) के दो पराग पिण्डों (Pollinia) में भरे रहते हें। अतः पराग कण अपने आप नहीं आ सकते हैं। अपितु कीटों (Insect) की सहायता से ले जाए जाते हैं और इनमें पर–परागण (Cross pollination) होता है। कुछ पुष्पों में पुंकेसरों (Stamens) एवं वर्तिकाग्रों (Stigmas) के बीच रोधिकाएँ आ जाती हैं, जैसे–स्क्रोफुलेरिया *(Scrophularia)*। अतः उसी पुष्प के पराग कण, वर्तिकाग्र पर नहीं पहुँच पाते हैं। अन्य उदाहरणः–

टिप्पणी

(i) सरसों *(Brassica campestris)*, केण्डीटफ्ट *(Iberis amara)*, डायएन्थस चायनेन्सिस *(Dianthus chinensis)* में वर्तिकाग्र पुंकेसर से बहुत दूर स्थित होते हैं।

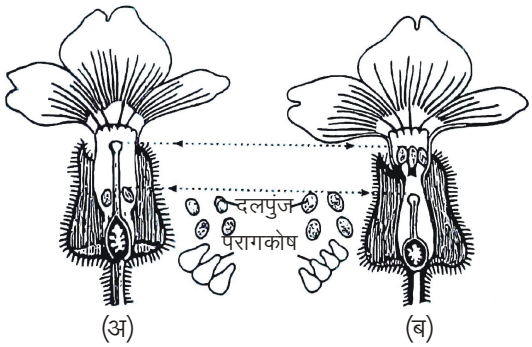
(ii) ग्लोरियोसा सुपरबा *(Gloriosa superba)* में परागकोष (Anthers) वर्तिकाग्र (Stigma) से बहुत दूर फटते हैं। (चित्र 4.51)

(iii) आक *(Calotropis)*, ऑर्किड *(Orchis mascula)* में पराग कण पोलीनिया के रूप में पाये जाते हैं जो वर्तिकाग्र तक नहीं पहुँच सकते हैं अर्थात् इसके लिए कीट सहायक होते हैं।



चित्र 4.51 : ग्लोरियोसा सुपरबा (Gloriosa Superba) के पुष्प की रचना

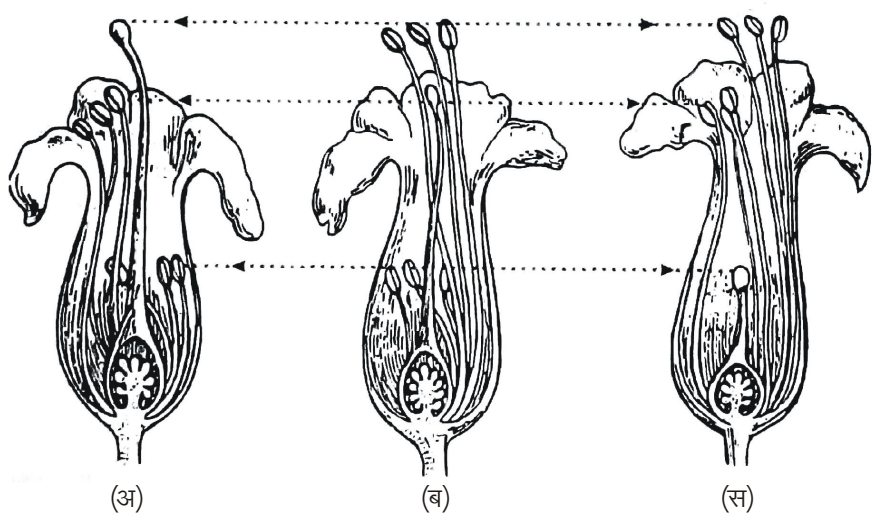
(5) विषमरूपता (Heteromorphism)– कुछ पादपों में पुष्पों के दो (Dimorphic) अथवा तीन (Trimorphic) प्रकार के रूप (Forms) पाये जाते हैं जिनके पुंकेसर (Stamens) तथा वर्तिकाग्र (Stigmas) भिन्न स्तर (Level) की होते हैं। पुष्पों में इस प्रकार की द्विरूपता (Dimorphism) अथवा त्रिरूपता (Trimorphism) के फलस्वरूप विभिन्न लम्बाई वाली वर्तिकाएँ (Styles) पायी जाती हैं जिसे विषम वर्तिकात्व (Heterostyle) कहते हैं तथा विभिन्न प्रकार के परगकोष पाए जाते हैं जिसे विषम परागकोषत्व (Heteroanthy) कहते हैं। प्राइमुलेसी (Primulaceae) के पुष्प प्राइमुला साइनेन्सिस *(Primula sinensis)* में द्विरूपता (Dimorphism) पायी जाती है। (चित्र 4.52)



चित्र 4.52 : प्राइमुला साइनेन्सिस (Primula sinensis) के पुष्पों में द्विरूपता : (अ) पुष्प में लम्बी स्त्रीकेसर तथा लम्बा वर्तिकाग्र (ब) पुष्प में छोटा स्त्रीकेसर तथा छोटा वर्तिकाग्र

टिप्पणी

प्रथम प्रकार में परागकोष पुष्प के बाह्यदलपुंज में अधिक गहराई में स्थित होते हैं तथा वर्तिकाग्र (Stigma) प्रवेश द्वार पर ही स्थित होती है। इनके पराग कण (Pollens) छोटे किन्तु वर्तिकाग्र पेपिली (Stigma papillae) बड़े आकार की होती है। दूसरे प्रकार में परागकोष प्रवेश द्वार पर स्थित होते हैं किन्तु वर्तिका बहुत गहरी स्थित होती है और इनके पराग कण बड़े तथा वर्तिकाग्र पेपिला छोटी होती है। इन पुष्पों के समीप भ्रमण करने वाले विभिन्न कीट एक ही स्तर (Level) पर पुष्पीय अंगों का स्पर्श करेंगे, क्योंकि इन कीटों की शुण्डिका (Proboscis) तथा टाँगें आदि भी विभिन्न लम्बाई की होती हैं। अतः छोटी वर्तिका (Short style) पराग कणों द्वारा पर–परागण (Cross-pollination) में सहायक होगी। इसी प्रकार की क्रिया दूसरे पुष्प में भी होगी। इसमें अधिक वृद्धि करने वाले पराग कण तथा वर्तिका (Style) सहायक होंगे। (चित्र 4.52)



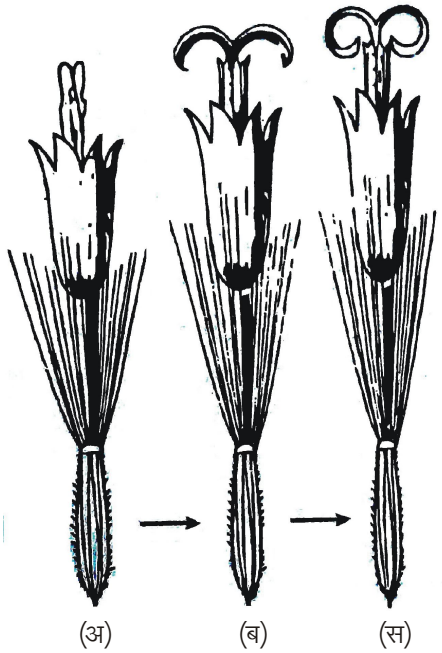
चित्र 4.53 : लायथ्रम सेलीकेरिया (Lythrum salicaria) : त्रिरूपी (Trimorphic) पुष्पों में विभिन्न ऊँचाई पर स्थित स्त्रीकेसर तथा पुंकेसर

इस प्रकार की द्विरूपता (Dimorphism) जेस्मीन (Jasmine) तथा ओलिएसी (Oleaceae) के मीठी सुगन्ध वाले पुष्पों, लाइनम (Linum) तथा पोलीगोनेसी (Polygonaceae) के कूटू (Fagopyrum) में भी पायी जाती है। लायथ्रेसी (Lythraceae) के ऑक्जेलिस *(Oxalis)* तथा लायथ्रम *(Lythrum)* की कुछ जातियों में त्रिरूपता पायी जाती है। पुष्पों की तीन जातियों में पुंकेसरों (Stamens) तथा वर्तिकाग्र (Stigma) की स्थिति तीन प्रकार की होती है जिससे पर परागण तीन ऊँचाइयों से होता है। (चित्र 4.53)

स्वअनिषेच्यता (Self-incompatibility)– वर्तिकाग्र भिन्न प्रकार के परागकणों को ग्रहण करता है किन्तु सभी परागकण जो वर्तिकाग्र पर आते हें वे निषेचन करने में सक्षम नहीं होते। पिस्टिल या स्त्रीकेसर में यह क्षमता होती है कि वे केवल उचित परागकण को अंकुरित होने देती है, अन्य को नहीं। यदि एक पिस्टल में कार्यिक मादा युग्मक है तथा परागकण भी जीवनक्षम एवं जनन योग्य है किन्तु फिर भी यदि निषेचन नहीं होता है तो दोनों को अनिषेच्या (Incompatibility) कहा जाता है, तथा इस घटना को लैंगिक अनिषेच्यता (Self-incompatibility) कहा जाता है। लैंगिक अनिषेच्यता अन्तर्जातीय (Interspecific) अर्थात् भिन्न जातियों के जीवों के बीच या अन्तर्जातीय

(Intraspecific) अर्थात् एक ही जाति के जीवों के बीच हो सकती है। बाद वाली को स्व–अनिषेच्यता (Self-incompatibility) कहा जाता है।

टिप्पणी



चित्र 4.54 : आर्निका मोन्टाना में परागण हेतु स्त्रीकेसर एवं पुंकेसर की परस्पर क्रिया

स्वअनिशेच्यता दो प्रकार की होती हैं–विषमरूपी एवं समरूपी (Heteromorphic and homomorphic)

(1) विषेमरूपी अनिषेच्यता (Heteromorphic Incompatibility)

इसमें एक ही जाति (Species) में डाइस्टाइल (Distyle) एवं ट्राइस्टाइली (Tristyle) अभिजनन करने वाले पौधों में स्पष्ट आकारिकी (Morphology) प्रदर्शित होती है जिसे आसानी से अभिजनन परीक्षण (Breeding Test) के बिना नहीं पहचाना जा सकता। अभिजनन करने वाले पादपों में हिटरोस्टाइली पाई जाती है इस प्रकार की अनिषेच्यता क्रिया को डाइमार्फिक जाति (जैसे–प्राईमुला) में दो एलील को एक जीत द्वारा व ट्राइमार्फिक जाति (जैसे–लाइथ्रम) में दो एलील को दो जीन्स द्वारा नियंत्रित किया जा सकता है। अनिषेच्यता जीन्स की प्रभाविकता दो एलील के बीच परागकण एवं वर्तिका दोनो में ही प्रदर्शित होती हैं।

(2) समरूपी (Homomorphic) अनिषेच्यता

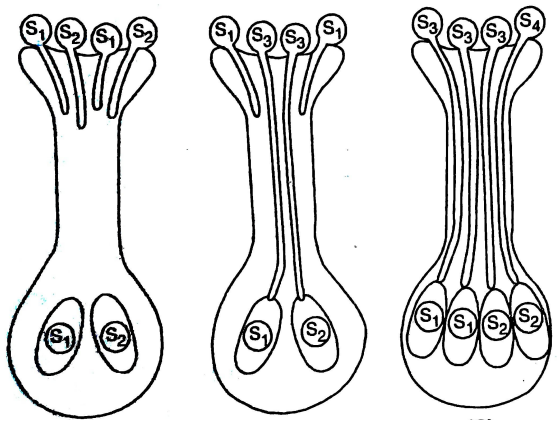
इस प्रकार के तंत्र में एक ही प्रकार के पुष्प होते हैं अर्थात् निषेच्य व अनिषेच्य पौधों को पुष्प की बाह्य संरचना के आधार पर विभेदित नहीं किया जा सकता है। इन जातियों में दो प्रकार के अनिषेच्य तंत्र कार्य करते हैं:–

(a) युग्मकोद्भिदी अनिषेच्यता (Gametophytic incompatibility)– इस प्रकार की अनिषेच्यता को सबसे पहले **ईस्ट व मेन्जलडॉर्फ ने 1925** में निकोटियाना सैन्डिर *(Nicotiana sanderae)* में देखा था। युग्मकोद्भिदी अनिषेच्यता, परागकण, वर्तिका ऊतक एवं बीजाण्ड (Ovule) में पायी जाने

टिप्पणी

वाली (S) जीन की बहुविकल्पी एलील (Multiple alleles) द्वारा नियंत्रित होती है। ट्राइफोलियम *(Trifolium)* जाति में लगभग 212 बहुविकल्पी एलील्स पायी जाती हैं। ये जीन स्वतंत्र होती हैं एवं इनमें किसी प्रकार का प्रभावी सम्बन्ध (Dominance relationship) नहीं होता।

यदि वर्तिका परागकणों की नलिका वृद्धि का निषेध नहीं करती है तो परागकण व बीजाण्ड की असमान (S) एलील मिलकर बीज बनाने में सक्षम होती हैं। वर्तिका का ऊतक द्विगुणित होता है और यदि इसकी कोई भी (S) एलील परागकण के साथ समान होती है तो पराग नलिका की वृद्धि रुक जाती है। उदाहरण के लिए S_1S_2 जीनोटाइप (Genotype) की वर्तिका किसी भी ऐसी पराग नलिका को वृद्धि नहीं करने देगी जिसमें S_1 or S_2 एलील हैं (चित्र 4.55 अ), किन्तु यह ऐसी परागनलिका की वृद्धि को निषेचित नहीं करेगी जिसमें S_3 & S_4 एलील है। अतः यहाँ तीन स्थितियाँ होंगी–पूर्ण अनिषेच्यता (Fully incompatible), आंशिक अनिषेच्यता (Partial incompatibility) एवं पूर्ण निषेच्यता (Fully compatibility) युग्मकोद्भिदी अनिषेच्यता टमाटर, नाशपाती, तम्बाकू, आम आदि में देखी गई है। (चित्र 4.55 ब, स)



चित्र 4.55 : S_1S_2 की स्त्रीकेसर पर परागकणों की अनुक्रियाओं द्वारा स्पोरोफिटिक स्वअनिषेच्यता प्रदर्शित (अ) S_1S_2 पौधे से कोई परागकण नही आता (ब) S_2S_3 पौधे से कोई परागकण नहीं आता (स) S_1S_2 वाले परागकणो से किसी भी पौधे में निषेचन हो सकता है।

(b) बीजाणुद्भिदी अनिषेच्यता (Sporophytic incompatibility)– इसे सबसे पहले **ह्यूज व बैबकॉक** (Hughes and Babcock, 1950) ने **क्रीपिस** में एवं **गर्स्टेल** (Gerstel, 1950) ने *पार्थीनियम* (Parthenium) में देखा था। यह तंत्र भी (S) जीन की बहुविकल्पी एलील द्वारा नियंत्रित होता है किन्तु यहाँ जीन्स स्वतंत्र नहीं होती एवं प्रभावित सम्बन्ध (Dominance relationship) दर्शाती हैं। परागनलिका की क्रियाविधि अपने ही जीनोटाइप (Genotype) द्वारा नियंत्रित नहीं होती यद्यपि उस पौधे के जीनोटाइप द्वारा नियंत्रित होती है जिस पर परागकण उत्पन्न हुआ है। उदाहरण के लिए S_1 S_2 पौधों से उत्पन्न हुए दोनों प्रकार के परागकणों का व्यवहार समान

होगा। एक एलील दूसरी पर प्रभावी होती है। अतः यदि S_1 प्रभावी है तो $S_1 S_2$ वर्तिका, $S_1 S_1$ वर्तिका की तरह व्यवहार करेगी।

साधारणतया निषेधात्मक (Inhibition) प्रक्रिया वर्तिकाग्र की सतह पर उत्पन्न होती है जिसके परिणामस्वरूप परागकण वर्तिकाग्र पर अंकुरित नहीं होते। बीजाणुद्भिदी *अनिषेच्यता, ब्रेसिका ऑलेरेसिया* (Brassica oleracea), *ब्रेसिका केम्पेस्ट्रिस* (Brassica campestris), *कॉसमॉस* (Cosmos) आदि में देखी गई हैं।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जाँचिए (Check Your Progress)

1. पुष्प के आवश्यक अंग कहलाते हैं–
   (क) पुंकेसर (ख) अण्डप
   (ग) पुंकेसर एवं अण्डप (घ) पुष्पासन
2. एण्ड्रोगायनोफोर पाया जाता है–
   (क) *पोलीएल्थिया लोंगीफोलिया* (ख) *क्लिओम गायनेण्ड्रा*
   (ग) *निम्फिया आल्वा* (घ) *म्यूसेण्डा फ्रोण्डोसा*
3. एक प्रारूपिक पुष्प में सदस्यों के सेट्स होते हैं–
   (क) दो (ख) तीन
   (ग) एक (घ) चार
4. पुष्प एक रूपान्तरित ..... है।
   (क) जड़ (ख) प्ररोह
   (ग) पत्ती (घ) कलिका
5. माइक्रोस्पोरेन्जियम में स्थित टेपेटम (Tapetum) का प्रमुख कार्य है–
   (क) पराग कणों को सुरक्षित रखना
   (ख) स्पोरेन्जियम में जल पहुँचाना
   (ग) माइक्रोस्पोरेन्जियम में पोषक पदार्थों को पहुँचाना
   (घ) कोई कार्य न करना
6. एन्थर का स्फटन होता है–
   (क) एपीडर्मिस से (ख) हाइपोडर्मिस से
   (ग) स्टोमियम से (घ) टेपेटम से
7. निम्नांकित में से किस पौधे के पराग कण, पोलीनिया में बन्द रहते हैं?
   (क) *केलोट्रोपिस* में (ख) *मस्टर्ड* में
   (ग) *एलियम* में (घ) *पोलीगोनम* में
8. पराग कण के बाह्यचोल पर पायी जाने वाली क्यूटिन कहलाती है–
   (क) बैकुला (ख) नैक्साइन
   (ग) सैक्साइन (घ) स्पोरोपोलेनिन

टिप्पणी

9. लघुबीजाणु अधिकतर होते हैं–

(क) हेप्लॉइड (ख) डिप्लॉइड

(ग) ट्रिप्लॉइड (घ) पोलीप्लॉइड

10. माइक्रोस्पोरोजेनेसिस किसका पर्यायवाची है ?

(क) स्परमेटोजेनेसिस का (ख) परागकण विकास का

(ग) नर गेमीटोफाइट का (घ) मादा गेमीटोफाइट का

11. जल परागण का उत्तम उदाहरण है–

(क) *नेलमबियाम* (ख) *निम्फिया*

(ग) *आइकोर्निया* (घ) *वैलिसनेरिया*

12. नई किस्म उत्पन्न करने के लिए कौन–सा परागण होना चाहिए ?

(क) स्व–परागण (ख) पर–परागण

(ग) स्व–परागण एवं पर–परागण (घ) दोनों में से कोई नहीं

13. पक्षियों द्वारा परागण कहलाता है–

(क) आरनिथोफिली (ख) कीटोप्टेरोफिली

(ग) एन्टोमोफिली (घ) मेलाकोफिली

14. किस पौधे के पराग कण पोलीनिया में पाये जाते हैं?

(क) मस्टर्ड (ख) *एलियम*

(ग) *पॉलीगोनम* (घ) *केलोट्रोपिस*

15. *बोहीनिया मेगालेण्ड्रा* में परागण होता है–

(क) घोंघे द्वारा (ख) वायु द्वारा

(ग) जल द्वारा (घ) चमगादड़ द्वारा

16. पक्षी परागण का उदाहरण है–

(क) *यक्का* (ख) साल्मोलिया

(ग) आक (घ) *ऑर्किड*

4.11 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर (Answer to Check Your Progress)

1. (ग) 11. (घ)
2. (ख) 12. (ख)
3. (घ) 13. (क)
4. (ख) 14. (घ)
5. (ग) 15. (घ)
6. (ग) 16. (ख)

7. (क)
8. (घ)
9. (क)
10. (क)

टिप्पणी

4.12 सारांश (Summary)

आवृत्तबीजी का पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह होता है जिसमें दलपुंज, बाह्यदलपुंज, पुंकेसर व स्त्रीकेसर पाये जाते है। पुकेसर में पराग कोष में परागकण बनते है। स्त्रीकेसर के अण्डाशय में बीजाण्ड पाये जाते है जिसके भ्रूणकोष में अण्ड कोशिका बनती है। परागण द्वारा परागकण वर्तिकाग्र पर पहुँचकर पराग नलिका के द्वारा नर युग्मक को भ्रूण कोष के अण्ड व द्वितियक केन्द्रक तक पहुँचाते हैं।

4.13 मुख्य शब्दावली (Key Terminology)

- थैलेमस
- युग्मकोद्भिद
- पुष्पदलविन्यास
- पुंकेसर
- अण्डप
- परागकोष
- लघुबीजाणु
- पुमंग
- प्रविभाजी ऊतक
- पॉलीनियम
- युग्मकोद्भिद
- स्पोरोपोलेनिन
- नीमेक
- बीजाण्डकाय
- रेफी
- स्ट्रासबर्गर
- प्रतिध्रुव कोशिकाएँ
- पुंकेसर : परागकोष
- लघुबीजाणुपर्ण : टेपीटम
- परागकण : अण्डाशय
- वर्तिका : वर्तिकाग्र
- बीजाण्ड : माइक्रोपाइल

4.14 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास (Self Assessment Questions and Exercises)

टिप्पणी

लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Type Questions)

1. पुष्प की आकारीय प्रकृति की विवेचना कीजिए।
2. पुष्पों के आवश्यक अंगों की आकारिकी की उल्लेख कीजिए।
3. पुष्प संरचना का वर्णन कीजिए।
4. ''फूल एक टहनी का परिवर्तित रूप है।'' इस धारणा का वर्णन कीजिए।
5. एक प्रारूपिक पुष्प के लम्बवत् काट का केवल नामांकित चित्र बनाइए।
6. चित्रों की सहायता से नर युग्मकोद्भिद के विकास का वर्णन कीजिए।
7. लघुबीजाणुजनन पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
8. एण्डोथीसियम पर टिप्पणी लिखिए।
9. टेपेटम पर टिप्पणी लिखिए।
10. परिपक्व परागकोष (Anther) के अनुप्रस्थ काट (T.S.) का स्फुटन प्रदर्शित करते हुए नामांकित चित्र बनाइये।
11. नामांकित चित्रों की सहायता से गुरुबीजाणुजनन प्रक्रिया का वर्णन कीजिए।
12. एलियम के भ्रूण कोष के विकास की क्रमिक अवस्थाओं का स्वच्छ नामांकित चित्र बनाइए।
13. मादा युग्मकोद्भिद पर टिप्पणी लिखिए।
14. केन्द्रीय भ्रूण कोष का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
15. मोनोस्पोरिक भ्रूण कोष पर टिप्पणी लिखिए।
16. न्यूसेलस पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
17. वायु परागित पुष्पो की विशेषताओं का वर्णन कीजिए तथा कुछ वायु परागित पुष्पों का वर्णन कीजिए।
18. पर–परागण पर संक्षिप्त निबन्ध लिखिए।
19. स्वयं परागण की क्रियाविधि समझाइये।
20. चमगादड़ एवं घोंघे द्वारा होने वाले परागण पर टिप्पणी लिखिए।
21. निम्नलिखित पौधों में होने वाले परागण पर टिप्पणी लिखिए–
    (i) सूरजमुखी
    (ii) अंजीर,
    (iii) आक (मदार)
22. स्व एवं पर–परागण में अन्तर लिखिए।
23. साल्विया में परागण पर टिप्पणी लिखिए।

24. वायु–परागण हेतु पादपों के अनुकूलन लिखिए।
25. वैलिसनेरिया में परागण पर टिप्पणी लिखिए।
26. परागण में पौलीनिया की भूमिका समझाइये।

टिप्पणी

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Type Questions)

1. पुष्प के विभिन्न अंगों का चित्र बनाकर विस्तार से वर्णन कीजिए।
2. इस कथन की पुष्टि कीजिए कि ''पुष्प एक रूपान्तरित प्ररोह है।''
3. लघुबीजाणु किसे कहते हैं। आवृतबीजी में लघुबीजाणु की संरचना का वर्णन कीजिए।
4. आवृतबीजी पौधों में लघुबीजाणुजनन का वर्णन कीजिए।
5. टेपेटम के प्रकार एवं कार्य पर टिप्पणी लिखिए।
6. पोलीगोनम प्रकार के भ्रूण कोष या मादा युग्मकोद्भिद के परिवर्द्धन का सचित्र वर्णन कीजिए।
7. भ्रूण कोष के परिवर्द्धन का वर्णन कीजिए।
8. 'गुरुबीजाणुजनन' से आप क्या समझते हैं? नामांकित चित्रों की सहायता से मादा युग्मकोद्भिद के विकास का वर्णन कीजिए।
9. गुरुबीजाणुधानी, गुरुबीजाणुजनन एवं मादा युग्मकोद्भिद के विकास पर एक लेख लिखिए।
10. मोनोस्पोरिक, बाइस्पोरिक तथा टेट्रास्पोरिक भ्रूण कोष से क्या समझते हैं ?
11. आवष्तबीजियों में मादा युग्मकोद्भिद् की संरचना एवं विकास का वर्णन कीजिए।
12. बीजाण्डों के प्रकार लिखिए।
13. गुरुबीजाणुजनन पर टिप्पणी लिखिए।
14. आवृत्तबीजी में बीजाण्ड की रचना एवं विकास का वर्णन कीजिए।
15. परागण क्या है? परागण की विभिन्न विधियों का वर्णन कीजिए।
16. जन्तु परागण किसे कहते हैं? उन पुष्पों की विशेषताओं का वर्णन कीजिए जिनमें इस प्रकार का परागण पाया जाता है।
17. कीटों में अनुकूलन के आधार पर मकरन्द पुष्पों को किस प्रकार विन्यस्त किया जा सकता है?
18. परागण के प्रकार, परागणकारी के लिए विषेश अनुकूलनों पर एक निबन्ध लिखिए।
19. सभी प्रकार की परागण विधियों का विस्तृत वर्णन कीजिए।
20. जल–परागण पर टिप्पणी लिखिए।
21. स्व अनिषेच्यता क्या है? विस्तार से वर्णन कीजिये।
22. बाह्य जनन के लिए युक्तियों का वर्णन कीजिए।

टिप्पणी

23. निम्नलिखित पर टिप्पणी कीजिए–
    (i) स्वअनिषेच्यता
    (ii) परागकोष–स्त्रीकेसर की पारस्परिक क्रिया
    (iii) हिटरोस्टाइली
    (iv) डाइकोगेमी
24. निम्नलिखित को समझाइये–
    (i) हरकोगेमी
    (ii) स्पोरोफाइटिक एवं गेमिटोफाइटिक स्वअनिषेच्यता

4.15 सहायक पाठ्य सामग्री (Suggested Readings)

1. Dr. S.P. Qureshi, Dr. M.N. Mhaiskar, Dr. A.S. Dahat, Dr. K.P. Ghoshal, Dr. M.G. Awaley, Botany-B.Sc Semester IV, 2020 Himalaya Publishing House.
2. S.Sundara Rajan 2016, College Botany, Vol. 2. Himalaya Publishing House.
3. निरंजन श्रोत्रिम व अर्चना श्रोत्रिम 1918 वनस्पती विज्ञान, रामप्रसाद एंड संस, आगरा

इकाई 5 भ्रूणिकी : निषेचन प्रक्रिया एवं भ्रूण परिवर्धन (Process of Fertilization and Embryo Development)

संरचना (Structure)

5.0 परिचय
5.1 उद्देश्य
5.2 निषेचन की प्रक्रिया
5.3 भ्रूणपोष
5.4 भ्रूण परिवर्धन
5.5 फल का परिवर्धन एवं परिपक्वन
5.6 परिपक्वन के समय कार्यिकीय परिवर्तन
5.7 बीज की संरचना एवं प्रकीर्णन
5.8 बीजों का प्रकीर्णन
5.9 कायिक प्रवर्धन
5.10 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर
5.11 सारांश
5.12 मुख्य शब्दावली
5.13 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास
5.14 सहायक पाठ्य सामग्री

5.0 परिचय (Introduction)

आवृत्तबीजी पदापों में नर युग्मक एवं अण्ड कोशिका के संयुग्मक के फलस्वरूप निषेचन होता है और निषेचित कोशिका को जाइगोट कहते है। जाइगोट से दो विभिन्न विधियों द्वारा एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री भ्रूण विकसित होता है। दूसरे नर युग्मक व द्वितीयक नाभिक के संयुग्मन को द्विनिषेचन कहते है और इस ट्रिपलाएड नाभिक को भ्रूणपोष कोशिका कहते है जिससे भ्रूणपोष ऊतक बनता है। अण्डाशय से फल व बीजाण्ड से बीज बनता है। कायिक प्रवर्धन द्वारा भी आवृतबीजी में प्रजनन होता है।

5.1 उद्देश्य (Objectives)

इस इकाई के अध्ययन द्वारा निम्न का ज्ञान होता है

(अ) आवृत्तबीजी में निषेचन

(ब) निषेचन के पश्चात् भ्रूण का विकास

(स) फल का विकास

(द) बीजों का विकास

(त) कायिक प्रजनन

टिप्पणी

5.2 निषेचन की प्रक्रिया (Events of Fertilization)

