উপক্রমণিকা

মহান দেশনায়ক সুভাষচন্দ্র বসুর নামাঙ্কিত এই মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের উন্মুক্ত শিক্ষাঙ্গনে আপনাকে স্বাগত। সম্প্রতি এই প্রতিষ্ঠান দেশের সর্বপ্রথম রাজ্য সরকারি মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় হিসেবে ন্যাক (NAAC) মূল্যায়নে 'এ' গ্রেড প্রাপ্ত হয়েছে। বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশন প্রকাশিত নির্দেশনামায় স্নাতক শিক্ষাক্রমকে পাঁচটি পৃথক প্রকরণে বিন্যস্ত করার কথা বলা হয়েছে। এগুলি হল— 'কোর কোর্স', 'ডিসিপ্লিন স্পেসিফিক ইলেকটিভ', 'জেনেরিক ইলেকটিভ' এবং 'স্কিল'/'এবিলিটি এনহ্যান্সমেন্ট কোর্স'। ক্রেডিট পদ্ধতির ওপর ভিত্তি করে বিন্যস্ত এই পাঠক্রম শিক্ষার্থীর কাছে নির্বাচনাত্মক পাঠক্রমে পাঠ গ্রহণের সুবিধে এনে দেবে। এরই সঙ্গে যুক্ত হয়েছে ষান্মাসিক মূল্যায়ন ব্যবস্থা এবং ক্রেডিট ট্রান্সফারের সুযোগ। শিক্ষার্থী-কেন্দ্রিক এই ব্যবস্থা মূলত গ্রেড-ভিত্তিক যা অবিচ্ছিন্ন আভ্যন্তরীণ মূল্যায়নের মধ্য দিয়ে সার্বিক মূল্যায়নের দিকে এগোবে এবং শিক্ষার্থীকে বিষয় নির্বাচনের ক্ষেত্রে যথোপযুক্ত সুবিধা দেবে। শিক্ষাক্রমের প্রসারিত পরিসরে বিবিধ বিষয় চয়নের সক্ষমতা শিক্ষার্থীকে দেশের অন্যান্য উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানের আন্তঃব্যবস্থায় অর্জিত ক্রেডিট স্থানান্তরে সাহায্য করবে। শিক্ষার্থীর অভিযোজন ও পরিগ্রহণ ক্ষমতা অনুযায়ী পাঠক্রমের বিন্যাসই এই নতুন শিক্ষাক্রমের লক্ষ্য।

'UGC (Open and Distance Learning programmes and Online Programmes Regulations, 2020' অনুযায়ী সকল উচ্চশিক্ষা প্রতিষ্ঠানের স্নাতক পাঠক্রমে এই সি.বি.সি.এস পাঠক্রম পদ্ধতি কার্যকরী করা বাধ্যতামূলক— উচ্চশিক্ষার পরিসরে এই পদ্ধতি এক বৈকল্পিক পরিবর্তনের সূচনা করেছে। আগামী ২০২১-২২ শিক্ষাবর্ষ থেকে স্নাতক স্তরে এই নির্বাচনভিত্তিক পাঠক্রম কার্যকরী করা হবে, এই মর্মে নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় সিদ্ধান্ত গ্রহণ করেছে। বর্তমান পাঠক্রমগুলি উচ্চশিক্ষা ক্ষেত্রের নির্ণায়ক কৃত্যকের যথাবিহিত প্রস্তাবনা ও নির্দেশাবলী অনুসারে রচিত ও বিন্যস্ত হয়েছে। বিশেষ গুরুত্বারোপ করা হয়েছে সেইসব দিকগুলির প্রতি যা ইউ.জি.সি কর্তৃক চিহ্নিত ও নির্দেশিত।

মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের ক্ষেত্রে স্ব-শিক্ষা পাঠ-উপকরণ শিক্ষার্থী-সহায়ক পরিষেবার একটি গুরুত্বপূর্ণ অংশ। সি.বি.সি.এস পাঠক্রমের এই পাঠ-উপকরণ মূলত বাংলা ও ইংরেজিতে লিখিত হয়েছে। শিক্ষার্থীদের সুবিধের কথা মাথায় রেখে আমরা ইংরেজি পাঠ-উপকরণের বাংলা অনুবাদের কাজেও এগিয়েছি। বিশ্ববিদ্যালয়ের আভ্যন্তরীণ শিক্ষকরাই মূলত পাঠ-উপকরণ প্রস্তুতির ক্ষেত্রে অগ্রণী ভূমিকা নিয়েছেন— যদিও পূর্বের মতোই অন্যান্য বিদ্যায়তনিক প্রতিষ্ঠানের সঙ্গে সংযুক্ত অভিজ্ঞ বিশেষজ্ঞ শিক্ষকদের সাহায্য আমরা অকুণ্ঠচিত্তে গ্রহণ করেছি। তাঁদের এই সাহায্য পাঠ-উপকরণের মানোন্নয়নে সহায়ক হবে বলেই আমার বিশ্বাস। নির্ভরযোগ্য ও মূল্যবান বিদ্যায়তনিক সাহায্যের জন্য আমি তাঁদের আন্তরিক অভিনন্দন জানাই। এই পাঠ-উপকরণ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের শিক্ষণ পদ্ধতি প্রকরণে নিঃসন্দেহে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা নেবে। উন্মুক্ত শিক্ষাঙ্গনের পঠন প্রক্রিয়ায় সংযুক্ত সকল শিক্ষকের সদর্থক ও গঠনমূলক মতামত আমাদের আরও সমৃদ্ধ করবে। মুক্ত শিক্ষাক্রমে উৎকর্ষের প্রশ্নে আমরা প্রতিশ্রুতিবদ্ধ।

পাঠ-উপকরণ প্রস্তুতির সঙ্গে সংশ্লিষ্ট সকলকে আমি আন্তরিক অভিনন্দন জানাই এবং এই উদ্যোগের সর্বাঙ্গীণ সাফল্য কামনা করি।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার
উপাচার্য

প্রথম সংস্করণ : আগস্ট, 2022

ভারত সরকারের দূরশিক্ষা পর্ষদের বিধি অনুযায়ী মুদ্রিত।

Printed in accordance with the regulations
of the Distance Education Council, Government of India.

পরিচিতি

Netaji Subhas Open University

Under Graduate Degree Programme
Choice Based Credit System (CBCS)
Subject : Honours in Botany (HBT)
Course : উদ্ভিদ শারীরস্থান, অর্থনৈতিক উদ্ভিদবিদ্যা (Plant Anatomy, Economic Botany)
Course Code : CC-BT-07

: বিষয় সমিতি :

: সদস্যবৃন্দ :

প্রফেসর (ড.) কাজল দে
(Chairperson)
Director, School of Sciences, NSOU

প্রফেসর (ড.) শমিত রায়
Professor of Botany, NSOU

ড. স্বপন ভট্টাচার্য
Associate Professor of Botany, NSOU

শ্রী সন্দীপ দাস
Assistant Professor of Botany, NSOU

প্রফেসর (ড.) অলোক ভট্টাচার্য্য
Retd. Professor of Botany
Burdwan University

প্রফেসর (ড.) সঞ্জয় গুহ রায়
Professor of Botany
West Bengal State University

ড. শ্যামল কুমার চক্রবর্তী
Retd. Associate Professor of Botany
Bidhannagar Govt. College

ড. শুভাশিস পাণ্ডা
Principal
Chapra Government College

ড. সুশোভন বেরা
Associate Professor of Botany
Jogamaya Devi College

: রচনা :

পর্যায় 1 : **ড. অমল কুমার দত্ত**
Retd. Associate Professor of Botany
Serampore College

পর্যায় 2 : **শ্রী সন্দীপ দাস**
Assistant Professor of Botany, NSOU

: সম্পাদনা :

পর্যায় 1 ও 2 : **প্রফেসর (ড.) নন্দ দুলাল পাড়িয়া**
Retd. Professor of Botany, NSOU

: বিন্যাস সম্পাদনা :

শ্রী সন্দীপ দাস
Assistant Professor of Botany, NSOU

প্রজ্ঞাপন

এই পাঠ উপকরণের সমুদায় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃক সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ব্যাতিরেকে এই পাঠ উপকরণের কোনো অংশের পুনর্মুদ্রণ বা পুনরুৎপাদন এবং কোনো রকম উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ বে-আইনি ও নিষিদ্ধ। এই বিষয়ে বিশ্ববিদ্যালয় প্রয়োজনীয় বিধিসম্মত আইনানুগ ব্যবস্থা গ্রহণ করতে পারবে।

কিশোর সেনগুপ্ত
নিবন্ধক

নেতাজি সুভাষ
মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

UG BOTANY
HBT

বিষয় ঃ উদ্ভিদশারীরস্থান, অর্থনৈতিক উদ্ভিদবিদ্যা
(Plant Anatomy, Economic Botany)
Core Course : (CC-BT-07)

পর্যায়-I

একক 1 ❑ উদ্ভিদ কোষপ্রাচীর (Plant Cell Wall) 9-38
একক 2 ❑ কলার প্রকারভেদ এবং কার্য (Tissues types and functions) 39-64
একক 3 ❑ উদ্ভিদের মূল ও বিটপের অগ্র-ভাগের সংগঠন (Structures of root apex and shoot apex) 65-97
একক 4 ❑ স্তম্ভক কলাতন্ত্রের মূল নীতি ও বন্টন (Mechanical tissues and their principles of distribution) 98-109
একক 5 ❑ পত্ররন্ধ্র ও তার প্রকারভেদ (Stomata, Types of Stomata) 110-122
একক 6 ❑ স্টেলীয় গঠন ও অভিব্যক্তি (Stelar types and Evolution) 121-136
একক 7 ❑ পর্বসন্ধির শারীর স্থান : (Nodal Anatomy) 137-142
একক 8 ❑ ক্যাম্বিয়াম (Cambium) প্রাথমিক ও গৌণ; গঠন, প্রকৃতি ও ক্রিয়া (Cambium primary and secondary structueres, nature and functions) 143-154
একক 9 ❑ উদ্ভিদ কাণ্ডের গৌণ বৃদ্ধি (Secondary growth of stems of plant) 155-175
একক 10 ❑ উদ্ভিদ মূলের গৌণ বৃদ্ধি (Secondary growth of root) 176-180
একক 11 ❑ *Bignonia* ও *Boerhaavia* কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Anomalous secondary growth in *Bignonia* and *Boerhaavia* stem) 181-191
একক 12 ❑ *Dracaena* কাণ্ডে এবং *Tinospora* মূলে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Anomalous secondary growth in stem of *Dracaena* and root of *Tinospora*) 192-203
একক 13 ❑ জাঙ্গল ও জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণ গঠনের অভিযোজন (Anatomical adaptation of Xerophytes and hydrophytes) 204-212

পর্যায়-II

একক 14 ❑ উৎপত্তি (Centres of origin) কেন্দ্রের ধারণা 217-221

একক 15 ❑ অর্থকরী উদ্ভিদ ও তার ব্যবহারভিত্তিক শ্রেণীবিভাগ 222-232

একক 16 ❑ কয়েকটি সুপরিচিত উদ্ভিদ : বৈজ্ঞানিক নাম, গোত্র, বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার 233-246

একক 17 ❑ কয়েকটি সুপরিচিত উদ্ভিদ : বৈজ্ঞানিক নাম, গোত্র, বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার 247-258

একক 18 ❑ ধান, গম ও পাট চাষ 259-269

একক 19 ❑ চা এবং কফি: তাদের চাষ ও প্রক্রিয়াকরণ 270-280

একক 20 ❑ ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যা সংজ্ঞা, উদ্দেশ্য ও তার গুরুত্ব 281-291

একক 21 ❑ কয়েকটি ভেষজ উদ্ভিদ : নাম, গোত্র, সক্রিয় উপাদান ও ব্যবহার 292-303

পর্যায়-I

উদ্ভিদ শারীরস্থান
(Plant Anatomy)

একক 1 ❑ উদ্ভিদ কোষপ্রাচীর (Plant Cell Wall)

গঠন

1.0 উদ্দেশ্য

1.1 প্রস্তাবনা

1.2 কোষ প্রাচীরের সংজ্ঞা ও প্রকৃতি

1.3 স্থূল ভৌত গঠন

1.3.1 সারাংশ

অনুশীলনী—**1**

1.4 প্লাসমোডেসমাটা **(Plasmodesmata)**

1.5 রাসায়নিক গঠন

অনুশীলনী—**2**

1.6 কোষপ্রাচীরের পরাণুগঠন **(Ultrastructure)**

1.7 কোষপ্রাচীরের উৎপত্তি

অনুশীলনী—**3**

1.7.1 সেলুলোজের জৈব উৎপত্তি ও সংশ্লেষ

1.8 কোষপ্রাচীরের বৃদ্ধি

অনুশীলনী—**4**

1.9 কার্য

1.10 কূপ ও তার প্রকারভেদ

অনুশীলনী—**5**

1.11 সারাংশ

1.12 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1.13 উত্তরমালা

1.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্বন্ধে জানা যাবে—

- উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের প্রকৃতি ও বিশেষত্ব
- কোষ প্রাচীর কেমন করে সৃষ্টি হয়
- তাদের স্থূল ও সূক্ষ্ম গঠনশৈলী

- কোষ প্রাচীর গঠনে রাসায়নিক উপাদান সমূহ
- কোষ প্রাচীরের বৃদ্ধি
- কোষ প্রাচীরের কার্য

1.1 প্রস্তাবনা

সমগ্র উদ্ভিদ জগতে প্লাসমা মেমব্রেনের (plasma membrane) বাইরে এই প্রকার আবরণী বা প্রাচীর উদ্ভিদ কোষটিকে বেষ্টন করে থাকে। এই প্রকার বহিঃকোষীয় ধাত্রকে আমরা উদ্ভিদ কোষ প্রাচীর (plant cell wall) আখ্যা দিয়ে থাকি। এইরূপ কোষপ্রাচীর উদ্ভিদ জগতের অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য। একপ্রকার নিম্ন প্রকৃতির জীব (স্লাইম মোল্ডস-প্রোটিস্টা), চলরেণু (zoospore) ও জননকোষ (gamete) ব্যতিরেকে সকল প্রকার উদ্ভিদ কোষেই কোষপ্রাচীর বিদ্যমান। সবুজ উদ্ভিদে কোষ প্রাচীরটি প্রধানত সেলুলোজ (cellulose) নামক পলিস্যাকারাইড নিয়ে গঠিত। কিন্তু ছত্রাকের কোষ প্রাচীর প্রধানত কাইটিন (chitin) দিয়ে গঠিত।

উদ্ভিদ দেহে একটি কোষ অপর একটি কোষ থেকে যত দূরেই অবস্থান করুক না কেন, তারা কিন্তু বিচ্ছিন্ন নয়। কারণ কোষ প্রাচীরের মধ্যে অতি ক্ষুদ্র কিছু ছিদ্র পথে প্রোটোপ্লাসম (protoplasm) একটি কোষ থেকে অপর সকল কোষের মধ্যে এক যোগসূত্র রচনা করে আছে। অতএব, কোনো জীবিত কোষই স্বতন্ত্র নয়। তাদের মধ্যে রয়েছে এক নিরবিচ্ছিন্ন প্রোটোপ্লাসমীয় পরম্পরা, যা সিমপ্লাস্ট (symplast) নামে চিহ্নিত। কোষপ্রাচীর ও আন্তঃকোষীয় অবকাশ একত্রে যে পরম্পরা রচনা করে, তা এপোপ্লাস্ট (apoplast) নামে পরিচিত। অতএব, সিমপ্লাস্ট এবং এপোপ্লাস্ট মিলিতভাবে উদ্ভিদদেহ গঠন করে। এই এপোপ্লাস্ট আছে বলেই না উদ্ভিদ দেহের অভ্যন্তরে অতি দ্রুত গ্যাসীয় ব্যাপন সম্পন্ন হতে পারে। বিশাল মহীরুহে যা একান্তই আবশ্যক।

1.2 কোষ প্রাচীরের সংজ্ঞা ও প্রকৃতি (Definition and Nature of Cell Wall)

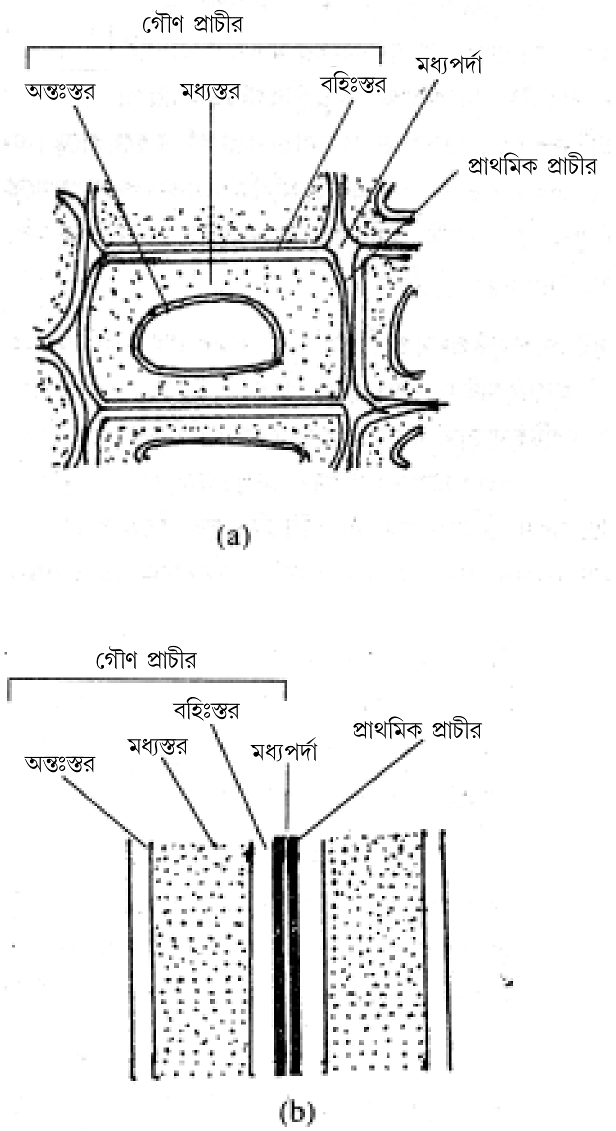
(a) সংজ্ঞা (Definition) ঃ প্লাসমা মেমব্রেনের বাইরে যে অপ্রোটোপ্লাসমীয় জড় পদার্থ প্রতিটি উদ্ভিদকোষকে বেষ্টন করে, তাকে রক্ষা করে ও উদ্ভিদ কোষের আকৃতি প্রদান করে মূলত সেলুলোজ (cellulose) দ্বারা গঠিত (সবুজ উদ্ভিদে) সেই বহিঃকোষীয় ধাত্রটিকে কোষপ্রাচীর বলা হয়।

(b) প্রকৃতি (Nature) ঃ একমাত্র প্রোটোপ্লাস্টের সংস্পর্শেই কোষ প্রাচীর বৃদ্ধি পায়, কিন্তু তা সম্পন্ন হয় কোষের বাইরে। একমাত্র পরাগরেণুতেই প্রাচীরের বহিঃস্তর (একসাইন-exine) সৃষ্টি হয়, সম্ভবত আভ্যন্তরীন প্রোটোপ্লাস্ট এবং পরাগরেণু বেষ্টনকারী বাইরের পোষকস্তর বা ট্যাপেটাম (tapetum), উভয়ের সাহায্যে।

সেলুলোজ ছাড়া কোষ প্রাচীরের উল্লেখযোগ্য উপাদানগুলি হলো হেমিসেলুলোজ (hemicellulose), পেক্টিক পদার্থ (pectic substances), লিগনিন (lignin) এবং নানান প্রোটিন (proteins)— অবায়বিক ও উৎসেচকজাত।

1.3 স্থূল ভৌত গঠন

কোষ প্রাচীরের উৎপত্তি ও গঠনের উপর ভিত্তি করে মুখ্যত তিনপ্রকার স্তর চিহ্নিত করা যায়, যথা—**(a) মধ্যপর্দা** (middle lamella), **(b) প্রাথমিক প্রাচীর** (primary wall) এবং **(c) গৌণ প্রাচীর** (secondary wall) [চিত্র 1.1]


গৌণ প্রাচীর
মধ্যপর্দা
অন্তঃস্তর
মধ্যস্তর
বহিঃস্তর
প্রাথমিক প্রাচীর
(a)
গৌণ প্রাচীর
বহিঃস্তর
প্রাথমিক প্রাচীর
মধ্যস্তর
মধ্যপর্দা
অন্তঃস্তর
(b)

চিত্র নং- 1.1 : গৌণ প্রাচীর বিশিষ্ট পরিণত উদ্ভিদ কোষপ্রাচীর— (a) প্রস্থচ্ছেদ, (b) লম্বচ্ছেদ।

(a) মধ্যপর্দা (Middle lamella) : অনুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে উদ্ভিদ কোষ পরীক্ষা করলে লক্ষ্য করা যায় যে সব পার্শ্ববর্তী কোষগুলি একত্রে সংযুক্ত থাকছে আন্তঃকোষীয় এক প্রকার সিমেন্টের ন্যায় পদার্থের সাহায্যে। এই সংযোজক পদার্থটিকেই **মধ্যপর্দা** বলা হয়। দুইটি সংলগ্ন কোষের প্রাথমিক প্রাচীরের মধ্যবর্তী এই স্তরটিই সর্বপ্রথম সৃষ্টি হয়। সমবর্তিত আলোর (polarized light) নিরিখে। মধ্যপর্দা একটি অনিয়তাকার (amorphous) পদার্থ। অর্থাৎ এটি সমসারক (isotropic) পদার্থ। মধ্যপর্দা মূলত পেকটিক (pectic) পদার্থ দ্বারা গঠিত। কাষ্ঠল কলা-কোষের মধ্যপর্দা প্রায়শই লিগনিন (lignin)যুক্ত হয়। মধ্যপর্দার উভয় দিকে প্রাথমিক প্রাচীর গঠিত হবার পর, কোষের আয়তন বৃদ্ধির সময়, মধ্যপর্দাকে প্রাথমিক প্রাচীরের দুইটি স্তর হতে আলাদাভাবে সনাক্ত করা কঠিন হয়ে পড়ে। এমন সময়, পার্শ্ববর্তী দুটি কোষের প্রাথমিক প্রাচীর এবং তাদের মধ্যস্থ মধ্যপর্দা একটি অবিচ্ছিন্ন একক রূপে দেখতে পাওয়া যায়। বিশেষ করে যখন তিনটি স্তরই লিগনিনযুক্ত হয়। এমনি ত্রয়ী গঠন অনেক ক্ষেত্রে **যৌগিক মধ্যপর্দা** (Compound middle lamella) রূপে চিহ্নিত করা হয়।

উৎসেচক পেকটিনেস (pectinase) ও যে সকল রাসায়নিক বিকার পেকটিন দ্রবীভূত করে, তারা কলা-কোষগুলিকে বিচ্ছিন্ন করে ফেলে। এই প্রক্রিয়াকে ম্যাসিরেশন (maceration) বলা হয়।

(b) প্রাথমিক প্রাচীর (Primary wall) : মধ্য পর্দার দুই পাশে সৃষ্ট প্রথম প্রাচীর হলো প্রাথমিক **কোষ প্রাচীর**। এইটিই প্রকৃত কোষ প্রাচীর, কেননা মধ্যপর্দা কেবল একটি আন্তঃকোষীয় পদার্থরূপে বিবেচিত হয়। বর্দ্ধনশীল কোষ বা তার অংশ বিশেষে কোষ প্রাচীরের এই প্রাথমিক স্তরটিই বাড়তে থাকে। অনেক কোষে প্রাথমিক প্রাচীরটিই একমাত্র কোষপ্রাচীর। এই স্তরটি বেশী পুরু হয় না, সাধারণত 1 থেকে 5μm। প্রায় সমপরিমান সেলুলোজ, হেমিসেলুলোজ ও পেকটিন (চিত্র নং 1.4) দ্বারা প্রাথমিক প্রাচীর গঠিত; অবশ্য কোনও সময় এরা লিগনিন যুক্ত হতে পারে। সেলুলোজ থাকবার ফলে প্রাথমিক প্রাচীর আলোক-সক্রিয় (optically active), অর্থাৎ বিষমসারক (anisotropic)। প্রাথমিক প্রাচীর একস্তর বিশিষ্ট, অত্যন্ত স্থিতিস্থাপক এবং প্রসারণক্ষম।

প্রাথমিক প্রাচীর থাকে সকল ভাজক কলায় এবং সজীব কোষে। এর বৃদ্ধি ঘটে স্থূলত্বে এবং পৃষ্ঠ বরাবর। বৃদ্ধিকালে যে সকল পরিবর্তন (স্থূলত্বে এবং রাসায়নিক) সূচিত হয়, তা পূর্বাবস্থায় ফিরতে (reversible) পারে। নাক্স ভমিকা (*Strychnos nuxvomica*), খেজুর (*Phoenix* sp.) প্রভৃতির বীজের মধ্যে সস্যকলা কোষের প্রাথমিক প্রাচীর সঞ্চিত কার্বোহাইড্রেটের একটি উৎসরূপে কাজ করে। ফলে, প্রাথমিক প্রাচীর অত্যন্ত স্থূল হয়।

(c) গৌণ প্রাচীর (Secondary wall) : কোষ বা তার কোনো অংশের বৃদ্ধি বন্ধ হলে, প্রাথমিক প্রাচীরের অভ্যন্তরে (অর্থাৎ সাইটোপ্লাজম ও প্রাথমিক প্রাচীরের মধ্যেকার পৃষ্ঠে) অপর এক কোষ প্রাচীর স্থাপিত হয়, যাদের **গৌণ কোষ প্রাচীর** আখ্যা দেওয়া হয়। এই গৌণ প্রাচীর প্রায়শই বেশ পুরু হয় (> 10μm)। এতে সাধারণত তিনটি স্তর থাকে (চিত্র 1.1(b))। প্রাথমিক কোষ প্রাচীরের পৃষ্ঠবৃদ্ধির অবসানকালে গৌণ প্রাচীরের অবক্ষেপণ হয় বলে, গৌণ প্রাচীর কিন্তু উল্লেখযোগ্যভাবে সম্প্রসারিত হতে পারে না।

গৌণ প্রাচীরে প্রধানত সেলুলোজ (50-80%), হেমিসেলুলোজ বিভিন্ন অনুপাতে মিশ্র থাকে। অবশ্য লিগনিন, সুবেরিন, কিউটিন, মোম, খনিজ লবন (ক্যালসিয়াম কার্বোনেট, ক্যালসিয়াম অক্সালেট), ট্যানিন, সিলিকা টুকরো প্রভৃতি গৌণ প্রাচীরে সঞ্চিত হতে পারে। অবশ্য পেকটিন এখানে সাধারণত থাকে না। প্রাথমিক প্রাচীরের মতো এরাও আলোক-সক্রিয় এবং প্রচুর কেলাসিত-পদার্থের উপস্থিতির কারণে গৌণ প্রাচীর প্রবলভাবে বিষমসারক।

পরিণত অবস্থায় মৃত এমন সকল কোষ প্রাচীরেই গৌণ প্রাচীর লক্ষ্য করা যায়, যথা—স্ক্লেরাইডস (sclereids), তন্তু (fibre) কোষ প্রভৃতি। অবশ্য জাইলেম রশ্মি বা জাইলেম প্যারেনকাইমার ন্যায় সজীব কোষে কিন্তু গৌণ প্রাচীর উপস্থিত থাকতে দেখা যায়। দৈর্ঘ্য বরাবর বর্দ্ধনশীল প্রোটোজাইলেম উপাদানগুলির গাত্রে বলয়াকারে বা কুণ্ডলাকারে গৌণ প্রাচীর থাকে।

গৌণ প্রাচীরের প্রধান কাজ যান্ত্রিক শক্তি এবং কোষকে দৃঢ় করা গৌণপ্রাচীর যতই স্থূল হোক না কেন, প্লাসমোডেসমাটা (plasmodesmata) (চিত্র নং 1.5), কূপ (pits) প্রভৃতির কল্যাণে জীবনের তাগিদে কোষ হতে কোষান্তরে যোগাযোগ অব্যাহত থাকে (চিত্র নং 1.2 সিমপ্লাস্ট মতবাদ)। কোষ প্রাচীরের গাত্রে এই সকল ছিদ্রের সম্বন্ধে পরবর্তী পর্য্যায়ে বিশদ আলোচনা 1.10 অংশে।

1.3.1 সারাংশ

এখন জানা গেল যে কোষপ্রাচীর সেলুলোজ বিশিষ্ট সকল সবুজ উদ্ভিদের এক অনন্য বৈশিষ্ট্য। প্রোটোপ্লাস্ট নিঃস্রাবী এই নির্জীব বহিঃকোষীয় ধাত্র, উদ্ভিদ কোষকে চতুর্দিক থেকে বেষ্টন করে থাকে, কোষকে রক্ষা করে, যান্ত্রিক শক্তি যোগায় ও কোষের নির্দিষ্ট আকৃতি দান করে। কিন্তু প্রোটোপ্লাজমীয় যোগসূত্র অব্যাহত থাকে। কোষপ্রাচীরের উৎপত্তি ও গঠনের উপর ভিত্তি করে প্রধানতঃ তিন প্রকার স্তর পৃথক করা যায় ঃ **মধ্যপর্দা** (এক অনিয়তাকার আন্তঃ কোষীয় সংযোজক) ; **প্রাথমিক প্রাচীর** (সর্বপ্রথম সৃষ্ট প্রকৃত প্রাচীর যা বর্দ্ধনশীল কোষ বা তার অংশে সর্বদাই বিদ্যমান) এবং গৌণ প্রাচীর (স্থূল, ত্রিস্তর যুক্ত, প্রাথমিক প্রাচীরের অভ্যন্তরে নিবেশিত হয় যখন কোষ বৃদ্ধি স্তব্ধ হয়ে আসে)। সেলুলোজ, হেমিসেলুলোজ প্রভৃতি কেলাসিত দ্রব্য থাকে বলে প্রাথমিক এবং গৌণ কোষ প্রাচীর আলোক সক্রিয় (বিষমসারক)।

অনুশীলনী—1

(a) **বন্ধনীর মধ্যেকার সঠিক শব্দ নির্বাচন করে শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ**

(সেলুলোজ, বহিঃকোষীয়, উদ্ভিদ, পর্দাবিহীন অঙ্গানু, আলোক-সক্রিয়, অনিয়তাকার)

কোষপ্রাচীর এক প্রকার——ধাত্র যা —— জগতের এক অনন্য বৈশিষ্ট্য। উদ্ভিদ কোষপ্রাচীর প্রধানত——দ্বারা গঠিত। কোষ প্রাচীরকে অধুনা এক —— রূপে অভিহিত করবার যথেষ্ট কারণ আছে। মধ্যপর্দা——কিন্তু প্রাথমিক ও গৌণ প্রাচীর——।

(b) **1 থেকে 2 নং স্তম্ভ মিলিয়ে দেখুন ঃ**

1	2
(i) কোষ প্রাচীর ও আন্তঃকোষীয় অবকাশ	a. সমসারক
(ii) তিনটি স্তর বিশিষ্ট	b. এপোপ্লাস্ট
(iii) মধ্যপর্দা	c. গৌণ কোষ প্রাচীর
(iv) প্রাথমিক কোষ প্রাচীর	d. ম্যাসিরেশন (maceration)
(v) কলা-কোষ বিচ্ছিন্ন হয়	e. বিষমসারক

1.4 প্লাসমোডেসমাটা (Plasmodesmata)

ইতিপূর্বে জানা গেছে যে উদ্ভিদ কোষ পরস্পরের সঙ্গে প্রোটোপ্লাজমীয় যোগসূত্র রক্ষা করে চলে। যাদের **প্লাসমোডেসমাটা** (একবচন—**প্লাসমোডেসমা**) বলা হয়। ফলে উদ্ভিদের ন্যায় বহুকোষী জীবে এক অবিচ্ছিন্ন প্রোটোপ্লাজমীয় পরম্পরা (সিমপ্লাস্ট) সৃষ্টি হয়।

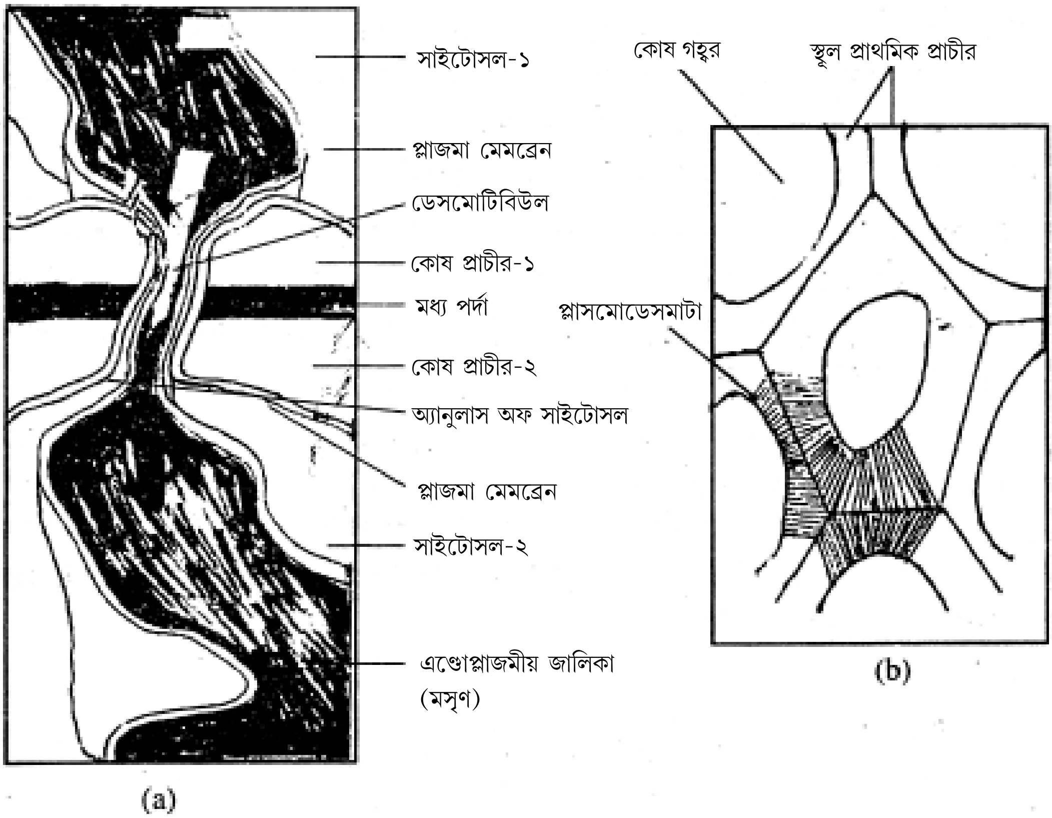
প্রাথমিক কোষ প্রাচীর যে সকল স্থানে খুব ক্ষীণ থাকে, অধিকাংশ ক্ষেত্রে সেই স্থানে এক গুচ্ছ প্লাসমোডেসমাটা জড়ো হয়। প্রাথমিক প্রাচীর গাত্রে এইরূপ খাদ্যগুলি প্রাথমিক **কূপক্ষেত্র** (primary pit-field)। নামে পরিচিত। সংবহনকারী কোষ এবং মধু-গ্রন্থি বা তেল-গ্রন্থির ন্যায় নিঃসরণকারী কোষে প্রচুর পরিমানে প্রাথমিক কূপ-ক্ষেত্রেও প্লাসমোডেসমাটা লক্ষ্য করা যায়। প্লাসমোডেসমাটার প্রণালীর ব্যাস হয় সাধারণত 30nm, (1nanometre (nm)-10^9 metre)। অবশ্য মাঝে মাঝে এর থেকেও বড় হয়।

প্রাণী কোষে প্লাসমোডেসমাটার পরিবর্তে যে সমবৃত্তাকার (analogous) উপাঙ্গ পার্শ্ববর্তী কোষের মধ্যে মুক্ত চলাচল বজায় রাখে তাদের **গ্যাপ জংশন** (gap junction) বলা হয়।

একটি প্লাসমোডেসমাতে একটি কোষের প্লাজমা মেমব্রেন, সংলগ্ন কোষের প্লাজমা মেমব্রেনের সঙ্গে একটি অবিচ্ছিন্ন যোগসূত্র রচনা করে। এর ফলে পার্শ্ববর্তী দুটি কোষের সাইটোসলের (cytosol) মধ্যে একটি মুক্ত প্রণালীর (open channel) সৃষ্টি হয় (চিত্র 1.2)। এই নালিকার মধ্যে মসৃণ এণ্ডোপ্লাজমীয় জালিকার একটি বাহু প্রসারিত হয় (ডেসমোটিবিউল)। যার চারপাশে বলয়াকারে ঘিরে থাকে প্লাজমা পর্দা। ডেসমোটিবিউল ও প্লাজমা-পর্দার মাঝের সরু নালিকা কে বলা হয় অ্যানুলাস অফ সাইটোসল (annulus of cytosol)। এর মধ্য দিয়ে ছোট অণু বা আয়ন (ion) দুটি কোষের মধ্যে মুক্তভাবে চলাচল করতে পারে। এমনকি, যথাযথ উদ্দীপনার ফলে প্লাসমোডেসমাটার সম্প্রসারণ ঘটে। যার ফলে কিছু বৃহদাকার অণু বা ম্যাক্রমলিকিউল (macromolecule)-এর নিয়ন্ত্রিত চলাচল কোষ থেকে কোষান্তরে সম্ভব হয়। আশ্চর্যের বিষয় এই যে একই নালিকা দিয়ে ভাইরাস পর্যন্ত সমগ্র উদ্ভিদ দেহে অনায়াসে ছড়িয়ে পড়ে।

প্লাসমোডেসমাটার গঠন এবং সংবহনকারী ও গ্রন্থি কোষে এদের প্রাচুর্য ইঙ্গিত করে যে কোষ থেকে

কোষান্তরে বিভিন্ন অণু, আয়ন প্রভৃতি সংবহন করাই এদের মূখ্য কাজ। এর প্রত্যক্ষ প্রমাণ মিলেছে রঞ্জক পদার্থ ও তড়িৎ প্রবাহের সাহায্যে কিছু পরীক্ষার মাধ্যমে। প্লাজমা পর্দা ভেদ করে না এমন রঙ নিয়ে তা কোষে অনুবিদ্ধ করলে পর দেখা যায় যে রঙটি পাশের কোষে ছড়িয়ে পড়েছে। অনুরূপভাবে, প্লাজমা পর্দার উচ্চ তড়িৎ প্রতিবন্ধ পাশ কাটিয়ে প্লাসমোডেসমাটা দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ করানো সম্ভব হয়েছে। পদার্থের আদানপ্রদান যতই অবাধ হোক, বিভিন্ন কোষ প্রকরণ (cell type) কিন্তু তাদের নিজস্ব আভ্যন্তরীণ রাসায়নিক বস্তুর মাত্রা সুনির্দিষ্ট রাখতে সক্ষম হয়। জল সংবহনকারী কলা কোষে অবশ্য প্লাসমোডেসমাটা দেখা যায় না। পরিণত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে এদের অনেকের প্রটোপ্লাজম নষ্ট হয়ে যায়, ফলে আদান-প্রদানের জন্য কিছু অবশিষ্ট থাকে না।

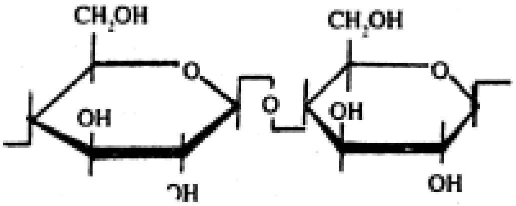

সাইটোসল-১
প্লাজমা মেমব্রেন
ডেসমোটিবিউল
কোষ প্রাচীর-১
মধ্য পর্দা
কোষ প্রাচীর-২
অ্যানুলাস অফ সাইটোসল
প্লাজমা মেমব্রেন
সাইটোসল-২
এণ্ডোপ্লাজমীয় জালিকা
(মসৃণ)
(a)
কোষ গহ্বর
স্থূল প্রাথমিক প্রাচীর
প্লাসমোডেসমাটা
(b)

চিত্র নং- 1.2 : (a) একটি প্লাসমোডেসমাটার পরাণু গঠন। একটি প্লাসমোডেসমায় পার্শ্ববর্তী কোষের প্লাজমা মেমব্রেণ একে অপরের মধ্যে অনুপ্রবিষ্ট হয়ে প্রাথমিক কূপ ক্ষেত্রের ছিদ্র দ্বারা সৃষ্ট সাইটোপ্লাজমীয় প্রণালীর মধ্য দিয়ে এক কোষ থেকে সংলগ্ন কোষে এণ্ডোপ্লাজমীয় জালিকার একটি বাহু প্রসারিত হয়। (b) নাকস্-ভমিকা সস্য কলার স্থূল প্রাথমিক প্রাচীর ভেদ করে প্লাসমোডেসমাটা পার্শ্ববর্তী কোষের মধ্যে সাইটোপ্লাজমীয় আন্তঃসম্পর্ক স্থাপিত করছে।

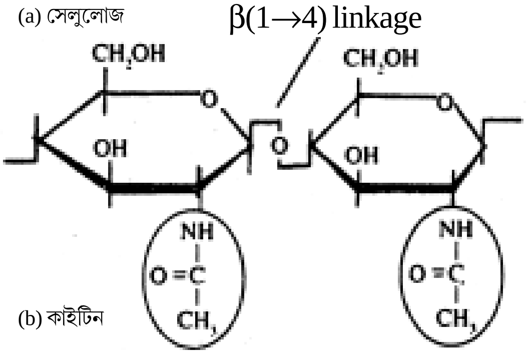
1.5 রাসায়নিক গঠন

উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের শুদ্ধ ভগ্নাংশ (fraction) বিশ্লেষণ করে দেখা যায় যে এগুলি মূলত কার্বোহাইড্রেট-এর পলিমার (polymer) (চিত্র 1.3 ও সারনী 1.1)। প্রাথমিক কোষ প্রাচীরের শুষ্ক ওজনের 25-40% সেলুলোজ, 50%-এর অধিক অন্যান্য পলিস্যাকারাইড এবং প্রায় 5% গ্লাইকোপ্রোটিন। অবশ্য, **ভলভক্স (*Volvox*)** গোত্রীয় সবুজ শৈবালে সমগ্র প্রাচীর তৈরি হয়েছে গ্লাইকোপ্রোটিন দ্বারা এবং এখানে সেলুলোজ, হেমিসেলুলোজ থাকে না। উদ্ভিদ জগতে (Kingdom-Plantae) এরাই একমাত্র ব্যতিক্রম।

জীবমণ্ডলে (Biosphere) যে জৈব অণুর প্রাচুর্য সর্বাধিক, তা হলো সেলুলোজ (cellulose)। গড়ে প্রতি বছর জীবমণ্ডলে সৃষ্ট সেলুলোজের পরিমান হলো 10^{15}Kg, তার নিকটতম প্রতিদ্বন্দ্বী কাইটিন (Chitin) থেকে একশ গুণ বেশি। সবুজ উদ্ভিদের শুষ্ক ওজনের প্রায় অর্ধেক হলো সেলুলোজ। ছত্রাক, ব্যাকটিরিয়া, এমনকি কিছু প্রাণীর মধ্যেও [উদাহরণ—টিউনিকেটসে (Tunicates)] এটি পাওয়া যায়।



(a) সেলুলোজ



(b) কাইটিন

চিত্র নং- 1.3 : মুখ্য কোষপ্রাচীর পলিস্যাকারাইড
(a) সেলুলোজ : গ্লুকোজ একক দ্বারা নির্মিত, (b) কাইটিন : N-অ্যাসিটাইলগ্লুকোস্যামাইন (N-acctylglucosamine) একক দ্বারা নির্মিত। মূল প্রভেদ গোল দিয়ে চিহ্নিত করা হয়েছে।

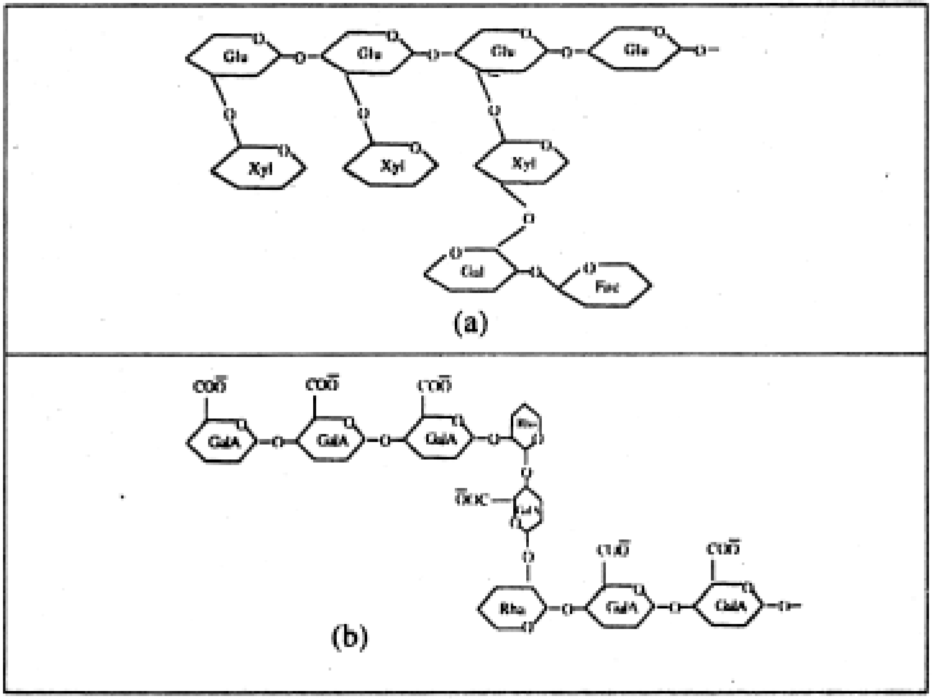
❑ **সেলুলোজ (Cellulose) :** একটি রেখাকার পলিমার (linear polymer), যার একক বা মোনোমার (monomer) গুলি হলো গ্লুকোজ (glucose)। এমন 10,000-এর অধিক গ্লকোজ মোনোমার পরস্পরের সঙ্গে β(1→4) লিঙ্কেজ (linkage) দ্বারা আবদ্ধ। যার ফলে সেলুলোজ অণুগুলি লম্বা শৃঙ্খল গঠন করে। এমন কয়েক ডজন শৃঙ্খল সমান্তরাল ভাবে আবদ্ধ হয়ে রজ্জুর ন্যায় মাইক্রোফাইব্রিল (microfibril) সৃষ্টি করে যা বিস্তৃত হয় বেশ কয়েক মাইক্রোমিটার (µm) জুড়ে।

প্রাণীকোষের কোলাজেন নির্মিত ধাত্র (collagenous matrix)-এর ন্যায় উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিলগুলি প্রোথিত থাকে এক ধাত্রে যা প্রধানত অপর কয়েকটি পলিস্যাকারাইড এবং গ্লাইকোপ্রোটিন নিয়ে গঠিত। ধাত্রের পলিস্যাকরাইডের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো হেমিসেলুলোজ (hemicellulose) ও পেকটিন (pectin)।

❑ **হেমিসেলুলোজ (Hemicllulose) :** বহু শাখা-যুক্ত পলিস্যাকারাইড যা সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল-এর পৃষ্ঠে H-বন্ধনীর (H-bond) সাহায্যে যুক্ত থাকে। আড়াআড়ি যুক্ত হেমিসেলুলোজ অণু, সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিলগুলিকে রজ্জুর এক জালিকায় পরিণত করে। যা উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরকে যান্ত্রিক শক্তি প্রদান করে। হেমিসেলুলোজগুলি ক্ষার পদার্থে দ্রবণীয়। দুইটি উল্লেখযোগ্য হেমিসেলুলোজ হলো ঃ **জাইলোগ্লুকান** (xyloglucan) [চিত্র 1.4(a)] এবং **জাইলান** (xylan)।

❑ **পেকটিন (Pectin) :** ইহা একপ্রকার শাখান্বিত পলিস্যাকরাইড যা অনেকগুলি গ্যালাকটিউরোনিক অ্যাসিড (galacturonic acid) একক (2000 পর্যন্ত একটি শৃঙ্খলে) নিয়ে গঠিত। এই এককগুলি ঋণাত্মক আধানযুক্ত (negatively charged)। ফলে এরা সহজেই ধনাত্মক

জেল-জাতীয় পদার্থ সৃষ্টি করবার ক্ষমতা রাখে বলে, জ্যাম ও জেলী তৈরি প্রক্রিয়ায়, ফলের রসের সঙ্গে পেকটিন যোগ করা হয়।



চিত্র নং- 1.4 : (a) হেমিসেলুলোজ (জাইলোগ্লুকান); (b) পেকটিন (র‍্যামনোগ্যালাকটিউরোনান)। Glu-গ্লুকোজ, Xyl-জাইলোজ, Gal-গ্যালাকটোজ, Fuc-ফিউকোজ, GalA-গ্যালাকটিউরোনিক-অ্যাসিড, Rha-র‍্যামনোজ।

আয়নের (যেমন Ca^{2+}) সঙ্গে যুক্ত হয় এবং জলের অণু আকর্ষণ করে একপ্রকার জেল (gel) সৃষ্টি করে। কোষ প্রাচীরেও পেকটিন এক জেল-জাতীয় জালিকা তৈরি করে যা আড়াআড়িযুক্ত সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল-এর সঙ্গে এক নিবিড় বন্ধনী সৃষ্টি করে। পেকটিন অনুর শাখা-শৃঙ্খলগুলিতে অন্যান্য শর্করা থাকে [চিত্র 1.4(b)]।

সারণী 1.1 উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের কার্বোহাইড্রেট পলিমারসমূহ

পলিমার শ্রেণী	**গঠন**
সেলুলোজ	β1-4, D-গ্লুকান
হেমিসেলুলোজ	β-গ্লুকান, গ্লুকোম্যান্যান, জাইলান, জাইলোগ্লুকান, অ্যারাবিনোজাইলান
পেকটিন	অ্যারাবিনান, গ্যালাকটান, গ্যালাক্টিউরোনান
অন্যান্য পলিস্যাকারাইড	অ্যারাবিনোগ্যালাকটান, β1-3-গ্লুকান গ্লুকোরোনোম্যান্নান
গ্লাইকোপ্রোটিন	হাইড্রকসিপ্রোলিন-এ সমৃদ্ধ

❑ **গ্লাইকোপ্রোটিন (Glycoprotein) :** উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের অপর উল্লেখযোগ্য উপাদান হলো একগুচ্ছ গ্লাইকোপ্রোটিন, যা প্রাচীর ধাত্রের সঙ্গে যুক্ত হয়ে কোষ প্রাচীরকে অতিরিক্ত শক্তি যোগায়। এই গ্লাইকোপ্রোটিন প্রধানত দুই প্রকার ঃ প্রাচীর-যুক্ত উৎসেচক সমূহ [যেমন— ইনভারটেজ (invertase), সেলুলেজ (cellulase), পেরক্সিডেজ (peroxidase)] এবং নৈর্মিতিক বা কাঠামোগত (structural), যাদের অভিহিত করা হয় **একসটেনসিন** (extensin) নামে। **একসটেনসিন** প্রোটিন, অ্যামাইনো অ্যাসিড হাইড্রক্সিপ্রোলিন (hydroxyproline)-এ খুবই সমৃদ্ধ (সকল অ্যামাইনো অ্যাসিডের প্রায় 40%)। উল্লেখযোগ্য পরিমাণে অ্যামাইনো অ্যাসিড সেরিইন (serine), লাইসিন (lysine), প্রোলিন (proline) এবং গ্লাইসিন glycine ও থাকে।

❑ **লিগনিন (Lignin) :** গৌণ কোষ প্রাচীরের একটি উল্লেখযোগ্য উপাদান হলো **লিগনিন** (lignin)। এটি এক প্রকার ফেনলিক অবেশষে (phenolic residue), যা কাষ্ঠের শক্তি ও ঘনত্ব বৃদ্ধি করে। ফেনলিকস (phenolics) গুলি এক প্রকার জটিল পলিমার যার অপর কয়েকটি হলো ফেরুলিক অ্যাসিড (ferulic acid), কুমারিক অ্যাসিড (coumaric acid) প্রভৃতি।

প্রাণীকোষের বহিঃকোষীয় ধাত্রের তন্তুজ (fibrous) প্রোটিনেও হাইড্রক্সিপ্রোলিন পাওয়া যায়।

উদ্ভিদ কোষপ্রাচীরে আরও অনেক পদার্থের সন্ধান মেলে, যাদের সংক্ষিপ্ত পরিচয় নিচে উল্লেখ করা হলো ঃ

(a) **কিউটিন (Cutin) ঃ** লিপিড (lipid) জাত এক জটিল পলিমার, জল অভেদ্য, জৈব-প্লাসটিকরূপে কাজ করে, এবং ত্বক কলা-কোষের বাইরে কিউটিকল আবরণীতে থাকে।

(b) **সুবেরিন (Suberin)** ঃ ফ্যাটি অ্যাসিড (fatty acid) যুক্ত, জল-অবিদারী, কর্ক-কোষ ও অন্যান্য কোষ প্রাচীরে পাওয়া যায়।

(c) **ম্যান্নান (Mannan)** ঃ ম্যান্নোস (mannose) শর্করা দ্বারা সৃষ্ট এক হোমোপলিস্যাকারাইড (homopolysaccharide) যা ব্যাকটিরিয়া, ঈস্ট্ ও অন্যান্য ছত্রাকের কোষ প্রাচীরে দেখা যায়।

(d) **অ্যাগার (Agar)** ঃ D^- এবং L^- গ্যালাকটোজ (galactose) অবশেষ নিয়ে গঠিত একপ্রকার পলিস্যাকারাইড বা সমুদ্রশৈবালের (sea-weeds) কোষপ্রাচীরে পাওয়া যায়।

(e) **স্পোরোপোলেনিন (Sporopollenin)** ঃ পরাগরেণুর কোষপ্রাচীরে প্রায়শই প্রজাতিবিশিষ্ট কারুকাজ তৈরি করে, লিপিড-জাত পদার্থ বা কোষ প্রাচীরকে অত্যন্ত শক্ত করে।

(f) **খনিজ পদার্থ সমূহ (Mineral substances)** ঃ প্রায়শই ক্যালসিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামএর কার্বোনেট ও সিলিকেটরূপে কিউটিকল স্তরে জমা হয়, যেমন বট পাতায় (ক্যালসিয়াম কার্বোনেট), কচু পাতায় (ক্যালসিয়াম অকসালেট), ঘাস পাতায় (সিলিকা) প্রভৃতি।

অনুশীলনী—2

(a) সঠিক শব্দ বা শব্দগুচ্ছ নির্বাচন করুন ঃ

(i) সেলুলোজ একটি শাখান্বিত/অশাখান্বিত $\beta 1, 4$- গ্লুকান একক দ্বারা সৃষ্ট পলিমার।

(ii) সেলুলোজের গ্লুকোজ অবশেষগুলি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয় $\beta(1\rightarrow4)$ / $\alpha(1\rightarrow4)$ গ্লাইকোসাইডিক লিংকেজ দ্বারা।

(iii) কাইটিন মূলতঃ পাওয়া যায় শৈবালের/প্রাণীকোষের গ্লাইকোক্যালিকস/ছত্রাকের কোষ প্রাচীরে।

(iv) লিগনিন একপ্রকার প্রোটিন/পলিস্যাকারাইড/ফেনলিক যৌগ।

(v) হাইড্রক্সিপ্রোলিন একপ্রকার শর্করা/জৈব অ্যাসিড/অ্যামাইনো অ্যাসিড, যা উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের নৈর্মিতিক (structural) প্রোটিনের একটি উল্লেখযোগ্য উপাদান।

(b) নিজে করে দেখুন ঃ কাণ্ড, মূল, এমনকি পাতার একটি পাতলা ও সমান প্রস্থচ্ছেদ করুন। এটি কাঁচের স্লাইডে নিয়ে, এক ফোটা জল দিয়ে, কাভার স্লিপ দিয়ে ঢেকে, মাইক্রোস্কোপের বা অনুবীক্ষণ যন্ত্রের নিচে পরীক্ষা করুন। (এ ব্যাপারে প্রয়োজনে আপনার পাঠ-সহায়কের সাহায্য নিন)। কল্য-বিন্যাস পরীক্ষা করবার সঙ্গে সঙ্গে কোষ প্রাচীরে উপস্থিত রাসায়নিক উপাদান নির্ণয় করবার জন্য নির্দ্দিষ্ট কিছু রঞ্জক পদার্থ ব্যবহার করুন। নিচে দেওয়া চার্ট অনুসারে কোষ প্রাচীর সম্বন্ধে আলোচিত রাসায়নিক উপাদানসমূহ সহজেই চিহ্নিত করতে পারবেন ঃ

পদার্থ	রাসায়নিক একক	রঞ্জনকারী বিক্রিয়ার ফল
1. সেলুলোজ	গ্লুকোজ	ক্লোরোজিঙ্কআয়োডাইড (Chlorozinciodide) বেগুনী রঙ হবে।
2. পেকটিন	গ্লুকোইউরোনিক ও গ্যালাকটইউরোনিক অ্যাসিড	রুথেনিয়াম রেড (Ruthenium Red) গোলাপি-লাল হবে।
3. লিগনিন	কনিফেরাইল অ্যালকোহল (যথা-হাইড্রক্সিফিনাইল প্রোপেন)	ফ্লোরোগ্লুসিনল হাইড্রোক্লোরাইড (Phloroglucinol hydrochloride) গোলাপী রঙ নেবে; ক্লোরোজিঙ্কআয়োডাইড-হলুদ রঙ নেবে।
4. কিউটিকল-এর উপাদান	ফ্যাটি অ্যাসিড	সুডান III(Sudan III) কমলা রঙ নেবে।

1.6 কোষপ্রাচীরের পরাণু গঠন (Ultrastructure of Cell Wall)

উদ্ভিদ কোষ প্রাচীরের সূক্ষ্ম গঠন নির্ণয়ের তাগিদে বহু বছর ধরে গবেষণা চলেছে। একদিকে অঙ্গসংস্থানিক, অপর দিকে ভৌত-রাসায়নিক দিক থেকে অন্বেষণ-বিশ্লেষণের ফলে আজ মোটামুটি একটি চিত্র প্রতিয়মান হয়েছে। অবশ্য এখনও অনেক অস্পষ্টতা রয়ে গেছে।

সেলুলোজ অণুগুলি কোষ প্রাচীরে যে এক নির্দিষ্ট পর্যায়ক্রমের বিন্যস্ত, সে কথা আজ থেকে দেড়শ বছর পূর্বে শোনা যায়। পোলারাইজিং মাইক্রোস্কোপে (polarizing microscope) কোষপ্রাচীরের তীব্র দ্বি-প্রতিসরণ ক্ষমতা (birefringence) ধরা পড়ে। তার ভিত্তিতেই এই অনুমান করা হয় এবং যা ইলেকট্রন মাইক্রোস্কোপ দ্বারা একশ বছর পর প্রতিষ্ঠিত হয়। প্রাণী কোষের কোলাজেন-নির্ভর ধাত্রের ন্যায়, উদ্ভিদ কোষপ্রাচীরও দুইটি পর্যায়ে (phase) ভাগ করা যায় ঃ মাইক্রোফাইব্রিলার পর্যায় (microfibrillar phase) এবং জেলি-র ন্যায় ধাতব পর্যায় (gel-like matrix phase)। কেলাসিত সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল আলোক সক্রিয় কিন্তু ধাত্র আলোক-নিষ্ক্রিয়, কিংবা বলা যায় অনিয়তাকার (amorphous)। ফলে এদের সহজেই পৃথকভাবে চিহ্নিত করা যায়। প্রাচীর ধাত্রে থাকে হেমিসেলুলোজ, পেকটিন, অন্যান্য পলিস্যাকারাইড এবং প্রোটিন। ফাইব্রিল এবং ধাত্র একত্রে তুলনা করা চলে দৃঢ়ীভূত কংক্রিট (reinforced concrete) বা ফাইবার গ্লাস (fibre-glass)-এর সঙ্গে। একই সঙ্গে স্থিতিস্থাপকতা (elasticity), নমনীয়তা (flexibility) ও টান-সহতা (tensile strength) উদ্ভিদ কোষ প্রাচীর নির্মাণ শৈলীর একটি বৈশিষ্ট্য। উপরন্তু, ধাত্রটি এক আণবিক ছাকনি (molecular sieve) রূপে কাজ করে।

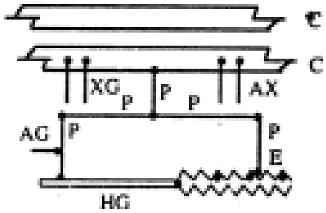
X- রশ্মির ডিফ্র্যাকশনের মাধ্যমে সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল-এর সুশৃঙ্খল বিন্যাসের ইঙ্গিত মেলে। *Valonia*-নামক শৈবালে গ্লুকোজ শৃঙ্খলগুলি সমান্তরাল ভাবে সজ্জিত এবং একই ধ্রুবতা (polarity) সম্পন্ন। অন্য ক্ষেত্রে ব্যতিক্রম নাও হতে পারে। উনিবিংশ শতাব্দীর Nageli থেকে শুরু করে গত শতকের

বহু বিজ্ঞানী (যেমন Frey-Wyssling ও Mühlethaler, Preston, Albersheim প্রভৃতি) কতকগুলি সিদ্ধান্তে পৌঁছান। সংক্ষিপ্তাকারে এ বিষয়ে একটু আলোচনা করা হলো।

গোটা চল্লিশেক সেলুলোজ অনু প্রস্থে 3-3.5nm, দৈর্ঘ্যে 0.25 থেকে 5µm, একত্রে একটি বাণ্ডিল তৈরি করে (এলিমেন্টারি ফাইব্রিল বা elementary fibril) এগুলি প্রস্থে 3 থেকে 5nm। এই সূক্ষ্ম বাণ্ডিলগুলি কয়েকটি একত্রে মাইক্রোফাইব্রিল গঠন করে, যা প্রস্থে 20 থেকে 30nm। বর্তমানে, মাইক্রোফাইব্রিলই কোষ প্রাচীরের তন্তুজ পর্যায়ের গঠনগত একক হিসেবে বিবেচিত হয়। মাইক্রোফাইব্রিলগুলি পুনরায় একত্রে তৈরি করে ম্যাক্রোফাইব্রিল (macrofibril) যা চওড়ায় 0.4 থেকে 0.5µm হয়। এ-সকল তন্তু সমাযোগের (anastomoses) দ্বারা একটি ত্রিমাত্রিক জাল বিন্যাস সৃষ্টি করে। সেলুলোজবিহীন ধাত্রের অন্য পলিমারের সাথে যুক্ত হয়ে জালের বুনোট দৃঢ় হয়।

প্রাথমিক কোষপ্রাচীরে সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিলগুলি নানান দিকে বিন্যস্ত থাকে। সুনির্দিষ্ট বিন্যাস দ্বারা সৃষ্ট রৈখিক ল্যামেলি (lamellae) অতটা প্রকটভাবে দেখা যায় না। সৃষ্টি হয় একটি জালিকা। মাইক্রোফাইব্রিলের সঙ্গে ধাত্রের অন্যান্য পলিমার আড়াআড়ি যে সংযোগ বা ক্রস-লিংকিং (cross linking) সৃষ্টি করে তা ব্যাপক। ধাত্রের অন্যতম উপাদান হলো হেমিসেলুলোজ জাইলোগ্লুকান (xyloglucan) ও অ্যারাবিনোজাইলান (arabinoxylan), যা প্রধানত যুক্ত থাকে সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিলের সঙ্গে।

প্রায় 150 টি সমান্তরাল সেলুলোজ শৃঙ্খল নিজেদের মধ্যে আন্তর্শৃঙ্খল (inter-chain) হাইড্রোজেন বন্ধনী দ্বারা সংযুক্ত হয়ে মাইক্রোফাইব্রিল-এর কেলাসিত ল্যাটিস (crystalline lattice) তৈরি করে। এমন অনেকগুলি মাইক্রোফাইব্রিলকে এবার জাইলোগ্লুকান বা (অ্যারাবিনোজাইলান) আড়াআড়ি ক্রস লিংকিং-এর সাহায্যে যুক্ত করে ফেলে ও তাদের পৃষ্ঠ দেশে H বন্ধনী গঠন করে। ধাত্রের অনেক পলিমার নিজেদের মধ্যে ক্রসলিংক করে। যেমন পেকটিনের মধ্যে ক্রস এসটেরিফিকেশন (cross esterification) কিংবা Ca^{2+} সেতু (bridge) গঠিত হয়। বস্তুতপক্ষে, Ca^{2+} আয়ন বা চিলেট (chelate) করলে, কোষ প্রাচীর থেকে পেকটিন নিষ্কাসন সম্ভব হয় না।



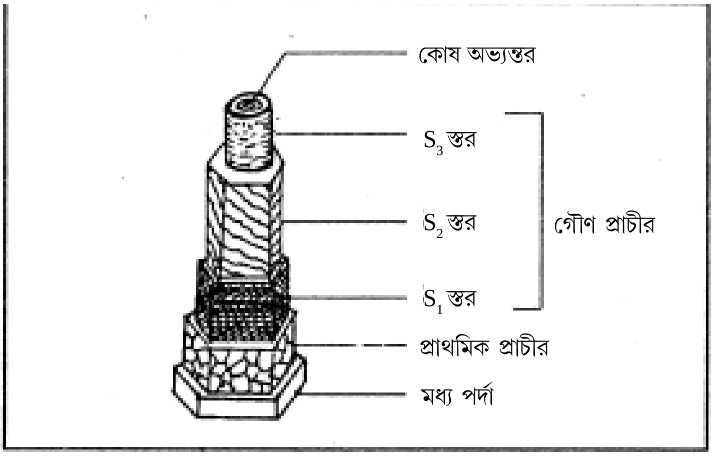
চিত্র 1.5: প্রাথমিক কোষ প্রাচীরের ক্রস লিংক (Cross-links) সমূহ। [C, সেলুলোজ; P, পেপটিন; XG, জাইলোগ্লুকান; AX, অ্যারাবিনোজাইলান; AG, অ্যারাবিনোগ্যালাকটান; HG, হোমোগ্যালাক্টাইউরোনান; E, একসটেনসিন (প্রোটিন)]

গ্লাইকোপ্রোটিন একসটেনসিন (extensin)-এর টাইরোসিন অবশেষ (tyrosine residue) দ্বারা নিজেদের মধ্যে পারস্পরিক ক্রস লিংক গড়ে তোলে। তৈরি হয় একপ্রকার ফাঁস যার দ্বারা মাইক্রোফাইব্রিল বা পেকটিন আবদ্ধ হয় (চিত্র 1.5 —এই চিত্রটি অতি সরলীকরণ)। কোষ প্রাচীর পৃষ্ঠে কিন্তু সকল পলিমার সমানভাবে বিস্তৃত নয়। যেমন, কোষের কোনে বাতাবকাশ ঘিরে অধিকতর পেকটিন জমা হয়। এমন কোণ

দিয়েই ব্যাধিজ ছত্রাক (fungal pathogen) আক্রমণ করে। ফলে পেকটিনের কৌণিক অবস্থানকে এক প্রতিরোধকারী ব্যবস্থা হিসেবে চিহ্নিত করা চলে। বিশেষ করে যখন পেকটিক পদার্থই ছত্রাকের প্রবেশ রোধ করতে এলিসিটর (elicitor) তৈরি করে।

কোষ প্রাচীর ধাত্র তার পরিবৃত কোষের সঙ্গে ঠিক কেমন ভাবে যুক্ত থাকে, সেটিও খুব পরিষ্কার নয়। প্রাণীকোষে যে কাজ সম্পন্ন করে আর জি ডি-ইন্টিগ্রিন (RGD-integrin) গোত্রীয় প্রোটিন।

গৌণ কোষ প্রাচীরের আনুপুঙ্খিক নির্মাণশৈলী এখনও খানিকটা অস্পষ্ট। কাষ্ঠে (গৌণ জাইলেম) সেলুলোজ প্রায় 60% থাকে, যা বেড়ে তূলার রোমে 98% পর্যন্ত হয়। সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিলগুলি এখানে নির্দিষ্ট অভিমুখে এবং স্তরে শায়িত হয়। (চিত্র 1.6)। মধ্যবর্তী স্তরটি (S_2) সর্বাপেক্ষা পুরু এবং তার অবিন্যস্ত মাইক্রোফাইব্রিলের দরুন দ্বিপ্রতিসরণ ক্ষমতাও কম হয়।



চিত্র নং- 1.6 : একটি জাইলেম ট্র্যাকাইডের কোষ প্রাচীরে সেলুলোজ-মাইক্রোফাইব্রিল বিন্যাসের রেখাচিত্র।

গৌণ প্রাচীর ধাত্রের শুষ্ক ওজনের অর্ধেক অবধি লিগনিন (lignin) থাকতে পারে, যার সম্বন্ধে পূর্বেই জানা গেছে। উচ্চতর আণবিক ওজন (M.W.>10,000) এবং অক্সিফিনাইল প্রোপেন (oxyphenyl propane) মনোমার (monomer) যুক্ত এই ফিনলিক (phenolic) যৌগের প্রাচুর্য, প্রাকৃতিক পদার্থরূপে পৃথিবীতে সেলুলোজের পরেই স্থান দখল করে আছে। তন্তু কোষ প্রাচীরের প্রতিটি স্তর বা ল্যামেলার (lamella) এক অংশে প্রধানত সেলুলোজ, অপর অংশে মূলত লিগনিন থাকে। এক একটি ল্যামেলা সম্ভবত জমা পড়ে 24 ঘণ্টায়। একটি মত হলো, ল্যামেলার সেলুলোজ প্রধান অংশ জমা পড়ে অপরাহ্ণে এবং লিগনিন প্রধান অংশ মধ্যরাত্রির পর (দ্রঃ Fahn, 1990)[1]।

---

[1] Fahn, A-1990 *Plant Anatomy,* 4th ed. Butterworth Heinemann.

উভয়ক্ষেত্রে সজীব এবং মৃত অবস্থায় কাষ্ঠ বা গৌণ জাইলেমের কোষ প্রাচীরকে বৃক্ষের ভর বহন করে চলতে হয়। সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল যথেষ্টই টান-সহনশীল কিন্তু সংনমন চাপে বেঁকে যায়। কাষ্ঠে এমন সেলুলোজের মাত্রাও অপেক্ষাকৃত কম (~40%) হয়। ফলে একান্ত জরুরী হয়ে পড়ে প্রাচীর ধাত্রের প্লাসটিক জাতীয় নমনীয়তাকে আরও কঠিন, আরও দৃঢ় করা। লিগনিন সম্পুরক রূপে প্রাচীর ধাত্রকে এই উদ্দেশ্য সাধনে কঠিন করে তোলে। কোষ প্রাচীর ধাত্রে অতিরিক্ত পদার্থের সংযোজন প্রক্রিয়াটিকে অন্তর্নিবেশন বা ইনক্রাসটেশন (incrustation) বলা হয়। অতএব, এই লিগনিভবনও (lignification) একপ্রকার অন্তর্নিবেশন, যা উচ্চতর উদ্ভিদে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য। কোনো কোনো ক্ষেত্রে অবশ্য কোষ প্রাচীরে সুবেরিন, কিউটিন, মোম, কুইনোন, ট্যানিন, জৈব/অজৈব পদার্থ প্রভৃতি অন্তর্নিবেশিত হয়।

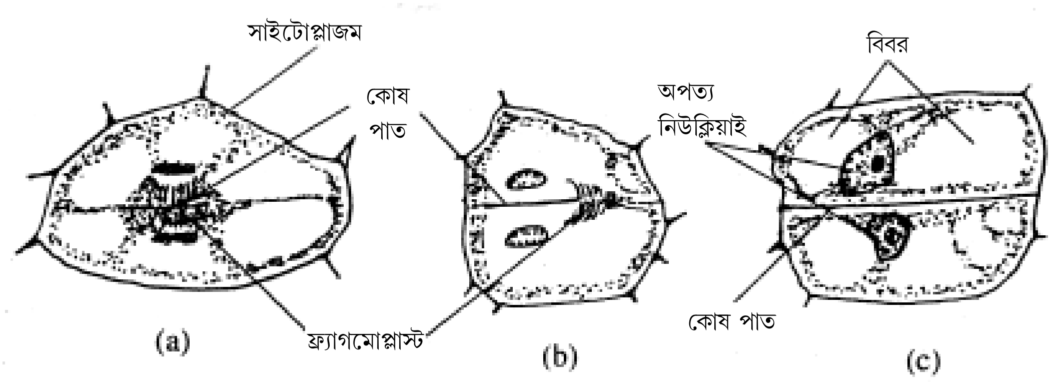
1.7 কোষপ্রাচীরের উৎপত্তি

নিউক্লিয় বিভাজন সম্পূর্ণ হলে, টেলোফেজ দশার শেষে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াসের মাঝে কোষ প্রাচীরের উৎপত্তি হয়। বেমতন্তুর সমান্তরাল অনেকগুলি খর্বাকার অনুনালিকা (microtubules), দুটি অপত্য নিউক্লিয়াসের মাঝে সারিবদ্ধ ভাবে জড়ো হয়। এই অনুনালিকার দল ফ্র্যাগমোপ্লাস্ট (phragmoplast) রূপে অভিহিত। দুটি ভাবি অপত্য কোষের দুই সারি ফ্যাগমোপ্লাস্টের মাঝে পূর্ববর্তী মেটাফেজ পাত বরাবর কোষ প্রাচীরটি স্থাপিত হয়। সাইটোকাইনেসিস (cytokinesis) যত অগ্রসর হয়, কোষ প্রাচীর-পূর্বগ-সমৃদ্ধ ডিকটিওজোম ভেসিকল (dictyosome vesicle) একের পর এক ফ্র্যাগমোপ্লাষ্ট-এ আটকে যায়। ভেসিকলগুলি এবার মিলে গিয়ে একটিমাত্র পাত-এর মতো (plate like) ভেসিকল সৃষ্টি করে, যার অভ্যন্তরে এবার কোষ প্রাচীর তৈরি শুরু হয়। একত্রে, ফ্র্যাগমোপ্লাস্ট, কেন্দ্রীয় ভেসিকল ও সৃষ্টিরত (নতুন) প্রাচীরটি সেল-প্লেট (cell plate) বা কোষ পাত রূপে পরিচিত (চিত্র 1.7)। আলোক অনুবীক্ষণ যন্ত্রে এটি দেখতে পাওয়া যায়।

কেন্দ্রীয় ভেসিকল-এ এবার বারংবার ডিকটিয়জোম ভেসিকল বহিপ্রান্তে যুক্ত হতে থাকে এবং কোষ পাতও জনিতার কোষ প্রাচীরের উদ্দেশে প্রসারিত হতে থাকে (চিত্র 1.7b)। শেষ পর্যন্ত জনিতা কোষের কোষ পর্দার সঙ্গে কেন্দ্রীয় ভেসিকলটি মিলিত হয়। এইভাবে অপত্য কোষ পর্দার সঙ্গে এক অভিন্ন যোগ স্থাপিত হয়। শেষ ধাপে, নতুন সৃষ্টিরত প্রাচীরটি জনিতার কোষ প্রাচীর স্পর্শ করে (চিত্র 1.7c)। ক্রমশ, কিছু ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে কোষপাতটি মধ্য-পর্দায় রূপান্তরিত হয়। জনিতার প্রাচীর অন্যপ্রান্তে এবার খানিকটা আলগা হয়। কারণ সৃষ্ট অপত্য কোষগুলির বৃদ্ধি ঘটবে। সাইটোকাইনেসিসের অব্যবহিত

কতিপয় শৈবাল, অনুনালিকাগুলি বেমতন্তুর সঙ্গে লম্বভাবে অবস্থান করে (ফ্র্যাগমোপ্লাস্টের ন্যায় সমান্তরাল নয়) এমন কোষ পাত সৃষ্টিকারি অনুনালিকাগুলি ফাইকোপ্লাস্ট (phycoplast) হিসেবে আখ্যাত।

পরে, অপত্য কোষ দুটি সৃষ্ট কোষ প্রাচীরের উভয় প্রান্তে, প্রাথমিক কোষ প্রাচীরের উপাদানগুলি নিঃসরণ করে। এমনকি পূর্বজ কোষ প্রাচীরও বাদ পড়ে না।



চিত্র নং- 1.7 : উদ্ভিদ কোষ বিভাজন কালে, কোষ পাত সৃষ্টির পর্যায়ক্রমিক রেখাচিত্র। (a) টেলোফেজ দশায় অপত্য নিউক্লিয়াই; (b) পরিধির দিকে বিস্তৃত কোষপাত, (c) কোষ বিভাজন (সাইটোকাইনেসিস) সম্পূর্ণ কোষপাত উভয়প্রান্তে পৌঁছে দুটি অপত্য কোষের বিভাজন সম্পূর্ণ।

বাড়ন্ত কোষ পাতের সঙ্গে একের পর এক ডিকটিওজোম ভেসিকল যুক্ত হওয়ার সময় কয়েকটি মন্থন এণ্ডোপ্লাজমীয় জালিকার ভেসিকলও কোষ পাতে আবদ্ধ হয়। যার মাধ্যমে দুইটি অপত্য কোষের মধ্যে একাধিক প্রোটোপ্লাজমীয় প্রণালী সৃষ্টি হয় এবং এগুলি যে প্লাজমোডেসমাটা তার পরিচিতি পূর্বেই জানা গেছে। (দ্রঃ চিত্র 1.5)।

অনুশীলনী—3

(a) ঃ সাইটোকাইনেসিস এবং কোষ প্রাচীরের উৎপত্তিগত এমন দুইটি বৈশিষ্ট্যের উল্লেখ করুন, যা সকল সবুজ উদ্ভিদ এবং কতিপয় শৈবালে অনন্য।

1.7.1 সেলুলোজের জৈব উৎপত্তি ও সংশ্লেষ

সক্রিয় ভাবে (সেলুলোজ) মাইক্রোফাইব্রিল-সংশ্লেষরত কোষপর্দার ফ্রিজ-ফ্র্যাকচার নমুনা (freeze fracture) মাইক্রাস্টেরিয়াস (*Micrasterias*) জাতীয় শৈবাল এবং অন্যান্য উদ্ভিদে পরীক্ষা করা হয়। তাদের কোষপর্দাপৃষ্ঠে লক্ষ্য করা যায় কতোগুলি সুবিন্যস্ত দানা যা রোসেট (rosette) আকারে সজ্জিত থাকে (চিত্র 1.8)। এই রোসেট এবং সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিলের ব্যাস (5mm) প্রায় অভিন্ন। অনুমান করা

হয় যে এই দানাগুলিই মাইক্রোফাইব্রিলের সংশ্লেষের সঙ্গে জড়িত। সুসজ্জিত এই দানাগুলি এখন এক উৎসেচক সমষ্টি বা এনজাইম কমপ্লেক্স (enzyme complex) রূপে বিবেচিত। মাইক্রোফাইব্রিল সংশ্লেষকারী উৎসেচক সমষ্টি হলো **সেলুলোজ সিনথেজ** (cellulose synthase)। সৃষ্ট সেলুলোজ অণুগুলি যত প্রলম্বিত হতে থাকবে, রোসেট আকারের সেলুলোজ সিনথেস তত কোষপর্দায় পার্শ্বাভিমুখী (lateral) ধাবিত হতে পারে। কোষ-পর্দা গাত্রে উৎসেচকের গতিপথ পর্দার নিচে অবস্থিত অনুনালিকার অবস্থান অনুযায়ী নির্ধারিত হয়। সুতরাং, পর্দার উপান্তে মাইক্রোফাইব্রিলের বিস্তারও অনুনালিকার বিন্যাস সমান্তরাল হয়।

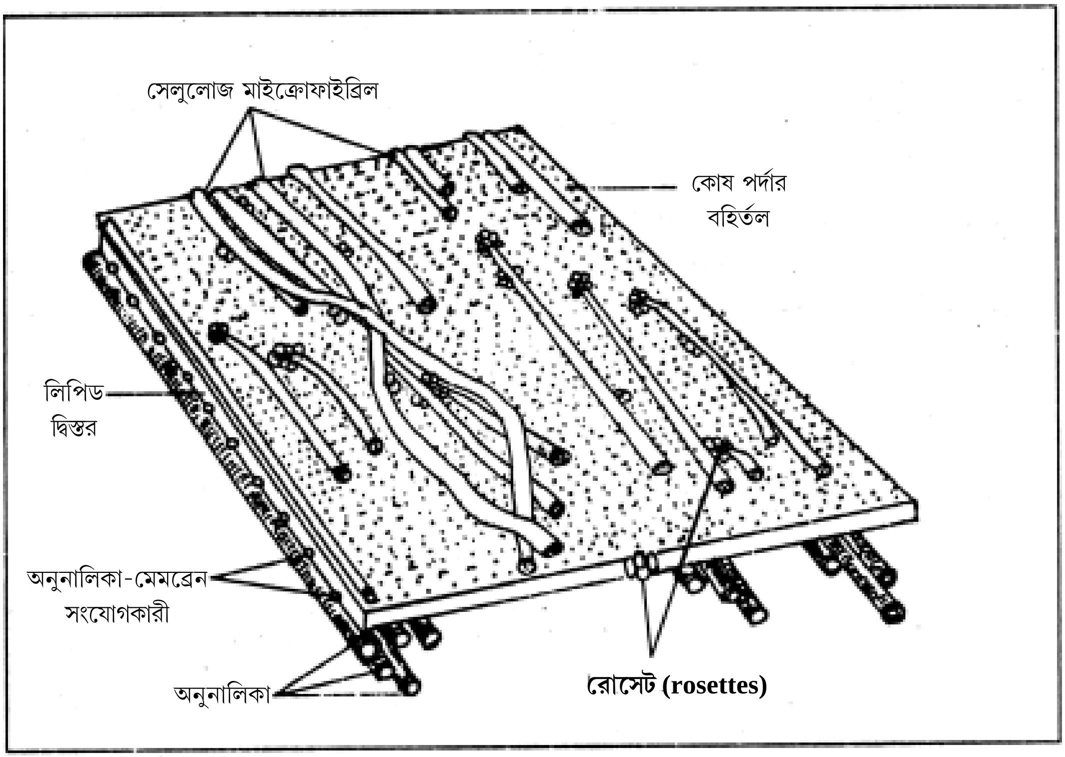
পরীক্ষায় প্রমাণিত যে কলচিসিন (colchicine)-এর উপস্থিতিতে নতুন সৃষ্ট মহিক্রোফাইব্রিলের নির্দিষ্ট বিন্যাস বিঘ্নিত হয়। যদিও তার সংশ্লেষের হার অপরিবর্তিত থাকে। এটি প্রমাণ করে যে কোষপ্রাচীর মাইক্রোফাইব্রিলের বিন্যাস নির্ধারিত হয় সাইটোপ্লাজমীয় অনুনালিকা দ্বারা। অবশ্য ঠিক কী ভাবে হয়, তা খুব পরিষ্কার নয়।

কলচিসিন (Colchicine) এক প্রকার উপক্ষার যা কোষ অনুনালিকা বিঘ্নিত করে।

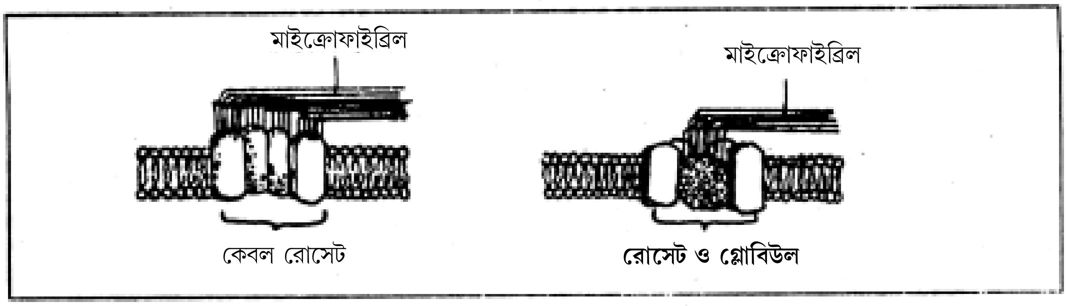
অনুনালিকাগুলি হয়তো কোনো প্রকারে মেমব্রেন বা কোষ পর্দা পৃষ্ঠে সারিবদ্ধ ভাবে উৎসেচক সমষ্টি দাঁড় করিয়ে দেয়। যার পরে রোসেট (rosette) গুলি অনুনালিকা-নির্মিত লাইন বা ট্র্যাকের উপর দিয়ে কোনোপ্রকার আণবিক মোটর (molecular motor)-এর মাধ্যমে গড়াতে থাকে।

সেলুলোজের জৈব-উৎপত্তি (biogenesis) এবার সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো। পূর্বেই এটি জানা গেছে যে সেলুলোজ এক প্রকার গ্লুকান (glucan) যার গ্লুকোজ অবশেষগুলি β(1→4) গ্লাইকোসাইডকে বন্ধনীর সাহায্যে একটি লম্বা শৃঙ্খল তৈরি করে। এই সংশ্লেষ সাধিত হয় সেলুলোজ সিনথেজ-এর সান্নিধ্যে যা প্লাজমা মেমব্রেন বা কোষ পর্দার ভিতর প্রোথিত। প্রয়োজনীয় গ্লুকোজ অনুগুলি কোষের সাইটোসল (cytosol) হতে যোগান দেয় **ইউরিডিন ডাইফসফেট গ্লুকোজ** (uridine diphosphate glocose-UDP)। কোষ পর্দার বাইরে এইভাবে সৃষ্ট নতুন সেলুলোজ শৃঙ্খল নিঃসৃত হয়। অবশ্য (UDP-Glucose-এর সরবরাহ সম্পন্ন হয় একটি মেমব্রেনযুক্ত অর্ন্তবর্তী **সুক্রোজ-সিনথেজ** (sucrose synthase) নামক উৎসেচক দ্বারা (চিত্র 1.9)। এ-সকল বিক্রিয়া কোষ পর্দার মধ্যে সম্পন্ন হয় এবং একই সঙ্গে সেলুলোজের শৃঙ্খলগুলি স্বতস্ফূর্তভাবে হাইড্রোজেন বন্ধনীর (H-bond) দ্বারা মাইক্রোফাইব্রিলে পরিণত হয়। কঙ্গো রেড (Congo Red) নামক রঞ্জক পদার্থ H বন্ধনী দ্বারা সেলুলোজ-এর সঙ্গে যুক্ত হওয়ার ক্ষমতা রাখে। ফলত, এটি প্রয়োগ করলে, সেলুলোজ শৃঙ্খলগুলি আর H বন্ধনী দ্বারা মাইক্রোফাইব্রিলে সন্নিবেশিত হতে পারে না।

কোষ প্রাচীর **ধাত্রের পলিস্যাকারাইডগুলি** গলগি কমপ্লেক্সে (Golgi complex) সংশ্লেষিত হয় এবং তা এদের ভেসিকল-এর মাধ্যমে প্রাচীর গাত্রে পৌঁছায় বা নিঃসৃত হয়। হেমিসেলুলোজ ও পেকটিন


সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল
কোষ পর্দার বহির্তল
লিপিড দ্বিস্তর
অনুনালিকা-মেমব্রেন সংযোগকারী
অনুনালিকা
রোসেট (rosettes)

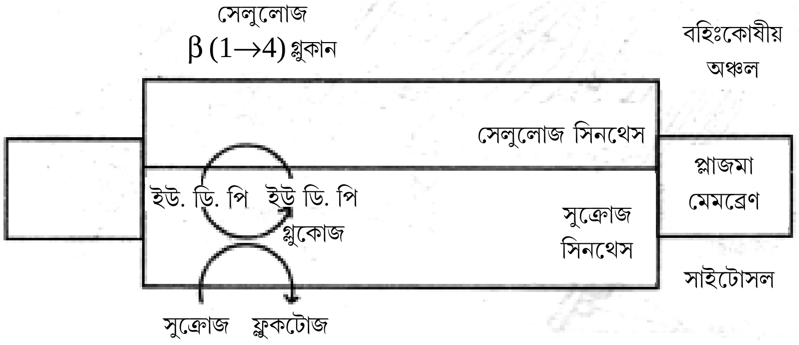
(a)


মাইক্রোফাইব্রিল
মাইক্রোফাইব্রিল
কেবল রোসেট
রোসেট ও গ্লোবিউল

(b)

চিত্র নং 1.8: (a) প্রস্থচ্ছেদে সেলুলোজ সংশ্লেষকারী কমপ্লেকস-এর একটি প্রতিরূপ। (b) কোষ পর্দায় প্রোথিত মাইক্রোফাইব্রিল-সংশ্লেষকারী উৎসেচক-এর দুইটি সম্ভাব্য গঠন— কেবল রোসেট এবং রোসেট ও গ্লোবিউল আকারে। [কতিপয় শৈবাল ও উচ্চতর উদ্ভিদের কোষ পর্দার ফ্রিজ-ফ্রাকচার (freeze-fracture)-এ এমন গঠনের প্রতিরূপ দেখা যায়।]

সংশ্লেষের জন্য প্রয়োজনীয় উৎসেচক গ্লাইকোসাইল ট্রানস্ফারেজ (glycosyl transferase) পাওয়া যায় গলগি কমপ্লেকস-এর মধ্যে। প্রাচীর ধাত্রেই সম্ভবত পলিস্যাকারাইডগুলির মধ্যেকার বন্ধনীসমূহ সৃষ্টি হয়।



চিত্র 1.9: মেমব্রেন-যুক্ত সেলুলোজ সিনথেস দ্বারা b-1, 4 গ্লুকান শৃঙ্খলের সংশ্লেষ। প্রয়োজনীয় UDP-glucose তৈরি হয় সুক্রোজ থেকে, সুক্রোজ সিনথেস নামক এক মেমব্রেণ-যুক্ত উৎসেচকের সাহায্যে।

হাইড্রোক্সিপ্রোলিন-সমৃদ্ধ কোষ প্রাচীর গ্লাইকোপ্রোটিনের সন্নিবেশ (assembly) অনেকটা প্রাণীকোষের কোলাজেন (collagen)-এর ন্যায় সম্পন্ন হয়। প্রতিবর্ণোত্তর (post-translational) প্রোলিন অবশেষগুলি (poline residues) হাইড্রক্সিল গ্রুপের সঙ্গে যুক্ত হয় এবং এমতাবস্থায়, সম্ভবত এণ্ডোপ্লাজমীয় জালিকা দ্বারা আবদ্ধ হয়। পরে এরা পরিবাহিত হয় গলগি কমপ্লেক্সে, যেখানে গ্লাইকোসাইল গ্রুপ যুক্ত হয়। অবশেষে, সম্ভবত ভেসিকল দ্বারা, সংশ্লেষিত গ্লাইকোপ্রোটিন কোষ প্রাচীরে নিঃসৃত হয়।

1.8 কোষপ্রাচীরের বৃদ্ধি

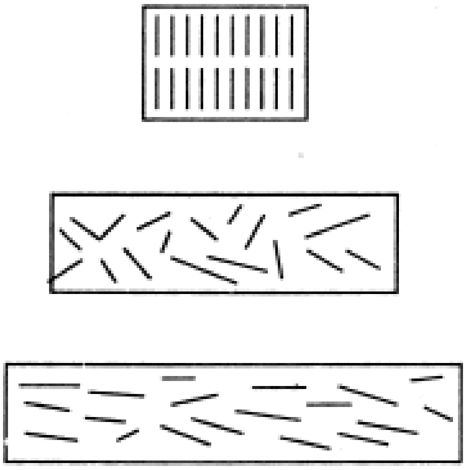
পূর্বেই বর্ণিত হয়েছে যে কোষপ্রাচীর ধীরে ধীরে প্রলম্বিত হওয়ার সময়, মাইক্রোফাইব্রিলগুলি (কোষ পর্দার নিচে অবস্থানরত) অনুনালিকার সঙ্গে সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত থাকে। অতএব, অনুনালিকাগুলি স্থির করে দেয় কোন্ পথে মাইক্রোফাইব্রিলগুলি শায়িত হবে।

অবশ্য কোষ প্রাচীর পলিমারগুলির মধ্যেকার বন্ধনী শিথিল না হলে কোষ প্রসারণ সম্ভব হয় না। ইণ্ডোল অ্যাসিটিক অ্যাসিড (Indole Acetic Acid) জাতীয় প্রসারণ-প্রবর্তক হর্মোন (expansion-inducing hormone) উপশীর্ষস্থ (subapical) কোষ কলায় প্রয়োগ করলে অবিলম্বে বৃদ্ধি ঘটায়। এই তাৎক্ষণিক সাড়া, নতুন প্রাচীর উপাদান সংযোজনের মাধ্যমে সম্ভব নয়। বস্তুতপক্ষে, এটা জানা গেছে

যে অক্সিন প্রয়োগ করলে, সৃষ্টি আম্লিক p^H সেলুলোজ (cellulose) উৎসেচকটিকে ক্রিয়াশীল করে তোলে। এটি জাইলোগ্লুকানের আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটায়, ফলে মাইক্রোফাইব্রিলের বাঁধন শিথিল হয়ে পড়ে।

উচ্চতর উদ্ভিদে বৃদ্ধি ঘটে প্রধানত কোষ প্রসারণের মাধ্যমে। কোষ বিভাজন কেবলমাত্র ভাজক কলায় সীমাবদ্ধ থাকে।

অনুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা করে জানা গেছে যে কোষ প্রসারণকালে, মাইক্রোফাইব্রিলের দিক বা গতিপথ পরিবর্তিত হয়। প্রথমদিকে মাইক্রোফাইব্রিল শায়িত হয় আড়াআড়িভাবে; খানিকটা প্রসারণ-তল বা অক্ষের (axis) সঙ্গে উল্লম্ব (perpendicular) ভাবে। কোষ প্রসারণকালে তারা অসাড়রূপে প্রাচীরের বহিপ্রান্তে স্থানান্তরিত হয়। উপরন্তু, মাইক্রোফাইব্রিলের গতিপথ অল্প অল্প করে প্রসারণের অক্ষ বরাবর সজ্জিত হতে থাকে (চিত্র 1.10)। বিজ্ঞানী রোলফসেন ও হাওউইঙ্ক *(1951, 1954) তাদের বহু জালক বা মাল্টিনেট গ্রোথ তত্ত্বে (Theory of multinet growth) এই অভিমত ব্যক্ত করেছেন যে মাইক্রোফাইব্রিল বিন্যাসের দিক পরিবর্তন একটি নিষ্ক্রিয় (passive) প্রক্রিয়া এবং এটি কেবল কোষ প্রসারণের চাপে এবং মাইক্রোফাইব্রিলের আড়াআড়ি বিন্যাসকারী ক্রসলিংকিং (cross-linking) শিথিল হওয়ার ফলে সংঘটিত হয়।



(a) প্রলম্বিত হওয়ার পূর্বে : সেলুলোজ মাইক্রো-ফাইব্রিলগুলি কোষের প্রস্থ বরাবর সজ্জিত।

(b) প্রলম্বনের সময়: মাইক্রোফাইব্রিলগুলির ক্রমশ দৈর্ঘ্য বরাবর পুনর্বিন্যাস ঘটছে।

(c) প্রলম্বনের পরে: মাইক্রোফাইব্রিলগুলি দৈর্ঘ্য বরাবর সজ্জিত।

চিত্র 1.10 : মাল্টিনেট গ্রোথ তত্ত্ব (Theory of multinet growth) অনুসারে কোষ প্রাচীর প্রলম্বিত হওয়ার সময় মাইক্রোফাইব্রিল সমূহের পুনর্বিন্যাস।

---

*. Roelofsen PA & Houwink AL (1951) *Protoplasma* 40 : 1-22;
Houwink AL & Roelofsen PA (1954) *Acta Bot. Neerl.* 3 : 385-395

কোষ দীর্ঘায়িত হওয়াকালীন কোষপ্রাচীর সংশ্লেষ অবিরত চলতেই থাকে। ফলত প্রাচীরের স্থূলত্ব মোটামুটি সমান থাকে। সেলুলোজ এবং ধাত্রের উপাদান, উভয়ই সংযোজীত হয়।

এখন, বৃদ্ধিশীল প্রাথমিক প্রাচীরের মধ্যে মাইক্রোফাইব্রিলগুলি কতকগুলি স্তরে বা ল্যামেলি (lamellae) তে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায়। ভিন্ন ল্যামেলিতে এদের বিন্যাস কৌণিক (angular)/ভিন্ন কোষের, এমনকি একই কোষের ভিন্ন স্থলে, এই কোণগুলির মধ্যে বিস্তর তারতম্য লক্ষ্য করা যায়। ল্যামেলি গঠনকারী প্রাচীর উপাদান, প্রাচীর তলে কীভাবে ন্যস্ত হয়, তা নিয়ে দুটি ক্লাসিকাল মতবাদ প্রচলিত আছে, যথা—অন্তর্ভূত বৃদ্ধি বা ইনটুসাসেপ্শন (intussuception) **ও স্তরীয় বৃদ্ধি বা অ্যাপোজিশন** (apposition)। প্রথমটির মতে, নতুন প্রাচীর উপাদান বিদ্যমান মাইক্রোফাইব্রিলের অভ্যন্তরে নিবেশিত হয়। দ্বিতীয় মতটি হলো, নতুন উপাদানগুলি বিদ্যমান মাইক্রোফাইব্রিলের উপরিভাগে ন্যস্ত হয়ে কেন্দ্রাভিমুখী একটি পৃথক স্তর সৃষ্টি করে। হয়তো, দুটি পদ্ধতিই কমবেশী ক্রিয়াশীল। অনুবীক্ষণ যন্ত্রের মাধ্যমে পরীক্ষা করে নতুন মতবাদ প্রচলিত হয়।

এখানে দুটি প্রস্তাবনা সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো। প্রথমটি প্রস্তাব করেন Frey-Wyssling এবং Stecher (1951)$^{+}$। রসস্ফীতি চাপের ফলে, উদ্ভিদ হর্মোন ও উৎসেচকের সহায়তায় কোষ প্রাচীরের কয়েকটি স্থানে প্রাচীর গাত্রের তন্তুজ বুনোট শিথিল হয়। এমন প্রতিটি ফাঁক নতুন মাইক্রোফাইব্রিল দ্বারা ভরাট হয়। প্রয়োজন অনুসারে, বিভিন্ন দিকে, এরূপ মাইক্রোফাইব্রিলের অবক্ষেপণ দ্বারা প্রাথমিক প্রাচীরের বৃদ্ধিকে মোজেইক গ্রোথ (mosaic growth) বলা হয়।

অপর মতবাদটি হলো বহুজালক বৃদ্ধি বা মাল্টিনেট গ্রোথ, যা আমরা পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে নতুনতর প্রকৌশলের মাধ্যমে পরীক্ষায় এই মতবাদটির সমর্থন মিলেছে। তাই সংখ্যাগরিষ্ঠ বিজ্ঞানীগণ মাল্টিনেট গ্রোথ তত্ত্বটি আজও সমর্থন করেন।

কোষের দীর্ঘকরণ (elongation) প্রক্রিয়া যখন স্তব্ধ হয়, কোষ প্রাচীর উপাদানের মধ্যে এক গুণগত পরিবর্তন সূচিত হয়। প্রথমত, হাইড্রক্সিপ্রোলিন সমৃদ্ধ গ্লাইকোপ্রোটিনের সংশ্লেষ ও নিঃসরণ বৃদ্ধি পায়। এর কারণ যদিও খুব পরিষ্কার নয় তবে এটির সম্ভাব্য ব্যবহার প্রাচীরের দৃঢ়তা প্রদান করা। দ্বিতীয়ত, গৌণ প্রাচীর তৈরি অতঃপর শুরু হয়। এটির অধিকতর সেলুলোজ ও লিগনিনের পরিমান কোষ প্রাচীরকে অনিবর্তনীয়রূপে অসম্প্রসারণশীল করে তোলে।

অনুশীলনী—4

(a) **বাক্যগুলি 'সত্য' না 'মিথ্যা' তা উল্লেখ করুন ঃ**

(i) মাইক্রোফাইব্রিলগুলির বিন্যাস ও ডিকটিওসোম ভেসিকল-সমান্তরালভাবে অবস্থান করে।

(ii) গ্রোথ হর্মোন (যেমন- IAA) নতুন কোষ প্রাচীর উপাদানের সংশ্লেষ ত্বরান্বিত করে।

(iii) কোষ প্রসারণকালের প্রথম দিকে মাইক্রোফাইব্রিলগুলি ন্যস্ত হয় প্রসারণ অক্ষের সঙ্গে উল্লম্বভাবে।

---

*. Frey-Wyssling, A & Stecher, H (1951) *Experientia* 7 :L 420-421

(iv) উচ্চতর উদ্ভিদের বৃদ্ধি ঘটে প্রধানত কোষ বিভাজনের মাধ্যমে।

(v) উদ্ভিদ কোষের প্রসারণ সম্পন্ন হয় মূলত রসস্ফীতি চাপ এবং বৃদ্ধিকারক হর্মোন ও সেলুলেজ-জাতীয় উৎসেচকের প্রভাবে।

(b) **নিজে ভেবে লিখুন ঃ**

কোষ প্রসারণকালে, সেলুলেজ (cellulase) উৎসেচকটি সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল ছেড়ে কীভাবে জাইলোগ্লুকানের জালিকা আক্রমন (আর্দ্র-বিশ্লেষণ) করতে সমর্থ হয়?

1.9 কার্য

কার্য্যাবলী নানাবিধ—সেগুলি এখানে আলোচিত হলো ঃ

❑ **উদ্ভিদ কোষের আকৃতি, কোষের শক্তি ও সমগ্র উদ্ভিদের দৃঢ়তা প্রদান ; উদ্ভিদ দেহের কাঠামো সৃষ্টি এবং তা রক্ষা করবার শক্তির মূলে, কোষ প্রাচীরের টান সহতার ক্ষমতা বা ধর্ম,** খুবই উল্লেখযোগ্য। বৃদ্ধিশীল কলায় কোষ প্রাচীরের গঠন ও কোষের রসস্ফীতি চাপ (turgor pressure) [যাকে জলস্থিতি কাঠামো (hydrostatic skeleton) বলা হয়] তারা একত্রে উদ্ভিদ অঙ্গের প্রধান অবলম্বন। গঠনগত স্থায়িত্বে রসস্ফীতির গুরুত্ব সহজেই অনুধাবন করা যায়। যখন এটি অনুপস্থিত থাকে, গাছ অবসন্ন হয়ে পড়ে বা উইল্ট (wilt) দেখা যায়। কলা বৃদ্ধি যখন হয় না, বিশেষ করে মৃত গৌণ জাইলেম বা কাষ্ঠে, আক্ষরিক অর্থে কোষ প্রাচীরই তখন উদ্ভিদদেহের একমাত্র অবলম্বন।

❑ **রোগজনক ভাইরাস, ব্যাকটিরিয়া, ছত্রাক রেণু প্রভৃতির হাত থেকে কোষ প্রাচীর উদ্ভিদ কোষকে রক্ষা করে।** এই প্রাথমিক বাধা অতিক্রম করতে অনুজীবগুলি এমন উৎসেচকের সংশ্লেষ ঘটায় যা কোষ প্রাচীর ছিদ্র করে। সাধারণভাবে অবশ্য, কোষ প্রাচীরে ছোট-বড় (M.W. 60.000 পর্যন্ত) অনুপ্রবেশ করতে পারে, যে ক্ষেত্রে ভেদ্যতা নিয়ন্ত্রণ করে কোষ পর্দা।

❑ **প্রাচীর কোষ প্রসারণে এক প্রতিবন্ধক।** কোষপ্রাচীর যদি একটি কাঠের বাক্স হয়, তার অভ্যন্তরে প্রোটোপ্লাস্ট প্রথম দিকে একটি চুপসানো বেলুনের ন্যায় থাকে, যা পরে স্ফীত হয়ে বাক্স (বা কোষ প্রাচীর) গাত্রের সঙ্গে, চতুর্দিক হতে ঘনিষ্ঠ সংস্পর্শে আসে। কিন্তু একটি কোষ তার পূর্বেকার দৈর্ঘ্যের তুলনায় 50 গুণ পর্যন্ত প্রলম্বিত হতে পারে বলে জানা গেছে। সেটি তখনই সম্ভব, যখন প্রাচীর গাত্রের আভ্যন্তরীণ বন্ধনী ভাঙবে এবং একই সঙ্গে নতুন প্রাচীরের উপাদান তৈরি হবে। উভয় প্রক্রিয়াই কিন্তু বাস্তবে ঘটে।

❑ **কোষ প্রাচীর উপাদান (উদ্ভিদ কোষকে) রোগজনক ছত্রাক, কীট প্রভৃতির প্রতিরোধকারী কিছু রাসায়নিক যৌগের পূর্বগ (precursors) বা উৎস।** পূর্বেই জানা গেছে যে কোষ প্রাচীরের একটি অনিয়তাকার উপাদান **পেকটিন**, ছত্রাক সৃষ্ট প্রোটিয়েজ-এর (fungal protease) উপস্থিতিতে বা জখম স্থানে আদ্রবিশ্লেষের ফলে, সৃষ্টি করে একপ্রকার শর্করা বা উদঘাটক বা **এলিসিটর** (elicitor) রূপে কাজ করে। উদ্ভিদের ক্ষতস্থানে বা দূরে এলিসিটরগুলি সংশ্লেষ করে একপ্রকার অনুজীব

প্রতিরোধী যৌগ ফাইটোঅ্যালেকসিন (phytoalexin) কিংবা কীট-ধ্বংসকারী প্রোটিনেজ বাধক (proteinase inhibitor)।

● কোষ প্রাচীর, জলের অভিস্রবণ অনুপ্রবেশ (osmotic influx) বোধ করে এবং আন্তর্কোষীয় সংবহন নিয়ন্ত্রণ করে।

● আন্তর্কোষীয় যোগাযোগ এবং বার্তা প্রেরণে (cell signalling) অংশগ্রহণ করে।

● **কিছু কোষ প্রাচীরের পলিস্যাকারাইড, সঞ্চিত শর্করার একট আধার।** (যেমন—তেতুল বীজের কোষপ্রাচীর জাইলোগ্লুকান-এ সমৃদ্ধ (বীজের শুষ্ক ওজনের 25% পর্যন্ত হতে পারে)। বীজ অঙ্কুরোদ্‌গমের সময় জাইলোগ্লুকান বিশ্লেষিত হয় মোনোস্যাকারাইডস (monosaccharides)-এ, যা অঙ্কুরণে সহায়তা করে।

● **বিশুদ্ধ পেকটিন বাণিজ্যিকভাবে জ্যাম ও জেলীর প্রস্তুতিকরণে একটি আবশ্যিক উপাদান।**

1.10 কূপ ও তার প্রকারভেদ

প্রাথমিক কোষ প্রাচীরের ওপর গৌণ প্রাচীর উপাদান সঞ্চিত হলে যে নানান অলঙ্করণ প্রাচীর গাত্রে সৃষ্টি হয়, তার অন্যতম রূপ হলো **কূপযুক্ত স্থূলীকরণ** (pitted thickening)। গৌণ স্থূলীকরণ কালে প্রাথমিক প্রাচীর গাত্রে কখনো কখনো কয়েকটি ক্ষুদ্র ক্ষেত্র ব্যতিরেকে গৌণ প্রাচীর উপাদান সমগ্র জায়গা জুড়ে সঞ্চিত হয়। অস্থূলীকৃত-এই বিশেষ, জায়গাগুলি গর্তরূপে প্রতীয়মান হয়। এই জায়গাগুলি কূপ (pit) নামে চিহ্নিত। সংবাহী কলা কোষে এমন কূপ দেখতে পাই এবং বলা বাহুল্য, কোষ থেকে কোষান্তর জলীয় উপাদান সঞ্চালন কূপের মাধ্যমে ঘটে। ট্র্যাকাইড এবং ট্র্যাকিয়া বা ভেসেল (নালিকার) প্রাচীর গাত্রে অবস্থিত এইসব প্রধান কূপের সাহায্যে জলীয় পদার্থ পাশাপাশি, তির্যকভাবে বা ওপর-নীচ বরাবর সঞ্চালিত হয়।

সংলগ্ন যে কোষটিতে জল প্রবেশ করবে তার প্রাচীর গাত্রেও কূপ থাকা জরুরী। কূপ সাধারণত এমন জোড়ায় জোড়ায় থাকে, যা কূপ জোড়া (pit pairs) নামে চিহ্নিত। **(চিত্র 1.11-1.14)**

অতএব, একটি পরিপূরক কূপ-জোড়া কেবল প্রাথমিক কোষ-প্রাচীর ও মধ্য-ল্যামেলা (middle lamella) দ্বারা পৃথকিকৃত থাকে। একত্রে, কূপ-জোড়ার মধ্যবর্তী এই ব্যবধান কূপ-পর্দা (pit membrane) বা **বন্ধনী-পর্দা** (closing membrane) নামে অভিহিত [চিত্র 1.11(b)]। কূপ-গহ্বরটি যে আয়তক্ষেত্র জুড়ে কোষ প্রোটোপ্লাস্টের দিকে উন্মুক্ত হয় তাকে **কূপ-ছিদ্র** (pit aperture) বলা হয়। সামনে থেকে তাদের দেখতে হয় গোলাকার, ডিম্বাকার বা কখনও পঞ্চভূজাকার। কূপের মধ্যে গর্ত বা স্থানটিকে বলা হয় **কূপ-গহ্বর** (pit cavity) বা **কূপ-কক্ষ** (pit chamber) বলা হয়। এই তিনটি অংশ, যথা—কূপ-গহ্বর, কূপ-ছিদ্র এবং কূপ-পর্দা, সাধারণত একটি কূপ-জোড়ায় দেখতে পাওয়া যায়।

কোনো কোনো ক্ষেত্রে পরিপূরক কূপ সংলগ্ন কোষটিতে নাও থাকতে পারে। এমন কূপকে তখন **অন্ধ-কূপ** (blind pit) বলে। এ যাবৎ কূপের যে গঠন-প্রকৃতি জানা গেল তা হলো **সরল কূপের** (simple pit) চেহারা। এমনি সরল কূপ পুরু প্রাচীর গাত্রে কোনো কোনো ক্ষেত্রে একাধিক গহ্বরে শাখান্বিত হতে

পারে। তাদের বলা হয় **র‍্যামিফর্ম পিট** (ramiform pit) বা শাখান্বিত কূপ। স্ক্লেরাইড (sclereid) কোষে এদের প্রায়শই দেখা যায়।

দ্বিতীয় প্রকার কূপে, গৌণ কোষ প্রাচীর কূপ আয়তক্ষেত্রের ওপর-নীচ, দুই প্রান্ত থেকে কূপ গহ্বর-এর ওপর ঝুলতে থাকে। এদের **সপাড় কূপ** (bordered pit) আখ্যা দেওয়া হয়। একটি সপাড় কূপ ছিদ্রের প্রস্থচ্ছেদ করলে দুটি সমকেন্দ্রিক বৃত্ত দেখতে পাওয়া যায়। ভেতরকার ছোটবৃত্ত ঝুলন্ত গৌণ প্রাচীর দ্বারা সঙ্কুচিত কূপ ছিদ্রের জন্য এভাবে দেখতে পাই এবং বাইরের বড় বৃত্তটি কূপ পর্দা সংলগ্ন অপেক্ষাকৃত বড় আয়তক্ষেত্রের জন্য তৈরি হয়।

সরল কূপ সাধারণত যেমন জোড়ায় জোড়ায় অবস্থান করে তেমনি সপাড় কূপও সংলগ্ন কোষ প্রাচীর গাত্রে পরিপূরক আরেকটি সপাড় কূপের সঙ্গে জোট বাঁধে। অবশ্য ব্যতিক্রমও আছে। যখন একটি প্রাচীর গাত্রে সপাড় কূপ থাকে, কিন্তু তার পরিপূরক সঙ্গী কূপটি সরল তখন তাদের **অর্ধ-সপাড় কূপ** (half-bordered pit) বলা হয়। অতএব বলা হয় কূপ হয় **সরল কূপ-জোড়া** (simple pit pair), **সপাড় কূপ-জোড়া** (bordered pit pair) কিংবা **অর্ধ-সপাড় কূপ** (half-bordered pit)—এই তিন অবস্থার কোনো একটিতে থাকে। আবার অন্ধ কূপও হয়। আরেকটি অবস্থা কোনো কোনো ক্ষেত্রে দেখা যায়। একটি বেশ বড় কূপের বিপরীত মুখে দুই বা তার বেশি কূপ অবস্থান করে। এদের বলা হয় **একপার্শ্বীয় যৌগ-কূপবিন্যাস** (unilateral compound pitting)।

ভেসচারড পিট (vestured pit) ঃ কয়েকটি দ্বিবীজপত্রী গোত্রের গৌণ কাঠের সংবাহী নালিকায় এদের দেখা যায়, যথা—লিগুমিনোসী, মিরটেসী, ক্রুসিফেরী (ব্র্যাসিকেসী), ক্যাপ্রিফোলিয়েসী। এক্ষেত্রে, সপাড় কূপ ছিদ্রের উপরি তল বা কিনারা থেকে কতোগুলি ক্ষুদ্র উপবৃদ্ধি (out growths), শাখান্বিত অবস্থায় একপ্রকার অলঙ্করণ সৃষ্টি করে। উপবৃদ্ধিগুলি প্রতিসরণক্ষম (refractive) এবং নানান আকৃতির হয়। ফলে কূপটিকে বাইরে থেকে দেখতে ছিদ্রল (sieve-like) মনে হয়। একটি অর্ধ-সপাড় কূপে, জোড়ার কেবল সপাড় দিকে, ভেসচারড কূপের (vestured pits) উপস্থিতি লক্ষ করা যায়। মনে করা হয় যে জাতিজনিগত ভাবে উন্নত জাইলেম কলায় এদের পাওয়া যায়। অর্থাৎ ভেসচারড কূপের উপস্থিতি একপ্রকার (জাতিজনিগতভাবে) উন্নত চরিত্র।

বিশেষ কয়েকটি আনুষঙ্গিক গঠন বৈচিত্র্য ঃ

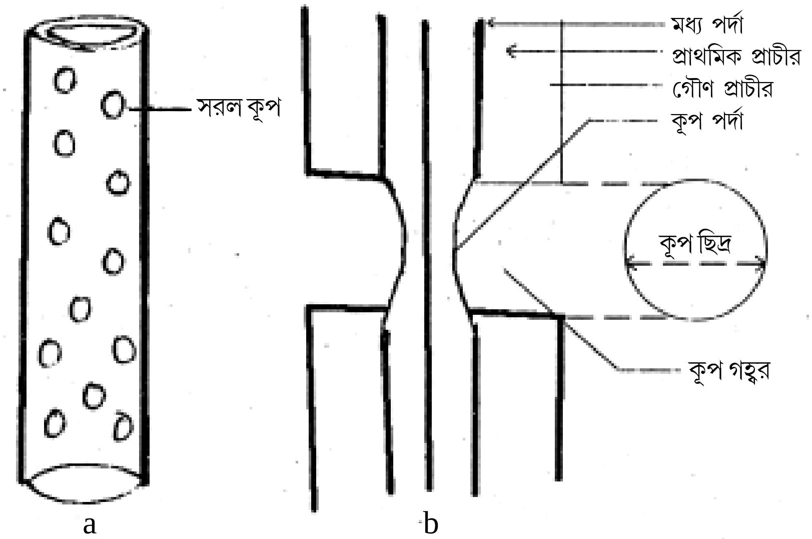
(a) টোরাস (Torus) ঃ সপার কূপ পর্দার মাঝখানটা অনেক সময় ফুলে ওঠে। এই স্ফীত অংশটিকে বলে **টোরাস** (torus)। টোরাসকে বেষ্টন করে কূপ-পর্দার পাতা স্তরটিকে **মার্গো** (margo) বলে। এই টোরাস নামক স্ফীত অংশটি আবার অবস্থান পরিবর্তন করে। জলীয় চাপে কখনো কখনো তারা এসে বসে কূপ ছিদ্রের মুখে, ফলে কূপ পথটি বন্ধ করে জলীয় সংবহন ব্যাহত করে। টোরাস সাধারণত দেখতে পাওয়া যায় কনিফারেলিস (Coniferales), **গিন্‌কগো** *(Ginkgo)*, **নিটেলিস** *(Gnetales)* প্রভৃতি নগ্নবীজী (জিমনোসপার্ম) উদ্ভিদের সপাড় কূপে। অন্যান্য সংবাহী উদ্ভিদে টোরাস বড়ো একটা দেখা যায় না। টোরাস সম্বলিত কূপ জোড়াকে **অ্যাসপিরেটেড** (aspirated) বলা হয়।

(b) ট্র্যাবিকিউলী (Trabeculae) ঃ সরল বর্গীয় উদ্ভিদের গৌণ কাষ্ঠের ট্র্যাকাইডের কোষ গহ্বরে কতোগুলি দণ্ডাকার (rod-like) বা লগুড়াকার (bar-like) অলঙ্করণ চোখে পড়ে। এগুলি কোষ প্রাচীরের একপ্রকার অভিক্ষিপ্ত স্থূলীকরণ। এই ট্র্যাবিকিউলীগুলি [একবচন-ট্র্যাবেকিউলাম (trabeculum)] ট্র্যাকাইড কোষের এক স্পর্শক প্রাচীর থেকে অপর স্পর্শক প্রাচীর পর্যন্ত বিস্তৃত হয়। সাধারণত এদের অরীয় সারিতে বিন্যস্ত থাকতে দেখা যায়।

(c) ক্র্যাসুলী (Crassulae) ঃ কিছু জিমনোসপার্মের ট্র্যাকাইড রঞ্জিত করলে তাদের কুপ-জোড়ার ওপর ও নিচের দিকে অর্ধচন্দ্রাকার বা রেখাকার স্থূলীকরণ প্রায়শই দেখা যায়। বস্তুতপক্ষে, এগুলি অপরিণত কোষের মধ্য পট্টল ও প্রাথমিক প্রাচীরের একপ্রকার স্ফীতি অংশবিশেষ যা প্রকারান্তরে প্রাথমিক কূপ ক্ষেত্রের সীমানা বা পাড় নির্দিষ্ট করে এবং রঞ্জিত করলে গৌণ প্রাচীর ভেদ করে এদের দেখা যায়। এই স্থূলীকরণ ক্র্যাসুলী নামে পরিচিত।

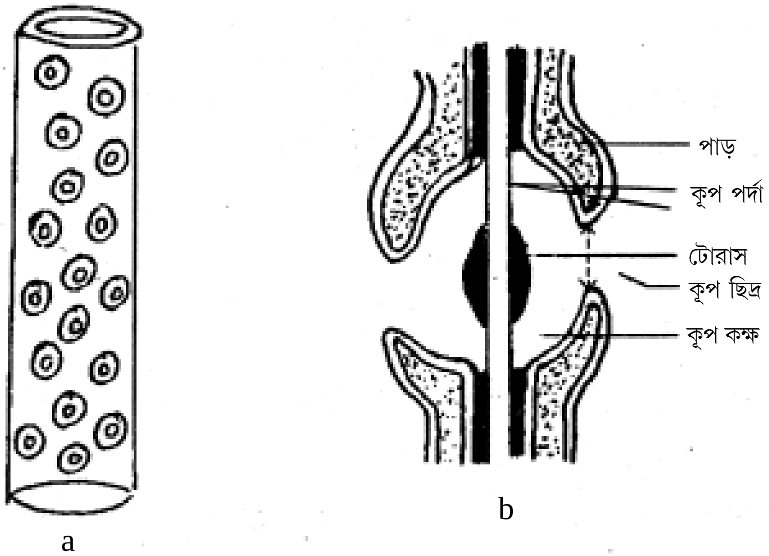
পূর্বে এদের 'বারস অফ স্যানিও' (bars of Sanio) কিংবা 'রিমস অফ স্যানিও' (rims of Sanio) বলা হত। স্যানিও এক উনিশ শতাব্দীর বিজ্ঞানী যিনি সরল বর্গীয় উদ্ভিদের কাষ্ঠের ওপর বিস্তৃত কাজ করেন, যার নামানুসারে এই নামকরণ প্রচলিত ছিল।

(d) গড়ুল গঠন (Warty structure) ঃ বহু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের জাইলেম বাহিকা ও তন্তু কোষের এবং কিছু সরলবর্গীয় উদ্ভিদের ট্র্যাকাইড কোষের গৌণ প্রাচীরের ভিতর গাত্রে কতোগুলি গড়ুল বা আবের ন্যায় স্থূলীকরণ চোখে পড়ে। এদের গড় ব্যাস 0.1 থেকে 0.5µm পর্যন্ত হয়। গৌণ কোষ প্রাচীরের লিগ্নীভবন ও পৃথকীকরনের শেষ ধাপে এই গড়ুলগুলি পরিস্ফুটিত হয়।

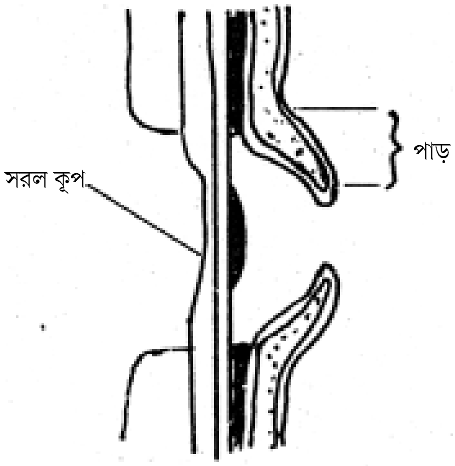


চিত্র নং- 1.11 : সরলকূপ

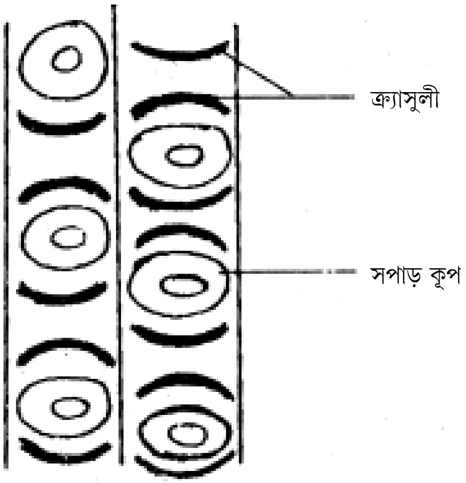
(a) বাহিকার সামনের দিক, (b) বাহিকার দেহাংশ


পাড়
কূপ পর্দা
টোরাস
কূপ ছিদ্র
কূপ কক্ষ
b
a

চিত্র নং 1.12 সপাড় কূপ
(a) সপাড় কূপাঙ্কিত বাহিকার সামনের দিক; (b) সপাড় কূপাঙ্কিত বাহিকার ছেদ দৃশ্য।



চিত্র নং 1.13 অর্ধ সপাড় কূপ


ক্র্যাসুলী
সপাড় কূপ

চিত্র নং 1.14 : ক্র্যাসুলী ট্র্যাকীড-এর অরীয়ছেদে।

অনুশীলনী—5

1. (a) একটি সপাড় কুপের লম্বচ্ছেদের রেখাচিত্র আঁকুন এবং নিম্নলিখিত অংশগুলি নির্দেশ করুন ঃ কূপ পর্দা, পাড় (বর্ডার) কূপ-কক্ষ, কূপ-ছিদ্র, টোরাস।

(b) একই চিত্র প্রস্থচ্ছেদে অবক্ষেপন করে দেখান।

2. **'সত্য' না 'মিথ্যা' নির্দেশ করুন ঃ**

(a) জাইলেম প্যারেনকাইমার কোষপ্রাচীরে 'টোরাস' দেখা যায়।

(b) 'কূপ পর্দা' আসলে কেবল মধ্য-পট্টল (middle lamella)।

(c) টোরাসের ব্যাস কূপ-ছিদ্রের ব্যাস অপেক্ষা সামান্য বেশি।

(d) একটি সরল কূপের বিপরীত মুখে সংলগ্ন কোষের প্রাচীরে একটি সপাড় কূপ তৈরি হলে, এমত কূপ-জোড়াকে অর্ধ সাপড় কুপ বলে।

(e) কূপ সাধারণত জোড়ায়-জোড়ায় থাকে।

(f) স্ক্লেরাইড কোষে র‍্যামিফর্ম পিট প্রায়শই দেখা যায়।

(g) ভেসচারড পিট কয়েকটি নগ্নবীজী উদ্ভিদ গোত্রে দেখতে পাই।

(h) ট্র্যাবেকিউলী দ্বিবীজপত্রীর গৌণ কাষ্ঠে (secondary wood) সাধারণত দেখা যায় না।

উত্তরমালা

2. (a) মিথ্যা; (টোরাস থাকলে জল সঞ্চালন ব্যাহত হবে, ফলে প্যারেনকাইমা কোষ মৃত হয়ে যাবে)।

(b) মিথ্যা

(c) সত্য

(d) সত্য

(e) সত্য

(f) সত্য

(g) মিথ্যা

(h) সত্য

1.11 সারাংশ

সেলুলোজ দ্বারা নির্মিত কোষ প্রাচীর উচ্চতর (সবুজ) কোষের একটি অনন্য বৈশিষ্ট্য। প্রাকৃতিক জগতে সেলুলোজের পরিমাণ (একটি জৈব অণু হিসেবে) সর্বাধিক। সেলুলোজ ছাড়া অন্য উল্লেখযোগ্য উপাদানগুলি হলো হেমিসেলুলোজ, পেকটিন, লিগনিন এবং অবয়বিক ও উৎসেচকধর্মী প্রোটিন। আপাতদৃষ্টিতে একটি জড় পদার্থ মনে হলেও, উদ্ভিদ কোষ প্রাচীর প্রকৃতপক্ষে একটি ডাইনামিক পর্দাবিহীন অঙ্গাণু। উৎপত্তি ও গঠনের উপর ভিত্তি করে কোষ প্রাচীরের তিনটি সুস্পষ্ট স্তর চিহ্নিত করা যায়। যথা—মধ্যপর্দা (একপ্রকার আন্তঃকোষীয় সংযোজক পদার্থ), প্রাথমিক প্রাচীর (যা বৃদ্ধিশীল উদ্ভিদ কোষে গঠিত হয়) এবং গৌণ প্রাচীর (যা তৈরি হয় উদ্ভিদ কোষের প্রাথমিক বৃদ্ধি স্তব্ধ হওয়ার পর)।

কোষ প্রাচীর উদ্ভিদ কোষের নির্দিষ্ট কৌণিক আকৃতি প্রদান করে, যান্ত্রিক শক্তি যোগায়, সমগ্র উদ্ভিদের একটি দৃঢ় কাঠামোরূপে কাজ করে, রোগজনক রেণু, জীবাণুর হাত থেকে রক্ষা কের, রসস্ফীতি চাপ প্রতিহত করে, জলের অভিস্রবণ অনুপ্রবেশ রোধ করে, এমনকি শর্করা সঞ্চয় করে। এতদসত্ত্বেও কিন্তু কোষ থেকে কোষান্তরে বার্তা প্রেরণ (cell-to-cell signaling) এবং আন্তঃকোষীয় যোগাযোগ অক্ষুণ্ণ থাকে। কোষপ্রাচীর অভেদ্য নয়। সূক্ষ্ম ছিদ্রপথের মাধ্যমে জীবিত কোষসমূহের মধ্যে একটি প্রোটোপ্লাজমীয় যোগসূত্র (প্লাসমোডেসমাটা) স্থাপিত হয়। প্রাথমিক কোষ প্রাচীরের কিছু খাদ থাকে, সেখানে এক গুচ্ছ প্লাসমোডেসমাটা জড়ো হয়। এই খাদ অঞ্চলগুলিকে প্রাথমিক কূপ ক্ষেত্র বলি।

নিউক্লিয় বিভাজন সম্পূর্ণ হলে কোষের নিরক্ষীয় অঞ্চলে কোষ পাত সৃষ্টি হয়। এই কোষপাতগুলি ফ্র্যাগমোপ্লাস্ট, ডিকটিওজোম ভেসিকল ও নির্মিয়মান প্রাচীরের এক সমষ্টি। ক্রমশ কিছু ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মাধ্যমে কোষ পাতটি মধ্য-পর্দায় রূপান্তরিত হয়। কোষপর্দার মধ্যে অবস্থিত সেলুলোজ সিনথেস নামক উৎসেচকের সহায়তায়, গ্লুকোজ অণু $\beta(1\rightarrow4)$ লিংকেজের মাধ্যমে প্রথমে সেলোবায়োজ, অতঃপর দশ হাজারের অধিক গ্লুকোজ মোনোমার নিয়ে) এক একটি সেলুলোজ শৃঙ্খল সৃষ্টি করে। সেলুলোজ পলিমারগুলি সমান্তরালভাবে আবদ্ধ হয়ে রজ্জুর ন্যায় মাইক্রোফাইব্রিল সৃষ্টি করে। সেলুলোজ পরিমারগুলি নিজেদের মধ্যে H-বন্ধনীর দ্বারা আবদ্ধ হয়। তাদের সংযোগ দৃঢ় হয় জাইলোগ্লুকান (বা অ্যারাবিনোজাইলান) নামক হেমিসেলুলোজ দ্বারা, H বন্ধনীর সাহায্যে। পেকটিন নামক শাখান্বিত পলিস্যাকারাইড, তাদের ঊণাত্মক আধানযুক্ত গ্যালাকটইউরোনিক অ্যাসিড অবশেষের মাধ্যমে ধনাত্মক (Ca^{2+}) আয়নের সঙ্গে একপ্রকার ক্যালসিয়াম ব্রীজ তৈরি করে। সৃষ্টি হয় একটি জালিকা যা মাইক্রোফাইব্রিলগুলিকে আড়াআড়ি সংযুক্ত করে। পেকটিন পলিঅ্যানায়ন (polyanion) আবার জল আকর্ষণ করে এক প্রকার জেল (gel) সৃষ্টি করে। এছাড়া অবয়বিক বা স্ট্রাকচারাল (structural) গ্লাইকো প্রোটিন (একসটেনসিন)—পেকটিন সমন্বিত ধাত্রের সঙ্গে যুক্ত হয়ে কোষ প্রাচীরকে দৃঢ় করে। কোষ প্রাচীর ধাত্রের পলিসাকারাইডগুলি সংশ্লেষিত হয় গল্গী কমপ্লেকস্ (Golgi complex)-এ।

উচ্চতর উদ্ভিদে বৃদ্ধি ঘটে প্রধানত কোষ প্রসারনের মাধ্যমে। একদিকে কোষের রসস্ফীতি চাপ, অপরদিকে অক্সিনজাতীয় বৃদ্ধিকারক হর্মোনের প্রভাবে মাইক্রোফাইব্রিলের জাল শিথিল হয় এবং মাইক্রোফাইব্রিলের গতিপথ, প্রথমাবস্থায় যা প্রসারণ অক্ষের সঙ্গে উল্লম্ব থাকে, ক্রমশ তা অসাড়রূপে প্রাচীরের প্রান্তে স্থানান্তরিত হয়। উপরন্ত সেগুলি প্রসারণ অক্ষের সঙ্গে সমান্তরাল হয়ে পড়ে। কোষ প্রসারণকালে কিন্তু নতুন প্রাচীর উপাদানের নিঃসরণ বন্ধ হয় না। ফলে, প্রাচীরের স্থূলত্ব বজায় থাকে। কোষ প্রসারণ স্তব্ধ হলে পর, কোষ প্রাচীর উপাদানের মধ্যে এক গুণগত পরিবর্তন দেখা দেয়। অবয়বিক প্রোটিনের নিঃসরণ বৃদ্ধি পায়। যা প্রাচীরকে আরও দৃঢ় করে। এরপর গৌণ প্রাচীর সৃষ্টি শুরু হয়। যার অধিকতর সেলুলোজ ও লিগনিনের পরিমাণ কোষ প্রাচীরকে অনিবর্তনীয়রূপে অসম্প্রসারণশীল করে তোলে।

1.12 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(a) উদ্ভিদকোষ প্রাচীর কী? এর মাইক্রোফাইব্রিল ও ধাতব পর্যায়ের (phase) প্রধান রাসায়নিক উপাদানগুলি উল্লেখ করুন।

(b) এপোপ্লাস্ট ও সিমপ্লাস্ট কাদের বলে?

(c) একটি সঞ্চয়কারী (storage) ও একটি অবয়বিক (structural) পলিস্যাকারাইডের নাম করুন। আণবিক গঠনে তাদের পার্থক্য নির্দেশ করুন।

(d) কাষ্ঠ বা গৌণ জাইলেম-এ কোষ প্রাচীরের লিগনিভবন (lignification) কোন্ উদ্দেশ্য সাধন করে?

(e) **ভেবে দেখুন তো ঃ**

উদ্ভিদকোষ প্রাচীরের কি কি বৈশিষ্ট্যের জন্য আমাদের অনুমান যে সকল উদ্ভিদ হর্মোন আকারে ক্ষুদ্র এবং জলে দ্রবণীয় হয়?

1.13 উত্তরমালা

অনুশীলনী—1

(a) বহিঃকোষীয়, উদ্ভিদ, সেলুলোজ, পর্দাবিহীন অঙ্গানু, অনিয়তাকার, আলোক-সক্রিয়

(b) (i) b, (ii) c, (iii) a, (iv) e এবং (v) d

অনুশীলনী—2

(a) (i) অশাখান্বিত ; (ii) β(1→4) (iii) ছত্রাকের ; (iv) ফেনলিক যৌগ (v) অ্যামাইনো অ্যাসিড

অনুশীলনী—3

(a) ফ্র্যাগমোপ্লাস্ট দ্বারা কোষপাত নির্মাণ (শৈবালে ফাইকোপ্লাস্ট) এবং কোষ প্রাচীর উৎপত্তিকালে, অপত্য কোষের মধ্যে যোগসূত্র স্থাপনকারী প্লাজমোডেসমাটার সৃষ্টি।

অনুশীলনী—4

(a) (i) মিথ্যা ; (ii) মিথ্যা ; (iii) সত্য ; (iv) মিথ্যা ; (v) সত্য।

(b) জাইলোগ্লুকানের কাঠামো, সেলুলোজের ন্যায়, $\beta(1\rightarrow4)$ যুক্ত গ্লুকান দিয়ে সৃষ্টি। ফলে, সেলুলোজের ন্যায়, সহজেই উৎসেচকটি জাইলোগ্লুকানের আর্দ্র-বিশ্লেষণ সম্পন্ন করতে পারে। প্রাচীর গাত্রে উৎসেচকটি সহজেই এটির সান্নিধ্যে আসতে পারে। সেলুলোজ মাইক্রোফাইব্রিল এই আক্রমণের হাত থেকে রক্ষা পায় সম্ভবত তাদের তন্তুজ গঠন বিন্যাসের ফলে।

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী :

(a) কোষ প্রাচীরের সংজ্ঞা (দ্রঃ 1.3a) এর মাইক্রোফাইব্রিল-পর্যায় কেবল সেলুলোজ (β1, 4-গ্লুকান) নিয়ে গঠিত। ধাতব পর্যায়ের প্রধান উপাদানগুলি হলো হেমিসেলুলোজ, পেকটিন, প্রোটিন (একসটেনসিন, উৎসেচক প্রভৃতি) এবং ফেনোলিকস (লিগনিন, ফেরুলিক অ্যাসিড প্রভৃতি)।

(b) দ্রঃ 1.2

(c) সঞ্চয়কারী-স্টার্চ বা শ্বেতসার ($1\rightarrow4$ লিংকেজযুক্ত α–D গ্লুকোজ মনোমার)

আবয়বিক-সেলুলোজ ($1\rightarrow4$ লিংকেজযুক্ত β–D গ্লুকোজ মনোমার)

(d) এইরূপ কাষ্ঠের কোষপ্রাচীরে প্রায় 40% সেলুলোজ, 30% হেমিসেলুলোজ এবং 30% লিগনিন থাকে। সেলুলোজ অংশুর টান-সহতা (tensile strength) আছে কিন্তু সংনমনকারী চাপে (compressive force) বেঁকে যায়। কাষ্ঠে এমনিতেই সেলুলোজের মাত্রা কম। তাই প্রাচীর ধাত্রে প্লাসটিক জাতীয় পদার্থের সম্পূরকরূপে লিগনিন থাকলে পর, ধাত্র আরও কঠিন ও অসম্প্রসারণশীল হয়। ফলে ভারবহনকারী কোষের প্রাচীর সংনমন চাপ প্রতিহত করতে পারে। সম্ভবত, এটিই লিগনিভবনের সার্থকতা।

(e) উদ্ভিদ কোষের প্রাথমিক প্রাচীর জল এবং আয়ন (ion) ভেদ্য, কিন্তু একটি নির্দিষ্ট সীমার পর (M.W.>20,000 কিংবা ব্যাস >4nm) তারা অভেদ্য। প্লাজমা-মেমব্রেন পর্যন্ত পৌঁছাতে গেলে, একটি উদ্ভিদ হর্মোনকে প্রয়োজনমতো ক্ষুদ্র হতে হবে। নইলে তারা কোষ প্রাচীরের বাধা ভেদ করতে পারবে না। সম্ভবত, এই কারণে সকল উদ্ভিদ হর্মোন আকারে ক্ষুদ্র এবং জলে দ্রবণীয় হয়। এখানে উল্লেখ করা দরকার যে হর্মোন প্লাজমা মেমব্রেন-এর সঙ্গে সম্ভবত যুক্ত হয়ে প্রাথমিক বার্তার মাধ্যমে রূপান্তর (primary signal transduction) ঘটায়।

একক 2 ❑ কলার প্রকারভেদ এবং কার্য (Tissues Types and Functions)

গঠন

2.0 উদ্দেশ্য

2.1 প্রস্তাবনা

2.2 সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিভাগ

2.3 ভাজক কলা

  2.3.1 ভাজক কলার গঠন

  2.3.2 ভাজক কলার অবস্থান

  2.3.3 ভাজক কলার কার্য

  2.3.4 উদ্ভিদদেহে অবস্থান অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

  2.3.5 উদ্ভিদদেহে উৎপত্তি অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

  2.3.6 উদ্ভিদদেহে কার্য অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

  2.3.7 উদ্ভিদদেহে কোষ বিভাজনের তল অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

  অনুশীলনী-**1**

2.4 স্থায়ী কলা

2.5 বিশেষ কলা

অনুশীলনী-**2**

2.6 সারাংশ

2.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

2.8 উত্তরমালা

2.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে যেগুলি জানা যাবে সেগুলি হল ঃ—

- উদ্ভিদ দেহের গঠনে বিভিন্নরকম কলার অবস্থান জানতে পারা যাবে।
- কলার অন্তর্গত কোষগুলির প্রকৃতি, কার্য, উৎপত্তি ও পরিস্ফুটনের ভিত্তিতে কেমন করে কলার শ্রেণীবিভাগ করা হয় সেগুলি জানা যাবে।
- উদ্ভিদ দেহে কলার প্রয়োজনীয়তা বা গুরুত্বগুলি জানা যাবে।

2.1 প্রস্তাবনা

উদ্ভিদ দেহের বৃদ্ধি ও ক্রমবর্ধনের সাথে সাথে বিভিন্ন ধরনের কোষের সৃষ্টি হয় যা সংগঠিত হয়ে ভিন্ন ভিন্ন কলার সৃষ্টি করে। এই ধরণের কলা বিন্যাস উন্নত মানের উদ্ভিদদেহে বিশেষভাবে লক্ষ্যণীয়। নিম্নশ্রেণীর উদ্ভিদের দেহে কোনও যথার্থ কলা অনুপস্থিত। এই এককে উদ্ভিদের বিভিন্ন ধরনের কলা সম্পর্কে আলোচনা করা হলো।

2.2 সংজ্ঞা ও শ্রেণীবিভাগ

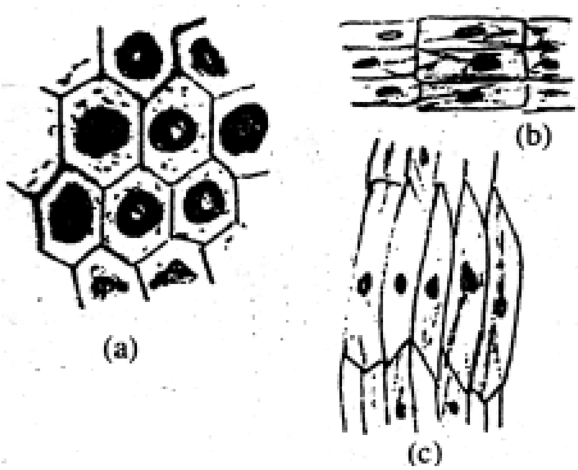
কলা হল একটি অবিচ্ছিন্ন, সংগঠিত কোষের সমষ্টি, যাদের একই প্রকার উৎপত্তি, গঠন ও কাজ। কলার কোষগুলি যখন সম-আকৃতির এবং সমধর্মী তখন তারা সরল কলার সৃষ্টি করে। কিন্তু যখন আকৃতি ও কার্যের দিক দিয়ে ভিন্নধর্মী কোষ কোন কলা সৃষ্টি করে, ঐ কলা জটিল কলা হিসাবে গণ্য হয়। তবে সাধারণভাবে উদ্ভিদের কলাগুলিকে দুইভাগে ভাগ করা হয়, যেমন—ভাজক কলা (meristematic tissue) ও স্থায়ী কলা (permanent tissue)।

2.3 ভাজক কলা

যে সকল কলা বিভাজনক্ষম কোষ সমষ্টি দিয়ে তৈরি তাদের ভাজক কলা বা মেরিষ্টেম (meistem) অথবা (meristematic tissue) বলে। ভাজক কলার অন্তর্গত কোষগুলি বিভাজিত হয়ে নতুন অপত্য কোষ সৃষ্টি করে। ভাজক কলার কোষগুলি তাই অপরিণত অবস্থায় থাকে এবং পরিস্ফুটন সম্পূর্ণভাবে হয় না।

2.3.1 ভাজক কলার গঠন :

ভাজক কলার কোষগুলি আয়তনে খুব ছোট হয়, ঘনসন্নিবিষ্ট থাকে, যার ফলে কোষান্তর স্থান থাকে না। কোষ প্রাচীর খুব পাতলা হয় ও সেলুলোজ দিয়ে তৈরি। কোষের ভিতর ঘন সাইটোপ্লাজম থাকে। একটি বড় নিউক্লিয়াস ও ছোট ছোট ভ্যাকুওল বর্তমান। ভাজক কলার কোষগুলির আকৃতি গোলাকার, মুলাকার, ডিম্বাকার বা বহুভুজাকার হতে পারে (চিত্র 2.1)।



চিত্র নং 2.1 : ভাজক কলা
(a) আদর্শ ভাজক কলা;
(b) ক্যাম্বিয়াম ভাজক কলা-প্রস্থচ্ছেদে;
(c) ক্যাম্বিয়াম ভাজক কলা-লম্বচ্ছেদে

2.3.2 ভাজক কলার অবস্থান :

সকল প্রকার উদ্ভিদের মূল ও বিটপের অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চলে ভাজক কলা বর্তমান থাকে। কোন কোন উদ্ভিদের পর্বমধ্যে (নিবেশিত ভাজককলা) বা কাণ্ড ও মূলের পার্শ্বদেশে (পার্শ্বীয় ভাজক কলা) ও ভাজক কলা বিদ্যমান। অধিকন্তু কিছু উদ্ভিদের বহিস্তরে কর্ক-ক্যাম্বিয়ান রূপে এবং নালিকা বাণ্ডিলের অন্তর্গত সংবহন কলাতে ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়ামরূপে (fascicular cambium) ভাজক কলা উপস্থিত থাকে।

2.3.3 ভাজক কলার কার্য :

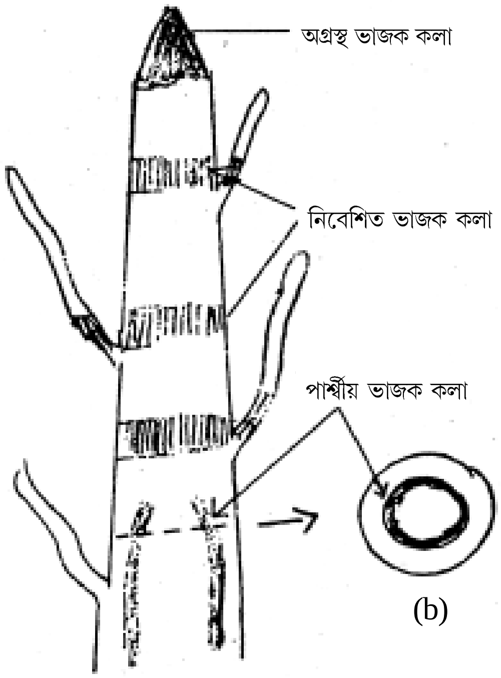
ভাজক কলা বিভাজনক্ষম। তাই উদ্ভিদ দেহের কোষের সংখ্যা বৃদ্ধি করা ভাজক কলার প্রধান কাজ। ভাজক কলা থেকেই উদ্ভিদ দেহের সকল স্থায়ী কলার উৎপত্তি হয়।

ভাজক কলাকে উদ্ভিদদেহে অবস্থান ও উৎপত্তি, কলার কার্য এবং কলার কোষ বিভাজনের তল অনুসারে প্রকারভেদ করা যায়। এই প্রকারগুলি নিম্নে আলোচনা করা হলো। সংক্ষিপ্ত আকারে প্রান্তলিপি-2তে দেখানো হলো।

2.3.4 উদ্ভিদ দেহে অবস্থান অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ :

2.3.4.1 অগ্রস্থ বা শীর্ষক ভাজক কলা (Apical meristem) ঃ উদ্ভিদের বর্ধিষ্ণু তীক্ষাগ্রে যেমন কাণ্ড, মূল এবং শাখা-প্রশাখা ও পাতার অগ্রভাগে যে ভাজক কলা থাকে তাকে অগ্রস্থ বা শীর্ষক ভাজক কলা বলে (চিত্র 2.2)।

2.3.4.2 নিবেশিত ভাজক কলা (Intercalary meristem) : পরিণত কলার মাঝে যে ভাজক কলা থাকে তাকে নিবেশিত ভাজক কলা বলে। যেমন বহু একবীজপত্রী ঘাসের পর্বমধ্যের নিচের দিকে এবং পাইনাস *(Pinus)*-এর পত্রমূলে নিবেশিত ভাজক কলা দেখা যায়। এই ভাজক কলার প্রধান কাজ হল উদ্ভিদ অঙ্গের সামগ্রিক বৃদ্ধি ঘটানো (চিত্র 2.2)।



(a)

চিত্র নং- 2.2 : ভাজক কলার অবস্থানের রেখাচিত্র।
(a) বিটপের লম্বচ্ছেদ (b) ক-এর চিহ্নিত চিত্রের প্রস্থচ্ছেদ।

2.3.4.3 পার্শ্বীয় ভাজক কলা (Lateral meristem) :

দ্বিবীজপত্রী প্রকৃতির গুপ্তবীজী ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ডের পার্শ্বদেশে যে ভাজক কলা থাকে তাকে পার্শ্বীয় ভাজক কলা বলে। পার্শ্বীয় ভাজক কলা কাণ্ড ও মূলের সীমারেখার সঙ্গে সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত থাকে। পার্শ্বীয় ভাজক কলার কোষগুলি প্রধানত একটিমাত্র তলে বিভাজিত হয়ে গৌণ কলা গঠন করে মূল ও কাণ্ডের পরিধির বৃদ্ধি ঘটায়। যেমন নালিকা বাণ্ডিলের অন্তর্গত ক্যাম্বিয়াম (cambium) এবং ফেলোজেন (phellogen) বা কর্ক (cork) ক্যামবিয়াম (চিত্র 2.2)।

2.3.5 উদ্ভিদদেহে উৎপত্তি অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ :

2.3.5.1 প্রাথমিক ভাজক কলা (Primary meristem) : উদ্ভিদদেহে আদি কোষ থেকে যে ভাজক কলার উৎপত্তি হয় এবং উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ গঠন করে তাকে প্রাথমিক ভাজক কলা বলে। ভ্রূণ-কোষ থেকে গঠিত প্রাথমিক ভাজক কলার কোষগুলি উদ্ভিদদেহে আমৃত্যুকাল বিভাজনক্ষম থাকে।

প্রান্তলিপি-1: উদ্ভিদদেহের নতুন অঙ্গসমূহের উৎপত্তির বুনিয়াদ শুরু হয় আদি ভাজক কলা থেকে। আদি ভাজক কলার অঞ্চল কতকগুলি প্রারম্ভিক কোষ ও উদ্ভূত কোষ দিয়ে গঠিত। যখনই আদি ভাজক কলার কোষগুলির চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের পরিবর্ত্তন ঘটে তখন আর কোষগুলি আদি ভাজক কলা থাকে না, তখন তাদের ভাজক কলা বলা হয়।

2.3.5.2 গৌণ ভাজক কলা (Secondary meristem) : বিভেদিত, স্থায়ী কলা থেকে উৎপন্ন ভাজক কলাকে গৌণ ভাজক কলা বলে। যেমন ফেলোজেন বা কর্কক্যাম্বিয়াম ও অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম। গৌণ ভাজক কলা উদ্ভিদের গৌণ বৃদ্ধি ঘটায় এবং সংরক্ষণ ও ক্ষতস্থান সংস্কারে সাহায্য করে।

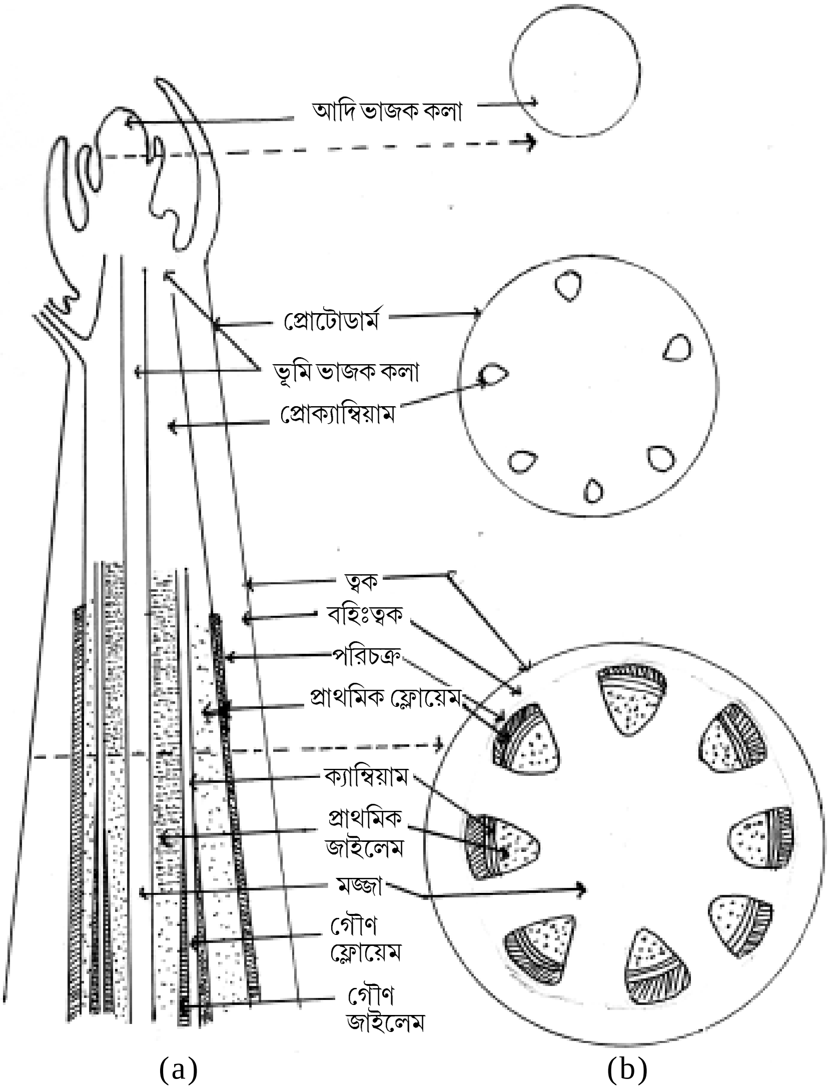
2.3.6 উদ্ভিদদেহে কার্য অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ :

2.3.6.1 প্রোটোডার্ম (Protoderm) : অগ্রস্থ ভাজক কলার অথবা প্রাথমিক ভাজক কলার সর্বাপেক্ষা বাইরের স্তরকে প্রোটোডার্ম বলে (চিত্র 2.3)। এই স্তরের অন্তর্গত কোষগুলি যখন অরীয়-বিভাজনের ফলে উদ্ভিদের ত্বক গঠন করে অথবা স্পর্শকভাবে বিভাজিত হয়ে বহুস্তরী ত্বক গঠন করে (যেমন বট, আসাম রবার পাতার উর্দ্ধত্বক, করবী পাতার ঊর্দ্ধ ও নিম্নত্বক) তখন তাকে প্রোটোডার্ম বলে। (চিত্র 2.3)।

2.3.6.2 প্রোক্যাম্বিয়াম (Procambium) : অগ্রস্থ ভাজক কলার অথবা প্রাথমিক ভাজক কলার লম্বাটে ক্রমসূক্ষ্ম কোষগুলি যখন প্রাথমিক সংবহন কলা গঠন করে তখন তাকে প্রোক্যাম্বিয়াম বলে। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে প্রোক্যাম্বিয়াম বলয়াকারে বিন্যস্ত থাকে। প্রতিটি প্রোক্যাম্বিয়ামগুচ্ছ ক্যাম্বিয়ামসহ এক একটি নালিকা বাণ্ডিল সৃষ্টি করে। একবীজ পত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে প্রোক্যাম্বিয়াম ভূমি-ভাজক কলাতে ইতস্তত বিক্ষিপ্ত থাকে (চিত্র 2.3)। উদ্ভিদের কাণ্ডে অনেকগুলি প্রোক্যাম্বিয়ামগুচ্ছ থাকে কিন্তু মূলে একটিমাত্র প্রোক্যাম্বিয়াম গুচ্ছ বর্তমান।

2.3.6.3 মৌলিক অথবা ভূমি ভাজক কলা অথবা গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম (Ground meristem) :

প্রোটোডার্ম ও প্রোক্যাম্বিয়াম বাদে প্রাথমিক ভাজক কলার বাকি অংশকে মৌলিক বা ভূমি ভাজক কলা বলে। এই ভাজক কলা উদ্ভিদের বহিঃস্তর, মজ্জাংশ ও মজ্জা গঠন করে (চিত্র 2.3)।


আদি ভাজক কলা
প্রোটোডার্ম
ভূমি ভাজক কলা
প্রোক্যাম্বিয়াম
ত্বক
বহিঃত্বক
পরিচক্র
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
ক্যাম্বিয়াম
প্রাথমিক জাইলেম
মজ্জা
গৌণ ফ্লোয়েম
গৌণ জাইলেম
(a)
(b)

চিত্র নং- 2.3 : কাণ্ডের বিভিন্ন অংশে ভাজক কলার ক্রম পৃথকীকরণ এর রেখাচিত্র। (a) লম্বচ্ছেদ, (b) a-এর চিহ্নিত চিত্রের অনুধর্মী প্রস্থচ্ছেদ।

2.3.7 উদ্ভিদদেহে কোষ বিভাজনের তল অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ :

2.3.7.1 পুঞ্জীভূত ভাজক কলা (Mass meristem) : যখন ভাজক কলার কোষগুলি তিন বা তার বেশি তলে বিভাজিত হয় এবং অনিয়তভাবে বিন্যস্ত কোষপুঞ্জ গঠন করে তখন তাকে পুঞ্জীভূত ভাজক কলা বলে। যেমন বহু বর্ধনশীল ভ্রূণের প্রথম দশাগুলি ও পরিস্ফুটনরত রেণুস্থলী।

2.3.7.2 চেটাল ভাজক কলা (Plate meristem) : যখন ভাজক কলার কোষগুলি দুটি তলে বিভাজিত হয়ে চেটাল প্রকৃতির হয় তখন উদ্ভিদ অঙ্গগুলি আয়তনে প্লেটের মত বা চেটাল ভাবে বৃদ্ধি পায়। এক স্তরবিশিষ্ট চেটাল ভাজক কলা থেকে ত্বক গঠন হয়।

2.3.7.3 পর্শুকা ভাজক কলা (Rib meristem) :

যখন ভাজক কলার কোষগুলি একটিমাত্র তলে বিভাজিত হয় তখন কোষের সারি বা স্তম্ভ গঠন করে। এর ফলে উদ্ভিদ অঙ্গগুলি লম্বায় বৃদ্ধি পায়। এই ধরনের ভাজক কলা বর্ধনশীল মূলের ও কাণ্ডের মজ্জা বা পিথ ও কর্টেক্সে (pith and cortex) দেখা যায়।

প্রান্তলিপি- 2

ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

- ভাজক কলা
  - অবস্থান অনুযায়ী
    - ১। অগ্রস্থ বা শীর্ষক
    - ২। নিবেশিত
    - ৩। পার্শ্বীয়
  - উৎপত্তি অনুযায়ী
    - ১। প্রাথমিক
    - ২। গৌণ
  - কার্য অনুযায়ী
    - ১। প্রোটোডার্ম
    - ২। প্রোক্যাম্বিয়াম
    - ৩। ভূমি বা মৌলিক ভাজক
  - কোষ বিভাজন তল অনুযায়ী
    - ১। পুঞ্জীভূত
    - ২। চেটাল
    - ৩। পর্শুকা

অনুশীলনী— 1

একক 2.4-এ ভাজক কলা সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য দেওয়া হলো। এগুলি ঠিক মত অনুধাবন করতে পেরেছেন কিনা তা বুঝতে পারবেন যদি নিচের অনুশীলনীগুলি সমাধান করতে পারেন :

A. শূন্যস্থান পূরণ করুন :

বিভাজনক্ষম কোষ সমষ্টিকে.................বলে। এই কলায়.................থাকে না। কোষ প্রাচীর ....হয়, নিউক্লিয়াস ....হয়। এই কলা উদ্ভিদের অগ্রস্থ ....অঞ্চলে থাকে এবং বহিঃস্তরে..........রূপে থাকে এবং নালিকা বাণ্ডিলে.....................রূপে থাকে।

B. 1 ও 2 নং স্তম্ভ মিলিয়ে দেখুন :

1	2
(a) অগ্রস্থ ভাজক কলা	(i) প্রারম্ভিক কোষ
(b) প্রাথমিক ভাজক কলা	(ii) ত্বক গঠন
(c) পার্শ্বস্থ ভাজক কলা	(iii) মজ্জা
(d) প্রোক্যাম্বিয়াম	(iv) ক্ষতস্থান সংস্কার
(e) নিবেশিত ভাজক কলা	(v) বর্ধিষ্ণু তীক্ষাগ্র
(f) প্রোটোডার্ম	(vi) অক্ষের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি
(g) গৌণ ভাজক কলা	(vii) প্রাথমিক সংবহন কলা
(h) পুঞ্জীভূত ভাজক কলা	(viii) কোষের স্তম্ভ গঠন
(i) ভূমি ভাজক কলা	(ix) পরিস্ফুটনরত রেণুস্থলী
(j) পর্শুকা ভাজক কলা	(x) দুটি তলে বিভাজিত
(k) আদি ভাজক কলা	(xi) আমৃত্যুকাল বিভাজনক্ষম
(l) চেটাল ভাজক কলা	(xii) ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম

2.4 স্থায়ী কলা (Permanent tissue)

যে সকল কলার কোষগুলি বিভাজনে অক্ষম এবং পূর্ণতাপ্রাপ্ত তাদের স্থায়ী কলা বলে। তাই স্থায়ী কলার কোষ নির্দিষ্ট আকারের ও আয়তনের হয়। ভাজক কলা থেকে স্থায়ী কলা উদ্ভূত হয়। যদিও স্থায়ী কলা সাধারণভাবে বিভাজনে অক্ষম তবু পরবর্তীকালে বিভাজনক্ষম হয়ে উঠতে পারে। স্থায়ীকলার কোষ সজীব বা নির্জীব হতে পারে। কোষ প্রাচীর পাতলা বা স্থূল হতে পারে। পাতলা কোষ প্রাচীরে সেলুলেজ ও পেকটিন থাকে এবং স্থূল কোষ প্রাচীরে বিভিন্ন উপাদান থাকে ও অলঙ্করণ সৃষ্টি হয়। কলা গঠনকারী কোষগুলির প্রকৃতি অনুসারে স্থায়ী কলাকে প্রধানত তিন ভাগে ভাগ করা হয়—সরল কলা, জটিল কলা ও বিশিষ্ট কলা।

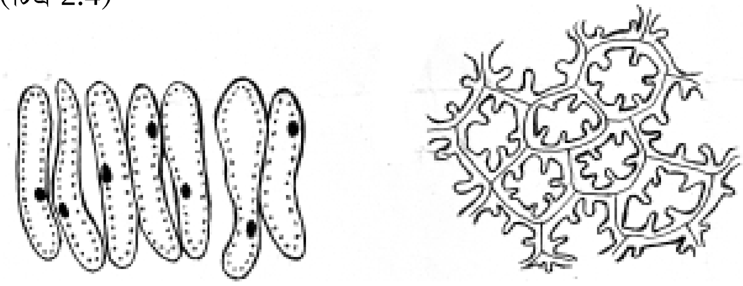
2.4.1 সরল কলা :

সরল কলা সমসত্ত্ব হয়। কারণ একই প্রকার কোষ উপাদান দিয়ে গঠিত এবং এদের সাধারণ কার্য এক। সরল কলা তিন রকমের হয়—প্যারেনকাইমা, কোলেনকাইমা ও স্কেলেরেনকাইমা। এখানে উল্লেখ করা যায় যে যে ধরণের কোষ দিয়ে কলার সৃষ্টি, ঐ কোষের নামানুসারে ঐ কলার নামকরণ হয়ে থাকে।

2.4.1.1 প্যারেনকাইমা (Parenchyma) : এই স্থায়ী সরল কলার কোষ পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট ও সজীব। প্যারেনকাইমা কোষ বিভাজন ক্ষমতা বজায় রাখে। তাই ক্ষতস্থানে গুরুত্বপূর্ণ পুনরুৎপাদনের কাজে লাগে। এই

কলার কোষ বিভিন্ন প্রকারের আকৃতি সম্পন্ন এবং বিভিন্ন শারীরবৃত্তীয় কার্য সম্পাদন করে। যেমন— অগ্রজ ভাজক কলা (apical meristem), কর্টেক্স (cortex), মজ্জা (pith) ইত্যাদি। এই কলার রকমগুলি হলো—

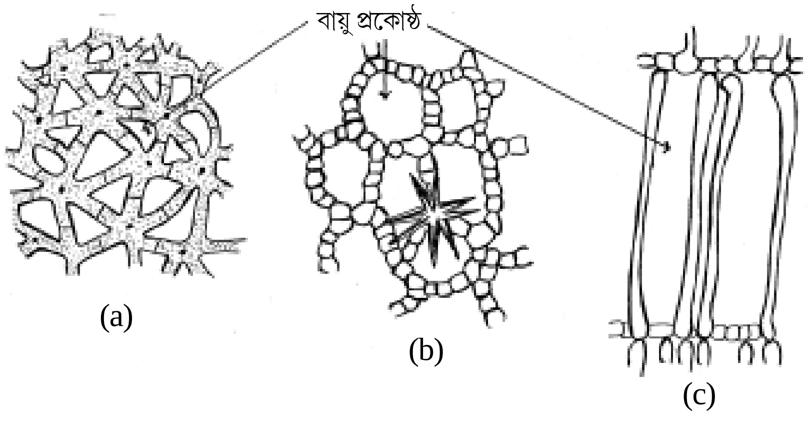
(a) ক্লোরেনকাইমা (Chlorenchyma) : যে প্যারেনকাইমা কলার কোষগুলিতে পর্যাপ্ত পরিমাণে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে এবং সালোকসংশ্লেষে অংশ গ্রহণ করে তাকে ক্লোরেনকাইমা কলা বলে। যেমন— বহুতলবিশিষ্ট, সমব্যাসীয়, গোলাকার বা দীর্ঘায়িত প্যালিসেড্ কলা (উদ্ভিদ পাতা) এবং খণ্ডিত স্পঞ্জী কলা (উদ্ভিদ পাতা)। (চিত্র 2.4)



চিত্র নং- 2.4 : ক্লোরেনকাইমা কলা। (a) প্যালিসড ক্লোরেনকাইমা; (b) খণ্ডিত স্পঞ্জি ক্লোরেনকাইমা

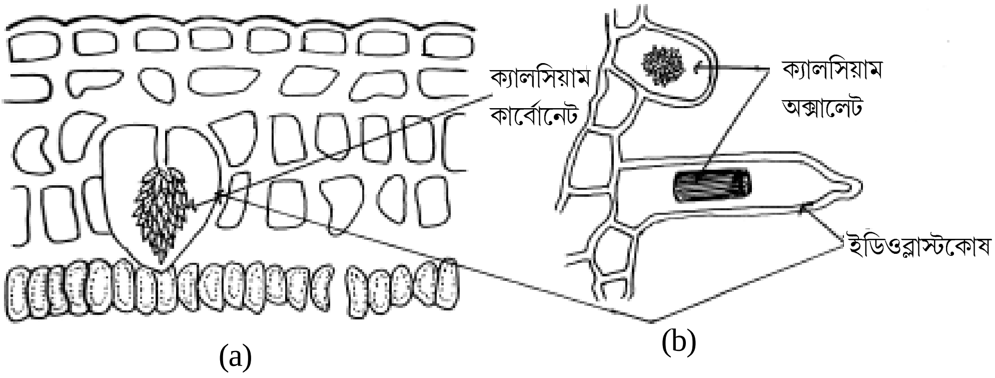
(b) প্রোজেনকাইমা (Prosenchyma) : যে প্যারেনকাইমা কলার কোষ দীর্ঘায়িত হয় এবং তার দুই প্রান্ত ক্রমসূক্ষ্ম হয় তাকে প্রোজেনকাইমা বলে।

(c) এরেনকাইমা (Aerenchyma) : অনেক জলজ উদ্ভিদের প্যারনেকাইমা কলায় বড় আকারের কোষান্তর স্থান দেখা যায়। এই বৃহদাকার কোষান্তর স্থানগুলি বা বায়ু অবিচ্ছিন্ন সংযোগরক্ষাকারী তন্ত্ররূপে কাজ করে। এই তন্ত্রটির মধ্য দিয়ে বায়ু চলাচল করে এবং সঞ্চিত বায়ু জলজ উদ্ভিদের ভাসন-ক্ষমতা দেয় এবং জলজ পরিবেশের যান্ত্রিক পীড়ন (stress) সহ্য করতে সাহায্য করে। (চিত্র 2.5)

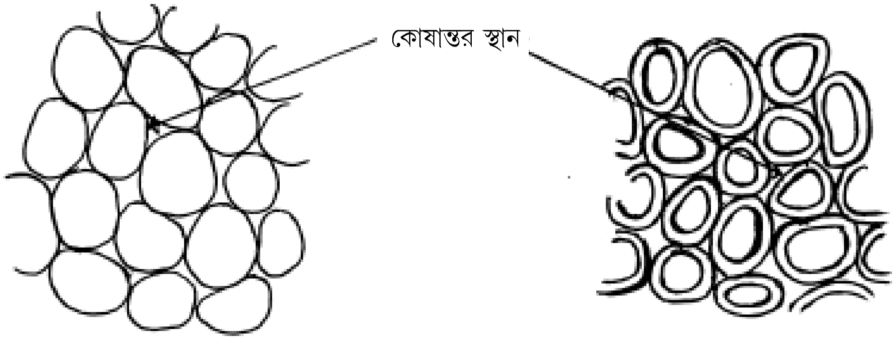


চিত্র নং- 2.5 : এরেনকাইমা কলা। (a), (b), (c) বিভিন্ন রকমের এরেন কাইমা।

(d) ইডিওব্লাষ্ট (Idioblast) : সাধারণ প্যারেনকাইমা কোষ থেকে কার্য ও আকৃতিতে আলাদা এই কোষ নানান রকমের উৎপন্ন কঠিন ও তরল বর্জ্য দ্রব্য সঞ্চয় করে রাখে। যেমন বটপাতার ত্বকে খনিজ কেলাস (চিত্র 2.6)। সাধারণত প্যারেনকাইমা কোষে পাতলা প্রাচীর থাকে যা সেলুলোজ দিয়ে তৈরি। কোন কোন কোষ প্রাচীরে অতিরিক্ত হেমিলেসুলোজ সঞ্চয়ের ফলে প্রাচীর স্থূল হয় যেমন খেজুর বা গাব জাতীয় উদ্ভিদের সস্য কলায় দেয়া যায় (চিত্র 2.7)।


ক্যালসিয়াম
কার্বোনেট
ক্যালসিয়াম
অক্সালেট
ইডিওব্লাস্টকোষ
(a)
(b)

চিত্র নং- 2.6 : ইডিওব্লাষ্ট কোষ। (a), (b) বিভিন্ন রকমের ইডিওব্লাষ্ট কোষ



চিত্র নং- 2.7 : প্যারেনকাইমা কলা (a) পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট; (b) স্থুল প্রাচীর বিশিষ্ট

কিছু কোষে লিগনীভবন হয় যেমন গৌণ জাইলেম প্যারেনকাইমা যান্ত্রিক আঘাত প্রাপ্ত কোষে কোষ প্রাচীর স্থূল হয়। প্যারেনকাইমা কলার অন্যতম কাজ হল শ্বেতসার, প্রোটিন ও স্নেহপদার্থ জাতীয় খাদ্যবস্তু সঞ্চয় করা, যেমন— ভূনিম্নস্থ মূল, ফল, বীজ। প্যারেনকাইমা কলা প্রাথমিক উদ্ভিদ দেহের প্রোটোডার্ম ও ভূমি ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়। প্রাথমিক সংবহন কলা তন্ত্রের সঙ্গে যুক্ত প্যারেনকাইমা প্রোক্যাম্বিয়ান থেকে এবং গৌণ সংবহন কলাতন্ত্রের সঙ্গে যুক্ত প্যারেনকাইমা প্রোক্যাম্বিয়াম থেকে নালিকা বাণ্ডিল ফ্যাসিকুউলার ক্যাম্বিয়াম থেকে উৎপন্ন হয়। গৌণ প্যারেনকাইমা যা ক্ষত স্থান বা ফেলোডার্ম তৈরি করে তা ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম থেকে উৎপন্ন হয়।

প্যারেনকাইমা কলা উদ্ভিদ পাতায় প্যালিসেড কলা হিসাবে খাদ্য তৈরী, জাইলেম ও ফ্লোয়েমকলার মধ্যে জলের ও খাদ্যের সংবহনে, উৎপন্ন কঠিন ও তরল বর্জ্য দ্রব্য সঞ্চয়ে, জলজ উদ্ভিদের ভাসন-ক্ষমতা ও জলজ পরিবেশের যান্ত্রিক পীড়ন সহ্য করতে, স্ফীত কন্দ, মূল, নানান ফল ও বীজের খাদ্যবস্তু সঞ্চয়ে, উদ্বায়ু তৈল, মধু ইত্যাদি নিঃসৃত, নানান কলার উপরিভাগে কিউটিক্যাল তৈরীতে, ক্ষতস্থান পূরণে এইরূপ নানাবিধ কাজে উদ্ভিদদেহের অতি প্রয়োজনীয় কলা।

2.4.1.2 কোলেনকাইমা (Collenchyma) : এই স্থায়ী সরল কলা সেই সব কোষ দিয়ে তৈরি যার স্থূল প্রাথমিক প্রাচীর লিগনিন বিহীন, দীর্ঘায়িত ও সজীব। এই কোলেনকাইমা উদ্ভিদের অবলম্বন কলা। একবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে ও মূলে কোলেনকাইমা কলা থাকে না। কোলেনকাইমা কোষ প্যারেনকাইমার মত বিভাজনক্ষম। কোষান্তর স্থান থাকতে বা নাও থাকতে পারে। যখন ভাজক কলায় পৃথকীকরণ শুরু হয় তখন প্রোক্যাম্বিয়াম থেকে কোলেনকাইমার উৎপত্তি ঘটে। কোলেনকাইমা কলার কোষগুলি বিভিন্ন আকৃতির। যেমন—বেলনাকার বা সুঁচালো প্রান্তসহ তন্তুর মত, অথবা প্রিজমের (prism) মত। কোষ প্রাচীরে প্রাথমিক কূপ ক্ষেত্র থাকে। কোষ প্রাচীর সেলুলোজ, হেমিসেলুলোজ ও পেকটিক্ উপাদান দিয়ে তৈরি। কোষ প্রাচীরের স্থূলীকরণ অনুযায়ী কোলেনকাইমা তিন রকমের হয়—কৌণিক (angular), রন্ধ্রাকৃতি বা নলাকৃতি (tubular) ও স্তরীভূত (lamellar)।

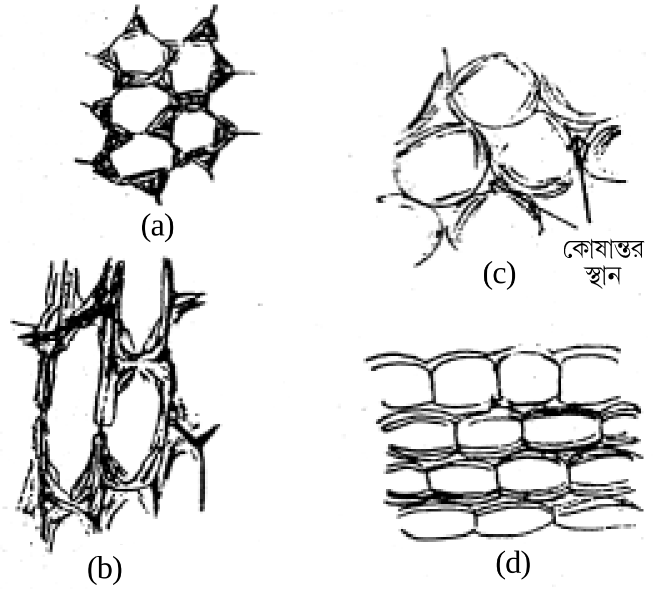
(a) কৌণিক কোলেনকাইমা : এই কোলেনকাইমা কলার কোষের কোণাগুলিতে প্রাচীরের স্থূলীকরণ সীমাবদ্ধ থাকে। এই প্রকার স্থূলীকরণের জন্য কোষান্তর স্থান থাকে না। যেমন—আলুর কাণ্ডে [চিত্র 2.8 (a) এবং (b)]।

(b) রন্ধ্রাকৃতি বা নলাকৃতি কোলেনকাইমা : এই কলার কোষ প্রাচীরের স্থূলীকরণ কোষান্তর স্থান সংলগ্ন প্রাচীরে সীমাবদ্ধ থাকে। তাই এই প্রকার কোষে কোষান্তর স্থান থাকে। যেমন—আকন্দ জাতীয় উদ্ভিদের পত্রবৃন্তে এবং কাণ্ডে (চিত্র 2.8c)।

(c) স্তরীভূত বা পাত-আকৃতির কোলেনকাইমা : এই কলার কোষের কৌণিক কোলেনকাইমার মত কোষান্তর স্থান থাকে না। কারণ কোষের অরীয় প্রাচীরের অপেক্ষা স্পর্শনীপ্রাচীরে খুব বেশি পরিমাণে ও নির্দিষ্ট স্তরে কোষপ্রাচীরের স্থূলীকরণ হয়। যেমন—সামবুকাস (*Sambucus*) এবং রামনাস (*Rhamnus*) প্রজাতির কাণ্ডে (চিত্র 2.8d)।

কোলেনকাইমা ত্বকের নীচে অবিচ্ছিন্ন অথবা বিচ্ছিন্নভাবে উপস্থিত থাকে। অনেক কাণ্ডের অন্তঃ ও

বহিঃস্তরে কোলেনকাইমা থাকে। কোলেনকাইমা কলা পাতার শিরা-উপশিরার দুই দিকে এবং কিনারায় পাওয়া যায়। কোলেনকাইমার কাজ হল উদ্ভিদের বর্ধনশীল অঙ্গগুলিকে যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করে এবং ক্লোরোপ্লাস্টের উপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষে অংশ গ্রহণ করে।



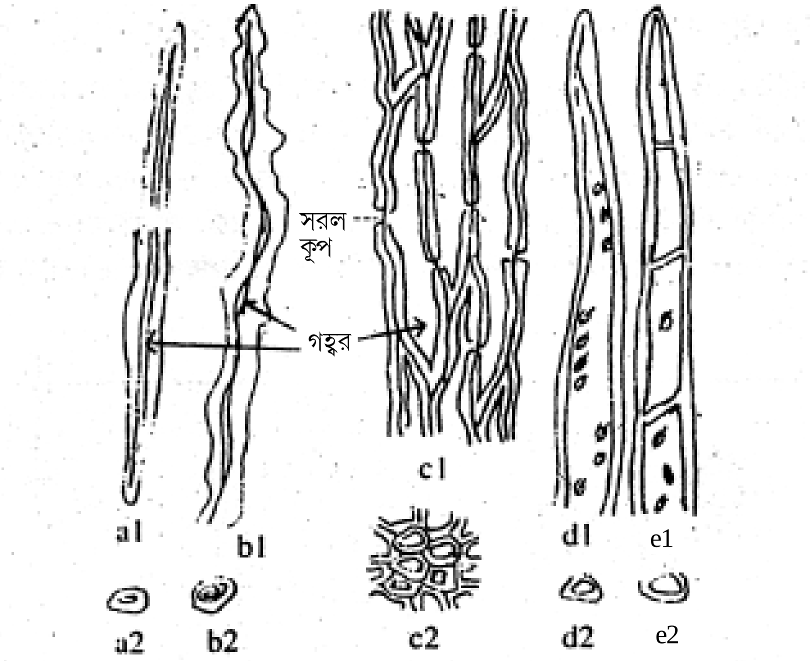
চিত্র নং- 2.8 : কোলেনকাইমা কলা
(a) কৌণিক কোলেনকাইমা-প্রস্থচ্ছেদ;
(b) কৌণিক কোলেনকাইমা-লম্বচ্ছেদ;
(c) রন্ধ্রাকৃতি কোলেনকাইমা-প্রস্থচ্ছেদ;
(d) স্তরীভূত কোলেনকাইমা-প্রস্থচ্ছেদ।

2.4.1.3 স্ক্লেরেনকাইমা (Sclerenchyma) : এই স্থায়ী সরল কলার কোষ প্রাচীর লিগনিফিকেশন-এর দরুন অত্যধিক পরিমাণে স্থূল ও কঠিন। সমগ্র কোষ প্রাচীর সমানভাবে স্থূল হয়। স্ক্লেরেনকাইমা কোষ স্থিতিস্থাপক এবং স্বল্প গহ্বর বিশিষ্ট। যদিও স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু এবং দুই খর্ব, সমব্যাসীয় বা অসম প্রকৃতির স্ক্লেরাইড (sclereids) বা স্ক্লেরোটিক (sclerotics) কোষ। এই কোষগুলির প্রোটোপ্লাস্ট বিনষ্ট হলে মৃত কোষে পরিণত হয়।

2.4.1.3.1 স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু : এই তন্তু ভূমি ভাজক কলা এবং প্রোটোডার্ম থেকে উৎপন্ন হয়। এই তন্তুর আকৃতি প্রেজেনকাইমার মত। প্রস্থ অপেক্ষা অনেক বেশি দীর্ঘ এবং সুঁচালো প্রান্তবিশিষ্ট (চিত্র 2.9)। গৌণকোষ প্রাচীরের স্থূলীকরণ লিগনিন্‌যুক্ত ও সর্বত্র সমান। কোন কোন তন্তুর প্রাচীর লিগনিন্‌বিহীন ও শুধুমাত্র সেলুলেজযুক্ত হয়। যেমন—তিসি উদ্ভিদের তন্তু। এদের কোষপ্রাচীরে কূপ থাকে। উদ্ভিদ দেহে স্ক্লেরেনকাইমার অবস্থানের ভিত্তিতে দুই ভাগে ভাগ করা যায়—এক কাষ্ঠল বা জাইলারী বা অন্তঃজাইলারী তন্তু (wood fibre) এবং দুই জাইলেম বহির্ভূত তন্তু বা বাষ্ট তন্তু (bast fibre)।

A. কাষ্ঠল তন্তু (Wood fibre) : এই তন্তু জাইলেম কলার সাথে যুক্ত থাকে এবং একই ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়। কাষ্ঠল তন্তু কোষে লিগনিন্‌যুক্ত আদর্শ গৌণ প্রাচীর থাকে। জাইলেম ট্র্যাকীড কোষের কোষপ্রাচীরে যখন স্থূলত্ব বৃধি পায়, দৈর্ঘ্য হ্রাস পায় এবং সপাড় কূপগুলি সরল আকৃতির হয়, তখন জাইলেম তন্তুর উৎপত্তি হয়। কোষপ্রাচীরের স্থূলত্ব ও কূপের প্রকার ভেদে দু-রকমের তন্তু হয়। যেমন—তন্তু ট্র্যাকিড (fibre-tracheids) ও লিব্রিফর্ম তন্তু (libriform fibres)।

(i) তন্তু ট্র্যাকিড (Fibre tracheids) : এর কোষ প্রাচীরের স্থূলত্ব মধ্যম প্রকৃতির। কূপগুলি সপাড় এবং ক্ষুদ্র। কূপ নালীগুলি খুব ছোট কিন্তু সুস্পষ্ট। (চিত্র 2.9d)



চিত্র নং- 2.9 : স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু

a1, b1 - লিব্রিফর্ম তন্তু-লম্বচ্ছেদ;

a2, b2 - লিব্রিফর্ম তন্তু-প্রস্থচ্ছেদ;

c1 - সরল কূপাঙ্কিত, স্থূলীকরণ ও সংবদ্ধ প্রান্তভাগ সহ স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু-লম্বচ্ছেদ

c2 - স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু-র প্রস্থচ্ছেদ।

d1 - আদর্শ তন্তু ট্র্যাকীড-লম্বচ্ছেদ

d2 - এর প্রস্থচ্ছেদ

e1 - ব্যবধায়কী বিশিষ্ট তন্তু ট্র্যাকীড-লম্বচ্ছেদ

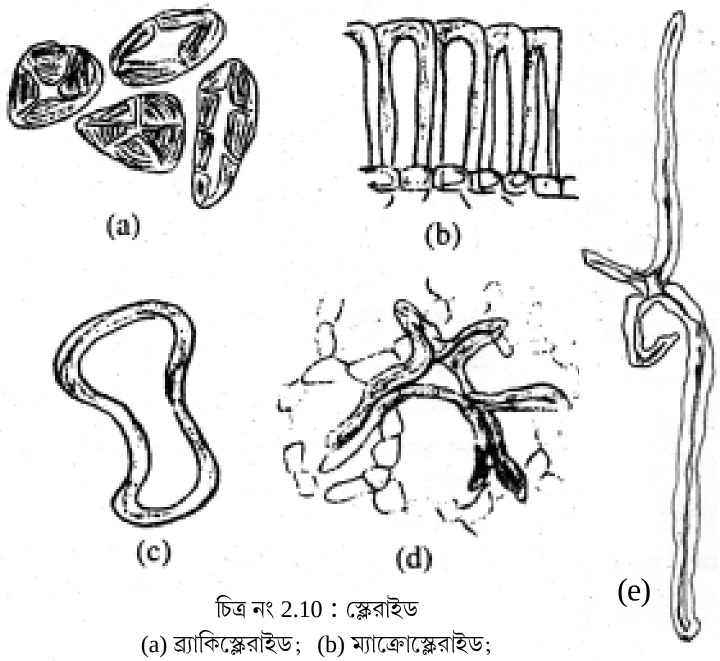
e2 - এর প্রস্থচ্ছেদ।

(ii) লিব্রিফর্ম তন্তু (Libriform fibres) : এই তন্তুগুলি কাষ্ঠল তন্তু থেকে লম্বা ও সরু এবং কোষ প্রাচীর অত্যন্ত স্থূল। কূপগুলি সরল প্রকৃতির। কূপ-কক্ষ হ্রাস পায়। কূপ নালী লম্বা ও চিড় ধরা। (চিত্র 2.9a এবং b)

B. জাইলেম বহির্ভূত তন্তু বা বাষ্ট তন্তু (Bast fibre) : এই তন্তুগুলি উদ্ভিদের জাইলেম কলা ব্যতীত অন্যান্য স্থানে পাওয়া যায়। যেমন উদ্ভিদের বহিঃস্তরে, ফ্লোয়েমে এবং একবীজপত্রী উদ্ভিদের ভাসকুলার তন্তুতে। এই তন্তুগুলি খুব লম্বা এবং মাকুর মত দেখতে (চিত্র 2.9)। এদের প্রান্তগুলি ভোঁতা অথবা শাখান্বিত হয়। প্রাথমিক জাইলেম বহির্ভূত তন্তু গৌণ জাইলেম-বহির্ভূত তন্তু থেকে বেশি লম্বা হয়। কোষ প্রাচীর লিগনিন্ যুক্ত অথবা লিগনিন্ বিহীন হতে পারে। প্রাচীরের কূপগুলি সরল অথবা সপাড় হতে পারে।

স্ক্লেরেনকাইমা কলা উদ্ভিদ দেহে দৃঢ়তা প্রদান করে এবং পরিবেশের পীড়ন ও চাপ থেকে রক্ষা করে। স্ক্লেরেনকাইমা তন্তুর অর্থনৈতিক গুরুত্ব প্রভূত। যেমন—পাট, রেমি, শণ, মেস্তা, তিসি ইত্যাদির তন্তু।

2.4.1.3.2 স্ক্লেরাইড (Sclereids) : এই সমস্ত কোষ সমব্যাসীয় অথবা অসমব্যসীয়। স্ক্লেরাইড কোষ স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু থেকে দৈর্ঘে অনেক ছোট। গৌণ প্রাচীর স্থূল, লিগনিন্‌যুক্ত এবং শক্ত, কোষ প্রাচীরের স্থূলত্ব সব স্থানে সমান নয়। কোষ প্রাচীরে লিগনিন্ ব্যতীত সুবেরিন ও কিউটিন থাকে এবং অসংখ্য সরল কূপ থাকে। কূপগুলিতে শাখায়িত নালি থাকে। স্ক্লেরাইড কোষে প্রোটোপ্লাস্ট থাকতে বা নাও থাকতে পারে। যেহেতু কোষ প্রাচীর খুব শক্ত তাই স্ক্লেরাইডকে প্রস্তর কোষ (stone cells) বলে। (চিত্র 2.10)



চিত্র নং 2.10 : স্ক্লেরাইড
(a) ব্র্যাকিস্ক্লেরাইড; (b) ম্যাক্রোস্ক্লেরাইড;
(c) অসটিওস্ক্লেরাইড; (d) অ্যাস্ট্রোস্ক্লেরাইড; (e) ট্রাইকোস্ক্লেরাইড

স্ক্লেরাইড কোষ ব্যক্তিবীজী ও দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের বহিঃস্তরে ও মজ্জায় একক বা দলবদ্ধ ভাবে পাওয়া যায়। কিছু উদ্ভিদের পাতায়ও স্ক্লেরাইড দেখা যায়। এছাড়া ফল ও বীজের মধ্যেও স্কেলেরাইড পাওয়া যায়। স্ক্লেরাইডএর আকৃতি ও আয়তন অনুযায়ী এগুলি সাধারণতঃ পাঁচরকমের হয়। (চিত্র 2.5b, 2.10)

(a) ব্র্যাকিস্ক্লেরাইড (Brchysclereids) : আকৃতি প্যারেনকাইমা কোষের মত, খর্ব, সমব্যাসীয়। যেমন—দারুচিনির কাণ্ডের বহিঃস্তরে, আপেল, পেয়ারা, ন্যাস্‌পাতি ফলের নরম শাঁসালো অংশে দেখা যায়।

(b) ম্যাক্রোস্ক্লেরাইড (Macrosclereids) : আকৃতি দণ্ডাকার বা স্তম্ভাকার। যেমন—মুগ, মটর বীজের বীজত্বকে ত্বকীয় স্তর গঠন করে।

(c) অসটিওস্ক্লেরাইড (Osteosclereids) : আকৃতি অস্থির বা পিপার মত, যার দুই প্রান্ত স্ফীত। যেমন—মটর বীজের বীজত্বকে পাওয়া যায়।

(d) অ্যাস্ট্রোস্ক্লেরাইড (Astrosclereids) : আকৃতি তারার মত, অসমভাবে শাখান্বিত। যেমন—চা, পদ্ম, শালুক পাতার ডাঁটার কোষে দেখা যায়।

(e) ট্রাইকোস্ক্লেরাইড (Trichosclereids) : আকৃতি লম্বাটে, প্রাচীরবিশিষ্ট ও শাখান্বিত। যেমন—জলজ উদ্ভিদের পত্র বৃন্তে olea-এর পত্রে থাকে।

উদ্ভিদ দেহের সব অঙ্গে স্ক্লেরাইডগুলি ব্যাপকভাবে বিস্তার করে।

2.4.2 জটিল কলা (Complex tissues) :

সরল কলা একই রকম কোষ উপাদান দিয়ে তৈরি কিন্তু জটিল কলা বিভিন্নপ্রকার কোষ দিয়ে গঠিত। ফলে অসমসত্ত্ব। জটিল কলা দু-রকমের হয়—জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলা। এই দুটি জটিল কলাকে সংবহন কলা বলে কারণ উদ্ভিদ দেহে জাইলেম কলা জল ও খাদ্য উপাদান সংবহন করে এবং ফ্লোয়েম সংশ্লেষিত খাদ্য সংবহন করে। এই দুটি জটিল কলা একসঙ্গে উদ্ভিদের নালিকা বাণ্ডিল (vascular bundle) তৈরি করে।

2.4.2.1 জাইলেম (Xylem) কলা : এই জটিল কলা বিভিন্ন প্রকৃতির কোষ দিয়ে তৈরি। সব থেকে গুরুত্বপূর্ণ কোষ উপাদান হল মৃত কোষ-ট্র্যাকীয়ারী। অন্যান্য কোষগুলি হল সজীব যেমন জাইলেম প্যারেনকাইমা এবং কাষ্ঠ তন্তু। প্রাথমিক জাইলেম প্রোক্যাম্‌বিয়াম ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়ে উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহে থাকে। পরিস্ফুটনের শুরুতেই যে জাইলেম কলা উৎপন্ন হয় তাকে প্রোটোজাইলেম (Protoxylem) বলে। এই প্রোটোজাইলেম উদ্ভিদের প্রাথমিক সংবহনতন্ত্রে একটি বিশেষ স্থানে অবস্থিত। কাণ্ডের মজ্জার দিকে প্রোটোজাইলেম অবস্থিত থাকে এবং বাইরের দিকে বা পরিধির দিকে থাকে মেটাজাইলেম (metaxylem)। এই প্রকার অবস্থানকে এণ্ডার্ক (endarch) আর মূলের ক্ষেত্রে পরিচক্রের দিকে প্রোটোজাইলেম এবং কেন্দ্রের দিকে মেটাজাইলেম থাকে তাই এই অবস্থাকে একসার্ক (excarch) বলে। পরিস্ফুটনের শেষ দশায় যে জাইলেম কলা উৎপন্ন হয় তাকে মেটাজাইলেম (metaxylem) বলে। এটি উদ্ভিদের প্রাথমিক সংবহনতন্ত্রে একটি বিশেষ স্থানে থাকে। যেমন—কাণ্ডের পরিচক্রের দিকে ও মূলের মজ্জার দিকে। গৌণ জাইলেম উদ্ভিদের গৌণ বৃদ্ধির সময় নালিকা বাণ্ডিলের অন্তর্গত ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম থেকে উৎপন্ন হয়।

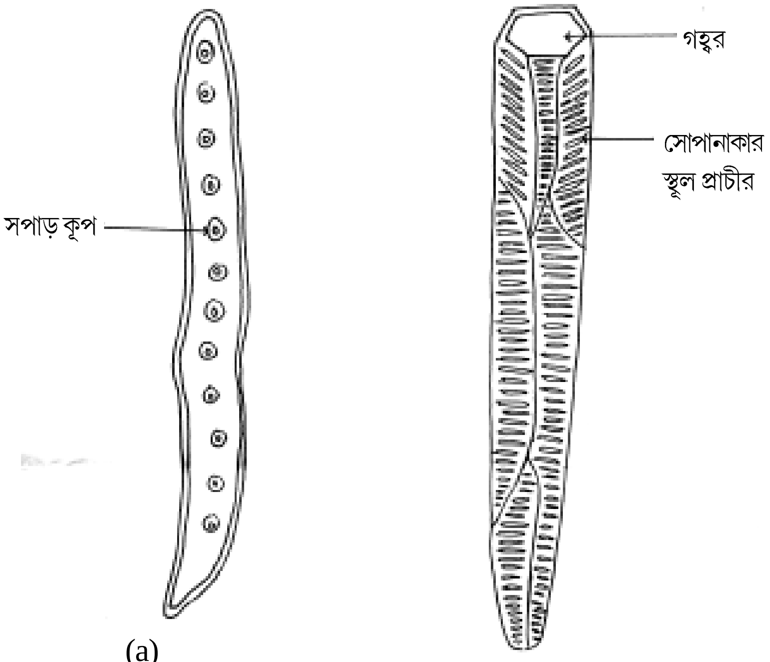
জাইলেম কলার প্রধান কাজ হল উদ্ভিদ দেহে জল ও জলীয় রস সংবহন করা, যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করা এবং মাঝে মাঝে জল সঞ্চায়ক কোষ হিসেবে কাজ করা।

জাইলেম কলার বিভিন্নপ্রকার কোষ উপাদানগুলি নিম্নরূপ :

A. ট্র্যাকিয়ারী উপাদান :

ইহারা দুই প্রকারের, যথা—ট্র্যাকীড ও ট্র্যাকীয়া

(i) ট্র্যাকীড (Tracheid) : এটি জাইলেমের প্রধান এবং আদি কোষ। এটি একটি মাত্র কোষ থেকে উৎপন্ন হয়। ট্র্যাকীড মৃত কোষ। এই কোষ লম্বা এবং দুই প্রান্ত সুচালো ও ছিদ্রবিহীন (চিত্র 2.11)। ট্র্যাকীড কোষ প্রাচীরে কূপ-জোড়া বর্তমান থাকে এবং প্রাচীর শক্ত ও মধ্যম রকমের স্থূল ও লিগনিন্ যুক্ত। জল সংবহনের সময় কূপের পাতলা কূপ পর্দার মাধ্যমে অনুপ্রস্থভাবে জল প্রাচীরগুলি পার হয়। প্রাথমিক প্রাচীরের উপর গৌণ প্রাচীর বলয়াকার ও সর্পিলাকার স্থূলীকরণ লক্ষ্য করা যায়। মেটাজাইলেম ট্র্যাকীডে গৌণপ্রাচীর জালিকাকার, সোপানাকার ও কূপযুক্ত হয় (চিত্র 2.11)। কূপগুলি সাধারণত সপাড় হয়। এই কূপগুলির



(a)

(b)

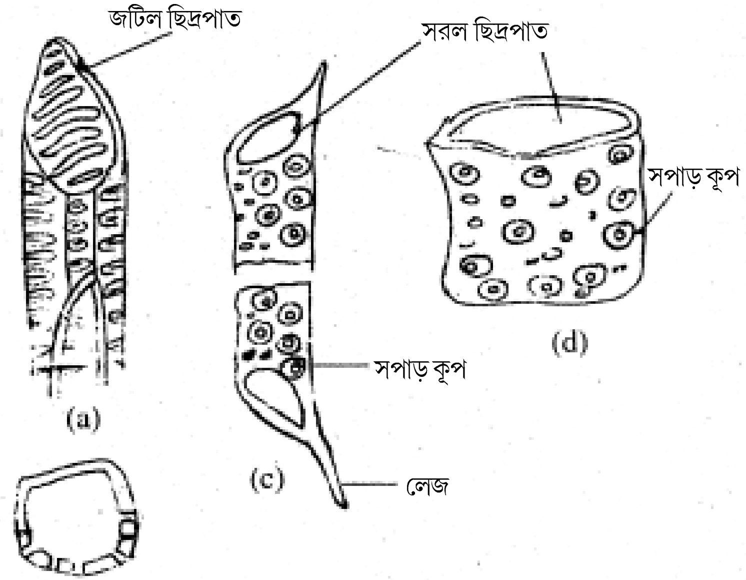
চিত্র নং- 2.11 : ট্র্যাকীড কোষ

(a) সপাড় কূপসহ ট্র্যাকীড

(b) সোপানাকার স্থূল প্রাচীর বিশিষ্ট ট্র্যাকীড

মাধ্যমেই ট্র্যাকীড অন্যান্য ট্র্যাকীড ও জাইলেম কলার সঙ্গে যোগাযোগ রক্ষা করে। ট্র্যাকীড সব রকম জলবাহী উদ্ভিদে পাওয়া যায়।

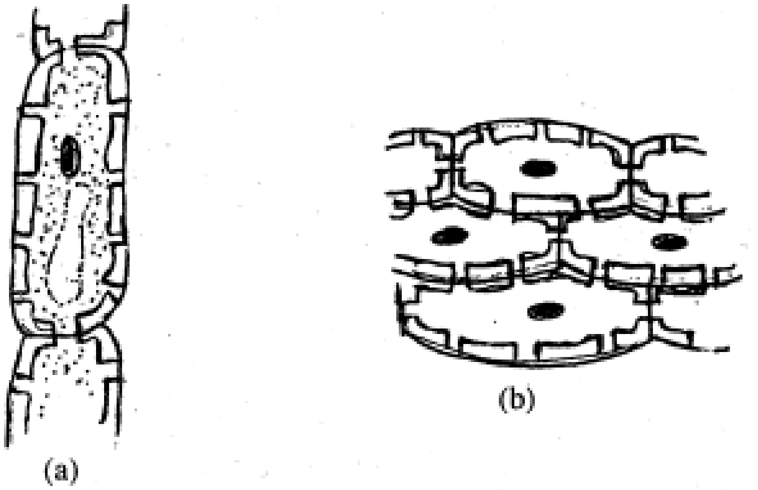
(ii) ট্র্যাকীয়া (Trachaea) : এটি জাইলেমের প্রধান বাহিকা। ট্র্যাকীয়া বা বাহিকা ভেসেল (Vessel) মৃত কোষ, লম্বা, নলাকার। এর দুই প্রান্ত প্রাচীর ছিদ্রবহুল। ট্র্যাকীয়াগুলি প্রান্তদেশে পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে একটি সারিতে বাহিকা তৈরি করে। বাহিকার ছিদ্রগুলি কেবল প্রান্তপ্রাচীরেই সীমাবদ্ধ থাকে না, বাহিকার পার্শ্ব প্রাচীরেও ছিদ্র থাকে। ট্র্যাকীয়ার ছিদ্র-যুক্ত প্রাচীরকে ছিদ্র-পাত বলে যা প্রান্তীয় উপ-প্রান্তীয় এবং পার্শ্বীয়। এই ছিদ্রপাত সরল বা জটিল হয়। যখন ট্র্যাকীয়ার প্রান্তপ্রাচীরে একটি মাত্র বড় ছিদ্র থাকে যেটি গোলাকার ছিদ্রপাত সৃষ্টি করে তখন তাকে সরল ছিদ্রপাত বলে। যেমন উন্নত শ্রেণীর গুপ্তবীজী উদ্ভিদের ট্র্যাকীয়াতে পাওয়া যায় (চিত্র 2.12)। যখন ট্র্যাকীয়ার প্রান্তপ্রাচীরে অনেকগুলি ছিদ্র থাকে যাকে ফোরামিনেট ছিদ্রপাত বলে অথবা সোপানাকার ছিদ্রপাত অথবা জালকাকার ছিদ্রপাত থাকে তখন তাকে জটিল ছিদ্রপাত বলে। যেমন আদিকালীন উদ্ভিদে পাওয়া যায়। জটিল ছিদ্রপাত থেকে সরল ছিদ্রপাত উৎপন্ন হয়। পরিস্ফুটনের সময় দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের গৌণ জাইলেমের ট্র্যাকীয়ার মধ্যস্থল বিস্তৃত হয় ও প্রান্তগুলো সেই তুলনায় সরু ও দীর্ঘায়িত হয়। এই অগ্রপ্রান্তগুলিতে ছিদ্র থাকে না। ট্র্যাকীয়ার কোষ প্রাচীর শক্ত, স্থূল ও লিগনিনযুক্ত। ট্র্যাকীয়ার পার্শ্বীয় কোষে গৌণ প্রাচীর উপাদান সমানভাবে সঞ্চিত হয় না যার ফলে নানান রকমের অলঙ্কার দেখা যায় যেমন—বলয়াকার, সোপানাকার, জালকাকার, সর্পিলাকার ও কূপাঙ্কিত (চিত্র 2.12)। ট্র্যাকীয়া কিছু আদিকালীন গুপ্তবীজী উদ্ভিদ ব্যতীত প্রায়



চিত্র নং- 2.12 : বিভিন্ন রকমের ট্র্যাকীয়া।
(a) জটিল ছিদ্রপাত সহ ট্র্যাকীয়া-লম্বচ্ছেদ; (b) a-এর প্রস্থচ্ছেদ;
(c), (d) সরল ছিদ্রপাতসহ ট্র্যাকীয়া।

সকল প্রকার গুপ্তবীজী উদ্ভিদের প্রাথমিক এবং গৌণ জাইলেম কলায় বর্তমান। ট্র্যাকীয়া নিটাম *(Gnetum)*, টেরিডিয়াম *(Pteridium)* ও সেলাজিনেলা (*Selaginella)*তেও পাওয়া যায়।

B. জাইলেম প্যারেনকাইমা বা কাষ্ঠ-প্যারেনকাইমা (Wood parenchyma) : সজীব কোষ যা প্রাথমিক ও গৌণ জাইলেম কলায় বর্তমান। প্রাথমিক জাইলেমে প্যারেনকাইমা কোষ জাইলেমের অন্যান্য কোষগুলির সাথে একত্রে থাকে এবং একই ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়। কিন্তু গৌণ জাইলেমে দু-রকম প্যারেনকাইমা থাকে—অক্ষীয় এবং অরীয় প্যারেনকাইমা (চিত্র 2.13)। অক্ষীয় প্যারেনকাইমা (axial parenchyma) লম্বাটে ও উল্লম্বভাবে বিন্যস্ত থাকে এবং ট্র্যাকীয়ারী উপাদান ও তন্তুর সাথে ক্যাম্বিয়ামের স্থূলাকার প্রারম্ভিক কোষ থেকে উৎপন্ন হয়। অরীয় প্যারেনকাইমা বা রশ্মি প্যারেনকাইমা (ray parenchyma) আনুভূমিকভাবে বা অরীয় প্রস্থে বিন্যস্ত থাকে এবং ক্যাম্বিয়ামের রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ থেকে উৎপন্ন হয়। জাইলেম প্যারেনকাইমার কোষ প্রাচীরে গৌণ প্রাচীর থাকতেও পারে আবার নাও থাকতে পারে। কোষ প্রাচীরে সরল কূপ বর্তমান। জাইলেম প্যারেনকাইমা কোষে নানান সঞ্চিত পদার্থ থাকে যেমন শ্বেতসার, স্নেহদ্রব্য, ট্যানিন্ কেলাস প্রভৃতি। প্রায় সকল গুপ্তবীজী উদ্ভিদে এবং পাইনাস (*Pinus)* ট্যাক্সাস *(Taxus)* ও অরোকেরিয়া *(Araucaria)* ব্যতীত ব্যাক্তবীজী উদ্ভিদের জাইলেম কলাতে জাইলেম প্যারেনকাইমা পাওয়া যায়।



চিত্র নং- 2.13 : জাইলেম প্যারেনকাইমা
(a) অক্ষীয় প্যারেনকাইমা কোষ; (b) রশ্মি বা অরীয় প্যারেনকাইমা কোষ।