वर्तिकाग्र पर पहुँचने के पश्चात् परागकणों का वहीं पर अंकुरण होता है। अंकुरित परागकण की परगनलिका (Pollen tube) भ्रूणपोष में प्रवेश करती है जहाँ पर एक नर युग्मक अण्ड नाभिक के साथ सायुज्मित होकर जायगोट (Zygote) बनाता है जबकि द्वितीय नर युग्मक द्वितीयक नाभिक के साथ सायुज्मित होकर त्रिगुणित प्राथमिक भ्रूणपोष नाभिक बनाता है। नर युग्मक एवं अण्डनाभिक के मध्य होने वाली संलयन (Fusion) की प्रक्रिया को निषेचन कहते हैं, जबकि द्वितीय नर युग्मक एवं द्वितीयक नाभिक के मध्य होने वाली संलयन की प्रक्रिया को द्विनिषेचन (Double fertilization) कहते हैं। द्वितीय नर युग्मक एवं द्वितीयक नाभिक के मध्य होने वाली संलयन की प्रक्रिया वास्तव में तीन अगुणित नाभिकों (2 ध्रुवीय नाभिक एवं 1 नर युग्मक नाभिक) के मध्य संलयन होता है अतः इसे त्रिसायुज्यन (Triple fusion) भी कहते हैं। निषेचन की प्रक्रिया की खोज स्ट्रासबर्गर (1884) नामक वैज्ञानिक ने की थी।

आवृत्तबीजी पौधों में निषेचन की क्रिया निम्न चरणों में पूर्ण होती हैः–

(1) परागकणों का अंकुरण

(2) पराग नलिका की वृद्धि

(3) बीजाण्ड में परागनलिका का प्रवेश

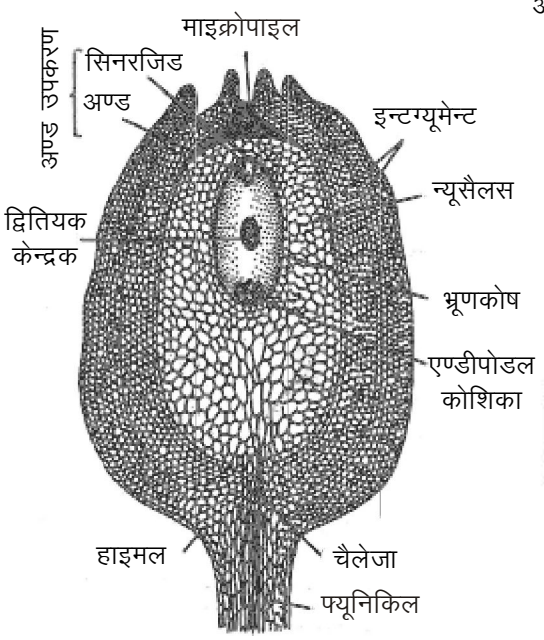
(4) भ्रूणकोष में परागनलिका का प्रवेश

(5) परागनलिका के पदार्थों का स्वतंत्र होना।

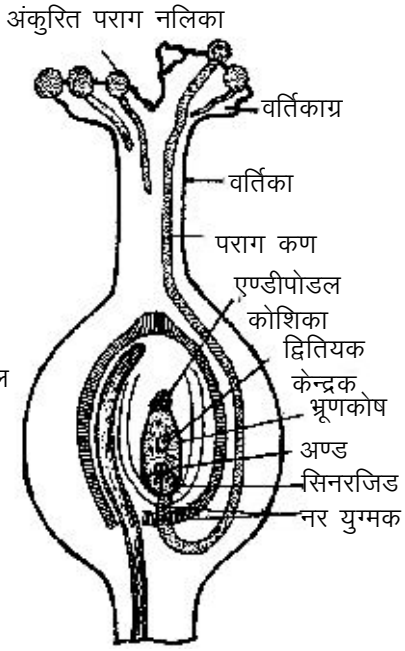
(6) नर एवं मादा युग्मकों का सयुजन (निषेचन एवं द्विनिषेचन)

1. **परागकणों का अंकुरणः**– परागकणों का अंकुरण परागकणों की दीर्घजीविता (Longivity) के साथ साथ बाह्य तथा आंतरिक कारकों (Internal factors) की बारम्बारता (Frequency) पर भी निर्भर करता है। इनका अंकुरण वर्तिकाग्र की सतह पर होता है। अंकुरण में परागकण वर्तिकाग्र की सतह पर स्थित जलीय तरल पदार्थों का अवशोषण करते हैं, जिसके फलस्वरूप उनका आंतरिक पदार्थ फूल जाता है, जिसके फलस्वरूप एक्साइन (Exine) अपने जनन छिद्र (Germ pore) के क्षेत्र से फट जाता है तथा इन्टाइन (Intine) समस्त आंतरिक भागों के साथ छोटी नलिका के रूप में बाहर निकल आता है, जिसे जन नलिका (Germ tube) कहते हैं तथा वह प्रक्रिया परागकण अंकुरण (Pollen germination) कहलाती है। अंकुरण का समय भिन्न–भिन्न जाति में भिन्न–भिन्न होता है। (चित्र 5.2)

टिप्पणी



चित्र 5.1 : अण्ड की लम्बवत् काट में परिपक्व भ्रूण कोष प्रदर्शित



चित्र 5.2 : निषेचन कार्पल में पोरोगेमी प्रदर्शित

समान्यतः प्रत्येक परगकण से एक ही पराग नलिका निकलती है। इस प्रकार के परागकण एकनलिकीय (Monosiphonous) कहलाते हैं, (चित्र 5.2) लेकिन कुछ कुलों जैसे– मालवेसी, कुकरबिटेसी एवं कैम्पेनुलेसी आदि के सदस्यों में प्रत्येक परगकण से एक से अधिक परागनलिकाएँ विकसित होती हैं, ऐसी स्थिति बहुनलिकीय (Polysiphonous) कहलाती है। बहुनलिकीय अवस्था आर्किडेसी एवं ऐस्क्लेपिडेसी के उन सदस्यों में भी देखने को मिलती हैं जिनमें पराग पिंड अर्थात् पॉलिनिया पाया जाता है। बोरोन आयन की उपस्थिति परागकणों के अंकुरण को उद्दपित करती है। लेग्युमिनेसी, क्रूसीफेरी, सोलेनेसी, कुकरबिटेसी, पोएसी आदि कुलों के सदस्यों में वर्तिकाग्र पर बोरान की उच्च सान्द्रता आसानी से प्रमाणित होती है।

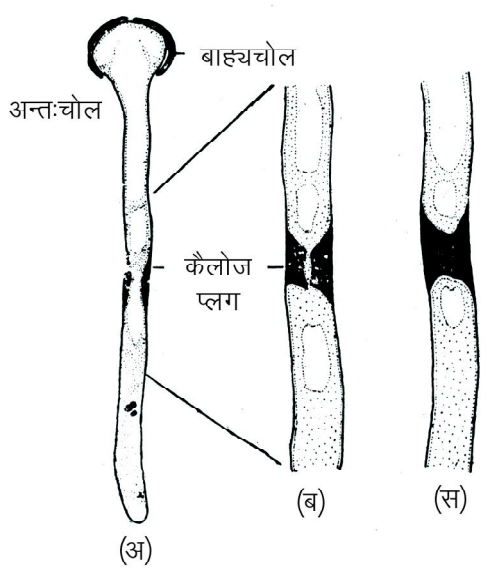
इलेक्ट्रॉन सूक्ष्मदर्शी अध्ययन से पता चलता है कि पराग नलिका के शीर्ष क्षेत्रों में एक अर्द्धपारदर्शक अण्डाकार विशिष्ट क्षेत्र होता है, जिसे कैप क्षेत्र खण्ड (Cap Block) कहते हैं। कैप क्षेत्र खण्ड अर्थात् कैप ब्लॉक में पेक्टिक पदार्थों की प्रचुरता रहती है। यह (0.1m to 0.5m) आमाप वाला क्षेत्र होता है। पेक्टिक पदार्थों के साथ–साथ एण्डोप्लाज्मिक जालिका (Reticulum), गाल्जीकॉय, माइटोकान्ड्रिया, लिपिड संरचनाएँ, रिक्तिकाएँ तथा ऐमाइलोप्लास्टस होते हैं।

2. पराग नलिका की वृद्धि

पराग नलिका की वृद्धि वर्तिका की आन्तरिक संरचना पर निर्भर करती है। जिन पौधों में वर्तिका खोखली होती है। उनमें पराग नलिका खोखली गुहा में वृद्धि करती है। गुहा की भीतरी सतह से कुछ म्यूसिलेजिनस पदार्थ स्रावित होते हैं जो पराग नलिका को आगे बढ़ने में सहायता प्रदान करते हैं। जिन पौधों की वर्तिका ठोस होती है, उनके ऊतक पराग नलिका के द्वारा स्रावित पेक्टिनेज (Pectinase) नामक एन्जाइम के द्वारा नष्ट हो जाते हैं जिससे एक पथ का

टिप्पणी

निर्माण हो जाता है। लेकिन कुछ पौधों, जैसे ओइनोथेरा *(Oenothera)* तथा पिटूनिया *(Petunia)* आदि में पराग नलिका की वृद्धि अन्तराकोशीय अवकाशों (Intercellular spaces) के द्वारा होती है। पराग नलिका में पराग कण के सभी केन्द्रक आ जाते हैं तथा पराग नलिका के अग्र सिरे पर अधिकांश कोशिकाद्रव्य आ जाता है तथा पराग नलिका का शेष भाग पराग रसधनियों के द्वारा घिरा रहता है (चित्र 5.3)। कोशिकाद्रव्य केलोस प्लग (Callose plug) के द्वारा पराग नलिका के अग्र भाग में सीमित रहता है। पराग नलिका की वृद्धि के साथ–साथ नये केलोस प्लग बनते जाते हैं जिसके कारण पराग नलिका अनेक छोटे–छोटे खण्डों में बँटी रहती है। पराग नलिका के अग्रस्थ सिरे पर एक अर्धचन्द्राकार केप ब्लाक (Cap block) उपस्थित होता है जो पराग नलिका की वृद्धि के समाप्त हो जाने के बाद नष्ट हो जाता है। पराग नलिका की वृद्धि हमेशा अण्डाशय की ओर होती है। पराग नलिका के वर्तिका के आधार पर पहुँचने के उपरान्त, अण्डाशय एवं बीजाण्ड में कुछ रासायनिक परिवर्तन होने लगते हैं जो पराग नलिका को बीजाण्ड की ओर आकर्षित करते हैं।



चित्र 5.3 : पराग नलिका वृद्धि में कैलोज प्लग बनने की अवस्थाएँ

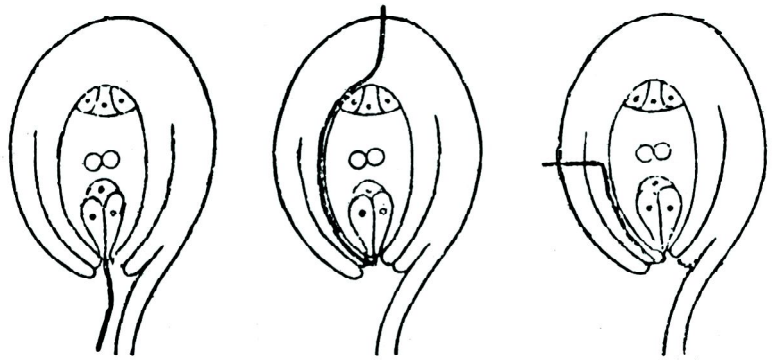
3. बीजाण्ड में परागनलिका का प्रवेश (Entry of Pollen tube into Ovule)

जब तक पराग नलिका वृद्धि कर बीजाण्ड क्षेत्र में पहुँचने को होती है तब तक बीजाण्डकायिक कोशिका (Nucellar cell) से गुरुबीजाणु जनन (Megasporogenesis) की प्रक्रिया के फलस्वरूप गुरुबीजाणु (Megaspores) तथा उससे मादा युग्मकजनन (Megagametogenesis) के पश्चात् मादा युग्मक युक्त भ्रूणकोष का विकास हो चुका होता है।

परागनलिका बीजाण्ड क्षेत्र से या अध्यावरण (Integument) क्षेत्र से होते हुए भ्रूणकोष में पहुँचते हैं। पराग नलिका के प्रवेश की स्थिति क्रमश अण्डद्वारी प्रवेश या पोरोगेमी (Porogamy), (चित्र 5.4 अ) निभागी प्रवेश (Chalazogamy) (चित्र 5.4 ब) तथा मध्यज प्रवेश (Mesogamy) (चित्र 5.4 स) के नाम से जानी जाती है। ज्यादातर आवृत्तबीजियों में अण्डद्वारी प्रवेश देखने को मिलता है।

टिप्पणी

कैजुराइना (Casuarina), *जुगलैनस रेजिया* **(Juglans regia)**, बेटूला (Betula) आदि में मध्यज प्रवेश (Mesogamy) द्वारा परागनलिका बीजाण्ड क्षेत्र में पहुँचती है। उपर्युक्त सभी प्रकारों में पराग नलिका भ्रूणकोष में सदैव उसके बीजाण्डद्वारी छोर से ही प्रवेश करती है।



चित्र 5.4 : बीजाण्ड के भ्रूण कोष में पराग नलिका का प्रवेश मार्ग

4. पराग नलिका का भ्रूण कोष में प्रवेश

पराग नलिका निम्नलिखित विधियों द्वारा भ्रूण कोष (Embryo sac) में प्रवेश करती है–

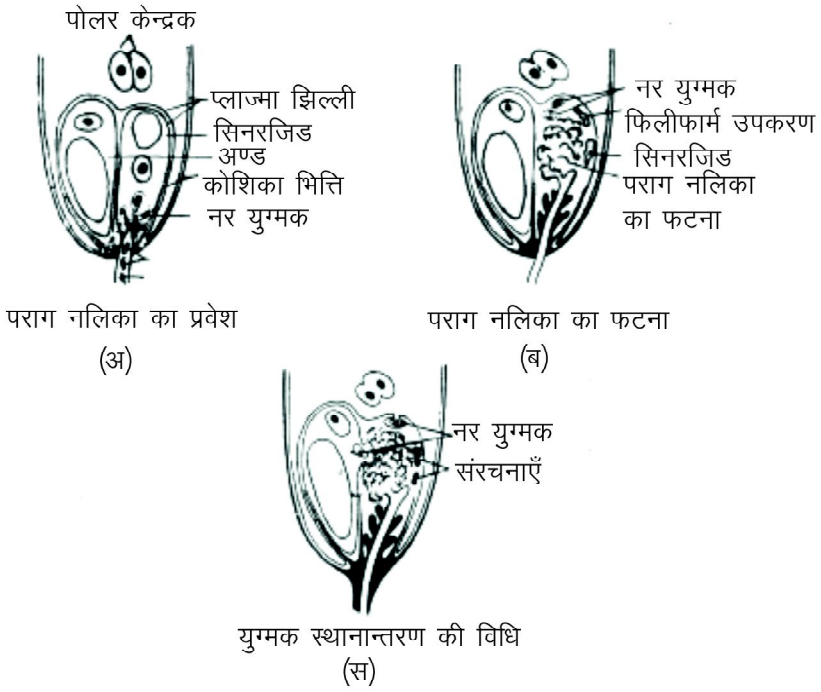
(i) मीजोगेमी– भ्रूण कोष भित्ति तथा एक सहकोशिका (Synergid) के बीच से प्रवेश करती है, जैसे–कार्डियोस्पर्मम आदि। (चित्र 5.4 स)

(ii) पोरोगेमी– ऑक्जेलिस में पराग नलिका सीधे बीजाण्डद्वारा (Micropile) द्वारा प्रवेश करती है। (चित्र 5.4 अ)

(iii) कैलेजोगेमी– कूटू (Fagopyrum) में पराग नलिका कैलाजाद्वारा अण्ड कोशिका (Egg cell) तथा एक सहकोशिका के मध्य से प्रवेश करती है। (चित्र 5.4 ब)

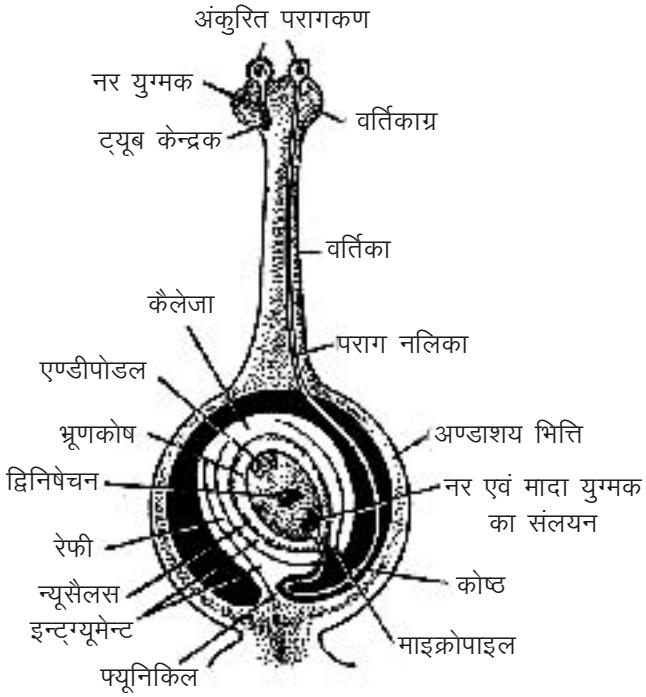
5. परागनलिका के पदार्थों का स्वतंत्र होना (Discharge of Pollen tube contents) परागनलिका प्रायः सहायक कोशिका (Synergid) के बीजाण्डद्वारी (Micropylar) छोर पर उपस्थित तन्तुरूपी समुच्चय अर्थात् फिलिफार्म उपकरण (Filiform apparatus) से प्रवेश करती है एवं उसके बाद यह सहायक कोशिका के कोशिकाद्रव्य के सम्पर्क में आती है। पराग नलिका (Pollen tube) के सहायक कोश्किा में प्रवेश से पूर्व ही सहायक कोशिका का विघटन प्रारंभ हो जाता है। पराग नलिका का शीर्ष क्षेत्र कोशिका के कोशिकद्रव्य के सम्पर्क में आते ही तुरन्त फट जाती है तथा परागनलिका के शीर्ष क्षेत्र में स्थित दोनों नर युग्मक तथा सम्पूर्ण अर्न्तवस्तुएँ सहायक कोशिका में विमुक्त हो जाती हैं तथा यह क्रिया एक मिनट से भी कम समय में पूर्ण हो जाती है। नर युग्मक अंड कोशिका एवं केन्द्रीय कोशिका झिल्ली के सम्पर्क में आता है, उस स्थान से उपर्युक्त कोशिकाओं की झिल्ली विलीन हो जाती है तथा नर युग्मकों के केन्द्रक अण्ड कोशिका तथा द्वितीयक कोशिका में प्रवेश कर जाते हें। सामान्यतः अण्ड कोशिका से नर युग्मक का सायुज्जन (Fusion) पहले होता है।

टिप्पणी



चित्र 5.5 : भ्रूण कोष में पराग नलिका के प्रवेश के बाद का घटनाक्रम प्रदर्शित

6. **नर एवं मादा युग्मकों का संयुजन निषेचन एवं द्विनिषेचनः**– सहायक कोशिका में पराग नलिका फटने के बाद दोनों युग्मकों के केवल केन्द्रक बाहर निकलते हैं। इनमें से एक नर युग्मक का केन्द्रक अण्ड कोशिका के केन्द्रक से संलयन (Fusion) करके द्विगुणित युग्मनज (Diploid zygote) बनाता है। यह पहला निषेचन है, इसे युग्मक संलयन (Syngamy) अथवा सत्य निषेचन (True fertilization) कहते हैं। युग्मनज से भ्रूण बनता है। (चित्र 5.5 व 5.6)



चित्र 5.6 : निषेचन एवं द्विनिषेचन

टिप्पणी

दूसरे नर युग्मक का केन्द्रक केन्द्रीय कोशिका में स्थित ध्रुवीय केन्द्रकों या उनके संलयन से बने द्वितीयक केन्द्रक (2n) से संलयन करता है। द्वितीयक केन्द्रक में पहले से ही दो केन्द्रक होते हैं, परन्तु नर युग्मक से संलयन के पश्चात् इसमें केन्द्रकों की संख्या तीन हो जाती हे। इस प्रकार तीन केन्द्रकों के संलयन को त्रिसंलयन या ट्रिपिल फ्यूजन (Triple fusion) कहते हैं तथा इससे बनने वाले केन्द्रक को प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (Primary endosperm nucleus) कहते हैं। जिससे भ्रूणपोष का निर्माण होता है।

इस प्रकार दोनों नर युग्मक निषेचन में भाग लेते हैं अर्थात् निषेचन दो बार होता है इसीलिए इसे द्विनिषेचन (Double fertilization) कहते हैं। द्विनिषेचन में सत्य निषेचन तथा त्रिसंलयन दोनों आते हैं।

द्विनिषेचन का महत्व (Significance of Double Fertilization)

(1) अनेक वैज्ञानिकों के अनुसार जीवनक्षम (Viable) बीजों के बनने के लिए द्विनिषेचन आवश्यक होता है और यह आवृतबीजी पौधों का प्रमुख लक्षण है।

(2) द्विनिषेचन के फलस्वरूप त्रिसंयोजन होता है तथा भ्रूणपोष का निर्माण होता है।

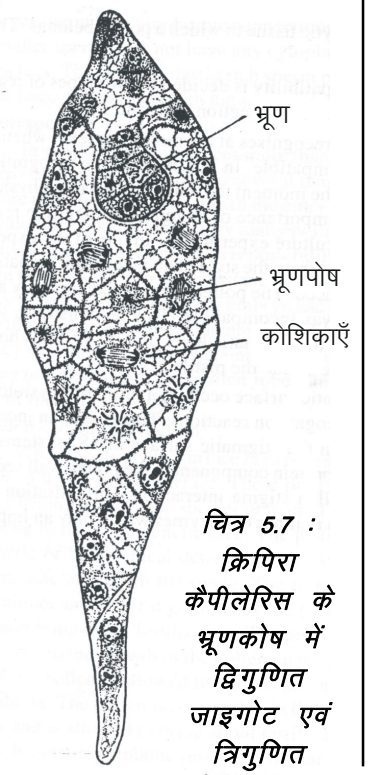
(3) **ब्रिन्क तथा कूपर** (1947) के अनुसार भ्रूणपोष में मातृ एवं पितृ गुणसूत्र पाये जाते हैं, जिससे संकर ओज (Hybrid vigour) बढ़ता है।

(4) इसी क्रिया द्वारा ध्रुवी केन्द्रकों को उद्दीपन प्राप्त होता है, जिससे वे पोषण ऊतकों का निर्माण करते हैं।

5.3 भ्रूणपोष (Endosperm)

(1) भ्रूणपोष का विकास

भ्रूणपोष एक त्रिगुणित वर्धी संरचना होती है, जो कि विकास करते हुए भ्रूण (Embryo) के पोषण के काम आता है। इसका निर्माण द्विनिषेचन के फलस्वरूप भ्रूण के विकास के पूर्व होता है। निषेचन की प्रक्रिया के दौरान पराग नलिका (Pollen tube) में उपस्थित दोनों नर गुग्मक (Male gametes) भ्रूणकोष (Embryo sac) का अन्दर विसर्जित कर दिये जाते हैं। इनमें से एक नर युग्मक अण्ड कोशिका (Egg cell) के साथ सायुज्जन (Fusion) करके द्विगुणित जायगोट (Diploid zygote) बनाता है, जबकि द्वितीय नर युग्मक, द्वितीयक केन्द्रक (Secondary nucleus) जो कि पहले से ही द्विगुणित (2n) होता है, के साथ सायुज्जन करके त्रिगुणित (3n) प्राथमिक भ्रूणपोष नाभिक (Primary endosperm nucleus) का निर्माण करता है। इसी प्राथमिक भ्रूणपोष नाभिक के

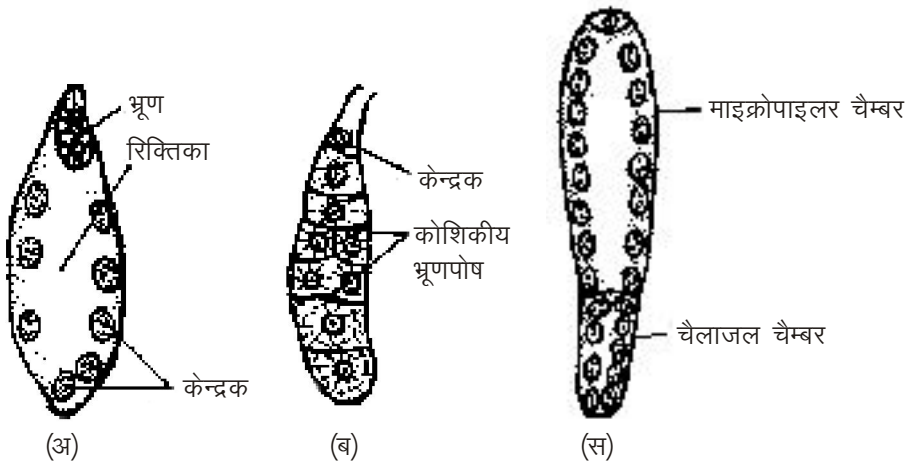


चित्र 5.7 : क्रिपिरा कैपीलेरिस के भ्रूणकोष में द्विगुणित जाइगोट एवं त्रिगुणित भ्रूणपोष

टिप्पणी

विकास के परिणामस्वरूप भ्रूणपोष का निर्माण होता है (चित्र 5.7)। भ्रूणपोष एक अत्यन्त महत्वपूर्ण संरचना होती है, जो कि विकास करते हुए भ्रूण (Developing embryo) का पोषण करती है। भ्रूणपोष का विकास प्रायः सभी आवृतबीजियों में होता है, परन्तु आर्कीडेसी (Orchidaceae), पोडोस्टीमेसी (Podostemaceae) एवं ट्रैपेसी (Trapaceae) आदि कुल इसके अपवाद हैं।

पारिभाषित रूप से ''ऐसे पोषक ऊतक (Nutritive tissue) जो कि विकासित हो रहे भ्रूण को पोषण प्रदान करते हैं, तथा प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (Primary endosperm nucleus) से विकसित होते हैं, भ्रूणपोष (Endosperm) कहलाते हैं।'' 80 प्रतिशत से अधिक आवृतबीजियों में भ्रूणपोष त्रिगुणित (Triploid) प्रकृति के होते हैं। अगर ये भ्रूण के विकास के क्रम में पूर्णतः समाप्त नहीं हुए तथा बीज में उपस्थित रहते हों तो ऐसे बीज को भ्रूणपोषी बीज (Endospermic seed) कहते हैं।



चित्र 5.8 : भ्रूणपोष का परिवर्द्धन (अ) केन्द्रीय (ब) कोशिकीय (स) हेलोबियल

(2) भ्रूणपोष के प्रकार (Types of Endosperm)

भ्रूणपोष का परिवर्द्धन निम्नलिखित तीन प्रकार का होता है: (चित्र 5.8)–

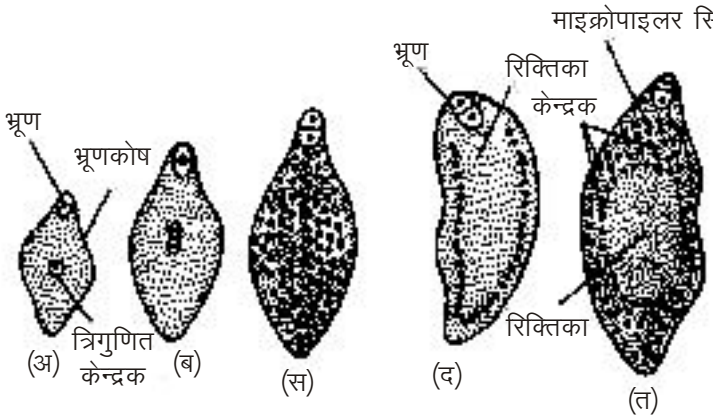
(i) केन्द्रकीय भ्रूणपोष (Nuclear endosperm),

(ii) कोशिकीय भ्रूणपोष (Cellular endosperm),

(iii) हेलोबियल भ्रूणपोष (Helobial endosperm)।

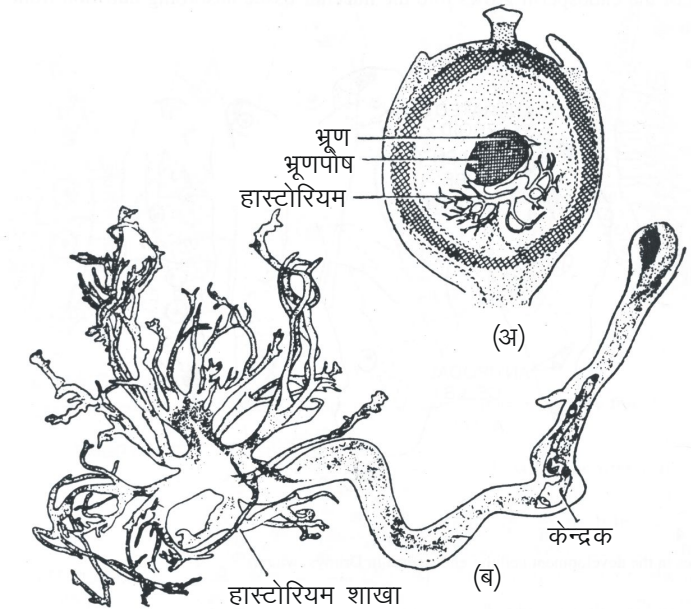
(i) **केन्द्रीय भ्रूणपोष (Nuclear endosperm):**– भ्रूणपोष के अन्दर त्रिगुणित भ्रूणपोष केन्द्रक अनेक बार साधारण विभाजन द्वारा विभाजित होकर अनेक केन्द्रक बनाता है, जिनके बीच भित्ति का निर्माण नहीं होता है और बहुकेन्द्रीय भ्रूणकोष बन जाता है जिसमें भ्रूण (Embryo) धंसा रहता है (चित्र 5.9)। कुछ स्पीसीज में भ्रूणपोष की मार्जिनल (तटीय) कोशिकाएँ वैसिकिल (धैली) के रूप में भ्रूणकोष में निकल आती है जिन्हें भ्रूणपोष नोडयूल्स अथवा कोशिकाद्रव्यी वैसिकिल्स कहते हैं इनमें अनेकों नाभिक होते हैं।