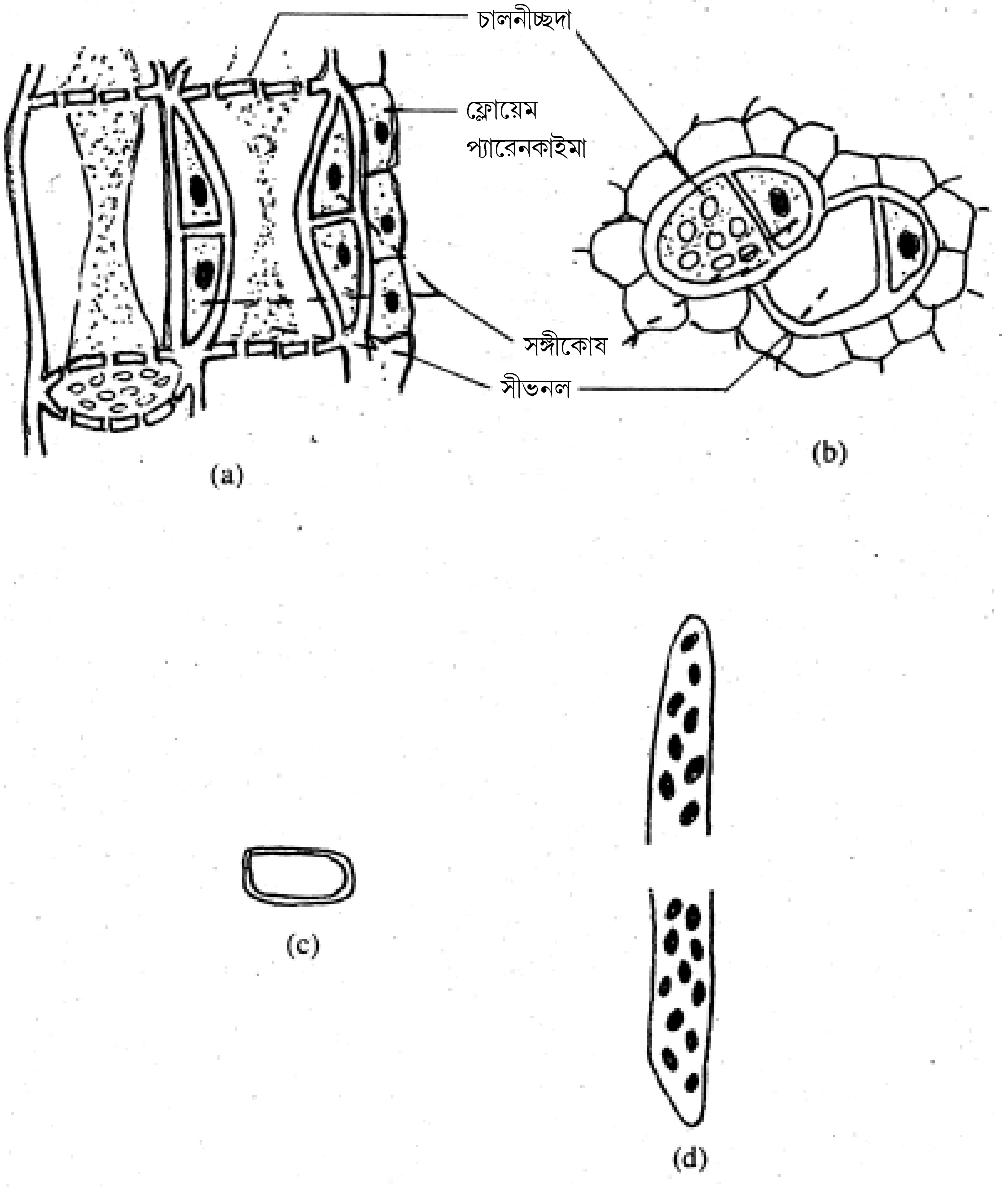
C. কাষ্ঠতন্তু (Wood fibre) : সাধারণত মৃত কোষ, লম্বাটে এবং লিগনিন্‌যুক্ত। জাইলেম তন্তু বা কাষ্ঠতন্তু দুই প্রকার হয়। যেমন—তন্তু ট্র্যাকীড ও লিব্রিফর্ম তন্তু (চিত্র 2.9)। তন্তু ট্র্যাকীডের ((Fibre-tracheid) কূপগুলি হ্রস্ব হয় এবং সরল প্রকৃতির। তন্তু ট্র্যাকীডের গঠন আদর্শ তন্তু ও ট্র্যাকীডের অন্তবর্তী। লিব্রিফর্ম তন্তু (libriform fibre) ফ্লোয়েম তন্তুর মত। এর গহ্বর খুব ছোট এবং কূপগুলি সরল। অধিকাংশ কাষ্ঠল দ্বিবীজপত্রী, গুপ্তবীজী উদ্ভিদের নালিকা বাণ্ডিলের জাইলেম কলায় কাষ্ঠতন্তু বর্তমান।

2.4.2.2 ফ্লোয়েম কলা (Phloem tissue) : এই জটিল কলা নালিকা বাণ্ডিলের অংশরূপে উদ্ভিদে পাওয়া যায়। এই কলার বিভিন্ন কোষ উপাদান হল সীভ্ উপাদান (sieve elements), সঙ্গী কোষ (companion cell), ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা (phloem parenchyma) ও ফ্লোয়েম তন্তু (phloem fibre) (চিত্র 2.14)। ফ্লোয়েম কলা জাইলেম কলার সঙ্গে সংবহনতন্ত্র গঠন করে। ফ্লোয়েম কলার প্রধান কাজ জৈব খাদ্যবস্তু সংবহন করা এবং খাদ্য সঞ্চয় করা। সীভ্ উপাদান প্রধানত দুই প্রকারের—সীভ্ কোষ (seive cell) ও সীভ নল (sieve tube)। সীভ কোষ স্বল্প দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট কিন্তু সীভ্ নল অধিক দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট। এই কোষগুলি সজীব ও লম্বাটে এবং এদের কোষ প্রাচীর পাতলা ও সেলুলোজ দিয়ে গঠিত।

A. সীভ্ নল (Sieve tube) : প্রতিটি কোষ নলাকার। প্রতিটি কোষ এক সারিতে থাকে। প্রতিটি কোষের প্রান্তপ্রাচীরে চালনীর মত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য ছিদ্র থাকে। এই রকমের প্রান্তপ্রাচীরকে সীভ প্লেট (sieve plate) বা চালনীচ্ছদা বলে। প্রতিটি ছিদ্র গোষ্ঠীকে সীভ্ক্ষেত্র বা চালনীক্ষেত্র বলে। চালনীক্ষেত্রকে বিশেষ এক ধরনের কূপ ক্ষেত্র রূপে গণ্য করা হয়। প্লাজমোডেসমাটার মত সাইটোপ্লাজমীয় সংযোগ রজ্জু চালনীক্ষেত্রের ছিদ্র দিয়ে পাশ্ববর্তী সীভ্ নলের সঙ্গে যোগাযোগ রক্ষা করে (চিত্র 2.14a,b)। প্রতিটি সংযোগ রজ্জু প্রান্তপ্রাচীরে স্তম্ভকের মত ক্যালোজ দিয়ে বলয়াকারে পরিবৃত থাকে। ক্যালোজ (callose) হল এক প্রকার অদ্রবণীয় শ্বেতসার। এই ক্যালোজের কাজ হল ফ্লোয়েমের ভিতরের বস্তুর বহিঃক্ষরণ রোধ করা। ক্যালোজ এই কাজটি করে চালনীক্ষেত্রগুলোকে ছিপির মত বন্ধ করে দিয়ে। সীভ্নলে চালনীচ্ছদাগুলি অনুপ্রস্থে তির্যকভাবে বাঁকানো থাকে (চিত্র 2.14b)। দু-রকমের চালনীচ্ছদা হয়—যেমন সরল ও যৌগ। সরল চালনীচ্ছদায় একটিমাত্র চালনীক্ষেত্র থাকে কিন্তু যৌগ চালনীচ্ছদায় অনেকগুলি চালনীক্ষেত্র থাকে। সীভ্ নলের পরিণত কোষে ভ্যাকুওল থাকে। কোষের পরিধির দিকে সাইটোপ্লাজম থাকে। নিউক্লিয়াস খণ্ডিত হতে থাকে এবং ক্রমশঃ বিনষ্ট হয়ে যায়। এর ফলে সীভ্ নলের পরিণত কোষে নিউক্লিয়াস থাকে না। সকল প্রকার গুপ্তবীজী উদ্ভিদের ফ্লোয়েমে সীভ্ নল থাকে।

B. সীভ্ কোষ (Sieve cells) : এই কোষগুলি সরু, লম্বা ও প্রান্তগুলি ক্রমসূক্ষ্ম অনেকটা জাইলেমের ট্র্যাকীডের মত। সীভকোষ এককভাবে থাকে। এর প্রান্তপ্রাচীর তির্যকভাবে থাকতে পারে। পার্শ্ব বা অগ্রপ্রাচীর-এ অনুন্নত চালনীক্ষেত্র থাকে (চিত্র 2.14c,d)। এই ছিদ্রগুলির মধ্য দিয়ে, পাতলা সংযোগ রজ্জুর মাধ্যমে সন্নিহিত সীভকোষ যোগাযোগ রাখে। সীভকোষের চালনীক্ষেত্র একই রকমের হয়। সীভকোষ প্রাচীর পাতলা হয়। পরিণত অবস্থায় সীভকোষেও নিউক্লিয়াস থাকে না। সীভনলের তুলনায় সীভকোষ বেশি আদিম। তাই ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদ ও ব্যক্তবীজী ফ্লোয়েমের সীভ উপাদানগুলির মধ্যে সীভকোষ দেখতে পাওয়া যায়।

C. সঙ্গীকোষ (Companion cells) ঃ গুপ্তবীজী উদ্ভিদের সীভনলের সঙ্গে সঙ্গীকোষ থাকে। যে ভাজক কলা থেকে সীভনল উৎপন্ন হয় সেই একই ভাজক কলা থেকে সঙ্গীকোষও উৎপন্ন হয়। একটি সীভনলের সাথে একটি বা তার বেশি সঙ্গীকোষ থাকতে পারে। সীভনলের তুলনায় সঙ্গীকোষের ব্যাস ছোট (চিত্র 2.14a)। সীভনল ও সঙ্গীকোষের মধ্যবর্তী কোষ প্রাচীর পাতলা হয় এবং মাঝে মাঝে প্রাথমিক কূপ থাকে। প্রস্থচ্ছেদে


চালনীচ্ছদা
ফ্লোয়েম
প্যারেনকাইমা
সঙ্গীকোষ
সীভনল
(a)
(b)
(c)
(d)

চিত্র নং 2.14 : সীভ উপাদান
(a) সীভনলের লম্বচ্ছেদ;
(b) সীভনলের প্রস্থচ্ছেদ;
(c) সীভকোষের প্রস্থচ্ছেদ;
(d) সীভকোষের লম্বচ্ছেদ।

সঙ্গীকোষগুলিকে ত্রিভূজাকার বা বহুভূজাকার দেখায়। ফার্ন, ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ ও কিছু আদিকালীন কাষ্ঠল দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ফ্লোয়েমে সঙ্গীকোষ থাকে না। কিছু কিছু উদ্ভিদে যেমন গিংগো (*Ginkgo*) তে সীভকোষের চালনী ক্ষেত্রে ঘনিষ্ঠ ভাবে কিছু প্যারেনকাইমা (*Parenchyma*) কোষ থাকে ঐগুলিকে অ্যালবুমিনাস কোষ বলে। একবীজীপত্রী উদ্ভিদের ফ্লোয়েমে প্রচুর সংখ্যক সঙ্গীকোষ থাকে।

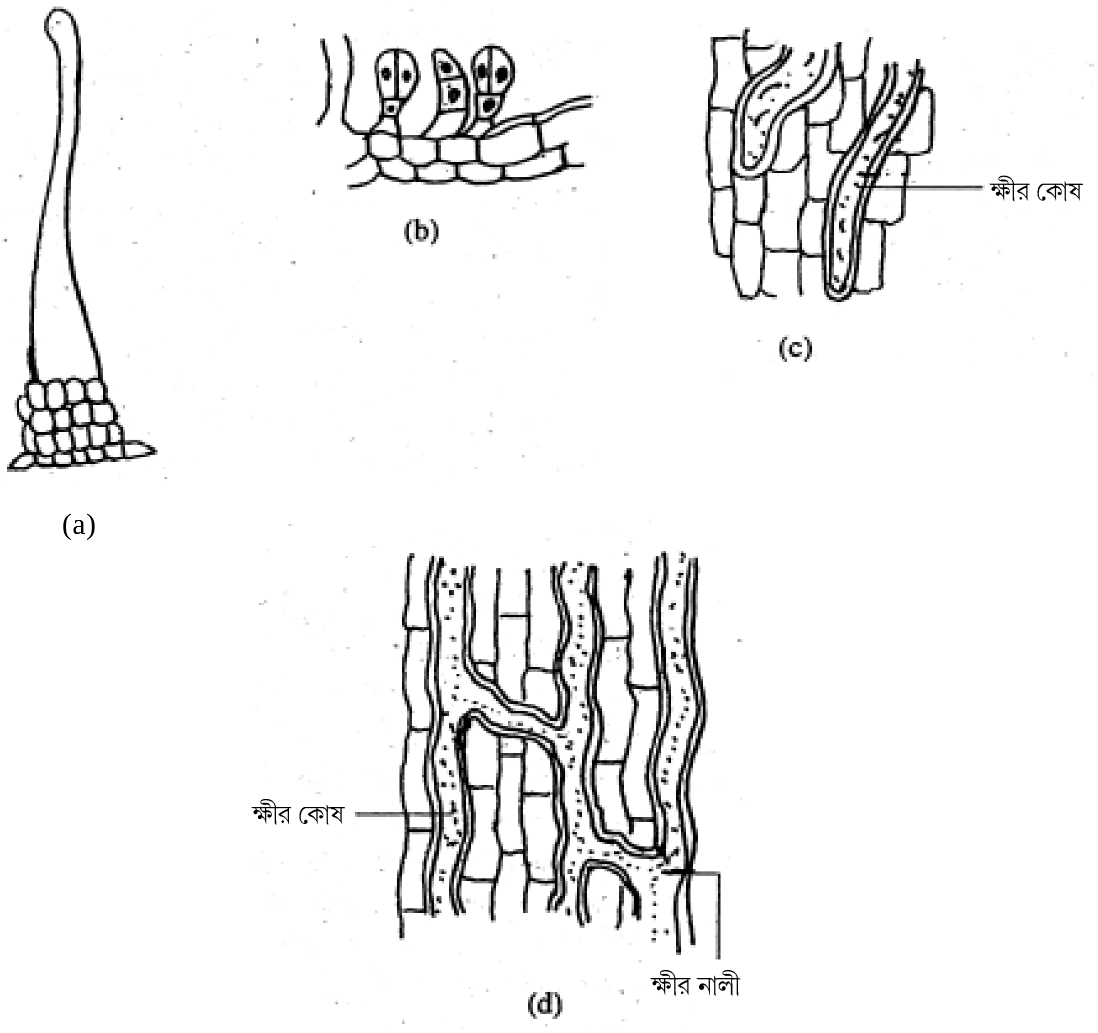
D. ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা (Phloem parenchyma) : সঙ্গীকোষ ও অ্যালবুমিনাস কোষ ব্যতীত ফ্লোয়েম কলায় অনেক সাধারণ প্যারেনকাইমা কোষ থাকে। এই কোষগুলিকে ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা বলে। সীভ উপাদান সৃষ্টিকারী একই প্রকার মাতৃকোষ থেকে ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমার উৎপত্তি ঘটে। এই কোষগুলি সজীব। কোষপ্রাচীর সেলুলোজ দ্বারা গঠিত ও কূপক্ষেত্র থাকে। এই কোষগুলি লম্বাটে, ক্রমসূক্ষ্ম, বেলনাকার, বহুভূজাকার বা গোলাকার হয়। কোষের সাইটোপ্লাজমে শ্বেতসার, ট্যানিন্, রজন, মিউসিলেজ বা কেলাস পদার্থ থাকে। প্রাথমিক ফ্লোয়েম একই রকমের ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা হয় কিন্তু গৌণ ফ্লোয়েমে দু-রকমের ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা হয়। যেমন—অরীয় প্যারেনকাইমা যা অরীয় তলে বিন্যস্ত থাকে এবং অক্ষীয় প্যারেনকাইমা যা উল্লম্বভাবে বিন্যস্ত থাকে। সক্রিয় ফ্লোয়েমের ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমার কোষপ্রাচীর পাতলা ও লিগনিনবিহীন হয়। কিন্তু যে সকল ফ্লোয়েমের কাজ বন্ধ হয়ে যায় সেই সকল ফ্লোয়েম কলার ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমার কোষপ্রাচীর স্থূল হতে পারে। একবীজপত্রী উদ্ভিদের ফ্লোয়েম ব্যতীত সকল প্রকার ফার্ন, গুপ্তবীজী ও দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ফ্লোয়েমে ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা বর্তমান।

E. ফ্লোয়েম তন্তু (Phloem fibre) : প্রাথমিক ও গৌণ ফ্লোয়েম কলার সঙ্গে স্ক্লেরেনকাইমার তন্তুর মত দীর্ঘায়িত কোষগুলিকে ফ্লোয়েম তন্তু বলে। এই কোষের প্রান্তদেশ পরস্পরের সঙ্গে সংঘবদ্ধ থাকে। তন্তুগুলি লিগনিন্ বিশিষ্ট হতে পারে। তন্তুপ্রাচীরে সরল বা সপাড় কূপ থাকে। ফ্লোয়েম তন্তু ও জাইলেম তন্তুর মত সজীব হতে পারে এবং শ্বেতসার সঞ্চয় করতে পারে। তাই এই কোষগুলি খাদ্যবস্তুর সংবহনে সাহায্য করে এবং যান্ত্রিক দৃঢ়তাও প্রদান করে। ফার্ন ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ ব্যতীত গুপ্তবীজী উদ্ভিদে ফ্লোয়েম কলায় ফ্লোয়েম তন্তু থাকে।

2.5 বিশেষ কলা

নানান পদার্থের ক্ষরণের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত উদ্ভিদ কোষকে সামগ্রিকভাবে বিশেষ কলা অথবা নিঃস্রাবী কলা বলে। যে সব ক্ষরিত পদার্থ উদ্ভিদ কোষের বাইরে বা ভিতরে নিঃসৃত ও সঞ্চিত হয় সেগুলি হল বান তেল, মকরন্দ, গঁদ, মিউসিলেজ, তরুক্ষীর, আফিম ইত্যাদি। ক্ষারক কোষগুলি উদ্ভিদের যে কোন অংশে থাকতে পারে। এগুলি একক কোষ অথবা দলবদ্ধ কোষ বা সংগঠিত কলারূপে থাকে। যেমন—বহিঃস্তরে রোম এবং গ্রন্থি, জাইলেম, ফ্লোয়েম ও মজ্জায় তৈল গ্রন্থি বা নালী বা কোষ ও ক্ষীর কোষ (বা ল্যাটিসিফার্স ডাকট) ইত্যাদি। উদ্ভিদ দেহে এই নিঃস্রাবী বিশেষ কলার কোষ দুই প্রকার। যেমন—বহিঃনিঃস্রাবী ও অন্তঃ নিঃস্রাবী গঠন। বহিঃনিস্রাবী কোষে উৎপন্ন ক্ষরণ কোষগুলির বাইরে নির্গত হয়। যেমন—মকরন্দ থেকে

দ্রাক্ষাশর্করার মত মিষ্টি তরল পদার্থ। এগুলি হলো ট্রাইক্রোমের গ্ল্যাণ্ড, নেকটারিজ, হাইডাথোডস, ওসমোফোরস ইত্যাদি। অন্তঃনিঃস্রাবী কোষে উৎপন্ন ক্ষরণ সঞ্চিত থাকে এবং তখনই বাইরে নির্গত হয় যখন কোষগুলি ধ্বংস হয়। এগুলি হলো গ্ল্যাণ্ড, ডাক্ট, ল্যাটিসিফার্স ইত্যাদি। দু-রকম কোষেই সুগঠিত নিউক্লিয়াস ও সাইটোপ্লাজম থাকে। কিন্তু অন্তঃনিঃস্রাবী কোষে সাইটোপ্লাজম অল্প থাকে এবং বড় গহ্বর থাকে, যার ভিতর ক্ষরিত পদার্থ থাকে (চিত্র 2.15)।



চিত্র নং- 2.15 : বিশেষ কলা
(a) গ্রন্থি রোম; (b) মধু গ্রন্থি; (c) ও (d) ক্ষীর কোষ ও ক্ষীর নালী

অনুশীলনী— 2

A. শূন্যস্থান পূরণ করুন :

বিভাজনে অক্ষম কোষ কলাকে .... বলে। ....বিভাজনে সক্ষম কোষ কলা। একই প্রকার কোষ উপাদান দিয়ে তৈরি কলাকে ....বলে এবং বিভিন্ন কোষ উপাদান দিয়ে গঠিত কলাকে ....বলে। এরেনকাইমা এক প্রকার .... কলা যা ....উদ্ভিদে পাওয়া যায়। যে কোষে বর্জ্য দ্রব্য উৎপন্ন হয় ও সঞ্চিত হয় তাকে.................বলে। প্যারেনকাইমা.................কলা থেকে উৎপন্ন হয়। উদ্ভিদের.................কলাকে অবলম্বন কলা বলে। ....কোলেনকাইমাতে কোষান্তর স্থান থাকে। উদ্ভিদ দেহে যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করে.................কলা। ....কে প্রস্তর কোষ বলে। ....কলা অসমসত্ত্ব হয়। প্রোটোজাইলেম উদ্ভিদ দেহের কাণ্ডের ....দিকে এবং মূলের ....দিকে থাকে। প্রাথমিক জাইলেম ....ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়। গৌণ জাইলেম ....থেকে উৎপন্ন হয়। ট্র্যাকীডের প্রান্ত প্রাচীরে.................থাকে না। ট্র্যাকীয়ার প্রান্তপ্রাচীরে সরল ও জটিল.................থাকে। জাইলেম প্যারেনকাইমা.................উদ্ভিদে থাকে না। উদ্ভিদের .... কোষ নিউক্লিয়াসবিহীন সজীব কোষ। সরল চালনীচ্ছদায়.................চালনীক্ষেত্র থাকে। সীভ কোষের সাথে যুক্ত প্যারেনকাইমা কোষকে ....কোষ বলে। *Ginkgo*-এর সীভ কোষের চালনীক্ষেত্রে ঘনিষ্ঠভাবে যে অরীয় ও ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা কোষ থাকে তাকে ....কোষ বলে। .... বীজী উদ্ভিদে ফ্লোয়েম তন্তু থাকে। নিঃস্রাবী কলাকে .... বলে।

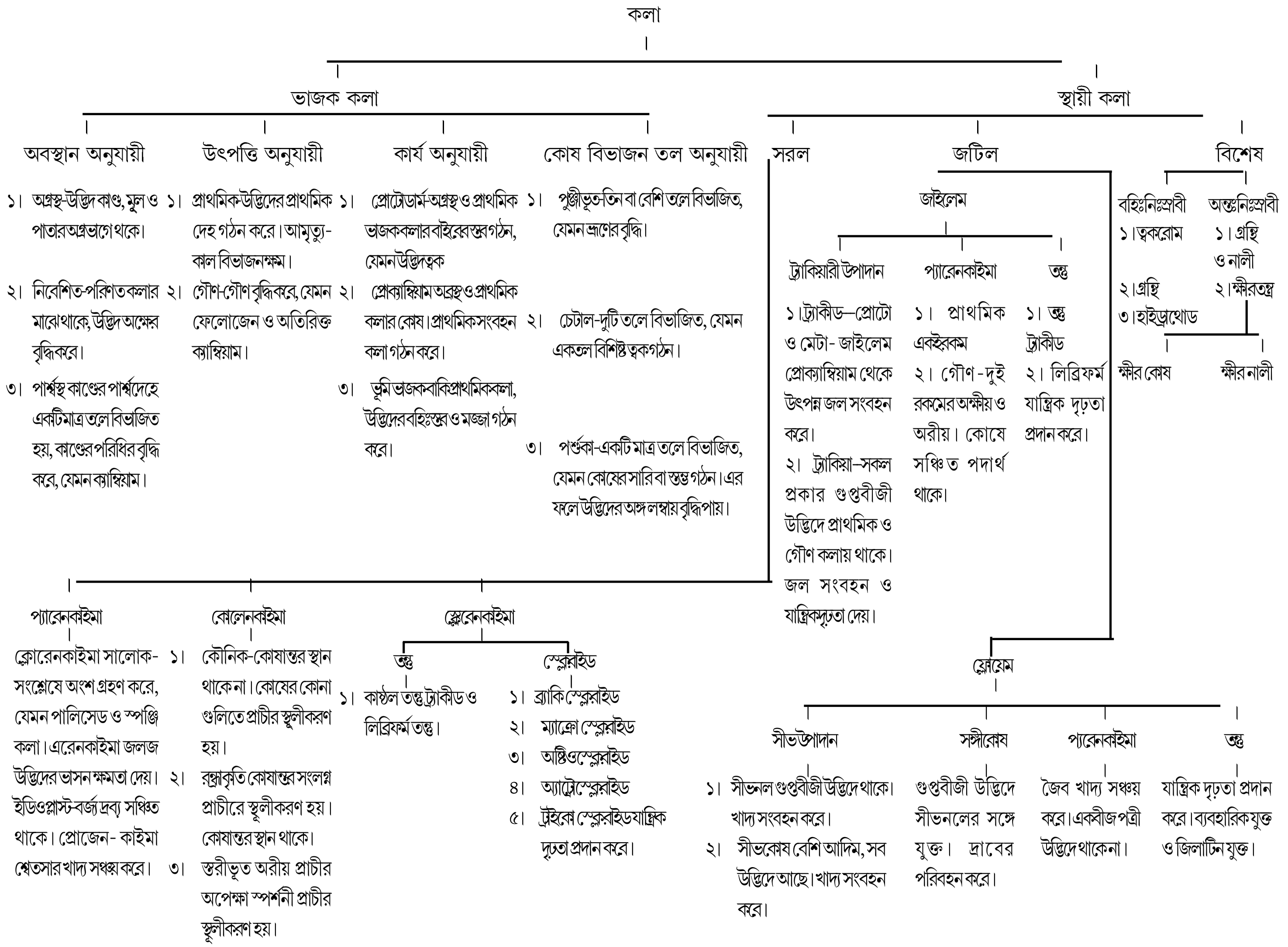
B. 1 ও 2 নং স্তম্ভ মিলিয়ে দেখুন :

1	**2**
(a) স্থায়ী কলা	(i) কোলেনকাইমা
(b) সরল কলা	(ii) জাইলেম
(c) প্যারেনকাইমা	(iii) বিভাজনে অক্ষম
(d) স্ক্লেরেনকাইমা	(iv) জলজ উদ্ভিদ

(e) জটিল কলা	(v) ক্লোরেনকাইমা
(f) এরেনকাইমা	(vi) মৃত কোষ
(g) স্কেলেরাইড	(vii) জল সংবহন
(h) কাষ্ঠল তন্তু	(viii) সঙ্গী কোষ
(i) জাইলেম	(ix) ল্যাটিসিফার্স
(j) সরল চালনীচ্ছদা	(x) অন্তঃজাইলারী তন্তু
(k) ফ্লোয়েম সঙ্গী	(xi) একটি চালনীক্ষেত্র
(l) বিশেষ কলা	(xii) প্রস্তর কোষ

2.6 সারাংশ

এই এককটি পড়ে উদ্ভিদ দেহের সংগঠিত বিভিন্ন রকমের কলার উপস্থিতি জানতে পারা গেল। কোন কোন উদ্ভিদের কি কি কলা থাকে এবং এই কলাগুলি উদ্ভিদ দেহে কোথায় থাকে, তাদের কোষ উপাদান কি কি,কার্য কি এবং সেগুলি কোন কোষ থেকে উৎপত্তি হয় সব ছকের সাহায্যে সারাংশ করে দেওয়া হল।



- কলা
  - ভাজক কলা
    - অবস্থান অনুযায়ী
      - ১। অগ্রস্থ-উদ্ভিদ কাণ্ড, মুল ও পাতার অগ্রভাগে থকে।
      - ২। নিবেশিত-পরিণত কলার মাঝে থাকে, উদ্ভিদ অক্ষের বৃদ্ধি করে।
      - ৩। পার্শ্বস্থ কাণ্ডের পার্শ্বদেহে একটিমাত্র তলে বিভাজিত হয়, কাণ্ডের পরিধির বৃদ্ধি করে, যেমন ক্যাম্বিয়াম।
    - উৎপত্তি অনুযায়ী
      - ১। প্রাথমিক-উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ গঠন করে। আমৃত্যু-কাল বিভাজনক্ষম।
      - ২। গৌণ-গৌণ বৃদ্ধি করে, যেমন ফেলোজেন ও অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম।
    - কার্য অনুযায়ী
      - ১। প্রোটোডার্ম-অগ্রস্থ ও প্রাথমিক ভাজককলার বাইরের স্তর গঠন, যেমন উদ্ভিদত্বক
      - ২। প্রোক্যাম্বিয়াম অগ্রস্থ ও প্রাথমিক কলার কোষ। প্রাথমিক সংবহন কলা গঠন করে।
      - ৩। ভূমি ভাজক বাকি প্রাথমিক কলা, উদ্ভিদের বহিঃস্তর ও মজ্জা গঠন করে।
    - কোষ বিভাজন তল অনুযায়ী
      - ১। পুঞ্জীভূত-তিন বা বেশি তলে বিভাজিত, যেমন ভ্রূণের বৃদ্ধি।
      - ২। চেটাল-দুটি তলে বিভাজিত, যেমন একতল বিশিষ্ট ত্বকগঠন।
      - ৩। পর্শুকা-একটি মাত্র তলে বিভাজিত, যেমন কোষের সারি বা স্তম্ভ গঠন। এর ফলে উদ্ভিদের অঙ্গ লম্বায় বৃদ্ধি পায়।
  - স্থায়ী কলা
    - সরল
      - প্যারেনকাইমা
        - ক্লোরেনকাইমা সালোক-সংশ্লেষে অংশ গ্রহণ করে, যেমন পালিসেড ও স্পঞ্জি কলা। এরেনকাইমা জলজ উদ্ভিদের ভাসন ক্ষমতা দেয়। ইডিওপ্লাস্ট-বর্জ্য দ্রব্য সঞ্চিত থাকে। প্রোজেন- কাইমা শ্বেতসার খাদ্য সঞ্চয় করে।
      - কোলেনকাইমা
        - ১। কৌনিক-কোষান্তর স্থান থাকে না। কোষের কোনাগুলিতে প্রাচীর স্থূলীকরণ হয়।
        - ২। রন্ধ্রাকৃতি কোষান্তর সংলগ্ন প্রাচীরে স্থূলীকরণ হয়। কোষান্তর স্থান থাকে।
        - ৩। স্তরীভূত অরীয় প্রাচীর অপেক্ষা স্পর্শনী প্রাচীর স্থূলীকরণ হয়।
      - স্ক্লেরেনকাইমা
        - তন্তু
          - ১। কাষ্ঠল তন্তু ট্র্যাকীড ও লিব্রিফর্ম তন্তু।
        - স্ক্লেরাইড
          - ১। ব্র্যাকি স্ক্লেরাইড
          - ২। ম্যাক্রো স্ক্লেরাইড
          - ৩। অস্টিওস্ক্লেরাইড
          - ৪। অ্যাস্ট্রোস্ক্লেরাইড
          - ৫। ট্রাইকো স্ক্লেরাইড যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করে।
    - জটিল
      - জাইলেম
        - ট্র্যাকিয়ারী উপাদান
          - ১। ট্র্যাকীড—প্রোটো ও মেটা- জাইলেম প্রোক্যাম্বিয়াম থেকে উৎপন্ন জল সংবহন করে।
          - ২। ট্র্যাকিয়া—সকল প্রকার গুপ্তবীজী উদ্ভিদে প্রাথমিক ও গৌণ কলায় থাকে। জল সংবহন ও যান্ত্রিক দৃঢ়তা দেয়।
        - প্যারেনকাইমা
          - ১। প্রাথমিক একইরকম
          - ২। গৌণ-দুই রকমের অক্ষীয় ও অরীয়। কোষে সঞ্চিত পদার্থ থাকে।
        - তন্তু
          - ১। তন্তু ট্র্যাকীড
          - ২। লিব্রিফর্ম যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করে।
      - ফ্লোয়েম
        - সীভ উপাদান
          - ১। সীভনল গুপ্তবীজী উদ্ভিদে থাকে। খাদ্য সংবহন করে।
          - ২। সীভকোষ বেশি আদিম, সব উদ্ভিদে আছে। খাদ্য সংবহন করে।
        - সঙ্গীকোষ
          - গুপ্তবীজী উদ্ভিদে সীভনলের সঙ্গে যুক্ত। দ্রাবের পরিবহন করে।
        - প্যারেনকাইমা
          - জৈব খাদ্য সঞ্চয় করে। একবীজপত্রী উদ্ভিদে থাকেনা।
        - তন্তু
          - যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করে। ব্যবহারিক যুক্ত ও জিলাটিন যুক্ত।
    - বিশেষ
      - বহিঃনিঃস্রাবী
        - ১। ত্বকরোম
        - ২। গ্রন্থি
        - ৩। হাইড্রাথোড
      - অন্তঃনিঃস্রাবী
        - ১। গ্রন্থি ও নালী
        - ২। ক্ষীরতন্ত্র
          - ক্ষীর কোষ
          - ক্ষীর নালী

2.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. কলা কি? কয় প্রকার এবং কি কি?
2. ভাজক কলা কাকে বলে? ভাজক কলার গঠন, বিস্তার ও কার্য কত রকমের?
3. ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ কেমন করে করা হয়েছে?
4. অদি ভাজক কলা কাকে বলে?
5. স্থায়ী কলা কাকে বলে এবং কত রকমের ও কি কি?
6. সরল কলা কাকে বলে? কত রকমের ও কি কি?
7. জটিল কলা কাকে বলে? জটিল কলার কাজ কি?
8. জাইলেম কলার বিবরণ লিখুন।
9. ফ্লোয়েম কলার বিষয়ে লিখুন।
10. বিশেষ কলা কাকে বলে? উদাহরণ দিন।

2.8 উত্তরমালা

অনুশীলনী— 1

A. ভাজক কলা, কোষান্তর স্থান, পাতলা, বড়, বর্ধিষ্ণু, কর্ক ক্যাম্‌বিয়াম, ফ্যাসিকুলার ক্যাম্‌বিয়াম।

B. a v, b xi, c xii, d vii, e vi, f ii, g iv, h ix, i iii, j viii, k i, l x.

অনুশীলনী— 2

A. স্থায়ী কলা, প্যারেনকাইমা, সরল কলা, জটিল, প্যারেনকাইমা, জলজ, ইডিওব্লাস্ট, প্রোটোডার্ম ও ভূমি ভাজক, কোলেনকাইমা, রন্ধ্রাকৃতি, স্ক্লেরেনকাইমা স্কেলেরাইড, জটিল, মজ্জার, পরিচক্রের, প্রোক্যাম্‌বিয়াম, ফ্যাসিকুলার ক্যাম্‌বিয়াম, ছিদ্র, ছিদ্রপাত, *Pinus*, সীভ, একটি, সঙ্গী, অ্যালবুমিনাস, গুপ্ত, বিশেষ কলা।

B. a–i, ii, v, viii, ix, x, xii ; b–i, v ; c–v ; d–iii,vi ; e–ii, iii ; f–iv ; g–iii, xii ; h–iii, vi, x ;
i–iii, vi, vii ; j–xi ; k–viii ; l–ix .

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1 —একক- 2.2 তে দেখুন।
2 —একক- 2.3 তে দেখুন।
3 —একক- 2.3 তে দেখুন।
4 —প্রান্তলিপি- 1 তে দেখুন।
5 —একক- 2.14 তে দেখুন।
6 —একক- 2.4.1 তে দেখুন।
7 —একক- 2.4.2 তে দেখুন।
8 —একক- 2.4.2.1 তে দেখুন।
9 —একক- 2.4.2.2 তে দেখুন।
10 —একক- 2.5.4 তে দেখুন।

একক 3 ❑ উদ্ভিদের মূল ও বিটপের অগ্র-ভাগের সংগঠন (Structures of Root Apex and Shoot Apex)

গঠন

3.0 উদ্দেশ্য

3.1 প্রস্তাবনা

3.2 ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

3.2.1 আদি ভাজক কলা বা প্রোমেরিস্টেম

3.2.2 উৎপত্তি অনুযায়ী ভাজক কলা

3.2.3 অবস্থান অনুযায়ী ভাজক কলা

3.2.4 কার্য অনুযায়ী ভাজক কলা

3.2.5 কোষ-বিভাজন-তল অনুযায়ী ভাজক কলা

3.3 উদ্ভিদের মূল-অগ্র

3.3.1 অগ্রস্থ্ কোষ, প্রারম্ভিক কোষ ও প্রাথমিক দেহ

3.3.2 হিস্টোজেন

3.3.2.1 হিস্টোজেন অঞ্চলের কাজ

3.3.3 মূল-অগ্র ঃ কর্‌পার ও কাপ্‌পে

3.3.4 কুইসেন্ট কেন্দ্র

3.3.5 দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্র

3.3.6 একবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল অগ্র

3.4 উদ্ভিদের বিটপ অগ্র

3.4.1 প্লাসটোক্রন

3.4.2 বিপট অগ্রের সংগঠন-অপুষ্পক ও ব্যাক্তবীজী উদ্ভিদ

3.4.2.1 অপুষ্পক উদ্ভিদের বিটপ অগ্র

3.4.2.2 ব্যাক্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্র

3.4.2.3 গুপ্তবীজী উদ্ভিদ ও টিউনিকা-কর্পাস তত্ত্ব

3.4.2.4 ম্যানটেল-কোর তত্ত্ব

3.4.2.5 কর্পাসের প্রকারভেদ

3.5 মূল ও বিটপ অগ্রের পার্থক্য

3.6 বিটপ অগ্র ও পুষ্প পরিস্ফুটন সম্পর্কিত কিছু তথ্য

অনুশীলনী

3.7 সারাংশ

3.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

3.9 উত্তরমালা

3.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি আয়ত্ব করতে পারবেন—

- আদি ভাজক কলা কি কি ধরনের কোষের সমন্বয়ে গঠিত।
- ভাজক কলার পরিস্ফুটন, উৎপত্তি, অবস্থান, বিভাজন তল ও কার্যঅনুযায়ী শ্রেণীবিভাগ।
- মূল ও বিটপের অগ্র-ভাগের আদি ভাজক কলার বৈশিষ্ট্য কিরূপ।
- মূল ও বিটপ অগ্রে বিদ্যমান ভাজক কলার বৃদ্ধি, পরিস্ফুটন, পৃথকীকরণ ও অঞ্চলীকরণ কিভাবে সংগঠিত হয়।
- মূল ও বিটপ অগ্রের বৃদ্ধির সঙ্গে জড়িত মতবাদ।
- মূল ও বিটপ অগ্রের কোষ সংগঠনে কি ধরনের পার্থক্য পরিলক্ষিত হয়।
- বিটপ অগ্রে পুষ্প পরিস্ফুটন সম্পর্কিত কিছু তথ্য।

3.1 প্রস্তাবনা

প্রতিটি উদ্ভিদের পরিস্ফুটন হয় নিষেকের ফলে সৃষ্ট একটি এককোষী জাইগোটের (zygote) বিভাজনের মাধ্যমে। এই জাইগোট কোষটি ক্রমাগত বিভাজিত হতে থাকে, প্রথমে ভ্রূণ ও পর্য্যায়ক্রমে পরবর্তীকালে সংবহন কলা সমন্বিত একটি পরিণত উদ্ভিদে রূপান্তরিত হয়। উন্নতশ্রেণীর উদ্ভিদের (টেরিডোফাইটা, ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী) ক্ষেত্রে আকৃতিগত ও প্রকৃতিগত বৈচিত্র ও বৈষম্য থাকা সত্ত্বেও এদের মধ্যে একটি সাধারণ গঠনগত কাঠামো পরিলক্ষিত হয়। যেমন—উদ্ভিদ অক্ষ (axis), যা মাটির নীচে সরাসরি বর্দ্ধিত হয়ে মূল (root) নামক একটি গঠন তৈরী করে ও মাটির উপরে বর্দ্ধিত হয়ে কাণ্ড (stem)

নামক একটি বায়ব গঠন সৃষ্টি করে। একই সঙ্গে সংবহন কলাতন্ত্র (vascular tissue system) উদ্ভিদ অক্ষে (যথা, মূল ও কাণ্ডে) অবিচ্ছিন্ন থাকে এবং পার্শ্বীয় উপাঙ্গগুলির সঙ্গে অবিচ্ছিন্ন ভাবে একটি নির্দিষ্ট বিন্যাস পদ্ধতিতে যুক্ত থাকে।

উদ্ভিদ অক্ষের দুটি ভিন্ন অংশে যেমন, মূল ও কাণ্ডে ভিন্ন গঠনবিশিষ্ট নালিকাবাণ্ডিল (vascular bundle) বর্তমান। কাণ্ডের নালিকাবাণ্ডিলগুলি এণ্ডার্ক জাইলেমসহ (endarch xylem) সংযুক্ত (conjoint) প্রকৃতির এবং মূলের নালিকাবাণ্ডিলগুলি একসার্ক জাইলেমসহ (exarch xylem) অরীয় (radial) প্রকৃতির। গঠনের এই বিভিন্নতা থাকা সত্ত্বেও উদ্ভিদ অক্ষের অবিচ্ছিন্নতা অটুট ভাবেই রক্ষিত হয় (চিত্র 3.1)। উদ্ভিদ অক্ষের কোনো এক স্থানে অরীয় প্রকৃতির নালিকাবাণ্ডিল থেকে সংযুক্ত প্রকৃতির নালিকাবাণ্ডিলের পরিবর্তন ঘটে এবং এই অংশটিকে অবস্থান্তর অঞ্চল (transition region) বলা হয়।

মূল ও তার শাখাপ্রশাখার এবং কাণ্ড ও তার শাখাপ্রশাখার বর্দ্ধিষ্ণু অঞ্চলের অগ্রভাগে বিভাজনক্ষম কোষ সমষ্টি দ্বারা গঠিত যে এক প্রকার কলা অবস্থান করে তাকে ভাজক কলা বা মেরিস্টেম (meristem) বলে। এই মেরিস্টেম “meristem” শব্দটি বিজ্ঞানী ন্যাগেলি (Nageli, 1958) কতগুলি বিভাজনে সক্ষম কলা বা টিসু পৃথকীকরণ করার জন্য সর্বপ্রথম ব্যবহার করেন। পরে তিনি এই অভিমত প্রকাশ করেছিলেন যে এই কলার কোষগুলি প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে গঠিত কিন্তু ক্যাম্বিয়াম কোষ থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির।

ভাজক কলার কোষগুলি অপরিণত হলেও বিপাকের সক্রিয় দশায় থাকে ও সদাসর্বদাই বিভাজিত হয় ও নতুন নতুন অপত্য কোষ সৃষ্টি করে। সাধারণত এই কোষগুলি সমব্যাসীয় (isodiametric), আয়তনে ক্ষুদ্র, পাতলা সেলুলোজ নির্মিত প্রাচীরবিশিষ্ট ও ঘনসন্নিবিষ্ট। কোষগুলির মধ্যে কোনো কোষান্তর স্থান থাকে না। অজীবীয় বস্তু যেমন, বর্জ্যপদার্থ (ergastic matter), সঞ্চিত পদার্থ (reserve material), ধাতব কেলাস (mineral crystal) ইত্যাদিও এই কোষগুলিতে পাওয়া যায় না। কোষগুলি দানাদার সাইটোপ্লাজম পূর্ণ ও কোষগুলিতে প্লাসটিড প্রো-প্লাসটিড অবস্থায় থাকে। এছাড়া কোষে একটি বড় নিউক্লিয়াস এবং ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কোষগহ্বর (vacuole) দেখা যায়। কোনো কোনো ক্ষেত্রে ভ্যাকুওল অনুপস্থিত থাকে। উল্লিখিত বৈশিষ্ট্যের ব্যতিক্রমও আছে। যেমন—ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের কোষগুলি (vascular cambial cells) মূলকাকার (fusiform), সুস্পষ্ট ভ্যাকুওলবিশিষ্ট, স্টার্চ ও ট্যানিনের মত বর্জ্য পদার্থও থাকে। উদ্ভিদ বিকাশের (development) কোনো কোনো পর্যায়ে কোষগুলি স্থূল প্রাচীরবিশিষ্ট হতে পারে। উপরোক্ত গঠন বৈশিষ্ট্য-সম্পন্ন ভাজক কলাকে কাপলান্ (Kaplan, 1937) ও এসাও (Esau, 1965)-এর মতানুসারে প্রকৃত ভাজক কলা (true meristem) অর্থাৎ ইউমেরিস্টেম (Eumeristem) বলে।

উদ্ভিদ দেহ, উদ্ভিদ অক্ষের অগ্রভাগে অবস্থিত অগ্রস্থ ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন প্রাথমিক কলার (Primary tissue) কোষগুলির কার্যকারিতাও বৃদ্ধির ফলে উদ্ভুত হয়। এইভাবে প্রাথমিক কলার সমন্বয়ে গঠিত প্রথম সৃষ্ট উদ্ভিদ দেহটিকে প্রাথমিক দেহ (Primary body) বলে। প্রাথমিক দেহ গঠন প্রক্রিয়াকে প্রাথমিক বৃদ্ধি (Primary growth) হিসেবে গণ্য করা হয়। এর ফলে উদ্ভিদ দেহ দৈর্ঘ্যে বাড়ে, শাখা প্রশাখা

ও নানান ধরনের উপাঙ্গের পরিস্ফুটন হয়। প্রাথমিক বৃদ্ধি সম্পূর্ণ হলে গৌণ বৃদ্ধি (Secondary growth) শুরু হতে থাকে।

মূলত প্রাথমিক বৃদ্ধির ভিত্তিতে এই পর্যায়ে মূল ও বিটপের অগ্রস্থ ভাজক কলার সংগঠন ও বিকাশ বিষয়ে আলোচনা করা হবে।

আগের অনুচ্ছেদগুলিতে ভাজক কলা কি তা জানা গেছে। পরবর্তী অনুচ্ছেদগুলিতে এ বিষয়ে আরও জানা যাবে।

3.2 ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ (Classification of meristems) :

পরিস্ফুটন, উৎপত্তি, কার্য, অবস্থান ও কোষ বিভাজন তল অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ করা হয় এবং সেগুলি নীচে আলোচনা করা হলো।

3.2.1 আদি-ভাজক কলা বা প্রোমেরিস্টেম (Promeristem) :

উদ্ভিদ দেহের পরিস্ফুটন অর্থাৎ নতুন নতুন অঙ্গের বুনিয়াদ বা foundation শুরু হয় এই আদি ভাজক কলা থেকে। বলা যেতে পারে, এই ভাজক কলা ভ্রূণের প্রাথমিক অবস্থা (earliest embryonic state) থেকেই কতগুলি প্রারম্ভিক কোষ (initials) এবং সংলগ্ন কতগুলি উদ্ভুত (derivatives) কোষ নিয়ে গঠিত। আদি ভাজক কলার চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য প্রকৃত ভাজক কলারই মত। কোনো একটি অঙ্গে আদি ভাজক কলার বিস্তৃতি খুবই সীমিত। বিভিন্ন অঙ্গে ও বিভিন্ন উদ্ভিদে এর বিস্তৃতি ভিন্ন ভিন্ন প্রকৃতির।

3.2.2 উৎপত্তি অনুযায়ী ভাজক কলা (according to origin)

উৎপত্তি অনুসারে ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ দুই প্রকার—

1. প্রাথমিক ভাজক কলা (Primary meristem) :

উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ (primary body) গঠনকারী ভাজক কলাকে প্রাথমিক ভাজক কলা বলে। প্রাথমিক ভাজক কলা আদি ভাজক কলার কিছু অংশ দিয়ে গঠিত। আদি ভাজক কলা থেকে পরবর্তী পর্যায়ে যে ভাজক কলার পরিস্ফুটন হয় সেটাই হল প্রাথমিক ভাজক কলা। এই কলা বা টিসু (tissue) উদ্ভিদ দেহে আমৃত্যু বিভাজনক্ষম অবস্থায় থেকে যায়। এই কলা মূল, কাণ্ড, পাতা এবং বিভিন্ন অঙ্গের অগ্রভাগে অবস্থান করে।

2. গৌণ ভাজক কলা (Secondary meristem) :

এই পর্যায়ে গৌণ বৃদ্ধি সম্পর্কে যদিও আলোচনা করা হচ্ছে না, তবুও গৌণ ভাজক কলার সংজ্ঞা জেনে রাখা ভাল। গৌণ ভাজক কলা প্রাথমিক ভাজক কলা থেকে সম্পূর্ণ আলাদা প্রকৃতির। কারণ গৌণ-বৃদ্ধি উদ্ভিদের যে সকল অঙ্গে ঘটে থাকে সবক্ষেত্রেই গৌণ ভাজক কলার উৎপত্তি স্থায়ী কলা থেকেই

হয়ে থাকে। স্থায়ী কলার কিছু সজীব কোষ যখনই বিভাজনক্ষম হয় তখনই ঐ প্রকার কোষ সমষ্টিকে গৌণ ভাজক কলা বলা হয়। উদাহরণস্বরূপ বলা যেতে পারে ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম (phellogen or cork cambium)। গৌণ ভাজক কলা উদ্ভিদের গৌণ বৃদ্ধি ও ক্ষত সংস্কারে (repair) সাহায্য করে।

3.2.3 অবস্থান অনুযায়ী ভাজক কলা (according to position) :

অবস্থান অনুসারে ভাজক কলাকে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা—অগ্রস্থ ভাজক কলা, নিবেশিত ভাজক কলা ও পার্শ্বস্থ ভাজক কলা (চিত্র 3.2)।

1. অগ্রস্থ ভাজক কলা (Apical meristem) :

যে ভাজক কলা উদ্ভিদ অঙ্গের বর্দ্ধনশীল অংশে যেমন মূল ও কাণ্ডের অগ্রে বা শীর্ষভাগে অবস্থান করে তাকে অগ্রস্থ ভাজক কলা বলে। এছাড়া, মূল ও কাণ্ডের শাখা-প্রশাখার অগ্রভাগে, কোনো কোনো ক্ষেত্রে পাতার-অগ্রভাগেও অবস্থান করে। এই ভাজক কলার ক্রিয়াশীলতার দরুন উদ্ভিদ-অক্ষ দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পায়।

2. নিবেশিত ভাজক কলা (Intercalary meristem) :

এই প্রকার ভাজক কলা অগ্রস্থ ভাজক কলারই একটি অংশ। উদ্ভিদ অক্ষের বৃদ্ধির সময় যে ভাজক কলা উদ্ভিদের অঙ্গের দুটি স্থায়ী কলাস্তরের মধ্যে অবস্থান করে তাকে নিবেশিত ভাজক কলা বলে। এই ভাজক কলা ঘাস জাতীয় (*grasses*) উদ্ভিদ, পাইন (*Pine*), ইক্যুইজি টাম (*Equisetum*) প্রভৃতির পত্রমূলে ও কাণ্ডের পর্বমধ্যে অবস্থিত হয়ে বৃদ্ধি ঘটায়। এই কলার কোষগুলি স্বল্প স্থায়ী ও পরবর্তীকালে স্থায়ী কলায় পরিণত হয়।

3. পার্শ্বস্থ ভাজক কলা (Lateral meristem) :

যে ভাজক কলা উদ্ভিদ অঙ্গের পার্শ্বদেশে অর্থাৎ মূল ও কাণ্ডের সীমারেখার সহিত সমান্তরালভাবে অবস্থিত থাকে তাকে পার্শ্বস্থ ভাজক কলা বলে। এই প্রকার ভাজক কলার কোষগুলি বিভাজিত হয়ে মূল ও কাণ্ডের পরিধির বৃদ্ধি ঘটায়। উদাহরণস্বরূপ বলা যেতে পারে যেমন—নালিকা বাণ্ডিলের (vascular bundle) অন্তর্গত ক্যাম্বিয়াম (cambium), ফ্যাসিকিউলার ক্যাম্বিয়াম (fascicular cambium) ও কর্ক ক্যাম্বিয়াম (cork cambium) জাতীয় কোষ।

3.2.4 কার্য অনুযায়ী ভাজক কলা (according to function) :

ভাজক কলাকে কার্য অনুসারে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায় (চিত্র 3.3)।

1. প্রোটোডার্ম (Protoderm) : অগ্রস্থ ভাজক কলার যে অংশ বহিঃত্বক (outer layer) গঠন করে তাকে প্রোটোডার্ম বলে। এই কলাকোষগুলির অরীয়-বিভাজনের (radial division) ফলে ত্বক গঠন হয়। কখনো কখনো কোষগুলি স্বর্শকভাবে (tangentially) বিভাজিত হয়ে বহুস্তরী ত্বক (multiple epidermis) গঠন করে। যথা—বট ও আসাম রবার পাতার উর্দ্ধত্বক (upper epidermis); করবী পাতার ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বক (Upper and lower epidenmis)।

2. প্রোক্যাম্বিয়াম (Procambium) : অগ্রস্থ ভাজক কলার অন্তর্গত যে দীর্ঘ কোষ সমষ্টি নালিকা বাণ্ডিল (vascular bundle) গঠন করে তাকে প্রেক্যাম্বিয়াম বলে। ভাজক কলার এই কোষগুলি লম্বা ও ক্রমসূক্ষ্ম (tapering) প্রকৃতির। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে এই ভাজক কলার কোষগুলি বা কোষগুচ্ছগুলি বলয়াকারে (ring) বিন্যস্ত থাকে এবং প্রতিটি গুচ্ছ জাইলেম, ফ্লোয়েম ও ক্যাম্বিয়ামসহ এক একটি নালিকা বাণ্ডিল গঠন করে। একবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে প্রোক্যাম্বিয়াম গুচ্ছগুলি ভূমি-ভাজক কলার মধ্যে (ground tissue) ইতস্তত ছড়ানো থাকে। মূলের ক্ষেত্রে প্রোক্যাম্বিয়াম গুচ্ছ একটিমাত্র হয় ও কেন্দ্র স্থলে অবস্থান করে। কোনো কোনো কাণ্ডের ক্ষেত্রে প্রোক্যাম্বিয়াম থেকে পরিচক্র উৎপন্ন হয়। প্রোক্যাম্বিয়াম থেকে নালিকা বাণ্ডিলের অন্তর্গত ক্যাম্বিয়ামও উৎপন্ন হয়।

3. গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম অর্থাৎ ভূমি ভাজক কলা (Ground meristem) : অগ্রস্থ ভাজক কলার যে অংশ বহিঃস্তর (cortex), মজ্জাংশু (medullary rays) ও মজ্জা (pith) গঠন করে, তাকে গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম বা ভূমি ভাজক কলা বলে। প্রোটোডার্ম ও প্রোক্যাম্বিয়াম ব্যতীত ভাজক কলার অবশিষ্ট অংশটি হল গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম।

3.2.5 কোষ বিভাজন তল অনুযায়ী ভাজক কলা (according to plane of division) শ্রেণীবিভাগ :

কোষ বিভাজনের সময় কোষ পাত (cell plate) গঠনের অবস্থান বা তল অনুসারে ভাজক কলাকে তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়। যথা—মাস (mass), প্লেট (plate) ও রিব (rib) মেরিস্টেম।

1. মাস মেরিস্টেম বা পুঞ্জীভূত ভাজক কলা (Mass meristem) : এক্ষেত্রে ভাজক কলার কোষগুলি তিনটি অথবা সবকটি তলেই বিভাজিত হয়, ফলে অনিয়মিতভাবে, বিন্যস্ত কোষপুঞ্জ গঠিত হয়। উদাহরণ— বর্দ্ধনশীল ভ্রূণ (young embryo), সস্য (endosperm), রেণু (spore) প্রভৃতি।

2. প্লেট মেরিস্টেম (Plate meristem) : এক্ষেত্রে ভাজক কলা নির্দিষ্ট দুটি তলে বিভাজিত হয়ে চেটাল (plate) প্রকৃতির ন্যায় বৃদ্ধি পায়। যথা—একস্তরবিশিষ্ট এই ভাজক কলা থেকে ত্বক (epidermis) ও বহুস্তর বিশিষ্ট এই ভাজক কলা থেকে কোনো কোনো ক্ষেত্রে পাতার ফলকের আয়তনের বৃদ্ধি ঘটে থাকে।

3. রিব মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলা (Rib meristem) : এক্ষেত্রে ভাজক কলার কোষগুলি একটি মাত্র তলে ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায় ও বহুসংখ্যক কোষ দ্বারা গঠিত কয়েকটি সারি (file) বা স্তম্ভ গঠন করে। অনেক সময় রিব মেরিস্টেমকে file meristem-ও বলা হয়ে থাকে। কর্টেক্স (cortex) ও মজ্জার (pith) পরিস্ফুটনে এই ভাজক কলা সক্রিয় অংশ গ্রহণ করে।

ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ ছাড়াও পরবর্তী পর্যায়ে মূল ও কাণ্ডের অগ্র-ভাগের ভাজক কলা সম্পর্কে আরও অন্যান্য বিষয় জানা যাবে।

3.3 উদ্ভিদের মূল-অগ্র (Root Apex) :

উদ্ভিদ মূলের অগ্রভাগের গঠন খুব সরল ও তুলনামূলকভাবে কাণ্ড অপেক্ষা হ্রস্ব। মূলের অগ্রভাগ পর্ব ও পর্বমধ্য বা পার্শ্বীয় উপাঙ্গে (যেমন, পাতা, মুকুল ইত্যাদি) বিভেদিত নয়। সাধারণত বহুস্তরবিশিষ্ট ও প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে গঠিত। অগ্রভাগে একটি টুপির মত আবরণী বা মূলত্র (root cap or calyptra) থাকে, এই অংশটির কাজ হল বাইরের মাটির কণা থেকে মূলাগ্রকে সুরক্ষিত রাখা। যেহেতু এই টুপি বা মূলত্র একেবারে মূলের অগ্রভাগে অবস্থান করে সেহেতু অগ্রস্থ ভাজক কলা মূলের ক্ষেত্রে একটু গভীরে অবস্থান করে বা বলা যেতে পারে ভাজক কলার অবস্থান উপপ্রান্তীয় (sub-terminal)।

3.3.1 অগ্রস্থ্ কোষ, প্রারম্ভিক কোষ ও প্রাথমিক দেহ (Apical cell, initial cell and primary body) :

টেরিডোফাইটা (Pteridophyta) জাতীয় অপুষ্পক উদ্ভিদের [যথা—ইক্যুইজিটাম (*Equisetum*); সাইলোটাম বর্গ (Psilotales); ওফিওগ্লসেসী (Ophioglossaceae; পলিপোডিয়েসী (Polypodiaceae) গোত্র ইত্যাদি] মূল-অগ্রে একটি মাত্র অগ্রস্থ কোষ (চিত্র 3.4) থাকে এবং এই কোষটি চতুস্থলকীয় (tetrahedral)। কিন্তু কোনো কোনো জলজ টেরিডোফাইটার ক্ষেত্রে যেমন, স্যালভিনিয়া (*Salvinia*), অ্যাজোলা (*Azolla*) অথবা সেলাজিনেলার (*Selaginella*) ক্ষেত্রে এই অগ্রস্থ কোষটি ত্রিস্থলকীয় (three-sided)। যেখানে চতুস্থলকীয়, সেক্ষেত্রে দেখা গেছে উপরের তিনটি পৃষ্ঠদেশের (sides or surface) ক্রিয়াশীলতার দরুন মূলে নতুন নতুন কোষ সংযোজিত হয়। কিন্তু এই কোষটির নীচের তলদেশ থেকে root cap বা মূলত্র উদ্ভুত হয়। ইউস্পোর্যানজিয়েট ফার্ণ গোত্র যেমন, মারাট্টিয়েসী (Marattiaceae) গোত্রে এবং উচ্চশ্রেণীর সবীজ (Spermatophyta) উদ্ভিদে মূল-অগ্রে কতিপয় অগ্রস্থ কোষ থাকে। একটি বা কতিপয় যাই হোক না কেন, এই কোষগুলি ভ্রূণ কোষ থেকেই সরাসরি উদ্ভুত। মূল-অগ্রে অবস্থিত সক্রিয় ও সর্বক্ষণব্যাপী বিভাজনরত প্রারম্ভিক কোষগুলি (initial cells) প্রাথমিক ভাজককলা (primary meristem) সৃষ্টি করে ও পরবর্তীকালে এই কলা কোষগুলিই প্রাথমিক স্থায়ী কলায় পরিণত হয় ও উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ (primary body) গঠন করে।

3.3.2 হিস্টোজেন (Histogen) :

বিজ্ঞানী হানস্টাইনের (Hanstein, 1868) মতে উদ্ভিদের বর্দ্ধিষ্ণু অঞ্চলের অগ্রভাগ, বিশেষত সপুষ্পক উদ্ভিদের মূলের ক্ষেত্রে, এক দল প্রারম্ভিক কোষের (group of initial cells) সমন্বয়ে গঠিত এবং কিছুটা গভীরতাবিশিষ্ট একটি ভাজক কলার পুঞ্জ বা হিস্টোজেন দ্বারা নির্মিত। এই হিস্টোজেন তিনটি সুস্পষ্ট অঞ্চলে বিভেদিত অর্থাৎ প্রতিটি অঞ্চলকে এক একটি হিস্টোজেন বলা হয়। সুতরাং প্রতিটি হিস্টোজেন প্রারম্ভিক কোষের পুঞ্জিভূত সমষ্টি। তিনটি হিস্টোজেন অঞ্চলের মধ্যে সর্বাপেক্ষা বাইরের দিকে বিন্যস্ত

অঞ্চলকে ডারমাটোজেন (Dermatogen) বা প্রোটোডার্ম, মধ্যস্থ অঞ্চলটি প্লিরোম (Plerome) বা প্রোক্যাম্বিয়াম (Procambium), ডারমাটোজেন ও প্লিরোমের মধ্যবর্তী অঞ্চলটি পেরিব্লেম (Periblem) বা গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম (Ground meristem) অথবা ভূমি ভাজক কলা (Haberlandt, 1914) বলা হয়। এই তিনটি হিস্টোজেন অঞ্চল দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্রের লম্বচ্ছেদে সুস্পষ্টভাবে দেখা যায় (চিত্র 3.5)।

3.3.2.1 হিস্টোজেন অঞ্চলের কাজ (Function of histogen layers) : ডারমাটোজেন অথবা প্রোটোডার্ম একস্তরবিশিষ্ট এবং এটি উদ্ভিদের বাইরের স্তর যথা ত্বকের (epidermis) উৎপত্তি ঘটায়। কোনো কোনো বিজ্ঞানীর মতে এই স্তরটি হল "meristem of the epidermis", পেরিব্লেম "meristem of the cortex" এবং প্লিরোম "meristem of central cylinder" (Fahn, 1982)। সাধারণত প্লিরোম অঞ্চলটি অসংখ্য কোষ দ্বারা গঠিত এবং অগ্রস্থ ও প্রাথমিক ভাজক কলা থেকে উদ্ভুত। এই বিশেষ অঞ্চলটি প্রাথমিক সংবহন কলা (primary vascular tissue) ও কেন্দ্রীয় মজ্জা (pith) গঠন করে, এছাড়া পরিচক্র, মজ্জাংশু, শিরাত্মক কলাসমষ্টি ও মজ্জার সমন্বয়ে গঠিত স্টিলির (stele) উৎপত্তি ঘটায়। পেরিব্লেম অঞ্চলটি বহুস্তরবিশিষ্ট এবং এই কোষগুলির বিভাজনের ফলে বহিস্ত্বক (cortex) ও অন্তস্ত্বকের (endodermis) উৎপত্তি ঘটে। চতুর্থ হিস্টোজেন স্তরটিকে ক্যালিপট্রোজেন (calyptrogen) বলা হয় ও এই স্তরটি মূলত্র বা root cap গঠনের সঙ্গে জড়িত (চিত্র 3.6)।

আগের দুটি অনুচ্ছেদে উল্লিখিত আলোচনায় হিস্টোজেন ও হিস্টোজেনের কাজ সম্পর্কে কিছু জানা গেল। বিজ্ঞানী হানস্টাইনের এই মতবাদ বা হিস্টোজেন তত্ত্বের সাহায্যে যদিও মূল অগ্রভাগের কোষ সংগঠনের ব্যাখ্যা করা সম্ভবপর হয়েছে তথাপি হিস্টোজেন তত্ত্বটি ত্রুটিপূর্ণ। বিশেষত গুপ্তবীজী ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের অনেকক্ষেত্রে অগ্রস্থ অঞ্চল পেরিব্লেম ও প্লিরোমে বিভেদিত নয়। নির্ধারিত হিস্টোজেনের মাধ্যমে বিভিন্ন অঞ্চলের উৎপত্তি সঠিকভাবে নির্ণয় করা ও বোঝানো যায় না।

3.3.3 মূল-অগ্র : করপার ও কাপ্‌পে (Korper-Kappe) :

বিজ্ঞানী শুয়েপের (Schuepp, 1917) প্রবর্তনে ও ক্লসের (Clawes, 1961) সমর্থনে গ্রামিনী ও ফ্যাগেসী (Gramineae and Fagaceae) গোত্রের উদ্ভিদের মূল-অগ্রের কোষগুলিতে বিভাজনের তলের তারতম্যের জন্য একটি বিশেষ বিন্যাস, 'T' বিভাজন, পরিলক্ষিত হয়েছে। মূল-অগ্রের কোষগুলি দুটি তলে বিভাজিত হয়—প্রথম বিভাজনটি অনুপ্রস্থে ঘটে এবং বিভাজনের ফলে সৃষ্ট অপত্য কোষগুলি (প্রধানত নীচের অংশ) অনুদৈর্ঘ্যে বিভাজিত হয়। ভুট্টার মূলের-অগ্রভাগের (*Zea mays*) মধ্য-লম্বচ্ছেদে এই T-বিভাজন বিন্যাস খুবই সুস্পষ্ট (চিত্র-3.7c)। 'T'-এর দ্বারা সীমা নির্দেশিত মূল-অগ্রের এই দুটি অঞ্চলকে শুয়েপের মতবাদ অনুযায়ী করপার (Korper) অর্থাৎ দেহ (body) এবং কাপ্‌পে (Kappe) অর্থাৎ টুপী (cap) অভিহিত করা হয়। সুতরাং এই করপার-কাপ্‌পে তত্ত্বটি (Korper-Kappe theory) উদ্ভিদের মূল-অগ্রের বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে উপস্থাপনা করা গেছে। শুয়েপের এই মতবাদটি বিটপ-অগ্রের টিউনিকা-কার্পাস তত্ত্বের (পরবর্তী অনুচ্ছেদে আলোচনা থেকে জানা যাবে) সঙ্গে সমকক্ষ ধরা হয়।

3.3.4 কুইসেন্ট কেন্দ্র (Quiescent centre) :

একবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলের মূলত্র ও সক্রিয় ভাজক কলার মধ্যবর্তীস্থানে উপস্থিত একগুচ্ছ কিছুটা নিস্ক্রিয় কোষের সমন্বয়ে গঠিত, অনেকটা চাকতির (disc) মত আকৃতিবিশিষ্ট অথবা অর্ধগোলাকৃতি (hemispherical) অঞ্চলটি অনেকের মতানুসারে কুইসেন্ট সেন্টার (quiescent centre) (চিত্র 3.7 A ও B) নামে অভিহিত করা হয়েছে (Jensen, 1957; Clawes, 1961, 1976; Pillai & Pillai 1961; Byrne and Himesh, 1970)। পার্শ্ববর্তী কোষগুলি তুলনায় কুইসেন্ট সেন্টারের কোষগুলির মাইটোটিক্ বিভাজনক্ষমতা খুবই মন্থর। এই অঞ্চলের কোষগুলি কোষের ভাণ্ডার (reservoir) রূপে কাজ করে, যদিও কোষগুলির কার্যক্রম বা কার্যকারিতা সম্পর্কে এখনও সঠিক কিছু বলা যায় না। তবে পারিপার্শ্বিক অন্যান্য কোষগুলির তুলনায় এই কোষগুলি আঘাতে কমসংবেদনশীল। এছাড়া, মূলের অগ্রের বৃদ্ধি রহিত হয়ে গেলে এই কুইসেন্ট সেন্টারের কোষগুলি পুনরায় সক্রিয় হয়ে যায় ও মূলের বৃদ্ধি ঘটায় এবং মূল-অগ্রের জ্যামিতিক (geometry) গঠন রক্ষা করতে সাহায্য করে।

3.3.5 দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্র (Root apices of dicotyledons) :

মূল-অগ্রে অবস্থানরত প্রারম্ভিক কোষের (initial cells) সংখ্যার উপর ভিত্তি করে দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্রকে তিনটি প্রকৃতিতে ভাগ করা হয়েছে (চিত্র 3.8 : 1,2,3)। এগুলি নীচে আলোচনা করা হলো।

ক) **র‍্যানানকুলাস প্রকৃতি (*Ranunculus* type) :** এই প্রকৃতির মূল-অগ্রে প্রারম্ভিক কোষগুলি একটি স্তরে বিন্যস্ত থাকে এবং এই কোষগুলি থেকে মূলত্র ও মূলের বিভিন্ন অঞ্চল উৎপন্ন হয়। উদাহরণ স্বরূপ র‍্যানানকুলেসী (Ranunculaceae) গোত্র ও কোনো কোনো ক্ষেত্রে লিগুমিনোসী (Legaminosae) গোত্রের মূল-অগ্রের উল্লেখ করা যেতে পারে।

খ) **ক্যাসুয়ারিনা প্রকৃতি (*Casuarina* type) :** এই ক্ষেত্রে প্রারম্ভিক কোষগুলি দুটি স্তরে বিন্যস্ত থাকে এবং একটি স্তরের কোষগুলি থেকে কেন্দ্রীয়স্তম্ভক বা স্টিলি (central cylinder or stele), অপর স্তরটি বহিঃস্তরের এপিডারমিস ছাড়াও মূলত্র উৎপন্ন করে। উদাহরণস্বরূপ ক্যাসুয়ারিনাসী (Casuarinaceae), প্রোটিয়েসী (Proteaceae) এবং কোনো কোনো ক্ষেত্রে লিগুমিনোসী (Leguminosae) গোত্রের মূল-অগ্রের কথা উল্লেখ করা যেতে পারে। এই প্রকৃতির অন্তর্গত কোনো কোনো গোত্রে যেমন, রোজেসী (Rosaceae), টিলিয়েসী (Tiliaceae), বা জুগলানডেসীর (Juglandaceae) মূল-অগ্র দুটি সারিতেই বিন্যস্ত থাকে। কিন্তু একটি থেকে কেন্দ্রীয় স্তম্ভক (stele) ও অন্তঃবহিঃস্তর (inner cortex) এবং অন্যটি থেকে বহিঃ-বহিঃস্তর (outer cortex) ও মূলত্র এবং বহিঃস্তরের (cortex) সবচাইতে বাইরের স্তর থেকে ত্বক (epidermis) গঠিত হয়।

গ) **সাধারণ দ্বিবীজপত্রী প্রকৃতি (Common dicotyledonous type) :** এক্ষেত্রে মূল-অগ্রে প্রারম্ভিক কোষগুলি তিনটি স্তরে বিন্যস্ত থাকে। তিনটির মধ্যে প্রথম স্তরটি থেকে ত্বক (epidermis) ও মূলত্র,

দ্বিতীয় স্তর থেকে বহিঃস্তর (মাঝখানে অবস্থিত) এবং তৃতীয় স্তর থেকে কেন্দ্রীয় স্তম্ভকের উৎপত্তি ঘটে। উদাহরণস্বরূপ অধিকাংশ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্রের কথা উল্লেখ করা যেতে পারে।

3.3.6 একবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্র (Root apex of monocotyledons) :

একবীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে চার প্রকার মূল-অগ্র দেখা যায়। যথা—ঠিক উপরে উল্লিখিত দ্বিবীজপত্রী মূল-অগ্রের তিনটি প্রকৃতি : (ক), (খ) ও (গ)-এর মত এবং চতুর্থ প্রকারের ক্ষেত্রে (ঘ) উদাহরণ—একবীজপত্রী ভুট্টা। এখানে প্রারম্ভিক কোষস্তর চারটি সারিতে বিন্যস্ত থাকে। এই প্রকৃতিতে মূলত্র, ত্বক, বহিঃস্তর ও কেন্দ্রীয় স্তম্ভক পৃথক পৃথক স্তর থেকে স্বাধীনভাবে উৎপন্ন হয়। যে স্তরটি থেকে মূলত্র উৎপন্ন হয় তাকে ক্যালিপট্রোজেন (calyptrogen) বলে (চিত্র 3.8 4b)।

3.4 উদ্ভিদের বিটপ অগ্র (Shoot apex)

এই পর্যায়ের প্রথমার্ধে মূল-অগ্র সম্পর্কে জানা গেছে। এই পর্যায়ের এই ভাগে এখন বিটপ অগ্র সম্পর্কে জানা যাবে। সর্বাপেক্ষা পত্র আদ্যের (leaf primordium) ঠিক উপরে অবস্থিত বিটপের (shoot) যে প্রান্তীয় (terminal) অংশ দেখা যায় তাকে বিটপ অগ্র (shoot apex) বলে। উদ্ভিদের Spermatophyta-এর মধ্যে বিটপ অগ্রে আকৃতিগত ও আয়তনের যথেষ্ট তারতম্য লক্ষ্য করা যায়। মধ্য-লম্বচ্ছেদে (Median-longitudinal section) সাধারণত এই বিটপ অগ্র উত্তল (convex) অথবা নীচু গম্বুজ (low dome) আকারের। কিন্তু অনেকক্ষেত্রে যেমন আরারকিস্ (*Ararchis* sp.), ইলোডিয়া (*Elodea* sp.), হিপপুরিস (*Hippuris* sp.), মাইরিওফাইলাম (*Myriophyllum* sp.) এবং অনেক ঘাসের ক্ষেত্রে (grass) এই অগ্রভাগ গোলাকার প্রান্তীয় অংশসহ শঙ্কু আকৃতির (cone-like) হয়। কনিফার (Conifer) জাতীয় ব্যক্তবীজীতে বিটপের অগ্রভাগ সরু ও শাঙ্কবাকার (narrow and conical)। আবার কতিপয় গুপ্তবীজীর ক্ষেত্রে যথা—ড্রাইমিস্ (*Drymis* sp.), হিবিসকাস্ সাইবিরিকাসে (*Hibiscus sybiricus*) এই অগ্রভাগ সামান্য অবতল (concave)। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে বিটপ অগ্রের সাধারণ ব্যাস (diameter) 130-200 µm পর্যন্ত হতে পারে। কতিপয় ঘাসের ক্ষেত্রে এই ব্যাস 90 µm; ব্যতিক্রমও লক্ষ্য করা গেছে। যেমন—কলাগাছে (banana) বিটপ অগ্রের ব্যাস 280 µm, নিম্ফিয়ায় (*Nymphaea*) 500 µm, জ্যানথোরিয়া মিডিয়ার ক্ষেত্রে (*Xanthorrhoea media*) 1, 2, 8, 3 µm এবং সাইকাস রিভলুটায় (*Cycas revoluta*) এই ব্যাস পর্যন্ত নির্ণয় করা হয়েছে (Foster, 1940)।

3.4.1 প্লাসটোক্রন (Plastochron) :

প্রতিটি পত্র আদ্য (leaf primordium) পরিস্ফুটন শুরু হওয়ার ঠিক আগে অগ্রস্থ ভাজক কলা কিছুটা প্রশস্ত হয় এবং পাতার পরিস্ফুটন ও গঠন (structural development) সম্পূর্ণ হলে ঐ ভাজক কলা পুনরায় সরু অর্থাৎ অপ্রশস্ত হয়ে যায়। ফলে বিটপ অগ্রে ক্রমান্বয়ে কতকগুলি প্রশস্ত ও সরু অঞ্চল (Schmidt,

1924) পরিলক্ষিত হয়ে থাকে। এই প্রকার ক্রমান্বয়ে বিটপ অগ্রে প্রশস্ত ও অপ্রশস্ত হওয়ার ছন্দময় ঘটনাকে কেন্দ্র করে ঐ অঞ্চলগুলিকে যথাক্রমে ম্যাকসিমাল (maximal) এবং মিনিমাল (minimal) স্থানরূপে পরিগণিত করা হয়েছে। ধারাবাহিকভাবে পর পর (successive) পরিস্ফুটনের মধ্যবর্তী অতিবাহিত সময়কালকে প্লাসটোক্রন (plastochron) বলা হয়। (চিত্র 3.9 A ও B)।

3.4.2 বিটপ অগ্রের সংগঠন—অপুষ্পক ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ (Structural Organization of Shoot Apex—Cryptogams and Gymnosperms) :

সাধারণত বিটপের অগ্রস্থ ভাজক কলার সব কোষেরই পৃথকীকরণের সমান মৌলিক ক্ষমতা আছে। বিজ্ঞানী স্মিডট্ (Schmidt, 1924)-এর মতে বিটপের অগ্রভাগে দুটি কলা অঞ্চল বিদ্যমান। একটি হল টিউনিকা (tunica), অপরটি কর্পাস (corpus)। স্মিডট্ প্রস্তাবিত এই তত্ত্ব টিউনিকা-কর্পাস তত্ত্ব (Tunica-corpus Theory) নামে খ্যাত। ফসটার (Foster, 1939) ও অন্যান্যরা পরে এই মতবাদ সমর্থন করেন। এই তত্ত্বের মাধ্যমে উচ্চশ্রেণীর উদ্ভিদের (গুপ্তবীজী) বিটপ অগ্রের অগ্রস্থ বৃদ্ধি (apical growth), ক্রমপৃথকীকরণ (gradual differentiation) এবং ক্রমবিকাশ (gradual development) ব্যাখ্যা করা সহজ হয়েছে। কিন্তু অপরদিকে অপর দুটি তত্ত্ব যথা—হফ্‌মিসটার (Hofmister, 1857)-এর প্রস্তাবিত ও নেগেলি (Nageli, 1878) সমর্থিত অগ্রস্থ কোষ তত্ত্ব (Apical cell Theory) এবং হিস্টোজেন তত্ত্ব (Histogen Theory) যা দ্বারা হানষ্টাইন (Hanstein, 1868) বর্ণিত মূলের অগ্রভাগ ব্যাখ্যা করা গেলেও উচ্চশ্রেণীর উদ্ভিদের বিটপের ক্ষেত্রে এই তত্ত্ব পরিত্যক্ত হয়েছে।

3.4.2.1 অপুষ্পক উদ্ভিদের বিটপ অগ্র (Shoot tip of Cryptogams) : নিউম্যানের (Newman, 1961) মতানুসারে বিটপ অগ্র গঠনের ক্ষেত্রে কোষ বিভাজনের তলটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। অপুষ্পক উদ্ভিদে টেরিডোফাইটার (Pteridophyta) ক্ষেত্রে, যেমন—লাইকোপোডিয়াম (*Lycopodium*), সেলাজিনেলা (*Selaginella*) ও ফার্ণগোষ্ঠীর (Polypodiacae) বিটপের অগ্রভাগে এক বা একাধিক কোষ বর্তমান (চিত্র 3.10 A ও B) এবং এই কোষগুলির তল সমান্তরাল বা পেরিক্লিনাল (periclinal) বিভাজন দ্বারা বিটপ অগ্র গঠিত হয়। সি. এফ. ওলফ্ (C.F. Wolff, 1759) মুকুল বিকাশ অনুসন্ধান করতে গিয়ে দেখেছিলেন যে নতুন কচিপাতার কলা (young leaf tissue) ও নতুন কচি কাণ্ডের কলা (young shoot tissue) উদ্ভুত হয় একেবারেই বিটপ অগ্রের অগ্রপ্রান্ত থেকে। বিটপের এই অগ্রস্থ প্রান্তীক অঞ্চলটিকে ওল্‌ফ্ (Wolff) “punctum vegetationis” নামে অভিহিত করেন। পরবর্তীকালে বিটপের এই অঞ্চলটি বিটপের অগ্রভাগ “shoot apex” নামে উল্লিখিত হয়।

3.4.2.2 ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্র (Shoot tip of Gymnosperm) : ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে যেমন, গিঙ্কগো (*Ginkgo*), সাইকাস জাতীয় (cycads), সিকুওয়া (*Sequoia*) এবং সিউডোসুগা (*Pseudotsuga*) অনুসন্ধান করে দেখা গেছে বিটপ অগ্র প্রারম্ভিক বা প্রোমেরিস্টেম দ্বারা গঠিত। এই কোষগুলির কোষ

বিভাজন অ্যান্টিক্লিনাল (anticlinal বা তলসমকোণী) ও পেরিক্লিনাল (periclinal বা তল সমান্তরাল) ভাবে ঘটে থাকে যার ফলে সমগ্র বিটপ অগ্রে একটি অঞ্চল (zone) গঠিত হয় এবং এই অঞ্চলটিকে সারফেস মেরিস্টেম (surface meristem) বলা হয় (Popham, 1952)। এই মেরিস্টেমের সক্রিয়তার ফলে এপিডারমিস (epidermis) ও অন্যান্য মেরিস্টেম বা ভাজক কলা উদ্ভূত হয়। বিজ্ঞানী ফস্টার (Foster, 1938) গিঙ্কগো বাইলোবা (*Ginkgo biloba*)-য় খুব সুস্পষ্ট জোনাল প্যাটার্ন (zonal pattern) লক্ষ্য করেন। এই সারফেস মেরিস্টেম দুটি অংশে বিভেদিত—(i) প্রারম্ভিক অগ্রভাগের কোষ (apical initials) ও কিছুটা নীচের দিকে (ii) কেন্দ্রীয় মাতৃকোষ অঞ্চল (a zone of central mother cells)। এই মাতৃকোষগুলির বৈশিষ্ট্য হল কোষগুলি বহুস্থলকীয় (polyhedral), আকারে বড়, স্থূল প্রাচীর ও ভ্যাকুওলযুক্ত সাইটোপ্লাজমবিশিষ্ট। প্রারম্ভিক অগ্রভাগের কোষগুলি (apical initials), তল সমকোণী বিভাজনের দ্বারা বাইরের দিকে একটি কলা অঞ্চল গঠন করে এবং এই অঞ্চলের কোষগুলির গঠন পৃথক পৃথক ধরনের। এই অঞ্চলটিকে ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেম বা পেরিফেরাল মেরিস্টেম (Flank meristem or peripheral meristem) বলে। এই অঞ্চলের কোষগুলির ক্রিয়াশীলতার দরুণ বহিঃস্তর (cortex), প্রোক্যাম্বিয়াম (procambim) ও পত্র-আদ্য (leaf perimordium) উৎপন্ন হয়। কেন্দ্রীয় মাতৃকোষের (a zone of central mother cells) নীচের দিকে পর্শুকা ভাজক কলা বা রিব মেরিস্টেম (rib meristem) অবস্থিত (Schuepp, 1926)। এই অঞ্চলের কোষগুলি খাড়াভাবে (vertical) বিন্যস্ত ও সবকটি তলে বিভাজনক্ষম। পরবর্তীকালে এই অঞ্চলটি পিথ বা মজ্জা গঠনকারী অংশরূপে কাজ করে। স্টারলিং (Sterling, 1945, 1946)-এর মতানুসারে সিকুওয়া ও সিউডোসুগায় (*Sequoia* and *Pseudotsuga*) একটি ইউমেরিস্টেম অঞ্চল থাকে। এই ইউমেরিস্টেম ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কোষের সমষ্টি এবং পিথ মাতৃকোষের মধ্যবর্তী অংশে অবস্থিত। নিটেলিস্ (Gnetales) গোষ্ঠীতে যেমন—ইফেড্রা অ্যালটিসিমা (*Ephedra altissima*), নিটাম নিমনের (*Gnetum gnemon*) বিটপ অগ্রের বহিঃকোষস্তর (external cell layers) খুবই সুস্পষ্ট (Gifford, 1943, Johnson, 1947)। পেয়ালা আকৃতির এই অঞ্চলটির কোষগুলির পেরিক্লিনাল বিভাজন ক্ষমতা খুব দ্রুত। ফলে এই অঞ্চলটির ভিতরে একটি কেন্দ্রীয় বৃহদাকার অংশ (inner core) গঠিত হয় যা সমগ্র ভাবে গুপ্তবীজী উদ্ভিদের টিউনিকা (tunica) ও কর্পাস (corpus) অঞ্চলের সঙ্গে তুলনা করা যেতে পারে (পরবর্তী অনুচ্ছেদে বিশদ জানা যাবে)। সুতরাং কেম্পের (Kemp, 1943) মতানুযায়ী বলা যেতে পারে নতুন পত্র-আদ্য (leaf primordium) পরিস্ফুটনের সময় বিটপ অগ্রের স্তর গুলি খুবই স্পষ্ট হতে দেখা যায়।

ব্যক্তবীজীতে বিটপ অগ্রের সংগঠন অনুযায়ী পোফাম, (Popham, 1952) তিন প্রকার গঠন প্রকৃতি লক্ষ্য করেন এবং সেগুলি হলো—

(i) **সাইকাস প্রকৃতি (*Cycas* type) :** এক্ষেত্রে তিন প্রকারের মেরিস্টেম অঞ্চল দেখা যায়। যথা— সারফেস মেরিস্টেম, রিব মেরিস্টেম ও পেরিফেরাল মেরিস্টেম বা ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেম (চিত্র 3.10 C)।

(ii) **গিঙ্কগো প্রকৃতি (*Ginkgo* type) :** এক্ষেত্রে পাঁচটি মেরিস্টেম অঞ্চল দেখা যায়। যথা—সারফেস মেরিস্টেম, কেন্দ্রীয় মাতৃকোষ, রিব মেরিস্টেম, পেরিফেরাল মেরিস্টেম বা ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেম ও ক্যাম্বিয়ামের মত অবস্থান্তর অঞ্চল (transitional zone) (চিত্র 3.10D)।

(iii) **ক্রিপটোমেরিয়া-অ্যাবিস প্রকৃতি (*Cryptomeria-Abies* type) :** এটি ঠিক উপরি উল্লিখিত গিঙ্কগো প্রকৃতির ন্যায় কিন্তু ক্যাম্বিয়ামের মত অবস্থান্তর অঞ্চল অনুপস্থিত (চিত্র 3.10E)।

3.4.2.3 গুপ্তবীজী উদ্ভিদ ও টিউনিকা কর্পাস তত্ত্ব (Angiosperms and Tunica-Corpus theory) : স্মিডট্ (Schmidt, 1924)-এর তত্ত্ব অনুযায়ী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্রে অগ্রস্থ ভাজক কলা অঞ্চলে দুটি অংশ দেখা যায় যথা—টিউনিকা (tunica) ও কর্পাস (corpus) (চিত্র 3.11)। জনসন এবং টলবার্টের (Johnson and Tollbert, 1960) মতানুসারে টিউনিকা ও কর্পাস যে প্রারম্ভিক কোষগুলি থেকে উদ্ভুত হয়েছে সেই কোষগুলিকে মেট্রামেরিস্টেম (Metra meristem) নামে অভিহিত করা হয়।

ক) **টিউনিকা (Tunica) :** এটি একটি বহিঃআবরণী অঞ্চল, এক বা একাধিক কোষের স্তরবিশিষ্ট। এই কোষের স্তরের সংখ্যা সাধারণত নির্দিষ্ট থাকে না, একই গণের মধ্যে (within the same genus), একই গোত্রের (same family) মধ্যে বা একই প্রজাতির (same species) মধ্যে, এমনকি একটি উদ্ভিদের বিকাশের বিভিন্ন পর্যায়ে (indifferent developmental stages) এই স্তরের সংখ্যা পরিবর্তনশীল। সাধারণত এই স্তরের সংখ্যা এক থেকে নয় পর্যন্ত বিস্তৃত হতে পারে। একবীজপত্রী উদ্ভিদে এই সংখ্যা এক থেকে তিনের মধ্যে সীমিত। যেমন—ঘাসে (grass) কেবলমাত্র একটি টিউনিকা স্তর দেখা যায়। কিন্তু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে টিউনিকা স্তরের সংখ্যা সাধারণত বেশী। এই অঞ্চলের কোষগুলি কর্পাস অঞ্চলের তুলনায় আকৃতিতে ক্ষুদ্র, কোষগুলির বিভাজন-তল প্রধানত তল সমকোণী অর্থাৎ এ্যান্টিক্লিনাল প্রকৃতির। সুতরাং এই কোষগুলি উদ্ভিদকে আয়তনে বৃদ্ধি করতে সাহায্য করে। কখনও কখনও একবীজপত্রী উদ্ভিদে কতিপয় কোষে পেরিক্লিনাল বা তল সমান্তরাল বিভাজনও ঘটে থাকে। টিউনিকার প্রতিটি স্তরই প্রারম্ভিক (initials) কোষের নিজস্ব একটি মাত্র গুচ্ছ থেকে উদ্ভুত। এই কোষগুলি টিউনিকার অন্যান্য কোষের তুলনায় আকারে বড়, ভ্যাকুওল ও নিউক্লিয়াসের আয়তনও বেশী এবং অপেক্ষাকৃত হালকাভাবে রঞ্জিত (light stained)। টিউনিকার সব চাইতে বহিঃস্তর থেকে ত্বক (epidermis) এবং ত্বকের সঙ্গে জড়িত অংশগুলিরও উৎপত্তি ঘটে। কোনো কোনো বিশেষ উদ্ভিদের ক্ষেত্রে (Esau, 1965) টিউনিকার নীচে অবস্থিত কোষগুলির উৎপত্তি টিউনিকা স্তর থেকেও ঘটে থাকে। টিউনিকা অঞ্চলের কোষগুলি কর্পাস অঞ্চলকে ঘিরে থাকে (চিত্র 3.11a)।

খ) **কর্পাস (Corpus) :** কর্পাস একটি অপেক্ষাকৃত বড় অঞ্চল ও টিউনিকা দ্বারা পরিবৃত (চিত্র 3.11b)। কোষগুলি সংখ্যায় অনেক বেশী, আকারে টিউনিকার কোষের তুলনায় বড়। এই অংশে কোষ বিভাজনের তল স্থির থাকে না ফলে কোষগুলি অসমভাবে বিন্যস্ত। একটি সারিতে

অবস্থিত কতগুলি প্রারম্ভিক কোষ (initials) থেকে কর্পাস অঞ্চলটি উদ্ভুত হয়। কোন কোন বিজ্ঞানীর (Philipson, 1947, Reeve, 1948) মতে গুপ্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্রের কর্পাস অংশটি (আধুনিক পদ্ধতি প্রয়োগ করে দেখা গেছে) অঞ্চল পৃথকীকরণের (zonations) ব্যক্তবীজীর সঙ্গে অনেকটা তুলনা করা যায়। যেমন—পাম (*Palms*), বাঁশ (*Sinocalamus*) ও অধিকাংশ দ্বিবীজপত্রী ও ক্যাক্টাস (Cactaceous) জাতীয় উদ্ভিদের ক্ষেত্রে একই ধরনের অঞ্চলীকরণ পরিলক্ষিত হয়। সাধারণত বহিঃস্তর (cortex), অন্তস্ত্বক (endodermis), মজ্জা (pith) ও সংবহন কলাসমষ্টি (vascular tissues) কর্পাস অঞ্চল থেকে উৎপন্ন হয়। অনেক সময় দুটি অঞ্চলই (টিউনিকা ও কর্পাস) বিভিন্ন কলা অঞ্চল গঠনের সঙ্গে জড়িত অথবা শুধুমাত্র টিউনিকা অঞ্চল থেকেই বিভিন্ন কলা যেমন—বহিঃস্তর, অন্তস্ত্বক, মজ্জা ও সংবহন কলা সমষ্টির উৎপত্তি ঘটে থাকে।

3.4.2.4 ম্যান্টেল-কোর তত্ত্ব (*Mantle-Core Theory*) : কোনোরূপ কোষ বিভাজনের তলের (plane of division) উপর ভিত্তি না করে পোফাম ও চ্যান (Popham and Chan, 1950) ম্যান্টেল-কোর নামক একটি মতবাদ প্রকাশ করেন। এই তত্ত্ব অনুসারে গম্বুজাকার (dome-shaped) বিটপ অগ্রের বহিঃস্তরটি টিউনিকার পরিবর্তে ম্যান্টেল (mantle) রূপে ও কেন্দ্রের মজ্জা অংশটি কর্পাসের পরিবর্তে কোর (core) রূপে পরিলক্ষিত হয়।

3.4.2.5 কর্পাসের প্রকারভেদ (*Corpus* type) : অভ্যন্তরীন গঠনের উপর ভিত্তি করে বিজ্ঞানী পোফাম (Popham, 1952) গুপ্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্রে দু'প্রকার কর্পাসের উপস্থিতি (occurrence) লক্ষ্য করেন। প্রথমটি সাধারণ গুপ্তবীজী প্রকৃতি ও দ্বিতীয়টি ফণিমনসা প্রকৃতি :

1. **সাধারণ গুপ্তবীজী প্রকৃতি (*General Angiosperm* type) : (চিত্র 3.10F)**

   এই ক্ষেত্রে কর্পাসে তিনটি অঞ্চল পৃথক করা যায়। যথা—i) কেন্দ্রীয় মাতৃকোষের অঞ্চল (the zone of central mother cells); (ii) রিব (rib) মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলা এবং (iii) ফ্ল্যাঙ্ক (flank) মেরিস্টেম বা পেরিফেরাল মেরিস্টেম। শেষের দুটি অঞ্চল কেন্দ্রীয় মাতৃকোষের অঞ্চলের সঙ্গে অবিচ্ছিন্ন থাকে।

2. **ফণিমনসা প্রকৃতি (*Opuntia* type) : (চিত্র 3.10G)**

   এই প্রকৃতির বিটপ অগ্রে উপরোক্ত তিনটি অঞ্চল ছাড়া আরও একটি অঞ্চলও দেখা যায়। এই চতুর্থ অঞ্চলটি হল ক্যাম্বিয়ামের ন্যায় একটি অবস্থান্তর অঞ্চল (transitional zone)। এই অঞ্চলটি পেয়ালাকৃতি ও এর অবস্থান কেন্দ্রীয় মাতৃকোষ ও রিব (rib) এবং ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেমের (flank meristem) মধ্যে দেখা যায়। ফিলিপসনের (Philipson, 1954) মতে এই অঞ্চলটি সাময়িকভাবে সাধারণত প্লাসটোক্রনের শেষের পর্যায়কালে পরিলক্ষিত হয়।

ফণিমনসা প্রকৃতির বিটপ অগ্রভাগ আরও কিছু উদ্ভিদে পরিলক্ষিত হয়েছে এবং তাদের বিজ্ঞানসম্মত নামগুলি হলো :

Phoenix dactylifera, Chrysanthemm morifolium, Opuntia cylindrica, Bellis perennis, Xanthium pensylvanicum, Liriodendron tulipifera and Bougainvillea spectabilis.

3.5 মূল ও বিটপ অগ্রের তুলনা (Comparison between root apex and shoot apex) :

এই পর্যায়ে পূর্বে মূল অগ্র ও বিটপ অগ্র সম্পর্কে অনেক আলোচনা করা হয়েছে। এবার মূল অগ্র যেসব চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যে বিটপ অগ্র থেকে আলাদা প্রকৃতির সেগুলি আলোচনা করা হলো।

ক) মূল অগ্র বিটপ অগ্রের অপেক্ষায় তুলনামূলকভাবে হ্রস্ব।

খ) মূল অগ্র পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভেদিত নয়, তাই বিটপ অগ্রের তুলনায় সরল প্রকৃতির।

গ) মূলের বর্দ্ধিষ্ণু অগ্রভাগে শাখা উৎপন্নকারী আদি ভাজক কলা থাকে না।

ঘ) শাখামূলগুলি মূল-অগ্রের কিছুটা ভিতরে অবস্থিত পরিচক্র (pericycle) থেকে উৎপন্ন হয়।

ঙ) মূলে মূলত্র (root cap) বর্তমান থাকায় ভাজক কলার অবস্থান মূল-অগ্রের ক্ষেত্রে কিছুটা উপপ্রান্তীয়।

চ) মূলে পত্র আদ্য (leaf primordium) উৎপাদনকারী আদি ভাজক কলা থাকে না। তাই বিটপ অগ্রে পাতার প্রারম্ভিক পরিস্ফুটনকালের পরিবর্তনগুলি যেমন প্লাসটোক্রন (সময়কাল) মূল অগ্রে দেখা যায় না।

ছ) মূল সমানভাবে দৈর্ঘ্যে বাড়ে তাই পরিস্ফুটনের সময় জটিলতা দেখা যায় না।

জ) মূলের ক্ষেত্রে শিরাত্মক কলা সমষ্টি, যথা—জাইলেম (xylem) ও ফ্লোয়েম (phloem) পাশাপাশি ও পৃথকভাবে অক্ষীয় ব্যাসার্দ্ধে (radial) অবস্থান করে। কিন্তু বিটপের ক্ষেত্রে একই ব্যাসার্দ্ধের উপর একত্রে ভাসকুলার বাণ্ডিল সংযুক্ত (conjoint) প্রকৃতির দেখা যায়।

3.6 বিটপ অগ্র ও পুষ্প পরিস্ফুটন সম্পর্কিত কিছু তথ্য (Some informations on shoot apex related to flowering) :

গোথের (Göethe) প্রথাগত মতবাদটি “flowering shoot is homologus in vegetative shoot” অর্থাৎ “পুষ্প বিটপের সমসংস্থ অঙ্গ। এই মতবাদ কোনো কোনো বিজ্ঞানীর সমর্থন পায়নি। গ্রিগর (Gregoire, 1938) কলাস্থানতাত্ত্বিক (histological) গবেষণার মাধ্যমে প্রতিস্থাপনা করলেন যে পুষ্প উদ্ভিদের জনন অঙ্গ ও সর্বশেষ পর্যায়ে এই অঙ্গটির আবির্ভাব হয় এবং পুষ্প পরিস্ফুটন সম্পর্কিত ভাজক

কলার গঠন অঙ্গজ ভাজক কলার (vegetative meristem) তুলনায় মৌলিকভাবে সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির। গ্রিগরের (Gregoire) মতে পুষ্পাক্ষের অগ্রভাগ বিটপ অগ্রের টিউনিকা-কর্পাসের রূপান্তর নয়। পক্ষান্তরে পুষ্পাক্ষের অগ্রভাগ প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত বৃহদাকার একটি কেন্দ্রীয় কোর (core) "massif parenchymateaux", বর্তমান এই অংশটি ভাজক কলার দ্বারা সৃষ্ট একটি ঢাকনি (mantle) দ্বারা আবৃত "manchon meristematique"। এই ম্যানটেল অঞ্চলের বাইরের দুটি স্তর থেকে পুষ্পের বিভিন্ন অংশ এমনকি সংবহন কলার (vascular trace) উৎপত্তি ঘটে। গ্রিগরের এই মতবাদ পরবর্তীকালে পরিত্যক্ত হয়।

সামগ্রিকভাবে বিজ্ঞানীরা একটি সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে পুষ্প পরিস্ফুটনের সময় বিটপ অগ্রে নানাবিধ অঙ্গসংস্থানিক ও শারীরবৃত্তীয় (morphological and physiological) পরিবর্তন ঘটে যার ফলে অঙ্গজ বিটপ অগ্র (vegetative shoot apex) পুষ্পাক্ষে পরিণত হয়। সপুষ্পক উদ্ভিদে বিটপ অগ্রে কাক্ষিক মুকুলের আবির্ভাব আপাতদৃষ্টিতে পুষ্প পরিস্ফুটনের অর্থাৎ জননাঙ্গের সঙ্গে জড়িত (Fahn, 1982) একটি ঘটনা। বিটপ অগ্রের মত পুষ্পাক্ষের অগ্রভাগে প্লাসটোক্রনিক (plastochronic) সময় কাল এবং আকৃতি ও আয়তনের তীব্র পরিবর্তন ঘটতে দেখা যায় (Tucker, 1960)।

ফিলিপসনের মতে (Philipson, 1947, 1949), বিটপ অগ্রের ভাজক কলা উদ্ভিদ অক্ষকে দৈর্ঘ্যে বাড়তে সাহায্য করে। এছাড়া তিনি পুষ্পাক্ষের অগ্রভাগে দুটি অঞ্চল পরিলক্ষিত করেন। যথা—(ক) ভাজক কলা দ্বারা সৃষ্ট একটি বড় আবরণী (envelope) অঞ্চল এবং এই অঞ্চল থেকেই পুষ্প বা পুষ্পের বিভিন্ন অংশ উদ্ভুত হয়; (খ) ভিতরকার রিব মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলা অঞ্চল। বোক (Boke, 1947), পোফাম ও চ্যান (Popham and Chan, 1952), ফান ও অন্যান্য (Fahn *et at.*, 1963) ইত্যাদির মতানুসারে বিটপ অগ্রের অঙ্গজ অবস্থা (vegetative) থেকে পুষ্পাক্ষের অগ্রভাগের পরিস্ফুটন ঘটিত অবস্থান্তর (transition) খুবই ক্রমান্বয়ে সংঘটিত হয় (চিত্র 3.12- A,B,C)। এই অবস্থান্তরের সময় বিটপ অগ্রের সব অঞ্চলের (zones) কোষে নানারকম পরিবর্তন ঘটতে দেখা যায়। যেমন, (ক) মাইটোটিক বিভাজনের সক্রিয়তা বৃদ্ধি একই সঙ্গে মাইটোটিক ইনডেকস্‌ও (mitotic index) বাড়তে থাকে, (খ) রাইবোনিউক্লিক অ্যাসিড, হিস্টোন ও অন্যান্য প্রোটিন অধিকমাত্রায় তৈরী হয়, (গ) এণ্ডোপ্লাজমিক রেটিকিউলামের রাসায়নিক পরিবর্তন ইত্যাদি। [হিলি (Healy, 1964), গিফর্ড ও স্টুয়ার্ট (Gifford and Stewart, 1965)। এই অবস্থান্তরের সময় কোনো কোনো উদ্ভিদের (যেমন—একক উৎপন্নকারী পুষ্পবিন্যাসে বা ক্যাপিটিউলাম পুষ্পবিন্যাস উৎপন্নকারী উদ্ভিদ) ক্ষেত্রে বিটপ অগ্রের ভাজক কলার বৃদ্ধি বন্ধ হয়ে যায়। অপরদিকে, কলাগাছে (banana) অথবা আনারসে (pineapple) বিটপ অগ্রের রিব মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলা বেশিমাত্রায় সক্রিয় হয়ে ওঠে ও উদ্ভিদকে লম্বালম্বি বাড়তে সাহায্য করে।

পুষ্প, পরিস্ফুটন সম্পর্কিত আরও গবেষণা বিষয়ক তথ্য শারীরবৃত্তীয় (physiological) পর্যায়ে জানতে পারা যাবে।

অনুশীলনী

1. নিচের উল্লিখিত শব্দ ব্যবহার করে শূন্যস্থান পূরণ করুন :

(a) আদি ভাজক কলা _________ প্রাথমিক অবস্থা।

(b) উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ গঠনকারী ভাজক কলাকে _________ ভাজক কলা বলে।

(c) স্থায়ী কলার কিছু সজীব কোষ যখনই বিভাজনক্ষম হয় তখনই ঐ প্রকার কোষ সমষ্টিকে _________ _________ কলা বলে।

(d) যে ভাজক কলা উদ্ভিদ অঙ্গের বর্দ্ধনশীল অংশে যেমন, মূল ও কাণ্ডের _________, _________ অবস্থান করে তাকে _________ ভাজক কলা বলে।

(e) অগ্রস্থ ভাজক কলার যে অংশ বহিঃত্বক গঠন করে তাকে _________ বলে।

(f) অগ্রস্থ ভাজক কলার যে অংশ বহিঃস্তর গঠন করে তাকে _________ _________ বলে।

(g) ভাজক কলার কোষগুলি _________, _________, _________ বৃদ্ধি পায় ও বহুসংখ্যক কোষ দ্বারা গঠিত কয়েকটি সারি বা স্তম্ভ গঠন করে।

(h) অগ্রস্থ ভাজককলা মূলের ক্ষেত্রে _________, _________ অবস্থান করে।

(i) প্রতিটি হিস্টোজেন মানেই _________ _________ পুঞ্জিভূত সমষ্টি।

(j) একটিমাত্র অগ্রস্থ কোষ _________ _________ পাওয়া যায়।

1 নং প্রশ্নের উত্তরের শব্দগুলি নীচে দেওয়া আছে :

ভ্রূণের; প্রাথমিক; প্রোটোডার্ম; একটি মাত্র তলে, কিছু গভীরে, টেরিডোফাইটায়, গৌণ ভাজক কলা; প্রারম্ভিক কোষের, অগ্র বা শীর্ষস্থানে, গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম।

2. নিচের সঠিক বাক্যগুলির পাশে (√) চিহ্ন দিন, সঠিক না হলে (×) চিহ্ন দিন।

(a) মূল অগ্রে পাতা উৎপাদনকারী আদি ভাজক কলা থাকে।

(b) টিউনিকার বহিঃস্তর থেকে ত্বক ও ত্বকের উদ্ভুত অংশগুলি উৎপন্ন হয়।

(c) কর্পাস দুই প্রকার।

(d) কর্পাসের ভিতরে টিউনিকা থাকে।

(e) টিউনিকা কর্পাস তত্ত্ব বিটপ অগ্রে প্রযোজ্য।

(f) টিউনিকা অঞ্চলে বিভাজন তল তিনটি।

(g) কুইসেন্ট সেন্টার বিটপ অগ্রে দেখা যায়।

(h) কাণ্ডের নালিকা বাণ্ডিলগুলি অরীয় প্রকৃতির।

(i) ভুট্টার মূলের অগ্রভাগে ‘T’ বিন্যাস পরিলক্ষিত হয়।

(j) গিঙ্কগো বাইলোবায় বিটপের অগ্রভাগে খুব সুস্পষ্ট জোনাল প্যাটার্ন বিজ্ঞানী ফস্‌টার পরিলক্ষিত করেন।

3. হ্যাঁ অথবা না উত্তর লিখুন :

(a) টেরিডোফাইটার মূল অগ্রে একটিমাত্র অগ্রস্থ কোষ থাকে এবং এই কোষটি চতুস্থলকীয়।

(b) ডারমাটোজেন তিনস্তর বিশিষ্ট।

(c) চতুর্থ হিস্টোজেন স্তরটিকে ক্যালিপট্রোজেন বলে।

(d) পেরিব্লেম অঞ্চলটি বহুস্তরবিশিষ্ট।

(e) কুইসেন্ট সেন্টারের কোষগুলির মাইটটিক বিভাজন ক্ষমতা খুবই দ্রুত।

(f) র‍্যানানকুলাস প্রকৃতিতে মূল অগ্রের কোষগুলি মূলত্র ও মূলের বিভিন্ন অঞ্চল উৎপন্ন করে।

(g) গুপ্তবীজী উদ্ভিদে বিটপ অগ্র তুলনায় ক্ষুদ্র।

(h) সাইকাস জাতীয় উদ্ভিদে বিটপ অগ্র সাধারণত প্রশস্ত হয়।

(i) গ্রামিনী গোত্রে মূল অগ্রের কোষগুলিতে বিভাজন তলের তারতম্যের জন্য একটি বিশেষ ‘T’ বিভাজন পদ্ধতি পরিলক্ষিত হয়।

(j) কর্পাসের কোষগুলি সমভাবে বিন্যস্ত।

(k) দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলঅগ্রকে তিনটি প্রকৃতিতে ভাগ করা হয়েছে।

(l) হানস্টাইন হিস্টোজেন তত্ত্বটি প্রবর্ত্তন করেন।

(m) একবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে প্রোক্যাম্বিয়াম গুচ্ছগুলি ভূমি ভাজক কলার মধ্যে ইতস্ততঃ ছড়ানো থাকে।

(n) প্লেট মেরিস্টেম তিনটি তলে বিভাজিত হয়।

(o) ব্যক্তবীজীর বিটপ অগ্রে যেমন, ক্রিপটোমেরিয়া-অ্যাবিস প্রকৃতিতে ক্যাম্বিয়ামের মত অবস্থান্তর অঞ্চল অনুপস্থিত।

4. নীচে সারণীর প্রথম স্তম্ভের শব্দগুলি দ্বিতীয় স্তম্ভের শব্দগুলির সঙ্গে মেলান :

স্তম্ভ-1	**স্তম্ভ-2**
(a) ভাজক কলা	(i) মূলত্র
(b) গৌণ ভাজক কলা	(ii) বিটপ অগ্র
(c) টিউনিকা-কর্পাস	(iii) বিভাজন সক্ষম
(d) টিউনিকা	(iv) অ্যান্টিক্লিনাল
(e) ক্যালিপট্রোজেন	(v) গৌণ বৃদ্ধি

5. সুনির্দিষ্ট উত্তর ভিত্তিক প্রশ্ন :

(a) ক্যাসুয়ারিনা প্রকৃতির মূল-অগ্রের দুইটি গোত্রের উদাহরণ দিন।

(b) একবীজপত্রী উদ্ভিদের কয় প্রকার মূল-অগ্র দেখা যায়।

(c) মধ্য লম্বচ্ছেদে বিটপ অগ্রে আকার উদাহরণ সহ লিখুন।

(d) প্লাসটোক্রন পরিলক্ষিত হয়েছে এমন দুটি উদ্ভিদের নাম লিখুন।

(e) ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ যেমন, সিকুওয়া ও সিউডোসুগায় বিটপ অগ্রের কোষগুলি কি কি তলে বিভাজিত হয়?