टिप्पणी



चित्र 5.9 : केन्द्रीय भ्रूणपोष के परिवद्धन की अवस्थाएं (अ–द)

भ्रूणपोष चूषकांग (Endosperm haustoria):– भ्रूणपोष तथा भ्रूण विकास के लिए आवश्यक पोषण न्यूसैलर ऊतकों (Nucellar tissue) से अवशोषित करते हैं, किन्तु कुछ पौधों में जिन के अवशोषण के लिए उनके भ्रूणपोषों में विशिष्ट प्रकार की संरचनाएँ उत्पन्न होती हैं, जिन्हें भ्रूणपोष चूषकांग (Endosperm haustoria) कहते हैं।



चित्र 5.10 : आयोडिना रोम्बीफोलिया (अ) बीजाण्ड की लम्बवत काट (ब) हास्टोरियम

निम्फीएसी (Nymphaeaceae) एवं ऐरेसी (Araceae) के पौधों में चैलेजल भ्रूणपोष चूषकांग पाया जाता हे। इनमें भ्रूणपोष मातृ कोशिका (Endosperm mother cell) के पहले विभाजन के पश्चात् दो कोशिकाएँ बनती हैं, जिसमें चैलेजल सिरे वाली कोशिका सीधे चूषकांग बनाती हैं। (चित्र 5.10)

ग्रेविलिया रोबुस्टा में भ्रूणपोष का ऊपरी अर्थात् माइक्रोपाइलर भाग कोशिकीय होता है जबकि निचला चैलेजल भाग स्वतंत्र केन्द्रकीय (Free nuclear) होता है तथा यह भाग कृमिवत संरचना में परिवर्तित हो जाता है

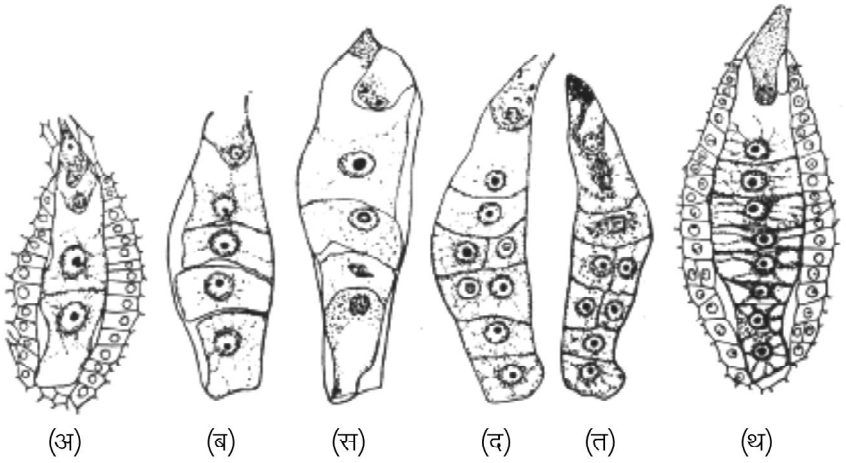
टिप्पणी

जिसे चैलेजल चुषकांग कहते हैं। यह भाग बीजाण्ड के चैलेजल भाग में प्रविष्ट होकर भोजन का अवशोषण करता है।

(ii) कोशिकीय भ्रूणपोष (Cellular endosperm)

इस प्रकार के भ्रणपोष के निर्माण में सर्वप्रथम प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक (Primary endosperm nucleus) विभाजन द्वारा विभाजित होता है तथा प्रत्येक केन्द्रक विभाजन के पश्चात् कोशिकाद्रव्य विभाजन (Cytokinesis) की क्रिया होती है। प्रारंभ में दो कोशिकाएँ बनती हैं, जो कि बाद में अनेक बार विभाजित होकर कोशिकीय समूह (Cellular mass) का निर्माण करती हैं, जिसे भ्रूणपोष (Endosperm) कहते हैं। इस प्रकार के भ्रूणपोष में प्रत्येक विभाजन के बाद नयी कोशिका बनती चली जाती है इसलिए ऐसे भ्रूणपोष को कोशकीय भ्रूणपोष (Cellular endosperm) कहते हैं। इस प्रकार का भ्रूणपोष प्रायः गेमोपेटली समूह के पुष्पों में पाया जाता है। (चित्र 5.11)

उदाहरणः– *ऐडोक्सा (Adoxa), एम्पेशिएन्स रॉयली, रुयेलिया, ड्रायमिस विन्टेरी,* आदि।



चित्र 5.11 : विलेरसिया रेनीफार्मिस में कोशिकीय भ्रूणपोष की विभिन्न अवस्थाएँ

कोशिकीय भ्रूणपोष में भ्रूणपोष चूषकांग (Endosperm haustoria in cellular endosperm)

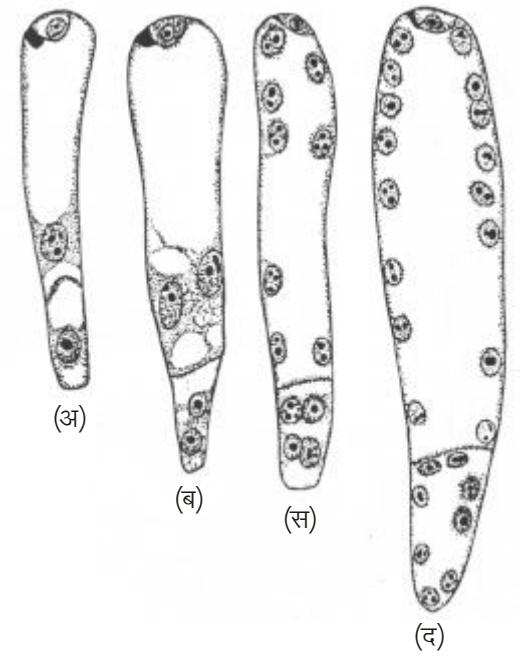
इम्पेशिएन्स में भ्रूणपोष केन्द्रक के प्रथम विभाजन के पश्चात् ही दो कक्ष बन जाते हैं। इसमें से एक लघु माइक्रोपाइलर कक्ष तथा दूसरा वृहद् चैलेजल कक्ष होता है। लघु माइक्रोपाइलर कक्ष, अनुप्रस्थ विभाजन द्वारा तीन कोशिकाओं का निर्माण करता है। इसमें ऊपरी कोशिका जिसमें भ्रूण स्थापित रहता है, एक बड़े चूषकांग को जन्म देती है, जो वृद्धि के साथ शाखित हो जाता है।

(iii) हेलोबियल भ्रूणकोष (Helobial endosperm)

इस प्रकार के भ्रूणकोष के निर्माण में सर्वप्रथम प्राथमिक भ्रूणकोष केन्द्रक (Primary endosperm nucleus) विभाजन तथा उसके बाद कोशिकाद्रव्य विभाजन (Cytokinesis) की क्रिया के होने के कारण दो कोशिकाओं का

टिप्पणी

निर्माण करते हें, जिसमें से बीजाण्डद्वारी प्रकोष्ठ (Micropylar chamber) बड़ा तथा निभागीय प्रकोष्ठ (Chalazal chamber) छोटा होता है। निभगीय प्रकोष्ठ के केन्द्रक सामान्यतः विभाजित नहीं होते हैं और अगर होते भी हैं तो काफी कम संख्या में कोशिका बनाते हैं। बीजाण्डद्वारी प्रकोष्ठ को केन्द्रक अनेक बार स्वतंत्र केन्द्रकीय विभाजनों द्वारा बँटकर अनेक केन्द्रक बनाते हैं। बीच में रिक्तिका उत्पन्न होती है, जिससे केन्द्र परिधि की ओर स्थानान्तरित हो जाते हें। परिधि से केन्द्र की ओर या शीर्ष से आधार की ओर भित्ति निर्माण होता है तथा अंततः कोशिकीय समूह के रूप में भ्रूणपोष बन जाता है। प्रारंभ के विभाजन के आधार पर इस प्रकार का भ्रूणपोष कोशिकीय भ्रूणपोष का लक्षण प्रदर्शित करता है जबकि बीजाण्डद्वारा प्रकोष्ठ (Micropylar chamber) में होने वाला विभाजन स्वतंत्र नाभिकीय होने के कारण केन्द्रकीय भ्रूणपोष के लक्षण को प्रदर्शित करता है। चूँकि ऐसे भ्रूणपोष में दोनों प्रकार के भ्रूणपोषीय लक्षणों का समन्वय होता है, अतएव इसे तीसरे प्रकार अर्थात् हेलाबियल प्रकार द्वारा सूचित किया जाता है। (चित्र 5.12)

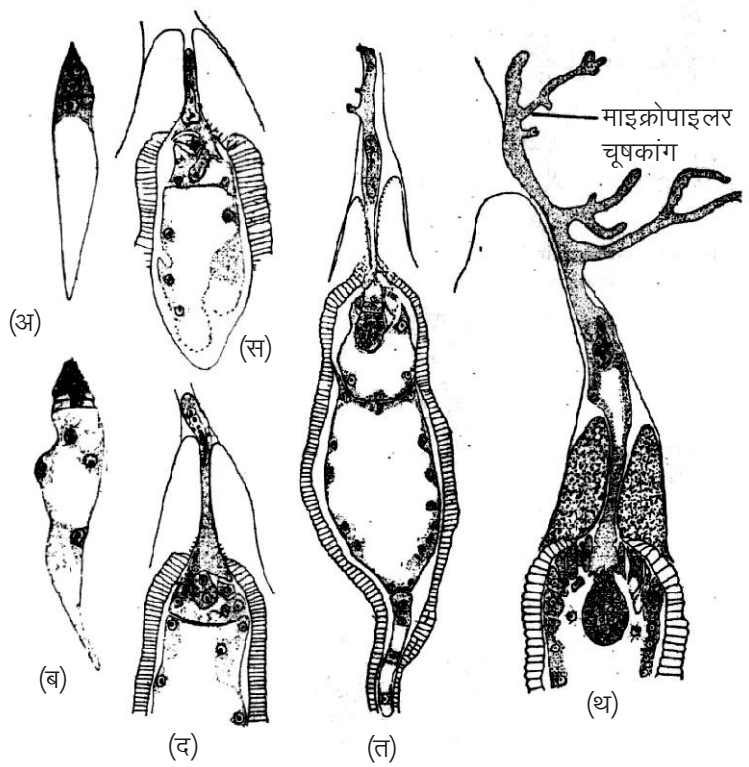


चित्र 5.12 : हीलोबियल भ्रूणपोष विकास के विभिन्न अवस्थाएं

हेलोबियल भ्रूणपोष में चूषकांग (Haustoria in Helobial endosperm)

निमोफिला (Nemophila) जो बोरेजिनेसी कुल का पौधा है, में प्राथमिक भ्रूणपोष केन्द्रक के प्रथम विभाजन के उपरान्त दो बराबर कोशिकाएँ बनती हैं और निचली कोशिका चैलेजल चूषकांग निर्मित करती हैं, जो वास्तव में भोजन अवशोषित करती है जबकि ऊपरी कोशिका अनुप्रस्थ विभाजन के पश्चात् एक केन्द्रक कोशिका (Central cell) बनाती है, जिससे माइक्रोपाइलर चूषकांग का निर्माण होता है। (चित्र 5.13)

टिप्पणी



चित्र 5.13 : इम्पेशेन्स में भ्रूणपोष चूषकांग

(3) भ्रूणपोष का महत्व (Significance of Endosperm)

(i) **हॉफमिस्टर** (Hofmeister, 1861) ने भ्रूणपोष को अगुणित संरचना बतायी। उनके अनुसार भ्रूण कोष में पराग नलिका के प्रवेश करने के बाद यह वृद्धि करता है।

(ii) यह दो ध्रुवी केन्द्रकों (Polar nuclei) के मिलने से बनी द्विगुणित (Diploid) संरचना होती है जो वृद्धि करते हुए भ्रूण का पोषण करती है।

(iii) भ्रूणपोष में भ्रूण के पोषण के लिए भोजन संचित रहता है।

(iv) यह एक त्रिगुणित (Triploid) रचना होती है जिसका निर्माण त्रि–संलयन (Triple fusion) के बाद होता है।

(v) भ्रूणपोष में पाया जाने वाला डायस्टेज विकर (Diastase enzyme), शुष्क बीजों में निष्क्रिय रहता है किन्तु नमी पाते ही सक्रिय हो जाता है जो अघुलनशील भोज्य पदार्थों को घुलनशील बना देता है।

(vi) घुलनशील भोज्य पदार्थ भ्रूण की वृद्धि के समय प्रयोग होता है।

(4) भ्रूणपोष की आकारिकीय प्रकृति (Morphological Nature of Endosperm)

भ्रूणपोष का निर्माण त्रिसंयोजन के फलस्वरूप होता है और यह त्रिगुणित होता है। इसकी आकारिकीय प्रकृति को निम्न प्रकार समझाया जा सकता है:–

(i) **भ्रूणपोष मादा गेमीटोफाइट में देर से बनने वाला कायिक ऊतक है:**– वैज्ञानिकों का मत है कि भ्रूणपोष का विकास केन्द्रकों (Nuclei) के स्वतंत्र विभाजन द्वारा मादा गेमीटोफाइट की तरह होता है और यह भोजन

संचय करता है जिसका उपयोग भ्रूण विकास के समय किया जाता है अर्थात् इस प्रकार के भ्रूणपोष को मादा गेमीटोफाइट की भांति कायिक ऊतक कहा जा सकता है। भ्रूणपोष का विकास निषेचन के पश्चात् होता है और इसकी कोशिका त्रिगुणित (3n) होती है किन्तु अनावृतबीजियों में इसका निर्माण निषेचन से पूर्व होता है तथा इसकी कोशिकाएँ अगुणित (n) होती हैं अतः इसकी तुलना नहीं की जा सकती।

(ii) **भ्रूणपोष स्पोरोफाइट ऊतक होता है:**– भ्रूणपोष का निर्माण एक द्वितीयक केन्द्रक व एक नर केन्द्रक के संयुजन से होता है तथा अण्ड व दूसरे नर केन्द्रक के संयुजन से होता है तथा अण्ड व दूसरे नर केन्द्रक के संयुजन से भ्रूण का निर्माण होता है। अतः वैज्ञानिकों का मत है कि भ्रूणपोष, भ्रूण का द्विक (Twin) के समान होता है, किन्तु इस प्रकार का संयुजन, निषेचन से भिन्न होता है, क्योंकि (a) एक नर केन्द्रक तथा द्वितीयक केन्द्रक का संयुजन एक उद्दीपन का कार्य करता है जिससे वृद्धि होती है। (b) कभी कभी मादा गेमीटोफाइट की दो या दो से अधिक केन्द्रक भ्रूणपोष निर्माण के समय भाग लेते हैं। (c) त्रिगुणित संयुजन के फलस्वरूप पोषक ऊतक का निर्माण होता है, किन्तु दूसरा भ्रूण विकसित नहीं होता है।

(iii) **भ्रूणपोष एक अविभेदित ऊतक की भाँति होता है:**– अनेक वैज्ञानिकों का मत है कि भ्रूणपोष न तो गेमीटोफाइट और न ही स्पोरोफाइट ऊतक होता है अपितु इसकी प्रकृति त्रिगुणित अविभेदित ऊतक की भाँति होती है।

(5) जीनिया तथा मेटाजीनिया (Xenia and Metaxenia)

(i) जीनिया (Xenia)

जीनिया (xenia) शब्द, भ्रूणपोष के परिवर्द्धन तथा व्यवस्था के लिए प्रयोग किया जाता है। सर्वप्रथम जीनिया शब्द का प्रयोग **फोयके** (Foeke,1881) ने पराग कणों के प्रभाव को, जो बीज, फल के लक्षणों तथा विशिष्ट रूप से भ्रूणपोष के स्वरूप पर पड़ता है, उसके अनुसार किया।

मक्का की कुछ रेसेज में पीला भ्रूणपोष होता है, जो कि प्रभावी लक्षण है। किन्तु मक्का की एक अधिकतर रेसेज में सफेद भ्रूणपोष पाया जाता है जो एक अप्रभावी लक्षण होता है। यदि इस सफेद भ्रूणपोष वाली रेस के वर्तिकाग्र का परागण पीले भ्रूणपोष वाली रेस के पराग कणों से किया जाता है जो बीजाण्ड के अन्दर बनने वाले भ्रूणपोष का रंग पीला, प्रभावी लक्षण के कारण होता है। **नावाश्चिन** (1889) के समक्ष द्विनिषेचन के समय यह समस्या थी कि भ्रूणपोष का रंग नर मातृ पौधे (Male parent) के लक्षण के अनुसार हो जाता है, जिसे उन्होंने जीनिया कहा, क्योंकि इस कार्य में बाहरी प्रभाव (Foreign influence) कार्य करता है। यह प्रभाव मक्का के दानों में बहुत आसानी से देखा जा सकता हे, क्योंकि इसके दानों का रंग भ्रूणपोष के रंग के अनुसार होता है। अतः यह बात इस पर निर्भर करती है कि पराग पितृ के भ्रूणपोष लक्षण, मातृ बीजाण्ड (Ovule parent) के

टिप्पणी

ऊपर प्रभावी हैं अथवा नहीं। यदि पराग पितृ के लक्षण प्रभावी होते हैं तो मातृ बीजाण्ड (Ovule parent) के सभी लक्षण पराग पितृ (Pollen parent) की भाँति स्पष्ट दिखाई देते हैं और यदि पराग पितृ के लक्षण अप्रभावी होते हैं, तो मातृ बीजाण्ड (Ovule parent) के ऊपर कोई भी प्रभाव नहीं होगा अर्थात् वह जीनिया कहलायेगा।

(ii) मेटाजीनिया (Metaxenia)

इसके अध्ययन में पराग कणों का प्रभाव भ्रूणपोष के बाहर स्थित कायिक ऊतकों, जैसे बीज कवच तथा फल भित्ति में करते हैं। **स्विंगिल (1928)** ने खजूर (phoenix dactylifera) पर बहुत ही महत्वपूर्ण कार्य किया है। उन्होंने बताया कि खजूर का परिपक्व होने का समय तथा फल का आकार, निषेचन के सयम प्रयोग में लाये गये पराग कणों के अनुसार बदला जा सकता है। उन्होंने बताया कि भ्रूण अथवा भ्रूणपोष कुछ हॉर्मोन स्रावित करते हैं जो बीज की भित्ति में प्रसरित (Diffuse) होकर उन पर अपना विशिष्ट प्रभाव डालते हैं जिससे उनके लक्षणों में परिवर्तन आ जाते हैं। फलों को आकार तथा परिपक्वता क्रॉस (Cross) के समय प्रयोग में लाये गये पराग कणों के ऊपर निर्भर करती है।

(6) मोजैक भ्रूणपोषः–

दो अलग–अलग रंगों के ऊतकीय सम्मिश्रण परिलक्षित होता है तो ऐसे भ्रूणपोष को मोजैक भूणपोष कहते हैं। इसकी खोज का श्रेय **वेबर (1901)** को जाता है। इन्होंने मक्का (zea mays) के दानों में लाल तथा सफेद रंग के ऊतकों को अनियमित रूप से अलग–अलग समूहों के रूप में मिश्रित पाया एवं ऐसे लक्षणों वाले भ्रूणपोष के लिए मोजैक भ्रूणपोष शब्द का प्रयोग उपयुक्त माना।

मोजैक भ्रूणपोष का विकास दो कारणों से होता हैः–

(i) त्रिसंयुजन के क्रम में द्वितीय नर युग्मक केन्द्रीय कोशिका के केन्द्रक के साथ संयुजन नहीं कर पाता, बल्कि दोनों प्रकार के केन्द्रक अलग–अलग स्वतंत्र रूप से विभाजित होकर अनेक केन्द्रक बनाते हैं, जो आपस में अन्तः मिश्रित हो जाते हैं। कोशिका भित्ति के बनने के बाद बना भ्रूणपोष दो लक्षणों वाले ऊतक के समन्वियत रूप में परिलक्षित होता है।

(ii) त्रिसंयुजन के क्रम में द्वितीय नर युग्मक केन्द्रीय कोशिका के दोनों केन्द्रकों में से किसी एक के साथ संयुजन करते हैं। निषेचित तथा अनिषेचित केन्द्रक अलग–अलग स्वतंत्रतापूर्वक विभाजित होकर दो भिन्न लक्षणों वाले केन्द्रक बनाते हैं तथा इनसे अंततः बना भ्रणपोष चितकबरा (Variegated) अर्थात् मोजैक प्रकार का होता है।

मोजैक भ्रूणपोष के कार्य अज्ञात हैं। ये सामान्य भ्रूणपोष की तरह पोषक ऊतक होते हैं। इनकी उत्पत्ति त्रिसंयुजन के कारण होती है। यह जीनिया का उदाहरण है।

5.4 भ्रूण परिवर्धन (Development of Embryo)

टिप्पणी

आवृतबीजी पौधों में निषेचन द्वारा जाइगोट बनता है जो डिप्लॉयड होता है। जाइगोट में अनेक विभाजन होते हैं जिसके फलस्वरूप भ्रूण बनता है। स्टीएण्डिल (1945) के अनुसार जाइगोट केन्द्रक का विभाजन भ्रूणपोष केन्द्रक से पूर्व होने लगता है। किन्तु **डहलग्रीन (Dahlgren, 1928)** ने *एलिस्मा* तथा *डेमेसोनियम* में जाइगोट एवं भ्रूणकोष केन्द्रकों का विभाजन एक ही समय पर देखा है। द्विबीजपत्री एवं एकबीजपत्री पादपों में भ्रूण परिवर्धन में अन्तर होता है।

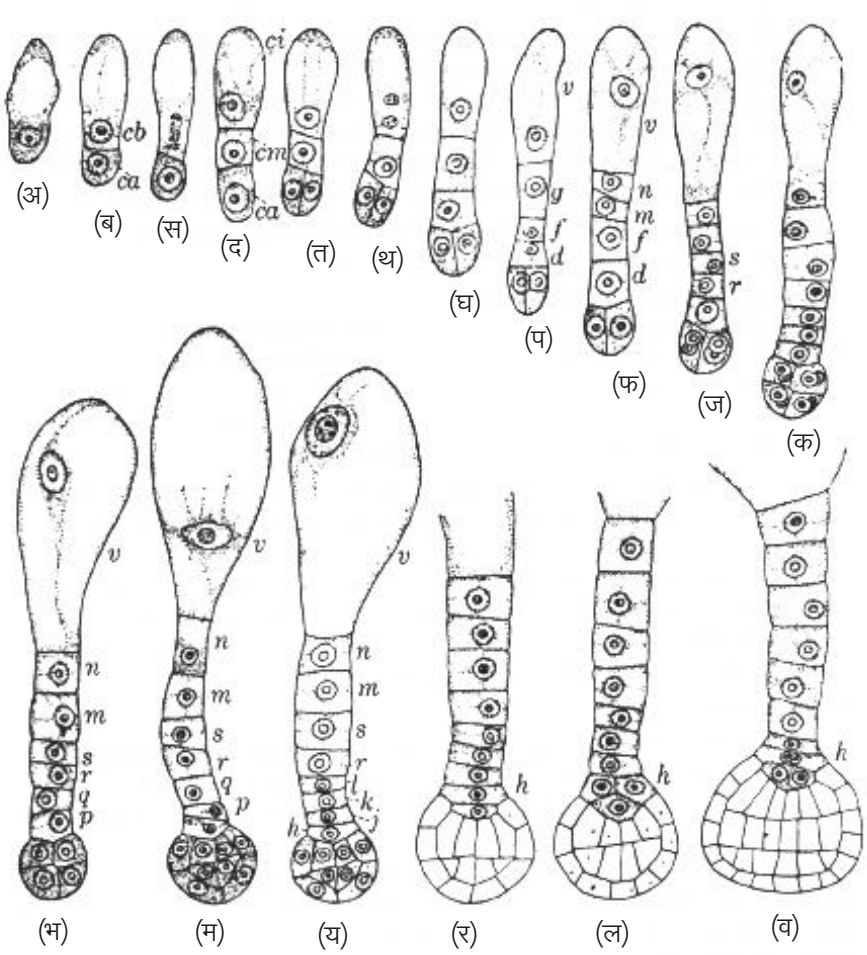
भ्रूण विकास की प्रारंभिक अवस्थाएँ एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री में समान होती हैं। दोनों के जाइगोट, अनुप्रस्थ विभाजन द्वारा दो कोशिकीय (Bicellular), प्रोएम्ब्रियो (Proembryo) बनाता है। इसकी बीजाण्डद्वार (Micropyle) की ओर स्थित बेसल कोशिका (Basal cell) तथा भ्रूणपोष (Endosperm) की ओर स्थित टर्मिनल कोशिका (Terminal cel) कहलाती है। भ्रूण विकास (Embryo development) प्रायः टर्मिनल कोशिका से होता है जबकि बेसल कोशिका (Basal cell), सस्पेन्सर (Suspensor) का निर्माण करती हैं।

(1) द्विबीजपत्री भ्रूण का परिवर्धन : कैप्सेला बरसा पेस्टोरिस–क्रूसीफर प्रकार (Development of Dicot Embryo : Capsella bursa pastoris – Crucifer Type)

सर्वप्रथम हेन्सटीन (1875) ने *कैप्सेला बरसा पेस्टोरिस* के भ्रूण विकास का अध्ययन किया जो कुल–क्रूसीफेरी का सदस्य होता है। इसके पश्चात् इसका अध्ययन **फेमीनीटिजिन** (1879) तथा **सोगेस** (1914–1919) ने करके इसका सत्यापन किया। अन्य वैज्ञानिकों, जैसे **शनार्फ** (1922), **सोगेस** (1938), **जोहनसन** (1950), **माहेश्वरी** (1950) तथा **वार्डलो** (1955) ने भी यही बताया।

निषेचन के पश्चात् बीजाण्ड की अण्ड कोशिका से बने युग्मनज अथवा ऊस्पोर से भ्रूण का विकास होता है। युग्मनज वृद्धि करके अनुप्रस्थ विभाजन द्वारा दो कोशिकाओं, अंतस्थ कोशिका (टर्मिनल कोशिका) तथा आधार कोशिका (Basal cell) में विभक्त हो जाता है। भ्रूणपोष के माइक्रोपाइलर सिरे की आधार कोशिका, संस्पेन्सर कोशिका कहलाती हैं तथा अंतस्थ कोशिका, भ्रूण कोशिका (Embryo cell) का निर्माण करती हैं। अंतस्थ कोशिका, लम्बवत् तथा आधार कोशिका अनुप्रस्थ विभाजन द्वारा उल्टी टी (⊥) के समान चार कोशिका वाले प्रोएम्ब्रियो का निर्माण करती है। आधार कोशिका अनेक बार अनुप्रस्थ विभाजन करके सस्पेन्सर बनाती है जिसकी सबसे निचली कोशिका हायपोफाइसिस (Hypophysis) कहलाती है। इस प्रकार बने चार कोशिकीय, प्रोएम्ब्रियो की अन्तस्थ कोशिकाएँ समकोण पर खड़े विभाजन (Vertical division) द्वारा चार कोशिकाएँ बनाती हैं और प्रत्येक कोशिका अनुप्रस्थ काट द्वारा आठ कोशिका वाला भ्रूण बनाती है जो ऑक्टेण्ट अवस्था (Octant stage) कहलाती है। सस्पेन्सर के बाद नीचे वाली चार कोशिकाएँ हाइपोबेसल तथा शेष चार कोशिकाएँ एपीबेसल कोशिकाएँ कहलाती हैं। एपीबेसल ऑक्टेण्ट्स से प्रांकुर (Plumule) तथा बीजपत्र बनते हैं जबकि हाइपोबेसल ऑक्टेण्ट्स से हाइपोकोटायल बनता है। इसके पश्चात् ऑक्टेण्ट की सभी कोशिकाएँ परिनित विभाजन (Periclinal division) द्वारा बाहरी

टिप्पणी



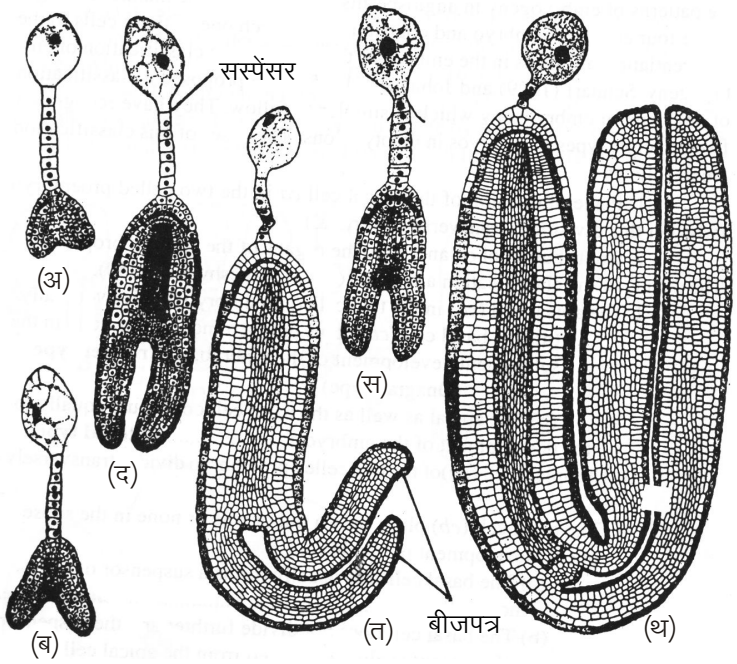
चित्र 5.14 : कैप्सेला बरसा पेस्टोरिस में भ्रूणपरिवर्द्धन की प्रारंभिक अवस्थाएँ