(f) ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেম বা পেরিফেরাল মেরিস্টেমের ক্রিয়াশীলতার দরুন ব্যক্তবীজীর ক্ষেত্রে কোন কোন অংশ উদ্ভুত হয়?

(g) গুপ্তবীজী উদ্ভিদে টিউনিকা স্তরের সংখ্যা সাধারণত কটি হতে পারে?

(h) টিউনিকা অঞ্চলের সবচাইতে বাইরের স্তর থেকে উদ্ভিদের কোন কোন অংশ উৎপন্ন হয়?

(i) মেট্রামেরিস্টেম (Metrameristem) শব্দটির অর্থ কি?

(j) কয়েকটি গুপ্তবীজী উদ্ভিদের উদাহরণ দিন যে সব ক্ষেত্রে ব্যক্তবীজীর মত কর্পাস অঞ্চলে অঞ্চলীকরণ দেখা যায়।

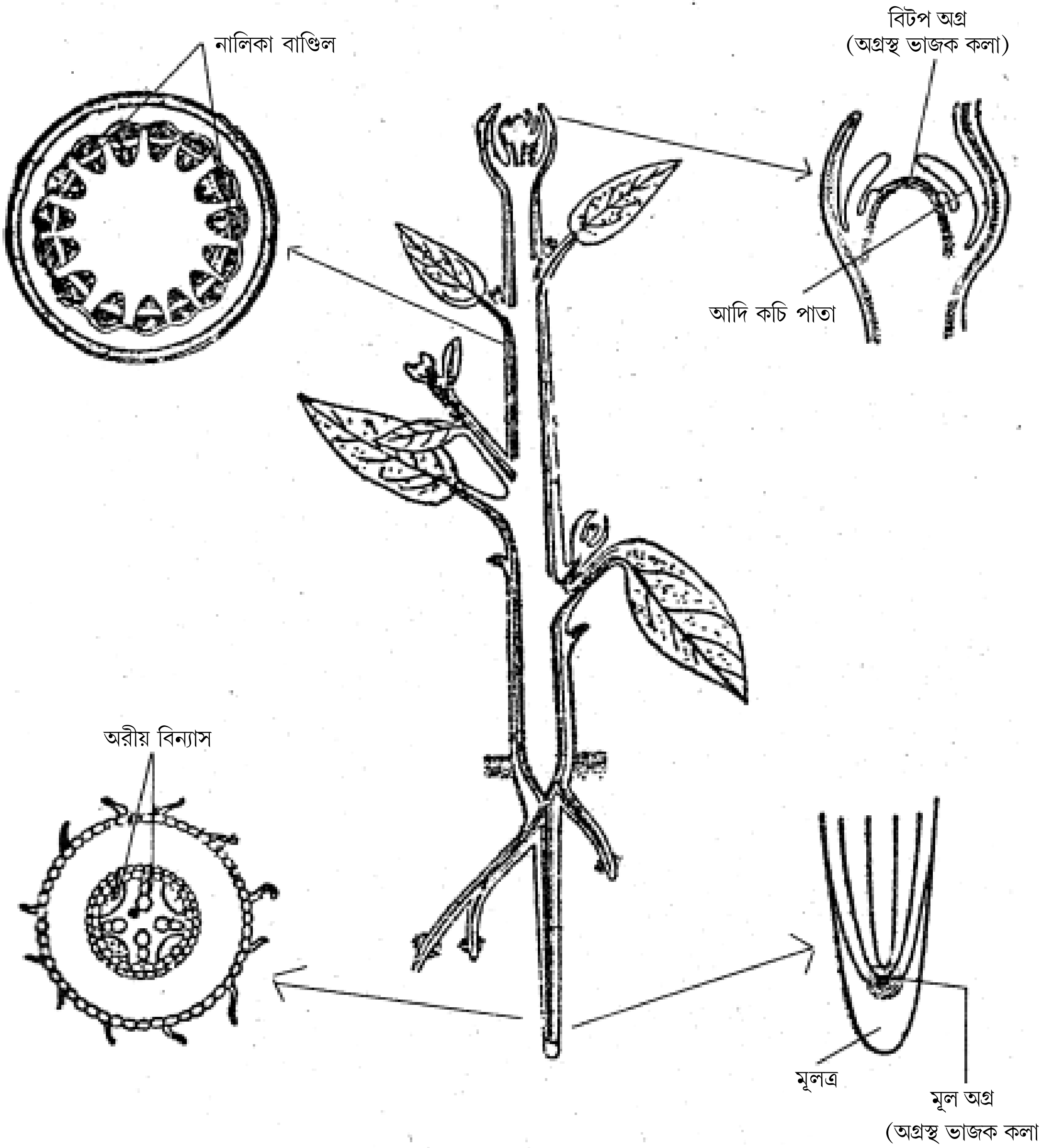
(k) ফণিমনসা প্রকৃতির বিটপ অগ্র আর কোনো উদ্ভিদে দেখা যায় কি? উদাহরণসহ উত্তর লিখুন।

(l) মূল ও বিটপ অগ্রের দুইটি পার্থক্য লিখুন।

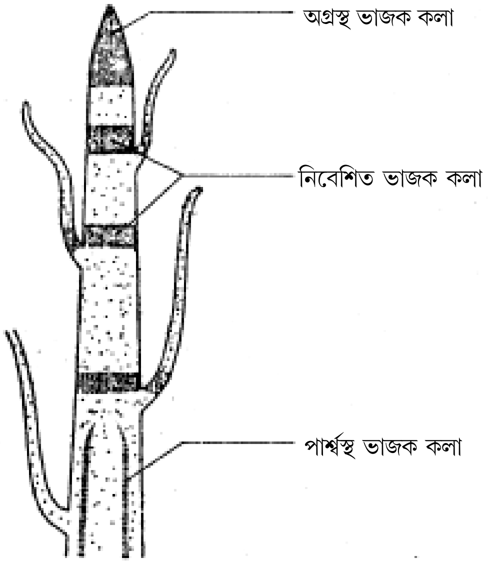
(m) পুষ্প পরিস্ফুটনের সময় বিটপ অগ্রে যে পরিবর্তন হয় তার দুটি কারণ উল্লেখ করুন।

(n) ম্যানটেল-কোর তত্ত্ব কে প্রণয়ন করেন?

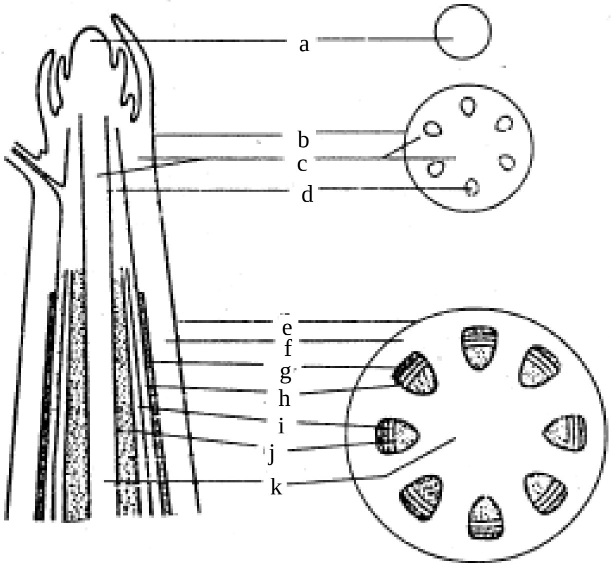
(o) ফিলিপসনের মতে বিটপ অগ্রে কটি অঞ্চল পরিলক্ষিত হয়?


নালিকা বাণ্ডিল
বিটপ অগ্র
(অগ্রস্থ ভাজক কলা)
আদি কচি পাতা
অরীয় বিন্যাস
মূলত্র
মূল অগ্র
(অগ্রস্থ ভাজক কলা

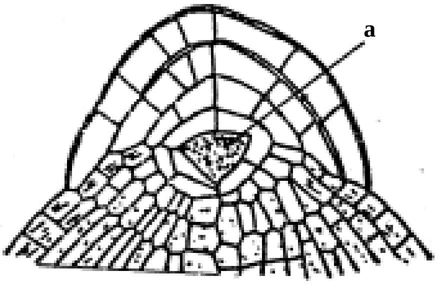
চিত্র নং 3.1 : একটি উদ্ভিদের গঠনগত রেখাচিত্র।


অগ্রস্থ ভাজক কলা
নিবেশিত ভাজক কলা
পার্শ্বস্থ ভাজক কলা

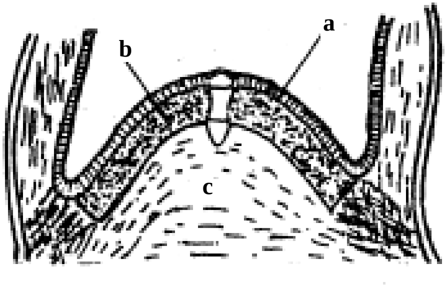
চিত্র নং 3.2 : একটি বিটপ অগ্রের লম্বচ্ছেদ (রেখাচিত্রে)


a
b
c
d
e
f
g
h
i
j
k

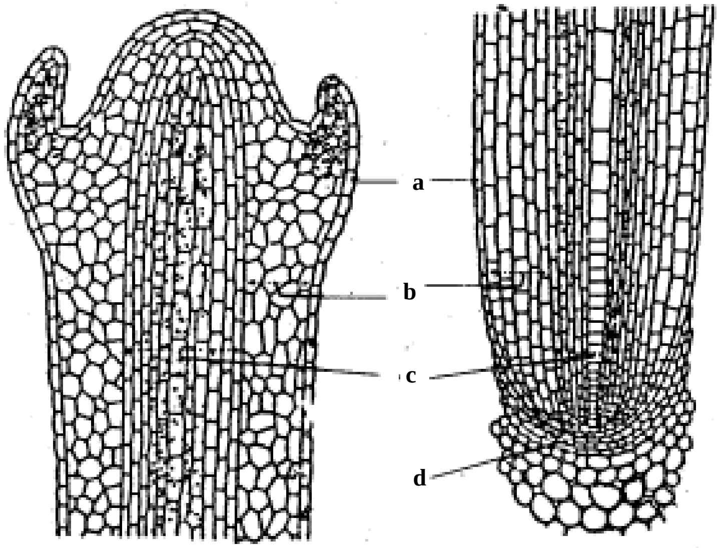
চিত্র নং 3.3 : লম্বচ্ছেদ ও প্রস্থচ্ছেদে কাণ্ডের অগ্রে বর্তমান ভাজক কলার ক্রমপৃথকীকরণ দেখানো হয়েছে: বিভিন্ন অংশ: a. প্রোমেরিস্টেম, b. প্রোটোডার্ম, c. ভূমি ভাজক কলা, d. প্রোক্যাম্বিয়াম, e. ত্বক, f. বহিঃস্তর, g. পরিচক্র, h. প্রাথমিক ফ্লোয়েম, i. ক্যাম্বিয়াম, j. প্রাথমিক জাইলেম, k. মজ্জা (রেখাচিত্রের মাধ্যমে)



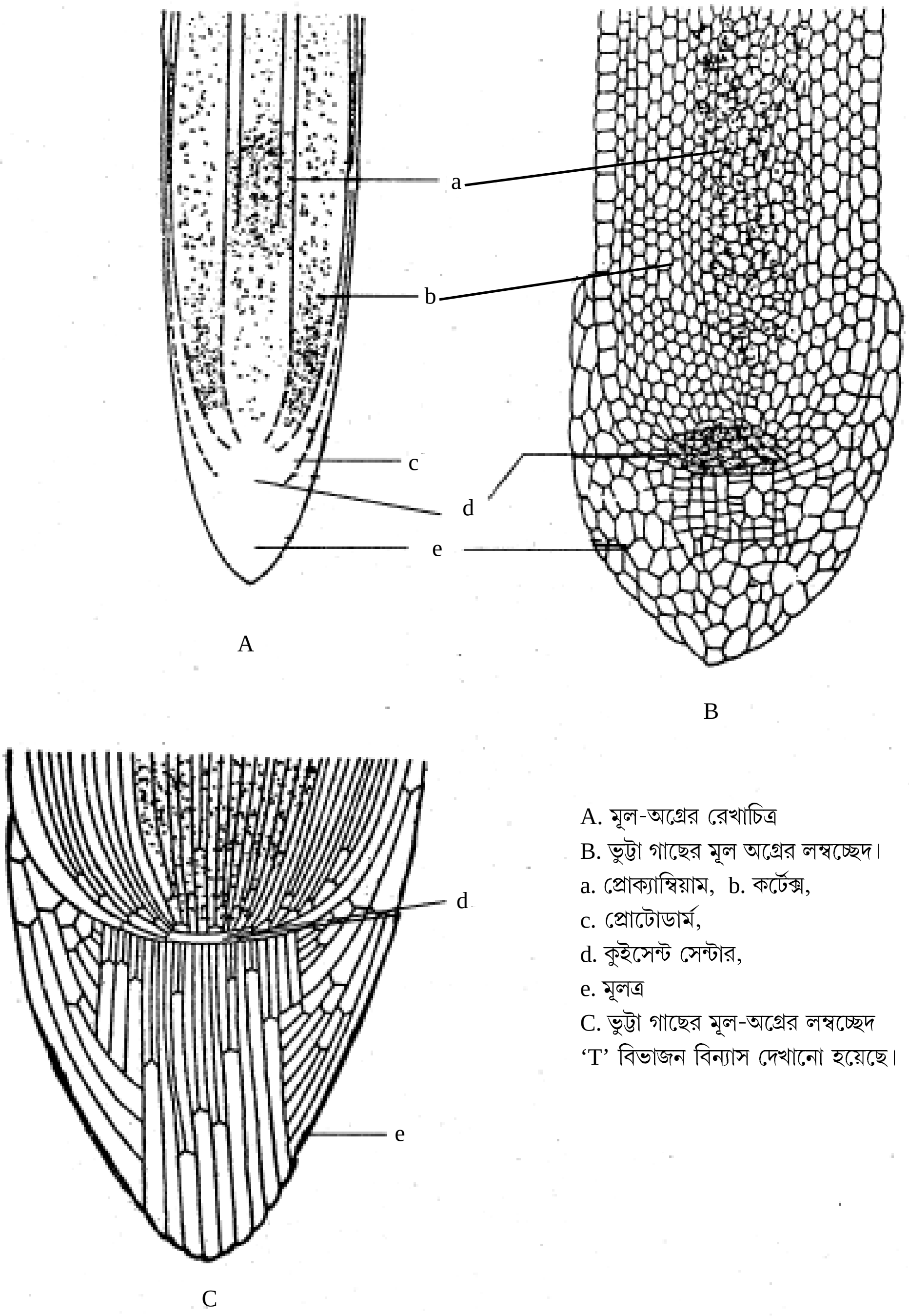
চিত্র নং 3.4 : একটি টেরিডোফাইটার মূলের অগ্রভাগের লম্বচ্ছেদ
a. অগ্রস্থ কোষ থেকে কলার পরিস্ফুটন।



চিত্র নং 3.5 : হানস্টিনের মতবাদ অনুসারে বিটপ অগ্রের রেখাচিত্র।
(লম্বচ্ছেদ) : a. ডারমাটোজেন, b. পেরিব্লেম, c. প্লিরোম।



চিত্র নং 3.6 : লম্বচ্ছেদে বিটপ অগ্র (বাম) ও মূল-অগ্র (ডান) : হিস্টোজেন স্তর
a. ডারমাটোজেন, b. পেরিব্লেম, c. প্লিরোম, d. ক্যালিপট্রোজেন।



A. মূল-অগ্রের রেখাচিত্র

B. ভুট্টা গাছের মূল অগ্রের লম্বচ্ছেদ।

a. প্রোক্যাম্বিয়াম, b. কর্টেক্স,

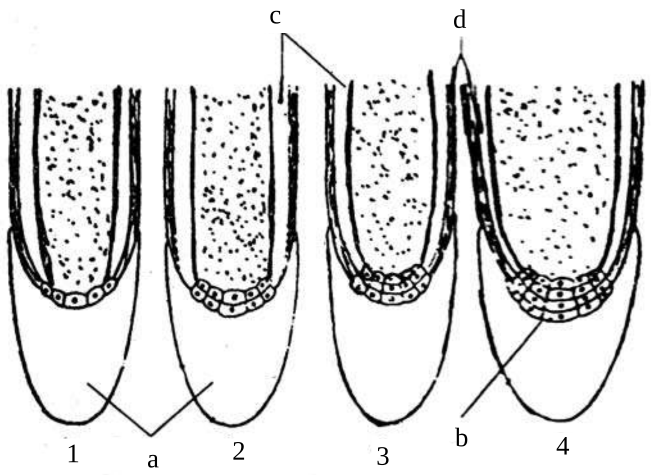
c. প্রোটোডার্ম,

d. কুইসেন্ট সেন্টার,

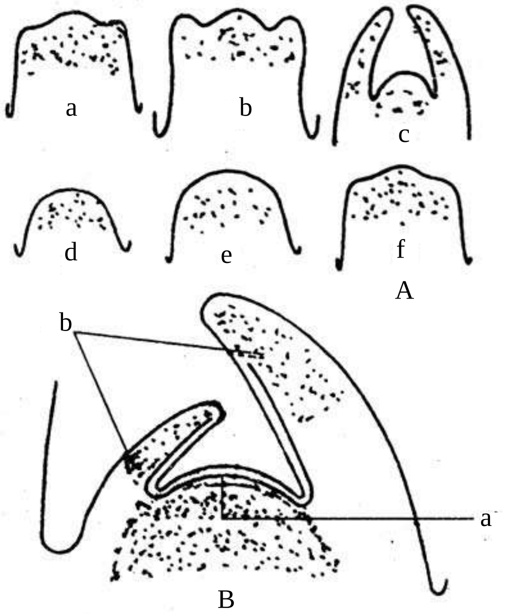
e. মূলত্র

C. ভুট্টা গাছের মূল-অগ্রের লম্বচ্ছেদ 'T' বিভাজন বিন্যাস দেখানো হয়েছে।

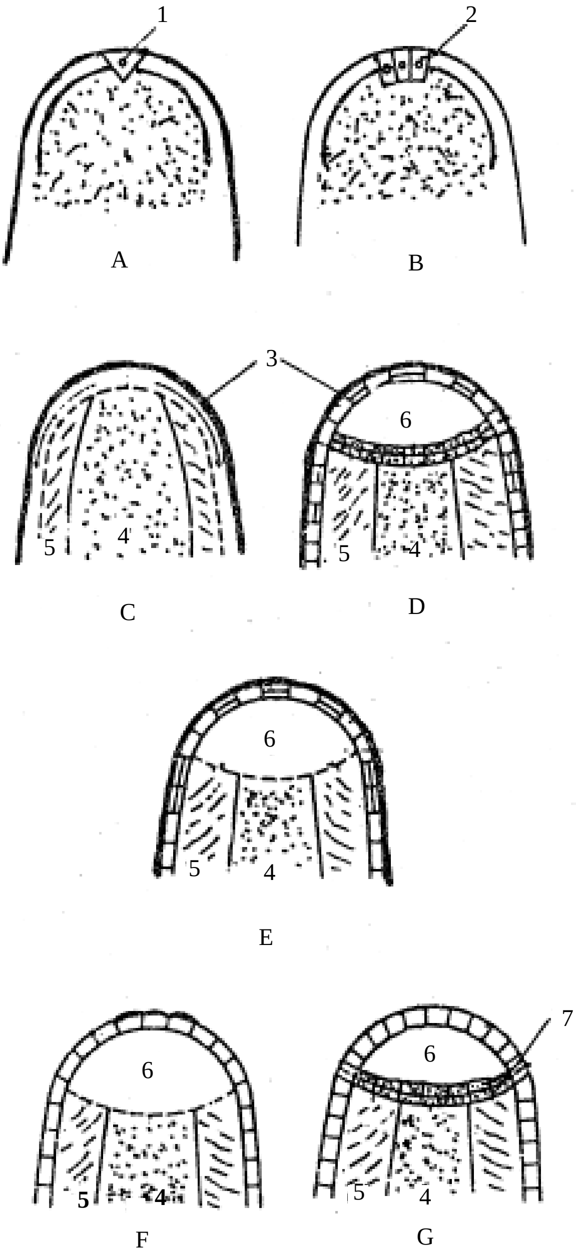
চিত্র নং 3.7 : ভুট্টা গাছের মূল-অগ্র লম্বচ্ছেদের সাহায্যে দেখানো হয়েছে।



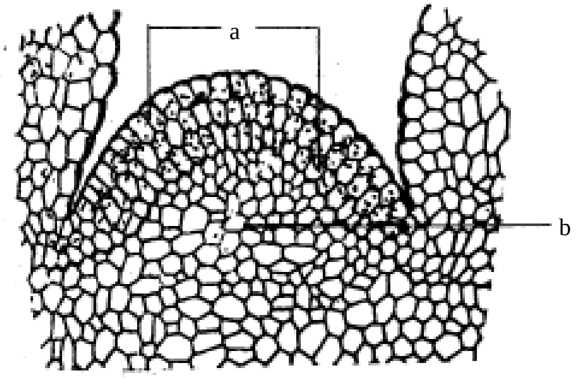
চিত্র নং 3.8 : বিভিন্ন প্রকৃতির মূল-অগ্রের লম্বচ্ছেদ। a. মূলত্র, b. ক্যালিপট্রোজেন, c. বহিঃস্তর, d. ত্বক।
1. র‍্যানানকুলাস প্রকৃতি, 2. ক্যাসুয়ারিনা প্রকৃতি, 3. সাধারণ দ্বিবীজপত্রী প্রকৃতি, 4. একবীজপত্রী ভুট্টা প্রকৃতি।



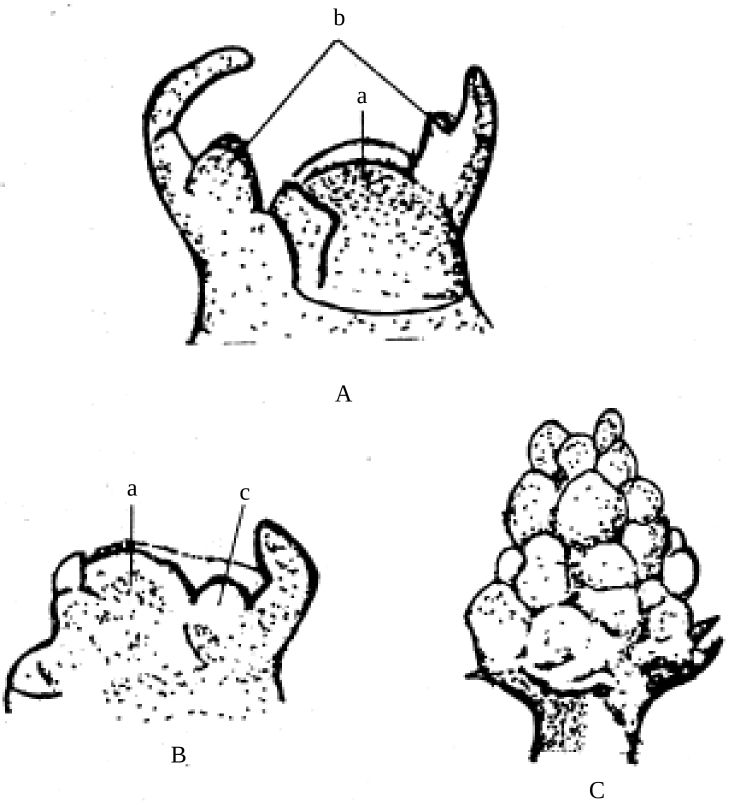
চিত্র নং 3.9 : A (a-f) প্লাসটোক্রনের সময় বিটপ অগ্রের আকৃতিগত পরিবর্তন বিটপ অগ্রের লম্বচ্ছেদের রেখাচিত্রের স   য্যে দেখানো হয়েছে। B বিটপ অ


1
2
A
B
3
6
5
4
5
4
C
D
6
5
4
E
7
6
6
5
4
5
4
F
G

চিত্র নং 3.10 : বিটপ অগ্রের রেখাচিত্র : A ও B টেরিডোফাইটা, C. সাইকাস প্রকৃতি, D. জিংগো প্রকৃতি, E. ক্রিপটোমেরিয়া অ্যাবিস প্রকৃতি, F. সাধারণ গুপ্তবীজী প্রকৃতি, G. ফণিমনসা প্রকৃতি, (1. অগ্রস্থ কোষ, 2. একাধিক অগ্রস্থ কোষ, 3. সারফেস মেরিস্টেম, 4. রিব মেরিস্টেম, 5. ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেম, 6. কেন্দ্রীয় মাতৃকোষ, 7. ক্যাম্বিয়ামের মত অবস্থান্তর অঞ্চল)।



চিত্র নং 3.11 : বিটপ অগ্রের লম্বচ্ছেদ (a-টিউনিকা; b-কর্পাস)



চিত্র নং 3.12 : A ও B বিটপ অগ্র (a-অগ্রভাগ; b- আদি কচি-পাতা; c-কাক্ষিক মুকুল)
C-আদি কচি শাখান্বিত (branched) পুষ্পবিন্যাস (Primordial infloresence) চিত্রাঙ্কনের মাধ্যমে দেখানো হয়েছে।

3.7 সারাংশ

যে কলার কোষগুলি বিভাজনক্ষম সেই কোষগুলিকে ভাজক কলা (meristem or meristematic tissue) বলে এবং বিভাজনে অক্ষম কলাকে স্থায়ী কলা (permanent tissue) বলে। উদ্ভিদ অক্ষের বর্দ্ধিষ্ণু অঞ্চলের অগ্রভাগে বর্তমান অগ্রস্থ ভাজক কলার কোষগুলির কার্যকারিতা ও বৃদ্ধির ফলে উদ্ভিদ দেহ গঠিত হয়। উৎপত্তি, অবস্থান, কাজ ও কোষবিভাজনের তল (plane) অনুযায়ী যথাক্রমে ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ করা হয়, যেমন—আদি ভাজক কলা, প্রাথমিক ও গৌণ ভাজক কলা, অগ্রস্থ, নিবেশিত ও পার্শ্বস্থ ভাজক কলা; প্রোটোডার্ম, প্রোক্যাম্বিয়াম ও গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম; মাস মেরিস্টেম, প্লেট মেরিস্টেম ও রিব মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলা। সম প্রকৃতির ভাজক কলার পুঞ্জ দিয়ে মূল ও বিটপের অগ্রভাগ গুলি সংগঠিত। প্রকৃতপক্ষে মূল ও বিটপের অগ্রভাগ এক প্রকার আদি ভাজক কলা দ্বারা গঠিত। মূল-অগ্রের গঠন খুবই সরল ও মূল-অগ্রের অগ্রভাগে একপ্রকার টুপির মত অংশ বা মূলত্র থাকে। মূলত্রের অবস্থানের জন্য মূলের ক্ষেত্রে অগ্রস্থ ভাজক কলা একটু গভীরে অবস্থিত অর্থাৎ উপপ্রান্তীয়। টেরিডোফাইটার মূল অগ্রে একটি মাত্র অগ্রস্থ ভাজক কলা থাকে এবং এই কোষটি আকারে চতুস্থলকীয় বা কখনও কখনও ত্রিস্থলকীয়। উন্নত শ্রেণীর উদ্ভিদে মূল-অগ্রে একদল অগ্রস্থ কোষ থাকে এবং এই কোষগুলির ক্রিয়াশীলতার দরুন মূলে নতুন নতুন কোষ সংযোজিত হয়। গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মূল-অগ্রের দীর্ঘচ্ছেদে তিনটি ভাজক কলা অঞ্চল বা হিস্টোজেন দেখা যায়—অঞ্চলগুলি হল প্রোক্যাম্বিয়াম, প্রোটেডার্ম এবং ভূমি ভাজক কলা। চতুর্থ অঞ্চলটিকে ক্যালিপট্রোজেন বলে এবং অঞ্চলটি মূলত্র গঠনের সঙ্গে জড়িত। কতকগুলি সপুষ্পক গোত্রের উদ্ভিদের বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্রে মূল-অগ্রের কোষগুলিতে ভিন্ন প্রকৃতির বিন্যাস পদ্ধতি ‘T’ বিভাজন লক্ষ্য করা গেছে (যেমন—ভুট্টার মূলের অগ্রভাগ)। অনেক একবীজপত্রী মূলের মূলত্র ও সক্রিয় ভাজক কলার মধ্যবর্তীস্থানে অবস্থিত একগুচ্ছ কিছুটা নিস্ক্রিয় কোষের সমন্বয়ে গঠিত একটি চাকতির মত অংশ পরিলক্ষিত হয় এবং সেই স্থানটিকে কুইসেন্ট কেন্দ্র বলে। প্রারম্ভিক কোষস্তরের সংখ্যার উপর ভিত্তি করে দ্বিবীজপত্রী ও একবীজপত্রীর মূল অগ্রকে কতকগুলি প্রকৃতিগত বা (type)এ ভাগ করা হয়েছে। যেমন—র‍্যানানকুলাস, ক্যাসুয়ারিনা ও সাধারণ দ্বিবীজপত্রী প্রকৃতির মূল-অগ্র ইত্যাদি।

উদ্ভিদ বিটপ অগ্রের অগ্রভাগের আকৃতি ও আয়তনের যথেষ্ট তারতম্য আছে। বিটপ অগ্রে ক্রমান্বয়ে কতকগুলি প্রশস্ত ও সরু অঞ্চল প্রতিস্থাপিত করা গেছে ও এই স্থানগুলিপরকে ম্যাকসিমাল ও মিনিমাল (maximal and minimal) স্থান বলা হয়। ধারাবাহিকভাবে পরপর পত্র-আদ্য পরিস্ফুটনের মধ্যবর্তী অতিবাহিত সময়কালকে প্লাসটোক্রন (plastochron) বলে। বিটপ অগ্র সংগঠনের ক্ষেত্রে কোষবিভাজনের তলটি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। অপুষ্পক উদ্ভিদে (উদাহরণ-লাইকোপেডিয়াম, সেলাজিনেলা ইত্যাদি) বিটপের অগ্রভাগে এক বা একাধিক কোষের তল সমান্তরাল বিভাজনের দ্বারা বিটপ অগ্র গঠিত হয়। ব্যক্তবীজী

উদ্ভিদের ক্ষেত্রে তল সমকোণী ও তল-সমান্তরাল উভয় তলেই বিভাজন ঘটে থাকে। ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্রে তিন প্রকার গঠন (যথা—সাইকাস, গিঙ্কগো ও ক্রিপটোমেরিয়া) পরিলক্ষিত হয়। বিটপের অগ্রস্থ ভাজক কলা দুটি কলা অঞ্চলে বিভেদিত-টিউনিকা ও কর্পাস। টিউনিকা অঞ্চল কর্পাস অঞ্চলকে বাইরে থেকে আবৃত করে রাখে। টিউনিকার বিভাজন তল একটি বা তল সমকোণী। কর্পাসের বিভাজন তল অনেক। কর্পাস অঞ্চল দু প্রকার—সাধারণ গুপ্তবীজী প্রকৃতির এবং ফণিমনসা প্রকৃতির। প্রথম প্রকৃতিতে তিনটি অঞ্চল, যথা—কেন্দ্রীয় মাতৃকোষের অঞ্চল, রিব মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলা ও ফ্ল্যাঙ্ক মেরিস্টেম বা পার্শ্বদেশের (পেরিফেরাল) ভাজক কলা। দ্বিতীয় প্রকৃতিতে আরও একটি অঞ্চল পৃথক করা যায় ও এই অঞ্চলটি হল ক্যাম্বিয়ামের ন্যায় একটি অবস্থান্তর অঞ্চল, যা আগের তিনটি অঞ্চলের মাঝখানে দেখা যায়। কোনো কোষ বিভাজনের তলের উপর ভিত্তি না করে ম্যানটেল-কোর তত্ত্ব অনুযায়ী বিটপ অগ্রের বহিঃস্তরটি ম্যানটেল ও কেন্দ্রের মজ্জা অংশটি কর্পাসের পরিবর্তে কোর রূপে ব্যাখ্যা করা হয়েছে। মূল ও বিটপের অগ্রভাগ আভ্যন্তরিণ গঠনে যথেষ্ট পার্থক্য আছে। পুষ্প পরিস্ফুটনের সময় বিটপ অগ্রে নানাবিধ শারীরবৃত্তীয় এবং কলাস্থানতাত্ত্বি (physiological and histological) পরিবর্তন ঘটে যার ফলে উদ্ভিদের অঙ্গজ বিপট অগ্র পুষ্পাক্ষে পরিণত হয়।

3.9 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. ভাজক কলা কি এবং কোথায় অবস্থান করে?
2. ভাজক কলার কতকগুলি বৈশিষ্ট্য লিখুন।
3. উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ কাহাকে বলে?
4. আদি ভাজক কলা বা প্রোমেরিস্টেম কী?
5. উৎপত্তি অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ করুন।
6. অবস্থান অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ করুন।
7. প্রোটোডার্ম কী? এই অঞ্চলের কাজ সম্পর্কে লিখুন।
8. প্রোক্যাম্বিয়ামের কাজ সম্পর্কে আলোচনা করুন।
9. গ্রাউণ্ড মেরিস্টেমের অবস্থান কোথায়? এই অঞ্চল থেকে কি ধরনের কোষ উৎপন্ন হয়?
10. মাস মেরিস্টেম ও প্লেট মেরিস্টেমের পার্থক্য লিখুন।
11. রিব মেরিস্টেম বা পর্শুকা ভাজক কলার কাজ কী?
12. উদ্ভিদ মূল-অগ্র সম্বন্ধে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করুন।
13. টেরিডোফাইটার অগ্রস্থ কোষ সম্বন্ধে সংক্ষেপে লিখুন।
14. উচ্চশ্রেণীর উদ্ভিদে প্রাথমিক ভাজক কলা কি ভাবে গঠিত হয়?

15. হিস্টোজেন তত্ত্ব কে প্রণয়ন করেন? এই তত্ত্ব সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখুন।
16. তিনটি হিস্টোজেন অঞ্চলের নাম লিখুন।
17. ডারমাটোজেন, প্লিরোম ও পেরিব্লেমের কাজ সম্পর্কে সংক্ষেপে উল্লেখ করুন।
18. ক্যালিপট্রোজেন কী?
19. 'T' বিন্যাস পদ্ধতি কী? উদাহরণ সহযোগে ব্যাখ্যা করুন।
20. শ্চুয়েপের মতবাদটি কী? এই মতবাদ কোন্ তত্ত্বের সমকক্ষ ধরা হয়?
21. করপার ও কাপ্‌পে শব্দ দুটির অর্থ কী?
22. কুইসেন্ট সেন্টার কাহাকে বলে?
23. কুইসেন্ট সেন্টারের কাজ সম্পর্কে কিছু তথ্য জানান।
24. দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূল-অগ্র কয়টি প্রকৃতির? উদাহরণ সহযোগে উল্লেখ করুন।
25. একবীজপত্রী ও দ্বিবীজপত্রী মূল-অগ্রের পার্থক্যগুলি উল্লেখ করুন।
26. বিটপ অগ্রের সংজ্ঞা দিন।
27. ম্যাক্সিমাল ও মিনিমাল স্থান বলতে কি বোঝায়?
28. প্লাসটোক্রন সম্পর্কে সংক্ষেপে আলোচনা করুন।
29. ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্রের সংগঠন সম্পর্কে সংক্ষেপে লিখুন।
30. সারফেস মেরিস্টেম কী?
31. পোফাম এর মত অনুযায়ী ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের বিটপ অগ্রের গঠন ব্যাখ্যা করুন।
32. টিউনিকা-কর্পাস তত্ত্ব সম্পর্কে সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।
33. ম্যানটেল-কোর তত্ত্ব কে প্রণয়ন করেন? এ সম্পর্কে যা জানা আছে লিখুন।
34. কর্পাস অঞ্চলের কয়টি প্রকারভেদ দেখা যায়? যে কোন একটি প্রকারভেদ লিখে প্রকাশ করুন।
35. মূল-অগ্রকে কি ভাবে বিটপ অগ্রের সঙ্গে পার্থক্য করা যায়?
36. বিটপ অগ্রের পুষ্পাক্ষে অবস্থান্তর কিভাবে সংগঠিত হয় তাহা সংক্ষেপে আলোচনা করুন।

রচনা ভিত্তিক :

37. উদ্ভিদ মূল-অগ্রের সংগঠন কিভাবে সম্পন্ন হয় উদাহরণসহ লিখুন।
38. গুপ্তবীজী উদ্ভিদে বিটপ অগ্রের উৎপত্তি ও কলা সংগঠন সম্পর্কে বর্ণনা করুন।

3.10 উত্তরমালা

অনুশীলনী (3.8 এর অংশ)

1. (a) ভ্রূণের; (b) প্রাথমিক; (c) গৌণ ভাজক; (d) অগ্র বা শীর্ষভাগে, অগ্রস্থ; (e) প্রোটোডার্ম; (f) গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম; (g) একটি মাত্র তল; (h) কিছু গভীরে; (i) প্রারম্ভিক কোষের; (j) টেরিডোফাইটায়।

2. (a) (×); (b) (√); (c) (√); (d) (×); (e) (√); (f) (×); (g) (×); (h) (×); (i) (√); (j) (√)

3. (a) হ্যাঁ; (b) না; (c) হ্যাঁ; (d) হ্যাঁ; (e) না; (f) হ্যাঁ; (g) হ্যাঁ; (h) হ্যাঁ; (i) হ্যাঁ; (j) না; (k) হ্যাঁ; (l) হ্যাঁ; (m) হ্যাঁ; (n) না; (o) হ্যাঁ।

4. (a) ও (iii) ; (b) ও (v); (c) ও (ii); (d) ও (iv); (e) ও (i);

5. (a) একক 3.3.5 অংশ দেখুন।
   (b) একক 3.3.6 অংশ দেখুন।
   (c) একক 3.4 (প্রথম অংশ) দেখুন।
   (d) একক 3.4.1 অংশ দেখুন।
   (e) একক 3.4.2.2 (প্রথম অনুচ্ছেদের প্রথম অংশ) দেখুন।
   (f) একক 3.4.2.2 (প্রথম অনুচ্ছেদের মধ্য অংশ) দেখুন।
   (g) একক 3.4.2.3 (প্রারম্ভ) অংশ দেখুন।
   (h) একক 3.4.2.3 (শেষ অংশ) দেখুন।
   (i) একক 3.4.2.3 (প্রথম অনুচ্ছেদের প্রারম্ভ) অংশ দেখুন।
   (j) একক 3.4.2.3 (শেষ অংশ) দেখুন।
   (k) একক 3.4.2.5 (শেষ ভাগ) দেখুন।
   (l) একক 3.5 অংশ দেখুন।
   (m) একক 3.6 (দ্বিতীয় অনুচ্ছেদ) দেখুন।
   (n) একক 3.4.2.4 অংশ দেখুন।
   (o) 3.6 (তৃতীয় অনুচ্ছেদ) দেখুন।

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী (3.9) অংশের উত্তর

1. একক 2.2, 2.3 এবং 3.1 অংশে দেখুন।
2. একক 2.3, 3.1 এবং 3.2 অংশে দেখুন।
3. একক 3.1 অংশে দেখুন।
4. একক 3.2.1 অংশে দেখুন।
5. একক 3.2.2 অংশে দেখুন।
6. একক 3.2.3 অংশে দেখুন।
7. একক 3.2.4 অংশে দেখুন।
8. একক 3.2.4 অংশে দেখুন।
9. একক 3.2.4 অংশে দেখুন।
10. একক 3.2.5 অংশে দেখুন।
11. একক 3.2.5 অংশে দেখুন।
12. একক 3.3 অংশে দেখুন।
13. একক 3.3.1 অংশে দেখুন।
14. একক 3.3.1 অংশে দেখুন।
15. একক 3.3.2 অংশে দেখুন।
16. একক 3.3.2 অংশে দেখুন।
17. একক 3.3.2.1 অংশে দেখুন।
18. একক 3.3.2.1 অংশে দেখুন।
19. একক 3.3.3 অংশে দেখুন।
20. একক 3.3.3 অংশে দেখুন।
21. একক 3.3.3 অংশে দেখুন।
22. একক 3.3.4 অংশে দেখুন।
23. একক 3.3.4 অংশে দেখুন।
24. একক 3.3.5 অংশে দেখুন।
25. একক 3.3.5 এবং 3.3.6 অংশে দেখুন।
26. একক 3.4 অংশে দেখুন।
27. একক 3.4.1 অংশে দেখুন।

28. একক 3.4.1 অংশে দেখুন।
29. একক 3.4.2.2 অংশে দেখুন।
30. একক 3.4.2.2. অংশে দেখুন।
31. একক 3.4.2.2 অংশে দেখুন।
32. একক 3.4.2.3 অংশে দেখুন।
33. একক 3.4.2.4 অংশে দেখুন।
34. একক 3.4.2.5 অংশে দেখুন।
35. একক 3.5 অংশে দেখুন।
36. একক 3.6 অংশে দেখুন।
37. একক 3.3, 3.3.1, 3.3.2, 3.3.2.1, 3.3.3, 3.3.4, 3.3.5 এবং 3.3.6 অংশগুলি দেখুন।
38. একক 3.4.2.3, 3.4.2.4 এবং 3.4.2.5 অংশগুলি দেখুন।

একক 4 ❑ স্তম্ভক কলাতন্ত্রের মূল নীতি ও বন্টন (Mechanical Tissues and Their Principles of Distribution)

গঠন

4.0 **উদ্দেশ্য**

4.1 **প্রস্তাবনা**

4.2 **স্তম্ভক কলা তন্ত্রের ভিত্তি**

4.2.1 **অনমনীয়ত্ব**

4.2.2 **অসমপ্রসার্য্যত্ব**

4.2.3 **অসংনম্যত্ব**

4.3 **কৃন্তনপীড়ন বা তলঘর্ষীচাপ**

4.4 **স্তম্ভক কলাতন্ত্রের বন্টন**

4.5 **সারাংশ**

অনুশীলনী

4.6 **সর্বশেষ প্রশ্নাবলী**

4.7 **উত্তরমালা**

4.0 উদ্দেশ্য

- এই এককে যে উদ্ভিদ স্তম্ভক কলাতন্ত্রের গঠনের নীতি কি কি সেগুলি জানতে পারবেন।
- কেমন করে এই যান্ত্রিক বা স্তম্ভক কলা উদ্ভিদ অঙ্গের অনমনীয়ত্ব, অসম্প্রসার্য্যত্ব ও অসংনম্যত্ব বজায় রাখে, তাহাও জানতে পারবেন।
- উদ্ভিদের স্তম্ভক কলা কি ভাবে কৃন্তনপীড়ন বা তলঘর্মি চাপ সহ্য করে সেগুলি জানা যাবে।
- উদ্ভিদ দেহে স্তম্ভক কলার কি রূপ বন্টন সেগুলি জানা যাবে।

4.1 প্রস্তাবনা

উন্নত শ্রেণীর উদ্ভিদের শুষ্ঠুভাবে জীবন ধারণ করার জন্য প্রথমেই দরকার তাদের দেহের দৃঢ়তা। আর

উদ্ভিদের এই দৃঢ়তা প্রদান করে স্তম্ভক কলাতন্ত্র এবং তাদের সহযোগী কোষসমূহ। (কোন উদ্ভিদ টিকে থাকতে পারে না বা সম্যক বৃদ্ধি পায় না যদি না তার দেহ সামগ্রিকভাবে সম্মিলিত না থাকে ও তার প্রতিটি অঙ্গে যান্ত্রিক দৃঢ়তা না থাকে। কোন প্রাকৃতিক বা যান্ত্রিক আঘাত থেকে রক্ষার জন্য সকল প্রকার উদ্ভিদের স্তম্ভক বা যান্ত্রিক (Mechanical) কলাতন্ত্রের প্রয়োজন হয়। তবে শৈবালের তুলনায় স্থলজ বৃক্ষের স্তম্ভক কলার অনেক বেশি প্রয়োজন হয় কারণ তাদের বহুভারযুক্ত শাখা-প্রশাখা ও পর্ণরাজি ধরে রাখতে হয় এবং বাইরের আবহাওয়ার পীড়ন বা চাপ সহ্য করতে হয়। প্রথম এককে জানা গেছে যে কোষপ্রাচীর উদ্ভিদ কোষকে যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করে এবং কোষের নির্দিষ্ট আকার গঠনে সাহায্য করে। দ্বিতীয় এককে জানা গেছে যে লিগ্‌নিন্ বিশিষ্ট কোষপ্রাচীর পাওয়া যায় স্কেলেরেনকাইমা তন্তুকোষে যা বহিঃস্তরে, পরিচক্রে এবং নালিকা বাণ্ডিলে থাকে। এই এককটিতে উদ্ভিদ-এর দেহ গঠনের সময় স্তম্ভক কলাতন্ত্রের মূল নীতি বা ভিত্তি কি এবং উদ্ভিদ অঙ্গে তার বন্টন কি প্রকার সেসব জানতে পারা যাবে।

4.2 স্তম্ভক কলাতন্ত্রের ভিত্তি (Principles governing the distribution of Mechanical tissues)

একজন ইঞ্জিনিয়ার বা স্থপতি যে রীতি অনুসরণ করে একটি ব্রীজ বা বাড়ির ছাদ তৈরি করে, সেই একই ভিত্তিতে উদ্ভিদের স্তম্ভক কলাতন্ত্র তৈরি হয়। যে কোন যান্ত্রিক তন্ত্রের পরিকল্পনা সার্থক হয় যখন ন্যূনতম যান্ত্রিক পদার্থ খরচ করে, সর্বাধিক পরিমাণ যান্ত্রিক শক্তির মান ও কাঠিন্য পাওয়া যায়। সেই জন্য প্রতিরোধ পদার্থযুক্ত অংশগুলির বিন্যাস নির্দিষ্ট কোন স্তম্ভক নীতি অনুযায়ী হওয়া প্রয়োজন। যে যান্ত্রিক নীতি আধুনিক ব্রীজ গঠনের নক্‌সায় দেখা যায় তার থেকেও উৎকর্ষ রীতি সহস্র বৎসরের প্রাচীন উদ্ভিদের কলাতন্ত্রের দৃষ্ট হয়। উদ্ভিদের স্তম্ভক কলাতন্ত্র গঠনের তিনটি প্রধান গুরুত্বপূর্ণ নীতি হল অনমনীয়ত্ব, অসম্প্রসার্য্যত্ব এবং অসংনম্যত্ব।

4.2.1 অনমনীয়ত্ব (ইন্‌ফ্লেক্সিবিলিটি—Inflexibility) :

যখন দু-প্রান্তে ঠেস্ দেওয়া প্রধান কড়িকাঠের মাঝখানে ভার চাপানো হয় তখন কড়িকাঠটা বেঁকে যায়। এর ফলে কড়িকাঠের উপরের দিকটা ছোট হয়ে যায় এবং নিচের দিকটা লম্বা হয়ে যায়। অর্থাৎ কড়িকাঠের উপরের দিকে সংকোচন হয় এবং নিচের দিকে টান পড়ে। কিন্তু কড়িকাঠের মাঝখানটি টান শূন্য হয়ে যায়। এই শূন্য টানের স্থানকে প্রশমিত তল বলে। তাই কড়িকাঠে সব থেকে বেশি অনমনীয়ত্ব প্রদান করতে হলে বেশি করে প্রাপ্য পদার্থ সেইসব স্থানে কেন্দ্রীভূত করতে হবে যেখানে টান সব থেকে বেশি। কড়িকাঠের উপর ও নিচের দিকে টান বেশি থাকে। একটি আদর্শ কড়িকাঠের দুই দিককে ফ্ল্যাঞ্জ এবং মাঝখানের সংযুক্ত অংশকে ওয়েব্ বলে। কড়িকাঠের প্রস্থচ্ছেদ কলে I এর মত দেখায় (চিত্র 4.1)। কড়িকাঠের শক্তি নির্ভর করে তার ফ্ল্যাঞ্জের শক্তির উপর। এই ফ্ল্যাঞ্জের মধ্যে দূরত্ব যত বৃদ্ধি পায় তত

শক্তিও বৃদ্ধি পায়। যেহেতু ওয়েব্-এর উপর সব থেকে কম টান থাকে সেখানে হাল্কা পদার্থ কেন্দ্রীভূত করা হয়। উদ্ভিদে তাই ফ্ল্যাঞ্জগুলোতে স্তম্ভক কলা থাকে এবং ওয়েবে প্যারেনকাইমা বা সংবহন কলা থাকে। একটি সরল কড়িকাঠ একটি মাত্র তলে বক্র হওয়া প্রতিরোধ করে। বহুতলে অনমনীয় কাঠামোর জন্য অনেকগুলি I-এর মত কড়িকাঠের মিশ্রণ এমনভাবে থাকে যে তাদের একটি সাধারণ প্রশমিত তল থাকে (চিত্র 4.2)। এই ধরনের যৌগিক কড়িকাঠ পার্শ্বীয় একীভবন হয়ে স্তম্ভক কলা সৃষ্টি করে।

4.2.2 অসম্প্রসার্য্যত্ব (ইন্এক্স্টেন্সিবিলিটি—Inextensibility) :

একটি কাঠামোর অসম্প্রসার্য্যত্বের মাপ নির্ভর করে তার প্রতিরোধকারী উপাদানের প্রস্থচ্ছেদের আয়তনের উপর। যেহেতু প্রসার শক্তি সমানভাবে বিস্তারিত সেহেতু এই শর্ত নির্ভর করে প্রতিরোধকারী উপাদানগুলি একটি ক্ষুদ্র আয়তনের মধ্যে বিভাজিত। অন্যথায় প্রতিরোধকারী উপাদানগুলি ছড়িয়ে থাকলে অসমান টান অনুভূত হ'ত এবং এক একটি প্রতিরোধকারী উপাদান ভেঙ্গে যেতে পারতো এবং পুরো কাঠামোর শক্তি হ্রাস পেতো। প্রতিরোধকারী উপাদানগুলি যত ঘনিষ্ঠ হয়ে থাকবে তত টানের বিস্তার সমান হবে। তাই স্তম্ভক কোষ যেমন স্কেলেরেনকাইমা, কোলেনকাইমা, বাষ্ট তন্তু সব একত্রিত হয়ে দৃঢ়রূপে সংযুক্ত একটি ঘন স্তম্ভক কলা তৈরি করে। উদ্ভিদের অঙ্গে অনুদৈর্ঘ্য টান সহ্য করতে এইরূপ স্তম্ভক কলা সব থেকে কার্যকরী ব্যবস্থা (চিত্র 4.3)। উদ্ভিদ মূলের একেবারে মাঝে স্তম্ভক কলার অবস্থান মূল্যের অনুদৈর্ঘ্য টান সহ্য করতে সাহায্য করে (চিত্র 4.4)।

4.2.3 অসংনম্যত্ব (ইন্কম্প্রেসিবিলিটি—Incompressibility) :

4.2.3.1 অনুদৈর্ঘ্য সংকোচন প্রতিরোধ

ডালপালা বিস্তৃত গাছের অক্ষকে ভার বহন করতে হয়। যার ফলে অক্ষে অনুদৈর্ঘ্য সংকোচন ঘটে। এই অনুদৈর্ঘ্য সংকোচন সহ্য করতে অক্ষের একেবারে মাঝে স্তম্ভক কলার ঘন স্তম্ভ থাকে। গাছ সোজা হয়ে দাঁড়ায় যখন তার ভার ঠিক অনুদৈর্ঘ্যের মধ্যরেখার উপর থাকে এবং গাছের প্রতিটি বিন্দুতে একই পরিমাণে সংকোচন হয়। তবেই প্রতি একক প্রস্থচ্ছেদে নির্দিষ্ট চাপ সৃষ্টি হয়। কিন্তু প্রকৃতিতে আদর্শ প্রতিবন্ধ পাওয়া যায় না। কিছু অপ্রতিসম গঠন পার্শ্বীয় চাপের ফলে সরল রেখা থেকে অল্প সরেই যায়। তাই উদ্ভিদ অঙ্গে স্তম্ভাকার কাঠামো তৈরির সময় বাঁক প্রতিরোধের জন্য যান্ত্রিক নীতির অসম্প্রসার্য্যত্ব নীতিও অনুসরিত হয় (চিত্র 4.5)।

4.2.3.2 অরীয় চাপ প্রতিরোধ

জলজ উদ্ভিদ অঙ্গে এবং ভূগর্ভস্থ উদ্ভিদ অঙ্গে অরীয় চাপ সহ্য করতে হয়। এই অরীয় চাপ আসে বেষ্টনকারী জল ও মাটি থেকে। তাই প্রতিরোধকারীর উপাদানগুলি শক্ত প্রান্তীয় বেষ্টনী রচনা করে, যেমন চাপ প্রতিরোধকারী ফাঁপা নলাকার উদ্ভিদ অঙ্গ (চিত্র 4.6)।

4.3 কৃন্তনপীড়ন বা তলঘর্ষীচাপ (Shearing stresses)

উদ্ভিদদের স্তম্ভক কলাতন্ত্রকে তলঘর্ষীচাপ প্রতিরোধ করতে হয়। বিশেষত উদ্ভিদের চ্যাপ্টা অঙ্গগুলি, যেমন পাতা প্রভৃতিকে প্রবল তলঘর্ষী চাপ বা কৃন্তনপীড়ন সহ্য করতে হয়। এই পীড়ন সৃষ্টি হয় পারিপার্শ্বিক বায়ু ও জলের গতির জন্য। এই চাপ সহ্য করতে অনেকগুলি I এর ন্যায় কড়িকাঠ, যা অসম্প্রসার্য্যত্ব বজায় রাখে, দৃঢ়ভাবে আড়াআড়ি হয়ে যুক্ত থাকে। সুনির্দিষ্ট I আকারের কড়িকাঠ একবীজপত্রী উদ্ভিদের সমান্তরাল শিরাবিন্যাসযুক্ত পাতায়ও পাওয়া যায় (চিত্র 4.7)।

4.4 স্তম্ভক কলাতন্ত্রের বন্টন

উদ্ভিদের স্তম্ভক কলাতন্ত্রের গুরুত্বপূর্ণ যান্ত্রিক কোষ হল স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু এবং স্ক্লেরাইড যার কোষপ্রাচীর লিগনিনযুক্ত এবং কোলেনকাইমা যার কোষপ্রাচীর অসমানভাবে সেলুলোজযুক্ত। স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু বহিঃস্তরে, পরিচক্রে, সংবহন কলায় এবং মজ্জায় থাকে। এরাই প্রধান স্তম্ভক কলা।

উদ্ভিদের মূল, কান্ড ও পাতায় স্তম্ভক কলাতন্ত্রের বিস্তার লক্ষ্য করলে বোঝা যায় যে এই বিস্তার হয়েছে স্তম্ভক কলাতন্ত্রের নীতি অনুযায়ী। বিশেষ স্তম্ভককলা যেমন বাষ্ট বা শকল তন্তু ও কোলেনকাইমা কোষ মিলে শক্ত বাণ্ডিল তৈরি করে। স্তম্ভক কলা সংবহন কলার সাথে শারীরবৃত্তীয় কারণে যুক্ত হয়ে থাকে। যেমন সংবহন কলার কিছু কিছু কোষ পাতলা ও কোমল। সেইজন্য এদের সংবহন কলার স্তম্ভক গুচ্ছের সঙ্গে যুক্ত হয়ে দৃঢ়তা লাভ করা প্রয়োজন।

4.4.1 অনমনীয় উদ্ভিদ অঙ্গে স্তম্ভক কলার বিস্তার :

উদ্ভিদের বায়বীয় অঙ্গে বাঁকানো তলঘর্ষী চাপ প্রকটিত হয়। বিশেষ করে নলাকার অঙ্গে, যেমন ঘাসের কাণ্ড, পুষ্প অক্ষ প্রভৃতি। এখানে বাঁকানো চাপ প্রভাবান্বিত হয় অনুদৈর্ঘ্য অক্ষের সমকোণ তলে। স্তম্ভক কলা তাই আঁকাবাঁকা শ্রেণীতে বা দুটি সমকেন্দ্র বৃত্তে বিস্তার করে (চিত্র 4.8, 4.9)। উপত্বকীয় অঞ্চলে সমদূরত্বে কড়িকাঠ থাকে। প্রতিটি কড়িকাঠের বাইরের ফ্ল্যাঞ্জ ত্বকের সঙ্গে যুক্ত থাকে এবং ভিতরের ফ্ল্যাঞ্জ সংবহন কলার নিচে অর্ধ চন্দ্রের মত আবরণ করে থাকে (চিত্র 4.10)। নালিকা বাণ্ডিলটি ওয়েবের কাজ করে।

উদ্ভিদের পাতাগুলি যেহেতু দ্বিপার্শ্ব প্রতিসাম্য তাই তার যান্ত্রিক চাহিদা অনুযায়ী কড়িকাঠগুলো সমান্তরাল ভাবে থাকে ও পৃষ্ঠতলের সাথে সমকোণে বিস্তার করে। যেমন কলাগাছের পাতায় (চিত্র 4.7)। যে সব পাতা U- বা V-এর আকারের তাদের অনমনীয়ত্ব দুই কিনারায় সবচেয়ে বেশি দরকার। তাই কিনারেতে স্তম্ভক কলা থাকে। তাল গোত্রের পাতাগুলোতে স্তম্ভক কলার বিস্তার কেন্দ্রে ঘনীভূত হয় এবং স্তম্ভক কলা কেন্দ্রে সমবেত হয়। কারণ তাল গোত্রের পাতাকে ভীষণভাবে হাওয়ার দাপট সহ্য করতে হয়।

4.4.2 অসম্প্রসারণীয় উদ্ভিদ অঙ্গে স্তম্ভক কলার বন্টন :

যে সব অঙ্গ উদ্ভিদকে অধঃস্তরের সঙ্গে যুক্ত করে সে সব অঙ্গ লম্বালম্বি টান অনুভব করে। যেমন উদ্ভিদের মূল যা একটি আদর্শ অসম্প্রসার্য্যত্ব অঙ্গের প্রতিরূপ। এইসব অঙ্গে স্তম্ভক কলার বিস্তার কেন্দ্রিভূত হয়। (চিত্র 4.4,4.5)। সব সাধারণ মূলে স্তম্ভক কলা সংবহন কলার সঙ্গে মিশে একটি অক্ষবর্তী বাণ্ডিল তৈরি করে। হলুদ, আদার রাইজোমেও একইরকম অক্ষবর্তী বাণ্ডিল পাওয়া যায়। সকল নিমজ্জিত উদ্ভিদে অসম্প্রসারণীয় কাণ্ড থাকে। তাই এখানেও স্তম্ভক কলার বিস্তার কেন্দ্রিভূত হয় অক্ষবর্তী বাণ্ডিলে (চিত্র 4.6)। প্রয়োজনীয় অসম্প্রসার্য্যত্ব রোহিনী উদ্ভিদের কাণ্ডে, বিলম্বী ফলের বৃন্তে ও পুষ্পবিন্যাসের অক্ষে স্ক্লেরোটিক মজ্জাসহ স্তম্ভক কলার মধ্যস্থলে বিস্তার দেখা যায় (চিত্র 4.3)।

4.4.3 স্তম্ভক কলার বিস্তার অসংকোচনীয় উদ্ভিদ অঙ্গে

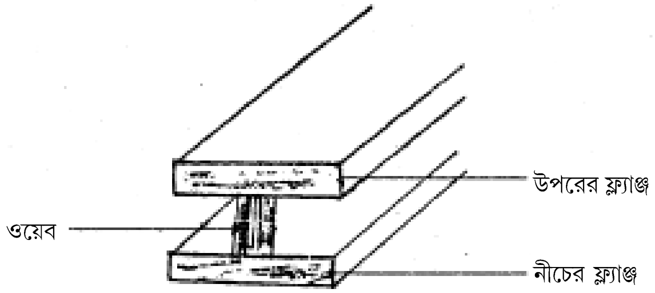
মৃদ্গত ও নিমজ্জিত উদ্ভিদ কাণ্ডে অরীয় চাপ প্রতিরোধ করতে বহিঃস্তরে স্তম্ভক কলার বিস্তার হয়।, ঠেস্মূলে একটি বা দুটি ফাঁপা স্তম্ভ-এর মত স্তম্ভক কলা বিস্তার করে (চিত্র 4.5)।

4.4.4 স্তম্ভক কলার বিস্তার তলঘর্ষীচাপ বা কৃন্তনপীড়ন প্রতিরোধকারী উদ্ভিদ অঙ্গে

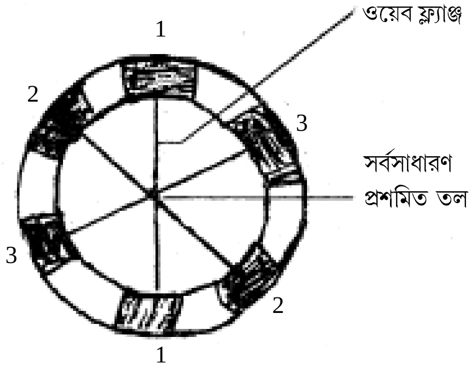
যান্ত্রিক চাপের ফলে যখন উদ্ভিদ অঙ্গের স্থানভ্রষ্ট হওয়ার সম্ভাবনা থাকে তখন সেই অঙ্গে কৃন্তনপীড়ন অনুভূত হয়। যেমন তীব্র হাওয়ায় গাছের পাতায় কৃন্তনপীড়ন সৃষ্টি হয়। এই চাপ প্রতিরোধ করতে এবং অনমনীয়ত্ব প্রদান করার জন্য গাছের পাতায় কড়িকাঠের মত স্তম্ভক কলা থাকে। এই কড়িকাঠের সঙ্গে দৃঢ়ভাবে অসংখ্য স্তম্ভক কলা আড়াআড়ি ভাবে যুক্ত থাকে, যেমন জালিকার মত সংবহন কলার সঙ্গে যুক্ত স্তম্ভক কলার বিস্তার দেখা যায় (চিত্র 4.11)। পাতার কিনারাতেও স্তম্ভক কলা বিস্তার করে।

4.5 সারাংশ

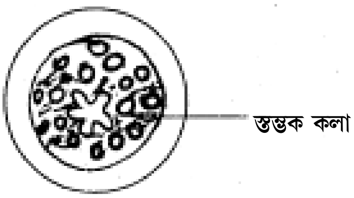
স্তম্ভক কলাতন্ত্রের গঠনকারী কলা হল প্রধানত লিগ্‌নিনযুক্ত কোষসমূহ যেমন স্ক্লেরেনকাইমা কলা, বাষ্ট তন্তু ও সংবহন কলার তন্তুকোষ। এ ছাড়া কোলেনকাইমা কলাও স্তম্ভক কলা রচনা করে। উদ্ভিদের স্তম্ভক কলাতন্ত্র তিনটি নীতি অনুসরণ করে, যেমন—অনমনীয়ত্ব, অসম্প্রসার্য্যত্ব এবং অসংনম্যত্ব। অনমনীয়ত্ব নীতির অনুসরণে উদ্ভিদে I-এর আকারে স্তম্ভক কলা বিস্তার করে। যার ফলে উদ্ভিদ অঙ্গ বক্র হওয়া প্রতিরোধ করতে পারে। অসম্প্রসার্য্যত্ব নীতি অনুসরণে উদ্ভিদে স্তম্ভক কলা ঘনিষ্ঠ হয়ে একত্রিত হয়ে থাকে। যার ফলে সমানভাবে টান বিস্তার করতে পারে এবং অনুদৈর্ঘ্য টান সহ্য করতে পারে। অসংনম্যত্ব নীতি অনুসরণে উদ্ভিদ অনুদৈর্ঘ্য সংকোচন সহ্য করতে উদ্ভিদ অঙ্গের অক্ষের একেবারে মাঝে স্তম্ভককলার ঘনস্তম্ভ থাকে। আবার অরীয় চাপ প্রতিরোধে উদ্ভিদঅঙ্গে প্রান্তীয় বেষ্টনী তৈরী করে। উদ্ভিদের পাতায় তলঘর্ষী চাপ বা কৃন্তনপীড়ন প্রতিরোধ করতে সংবহন কলার সঙ্গে স্তম্ভক কলাযুক্ত হয়ে শিরাবিন্যাস করে এবং পাতার কিনারায় স্তম্ভক কলার বেষ্টনী রচনা করে।


উপরের ফ্ল্যাঞ্জ
ওয়েব
নীচের ফ্ল্যাঞ্জ

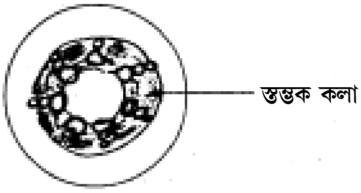
চিত্র নং 4.1 : একটি I আকারের কড়িকাঠের প্রস্থচ্ছেদ।


ওয়েব ফ্ল্যাঞ্জ
1
2
3
সর্বসাধারণ প্রশমিত তল
3
2
1

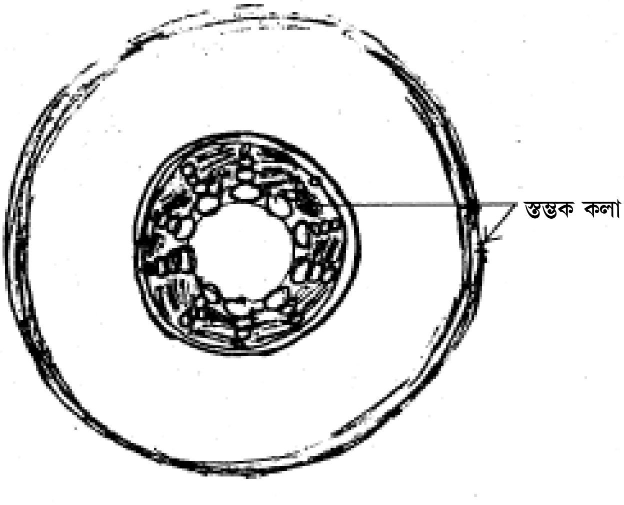
চিত্র নং 4.2 : তিনটি কড়িকাঠ মিশ্রিত যৌগিক কড়িকাঠের প্রস্থচ্ছেদ।



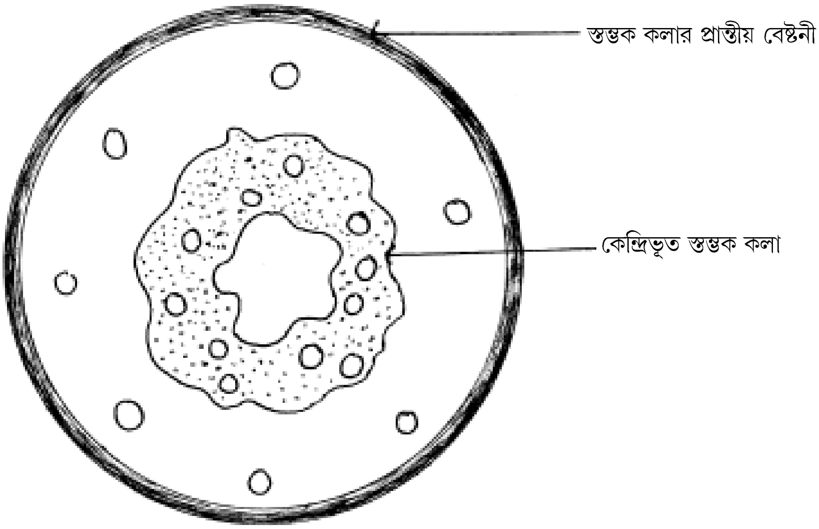
চিত্র নং 4.3 : রাইজোমের প্রস্থচ্ছেদ।



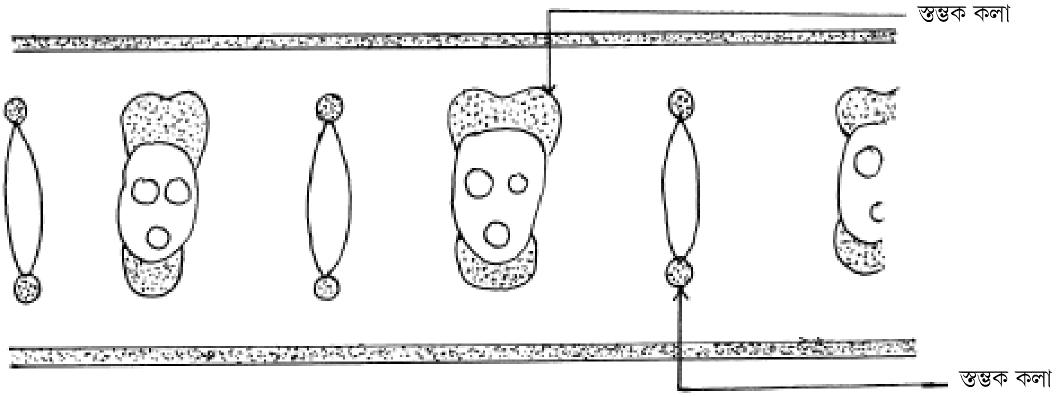
চিত্র নং 4.4 : একবীজ পত্রী উদ্ভিদ মূলের প্রস্থচ্ছেদ।



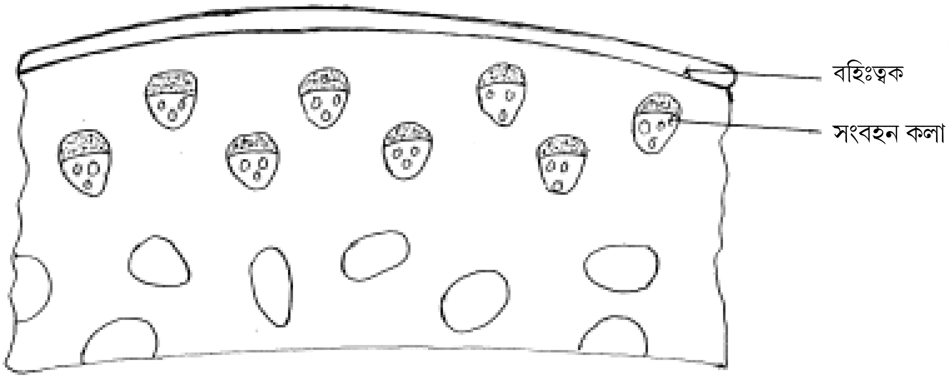
চিত্র নং 4.5 : ঠেসমূলের প্রস্থচ্ছেদ।


স্তম্ভক কলার প্রান্তীয় বেষ্টনী
কেন্দ্রিভূত স্তম্ভক কলা

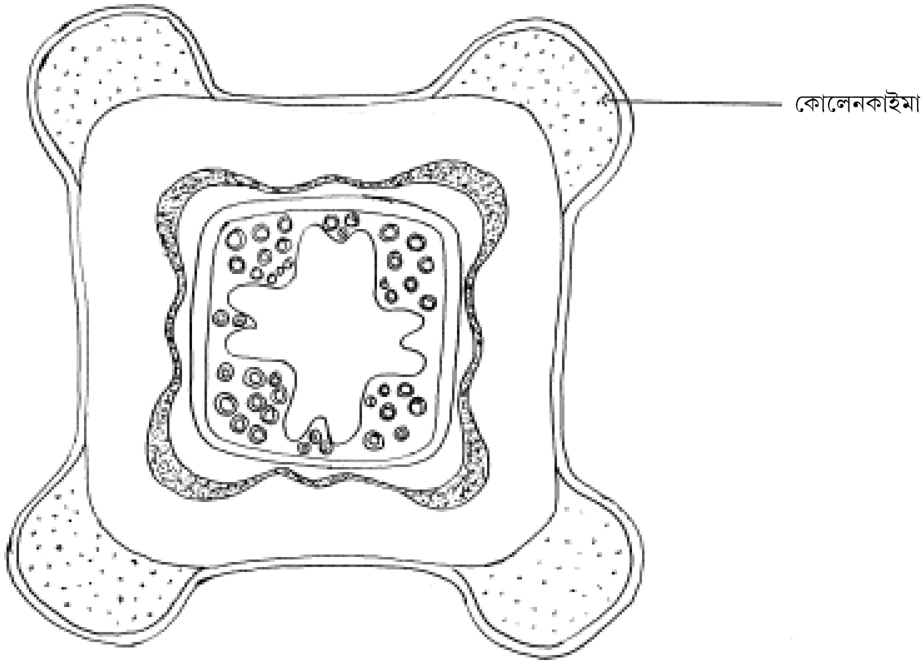
চিত্র নং 4.6 : নিমজ্জিত উদ্ভিদ কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ।


স্তম্ভক কলা
স্তম্ভক কলা

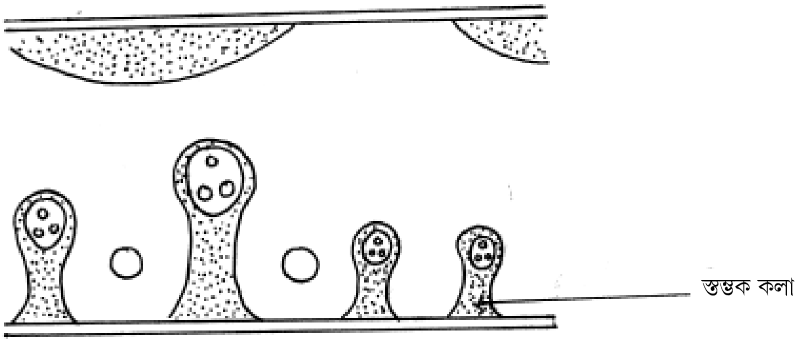
চিত্র নং 4.7 : একবীজপত্রী উদ্ভিদ পাতার প্রস্থচ্ছেদ।


বহিঃত্বক
সংবহন কলা

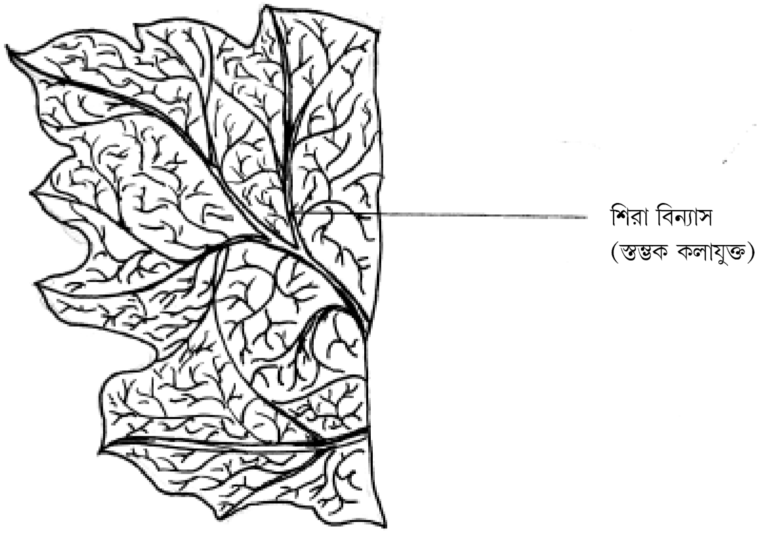
চিত্র নং 4.8 : কচু পাতার বৃন্তের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র নং 4.9 : Labiatae গোত্রের চৌকো কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ।



চিত্র নং 4.10 : উদ্ভিদ পাতার প্রস্থচ্ছেদ।


শিরা বিন্যাস
(স্তম্ভক কলাযুক্ত)

চিত্র নং 4.11 : উদ্ভিদ পাতায় স্তম্ভক কলাযুক্ত শিরাবিন্যাস।

অনুশীলনী

1. নীচের দেওয়া শব্দগুলি ব্যবহার করে শূন্যস্থান পূরণ করুন :

কড়িকাঠে ভার চাপানো হলে উপরের দিকটা ছোট হয়ে যায় অর্থাৎ _________ হয় এবং নীচের দিকটা লম্বা হয়ে যায় মানে _________ হয়। এই টান কড়িকাঠের _________ একদম থাকে না। এই শূন্য টানের স্থানকে _________ বলে। কড়িকাঠের শক্তি নির্ভর করে তার _________ এর শক্তির উপর। উদ্ভিদে কড়িকাঠের মাঝখানে _________ কলা দিয়ে তৈরি হয়।

(ফ্ল্যাঞ্জ, ওয়েব, সংবহন, টান, মাঝখানে, প্যারেনকাইমা, সংকোচন, প্রশমিত)

2. নীচের সঠিক বাক্যগুলির পাশে (√) চিহ্ন দিন :

(a) উদ্ভিদের মূলে অনুদৈর্ঘ্য টান সহ্য করার জন্য একেবারে মাঝে স্তম্ভক কলা থাকে। ☐

(b) প্রতিরোধকারী উপাদানের প্রস্থচ্ছেদের আয়তন যত বড় হয় তত অসম্প্রসার্য্যত্ব বজায় থাকে। ☐

(c) অনমনীয়ত্ব বজায় রাখতে উদ্ভিদের স্তম্ভক কলা কড়িকাঠের মত সরল অথবা যৌগিকভাবে বিস্তার করে। ☐

(d) কড়িকাঠের ফ্ল্যাঞ্জে স্ক্লেরেনকাইমা এবং ওয়েবে প্যারেনকাইমা কলা থাকে। ☐

(e) ওয়েবে প্যারেনকাইমা থাকে কারণ এখানে টান সব থেকে বেশি। ☐

(f) ডালপালা বিস্তৃত গাছের অক্ষে ভার বহন করতে হয় বলে অক্ষে অরীয় চাপ সৃষ্টি হয়। ☐

(g) পারিপার্শ্বিক বায়ুর গতির জন্য উদ্ভিদ পাতায় প্রবল তলঘর্ষী চাপ সহ্য করতে হয়। ☐

4.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. নীচের প্রশ্নগুলি তিন চার লাইনে সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

(a) উদ্ভিদে স্তম্ভক কলার প্রয়োজন হয় কেন?

(b) স্তম্ভক কলাতন্ত্র কি কি নীতি অনুসরণ করে?

(c) কড়িকাঠের মত স্তম্ভক কলা কোথায় পাওয়া যায়?

2. নীচের প্রশ্নগুলি চার পাঁচ লাইনে সংক্ষিপ্ত উত্তর লিখুন :

(a) কচুপাতার বৃন্তের মত উদ্ভিদ অঙ্গে স্তম্ভক কলার বিস্তার কি রূপ?

(b) উদ্ভিদের পাতায় স্তম্ভক কলার বিস্তার কি রূপ?

(c) একটি সরল কড়িকাঠের বর্ণনা করুন।

(d) উদ্ভিদে অরীয় চাপ কিভাবে প্রতিরোধ করা হয়?

4.7 উত্তরমালা

অনুশীলনী

1. সংকোচন, টান, মাঝখানে, ওয়েব, ফ্ল্যাঞ্জ, প্যারেনকাইমা।
2. (a) √ (b) × (c) √ (d) √ (e) × (f) × (g) √

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. (a) উদ্ভিদে স্তম্ভক কলার প্রয়োজন হয় উদ্ভিদের প্রতিটি অঙ্গকে যান্ত্রিক দৃঢ়তা দিতে এবং পারিপার্শ্বিক ঘাত প্রতিঘাত প্রতিরোধ করার শক্তি দিতে।
   (b) স্তম্ভক কলাতন্ত্র তিনটি নীতি অনুসরণ করে—অনমনীয়ত্ব, অসম্প্রসার্য্যত্ব এবং অসংনম্যত্ব।
   (c) সব উদ্ভিদ অঙ্গেই কড়িকাঠের মত স্তম্ভক কলা পাওয়া যায়—যেমন নলাকার অঙ্গ—ঘাসের কাণ্ড, পুষ্পঅক্ষ, উদ্ভিদের মূলে, কাণ্ডে ও পাতায়।
2. (a) চিত্র 4.7 একক 4.4.1
   (b) চিত্র 4.7, 4.10, 4.11 একক 4.4.4
   (c) চিত্র 4.1 একক 4.2.1
   (d) চিত্র 4.6, 4.3 একক 4.2.3.2

একক 5 ❑ পত্ররন্ধ্র ও তার প্রকারভেদ (Stomata, Types of Stomata)

গঠন

5.0 উদ্দেশ্য
5.1 প্রস্তাবনা
5.2 পত্ররন্ধ্রের অবস্থান
5.3 পত্ররন্ধ্রের গঠন
5.4 পত্ররন্ধ্রের গুরুত্ব
5.5 পত্ররন্ধ্রের প্রকারভেদ
    5.5.1 ব্যক্তিজনিগত সম্পর্কিত প্রকৃতি :
        মেসোজিনাস্, পেরিজিনাস্ ও মেসোপেরিজিনাস্ পত্ররন্ধ্র
    5.5.2 ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র
    5.5.3 দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র
    5.5.4 একবীজপত্রী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র
        অনুশীলনী
5.6 সারাংশ
5.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
5.8 উত্তরমালা

5.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানতে পারা যাবে—

- পত্ররন্ধ্র কাকে বলে এবং উদ্ভিদের কোন অঙ্গে পত্ররন্ধ্র পাওয়া যায়।
- পত্ররন্ধ্রের গঠন কেমন হয়।
- কত রকমের পত্ররন্ধ্র পাওয়া যায়।
- পত্ররন্ধ্রের গুরুত্ব কি?

5.1 প্রস্তাবনা

একক এক থেকে চার পর্যন্ত পড়ে উদ্ভিদের কোষপ্রাচীর, কলাতন্ত্র, বিশেষ করে যান্ত্রিক বা স্তম্ভক কলাতন্ত্র এবং অগ্রস্থ কলা বিষয়ে কিছুটা ধারণা করা গেছে। এই এককে উদ্ভিদের ত্বক্-রন্ধ্রসমূহের পত্ররন্ধ্র বিষয়ে জানতে পারা যাবে। এটি উদ্ভিদের গুরুত্বপূর্ণ ক্ষুদ্র রন্ধ্র যা অবিচ্ছিন্ন ত্বকের ধারাবাহিকতা ছিন্ন করে। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে উদ্ভিদের সবুজ বায়ব অঙ্গে, বিশেষত পাতার ত্বকে বা কখনও কচি কাণ্ডে পত্ররন্ধ্র থাকে। মূলের ত্বকে কিন্তু কোন রন্ধ্র থাকে না।

5.2 পত্ররন্ধ্রের অবস্থান

পত্রের ত্বকের স্থানে স্থানে কিছু রন্ধ্র দেখা যায়। প্রতিটি রন্ধ্র দুটি বিশেষ প্রকৃতির বৃক্কাকার বা অর্ধচন্দ্রাকৃতির ত্বক কোষ দিয়ে সীমাবদ্ধ থাকে (চিত্র 5.1)। এই ত্বক কোষ দুটিকে রক্ষীকোষ বলে। রক্ষীকোষ ও মধ্যবর্তী রন্ধ্র মিলে পত্ররন্ধ্র গঠিত হয়।

পত্ররন্ধ্র সাধারণতঃ উদ্ভিদের পাতায় বর্তমান। স্থলজ উদ্ভিদের বিষমপৃষ্ঠ পাতার নিম্নত্বকে পত্ররন্ধ্র থাকে এবং সমাঙ্কপৃষ্ঠ পাতার উভয় ত্বকেই বর্তমান। ভাসমান জলজ উদ্ভিদের পাতায় ঊর্ধ্বত্বকে পত্ররন্ধ্র পাওয়া যায় কিন্তু সম্পূর্ণ নিমজ্জিত উদ্ভিদের পাতায় পত্ররন্ধ্র থাকে না। বহু জাঙ্গল উদ্ভিদের পাতায় নিম্নত্বকে পত্ররন্ধ্রগুলি কোটরগত অবস্থায় থাকে, ঐ পত্ররন্ধ্রগুলি নিম্নভূত পত্ররন্ধ্র (sunken stomata) (চিত্র 5.2) নামে পরিচিত। কুমড়া ও শশার গণভুক্ত উদ্ভিদের ফুলে ও পাতার বৃন্তে পত্ররন্ধ্র ত্বকতলের ঊর্ধ্বে থাকে যাকে উত্থিত পত্ররন্ধ্র বলে (চিত্র 5.3)। সমান্তরাল শিরাবিন্যাস বিশিষ্ট একবীজপত্রী উদ্ভিদের পাতায় পত্ররন্ধ্রগুলি সমান্তরাল সারিতে বর্তমান কিন্তু জালিকা শিরাবিন্যাস বিশিষ্ট দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের পাতায় কোন নির্দিষ্ট নিয়মে পত্ররন্ধ্র বিস্তৃত থাকে না। পরগাছায় পত্ররন্ধ্র থাকে না। সাধারণত মূলের ত্বকে কোন পত্ররন্ধ্র থাকে না। কিন্তু কোন কোন চারাগাছের মূলে যেমন মটরশুটিতে পত্ররন্ধ্র থাকে তবে এই পত্ররন্ধ্রগুলি কাজ করে না।

5.3 পত্ররন্ধ্রের গঠন

প্রতিটি পত্ররন্ধ্র দুটি করে রক্ষীকোষ দিয়ে পরিবৃত থাকে। অঙ্গসংস্থান সূত্রে রক্ষীকোষ-এর সন্নিহিত ত্বক কোষগুলি অবশিষ্ট আদর্শ ত্বককোষগুলির থেকে স্বতন্ত্র প্রকৃতির। এই কোষগুলিকে সহকারী কোষ বলে (চিত্র 5.1)। সহকারী কোষ সহ পত্ররন্ধ্রকে পত্ররন্ধ্র যৌগ (stomatal complex) বলে। প্রতিটি পত্ররন্ধ্রের নীচে একটি বিশিষ্ট কোষান্তর স্থান থাকে যাকে বায়ুগহ্বর বা উপ-পত্ররন্ধ্র কক্ষ বলে (চিত্র 5.4)। পত্ররন্ধ্রের রক্ষীকোষ সাধারণত বৃক্কাকার হয়। ঘাসের রক্ষীকোষ মুগুর আকৃতির হয় (চিত্র 5.5)। রক্ষীকোষগুলি সজীব হয়, সুস্পষ্ট নিউক্লিয়াস্ থাকে এবং ঘন সাইটোপ্লাজম, ক্লোরোপ্লাস্ট ও শ্বেতসার দানা

থাকে। রন্ধ্রসন্নিহিত রক্ষীকোষের প্রাচীর দৃঢ় ও স্থূল হয় এবং বিপরীত দিকে পাতলা হয়। ঘাসের রক্ষীকোষের দুই দিকেই প্রাচীর স্থূল হয়। দিনের বেলায় সূর্যালোকের উপস্থিতিতে রক্ষীকোষে শর্করা প্রস্তুত হলে তারা রসস্ফীত হয়। এর ফলে পত্ররন্ধ্রের রন্ধ্র উন্মুক্ত হয়। রাতের অন্ধকারে রক্ষীকোষের রসস্ফীতির হ্রাস হয় যার ফলে রক্ষীকোষ দুটি শ্লথ হয় এবং রন্ধ্রটি বন্ধ হয়ে যায়।

5.4 পত্ররন্ধ্রের গুরুত্ব

পত্ররন্ধ্রের প্রধান গুরুত্ব সালোকসংশ্লেষে সাহায্য করা। রক্ষীকোষে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকার জন্য তারা সালোকসংশ্লেষেও অংশগ্রহণ করে। সালোকসংশ্লেষের সময় পত্ররন্ধ্র দিয়ে কার্বন-ডাই-অক্সাইড গ্যাস সমেত বাতাস প্রবেশ করে। পত্ররন্ধ্রের মধ্য দিয়ে শ্বসন এবং সালোকসংশ্লেষের সময় উদ্ভিদ অঙ্গ ও বায়ুমণ্ডলের মধ্যে গ্যাসীয় পদার্থের আদান প্রদান হয়। মাটি থেকে যে জল উদ্ভিদ শোষণ করে সেই অতিরিক্ত জল উদ্ভিদ দেহ থেকে বাষ্পাকারে পত্ররন্ধ্রের মাধ্যম দিয়ে বহিষ্কৃত হয় অর্থাৎ বাষ্পমোচনে সাহায্য করে।

5.5 পত্ররন্ধ্রের প্রকারভেদ

5.5.1 ব্যক্তিজনিগত সম্পর্কিত প্রকৃতি :

গুপ্তবীজী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্রের রক্ষীকোষ এবং সহকারী কোষের মধ্যে ব্যক্তিজনিগত সম্পর্কের উপর নির্ভর করে পত্ররন্ধ্র তিন প্রকারের হয়।

a) মেসোজিনাস পত্ররন্ধ্র (Mesogenous stomata) : একই মাতৃকোষের পরপর বিভাজনের ফলে রক্ষীকোষ ও সহকারী কোষ উভয়ই উৎপন্ন হয়। যেমন—গন্ধরাজ, রঙ্গন ও সর্ষে গোত্রের পাতায় দেখা যায়।

b) পেরিজিনাস্ পত্ররন্ধ্র (Perigenous stomata) : পত্ররন্ধ্র মাতৃকোষের পাশে অবস্থিত প্রোটোডার্ম-এর কোষ থেকে সহকারী কোষ উৎপন্ন হয়। যেমন—কুমড়া, শশা ও শালুক গোত্রের পাতায় পাওয়া যায়।

c) মেসোপেরিজিনাস পত্ররন্ধ্র (Mesoperigenous stomata) : এই ক্ষেত্রে সহকারী কোষগুলি উভয়রকমভাবেই উৎপন্ন হতে পারে, কখনো মেসোজিনাস-এর মত আবার কখনো পেরিজিনাস-এর মত। যেমন—Ranunculacae (র‍্যানাল্কুলেসী) ও Caryophyllaceae (ক্যারিওফাইলেসী) পরিবারগুলিতে দেখা যায়।

5.5.2 ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র :

ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে দু-রকমের পত্ররন্ধ্র পাওয়া যায়।

a) হ্যাপ্লোচিলিক পত্ররন্ধ্র (Haplocheilic) : এই ক্ষেত্রে রক্ষীকোষের উৎপত্তি হয় পত্ররন্ধ্রের প্রারম্ভিক কোষের একটি বিভাজনের ফলে এবং সন্নিহিত কোষগুলি সহকারী কোষে পরিবর্তিত হয়।

b) সিন্ডেটোচিলিক পত্ররন্ধ্র (Syndetocheilic) : এই ক্ষেত্রে রক্ষীকোষ এবং সহকারী কোষ একই মাতৃকোষ থেকে উৎপন্ন হয়।

5.5.3 দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র :

দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে রক্ষীকোষ ও সহকারী কোষের বিন্যাসের ভিত্তিতে সাধারণত চার প্রকারের পত্ররন্ধ্র পৃথক করা যায়। বিরল ক্ষেত্রে আরও এক প্রকার পত্ররন্ধ্র অ্যাক্টিনোসাইটিক (Actinocytic) পাওয়া যায়।

a) অ্যানোমোসাইটিক (Anomocytic) বা র‍্যানানকিউলেসিয়াস্ (Ranunculaceous) প্রকৃতির পত্ররন্ধ্র : এখানে প্রকৃতপক্ষে কোনও বিশেষ সহকারী কোষ থাকে না। রক্ষীকোষ ঘিরে যেসব সহকারী কোষ থাকে সেগুলি অন্যান্য ত্বককোষের থেকে পার্থক্য করা যায় না অর্থাৎ একইরকম দেখতে। যেমন—*Ranunculus* ও কুমড়া, শশার পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.6)।

b) অ্যানাইসোসাইটিক (Anisocytic) বা ক্রুসিফেরাস্ (Cruciferous) প্রকৃতির পত্ররন্ধ্র : এখানে প্রতিটি পত্ররন্ধ্রে তিনটি করে অসম আকৃতির সহকারী কোষ থাকে। তিনটি সহকারী কোষের মধ্যে একটি খুব ছোট হয়। যেমন—আলু, তামাক ও সর্ষের পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.7)।

c) প্যারাসাইটিক্ (Paracytic) বা রুবিয়েসিয়াস্ (Rubiaceous) প্রকৃতির পত্ররন্ধ্র : এখানে প্রতিটি পত্ররন্ধ্রের উভয় দিকে দীর্ঘ-অক্ষ বরাবর সমান্তরালভাবে এক বা একাধিক সহকারী কোষ বর্তমান। যেমন—গন্ধরাজ, রঙ্গন, কদম, চিনাবাদাম, বাবলা এবং ম্যাগ্‌নোলিয়ার পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.8)।

d) ডায়াসাইটিক (Diacytic) বা ক্যারিওফাইলেসিয়াস (Caryophyllaceous) প্রকৃতির পত্ররন্ধ্র : এখানে প্রতিটি পত্ররন্ধ্রে দুটি করে সহকারী কোষ থাকে। এই কোষ দুটির সাধারণ প্রাচীর রক্ষীকোষের দীর্ঘ-অক্ষের সঙ্গে সমকোণে বিন্যস্ত থাকে। অর্থাৎ সহকারী কোষ রক্ষীকোষের সঙ্গে আড়াআড়ি ভাবে থাকে। যেমন—Acanthaceae (অ্যাক্যানথেসি) ও Caryophyllaceae গোত্রের পাতায় থাকে (চিত্র 5.9)।

e) অ্যাক্টিনোসাইটিক (Actinocytic) প্রকৃতির পত্ররন্ধ্র : এখানে ত্বক কোষগুলি বৃত্তাকারে রক্ষীকোষ দুটিকে ঘিরে থাকে (চিত্র 5.10)। এটি অ্যানোমোসাইটিক বা র‍্যানাসকুলেসিয়া প্রকৃতির ন্যায় হলেও এখানে ত্বক কোষগুলির প্রাচীরের অবস্থান ভিন্ন প্রকৃতির হয়। রক্ষীকোষের সহিত লম্বভাবে থাকে।

5.5.4 একবীজপত্রী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র :

একবীজপত্রী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র চার প্রকারের হয় এবং সেগুলি হলো—

(a) এইপ্রকার পত্ররন্ধ্র চারটি থেকে ছয়টি সহকারী কোষ রক্ষীকোষদ্বয়কে ঘিরে থাকে, যেমন—কচু, কলা ও আদা গাছের পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.11)।

(b) এই প্রকার পত্ররন্ধ্রে চারটি থেকে ছয়টি সহকারী কোষ রক্ষীকোষদ্বয়কে ঘিরে থাকে কিন্তু এদের মধ্যে দুটি সহকারী কোষ গোলাকৃতি হয় ও অন্যান্য কোষের তুলনায় ছোট হয় এবং রক্ষীকোষের দুই প্রান্তে

অবস্থিত থাকে। যেমন—তাল গোত্রের পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.12)।

(c) প্রতিটি পত্ররন্ধ্রে দুটি সহকারী কোষ রক্ষীকোষের দুধারে থাকে রক্ষীকোষের উপরে ও নীচে সাধারণ ত্বককোষ থাকে। যেমন—ঘাসের পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.5)।

(d) এইপ্রকার পত্ররন্ধ্রে রক্ষীকোষের সঙ্গে কোন সহকারী কোষ থাকে না। যেমন—লিলি, অর্কিড-এর পাতায় দেখা যায় (চিত্র 5.13)।

অনুশীলনী

1. নীচের দেওয়া শব্দগুলি ব্যবহার করে শূন্যস্থান পূরণ করুন :

রক্ষীকোষ এর আকার সাধারণত _________ কিন্তু ঘাসের পাতায় _________ আকারের হয়। _________ পত্ররন্ধ্রে সহকারী কোষ থাকে না। ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পাতায় _________ পত্ররন্ধ্র পাওয়া যায় যার রক্ষীকোষ ও সহকারীকোষ একই মাতৃকোষ থেকে উৎপন্ন হয়। ভাসমান জলজ উদ্ভিদের পাতার _________ পত্ররন্ধ্র থাকে।

(সিন্ডেটোচিলিক, মুগুর, ঊর্ধ্বস্তরে, বৃক্কাকার, অ্যানোমোসাইটিক)

2. নীচের ঠিক বাক্যগুলির পাশে (√) চিহ্ন দিন ও ভুল বাক্যটির পাশে (×) চিহ্ন দিন:

(a) পত্ররন্ধ্র রাতের বেলায় খোলা থাকে। ☐

(b) নিমজ্জিত উদ্ভিদের পাতার দু'তলে পত্ররন্ধ্র থাকে। ☐

(c) পত্ররন্ধ্র কোষ মধ্যবর্তী স্থান। ☐

(d) অর্কিডের পাতার পত্ররন্ধ্রে সহকারী কোষ থাকে না। ☐

(e) মেসোজিনাস্ পত্ররন্ধ্রে রক্ষীকোষ ও সহকারী কোষ একই মাতৃকোষ থেকে উৎপন্ন হয়। ☐

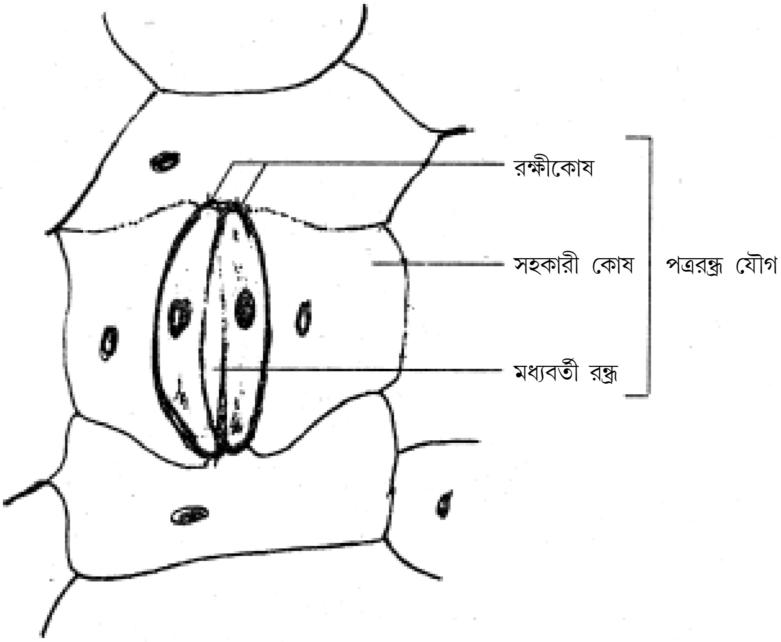
(f) পত্ররন্ধ্র পরাগাছে পাওয়া যায়। ☐

5.6 সারাংশ

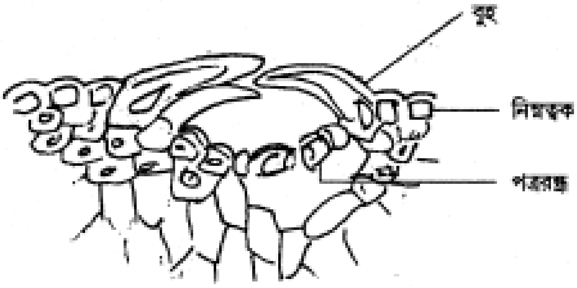
পত্ররন্ধ্র উদ্ভিদ ত্বকের অবিচ্ছিন্ন ধারাবাহিকতা ক্ষুণ্ণ করে। এটি একটি কোষমধ্যবর্তী রন্ধ্র বিশেষ। প্রতিটি রন্ধ্র দুটি বৃক্কাকার বা অর্ধচন্দ্রাকৃতির বিশেষ রক্ষীকোষ দিয়ে সীমাবদ্ধ থাকে। কোন কোন পত্ররন্ধ্রের রক্ষীকোষের পাশে ত্বক-কোষগুলি পরিবর্তিত হয়ে সহকারী কোষে রূপান্তরিত হয়। পত্ররন্ধ্র সাধারণত উদ্ভিদের সবুজ বায়ব অঙ্গে, বিশেষ করে পাতায় পাওয়া যায়। রক্ষী কোষ ও সহকারী কোষের উৎপত্তি অনুযায়ী বিভিন্ন প্রকারের পত্ররন্ধ্র হয়, যেমন—মেসোজিনাস, পেরিজিনাস ও মেসোপেরিজিনাস। আবার ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের দু-রকমের পত্ররন্ধ্র হয়, যেমন—হ্যাপ্লোচিলিক ও সিন্ডেটোচিলিক। রক্ষীকোষ ও

সহকারী কোষের অবস্থান অনুযায়ী দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে প্রধান চার রকমের পত্ররন্ধ্র পাওয়া যায় যেমন—অ্যানোমোসাইটিক, অ্যানাইসোসাইটিক, প্যারাসাইটিক ও ডায়াসাইটিক। একবীজপত্রী উদ্ভিদেও চার প্রকারের পত্ররন্ধ্র হয়।

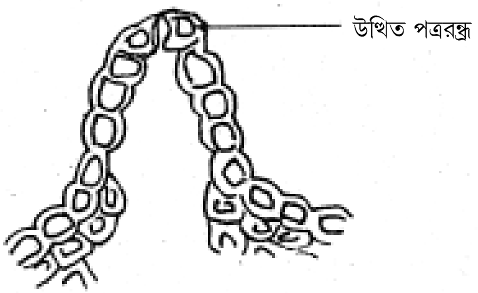
পত্ররন্ধ্রের প্রধান কাজ হল সালোকসংশ্লেষে অংশগ্রহণ করা, গ্যাসীয় পদার্থ আদান প্রদান করা এবং অতিরিক্ত জল বাষ্পাকারে বার করে দেওয়া।


রক্ষীকোষ
সহকারী কোষ
পত্ররন্ধ্র যৌগ
মধ্যবর্তী রন্ধ্র

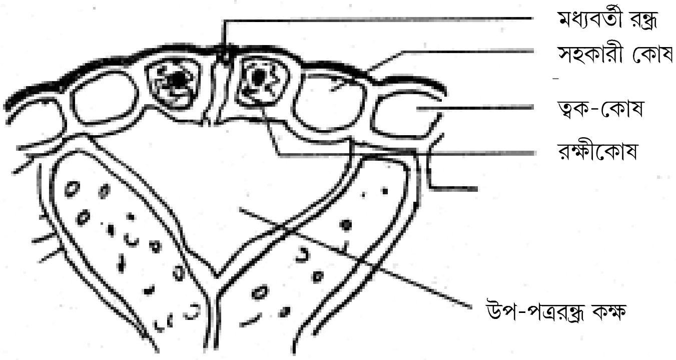
চিত্র নং 5.1 : একটি পত্ররন্ধ্রের পৃষ্ঠতলের দৃশ্য।


রোম
নিম্নত্বক
পত্ররন্ধ্র

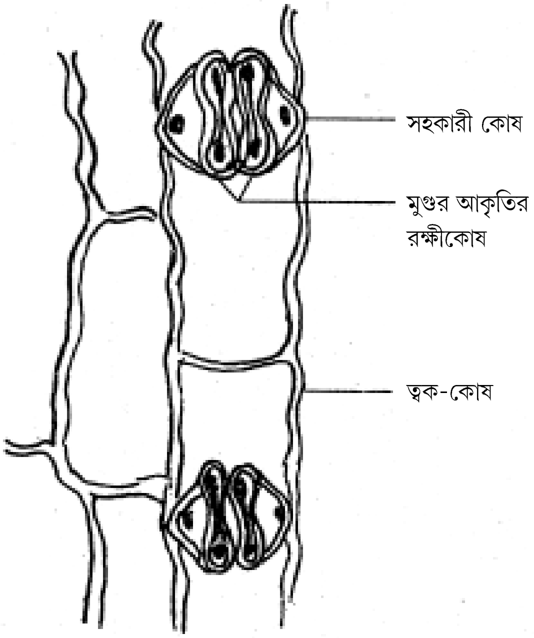
চিত্র নং 5.2 : নিম্নভূত পত্ররন্ধ্রের প্রস্থচ্ছেদ।


উত্থিত পত্ররন্ধ্র

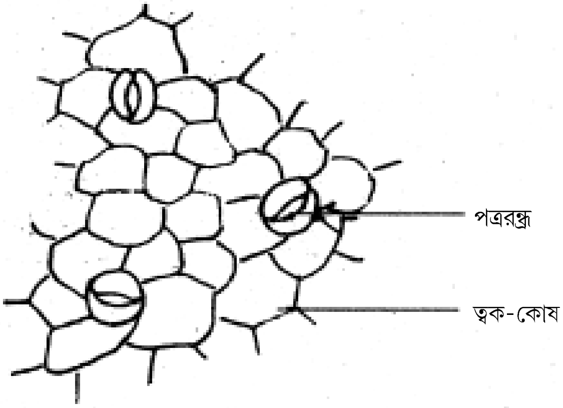
চিত্র নং 5.3 : উত্থিত পত্ররন্ধ্রের ছেদীয় দৃশ্য।


মধ্যবর্তী রন্ধ্র
সহকারী কোষ
ত্বক-কোষ
রক্ষীকোষ
উপ-পত্ররন্ধ্র কক্ষ

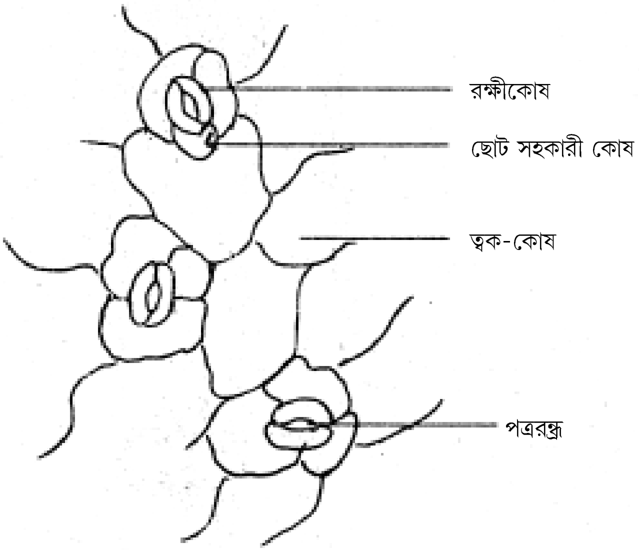
চিত্র নং 5.4 : পত্ররন্ধ্রের ছেদীয় দৃশ্য।


সহকারী কোষ
মুগুর আকৃতির রক্ষীকোষ
ত্বক-কোষ

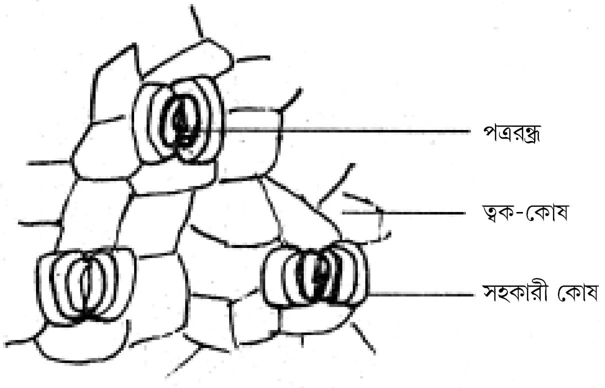
চিত্র নং 5.5 : ঘাসের পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্য


পত্ররন্ধ্র
ত্বক-কোষ

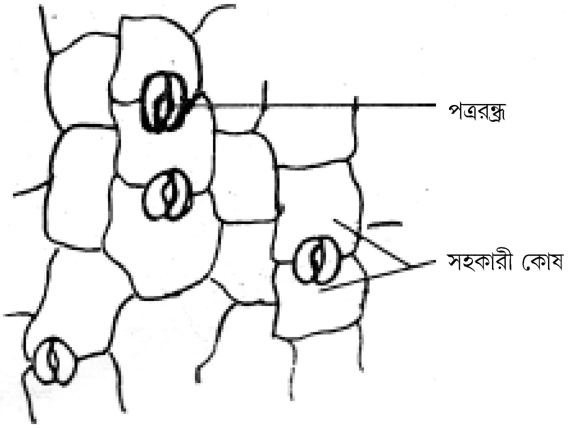
চিত্র নং 5.6 : কুমড়া পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্যে অ্যানোমোসাইটিক পত্ররন্ধ্র।


রক্ষীকোষ
ছোট সহকারী কোষ
ত্বক-কোষ
পত্ররন্ধ্র

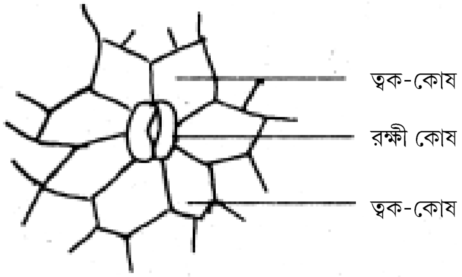
চিত্র নং 5.7 : সরষে পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্যে অ্যানাইসোসাইটিক পত্ররন্ধ্র।


পত্ররন্ধ্র
ত্বক-কোষ
সহকারী কোষ

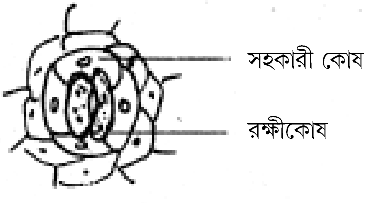
চিত্র নং 5.8 : বাবলা পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্যে প্যারাসাইটিক পত্ররন্ধ্র।


পত্ররন্ধ্র
সহকারী কোষ

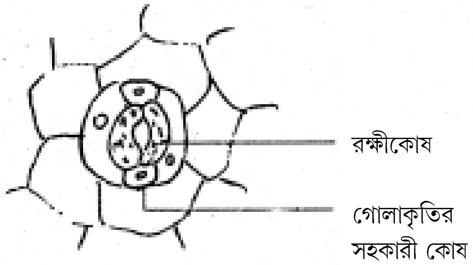
চিত্র নং 5.9 : কুলেখাড়া পাতায় পৃষ্ঠতলের দৃশ্যে ডায়াসাইটিক পত্ররন্ধ্র।


ত্বক-কোষ
রক্ষী কোষ
ত্বক-কোষ

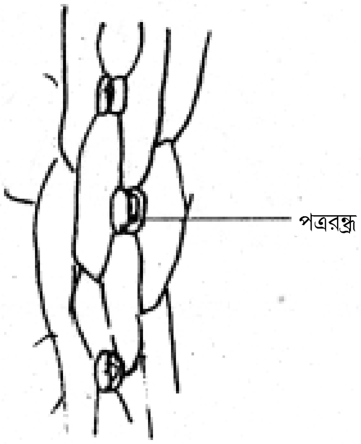
চিত্র নং 5.10 : পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্যে অ্যাক্টিনোসাইটিক পত্ররন্ধ্র।


সহকারী কোষ
রক্ষীকোষ

চিত্র নং 5.11 : কচু পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্য।


রক্ষীকোষ
গোলাকৃতির সহকারী কোষ

চিত্র নং 5.12 : তাল পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্য।



চিত্র নং 5.13 : লিলি পাতার পৃষ্ঠতলের দৃশ্য।

5.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. **নীচের প্রশ্নগুলির সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :**
   - (a) পত্ররন্ধ্রের সংজ্ঞা দিন।
   - (b) চিত্র সহকারে দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্র কয় প্রকারের তা দেখান।
   - (c) একটি আদর্শ পত্ররন্ধ্র এঁকে দেখান।
   - (d) পত্ররন্ধ্রের গুরুত্বগুলি বলুন।

5.8 উত্তরমালা

অনুশীলনী (5.7)

(1) বৃক্কাকার বা অর্ধচক্রাকৃতি মুগুর, অ্যানোমোসাইটিক, সিন্ডেটোচিলিক, ঊর্ধ্বস্তরে।

(2) (a) × (b) × (c) √ (d) √ (e) √ (f) ×

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. (a) উদ্ভিদের বায়বীয় অংশে অবস্থিত ক্ষুদ্রাকৃতির রন্ধ্র, যা দুটি বৃক্কাকার বা অর্ধচন্দ্রাকৃতির বিশেষ রক্ষীকোষ দ্বারা আবৃত থাকে এবং তৎসহ সাহায্যকারী কোষ দ্বারা আবৃত থাকে, উহাকে পত্ররন্ধ্র বলে।

   যা বিশেষ করে উদ্ভিদের পাতায় অবস্থান করে।

   পত্ররন্ধ্রের প্রাথমিক কাজ সালোকসংশ্লেষে অংশগ্রহণ করা। গ্যাসীয় আদানপ্রদান এবং অতিরিক্ত জল বাষ্পাকারে বার করে দেওয়া।

   (b) চিত্র 5,6, 5.7, 5.8, 5.9 ও 5.10 দেখুন।

   (c) চিত্র 5.1 ও 5.4 দেখুন।

   (d) একক 5.4 দেখুন।

একক 6 ❑ স্টেলীয় গঠন ও অভিব্যক্তি (Stelar Types and Evolution)

গঠন

6.0 উদ্দেশ্য

6.1 প্রস্তাবনা

6.2 স্টেলীয় গঠন ও স্টেলীর প্রকারভেদ

- **6.2.1** প্রোটোস্টেলি বা আদি স্টেলি
  - **a)** হ্যাপ্লোস্টেলি
  - **b)** অ্যাক্টিনোস্টেলি
  - **c)** প্লেক্টোস্টেলি
  - **d)** মিশ্রস্টেলি
  - **e)** অরীয়স্টেলি

6.3 সাইফোনোস্টেলি

- **A. a)** এক্টোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি
  - **b)** অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি
- **B. a)** সোলেনোস্টেলি
  - **b)** ডিক্টিওস্টেলি বা খণ্ডিতস্টেলি

6.4 উদ্ভিদে নালিকা বাণ্ডিল

- **6.4.1** ইউস্টেলি
- **6.4.2** অ্যাটাক্টোস্টেলি

6.5 পলিসাইক্লিক্‌স্টেলি বা বহুবৃত্তস্থ্‌স্টেলি

6.6 স্টেলির অভিব্যক্তি

- **6.6.1** বিস্তার তত্ত্ব
- **6.6.2** অনুপ্রবেশ তত্ত্ব

অনুশীলনী-1

6.7 সারাংশ

6.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

6.9 উত্তরমালা

6.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে যা জানতে পারা যাবে তা হল—

- উদ্ভিদ অক্ষে স্টেলীর গঠন অনুসারে কত রকমের স্টেলী পাওয়া যায়।
- কেমন করে স্টেলীয় গঠনের অভিব্যক্তি হয়েছে।

6.1 প্রস্তাবনা

উদ্ভিদের জলবাহী মধ্যবর্তী কেন্দ্রীয় অক্ষকে স্টেলি (stele) বলে। সংবহন কলার অন্তর্গত দুই প্রকার স্থায়ী জটিল কলা—জাইলেম ও ফ্লোয়েম এবং ভূমি কলাতন্ত্রের স্থায়ী সরল কলা—পরিচক্র ও মজ্জার সমন্বয়ে স্টেলি গঠিত হয়। পরিচক্রের ভিতর আবদ্ধ অঞ্চলটিকে অন্তঃস্টেলীয় ভূমি কলা বলে (Intrastelar ground tissue)। স্টেলিকে ঘিরে থাকে বহিঃস্তর যাকে বহিঃস্টেলীয় ভূমিকলা বলা হয় (Extrastelar ground tissue)। এর ভিতরের সীমানায় অন্তস্ত্বক থাকে। উদ্ভিদের কাণ্ড ও মূল অক্ষে স্টেলি অবিচ্ছিন্ন থাকে এবং পার্শ্বীয় শাখা ও পাতার সঙ্গে যুক্ত থাকে। প্রতিটি প্রজাতির ক্ষেত্রে স্টেলীয় গঠনের নির্দিষ্ট পরিকল্পনা ও বিন্যাস পদ্ধতি থাকে। এই এককটি তাই গুরুত্বপূর্ণ।

6.2 স্টেলীয় গঠন (Construction of Stele) ও স্টেলীর প্রকারভেদ (Types of Stele)

প্রতিটি জলবাহী উদ্ভিদে স্টেলীয় গঠন নির্দিষ্ট রূপে বর্তমান। প্রত্যেক জলবাহী উদ্ভিদ কাণ্ড ও মূল অক্ষে স্টেলিয় স্তম্ভ অবিচ্ছিন্ন থাকে এবং পার্শ্বীয় শাখা ও পাতার সঙ্গে যুক্ত থাকে। সপুষ্পক উদ্ভিদ অক্ষের দুটি অঙ্গে, কাণ্ড ও মূলে ভিন্ন বৈশিষ্ট্যের নালিকা বাণ্ডিল থাকে। কাণ্ডের নালিকা বাণ্ডিলে প্রোটোজাইলেম মজ্জার দিকে অবস্থিত। অর্থাৎ এনডার্ক (endarch) জাইলেম সহ সমপার্শ্বীয় (colateral) প্রকৃতির। মূলের নালিকা বাণ্ডিলে প্রোটোজাইলেম পরিচক্রের দিকে অবস্থিত, অর্থাৎ একসার্ক (exarch) জাইলেম সহ অরীয় (radial) প্রকৃতির। কাণ্ড ও মূলের অবস্থান্তর অঞ্চলে অরীয় প্রকৃতির নালিকা বান্ডিল থেকে সমপার্শ্বীয় নালিকা বাণ্ডিলে পরিবর্তন ঘটে, যার ফলে উদ্ভিদ অক্ষে সংবহন তন্ত্রের অবিচ্ছিন্নতা অটুট থাকে। সকল প্রকার জলবাহী উদ্ভিদের কাণ্ড ও মূলে বহিঃস্তর স্টেলিকে ঘিরে থাকে স্টেলির বাহিরের সীমানা পরিচক্র

ও বহিঃস্তরের ভিতরের সীমানা অন্তস্ত্বক। স্টেলিয় গঠন প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়, আদি স্টেলি বা প্রোটোস্টেলি ও সাইফোনোস্টেলি।

6.2.1 প্রোটোস্টেলি (Protostele) বা আদি স্টেলি :

এটি সবচেয়ে সরল প্রকৃতির স্টেলিয় গঠন। এখানে সংবহন কলা একটি কেন্দ্রীয় স্তম্ভ রচনা করে এবং কোনও মজ্জা থাকে না (চিত্র 6.1)। আদি স্টেলি আবার বিভিন্ন প্রকারের হয় এবং সেগুলি নিম্নশ্রেণীর জলবাহী উদ্ভিদ, যেমন টেরিডোফাইটায় (pteridophyta) বেশি পাওয়া যায়।

(a) হ্যাপ্লোস্টেলি (Haplostele) :

এটি সব থেকে প্রাচীন ধরনের স্টেলি। এখানে জাইলেম কলা অন্তঃস্থলে ঘন স্তম্ভ গঠন করে থাকে। ফ্লোয়েম কলা সম্পূর্ণ ভাবে জাইলেমকে ঘিরে রাখে (চিত্র 6.2) যেমন *Selaginella* (সেলাজিনেল্লা) কাণ্ড।

(b) অ্যাক্টিনোস্টেলি (Actinostele) :

এখানে কেন্দ্রীয় জাইলেম কলার স্তম্ভ কোণাকৃতির হয় ও প্রস্থচ্ছেদে তারকার মত দেখায় (চিত্র 6.3) যেমন *Lycopodium selago* (লাইকোপোডিয়াম সেলাগো)এর কাণ্ডে দেখতে পাওয়া যায়।

(c) প্লেক্টোস্টেলি (Plectostele) :

এখানে জাইলেম স্তম্ভ ভেঙ্গে আলাদা সমান্তরাল পাতের আকার গ্রহণ করে যার সঙ্গে ফ্লোয়েম পরস্পর মিশে থাকে। কিন্তু এই পাত অক্ষের দৈর্ঘ্য বরাবর আলাদা থাকে না। একটি জাইলেমের পাত স্থানে স্থানে আর একটির সাথে যুক্ত থাকে। লাইকোপোডিয়াম ক্ল্যাভেটাম *(Lycopodium clavatum)*এর কাণ্ডে পাওয়া যায় (চিত্র 6.4)।

(d) মিশ্রস্টেলি (Mixed Protostele) :

এখানে জাইলেম কলার স্তম্ভটি ছোট ছোট ভাগে বিভক্ত হয়ে জালিকার মত গঠন করে এবং তাতে বিক্ষিপ্ত ভাবে ফ্লোয়েম কলায় নিহিত থাকে যেমন—লাইকোপোডিয়াম সারনুয়াম (*Lycopodium cernuum)*-এর কাণ্ডে দেখা যায় (চিত্র 6.5)।

(e) অরীয়স্টেলি (Radial stele) :

দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মূলে যে মজ্জাবিহীন কেন্দ্রীয় সংবহন কলা থাকে যার এক্সার্ক জাইলেম কলা অরীয়ভাবে বিন্যস্ত (radial arrangement) থাকে ও ফ্লোয়েম কলা জাইলেম বাহুর পর্যায়ক্রমে থাকে তাকে অরীয় স্টেলি বলে (চিত্র 6.6)।

6.3 সাইফোনোস্টেলি বা নলাকার স্টেলি (Siphonostele)

A. স্টেলির গঠনে ফ্লোয়েম কলার উপস্থিতির উপর নির্ভর করে এটিকে দু ভাগে ভাগ করা যায়।

এই প্রকার স্টেলীয় গঠনের কেন্দ্রে প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে তৈরি মজ্জা থাকে। এখানে সংবহন কলা মজ্জাকে ঘিরে একটা ফাঁপা স্তম্ভ তৈরি করে। এই ধরনের স্টেলি টেরিডোফাইটার ফার্ন জাতীয় উদ্ভিদ এবং সপুষ্পক উদ্ভিদে বর্তমান। সাইফোনোস্টেলিতে সংবহন কলার বিন্যাসের উপর ভিত্ত করে দু-রকমে ভাগ করা হয়—একটোফ্লোয়িক ও অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি।

(a) এক্টোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি (Ectophloic siphonostele) :

এখানে ফ্লোয়েম কলা শুধু জাইলেম কলার বাইরে অবস্থিত যেমন ইকুইসিটাম *(Equisetum)* এর কাণ্ডে দেখা যায় (চিত্র 6.7)।

(b) অ্যাম্ফিফ্লোলিক সাইফোনোস্টেলি (Amphiphloic siphonostele) :

এখানে ফ্লোয়েম কলা জাইলেম কলার দু-ধারেই অর্থাৎ ভিতরে এবং বাইরে অবস্থিত। এক্ষেত্রে অন্তঃত্বক ও দু-ধারে থাকে, যেমন—বাইরের দিকে ফ্লোয়েম ও বহিঃস্তরের সীমানায় ও ভিতরের দিকে ফ্লোয়েম ও মজ্জার সীমানায়। যেমন—মার্শিলিয়া (*Marsilea)* কাণ্ডে দেখা যায়। (চিত্র 6.8)।

B. উদ্ভিদের কাণ্ডে স্টেলীয় গঠনে পত্রাবকাশের উপস্থিতির উপর নির্ভর করে দু-রকমের সাইফোনোস্টেলি পাওয়া যায়—সোলেনোস্টেলি ও ডিকটিওস্টেলি।

(a) সোলেনোস্টেলি (Solenostele) :

নিম্নশ্রেণীর জলবাহী উদ্ভিদের কাণ্ডের সরলতম সাইফোনোস্টেলিতে কোন পত্রাবকাশ থাকে না। আবার কোনো কোনো উদ্ভিদে পত্রাবকাশ থাকলেও ওগুলি এত ছোট ছোট হয় যে একে অপরকে অতিক্রমণ করে না, তার ফলে সংবহন কলায় স্তম্ভটি অবিচ্ছিন্ন থাকে। তাই পর্বমধ্যে প্রস্থচ্ছেদ করলে সংবহন কলাতে কোনও ফাঁক দেখা যায় না (চিত্র 6.9 a ও b)। এটি এক্টোফ্লোয়িক এবং অ্যাম্ফিফ্লোয়িক হতে পারে।

(b) ডিক্টিওস্টেলি বা খণ্ডিত স্টেলি (Dictyostele) :

কিছু টেরিডোফাইটাতে দেখা যায় যে পত্রাবকাশগুলি খুব বড় হয় এবং পর্বমধ্যে পরস্পরকে অতিক্রম করে। অর্থাৎ একটি পত্রাবকাশের উপরের অংশ অন্য একটি পত্রাবকাশের নীচের অংশের সঙ্গে সমান্তরাল ভাবে অবস্থান করে। তাই প্রস্থচ্ছেদে সংবহন কলার স্তম্ভটি খণ্ডিত দেখায় (চিত্র 6.10)। প্রধানত অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলিতে অনেকগুলি পত্রাবকাশের জন্য খণ্ডিত সাইফোনোস্টেলির উৎপত্তি হয়। সংবহন কলার বাণ্ডিলগুলি পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত থেকে একটি বেলনাকার জালের মত আকৃতি গঠন

করে। প্রতিটি বাণ্ডিল এককেন্দ্রীয় হয়। তাই এক একটিকে আদি স্টেলির মত দেখায়। ভিতরে জাইলেমের স্তম্ভ ও বাইরে থেকে ফ্লোয়েম ঘিরে থাকে। এই এক একটি বাণ্ডিলকে মেরিস্টেলি (Meristele) বলে (চিত্র 6.10)।

6.4 উদ্ভিদে নালিকা বাণ্ডিল

উদ্ভিদের নালিকা বাণ্ডিলগুলি খণ্ডিত অবস্থায় থাকে। এই অবস্থা আবার দুই রকমের হয়।

6.4.1 ইউস্টেলি (Eustele) :

ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে যে খণ্ডিত স্টেলি পাওয়া যায় তাকে ইউস্টেলি বলে। এর কারণ হল যে স্টেলিগুলো কেবল পত্রাবকাশ দিয়েই খণ্ডিত নয়। মজ্জার অংশ দিয়েও অনেকগুলি ছোট ছোট স্টেলি খণ্ডিত হয়। ইউস্টেলি প্রকৃত অর্থে এক্টোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি থেকে উৎপন্ন হয় (চিত্র 6.11)।

6.4.2 অ্যাটাক্টোস্টেলি (Atactostele) :

অধিকাংশ একবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদে এই রকমের স্টেলি দেখা যায়। অ্যাটাক্টোস্ মানে নিয়ম-বর্তিত। এখানে স্টেলির নালিকা বাণ্ডিলগুলো কোন নিয়মে বিন্যস্ত থাকে না। বিক্ষিপ্তভাবে ভূমি কলায় ছড়ানো থাকে। স্টেলি বলতে আমরা বুঝি একটি কেন্দ্রীয় সংবহন কলার স্তম্ভ যার ভিতরে মজ্জা থাকতেও পারে অথবা নাও পারে এবং বাইরে পরিচক্র ও অন্তঃত্বকের সীমানা থাকে। অ্যাটাক্টোস্টেলিতে পরিচক্র বা অন্তঃত্বক থাকে না, তাই স্টেলির কোনও সীমানা দেখা যায় না। (চিত্র 6.12)।

6.5 পলিসাইক্লিক স্টেলি বা বহুবৃত্তীয় স্টেলি (Polycyclic stele)

এই জটিল প্রকৃতির স্টেলি কিছু টেরিডোফাইটায়, যেমন—*Marattia* (মারাটিয়া), *Pteridium* (টেরিডিয়াম)-এ দেখা যায় (চিত্র 6.13)। যখন দুই বা তার বেশী এককেন্দ্রীয় সংবহন কলার স্তম্ভ থাকে তখন তাকে পলিসাইক্লিক স্টেলি বলে। বিভিন্ন রকমের পলিসাইক্লিক স্টেলি হতে পারে। যেমন—অন্তঃস্তম্ভটি সোলেনোস্টেলি, অথবা খণ্ডিত স্টেলি এবং বহিঃস্তম্ভটি সাইফোনোস্টেলি অথবা খণ্ডিত স্টেলি (চিত্র 6.13)।

6.6 স্টেলির অভিব্যক্তি (Evolution of stele)

এই এককের এতখানি পড়ে নিশ্চয় বুঝতে পারা যায় যে স্টেলীয় গঠন প্রধানত দু-রকমের—আদি স্টেলি ও সাইফোনোস্টেলি। এই দুই স্টেলির মধ্যে পার্থক্য হল মজ্জার এবং পত্রাবকাশের অনুপস্থিতি ও উপস্থিতি নিয়ে। তাই স্টেলির অভিব্যক্তি কেমন করে হয়েছে জানবার জন্য দুটি তত্ত্ব জানা প্রয়োজন।

এই দুটি প্রচলিত তত্ত্ব হচ্ছে বিস্তার তত্ত্ব এবং অনুপ্রবেশ তত্ত্ব। তবে স্টেলির অভিব্যক্তি হয়েছে আদি স্টেলি থেকে সাইফোনোস্টেলিতে। কারণ আদিস্টেলির গঠন আদিকালীন উদ্ভিদে দেখা যায়। অভিব্যক্তি ধারা অনুযায়ী আদি স্টেলি থেকে মজ্জা বিশিষ্ট সাইফোনোস্টেলির উৎপত্তি ঘটেছে।

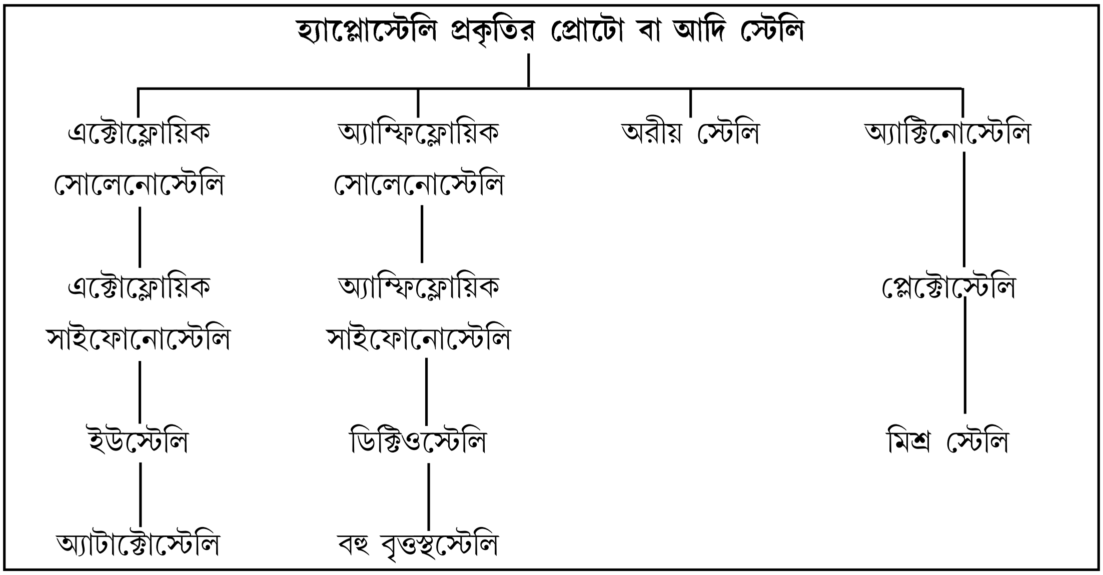
6.6.1 বিস্তার তত্ত্ব (Expansion theory) :

বিবর্তনের সময় স্টেলির কেন্দ্রীয় অঞ্চলটিতে জাইলেম কলার পরিস্ফুটন হয় না। তার ফলে প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে মজ্জা গঠিত হয়। এই জন্যই অঙ্গসংস্থানের সময় মজ্জা সংবহন কলারই একটি অংশ। অর্থাৎ প্রারম্ভিক সংবহন কলার প্রারম্ভিক প্যারেনকাইমাতে রূপান্তরের জন্য মজ্জার সৃষ্টি হয়। এই তত্ত্বের প্রমাণ স্বরূপ অনেক প্রাচীন উদ্ভিদের যেমন *Psilotum* (সাইলোটাম) ও *Ophioglossum* (অফিয়োগ্লসাম)-এর মজ্জায় জাইলেমের ট্রাকিয়ারী কোষের উপস্থিতিকে উপস্থাপনা করা হয় (চিত্র 6.14)।

6.6.2 অনুপ্রবেশ তত্ত্ব (Invasion theory) :

এই তত্ত্ব অনুযায়ী আদি স্টেলি থেকে সাইফোনোস্টেলির জাতি-জনিগতভাবে উৎপত্তি হয়েছে, কেন্দ্রীয় জাইলেমের মধ্যে বহিঃস্তরের অনুপ্রবেশের ফলে। এই অনুপ্রবেশ ঘটে পত্রাবকাশ ও শাখাবকাশের মাধ্যমে। তাই এই তত্ত্ব অনুযায়ী মজ্জা বহিঃস্তরের অংশ এবং প্রকৃতিগতভাবে স্টেলির অংশ নয়। এর প্রমাণ স্বরূপ টেরিডোফাইটার অ্যাম্ফিফ্লোয়িক স্টেলিতে মজ্জার দিকেও অন্তঃত্বক থাকে। পরিস্ফুটনের ক্রমবিকাশের জন্যই অনেকক্ষেত্রে অন্তঃত্বক থাকে না। জাতিজনিগত অভিব্যক্তির ধারা অনুসারে পরবর্তী পর্যায়ে সাইফোনোস্টেলি থেকে ডিক্টিওস্টেলি ও অন্যান্য স্টেলির উদ্ভব হয়।

স্টেলীয় গঠনের অভিব্যক্তি ছকের সাহায্যে দেখানো হল :


হ্যাপ্লোস্টেলি প্রকৃতির প্রোটো বা আদি স্টেলি
এক্টোফ্লোয়িক সোলেনোস্টেলি
অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সোলেনোস্টেলি
অরীয় স্টেলি
অ্যাক্টিনোস্টেলি
এক্টোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি
অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি
প্লেক্টোস্টেলি
ইউস্টেলি
ডিক্টিওস্টেলি
মিশ্র স্টেলি
অ্যাটাক্টোস্টেলি
বহু বৃত্তস্থস্টেলি

অনুশীলনী-1

1. **নীচের বাক্যগুলির মধ্যে সঠিক বাক্যগুলির পাশে (√) চিহ্ন দিন ও ভুল বাক্যটির পাশে (×) চিহ্ন দিন :**

(a) স্টেলীয় গঠন সকল রকমের উদ্ভিদে পাওয়া যায়।

(b) আদি স্টেলি থেকে সাইফোনোস্টেলির উৎপত্তি হয়েছে।

(c) আদি স্টেলিতে মজ্জা বর্তমান।

(d) অরীয় স্টেলি এক প্রকার সাইফোনোস্টেলি।

(e) সোলেনোস্টেলিতে পত্রাবকাশ থাকে না।

2. **নীচের সারণীর প্রথম স্তম্ভের সঙ্গে দ্বিতীয় স্তম্ভটি মেলান। এখানে অনুশীলনীর একটি অংশ করে দেখানো হয়েছে।**

স্তম্ভ 1	**স্তম্ভ 2**
(a) আদি স্টেলি	(i) দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের কাণ্ড
(b) সাইফোনোস্টেলি	(ii) টেরিডোফাইটা
(c) ইউস্টেলি	(iii) মজ্জাবিহীন
(d) সোলেনোস্টেলি	(iv) পত্রাবকাশ বর্তমান
	(v) অরীয়স্টেলি

3. **নীচের দেওয়া শব্দগুলি ব্যবহার করে শূন্যস্থান পূরণ করুন :**

সরলতম সাইফোনোস্টেলি _________ জলবাহী উদ্ভিদে পাওয়া যায় এবং এখানে _________ থাকে না। দুটি অন্তঃত্বক থাকে _________ সাইফোনোস্টেলিতে। যে স্টেলীয় গঠনে নালিকা বাণ্ডিলের বিন্যাস কোনো নিয়ম মানে না তাকে _________ বলে। সবথেকে উন্নত আদি স্টেলি হল _________ স্টেলি যা *Lycopodium* _________এ পাওয়া যায়।

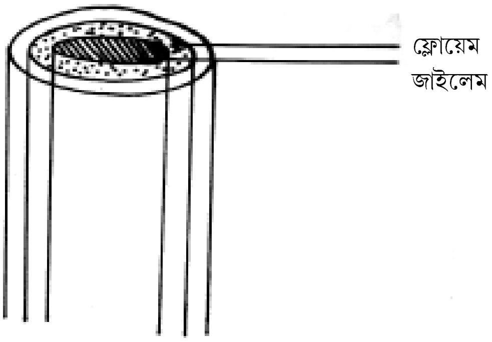
(অ্যাটাক্টোস্টেলি, *cernuum*, মিশ্র, নিম্নশ্রেণী, পত্রাবকাশ, অ্যাম্ফিফ্লোয়িক)

6.7 সারাংশ

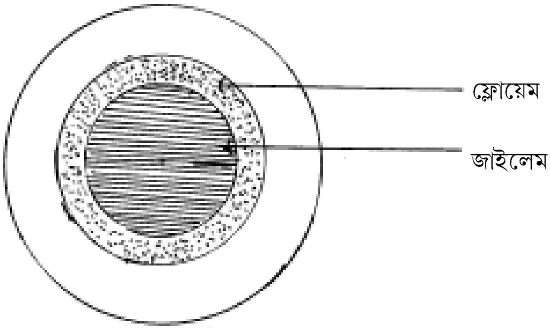
জলবাহী উদ্ভিদের মধ্যবর্তী কেন্দ্রের অক্ষকে স্টেলি বলে। সংবহন কলা, ভূমি কলা, পরিচক্র ও মজ্জার সমন্বয়ে স্টেলি গঠিত হয়। যদিও উদ্ভিদের কাণ্ডে ও মূলে বিভিন্নভাবে নালিকা বাণ্ডিলের বিন্যাস হয় তবুও একটি অবিচ্ছিন্ন স্টেলীয় গঠন কাণ্ড ও মূলের মধ্যে বর্তমান। স্টেলীয় গঠনকে প্রধানত দু-ভাগে ভাগ করা

হয়—আদিকালীন ও সরলতম আদি বা প্রেটোস্টেলি, যার কোন মজ্জা থাকে না এবং উন্নত মজ্জা বিশিষ্ট সাইফোনোস্টেলি। চার প্রকারের আদি স্টেলি টেরিডোফাইটায় পাওয়া যায় যেমন হ্যাপ্লোস্টেলি অ্যাক্টিনোস্টেলি, প্লেক্টোস্টেলি ও মিশ্র স্টেলি। দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মূলে মজ্জাবিহীন আদিস্টেলি বর্তমান যেখানে জাইলেম কলা অরীয়ভাবে বিন্যস্ত থাকে। সাইফোনোস্টেলি বিভিন্ন প্রকারের হয়। দুটি প্রধান প্রকৃতির হল এক্টোফ্লোয়িক এবং অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি, যেখানে যথাক্রমে ফ্লোয়েম কলা জাইলেম কলার কেবল বাইরের দিকেই অবস্থান করে বা দুধারেই ভিতর এবং বাইরে বর্তমান। যে সাইফোনোস্টেলিতে পত্রাবকাশ থাকে না তাকে সোলেনোস্টেলি বলে। যে সাইফোনোস্টেলিতে অনেকগুলো পত্রাবকাশ পরস্পরকে অতিক্রমণ করে স্টেলিকে খণ্ডিত করে তাকে ডিক্টিওস্টেলি বা খণ্ডিত স্টেলি বলে। ইউস্টেলি ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে বর্তমান। একবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদে অ্যাটাক্টোস্টেলি থাকে। কোন টেরিডোফাইটায় একাধিক এককেন্দ্রীয় সংবহন কলা বিশিষ্ট স্টেলিকে পলিসাইক্লিক স্টেলি বা বহুবৃত্তস্থস্টেলি বলে। স্টেলীয় গঠনের বিবর্তনের ফলে আদি স্টেলি থেকে সাইফোনোস্টেলির উৎপত্তি হয়েছে। এই অভিব্যক্তি বোঝানোর জন্য দুইটি তত্ত্ব প্রচলিত—বিস্তার ও অনুপ্রবেশ তত্ত্ব।

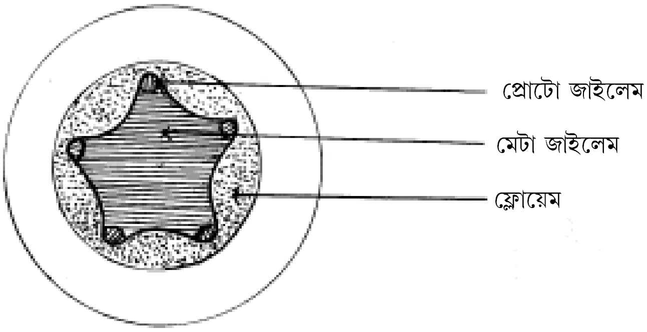
সকল প্রকার জলবাহী উদ্ভিদের কাণ্ড, মূল, পাতা ও শাখায় স্টেলি বর্তমান। সব নালিকা বাণ্ডিল মিলিত হয়ে উদ্ভিদ দেহে স্টেলীয় কাঠামো গঠন করে। উদ্ভিদে স্টেলি প্রধানত দু-রকমের—আদি ও সাইফোনোস্টেলি। মজ্জাবিহীন নিম্নশ্রেণী জলবাহী উদ্ভিদে আদি স্টেলি থাকে বিশেষত টেরিডোফাইটায় এবং কিছু দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মূলে বর্তমান। মজ্জা বিশিষ্ট উন্নতশ্রেণীর উদ্ভিদে সাইফোনোস্টেলি থাকে। উদ্ভিদের অভিব্যক্তির সময় আদিকালীন সরলতম আদিস্টেলি থেকে সাইফোনোস্টেলির উৎপত্তি হয়েছে।



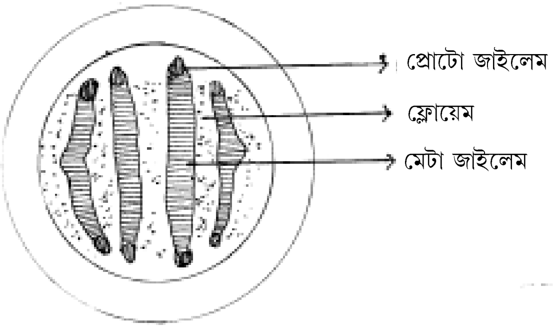
চিত্র নং 6.1 : আদি স্টেলি (Protostele)



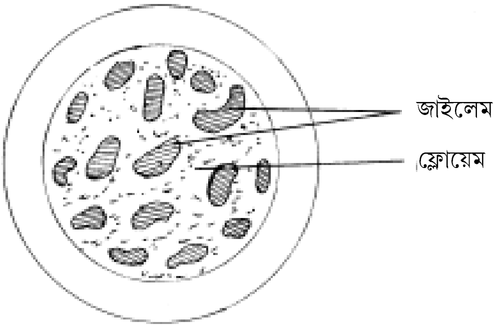
চিত্র নং 6.2 : হ্যাপ্লোস্টেলি (Haplostele)


প্রোটো জাইলেম
মেটা জাইলেম
ফ্লোয়েম

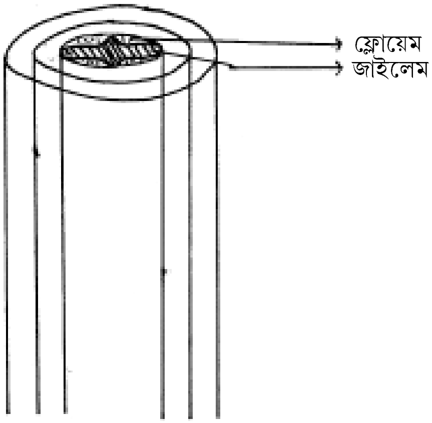
চিত্র নং 6.3 : অ্যাক্টিনোস্টেলি (Actinostele)


প্রোটো জাইলেম
ফ্লোয়েম
মেটা জাইলেম

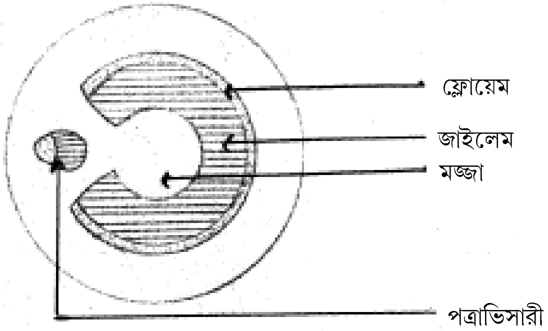
চিত্র নং 6.4 : প্লেক্টোস্টেলি (Plectostele)



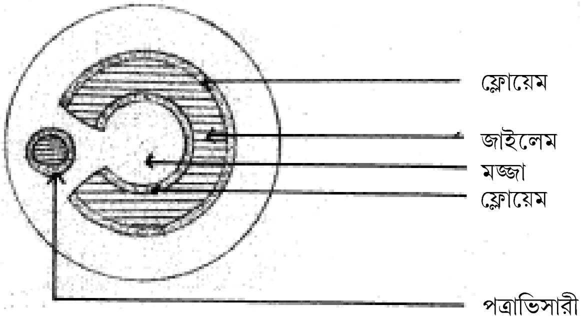
চিত্র নং 6.5 : মিশ্র স্টেলি (Mixed stele)



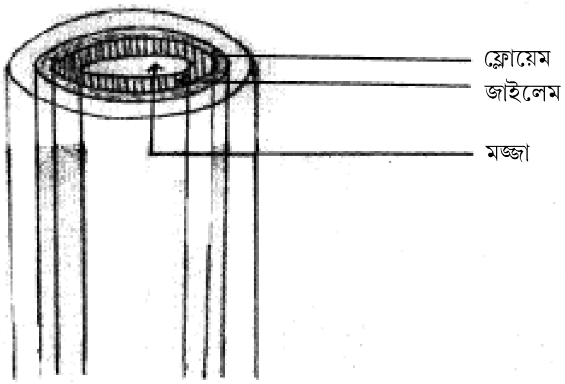
চিত্র নং 6.6 : অরিয় স্টেলি (Radial stele)


ফ্লোয়েম
জাইলেম
মজ্জা
পত্রাভিসারী

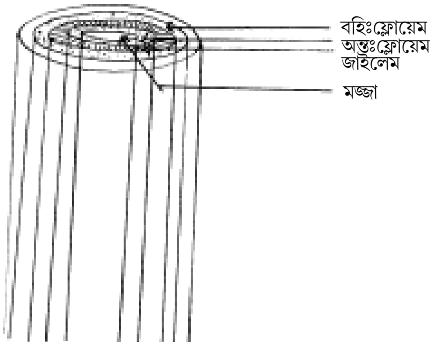
চিত্র নং 6.7 : এক্টোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি (Ectophloic siphonostele)


ফ্লোয়েম
জাইলেম
মজ্জা
ফ্লোয়েম
পত্রাভিসারী

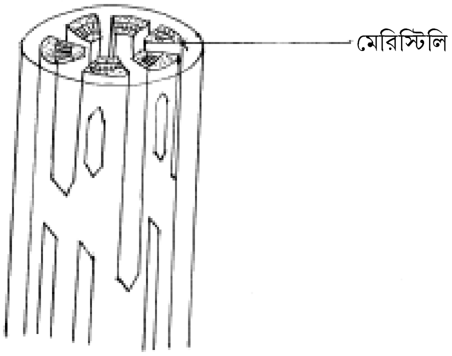
চিত্র নং 6.8 : অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলি (Amphiphloic siphonostele)


ফ্লোয়েম
জাইলেম
মজ্জা

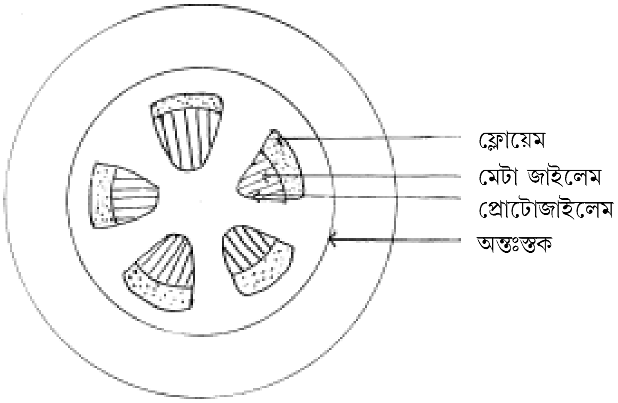
চিত্র নং 6.9a : এক্টোফ্লোয়িক সোলেনোস্টেলি (Ectophloic solenostele)


বহিঃফ্লোয়েম
অন্তঃফ্লোয়েম
জাইলেম
মজ্জা

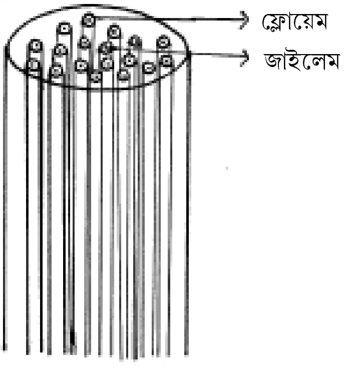
চিত্র নং 6.9b : অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সোলেনোস্টেলি (Amphiphloic solenostele)



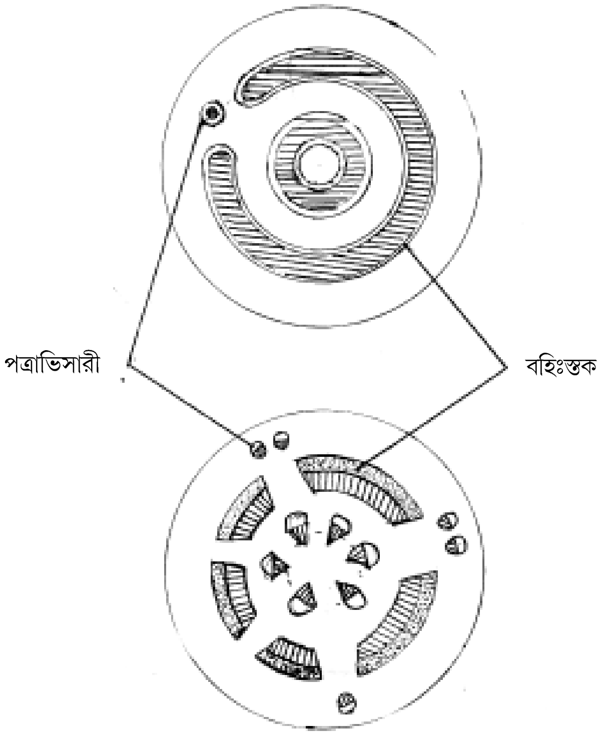
চিত্র নং 6.10 : খণ্ডিত স্টেলি (Dictyostele)


ফ্লোয়েম
মেটা জাইলেম
প্রোটোজাইলেম
অন্তঃস্তক

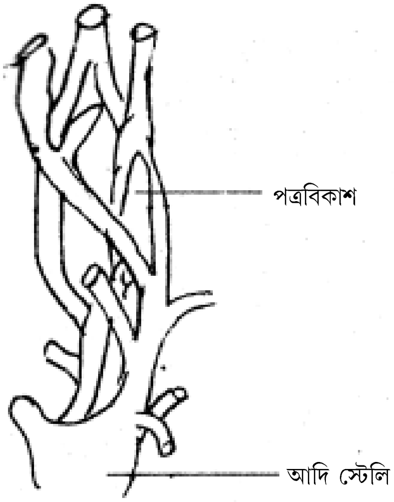
চিত্র নং 6.11 : ইউস্টেলি (Eustele)



চিত্র নং 6.12 : অ্যাটাক্টোস্টেলি (Atactostele)


পত্রাভিসারী
বহিঃস্তক

চিত্র নং 6.13 : বহু বৃত্তস্থস্টেলি (Polycyclic stele)



চিত্র নং 6.14 : *Ophioglossum*-এর রাইজোমের স্টেলির লম্বচ্ছেদ

6.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. দু-এক কথায় সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

a) সপুষ্পক উদ্ভিদের কাণ্ডে ও মূলে কী ধরনের নালিকা বাণ্ডিল থাকে?

b) সপুষ্পক উদ্ভিদের কাণ্ডে ও মূলে কি ধরনের জাইলেম থাকে?

c) মজ্জাবিহীন স্টেলিকে কী বলে?

d) অরীয় স্টেলি কাকে বলে?

e) এক্টোফ্লোয়িক ও অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলির পার্থক্য কি?

f) ইউস্টেলি ও খণ্ডিত স্টেলির পার্থক্য কী?

g) স্টেলির অভিব্যক্তি বোঝাতে কী কী তত্ত্ব আছে?

6.9 উত্তরমালা

অনুশীলনী-1

1. (a) ×; (b) √; (c) ×; (d) ×; (e) √

2. (a) ii, iii, iv; (b) i, ii; (c) i, iv (d) ii

3. নিম্নশ্রেণী, পত্রাবকাশ, অ্যাম্ফিফ্লোয়িক, অ্যাটাক্টোস্টেলি, মিশ্র, *cernuum*

6.10 উত্তরমালা

1. a) সপুষ্পক উদ্ভিদের কাণ্ডে সমপার্শ্বীয় নালিকা বাণ্ডিল থাকে এবং মূলে অরীয় প্রকৃতির নালিকা বাণ্ডিল থাকে।

   b) সপুষ্পক উদ্ভিদের কাণ্ডে এন্ডার্ক জাইলেম ও মূলে এক্সার্ক জাইলেম থাকে?

   c) আদি স্টেলি

   d) একক 6.2.1(e) দেখুন।

   e) এক্টোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলিতে ফ্লোয়েম শুধু জাইলেমের এক দিকেই বর্তমান— জাইলেমের বাইরের দিকে কিন্তু অ্যাম্ফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টেলিতে জাইলেমের দু-ধারেই ফ্লোয়েম থাকে, জাইলেমের ভিতরে এবং বাইরে। তাই এক্টোফ্লোয়িক স্টেলিতে একটি অন্তঃত্বক ও পরিচক্র থাকে কিন্তু অ্যাম্ফিফ্লোয়িক-এ বাইরে ও ভিতরে দুটি তন্তু-ত্বক ও পরিচক্র থাকে।

   f) খণ্ডিত স্টেলির ফাঁকগুলো পত্রাবকাশ দিয়েই তৈরি কিন্তু ইউস্টেলির ফাঁকগুলো পত্রাবকাশ এবং মজ্জার অংশ দিয়ে তৈরি।

   g) বিস্তার ও অনুপ্রবেশ তত্ত্ব।

একক 7 ❑ পর্বসন্ধির শারীর স্থান (Nodal Anatomy)

গঠন

7.0 উদ্দেশ্য
7.1 প্রস্তাবনা
7.2 পর্বঅঞ্চলে নালিকা বাণ্ডিলের প্রকারভেদ
7.3 পত্রাভিসারী **(Leaf trace)**
7.4 পত্রাবকাশ **(Leaf gap)**
7.5 শাখাভিসারী **(Branch trace)**
7.6 শাখাবকাশ **(Branch gap)**
7.7 অনুশীলনী
7.8 সারাংশ
7.9 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
7.10 উত্তরমালা

7.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে যা জানতে পারা যাবে তা হল—

- পর্বসন্ধির শারীরস্থানিক গঠন ও তা কত রকমের হয়।
- শাখা ও প্রশাখায় এবং পাতার সঙ্গে উদ্ভিদ অক্ষে বর্তমান সংবহন কলা কিভাবে ধারাবাহিকতা বজায় রাখে।
- নালিকা বাণ্ডিলের সংযোগস্থল পর্বসন্ধি হওয়ায়, পর্বসন্ধির শারীরস্থান সম্পর্কে জানা প্রয়োজন।

7.1 প্রস্তাবনা

কাণ্ডের পর্ব ও পর্বমধ্য অঞ্চলে শিরাত্মক কলার সজ্জাবিন্যাসে কিছু পার্থক্য লক্ষ করা যায়। একবীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে এই পার্থক্যগুলি সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় না, কারণ এক্ষেত্রে নালীকা

বাণ্ডিলগুলি ভূমিকলায় বিক্ষিপ্তভাবে বিন্যস্ত থাকে।

দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে নালিকা বাণ্ডিলগুলি সাধারণত বলয়াকারে বিন্যস্ত থাকে এবং পর্ব ও পর্বমধ্য অঞ্চলে পৃথকভাবে অবস্থান করে। পর্বমধ্য অঞ্চলে শিরাত্মক স্তম্ভগুলি ধারাবাহিকভাবে অবস্থান করে এবং পর্ব অঞ্চলে বাণ্ডিলের উৎপত্তির ফলে এই ধারাবাহিকতা বিচ্ছিন্ন হয়ে পড়ে।

7.2 পর্ব অঞ্চলে বাণ্ডিলের প্রকারভেদ (Types of Bundles at the Node)

পর্বঅঞ্চলে নিম্নলিখিত তিন প্রকারের বাণ্ডিল লক্ষ করা যায় :

(i) পত্রাভিসারী বাণ্ডিল (Leaf trace bundle) : একক শিরাত্মক বাণ্ডিল যা পত্রমূলের সাথে কাণ্ডের প্রধান শিরাত্মক স্তম্ভের সংযোগ স্থাপন করে, উহাকে পত্রাভিসারী বাণ্ডিল (Leaf trace bundle) বলে। একটি পাতায় একাধিক পত্রাভিসারী বাণ্ডিল উপস্থিত থাকতে পারে, যা একত্রে পত্রাভিসারী (Leaf trace) রূপে অভিহিত।

(ii) কাণ্ডজ বাণ্ডিল (Cauline bundle) : নালিকা বাণ্ডিল যা সামগ্রিকভাবে কাণ্ডের নালিকা তন্ত্র গঠন করে, উহাকে কাণ্ডজ বাণ্ডিল (Cauline bundle) বলে। কখনও এই বাণ্ডিলগুলি একে অপরের সাথে জুড়ে গিয়ে কাণ্ড থেকে পাতা পর্যন্ত বিস্তৃতি লাভ করে পত্রাভিসারী (Leaf traces) রূপে অবস্থান করে।

(iii) সাধারণ বাণ্ডিল (Common bundle) : নালিকা বাণ্ডিল, যা পর্যায়ক্রমিকভাবে কিছু সংখ্যক পর্ব ও পর্বমধ্য অঞ্চলে শাখাবিহীনভাবে সঞ্চালিত হয় এবং চূড়ান্ত পর্যায়ে পত্রাভিসারী (Leaf trace) রূপে পরিসমাপ্তি ঘটায়, উহাকে সাধারণ বাণ্ডিল (Common bundles) বলে।

পর্বঅঞ্চলে শিরাত্মক কলার বিন্যাস পর্বমধ্য অঞ্চলের তুলনায় জটিল প্রকৃতির, কারণ পর্ব অঞ্চলে পাতা, মুকুল, উপপত্র প্রভৃতির ক্ষেত্রে শিরাত্মক ট্রেসের (vascular traces) উৎপত্তি ঘটে।

7.3 পত্রাভিসারী (Leaf trace)

কাণ্ড ও কাণ্ডের পর্বে সংলগ্ন পাতাগুলি একত্রে উদ্ভিদের বিটপ গঠন করে। পাতার ও কাণ্ডের সংবহন কলা পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত থাকে। তাই প্রতিটি পর্বেই কাণ্ডের স্টেলি থেকে এক বা একাধিক নালিকা বাণ্ডিল পাতায় প্রবেশ করে যাদের পত্রাভিসারী বলে। অর্থাৎ যে কোন পত্রাভিসারী পত্রমধ্যস্থ কাণ্ডের সংবহন কলার প্রসারণ মাত্র (চিত্র 7.1)। পত্রাভিসারীর নালিকা বাণ্ডিলের উপরের অংশটি শুধুমাত্র জাইলেম কলা দিয়ে তৈরি। নীচের অংশটি জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলা দিয়ে তৈরি। পাতাগুলির সরবরাহকারী বাণ্ডিলগুলোকে পত্র সরবরাহ বলে। এই পত্র সরবরাহগুলি এক বা একাধিক হতে পারে। কিন্তু এই সংখ্যা

নির্দিষ্ট একটি প্রজাতি বা গোত্রের ক্ষেত্রে ধ্রুবক। এই পত্রাভিসারী নির্দিষ্ট প্রকৃতির হয়। এই বাণ্ডিলগুলি কাণ্ডেতে আলাদা আলাদা থাকতে পারে। তাই বাণ্ডিলগুলিকে কাণ্ডে অবরোহণ পথে অনুসরণ করলে দেখা যায় যে এরা কাণ্ডের বাণ্ডিল এর সঙ্গে যুক্ত হয়ে যাচ্ছে। সেই জন্য কাণ্ডে তিন রকমের বাণ্ডিল পাওয়া যায়। যথা—ক) পত্রাভিসারী বাণ্ডিল—এই বাণ্ডিলগুলি পাতার সঙ্গে সম্পর্কিত, খ) কাণ্ডজ বাণ্ডিল—এই বাণ্ডিলগুলি কাণ্ডের সংবহন কলা এবং গ) সাধারণ বাণ্ডিল—এইগুলি পত্র ও কাণ্ড উভয়েরই সাধারণ সংবহন কলা।

নিম্নশ্রেণীর জলবাহী উদ্ভিদ যেমন *Lycopodium*, *Selaginella*তে পাতাগুলি ছোট এবং সরল। অভিসারীও তাই ছোট এবং অগভীর ভাবে স্টেলীয় কাঠামোর সঙ্গে যুক্ত থাকে।

7.4 পত্রাবকাশ (Leaf gap)

উচ্চশ্রেণী জলবাহী উদ্ভিদ যেমন ফার্ন ও সপুষ্পক উদ্ভিদে অনেক বড় বড় পত্রাভিসারী পাওয়া যায়। তাই পাতার ও কাণ্ডের স্টেলির গঠন নিবিড়ভাবে যুক্ত হয়ে স্টেলীয় কাঠামো তৈরি করে। পত্রাভিসারী উপরের কিছুটা অঞ্চল অবধি সংবহন কলার পরিবর্তে প্যারেনকাইমা কোষে পৃথকীকরণ হয়। এই প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে তৈরি অঞ্চলটিকে পত্রাবকাশ বলে (চিত্র 6.15)। স্টেলীয় গঠনে এই পত্রাবকাশের জন্য যে ফাঁকা অঞ্চলের সৃষ্টি হয় তা কিন্তু সংবহন তন্ত্রের কোন ভাঙ্গা অংশ নয় শুধু মুক্ত অঞ্চল যেখানে বহিঃস্তর ও মজ্জা অবিচ্ছিন্নভাবে বর্তমান। পত্রাবকাশের উপর ও নীচের দিকে পার্শ্বীয় সংযোগ থাকার জন্য সংবহন কলার ধারাবাহিকতা ব্যাহত হয় না। পত্রাবকাশের সংখ্যা ফার্ণ গাছে সাধারণত একটি, ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে দুটি এবং গুপ্তবীজী উদ্ভিদে এক, দুই, তিন বা পাঁচটি হতে পারে। সেই সংখ্যার অনুসারে দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের পর্বসন্ধি বিভিন্ন রকমের হয়। (চিত্র 7.2)।

পর্বসন্ধির বিভিন্ন রকমগুলি হলো—

ক) এক গহ্বরীয় — যে ক্ষেত্রে একটি ফাঁক (gap) অঞ্চল একটি মাত্র পত্রাভিসারী বাণ্ডিলের (Leaf trace bundle) সাথে যুক্ত থাকে, উহাকে এক গহ্বরীয় (Unilacunar) পর্বসন্ধি বলে। এক গহ্বরীয় পর্ব Caryophyllaceae, Myrtaceae, Lauraceae প্রভৃতি গোত্রে লক্ষ করা যায়।

খ) দ্বি গহ্বরীয় — যে ক্ষেত্রে দুটি ফাঁক (gap) অঞ্চল দুটি পত্রাভিসারী বাণ্ডিলের সাথে যুক্ত থাকলে, উহাকে দ্বিগহ্বরীয় পর্বসন্ধি বলে।

গ) ত্রি গহ্বরীয় — যে ক্ষেত্রে তিনটি ফাঁক (gap) অঞ্চলের প্রতিটি তিনটি পত্রাভিসারীর সাথে যুক্ত থাকে, উহাকে ত্রি-গহ্বরীয় পর্বসন্ধি বলে।

ত্রি-গহ্বরীয় পর্বসন্ধি Asteraceae, Salicaceae ও Brassicaceae গোত্রে লক্ষ করা যায়।

ঘ) বহু গহ্বরীয় — যে ক্ষেত্রে তিনের অধিক ফাঁক (gap) অঞ্চল ও তিনের অধিক পত্রাভিসারী অঞ্চল একটি পাতায় অবস্থান করে এবং প্রতিটি ফাঁক অঞ্চল একটি করে পত্রাভিসারীর সাথে যুক্ত থাকে, উহাকে বহু গহ্বরীয় পর্বসন্ধি বলে। Polygonaceae গোত্রের বৈশিষ্ট।

বিজ্ঞানী Sinnot এঁর মতে ত্রি-গহ্বরীয় পর্বসন্ধি দ্বি-বীজপত্রী উদ্ভিদের ক্ষেত্রে প্রাচীনতম। Fahn ও Baileyর মতানুযায়ী এক গহ্বরীয় পর্বসন্ধি প্রাচীন, কারণ ইহা প্রাচীন গোষ্ঠিভুক্ত টেরিডোফাইটা, জীবাশ্ম ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে উপস্থিত থাকে।

অনেক দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদের পর্বসন্ধি যদিও এক গহ্বরীয় হয় সেখানে একাধিক পত্রাভিসারী পাওয়া যায়। তার অর্থ সমস্ত পত্রাবকাশগুলি মিলে একটি গহ্বর সৃষ্টি করে (চিত্র 7.2c)।

7.5 শাখাভিসারী (Branch trace)

পত্রাভিসারীর মত একইভাবে কাণ্ডের স্টেলি থেকে উদ্ভুত যে সব নালিকা বাণ্ডিল শাখায় প্রবেশ করে তাদের প্রত্যেকটিকে শাখাভিসারী বলে (চিত্র 7.3)। পত্রাভিসারীর মত শাখাভিসারীগুলিও শাখার দিকে প্রসারিত হয়ে কাণ্ডে নালিকা বাণ্ডিলের সঙ্গে যুক্ত হয়। শাখাভিসারী সব সময় পত্রাভিসারীর উপরে থাকে (চিত্র 7.3)। দ্বিবীজপত্রী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে সাধাণত দুটি শাখাভিসারী থাকে তবে কোন কোন ক্ষেত্রে একাধিক শাখাভিসারীও থাকতে পারে।

7.6 শাখাবকাশ (Branch gap)

শাখাভিসারী গঠনের ফলে স্টেলিতে যে পত্রাবকাশের মত ফাঁকের সৃষ্টি হয় তাকে শাখাবকাশ বলে। শাখাবকাশগুলি পত্রাবকাশের চেয়ে অনেক বড় হয় ও কাণ্ডে অধিক বিস্তৃত থাকে। মজ্জাযুক্ত সব রকম সংবহন কলার সমন্বিত উদ্ভিদে শাখাবকাশ থাকে এবং এর মুক্তাঞ্চল দিয়ে বহিঃস্তর ও মজ্জা অবিচ্ছিন্নতা অক্ষুণ্ণ রাখে।

7.7 অনুশীলনী

1. নীচের সঠিক বাক্যগুলির পাশে (√) চিহ্ন দিন ও ভুল বাক্যটির পাশে (×) চিহ্ন দিন:

a) পত্রাবকাশ ও শাখাবকাশ দিয়ে মজ্জা ও বহিঃস্তর অবিচ্ছিন্নতা বজায় রাখে।

b) শাখাবকাশের ফাঁকটি কেন্দ্রীয় স্টেলির ভগ্নাংশ।

c) পত্রাবকাশের ফাঁকা স্থানটিতে কোন কোষ থাকে না।

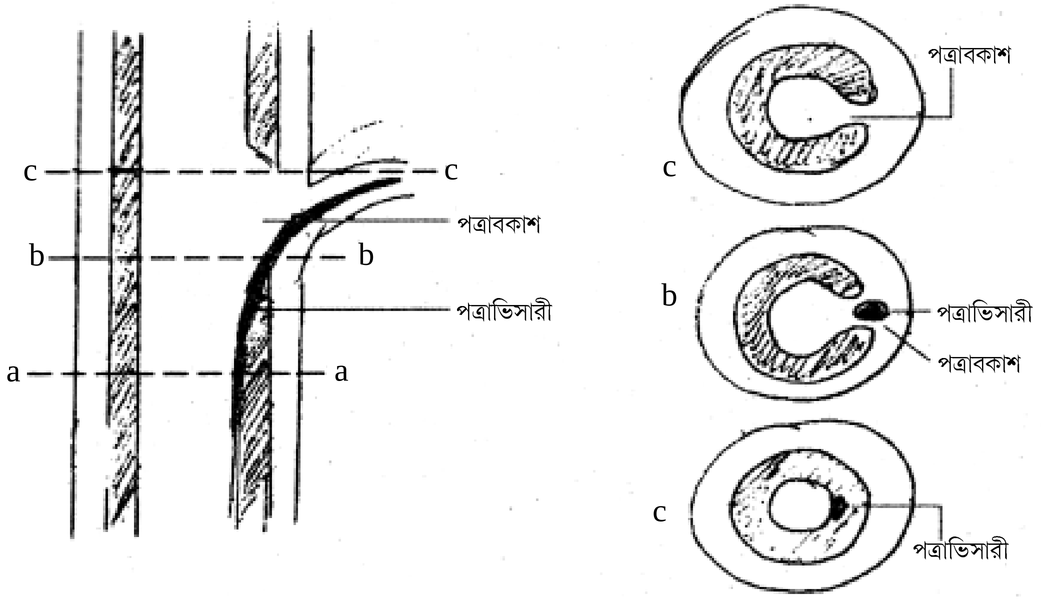
d) পত্রাবকাশ শাখাবকাশের উপরে থাকে।

e) পত্রাবকাশের তুলনায় শাখাবকাশ অনেক বড় হয়।

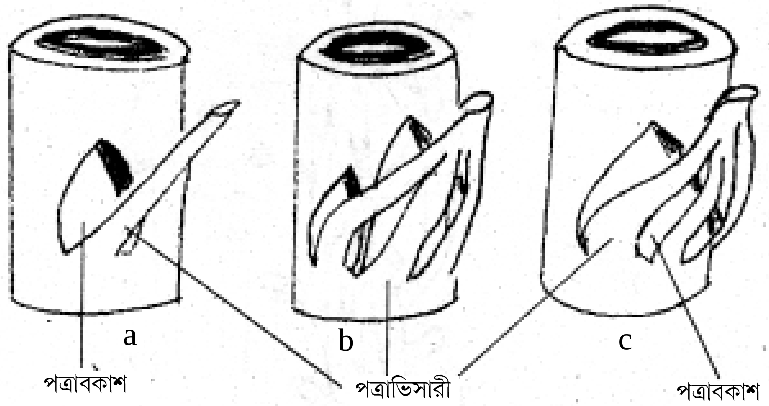
7.8 সারাংশ

কাণ্ডের পর্বসন্ধির স্টেলি থেকে যে নালিকাবাণ্ডিল পাতায় ও শাখায় প্রবেশ করে তাদেরকে যথাক্রমে পত্রাভিসারী ও শাখাভিসারী বলে। যখন এই অভিসারীগুলি আয়তনে বড় হয় তখন কাণ্ডের স্টেলিতে সেই স্থানের ওপরের অঞ্চলটিতে সংবহন কলার পরিবর্তে কেবল প্যারেনকাইমা কোষে পৃথকীকরণ হয়। এই ফাঁকগুলিকে যথাক্রমে পত্রাবকাশ ও শাখাবকাশ বলে। নিম্নশ্রেণীর উদ্ভিদে পত্রাবকাশ ও শাখাবকাশ থাকে না।

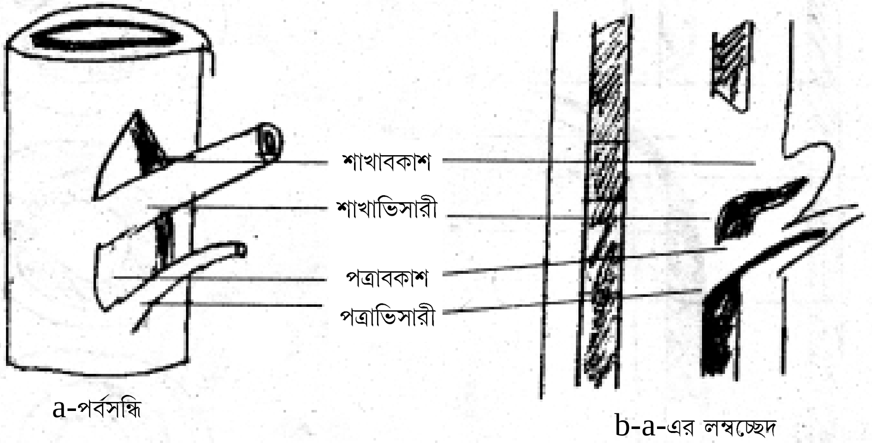
উদ্ভিদের পর্বসন্ধিতে পত্রাভিসারী ও শাখাভিসারী বর্তমান। কিন্তু নিম্নশ্রেণীর জলবাহী উদ্ভিদের পর্বসন্ধিতে পত্রবকাশ ও শাখাবকাশ থাকে না। উন্নত মজ্জাবিশিষ্ট উদ্ভিদের পর্বসন্ধিতে পত্রাভিসারী ও শাখাভিসারীর সাথে সাথে যথাক্রমে পত্রাবকাশ ও শাকাবকাশও বর্তমান।



চিত্র নং 7.1 : পর্বসন্ধির লম্বচ্ছেদ এবং a, b ও c-এর প্রস্থচ্ছেদ


a
b
c
পত্রাবকাশ
পত্রাভিসারী
পত্রাবকাশ

চিত্র নং 7.2 : বিভিন্ন প্রকার পর্বসন্ধি
a-একক গহ্বরীয়, b- ত্রিগহ্বরীয়, c-এক গহ্বরীয় কিন্তু বহু পত্রাভিসারী


শাখাবকাশ
শাখাভিসারী
পত্রাবকাশ
পত্রাভিসারী
a-পর্বসন্ধি
b-a-এর লম্বচ্ছেদ

চিত্র নং 7.3 : পর্বসন্ধির শারীরস্থান-এর রেখাচিত্র।

7.9 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. দু-এক কথায় সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

   (a) পত্রাভিসারী কাকে বলে?

   (b) দ্বিগহ্বরীয় পর্বসন্ধি কাকে বলে?

   (c) পত্রবকাশে কী ধরনের কলা থাকে?

7.10 উত্তরমালা

অনুশীলনী

1. (a) √; (b) ×; (c) ×; (d) ×; (e) √;

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(a) যে নালিকা বাণ্ডিলগুলি কাণ্ডের স্টেলি থেকে পর্বসন্ধিতে পাতায় প্রবেশ করে তাদের পত্রাভিসারী বলে।

(b) দ্বিগহ্বরীয় পর্বসন্ধিতে পত্রাভিসারী ও দুটি পত্রাবকাশ থাকে।

(c) পর্বসন্ধিতে পত্রাবকাশের উপরে প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে তৈরি অঞ্চলটিকে পত্রাবকাশ বলে।

একক 8 ❑ ক্যাম্বিয়াম (Cambium) প্রাথমিক ও গৌণ; গঠন, প্রকৃতি ও ক্রিয়া (Cambium Primary and Secondary Structures, Nature and Functions)

গঠন

8.0 উদ্দেশ্য
8.1 প্রস্তাবনা
8.2 ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম (Vascular cambium)
  8.2.1 গুচ্ছিত ও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম
  8.2.2 গঠন
  8.2.3 মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ ও রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ
  8.2.4 স্তরীভূত ও অন্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম
8.3 ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম
8.4 অবস্থিতি ও ক্রিয়া
8.5 ঋতু অনুসারে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা
অনুশীলনী
8.6 সারাংশ
8.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
8.8 উত্তরমালা

8.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে যা জানতে পারা যাবে তা হলো—

- ক্যাম্বিয়াম কাকে বলে
- ক্যাম্বিয়াম কয়প্রকার হয়
- এদের প্রয়োজনীয়তা বা গুরুত্ব এবং
- কোন্ কোন্ উদ্ভিদে ক্যাম্বিয়াম পাওয়া যায়

8.1 প্রস্তাবনা

ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম হলো একপ্রকার পার্শ্বীয় ভাজক কলা। একক 2-তে ভাজক কলা বিষয়ে

জানা গেছে ভাজক কলার প্রকৃতি এবং প্রকারভেদ প্রভৃতি। স্বাভাবিক কারণেই, তাই স্মরণ করা যায় যে পার্শ্বীয় ভাজক কলাকে ক্যাম্বিয়াম আখ্যা দেওয়া হয়। বর্তমান এককটি ক্যাম্বিয়াম নামক এই বিশেষ ভাজক কলা সম্বন্ধে আরও বিশদ জানা যাবে।

ক্যাম্বিয়াম উদ্ভিদ মূল ও কাণ্ডের সীমারেখা বরাবর সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত থাকে। গৌণ বৃদ্ধি ঘটে এমন সকল উদ্ভিদেই ক্যাম্বিয়াম পাওয়া যায়। কাষ্ঠল দ্বিবীজপত্রী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে প্রাথমিক সংবহনকারী কলা বা ভাসকুলার টিস্যু (Vascular tissue) তুলনামূলকভাবে অল্প সময়ের জন্য থাকে। অনতিবিলম্বে তাদের ক্রিয়া গৌণ-সংবহনকারী কলা দ্বারা অধিগৃহিত হয়। যার উৎপত্তি উপরে উল্লেখিত ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম থেকে। বর্তমানে জানা গেছে যে কার্বোনিফেরাস (Carboniferous) যুগের টেরিডোফাইটা (Peteridophyta) জাতীয় উদ্ভিদেও ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম ছিল। যদিও বর্তমান যুগের ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের ক্যাম্বিয়ামের সঙ্গে সম্ভবত তাদের মৌলিক প্রভেদ আছে।

8.2 ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম (Vascular cambium)

ক্যাম্বিয়াম এক প্রকার পার্শ্বীয় ভাজক কলা (lateral meristem) যা উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ডের সীমারেখার সঙ্গে সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত থাকে এবং মূলত একটি তলে বিভাজিত হয়ে মূল ও কাণ্ডের পরিধি বৃদ্ধি করে। ক্যাম্বিয়ামের পাতলা কোষপ্রাচীর বিশিষ্ট কোষগুলি বিবর বা ভ্যাকিউওল (vacuole) দ্বারা পরিপূর্ণ থাকে এবং কোষগুলিতে প্রচুর পরিমানে রাইবোজোম, গল্গিবডি ও সুগঠিত এণ্ডোপ্লাজমিক রেটিক্যুলাম দেখা যায়। ঋতু পরিবর্তনের সঙ্গে কোষ অভ্যন্তরের অঙ্গানুগুলির গঠন ও সংখ্যাগত পরিবর্তন সূচিত হয়।

8.2.1 গুচ্ছিত ও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম :

কিছু জলজ উদ্ভিদ ও একবীজপত্রী উদ্ভিদে, প্রোক্যাম্বিয়ামের (Procambium) সকল কোষ কালক্রমে প্রাথমিক সংবহন কলায় রূপান্তরিত হয়। কিন্তু প্রায় সকল দ্বিবীজপত্রী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে প্রোক্যাম্বিয়ামের একাংশ অপরিস্ফুটিত থেকে যায়। যদিও তাদের প্রাথমিক বৃদ্ধি ইতিমধ্যে সম্পূর্ণ হয়ে রয়েছে। এই বিভাজনক্ষম অংশটিকে প্রাথমিক ক্যাম্বিয়াম বলা চলে। এই অংশটি পরে গৌণ উদ্ভিদদেহ বা সেকেণ্ডারি বডি (secondary body) গঠনকারী ক্যাম্বিয়াম উৎপন্ন করে।

(a) গুচ্ছিত বা ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম (fascicular cambium) ঃ

একই ব্যাসার্ধের উপর পাশাপাশি অবস্থিত জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলাগুচ্ছ তৈরি করে নালিকা বাণ্ডিল (vascular bundle) গুচ্ছ বা ফ্যাসিকল (fascicle) তৈরী হয়। অতএব, (কাণ্ডের) নালিকা বাণ্ডিলের অভ্যন্তরে, জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মাঝে সৃষ্ট ক্যাম্বিয়ামকে ফ্যাসিকুলার বা গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম বলা হয় (চিত্র 8.1)।

(b) আন্তঃগুচ্ছ বা ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম (Interfascicular cambium) ঃ

দুইটি নালিকা বাণ্ডিল বা ফ্যাসিকল-এর মধ্যবর্তী আদি মজ্জাংশের স্থায়ী প্যারেনকাইমা থেকে ক্যাম্বিয়াম সৃষ্টি হতে দেখা যায়। এদের বলা হয় আন্তঃগুচ্ছ বা ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম (চিত্র 8.1)। এই ক্যাম্বিয়ামের ফালিগুলি পাশের দুটি নালিকা বাণ্ডিল পর্যন্ত বিস্তৃত হয়ে ফ্যাসিকুলার বা গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়ামের

সঙ্গে একই রেখায় যুক্ত হয়। এইভাবে ফ্যাসিকুলার ও ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম পরস্পর যুক্ত হয়ে সৃষ্টি করে একটি পূর্ণ, ফাঁপা, নলাকার ক্যাম্বিয়ামের বলয়। এই বলয় বিস্তৃত থাকে উদ্ভিদদেহের প্রধান অক্ষ বরাবর এবং কাণ্ড ও মূলের শাখার অপেক্ষাকৃত সরু ক্যাম্বিয়ামের সঙ্গে কখনো কখনো উদ্ভিদের পত্র পর্যন্ত ক্যাম্বিয়ামকে বিস্তৃত হতে দেখা যায়। অধিকাংশ দ্বিবীজপত্রী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে ক্যাম্বিয়ামের স্তম্ভক প্রাথমিক জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মাঝে অবস্থান করে এবং উদ্ভিদের জীবদ্দশা পর্যন্ত স্থায়ী হয়। এই অবস্থান থেকে ক্যাম্বিয়াম অভিকেন্দ্রিক গৌণ (towards centre) জাইলেম ও অপকেন্দ্রিক (towards periphery) গৌণ ফ্লোয়েম প্রস্তুত করে। কিছু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে অবশ্য উদ্ভিদ অক্ষের গৌণ স্ফিতী (secondary thickening) খানিকটা ব্যতায়ী বা অ্যানোমেলাস (anomalous) হয়। যেমন—বিগনোনিয়েসী, নিকটাজিনেসী প্রভৃতি গোত্রের কিছু উদ্ভিদ।

মনে রাখা দরকার, যে ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম প্রোক্যাম্বিয়াম থেকে উদ্ভূত হলেও ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম কিন্তু স্বতন্ত্রভাবে আদি মজ্জাংশের স্থায়ী প্যারেনকাইমা থেকে সৃষ্টি হয় এবং তা প্রোক্যাম্বিয়ামের অনুবর্তন নয়। অতএব, উৎস অনুসারে, ইন্টারফ্যাসিকুলার বা আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম একপ্রকার গৌণ ভাজক কলা।

8.2.2 গঠন : ক্যাম্বিয়াম একপ্রকার ভাজক কলা। তাই এরা বিভঙ্গজনক্ষম এবং স্বাভাবিক কারণেই এতে ভাজক কলা কোষের গুণাবলী বর্তমান। ক্যাম্বিয়াম কোষগুলি বিবরে (vacuole) পরিপূর্ণ থাকে। সাধারণত, পরিণত কোষ অভ্যন্তরে দেখা যায় একটি বড় আকারের বিবর এবং সংলগ্ন সাইটোপ্লাজম। নিউক্লিয়াসগুলি বড় এবং মূলকাকার কোষে (fusiform cells) (চিত্র 8.3(b)) এগুলি প্রলম্বিত। কোষ প্রাচীর পাতলা হয়, প্রাইমারি পিট ফিলড (primary pitfield) বা প্রাথমিক কূপ-ক্ষেত্র এবং প্লাজমোডেসমাটা (plasmodesmata) দেখতে পাওয়া যায়। কোষগুলির অরীয় প্রাচীর স্পর্শক প্রাচীর অপেক্ষা স্থূল। এছাড়া সাইটোপ্লাজমের মধ্যে রাইবোজোম এবং সুগঠিত এণ্ডোপ্লাজমিক জালিকা দেখা যায়।

ক্যাম্বিয়াম কোষ দুই প্রকার, যথা—মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ (fusiform initials) এবং রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ (ray initials)।

8.2.3 মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ ও রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ Fusiform initials and Ray initials) :

মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ বা ফিউসিফর্ম ইনিশিয়ালস (fusiform initials) কোষগুলি বেম আকৃতিযুক্ত (spindle-shaped), ক্রমসূক্ষ্ম (tapering) এবং বেশ লম্বা হয়। কোনো কোনো প্রাচীন উদ্ভিদ কাণ্ডে এদের 8 থেকে 9 mm লম্বা হতে দেখা গেছে। মূলকাকার কোষগুলি গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়ামের উলম্ব বা অক্ষীয় ধারা (longitudinal or axial system) গঠন করে। কিছু ক্ষেত্রে, মূলকাকার কোষগুলি নির্দিষ্ট অনুপ্রস্থ সারিতে বা এক একটি অনুভূমিক স্তরে (horizonatal tier) বিন্যস্ত থাকে। উদ্ভিদের স্পর্শনী ছেদে (tangential section) এই অবস্থান ধরা পরে। একটি স্তরের মূলকাকার কোষগুলির প্রান্ত একই তলে থাকে, কোনও উল্লেখযোগ্য অধিক্রম (overlap) দেখা যায় না (চিত্র 8.3a)। তাই এমন মূলকাকার কোষগুলিকে স্টোরিড (storied) বা স্ট্র্যাটিফায়েড (stratified), অর্থাৎ **স্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম** রূপে চিহ্নিত

করা হয়। দৈর্ঘ্যে এরা 140-520μm হয়। যখন মূলকাকার কোষগুলি তাদের প্রান্তদেশে একে অপরকে আংশিকভাবে অধিক্রমণ করে, তখন তাকে নন্-স্টোরিড (non-storied) বা নন্-স্ট্র্যাটিফায়েড (non-stratifid) কিংবা **অ-স্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম** বলা হয়। (চিত্র 8.3b)। ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে এদের দৈর্ঘ্য 1000-8700μm। মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষসৃষ্ট উলম্ব ধারার অন্তর্গত কলাগুলি হলো—জাইলেম ও ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা, তন্তু, ট্র্যাকাইডস, ট্রাকীয়া, সীভ কোষ ও সীভ নালিকা।

রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ বা রে ইনিসিয়ালস (ray initials) : কোষগুলি তুলনায় ছোট, সমব্যাসীয় (isodiamtric) এবং এরা গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়ামের অনুভূমিক (horizontal) বা অরীয় ধারা (radial system) সৃষ্টি করে। মূলকাকার কোষগুলির আয়তনে তারতম্য দেখা গেলেও, রশ্মি প্রারম্ভিক কোষগুলির আয়তন প্রায় সমান (চিত্র 8.3 ও 8.4)। রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ সৃষ্ট অরীয় ধারার অন্তর্গত কোষগুলি হ'ল কয়েকটি সারিতে বিন্যস্ত রশ্মি ট্র্যাকাইডস (ray tracheids) এবং রশ্মি প্যারেকাইমা (ray paanchyma)।

8.2.4 স্তরীভূত (stratified or storied) ও অস্তরীভূত (non-stratified or non storied) ক্যাম্বিয়াম :

উদ্ভিদের স্পর্শনী ছেদে (tangential section) ক্যাম্বিয়ামের মূলকাকার কোষের সজ্জারীতি অনুযায়ী ক্যাম্বিয়ামকে দু-ভাগে ভাগ করা হয়। এগুলি হলো—

(a) স্তরীভূত (stratified বা storied) ক্যাম্বিয়াম ঃ স্পর্শনী ছেদে একটি স্তরের মূলকাকার কোষগুলির **প্রান্ত অধিক্রমণ** (overlap) না করে মোটামুটিভাবে একই তলে বিন্যস্ত থাকলে তাকে স্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম বলে। **উদাহরণ**—*Robinia* (রবিনিয়া)।

(b) অস্তরীভূত (non-stratified বা non storied) ক্যাম্বিয়াম :

স্পর্শনী ছেদে একটি স্তরের মূলকাকার কোষগুলির প্রান্ত একই তলে বিন্যস্ত না হয়ে আর একটি স্তরের মূলকাকার কোষগুলির প্রান্তকে আংশিকভাবে অধিক্রমণ (overlap) করে থাকলে তাকে অস্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম বলে। **উদাহরণ**—*Fraxinus* (ফ্রাক্সিনাস)।

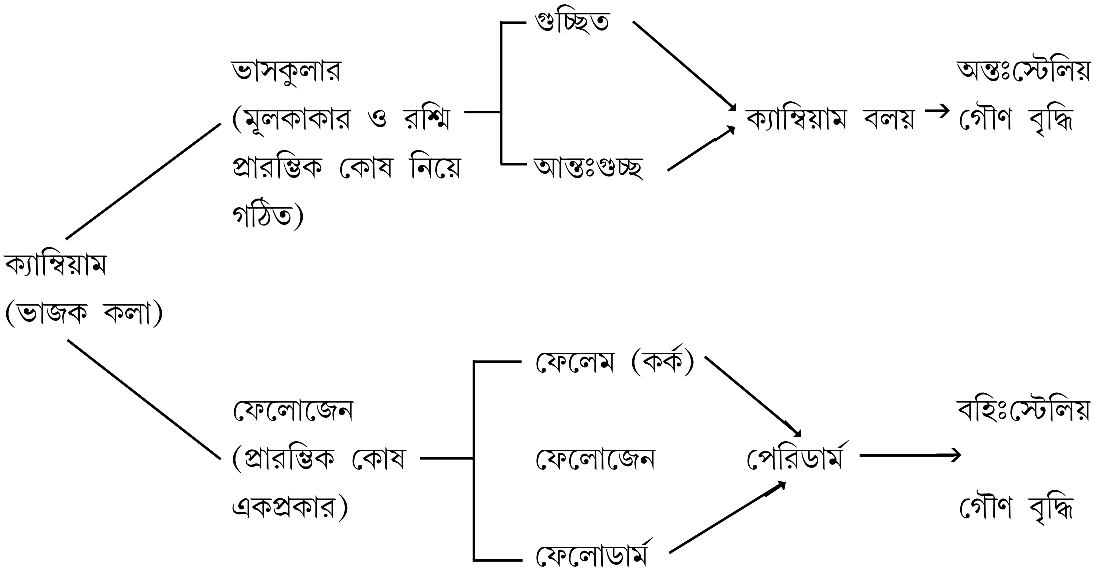
8.3 ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম (Phellogen or Cork Combium)

উদ্ভিদের বহিঃস্তরের প্যারেনকাইমা থেকে যে বিভাজনক্ষম গৌণ ভাজক কলার সৃষ্টি হয় তাকে ফেলোজেন (phellogen) বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম (cork cambium) বলা হয়। ফেলোজেন দ্বারা সৃষ্ট বাহিরের দিকে গঠিত রক্ষণমূলক কলাকে ফেলেম (phellem) ও ভেতরের দিকে গঠিত সজীব প্যারেনকাইমা কলার স্তরকে ফেলোডার্ম (phelloderm) বলা হয়। অর্থাৎ, বাইরের থেকে ভিতর দিকে পর্যায়ক্রমে দেখতে পাই, ফেলেম (কর্ক-স্তর), ফেলোজেন (কর্ক ক্যাম্বিয়াম) এবং ফেলোডার্ম (চিত্র 8.2)। এই তিনটি স্তরকে একত্রে পেরিডার্ম (periderm) বলে। পেরিডার্ম-এর বাইরের অংশ সৃষ্টি করে পরিচিত গাছের ছাল বা বল্কল (bark)। বল্কলের বাইরের কলাস্তর, যা পেরিডার্ম-এর বহিঃস্তর এবং তার বাইরের কলা কোষ নিয়ে সৃষ্টি হয়, তাকে রাইটিডোম (rhytidome) বা বহিঃ বল্কল (outer bark) বলে। সাধারণত, পেরিডার্মেই লেন্টিসেল (lenticel) সৃষ্টি হয়।

কলাস্থানিক বিচারে, ভ্যাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের তুলনায় ফেলোজেন অপেক্ষাকৃত সরল। কারণ, এটি

শুধু একপ্রকারের প্রারম্ভিক কোষ দিয়ে তৈরি। প্রস্থছেদে, ফেলোজেনের কোষগুলি আয়তাকার, যার-প্রস্থ অরীয়ভাবে সজ্জিত। দীর্ঘ-স্পর্শনী ছেদে (longitudinal tangential section) কোষগুলির আকার হয় সম বহুভুজ (regular polygons)। এই কোষগুলির মধ্যে বিভিন্ন আকারের কোষ বিবর দেখা যায়, যার মধ্যে কখনো কখনো ট্যানিন (tannins) ও ক্লোরোপ্লাস্ট (chloroplasts) পাওয়া যায়। ফেলোজেন কোষে একমাত্র লেন্টিসেল সংলগ্ন অঞ্চল ছাড়া কোনো আন্তঃকোষীয় অবকাশ থাকে না।

❑ **পর্যালোচনা :** সংক্ষেপে পর্যালোচনা করে জানা গেল যে, ক্যাম্বিয়াম দুই প্রকার ঃ ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম ও ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম। উভয়ই, পার্শ্বীয় এবং গৌণ ভাজক কলা। ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের যে অংশ নালিকা বাণ্ডিলের জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মাঝে সৃষ্টি হয় তাকে গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম বলে এবং পাশাপাশি দুটি বাণ্ডিলের মধ্যে আদি মজ্জাংশের স্থায়ী প্যারেনকাইমা থেকে ক্যাম্বিয়ামের যে অংশের সৃষ্টি হয় তাকে আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম বলে। শেষোক্ত ক্যাম্বিয়াম বিস্তৃত হয় পাশের দুটি বাণ্ডিল পর্যন্ত এবং মিলিত হয় একই রেখায়, গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়ামের সঙ্গে। পরে ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের একটি বলয় (cambium ring) তৈরী হয়। এই বলয় থেকে কেন্দ্রাভিমুখী (centripetal) গৌণ জাইলেম ও কেন্দ্রাপসারী (centrifugal) গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টির মাধ্যমে উদ্ভিদ দেহের মুখ্য গৌণ বৃদ্ধি সম্পন্ন হয় (অন্তঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধি বা intrastelar growth)। অপরদিকে, বহিঃস্তরের প্যারেনকাইমা থেকে সৃষ্ট ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম পৃষ্ঠ সমান্তরাল কোষ বিভাজনের মাধ্যমে কেন্দ্রাভিমুখী (centripetal) ফেলেম এবং কেন্দ্রাপসারী (centrifugal) ফেলোডার্ম সৃষ্টি করে। ফেলেম, ফেলোডার্ম এবং এদের মধ্যবর্তী ফেলোজেন—এই তিনটি স্তর একত্রে পেরিডার্ম নামে পরিচিত। ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামে দুই প্রকার প্রারম্ভিক কোষ (মূলকাকার ও রশ্মি) রয়েছে কিন্তু ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়ামে রয়েছে এক প্রকার প্রারম্ভিক কোষ। ফেলোজেন যে গৌণ বৃদ্ধি ঘটায় তাকে **বহিঃস্টেলিয় গৌণ বৃদ্ধি** (extrastelar secondary growth) বলে। নিচের রেখাচিত্র দেখার পর বুঝতে আরও সুবিধা হবে।


গুচ্ছিত
ভাসকুলার (মূলকাকার ও রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ নিয়ে গঠিত)
আন্তঃগুচ্ছ
ক্যাম্বিয়াম বলয়
অন্তঃস্টেলিয় গৌণ বৃদ্ধি
ক্যাম্বিয়াম (ভাজক কলা)
ফেলেম (কর্ক)
ফেলোজেন (প্রারম্ভিক কোষ একপ্রকার)
ফেলোজেন
পেরিডার্ম
বহিঃস্টেলিয় গৌণ বৃদ্ধি
ফেলোডার্ম

8.4 অবস্থিতি ও ক্রিয়া

সমস্ত কাষ্ঠল গুপ্তবীজী দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ এবং ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে ক্যাম্বিয়াম থাকে। এছাড়াও কিছু গুল্ম ও বিরুৎ জাতীয় দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ, কয়েকপ্রকার একবীজপত্রী এবং কিছু কাষ্ঠল ফার্ন-জাতীয় উদ্ভিদে ক্যাম্বিয়াম গঠিত হয়। ফলত, এ-সকল উদ্ভিদে গৌণ বৃদ্ধি সংঘটিত হয়।

গৌণ সংবহন কলার উল্লেখযোগ্য বৃদ্ধি সম্পন্ন হলে কেবলমাত্র ফেলোজেন-সৃষ্ট পেরিডার্ম কলা বৃদ্ধি শুরু হয়। ফলে, বহিঃস্তরের গৌণ এবং অন্যান্য কলাসহ এপিডার্মিস বা বহিত্বকের পরিধি বৃদ্ধি পায়। এমন বিকাশ কিছু বৃক্ষে দেখা যায়, যেমন—*Citrus, Laurus, Acacia, Acer* ও *Eucalyptus*-এর কিছু প্রজাতির মধ্যে। কর্ক (cork) কলা বা ফেলেম (phellem), *Viscum* এবং কয়েকটি উদ্ভিদে কখনই গঠিত হয় না। এখানে কেবল বহিত্বকের কোষপ্রাচীর পুরু হয় এবং পরিধি বৃদ্ধি পায়, ও উদ্ভিদের জীবদ্দশা পর্যন্ত বিরাজ করে। দ্বিবীজপত্রীর কাণ্ডে এবং মূলে উল্লেখযোগ্য গৌণ বৃদ্ধি যে সকল ক্ষেত্রে ঘটে, প্রায় সকল ক্ষেত্রেই কর্ক কলা গঠিত হয়। কতিপয় শীতকালীন পত্রমুকুলাবরণ ব্যতিরেকে উদ্ভিদপত্রে কর্ক কলা সাধারণত দেখা যায় না। কয়েকটি টেরিডোফাইটার (যেমন—*Ophioglossum*) গ্রন্থিকাণ্ডে বহিত্বক ও তার নীচের বহিস্তরীয় (cortical) কোষগুলি সুবেরিনযুক্ত হতে দেখা গেছে।

গুচ্ছিত ও আন্তগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম মিলে যে বলয় (ক্যাম্বিয়াম বলয়) সৃষ্টি করে, তার থেকে যথাক্রমে গৌণ ফ্লোয়েম ও জাইলেম উৎপন্ন হয় যথাক্রমে কেন্দ্রাপসারী ও কেন্দ্রাভিমুখী ভাবে। ফলত, উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ডের পরিধি বৃদ্ধি পায়। আবার, ফেলোজেন স্পর্শক তলে বিভজিত হয়ে বাইরের দিকে সুবেরিনযুক্ত কর্ক কোষ উৎপন্ন করে এবং অরীয়ভাবে ফেলোডার্ম বা গৌণ বহিস্তর সৃষ্টি করে। এই সুবেরিনযুক্ত কর্ককোষগুলি উদ্ভিদদেহের অতিরিক্ত জল অপচয় রোধ করে এবং শুষ্ককরণ, যান্ত্রিক আঘাত ও ক্ষত, প্রভৃতির হাত থেকে রক্ষা করে। এর আরও একটি গুরুত্বপূর্ণ কার্য হলো ক্ষতস্থানে কোষের আবরণ তৈরি করা।

8.5 ঋতু অনুসারে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা (Seasonal activity of Cambium)

গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলের অনেক উদ্ভিদে ক্যাম্বিয়াম সারা জীবনব্যাপি সমানভাবে সক্রিয় থাকে। অবশ্য সকল ক্রান্তীয় বৃক্ষে ক্যাম্বিয়ামের কর্মক্ষমতা নিরন্তর বজায় থাকে, তা নয়। তাই, ভাতরবর্ষের বর্ষা-অরণ্যে বর্ষ-বলয়বিহীন বৃক্ষ শতকরা 75 ভাগ[1], অ্যামাজন বেসিন-এ শতকরা 43 ভাগ[2] এবং মালয়ে কেবল 15 শতাংশ বৃক্ষে ধারাবাহিক অরীয় বৃদ্ধি (radial growth)[3] দেখতে পাই। নীতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে বর্ষ-বলয়হীন (annual ringless) বৃক্ষের সংখ্যা অবশ্য কম। যে সব অঞ্চলে সুস্পষ্ট ঋতুচক্র আছে, প্রতিকুল পরিবেশ সৃষ্টির সঙ্গে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা স্তব্ধ হয়। সাধারণত শরৎকালে কার্যক্ষমতা রুদ্ধ হলে, গ্রীষ্মের

শেষ কিংবা পরবর্তী বসন্ত পর্যন্ত এই নিষ্ক্রিয়তা বহাল থাকতে পারে। বসন্তকালে, ক্যাম্বিয়াম পুনরায় সক্রিয় হয়ে ওঠে। জিনোটাইপ দ্বারা নির্ধারিত সীমার মধ্যে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা কিছু আভ্যন্তরীন ও বাহ্যিক কারকের (factors) উপর নির্ভর করে। যেমন—বৃদ্ধিকারক পদার্থ (growth substances), তাপমাত্রা, আলোক পর্যায়কাল (photoperiod), মৃত্তিকার জলীয়ভাগ, প্রভৃতি। বৃদ্ধিকারক পদার্থ বা হরমোন-এর মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো অক্সিন, জিব্বেরেলিন ও সাইটোকাইনিন, যা ক্যাম্বিয়াম সক্রিয়তায় উদ্দীপক হিসেবে কাজ করে।

ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের ন্যায় ফেলোজেনও বৃদ্ধির একটি সুনির্দিষ্ট পর্যায়কাল প্রদর্শন করে। কোনো কোনো উদ্ভিদে (যেমন—*Quercus infectoria, Q. ithaburensis*) ক্যাম্বিয়াম ও ফেলোজেনের সক্রিয়তা একই সঙ্গে দেখা যায়। আবার কোনো ক্ষেত্রে এর ব্যতিক্রম ঘটে। যেমন *Robinia pseudoacacia* নামক উদ্ভিদে, ক্যাম্বিয়াম সক্রিয়তার একটি বার্ষিক পর্যায়ের মধ্যে দুইবার ফেলোজেন সক্রিয়তা পরিলক্ষিত হয়। আবার *Acacia raddiana*-তে এক বছরে তিনবার ফেলোজেনকে পর্যায়ক্রমে সক্রিয় ও নিষ্ক্রিয় হতে দেখা যায়। এই সক্রিয়তা-নিষ্ক্রিয়তার চক্র নির্ধারণ করে কয়েকটি কারক (factors)। যেমন, ছোট দিবস (short day) উচ্চ তাপমাত্রা কিংবা দীর্ঘ দিবস (long day) নিম্ন তাপমাত্রা একযোগে ফেলোজেন সক্রিয়তা ঘটায় *Robinia* sp.)[3] ; এই উদ্ভিদটিতে ফেলোজেনের উৎপত্তি স্তব্ধ হয়ে যায় জিব্বেরেলিক অ্যাসিড (gibberellic acid, GA) বা ন্যাপথ্যালিন অ্যাসিটিক অ্যাসিড (naphthalene acetic acid, NAA) নামক হরমোনগুলির প্রভাবে। আবার কখনো বা অধিক আর্দ্রতা এবং ধারাবাহিক অক্সিজেনের স্রোতে বা উপস্থিতিতে, *Eucalyptus camaldulensis*-এ ফেলোজেনের উৎপত্তি ত্বরান্বিত হতে দেখা যায়।

---

1. Chowdhuy KA (1961) *10th Pacific Science Congress* Abstract p. 280.
2. Alvim P de T (1964) In *The Formation of Wood in Forest Trees*, Ed. MH Zimmermann (Academic Press, New York), pp. 479-495.
3. Koriba K (1958) *Gard. Bulletin Straits Settlements* 17: 11-81

অনুশীলনী :

1. শূন্যস্থানগুলি নীচের দেওয়া শব্দগুলি থেকে বেছে নিয়ে পূরণ করুন:

ক্যাম্বিয়াম এক প্রকার পার্শ্বীয় _________ কলা। নালিকা বাণ্ডিলের জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যস্থিত ক্যাম্বিয়াম হলো _________ ক্যাম্বিয়াম। ক্যাম্বিয়াম কোষ _________ প্রকার, যথা— _________ ও _________ ক্যাম্বিয়াম। পেরিডার্মের অন্তর্গত ফেলেম ও ফেলোডার্মের মধ্যস্থিত _________ ও ভাজক কলা।

(ভাজক, ফেলোজেন, দুই, মুলকাকার, রশ্মি, গুচ্ছিত (fascicular)

2. প্রথম স্তম্ভের শব্দ (শব্দগুচ্ছের) সঙ্গে সম্পর্কিত দ্বিতীয় স্তম্ভের শব্দ (শব্দগুচ্ছের) মিল দেখান :

(i)	ফেলোজেন	(a)	গুচ্ছিত ও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম নিয়ে সৃষ্ট
(ii)	ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম	(b)	একপ্রকার প্রারম্ভিক কোষ রয়েছে
(iii)	ক্যাম্বিয়াম বলয়	(c)	দুইপ্রকার প্রারম্ভিক কোষ রয়েছে
(iv)	স্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম	(d)	ফেলোজেন সৃষ্ট বহিঃস্টিলিয় জল-অভেদ্য কোষস্তর, যার অপর নাম ফেলেম
(v)	অস্তরীভূত ক্যাম্বিয়াম	(e)	মূলকাকার কোষের একটি স্তরের প্রান্তদেশ একই তলে থাকে ;
(vi)	রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ	(f)	উদ্ভিদেহে উলম্ব ধারার কলা সৃষ্টি করে ;
(vii)	মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ	(g)	মূলকাকার কোষের একটি স্তরের প্রান্তদেশের কোষ একে অপরকে অধিক্রমন করে ;
(viii)	কর্ক	(h)	উদ্ভিদদেহে অনুভূমিক ধারার কলা সৃষ্টি করে।

3. নীচের বাক্যগুলি ‘সত্যি’ না ‘মিথ্যা’ তা উল্লেখ করুন :

(a) রাইটিডোম একপ্রকার আন্তঃকোষীয় অবকাশ।

(b) রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ উদ্ভিদের উলম্ব বা অনুদৈর্ঘ্য ধারার গৌণ কলাসমূহ সৃষ্টি করে।

(c) অতীত বা বিগত যুগের উদ্ভিদে ক্যাম্বিয়াম ছিল মনে করা হয়।

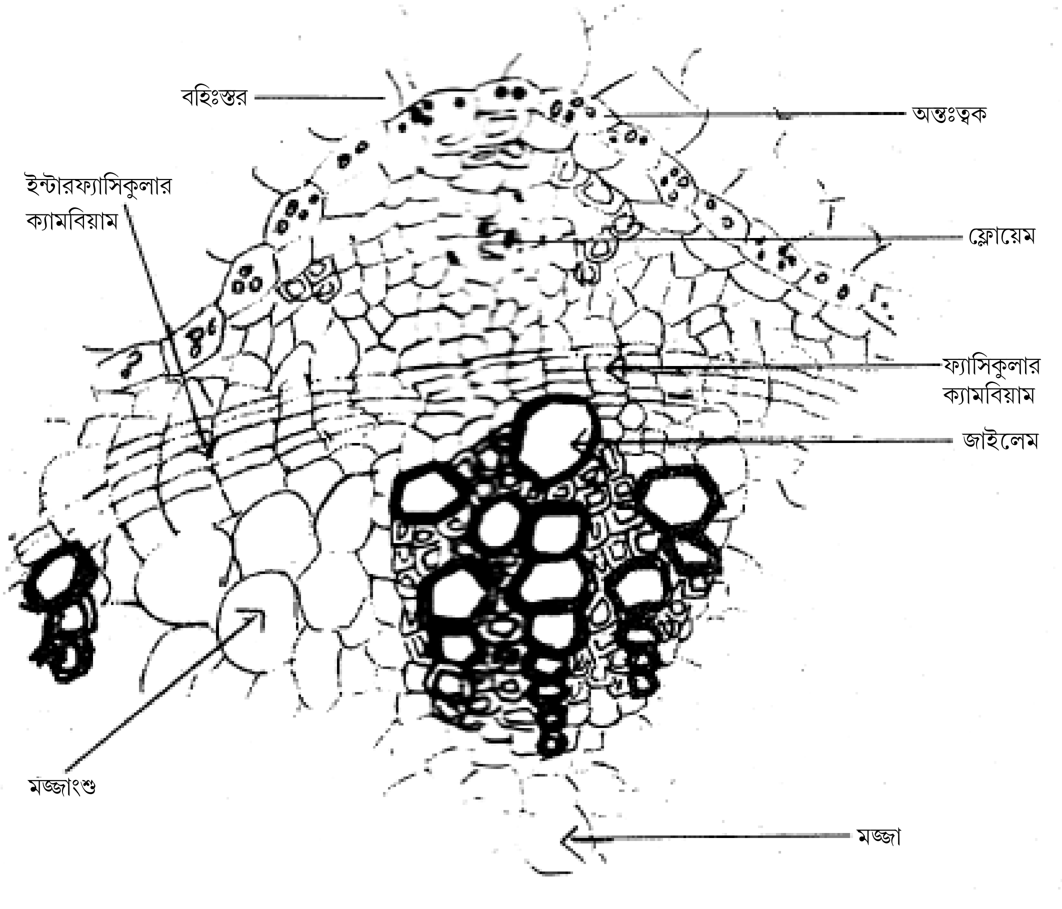
(d) ট্র্যাকাইডস (tracheids) এবং প্যারেনকাইমা কোষ, কেবল মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ সৃষ্ট উদ্ভিদের উলম্ব বা অনুদৈর্ঘ্য ধারার কলাসমূহে দেখা যায়।

4. ফেলোজেন কোন প্রকার ভাজক কলা এবং কেন?