तथा भीतरी कोशिकाएँ बनाती हैं (चित्र 5.14)। बाहरी कोशिकाएँ पुनः परिनित विभाजन द्वारा एपीडर्मल कोशिकाओं का परिधीय स्तर बनाती हैं जो डर्मेटोजन कहलाती हैं। भीतरी कोशिकाएँ लम्बवत् एवं अनुप्रस्थ विभाजनों द्वारा डर्मेटोजन के ठीक नीचे पेरीब्लेम तथा केन्द्रीय भाग में प्लीरोम बनाती हैं। पेरीब्लेम की कोशिकाएँ कॉर्टेक्स तथा प्लीरोम से स्टील बनती है।

भ्रूण की ऑक्टेण्ट अवस्था के परिवर्धन के समय दो आधारी कोशिकाएँ अनुप्रस्थ विभाजनों द्वारा 6–10 कोशिका वाला फिलामेण्ट सस्पेन्सर बनाती हैं। भ्रूण की गोलाकार अवस्था के निर्माण तक सस्पेन्सर अधिकतम परिवर्धन कर लेता है। यह सस्पेन्सर भ्रूण कोशिकाओं को भ्रूणकोष में धकेल देता है। सस्पेन्सर की दूरस्थ (Distal) कोशिका अन्य कोशिकाओं की अपेक्षा बहुत लम्बी होती है जो चुषकांग (Haustorium) का कार्य करती है। सस्पेन्सर की सबसे निचली कोशिका हाइपोफाइसिस कहलाती है। इसके पश्चात् अनेक विभाजनों द्वारा हाइपोफाइसिस से भ्रूणीय मूल (Embryonal root) तथा मूल टोपी (Root cap) बनती है।

सतत् वृद्धि के फलस्वरूप भ्रूण हृदय के आकार का हो जाता है जो बीजपत्रों के दो प्राइमोर्डिया का बना होता है। परिपक्व भ्रूण की एक छोटी अक्ष (Axis) तथा दो बीजपत्र होते हैं।

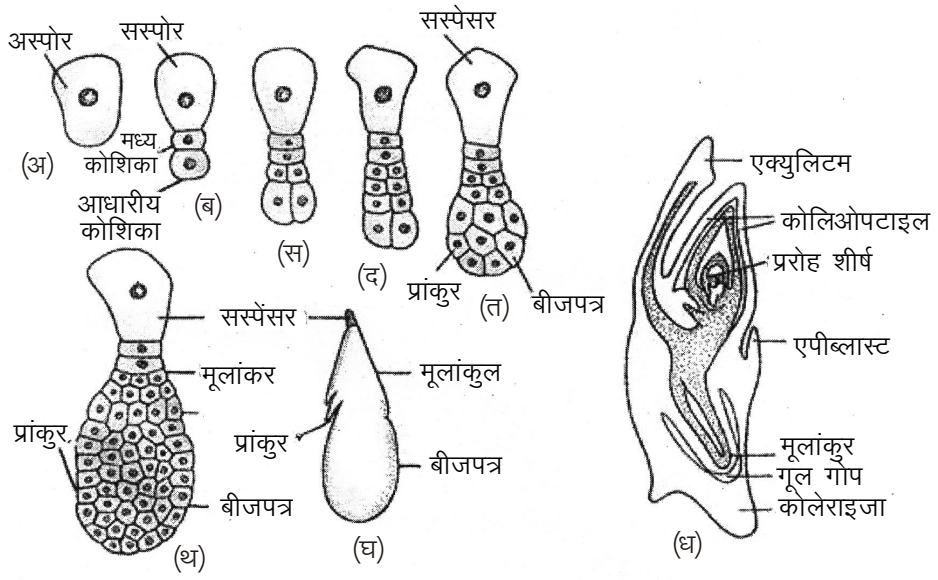
टिप्पणी



चित्र 5.15 : कैप्सेला बरसा पेस्टोरिस में भ्रूणपरिवर्द्धन की अवस्थाएँ

प्रत्येक बीजपत्र, हाइपोकोटाइल के दोनों ओर दिखाई देता है। अधिकतर द्विबीजपत्रियों में भ्रूण विकास *कैप्सेला* की भाँति होता है किन्तु रूबिएसी में सस्पेन्सर लम्बवत् होता है। निम्फिएसी में भ्रूण गोलाकार होता है किन्तु सस्पेन्सर नहीं होता है। ट्रापेसी, ऑर्किडेसी तथा पोडोस्टेमेसी में सस्पेन्सर ह्वासित (Reduced) अथवा अनुपस्थित होता है। (चित्र 5.15)

(2) प्रारूपिक एकबीजपत्री भ्रूण का विकास (Development of a Typical Monocot Embryo)



चित्र 5.16 : (अ–घ) एक प्रारूपिक एकबीजपत्री भ्रूण परिवर्द्धन की अवस्थाएं (घ) घास में एकबीजपत्री भ्रूण

टिप्पणी

एकबीजपत्री तथा द्विबीजपत्री पौधों में भ्रूणोद्भव की क्रिया को प्रारूपी प्रकार का नहीं माना जा सकता है, क्योंकि एकबीजपत्री भ्रूण के परिवर्द्धन के क्रम में काफी विभिन्नताएँ देखने को मिलती हैं। फिर भी *लुजूला फोर्सटेरी* में भ्रूण का विकास काफी हद तक एकबीजपत्री पौधों के प्रारूपिक भ्रूणोद्भव का प्रतिनिधित्व कर सकता है, क्योंकि इस तरह की विकास की प्रक्रिया अनेक एकबीजपत्री पौधों में देखने को मिलती है। इसमें भी क्रूसीफर प्रकार का भ्रूणोद्भव (Embryogeny) पाया जाता है।

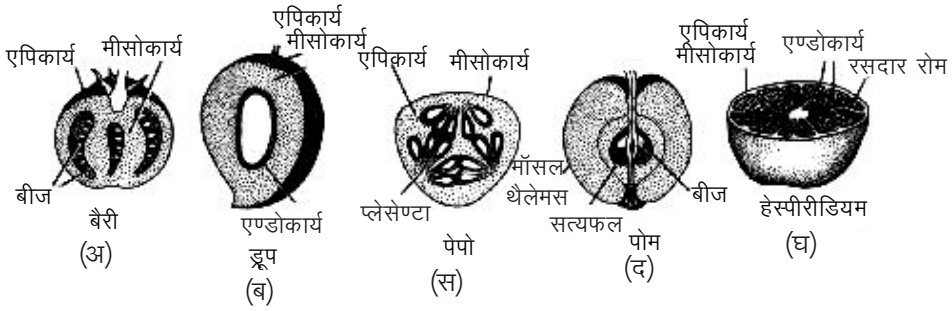
भ्रूण के विकास के क्रम में सर्वप्रथम युग्मनज का प्रथम विभाजन अनुप्रस्थ प्रकार का होता है, जिसके फलस्वरूप एक शीर्षस्थ कोशिका (Apical cell, ca) एवं एक आधारीय कोशिका निर्मित होती है। शीर्षस्थ कोशिका अपने समय में अनुदैर्ध्य विभाजन तथा अधारीय कोशिका (Apical cell : cb) अनुप्रस्थ विभाजन द्वारा विभाजित होती है, जिसके कारण चार कोशिकीय रचना के रूप में (T) आकार का प्रोएम्ब्रियो निर्मित हो जाता है। अब शीर्षस्थ कोशिका (ca) की दोनों कोशिकाएँ प्रथम भित्ति से समकोण बनाते हुए एक अन्य अनुदैर्ध्य भित्ति से समकोण बनाते हुए एक अन्य अनुदैर्ध्य भित्ति द्वारा विभाजित होकर चतुर्थांश अवस्था (Quadrant stage) में परिवर्धित हो जाती है। चतुर्थांश अवस्था में प्राक्भ्रण परिनत विभाजन द्वारा परिधीय स्तर के रूप में डर्मेटोजेन (Dermatogen) तथा केन्द्रीय समूह (Central mass) में बदल जाता है। (ci) कोशिका एक अनुदैर्ध्य विभाजन (Longitudinal division) द्वारा बँटकर दो कोशिकाओं (n) तथा (n') को निर्मित करती हैं। अब चतुर्थांश की चारों कोशिकाएँ विभाजित होकर दो हिस्से (I) एवं (P) में निर्मित हो जाती हैं, जिसमें से एक अकेले बीजपत्र के भाग को निर्मित करता है और (P) ऊपर के हिस्से में हाइपोकोटाइल (Hypocotyl), इपिकोटाइल (Epicotyl) एवं प्रांकुर (Plumule) को बनाता है। बाकी बची कोशिकाओं में से (m) एवं (n) मूलाकुंर तथा मूल टोप (Root cap) बनाती है। एकबीजपत्री पौधों के भ्रूण में मूलटोप एवं एपिडर्मिस के प्रारंभिक एक न होकर अलग–अलग होते हैं तथा क्रमशः कैलिप्ट्रोजेन एवं डर्मेटोजेन कहलाते हैं। सम्पूर्ण विकास हो जाने के बाद एकबीजपत्रीयों के भ्रूण में एक अकेला शीर्षस्थ बीजपत्र होता है तथा प्रांकुर की स्थिति पार्श्वीय होती है। (चित्र 5.16)

5.5 फल का परिवर्धन एवं परिपक्वन (Fruit : Development and Maturation)

एक परिपक्व अंडाशय (Mature ovary) जिसमें परिपक्व बीजाण्ड एवं अन्य भाग होते हैं, को ही सामान्यतया फल कहा जाता है। एक सफल परागण के बाद अंडाशय प्रेरित होकर फल का विकास करता है, तथा अन्य पुष्पीय भाग जैसे स्टैंमन व पिस्टिल मुरझाकर गिर जाते हैं। ये परिवर्तन एक पुष्प का फल बनाने की प्राथमिक प्रक्रिया होते हैं। निषेचन के बाद अंडाशय सामान्यतया फल में विकसित होता है एवं बीजाण्ड बीजों में परिवर्तित हो जाते हैं। इन परिवर्तनों के समय मांसल पैरेनकाइमा (Succulent parenchyma) का बहुत अधिक निर्माण होता है। इन पैरेनकाइमी कोशाओं के पदार्थों (Contents) में भी परिवर्तन होता है। इनमें अम्ल, शर्करा, पायी जाती है एवं कई प्रकार

टिप्पणी

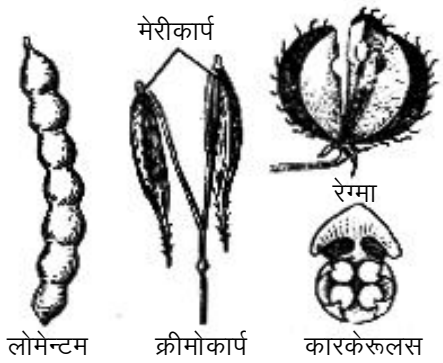
की सुगंध भी आने लगती है। इन परिवर्तन के साथ अंडाशय में कई रचनात्मक परिवर्तन भी होते हैं, उदाहरण के लिए एक बहुकोष्ठीय (Multilocular) एवं बहुबीजाण्डीय (Multiovular) अंडाशय, एककोष्ठीय (Unilocular) एवं एकबीजी अंडाशय में परिवर्तित हो जाता है। इस परिवर्तन के समय कुछ विभाजन भित्तियाँ (Partition walls) घुल जाती हैं, कुछ बीजाण्डों का विकास नहीं होता । इसी प्रकार एक एककोष्ठीय अंडाशय आभासी विभाजन भित्तियों (False partition walls) के बनने से बहुकोष्ठीय में परिवर्तित हो जाता है। परिपक्वन के समय कुछ फल मांसल एवं गूदेदार (Fleshy and pulpy) हो जाते हैं एवं अन्य कष्ठिल (Stony) या कागजनुमा (Papery) रह जाते हैं।



चित्र 5.17 : मॉसल फल

एक सत्य फल (True fruit) उसे कहा जाता है जो एकल पुष्प में एक ही अंडाशय से विकसित हुआ हो तथा जिसके विकास में अंडाशय के बाहर के किसी भी अंग ने भाग न लिया हो, इसके विपरीत स्थितियों में बनने वाला फल आभासी या कूट (False) होता है। इस तरह से अधिकांश फल कूट होते हैं। अधोवर्ती अंडाशय (Inferior ovary) से बनने वाले फल कूट होते हैं क्योंकि ऐसे अंडाशय में थेलेमस ऊतक का कुछ भाग जुड़ा होता है। सेब फल एवं नाशपाती के फलों का खाने योग्य भाग मुख्यतः मांसल थैलेमस (Thalamus) होता है।

एक फल में दो भाग होते हैं–फलभित्ति (Pericarp), जो अंडाशय की भित्तियों से बनता है एवं बीज (Seeds) जो बीजाण्डों से बनते हैं। फलभित्ति मोटी या पतली होती है। जब यह मोटी होती है, तब यह दो या तीन भागों की बनी होती है–बाहरी बाह्य फल भित्ति (Epicarp), यह फल का बाह्य आवरण बनाती है, मध्य परत जिसे मध्य फलभित्ति (Mesocarp) कहा जाता है जो आम, आडू आदि में फल का गूदेदार भाग बनाती है।



चित्र 5.18 : शाइजोकार्पिक फल

टिप्पणी

फल वृद्धि, कोशिका विभाजन अथवा कोशिका विवर्धन (Elongation) द्वारा होता है। अनेक फलों, जैसे सेब में अधिकतर कोशिका विभाजन परागोद्भव (Anthesis) से पूर्व होता है। परागोद्भव में कुछ विभाजन चक्र होते हैं किन्तु फल के आकार में वृद्धि कोशिका विवर्धन (Enlargement) के फलस्वरूप होती है। **स्मिथ (Smith, 1950)** के अनुसार फल का अंन्तिम आकार (Final size) परागोदभव के समय अण्डाशय के आकार के अनुसार होता है।

जैकसन तथा कूम्बे (Jackson and Coombe, 1966) ने बताया कि खुबानी (Apricot) के मीजोकार्प आयतन में विभेदन, पूर्व से अन्त वाले पुष्पों में अन्तर कोशिका संख्या न कि कोशिका आयतन के कारण होता है। **बैन (Bain, 1958)** के अनुसार, यही अवस्था नींबू (Citrus) के फलों में पायी जाती है जिनमें पश्चपरागोद्भव (Post anthesis) के तुरन्त बाद कोशिका विभाजन होने लगता है किन्तु अन्त के (Subsequent) आकार में वृद्धि कोशिका विवर्धन द्वारा ही होती है। कुछ जातियों में विवर्धन होता है उनके फलों में उनमें बहुत बड़ी कोशिकाएँ पायी जाती हैं जो प्रायः फल परिवर्धन के समय बहुगुणित (Polyploid) हो जाती हैं। **आर्कीबेल्ड एवं मेल्टन** (Archibald and Melton, 1987) के अनुसार कुछ फलों, जैसे खुबानी (Apricot) की सतह (Surface) रोमिल (Pubescent) होती है जिस पर रन्ध्र (Stomata) पाये जाते हैं।

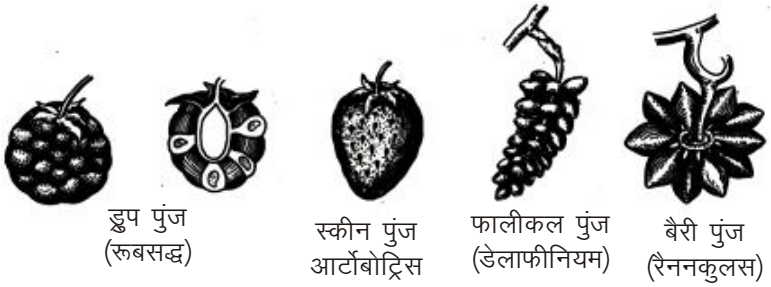
बोलार्ड एवं कूम्बे (Bollard and Coombe, 1976) के अनुसार फल का खाने योग्य भाग ऊतकों की विभिन्न किस्मों से उत्पन्न हो सकता है। एक अण्डप (Carpel) वाले पुष्पों से बेरी (Berry) जैसे ड्रप (Drupe) फल बनते हैं।

बोलार्ड (1970) के अनुसार फल अपने परिवर्धन में परागोद्भव से लेकर परिपक्वन तक अनेकों भिन्नताएँ प्रदर्शित करते हैं, जैसे–खट्टी चैरी (Sour Cherry) में 41 दिन तथा वाशिंगटन नॉबेल संतरा में 245 दिन का समय लगता है।

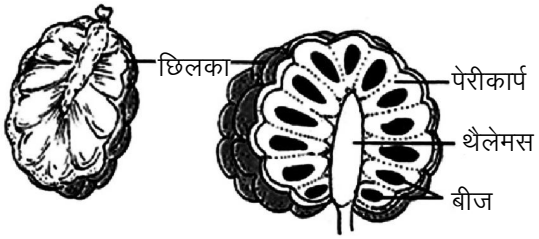
सन्तरा (Orange) में धीमी वृद्धि की प्रथम अवधि के द्वारा छिलके (Peel) की मोटाई बढ़ती है जिसका कारण कोशिका विभाजन होता है। **बैन एवं मोन्सेलाइज** (Bain, 1958, Monselise, 1986) के अनुसार तीव्र वृद्धि की द्वितीय प्रावस्थ में रस के आशय (Juice vesicles) का परिवर्धन होता है तथा तृतीय प्रावस्था में धीमी वृद्धि होती है जिसमें फलों का परिपक्वन होता है। अधिकतर फलों में परिवर्धन के समय बहुत अधिक मात्रा में जल व शर्करा एकत्रित होते हैं जिनमें परिपक्वन के पश्चात् 80 से 90 प्रतिशत जल तथा 10 से 20 प्रतिशत शर्करा रह जाते हैं। इसके विपरीत जैतून (Olive) के फलों में शर्करा के स्थान पर लिपिड्स (lipids) संचित रहते हैं तथा खजूर (Date palm) के फलों में जल की अपेक्षा बहुत अधिक मात्रा में शर्करा संचित रहती हैं। जल तथा शर्करा के अतिरिक्त फलों में कार्बनिक अम्ल संचित रहते हैं, तथा परिपक्व फल की सुगंध अम्ल में शर्करा के अतिरिक्त फलों में कार्बनिक अम्ल संचित रहते हैं, तथा परिपक्व फल की सुगन्ध अम्ल में शर्करा के अनुपात के मिश्रण द्वारा निर्धारित होती है। इसके अतिरिक्त बहुत थोड़ी मात्रा में वाष्पशील सुगन्धित यौगिक फलों के प्रकार के अनुसार उपस्थित होते हैं। यद्यपि बीज तथा फल वृद्धि के मध्य सम्बन्धों की प्रकृति के बारे में अधिक ज्ञान नहीं हैं किन्तु यह पादप वृद्धि नियामक रसायनों द्वारा होती है। **लकविल (Luckwill, 1957)** एवं **क्रेने (Crane, 1969)** के अनुसार विकसित बीजों द्वारा ऑक्जिन्स, जिब्रेलिन्स तथा सायटोकाइनिन्स का सक्रिय उत्पादन होता है। फलभित्ति (Pericarp) में पादप वृद्धि नियामक पाए जाते हैं। **क्रेने (1969)** के अनुसार

टिप्पणी

बीजों में इस प्रकार की फल वृद्धि एवं अन्तर्जात पादप वृद्धि नियामक के स्तर में परिवर्तन होने का कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। बीजों द्वारा फल वृद्धि नियंत्रक ऐसे पोषकों के लामबन्दी (Mobilization) द्वारा हो सकता है जो उनकी स्वयं वृद्धि के लिए आवश्यक होते हैं ताकि यह पोषक फल ऊतकों को चारों ओर से घेरने वाले परिवर्धन के लिए आवश्यक होते हैं। **चौहान एवं पाण्डेय (1984), फ्रेडमेन एवं गोलीबर (1986)** के अनुसार विकसित फलों तथा बीजों में प्रकाश –संश्लेषण उनको अपनी वृद्धि में सहयोग प्रदान करने में अपर्याप्त होता है और वह पत्तियों द्वारा प्रकाश संश्लेषित पदार्थों पर आश्रित होते हैं अतः अन्य पादप अंगों के प्रतियोगी लाभ की आवश्यकता होती है। इस प्रकार का लाभ बीजों द्वारा उत्पन्न पादप वृद्धि नियामकों द्वारा प्राप्त हो सकता है।



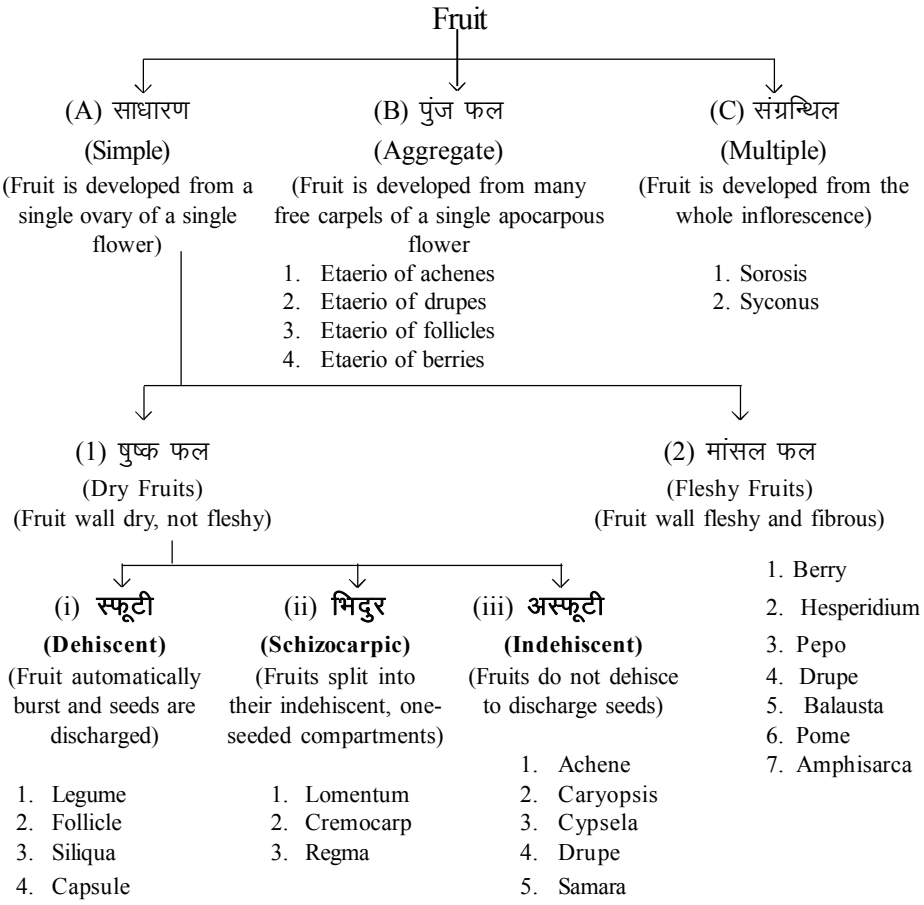
चित्र 5.19 : पुंज फल

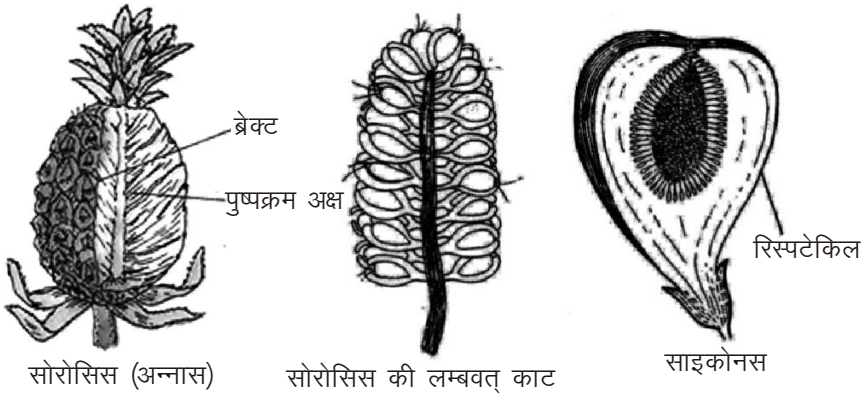


चित्र 5.20 : पुंज फल शरीफा का बैरी पुंज

फलों का वर्गीकरण (Classification of Fruits)

टिप्पणी





चित्र 5.21 : संगठित फल के प्रकार

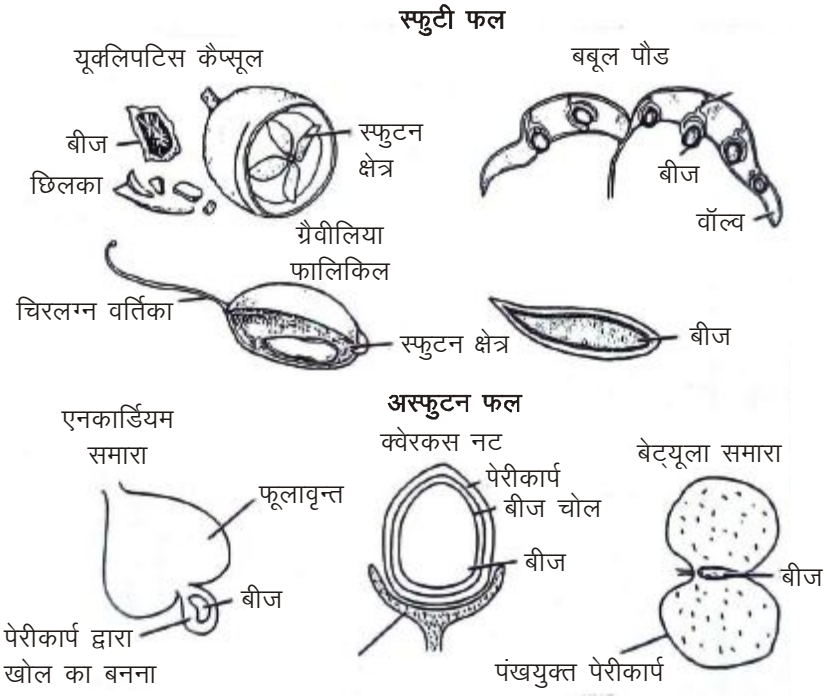
फलों के प्रकार

अकारिकी के आधार पर फल दो प्रकार के होते हैं

(a) सत्य फल का परिवर्धन पुष्प के अण्डाशय से होता है तो यह सत्य फल कहलाता है।

(b) असत्य फलका परिवर्धन अण्डाशय के अतिरिक्त पुष्प के किसी अन्य भाग जैसे–पुष्पासन (थैलेमस), बाह्यदल (कैलिक्स) आदि से होता है तो वह असत्य (कूट) फल कहलाता है, जैसे–सेब

टिप्पणी



चित्र 5.22 : कुछ परिपक्व शुष्क आवृतबीजी फलों की आकारिकी

फलों का परिपक्वन

परिपक्वन विधि फल एवं बीज को प्रकीर्णन के लिए तैयार करती है अतः यह घटना पूर्ण नियमित तथा आनुवंशिकी निर्धारित होती है। क्योंकि फल आकारिकीय अनेक प्रकार के अंग होते हैं। **ब्रेडी (1987)** के अनुसार यह नियन्त्रण क्रियाविधि सभी जातियों में एक जैसी नहीं होती है।

कार्यिकीय (physiological) परिवर्तन जो परिपक्वन से सम्बन्धित होते हैं जिन्हें जीर्णता **(Senescence)** से आसानी से नहीं पहचाना जा सकता है। **वाटाडा** आदि (Watada et. Al; 1984) के अनुसार परिपक्वन को निम्न प्रकार परिभाषित किया जा सकता है *"The changes which occur from the later stages of growth and development through the early stages of senescence and result in characteristic aesthetic and/or food quality"* जबकि जीर्णता विधियाँ वह होती हैं जो कार्यिकी अथवा उद्यानिकी परिपक्वता का अनुसरण करती हैं, *"lead to the death of tissue* :कार्यिकीवेत्ताओं का मत अलग है जीर्णता के लक्षण परिपक्वता से भिन्न होते हैं तथा उन्होंने दो प्रमुख अवधारणा विकसित कीए जिनके द्वारा परिपक्व फलों में जैवरासायनिक परिवर्तन देखे जा चुके हैं। एक मत में परिपक्वन को प्राथमिक रूप से जीर्णता की अभिव्यक्ति कहा जाता है जिसमें विघटन के लिए अन्तरकोशिका संगठन प्रारम्भ हो जाता है। इस प्रकार के विसंगठन (Disorganization) द्वारा विकरों (Enzymes) का मिश्रण बनता है और उनके प्रधोस्तर (Substrates) में हाइड्रोलेजेज (Hydrolases) की विभिन्नन प्रकार की क्रियाएँ होती हैं तथा ऐसे विकर जो इथाइलीन (Ethylene) तथा रंगद्रव्यों (Pigments), जैसे यौगिकों का संश्लेषण करने के लिए जिम्मेदार होते हैं। वैकल्पिक परिकल्पना (Alternative hypothesis) में परिपक्वन विभेदन की अन्तिम अवस्था होती है। अतः इस सीधी विधि के लिए विशिष्ट विकरों का संश्लेषण होता है। आधुनिक शोधों के अनुसार यह सिद्ध कर दिया गया है कि इसमें दोनों प्रकार की

क्रियाएँ भाग लेती हैं। किन्तु ऐसे भी प्रमाण हैं जिसमें कोशिका कलाएँ रूपान्तरित होकर मेटाबोलाइट्स (Metabolites) में वितरित हो जाती हैं जिससे कोशिकाएँ परिपक्व विधियों में परिवर्तित हो जाती हैं।

टिप्पणी

आवृतबीजी मांसल फल (Fleshy Angiosperm Fruits)

(1) रंग परिवर्तन जिससे पर्णहरिम (Chlorophyll) की हानि होती है और अन्त में नए रंगद्रव्यों (Pigments) का संश्लेषण होता है।

(2) सुगन्ध में परिर्वतन जिसमें अम्लीयता सम्मिलित है।

(3) एस्टरजेन्सी एवं मीठापन।

(4) **रोहडेश (1970)** के अनुसार माँस व ऊतकों का मुलायम होना।

(5) **कूम्बे (1976)** के अनुसार फलों का पकना बीज की उपस्थिति पर निर्भर नहीं होता है।

बोलार्ड (1970) के अनुसार अनेक मांसल फलों की संरचना में विविधता होते हुए भी उनमें कुछ लक्षण समान होते हैं। अधिकतर फलों के शर्कराओं का उच्च सांद्रण होता है। विशेष रूप से ग्लूकोज तथा फ्रक्टोज तथा कभी सुक्रोज। बोलार्ड के अनुसार खजूर, सेब, आडू तथा अंजीर में शुष्क भार के आधार पर 63–81 प्रतिशत शर्करा पायी जाती है। इसके विपरीत एवोकेडो तथा जैतून के फलों में शर्करा के अतिरिक्त लिपिड्स संचित रहते हैं तथा खजूर में जल की मात्रा बहुत कम होती है। अम्ल स्तर भी भिन्न होते हैं। इनका स्तर मध्य परिवर्धन के समय सबसे अधिक होता है तथा जैसे–जैसे फल पकते जाते हैं, इनका स्तर गिरता जाता है। परिपक्व फल की गन्ध, अम्ल तथा शर्करा के अनुपात पर आश्रित होती है जिसमें कुछ मात्रा में वाष्पशील सुगन्धित यौगिक भी पाए जाते हैं जो फल के प्रकार के अनुसार होते हैं। पत्ती के ऊतकों की अपेक्षा खनिज यौगिकों की मात्रा कम होती है।

डुनबर एवं बर्न्स (1987) के अनुसार अनेक वृक्षो के फल की आहार मे खनिजों तथा विटामिन्स के स्रोत होते हैं विशेष रूप से विटामिन (A) तथा (C) इन फलों से व्यापारिक स्तर पर वसाएँ, तेल, पैक्टिन, रंगद्रव्य सुगन्ध यौगिक तथा सुगन्धित तेल, विकर तथा अम्ल प्राप्त किये जाते हैं।

5.6 परिपक्वन के समय कार्यिकीय परिवर्तन (Physiological Change during Ripening)

श्वसन शिखर (Respiratory Climacteric)

रोड्स (1970) के अनुसार यह देखा गया है कि परिपक्व फल अधिक समय तक श्वसन दर में लाक्षणिक परिवर्तन प्रदर्शित करते हैं। अधिकतर फल की फसलों, जैसे सेब, खुबानी, एवोकेडो, चेरीमोया, आम, आडू, नाशपाती तथा बेर में वृद्धि से जीर्णता तक परिवर्तन तथा परिपक्वन तीव्र गति से बढ़ने वाले श्वसन जो शीघ्र ही शीर्ष पर पहुँच जाता है, द्वारा होता है।

बेले एवं रोड्स (1960,1970) के अनुसार इन्हें जलवायुवीय (या क्लाइमेक्टेक) जातियाँ कहा जाता है। जबकि नॉन–क्लाइमेक्टेक जातियाँ जैसे चैरी, अंजीर तथा नींबू

टिप्पणी

जिनमें श्वसन बहुत धीमा तथा अपवाह (नीचे की ओर) प्रदर्शित करता है, जब फल पेड़ से टूट जाते हैं। सामान्यतया नॉन–क्लाइमेक्टेक फलों का परिपक्वन केवल पेड़ पर लगे रहने पर ही होता है।

सेबों में फलों के पृथक् होने अथवा लगे रहने पर ही क्लाइमेक्टेक पाया जाता है। **निश्च** (1971) ने बताया कि आस–पास की पत्तियों द्वारा कारक उत्पन्न होते हैं जो परिपक्वन के आरम्भन (Onset) को अवरुद्ध करता है। अधिकतर शीतोष्ण (Tropical) तथा उपशीतोष्ण (Subtropical) फलों, जैसे आम, चेरीमोया, एवोकेडो जहाँ पर श्वसन तेजी के साथ होता है। यह दो कारक बहुत पास–पास पाए जाते हैं किन्तु पोम फलों में क्लाइमेक्टेरिक द्वारा परिपक्वन कुछ समय बाद होता है।

इथाइलीन की भूमिका (Role of Ethylene)

मेकमुरची आदि एवं ब्रेडी (1972,1987) ने बताया कि क्लाइमेक्टेरिक तथा नॉन–क्लाइमेक्टेरिक को पहचानने के लिए इथाइलीन उत्पादन के दो अलग तंत्र होते हैं। दोनों प्रकार के तंत्र सामान्य इथाइलीन उत्पादन तंत्र (System I) में रहते हैं जब तक फलों का परिपक्वन नहीं हो जाता है। किन्तु क्लाइमेक्टेरिक जातियों में अतिरिक्त ओटोकेटालाइटिक तंत्र पाया जाता है जिसे इथाइलीन में खोलने से बहुत अधिक मात्रा में इथाइलीन स्तरों को ऊतकों में प्रेरित करता है जिसके फलस्वरूप परिपक्वन तथा जीर्णन होता है।

क्लाइमेक्टेरिक जातियों, जैसे सेब तथा नाशपाती पर किए गए अध्ययनों पर आधारित तथा नॉन क्लाइमेक्टेरिक चैरी पर किए गए अध्ययनों के अनुसार हार्टमेन आदि (1987) ने एक सामान्य मॉडल इथाइलीन क्रिया के घटना (Events) के परिक्रम (Sequence) के लिए प्रस्तुत किया अर्थात् संआरम्भन (Initiation-system I), उन्नयन (Promotion-system II), परिपक्वन का अनुरक्षण (Maintenance) प्रत्येक अवस्था में इथाइलीन सान्द्रता का प्रभाव सीमा (Threshold) मान (Value) होता है जो जाति में आनुवंशिकता के अनुसार भिन्न होता है तथा इसे पर्यावरर्णीय दशाओं के अनुसार रूपान्तरित किया जा सकता है। प्रथम दो अवस्थाओं में आर.एन.ए. ट्रान्सक्रिप्शन की दर बढ़ा देने से क्रिया (Action) होने लगती है जिससे नए विकरों का संश्लेषण होता है तथा अन्त वाला पोस्ट ट्रान्सक्रिप्शनल प्रभाव कहलाता है जो सन्देशवाहक आर.एन.ए. के अवनतिकरण (Degradation) को सुरक्षा प्रदान करता है। मेकग्लासन (1970), कूम्बे (1976) द्वारा प्रस्तुत प्रमाणों से यह स्पष्ट हो जाता है कि इथाइलीन प्राथमिक रूप से फल परिपक्वन के प्रेरण (Induction) में भाग लेती है। **रोड्स** (1970) के अनुसार इथाइलीन की उपस्थिति में श्वसन क्लाइमेक्टेरिक को भली–भाँति देखा जा सकता है।

अन्य वृद्धि नियामक (Other Growth Regulators)

कूम्बे (1976) व **रोड्स** (Rhodes, 1980) तथा **ब्रेडी (1987)** ने अनेक प्रयास अन्य वृद्धि नियामकों के परिपक्वन के नियमन के लिए किए किन्तु कोई सामान्य परिणाम प्राप्त न हो सका। ABA के बाहरी लेप द्वारा परिपक्वन शीघ्रता से किया जा सकता है। IAA परिपक्वन का अवरोध करता है किन्तु ऑक्सीकारक उत्पादन इथाइलीन संश्लेषण को प्रेरित करता है तथा नाशपाती के परिपक्वन में सहायक होता है।

टिप्पणी

वर्णकता (Pigmentation)

व्यापारिक महत्व के फलों का रंग परिवर्तन उनके परिपक्वन (Maturation) से सम्बन्धित होता है। उदाहरण के लिए, लाल सेब उपभोक्ताओं द्वारा हरे रंग के सेबों से अधिक पसन्द किए जाते हैं। फलों में रंग मुख्य रूप से वर्णकों (Pigments) द्वारा होता है, जैसे–पर्णहरिम (Chlorophyll), केरोटीनॉयड्स तथा एन्थेसायनिन्स। हरे अपरिपक्व फलों में हरित लवकों (Chloroplasts) का पर्णहरिम (Chlorophyll) परिपक्वन में प्रायः समाप्त हो जाता है तथा क्रोमोप्लास्ट्स (Chromoplasts) में बदल जाता हैं। **गुडविन** एवं **गोएड (1970)** के अनुसार क्रोमोप्लास्ट में केरोटीनॉयड वर्णक पाए जाते हैं। वर्णकों का उच्चतम सांद्रण, एपीकार्प अथवा छिलकों (Rind) में होता है। एन्थोसाइनिन एक प्रकार का फीनोलिक यौगिक होता है जो फलों में पाया जाता है। अनेक फलों में नीले तथा लाल रंग पाए जाते हैं जिनका तेज गति के साथ (एन्थेसाइनिन्स का रिक्तिकाओं में उपस्थित होने के कारण) परिपक्वन होता है। एन्थेसाइनिन्स प्रायः ग्लाइकोसाइड्स के रूप में पाये जाते हैं जो शर्करा अणुओं के साथ जटिल संरचना वाले होते हैं जिनका वास्तविक रंग सह–वर्णकों तथा pH द्वारा निर्धारित होता है। एन्थेसायनिन्स प्रायः सेब, बेर, नाशपाती तथा चैरी के फलों के एपीडर्मल स्तरों में पाया जाता है।

मृदुलन (Softening)

सभी फलों का मृदुलन, परिपक्वता का प्रतीक होता है जो अत्यधिक व्यापारिक महत्व का होता है क्योंकि ताजे मृदुल फल खाने के काम आते हैं। **ब्रेडी (1987)** के अनुसार मृदुलन से पूर्व ही फलों को बाहर भेजने के लिए पृथक् कर लेना चाहिए ताकि यह किसी प्रकार से रोगग्रस्त न हो पायें। मृदुलन, विकरों के द्वारा हाइड्रोलाइसिस का ही परिणाम है जो फलों की कोशिका भित्तियों में होता है। फलों में मृदुलन प्रमुख रूप से पोलीगेलेक्टूरोनेज (Polygalacturonase) पेक्टिन मिथाइल एस्टरेज तथा सेल्यूलेजेल द्वारा होता है। मिडिल लेमिला में पेक्टिक पोलीसैकेराइड्स प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं जिनमें परिवर्तन के फलस्वरूप निम्नीकरण होता है और यह परिपक्वन के समय घुलनशील हो जाते हैं। कुछ नॉनएन्जाइमेटिक क्रियाविधियाँ भी कार्य करती हैं। कैल्शियम (Ca^{2+}) आयन के पृथक् होने से पेक्टिक पोलीसैकेराइड के संरचनात्मक लक्षण प्रभावित होते हैं। **तिंगवा एवं यंग** (1974) के अनुसार एवोकेडो (Avocado) अन्तर्जात कैल्शियम स्तरों का सम्बन्ध परिपक्वन से होता है। **हुबर** (1983) के अनुसार कैल्शियम स्तर का सम्बन्ध श्वसन क्लाइमेक्टेरिक से होता है।

माँसल आवष्तबीजी फल (Fleshy Angiospermic Fruits)

फलों के परिपक्वन का ज्ञान आँखो से देखकर किया जा सकता है। फलों की त्वचा के हरे रंग से पीले, लाल, नारंगी रंग में परिवर्तित होना कृषकों के लिए सेब, नाशपाती, आडू आदि में लाभकारी होते हैं। **डेलविच एवं बॉमगार्डनर** (1985) ने बताया कि इस प्रकार के परिवर्तन में आम तथा खुबानी में देखने को मिलते हैं। सामान्यतया फलों की त्वचा का भद्दा (Dull) हो जाना उनकी परिपक्वता का सूचक होता है। विशेष रूप से वृन्त पीला हो जाता है तथा फल को हिलाने पर उनके अन्दर के बीज आवाज करने लगते हैं क्योंकि वे फल के माँसल भाग से पृथक् हो जाते हैं।

टिप्पणी

फलों में शर्करा तथा अम्लीय पदार्थों में होने वाले परिवर्तनों द्वारा भी इनकी परिपक्वता को ज्ञात किया जाता है। **रीड आदि (1982)** ने स्पष्ट कर दिया कि ग्रेनी स्मिथ सेबों में मण्ड शर्करा में बदलने लगती है। यह क्रिया फलों के परिपक्वन के समय होती है। पदार्थों को पोटेशियम आयोडाइड द्वारा उपचारित करने पर क्रिया होती है जिससे उत्पादन का रंग नीला हो जाता है जो अपरिपक्व फलों के गूदे में मण्ड की उपस्थिति प्रदर्शित करती है किन्तु जैसे–जैसे फल परिपक्व होते जाते हैं यह क्रिया घटती जाती है।

5.7 बीज की संरचना एवं प्रकीर्णन (Seed Structure and Dispersal)

बीज पुष्प के अण्डाशय में विकसित होने वाला निषेचित एवं परिपक्व बीजाण्ड (Ovule) है। यह पौधें का महत्वपूर्ण भाग है जिसके अन्दर भ्रूण प्रसुप्तावस्था (Dormant stage) में पड़ा रहता है। कुछ बीजों का अंकुरण तो पौधे से अलग होते ही होने लगता है, परन्तु अधिकांश बीजों में ऐसा नहीं होता है। अतः अलग–अलग प्रकार के पौधों के बीज अलग–अलग मौसमों में बोये जाते हैं। पौधे से अलग होने पर बीज कुछ समय तक प्रसुप्तावस्था में पड़े रहते हैं। यह समय प्रायः 4–6 महीने का होता है। यह समय विभिन्न पौधों में अलग–अलग भी हो सकता है। प्रसुप्तावस्था में होने के कारण उपापचयी क्रियाएँ (Metabolic activities) बहुत ही धीरे–धीरे होती हैं। कुछ बीजों में अंकुरण कई वर्षों के बाद बोने पर भी हो जाता है।

प्रसुप्तावस्था समाप्त होने और अनुकूल परिस्थितियाँ मिलने पर प्रत्येक स्वस्थ बीज एक नये पौधे को जन्म देता है।

सूखे बीजों में जल की कमी के कारण उपापचयी क्रियाएँ अत्यन्त धीमी गति से चलती हैं लेकिन जब बीज जल के सम्पर्क में आता है जो उपापचयी क्रियाएँ सुचारू रूप से चलने लगती हैं और अन्त में भ्रूण के महत्वपूर्ण भाग मूलांकुर व प्रांकुर निकलकर क्रमशः मूल व प्ररोह को जन्म देते हैं।

''बीज अंकुरण एक भौतिक–रासायनिक क्रिया है जिसके अन्तर्गत बीज का प्रसुप्त भ्रूण (Dormant embryo) सक्रिय होकर एक शिशु पौधे या नवोद्भिद को जन्म देता है।''

बीज की संरचना

एक प्रारूपिक बीज में सामान्यतः निम्नलिखित अंग होते हैं:–

(1) **बीजावरण** (Seed Coat) – यह दो स्तरों का बना होता है जिसमें बाहरी मोटे स्तर को बाह्यबीजचोल (Testa) तथा भीतरी पतले स्तर को अन्तः बीजचोल (Tegmen) कहते हैं।

(2) **बीजाण्डद्वार** (Micropyle) – बीज के एक सिरे पर स्थित एक सूक्ष्म छिद्र को बीजाण्डद्वार (Micropyle) कहते हैं।

(3) **भ्रूण** (Embryo) – यह बीज का मुख्य भाग है। इसमें तीन भाग होते हैं–

(a) **बीजपत्र** (Cotyledons) – यह भ्रूण की पत्तियाँ हैं जिनकी संख्या एक या दो होती है।

टिप्पणी

(b) लघु स्तम्भ (Tigellum) – यह भ्रूण का मुख्य अक्ष है। इसका ऊपरी भाग बीजपत्रोपरिक (Epicotyl) तथा निचला भाग बीजपत्राधर (Hypocotyl) कहलाता है। बीजपत्रोपरिक का ऊपरी सिरा प्रांकुर (Plumule) कहलाता है। बीजपत्राधर का निचला सिरा मूलांकुर (Radicle) कहलाता है।

(c) भ्रूणपोष (Endosperm) – यह बीज का भोजन संग्रह करने वाला विशेष ऊतक है।

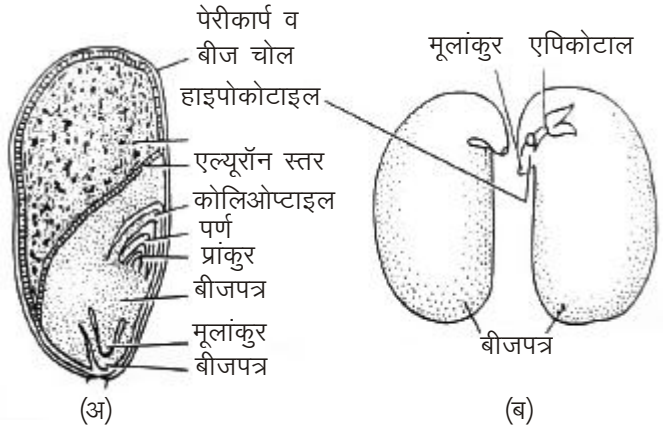
बीजों का वर्गीकरण (Classification of Seeds)

(A) बीजपत्रों की संख्या के आधार पर बीज दो प्रकार के होते हैं:–

(1) एकबीजपत्री बीज (Monocotyledonous seeds) उदाहरण– धान, मक्का, गेहूँ, प्याज, नारियल, ताड़ आदि।

धान्य (Cereals) पौधों के बीज को भ्रूणपोषी एकबीजपत्री बीजों के सबसे अच्छे उदाहरण के रूप में जाना जाता है। इनमें फलभित्ति (Pericarp) तथा बीज चोल (Seed coat) आपस में संयुक्त होते हैं यानि इस तरह के पौधें के बीज में फल घटक (Fruit components) स्थायी तोर पर जुड़े रहते हैं। ऐसे बीज को सामान्यतया ग्रेन्स (Grains) कहा जाता है।

(2) द्विबीजपत्री बीज (Dicotyledonous Seed) – इनमें दो बीजपत्र होते हैं, जैसे–चना, मटर, सरसों, सेम आदि।



चित्र 5.23 : बीज संरचना (अ) एकबीजपत्री बीज (ब) द्विबीजपत्री बीज

(B) भ्रूणपोष (Endosperm) की उपस्थिति के आधार पर बीज दो प्रकार के होते हैं:–

(1) भ्रूणपोषी बीज (Endospermic or Albuminous seed) – उदाहरण चना, मटर, सेम, कद्दू, आम, इमली आदि। एक भ्रूणपोषी द्विबीजपत्री के विभिन्न भाग इस प्रकार हैं– बीज का आवरण बीजावरण या बीज चोल (Seed coat) कहलाता है। इसका ऊपरी छिलका टेस्टा कहलाता है। यह सख्त (Hard) तथा विभिन्न बीजों में विभिन्न रंगों का होता है। टेस्टा के नीचे एक पतली झिल्ली नुमा द्वितीय आवरण हो सकता है, अगर उपस्थित हुआ तो उसे टेग्मेन अर्थात् अन्तः चोल (Tegmen) कहते हैं। बीज चोल पर बीज के वृन्त के जुड़ाव स्थल के रूप में हायलम (Hilum) तथा उसके ऊपर सूक्ष्म

छिद्र के रूप में माइक्रोपाइल होता है। भ्रूण दो बीजपत्र तथा भ्रूणीय अक्ष युक्त होता है। भ्रूणीय अक्ष एपिकोटाइल प्रांकुर (Plumule) बीजाधार (Hypocotyl) तथा मूलांकुर (Radicle) में विभोदित होता है।

टिप्पणी

(2) अभ्रूणपोषी (Non-endospermic or Exalbuminous seed) – उदाहरण – अरण्ड, पपीता, शरीफा, गुलब्बास (4'O clock plant) आदि।

उपर्युक्त उदाहरणों में अरण्ड के बीज को आदर्श उदाहरण के रूप में लिया जा सकता है। इसके बीज के बीजचोल (Seed coat) में स्थित अण्डद्वार (Microphyle) पर एक श्वेत स्पंजी उभारयुक्त (Lobed) रचना होती है जिसे बीजचोल (Caruncle) कहते हैं। इसका बीजचोल स्पष्टतः टेस्टा एवं टेग्मेन में विभेदित होता है। टेस्टा कड़ा (Hard) तथा टेग्मेन झिल्लीनुमा होता है। टेग्मेन अर्थात् अन्तःचोल से घिरा तैलीय ऊतक के रूप में भ्रूणपोष होता है, भ्रूणपोष भ्रूण को घेरे रहता है।

5.8 बीजों का प्रकीर्णन (Dispersal of Seeds)

बीज प्रकीर्णन के कारण – (Reason of Seed dispersal)

(1) एक ही स्थान पर समूहीकृत होने के कारण पौधे चारण जन्तुओं (Grazing animals) के द्वारा आसानी से पहचाने जा सकते हैं तथा अंततः अतिचारण के फलस्वरूप समाप्त हो सकते हैं।

(2) एक ही स्थल पर एक पौधे की संततियों की वृद्धि होने की स्थिति में उनमें प्रतीप संकरण (Back cross) की संभावना अत्यधिक बढ़ जायेगी तथा अंततः उनकी संततियों में दुर्बलता आ जाएगी।

मातृ पौधे से पृथक्कृत होने के पश्चात् फलों एवं बीजों के अच्छे जीवनयापन एवं वृद्धि हेतु नयी जगह पर स्थानान्तरित होकर पहुँचाने की क्रिया ही फलों एवं बीजों का प्रकीर्णन कहलाती है। एक आवृतबीजी पौधों में प्रत्येक फल के अन्दर अधिक संख्या में बीज बनते हैं जो कि किसी न किसी बाह्य स्रोत (External agency) या स्वयं की प्रक्रिया (Autonomous) द्वारा प्रकीर्णित होकर नए स्थल की ओर निकलते हैं। फूलों एवं बीजों के उत्पादन एवं प्रकीर्णन की प्रक्रिया द्वारा किसी जाति के जीवित रह पाने की क्षमता अत्याधिक बढ़ जाती है।

बीज प्रकीर्णन विभिन्न विधियों द्वारा होता हैं। जिनमें मुख्य है–

(1) वायु प्रकीर्णन (Wind dispersal or anemochory)

(2) जल प्रकीर्णन (Water dispersal or hydrochory)

(3) जन्तु प्रकीर्णन (Animal dispersal or zoochory)

(4) फलों के फटने से (Explosion dispersal)

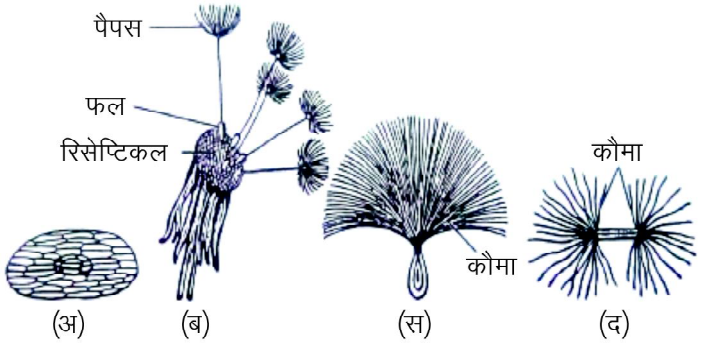
(1) वायु प्रकीर्णनः– जिन बीजों और फलों में वायु द्वारा प्रकीर्णन होता है उनमें निम्न प्रकार की प्रयुक्तियाँ पाई जाती हैः–

(a) आर्किड तथा सिनकोना के फल तथा बीज बहुत छोटे, शुष्क, हल्के तथा धूल के कणों के समान होते हैं जो सुगमतापूर्वक वायु द्वारा बहुत अधिक दूरी तक उड़कर ले जाये जाते हैं।

टिप्पणी

(b) पैराशूट क्रियाविधि (Parachute mechanism) – कुछ बीजों एवं फलों में उपांग (Appendages) पाए जाते हैं जो पैराशूट का कार्य करते हैं तथा उन्हें वायु में उड़ाने में सहायक होते हैं जिनका वर्णन निम्न प्रकार है–

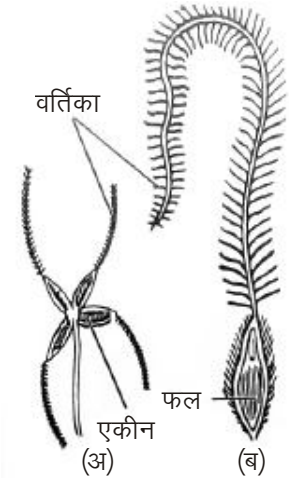
(i) पेपस (Pappus)– इनका निर्माण चिरलग्न (Persistent) बाह्यदलपुंज (Calyx) के रूपान्तरण से होता है जो कम्पोजिटी तथा वेलेरियेनेसी (Valerianaceae) के सदस्यों में पाया जाता है। सूरजमुखी *(Helianthus annuus)* तथा गेंदा *(Tagetes patula)* के पैपस बड़े तथा हल्के होते हैं जो सिप्सैला (Cypsela) फल को वायु में उड़ाने में सहायक होते हैं। पैपस रोमिल (Hairy) होते हैं।



चित्र 5.24 : प्रकीर्णन युक्तियाँ : (अ) ऑर्किड के बहुत छोटे बीज (ब) डेण्डेलियॉन का पैराशुट जैसा पेपस, (स) आक का कोमा, (द) एल्सटोनिया में डबल कोमा

(ii) कोमा (Coma) – यह रोमों (Hairs) का गुच्छा (Tuft) बीजों पर ताज बनाता है, जैसे – *आक* (Calotropis) *होलेराइना, एल्सटोनिया* तथा *एपोसाइनेसी* एवं एस्किलपियडेसी के अन्य सदस्य।

(iii) रोमीय अतिवृद्धियाँ (Hairy outgrowths) – कपास के बीज के चारों ओर रोमीय अतिवृद्धियाँ पायी जाती हैं। इस प्रकार के रोम सिल्क कॉटन फली की भीतरी भित्ति से बनते हैं जो प्रकीर्णन में सहायक होते हैं।



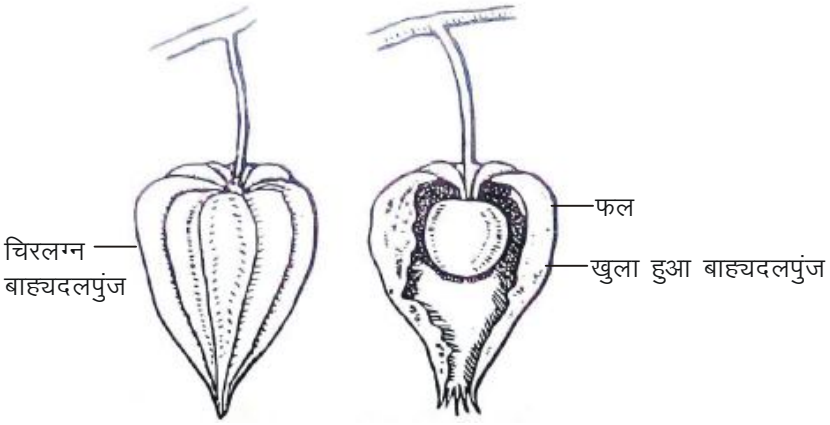
चित्र 5.25 : क्लीमेटिस : (अ) रोमीय चिरलग्न वर्तिकाओं द्वारा प्रकीर्णन (ब) बढ़े हुए एकीन में चिरलग्न रोमील वर्तिकाएँ प्रदर्शित

टिप्पणी

(iv) चिरलग्न रोमीय वर्तिकाएँ (Persistent hairy styles) – यह *क्लीमेटिस, नरवेलिया,* तथा *एनीमोनी* के एकीन्स में पाए जाते हैं। इस प्रकार की रचनाएँ हवा में उड़ने में सहायक होती हैं।

(v) गुब्बारे (Ballon) – रसभरी (Physalis) के चपटे चिरलग्न बाह्यदलपुंज पूरे फल को हवा में उड़ने के लिए सहायक होते हैं। (चित्र 5.25)

(vi) पंख (Wings) – यह फलों अथवा बीजों पर विकसित होते हैं जो विभिन्न प्रकार के होते हैं और हवा में उड़ने में सहायक होते हैं।