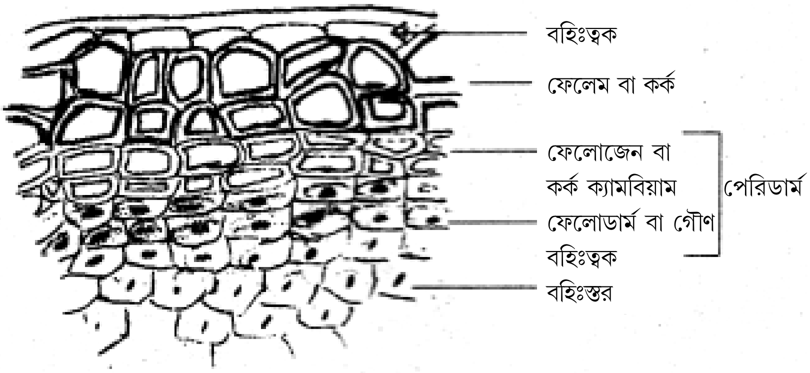
8.6 সারাংশ

ভাসকুলার বা সংবাহী ক্যাম্বিয়াম এবং ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম উভয়ই একাধারে গৌণ এবং পার্শ্বীয় ভাজক কলা। গৌণ, কেননা পরিস্ফুটিত কলায় নতুনভাবে এরা বিভাজনক্ষম হয়ে ওঠে এবং উদ্ভিদের গৌণ বৃদ্ধি সংঘটিত করে। পার্শ্বীয়, কেননা এই ভাজক কলার অবস্থান বিন্যাস হয় উদ্ভিদ অক্ষের প্রান্ত বরাবর, সমান্তরালভাবে। উদ্ভিদের কাণ্ড, মূল, স্ফীত হয় এবং পরিধি বরাবর বৃদ্ধি পায়। ক্যাম্বিয়াম সৃষ্টি করে গৌণ জাইলেম, অপকেন্দ্রিক বৃদ্ধি ঘটে এবং গৌণ ফ্লোয়েম যার বৃদ্ধি কেন্দ্রাপসারী। এই গৌণ কলাগুলিই উদ্ভিদদেহের গৌণ বৃদ্ধির জন্য মুখ্যত দায়ী। বৃক্ষে আর একপ্রকার গৌণ বৃদ্ধি পরিলক্ষিত হয়। যার মূলে আছে ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম। সৃষ্টি করে কর্ক এবং গৌণ বহিঃ

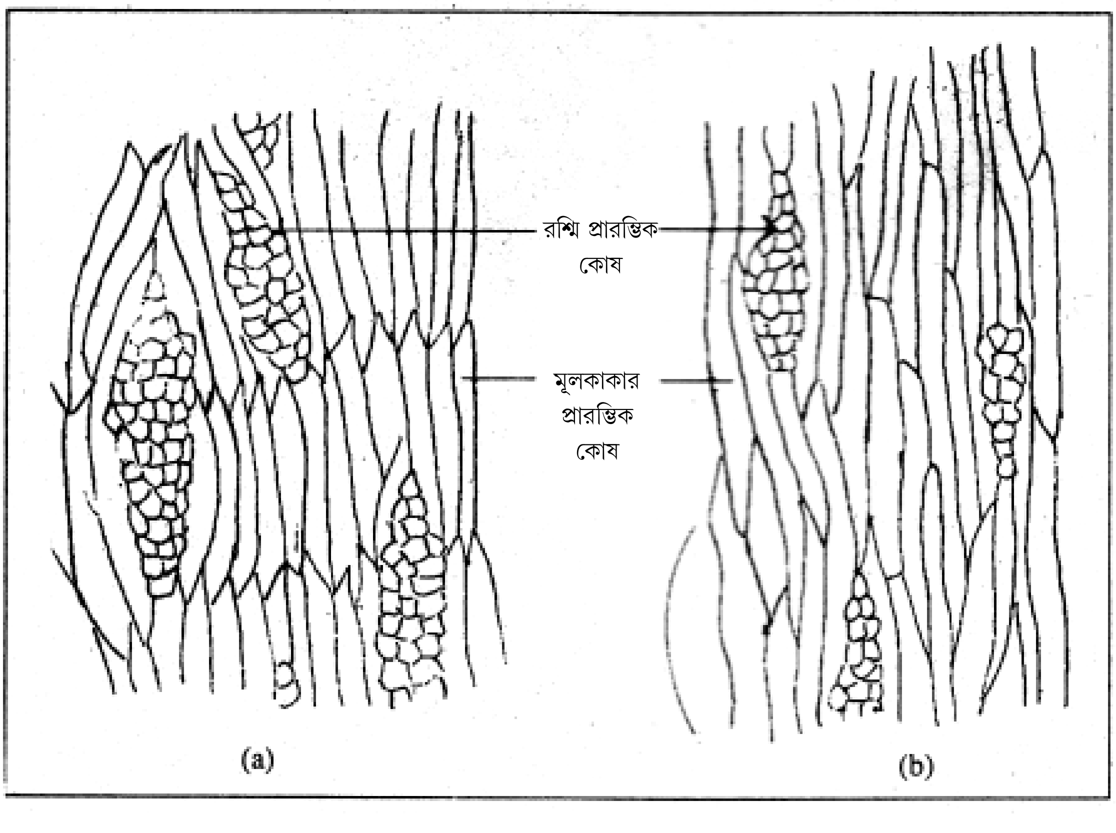
কোষীয় কলা, যাদের একত্রে পেরিডার্ম হিসেবে চিহ্নিত করা হয়। বৃক্ষ গাত্রে তৈরি হয় বল্কল বা ছাল। অবস্থান অনুসারে, পেরিডার্ম সৃষ্টিকে আমরা বলি বহিঃস্টেলিয় গৌণ বৃদ্ধি এবং গৌণ জাইলেম, ফ্লোয়েম আন্তঃস্টেলিয় গৌণবৃদ্ধির ফসল। সংবাহী ক্যাম্বিয়াম দুই প্রকার— প্রারম্ভিক কোষ নিয়ে গঠিত। কিন্তু কর্ক-ক্যাম্বিয়াম কেবল এক প্রকার প্রারম্ভিক কোষ নিয়ে গঠিত। সংবাহী ক্যাম্বিয়াম ও কর্ক-ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা ঋতু আবর্তের ওপর এবং তার অনুষঙ্গ (স্বল্প বা দীর্ঘ দিবস, তাপমাত্রা, বাতাসের আর্দ্রতা প্রভৃতি) দ্বারা নিয়ন্ত্রিত এবং এই ভাজক কলাগুলির উৎপত্তি নির্ধারিত হয় কয়েকটি উদ্ভিদ হরমোন দ্বারা। পরিশেষে বলা যায় যে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা উদ্ভিদ জগতে কোনও নতুন সংযোজন নয়, কয়েক লক্ষ বছর পূর্বেও ক্যাম্বিয়াম সমানভাবে সক্রিয় ছিল।


বহিঃস্তর
অন্তঃত্বক
ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যামবিয়াম
ফ্লোয়েম
ফ্যাসিকুলার ক্যামবিয়াম
জাইলেম
মজ্জাংশু
মজ্জা

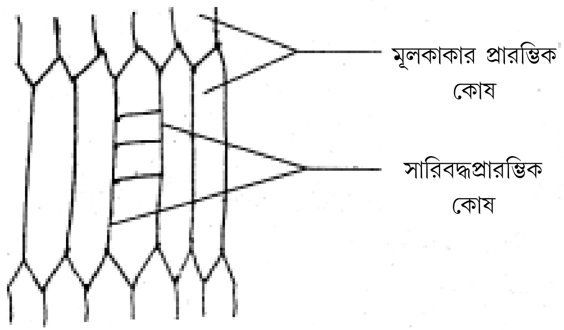
চিত্র নং- 8.1 : কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ (অন্তঃস্টেলি) গুচ্ছিত বা ফ্যাসিকুলার ও আন্তঃগুচ্ছ বা ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম-এর অবস্থান দেখানো হচ্ছে।


বহিঃত্বক
ফেলেম বা কর্ক
ফেলোজেন বা
কর্ক ক্যামবিয়াম
ফেলোডার্ম বা গৌণ
বহিঃত্বক
পেরিডার্ম
বহিঃস্তর

চিত্র নং- 8.2 : কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ (বহিঃস্টেলিয়) কর্ক ক্যাম্বিয়াম বা ফেলোজেন-এর অবস্থান।


রশ্মি প্রারম্ভিক
কোষ
মূলকাকার
প্রারম্ভিক
কোষ
(a)
(b)

চিত্র নং- 8.3 : ক্যাম্বিয়ামের স্পর্শীয়ছেদ। (a) স্তরবিন্যস্ত ও (b) অস্তস্তরবিন্যস্ত ক্যাম্বিয়াম



চিত্র নং 8.4 : একটি মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ প্রস্থ বরাবর বিভাজনের মাধ্যমে এক সারি রশ্মি প্রারম্ভিক কোষে পরিণত হতে পারে। এগুলি পরে রশ্মি কোষে রূপান্তরিত হয়।

8.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1A. নীচের বাক্যগুলিতে 'সত্যি'/'মিথ্যা' উল্লেখ করুন ঃ

(a) মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষগুলি লম্বাকৃতি এবং ক্রমসুক্ষ্ম হয়।

(b) আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম প্রাথমিক ভাজক কলা।

(c) ফেলোজেন গৌণ ভাজক কলা।

(d) কর্ক ক্যাম্বিয়াম গৌণ জাইলেম ও ফ্লোয়েম গঠন করে।

(e) ফেলোজেনের উৎপত্তি হয় একই প্রকার প্রারম্ভিক কোষ থেকে।

2B. বন্ধনীর মধ্যে দেওয়া সঠিক শব্দ নির্বাচন করে শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

(পার্শ্বস্থ, প্রাথমিক, কেন্দ্রাতিগ, গুচ্ছিত, পরিধি, দুই, কেন্দ্রাভিগ, আন্তঃগুচ্ছ)

নালিকা বাণ্ডিলের মধ্যবর্তী ক্যাম্বিয়ামকে —— ক্যাম্বিয়াম আখ্যা দেওয়া হয়। এই ক্যাম্বিয়াম—— ভাজক কলা অবস্থান অনুসারে এবং —— ভাজককলা উৎপত্তি অনুসারে। এই ক্যাম্বিয়াম—— প্রকারের প্রারম্ভিক কোষ দিয়ে তৈরি। ক্যাম্বিয়াম —— ভাবে গৌণ জাইলেম, এবং —— ভাবে গৌণ ফ্লোয়েম গঠন করে, মূলত উদ্ভিদ কাণ্ডের —— বৃদ্ধি ঘটায়।

3C. দুইটি বা তিনটি বাক্যে সংক্ষিপ্ত উত্তর লিখুন ঃ

(a) স্তরীভূত এবং অস্তরীভূত ক্যাম্বিয়ামের পার্থক্য কী?

(b) মূলকাকার ও রশ্মি কোষের পার্থক্য কী?

(c) গুচ্ছিত ও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়ামের প্রভেদগুলি উল্লেখ করুন।

(d) গুচ্ছিত ও কর্ক ক্যাম্বিয়ামের মূল পার্থক্যগুলি কী?

(e) ক্যাম্বিয়ামের গুরুত্ব উল্লেখ করুন।

8.8 উত্তরমালা

অনুশীলনী:

1. ভাজক, গুচ্ছিত (fascicular), দুই, মূলকাকার, রশ্মি, ফেলোজেন।
2. (i) b, (ii) c, (iii) a, (iv) e, (v) g, (vi) h, (vii) f, (viii) d.
3. a মিথ্যা, b মিথ্যা, c সত্যি, d মিথ্যা।
4. ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম, সকল অর্থেই, এক গৌণ ভাজক কলা। তার কারণ, এটির উৎপত্তি হয় পরিস্ফুট (differentiated) কোষ থেকে এবং সৃষ্টি করে এমন কলা যা গৌণ উদ্ভিদ দেহের অংশ বিশেষ। অবস্থান অনুসারে ফেলোজেন একটি পার্শ্বীয় ভাজক কলা। কারণ এটির কোষের পৃষ্ঠ সমান্তরাল (periclinal) বিভাজনের মাধ্যমে উদ্ভিদের অক্ষ স্ফীত হয়, ঠিক ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের মতো।

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী:

1A. (a) সত্যি, (b) মিথ্যা, (c) সত্যি, (d) মিথ্যা (e) সত্যি।

2B. গুচ্ছিত, পার্শ্বস্থ, প্রাথমিক, দুই, কেন্দ্রাভিগ, কেন্দ্রাতিগ, পরিধি।

3C. (a) স্তরীভূত ক্যাম্বিয়ামে মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ অনুভূমিক স্তরে বিন্যস্ত থাকে ও কোষের প্রান্তদেশগুলি সমান থাকে। কিন্তু অস্তরীভূত ক্যাম্বিয়ামে তা হয় না এবং কোষের প্রান্তদেশ একে অপরকে আংশিকভাবে অধিক্রমণ করে।

(b) মূলকাকার কোষ অপেক্ষাকৃত অনেক লম্বা এবং ক্রমসূক্ষ্ম। রশ্মি কোষ অনেক ছোট ও প্রায় সমব্যাসীয়। মূলকাকার কোষ অক্ষীয় ধারা গঠন করে কিন্তু রশ্মি কোষ অরীয় ধারা গঠন করে।

(c) গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম প্রাথমিক ও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম গৌণ ভাজক কলা বলা হয়ে থাকে। (যদিও উৎপত্তি ‘প্রাথমিক’ না ‘গৌণ’, এই প্রভেদ করা মুশকিল)। গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম অবশ্য নালিকা বাণ্ডিলের অন্তর্গত যদিও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম মজ্জাংশুতে অবস্থিত।

(d) গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম গৌণ জাইলেম ও ফ্লোয়েম গঠন করে আন্তঃস্টেলিয় গৌণ বৃদ্ধি ঘটায়; এরা দুই প্রকার প্রারম্ভিক কোষ থেকে সৃষ্ট এবং নালিকা বাণ্ডিলের মধ্যে অবস্থান করে। কর্ক ক্যাম্বিয়াম কর্ক প্রভৃতি (পেরিডার্ম) সৃষ্টি করে, বহিঃস্টেলিয় গৌণ বৃদ্ধি ঘটায় এবং শুধু একপ্রকার প্রারম্ভিক কোষ থেকে উৎপত্তি লাভ করে। উদ্ভিদের সংবাহী কলার বাইরে এরা সৃষ্টি হয়।

(e) ক্যাম্বিয়ামের গুরুত্ব হলো মুখ্যত কাণ্ড ও মূলের ব্যাস বৃদ্ধির মাধ্যমে অঙ্গগুলি স্ফিত করা, ক্ষতস্থান আবরিত করা এবং অতিরিক্ত জল অপচয় রোধ করা।

একক 9 ❑ উদ্ভিদ কাণ্ডের গৌণ বৃদ্ধি (Secondary Growth of Stems of Plant)

গঠন

9.0 উদ্দেশ্য

9.1 প্রস্তাবনা

9.2 সংজ্ঞা

9.3 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ কাণ্ডের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

  9.3.1 অন্তঃস্টিলীয় গৌণ বৃদ্ধি

    9.3.1.1 ক্যাম্বিয়াম বলয়

    9.3.1.2 গৌণ কলা সমষ্টি

    9.3.1.3 বর্ষ বলয়

    9.3.1.4 সার কাষ্ঠ ও অসার কাষ্ঠ

  9.3.2 বহিঃস্টিলীয় গৌণ বৃদ্ধি

  9.3.3 বল্কল

  9.3.4 বাণিজ্যিক কর্ক

  9.3.5 ক্ষতস্থানিক কর্ক

  9.3.6 পলিডার্ম

  9.3.7 বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল

9.4 সারাংশ

9.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

9.6 উত্তরমালা

9.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে যে কাজগুলি সম্বন্ধে ধারণা করতে পারা যাবে। সেগুলি হলো—

- কাণ্ডের গৌণ বৃদ্ধি প্রক্রিয়াটি বিবৃত করতে পারবেন ;
- বৃক্ষে কেমন করে বল্কল বা ছাল ও কর্ক তৈরি হয় তা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

9.1 প্রস্তাবনা

দ্বিতীয় এককে জানা গেছে যে উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ গঠন করে প্রাথমিক ভাজক কলা। এই ভাজক কলা থেকে সৃষ্ট প্রাথমিক স্থায়ী কলা উদ্ভিদের দৈর্ঘ্য ও কিছুটা স্ফীতির জন্য মূলত দায়ী। কিন্তু আমাদের চারপাশের সব বিশাল বৃক্ষরাশি কেবলমাত্র প্রাথমিক কলার দ্বারা সৃষ্টি হয়, একথা কল্পনা করতে একটু অসুবিধা হয় না কি? ঝড়-ঝঞ্ঝা, পরিবেশের ঘাত-প্রতিঘাত, রোগ-অনুজীবের আক্রমণ থেকে নিজেদের রক্ষা করতে প্রাথমিক কলার অনেকটাই ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। নতুনভাবে কলার সৃষ্টি না হলে ক্ষয়প্রাপ্ত অংশের ক্ষতিপূরণ কেমন করে সম্ভব? অতএব, স্থায়ী কলার মধ্যে নতুন কলাসৃষ্টির ব্যবস্থা থাকা অত্যন্ত জরুরী। স্বাভাবিক ভাবেই, কেবল ভাজক কলা এই নতুন কলা প্রস্তুত করতে পারে। অতএব, প্রয়োজন ক্যাম্বিয়ামের—সংবাহী ক্যাম্বিয়াম এবং ফেলোজেনের। এই পার্শ্বীয় ক্যাম্বিয়াম কলাগুলি উদ্ভিদের গৌণ বৃদ্ধি সম্পন্ন করে। যার ফলে প্রাথমিক উদ্ভিদ দেহের পরিধি ও স্থূলত্ব বৃদ্ধি পায়। একটি উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ডের অগ্রভাগ, ফুল ও ফল মূলত প্রাথমিক কলার দ্বারা গঠিত। প্রধানত দ্বিবীজপত্রী ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ডের অন্যান্য অংশে, গৌণ কলার বলয় থাকে। অতএব, একটি পরিণত কাষ্ঠল উদ্ভিদ প্রাথমিক ও গৌণ কলার (প্রধানত কাষ্ঠ বা গৌণ জাইলেম এবং বল্কল) সৃষ্টির মাধ্যমে সংবাহী কলা পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। কাষ্ঠল উদ্ভিদকূল অনেক বেশি পাতা ও মূল ধারন করতে সক্ষম হয় ; একই সঙ্গে বাড়ে উদ্ভিদের সালোকসংশ্লেষী ক্ষমতা (photosynthetic capacity)। ফলে, উদ্ভিদের বার্ষিক বীজ উৎপাদন এবং রোগ প্রতিরোধকারী রাসায়নিক পদার্থের (defensive chemicals) উৎপাদনের মাত্রা অনেকাংশে বাড়ে।

গৌণ বৃদ্ধির ফলে উদ্ভিদকে অনেক অসুবিধার মধ্যেও পড়তে হয়। বহু বছর বাঁচার অর্থ মানে বহুদিন ধরে রোগসৃষ্টিকারী জীবাণু, ছত্রাক, কীট, পতঙ্গ ইত্যাদির সঙ্গে লড়াই করতে হয়। যুঝতে হয় পারিপার্শ্বিক নানান্ ঘাত-প্রতিঘাত (envionmental stress)। গৌণ বৃদ্ধির জন্য ব্যায় করতে হবে অনেক শক্তি (energy) যা অনায়াসেই নিয়োজিত করা যেত বংশবৃদ্ধির জন্য/বস্তুতপক্ষে, কয়েকটি বছর অতিক্রান্ত না হলে কাষ্ঠল উদ্ভিদে কোনওপ্রকার বংশবৃদ্ধির লক্ষণও দেখা যায় না। এবং কাষ্ঠ যে শক্তি-সমৃদ্ধ তা বোঝা যায় যখন দেখি অতি সহজেই এগুলি দাহ করা যায়।

পৃথিবীতে সংবহনকারী উদ্ভিদের প্রায় 42 কোটি বছরের ইতিহাসে, গৌণ বৃদ্ধির উৎপত্তি ঘটেছে মাত্র তিনবার। ইতিমধ্যে এর বির্বতনের দুটি শাখা বিলুপ্ত হয়েছে। প্রাচীন কাষ্ঠল উদ্ভিদের একটিমাত্র গোষ্ঠী থেকেই বর্তমানের সকল কাষ্ঠল বৃক্ষ এবং গুল্মের উদ্ভব হয়েছে, প্রায় 37 কোটি বছর পূর্বে। বিবর্তনের নিরিখে এই গোষ্ঠীটি খুবই সফল, কারণ বহু প্রজাতিতে বিভক্ত হয়ে এই ব্যক্তবীজী এবং গুপ্তবীজী কাষ্ঠল উদ্ভিদগুলি আজ পৃথিবীর প্রায় সর্বত্র ছড়িয়ে পড়েছে। গুপ্তবীজী বা সপুষ্পক উদ্ভিদে বীরুৎ চরিত্রটি (herbaceousness) অপেক্ষাকৃত নবীন। প্রাচীন সপুষ্পক উদ্ভিসমূহ অধিকাংশই কাষ্ঠল এবং বহুবর্ষজীবী। বর্তমান যুগে, প্রকৃত গৌণ বৃদ্ধি দেখা যায় ব্যপ্তবীজী এবং বহু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে। একবীজপত্রী কিংবা ফার্ন (fern) জাতীয় উদ্ভিদে তা অনুপস্থিত। এই এককটিতে আমরা উদ্ভিদের কাণ্ড ও মূলের গৌণ বৃদ্ধি আলোচনা করব।

9.2 সংজ্ঞা

গৌণ বৃদ্ধি হলো কাণ্ড ও মূলের পরিধির বৃদ্ধি যা পার্শ্বীয় ভাজক কলা, যথা গুচ্ছিত, আন্তঃগুচ্ছ ও কর্ক ক্যাম্বিয়াম দিয়ে তৈরি গৌণ কলার মাধ্যমে হয়। প্রাথমিক বৃদ্ধির শেষ পর্বে কিংবা বন্ধ হওয়ার পর গৌণ বৃদ্ধি শুরু হয়।

সারণী 9.1 গৌণ জাইলেমের (উড বা কাষ্ঠে) বিভিন্ন প্রকারের কোষ (cell type)

	ব্যাক্তবীজী উদ্ভিদ	**দ্বিবীজপত্রী***
অক্ষীয় বিন্যাস (Axial System)		
ট্র্যাকাইড	আছে	আছে
ট্র্যাকিয়া	নেই (৩টি গোষ্ঠী ব্যাতিরেকে)	আছে
তন্তু	খুব দুর্লভ	আছে
প্যারেনকাইমা	খুব দুর্লভ	আছে
অরীয় বিন্যাস (Radial System)		
রশ্মি প্যারেনকাইমা	আছে	আছে
রশ্মি ট্র্যাকাইড	আছে	নেই

* দ্বিবীজপত্রী দারু বা কাষ্ঠে অনেক তারতম্য দেখা যায়; কিছু প্রজাতিতে কয়েক প্রকার কোষ দেখা যায় না, অন্য কয়েকটিতে সকল প্রকারই থাকে/তাদের অপেক্ষিক পরিমাণেও অনেক তারতম্য থাকে।

9.3 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ কাণ্ডের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Secondary growth of typical dicotyledonous stem)

ভাসকুলার ক্যাম্বিয়াম এবং ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতার মাধ্যমে দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে যে গৌণ বৃদ্ধি সম্পন্ন হয়, তা একক 7-এ জানা গেছে। ভাসকুলার ক্যাম্বিয়ামের দুই প্রকারের প্রারম্ভিক কোষ—মূলকাকার এবং রশ্মি—সম্বন্ধেও জানা হয়েছে। বস্তুতপক্ষে, মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ সৃষ্টি করে উদ্ভিদের অক্ষীয় বা উলম্ব কোষ সমূহ (axial or vertical system)। এবং রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ সৃষ্টি করে অনুভূমিক কোষ সমূহ (horizontal system) কোন্ প্রকারের কোষ দ্বারা এই দুই রকমের কোষ বিন্যাস গঠিত, তা সারণী 9.1-দেখানো হয়েছে।

অক্ষীয় বিন্যাসের অন্তর্গত ট্র্যাকাইড, ট্র্যাকিয়া উদ্ভিদের প্রয়োজনীয় জল ও দ্রবীভূত খনিজ পদার্থ নীচ থেকে উপর অবধি সংবহন করে। দ্বিবীজপত্রীর বহু প্রজাতির মধ্যে থাকে তন্তু যা দারু বা কাষ্ঠটিকে যান্ত্রিক শক্তি জোগায়। এই ধরনের তন্তুও অক্ষীয় বিন্যাসের অন্তর্গত। নির্মাণ কার্যে এই প্রকারের কাষ্ঠ বহুল ব্যবহৃত। হার্ড-উড (hard wood) নামে এদের চিহ্নিত করা হয়। এখন, সকল প্রকার দ্বিবীজপত্রীর কাষ্ঠকে হার্ডউড আখ্যা দেওয়া হয়, সেখানে যদি তন্তু না থাকে, এমনকি তা যদি খুব হাল্কাও হয় [যেমন বালসা কাঠ (balsa wood)]। সরলবর্গীও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ প্রভৃতিতে তন্তু প্রায় থাকেই না। এদের কাঠ হয় অপেক্ষাকৃত নরম প্রকৃতির। এদের বলা হয় সফ্‌টউড (soft wood)। যদিও কোনো হার্ড উডের তুলনায় এরা শক্ত। অক্ষীয় জাইলেম প্যারেনকাইমা লম্বা সারিতে থাকে। মেঘলা বা আর্দ্র আবহাওয়ায় বা রাত্রে, যখন উদ্ভিদ জল ত্যাগ করে না, তখন উদ্বৃত্ত জল এই জাইলেম প্যারেনকাইমাতে সঞ্চিত থাকে। (সরলবর্গীয় উদ্ভিদে অক্ষীয় প্যারেনকাইমা খুব কম বা অনুপস্থিত। ফলে এরা জল সঞ্চয় করতে অক্ষম। তাই এদের শক্ত, মোম-যুক্ত (waxy) পাতা প্রাকৃতিক নির্বাচনে সুবিধা পেয়েছে। যা জল অপচয় বন্ধ রাখে)

অনুভূমিক কোষসমুহ অপেক্ষাকৃত সরল। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে প্রধানত রশ্মি *প্যারেনকাইমা* থাকে যা এক, দুই বা অধিক সারীতে বিন্যস্ত থাকে। এরা উদ্ভিদে শর্করা এবং বিভিন্ন প্রকারের পুষ্টিখাদ্য সঞ্চয় করে। এমনকি, অরীয়ভাবে সংবহন পর্যন্ত করে।

বিভিন্ন প্রকারের অক্ষীয় প্যারেনকাইমা, রশ্মি প্যারেনকাইমা ও তাদের মধ্যবর্তী কোষ প্রাচীরের বৈশিষ্ট্য এবং আনুষঙ্গিক ক্রিয়া পরে একক 9.4.1.2-তে আলোচনা করা হলো।

ক্যাম্বিয়াম স্বাভাবিক অবস্থায় কাণ্ডের বা মূলের ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেম এবং অপেক্ষাকৃত অল্প পরিমানে বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে। এই গৌণ বৃদ্ধির ফলে অঙ্গ স্ফিত হয়। গৌণ জাইলেম কলা বৃদ্ধির ফলে, প্রাথমিক জাইলেমকে মজ্জার কাছে সরিয়ে দেয়। অনুরূপভাবে, গৌণ ফ্লোয়েম বৃদ্ধির ফলে প্রাথমিক ফ্লোয়েম পরিধির দিকে সরে আসে। এমতাবস্থায়, অনেকসময় তাদের দেখাই যায় না বা চিহ্নিতকরণ করা যায় না।

9.3.1 অন্তঃস্টিলীয় গৌণ বৃদ্ধি (Intrastelar secondary growth)

অন্তঃস্টিলীয় গৌণ বৃদ্ধি গুচ্ছিত ও আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতায় ঘটে থাকে। একটি আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ কাণ্ডে নালিকা বাণ্ডিলগুলি বলয়াকারে থাকে এবং মজ্জাংশুগুলি অপ্রশস্ত হয়।

9.3.1.1 ক্যাম্বিয়াম বলয় : নালিকা বাণ্ডিলের অন্তর্গত গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম এবং মজ্জাংশু থেকে উৎপন্ন আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম-এর ফালিগুলি একই রেখায় মিলে একটি বলয় সৃষ্টি করে থাকে, যাকে **ক্যাম্বিয়াম বলয়** (cambium ring) বলে। ক্যাম্বিয়াম বলয় ক্রিয়াশীল হয়ে গৌণ কলা সৃষ্টি করে (চিত্র 9.1)।

9.3.1.2 গৌণ কলা সমষ্টি (চিত্র 9.1 ও সারণী 9.2(a))

ইতিমধ্যে উদ্ভিদ দেহে গৌণ কলা সমষ্টি সম্বন্ধে একটি ধারণা করা গিয়েছে।

জানা গেছে ক্যাম্বিয়াম বলয় সাধারণত বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম এবং ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেম তৈরি করে। গৌণ জাইলেম সোপানাকার ও কুপাঙ্কিত ট্র্যাকিয়া, ট্র্যাকাইড, অরীয় সারিতে বিন্যস্ত অসংখ্য মজ্জারশ্মি এবং কিছু জাইলেম বা কাষ্ঠ প্যারেনকাইমার সমন্বয়ে গঠিত। গৌণ ফ্লোয়েম সীভনল, সঙ্গী কোষ, প্যারেনকাইমা ও বাষ্ট (bast) বা ফ্লোয়েম তন্তুর সমন্বয়ে গঠিত। গৌণ জাইলেম কলা গৌণ ফ্লোয়েমের অপেক্ষা অধিকতর পরিমাণে তৈরি হয়, বস্তুতপক্ষে, উদ্ভিদের ব্যাস বা পরিধি বৃদ্ধির প্রধান অবলম্বন হলো গৌণ জাইলেম।

> পাট, শন, রেমী, ফ্লক্সএর মতো উদ্ভিজ তন্তুগুলি প্রকৃতপক্ষে গৌণ ফ্লোয়েমতন্তু।

গৌণ বৃদ্ধিকালে, গৌণ জাইলেমের নিরন্তর ও ধারাবাহিক সৃষ্টির ফলে উদ্ভিদ সংবাহী স্তম্ভকের অভ্যন্তরে এক প্রবল কেন্দ্রাপসারী চাপের সৃষ্টি হয়। ফলত প্রাথমিক কলা অনেকাংশে বিনষ্ট হয়। অবশ্য কেন্দ্রের দিকে ধাবিত প্রাথমিক জাইলেম অধিকাংশ ক্ষেত্রে, প্রায় অক্ষত থাকে। প্রাথমিক মজ্জাংশু গৌণ কলায় পরিবৃত হয়। গৌণ রশ্মি প্যারেনকাইমা কোষগুলি সরু সরু পাটির মতো অঞ্চল সৃষ্টি করে, যাকে গৌণ মজ্জাংশু বলা হয়। স্থূলত্বে, গৌণ মজ্জাংশু এক, দুই বা অধিক স্তর বিশিষ্ট এবং উচ্চতায় বহুস্তর বিশিষ্ট হতে দেখা যায়।

এবার উল্লেখযোগ্য গৌণ কলা সমষ্টির গঠন ও বিন্যাস নিয়ে এক এক করে, একটি বিস্তারিতভাবে আলোচনা প্রয়োজন। কেননা, বনবিজ্ঞান (forestry), দারু কাষ্ঠের সনাক্তকরণ ও তার প্রভূত অর্থনৈতিক গুরুত্ব একটু বিস্তারিত আলোচনার দাবি রাখে।

গৌণ জাইলেম বা উড (wood) প্যারেনকাইমা :

(a) উড প্যারেনকাইমা দুই প্রকারের—যথা, অক্ষীয় এবং রশ্মি প্যারেনকাইমা/এই কোষ লম্বা, মূলকাকার বা খর্বাকৃতি হয়। রশ্মি প্যারেনকাইমার আকৃতি দুই প্রকার উলম্ব বা খাড়া **(ঋজু কোষ** বা

upright cells) কিংবা অরীয়ভাবে শায়িত থাকে **(শয়ান কোষ** বা **procumbent cells**)। শুধু একপ্রকার রশ্মি (অর্থাৎ ঋজু বা শয়ান) **প্যারেনকাইমা** থাকলে তাদের বলা হয় সমসত্ত্ব রশ্মি *(homogeneous)* উভয়ই থাকলে বলা হয় **বিষমসত্ত্ব রশ্মি, (heterogenous)**।

উড প্যারেনকাইমার কোষগুলি সজীব এবং সঞ্চয় করে শ্বেতসার ও স্নেহপদার্থ। ট্যানিন, কেলাস, সিলিকা বডি, প্রভৃতি প্রায়শই দেখা যায়। বিজ্ঞানী (Czaninski (1977) উড প্যারেনকাইমা কোষের ক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য দেখেছেন—এক, সঞ্চয়ী প্যারেনকাইমা (storage parenchyma), এবং দুই, বিশেষ নালিকা সন্নিহিত বা সংযোগকারী কোষ (specialised vessel associated or contact cells)। প্রথমে উল্লেখিত কোষগুলি যে খাদ্য, কেলাস প্রভৃতি সঞ্চয় করে তা বলা বাহুল্য। দ্বিতীয় প্রকারের কোষ স্বল্প দূরত্বে জল ও খাদ্য পরিবহন করে। এদের এবং পার্শ্ববর্তী নালিকার (vessels) মধ্যে বহু কূপ (pits) লক্ষ্য করা যায়। ঋজু রশ্মি প্যারেনকাইমা যদি অক্ষীয় প্যারেনকাইমার সান্নিধ্যে থাকে, তা হলে এই দুই প্রকার কোষের মধ্যে প্লাজমোডেসমাটার যোগসূত্র দেখা যায়। বসন্ত ঋতুর প্রাক্কালে কিছু বৃক্ষ, যখন তাদের একমাত্র ভরসা, সঞ্চিত খাদ্যের ওপর ভাগ বসায়, তখন ঋজু কোষের অভ্যন্তরে শ্বেতসার বিশ্লেষিত হয়ে অক্ষীয় ট্র্যাকিয়ারি (tracheary) কোষের দিকে ধাবিত হয়। অতঃপর, তা সংবাহিত হয় উন্মোচনকারী মুকুল, পাতা এবং ফুলের দিকে। প্রথমাবস্থায়, শয়ান প্যারেনকাইমার শ্বেতসার অবশ্য অপরিবর্তিত থাকে। যদিও পরে তা বিশ্লেষিত হয়ে, সম্ভবত ঋজু কোষের মাধ্যমে অক্ষীয় সংবহনকারী কোষে পরিবাহিত হয়।

অক্ষীয় প্যারেনকাইমার বিন্যাস মূলত দুই প্রকার যথা অ্যাপোট্র্যাকিয়াল (apotracheal) এবং প্যারাট্র্যাকিয়াল (paratracheal)।

❑ **অ্যাপোট্র্যাকিয়াল :** এখানে প্যারেনকাইমার অবস্থান নালিকা বা ভেসেল থেকে সম্পূর্ণ স্বতন্ত্র, অর্থাৎ নালিকা থেকে দূরে অবস্থান করে (যদিও, কখনও কখনও তারা পরস্পরের সংস্পর্শে এসে যায়)।

❑ **প্যারাট্র্যাকিয়াল :** এখানে প্যারেনকাইমা এবং নালিকা বা ভেসেল পরস্পর নিকট সান্নিধ্যে অবস্থান করে।

উভয় ধরনের প্যারেনকাইমার কিছু প্রকারভেদ লক্ষ্য করা যায়। যেমন, অ্যাপোট্র্যাকিয়াল প্যারেনকাইমাকে কখনও বিসারী বা ডিফিউজ (diffuse) বলা হয়—যখন তাদের বিস্তার সমগ্র বৃদ্ধি বলয় জুড়ে (উদাহরণ *Malus, Quercus, Diospyros* ইত্যাদি)। এই প্রকার অক্ষীয় প্যারেনকাইমার বিন্যাসকে **মেটাট্র্যাকিয়াল** (metatracheal) নামেও চিহ্নিত করা হয়। এদের বলা হয় ব্যানডেড (banded)—যখন সারিবদ্ধভাবে অবস্থান করে এবং প্রান্তীয় (marginal)—যখন প্যারেনকাইমাগুলি ঋতু বৃদ্ধির (seasonal increment) প্রথমভাবে **(প্রারম্ভিক বা** initial প্যারেনকাইমা) বা শেষভাগে (অন্তিম বা terminal প্যারেনকাইমা) সীমাবদ্ধ থাকে।

অপরপক্ষে, প্যারাট্র্যাকিয়াল প্যারেনকাইমাকে কখনও আখ্যা দেওয়া হয় ক্ষুদ্র বা স্ক্যান্টি (scanty)। নালিকাকেন্দ্রিক বা **ভ্যাসিসেন্ট্রিক** (vasicentric)—যখন তারা নালিকা বেষ্টন করে থাকে, **অ্যালিফর্ম** (aliform) —যখন নালিকাকেন্দ্রিক প্যারেনকাইমা কোষগুলি দুই প্রান্তে ডানার মতো স্পর্শকভাবে বিস্তৃত থাকে; এবং **সমবেত** বা **কনফ্লুয়েন্ট** (confluent)—যখন অ্যালিফর্ম প্যারেনকাইমা কোষগুলি মিলিত হয়ে অসম,স্পর্শক বা কর্ন রূপে ফালি বা ব্যাণ্ড (band) সৃষ্টি করে।

অক্ষীয় প্যারেনকাইমার বিন্যাসের জাতিজনীয় ক্রম (phylogenetic sequence) অনুসারে, বিসারী বা ডিফিউজ (Diffuse) প্যারেনকাইমা থেকে অপর প্রকার অ্যাপোট্র্যাকিয়াল বা প্যারাট্র্যাকিয়াল প্যারেনকাইমার সৃষ্টি হয়েছে বলে মনে করা হয়।

(b) **রশ্মি কোষ :** এক বা একাধিক সারীতে বিন্যস্ত সমসত্ত্ব বা বিষমসত্ত্ব রশ্মি কোষের কথা উডপ্যারেনকাইমার সঙ্গে পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে, (দ্রঃ 9.3.1.2a)। কারণ, দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে রশ্মি কোষ একমাত্র প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।

জাইলেমকলার বিবর্তন কালে অপসৃতির (divergence) মাধ্যামে রশ্মি কোষের নানান্ তারতম্য সৃষ্টি হয়। প্রাচীন জাইলেম কলায় দুই প্রকারের রশ্মি কোষ দেখা যায় উঁচু, ঋজু একসারীবদ্ধ রশ্মি কোষ বা বিষমসত্ত্ব বহুসারীবদ্ধ রশ্মি কোষ। একসারীবদ্ধ রশ্মি কোষের উচ্চতা ও সংখ্যা ক্রমশ হ্রাস পায় এবং বহুসারীবদ্ধ রশ্মি কোষের আকৃতি ও সংখ্যা বিবর্তনের সঙ্গে হয় বৃদ্ধি কিংবা হ্রাস পায়। কোনও এক প্রকারের রশ্মি কোষ কিংবা উভয়ই বিবর্তনের কয়েকটি শাখায় সম্পূর্ণভাবে বিলোপ হয়ে যায়।

ফলে, উন্নত বা স্পেশালাইজড (specialized) রশ্মির গঠন প্রায়শই বড়। বহুসারীবদ্ধ এবং ছোট একসারীবদ্ধ রশ্মি কোষ সমন্বিত হয় (উদাহরণ : *Quercus Sp.*)। কিংবা শুধু একপ্রকার রশ্মি কোষ —এক বা বহুসারীবদ্ধ অবস্থায় থাকে। অথবা, রশ্মি কোষ সম্পূর্ণ অনুপস্থিত থাকতেও পারে। বিবর্তনের ধারায় বিষমসত্ত্ব থেকে সমসত্ত্ব কোষের উৎপত্তিও লক্ষ্য করা যায়।

মজার ব্যাপার হলো একই উদ্ভিদে পূর্বে সৃষ্ট জাইলেমের তুলনায় পরবর্তীকালে সৃষ্ট জাইলেম কলায় রশ্মির গঠন অধিকতর উন্নত। এই ‘মজার’ মধ্যেই নিহিত রয়েছে জীববিদ্যার এক শাশ্বত বাণী, যা নিশ্চয় শুনেছেন : Ontogeny recapitulates phylogeny। অর্থাৎ ব্যক্তিজনীর বিকাশ জাতিজনীর বিকাশ বা উন্মোচন স্মরণ করিয়ে দেয় বা ইঙ্গিত বহন করে।

(c) নালিকা বা ভেসেল (vessel) : দ্বিবীজপত্রীর কাষ্ঠে প্রধানত দুই প্রকারের নালিকা বা ভেসেল (vessel) বিন্যাস পরিলক্ষিত হয় : **সছিদ্র বিসারী** (diffuse porous) ও **সছিদ্র বলয়াকার** (ring porous)। যখন নালিকাসমূহের ব্যাস প্রায় সমান এবং তা বৃদ্ধি বলয় জুড়ে বিস্তৃত থাকে তখন তাকে সছিদ্র বিসারী বলে। উদাহরণ ঃ *Eucalyptus, Acer, Betula, Liriodendron, Acacia Cyanophylla, Olea* *europaea* প্রভৃতি। যখন নালিকাসমূহের ব্যাস হয় বিভিন্ন রকমের হয় তখন তাকে বলে **সছিদ্র বলয়াকার** (ring porous)। প্রথম সৃষ্ঠ কাষ্ঠের (early wood) নালিকাগুলি বড় হয় এবং তা বলয়াকারে বিন্যস্ত থাকে সেই তুলনায় বৃদ্ধির শেষে সৃষ্ঠ কাষ্ঠের (late wood) নালিকাগুলির ব্যাস খুবই ছোট হয়। উদাহরণ—*Fraxinus, Robinia, Castanea, Quercus Suber, Pistacia atlanctica* প্রভৃতি উত্তর গোলার্ধের কয়েকটি উদ্ভিদ প্রজাতির মধ্যে আমরা দেখতে পাই।

আরও জানা গেছে যে সছিদ্র বিসারী কাষ্ঠের নালিকা অপেক্ষাকৃত খর্বাকার। বৃদ্ধির হার শ্লথ এবং এর মধ্য দিয়ে জলের সংবহন হার অপেক্ষাকৃত মন্থর। তুলনায় সছিদ্র বলয়াকার কাষ্ঠের নালিকা লম্বা হয়, বসন্ত কাষ্ঠের নালিকাগুলি হঠাৎ দ্রুত বাড়তে থাকে এবং শুধু বাইরের বলয়ের নালিকার মাধ্যমে খুব দ্রুত জল সংবহন করে।

সছিদ্র বিসারী কাষ্ঠ বিবর্তনের নিরিখে প্রাচীন এবং সছিদ্র বলয়াকার কাষ্ঠ উন্নত মনে করা হয়।

শীতকালের ঠাণ্ডা ক্রমশ প্রবল হলে, কিংবা পরপর খুব শুষ্ক এবং খুব বর্ষণসিক্ত ঋতুর প্রভাবে, অর্থাৎ ঋতুর ফারাক খুব প্রকট হয়ে পড়লে ক্রান্তীয় উদ্ভিদের মধ্যে বলয় রন্ধ্রীয় (ring porosity) চরিত্রের উদ্ভব হয়। অবশ্য সছিদ্র বিসারী এবং সছিদ্র বলয়াকার কাষ্ঠের মধ্যবর্তী বহু প্রকরণ প্রায়শই দেখা যায়। বস্তুতপক্ষে আবহাওয়া, জলবায়ু, উদ্ভিদের বয়স প্রভৃতি নালিকা বিন্যাসের ওপর প্রভাব ফেলে।

(d) তন্তু : কাষ্ঠের তন্তু শ্বেতসার সঞ্চয় করে। তন্তুসমূহে প্রোটোপ্লাস্ট রয়ে গেলে সেটি এক উন্নত চরিত্র হিসাবে বিবেচিত হয়। সাধারণত এদের কোষ প্রাচীর পুরু এবং সপাড় কূপগুলি বিয়োজিত হয়।

গৌণ জাইলেমে প্রধানত দুই প্রকার তন্তু দেখা যায়— **তন্তু ট্র্যাকাইড** (fibre tracheids) এবং **লিব্রিফর্ম তন্তু** (libriform fibres)।

❑ **তন্তু ট্র্যাকাইড :** সপাড় কূপ যুক্ত, কূপের প্রান্ত বা পাড় (borders) অপরিণত।

❑ **লিব্রিফর্ম তন্তু :** ফ্লোয়েম তন্তু সদৃশ, সরল কূপযুক্ত এবং এই তন্তুগুলি জাইলেমের একটি গুরুত্বপূর্ণ ভারবহনকারী উপাদান।

উপরোক্ত দুই প্রকার গৌণ জাইলেম তন্তুর অভ্যন্তরে প্রস্তপ্রাচীর বা সেপটা (septa, একবচন-septum) সৃষ্টি হতে পারে। তাদের বলা হয় **ব্যবহৃত তন্তু**।

❑ সেপটেট ফাইবারস (septate fibres) এগুলি আবার দুই প্রকারের হয়। এদের বিন্যাস অক্ষীয় প্যারেনকাইমার মতো। বস্তুতপক্ষে, উদ্ভিদে প্রচুর ব্যবহৃত বা সেপটেট ফাইবারস থাকলে, অক্ষীয় প্যারেনকাইমার পরিমান হ্রাস পেতে দেখা গেছে।

❑ ভ্যাসিসেন্ট্রিক (vacicentic) বা নালিকা কেন্দ্রিক ট্র্যাকাইড— অনিয়তাকার, যা নালিকা বা ভেসেলের

(ট্র্যাকিয়া) ঘনসন্নিবিষ্ট অবস্থায় থাকে, যেমন— **ইউক্যালিপটাস** *(Eucalyptus)* কাণ্ডে। অবশ্য, নালিকাকেন্দ্রিক ট্র্যাকাইডগুলি কোনো পৃথক উলম্ব ধারা (vertical system) সৃষ্টি করে না।

গৌণ উদ্ভিদ কলার নালিকা গহ্বরে একপ্রকার উপবৃদ্ধি দেখা যায়, যাকে **টাইলোসিস** (tylosis) বলা হয়। বহু উদ্ভিদে, অক্ষীয় ও রশ্মি প্যারেনকাইমা কোষের এই উপবৃদ্ধিগুলি কূপগুলির মাধ্যমে নালিকা বা ভেসেল-এর মধ্যে অনুপ্রবেশ করে, বিশেষ করে যখন নালিকাগুলি নিষ্ক্রিয় হয়ে যায় বা আঘাতপ্রাপ্ত হয়। প্যারেনকাইমা কোষের নিউক্লিয়াস এবং আংশিকভাবে সাইটোপ্লাজম প্রায়শই এই উপবৃদ্ধির মধ্যে প্রবেশ করে।

9.3.1.3 বর্ষ বলয় (annual ring) : নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে সুনির্দিষ্ট ঋতু চক্র থাকে। এসব অঞ্চলে বৃক্ষের গৌণ বৃদ্ধি ঋতুচক্রের সঙ্গে সাযুজ্যতা রক্ষা করে এক পর্যাবৃত্তি প্রদর্শন করে। বসন্তকালের আগমনে যখন নতুন পাতা, ফুল প্রভৃতি জন্মায়, উদ্ভিদের প্রয়োজন হয় অধিকতর জল ও দ্রবীভূত খনিজ পদার্থ। এমন সময়ে, ক্যাম্বিয়াম পুনরায় ক্রিয়াশীল হয়ে ওঠে। ক্রিয়াশীলতা দ্রুত বাড়তে থাকে ; সৃষ্ট গৌণ কলায় সরু কোষ প্রাচীর ও বড় গহ্বর বিশিষ্ট নালিকা (vessels) ও প্যারেনকাইমা কোষ, বাড়তি জলের যোগান মেটাবার প্রয়োজনে অধিকতর পরিমানে তৈরি হতে থাকে। সমগ্র গ্রীষ্ম ও বর্ষাকালব্যাপী এমন গৌণ কলা সৃষ্টি, দ্রুত থেকে দ্রুততর হতে থাকে। ক্রমশ বেশি জায়গা জুড়ে এমন স্ফীত নালিকা ও প্যারেনকাইমা সৃষ্টিও অব্যাহত থাকে। শরৎকালের আগমনে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতা এবং তৎজনিত গৌণ বৃদ্ধির হার ক্রমশ শ্লথ হয়ে আসে। শীতকালে বৃদ্ধির হার প্রায় সম্পূর্ণ স্তব্ধ হয়ে যায়। পরবর্তী বসন্তে পুনরায় নবউদ্যমে, ক্রমান্বয়ে অধিক পরিমানে স্ফীতাকার নালিকা ও প্যারেনকাইমা সৃষ্টি হয়। বছরের পর বছর এমন পর্যায়কালীন ধারাবাহিক বৃদ্ধির চিহ্ন গৌণ কাষ্ঠে দেখা যায়। প্রতি বছরে সৃষ্ট গৌণ জাইলেম, পূর্বের এবং পরবর্তী বছর থেকে পৃথকভাবে চেনা যায়। প্রস্থচ্ছেদে, এই পর্যায়কালীন গৌণ বৃদ্ধির অবস্থা বলয়াকারে দেখা যায়। এদেরকেই **বৃদ্ধিবলয়** বলে (growth ring) বা **বার্ষিক বলয়** (annual ring) আখ্যা দেওয়া হয় (চিত্র 9.2)। স্বাভাবিক কারণেই, প্রস্থচ্ছেদে বার্ষিক বলয়ের সংখ্যা গুনে কাষ্ঠল ব্যক্তবীজী ও দ্বিবীজপত্রী বৃক্ষের বয়স নির্ণয় করা যায়। এইভাবেই জানা গেছে যে দেরাদুনের বন গবেষণা সংস্থার মিউজিয়ামের রক্ষিত Cedrus deodara (দেওদার, deodar) নামক ব্যক্তবীজী বৃক্ষটির বয়স 1000 বছর।

> বৃক্ষের বৃদ্ধি-বলয় গণনা ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে বৃক্ষের বয়স, জলবায়ু পরিবর্তনের ইতিহাস, প্রভৃতি নির্ণয় করবার প্রয়াস বৃক্ষকালনিরুপণ বিদ্যা বা ডেনড্রোক্রোনোলজি (dendrochronology) নামে পরিচিত।

ক্রান্তীয় অঞ্চলে সুস্পষ্ট ঋতুচক্র থাকে না। ফলে বৃদ্ধি বলয়ের সংখ্যার সঙ্গে বয়স মেলে না। তাই ‘বৃদ্ধি বলয়’ না বলে, এদের ক্ষেত্রে ‘বৃদ্ধিচিহ্ন’ (growth marks) হিসেবে উল্লেখ করাই শ্রেয়, উদাহরণ গুলমোহর, জাম গাছ, প্রভৃতি। কখনো অবশ্য বৃদ্ধি চিহ্নও দেখা যায় না, যথা— ***Garruga pinnata***। কোনো কোনো ক্ষেত্রে, ক্রান্তীয় প্রজাতির মধ্যে অবশ্য বৃদ্ধি বলয় দেখতে পাওয়া যায় যথা—সেগুন, শিমূল, নিম প্রভৃতি।

নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের উদ্ভিদ প্রজাতির মধ্যে (বসন্তকাল থেকে সৃষ্ট) গৌণ জাইলেমের অপেক্ষাকৃত স্ফীত কোষ গহ্বর (cell lumen) ও সরু কোষ প্রাচীর-বিশিষ্ট গৌণ কাষ্ঠকে **পূর্বকালীন কাষ্ঠ** (early wood) কিংবা **বসন্তকালীন কাষ্ঠ** (spring wood) বলে। শরৎকাল থেকে উৎপন্ন হওয়া পুরু কোষ-প্রাচীর ও সঙ্কীর্ণ কোষ গহ্বর যুক্ত নালিকা যে গৌণ কাষ্ঠের অন্তর্গত, তাকে **বিলম্বিত কাষ্ঠ** (late wood) অথবা **গ্রীষ্ম** (summer wood) বা **শরৎকালীন কাষ্ঠ** (autumn wood) হিসেবে অভিহিত করা হয়।

যে বৃদ্ধি বলয়ে বিভিন্ন বাহিকার কোষ গহ্বর (প্রস্থচ্ছেদে) খোলা চোখে দেখা গেলে তা একটি সছিদ্র রূপ নেয়। এমন সছিদ্র বা ছিদ্রবহুল বা রন্ধ্রযুক্ত কাষ্ঠকে রন্ধ্রীয় কাষ্ঠ (porous wood) বলা হয়। বাহিকা রন্ধ্রগুলি বলয়াকারে প্রতীয়মান হয় কেবল তখনই যখন বৃদ্ধি পর্যায়ের সঙ্গে সঙ্গতি রেখে ছিদ্রগুলির ব্যাস দৃশ্যত ছোট কিংবা বড় হয়। এদের বলা হয় বলয় রন্ধ্রীয় কাষ্ঠ বা ring porous wood। অর্থাৎ, এক্ষেত্রে পূর্বকালীন কাষ্ঠ বা বসন্তকালীন কাষ্ঠের ছিদ্রগুলি বিলম্বিত বা শরৎকালীন কাষ্ঠের তুলনায় বড় হয়, উদাহরণ— সেগুন, নিম, অন্যান্য নাতিশীতোষ্ণ উদ্ভিদ প্রজাতি ইত্যাদি। সুনির্দিষ্ট ঋতুচক্র না থাকলে বাহিকা কোষগুলির ব্যাসের মধ্যে উল্লেখযোগ্য তারতম্য দেখা যায় না, অর্থাৎ রন্ধ্রগুলির আয়তন প্রায় সমান হয়। অতএব সছিদ্র নালিকাগুলি বলয় সৃষ্টির পরিবর্তে প্রস্থ বরাবর সমানভাবে বিস্তৃত থাকে। তাই এদের বলা হয় ব্যাপ্ত রন্ধ্রীয় কাষ্ঠ বা diffuse porous wood। ইউক্যালিপটাস (*Eucalyptus*), অ্যাকাসিয়া সায়ানোফাইলা (*Acacia cyanophylla*) অ্যাসার (*Acer sp.*) প্রভৃতি উদ্ভিদে এই প্রকার কাষ্ঠ দেখা যায়।

9.3.1.4 সার কাষ্ঠ ও অসার কাষ্ঠ : উদ্ভিদে গৌণ বৃদ্ধির মাধ্যমে যে কাষ্ঠ সৃষ্টি হয়, দৃশ্যত ও কার্য্যত তা দুই প্রকার। সর্বপ্রথম যে কাষ্ঠল অংশ (মুখ্যত যা গৌণ জাইলেম দ্বারা গঠিত) তৈরি হয় তার বর্ণ তুলনায় হাল্কা প্রকারের। এই অংশ নালিকা, তন্তু ও সজীব প্যারেনকাইমা কোষ নিয়ে গঠিত। বৃক্ষে, কাষ্ঠের এই অঞ্চল দিয়ে জল ও দ্রাবের সংবহন ও বিভিন্ন উদ্ভিদ অঙ্গে তার বিস্তার সম্পন্ন হয়। কাঠের এই অঞ্চলটি সরস কাষ্ঠ বা স্যাপ উড (sap wood) নামে অভিহিত। পূর্বে একে অ্যালবারনাম (alburnum) বলা হতো।

দেখা গিয়েছে যে গৌণ বৃদ্ধির মাধ্যমে সংবাহী কলা ক্রমশ স্ফীত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে সরস কাষ্ঠের সজীব কোষসমূহের প্রোটোপ্লাস্ট বিলুপ্ত হয়। জলীয় ভাগ হ্রাস পায়, কোষ হতে খাদ্যবস্তু অপসৃত হয় এবং নালিকা গহ্বর টাইলোসিস দ্বারা বন্ধ হয়ে যায়। সজীব প্যারেনকাইমা কোষপ্রাচীরের লিগনিভবন (lignification) একই সঙ্গে ঘটে। এমনকি স্থিতিস্থাপক কূপ পর্দা অনমনীয় হয়ে পড়ে। ট্যানিন, তেল, রজন, গঁদ, রঞ্জক পদার্থ প্রভৃতি বর্জ্য দ্রব্য সঞ্চিত হতে থাকে জাইলেম কলা কোষের প্রাচীরে কিংবা অভ্যন্তরে। এইভাবে, সরস কাষ্ঠ-রূপান্তরিত হয় নীরস কাষ্ঠে বা হার্ট উড-এ (heart wood)। নাম থেকেই অনুমান করতে পারা যায়, যে 'নীরস কাষ্ঠ' প্রকৃতই নীরেট একটি স্তম্ভক যা বৃক্ষের যান্ত্রিক স্থিতি ও শক্তি জোগায়, শারীরবৃত্তিক ক্রিয়া প্রায় বন্ধ হয়ে যায়।

একই সঙ্গে, সৃষ্টি হওয়া নীরস কাষ্ঠের বর্ণ হয় গাঢ় এবং সরস কাষ্ঠের অপেক্ষা আরও দৃঢ়, ঘন, মজবুত ও টেকসই। এই নীরস কাষ্ঠই বাণিজ্যিক দারু (commercial timber) হিসেবে স্বীকৃত এবং স্বাভাবিক কারণেই মানব সমাজের এক মহার্ঘ্য সম্পদ। নীরস কাষ্ঠকে পুর্বে ডুরামেন (duramen) নামে অভিহিত করা হত।

9.3.2 বহিঃস্টিলীয় গৌণ বৃদ্ধি (Extrastelar secondary growth) :

কর্ক ক্যাম্বিয়াম বা ফেলেজেন নামক পার্শ্বীয় ভাজক কলার ক্রিয়াশীলতায় সৃষ্টি হয় বহিঃস্টিলীয় গৌণ কলা সমষ্টি—এ কথা পূর্বেই জানা গেছে। ফেলোজেনের গঠন প্রকৃতি সম্বন্ধেও অবহিত হওয়া গেছে। এই ভাজক কলা পৃষ্ঠ-সমান্তরাল (periclinal) নামে চিহ্নিত। পৃথকভাবে কথাগুলি সম্বন্ধে আলোচনা সঠিক ধারণা দেবে।

(a) ফেলোডার্ম : এই স্তরের প্যারেনকাইমা কোষগুলি সজীব কোষপ্রাচীর সুবেরিনবিহীন ও কূপ-সম্বলিত। কোষগুলি খানিকটা আলগাভাবে অবস্থান করে। কয়েকটি সারিতে কোষগুলি অরীয়ভাবে, একটি বিশেষ পদ্ধতিতে বিন্যস্ত থাকে। এই বিন্যাস তাদেরকে অন্যান্য বহিঃস্তরের প্যারেনকাইমা থেকে পৃথকভাবে সনাক্ত করতে সাহায্য করে। কোনো কোনো সময় এই স্তরের মধ্যে স্কেলেরাইডস (sclereids) বা বিশেষ প্রকারের অন্যান্য কোষ থাকতে পারে। কয়েকটি উদ্ভিদে এখানে ক্লোরোপ্লাসটস্ (chloroplasts) লক্ষ্য করা যায়। অতএব সেখানে সালোকসংশ্লেষ ও উৎপন্ন কার্বোহাইড্রেট সঞ্চিত হবে।

(b) ফেলেম বা কর্ক : সাধারণভাবে এগুলি কর্ক কোষ (cork cells) নামে পরিচিত এই কোষগুলি প্রিজম-সদৃশ (prismatic) ; প্রস্থচ্ছেদে এদের অরীয়ভাবে চ্যাপটা এবং স্পর্শকছেদে বহুভূজাকার দেখতে হয়। কোষগুলি ঘনসন্নিবিষ্ট হয় এবং আন্তঃকোষীয় অবকাশ খুব একটা দেখা যায় না। পরিণত অবস্থায় কোষগুলির প্রাচীর সুবেরিন-যুক্ত ও স্থূল হয়, যদিও স্থূলত্বে তারতম্য থাকে। স্বাভাবিক ভাবেই কোষগুলি মৃত হয়। কয়েকটি ক্ষেত্রে অবশ্য সুবেরিনবিহীন কর্ক কোষ আমরা দেখতে পাই। এদের **ফেলয়েড** (phelloid) কোষ বলে। রঞ্জক পদার্থর উপস্থিতি হয় কোষ গহ্বরে কিংবা কোষ প্রাচীরে দেখা যায়। সাধারণত কর্ক কোষ দুই প্রকার হয়— (i) পাতলা প্রাচীর ও ফাঁকা কোষ গহ্বর বিশিষ্ট এবং অরীয়ভাবে দীর্ঘায়িত (widened radially) ; (ii) পুরু কোষ প্রাচীর বিশিষ্ঠ, অরীয়ভাবে চ্যাপ্টা এবং প্রায়শই গাঢ় রজন বা ট্যানিন জাতীয় রঞ্জক দ্রব্য দ্বারা পরিপূর্ণ দ্বিতীয়রকমের কর্ক কোষসমূহ ইউক্যালিপটাস (*Eucalyptus*) বৃক্ষে দেখা যায়। অবশ্য একই উদ্ভিদে উভয় প্রকারের কর্ক কোষগুলি দেখা যায়। যেমন—**বেটুলা (*Betula*), আরবুটাস (*Arbutus*)** প্রভৃতি উদ্ভিদে উক্ত দুই প্রকার কর্ক কোষই দেখা যায় পালা করে একের পর এর সারিতে সজ্জিত থাকতে। পালাক্রমে কর্ক কোষের এই অবস্থানের ফলে বেটুলা-তে কর্ক বৃক্ষের গাত্র থেকে কাগজের মতো খসে পড়ে খসে পড়ে। বল্কল এইভাবে খসে গেলে **শল্কমোচন** বা (exfoliation) এক্ষেত্রে ভিতরকার ফেলোডার্ম ক্লোরোপ্লাস্টস-এর উপস্থিতিতে সালোকসংশ্লেষ সম্পন্ন করতে পারে।

এই প্রক্রিয়া **প্যাকিকরমাস (*Pachycormus*), বার্সেরা (*Bursera*)** প্রভৃতি কয়েকটি প্রজাতির মধ্যে দেখা যায়।

সাধারণত, ফেলোডার্ম-এর তুলনায় ফেলেম-এর কোষের স্তরের সংখ্যা অধিকতর হয়। কোনো কোনো উদ্ভিদে ফেলোডার্ম সম্পূর্ণভাবে অনুপস্থিত। আবার অনেক উদ্ভিদে ফেলোডার্ম এক থেকে তিনটি স্তরে, কিংবা কখনও ছয়টি স্তরে বিন্যস্ত থাকতে পারে। উদ্ভিদের বয়সের সঙ্গে স্তর-সংখ্যার কিছু তারতম্য ঘটে।

অধিকাংশ দ্বিবীজপত্রী এবং ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে, অক্ষীয় বৃদ্ধিবিকাশের প্রথম বর্ষেই পেরিডার্ম প্রথম গঠিত হয়, যার প্রলম্বন স্তব্ধ হয়ে গেছে এমন অংশেই এটি দেখা যায়।

9.3.3 বল্কল (Bark)

পেরিডার্মের বৃদ্ধি ক্রমান্বয়ে চলতে থাকলে বাইরের কলাস্তর জল ও খাদ্য সামগ্রী থেকে বঞ্চিত হয় এবং অবশেষে মৃত্যু হয়। এর ফলে বাইরের দিকে একটি পুরু, মৃত কলাস্তর গঠিত হয়। ক্রমশ এই স্তরটি আরও পুরু হতে থাকে কারণ অতিরিক্ত কর্কস্তর এর সঙ্গে যুক্ত হয়। সংযোজিত কর্ক স্তরের অভ্যন্তরে কর্টেক্স ও শুষ্ক ফ্লোয়েম কলা সহ কর্ক-এর সকল স্তর একত্রে **বহিঃবল্কল (outer bark)** বা **রাইটিডোম (rhytidome)** নামে পরিচিত। ভ্যাসকুলার বা সংবাহী ক্যাম্বিয়ামের বাইরের সকল কলাকে একত্রে বল্কল (bark) নামে চিহ্নিত করা হয়। রাইটিডোমের অভ্যন্তরে অবস্থিত বল্কলের সজীব অংশটুকুকে সেক্ষেত্রে **অন্তঃবল্কল (inner bark)** বলতে পারা যায়।

বল্কলের চেহারা বা অঙ্গসংস্থান অনেক সময় শ্রেণীবিন্যাসের একটি ভিত্তিবৈশিষ্ট্য রূপে গণ্য করা হয়। বল্কলের অঙ্গসংস্থানের বিশিষ্টতা কোনো অরণ্যের বৃক্ষরাশির মধ্যে লক্ষ্য করতে পারা যায়। কাণ্ডের গভীরতম অঞ্চলে পেরিডার্মের স্তরগুলি ধারবাহিকভাবে গঠিত হতে থাকে। ক্রমাগত কতগুলি সমকেন্দ্রিক বল্কলের আস্তরণ কাণ্ডকে সম্পূর্ণভাবে বেষ্টন করে থাকে। এদের বলয় বল্কল (ring bark) বলা হয়। এক্ষেত্রে মৃত বহিঃকলা ফাঁকা স্তম্ভকরূপে খসে পড়ে। এমত অবস্থা **ভাইটিস (*Vitis*), ক্লেমাটিস (*Clematis*), কিউপ্রেসাস (*Cupressus*)** প্রভৃতি উদ্ভিদে দেখা যায়। আবার অন্য ক্ষেত্রে, পেরিডার্মগুলি পরস্পর অধিক্রমণরত শল্ক বা আস্তরণরূপে গঠিত হয় এবং বাইরের দিকে চাপড়ার আকারে খসে পড়ে। সেই হিসেবে এদের অভিহিত করা হয় **শল্কাকৃতি বল্কল (*scaly bark*)**, যা **পাইন (*Pinus*)** গাছের নবীন কাণ্ডে, **পাইরাস কম্যুনিস (*Pyrus communis*)**, প্রভৃতি উদ্ভিদে দেখা যায়। অন্য কয়েকটি উদ্ভিদে বল্কলের অঙ্গ সংস্থানে মধ্যবর্তী এক অবস্থা লক্ষ্য করা যায়। যথা— **প্ল্যাটেনাস (*Platanus*), আরবুটাস (*Arbutus*), ইউক্যালিপট্যাস (*Eucalyptus*)**-এর কয়েকটি প্রজাতির মধ্যে বল্কলের বাইরের আবরণ অপেক্ষাকৃত বড় আস্তরন বা পাতরূপে খসে পড়ে।

9.3.4 বাণিজ্যিক কর্ক (commercial cork)

উদ্ভিদের বল্কল থেকে বাণিজ্যিক কর্ক উৎপন্ন হয়, মূখ্যত কোর্য়েকাস সুবের (*Quercus suber*) থেকে। কর্ক কোষ যে সুবেরিন যুক্ত হয়, তা আগেই জানা গেছে। যার ফলে, কর্ক কোষ উদ্ভিদের কাণ্ডের বহিরঙ্গে জল ও গ্যাসীয় পদার্থের অভেদ্য একটি স্তর সৃষ্টি করে। যা এমনকি অম্লের বিক্রিয়া প্রতিরোধ করতে সক্ষম। এর সঙ্গে কর্ক কলার স্থিতিস্থাপকতা (বিশেষ করে *Q. suber*-এ) শক্তি ও লঘুভার, তাদের বাণিজ্যিক মূলের প্রধান কথা।

প্রথম অবস্থায় গঠিত কর্ক কলার স্তর বৃক্ষ গাত্রে অনির্দিষ্টকাল পর্যন্ত স্থায়ী হতে পারে। কিন্তু বাণিজ্যিক কর্ক পেতে গেলে *Q. suber* (কর্ক গাছ) কুড়ি বছর পুরোনো হলে এবং কাণ্ডের ব্যাস 40cm হলে বাইরের কর্ক স্তরটি খসিয়ে ফেলা হয়। ফলে উন্মুক্ত ফেলোডার্ম ও কর্টেক্স কোষসমূহ শুষ্ক হয়ে পড়ে এবং মৃত হয়। কর্টেক্স কলার কয়েক মিলিমিটার ভিতরে তৈরি হয় নতুন ফেলোজেন স্তর। এই স্তর পুনরায় কর্ক কোষ সৃষ্টি করে অপেক্ষাকৃত দ্রুততার সঙ্গে দশ বছরে বাণিজ্যিক কর্ক মেলে। দশ বছর অন্তর একইভাবে কর্ক পাওয়া যায় যতক্ষণ না পর্যন্ত বৃক্ষটির বয়স 150 বছর হচ্ছে। কয়েকবার এমনভাবে কর্ক কলা খসিয়ে নেওয়ার পর ফেলোজেন সৃষ্টি হয় গৌণ ফ্লোয়েম কলার মধ্যে। কর্ক কলার স্পর্শক তলে আবার কয়েকটি গাঢ় রঙের দাগ দেখতে পাওয়া যায়; অরীয় তলে, দাগগুলি দেখতে লম্বা ডোরাকৃতি হয়। এগুলি হলো লেন্টিসেল (lenticel) বা **বায়ুরন্ধ্র**। এই প্রসঙ্গে আরও বিশদ অলোচনা পরে দেওয়া হলো।

9.3.5 ক্ষতস্থানিক কর্ক (wound cork)

উদ্ভিদে কোনও ক্ষতস্থানের মাধ্যমে সজীব কোষ বাতাসের সংস্পর্শে এলে সেই সব স্থানে কর্ক কলা সৃষ্টি করে। এদের **ক্ষতস্থানিক** বা **উণ্ড কর্ক** (*wound cork*) বলে। বাইরের মৃত কলা ভিতরকার অটুট জীবিত কলা থেকে একটি লিগনিন, সুবেরিন-যুক্ত কোষস্তর দ্বারা পৃথকিকৃত থাকে। এই অভেদ্য বেস্টনী ছাড়াও জীবিত কোষস্তরের অভ্যন্তরে এক ফেলোজেন স্তরও গঠিত হতে পারে। যা স্বাভাবিক ভাবেই ফেলোডার্ম এবং ফেলেম সৃষ্টি করে। গঠিত কর্কস্তর, ক্ষতস্থান দিয়ে জলের অপচয় রোধ করে এবং রোগ জীবাণুর প্রবেশপথ বন্ধ করে দেয়।

যে কোনও উদ্ভিদ অঙ্গেই ক্ষতস্থানিক কর্ক গঠিত হতে পারে, যদি তাদের মধ্যে প্রকৃতি ও পরিমানগত পার্থক্য থাকে। সাধারণত কাষ্ঠল উদ্ভিদে যত সহজে ক্ষতস্থানিক কর্ক সৃষ্টি হয়, বীরুৎ বা একবীজপত্রী উদ্ভিদে ঠিক ততটা সহজে হয় না। কম তাপমাত্রা এবং অল্প আর্দ্রতায় ক্ষতস্থানিক কর্ক সৃষ্টি হয়, এমনকি যে সকল ক্ষত স্থানে খুব সহজেই এই কর্ক সৃষ্টি হয়—যথা আলুর প্রকন্দে (potato tubers)।

9.3.6 পলিডার্ম (Polyderm)

মূলের পরিচক্রে বা ভূমিম্নস্থ কন্দে কখনো কখনো এক বিশেষ প্রকারের ফেলোজেন সৃষ্টি হয়। বিশেষ করে রোজেসী (Rosaceae), মিরটেসী (Myrtaceae), হাইপেরিকেসী (Hypericaceae) এবং ওনাগ্রেসী (Onagraceae) গোত্রে। এই ফেলোজেন স্তর কেন্দ্রাতিগতভাবে কয়েক স্তর পাতলা কোষ প্রাচীর বিশিষ্ট, সুবেরিন বিহীন কোষস্তর এবং পালাক্রমে এণ্ডোডার্মিস (endodermis) বা অন্তস্তকসদৃশ কোষস্তর উৎপন্ন করে। শেষোক্ত স্তরটি কর্ক স্তরে পৃথকীকৃত হওয়ার সময় প্রাচীর গাত্রে কাসপারীয় ফালি (casparian strips) দেখা যায়। ক্রমশ কোষ প্রাচীর সুবেরিন দ্বারা পরিবৃত হয়ে পড়ে। এই প্রকারের জটিল কলা **পলিডার্ম** (polyderm) নামে পরিচিত। এর ভিতরকার কোষসমূহ জীবিত থাকে এবং সঞ্চয়কারী কলারূপে কাজ করে।

9.3.7 বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল (Lenticel)

'লেন্টিসেল' নামটি পূর্বেই জানা গেছে (দ্রঃ 9.3.4)। এবার তাদের বিস্তারিত আলোচনা করা হলো।

উদ্ভিদের গ্যাসীয় আদান-প্রদান মূখ্যত পত্ররন্ধ্রের মাধ্যমে সম্পন্ন হয় ঠিকই, কিন্তু কাণ্ড বা কচি শাখা-গাত্রে এক প্রকারের উত্থিত, লেন্স-আকৃতির ছিদ্র থাকে, যার মাধ্যমে উদ্ভিদ-দেহের অভ্যন্তরে গ্যাসীয় বিনিময় চালু থাকে। এদের বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল (lenticel) বলা হয়। পেরিডার্মের ওপর কয়েকটি নির্দিষ্ট জায়গায়, সুবেরিন-যুক্ত বা সুবেরিন-বিহীন, আলগা অবস্থায় একগুচ্ছ কোষ উঠে থাকে। এই কোষগুলির অপেক্ষাকৃত বৃহদায়তন ও শিথিল বিন্যাস এবং অধিকতর সংখ্যার দরুন পরিবৃত পেরিডার্ম কলার ওপর উঠে থাকে এবং সামনের দিকে প্রসারিত হয়।

আপেল, ন্যাসপাতি, কুল প্রভৃতি ফলের গাত্রে ছোট ছোট বিন্দুর ন্যায় লেন্টিসেল দেখা যায়। পেরিডার্ম তৈরি হয় অথচ বায়ুরন্ধ্র থাকে না, এমন সাধারণত হয় না কয়েকটি ব্যতিক্রম ছাড়া—যেমন **ভাইটিস (*vitis*), ফিলাডেলফাস (*Philadelphus*), হ্যালোক্সাইলন (*Haloxylon*)** প্রভৃতি, যাদের অধিকাংশই হচ্ছে রোহিনী।

প্রতি বর্গক্ষেত্রে বায়ুরন্ধ্রের সংখ্যা পরিবর্তনশীল। কখনও এদের পাওয়া যায় একটি স্টোমার নীচে বা কাছে, বা স্টোমাটাগুচ্ছের মধ্যে। লম্বা বা অনুভূমিক সারিতে, কিংবা বিক্ষিপ্ত ভাবে এরা ছড়ানো থাকে। বায়ুরন্ধ্রের সংখ্যা সাধারণভাবে নির্ভর করে স্টোমাটার সংখ্যার ওপর, স্টোমাটা বেশি থাকলে বায়ুরন্ধ্র কম থাকে এবং অপর পক্ষেও অনুরূপ। কচি মূলে বায়ুরন্ধ্র জোড়ায়-জোড়ায় থাকে ; এক একটি পার্শ্বীয় মূলের উভয় দিকে পাওয়া যায়। পরিণত মূলে বায়ুরন্ধ্রের বিস্তার অসম।

বাহ্যিক ভাবে একটি পরিণত বায়ুরন্ধ্র যে লেন্স আকৃতির হয় তা পূর্বেই জানা গেছে। ভিতর ও বাহির, উভয় দিকেই এরা উত্তল (convex) হয়। এপিডার্মিস বা ত্বকের উপর বিদারনের দিক অনুসারে

বায়ুরন্ধ্র হয় অনুপ্রস্থ কিংবা অনুদীর্ঘ রূপে বর্ণিত হয়।

প্রথম পেরিডার্ম সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গেই বায়ুরন্ধ্র প্রথম সৃষ্টি হয়। সাধারণত একটি বা একাধিক পত্ররন্ধ্রের নীচে, এই অঞ্চলে কোষ বিভাজন শুরু হয়। কোষ মধ্যে ক্লোরোপ্লাস্ট ক্রমশ বিলীন হয় এবং এক গুচ্ছ বর্ণহীন, শিথিল কোষ সৃষ্টি হয়। এই কোষগুলির বিভাজন ভিতরের দিকে অগ্রসর হতেই থাকে। ক্রমশ বিভাজন তল পার্শ্ব-সমান্তরাল হয়ে পড়ে যতক্ষণ না বায়ুরন্ধ্রের নিজস্ব ফেলোজেন তৈরি হয়। এইভাবে, উপপত্ররন্ধ্রীয় কোষ-বিভাজন উদ্ভুত কিংবা বায়ুরন্ধ্রীয় ফেলোজেন-সৃষ্ট বাইরের বর্ণহীন কোষগুলিকে অনুপুরক কোষসমষ্টি (complimentary cells) বলে (চিত্র 9.3)। এই কোষগুলি সংখ্যায় বৃদ্ধি পেলে ত্বকের বিদারণ হয়, ফলে অনুপুরক কোষসমূহ উন্মুক্ত হয়ে পড়ে। এই উন্মুক্ত কোষগুলি অবশেষে মৃত হয়ে শুকিয়ে যায় এবং ফেলোজেনসৃষ্ট নতুন কোষ দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। কেন্দ্রাভিগভাবে বায়ুরন্ধ্রের ফেলোজেন তৈরি করে ফেলোডার্ম।

কয়েককটি উদ্ভিদ প্রজাতির মধ্যে বায়ুরন্ধ্রের ফেলোজেন কেন্দ্রাতিগভাগে সৃষ্টি করে একপ্রকার ঘনসন্নিবিষ্ট বন্ধনী স্তর (closing layer) যা অনেক সময় অনুপূরক কোষসমষ্টির সঙ্গে পালাক্রমে অবস্থান করে।

অনুপূরক কোষ : অনুপূরক কোষগুলি দুই প্রকৃতির হয়।

(i) যেখানে কোষসমষ্টি পরস্পরের সঙ্গে তুলনামূল দৃঢ় ভাবে যুক্ত থাকে, যথা—**স্যালিক্স (*Salix*), গিংগো (*Ginkgo*), সামবুকাস নাইগ্রা (*Sambucus nigra*)** প্রভৃতি।

(ii) যেখানে কোষ সমূহের পরস্পরের সঙ্গে প্রায় কোনো ভৌত সংযোগ থাকে না; ফলে, কলাগুলি গুড়ো গুড়ো হয়ে যায়।—যথা, **পাইরাস (*Pyrus*), প্রুনাস (*Prunus*), রোবিনিয়া (*Robinia*), মোরাস (*Morus*)**-এর মূল ইত্যাদি (Eames and Macdaniels, 1947) এখানে অনুপূরক কলা যথাস্থানে বন্ধনী স্তর ধরে রাখে যার মধ্যে (গ্যাসীয় বিনিময় চালাবার মতো) আন্তঃকোষীয় অবকাশ থাকে। ফেলোজেন স্তরের মধ্যেও অনুরূপ অবকাশ থাকে।

নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে, বর্দ্ধনশীল ঋতুর শেষ ভাগে বায়ুরন্ধ্রগুলির মুখ বন্ধনী স্তর দ্বারা বন্ধ হয়ে পড়ে। বৃদ্ধি পুনরায় শুরু হলে দ্রুত হারে অধিক সংখ্যক অনুপূরক কোষ সমষ্টির সৃষ্টি হয় এবং তখনই বন্ধনীস্তরে ফাটল ধরে।

বায়ুরন্ধ্রের স্থায়িত্ব বিচার করলে এটি দেখা যায় বায়ুরন্ধ্রগুলি—

(i) বহু বছর ধরে সক্রিয় থাকে—বিশেষ করে যখন উদ্ভিদ অক্ষে প্রথম সৃষ্ট পেরিডার্ম অনেক বছর

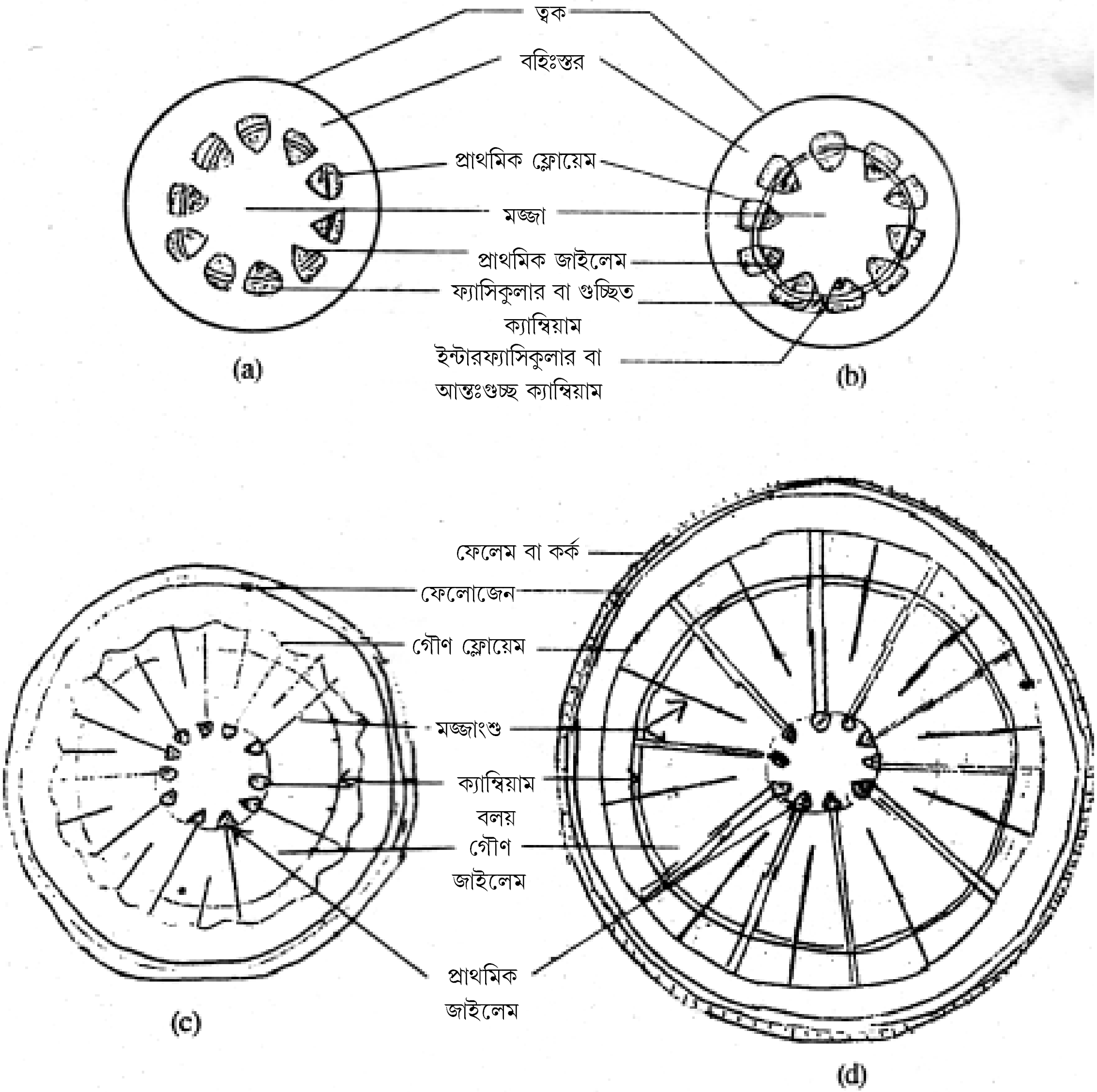
Eames, AJ & Mac Daniels, LH (1947) An Introduction to Plant Anatomy (Mc Graw Hall, N.Y)

স্থায়ী হয়। এক্ষেত্রে, গৌণ বৃদ্ধির ফলে বায়ুরন্ধ্রগুলি অনুপ্রস্থে প্রলম্বিত হয়। এমন বায়ুরন্ধ্রের সুস্পষ্ট দাগ কিছু উদ্ভিদ কাণ্ডে প্রত্যক্ষ করা যায় যথা—ট্যামারিকস গ্যালিকা (*Tamarics gallica*), অ্যাকসিয়া রাডিয়ানা (*Acacia raddiana*), বেটুলা (*Betula*), মোরাস (*Morus*)-এর মূল প্রভৃতি।

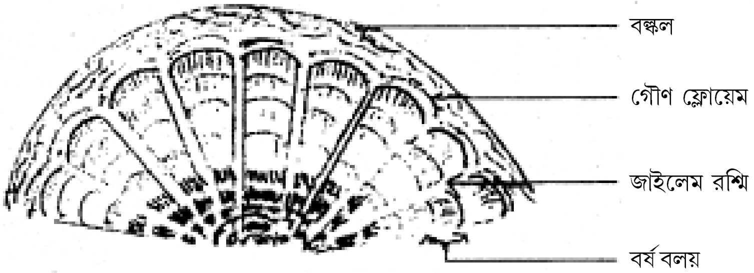
(ii) উদ্ভিদের বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে বায়ুরন্ধ্রের আকার বৃদ্ধি পায় না বটে কিন্তু কয়েকটি বায়ুরন্ধ্রে বিভক্ত হয়ে যায়। **কর্ক গাছ (*Quercus suber*) আইলানথাস (*Ailanthus*)** প্রভৃতি উদ্ভিদে বয়স বৃদ্ধির সঙ্গে বায়ুরন্ধ্রের কোনও উল্লেখযোগ্য বৃদ্ধি ঘটে না। কর্ক গাছে বহু বছর ধরে বায়ুরন্ধ্রগুলি সক্রিয় থাকে এবং একের পর এক অনুপুরক কলার স্তম্ভক তৈরি করতে থাকে। বাণিজ্যিক কর্কে, গাঢ় বর্ণের ডোরা দাগ যা চাপ দিলেই গুড়ো হয়ে যায়, সেগুলি অনুপূরক কলা মাত্র।

9.4 সারাংশ

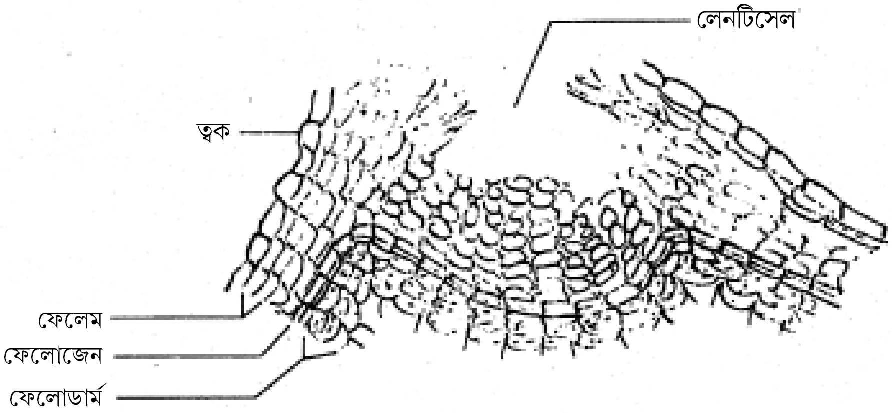
পার্শ্বীয় ভাজক কলা—ক্যাম্বিয়াম মারফৎ সৃষ্ট গৌণ কলার মাধ্যমে কাণ্ডের পরিধির বৃদ্ধিকে গৌণ বৃদ্ধি বলে। গৌণ বৃদ্ধি উদ্ভিদে মূলত দুই প্রকার ঃ অন্তঃস্টেলীয় এবং বহিঃস্টেলীয়। অন্তঃস্টেলীয় গৌণ বৃদ্ধিতে কাণ্ডে নালিকা বাণ্ডিলের আভ্যন্তরীণ ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম মজ্জাংশুর বিভাজনক্ষম ইন্টার ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম ফালিগুলি একই রেখা জুড়ে একটি বলয় সৃষ্টি করে, যা ক্যাম্বিয়াম বলয় নামে পরিচিত। বহিঃস্টেলীয় গঠন কাণ্ড ও মূলে প্রায় একই রকম। কেবল কাণ্ডে ফেলোজেন উৎপন্ন হয় বহিঃ স্তরে। উভয় ক্ষেত্রেই পেরিডার্ম গঠিত হয়। কাণ্ডের পেরিডার্মে গ্যাসীয় বিনিময় চালু রাখে এক প্রকার বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল। সংবাহী ক্যাম্বিয়াম সৃষ্ট গৌণ কলা দুইটি সুস্পষ্ট ধারায় বিন্যস্তঃ অক্ষীয় বা উলম্ব এবং অনুভূমিক। ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম সৃষ্ট বহিঃস্টেলীয় গৌণকলা কেবল উলম্ব বা অক্ষীয় কোষ সমষ্টি নিয়ে গঠিত। উদ্ভিদের বল্কল, কর্ক প্রভৃতি ফেলোজেন সৃষ্ট পেরিডার্ম-এর অঙ্গ।


ত্বক
বহিঃস্তর
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
মজ্জা
প্রাথমিক জাইলেম
ফ্যাসিকুলার বা গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম
ইন্টারফ্যাসিকুলার বা আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম
(a)
(b)
ফেলেম বা কর্ক
ফেলোজেন
গৌণ ফ্লোয়েম
মজ্জাংশু
ক্যাম্বিয়াম বলয়
গৌণ জাইলেম
প্রাথমিক জাইলেম
(c)
(d)

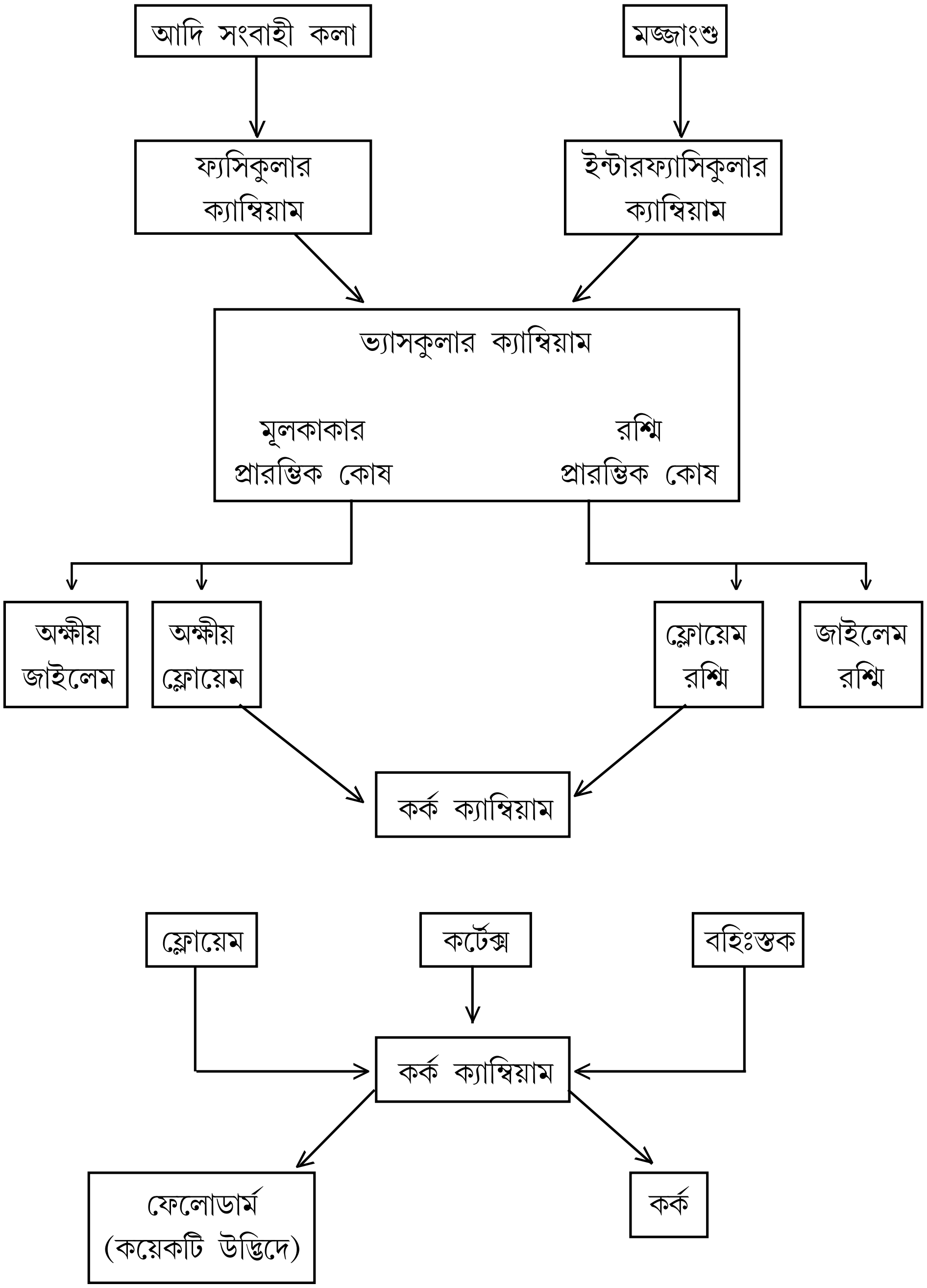
চিত্র নং 9.1 ঃ আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ কাণ্ডের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির নানান দৃশ্য প্রস্থচ্ছেদের রেখাচিত্র।


বল্কল
গৌণ ফ্লোয়েম
জাইলেম রশ্মি
বর্ষ বলয়

চিত্র নং 9.2 : কাণ্ডের আংশিক প্রস্থচ্ছেদ বর্ষ বলয়।


লেনটিসেল
ত্বক
ফেলেম
ফেলোজেন
ফেলোডার্ম

চিত্র নং 9.3 : লেনটিসেলের প্রস্থচ্ছেদ।


আদি সংবাহী কলা
মজ্জাংশু
ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম
ইন্টারফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম
ভ্যাসকুলার ক্যাম্বিয়াম
মূলকাকার প্রারম্ভিক কোষ
রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ
অক্ষীয় জাইলেম
অক্ষীয় ফ্লোয়েম
ফ্লোয়েম রশ্মি
জাইলেম রশ্মি
কর্ক ক্যাম্বিয়াম
ফ্লোয়েম
কর্টেক্স
বহিঃস্তক
কর্ক ক্যাম্বিয়াম
ফেলোডার্ম (কয়েকটি উদ্ভিদে)
কর্ক

সারণী **9.2(a) :** উদ্ভিদের গৌণবৃদ্ধিকালে কোষের উৎপত্তি

9.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(a) **এক কথায়/কয়েকটি শব্দে উত্তর দিন :**

(i) গৌণ বৃদ্ধির জন্য কোন্ কলা দায়ী?