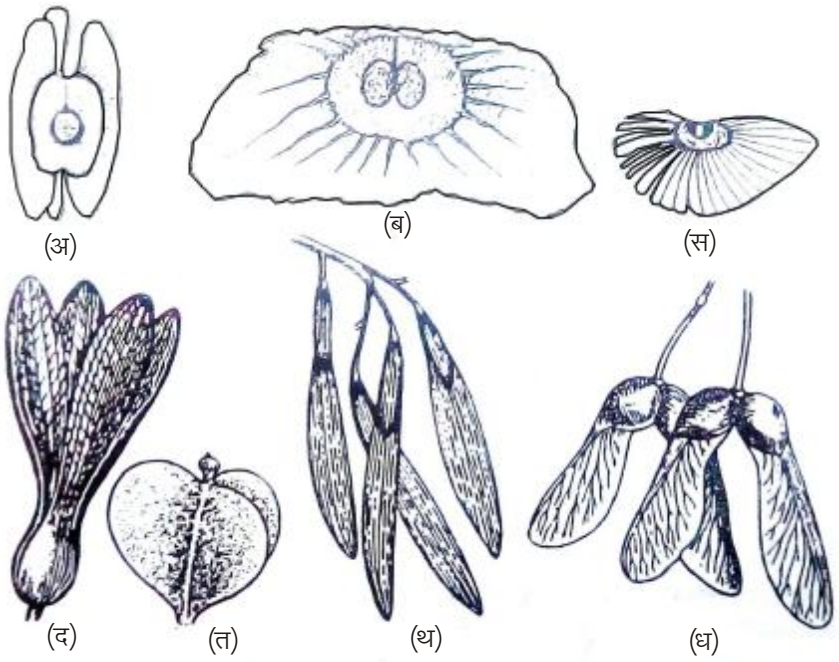
चित्र 5.26 : गुब्बारेनुमा क्रियाविधि : (अ) रसभरी (Physalis) की चपटी चिरलग्न बाह्यदलपुंज (ब) चिरलग्न गुब्बारेनुमा बाह्यदलपुंज

(i) ***मोरिंगा ओलीफेरा, ओरोजायलम इंण्डिकम, लेजरस्ट्रोमिया स्पेसियोसा*** **तथा** ***सिनकोना*** आदि के बीजों पर पंख पाए जाते हैं जो टेस्टा से उत्पन्न होते हैं तथा प्रकीर्णन में सहायक होते हैं। (चित्र 5.26 अ, ब, स)

(ii) साल *(Shorea robusta)* तथा डिप्टेरोकारपेसी के समारॉइड्स (Samaroids) एवं अन्य सदस्यों में चिरलग्न बाह्यदल (Sepals), पंखों का निर्माण करते हैं जो हवा में उड़ने के लिए उपयुक्त होते हैं। (चित्र 5.26 द)

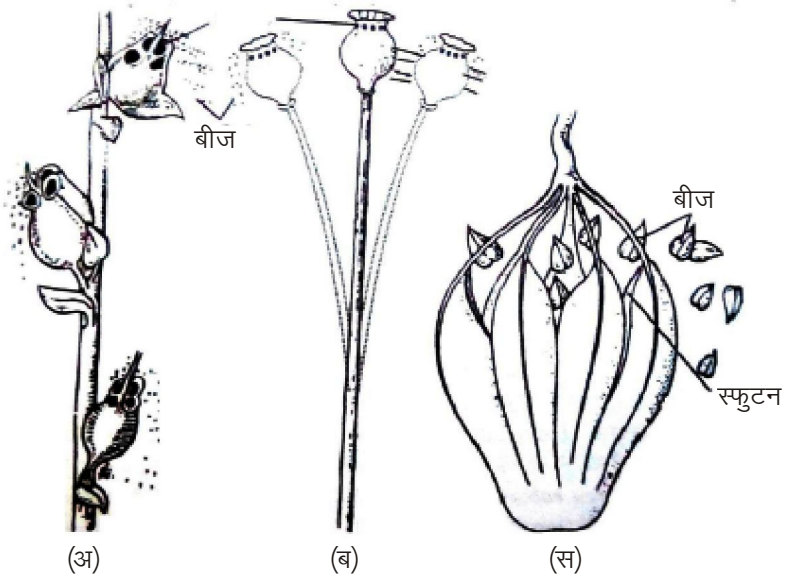
(iii) अनेक पौधों के समारा फल, जैसे – *हेलोप्टेलिया इन्टेग्रीफोलिया, हिप्टेज, एल्म, एसर,* तथा *पेटेलिया* में पंख, पेरीकार्प से बनते हैं। यह रचनाएँ प्रकीर्णन में सहायक होती हैं। (चित्र 5.26 थ)

टिप्पणी



चित्र 5.27 : पंख प्रकीर्णन युक्तियाँ : (अ) मोरंगा (Moringa.sp.) के बीजकवच पर पंख, (ब) ओरोजायलम इण्डिकम, (स) लेजरस्ट्रोमिया, (द) साल के बाह्यदल पंखों में परिवर्तित, (त) डायस्कोरिया में पेरीकार्प से बने पंख, (थ) एष (Fraxinus sp.), (ध) मेपिल (Acer) में पंख

(c) सेन्सर क्रिया विधि (Censer Mechanism) – कुछ फलों में स्फुटन इस प्रकार होता है कि हवा चलने पर फल के केवल थोड़े से ही बीजों का प्रकीर्णन होता है और यह युक्ति सेन्सर क्रियाविधि कहलाती है। जैसे–पीली कटेली *(Argemone mexicana),* एण्टीराइनम पोश्त या पॉपी *(Papaver somniferum)* तथा *अरिस्टोलोकिया जाइगस* आदि। इन फलों में बीज सूक्ष्म छिद्रों द्वारा बाहर निकलते हैं। (चित्र 5.27 अ, ब, स)



चित्र 5.28 : सेन्सर क्रियाविधि : (अ) एण्टीराइनम, (ब) अफीम (ओपियम), (स) अरिस्टोलोकिया

टिप्पणी

(d) याँत्रिकीय प्रकीर्णन (Mechanical Dispersal)

कुछ फल एकाएक फट जाते हैं जिससे बीज बहुत दूरी तक छिटककर फैल जाते हैं क्योंकि फलों में स्फुटन के समय एक झटका (Jerk) लगता है। इस प्रकार के फल, विस्फोटक फल (Explosive fruits) कहलाते हैं, जैसे–कचनार *(Bauhinia vahlii)* तथा *एण्टाडा जायगस* (Entada gigas)। लेग्यूमिनोसी की रत्ती *(Abrus precatorius),* तितली मटर *(Clitorea ternatea),* अरहर *(Cajanus cajan)* तथा *लुपीनस* (Lupinus) आदि के पके फल ऐंठकर (Twist) बहुत चौड़ाई में खुल जाते हैं। *इकबेलियम इलेटेरियम (Ecballium elaterium)* के फल विस्फोटित होकर बीजों को अपने मातृ पौधे से सात मीटर की दूरी तक फेंक देते हैं।

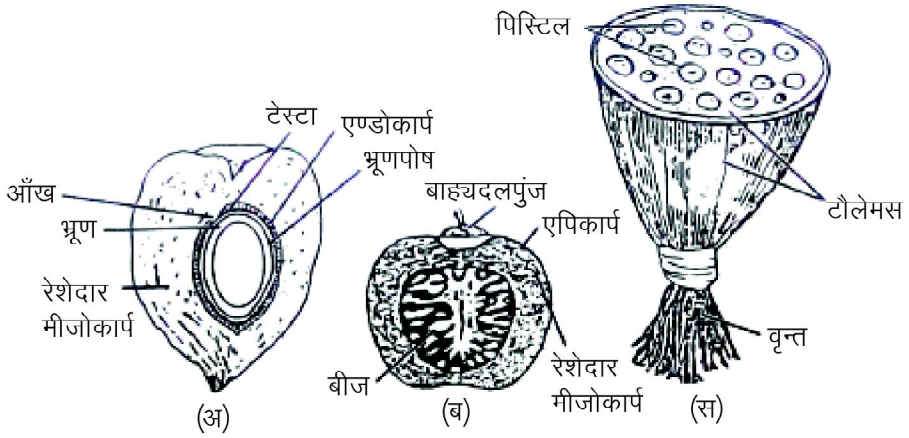
जिरेनियम (Geranium) के फलों में पटीय (Septicidal) स्फुटन होता है जिसमें कोकाई (Cocci) बीजों को बिखेर देते हैं। इसमें वर्तिकाएँ (Styles) ही अण्डपों को कारपोफोर्स से जोड़ती हैं, ऊपर की ओर तथा बाहर की ओर मुड़ जाती हैं और बीजों को बाहर फेंक देती हैं। (चित्र 5.30 ब)

(2) जल द्वारा प्रकीर्णन (Dispersal by Water)

जल द्वारा जिन पौधों के बीज और फलों का विकिरण होता है वह या तो जल में उत्पन्न होते हैं अथवा जलाशयों के किनारे उत्पन्न होते हैं। इन बीज और फलों में निम्नलिखित युक्तियाँ होना आवश्यक है:–

(a) ***नारियल (Cocos nucifera),*** **सुपारी** ***(Areca catechu)*** आदि के फलों की मध्यभित्ति (Mesocarp) रेशेदार (Fibrous), अन्तःभित्ति (Endocarp) कठोर होती है। रेशेदार मीजोकार्प फलों को पानी में तैरने में सहायक होती है जिससे वे काफी समय तक प्रकीर्णन के लिए पानी में तैरते रहते हैं। (चित्र 5.28 अ)

(b) कमल (Nelumbo nucifera) का पुष्पासन (Thalamus) मांसल (fleshy) तथा रेशेदार हो जाता है जो जल प्रकीर्णन में सहायक होता है। (चित्र 5.28 ब)



चित्र 5.29 : (अ) नारियल (कोकस न्यूसीफेरा) के फल की खड़ी काट में रेशेदार मीजोकार्प, (ब) सुपारी (एरेका कटेचू) की खड़ी काट में रेशेदार मीजोकार्प, (स) कमल (निलम्बो) का मांसल एवं रेशेदार पुष्पासन

टिप्पणी

(c) **वाटर लिली *(Nymphaea)* व सेजिटेरिया *(Sagittaria)*** के बीज हल्के तथा जल रोधी (Water proof) होते हैं अतः प्रकीर्णन करते रहते हैं। (चित्र 5.28 स)

(3) **जन्तु प्रकीर्णन–** कुछ फल तथा बीजों के विकिरण में अनेक प्राणी कई प्रकार से सहायता देते हैं। ऐसे फल तथा बीजों के बाहरी भागों पर विशेष प्रकार की रचनाएँ मिलती हैं जिनके द्वारा पशुओं के बाल या मनुष्यों के कपड़ों से लिपटकर काफी दूर चले जाते हैं। ऐसे बीजों एवं फलों में प्रायः निम्न विशेषताएँ पायी जाती हैं:–

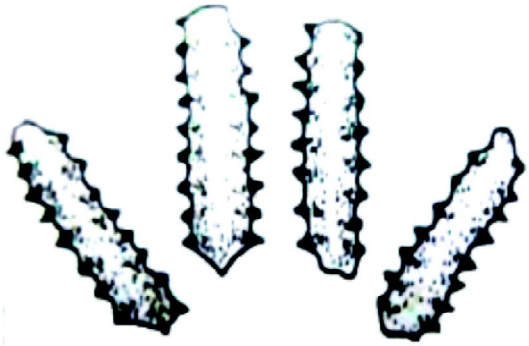
(i) **चिपकने वाले बीज** – कुछ पौधों के बीज या फल चिपचिपे होते हैं जैसे *विस्कम,* बांदा (*Loranthus* etc.)। जब चिड़ियाँ इन फलों को खाती हैं जो बीज इनकी चोंच से चिपक जाते हैं और वह पेड़ पर बैठकर अपनी चोंच को साफ करते हैं तो वह बीज पेड़ की शाखाओं पर गिर जाते हैं और वहीं इनका अंकुरण हो जाता है।

(ii) **उलझने वाले बीज**– बहुत से फलों की मित्रियों दीवारों पर काँटे पाए जाते हैं और यह प्रायः सिरों पर हुक (Hooks) के समान मुड़े रहते हैं, जैसे *जैन्थियम, लटजीरा, सिंघाड़ा, गोखरू, पालक, चिचिडा, गाजर* आदि। ये काँटेदार फल व बीज, गाय, बैल, भैंस आदि की पूँछ से चिपक जाते हैं और इस प्रकार जंगलों में एक स्थान से दूसरे स्थान पर पहुँच जाते हैं।

(iii) **मिमिक्री (Mimicry)**– *बाइसेरयूला* (Biserula), *स्कॉरपाइयूरस* (Scorplurus) नामक पौधे के फल सेन्टीपीडों (Centipedos) से समानता प्रदर्शित करते हैं। *स्कॉरपाइयूरस वर्मीकुलेटा* (Scorpiurus verumiculata) कैटरपिलर (Caterpillar) से समानता प्रदर्शित करता है। ये लार्वा भक्षी पक्षियों द्वारा गलती से खा लिए जाते हैं। पक्षियों के द्वारा उत्सर्जन के क्रम से बाहर निकलते तथा इनके बीज अंकुरित होते हैं। इस प्रक्रम में बीज नये स्थल तक पहुँच चुके होते हैं। (चित्र 5.29)

(4) **फलों के फटने से विकिरण (Explosive dispersal)**

फलों के फटने से विकिरण की विधि बहुत कम पायी जाती है। बालसम या इम्पेशैन्स (Impatiens) में फल पंचअंडपी (Pentacarpellary) कैप्सूल होता है। परिपक्व कैप्सूल स्पर्श होते ही फट जाता है एवं अंडप मुड़ कर स्प्रिंग जैसी हो जाती है। इसमें बीज कई फीट दूर जाकर गिरते हैं। (चित्र 5.30 अ)

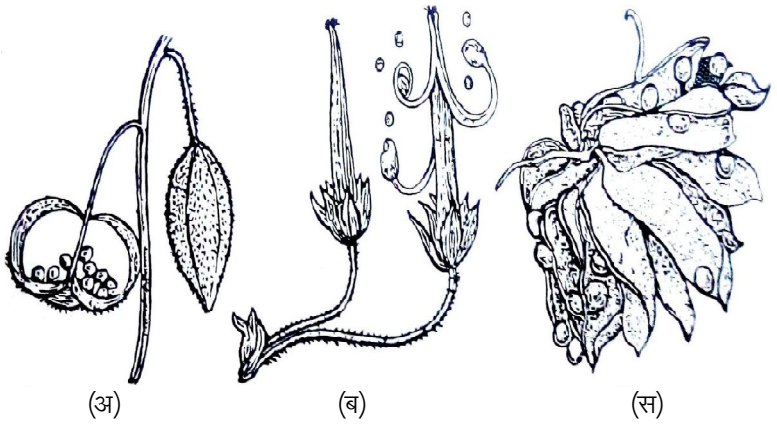


चित्र 5.30 : बाइसेरयूला में सेन्ट्रीपीड के समान लेग्यूम (मिमिक्री)

टिप्पणी

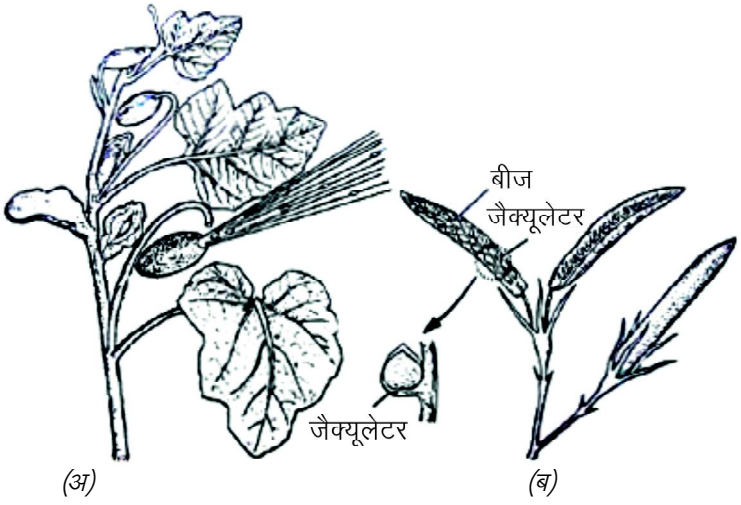
बॉहिनिया (Bauhina) में फल आवाज के साथ फटते हैं और बीजों को दूर तक फेंक देते हैं। वायोला (Viola) में शुष्क होती भित्तियों में तनाव से फल फटता है। रुएलिया (Ruellia) में फल दो कपाटों में फटता है जिससे बीज वातावरण में खुल जाते हैं। प्रत्येक बीज में एक मुड़ा हुआ (Curved) हुक (Hook) होता है जिसे जेकुलेटर (Jaculator) कहते हैं। यह जैकुलेटर झटके (Jerk) से खुलता है और बीजों को दूर फेंकता है। (चित्र 5.31 ब) *एकबेलियम इलेटेरियम (Ecballium elatarium)* में फल जब कोमल होता है तभी बीज बाहर फिक जाते हैं। इनमें वृन्त एक स्टॉपर (Stopper) की तरह फल से जुड़ा रहता है। जैसे ही फल पकता है टर्गर दबाव (Turgor pressure) के कारण फट जाता है और बीज शेषमीय पदार्थ में फब्बारे की तरह बाहर आ जाते हैं। (चित्र 5.31 अ)

रत्ती (Abrus) के पके फल एकाएक फटने पर मुड़ जाते हैं तथा बीजों को बिखेर देते हैं। (चित्र 5.30 स)



चित्र 5.31 : बीजों का विस्फोट के साथ प्रकीर्णन : (अ) इम्पेसेन्स बालसामिना, (ब) जिरेनियम पेल्युस्ट्रे, (स) एब्रस प्रीकैटोरियस की फलियाँ

विशेष प्रकार की बीजों का प्रकीर्णन फुहार खीरा (Ecballium elaterium), *रुएलिया* आदि में पाया जाता है।



चित्र 5.32 : (अ) फुहार खीरा (इकबेलियम इलेटेरियम) में फल द्वारा कुल्ला करते बीजों का विकरण, (ब) रुएलिया में विस्फोटी प्रकीर्णन

टिप्पणी

5.9 कायिक प्रवर्धन (Vegetative Reproduction)

आवृत्त बीजी (Angiosperms) पादपों में लैंगिक, अलैंगिक एवं कायिक प्रजनन पाया जाता है। कायिक प्रजनन (प्रवर्धन) विधि में वह सभी प्रक्रियाएँ सम्मिलित होती हैं, जिनमें पादप का कोई भी भाग अपने पितृस्थ पादप से अलग होकर एक नया पादप बना लेता है। अर्थात् पितृस्थ पादप के कायिक भाग से नये पादप की उत्पत्ति को कायिक प्रवर्धन कहते हैं। पादप भाग एवं तकनीक के आधार पर कायिक प्रवर्धन विधियों को निम्नलिखित प्रकार में बाँटा गया है:–

(1) विशिष्ट कायिक संरचनाओं द्वारा

(2) कलम (कटिंग)

(3) दाब लगाना (लेयरिंग)

(4) ग्राफ्टिंग

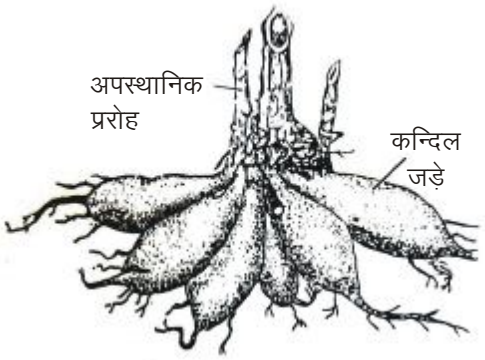
(5) कलिकायन (बडिंग)

(6) एपोमिक्सिस

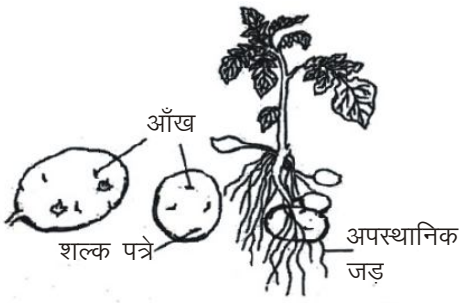
(1) विशिष्ट कायिक संरचनाओं द्वारा:– पादक में निम्नलिखित रुपान्तरित संरचनाओं द्वारा कायिक प्रवर्धन होता है:–

(i) बल्ब (Bulbs) – कुछ पौधों, जैसे ट्यूलिप, आइरिस के बल्ब, शल्कों से कलिकाएँ विकसित होती हैं। ये कलिकाएँ (Buds) वृद्धि करके पुत्री बल्बों (Daughter bulbs) को जन्म देती हैं।

(ii) कन्द एवं कन्दिल जड़े (Tubers and Tuberous Roots) – इस प्रकार के प्रवर्धन सम्पूर्ण कन्द अथवा कन्दिलों के द्वारा अथवा उन्हें छोटे–छोटे टुकड़ों में काटकर किया जाता है।



चित्र 5.33 : डहेलिया की कन्दिल जड़े (Tuberous roots of Dahlia)

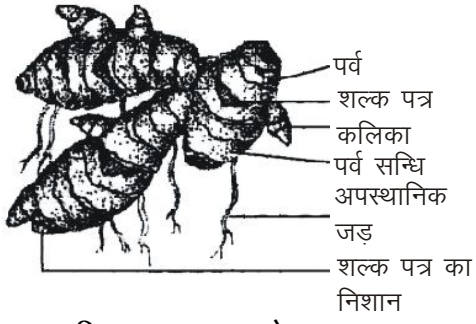


चित्र 5.34 : कन्दिल जड़े (सोलेनम ट्यूबरोसम)

शकरकन्द, *बिगोनिया* तथा *डहेलिया* में कन्दिल जड़ें पायी जाती हैं कन्दिल जड़ों द्वारा प्रवर्धन के लिए उन्हें काटते समय इस बात का ध्यान रखा जाता है कि प्रत्येक टुकड़े में एक कलिका अवश्य होनी चाहिए। (चित्र 5.33 एवं 5.34)

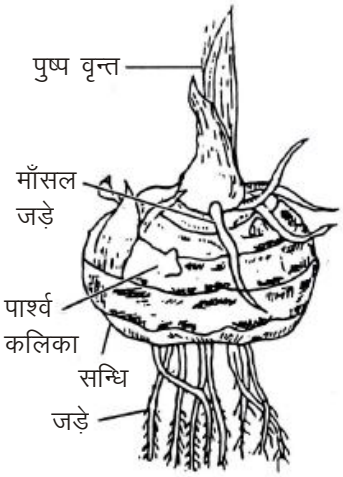
टिप्पणी

(iii) राइजोम्स (Rhizomes) – इसमें अनेक पर्व तथा पर्वसन्धियाँ होती हैं और अपस्थानिक जड़ें आसानी से निकल आती हैं। जब पौधा तेजी के साथ वृद्धि नहीं करता है तब राइजोम्स को चाकू की सहायता से छोटे–छोटे टुकड़ों में काट दिया जाता है, ध्यान इस बात का रखते हैं कि प्रत्येक टुकड़े में एक वर्धी कलिका अवश्य होनी चाहिए। उदाहरण – केला, अदरक, फर्न तथा अनेक घासों (चित्र 5.35)



चित्र 5.35 : राइजोम – अदरख (जिन्जिबर आफीशिनेलिस)

(iv) कॉर्म्स (Corms) – जैसे *ग्लेडियोलस, क्रोकस, फ्रीशिया* तथा एलोकैरिस ट्यूबैरोसा आदि। पुष्पन के पश्चात् पुराने कॉर्म से एक अथवा अधिक नये कॉर्म्स उत्पन्न होते हैं। इन्हें पृथ्क करके भूमि में दबाकर नये पौधे उगाये जाते हैं। (चित्र 5.36)

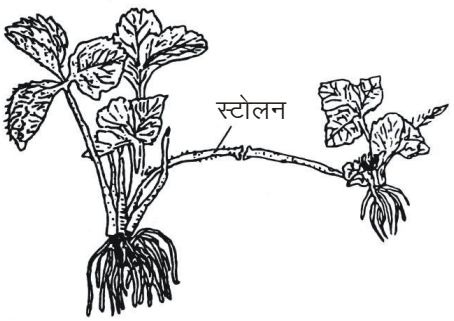


चित्र 5.36 : डहेलिया की कन्दिल जड़े

(v) सकर्स (Suckers)– जैसे क्राइसेन्थिमम, पोदीना आदि। प्रायः पूर्ण विकसित सकर्स को खोदकर मातृ पौधे (Mother plant) से पृथक् कर लिया जाता है और दूसरे स्थान पर लगा दिया जाता है जिससे नया पौधा विकसित होता है। सकर्स को भूमिगत स्तर भी कह सकते हैं। (चित्र 5.37)

चित्र 5.37 : सकस

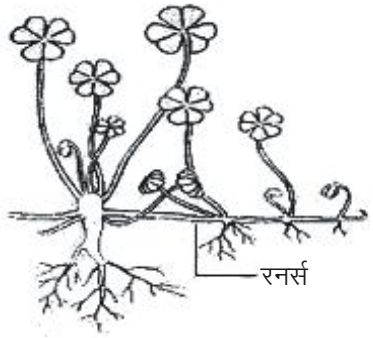
(vi) स्टोलन (Stolon) – यह भूमि से ऊपर की और सामान्य शाखा की तरह कुछ दूर तक वृद्धि करती है– फिर जमीन की ओर झुक जाती और मिट्टी को जहाँ छूती हैं वहाँ शीर्षस्थ कलिका उत्पन्न हो जाती है जिससे नयी जड़े व शाखा बनने लगती है– उदाहरण– स्ट्राबेरी, जैसमिन। (चित्र 5.38)



चित्र 5.38 : अस्ट्राबेरी का स्टोलन

टिप्पणी

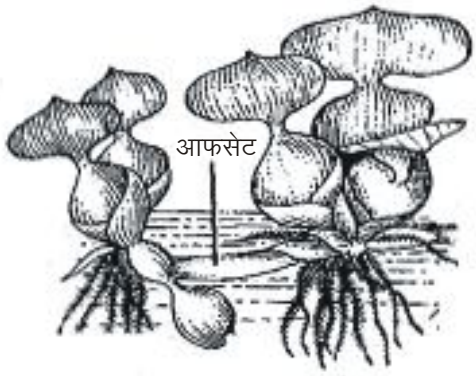
(vii) रनर्स (Runners)– यह विशिष्ट प्रकार के वायवीय तने होते हैं जो पत्ती (Leaf) की कक्ष से उत्पन्न होते हैं और रोजिट जैसी संरचना बनाते हैं।



चित्र 5.39 : आक्सेलिस का सर

नये पौधे इन रनर्स की पर्वसन्धियों से विकसित होते हैं। इन रनर्स से अनेक नये रनर्स भी उत्पन्न होते हैं और प्राकृतिक रूप से इनमें गुणन होता है, उदाहरणः– आक्सेलिस *(Oxalis),* घास *(Cyanadon),* सेपटेला *(Centella).* (चित्र 5.39)

(viii) ऑफसेट्स (Offsets) – जैसे छुआरा, अन्नानास पौधे से ऑफसेट्स (Offsets) को पृथक् करके कायिक प्रवर्धन के लिए काम में लाया जाता है। (चित्र 5.40)



चित्र 5.40 : आफसेट

टिप्पणी

(2) कलम द्वारा (कटिंग Cutting)

कलम लगाने के लिए पादपों के जिन भागों को प्रयोग में लाया जाता हे उसके आधार पर कलम लगाने (Cutting) का वर्गीकरण (Classification) निम्न प्रकार किया जा सकता हैः–

(a) तने की कलम लगाना (Stem cutting) – इस विधि द्वारा कलम लगाने के लिए पौधे की शाखाओं अथवा तनों को प्रयोग में लाते हैं। इन्हें निम्न प्रकारों में बाँट सकते हैः–

(i) शाकीय पौधों की कलम लगाना (Herbaceous cutting) – शाकीय पौधों के तनों के अग्रस्थ भागों पर पत्तियाँ पायी जाती हैं। इनकी कलमें (Cuttings) कोमल तथा मांसल होती हैं। अतः इन्हें अधिक तापमान तथा आर्द्रता से बचाना चाहिए। प्रायः 7.5 से 12.5 से.मी. लम्बी अग्रस्थ शाखा को प्रयोग में लाते हैं जिसके आधार की पत्तियों को पृथक् कर दिया जाता है। इन कलमों को तुरन्त मिट्टी में गाड़ दिया जाता है, जैसे–*क्राइसेन्थीमम, डहेलिया, जिरेनियम, कोलियस* तथा *कार्नेशन*।

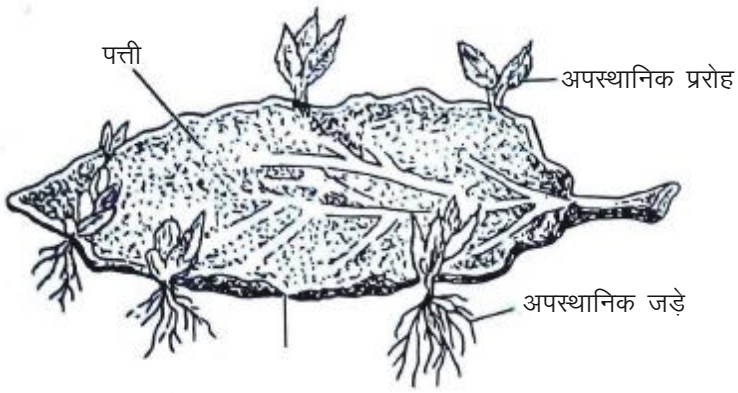
(ii) कोमल काष्ठ वाले तने की कलम लगाना (Soft wood cutting) – काष्ठीय पौधे जिनके तने मांसल तथा कोमल होते हें, उनके तने का अग्रस्थ भाग प्रयोग में लाया जाता है। इस प्रकार की कलमों की लम्बाई 10 से 15 सेमी. होती है जिनमें अग्रस्थ कलिकाएँ तथा कम से कम 2 या अधिक पर्वसन्धियाँ (Nodes) उपस्थित होती हैं। अधिकांश कलमों को ऑक्सिन्स द्वारा उपचारित करते हें और तुरन्त मिट्टी में गाड़ देते हैं।

(iii) आंशिक कठोर काष्ठ वाले तने की कलम लगाना (Semi hard wood cutting) – इस विधि द्वारा नींबू, अनार तथा अंजीर के तनों की कलम लगायी जाती है जिनकी काष्ठ (Wood) अर्ध कड़ी और एक सीजन (Season) पुरानी होती है। कलमों के अग्रस्थ सिरे पर कुछ पत्तियाँ लगी रहती हैं और तने की एक पर्वसन्धि के ठीक नीचे काटकर कलम तैयार की जाती है। प्रातः समय कलमों को काटकर तैयार किया जाता है और इनसे पौधे तैयार करने से पूर्व इन्हें ऑक्जिन्स द्वारा उपचारित करने से लााभ होता है। इन कलमों को लगाकर छायादार तथा अधिक आर्द्रता तथा कम तापमान वाले स्थानों पर रखा जाता है।

(iv) कठोर काष्ठ वाले तने की कलम लगाना (Hard wood cutting) – इस विधि द्वारा प्रायः पर्णपाती (Deciduous) फल वृक्षों की कलम लगायी जाती है जिनके तने पूर्ण परिपक्व होते हें और काष्ठ कड़ी होती है। पौधें के तनों अथवा शाखाओं को लगभग 22.5 से.मी. की लम्बाई में काटते हैं और भूमि में लम्बवत् गाड़कर नये पौधे उत्पन्न करते हैं। इस प्रकार की कलमों को तीव्र प्रकाश में उगले वाले स्वस्थ पौधों से प्राप्त करके लगाना चाहिए।

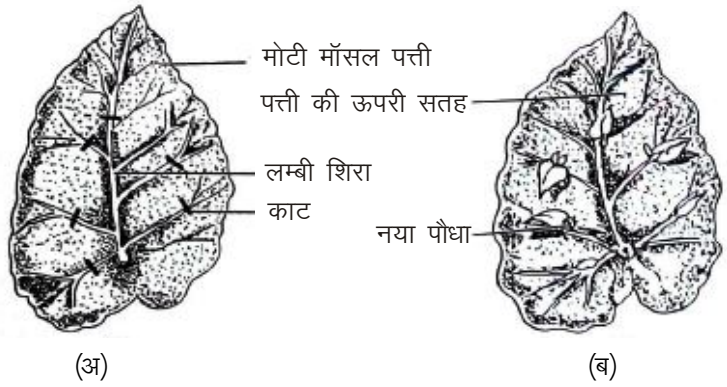
टिप्पणी

(ब) पत्तियों द्वारा कलम लगाना (Propagation by leaf cutting)– अनेक पौधों में, जैसे ब्रायोफिल्लम, बिगोनिया आदि में पत्ती की कलमें लगायी जाती हैं। इन पत्तियों की विशेषता होती है कि ये मोटी तथा गूदेदार होती हैं जिनमें जड़ें सुविधापूर्वक निकल आती हैं। ब्रायोफिल्लम की पत्ती के तटों (Margins) पर स्वतः अपस्थानिक कलिका निकल आती हैं जिनसे जड़ व प्ररोह विकसित हो जाते हैं। इनको पितृस्थपत्ती से अलग करके मिट्टी में गाड़ दिया जाता है तो नया पौधा विकसित हो जाता हैं। (चित्र 5.41)



चित्र 5.41 : ब्रायोफिलम की पत्ती में अपस्थानिक कलिका द्वारा कायिक प्रजनन

बिगोनिया की मोटी मांसल पत्ती की लम्बी शिराओं पर चीरे लगाकर उन्हें मिट्टी के ऊपर इस प्रकार रखा जाता है कि पत्ती की ऊपरी सतह खुली रहे। एक सप्ताह के पश्चात् शिरा को जिस स्थान से काटा गया था उसी स्थान से नये पौधे निकल आते हैं। (चित्र 5.42 अ, ब)



चित्र 5.42 : बिगोनिया की पत्ती द्वारा कलम लगाना : (अ) लम्बी शिराओं पर दी गयी काट, (ब) शिराओं के कटे भाग से विकसित नये पौधे

टिप्पणी

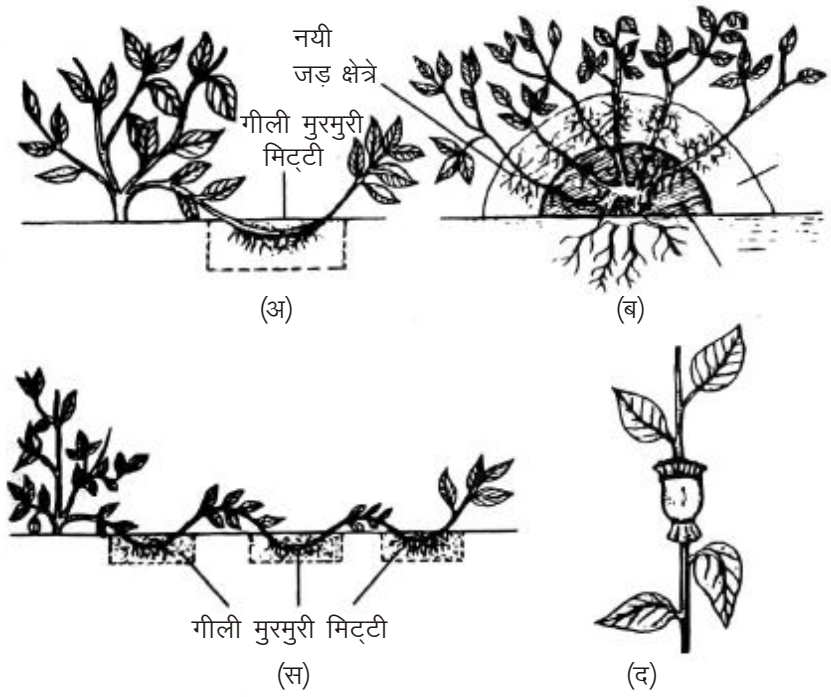
(3) दाब लगाना (Layering)

जब किसी ऐसे पौधे से जो अपने मातृवृक्ष से जुड़ा हो उसमें जड़े विकसित की जाएँ तो यह घटना दाब लगाना (Layering) कहलाती है। इस विधि में पौधों की शाखाओं को झुकाकर जमीन में दबा देते हैं। इस दबे हुए भाग से जड़ें निकलने लगती हैं। इस विधि के दो अवगुण भी हैं:–

(i) कम समय में अधिक पौधों को नहीं उगाया जा सकता।

(ii) केवल उन्हीं पौधों में प्रयुक्त किया जा सकता है जिनमें वृद्धि बिन्दु (Growing points) शीघ्रता से बनते हों।

जब नए पौधे में स्तम्भ जड़ तंत्र भलीभाँति विकसित हो जाते हैं तो इसे मातृ पादप से अलग कर लिया जाता है।



चित्र 5.43 : विभिन्न प्रकार की दाब विधियां – (अ) शीर्ष लेयरिंग (ब) ग्राउड लेयरिंग (स) ट्रेन्च लेयरिंग (द) गूटी बॉधना

दाब लगने (Layering) के कई प्रकार हैं–

(i) **साधारण लेयरिंग (Simple layering)–** इस विधि में शाखा के मध्य भाग को मृदा या अन्य उपयुक्त माध्यम में दबाकर रखा जाता है। स्तम्भ का शीर्ष भाग पत्तियों सहित भूमि या माध्यम के ऊपर रखा जाता है। दाब लगाए भाग को चीरा (Slitting) लगा कर रखा जाता है ताकि जड़ तंत्र (Root system) में वृद्धि बिन्दुओं (Growing points) का विकास हो सके *फॉर्सिथिया, येलो जास्मीन* तथा *आरोही गुलाब* (Climbing roses) इस विधि द्वारा लगाए जाते हैं।

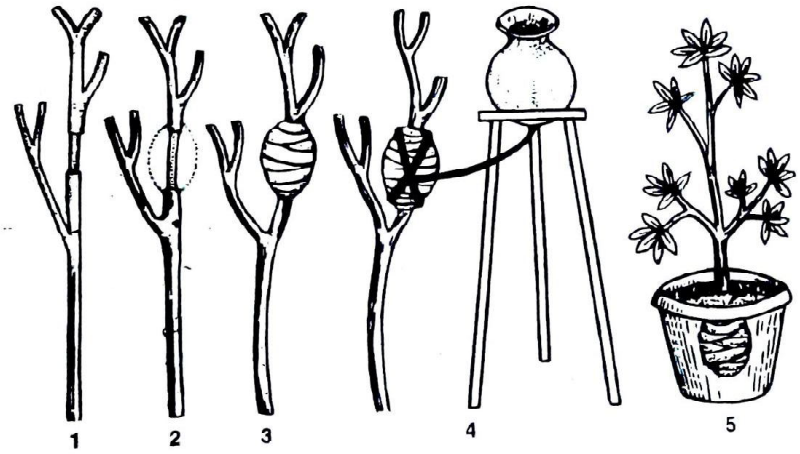
टिप्पणी

(ii) **शीर्ष लेयरिंग (Tip layering)–** इस विधि में स्तम्भ के शीर्ष भाग को नम मृदा में दबाकर रखा जाता है। शीर्ष पर स्थित विभज्योतक (Meristem) मूल तथा प्ररोह विकसित कर लेते हैं तथा आगामी बसन्त ऋतु में इन्हें मातृपादप से अलग कर नये स्थान पर लगा दिया जाता है। जैसे काली तथा जामुनी रास्पबेरी (Black and purple raspberries), ट्रेलिंग ब्लैकबेरिज़ (Trailing blackberries)। (चित्र 5.43 अ)

(iii) ट्रेन्च लेयरिंग (Trench layering)– इसके अन्तर्गत युवा तने (Young stem) के आधारीय तथा मध्य भाग को उथली खोहों (Shallow trench) में दबा दिया जाता है। अंतस्थ सिरे (Terminal portion) को विकसित हो रहे पौधे हेतु भोजन तथा हारमोन निर्माण हेतु खुला छोड़ दिया जाता है। इस विधि का एक रूपान्तरित प्रकार संयुक्त अथवा सर्पेन्टाइन लेयरिंग (Serpentine layering) है। उदाहरणार्थ–*रॉडोडेन्ड्रॉन, स्पाइरिया* (Spirea) तथा सेब, नाशपाती (Pear) अंगूर आदि। (चित्र 5.43 स)

(iv) माउण्ड लेयरिंग (Mound layering)–इस विधि के अन्तर्गत स्तम्भ की कटिंग उस समय की जाती है जब पौधे का वृद्धिकाल न हो। युवा स्तम्भ (Young stem) को मृदा के ढेर (Mound of soil) से दबा दिया जाता है। ये स्तम्भ मृदा में नई जड़ें उत्पन्न करते हें तथा आगामी बसंत में एक अलग पौधे के रूप में अलग कर लिए जाते हैं। जैसे *गूसबेरीज* (Gooseberries), *क्विन्सेज* (Quinces)। (चित्र 5.43 ब)

(अ) एयर लेयरिंग या गूटी बाँधना (Air layering or Grafting)– इसे चायनिज़ लेयरिंग भी कहा जाता है। इस विधि में स्तम्भ के चारों ओर नम पीट माँस (Moist peat moss) रखकर पॉलीथीन या प्लास्टिक शीट से बाँध दिया जाता है। आमतौर पर स्तम्भ में ग्राफ्टिंग चाकू (Grafting knife) की सहायता से ऊपरी स्तर निकाल लिया जाता है (Girdling)। इस कारण गर्डल (Girdle) के ऊपर जड़ों का निर्माण अच्छी तरह होता है। जब जड़ें अच्छी तरह से विकसित हो जाती हैं तो स्तम्भ को मातृ पादप (Parent plant) से अलग कर दिया जाता है। यह विधि अनेक फल वाले वृक्षों जैसे फाइकस (Ficus), *लीची, पर्सियन लाइम* (Persian lime) तथा *कॉर्डिकम* (Cordiacum) में प्रयुक्त होती है। (चित्र 5.43 द, 5.44)



चित्र 5.44 : दाब की विभिन्न अवस्थाएँ

(4) रोपण (Grafting)

रोपण विधि में सामान्यतया दो काष्ठीय (Woody) संरचनाओं को जोड़कर एक नया पौधा तैयार किया जाता है। इस विधि में जड़ (Root) तथा स्तम्भ (Stem) या फिर दो स्तम्भों को जोड़ा जाता है। इस संगठन का ऊपरी भाग कलम (Scion) तथा निचला भाग स्कन्ध (Stock) कहलाता है।

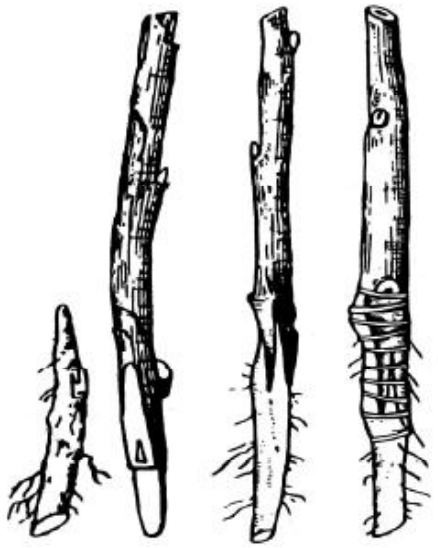
ग्राफ्टिंग विधि के कई लाभ हैं। इस विधि द्वारा अवांछित (Undesirable) किस्मों को वांछनीय (Desirable) किस्मों में परिवर्तित किया जा सकता है। एक ही पादप पर अनेक प्रकार के फल या पुष्प लगाए जा सकते हैं। सफल रोपण के लिए कलम (Scion) तथा स्कन्ध (Stock) एक ही जाति की होना चाहिए। रोपण के जुड़ने के स्थान पर इन दोनों भागों के कैलस का विकास होता है जो केम्बियम (Cambium) से निकलता है। रोपण (Grafting) में इस बात का ध्यान रखा जाता है कि कैम्बियम नष्ट न हो। कलम तथा स्कन्ध के बीच किसी प्रकार का रिक्त स्थान भी नहीं होना चाहिए।

रोपण (Grafting) विधि में कलम (Scion) या स्कन्ध को इस प्रकार तैयार किया जाता है कि प्रत्येक संरचना का वेस्कुलर केम्बियम समीप स्थित रहे जब तक कि वृद्धि पूर्ण न हो। रोपण अनेक विधियों द्वारा किया जाता है। कुछ मुख्य विधियाँ इस प्रकार हैं:–

(i) **टंग, व्हिप या कट ग्राफ्ट** का उपयोग सेब तथा नाशपाती के प्रसारण के लिए किया जाता है। सामान्यतः एक वर्ष की आयु के वृक्षांकुर (Seedling tree) को पतझड़ में निकाल कर शीतकाल में रोपण की जाती है। कलम के आधार तथा स्कन्ध के शीर्ष से डेढ़ इंच (3.8 cm) लम्बे ढलवाँ कट (Sloping cut) तथा 1/3 इंच (0.8 cm) लम्बे उल्टे कट प्रत्येक टुकड़े के शीर्ष से काटे जाते हैं। दोनों टुकड़ों को परस्पर मिलाकर बाँध दिया जाता है। (चित्र 5.44)

टिप्पणी

(ii) एप्रोच ग्राफ्टिंग (approach grafting)– में पौधों के स्तम्भों को अपनी जड़ों पर वृद्धि करते हुए ही जोड़ दिया जाता है। इस विधि का उपयोग कोनीफेरस सदाबहार (Coniferous evergreens) वृक्षों के लिए किया जाता है। जिन पौधों का उपयोग स्कन्ध के रूप में किया जाना है, उन्हें उन्हें उन पौधों के समीप रखा जाता है। जिनका उपयोग कलम के रूप में होना हैं स्कन्ध के एक ओर से छाल (Bark) का 1 या 2 इंच लम्बा टुकड़ा निकाल लिया जाता है। ठीक इसी प्रकार का कट कलम में लगाया जाता है। दोनों चोटिल (Wounded) सतहों को दबाकर मिला दिया जाता है तथा मोम के कपड़े, पट्टी या टेप की सहायता से बाँध दिया जाता है। इस तरह कटी सतह सूखने से बच जाती है तथा इनके एधा भी समीप रहते हैं। स्कन्ध तथा कलम को इसी अवस्था में पूरे वृद्धिकाल (Growing season) के दौरान रखा जाता है।



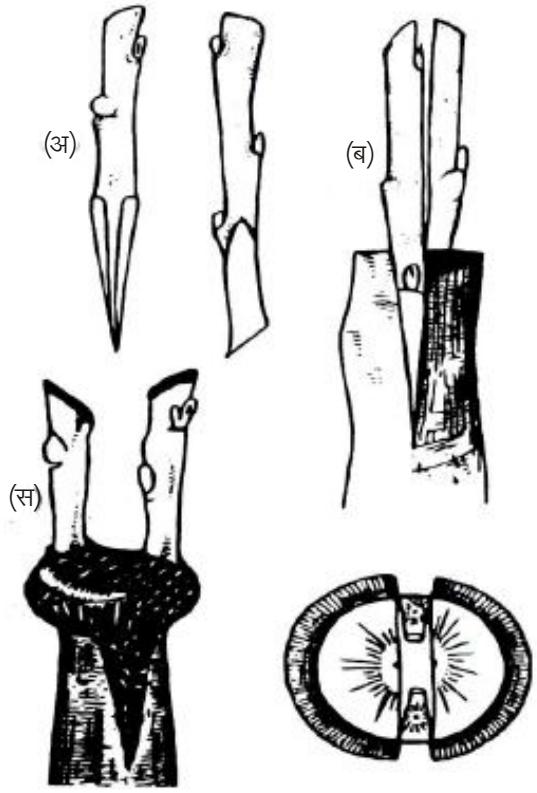
चित्र 5.45 : जड़, टंग या व्हिप ग्राफ्टिग (अ) सिआन व स्टाक (ब) सिआन व स्टाक को जोड़ा (स) जोड़ को लपेटना

(iii) क्लेफ्ट रोपण (Cleft grafting) के अन्तर्गत स्कन्ध शाखा (Stock branch) को बीच में से चीर (Split) दिया जाता है। अब कलम को प्रविष्ट (Insert) किया जाता है। कलम को क्लेफ्ट (Cleft) में इस प्रकार रखा जाता है कि एधा (Cambia) का सम्पर्क बना रहे। कटी हुई सतह पर मोम लगा दिया जाता है। क्लेफ्ट रोपण का मुख्य लाभ यह है कि यह सुप्तावस्था (Dormant season) के दौरान किया जा सकता है। इसका मुख्य अवगुण यह है कि काष्ठ को सड़ाने वाले (Wood decaying) जीव ग्राफ्ट में प्रविष्ट हो जाते हैं। (चित्र 5.45)

(iv) बार्क रोपण (Bark grafting) के अन्तर्गत स्कन्ध की छाल को चीर (Split) दिया जाता है। कलम (Scion) को स्थान पर रख दिया जाता है इसके पश्चात् कटी सतह पर मोम लगा दिया जाता है। इस प्रकार का

टिप्पणी

रोपण केवल बसन्त ऋतु में सम्भव है जब छाल ढीली हो जाती है। स्कन्ध को सुप्तावस्था में इकट्ठा कर समय की आवश्यकतानुसार संगठीत (Stored) किया जाता है।



चित्र 5.46 : क्लेफ्टग्राफ्टिंग : (अ) सिआन (ब) स्टाक में सिआन लगाना (स) कटी सतह पर मोम लगा हुआ

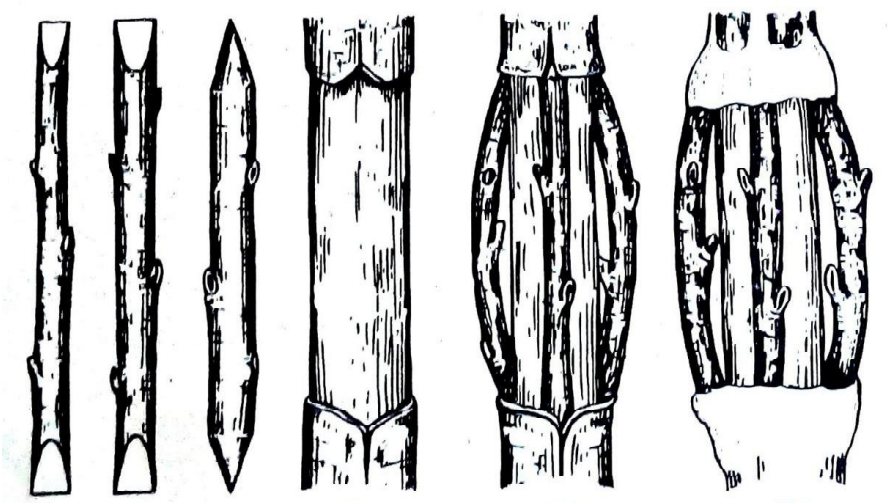
(v) **नॉच ग्राफ्टिंग (Notch grafting)** में सर्वप्रथम स्कन्ध की छाल में एक खाँच बना दी जाती है। कलम को इस प्रकार काटा जाता है कि वह खाँच (Notch) में फिट हो जाए। अब कलम को यथास्थान रखकर कटी हुई सतह पर मोम लगा दिया जाता है। नॉच ग्राफ्टिंग में क्लेफ्ट तथा बार्क ग्राफ्टिंग, दोनों के लाभ समाहित होते हैं। हालांकि नॉच ग्राफ्टिंग को समुचित प्रकार से करने पर काफी समय लगता है।

(vi) वेज ग्राफ्टिंग (Wedge grafting)– के अन्तर्गत स्कन्ध (Stock) को बीच में से चिमटे या 'V' आकार में काट लिया जाता है। कलम के आधार पर एक चपटा (Tapering) वेज बना लिया जाता है। अब कलम को स्कन्ध के वेज में इस प्रकार प्रविष्ट किया जाता है कि स्टॉक तथा कलम के एधा (Cambia) सम्पर्क में रहें। *कैमेलिया (Camellia)* का प्रसारण इसी प्रकर से होता है।

(vii) सेतु रोपण (Bridge grafting)– ब्रिज ग्राफ्टिंग बहुमूल्य वृक्षों के संरक्षण में सहायक है। सामान्यतया सेतु रोपण (Bridge grafting) में एक वर्ष पुराने कलम (One year old scion) को चोटिल (Injured) तने (Trunk) के ऊपर

टिप्पणी

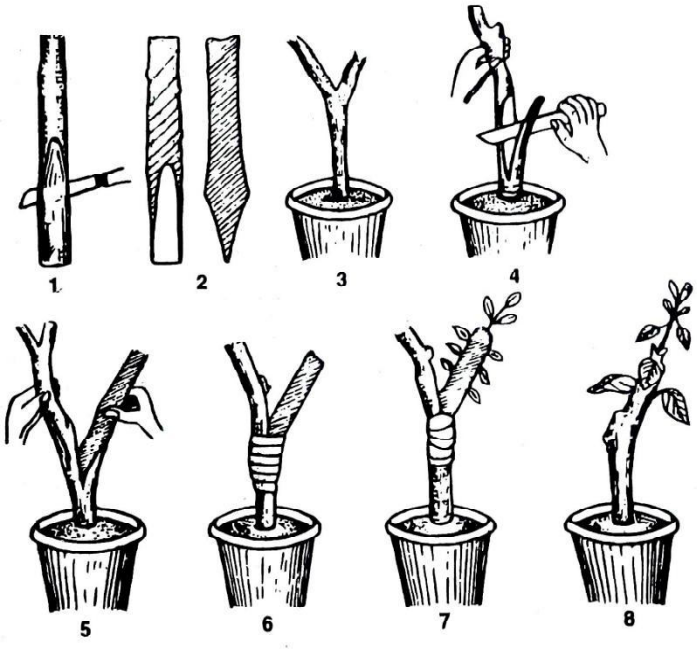
तथा नीचे प्रविष्ट किया जाता है। कलमों को सामान्यतः सुप्तावस्था (Dormant season) में इकट्ठा किया जाता है तथा वृक्षों में उस समय प्रविष्ट (Insert) किया जाता है जब छाल उतरना (Slip) आरम्भ होती है। यदि वृक्ष के आधार पर शिशु सकर्स (Young suckers) मौजूद हैं तो इनका उपयोग चोटिल क्षेत्र (Injured area) को जोड़ने के लिए किया जा सकता है। यह विधि इनॉर्चिंग (Inarching) के नाम से भी जानी जाती है। (चित्र 5.47)



चित्र 5.47 : ब्रिज ग्राफ्टिग : विभिन्न अवस्थाएँ

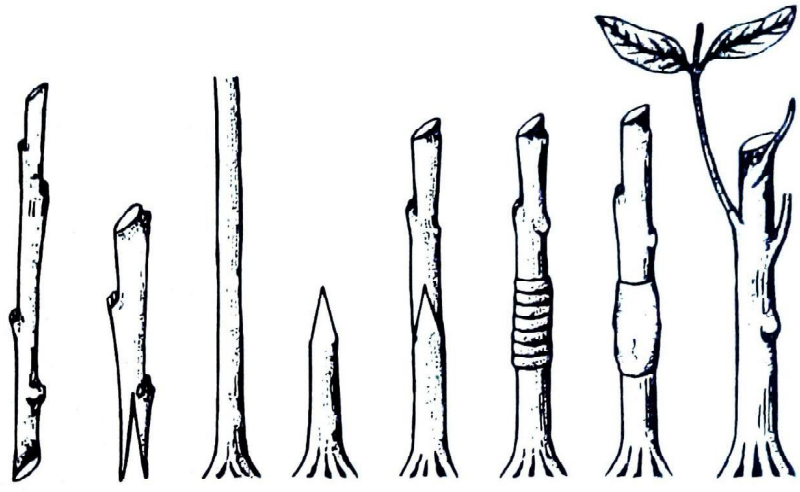
(viii) **साइड ग्राफ्टिंग** (Side grafting)– इस विधि में स्कन्ध (Stock) को ऊपर से नहीं काटा जाता अतः यह कलम (Scion) से अधिक लम्बा जान पड़ता है। कलम के आधीरीय भाग (Basal part) को वेज (Wedge) की आकृति में काटा जाता है। दूसरी ओर स्कन्ध में 20^0–25^0 के कोण पर एक गहरा कटान (Cut) बनाते हैं। इस कटान पर स्कन्ध (Stock) को लगा देते हैं जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। इस विधि में बाँधना (Wrapping) इतना आवश्यक नहीं है जितना कि मोम का प्रयोग। स्कन्ध (Stock) की एक साइड को करीब 1–2 सेमी नीचे की ओर काटते हैं जिससे कलम (Scion) अच्छी तरह चिपक जाए। (चित्र 5.4)

टिप्पणी



चित्र 5.48 : साइडग्राफ्टिंग की विभिन्न अवस्थाएँ

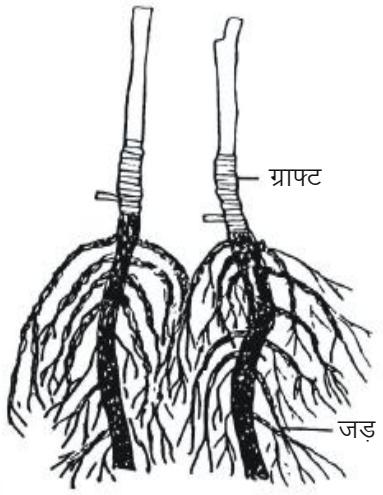
(ix) सैडिल ग्राफ्टिंग (Saddle grafting)– यह एक विशेष प्रकार की रोपण विधि (Grafting technique) है जो मोटे (Thick) तथा गूदेदार (Flashy) वृक्षों पर प्रयोग की जाती है, उदाहरणार्थ–पपीता (Papaya)। इस विधि में स्कन्ध (Stock) काटकर खूँटी (Wedge) के आकार का बना लिया जाता है (चित्र 5.48: 3, 4)। दूसरी तरफ कलम (Scion) के मध्य भाग (Middle part) को काटकर चिमटे की तरह बना देते हैं (चित्र 5.48: 1, 2)। इस तरह कटे हुए कलम (Scion) को स्कन्ध पर चढ़ा देने के उपरान्त पट्टी (tape) से बाँध दिया जाता हैं। मोम का उपयोग वांछनीय है। इस विधि की सफलता स्कन्ध (Stock) पर निर्भर रहती है। (चित्र 5.48: 5–8)



चित्र 5.49 : सैडिल ग्राफ्टिंग की विभिन्न अवस्थाएँ

टिप्पणी

(x) मूल रोपण (Root grafting)– जब तने की कलम का रोपण जड़ पर किया जाता है तो यह विधि मूल रोपण (Root grafting) कहलाती है।



चित्र 5.50 : मूल रोपण (Root grafting) प्रदर्शित

इस विधि में शरद ऋतु के अन्त में अथवा बसन्त के प्रारम्भ में जड़ को खेदकर निकाल लेते हैं जो स्कन्ध (Stock) का कार्य करती है। यह सेब (Apple) तथा नाशपाती (Pear) के प्रवर्धन के लिए उपयुक्त मानी जाती हैं। (चित्र 5.50)