(ii) গৌণ বৃদ্ধি কোথায় হয়?

(iii) ফেলোজেন কাকে বলে?

(iv) ফ্যাসিকুলার বা গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম কাকে বলে?

(b) **'সত্য' বা 'মিথ্যা' লিখুন :**

(i) উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ গঠন করে পার্শ্বস্থ ভাজক কলা।

(ii) উদ্ভিদের গৌণ বৃদ্ধি ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতায় সংঘটিত হয়।

(iii) ফেলোজেন থেকে পেরিডার্ম উৎপন্ন হয়।

(iv) বায়ুরন্ধ্র পেরিডার্মের একটি অংশবিশেষ।

(c) **সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :**

(i) অন্তঃস্টিলীয় ওবহিঃস্টেলীয় গৌণ বৃদ্ধির পার্থক্য কি কি?

(ii) বসন্তকালীন কাষ্ঠ কাকে বলে?

(iii) বর্ষবলয় কাকে বলে?

(iv) অনুপূরক কোষ সমষ্টি কাদের বলে?

(d) সার কাঠ ও অসার কাঠ সম্বন্ধে সংক্ষেপে বর্ণনা করুন।

9.6 উত্তরমালা

(a) (i) গুচ্ছিত, আন্তঃগুচ্ছ ও ফেলোজেন বা কর্ক ক্যাম্বিয়াম

(ii) উদ্ভিদ কাণ্ড ও মূলে

(iii) গৌণ ভাজক কলা কর্ক ক্যাম্বিয়ামকে যা বহিঃস্টেলীয় গৌণ বৃদ্ধি ঘটায়।

(iv) সংবাহী ক্যাম্বিয়াম বা কাণ্ডের নালিকা বাণ্ডিলের প্রাথমিক জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যে থাকে একটি পার্শ্বীয় ভাজক কলা।

(b) (i) মিথ্যা ; (ii) সত্য ; (iii) সত্য ; (iv) সত্য।

(c) (i) গুচ্ছিত এবং আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়াম যুক্ত হয়ে যে ক্যাম্বিয়াম বলয় সৃষ্টি করে, তা ভিতরের দিকে সাধারণত গৌণ জাইলেম ও বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম উৎপন্ন করে। কিন্তু বাহিঃস্টেলীয় গৌণ বৃদ্ধির ক্ষেত্রে ফেলোজেন বাইরে ফেলেম বা কর্ক কোষ এবং ভিতরের দিকে গৌণ বহিঃ স্তর বা ফেলোডার্ম (তিনটি স্তর একত্রে 'পেরিডার্ম') উৎপন্ন করে। অন্তঃস্টেলীয় বৃদ্ধি দুইটি ধারায় (অক্ষীয় এবং অনুভূমিক) বিভক্ত, কিন্তু বহিঃস্টেলীয় গৌণ কলা কেবল একটি ধারায় (অক্ষীয়) বিন্যস্ত।

(ii) যে গৌণ জাইলেম বসন্তকালে উৎপন্ন হয় তাকে বসন্তকালীন কাষ্ঠ বলে।

(iii) ঋতু অনুসারে ক্যাম্বিয়ামের ক্রিয়াশীলতায় যে পার্থক্য হয়, তার ফলে বসন্তকালের পর থেকে পরবর্তী শরৎকাল পর্যন্ত অধিক পরিমাণে, বড় কোষ-গহ্বর বিশিষ্ট গৌণ জাইলেমের নালিকা ও অধিকতর প্যারেনকাইমা প্রস্তুত হয় যা পরবর্তী শরৎ ও শীতকালের ক্ষীণ পরিমাণের ছোট গহ্বরযুক্ত নালিকা ও প্যারেনকাইমা থেকে সহজেই পৃথক করা যায়। পর্যায়ক্রমিক বলয়াকারে উদ্ভিদ জীবনের প্রতিটি বছর এইরূপ বলয় সৃষ্টি হয়, বিশেষ করে যে সব অঞ্চলে নির্দিষ্ট বর্ষ ঋতু থাকে। এই বৃদ্ধি বলয়কে বর্ষ বলয় হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

(iv) বায়ুরন্ধ্রের বাইরের দিকে অবস্থিত, উপপত্র রন্ধ্রীয় বা বায়ুরন্ধ্রের ফেলোজেন সৃষ্ট, পাতলা কোষ-প্রাচীর বিশিষ্ট, গোলাকার, সুবেরিন যুক্ত বা সুবেরিন বিহীন, শিথিল বর্ণহীন কোষসমূহ অনুপূরক কোষ সমষ্টি রূপে চিহ্নিত।

(d) 9.3.1.4 দ্রষ্টব্য।

একক 10 ❑ উদ্ভিদ মূলের গৌণ বৃদ্ধি (Secondary Growth of Root)

গঠন

10.0 **উদ্দেশ্য**

10.1 **প্রস্তাবনা**

10.2 **সংজ্ঞা**

10.3 **আদর্শ দ্বিবীজপত্রী মূলের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি**

10.4 **উদ্ভিদ মূলে বহিঃস্টেলীয় বৃদ্ধি**

10.5 **সারাংশ**

10.6 **সর্বশেষ প্রশ্নাবলী**

10.7 **উত্তরমালা**

10.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি অধ্যয়ন করে, আপনি—

- মূলের গৌণ বৃদ্ধি প্রক্রিয়াটি বিবৃত করতে পারবেন।
- কাণ্ডের গৌণ বৃদ্ধির সঙ্গে মূলের গৌণ বৃদ্ধির তুলনা করতে পারবেন।

10.1 প্রস্তাবনা

এক্সার্ক প্রোটোজাইলেমসহ অরীয়ভাবে বিন্যস্ত নালিকা বাণ্ডিল মূলের বৈশিষ্ট অর্থাৎ প্রাথমিক জাইলেম ও ফ্লোয়েম একে অপরের সাথে একান্তরভাবে অবস্থান করে। দ্বিবীজপত্রী মূলে গৌণ কলা অন্তঃস্টেলীয় ও বহিঃস্টেলীয় উভয় অঞ্চলেই উৎপত্তি লাভ করে। অন্তস্টেলীয় গৌণবৃদ্ধি গৌণ ক্যাম্বিয়ামের দ্বারা সংঘটিত হয়, কারণ মূলে প্রাথমিক ক্যাম্বিয়াম অনুপস্থিত। স্টেলীতে অবস্থিত স্থায়ী কলা থেকে গৌণ ক্যাম্বিয়াম উৎপত্তি লাভ করে। প্রতিটি প্রাথমিক ফ্লোয়েমের নীচের দিকে ক্যাম্বিয়ামের পটি পৃথকীকৃত হয়। পরিচক্রের কাছ থেকে অথবা সংলগ্ন অঞ্চলে এবং প্রোটোজাইলেমের ওপরের দিক থেকেও ক্যাম্বিয়াম উৎপত্তি লাভ করে।

দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলে নতুন করে গৌণ ভাজক কলা ক্যাম্বিয়াম, ফ্লোয়েম কলার ভিতর

অর্ধচন্দ্রাকৃতিভাবে তৈরি হয়। প্রোটোজাইলেমের বাইরে পরিচক্রের কয়েকটি কোশ বিভাজিত হয়ে গৌণ ক্যাম্বিয়াম চক্র তৈরি করে। এরপর গৌণ ক্যাম্বিয়ামের কোশগুলি বারবার বিভাজিত হতে থাকে। অপত্য কোশগুলির বেশি অংশ ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেমে পরিণত হয় এবং কম অংশ বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েমে পরিণত হয়, এর ফলে ক্যাম্বিয়াম বলয়টি গোলাকৃতির হয়।

10.2 সংজ্ঞা

কাষ্ঠল ও কিছু বীরুৎ শ্রেণীর দ্বিবীজপত্রীর মূলের গৌণ ভাজক কলার কার্যকারিতার ফলে মূলের পরিধির বৃদ্ধি ঘটে, ইহাকে মূলের গৌণ বৃদ্ধি বলে।

10.3 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ মূলের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Secondary Growth of Typical Dicotyledonous Root)

কাষ্ঠল ও কিছু বীরুৎ শ্রেণীর দ্বিবীজপত্রীর মূলের গৌণ ভাজক কলার গৌণ ও ক্রিয়াশীলতায় গৌণ বৃদ্ধি ঘটে। মূলের নালিকা বাণ্ডিলের বিন্যাস হয় অরীয়। কাণ্ডের ন্যায় কোনও ফ্যাসিকুলার ক্যাম্বিয়াম এখানে থাকে না। অতএব, গৌণ বৃদ্ধি কালে প্রতিটি ফ্লোয়েম গুচ্ছের নীচে বর্তমান কয়েকটি (যোজক কলার অন্তর্গত) প্যারেনকাইমা কোষ বিভাজনক্ষম হয়ে পড়ে। সৃষ্টি করে একপ্রকার গৌণভাজক কলা বা ক্যাম্বিয়াম। তাই, যে কয়টি ফ্লোয়েম গুচ্ছ থাকে ঠিক সমসংখ্যক ক্যাম্বিয়াম ফালিও সেখানে থাকে। এদিকে জাইলেম কলার প্রোটোজাইলেমের ঠিক ওপরে পরিচক্রের কয়েকটি কোষ নিয়ে গঠিত হয় আরেক গৌণ ক্যাম্বিয়াম ফ্লোয়েম গুচ্ছ সংলগ্ন গৌণ ক্যামবিয়াম দুই পাশে প্রসারিত হয়ে পরিচক্রের ভাজক কলার সঙ্গে যুক্ত হয়ে এক তরঙ্গায়িত বলয় সৃষ্টি করে যা জাইলেম কলা বেষ্টন করে ফেলে। এই ক্যাম্বিয়াম বলয় প্রথম কয়েকদিন কেন্দ্রাভিমুখী অধিকতর গৌণ জাইলেম (কেন্দ্রাতিগ গৌণ ফ্লোয়েমের তুলনায়) তৈরি করে। স্বাভাবিক ভাবেই প্রথম সৃষ্ট ক্যাম্বিয়াম বলয় ক্রমাগত বাইরের দিকে সরতে থাকে এবং তরঙ্গায়িত বলয় অবশেষে গোলাকৃতি হয়। গৌণ জাইলেম ও ফ্লোয়েম ধারাবাহিকভাবে সৃষ্টি হওয়ার ফলে গৌণ সংবাহী স্তম্ভক উদ্ভিদ মূলে তৈরি হয়, যার বিন্যাস সমপার্শ্বীয়। অর্থাৎ, মূলে প্রাথমিক সংবাহী কলা অরীয় কিন্তু গৌণ সংবাহী কলা সমপার্শ্বীয়। এই সময়ে মূলের প্রাথমিক জাইলেম কলা কিন্তু গৌণ জাইলেম কলার মধ্যে নিবেশিত থাকে। কেবল কেন্দ্রে উপস্থিত কয়েকটি জাইলেমের অরীয় বিন্যাস এবং একসার্ক (exarch) প্রকৃতি থেকে মূলের প্রকৃত গঠনটি নির্ণয় করা যায় (চিত্র 10.1)। প্রাথমিক ফ্লোয়েমের সীভ নালিকা সাধারণত বিনষ্ট হয়ে যায়। মূলের গৌণ জাইলেম এণ্ডার্ক (endarch) প্রকৃতির।

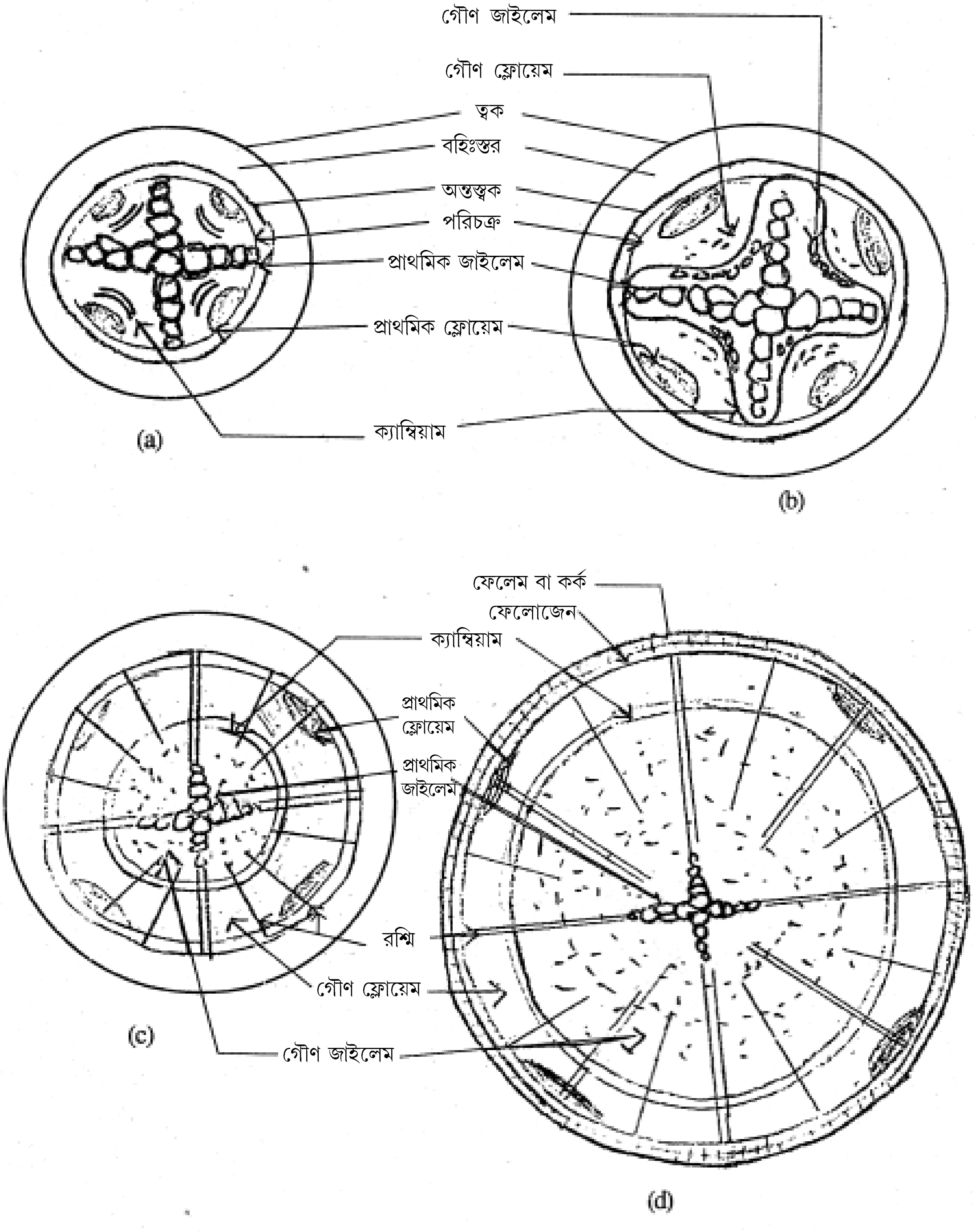
প্রোটোজাইলেম গুচ্ছের সংলগ্ন, পরিচক্রের বিভাজনক্ষম (ক্যাম্বিয়াম) কোষগুলি মূলত রশ্মি প্রারম্ভিক কোষ (ray initials) রূপে কাজ করে এবং পট্টির ন্যায় (band-like) বিন্যস্ত সংবহন রশ্মি (vascular rays) বা প্রধান মজ্জা রশ্মি (main medullary rays) সৃষ্টি করে। ক্যাম্বিয়ামের মধ্য দিয়ে এই মজ্জা রশ্মি বা মজ্জাংশু জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলার মধ্যবর্তী অংশে বিস্তৃত থাকে।

10.4 উদ্ভিদ মূলে বহিঃস্টিলীয় গৌণ বৃদ্ধি

উদ্ভিদ মূলে, প্রথম গঠিত পেরিডার্মটি সমগ্র মুল জুড়ে (কেবল মূলাগ্র অংশ ব্যতিরেকে) অবিচ্ছিন্ন ভাবে পরিবৃত থাকতে পারে। এখানে কর্ক স্তম্ভকটির ব্যাস বৃদ্ধি পায় ফেলোজেন ও তার আভ্যন্তরীন সজীব কোষসমূহের তলসমকোণী (anticlinal) কোষ বিভাজনের মাধ্যমে। মূলের কর্ক কোষগুলি সাধারণ পাতলা ও মসৃণ হয়। কর্ক কোষস্তরের ফাটল বরাবর কর্ক, আংশিকভাবে হলেও, খসে পড়ে বা তার মধ্যে পচন ধরে। মৃত্তিকা মধ্যস্থ অবস্থা এই প্রক্রিয়াটিকে সম্ভবত ত্বরান্বিত করে। বীরুৎজাতীয় উদ্ভিদের মূলে সাধারণত কোনও পেরিডার্ম গঠিত হয় না, যদিও বাইরের কোষ স্তর প্রায়শই সুবেরিন-যুক্ত হতে দেখা যায়।

10.5 সারাংশ

পার্শ্বীয় ভাজক কলা ক্যাম্বিয়াম দ্বারা গঠিত গৌণ কলার মাধ্যমে মূলের পরিধির বৃদ্ধিকে গৌণ বৃদ্ধি বলে। উদ্ভিদ মূলে প্রাথমিক ফ্লোয়েমের নীচে এবং প্রোটোজাইলেম গুচ্ছের বিপরীতে পরিচক্রে, গৌণ ক্যাম্বিয়াম গঠিত হয়, যা জুড়ে গিয়ে প্রথমে তরঙ্গায়িত, পরে বলয়াকার ক্যাম্বিয়াম তৈরি করে। বহিঃস্টেলীয় গৌণ বৃদ্ধির ক্ষেত্রে ফেলোজেন মূলের পরিচক্রের বাইরের দিকে উৎপত্তি লাভ করে। এক্ষেত্রে পেরিডার্মে গ্যাসীয় বিনিময় চালু রাখে এক প্রকার বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল।


গৌণ জাইলেম
গৌণ ফ্লোয়েম
ত্বক
বহিঃস্তর
অন্তস্ত্বক
পরিচক্র
প্রাথমিক জাইলেম
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
ক্যাম্বিয়াম
(a)
(b)
ফেলেম বা কর্ক
ফেলোজেন
ক্যাম্বিয়াম
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
প্রাথমিক জাইলেম
রশ্মি
গৌণ ফ্লোয়েম
গৌণ জাইলেম
(c)
(d)

চিত্র নং 10.1 : আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ মূলের প্রস্থচ্ছেদে স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির রেখাচিত্র।

10.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

I একককথায় উত্তর দিন :

(a) উদ্ভিদমূলের কোথায় গৌণ ক্যাম্বিয়াম গঠিত হয়?

(b) উদ্ভিদ মূলের ক্ষেত্রে ফেলোজেনের অবস্থান কোথায় থাকে?

(c) ক্যাম্বিয়াম পটিগুলি মূলের কোন অংশে পৃথকীকৃত হয়?

(d) তরঙ্গায়িত ক্যাম্বিয়াম বলয় থেকে উৎপাদিত গৌমকলা কোন অঞ্চলে অবস্থান করে?

II সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

উদ্ভিদ মূলের বহিঃস্টেলীয় গৌণ বৃদ্ধি।

10.7 উত্তরমালা

I (a) উদ্ভিদ মূলে প্রাথমিক ফ্লোয়েমের নীচে এবং প্রোটোজাইলেম গুচ্ছের বিপরীতে পরিচক্রে, গৌণ ক্যাম্বিয়াম গঠিত হয়।

(b) পরিচক্রের বাইরের দিকে।

(c) প্রতিটি প্রাথমিক ফ্লোয়েমের নীচে ক্যাম্বিয়াম পটিগুলি পৃথকীকৃত হয়।

(d) তরঙ্গায়িত ক্যাম্বিয়াম থেকে উৎপাদিত গৌণ কলা পরিধী ও ভেতরের দিকে অবস্থান করে।

II 10.4 এ দ্রষ্টব্য।

একক 11 ❑ Bignonia ও Boerhaavia কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Anomalous Secondary Growth in *Bignonia* and *Boerhaavia* Stem)

গঠন

11.0 উদ্দেশ্য

11.1 প্রস্তাবনা

11.2 অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

অনুশীলনী

11.3 *Bignonia*-র কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

11.4 *Boerhaavia*-র কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

11.5 সারাংশ

11.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

11.7 উত্তরমালা

11.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে যা জানতে পারা যাবে, তা হলো—

- অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি কাকে বলে;
- এই প্রকার গৌণ বৃদ্ধি কোথায় হয়;
- (সম্ভবত) কেন হয়।

11.1 প্রস্তাবনা

এর পূর্বেই উদ্ভিদ কাণ্ড ও মূলের গৌণ বৃদ্ধি সম্বন্ধে জানা গেছে (দ্রঃ একক 9)। স্বাভাবিক অবস্থায় ক্যাম্বিয়াম ভিতরের দিকে গৌণ জাইলেম এবং বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে। এটিই তাদের স্বাভাবিক ক্রিয়া। নালিকা বাণ্ডিলের প্রাথমিক জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যে গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম (কাণ্ডে) এবং মজ্জাংশু অঞ্চলে আন্তঃগুচ্ছ ‘ক্যাম্বিয়ামের অবস্থানটিও স্বাভাবিক বা নিয়ত। এই স্বাভাবিক ক্রিয়া ও অবস্থানের ক্ষেত্রবিশেষে কিছু ব্যতিক্রম ঘটে। বিশেষ করে তাদের নিজস্ব প্রকৃতি, আবাস অনুসারে

সংবাহী কলাবিন্যাসের কিছু দ্রুত পরিবর্তন সম্পন্ন হয়, যাতে উদ্ভিদকে কোনোপ্রকার যান্ত্রিক স্থিতিশীলতা বা সংবহনের সমস্যায় না পড়তে হয়। যেমন ঋজু প্রকৃতির উদ্ভিদ কাণ্ডে যদিও বা স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি সাধারণত লক্ষ্য করি, রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদে কিন্তু গৌণ কলাবিন্যাসের মধ্যে নানান্ তারতম্য চোখে পড়ে। এই প্রকার ব্যতিক্রমী, স্বভাববিরুদ্ধ গৌণ বৃদ্ধিকে এক কথায় অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (anomalous secondary growth) আখ্যা দেওয়া হয়। অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধিকে 'অনিয়ত', 'ব্যতয়ী' ইত্যাদি নামে বর্ণনা করা হয়ে থাকে।

11.2 অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Anomalous Secondary Growth)

স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির কলাবিন্যাসগত অবস্থান বা ক্রিয়া বা উভয় কারণেই যে ব্যতায়ী বা অনিয়ত গৌণ বৃদ্ধি আমরা সচরাচর লক্ষ্য করি, তাদের অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি বলে। গৌণ বৃদ্ধি ঘটায় ক্যাম্বিয়াম নামক ভাজক কলা, তা বলা বাহুল্য। কেবল ক্যাম্বিয়ামের অনিয়ত অবস্থান বা ক্রিয়াই, অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির জন্য মুখ্যত দায়ী। 'প্রস্তাবনা' অংশেই এ-সম্বন্ধে উল্লেখ করা হয়েছে। বিশেষ প্রকৃতির উদ্ভিদে, বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদ অঙ্গে (যথা—আরোহী, সঞ্চয়কারী ইত্যাদি), এমনকি বহিঃপরিবেশের তাগিদে—তথাকথিত অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি পরিলক্ষিত হয়। অনেক কাষ্ঠল লতা বা রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির ব্যতায়ী কলাবিন্যাস লতা উদ্ভিটিকে আরোহনে সাহায্য করে এবং যান্ত্রিক স্থিতিশীলতা অর্পন করে। সুতরাং, এসকল ক্ষেত্রে অস্বাভাবিক বৃদ্ধি প্রতিযোজক হিসেবে ব্যাখ্যা করা যায়। কেবল উদ্ভিদ নয়, সকল জীবজগতেই ভৌত গঠন হয় ক্রিয়া অনুসারে। এক্ষেত্রেও প্রয়োজন অনুযায়ী কলাবিন্যাসের তারতম্য হবে, সেটিই স্বাভাবিক। যখনই আলোচ্য গৌণ বৃদ্ধিকে 'অস্বাভাবিক' বলব, জীবজগতের গঠন-ক্রিয়া আন্তঃসম্পর্ক (structure-function interelationship) যেন স্মরণ রাখি।

নিম্নলিখিত কারণে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি সম্পন্ন হয় :

(i) ক্যাম্বিয়ামের অবস্থান স্বাভাবিক কিন্তু উহাদের ক্রিয়া অস্বাভাবিক (*Bignonia*)।

(ii) ক্যাম্বিয়ামের অবস্থান অস্বাভাবিক কিন্তু ক্রিয়াশীলতা স্বাভাবিক (*Serjania*)।

(iii) অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম সৃষ্টি (*Boerhaavia*)।

(iv) জাইলেম মধ্যক ফ্লোয়েম বা ইন্টার জাইলারি ফ্লোয়েম কিংবা অন্তর্ভূত ফ্লোয়েম এবং অন্তঃ জাইলেমীয় ফ্লোয়েম কিংবা অন্তফ্লোয়েম (Interxylaryphloem or included phloem and intra xylary phloem or internal phloem) (*Strychnos, Tecoma*)।

অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি ক্যাম্বিয়ামের অস্বাভাবিক অনুপাতে জাইলেম ও ফ্লোয়েম সৃষ্টির মাধ্যমে বিগনোনিয়েসী (Bignoniaceae) গোত্রভুক্ত বিগনোনিয়া (*Bignonia* sp.) উদ্ভিদে প্রাথমিকভাবে ক্যাম্বিয়াম স্বাভাবিক গৌণ জাইলেম ও ফ্লোয়েমের বলয় তৈরি করে। পরে কয়েকটি নির্দিষ্ট অঞ্চলে ক্যাম্বিয়াম হয় অধিকতর জাইলেম, কিংবা (অন্য উদ্ভিদে) অধিকতর ফ্লোয়েম উৎপন্ন করে। এর ফরে পর্যায়ক্রমে

আইল ও খাঁজযুক্ত (ridge and furrow) জাইলেম স্তম্ভক (চিত্র নং 11.1) সৃষ্টি হয়। রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদ এরূপ কলা বিন্যাসের মাধ্যমে তাদের আরোহী প্রকৃতির সঙ্গে খাপ খাইয়ে নেয়।

অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম স্তর গঠনের মাধ্যমে কিছু সংখ্যক গুপ্তবীজী উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ গঠন সৃষ্টি হয়। নিকটাজিনেসী (Nyctaginaceae) গোত্রযুক্ত পুনর্ণভা (*Boerhaavia* sp.) (চিত্র নং 11.3) এবং বিগনোনিয়েসী (Bignoniaceae) গোত্রভুক্ত টেকোমা (*Tecoma* sp.) নামক উদ্ভিদে (চিত্র নং 11.2) অস্বাভাবিক গৌণবৃদ্ধি ঘটে। পুনর্ণভা (*Boerhaavia* sp.) এর ক্ষেত্রে অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম স্তর প্রথম গঠিত ক্যাম্বিয়ামের বাইরে উৎপন্ন হয়। অপরপক্ষে টেকোমা (*Tecoma* sp.)র ক্ষেত্রে অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম প্রথম গঠিত ক্যাম্বিয়ামের ভেতরের দিকে গঠিত হয় এবং এই ক্যাম্বিয়াম স্তরটি বিপরীত রীতিতে, অর্থাৎ বাইরের দিকে গৌণ জাইলেম এবং ভেতরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম উৎপন্ন করতে থাকে। এভাবে উৎপন্ন নতুন গৌম ফ্লোয়েমকে জাইলেম মধ্যস্থ বা অন্তঃজাইলেমীয় ফ্লোয়েম (intraxylary phloem) কিংবা অন্তফ্লোয়েম (Internal phloem) রূপে চিহ্নিত করা হয়।

অনুশীলনী

1. **'সত্যি' না 'মিথ্যা' নির্দেশ করুন :**

(a) উদ্ভিদের প্রকৃতি, পরিবেশের অভিযোজনমূলক চাহিদার সঙ্গে সাযুজ্যতা রক্ষা করে ব্যতিক্রমী বা অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি বেশ কিছু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে লক্ষ্য করা যায়।

(b) ঋজু প্রকৃতির বৃক্ষে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি প্রায়শই লক্ষ্য করা যায়।

(c) রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ-বৃদ্ধি প্রায়শই লক্ষ্য করা যায়।

11.3 Bignonia কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (চিত্র নং 11.1)

পূর্বেই জানা গেছে যে বিগনোনিয়া (*Bignonia* sp. গোত্রবিগনোনিয়েসী) উদ্ভিদটিতে ক্যাম্বিয়ামের অবস্থান স্বাভাবিক কিন্তু ক্রিয়া ব্যাতিক্রম—ক্যাম্বিয়াম অসমানুপাতে জাইলেম ও ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে। অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির দৃষ্টান্তরূপে যে কয়টি উদ্ভিদ নির্বাচন করা হয়েছে, এটি তাদের অন্যতম। অন্য উদ্ভিদগুলির পুঙ্খানুপুঙ্খ কলাবিন্যাস পরবর্তী সেকশনগুলিতে আলোচনা করা হলো।

বিগনোনিয়া একটি কাষ্ঠল লতা যার কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ প্রায় চতুষ্কোন হয়। **বহিস্ত্বক** বা এপিডার্মিস (epidermis) একস্তরবিশিষ্ট এবং পুরু কিউটিকল যুক্ত। কর্টেক্স (cortex) বা **বহিস্তর**, প্যারেনকাইমা কোষবিশিষ্ট, কয়েকটি স্তরে, বহিস্ত্বকের নীচে বিন্যস্ত থাকে। কোষান্তর অবকাশ এই স্থানে দেখা যায়। **অন্তস্ত্বক** বা এণ্ডোডার্মিস (endodermis) খুব স্পষ্ট নয়। পরিবর্তে, একটি প্যারেনকাইমা'র স্তর দেখা যায় যা **শ্বেতসার আবরণ** (starch sheath) রূপে বিবেচিত হয়। **পরিচক্র** (pericyle) থাকে ঠিক এর নীচে কয়েকটি ছোট-বড় স্ক্লেরেনকাইমা ফালি'র আকারে, যা মনে হয় একটি বিচ্ছিন্ন বলয়। **সংবাহী কলা তন্ত্র** (vascular tissue system) নিম্নোক্ত উপাদান সহকারে তৈরি হয় :

(i) **গৌণ জাইলেম** সাধারণত চারটি উঁচু (প্রস্থচ্ছেদে) স্থানে সীমাবদ্ধ থাকে, কখনো বা তার বেশি। এই উঁচু স্থানগুলিকে আইল (ridges) বলা যায়।

(ii) পার্শ্ববর্তী দুটি আইলের মধ্যে অবস্থান করে গৌণ **ফ্লোয়েম** দ্বারা সৃষ্ট খাঁজ (furrows of phloem wedges); এখানে সাধারণত বিপরীতমুখী দুই জোড়া ইংরেজী U আকৃতির গঠন নজরে পড়ে। কয়েকটি পুরু কোষ-প্রাচীর বিশিষ্ট ফ্লোয়েম তন্তু (phloem or bast fibres) দেখা যায়।

(iii) **ক্যাম্বিয়াম** স্তর গৌণ জাইলেম ও ফ্লোয়েমকে পৃথক করে রাখে। খাঁজ অঞ্চলে ক্যাম্বিয়াম অবনমিত থাকে।

(iv) **প্রাথমিক ফ্লোয়েম** পরিচক্রের নিকট কয়েকটি ভগ্ন ফালি রূপে অবস্থান করে।

(v) **প্রাথমিক জাইলেম**-এর কয়েকটি গোষ্ঠী মজ্জার নিকট দেখা যায়। প্রোটোজাইলেম কেন্দ্রাভিমুখী হয়, অতএব জাইলেম এণ্ডার্ক (endarch)।

(vi) **নালিকা বাণ্ডিলগুলি** সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয়, এণ্ডার্ক ও মুক্ত।

কাণ্ডের মজ্জা প্যারেনকাইমা কোষযুক্ত এবং সুনির্দিষ্ট রূপে কাণ্ডের কেন্দ্রস্থলে বিরাজ করে।

বিগনোনিয়া'র বিশেষ অস্বাভাবিক বা ব্যতিক্রম গঠন, খানিকটা পুনরুক্তি সহ পুনরায় উল্লেখ করা হলো। এদের গৌণ জাইলেম স্তম্ভক (সাধারণত চারটি) **আইল ও খাঁজ** (ridges and furrows) যুক্ত হয়। ক্যাম্বিয়াম বলয় কয়েকটি (সাধারণত চারটি) স্থলে বাইরের দিকে স্বভাববিরুদ্ধভাবে গৌণ জাইলেমের তুলনায় মাত্রাতিরিক্ত গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে। ফলে, প্রস্থচ্ছেদে মনে হয় ফ্লোয়েম কলার গোঁজ বা কীলক (wedge) গৌণ জাইলেমের মধ্যে ঢুকে রয়েছে। বলা বাহুল্য, কীলকাকার গৌণ ফ্লোয়েম কলা জাইলেম স্তম্ভকের খাঁজ (furrows) অঞ্চলগুলি ভরাট করে রাখে।

পরিণত কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদে অবশ্য আরও অধিক সংখ্যক আইল ও খাঁজ লক্ষ্য করা যায়। *Bignonia* কাণ্ডের ক্ষেত্রে ক্যাম্বিয়ামের অবস্থান স্বাভাবিক কিন্তু ইহার কার্যকারীতা অস্বাভাবিক প্রকৃতির। এক্ষেত্রে ক্যাম্বিয়াম বলয় স্বাভাবিকভাবে গঠিত হয়। ক্যাম্বিয়াম বলয়ের কোন কোন অংশে ফ্লোয়েমের তুলনায় অধিক পরিমাণে জাইলেম উৎপত্তি লাভ করে। অপরপক্ষে কিছু অংশে জাইলেমের তুলনায় অধিক পরিমাণে ফ্লোয়েম গঠিত হয়। এই কারণে, বেলনাকার স্টেলির পরিবর্তে আইল ও খাঁজযুক্ত (ridged এবং furrowed) স্টিলি উৎপত্তি লাভ করে।

11.4 Boerhaavia-র কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (চিত্র 11.2)

নিক্টাজিনেসী (Nyctaginaceae) গোত্রভুক্ত পুনর্নভা বা **বোয়েরহাভিয়া** (*Boerhaavia* sp.) একপ্রকার ন্যুজ প্রকৃতির আগাছা, উদ্ভিটিতে প্রথমে গঠিত ক্যাম্বিয়ামের বাইরে তৈরি হয় **অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম**। এই ধরনের অতিরিক্ত (accessory) গৌণ ক্যাম্বিয়াম কয়েকটি গৌণ ফ্লোয়েমের ফালি বাইরের দিকে উৎপন্ন করে এবং যথারীতি ভিতরে সৃষ্টি করে গৌণ জাইলেম। এখন এদের পুঙ্খানুপুঙ্খ কলাবিন্যাস

এবার আলোচনা করা হলো।

বহিস্ত্বক একস্তরবিশিষ্ট, কিউটিকলযুক্ত এবং অল্প পরিমান স্টোমাটা (পত্ররন্ধ্র) সম্বলিত। বহিঃস্তর বা কর্টেক্স তিনটি স্তরে বিভক্ত— বাইরের কোলেনকাইমা কোষযুক্ত অধস্ত্বক বা হাইপোডার্মিস, প্যারেনকাইমা কোষ সম্বলিত, আন্তঃকোষীয় অবকাশসহ একটি সাধারণ বহিস্তর বা কর্টেক্স এবং ভেতরের শ্বেতসার আবরণ বা অন্তস্ত্বক।

সংবাহী কলাতন্ত্র (vascular tissue system) উপাদানগুলি নিম্নরূপ—

(i) প্যারেনকাইমা কলার মধ্যে প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিলগুলি ছড়ানো থাকে। বাণ্ডিলগুলি সমপার্শ্বীয়, সংযুক্ত, এণ্ডার্ক এবং মুক্ত। খুব অল্প পরিমাণ গৌণ বৃদ্ধি এই বাণ্ডিলগুলি দ্বারা সম্পন্ন হয়।

কচি কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদে সাধারণত কেন্দ্রস্থলে দুটি নালিকা বাণ্ডিল, মধ্যে 6 থেকে 14 টি বাণ্ডিল এবং বাইরে 15 থেকে 20 টি আরও ছোট আকৃতির বাণ্ডিল, বলয়াকারে সজ্জিত থাকতে দেখা যায়।

(ii) প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিলগুলি মজ্জা অংশে অবস্থিত বলে তাদের মজ্জাংশু বাণ্ডিল (medullary bundles) আখ্যা দেওয়া হয়।

(iii) গৌণ ক্যাম্বিয়ামের স্তর প্রাথমিক বাণ্ডিলগুলির বাইরে দেখা যায়। এই ক্যাম্বিয়াম উদ্ভূত গৌণ ফ্লোয়েম ক্যাম্বিয়ামের বাইরে বলয়াকারে সজ্জিত থাকে।

(iv) গৌণ জাইলেম, গৌণ ক্যাম্বিয়ামের অভ্যন্তরে পাওয়া যায়, যা বিপুল পরিমাণ পুরু কোষপ্রাচীর যুক্ত প্রোসেনকাইমা কোষবিশিষ্ট যোজক কলার (conjunctive tissue) মধ্যে প্রোথিত থাকে।

(v) প্রাথমিক মজ্জাংশু বাণ্ডিলের উপস্থিতির কারণে মজ্জা অংশ খুব স্পষ্টভাবে চিহ্নিত করা যায় না।

বাইরের নালিকা বাণ্ডিলগুলির অভ্যন্তরে গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম, বাণ্ডিল মধ্যস্থ আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়ার সঙ্গে যুক্ত হয়ে একটি সম্পূর্ণ বলয় সৃষ্টি করে। যা বাইরে ফ্লোয়েম এবং ভিতর দিকে জাইলেম গঠন করে। পর পর বাইরে অনেকগুলি ক্যাম্বিয়াম বলয়, প্রতিটিতে তাদের সৃষ্ট গৌণ ফ্লোয়েম ও জাইলেমসহ সজ্জিত থাকে। অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়ার স্তর সংখ্যা 20 টি পর্যন্ত হতে পারে। অনেক ক্ষেত্রেই এই বলয়গুলি উৎকেন্দ্রিক (eccentric) হয়। Boerhaavia কাণ্ডে প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিল মুক্ত ও সমপার্শ্বীয় হওয়া সত্ত্বেও বিক্ষিপ্তভাবে অবস্থান করে। এক্ষেত্রে গৌণ বৃদ্ধি প্রধানত অতিরিক্ত (accessary or additional) অথবা বাড়তি ক্যাম্বিয়ামের কার্যকারীতার ফলে ঘটে, যা সাধারণত পরিচক্র থেকে উৎপত্তি লাভ করে। অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম থেকে গৌণ নালিকা বাণ্ডিল গঠিত হয় এবং এই গৌণ নালিকা বাণ্ডিলগুলি যোজককলা (Conjunctive tissue) অথবা ইন্টার ফ্যাসিকুলার (inter fascicular tissue) কলায় নিহিত (Embedded) অবস্থায় অবস্থান করে। যোজককলার কোষগুলি আয়তাকার কোষ নিয়ে গঠিত, অন্তকোষীয় গহ্বরবিহীন ঘনসন্নিবিষ্টভাবে বিন্যস্ত, পুরু প্রকার বিশিষ্ট ও লিগনিনযুক্ত।

11.5 সারাংশ

উদ্ভিদদেহে স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির যে ব্যতিক্রম ঘটে, তাকে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি বলে। ক্যাম্বিয়ামের অস্বাভাবিক অবস্থান এবং/কিংবা অস্বাভাবিক ক্রিয়ার দরুন এমন ব্যতিক্রমী অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি ঘটে। সাধারণত, কাষ্ঠল দ্বিবীজপত্রী রোহিনী (Lianas) জাতীয় উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি দেখতে পাই। Bignonia উদ্ভিদের ক্ষেত্রে কয়েকটি নির্দিষ্ট অঞ্চলে ক্যাম্বিয়াম অসমঅনুপাতে গৌণ জাইলেম বা গৌণ ফ্লোয়েম উৎপন্ন করে। এর ফলে পর্যায়ক্রমে আইল ও খাঁজযুক্ত (ridge and furrow) জাইলেম স্তম্ভক সৃষ্টি হয়। আইল ও খাঁজগুলি একান্তরভাবে অবস্থান করে। রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদে এরূপ কলাবিন্যাসের মাধ্যমে আরোহী প্রকৃতির বৈশিষ্টের সাথে খাপ খাইয়ে নেয়।

নিকটাজিনেসী (Nyctaginaceae) ভুক্ত পুনর্নভা (*Boerhaavia* sp.) উদ্ভিদে অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়ামের উপস্থিতির দরুন অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি ঘটে। এক্ষেত্রে প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিলগুলি অনিয়মিতভাবে অথবা একটি বা দুটি বলয়ে অবস্থান করে। এই সকল নালিকা বাণ্ডিলের ফ্যাসিকুলার (fascicular) ক্যাম্বিয়াম কিছুক্ষণের জন্য পর্যায়ক্রমে বাইরের দিকে গৌণ জাইলেম ও ভেতরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েমের উৎপত্তি ঘটায়। এই ফ্যাসিকুলার (fascicular) ক্যাম্বিয়ামের কার্যকারীতা বন্ধ হলে প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিলের বাইরের দিকে পরিচক্রে অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম উৎপত্তি লাভ করে। এই অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম পুনঃ পুনঃ বিভাজিত হয়ে শিরাত্মক (vascular) এবং অ-শিরাত্মক (non-vascular) কলার উৎপত্তি ঘটায়। এই অ-শিরাত্মক (non-vascular) কলা থেকে যোজক কলা উৎপত্তি লাভ করে এবং গৌণ নালিকা বাণ্ডিলগুলি যোজক কলায় নিহিত (embeded) থাকে।

ক্যাম্বিয়াম অসমঅনুপাতে গৌণ জাইলেম বা ফ্লোয়েম তৈরি করা এবং অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম স্তর সৃষ্টি করা ছাড়াও কয়েকটি বিশেষ কারণে দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি ঘটে, ইহাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য—

স্বাভাবিক জায়গায় অবস্থানরত ক্যাম্বিয়াম গৌণ সংবাহী কলার পরিবর্তে প্যারেনকাইমা সৃষ্টি যথা *Tinospore* ও *Aristolochia*র কাণ্ডে। *Serjania* উদ্ভিদ কাণ্ডে অস্বাভাবিকভাবে অবস্থানরত ক্যাম্বিয়াম ফালি একত্রে যুক্ত হয়ে অপ্রকৃত বহুস্টেলীয় আকার ধারণ করে। *Tecoma* উদ্ভিদে জাইলেম মধ্যস্থ বা অন্তঃজাইলেমীয় ফ্লোয়েম বা অন্তঃফ্লোয়েম গঠনের মাধ্যমে ও অস্বাভাবিক গৌম বৃদ্ধি ঘটে। *Bougainvillea, Mirabilis* প্রভৃতি উদ্ভিদ কাণ্ডে মজ্জাংশু নালিকা বাণ্ডিল, *Cucurbita, Begonia* প্রভৃতি উদ্ভিদে বহিস্তরীয় বা কর্টিকাল বাণ্ডিল গঠনের মাধ্যমে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি সম্পন্ন হয়।

একবীজপত্রী বৃক্ষে গৌণ বৃদ্ধি ঘটে না, বৃক্ষ বা আকৃতির জন্য প্রধানত মুখ্য স্ফীতকারী ভাজক কলার (Primary thickening meristem, PTM) মাধ্যমে পার্শ্বীয় সম্প্রসারণ ঘটায়। লিলি ও উহাদের নিকট আত্মীয় কিছু কাষ্ঠল একবীজপত্রী উদ্ভিদে বিশেষ প্রকৃতির সীমিত ভাজক কলা বাইরের দিকে প্যারেনকাইমা কোষযুক্ত গৌণ বহিস্তর বা কর্টেক্স উৎপন্ন করে এবং ভেতরের দিকে প্রোক্যাম্বিয়াম

ফালি ও লিগনিনযুক্ত যোজক কলা। প্রোক্যাম্বিয়াম ফালি গৌণ নালিকা বাণ্ডিলের উৎপত্তি ঘটায়, যা প্রাথমিক সংবহনতন্ত্রের সাথে সংযোগ স্থাপন করে।

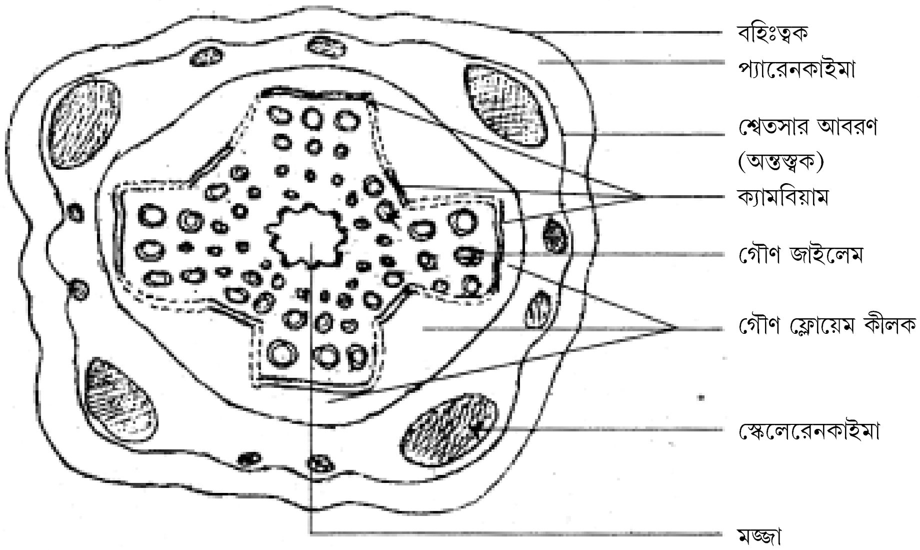
একবীজপত্রী পেরিডার্ম দ্বিবীজ পেরিডার্ম অপেক্ষা ভিন্ন। একবীজপত্রীর পেরিডার্মের সকল কোষ সুবেরিনযুক্ত এবং এখানে ফেলেম, ফেলোজেন এবং ফেলোডার্ম সহজে পৃথক করা যায় না।

যে সকল কারণে দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি ঘটে তাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য—

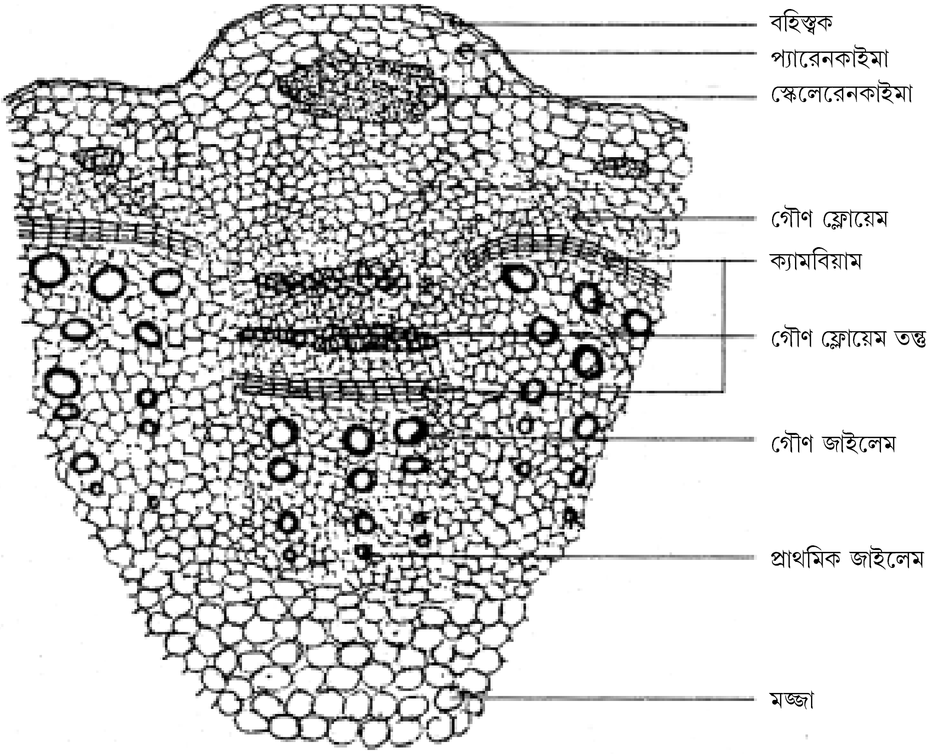
- ❑ ক্যাম্বিয়ামের অসম অনুপাতে গৌণ জাইলেম বা ফ্লোয়েম তৈরি করা (*Bignonia*)।
- ❑ অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম স্তর সৃষ্টি করা (*Boerhaavia*)।
- ❑ জাইলেম মধ্যস্থ বা অন্তঃজাইলেমীয় ফ্লোয়েম (intraxylary phloem) অথবা অন্তঃফ্লোয়েম (internal phloem) গঠন (Tecoma)।

  মজ্জাংশু নালিকা বাণ্ডিল (medullary vascular bundles) গঠন।

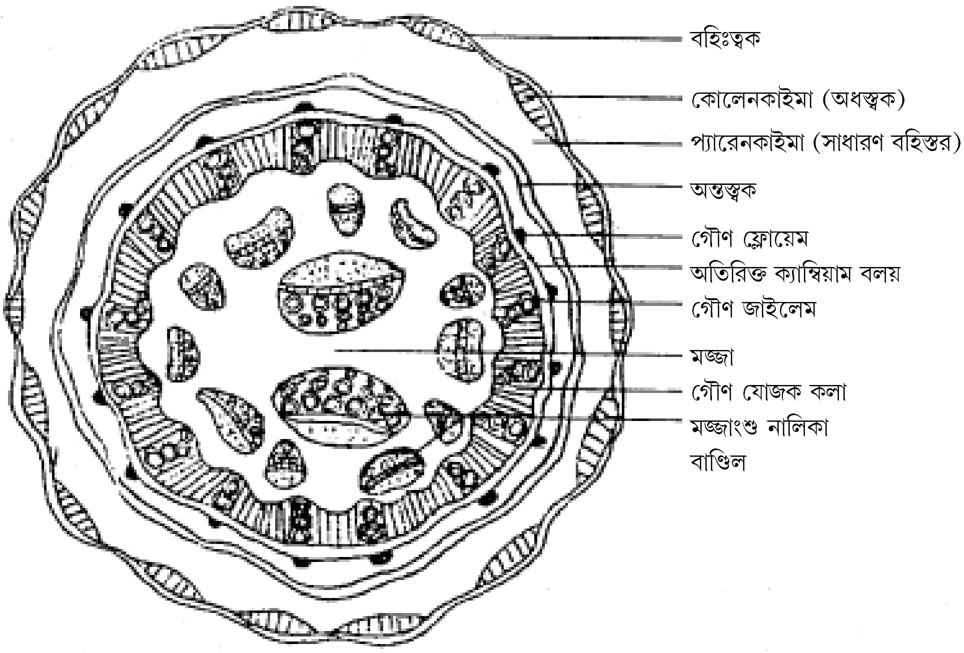
  জাইলেম মধ্যক বা ইন্টার জাইলারি ফ্লোয়েম (interxylary phloem) অথবা অন্তর্ভুক্ত ফ্লোয়েম (included phloem) গঠন প্রভৃতি।


বহিঃত্বক
প্যারেনকাইমা
শ্বেতসার আবরণ (অন্তস্ত্বক)
ক্যামবিয়াম
গৌণ জাইলেম
গৌণ ফ্লোয়েম কীলক
স্কেলেরেনকাইমা
মজ্জা

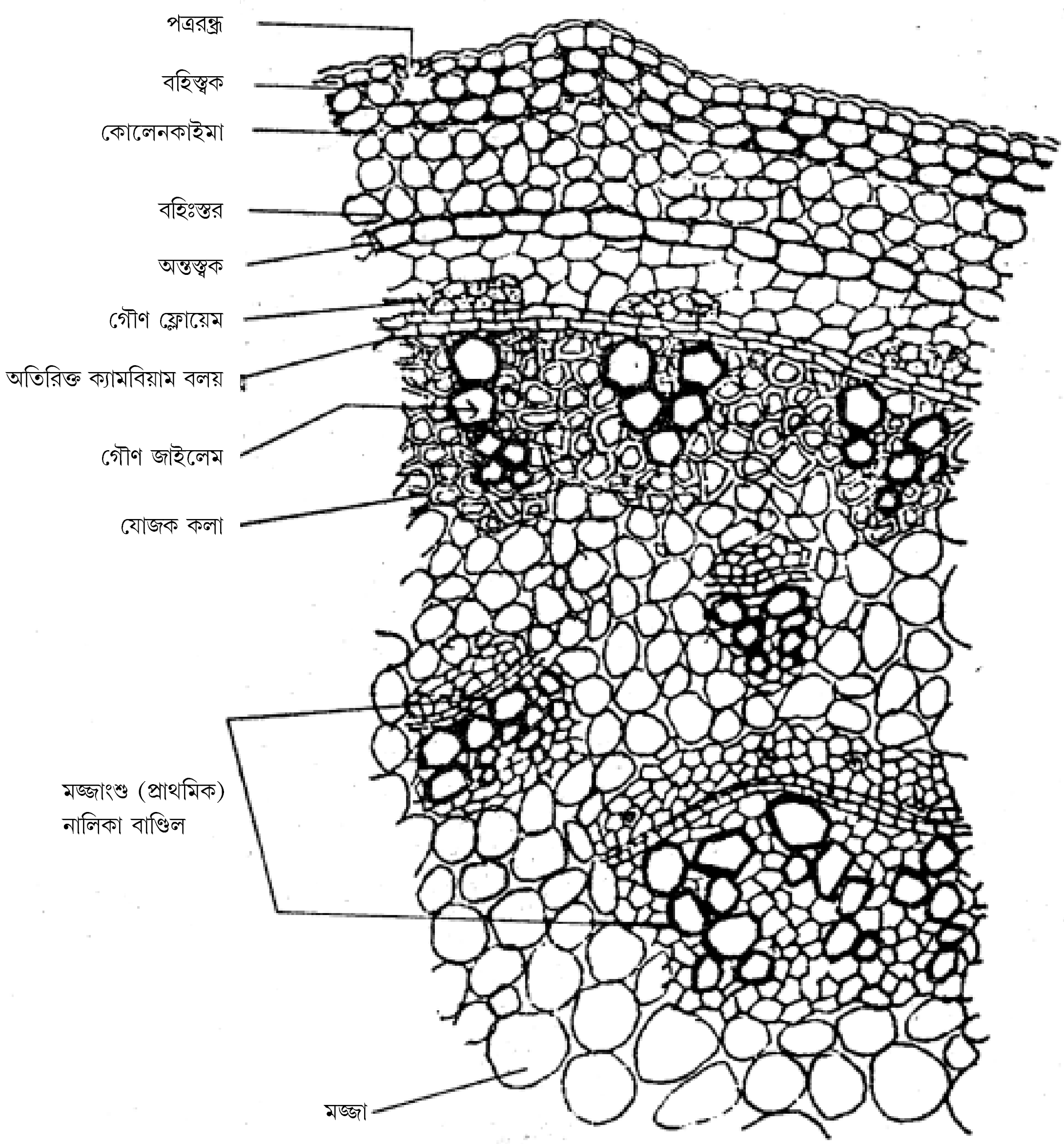
চিত্র নং 11.1 (a) : *Bignonia* কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদের রেখাচিত্র।


বহিস্ত্বক
প্যারেনকাইমা
স্কেলেরেনকাইমা
গৌণ ফ্লোয়েম
ক্যামবিয়াম
গৌণ ফ্লোয়েম তন্তু
গৌণ জাইলেম
প্রাথমিক জাইলেম
মজ্জা

চিত্র নং 11.1(b) : *Bignonia* কাণ্ডের আংশিক প্রস্থচ্ছেদ (কলাবিন্যাস সহ)


বহিঃত্বক
কোলেনকাইমা (অধস্ত্বক)
প্যারেনকাইমা (সাধারণ বহিস্তর)
অন্তস্ত্বক
গৌণ ফ্লোয়েম
অতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম বলয়
গৌণ জাইলেম
মজ্জা
গৌণ যোজক কলা
মজ্জাংশু নালিকা
বাণ্ডিল

চিত্র নং 11.2 (a) *Boerhaavia* কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদের রেখাচিত্র


পত্ররন্ধ্র
বহিস্ত্বক
কোলেনকাইমা
বহিঃস্তর
অন্তস্ত্বক
গৌণ ফ্লোয়েম
অতিরিক্ত ক্যামবিয়াম বলয়
গৌণ জাইলেম
যোজক কলা
মজ্জাংশু (প্রাথমিক)
নালিকা বাণ্ডিল
মজ্জা

চিত্র নং 11.2 (b) *Boerhaavia* কাণ্ডের কলাবিন্যাসসহ আংশিক প্রস্থচ্ছেদ

11.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. **সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :**
   - (a) অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি কাকে বলে?
   - (b) *Boerhaavia* কাণ্ডে নালিকা বাণ্ডিলগুলি পৃথকভাবে সাধারণত কয়টি বলয় সৃষ্টি করে?
   - (c) *Bignonia* উদ্ভিদের কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধিতে ক্যাম্বিয়াম কীভাবে কাজ করে?
   - (d) *Boerhaavia* কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধিতে কোন প্রকার ক্যাম্বিয়ামের ভূমিকা বর্তমান?
2. প্রতীকী চিত্রসহ এক প্রকার অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি দেখান, যেখানে ক্যাম্বিয়াম অসমানুপাতে জাইলেম ও ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে।
3. **বন্ধনীর মধ্যে দেওয়া সঠিক শব্দ নির্বাচন করে শূন্যস্থান পূরণ করুন:**
   - (a) *Bignonia*র _________ আইল ও খাঁজযুক্ত।
   - (b) *Boerhaavia*-র কাণ্ডে গৌণ ক্যাম্বিয়াম স্তর প্রাথমিক _________ দেখা যায়।
   - (c) *Boerhaavia*-র গৌণ ক্যাম্বিয়ামের অভ্যন্তরে _________ পাওয়া যায়, যা বিপুল পরিমাণ পুরু কোষপ্রাচীরযুক্ত _________ যোজক কলার মধ্যে প্রোথিত থাকে।

11.9 উত্তরমালা

অনুশীলনী

(i) প্রোসেনকাইমা কোষবিশিষ্ট যোজককলায় প্রোথিত থাকে।

(ii) ক্যাম্বিয়াম উদ্ভুত গৌণ ফ্লোয়েম ক্যাম্বিয়ামের বাইরে বলয়াকারে সজ্জিত থাকে।

(iii) প্রাথমিক ফ্লোয়েম পরিচক্রের নিকট কয়েকটি ভগ্ন ফালিরূপে অবস্থান করে।

(iv) আইল অঞ্চলে (ridge) গৌণ জাইলেম অবস্থান করে।

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1(a) উদ্ভিদদেহে ভাজক কলার ক্যাম্বিয়ামের অবস্থান এবং/কিংবা ক্রিয়াশীলতা ব্যতিক্রমী চরিত্র প্রদর্শন মারফত যে গৌণ বৃদ্ধি হয়, তাকে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি বলে।

(b) তিনটি

(c) ক্যাম্বিয়াম অসমানুপাতে জাইলেম ও ফ্লোয়েম সৃষ্টির মাধ্যমে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধিতে কাজ করে।

(d) অতিরিক্ত (accessory) গৌণ ক্যাম্বিয়ামের ভূমিকা বর্তমান।

চিত্র নং 11.1(a) ও 11.2(b)

3. (a) গৌণ জাইলেম স্তম্ভক

(b) বাণ্ডিলগুলির বাইরে

(c) গৌণ জাইলেম, প্রসেনকাইমা কোষবিশিষ্ট

একক 12 ❑ *Dracaena* কাণ্ডে এবং *Tinospora* মূলে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Anomalous Secondary Growth in Stem of *Dracaena* and Root of *Tinospora*)

গঠন

12.0 উদ্দেশ্য

12.1 প্রস্তাবনা

12.2 অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

অনুশীলনী

12.3 ***Dracaena*** **কাণ্ডের অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি**

12.4 ***Tinospora*****-এর মূলের অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি**

12.5 সারাংশ

12.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

12.7 উত্তরমালা

12.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পড়ে যা জানতে পারা যাবে, তা হলো—

- অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি কাকে বলে;
- অস্বাভাবিক বৃদ্ধি কোথায় ও সম্ভবত কেন হয় এবং
- একবীজপত্রী উদ্ভিদ কাণ্ডে ও দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলে গৌণ বৃদ্ধির প্রকৃতি প্রভৃতি।

12.1 প্রস্তাবনা

পূর্বে উদ্ভিদ কাণ্ড ও মূলের গৌণ বৃদ্ধি সম্বন্ধে জানা গেছে (দ্র: একক 9 ও 10)। স্বাভাবিক অবস্থায় ক্যাম্বিয়াম ভিতরের দিকে গৌম জাইলেম এবং বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে। এটি তাদের স্বাভাবিক ক্রিয়া। নালিকা বাণ্ডিলের প্রাথমিক জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যে গুচ্ছিত ক্যাম্বিয়াম (কাণ্ডে) এবং মজ্জাংশু অঞ্চলে আন্তঃগুচ্ছ ক্যাম্বিয়ামের অবস্থানটিও স্বাভাবিক বা নিয়ত। এই স্বাভাবিক ক্রিয়া ও অবস্থানের ক্ষেত্রবিশেষে কিছু ব্যতিক্রম ঘটে। বিশেষ করে তাদের নিজস্ব প্রকৃতি, আবাস

অনুসারে সংবাহী কলাবিন্যাসের কিছু দ্রুত পরিবর্তন সম্পন্ন হয়, যাতে উদ্ভিদকে কোন প্রকার যান্ত্রিক স্থিতিশীলতা বা সংবহনের সমস্যায় না পড়তে হয়। যেমন ঋজু প্রকৃতির উদ্ভিদকাণ্ডে যদিও বা স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি সাধারণত লক্ষ্য করি, রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদে কিন্তু গৌণ কলাবিন্যাসের মধ্যে নানান তারতম্য চোখে পড়ে। এই প্রকার ব্যতিক্রমী, স্বভাববিরুদ্ধ গৌণ বৃদ্ধিকে এক কথায় অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (anomalous secondary growth) আখ্যা দেওয়া হয়। অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধিকে 'অনিয়ত' 'ব্যতয়ী' ইত্যাদি নামে বর্ণনা করা হয়ে থাকে।

12.2 অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (Anomalous Secondary Growth)

স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির কলাবিন্যাসগত অবস্থান বা ক্রিয়া বা উভয় কারণেই যে ব্যতায়ী বা অনিয়ত গৌণ বৃদ্ধি আমরা সচরাচর লক্ষ্য করি, তাদের অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি বলে। গৌণ বৃদ্ধি ঘটায় ক্যাম্বিয়াম নামক ভাজক কলা, তা বলা বাহুল্য। কেবল ক্যাম্বিয়ামের অনিয়ত অবস্থান বা ক্রিয়াই, অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির জন্য মুখ্যত দায়ী। 'প্রস্তাবনা' অংশেই এ-সম্বন্ধে উল্লেখ করা হয়েছে। বিশেষ প্রকৃতির উদ্ভিদে, বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদ অঙ্গে (যথা—আরোহী, সঞ্চয়কারী ইত্যাদি), এমনকি বহিঃ পরিবেশের তাগিদে—তথাকথিত অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি পরিলক্ষিত হয়। অনেক কাষ্ঠল লতা বা রোহিনী প্রকৃতির উদ্ভিদে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির ব্যতায়ী কলাবিন্যাস লতা উদ্ভিটিকে আরোহনে সাহায্য করে এবং যান্ত্রিক স্থিতিশীলতা অর্পন করে। সুতরাং, এসকল ক্ষেত্রে অস্বাভাবিক বৃদ্ধি প্রতিযোজক হিসেবে ব্যাখ্যা করা যায়। কেবল উদ্ভিদ নয়, সকল জীবজগতেই ভৌত গঠন হয় ক্রিয়া অনুসারে। এক্ষেত্রেও প্রয়োজন অনুযায়ী কলাবিন্যাসের তারতম্য হবে, সেটিই স্বাভাবিক। যখনই আলোচ্য গৌণ বৃদ্ধিকে 'অস্বাভাবিক' বলব, জীবজগতের গঠন-ক্রিয়া আন্তঃসম্পর্ক (structure-function interelationship) যেন স্মরণ রাখি।

একবীজপত্রী উদ্ভিদে প্রকৃত গৌণ বৃদ্ধি যা বিটপের অগ্রভাগের থেকে দূরে অবস্থিত সীমিত পার্শ্বীয় ভাজক কলার মাধ্যমে সম্পন্ন হয়। কয়েকটি কাষ্ঠল লিলিফ্লোরির (Liliflorae) মধ্যে এবং অপর কয়েকটি একবীজপত্রী গোষ্ঠির মধ্যে এই প্রকার গৌণ বৃদ্ধি দেখতে পাই। উদাহরণস্বরূপ অ্যালো আরবোরেসেনস (*Aloe arborescens*), ড্রাসিনা (*Dracaena sp.*) Liliaceae গোত্রভুক্ত এবং Agavaceae গোত্রভুক্ত ইয়ুক্কা (*Yucca sp.*), স্যান্সিভিয়েরিয়া (*Sansevieria sp.*) প্রভৃতি। এসকল ক্ষেত্রে সীমিত ভাজককলা বা বিশে, ধরনের ক্যাম্বিয়ামটি গৌণ স্ফীতকারী ভাজককলা (Secondary Thickening Meristem, STM) নামে অভিহিত। প্রথমদিকে এই STM বা বিশেষ ক্যাম্বিয়াম কাণ্ডের ভেতরের দিকে কোষ উৎপন্ন করে, পরে বাইরের দিকেও অল্প কলা সৃষ্টি করে। ভেতরে সৃষ্ট কোষ থেকে সংবাহী ফালি (Vascular Strands) ও প্যারেনকাইমা পরিস্ফুট হয়। ভিতরকার প্যারেনকাইমা সৃষ্টি করে যোজক কলা (conjunctive tissue) যাদের কোষপ্রাচীর কোন কোন সময় পুরু হতে পারে।

STM থেকে সৃষ্ট বাইরের কলা থেকে ক্রমশ প্যারেনকাইমা বিশিষ্ট গৌণ কর্টেক্স বা বহিঃস্তর সৃষ্টি হয়। *Dracaena* (চিত্র নং 12.1a ও 12.1b), *Lomandra, Xanthorrhoea, Aloe arborescens* প্রভৃতি উদ্ভিদে গৌণ নালিকা বাণ্ডিলগুলি দেখতে ডিম্বাকার (oval) হয় এবং জাইলেমবেষ্টিত ফ্লোয়েম অ্যাম্ফিভেসাল (amphicvasal) প্রকৃতির।

একবীজপত্রীদের মধ্যে প্রাথমিক ও গৌণ উপাদানগুলির পারস্পরিক বন্ধন যথেষ্ট দৃঢ় হয়। উভয়েরই মূল গঠন অভিন্ন সংবাহী ফালি দ্বারা আকীর্ণ আদি কলা। এমনকি প্রাথমিক ও গৌণ দেহের প্রত্যক্ষ ভৌত যোগ থাকে, কারণ গৌণ বাণ্ডিলগুলি প্রাথমিক পত্রাভিসারী বাণ্ডিলের প্রান্তিক বিস্তৃতির সঙ্গে যুক্ত থাকে।

কিছু সংখ্যক উদ্ভিদ মূলে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি পরিলক্ষিত হয়। চেনোপোডিয়েসী (Chenopodiaceae) গোত্রভুক্ত বীট (*Beta vulgaris*) গাছের মূলে গৌণ বৃদ্ধির সময়, ক্যাম্বিয়াম বলয় সর্বপ্রথম উৎপন্ন হয় প্রাথমিক জাইলেমের কাছে। এই ক্যাম্বিয়াম বলয়টি নিয়মমাফিক ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেম এবং বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম তৈরি করতে থাকে। এরপর এই ক্যাম্বিয়াম বলয়ের ক্রিয়াশীলতা বন্ধ হয়ে যায়। তারপর, নতুন একটি ক্যাম্বিয়াম বলয় ক্রমশ ফ্লোয়েম ও পরিচক্রের প্রান্তগুলি থেকে উৎপন্ন হয়। এভাবে, বেশ কয়েকটি (স্বাভাবিক সংখ্যার থেকে বেশি) এককেন্দ্রিক ক্যাম্বিয়াম বলয়ের উৎপত্তি ঘটে। এ সকল ক্যাম্বিয়াম, সমপার্শ্বীয় জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলাসহ সঞ্চয়কারী প্যারেনকাইমা সৃষ্টি করে। (চিত্র নং 12a ও b)। মেনিস্পারমেসী গোত্রভুক্ত টিনোস্পোরা (*Tinospora cordiflia*) দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ মূলে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি লক্ষ করা যায় (চিত্র নং 12.2a ও 12.2b)। এক্ষেত্রে জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যবর্তী অঞ্চলের ক্যাম্বিয়াম ভেদ করে প্রশস্থ নালিকা রশ্মি (vascular ray) অথবা মজ্জা রশ্মির (medulary ray) উপস্থিতি এই মূলের বৈশিষ্ট্য। এই রশ্মিগুলি প্রোটোজাইলেম বরাবর অবস্থান করে।

অনুশীলনী

1. সত্যি না মিথ্যা নির্দেশ করুন :

(a) বীট মূলে মজ্জাংশু বাণ্ডিল দেখা যায়।

(b) একবীজপত্রী উদ্ভিদে প্রকৃত গৌণ বৃদ্ধি সীমিত ভাজক কলার মাধ্যমে সম্পন্ন হয়।

(c) প্যারেনকাইমা সৃষ্টিকারী যোজক কলার (conjunctive tissue) কোষ প্রাচীর কখনই পুরু হয় না।

(d) বীট গাছের মূলে গৌণ বৃদ্ধির সময়, ক্যাম্বিয়াম বলয় সর্বপ্রথম উৎপন্ন হয় গৌণ জাইলেমের কাছে।

12.3 *Dracaena* কাণ্ডে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (চিত্র 12.1a ও b)

পূর্বেই বলা আছে যে একবীজপত্রী (প্রধানত লিলিফ্লোরি- Liliflorae) গোষ্ঠীর কিছু উদ্ভিদে বিশেষ প্রকৃতির সীমিত ভাজক কলার ক্রিয়াশীলতায় একপ্রকার গৌণ বৃদ্ধি হয় (দ্রঃ একক 9.3)। একবীজপত্রীর বিশেষ গৌণ বৃদ্ধির নমুনাস্বরূপ অ্যাগেভেসী (liliaceae) গোত্রভুক্ত Dracaena (ড্র্যাসিনা) উদ্ভিদটির প্রস্থচ্ছেদে কলাবিন্যাস বিস্তারিতভাবে আলোচনা করা হলো।

কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদে বহির্রেখা প্রায় গোলাকার (চিত্র 12.1 a ও b) বহিস্ত্বক একস্তরবিশিষ্ট, কিউটিকল যুক্ত এবং বিভিন্নস্থানে বিচ্ছিন্ন থাকে। পেরিডার্ম স্তর বিদ্যমান; কর্ক কোষ স্তরে (ফেলেম) কয়েককটি স্থানে বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল (lenticel) নজরে পড়ে। বহিস্তর বা কর্টেক্স অবিভেদিত (undifferentiated) এবং সম্পূর্ণ প্যারেনকাইমা কোষ যুক্ত। কোষগুলির মধ্যে শ্বেতসার লক্ষ্য করা যায়। আন্তঃকোষীয় অবকাশ বর্তমান।

বিশেষ ভাজক কলা (ক্যাম্বিয়াম) কর্টেক্সের নীচে থাকে।

সংবাহী কলাতন্ত্র (vascular tissue system) সংক্ষেপে এদের উপাদানসমূহ নিয়ে আলোচনা করা হল।

(i) অনেকগুলি নালিকা বাণ্ডিল আদিকলার মধ্যে বিক্ষিপ্তভাবে ছড়ানো থাকে।

(ii) কাণ্ড অক্ষের মধ্যভাগে থাকে প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিল। যেগুলি সমপার্শ্বীয় এবং বদ্ধ।

(iii) গৌণ নালিকা বাণ্ডিলগুলি প্রান্ত বরাবর বিরাজ করে। এগুলি আকারে অপেক্ষাকৃত ছোট, ডিম্বাকার এবং জাইলেম বেষ্টিত ফ্লোয়েম (amphivasal) সম্পন্ন। গৌণ বাণ্ডিলগুলি প্রোথিত থাকে পাতলা কিংবা পুরু (লিগনিভবনের দরুন) কোষ প্রাচীর বিশিষ্ট কলা কোষে।

(iv) গৌণ ফ্লোয়েম কেবল খর্ব সিভ-নালিকা কোষযুক্ত।

(v) গৌণ জাইলেম ট্র্যাকাইডস এবং জাইলেম প্যারেনকাইমা নিয়ে গঠিত।

আদিকলা প্যারেনকাইমা কোষ নিয়ে তৈরি এবং এখানে অজস্র আন্তঃকোষীয় অবকাশ রয়েছে। কাণ্ড অক্ষের অধিকাংশ অঞ্চল জুড়ে থাকে এই অদি কলা (ground tissue)।

গৌণ বৃদ্ধি ঃ আদি কলার প্যারেনকাইমা কোষের বাইরে একটি বিস্তৃত অঞ্চল জুড়ে গৌণ কলা দেখা যায়, (চিত্র 12.1b)। ভাজক কলা প্রাথমিক বাণ্ডিলের বাহিরে অবস্থান করে এবং কোষ বিভাজনের মাধ্যমে ভিতর দিকে গৌণ বাণ্ডিল সমূহ উৎপন্ন করে। একই সঙ্গে প্যারেনকাইমা কোষ নতুন করে সৃষ্টি হয় যার মধ্যে গৌণ বাণ্ডিলগুলি প্রোথিত থাকে। উল্লেখ্য, একবীজপত্রীর এই বিশেষ ভাজক কলা গৌণ জাইলেম এবং ফ্লোয়েম উভয়ই এক দিকে (কেন্দ্রাভিগভাবে) উৎপন্ন করে; খুব অল্প পরিমান

গৌণ প্যারেনকাইমা কোষ এই ভাজক কলা দ্বারা কেন্দ্রাতিগভাবে সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ এই উদ্ভিদে ভাজক কলার নীচে গৌণ প্যারেনকাইমা এবং গৌণ বাণ্ডিল উভয়ই সৃষ্টি হয়। ভাজক কলার ওপর কেবল সামান্য গৌণ প্যারেনকাইমা দেখতে পাওয়া যায়।

Dracaena কাণ্ডের ক্ষেত্রে নালিকা বাণ্ডিলগুলি ভূমি কলায় বিক্ষিপ্তভাবে অবস্থান করে। প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিলের সৃষ্টি করে। এই প্রকার গৌণ নালিকা বাণ্ডিলগুলি গৌণ যোজক কলার মধ্যে নিহিত থাকে। যোজককলাগুলি পাতলা প্রাকারযুক্ত আয়তাকার কোষ নিয়ে গঠিত। এই কোষগুলি ঘনসন্নিবিষ্টভাবে অবস্থান করে। পাতলা প্রাকারযুক্ত যোজককলার উপস্থিতি অ-অভিযোজিত (non-adaptive) প্রকৃতির অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি রূপে অভিহিত।

12.4 *Tinospora*-এর মূলের অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি (চিত্র 12.2a ও b)

টিনোস্পোরা (*Tinospora cordifolia*) মেনিস্পারমেসী গোত্রভুক্ত দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ। এক্সার্ক (ex-arch) প্রকৃতির প্রোটোজাইলেম সহ অরীয় প্রকৃতির নালিকা বাণ্ডিল ও ছয়ের কমসংখ্যক জাইলেম উপস্থিত থাকায়, ইহা দ্বিবীজপত্রীমূল। এই উদ্ভিদের মূলে পরিধিবরাবর পুরু প্রাকার যুক্ত কোষস্তরের উপস্থিতি নির্দেশিত করে যে এই মূল অঙ্গটি অনমনীয় (inflexible) এবং বায়বীয় প্রকৃতির। বায়বীয় মূলের অন্তর্গঠনে গৌণ ভাস্কুলার কলা দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডের ন্যায় গৌণ ভাস্কুলার কলা অবিচ্ছিন্ন ভাবে নালিকা গঠন করে এবং প্রাথমিক জাইলেম ইহার মধ্যে নিমজ্জিত থাকে। এই অবস্থায় কেবলমাত্র অরীয়ভাবে এক্সার্ক প্রাথমিক জাইলেম কেন্দ্রস্থলে উপস্থিতির মাধ্যমে মূলের বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে।

প্রস্থচ্ছেদে পরিণত মূল বহুভূজাকার গঠন বিশিষ্ট এবং পরিধি থেকে কেন্দ্র পর্যন্ত কলাবিন্যাস নিম্নলিখিত অবস্থায় থাকে।

পেরিডার্ম ঃ ইহা কর্ক ক্যাম্বিয়াম ফেলোজেন, ফেলেম ও ফেলোডাম নিয়ে গঠিত। পেরিডার্ম অবিচ্ছিন্ন স্তর গঠন করে। লেন্টিসেলের উপস্থিতির দরুণ অবিচ্ছিন্ন স্তরটি কোন কোন স্থানে বাধাপ্রাপ্ত হয়।

কর্টেক্স ঃ ইহা কয়েক স্তরবিশিষ্ট, পাতলা প্রাকারযুক্ত, ঘন সন্নিবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ নিয়ে গঠিত। অন্তঃস্থ স্তরটি এণ্ডোডার্মিস, যা সুস্পষ্ট।

স্টেলী ঃ প্রাথমিক ও গৌণ নালিকা কলা নিয়ে গঠিত।

প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিল অরীয় প্রকৃতির, ছয়ের কম সংখ্যক এক্সার্ক প্রকৃতির প্রোটোজাইলেম যুক্ত জাইলেম, যা কেন্দ্রের মজ্জা অঞ্চল বিনষ্ট করে গুচ্ছাকারে অবস্থান করে। এণ্ডোডার্মিসের অভ্যন্তরে অস্পষ্ট পরিচক্র গঠিত হয়, যার পরিধিবরাবর অবিচ্ছিন্ন কিছুটা ঢেউ খেলানো ক্যাম্বিয়াম বলয় উৎপত্তি লাভ করে এবং এখানে গৌণ ফ্লোয়েম গঠিত হয়। (চিত্র 12.2b)

গৌণ ফ্লোয়েমের ওপর প্রাথমিক ফ্লোয়েম পিষ্ট ছোপের (crushed patch) আকারে উপস্থিত থাকে। ক্যাম্বিয়ামের ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেমের পুরু অঞ্চল উপস্থিত থাকে। এই গৌণ জাইলেম ট্রাকীড, ট্র্যাকীয়া ও তন্তু নিয়ে গঠিত।

জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যবর্তী অঞ্চলের ক্যাম্বিয়াম ভেদ করে প্রশস্থ নালিকা রশ্মি (vascular ray) অথবা মজ্জা রশ্মির (medulary ray) উপস্থিতি এই মূলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য। এই রশ্মিগুলি প্রোটোজাইলেম বরাবর অবস্থান করে।

গৌণ নালিকা কলাগুলি সমপার্শ্বীয়ভাবে বিন্যস্ত থাকে।

পুরু প্রাকারবিশিষ্ট কর্ক রক্ষাকারী এবং যান্ত্রিক কোষরূপে কাজ করে। পুরু প্রাকার বিশিষ্ট কর্কের উপস্থিতি নির্দেশ করে যে এই মূল অঙ্গটি বায়বীয় এক অনমনীয় (inflexible) প্রকৃতির।

ছয়ের কমসংখ্যক এক্সার্ক প্রকৃতির প্রোটোজাইলেম সমন্বিত প্রাথমিক জাইলেম কেন্দ্রের মজ্জা অঞ্চল বিনষ্ট করে অরীয়ভাবে অবস্থান করায়, ইহা নির্দেশিত হয় যে এই অঙ্গটি দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলের গঠন। প্রাথমিক ও গৌণ জাইলেম যান্ত্রিক কোষরূপে কাজ করে, যা অসংক্ষেপণ সাধ্যের (inextensibility) বিপরীতে শক্তি যোগায়।

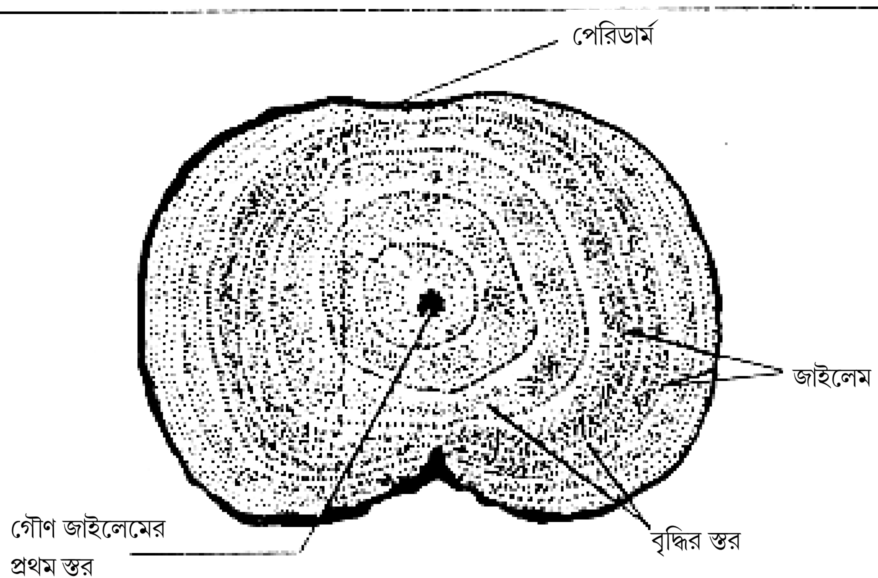
পরিধিবরাবর এবং কেন্দ্রীয় অঞ্চলে যান্ত্রিক কোষের উপস্থিতি থাকার দরুণ উল্লিখিত হয় যে বায়বীয় মূল অনমনীয় এবং অসংক্ষেপনসাধ্য অঙ্গ এবং এক্ষেত্রে অনমনীয় এবং অসংক্ষেপণসাধ্য উভয় প্রকার বৈশিষ্ট্য উল্লেখযোগ্যভাবে কার্যকরী। পরিণত (*Tinospora* মূলের স্টেলিতে প্রাথমিক ও গৌণ নালিকা কলার উপস্থিতি লক্ষ করা যায়। এক্ষেত্রে প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিল অরীয় প্রকৃতির ট্রাই, টেট্রার্ক অথবা পেন্টার্ক প্রকৃতির জাইলেম যুক্ত। প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিলগুলি কেন্দ্রের মজ্জার অবলুপ্তি ঘটিয়ে সংঘবদ্ধভাবে অবস্থান করে। অন্তত্বকের অভ্যন্তরে পরিচক্র গঠিত হয়। এই পরিচক্রের পরিধি বরাবর একটি অবিচ্ছিন্ন কিছুটা ঢেউখেলান ক্যাম্বিয়াম বলয় উপস্থিত থাকে, সেখানে গৌণ ফ্লোয়েম গঠিত হয়। গৌণ ফ্লোয়েমের ওপরে প্রাথমিক ফ্লোয়েম ছোপ আকারে উপস্থিত থাকে। ক্যাম্বিয়ামের ভেতরের দিকে পুরু গৌণ জাইলেম উপস্থিত থাকে। এই মূলের বিশেষ বৈশিষ্ট্য ক্যাম্বিয়ামের মাধ্যমে প্রশস্থ নালিকা রশ্মি অথবা মজ্জারশ্মি জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মাঝ বরাবর অবস্থান করে। এই রশ্মিগুলি (rays) প্রোটোজাইলেম বরাবর অবস্থান করে। এক্ষেত্রে গৌণ নালিকা কলাগুলি সমপার্শ্বীয়ভাবে বিন্যস্ত থাকে।

12.5 সারাংশ

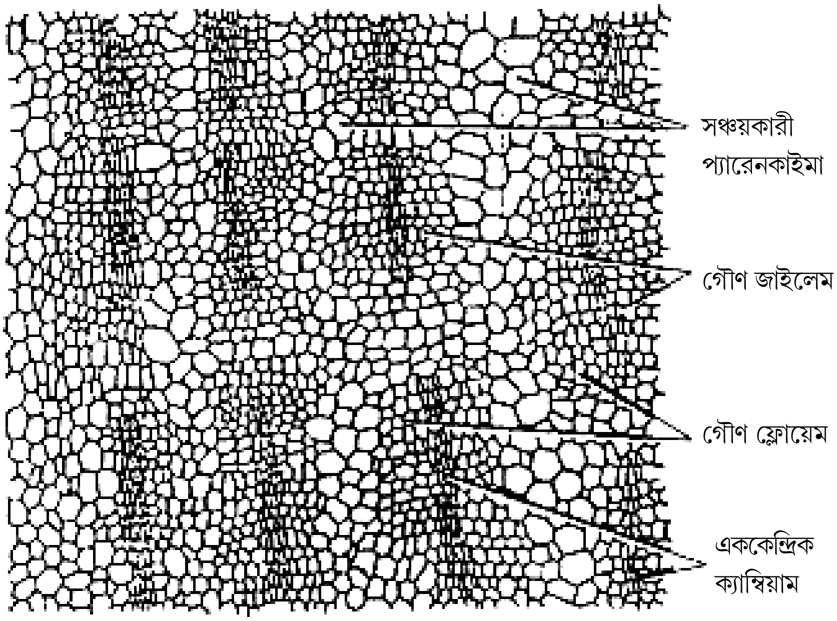
উদ্ভিদ দেহে স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধির যে ব্যতিক্রম ঘটে, তাকে অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি বলে। ক্যাম্বিয়ামের অস্বাভাবিক অবস্থান অথবা অস্বাভাবিক ক্রিয়ার ফলে ব্যতিক্রমী অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি ঘটে। কিছু সঞ্চয়কারী উদ্ভিদমূলে মাত্রাতিরিক্ত ক্যাম্বিয়াম কলার মাধ্যমে অতিরিক্ত প্যারেনকাইমা কোষ সৃষ্টি হয়,

যার চওড়া অরীয়ভাগ সংখ্যাতিরিক্ত (super numeary) সংবাহী কলাকে পৃথক রাখে। মনে হয় যেন সংবাহী (জাইলেম ও ফ্লোয়েম) কলা প্রশস্ত প্যারেনকাইমা কলার মধ্যে অন্তরিত হয়ে আছে। এই প্যারেনকাইমার মধ্যে প্রধানত শর্করা সঞ্চিত থাকে যথা বীট, রাঙাআলু (*Beta vulgaris* (চিত্র নং 12a ও b) *Ipomoea batatus*) প্রভৃতি মূলে।

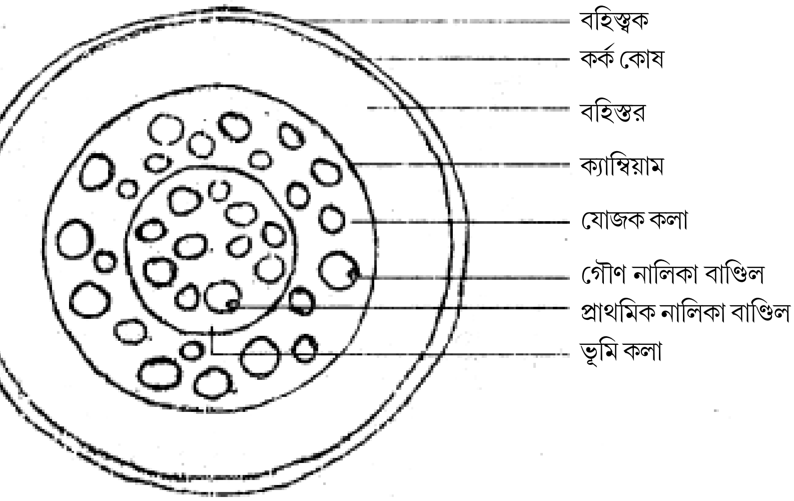
লিলি ও Dracaena র ন্যায় নিকট আত্মীয় কিছু কাষ্ঠল একবীজপত্রী উদ্ভিদে বিশেষ প্রকৃতির সীমিত ভাজক কলা তার নালিকা বাণ্ডিলের ঠিক বাইরে উৎপন্ন হয়। এই বিশেষ প্রকৃতির ক্যাম্বিয়াম বাইরের দিকে প্যারেনকাইমা কোষবিশিষ্ট গৌণ বহিস্তর বা কর্টেক্স উৎপন্ন করে এবং ভেতর দিকে সৃষ্টি করে প্রোক্যাম্বিয়াম ফালি (Procambial strands) ও লিগনিনযুক্ত যোজক কলা (Lignified conjunctive tissue)। প্রোক্যাম্বিয়াম ফালি পরবর্তীকালে উৎপন্ন করে গৌণ নালিকা বাণ্ডিল যা কাণ্ডের প্রাথমিক সংবহনতন্ত্রের সঙ্গে সংযোগ স্থাপন করে। একবীজপত্রী উদ্ভিদের পেরিডার্ম দ্বিবীজপত্রীর পেরিডার্ম অপেক্ষা একটু ভিন্ন। একবীজপত্রীর পেরিডার্মের সকল কোষ সুবেরিনযুক্ত এবং এখানে ফেলেম, ফেলোজেন কিংবা ফেলোডার্ম সহজে পৃথক করা যায় না।


পেরিডার্ম
জাইলেম
গৌণ জাইলেমের প্রথম স্তর
বৃদ্ধির স্তর

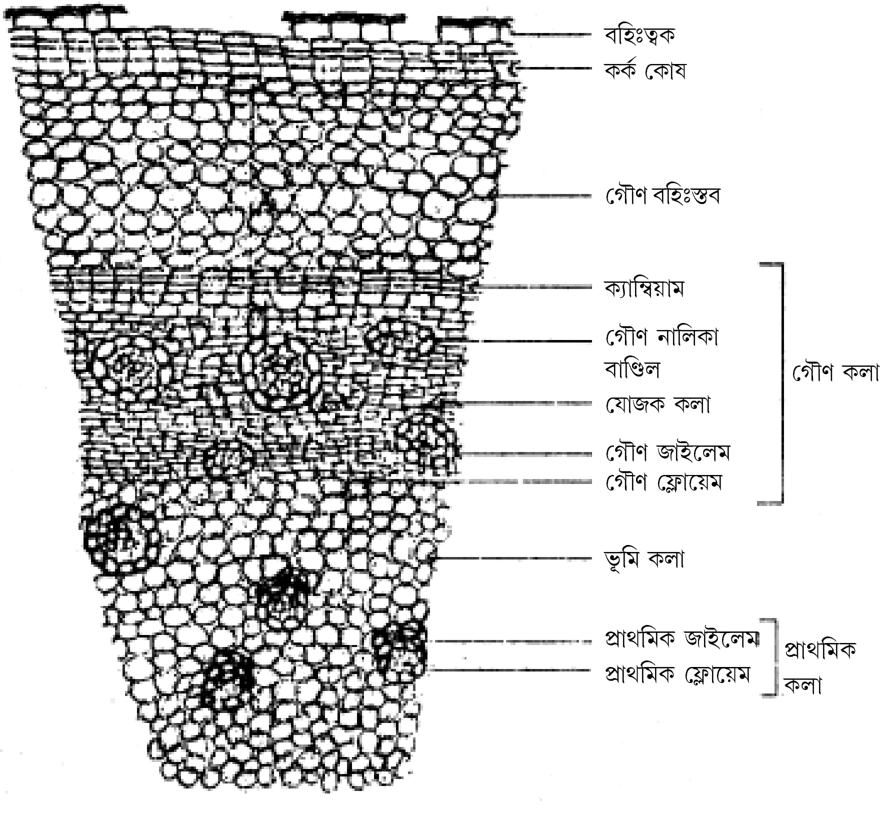
12a মূলের প্রস্থচ্ছেদ (প্রতীকী রূপরেখা)


সঞ্চয়কারী প্যারেনকাইমা
গৌণ জাইলেম
গৌণ ফ্লোয়েম
এককেন্দ্রিক ক্যাম্বিয়াম

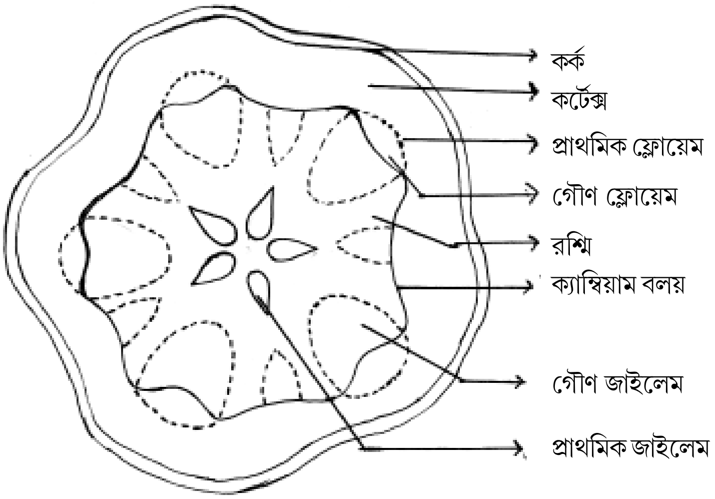
চিত্র নং 12b : বীট মূলের প্রস্থচ্ছেদ অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি।


বহিস্ত্বক
কর্ক কোষ
বহিস্তর
ক্যাম্বিয়াম
যোজক কলা
গৌণ নালিকা বাণ্ডিল
প্রাথমিক নালিকা বাণ্ডিল
ভূমি কলা

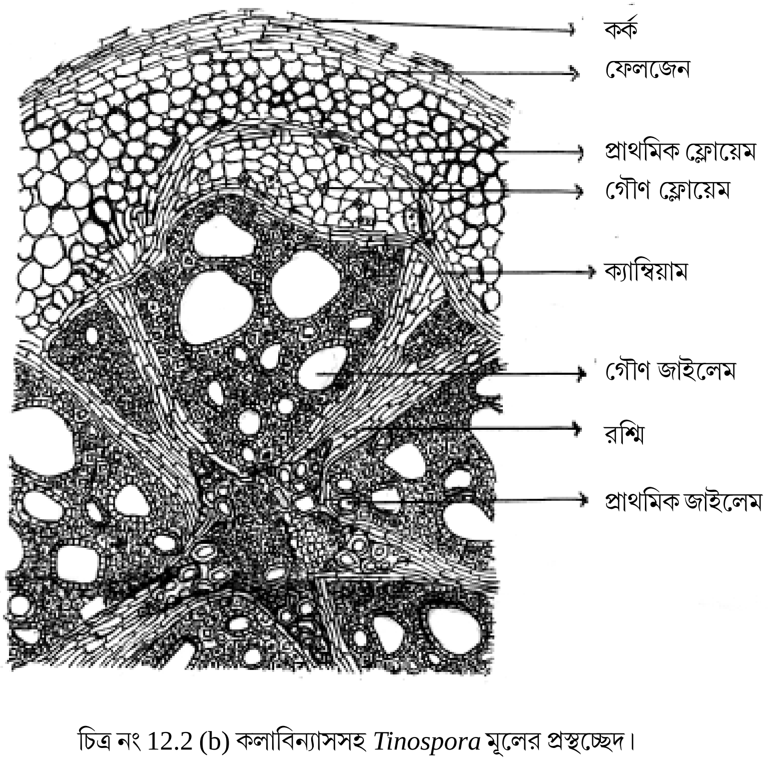
চিত্র নং 12.1 (a) *Dracaena* কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদের রেখাচিত্র


বহিঃত্বক
কর্ক কোষ
গৌণ বহিঃস্তব
ক্যাম্বিয়াম
গৌণ নালিকা বাণ্ডিল
গৌণ কলা
যোজক কলা
গৌণ জাইলেম
গৌণ ফ্লোয়েম
ভূমি কলা
প্রাথমিক জাইলেম
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
প্রাথমিক কলা

চিত্র নং 12.1 (b) *Dracaena* কাণ্ডের আংশিক কলাবিন্যাসের প্রস্থচ্ছেদ


কর্ক
কর্টেক্স
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
গৌণ ফ্লোয়েম
রশ্মি
ক্যাম্বিয়াম বলয়
গৌণ জাইলেম
প্রাথমিক জাইলেম

চিত্র নং 12.2(a) প্রচ্ছছেদে পরিণত *Tinospora* মূলের রেখাঙ্কিত গঠন।


কর্ক
ফেলজেন
প্রাথমিক ফ্লোয়েম
গৌণ ফ্লোয়েম
ক্যাম্বিয়াম
গৌণ জাইলেম
রশ্মি
প্রাথমিক জাইলেম

চিত্র নং 12.2 (b) কলাবিন্যাসসহ *Tinospora* মূলের প্রস্থচ্ছেদ।

12.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

(a) একবীজপত্রীর পেরিডার্ম কোন্ কোন্ চরিত্রে সাধারণত দ্বিবীজপত্রীর পেরিডার্ম থেকে পৃথক, তা চিহ্নিত করুন।

(b) বীট ও রাঙা আলু উভয় ক্ষেত্রেই একাধিক ক্যাম্বিয়াম পাওয়া যায়। কিন্তু তাদের অবস্থান ও ক্রিয়াশীলতায় প্রভেদ রয়েছে। এই প্রভেদগুলি নির্দেশ করুন।