(5) कलिकायन (Budding)–

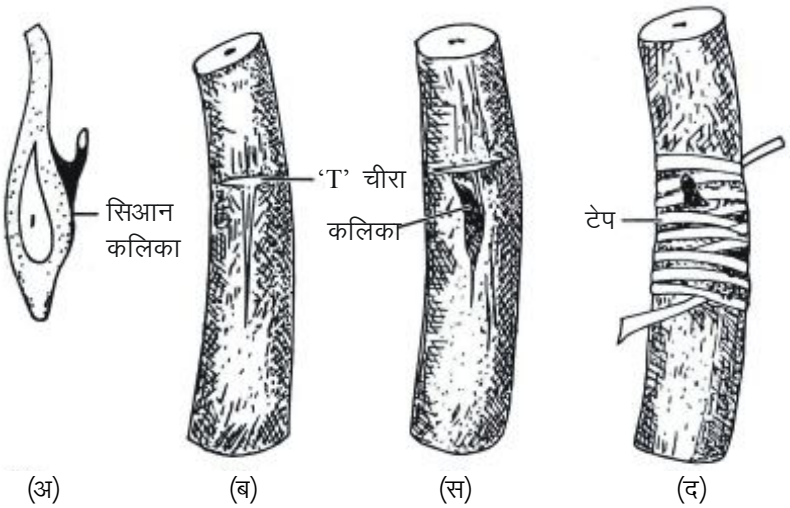
पादप प्रवर्धन के लिए कलिकायन या चश्मा लगाना (Budding) सबसे उत्तम एवं नवीन विधि है। इस विधि को ग्राफ्टिंग का रूपान्तर ही समझना चाहिए। इस विधि में साधारण जाति (Species) के पौधे के तने की छाल (Bark) की गहराई में तिरछा काट लगाकर उसमें अच्छी जाति की कलिका का पैबन्द (Graft) लगाकर बाँध देते हैं। कुछ सप्ताह बाद यह कलिका उस पौधे से जुड़ जाती है जिसके फलस्वरूप कलिका से नयी प्ररोह बन जाती है। कलिकायन का प्रयोग अंगूर, सन्तरा, गुलाब व नींबू आदि के नये पौधे उत्पन्न करने के लिए किया जाता है।

कलिकायन की विधियाँ (Methods of Budding)–

(i) 'टी' कलिकायन ('T' budding)– नींबू तथा गुलाब के पौधों के प्रवर्धन (Propagation) की यह सबसे सुगम तथा पुरानी विधि है। कलिकायन (Budding) का सबसे अच्छा वह समय होता है जब स्कन्ध (Stock) पौधा तीव्रता के साथ वृद्धि कर रहा होता है। जिसकी छाल आसानी से काष्ठ से पृथक् हो सकती है।

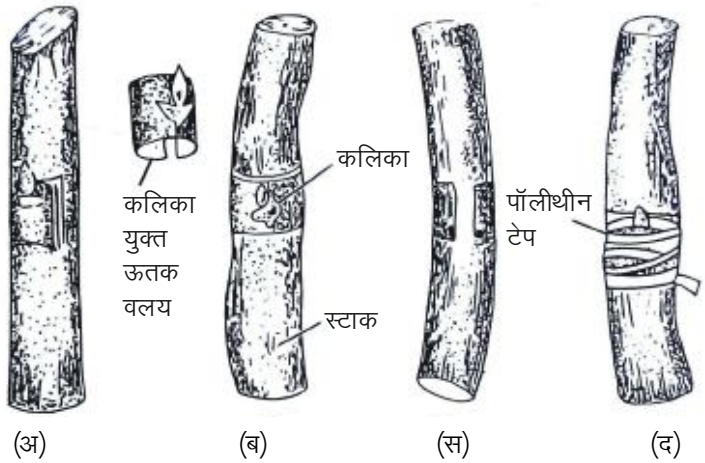
इस विधि में स्कन्ध (Stock) की छाल में अंग्रेजी के अक्षर (T) के आकार का चाकू से स्थान बनाया जाता है। यह स्थान भूमि से 22.5 सेमी की ऊँचाई पर बनाते हैं। ध्यान इस बात का रखा जाता है कि (T) की लम्बाई व चौड़ाई कलिका के अनुरूप हो। इसके पश्चात् (T) के लगे निशान वाले तने की छाल (Bark) को तेज चाकू से ऊपर उठाकर ढीला कर लेते हैं

इसके पश्चात् कलिका (Bud) लगाने वाले चुने गये पौधे से 2.5 से 3.75 सेमी की लम्बाई में लकड़ी की चिप सहित वर्म (Shield) की आकृति वाली कलिका को पृथक् कर लेते हैं फिर कलिका के नीचे से लकड़ी की चिप को तेज चाकू की सहायता से निकाल देते हैं तथा स्कन्ध में (T) की आकृति के स्थान पर कलिका को प्रविष्ट करके दोनों को इस प्रकार बाँध देते हैं कि कलिका का वृद्धि करने वाला सिरा (Growing point) खुला रहे। (चित्र 5.51)



चित्र 5.51 : 'टी' कलिकायन : (अ) कलम वाली कलिका, (ब) मूल स्कन्ध कर के आकार का लगा चीरा, (स) चीरे में रखी गई कलिका, (द) कलिका को स्कन्ध से कलकायन टेप द्वारा बाँधना।

(ii) **फ्लूट अथवा ट्यूब के आकार की कलम लगाना (Flute or tube budding)** – इस विधि में स्कन्ध (Stock) पर भूमि से 22.5 सेमी ऊँचाई पर चाकू द्वारा छाल (Bark) पर एक घेरा (Circle) बनाते हैं।

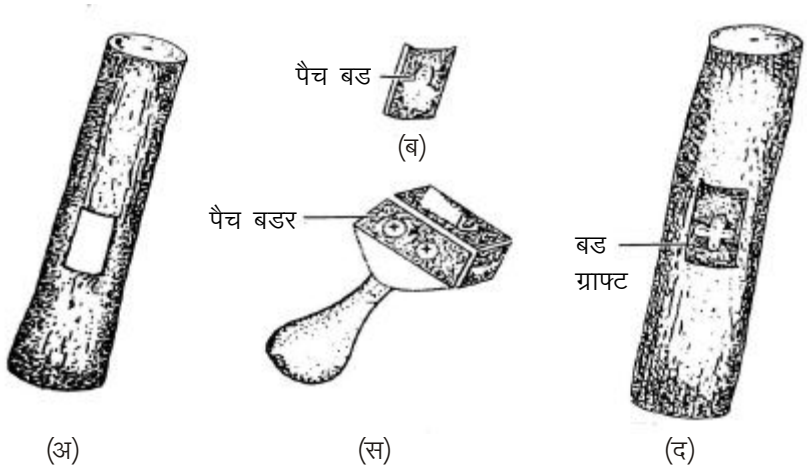


चित्र 5.52: फ्लूट या ट्यूब के आकार की कलम लगाना प्रदर्शित : (अ) ऊतक की वलय सहित कलिका को पृथक् करना तथा पृथक् करना तथा पृथक् की गयी कलिका, (ब–स) मूल स्कन्ध पर लगाई कलिका का सामने व पीछे का दृश्य, (द) पॉलीथीन टेप द्वारा बाँधना

टिप्पणी

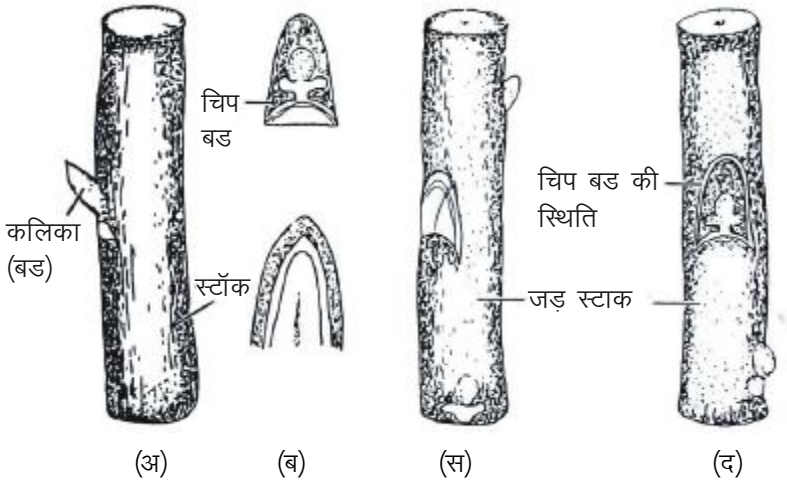
और इस छाल के घेरे को निकालकर पथ्क् कर देते हैं। इसके पश्चात् चुने गये तने से कलिका (Bud) को एक ट्यूब (Tube) के रूप में निकालकर तैयार किये गये स्कन्ध (Stock) पर चढ़ाकर बाँध देते हैं। (चित्र 5.52)

(iii) पैच कलिकायन (Patch budding)– इस विधि में तने की छाल (Bark) पर उपस्थित कलिका (Bud) लगी होती है, छाल की आयताकार (Rectangular) काट लेते हैं। इसके पश्चात् स्कन्ध की छाल काटी जाती है। इसके पश्चात् काटे गये आयताकार स्थान पर कलिका को रखकर मजबूती से पॉलीथीन टेप (Polythene tape) द्वारा बाँध दिया जाता है। इस प्रकार के पैच कलिकाओं के लिए स्कन्ध 1.25 से 10.0 से.मी. के नाप का लिया जाता है। यह क्रिया जब की जाती है तब पौधे के तने की छाल आसानी से पृथक् की जा सकती हो। (चित्र 5.53)



चित्र 5.53 : पैच कलिकायन : (अ–ब) पैच कलिका को पृथक् करना, (स) पैच बडर, (द) सम्पूर्ण कलिकायन

(iv) चिप कलिकायन (Chip budding)– इस विधि में स्कन्ध की पर्व की चिकनी सतह से 2.5 से 3.0 से.मी. लम्बी छाल की चिप काट ली जाती है।



चित्र 5.54 : चिप कलिकायन (Chip budding) : (अ) कलिका सहित शाखा (ब) पृथक् की गई चिप कलिका का सामने व पीछे का दृश्य, (स) कलिका प्रवेश हेतु मूल स्कन्ध (root stock) तैयार कना, (द) चिप कलिका को रखकर बाँधना।

इसके पश्चात् उसी आकार तथा नाप की दूसरी चिप (Chip) जिसमें एक परिपक्व कलिका संलग्न रहती है को बड स्टिक (Bud stick) से काटकर मूल स्कन्ध (Root stock) पर लगाते हैं, इसके पश्चात् अच्छी तरह कलिका को पॉलीथीन से ढक देते हैं जिससे वह सूखने नहीं पाती है, जब कलिका लग जाती है तो नीचे की ओर से स्कन्ध काटकर पृथक् कर लेते हैं। (चित्र 5.54)

(v) वलय कलिकायन (Ring budding)

इस विधि में कलम लगाने वाले तने की काष्ठ (Wood) से 1.25 से 2.5 सेमी लम्बी छाल (Bark) की वलय (Ring) काटते हैं, जिसमें स्वस्थ कलिका (Bud) उपस्थित होती है और इस वलय (Ring) को दूसरी शाखा पर लगा देते हैं, स्कन्ध (Stock) की मोटाई भी लगभग इसके बराबर होती है। इसके पश्चात् छाल को छीलकर अलग कर देते हैं और कलिका से छाल को स्कन्ध पर जोड़ देते हैं।

(vi) 'आई' कलिकायन (I Budding)

इसमें कलिका का पैच आयताकार अथवा वर्गाकार होता है, स्कन्ध पर दो अनुप्रस्थ काट (Transverse cut) बनाये जाते हैं। जो एक खड़ी काट (Vertical cut) द्वारा केन्द्र में जुड़े रहते हैं। इसके पश्चात् छाल के टुकड़ों को ऊपर उठाकर कलिका को प्रवेश करा देते हैं और कलिकायन टेप (Budding tape) द्वारा कसकर बाँध देते हैं।

(vii) फोरकर्ट कलिकायन (Forkert budding)–

इस विधि में स्कन्ध में दो खड़ी तथा एक अनुप्रस्थ काट दी जाती है और काटे गये भागों से छाल (Bark) को सावधानीपूर्वक उतार लिया जाता है। ध्यान इस बात का रखा जाता है कि छाल की निचली सतह, स्कन्ध से संलग्न रहे, स्कन्ध पर लगाये गये काँटों के आकार के बाराबर कलम कलिका (Scion bud) को काटते हें और स्कन्ध (Stock) के खुले हुए भाग पर इस कलिका को लगा देते हैं तथा कलिका की छाल को टुकड़ों से ढँककर लपेट देते हैं और कलिकामय टेप द्वारा बाँध देते हैं। लगभग एक माह के पश्चात् यह क्रिया पूरी हो जाती है और कलिकायन टेप को खोल दिया जाता है। जब कलिका वृद्धि करने लगती है तो स्कन्ध को ऊपरी भाग से काटकर पृथक् कर दिया जाता है।

(viii) एपोमिक्सिस (Apomixis) द्वारा:

एपोमिक्टिक बीज (Apomictic seed) का निर्माण नर (Male) जनक के बगैर होता है। दूसरे शब्दों में, वास्तविक निषेचन (Actual fertilization) की क्रिया नहीं होती। इस प्रक्रिया में नया पौधा (a) 2n गुरुबीजाणु मातृकोषा (Megaspore mother cell) से, (b) 2n नाभिक (Nucleus) की एक या अधिक कोशाओं से या (c) असमानीत (Non-reduced) अण्ड (Egg) से विकसित हो सकता है। इस प्रकार असंगजनन (Apomixis) की क्रिया समयुग्मजता (Homozygosity) को प्रोत्साहित कर शुद्ध वंशक्रम (Pure

टिप्पणी

line) को विकसित करती है। यद्यपि इस प्रकार का अलैंगिक प्रजनन समूचे पादप जगत् में बहुतायत से पाया जाता है लेकिन इसका व्यावहारिक महत्व (Practical importance) केवल कुछ फसल पादपों के लिए है, जैसे केन्टुकी ब्लू ग्रास (Kentucky blue grass), साइट्रस (Citrus) तथा आम (mango)।

कायिक प्रवर्धन के गुण–विशेषताएँः–

(1) ऐसे पौधों में पैतृक (Parental) गुण सदैव बने रहते हें।

(2) अनेक बीजरहित (Seedless) फलों (Fruits) के पौधों को लगाने के लिए यही विधि अपनाई जाती है।

(3) बहुत कम समय में ये पौधें पुष्प (Flower) एवं फल (Fruit) देने लगते हैं।

(4) कुछ पौधों में अद्‌भुत गुण पाये जाते हैं जिन्हें इस विधि द्वारा स्थायी (Permanent) रखा जा सकता है।

(5) इस विधि द्वारा उत्पन्न पौधें प्रायः रोग मुक्त (Disease-free) होते हैं। इसके अतिरिक्त इनके रोगजनकों (Pathogens) का नियन्त्रण (Control) किया जा सकता है।

(6) इस प्रकार उत्पन्न वृक्ष छोटे आकार के होते हैं अतः कम भूमि पर अधिक पौधे लगाये जा सकते हैं।

(7) स्कन्ध (Stock) अपनी इच्छानुसार चुने जा सकते हैं।

(8) इस विधि से निम्न श्रेणी के पौधें को उच्च श्रेणी के पौधों में बदला जा सकता है।

(9) कुछ पौधों के बीज बहुत कठिनाई से अंकुरित होते हैं अथवा बीजोत्पादन बहुत कम या नहीं होता है उनका प्रवर्धन इस प्रकार किया जा सकता है।

प्रवर्धन के आर्थिक पहलू (Economic aspects of propagation) –

(1) बीज रहित (Seedless) फल वाले पौधों को इस विधि द्वारा आसानी से तैयार किया जा सकता है।

(2) फलों (Fruits) के पकने का समय लगभग बराबर होता है अतः इन्हें आसानी से प्राप्त किया जा सकता है।

(3) वानस्पतिक विधियों द्वारा उत्पन्न किये गये पौधें जल्दी फल (Fruits) देने लगते हैं।

(4) इस प्रकार के पौधों में प्रायः पैतृक लक्षण (Parental characters) स्थिर बने रहते हैं। ये पौधे आकार में अधिक बड़े नहीं होते हैं अतः कम स्थान में अधिक पौधें लगाये जा सकते हैं।

(5) उत्तम गुण वाले पौधों को इच्छानुसार उगाया जा सकता है।

(6) ऐसे पौधें जिनके बीज अंकुरण नहीं कर पाते हैं, इस विधि द्वारा इस प्रकार के पौधों को भी उगाया जा सकता है।

(7) इस विधि में कम खर्च होता है तथा समय की बचत होती है।

टिप्पणी

अपनी प्रगति जाँचिए (Check Your Progress)

1. द्विनिषेचन की खोज की थी:
   (क) नवाश्चिन ने (ख) हेंगरअप ने
   (ग) डॉ. एन. मिश्रा ने (घ) स्मिथ ने
2. निषेचन के पश्चात् बीजाण्ड से बनता है:
   (क) फल (ख) बीज
   (ग) बीजपत्र (घ) फलभित्ति
3. एन्जियोस्पर्म में जाइगोट होता है:
   (क) अगुणित (ख) द्विगुणित
   (ग) त्रिगुणित (घ) गुरुबीजाणु
4. एन्जियोस्पर्म का भ्रूणपोष है:–
   (क) अगुणित (ख) द्विगुणित
   (ग) त्रिगुणित (घ) चतुर्गुणित
5. फलभित्ति का निर्माण होता है:
   (क) अण्डाशय भित्ति द्वारा
   (ख) बीजाण्ड द्वारा
   (ग) अध्यावरण द्वारा
   (घ) किसी के द्वारा नहीं
6. निषेचन के फलस्वरूप बीजाण्ड से बनता है:
   (क) बीज, (ख) फल
   (ग) भ्रूणपोष (घ) बीजपत्र
7. निषेचन के पश्चात् अण्डाशय से बनता है:
   (क) बीज (ख) फल
   (ग) भ्रूणपोष (घ) ये सभी
8. *कैप्सेला बरसा पेस्टोरिस* में भ्रूण विकास का अध्ययन किया गया है:
   (क) एकबीजपत्री का
   (ख) द्विबीजपत्री का
   (ग) एकबीजपत्री व द्विबीजपत्री दोनों का
   (घ) किसी का भी नहीं

टिप्पणी

9. द्विबीजपत्री में भोजन संचित रहता है:
   (क) भ्रूणपोष में (ख) बीजपत्र में
   (ग) दोनों में (घ) किसी में भी नहीं
10. एकबीजपत्री बीज में भोजन संचित रहता है:
   (क) भ्रूणपोष में (ख) बीजपत्र में
   (ग) दोनों में (घ) किसी में नहीं
11. बीज में पायी जाने वाली चिरलग्न बीजाण्डकाय कहलाती है:
   (क) भूमिपोष (ख) निलम्बक
   (ग) पेरीस्पर्म (घ) भूमि
12. सामान्यतया भ्रूण विकसित होता है:
   (क) अण्ड से
   (ख) युग्मनज से
   (ग) भ्रूण कोष से
   (घ) एण्टीपोडल कोशा से
13. द्विनिषेचन क्रिया में फ्यूजन होता है:
   (क) दो पोलर केन्द्रक तथा एक मेल गेमीट
   (ख) दो एण्टीपोडल तथा एक मेल गेमीट
   (ग) दो सिनरजिड तथा एक मेल गेमीट
   (घ) ये सभी
14. भ्रूण का पोषण होता है?
   (क) एण्डोस्पर्म से
   (ख) पेरीस्पर्म से
   (ग) टेपेटम से
   (घ) किसी से नहीं
15. असत्य फल का उदाहरण है:
   (क) सेब (ख) तरबूज
   (ग) पपीता (घ) संतरा
16. फलों के पकने की क्रिया है:
   (क) फिजिकल
   (ख) मैकेनिकल
   (ग) फिजियोकेमीकल
   (घ) ये सभी

17. ऑर्किड में बीजों का प्रकीर्णन होता है:
    (क) जल द्वारा
    (ख) वायु द्वारा
    (ग) यान्त्रिक विधियों द्वारा
    (घ) ये सभी
18. सेन्सर क्रिया द्वारा बीजों का प्रकीर्णन होता है:
    (क) पॉपी में
    (ख) पीली कटेली में
    (ग) अरिस्टोलोकिया में
    (घ) ये सभी
19. बीजों का प्रकीर्णन होता है:
    (क) हवा, पानी एवं मृदा
    (ख) हवा, मृदा एवं बारिश
    (ग) हवा, पानी एवं जानवर
    (घ) बारिश, मृदा एवं जानवर
20. अभ्रूणपोषी बीज में भोजन संचित होता है:
    (क) बीजपत्र में (ख) भ्रूणपोष में
    (ग) प्रांकुर में (घ) मूलांकूर में
21. निम्नलिखित में से किसके द्वारा केले के पौधे उत्पन्न किये जाते हैं?
    (क) विभाजन क्रिया द्वारा (ख) गूटी द्वारा
    (ग) पैबन्दा द्वारा (घ) चश्मा द्वारा
22. निम्नलिखित में से किन पौधों में स्तम्भ दाब लगाकर पौधे तैयार किये जाते हैं?
    (क) अलंकृत पौधे
    (ख) पतझड़ वाले पौधे
    (ग) मरुस्थलीय पौधे
    (घ) जलीय पौधे
23. प्रौढ़ तने (Young stem) को किस विधि के अन्तर्गत मृदा के ढेर में दबाया जाता है:
    (क) शीर्ष लेयरिंग
    (ख) ट्रेन्च लेयरिंग
    (ग) माउण्ड लेयरिंग
    (घ) साधारण लेयरिंग

टिप्पणी

24. निम्नलिखित विधियों में से कौन–सी विधि बहुमूल्य वृक्षों के संरक्षण हेतु अपनायी जाती है?

(क) क्लेफ्ट रोपण (ख) छाल रोपण

(ग) वैज रोपण (घ) सेतु रोपण

25. निम्न में से स्कन्ध (Stock) कौन–सा भाग कहलाता है ?

(क) पत्ती को

(ख) कटिंग के ऊपरी भाग

(ग) आधारीय भाग

(घ) इनमें से कोई नहीं

26. रोपण में कैलस का निर्माण किस स्तर से होता है?

(क) पैरिनकाइमा

(ख) कॅर्टिक्स

(ग) कैम्बियम

(घ) इनमें से कोई नहीं

27. नारियल (Coconut) प्रसारित होता हैः

(क) बीज द्वारा (ख) कलम द्वारा

(ग) संग्रहक अंग से (घ) उपर्युक्त सभी

28. टमाटर के प्रसारण की विधि हैः

(क) सॉफ्ट वुड कटिंग

(ख) हार्ड वुड कटिंग

(ग) शाकीय स्तम्भ कटिंग

(घ) मूल कटिंग

29. बहुमूल्य वृक्षों (Valuable trees) के संरक्षण हेतु अपनाई जाने वाली विधि हैः

(क) वेज रोपण (Wedge grafting),

(ख) सेतु रोपण (Bridge grafting),

(ग) क्लेफ्ट रोपण (Cleft grafting),

(घ) छाल रोपण (Bark grafting)।

टिप्पणी

30. स्कन्ध (Stock) कहते हैं

(क) कटिंग के ऊपरी भाग को

(ख) आधारीय भाग को

(ग) पत्ती को

(घ) उपर्युक्त सभी

5.10 अपनी प्रगति जाँचिए प्रश्नों के उत्तर (Answer to Check Your Progress)

1. (क)	11. (ग)	21. (क)
2. (ख)	12. (ख)	22. (क)
3. (ख)	13. (क)	23. (ग)
4. (ग)	14. (क)	24. (घ)
5. (क)	15. (क)	25. (ग)
6. (क)	16. (ग)	26. (ग)
7. (ख)	17. (ख)	27. (क)
8. (ख)	18. (घ)	28. (ग)
9. (ख)	19. (ग)	29. (ख)
10. (क)	20. (क)	30. (ख)

5.11 सारांश (Summary)

अण्डाशय के बीजाण्ड मे भ्रूण कोष में दो नर युग्मक पराग नलिका से प्रवेश करते है। जो क्रमशः जाइगोट व भ्रूणपोष नामिक बनाते है। भ्रूणपोष नाभिक भ्रूणपोष बनाता है व जाइगोट भ्रूण बनाता है जो बीज में सुरक्षित रहते है। बीजाण्ड से निषेचन के बाद बीज विकसित होता है। अण्डाशय निषेचन के पश्चात् फल में परिवर्तित होता है। लैंगिक प्रजनन के अतिरिक्त पादपों में विभिन्न प्रकार के कायिक प्रवर्द्धन होते है। बीजो का प्रकीर्णन विभिन्न विधियों द्वारा होता है जिसके लिए इनमें विभिन्न युक्तियों का विकास होता है।

टिप्पणी

5.12 मुख्य शब्दावली (Key Terminology)

- थैलेमस, पराग नलिका
- द्विनिषेचन, भ्रूण,
- एकबीजपत्री, द्विबीजपत्री
- भ्रूणपोष, बीज, फल, प्रकीर्णन, कायिक प्रवर्धन, कटिग, बडिंग, लेयरिंग ग्राफ्टिंग

5.13 स्व-मूल्यांकन प्रश्न एवं अभ्यास (Self Assessment Questions and Exercises)

लघु उत्तरीय प्रश्न (Short Answer Type Questions)

1. आवृत्तबीजी पौधों में द्विनिषेचन एवं त्रिक–संलयन को समझाइये।
2. द्विबीजपत्री भ्रूण के परिवर्द्धन को समझाइये।
3. निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिएः–
   (a) भ्रूणपोष चूषकांग
   (b) एकबीजपत्री भ्रूण का परिवर्धन
   (c) भ्रूणपोष
   (d) द्विनिषेचन
   (e) हेलाबियल एण्डोस्पर्म
   (f) स्वतंत्र नाभिकीय एवं कोशिकीय भ्रूणपोष
4. एन्जियोस्पर्म में एकबीजपत्री भ्रूण के विकास का विस्तृत वर्णन कीजिए।
5. फलों के परिपक्वन में इथाइलीन का महत्व है ? लिखिए।
6. सत्य एवं असत्य फल में क्या अन्तर होता है? उदाहरण सहित समझाइए।
7. फलों के पकने पर टिप्पणी लिखिए।
8. एकबीजपत्री एवं द्विबीजपत्री बीजों में अन्तर लिखिए।
9. जल द्वारा प्रकीर्णन किस प्रकार होता है? वर्णन कीजिए।
10. जानवरों द्वारा प्रकीर्णित होने वाले फलों/बीजों में पाए जाने वाले अंगों का सचित्र वर्णन कीजिए।
11. आक में बीज प्रकीर्णन समझाइए।
12. वर्धी प्रजनन से क्या समझते हो? उदाहरण सहित लिखिए।
13. रोपण (Grafting) प्रवर्धन क्या है? इसकी विभिन्न विधियों का वर्णन कीजिए।
14. वर्धी प्रसारण में संग्राहक अंगों की क्या भूमिका है? विस्तृत वर्णन कीजिए।

टिप्पणी

15. निम्नलिखित की संक्षिप्त विवेचना कीजिए–
    (i) टंग रोपण
    (ii) वर्धी प्रजनन,
    (iii) कलम बाँधना
    (iv) कायिक प्रवर्धन
    (v) कलिकायन की विधियाँ
16. तने की कलम में हॉर्मोन के उपयोग पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।
17. वर्धी प्रसारण में कोर्म, ट्यूबर्स व राइजोम का महत्व समझाइये।

दीर्घ उत्तरीय प्रश्न (Long Answer Type Questions)

1. भ्रूणपोष क्या है? आवृत्तबीजियों में पाये जाने वाला भ्रूणपोष के विभिन्न प्रकारों का वर्णन कीजिए।
2. फल के परिवर्धन पर लेख लिखिए।
3. फल के परिपक्वन पर लेख लिखिए।
4. फलों के परिपक्वन के समय अम्ल तथा शर्करा के अनुपातों की व्याख्या कीजिए।
5. विभिन्न प्रकार के फलों का संक्षेप में वर्णन कीजिए।
6. बीज से आप क्या समझते हैं? बीज की संरचना का सचित्र वर्णन कीजिए।
7. पौधों में प्रकीर्णन प्रयुक्तियों का वर्णन कीजिए।
8. वायु के प्रकीर्णन पर लेख लिखिए।
9. बीजों के वितरण के विभिन्न माध्यम का उदाहरण सहित वर्णन कीजिए।
10. जानवरों द्वारा प्रकीर्णित होने वाले फलों/बीजों में पाए जाने वाले अंगों का सचित्र वर्णन कीजिए।
11. पादप प्रवर्धन से क्या–क्या लाभ हैं? कलिकायन की विभिन्न विधियाँ बताइए तथा एक विधि का वर्णन कीजिए।
12. वर्धी प्रजनन की विधियों का संक्षेप में वर्णन कीजिए तथा उनके महत्व का उल्लेख कीजिए।
13. ग्राफ्ट यूनियन (Graft union) के निर्माण विधि पर प्रकाश डालिए। ग्राफ्टिंग विधियों की विवेचना कीजिए।
14. कटिंग की परिभाषा दीजिए। कटिंग के विभिन्न प्रकारों का विस्तृत वर्णन कीजिए।
15. कलिकायन पर टिप्पणी लिखिए।
16. गूटी बाँधने पर टिप्पणी लिखिए।

टिप्पणी

5.14 सहायक पाठ्य सामग्री (Suggested Readings)

1. Dr. M.G. Awaley, Dr. K.P. Ghoshal, Dr. M. N. Mhaiskar, Dr. S.P. Qureshi 2020. 3rd Revised edn., Botany B.Sc. Semester II, Himalaya Publishing House.
2. Dr. S.P. Qureshi, Dr. M. N. Mhaiskar, A. S. Dahat, Dr. K.P. Ghoshal, Dr. M.G. Awaley, 2020 edn., Botany, B.Sc.Semester IV , Himalaya Publishing House.
3. Pandey, B.P. (1994), Plant Anatomy (S. Chand & Co. New Delhi)
4. Vashishta, P.C. (1984), Plant Anatomy (Pradeep Publications, Jalandhar)