(c) *Tinospora* মূলের কোন বৈশিষ্ট নির্দেশ করে, ইহা দ্বিবীজপত্রী মূলের গঠন।

(d) *Dracaena* কাণ্ডে ভাজক কলার অবস্থান ও কাজ উল্লেখ করুন।

2. প্রতীকী চিত্রসহ অনমনীয় (inflexible) এবং বায়বীয় প্রকৃতির মূলের অস্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি দেখান, যেখানে পরিধি বরাবর কিছুটা ঢেউ খেলানো ক্যাম্বিয়াম বলয় উৎপত্তি লাভ করে।

3. বন্ধনীর মধ্যে দেওয়া সঠিক শব্দ নির্বাচন করে শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

(জাইলেম বেষ্টিত ফ্লোয়েম, আদিকলা, বিক্ষিপ্ত, নালিকা রশ্মি, বায়বীয়, অনমনীয়, পুরু প্রাকারযুক্ত কর্ক, রক্ষাকারী)

(a) *Dracaena*র কাণ্ডে গৌণ নালিকা বাণ্ডিল _______________ সম্পন্ন।

(b) *Dracaena*র কাণ্ডে নালিকা বাণ্ডিল _________ মধ্যে _________ ছড়ানো থাকে।

(c) *Tinospora* মূলে জাইলেম ও ফ্লোয়েমের মধ্যবর্তী অঞ্চলের ক্যাম্বিয়াম ভেদ করে _________ উপস্থিত।

(d) *Tinospora* মূলে পুরু প্রাকারযুক্ত কর্কের উপস্থিতি নির্দেশ করে এই অঙ্গটি বায়বীয় এক _________ প্রকৃতির।

(e) *Tinospora* মূলে পুরু প্রাকারযুক্ত কর্ক _________ এবং যান্ত্রিক কোষরূপে কাজ করে।

12.7 উত্তরমালা

অনুশীলনী

1(a) মিথ্যা, (b) সত্যি, (c) মিথ্যা, (d) মিথ্যা।

1(a) একবীজপত্রী পেরিডার্মের সকল কলা-কোষ সুবেরিনযুক্ত; এবং ফেলেম, ফেলোজেন, ফেলোডার্মে পৃথক করা মুশকিল।

(b) বীট মূলে (সংখ্যাতিরিক্ত বা super numerary) ক্যাম্বিয়া একাধিক এককেন্দ্রিক বলয় গঠন করে। এই ক্যাম্বিয়া বাইরের দিকে ফ্লোয়েম এবং ভেতরের দিকে জাইলেম ও প্রচুর সঞ্চয়কারী প্যারেনকাইমা তৈরি করে। কিন্তু, রাঙা আলুতে স্বাভাবিক ক্যাম্বিয়া ছাড়াও কতগুলি অতিরিক্ত সহায়ক (accessory) ক্যাম্বিয়াম জাইলেম নালিকা ঘিরে থাকে। এই সহায়ক ক্যাম্বিয়া ভেতর দিকে জাইলেম এবং বাইরের দিকে ফ্লোয়েম উৎপন্ন করে এটিই এদের মধ্যে মূল প্রভেদ।

(c) ছয়ের কম সংখ্যক এক্সার্ক প্রকৃতির প্রোটোজাইলেম সমন্বিত প্রাথমিক জাইলেম কেন্দ্রের মজ্জা অঞ্চল বিনষ্ট করে অরীয়ভাবে অবস্থান করায়, ইহা নির্দেশিত হয় যে এই অঙ্গটি দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলের গঠন।

(d) ভাজক কলা প্রাথমিক বাণ্ডিলের বাইরে অবস্থান করে এবং কোষ বিভাজনের মাধ্যমে ভেতরের দিকে গৌণ বাণ্ডিলসমূহ উৎপন্ন করে।

2. চিত্র 12.2(a) ও (b)

3.(a) জাইলেম বেষ্টিত ফ্লোয়েম সম্পন্ন (amphivasal)

(b) আদিকলার, বিক্ষিপ্তভাবে

(c) প্রশস্ত নালিকা রশ্মি (vascular ray) অথবা মজ্জারশ্মি (medulary ray)

(d) অনমনীয় (inflexible)

(e) রক্ষাকারী

একক 13 ❑ জাঙ্গল ও জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণ গঠনের অভিযোজন (Anatomical Adaptation of Xerophytes and Hydrophytes)

গঠন

13.0 উদ্দেশ্য

13.1 প্রস্তাবনা

13.2 জাঙ্গল উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণগত গঠনের অভিযোজন

13.3 জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণগত গঠনের অভিযোজন

13.4 সারাংশ

13.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

13.6 উত্তরমালা

13.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি অধ্যয়ন করে আপনি—

- জাঙ্গল ও জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণগত গঠনের অভিযোজন সম্বন্ধে জানতে পারবেন।

13.1 প্রস্তাবনা

উদ্ভিদগোষ্ঠি, যা কতকগুলি ইকোলজিকাল নীচ (Ecological niches) অঞ্চলে বৈশিষ্ট্যগতভাবে বৃদ্ধি পায়, উহাদের মধ্যে এক প্রকার গঠন লক্ষ করা যায়, যা ঐ নির্দিষ্ট পরিবেশে অভিযোজিত হওয়ার দরুণ গঠিত হয় বলে মনে করা হয়। উদ্ভিদ যা সামগ্রিকভাবে অথবা আংশিকভাবে জলে নিমজ্জিত বা ভেজা অঞ্চলে জন্মায়, উহাদের জলজ উদ্ভিদ (hydrophytes) বলে। জলের আধিক্য বা ঘাটতিবিহীন বসতি অঞ্চলে যে উদ্ভিদ জন্মায়, উহাদের মেসোফাইটস (mesophytes) বলে। এই কারণে মেসোফাইটস জলজ এবং জাঙ্গল উদ্ভিদের অন্তর্বর্তী উদ্ভিদ। উদ্ভিদ যা বাষ্পীভবনযুক্ত চাপ এবং কম মাত্রায় জলের যোগানযুক্ত অঞ্চলে জন্মায় ও বৈশিষ্ট্যসূচকভাবে অভিযোজিত হয়ে জল ধারণের মাত্রা কমিয়ে দেয়। উহাদের জাঙ্গল উদ্ভিদ (xerophytes) বলে। মরু অঞ্চলে অথবা অধিক মাত্রায় ভৌতভাবে শুষ্ক অঞ্চলে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত উদ্ভিদ প্রকৃতভাবে খরা প্রতিরোধক উদ্ভিদ।

13.2 জাঙ্গল উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণগত গঠনের অভিযোজন (Anatomical adaptation in Xerophytes)

জাঙ্গল উদ্ভিদ ভৌতভাবে শুকনো মাটিতে (physically dry soil) অর্থাৎ মরু অঞ্চল অথবা অতীব শুকনো অঞ্চলে জন্মায়; উহারা দীর্ঘকাল ক্ষরা সহ্য করতে পারে, এই কারণের জন্য জাঙ্গল উদ্ভিদে কিছু বৈশিষ্টপূর্ণ অভিযোজন লক্ষ্য করা যায়। আভ্যন্তরীণ অভিযোজন নিম্নলিখিত প্রকৃতির :

বহিঃত্বক এবং পুরু কিউটিকল (Epidermis and Thickcuticle) : জাঙ্গল উদ্ভিদের বহিঃত্বক এবং উপ-বহিত্বকীয় কোষে (sub-epidermal cells) অধিক কিউটিকুলারাইজেশন (Cuticularization) এবং কিউটিনাইজেশন (cutinization) স্বাভাবিকভাবে ঘটে। এছাড়া বহিঃত্বকীয় অঞ্চলে লিগনিফিকেশন (lignification) ও ঘটে, যা বাষ্পীভবন (evaporation) প্রতিরোধ সক্ষম। সাইকাস (Cycas) উদ্ভিদের পাতায় বহিঃত্বকীয় কোষের লিগনিফিকেশন প্যালিসেড প্যারেনকাইমা (Palisade parenchyma) কোষস্তর পর্যন্ত বিস্তৃতি লাভ করে। ক্যালোট্রপিস (*Calotropis*) উদ্ভিদের বহিঃত্বকীয় অঞ্চলে মোমের (wax) আস্তরনও লক্ষ করা যায়। একাধিক উদ্ভিদের উপ-বহিঃত্বকীয় (sub-epidermis) অঞ্চলে মিউসিলেজ (mucilage), গঁদ (gums) এবং ট্যানিন (tannins) সাধারণভাবে লক্ষ্য করা যায় (চিত্র নং 10.1)।

স্ক্লেরেনকাইমা (sclerenchyma) : মেসোফাইটের (mesophytes) তুলনায় জাঙ্গল (xerophytes) উদ্ভিদের পাতার গঠনে সাধারণভাবে বেশি অনুপাতে স্ক্লেরেনকাইমা (sclerenchyma) উপস্থিত থাকে। স্ক্লেরেনকাইমা গুচ্ছাকারে অথবা অবিচ্ছিন্ন (continuous sheets) পাতের আকারে উপস্থিত থাকে। স্ক্লেরেনকাইমা (sclerenchyma) পাত কিছু মাত্রায় বাষ্পমোচন (transpiration) প্রতিরোধ করে এবং উদ্ভিদকে যান্ত্রিক ক্ষমতা প্রদান করে। সাধারণভাবে (normally) স্ক্লেরেনকাইমা (sclerenchyma) ত্বকের গভীরে অবস্থিত কোষে তীব্র আলো প্রবেশ করতে বাধা দেয় এবং ইহা জল বেরিয়ে যাওয়ায়ও বাধা দেয়। ক্যাসুয়ারিনা (*Casuarina*) উদ্ভিদের কাণ্ড (চিত্র নং 13.2, 13.3)।

রোম (Hairs) : কিছু সংখ্যক জাঙ্গল উদ্ভিদের পাতা এবং কাণ্ডের তলে (stemsurface) রোমের আস্তরণ দেখা যায়। ইহা পাতা ও কাণ্ডের ওপর বাতাস চলাচলে (air circulation) বাধাদান hampers) করে, যা বাষ্পীভবনের মাত্রা কমিয়ে দেয়। সাধারণভাবে জাঙ্গল উদ্ভিদের পাতার নিম্নতলে পত্ররন্ধ্র অবস্থান করে। এই পত্ররন্ধ্রগুলি রোম দ্বারা আরক্ষিত (guarded) থাকে।

পাতার গোটান দশা (Rolling of leaves) : কিছু সংখ্যক ঘাস জাতীয় জাঙ্গল (Xerophytic grass) উদ্ভিদের পাতার উপরিতলে পত্ররন্ধ্র উপস্থিত থাকে। খরা দেখা দেওয়ার সময় পাতা গুটিয়ে যায় এবং এর ফলে পত্ররন্ধ্র বন্ধ হয়ে যায়। এই উপায়ে বাষ্পমোচনের প্রতিরোধ (Checked) ঘটানো হয়ে থাকে।

পত্ররন্ধ্র (stomata) : পত্ররন্ধ্রে সংখ্যার হ্রাস ঘটিয়ে জাঙ্গল উদ্ভিদে বাষ্পমোচনের মাত্রা কমানো যায়। স্টোমাটাল ফ্রিকোয়েন্সি (stomatal frequency) অথবা পাতার তলের আয়তন (area of the leaf) কমিয়ে এই দশার সৃষ্টি করে। রোম দিয়ে পত্ররন্ধ্র ঢেকে এবং পাতার গোটান দশার মাধ্যমে পত্ররন্ধ্রের মাধ্যমে জল বেরিয়ে যাওয়া রক্ষা করা যায়। অত্যধিক বাষ্পমোচনের হার কমানোর জন্য পত্ররন্ধ্রগুলি পত্ররন্ধ্রীয় কূপে (stomatal pits) অবস্থান করে। নেরিয়াম (*Nerium*) উদ্ভিদের পাতার প্রস্থচ্ছেদ। এই পত্ররন্ধ্রীয় কূপ অঞ্চলে রোমের উপস্থিতিও দেখা যায়, যা পত্ররন্ধ্রগুলিকে সরাসরিভাবে বায়ুর চাপের হাত থেকে রক্ষা করে (চিত্র নং 13.4)।

পত্রতলের সংক্ষিপ্তকরণ (Reduced leaf surface) : পত্রতলের আয়তন কমিয়ে জল ত্যাগে (water loss) বাধাদান করা যায়। বেশ কিছু ক্ষেত্রে পাতা সূচের ন্যায় বা কাঁটাযুক্ত হয়। যেখানে পাতার তল (leaf surface) সংক্ষিপ্ত হয় সেখানে সালোকসংশ্লেষকারী কলা কাণ্ডে গঠিত হয়।

রসাল জাঙ্গল উদ্ভিদ (Fleshy Xerophytes) : অধিক পরিমাণে জাঙ্গল উদ্ভিদের ক্ষেত্রে রসাল পাতা ও কাণ্ড বর্তমান। এই রসাল গঠনগুলি জল ও মিউসিলেজ সঞ্চয়ের জন্য গঠিত হয়। এই সঞ্চয়ী কলাগুলি খরার সময় জলের উৎসরূপে কাজ করে।

13.3 জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণ গঠনের অভিযোজন (Anatomical adaptation in Hydrophytes)

জলজ অথবা অতি ভেজা অঞ্চলে জলজ উদ্ভিদ বৃদ্ধি লাভ করে। উহারা নিমজ্জিত অথবা আংশিক নিমজ্জিত, ভাসমান অথবা উভচরিও (amphibious) প্রকৃতির। প্রধানতঃ অধিক জল ধারণ এবং অক্সিজেনের যোগান কম থাকায় জলজ উদ্ভিদের গঠনগত অভিযোজন ঘটে। জলজ উদ্ভিদের আভ্যন্তরীণ অভিযোজন নিম্নলিখিত প্রকৃতির:

বহিঃত্বক (Epidermis) : পাতলা কিউটিকলযুক্ত ও ক্লোরোপ্লাস্ট ধারণ করে এবং এই কারণে বহিঃত্বক সালোকসংশ্লেষকারী কলার অংশরূপে কাজ করে। নিমজ্জিত উদ্ভিদের ক্ষেত্রে পত্ররন্ধ্র অনুপস্থিত টাইফা (*Typha, Potamogeton epihydrus*)। এক্ষেত্রে কোষ প্রাকারের মাধ্যমে সরাসরি গ্যাসীয় আদান-প্রদান ঘটে। ভাসমান জলজ উদ্ভিদের ট্রাপা বাইস্পাইনোসা (*Trapa bispinosa*) পাতার উর্দ্ধত্বকে পত্ররন্ধ্র উপস্থিত থাকে। পত্ররন্ধ্র অনুপস্থিত থাকলে হাইডাথোডের (Hydathodes) মাধ্যমে বাষ্পমোচন ঘটে (চিত্র নং 13.5)।

বায়ুপ্রকোষ্ঠ (Air Chambers) : জলজ উদ্ভিদের কাণ্ড ও পাতায় বায়ুপ্রকোষ্ঠের (air chambers) উপস্থিতি স্বাভাবিক ঘটনা-টাইফা (*Typha sp*), ট্রাপা বাইস্পাইনোসার (*Trapa bispinosa*) পাতা এবং পোটামোগেটন (*Potamogeton*) ও জ্যানিচেলিয়ার (*Zanichellia*) কাণ্ড। বায়ুপ্রকোষ্ঠগুলি বৃহদাকার অন্তকোষীয় গহ্বর (Intercellular space) যুক্ত এবং নিয়মিতভাবে অবস্থান করে। এই সকল অ্যারেনকাইমা (Aerenchyma) কোষগুলি গাছকে ভাসতে সাহায্য করে। উপরন্তু এই কোষগুলি শ্বসনে উৎপাদিত কার্বন-ডাইঅক্সাইড সঞ্চয় করে ও পর্যায়ক্রমে সালোকসংশ্লেষে ব্যবহৃত হয়। সালোকসংশ্লেষ চলাকালীন যে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়, তা পুনরায় শ্বসন প্রক্রিয়ায় প্রবেশ করতে পারে।

স্ক্লেরেনকাইমার (sclerenchyma) অনুপস্থিতি : নিমজ্জিত জলজ উদ্ভিদে সাধারণত: স্ক্লেরেনকাইমা কলা এবং কোষ খুব কম থাকায় জল উদ্ভিদকে রক্ষা করে এবং কিছু মাত্রায় আঘাত থেকেও রক্ষা করে। কলাগুলির পুরু প্রাকার উহাদের ঘনত্ব এবং কিছু সংখ্যক উদ্ভিদে ক্লোরেনকাইমার উপস্থিতি দৃঢ়তা প্রদান করে। কোন কোন ক্ষেত্রে পত্রকিনারায় স্ক্লেরেনকাইমার রজ্জু উপস্থিত থাকে, যা টেনসিল স্ট্রেস্থ (tensile strength) বৃদ্ধি করে। লিমনানথেমাম ও নিমফিয়া (*Limnanthemum and Nymphaea*) প্রভৃতি উদ্ভিদে তারকাকার ইডিওব্লাস্ট (star shaped idioblast) অথবা স্ক্লেরাইড (sclereids) উপস্থিত থাকে, যা জলজ উদ্ভিদকে যান্ত্রিক (mechanical) ক্ষমতা প্রদান করে (চিত্র নং 13.6)।

শিরাত্বক কলার অল্পমাত্রায় পরিস্ফুরণ (Minimum development of vasculartissues) : শিরাত্মক কলার ক্ষেত্রে জাইলেম অতিমাত্রায় কম বৃদ্ধিপ্রাপ্ত এবং অধিকাংশ জলজ উদ্ভিদে জাইলেম খুব কম সংখ্যক উপাদান নিয়ে গঠিত, ইলাটিন অ্যালসিন্যাসট্রাম (*Elatine alsinastrum*) উদ্ভিদের স্টেলির ও প্রধান নালিকা বাণ্ডিলেও এই দশা লক্ষ করা যায়। কিছু সংখ্যক জলজ উদ্ভিদে পোটামোগেটন পেকটিন্যাটাস, পোটামোগেটন এপিহাইড্রাস (*Potamogeton pectinatus, P. epihydrus*) প্রভৃতি উদ্ভিদের স্টেলি এবং বৃহদাকার নালিকা বাণ্ডিল ও ক্ষুদ্রাকৃতির নালিকা বাণ্ডিলে জাইলেম অনুপস্থিত থাকে। এই সকল উদিভদের জাইলেম অঞ্চলে সুগঠিত জাইলেম গহ্বর (xylem lacuna) বর্তমান, এই জাইলেম গহ্বরগুলি আদর্শ বায়ুপ্রকোষ্ঠের (Air spaces) ন্যায়। অধিকাংশ জলজ উদ্ভিদে, ফ্লোয়েম জাইলেমের তুলনায় সুগঠিত। স্টেলির চারিদিকে কম সুগঠিত অন্তঃত্বক দ্বারা আবৃত থাকে।

শোষণকারী কলার কম বৃদ্ধি (Reduction of absorbing tissue) : জলজ উদ্ভিদে মূলতন্ত্র সুগঠিত নয় এবং মূলরোম ও মূলত্র অনুপস্থিত। কিছু সংখ্যক ভাসমান জলজ উদ্ভিদ ইউট্রিকিউলারিয়া, সেরাটোফাইলাম (*Utricularia, Ceratophyllum*) প্রভৃতি উদ্ভিদে মূল অনুপস্থিত এবং নিমজ্জিত জলজ উদ্ভিদে ভ্যালিসনারিয়া, হাইড্রিলা, নায়াস **(vallisnaria, Hydrilla, Najas)** প্রভৃতি উদ্ভিদে জল ও জলে দ্রবীভূত খনিজ লবণ এবং গ্যাসীয় বস্তু সমগ্র উদ্ভিদ দেহ দিয়ে শোষিত হয়।

13.4 সারাংশ

জলজ উদ্ভিদ সাধারণভাবে পুকুর, লেক/হ্রদ, ঝরনা এবং জলজ পরিবেশে জন্মায়। এই উদ্ভিদগুলি প্রধানত বিরুৎপ্রকৃতির। অপরদিকে খুব কম জলের যোগানযুক্ত অঞ্চলে অথবা ভৌতভাবে শুষ্ক মৃত্তিকায় (Physically dry soil) যে সকল উদ্ভিদ জন্মায়, উহাদের জাঙ্গল উদ্ভিদ (Xerophytes) বলে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে জাঙ্গল উদ্ভিদ বিরুৎ (herbs) প্রকৃতির, কোন কোন ক্ষেত্রে গুল্ম (shrubs) এবং কিছু ক্ষেত্রে বৃক্ষ (trees) জাতীয়।

জলজ উদ্ভিদের বহিঃত্বক পাতলা কিউটিকল (thin cuticle) যুক্ত এবং ক্লোরোপ্লাস্ট ধারণ করায়, ইহা সালোক-সংশ্লেষকারী কলারূপেও কাজ করে।

জাঙ্গল উদ্ভিদে বহিঃত্বক পুরু কিউটিকলযুক্ত। ইহা কিউটিন (cutin) সমন্বিত বা কখনও লিগনিনযুক্ত

হয়, যা অধঃত্বক (hypodermis) পর্যন্ত বিস্তৃতি লাভ করে। কখনও মোমের ন্যায় আস্তরণও লক্ষ করা যায়।

জলজ উদ্ভিদে পত্ররন্ধ্র অনুপস্থিত হলে পাতায় উপস্থিত হাইডাথোডের (hydathodes) মাধ্যমে বাষ্পমোচন ঘটায়। গ্যাসীয় আদান-প্রদান ব্যাপন প্রক্রিয়ায় (diffusion) সমগ্র বহিঃত্বকের মাধ্যমে ঘটে।

জাঙ্গল উদ্ভিদে পত্ররন্ধ্রের ফ্রিকোয়েন্সি (frequency) কুব কম। ইহা খাঁজের মধ্যে গভীরভাবে নিমজ্জিত থাকে এবং রোম দ্বারা আবৃত থাকে।

জলজ-উদ্ভিদে মেসোফিল (mesophyll) কলা পৃথকীকৃত নয়, অ্যারেনকাইমার উপস্থিতির জন্য আলগাভাবে বিন্যস্ত থাকে। অপরদিকে জাঙ্গল উদ্ভিদে মেসোফিল কলা প্যালিসেড ও স্পঞ্জি (spongy) প্যারেনকাইমায় বিভেদিত। মেসোফিল কলা ঘন-সন্নিবিষ্ট ভাবে অবস্থান করে এবং কম মাত্রায় অন্তঃকোষীয় গহ্বরযুক্ত। কোন কোন ক্ষেত্রে প্যালিসেড প্যারেনকাইমা লিগনিনযুক্তও হয়।

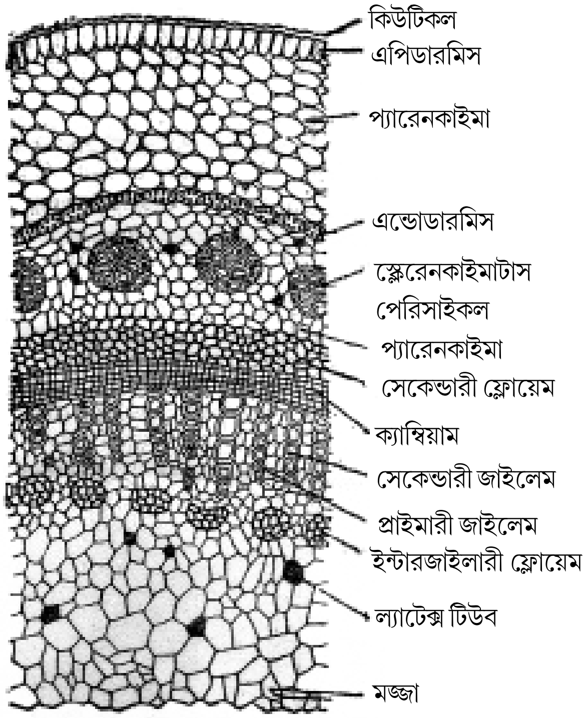
জলজ উদ্ভিদে বায়ুপ্রকোষ্ঠ (air chambers) উপস্থিত থাকে, যা অ্যারেনকাইমার (aerenchyma) কোষ দ্বারা গঠিত। বায়ুপ্রকোষ্ঠ জলজ উদ্ভিদকে প্লবতা প্রদান করা এবং গ্যাসীয় ব্যাপনে (gaseous diffusion) সাহায্য করে। জাঙ্গল উদ্ভিদে বায়ুপ্রকোষ্ঠ অনুপস্থিত।

অধিকাংশ জলজ উদ্ভিদকোষ জল সঞ্চয় করে রসস্ফীত হয় এবং কিছু রসাল জাঙ্গল উদ্ভিদে (fleshy xerophytes) কতকগুলি বিশেষ কোষ ধারণ করে, যা জল এবং মিউসিলেজ সঞ্চয় করে।

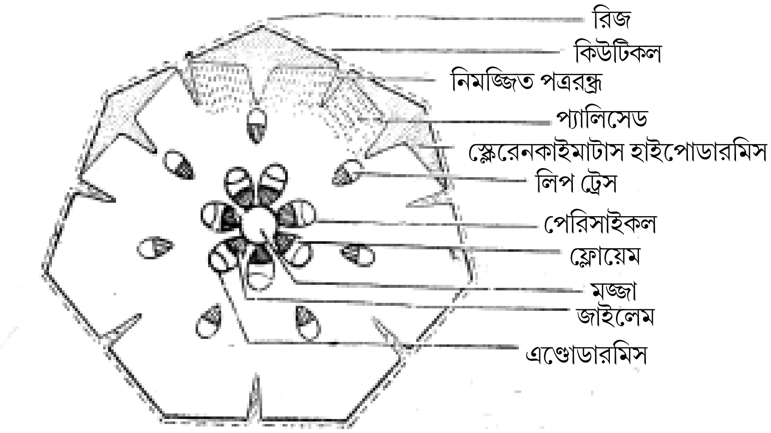
জলজ উদ্ভিদে নালিকা বাণ্ডিল অনুন্নত, জাইলেমের তুলনায় ফ্লোয়েম কলা উন্নত প্রকৃতির। জাঙ্গল উদ্ভিদে নালিকা বাণ্ডিলের কলা সুগঠিত, এর মাধ্যমে নিয়ন্ত্রিত জলের যোগান ঘটে।

জলজ উদ্ভিদে স্ক্লেরেনকাইমা সম্পূর্ণভাবে অনুপস্থিত থাকে, কখনও পাতার কিনারা এবং জাইলেম কলায় খুব কম পরিমাণে উপস্থিত থাকতে পারে। অপরদিকে আভ্যন্তরীণ গতভাবে স্ক্লেরেনকাইমা খুব বেশি পরিমাণে অবস্থান করে এবং কখনও স্ক্লেরেনকাইমা পাতের (sheets) আকারে বহিঃত্বকের নীচে অবস্থান করে। স্ক্লেরেনকাইমা কম থাকায় জলজ উদ্ভিদে যান্ত্রিক দৃঢ়তা রসস্ফীত প্যারেনকাইমা কোষ থেকে পায়।

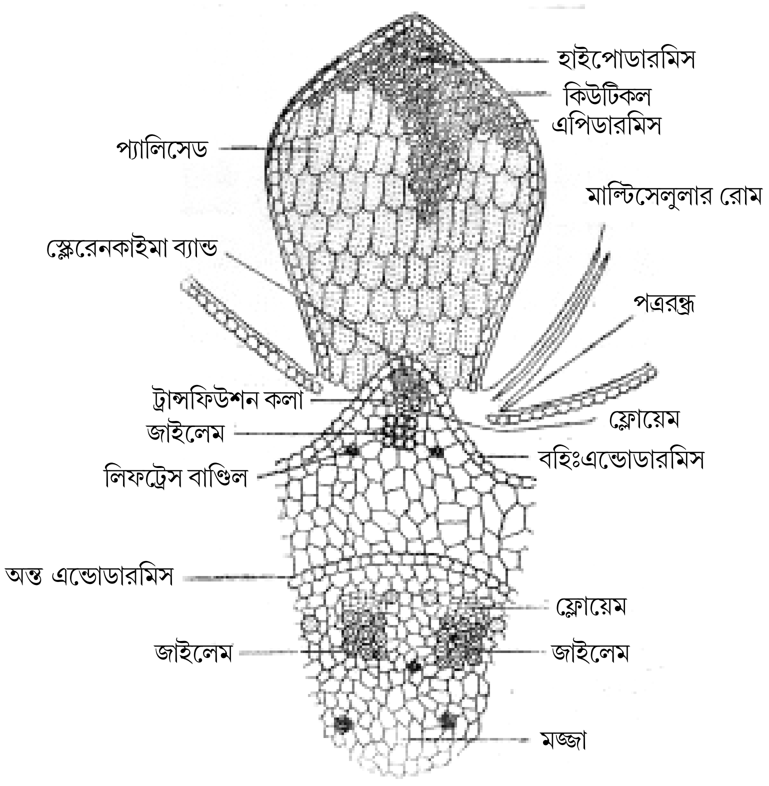
জাঙ্গল উদ্ভিদে যান্ত্রিক কলা সুগঠিত এবং উদ্ভিদ অঙ্গের বিভিন্ন স্থানে অবস্থিত স্ক্লেরেনকাইমা কলার দ্বারা যান্ত্রিক শক্তি পায়।


কিউটিকল
এপিডারমিস
প্যারেনকাইমা
এন্ডোডারমিস
স্ক্লেরেনকাইমাটাস
পেরিসাইকল
প্যারেনকাইমা
সেকেন্ডারী ফ্লোয়েম
ক্যাম্বিয়াম
সেকেন্ডারী জাইলেম
প্রাইমারী জাইলেম
ইন্টারজাইলারী ফ্লোয়েম
ল্যাটেক্স টিউব
মজ্জা

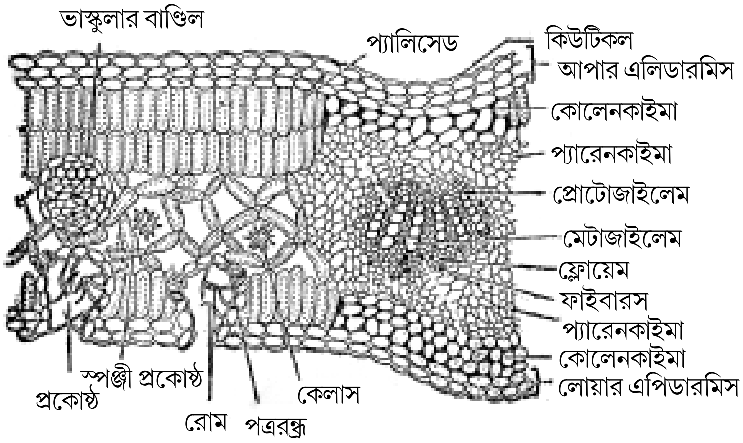
চিত্র নং 13.1 : প্রস্থচ্ছেদে *Calotropis* কাণ্ডের অংশবিশেষ।


রিজ
কিউটিকল
নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র
প্যালিসেড
স্ক্লেরেনকাইমাটাস হাইপোডারমিস
লিপ ট্রেস
পেরিসাইকল
ফ্লোয়েম
মজ্জা
জাইলেম
এণ্ডোডারমিস

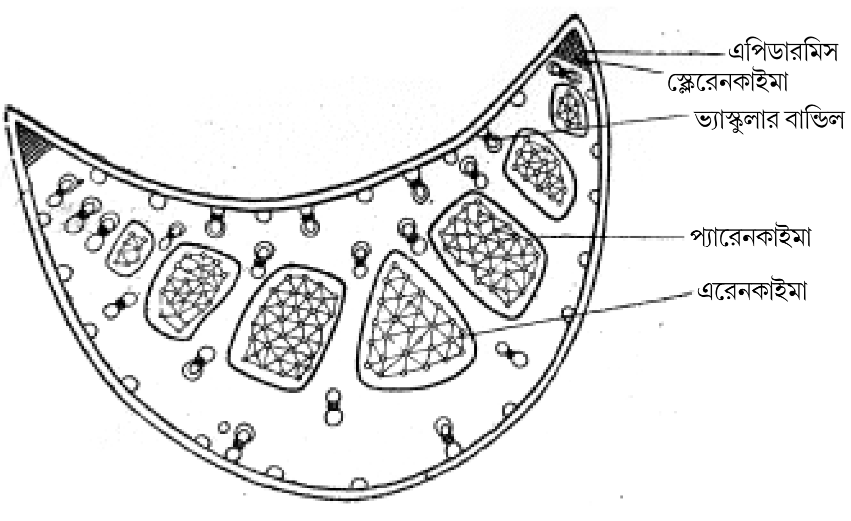
চিত্র নং 13.2 : প্রস্থচ্ছেদে *Causarina* কাণ্ডের রেখাঙ্কিত চিত্র।


হাইপোডারমিস
কিউটিকল
এপিডারমিস
প্যালিসেড
মাল্টিসেলুলার রোম
স্ক্লেরেনকাইমা ব্যান্ড
পত্ররন্ধ্র
ট্রান্সফিউশন কলা
জাইলেম
ফ্লোয়েম
বহিঃএন্ডোডারমিস
লিফট্রেস বাণ্ডিল
অন্ত এন্ডোডারমিস
ফ্লোয়েম
জাইলেম
জাইলেম
মজ্জা

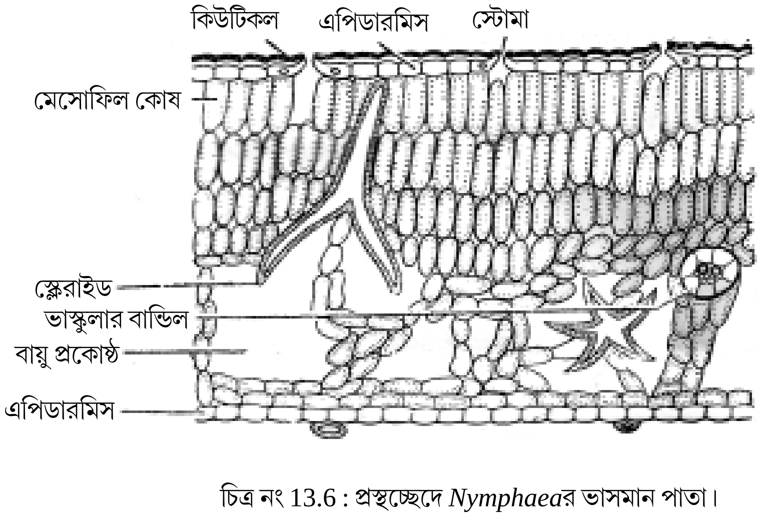
চিত্র নং 13.3 : প্রস্থচ্ছেদে *Causarina* কাণ্ডের অংশবিশেষ।


ভাস্কুলার বাণ্ডিল
প্যালিসেড
কিউটিকল
আপার এলিডারমিস
কোলেনকাইমা
প্যারেনকাইমা
প্রোটোজাইলেম
মেটাজাইলেম
ফ্লোয়েম
ফাইবারস
প্যারেনকাইমা
কোলেনকাইমা
লোয়ার এপিডারমিস
স্পঞ্জী প্রকোষ্ঠ
প্রকোষ্ঠ
কেলাস
রোম
পত্ররন্ধ্র

চিত্র নং 13.4 : প্রস্থচ্ছেদে *Nerium* পাতা।


এপিডারমিস
স্ক্লেরেনকাইমা
ভ্যাস্কুলার বান্ডিল
প্যারেনকাইমা
এরেনকাইমা

চিত্র নং 13.5 : প্রস্থচ্ছেদে *Typha* পাতার রেখাঙ্কিত চিত্র।


কিউটিকল
এপিডারমিস
স্টোমা
মেসোফিল কোষ
স্ক্লেরাইড
ভাস্কুলার বান্ডিল
বায়ু প্রকোষ্ঠ
এপিডারমিস

চিত্র নং 13.6 : প্রস্থচ্ছেদে *Nymphaea*র ভাসমান পাতা।

13.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

a) জলজ উদ্ভিদের গঠনগত অভিযোজন কী কারণে ঘটে?

b) জাঙ্গল উদ্ভিদের সংজ্ঞা লিখুন।

c) একটি উদ্ভিদের নাম লিখুন যেখানে আদর্শ বায়ু প্রকোষ্ঠের ন্যায় জাইলেম গহ্বর (xylem lacuna) দেখা যায়।

d) একটি জলজ উদ্ভিদের নাম লিখুন যেখানে পাতার উর্দ্ধত্বকে পত্ররন্ধ্র উপস্থিত থাকে।

e) অ্যারেনকাইমা কোষগুলির কাজ কী?

f) নিমফিয়া (Nymphaea) উদ্ভিদে ইডিওব্লাস্ট অথবা স্ক্লেরাইডের কাজ কী?

g) জাঙ্গল উদ্ভিদের বহিঃত্বকীয় অঞ্চলে লিগনিফিকেশন কীভাবে এই উদ্ভিদকে সাহায্য করে?

h) জাঙ্গল উদ্ভিদে বাষ্পমোচন প্রতিরোধ ও যান্ত্রিক ক্ষমতা প্রদানকারী কলার নাম লিখুন।

i) জলজ ও জাঙ্গল উদ্ভিদের বহিঃত্বকের সবিশেষ বর্ণনা দিন।

j) জলজ উদ্ভিদের শিরাত্বক কলা এবং জাঙ্গল উদ্ভিদের পত্ররন্ধ্রের টীকা লিখুন।

13.6 উত্তরমালা

a) 13.3 এর প্রথম অনুচ্ছেদে দ্রষ্টব্য।

b) 13.4 এর প্রথম অনুচ্ছেদে দ্রষ্টব্য।

c) *Potamogeton pectinatus, P. epihydrus*

d) *Trapa bispinosa*

e) 13.3 এর বায়ুপ্রকোষ্ঠ অঞ্চলে দেখুন।

f) যান্ত্রিক ক্ষমতা প্রদান করে।

g) বাষ্পীভবন প্রতিরোধে সাহায্য করে।

h) 13.3 এর স্ক্লেরেনকাইমা অংশে দেখুন।

i) 13.3 এবং 13.2 এর বহিঃত্বক অংশে দেখুন।

j) 13.3 এর শিরাত্মক কলা এবং 13.2 এর পত্ররন্ধ্র অংশে দেখুন।

পর্যায় II

অর্থনৈতিক উদ্ভিদবিদ্যা (Economic Botany)

একক 14 ❑ উৎপত্তি কেন্দ্রের ধারণা

গঠন

14.0 উদ্দেশ্য

14.1 প্রস্তাবনা

14.2 উৎপত্তির কেন্দ্র (Centres of origin)

14.3 ভ্যাভিলভের মতামতের সীমাবদ্ধতা

14.4 সারাংশ

14.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

14.6 উত্তরমালা

14.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠের পর আপনি শস্য উদ্ভিদের উৎপত্তি কেন্দ্র এবং গৃহপালিতকরণ সম্পর্কে প্রাথমিক জ্ঞান লাভ করবেন।

14.1 প্রস্তাবনা

পৃথিবীতে সকল প্রাণীর অস্তিত্ব উদ্ভিদ জগতের ওপর নির্ভরশীল। মানবজাতিও তার ব্যতিক্রম নয়। খাদ্য, বস্ত্র, আশ্রয় যদি হয় তার মূল চাহিদা, আবহমান কাল ধরে উদ্ভিদ জগৎ তা পূরণ করে আসছে। মানুষের নিত্য প্রয়োজনীয় উদ্ভিদ ও উদ্ভিদজাত সামগ্রীর অধ্যয়ন অর্থকরী উদ্ভিদবিদ্যা নামক বিজ্ঞান শাখাটির অন্তর্গত। বন্য প্রজাতি, সম্পর্কিত প্রজাতি এবং নতুনজিন (বিশেষ করে প্রভাবশালী জিন, রোগ প্রতিরোধের উৎস) সনাক্ত করার জন্য শস্য উদ্ভিদের উৎস এখন অর্থনৈতিক উদ্ভিদবিদ্যার মৌলিক বিষয়। জিনগত ক্ষয়, ইকোটাইপ এবং ল্যান্ডরেসের ক্ষতির কারণে জার্মপ্লাজমের ক্ষতি, বাসস্থানের ক্ষতি (যেমন রেইনফরেস্ট) এবং বর্ধিত নগরায়ন এড়াতে শস্য উদ্ভিদের উৎস সম্পর্কে জ্ঞান অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ। উৎপত্তি/উৎস কেন্দ্র (centres of origin) হল একটি ভৌগলিক এলাকা যেখানে জীবের নির্দিষ্ট গোষ্ঠী (গৃহপালিত বা বন্য) প্রথম পৃথিবীতে উদ্ভূত হয়েছিলো। অনেকেই বিশ্বাস করতেন মূল কেন্দ্রগুলিও হল বৈচিত্র্যের কেন্দ্র (centres of diversity)। কিন্তু, বৈচিত্র্যের কেন্দ্রগুলি, শস্য উদ্ভিদের উৎপত্তি কেন্দ্রের প্রতিনিধিত্ব নাও করতে পারে। যদিও কিছু প্রজাতি এমন থাকতে পারে যারা একাধিক স্থানে পৃথকভাবে উদ্ভূত হয়েছে, কিন্তু বেশিরভাগ প্রজাতিই একটি নির্দিষ্ট স্থানে উদ্ভূত হয় এবং তারপর অন্যত্র ছড়িয়ে পড়ে। উৎপত্তি কেন্দ্রে একটি ফসল সাধারণত একটি জায়গায় সীমাবদ্ধ থাকে, যেখানে ফসলের বৈচিত্র্যের কেন্দ্র একাধিক

জায়গায় পাওয়া যেতে পারে। প্রজাতির উৎপত্তির সঠিক অবস্থান শুধুমাত্র পরোক্ষ প্রমাণের ভিত্তিতে অনুমানের বিষয়।

14.2 উৎপত্তির কেন্দ্র (Centres of Origin)

রাশিয়ান বিজ্ঞানী **নিকোলাই ইভানোভিচ ভাভিলভ (Nikolai Ivanovich Vavilov)** এবং তার সহকর্মীরা বিভিন্ন দেশ পরিদর্শন করেছিলেন এবং প্রচুর পরিমাণে শস্য ফসলের গাছপালা এবং তাদের বন্য জাত সংগ্রহ করেছিলেন। তারা শস্যের উন্নত জাতের বিকাশের রাশিয়ান প্রজনন কর্মসূচীতে এই সংগ্রহটি ব্যবহার করেন। তার সিদ্ধান্তগুলি উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থানবিদ্যা (morphology), শারীরস্থান (anatomy), কোষবিদ্যা (cytology), জেনেটিক্স (genetics), উদ্ভিদ ভূগোল (plant geography) এবং বিতরণের প্রমাণের উপর ভিত্তি করে ছিল।

তিনি বিবেচনা করেছিলেন যে শস্য উৎপত্তির মূল কেন্দ্রগুলি (great centres of origin) সর্বদা নিম্ন পর্বত এবং ক্রান্তীয়, উপ-গ্রীষ্মমণ্ডলীয় অঞ্চলের পাহাড়গুলিতে অবস্থিত ছিল। তিনি কিছু গৌণ কেন্দ্রকেও secondary centres of origin) চিনতে পেরেছেন যেখানে দুই বা ততোধিক প্রজাতি একসাথে অতিক্রম করেছে। সেকেন্ডারি সেন্টার অফ অরিজিন হল সেই জায়গা যেখানে প্রাকৃতিক এবং কৃত্রিম নির্বাচন একের পর এক ঘটেছে। তিনি বলেছিলেন যে বন্য উদ্ভিদগোষ্ঠী একটি ধারাবাহিক প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়েই গৃহপালিত হয়েছে, এলোমেলোভাবে নয়। তিনি 1926 সালে তার ফলাফল প্রকাশ করেন এবং শস্য উদ্ভিদের উৎপত্তি কেন্দ্রগুলির উপর একটি তত্ত্ব প্রতিষ্ঠিত করেন। তাঁর মতানুসারে সেন্টার অফ অরিজিন ৮ (আট) প্রকার। তিনি আটটি প্রাথমিক কেন্দ্রকে নিম্নরূপ স্বীকৃতি দেন।

(i) চীনা কেন্দ্র (Chinese centre) : এটি চাষযোগ্য উদ্ভিদের প্রাচীনতম এবং বৃহত্তম স্বাধীন উৎপত্তি কেন্দ্র হিসাবে বিবেচিত হয়। মধ্য ও পশ্চিম চীনের পার্বত্য অঞ্চল এই কেন্দ্রের অন্তর্ভুক্ত। এই কেন্দ্র থেকে তালিকাভুক্ত এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে সয়াবিন, মূলা, শালগম, নাশপাতি, পীচ, বরই, কোলাকেশিয়া, বাকলুহুইটস, আফিম পোস্ত, বেগুন, এপ্রিকট, কমলালেবু, চা (China tea) ইত্যাদি।

এই কেন্দ্রের চিহ্নিত 138 টি স্বতন্ত্র প্রজাতির মধ্যে সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ হল দানা শস্য (cereals), বাকহুইটস (buckwheats) এবং লেগুমস (legumes)।

(ii) ভারতীয় কেন্দ্র (Indian centre) : এটি (Himalayan) কেন্দ্র হিসাবেও পরিচিত। এই কেন্দ্রে আসাম, বার্মা, ইন্দো-চীন এবং মালয়ান দ্বীপপুঞ্জের অঞ্চল অন্তর্ভুক্ত। এই কেন্দ্র থেকে তালিকাভুক্ত এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে চাল, লাল ছোলা, ছোলা মটর, মটর, মুগ ডাল, বেগুন, শসা, আখ, কালো মরিচ, বিন, চাল, শিম, তুলা, হলুদ, নীল, বাজরা ইত্যাদি। মূলত ধান, বাজরা এবং লেবুর উপর ভিত্তি করে, মোট 117 টি প্রজাতি চিহ্নিত করেন।

(iii) মধ্য এশিয়াটিক কেন্দ্র (Central Asiatic centre) : এই কেন্দ্রের মধ্যে রয়েছে উত্তম-পশ্চিম ভাদ্দরত, আফগানিস্তান, উজবেকিস্তান এবং পশ্চিম চীন। এই কেন্দ্র থেকে তালিকাভুক্ত এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে রুটির গম, ক্লাব গম (club wheat), তিল, তিসি, কস্তুরি, গাজর, পেঁয়াজ, রসুন, এপ্রিকট, আঙ্গুর, তুলা ইত্যাদি গম, রাই ইত্যাদি। প্রায় 42টি প্রজাতি এর অন্তর্গত।

(iv) এশিয়া মাইনর কেন্দ্র (Asia minor centre) : পূর্ব এশীয় অঞ্চলের ইরান ও তুর্কমেনিস্তান নিয়ে এটি গঠিত। এই কেন্দ্র থেকে তালিকাভুক্ত এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে গম, রাই, ডালিম, বাদাম, ডুমুর, চেরি, আখরোট, আলফা আলফা, পার্সিয়ান ক্লোভার ইত্যাদি। প্রায় 83 টি প্রজাতি এর অন্তর্গত।

(v) ভূমধ্যসাগরীয় কেন্দ্র (Mediterranean centre) : এই কেন্দ্র ভূমধ্যসাগরের সীমানার অন্তর্ভুক্ত। চাষযোগ্য সবজির অধিকাংশেরই উৎপত্তিস্থল এই অঞ্চলে। এই কেন্দ্র থেকে তালিকাভুক্ত এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে ডুরম গম, ইমার গম, ওট, বার্লি, মসুর ডাল, মটর, ঘাস মটর, বিস্তৃত শিম, বাঁধাকপি, অ্যাসপারাগাস, গোলমরিচ, পুদিনা ইত্যাদি। পূর্বে উল্লিখিত কেন্দ্রগুলির তুলনায় সীমিত গুরুত্বের, তবে গম, বার্লি, ঘাস জাতীয় উদ্ভিদ, শাকসবজি এবং ফল-বিশেষ করে মশলা এবং উদ্বায়ী তৈলযুক্ত (পুদিনা) উদ্ভিদসহ প্রায় 84টি প্রজাতি এর অন্তর্গত।

(vi) আবিসিনিয়ান (বর্তমানে ইথিওপিয়ান) কেন্দ্র (Abyssinian centre) : এই অঞ্চলের মধ্যে রয়েছে ইথিওপিয়া এবং সোমালিয়ার কিছু অংশ। এই কেন্দ্র থেকে তালিকাভুক্ত এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে গম, জোয়ার, বাজরা, ক্যাস্টর, বিস্তৃত শিম, ওকড়া, কফি ইত্যাদি। প্রায় 38টি প্রজাতি এর অন্তর্গত।

(vii) সেন্ট্রাল আমেরিকান কেন্দ্র (Central American centre) : এই কেন্দ্রের মধ্যে রয়েছে মেক্সিকোর দক্ষিণ অংশ, কোস্টারিকা, গুয়াতেমালা এবং হন্ডুরাস অঞ্চল থেকে তালিকাভুক্ত স্থানীয় প্রজাতি এই কেন্দ্রের মধ্যে রয়েছে ভুট্টা, রাজমা, লিমা, শিম, তরমুজ, কুমড়া, মিষ্টি আলু, মরিচ, তুলা, পেঁপে, পেয়ারা অ্যাভোকাডো ইত্যাদি। ভুট্টা, *Phaseolus* এবং Cucurbitaceae গোত্রের বিভিন্ন প্রজাতি, মশলা, ফল এবং আঁশযুক্ত উদ্ভিদ সহ, প্রায় 49টি প্রজাতি এর অন্তর্গত।

(viii) দক্ষিণ আমেরিকা আন্দিজ অঞ্চল (South American centre) : এই কেন্দ্রের মধ্যে রয়েছে পেরুর অঞ্চল, দক্ষিণ চিলি দ্বীপপুঞ্জ, ব্রাজিল এবং প্যারাগুয়ে অঞ্চল। এই কেন্দ্রের এন্ডেমিক প্রজাতির মধ্যে রয়েছে আলু, মিষ্টি আলু, লিমার বিন, টমেটো, পেঁপে, তামাক, কুইনাইন, কাসাভা, রাবার, গ্রাউন্ড বাদাম, কোকো, আনারস ইত্যাদি। আলু, অন্যান্য ভুনিম্নস্থ শস্য, আন্দিজের দানা শস্য, শাকসবজি, মশলা এবং ফল সেইসাথে বিভিন্ন ঔষধি উদ্ভিদসহ (কোকেন, কুইনাইন, তামাক ইত্যাদি) প্রায় 45টি প্রজাতি এর অন্তর্গত। এই কেন্দ্রটি আবার দুটি ভাগে বিভক্ত, যথা—

viii.a. চিলির কেন্দ্র : শস্যের প্রধান এলাকার বাইরে মাত্র চারটি প্রজাতি—গৃহপালিত এবং এর মধ্যে একটি *(Solarium tuberosum)* যেকোন ক্ষেত্রেই আন্দিয়ান কেন্দ্র থেকে উদ্ভূত। এটিকে আটটি

প্রধান কেন্দ্রের সাথে তুলনা করা যায় না।

viii.b. ব্রাজিলিয়ান-প্যারাগুয়ের কেন্দ্র : আবার মূল কেন্দ্রের বাইরে কেবলমাত্র 13টি প্রজাতি এর অন্তর্গত, যদিও *Mannihot* (কাসাভ) এবং *Arachis* (চিনাবাদাম) যথেষ্ট গুরুত্বপূর্ণ। আনারস, *Hevea* (রাবার), *Theobroma cacao* উদ্ভিদগুলি সম্ভবত অনেক পরে গৃহপালিত হয়েছিল।

14.3 ভ্যাভিলভের মতামতের সীমাবদ্ধতা

চাষযোগ্য উদ্ভিদ সম্পর্কে আধুনিক গবেষণা, ভ্যাভিলভের মতামতের সীমাবদ্ধতা নির্দেশ করে। যেমন—

- ভাভিলভ প্রজাতির উৎপত্তি কেন্দ্রকে (centres of origin) প্রজাতিটির সবচেয়ে বড় জিনগত বৈচিত্র্যের (centres of genetic diversity) কেন্দ্র হিসাবে বিবেচনা করেছিলেন। কিন্তু এখন এমন অনেক প্রজাতির নাম জানা গেছে, যাদের উৎপত্তি কেন্দ্র (centres of origin) এবং জেনেটিক বৈচিত্র্য ভিন্ন। উদাহরণস্বরূপ ভুট্টা এবং টমেটো উল্লেখযোগ্য।
- র্ভ্যাভিলভের মতানুসারে চাষযোগ্য উদ্ভিদের উৎস কেন্দ্রগুলি (centres of origin) ক্রান্তীয় এবং উপ-গ্রীষ্মমণ্ডলীয় অঞ্চলের পর্বত এবং ছোট পাহাড়ী অঞ্চলে সীমাবদ্ধ। কিন্তু সাম্প্রতিক প্রমাণানুযায়ী সমভূমিকেও অনেক ফসলের উৎপত্তি কেন্দ্র হিসেবে গণ্য করা যায়।
- বর্তমানে জানা গেছে বেশ কিছু ফসলের উৎপত্তি কেন্দ্র Vavilov দ্বারা প্রস্তাবিত উৎপত্তি কেন্দ্র থেকে ভিন্ন এবং তাদের একাধিক উৎপত্তি কেন্দ্রও রয়েছে। এছাড়াও, পর্যাপ্ত প্রমাণের অভাবের কারণে অনেক প্রজাতির উৎপত্তি খুঁজে পাওয়া সম্ভব হচ্ছে না।
- ভ্যাভিলভের মতানুসারে উদ্ভিদের প্রাথমিক কেন্দ্রের (primary centre), কেন্দ্রের দিক চিহ্নিত হয় উচ্চ ফ্রিকোয়েন্সির প্রকট অ্যালিল দ্বারা এবং পরিধির দিক প্রচ্ছন্ন অ্যালিল দ্বারা। কিন্তু এই মতও আধুনিক গবেষণা অনুযায়ী গ্রহণযোগ্য নয়।

14.4 সারাংশ

খাদ্য, বস্ত্র, আশ্রয়ের জন্য পৃথিবীতে সকল প্রাণীই উদ্ভিদ জগতের ওপর নির্ভরশীল। মানবজাতির মূল চাহিদাগুলিও, আবহমান কাল ধরে উদ্ভিদ জগৎ পূরণ করে আসছে। মানুষের নিত্য প্রয়োজনীয় উদ্ভিদ ও উদ্ভিদজাত সামগ্রীর অধ্যয়ন অর্থকরী উদ্ভিদবিদ্যা নামক বিজ্ঞান শাখাটির অন্তর্গত। বন্য প্রজাতি, সম্পর্কিত প্রজাতি এবং নতুন জিন (বিশেষ করে প্রভাবশালী জিন, রোগ প্রতিরোধের উৎস) সনাক্ত করার জন্য শস্য উদ্ভিদের উৎস সন্ধান অর্থনৈতিক উদ্ভিদবিদ্যার মৌলিক বিষয়। উৎপত্তি/উৎস কেন্দ্র (centres of origin) হল একটি ভৌগোলিক এলাকা যেখানে জীবের নির্দিষ্ট গোষ্ঠী (গৃহপালিত বা বন্য) প্রথম পৃথিবীতে উদ্ভূত

হয়েছিলো। শস্যের উন্নত জাতের বিকাশের রাশিয়ান প্রজনন কর্মসূচিতে রাশিয়ান বিজ্ঞানী নিকোলাই ইভানোভিচ ভ্যাভিলভ (Nikolai Ivanovich Vavilov) এবং তার সহকর্মীরা বিভিন্ন দেশ পরিদর্শন করেছিলেন এবং প্রচুর পরিমাণে শস্য ফসলের উদ্ভিদ এবং তাদের বন্য জাত সংগ্রহ করেছিলেন। উদ্ভিদের অঙ্গসংস্থানবিদ্যা (morphology), শারীরস্থান (anatomy), কোষবিদ্যা (cytology), জেনেটিক্স (genetics) উদ্ভিদ ভূগোল (plant geography) এবং বিতরণের প্রমাণের উপর ভিত্তি করে ভ্যাভিলভ 1926 সালে তার সিদ্ধান্তগুলি প্রকাশিত করেন। যেখানে তিনি শস্য উদ্ভিদের উৎপত্তি কেন্দ্র হিসাবে মোট আটটি কেন্দ্রের উল্লেখ করেন। বর্তমানে আধুনিক গবেষণার মাধ্যমে, ভ্যাভিলভের মতামতের সীমাবদ্ধতাগুলি নির্দিষ্ট করা সম্ভব হয়েছে।

14.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

a) ভ্যাভিলভের মতানুসারে সেন্টার অফ অরিজিন কয় প্রকার ও কী কী?

b) ভ্যাভিলভের মতামতের সীমাবদ্ধতাগুলি লেখো?

c) প্রাচীনতম এবং বৃহত্তম স্বাধীন উৎপত্তি কেন্দ্র কোনটি?

d) ভারতীয় কেন্দ্রের অপর নাম কী?

c) দক্ষিণ আমেরিকা কেন্দ্রে এন্ডেমিক প্রজাতির সংখ্যা কত?

14.6 উত্তরমালা

a) দ্রঃ 14.2

b) দ্রঃ 14.3

c) দ্রঃ 14.2

d) দ্রঃ 14.2

e) দ্রঃ 14.2

একক 15 ❑ অর্থকরী উদ্ভিদ ও তার ব্যবহারভিত্তিক শ্রেণীবিভাগ

গঠন

15.0 উদ্দেশ্য

15.1 প্রস্তাবনা

15.2 ব্যবহারভিত্তিক শ্রেণীবিভাগ (অ্যালবার্ট হিল অনুসারে **1951**)

  15.2.1 তন্ডুল ও দানা শস্য

  15.2.2 তন্তু বা আঁা

  15.2.3 শুঁটি ও নাট জাতীয় ফল

  15.2.4 সব্জি

  15.2.5 ফল

  15.2.6 মশলা এবং গরম মশলা

  15.2.7 শর্করা ও শ্বেতসার

  15.2.8 তেল

  15.2.9 কাঠ এবং কর্ক

  15.2.10 ট্যানিন এবং রঞ্জক দ্রব্য

  15.2.11 গঁদ (আঠা) এবং রজন

  15.2.12 রবার এবং তরুক্ষীর পদার্থ

  15.2.13 ওষধি উদ্ভিদ

  15.2.14 উত্তেজক পানীয়

  15.2.15 ধুমায়মান এবং চর্বনকারি পদার্থ

  15.2.16 চিত্তবিভ্রমকারি মাদকদ্রব্য

15.3 সারাংশ

15.4 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

15.5 উত্তরমালা

15.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- উদ্ভিদসমূহকে মানুষের প্রয়োজন অনুযায়ী ভাগ করতে পারবেন।
- উদ্ভিদের প্রায় কোনও অংশই, সাধারণত সম্পূর্ণ পরিত্যজ্য নয়। এই তথ্য প্রমাণ করতে পারবেন।

15.2 প্রস্তাবনা

পৃথিবীতে সকল প্রাণীর অস্তিত্ব উদ্ভিদ জগতের ওপর নির্ভরশীল। মানবজাতিও তার ব্যতিক্রম নয়। আবহমান কাল ধরে উদ্ভিদ জগৎ, মানবজাতির মূল চাহিদাগুলি (খাদ্য, বস্ত্র ও আশ্রয়) পূরণ করে আসছে। মানুষের নিত্য প্রয়োজনীয় উদ্ভিদ ও উদ্ভিদজাত সামগ্রীর অধ্যয়ন অর্থকরী উদ্ভিদবিদ্যা নামক বিজ্ঞান শাখাটির অন্তর্গত। ভারতবর্ষে সুপ্রাচীনকালের বহু গ্রন্থে বিভিন্ন উদ্ভিদের নাম, তার ব্যবহার সংক্রান্ত নানান উপদেশ ও পরামর্শ লিপিবদ্ধ আছে। যেমন অথর্ব বেদ, চরক ও সুশ্রুত সংহিতা, কৌটিল্যের অর্থশাস্ত্র ও বরাহমিহিরের বিরিয় সংহিতা। সাম্প্রতিক কালে অর্থকরী উদ্ভিদের কয়েকটি মূল্যবান গ্রন্থ রচনা করা হয়। এদের মধ্যে উল্লেখ হলো ওয়াট-এর ডিকশনারি অফ ইকোনমিক প্রডাকটস (1889-1893), কির্তিকার ও বসুর ইন্ডিয়ান মেডিসিনল প্লানটস্ (1933), চোপড়া ইত্যাদির গ্লসারি অফ ইন্ডিয়ান মেডিসিনাল প্লানটস (1956), মহেশ্বরি ও সিং-এর ডিকশনারি অফ ইকোনমিক প্লানটস অফ ইন্ডিয়া (1955), ওয়েলথ অফ ইন্ডিয়া সিরিজ (1948-80) এবং আগরওয়াল-এর ইকোনমিক প্লানটস অফ ইন্ডিয়া (1986)। জলবায়ু ও ভৌগোলিক বৈচিত্রের দরুণ ভারতের উদ্ভিদ সম্পদ খুবই সমৃদ্ধ। কাঠ, ভেষজ, ট্যানিন ও গঁদ, খাদ্য, ফল ও শাকসবজি, তেল ও রজন, তন্ত্র, শোভাবর্ধক ও শিল্পে ব্যবহৃত উদ্ভিদ ব্যবহারিক বৈচিত্রে ভারতের উদ্ভিদ সমূহ সমগ্র বিশ্বে একটি বিশেষ স্থান অধিকার করে রয়েছে। সপুষ্পক উদ্ভিদের সংখ্যা ভারতে 20000 প্রজাতি, যার মধ্যে শতকরা 20 ভাগ অর্থনৈতিক গুরুত্বসম্পন্ন।

15.2 ব্যবহারভিত্তিক শ্রেণীবিভাগ (অ্যালবার্ট হিল অনুসারে 1951)

বিভিন্ন অর্থকরী উদ্ভিদের গুরুত্ব ও ব্যবহার বিবেচনা করে অ্যালবার্ট হিল (A.F. Hill, 1951, Economic Botany) অনুসৃত শ্রেণীবিন্যাস নিচে দেওয়া হলো।

15.2.1 তন্ডুল ও দানা শস্য (Cereals and Millets)

এগুলি সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ খাদ্যশস্য। প্রাচীন রোমানরা তাদের খাদ্যের দেবী Ceres কে নানান দানা শস্য উৎসর্গ করত, বীজ রোপন ও ফসল কাটার উৎসবে। এগুলিকে বলা হতো cerelia munera বা gifts of Ceres। এর থেকে cereals কথাটির উদ্ভব। ঘাস গোত্রীয় (গ্র্যামিনি বা পেয়েসী) এই প্রধান খাদ্য শস্যগুলির ফল ক্যারিওপসিস (Caryopsis)। শস্য দানাগুলিতে থাকে প্রধানত স্টার্চ (এক প্রকারের

কার্বোহাইড্রেট)। শস্যকে প্রধান তিন ভাগে ভাগ করা—

a) **প্রধান শস্য (Major cereals) :** ধান, গম এবং ভুট্টা।

b) **গৌণ শস্য (Minor cereals) :** যব (barley) রাই এবং ওট।

c) **ক্ষুদ্র শস্য (Small grains) :** জোয়ার (sorghum), বাজরা (pearl millet), রাগি (finger millet)।

এছাড়া রয়েছে কৃত্রিম শস্য (pseudo cereals)-কৃত্রিম বলা হয় কারণ বাক হুইট এবং কুইনো, শস্যের ন্যায় ব্যবহৃত হওয়া সত্ত্বেও ঘাস গোত্রীয় নয়।

15.2.2 তন্তু বা আঁশ (Fibres)

গুরুত্বের বিচারে খাদ্য শস্যের পরই উদ্ভিদজাত তন্তু বা আঁশের স্থান। উল, সিল্ক প্রভৃতি প্রাণীজ তন্তুর তুলনায় উদ্ভিদজাত তন্তুর ব্যবহার অনেক ব্যাপক। সূতা, বিভিন্ন বস্ত্র, দড়ি, ব্যাগ, বস্তা প্রভৃতি সকল দ্রব্যেরই উৎস উদ্ভিজ্জ তন্তু। কাগজ, রেয়ন, সেলুলোজও তন্তুজ দ্রব্যাদি।

ব্যবহারিক ভিত্তিতে উদ্ভিজ্জ তন্তুকে ছয়টি ভাগে ভাগ করা যায়—

- **বস্ত্র তন্তু (textile fibres) :** বস্ত্র শিল্পে ব্যবহৃত তন্তু, নানান দড়ি, কেবল (Cables), জাল প্রভৃতি।
- **ব্রাস তন্তু (brus fibres) :** শক্ত, অনমনীয় তন্তু, বুরুশ, ঝাড়ু প্রভৃতি।
- **অমসৃণ বয়ন তন্তু (plaiting and rough weaving fibres) :** চ্যাপটা, নমনীয় আঁশ দ্বারা টুপি, বাক্স, চেয়ারের গদি, ইত্যাদি প্রস্তুত হয়। এছাড়া ঘরের চালা, মাদুর, দুমড়ানো যায় এমন ডালপালা, কাষ্ঠল আঁশ ইত্যাদির সাহায্যে ঝুড়ি, সাজি, ডালা, বেতের কাজ প্রভৃতি তৈরি হয়।
- **ভরাটকারি তন্তু (filling fibres) :** গদি, কুশনে ভরা, পিপে ও জালা প্রভৃতির ফাঁক বন্ধ করা (caulking), প্লাস্টার শক্ত করা, মোড়ক ভর্তি করা ইত্যাদি কাজে ব্যবহৃত।
- **প্রাকৃতিক ফ্যাব্রিক (natural fabric) :** গাছের বল্কল থেকে আঁশগুলি স্তর এক এক করে তুলে, পিটিয়ে শরীরের আচ্ছাদন করা হয়।
- **কাগজ প্রস্তুতকারী তন্তু (paper making fibres) :** কাঁচা বা প্রক্রিয়াকৃত (processed) কাষ্ঠল বা বস্ত্র তন্তুর সাহায্যে কাগজ তৈরি হয়।

বলা বাহুল্য, যে কোনও একটি উদ্ভিদ একাধিক বিভাগে অন্তর্ভুক্ত করা যায়। কারণ, তাদের তন্তুগুলির

প্রকৃতি অনেক সময়ে পৃথক।

15.2.3 শুঁটি ও নাট জাতীয় ফল (Legumes and Nuts)

লেগুমিনোসী (Leguminosae) বা ফ্যাবেসী (Fabaceae) গোত্রভুক্ত এই উদ্ভিদগুলি, উদ্ভিজ্জ প্রোটিনের প্রধান উৎস। মসুর, মুগ, মটর, অড়হর, ছোলা, কলাই, খেসারী প্রভৃতি ডাল, উপগোত্র প্যাপিলিওনয়ডির (Subfamily Papilionoideae) অন্তর্ভুক্ত, যাদের ফলগুলিকে বলে লিগিউম (legume)। অন্যান্য শুঁটি জাতীয় ফল হলো চিনাবাদাম, সয়াবীন, শিম, বরবটি, বিন প্রভৃতি।

নাট (Nut) একটি এককোষী, একবীজী, শুষ্ক, অবিদারী ফল যার ফলত্বক (pericarp) কঠিন হয় (shell)। এদের সাধারণত তিন ভাগে ভাগ করা হয় স্নেহপদার্থ, প্রোটিন এবং কার্বোহাইড্রেট সমৃদ্ধ নাট। উদাহরণ—

- **স্নেহপদার্থ সমৃদ্ধ :** কাজুবাদাম, নারকেল, আখরোট (walnut)।
- **প্রোটিন সমৃদ্ধ :** বাদাম (almond), পেস্তা (green almond)।
- **কার্বোহাইড্রেট সমৃদ্ধ :** চেস্টনাট (chestnut)।

15.2.4 সব্জি (Vegetables)

সবজি কাঁচা বা রেঁধে খাওয়া হয়, প্রধানত পুষ্টিকর খাদ্য হিসাবে। ওজন অনুপাতে ক্যালোরি (calorie) কম এবং জলের পরিমাণ 70-96% হওয়া সত্বেও, পুষ্টির সুবাদে, খাদ্য তালিকায় এদের স্থান শস্য ও ডালের পরেই। সবজির মূল উপাদান (ছাড়া) হলো অল্প পরিমাণ কার্বোহাইড্রেট, ধাতব লবণ, ভিটামিন, প্রোটিন এবং কখনও জৈব অ্যাসিড। উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশ সবজিরূপে ব্যবহৃত হয়, যথা—

- **মূল**—বিট, গাজর, মুলা।
- **ভূনিম্নস্থ কান্ড**—আলু, পেঁয়াজ, ওল।
- **ফল**—টমাটো, লাউ, কুমড়া, ঢ্যাঁড়স, ঝিঙ্গা, বেগুন, শশা, করোলা।
- **সবুজ অংশ (Herbage)**—ফুলকপি, বাঁধাকপি, পালং শাক (Spinach), নটে শাক (Amaranth), পুঁই শাক।

15.2.5 ফল (Fruits)

বহুবর্ষজীবী ফল উৎপাদক উদ্ভিদগুলি মানুষের প্রাচীনতম খাদ্য। আম, কলা, আপেল, কমলা, কাঁঠাল, লিচু, পেয়ারা, পেঁপে প্রভৃতি ফল সর্বপরিচিত। ফল গাছগুলিকে তাদের মূল অবস্থান অনুসারে দুইটি গোষ্ঠীতে ভাগ করা যায়।

- **গ্রীষ্মমণ্ডলীয় (Tropical) অঞ্চলের ফল :** আম, কলা, পেয়ারা, কালোজাম, জামরুল, গোলাপজাম, তরমুজ, লিচু, কমলা লেবু, বাতাবি লেবু, আতা, সবেদা, আনারস প্রভৃতি।
- **নাতিশীতোষ্ণ (Temperate) অঞ্চলের ফল :** আপেল, ন্যাসপাতি, চেরি ফল, পীচ, এপ্রিকট (Apricot), বাদাম (Almond), স্ট্রবেরি (Strawberry) আঙুর প্রভৃতি।

15.2.6 মশলা এবং গরম মশলা (Spices and Condiments)

মশলা ও গরম মশলা কোনও পুষ্টি জোগায় না। কিন্তু খাদ্যের স্বাদ ও গন্ধ বাড়াবার জন্য এদের সাধারণত ব্যবহার করা হয়। তাই এদের খাদ্যের স্বাদবর্ধক (food adjuncts) হিসাবে গণ্য করা হয়। উদ্ভিদের নানান অংশ থেকে এগুলি পাওয়া যায়।

- **মূল ও ভূনিম্নস্থ অংশ :** হলুদ, আদা, রসুন, হিং।
- **বল্কল :** দারুচিনি।
- **মুকুল ও পুষ্প :** লবঙ্গ (পুষ্প মুকুল), জাফরান (শুষ্ক গর্ভদণ্ডের উপরিভাগ ও গর্ভমুক্ত)।
- **ফল :** লঙ্কা, গোলমরিচ, জিরা, ধনে, মৌরি।
- **বীজ :** ছোট এবং বড় এলাচ, সরিষা, মেথি, জয়ত্রী, ও জায়ফল।
- **পত্র :** ধনে পাতা, তেজপাতা, পুদিনা।

15.2.7 শর্করা ও শ্বেতসার (Sugars and Starches)

যদিও সকল সবুজ উদ্ভিদ শর্করাও শ্বেতসার সংশ্লেষ করে, কেবলমাত্র কয়েকটি উদ্ভিদ মানুষের প্রয়োজনমতো শর্করা সরবরাহ করতে পারে। এদের মধ্যে অন্যতম হলো আখ। এছাড়া রয়েছে সুগার বীট, আলু, রাঙা আলু প্রভৃতি। তাল ও খেজুর গাছ থেকেও অল্প পরিমাণ শর্করা পাওয়া যায়। সাগু, ট্যাপিওকা বা ক্যাসাভা, শ্বেতসার বিশিষ্ট উদ্ভিদ হিসাবে নাম করা যায়।

15.2.8 তেল (Oils)

উদ্ভিদে তেল সঞ্চিত পদার্থরূপে থাকে বীজ, ফল, পাতা, ফুল ইত্যাদি অংশে। এই তেল রান্না বা মানুষের নিত্যপ্রয়োজনীয় নানান কাজে ব্যবহৃত হয়। যেমন সাবান তৈরি, রঙ করা, জ্বালানী যন্ত্রপাতির পিচ্ছিলকারী (lubricant) হিসাবে। এদের মধ্যে ফ্যাটি অয়েল (fatty oil) বা স্নেহময় তেলে কয়েকটি পরিপৃক্ত (saturated) এবং অপরিপৃক্ত (unsaturated) ফ্যাটি অ্যাসিড থাকে, যেমন স্টিয়ারিক অ্যাসিড (stearic acid), পামিটিক অ্যাসিড (palmitic acid), লিনোলেইক অ্যাসিড (linoleic acid), ওলেইক অ্যাসিড (oleic acid) প্রভৃতি। ফ্যাটি অয়েল এক প্রকারের স্থায়ী তেল (fixed oil), কেননা সুগন্ধি তেলের

ন্যায় এরা উদ্বায়ী (volatile) নয়। উদ্বায়ী বা বান (essential) তেল সাধারণত পাতা, ফুল, বীজ থেকে নিষ্কাশন করা হয়। এসকল অংশে, বান তেল প্রায়সই তেল গ্রন্থি হতে নিঃসৃত হয়। এই তেলের রাসায়নিক গঠন অপেক্ষাকৃত জটিল। প্রকৃতি অনুসারে, উদ্ভিজ্জ স্নেহময় তেলকে (fatty oils) নিম্নোক্ত চারটি গোষ্ঠীতে ভাগ করা যায়।

- **ড্রাইং (drying) তেল :** বাতাস থেকে অক্সিজেন গ্রহর করে তেলের উপর পাতলা একটা সর ফেলে। উদাহরণ—তিসির তেল, টুং তেল, কুসুম তেল ইত্যাদি।

- **সেমিড্রাইং (semi-drying) তেল :** বাতাস থেকে খুব ধীরে ধীরে এরা অক্সিজেন গ্রহণ করে। উদাহরণ সরষের তেল, সূর্যমুখীর তেল, তুলার তেল, সয়াবিন তেল ইত্যাদি।

- **নন ড্রাইং (non drying) তেল :** স্বাভাবিক তাপমাত্রায় এখানে তেলের উপর কোনও সর পড়ে না। উদাহরণ—অলিভ তেল, চিনা বাদাম তেল, রেড়ির তেল ইত্যাদি।

- **উদ্ভিজ্জ স্নেহ পদার্থ (vegetables fats) :** স্বাভাবিক তাপমাত্রায় এরা কঠিন (solid) কিম্বা আংশিকভাবে কঠিন (semi-solid) থাকে। উদাহরণ—নারকেল তেল, পাম তেল প্রভৃতি।

15.2.9 কাঠ এবং কর্ক (Wood and Cork)

উদ্ভিদবিজ্ঞানে 'কাঠ' কথাটির অর্থ হলো গৌণ জাইলেম। কাঠের ব্যবহার এতো বিবিধ এবং বিচিত্র যে বলে শেষ করা যায় না। ঘর-বাড়ি থেকে আসবাব তৈরি, জ্বালানী, খুঁটি, রিম (beam) কৃষি সরঞ্জাম নৌকাও জাহাজ নির্মাণ, দেশলাই, বাদ্যযন্ত্র, রেলের স্লিপার (sleeper), খেলনা, নানাপ্রকারের বাক্স এবং আরও কতো কী। সরল বর্গীয় (coniferous) উদ্ভিদের কাঠকে সফট উড (soft wood) বলে। এগুলিকে নিরন্ধ্র (non-porous) কাঠ বলে, কেননা এখানে ভেসেল (vessel) অনুপস্থিত। উদাহরণ : পাইন, সেডাস ইত্যাদি। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাঠ হার্ড উড (hard wood) হিসাবে চিহ্নিত। এগুলি সরন্ধ্র কাঠ (porous wood)। উদাহরণ : সেগুন, শাল, ইউক্যালিপটাস, মেহগনি, ওক প্রভৃতি।

বহিঃস্টিলিও গৌণ বৃদ্ধির (extra stelar secondary growth) ফলে বল্কলের বাইরের দিকে ফেলোডার্ম নামক সৃষ্ট স্তরটি কর্ক (cork) নামে পরিচিত। বাণিজ্যিক কর্ক আমরা পাই কর্ক ওক (cork oak) নামক উদ্ভিদ হতে। এটির বৈজ্ঞানিক নাম হলো *Quercus suber* (গোত্র : ফ্যাগেসী, Fagaceae)। শিশি বোতলের ছিপি, কর্ক বোর্ড লিনোলিয়াম (linoleum) থেকে মহাকাশযানের অন্তরক পদার্থ (insulating material) সকলই তৈরি হয় কর্ক থেকে।

15.2.10 ট্যানিন এবং রঞ্জক দ্রব্য (Tannins and Dyes)

ট্যানিন হলো একপ্রকার উদ্ভিজ্জ, জটিল ফেনলিক যৌগ (phenolic compound) যা প্রোটিনের সঙ্গে

বিক্রিয়া করে। এরা উদ্ভিদের বল্কল, কাঠ, মূল পাতা, ফল ইত্যাদি স্থানে থাকে। সব গাছেই অল্পবিস্তর ট্যানিন থাকে কিন্তু তাদের সবগুলিকে আমরা বাণিজ্যিক ভাবে ব্যবহার করতে পারি না। প্রাণীজ প্রোটিনের সঙ্গে ট্যানিনের বিক্রিয়ার মাধ্যমে (ট্যানিং বলা হয়) চামড়া তৈরি হয়। চর্ম শিল্প ছাড়াও, ট্যানিন কালি এবং ওষুধ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়। শাল, ঝাউ (*Acacia decurrents, Cassia auriculata*) চা পাতা, হরীতকী প্রঙৃতিগাছে বেশি ট্যানিন থাকে।

কালি প্রস্তুত হয় ওক গাছ (*Quercus infectoria*), ব্রাজিল উড (*Caesalpinia sappan, C. echinata*) প্রভৃতি উদ্ভিদ হতে।

উদ্ভিদ জগতে দুই হাজারের অধিক রঞ্জকদ্রব্য (dye) পাওয়া যায়। এর মধ্যে প্রায় 150টি প্রাকৃতিক রঙ বাণিজ্যিক দিক থেকে গুরুত্বপূর্ণ। তাদের কয়েকটি হলো লাল চন্দন, হলুদ, নীল গাছ, মেহেদী, জাফরান, শিউলি ফুল, পলাশ ফুল, কুসুম প্রভৃতি। উল্লেখ করতে হয় ক্লোরোফিল সম্বন্ধে, যা সকল সবুজ উদ্ভিদের থাকে। খাদ্যদ্রব্য, ওষুধ, সাবান ইত্যাদিতে ক্লোরোফিল ব্যবহৃত হয়। এটি সম্পূর্ণ নিরাপদ এবং অনম্লজানরোধকও (antioxidant) বটে।

15.2.11 গঁদ (আঠা) এবং রজন (Gums and Resins)

কোষপ্রাচীরের সেলুলোজ বিনষ্ট হয়ে একপ্রকার অকেলাসিত (non-crystalline), কোলয়েড (colloid) জাতীয় পদার্থ উৎপন্ন করে। এই প্রক্রিয়াকে গামোসিস (gummosis) বলে। আর উৎপন্ন দ্রব্যকে গঁদ বা আঠা বলে। এরা জলে দ্রবণীয়। বাবলা, বিলাতী শিরিষ, সজিনা, ক্যারব (*carob, Ceratonia siliqua*), প্রভৃতি উদ্ভিদ হতে গঁদ পাওয়া যায়। গঁদ বিভিন্ন ওষুধ এবং শিল্পে ব্যবহৃত হয়।

রজন একপ্রকার জটিল পলিস্যাকারাইড (polysaccharide) যা উদ্ভিদদেহে হয়, স্বাভাবিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে বা আঘাতজনিত কারণে, উদ্বায়ী তেল থেকে জারিত হয়ে উৎপন্ন হয় এবং রজন নালিকা (resin canal) বা গ্রন্থিতে নিঃসৃত হয়। সাধারণত এরা তিন প্রকারের :

(a) **কঠিন রজন (Hard Resins)**—এগুলি কঠিন, ভঙ্গুর, অ্যালাকোহলে দ্রবণীয়, (permanent) করবার জন্য নিত্য যেমন—লাক্ষা-বার্ণিশ (lacquer) পাওয়া যায় ***Rhus succedanea, R. verniciflua*** (গোত্র-অ্যানাকার্ডিয়েসী) প্রভৃতি প্রজাতি হতে।

(b) **ওলিও রজন (Oleoresins)**—এগুলি তরল অবস্তায় থাকে (উল্লেখযোগ্য পরিমান উদ্বায়ী তেল সহ); ঝাঁঝালো গন্ধ হয় এদের। যেমন-তার্পিন (turpentines) পাওয়া যায় পাইনাস জাতীয় সরলবর্গীয় বৃক্ষ থেকে এবং ক্যানাডা বালসাম (Canada balsam) পাওয়া যায় ***Abies balsamea*** নামক বৃক্ষ থেকে।

(c) **গঁদ রজন (Gum resins)**—এর গঁদ রজনের এক মিশ্ররূপ। এতে অল্প পরিমাণ উদ্বায়ী তেল

এবং রঙিন পদার্থ থাকে। যেমন—হিঙ্গ (Asafoetida); মীড় (myrrh) পাওয়া যায় ***Commifera*** নামক এক দক্ষিণ ভারতীয় উদ্ভিদ থেকে। এটি ব্যবহৃত হয় জীবানুনাশক হিসাবে, মাউথওয়াশে (mouthwash) এবং কিছু ওষুধে।

15.2.12 রবার এবং তরুক্ষীর পদার্থ (Rubber and latex products)

বহু উদ্ভিদে আপনারা দুধের মতো সাদা একপ্রকার তরল পদার্থ নিশ্চয় লক্ষ্য করেছেন। এদের তরুক্ষীর বলে। এতে প্রোটিন, শ্বেতসার দানা, রজন, গঁদ, উপক্ষার (alkaloids), উৎসেচক, প্রভৃতি নানান পদার্থ মিলে একটি অবদ্রব (dmulsion) গঠন করে। উদ্ভিদদেহে, তরুক্ষীর কোষ (latex cells) বা তরুক্ষীর নালিকায় (latex vessels) এরা সঞ্চিত থাকে। বাতাসে, এদের জৈব উপাদানগুলি শক্ত হয়ে যায়। বাণিজ্যিকভাবে সর্বাধিকগুরুত্বপূর্ণ তরুক্ষীর হলো রবার। যা তৈরী হয় প্রধানত রাবার গাছ (***Hevea braziliensis***) থেকে। পেঁপে গাছের তরুক্ষীরে প্যাপেইন (papaine) নামক এক উৎসেচক থাকে যা প্রোটিন পরিপাকে সহায়তা করে। এক প্রকার অস্থিতিস্থাপক (non-elastic) রাবার উৎপন্ন হয় মালয় এর ***Palaquium gutta*** নামক উদ্ভিদের তরুক্ষীর হতে। এটি একটি উৎকৃষ্ট অন্তরক পদার্থ (insultating material)। স্যাপোডিলা গাছের (sapodilla) তরুক্ষীর থেকে চুয়িং গামের (chewing gum) চিকল (chicle) পাওয়া যায়। গাছটির বৈজ্ঞানিক নাম ***Manilkara achras*** (গোত্র স্যাপোটেসী) এবং ভারতে চাষ হয় প্রধানত গুজরাট, মহারাষ্ট্র, অন্ধ্র, কর্ণাটক এবং তামিলনাড়ুতে। ভেনেজুয়েলার আদিবাসীরা দুগ্ধবৎ তরুক্ষীর পান করে ওখানকার গো-উদ্ভিদ (cow tree) হতে, যার নাম ***Brosimum galactodendron***।

15.2.13 ওষধি উদ্ভিদ (Medicinal Plants)

বস্তুতপক্ষে, অধিকাংশ উদ্ভিদেরই ওষধি গুণাগুণ বর্তমান। স্বর্পগন্ধ্যা, নয়নতারা, সিনকোনা, চিরতা, বেলাডোনা, এফেড্রা, আর্টেমিসিয়া, চেনা-অচেনা এমন বহু গাছ নিয়ে দেশে-বিদেশে নিবিড় গবেষণা চলছে।

15.2.14 উত্তেজক পানীয় (Beverages)

সুস্বাদু ও উদ্দীপক পানীয়কে দুটি ভাগে ভাগ করা যায় : অ্যালকোহলিক (alcoholic) এবং নন-অ্যালকোহলিক (non-alcoholic)। ফল, দানা শস্য প্রভৃতি অংশ, গাঁজানোর (fermentation) মাধ্যমে মদ, বিয়ার, রাম, হুইস্কি প্রভৃতি অ্যালকোহল তৈরি হয়। নন-অ্যালকোহলিক উত্তেজক-পানীয় হচ্ছে চা, কফি, কোকো (cocoa) প্রভৃতি। এতে উপক্ষার ক্যাফিন (caffeine) থাকার দরুন এই পানীয় আমাদের সতেজ করে। কোকো এবং চকেলেট পাওয়া যায় *Theobroma cacao* (কোকো গাছ থেকে)। ব্রাজিলে কফির পরই জনপ্রিয়তার নিরিখে স্থান গুয়ারানা'র (Guarana); নাম ***Paullinia cupana***, এতে কফির থেকে 3-4.5% বেশি ক্যাফিন আছে। ক্যাফিন বিশিষ্ট্য আরেকটি উদ্ভিদ হলো কোলা নাট (cola nut)-নাম

Cola nitida। ব্যবহার প্রধানত আফ্রিকায় এবং সফ্‌ট ড্রিঙে ব্যবহারের জন্য রপ্তানি হয় আমেরিকায়। ইথিওপিয়া এবং উত্তর-পূর্ব আফ্রিকায় চাষ হয় চা গাচের ন্যায় আরেক উদ্ভিদ, নাম 'খাট' (khat), বৈজ্ঞানিক নাম ***Catha edulis***। ভারতবর্ষে, কর্ণাটক এবং মহারাষ্ট্রে এদের চাষ হয়। এতে ক্যাফিনের ন্যায় এক চমৎকার উদ্দীপক-উপক্ষার থাকে। কচি পাতা চিবিয়ে বা চা'র মতো পান করা হয়।

15.2.15 ধুমায়মান এবং চবর্নকারি পদার্থ (Fumitories and Masticatories)

যে সকল উদ্ভিদ বা তার অংশ ধূমপানে ব্যবহার করা হয় তাদের ফিউমিটরি (fumitory) বলে। যেমন তামাক, গাঁজা প্রভৃতি। ম্যাস্টিকেটরি (masticatory) হলো যে সকল উদ্ভিদের অংশ চিবানো হয়, যেমন পান, সুপারি প্রভৃতি।

15.2.16 চিত্তবিভ্রমকারি মাদকদ্রব্য (Psychoactive drugs)

কিছু উদ্ভিদের অংশ মানুযে সাময়িক উত্তেজনা সৃষ্টি করে। এই প্রকারের কিছু মাদকদ্রব্য সরাসরি স্নায়ুতন্ত্রের উপর চাপ সৃষ্টি করে, নেশা ধরিয়ে দেয় এবং শারীরিক, মানসিক বৈকল্য ঘটায়। বর্তমানে, পৃথিবী জুড়ে এটি এক মারাত্মক সমস্যা। ভাঙ্গ [আরবী ভাষায় 'হাশিশ (hashish)] বা সিদ্ধি তৈরি হয় পুং এবং স্ত্রী উদ্ভিদের কচি পাতা এবং পুষ্পিত শাখা থেকে। এগুলি পশ্চিমী দেশে ধূমপান করা হয় এবং সেখানে মারিজুয়ানা নামে খ্যাত। স্ত্রীপুষ্পবিন্যাস থেকে উৎপন্ন হলুদ বর্ণের আঠাল রজন পদার্থ থেকে চরস তৈরি হয়। শুষ্ক, স্ত্রী-পুষ্পবিন্যাস গাঁজা তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। এ সকল মাদকদ্রব্যের উৎস একটিই ভারতীয় হেম্প গাছ (Indian Hemp), বৈজ্ঞানিক নাম ***Cannabis sativa*** (গোত্র ক্যানাবিনেসী)।

ভাঙ্গ-এর উল্লেখযোগ্য সক্রিয় উপাদান হলো : trans-tetrahydrocannabinol (THC)-একটি জটিল অ্যালকোহল। অন্যান্য কয়েকটি মাদকদ্রব্য হলো : কোকেন (cocaine, ***Erythroxylon coca. E. novogranatense***), হিরোয়িন (Heroin-diacetylmorphine, ***Papaver somniferum)*** ধুতুরা (Datura, ***Datura stramonium***), ম্যান্ড্রেক (mandrake, ***andragora officinerum***) প্রভৃতি।

15.3 সারাংশ

মানুষের জীবনযাপনের প্রয়োজনীয় সকল উদ্ভিদ ও উদ্ভিদ সামগ্রীয় অধ্যায়ন হলো অর্থনৈতিক বা অর্থকরী উদ্ভিদবিদ্যা। ভারতীয় উপমহাদেশের উদ্ভিদ সম্পদ খুবই সমৃদ্ধ ও বৈচিত্র্যময়। আনুমানিক 1400-1500 ভারতীয় উদ্ভিদ প্রজাতির অর্থকরী গুণ, প্রামান্য গ্রন্থে নথিভুক্ত আছে। বৈজ্ঞানিক হিলের শ্রেণীবিন্যাস অনুযায়ী ব্যবহারের ভিত্তিতে উদ্ভিদকূল কতকগুলি গোষ্ঠীতে বিভক্ত করা যায়। যেমন—তন্ডুল ও দানা শস্য, শুঁটি ও নাট জাতীয় ফল, সবজি, ফল, মসলা ও গরমমশলা, শর্করা ও শ্বেতসার, তেল, কাঠ এবং কর্ক, ট্যানিন এবং রঞ্জক দ্রব্য, গঁদ (আঠা) এবং রজন, রবার এবং তরুক্ষীর পদার্থ, ভেষজ উদ্ভিদ, উদ্দীপক পানীয়,

ধূমায়মান এবং চর্বনকারী পদার্থ এবং চিত্তবিভ্রমকারী (psychoactive) মাদকদ্রব্য।

15.4 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. ‘সত্য’ না ‘মিথ্যা’ উল্লেখ করুন :

(a) ভারতে অর্থকরী উদ্ভিদ প্রজাতি খুবই সীমিত।

(b) অ্যালবার্ট হিল-এর বইটির নাম ‘দ্য ওয়েলথ অফ ইন্ডিয়া’।

(c) জোয়ার বা Shorghum এক প্রকার দানা শস্য।

(d) ওল এক প্রকার মূল।

(e) আম একটি নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের ফল।

(f) সকল ডাল-ই গোত্র লেগুমিনোসীর উপগোত্র প্যাপিলিওনয়ডির অন্তর্ভুক্ত।

(g) রবার এক প্রকার তরুক্ষীর।

2. নিচের বন্ধনীর মধ্যে দেওয়া শব্দগুলির সাহায্যে শূন্যস্থান পূরণ করুন :

(গৌণ, ক্যারিওপসিস, পোয়েসী, পেস্তা, কার্বোহাইড্রেট, স্নেহপদার্থ, গর্ভমুণ্ড, পুষ্প মুকুল, গর্ভদন্ডের, অনুদ্বায়ী, সুগার বীটের)।

- ধান, গম, ভুট্টা, প্রভৃতি প্রধান খাদ্য শস্যগুলি _______ গোত্রের অন্তর্ভুক্ত। এদের ফল হলো_______।
- যব, রাই এবং ওটকে _______ শস্য বলা হয়।
- কাজুবাদাম একটি _______ সমৃদ্ধ নাট জাতীয় ফল _______ প্রোটিন সমৃদ্ধ এবং চেস্ট নাট _______ সমৃদ্ধ।
- লবঙ্গ একটি _______ এবং জাফরান শুষ্ক _______ উপরিভাগ ও _______।
- শর্করা উৎপাদক হিসাবে আঁখের পরেই _______ স্থান।
- ফ্যাটি বা স্নেহময় তেল _______।

3. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

(a) বাক হুইট বা কুইনোকে কৃত্রিম শস্য কেন বলা হয়?

(b) উদ্ভিদবিজ্ঞানে 'নাট' কথাটির অর্থ কী?

(c) উদ্ভিদবিজ্ঞানে 'কাঠ' বা 'উড' কথাটির অর্থ কী?

(d) কর্ক, উদ্ভিদের কোন অংশে থাকে?

(e) ট্যানিন কী?

(f) রজন কয় প্রকার এবং কী কী?

15.5 উত্তরমালা

1. মিথ্যা, মিথ্যা, সত্য, মিথ্যা, মিথ্যা, সত্য, সত্য।

2. পোয়েসী, ক্যারিওপসিস, গৌণ, স্নেহপদার্থ, পেস্তা, কার্বোহাইড্রেট, পুষ্পমুকুল, গর্ভদণ্ডের গর্ভমুণ্ড, সুগার বীটের, অনুদ্বায়ী।

3. (a) কারণ এরা পোয়েসী বা ঘাস গোত্রভুক্ত নয়।

   (b) এককোষী, একবীজী, শুদ্ধ অবিদারী ফল, যার ফলত্বক কঠিন।

   (c) সেকেন্ডারি বা গৌণ জাইলেম।

   (d) বহিঃস্টিলিও অংশে, কান্ডের বন্ধন বা ছালের বাইরে যাকে ফেলোডার্ম বলে।

   (e) উদ্ভিজ্জ জটিল ফেনলিক যৌগ যা প্রোটিনের সঙ্গে বিক্রিয়া করে।

   (f) তিন প্রকার। কঠিন রজন, ওলিও রজন এবং গঁদ রজন।

একক 16 ❑ কয়েকটি সুপরিচিত উদ্ভিদ : বৈজ্ঞানিক নাম, গোত্র, বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার

গঠন

16.0 উদ্দেশ্য

16.1 প্রস্তাবনা

16.2 ভুট্টা

- **16.2.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **16.2.2** সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ
- **16.2.3** ভুট্টার জাত
- **16.2.4** ব্যবহৃত অংশ ও উপযোগিতা

16.3 মুগ

- **16.3.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **16.3.2** সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ
- **16.3.3** ফলন ও জাত
- **16.3.4** ব্যবহার

16.4 আদা

- **16.4.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **16.4.2** সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ
- **16.4.3** বাণিজ্যিক জাত
- **16.4.4** ব্যবহার

16.5 আখ

- **16.5.1** প্রকারভেদ
- **16.5.2** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **16.5.3** সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

16.5.4 আখের জাত ও উৎপাদন

16.5.5 ব্যবহার

16.6 সরষে

16.6.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

16.6.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

16.6.3 ব্যবহৃত অংশ ও উপযোগিতা

16.6.4 জাতের নাম

16.7 সারাংশ

16.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

16.9 উত্তরমালা

16.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- আলোচিত সকল উদ্ভিদের ইংরাজী নাম, বৈজ্ঞানিক নাম, গোত্র, জাত বা কাল্টিভার (যেখানে প্রয়োজন) সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
- উদ্ভিদগুলির সম্ভাব্য উৎপত্তিস্থল, দেশে বিদেশে তাদের বিস্তার সম্পর্কে আলোচনা করতে পারবেন।
- সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদ তাত্ত্বিক পরিচয় (অঙ্গসংস্থানিক) দিতে পারবেন।
- ব্যবহৃত অংশ, উদ্ভূত পদার্থ, তাদের প্রত্যক্ষ ও পরোক্ষ ব্যবহার সংক্রান্ত তথ্যাদি নির্দেশ দিতে পারবেন।
- উৎপাদনের পরিসংখ্যান এবং কয়েকটি জাতীয় ও আন্তর্জাতিক গবেষণাকেন্দ্রের নাম এবং অবস্থান উল্লেখ করতে পারবেন।

16.1 প্রস্তাবনা

পূর্বের এককে আপনারা দেখেছেন উদ্ভিদের প্রায় সকল অংশই মানুষের কোনও না কোনও কাজে লাগে। উদ্ভিদরাজ্যের এই বিপুল সম্ভার হতে মাত্র কয়েকটি নির্বাচিত উদ্ভিদের নানাবিধ ব্যবহার এই এককে

আলোচনা করা হবে। উদ্ভিদের ব্যবহারিক গুরুত্ব সম্যক উপলব্ধি করতে হলে উদ্ভিদটির বিস্তার, বৈশিষ্ট্য, ব্যবহৃত অংশ সম্পর্কে জানা দরকার।

16.2 ভুট্টা

ইংরাজী নাম — **মেইজ (Maize) বা কর্ণ (Corn) বা ইন্ডিয়ান কর্ণ (Indian corn)**।

বৈজ্ঞানিক নাম— ***Zea mays* L.**

গোত্র (family) — গ্র্যামিনী (Graminae) বা পোয়েসী (Poaceae)

16.2.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

এই গুরুত্বপূর্ণ তন্ডুল শস্যের উৎপত্তিস্থান ক্রান্তিয় দক্ষিণ আমেরিকা। এর প্রাচীনতম জাত প্রায় 5600 বছর পুরানো। মেক্সিকোর প্রাচীন আজতেক (Aztecs) ও মায়া (Maya) সভ্যতা এবং অ্যান্ডিস পর্বতমালার পাদদেশে ইঙ্কাদের (Inca) মধ্যে ভুট্টার প্রচলন ছিল। জানা যায়, কলম্বাস 1492 সালে তাঁর নয়া দুনিয়া (New World) বা আমেরিকা আবিষ্কারের পর ভুট্টার সন্ধান পান। তিনিই স্পেন, ইটালি ও ইউরোপের বিভিন্ন স্থানে ভুট্টার প্রচলন করেন। সেখান থেকে পর্তুগীজরা ভারত, চিন প্রভৃতি পুরানো দুনিয়ার (Old World) স্থানে ভুট্টা নিয়ে আসে।

16.2.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- ভুট্টা লম্বা, একবর্ষজীবী, একক কান্ড বিশিষ্ট, রসালো ঘাস জাতীয় উদ্ভিদ। তন্ডুল উদ্ভিদের মধ্যে এটি সর্বাপেক্ষা লম্বা ঘাস, উচ্চতায় 1-5 মিটার পৌঁছায়। এর বৃদ্ধি হয় খুব দ্রুত। গাছের মূল অনেক গভীরে প্রবেশ করে।
- মূলতন্ত্র তিন প্রকারের মূল নিয়ে গঠিত, যথা-মৌলিক অস্থায়ী মূল, মুকুট বা কিরীট মূল (crown or coronal roots) এবং স্তম্ভ মূল বা ঠেসমূল (prop roots or stilt roots)।
- কাণ্ড যুক্ত, পর্বমধ্য নিরেট; কাণ্ডের দুই বিপরীত পাশ থেকে পাতা বের হয় একান্তর ভাবে।
- ভুট্টার একলিঙ্গ ফুল (sexual flowers) আলাদাভাবে দেখা যায় একই উদ্ভিদে (monoceious). পুং এবং স্ত্রী পুষ্পবিন্যাসে। পুং পুষ্পবিন্যাস থাকে প্রান্তীয় প্যানিকল হিসাবে। যা ট্যাসেল (tassel) নামে পরিচিত। স্ত্রী-পুষ্পবিন্যাস, ভুট্টার শীর্ষে (cob) পরিণত হয়। স্ত্রী অনুমঞ্জরীতে (spikelet) একটি করে অবৃত্তক ফুল থাকে। গর্ভদণ্ড খুব লম্বা, রেশমের সুতোর মতো (silky styles)। যারা একত্রে শীর্ষের বাইরে বেরিয়ে আসে। হলুদবর্ণ, একগুচ্ছ গর্ভদণ্ড একত্রে সিল্ক (silk) নামে পরিচিত।

- ফল একবীজ বিশিষ্ট ক্যারিওপসিস (caryopsis) জাতীয়। ফলত্বক (caryopsis) জাতীয়। ফলত্বক (সৃষ্টি হয় পরিণত গর্ভাশয়ের প্রাচীর থেকে) ও বীজত্বক পৃথক করা যায় না।

16.2.3 ভুট্টার জাত

সাধারণত সাত প্রকার জাতের ভুট্টা চাষ করা হয়। এদের উচ্চতা, পূর্ণতা প্রাপ্তির সময় এবং দানার বৈশিষ্ট্যের তারতম্য আছে। যদিও শস্যের (endosperm) প্রকৃতি, দানার আকৃতি ও তার চারপাশে খোসার উপস্থিতি বা অনুপস্থিতি এই জাতগুলির শ্রেণীবিন্যাসের মূল বৈশিষ্ট্য হিসাবে বিবেচিত হয়।

(a) পড কর্ণ (Pod corn)-***Zea mays var.tunicata*** **Sturt.** (জাত টুউনিকাটা)

(b) পপ কর্ণ (Pop corn)-***Z. mays var. everata*** **Sturt.** (জাত এভেরাটা)

(c) ফ্লিন্ট কর্ণ (Flint corn)-***Z. mays var. indurata*** **Sturt.** (জাত ইনড্যুরাটা)

(d) ডেন্ট কর্ণ (Dent corn)-***Z. mays var. indentata*** **Sturt** (জাত ইনডেনটাটা)

(e) সফট্ বর্ণ (Soft corn)-***Z. mays var. amylacea*** **Sturt.** (জাত অ্যামাইলেসিয়া)

(f) সুটি কর্ণ (Sweet corn)-***Z. mays var. saccharata*** **Sturt.** (জাত স্যাকারাটা)

(g) ওয়াক্সি কর্ণ (Waxy corn)-***Z. mays var. ceritina*** **Kulesh** (জাত সেরিটিনা)

16.2.4 ব্যবহৃত অংশ ও উপযোগিতা

ভুট্টা একটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ খরিফ শস্য। খাদ্যশস্য হিসাবে চাল ও গমের পরই এর স্থান। এর সব অংশই মূল্যবান।

- **দানা :** ভুট্টার দানা বা শাঁস (kernel) খুবই পুষ্টিকর খাদ্য। এতে আছে শতকরা 4.7 থেকে 11.4. ভাগ প্রোটিন, 0.9 থেকে 3.6. ভাগ ফ্যাট; ক্যালসিয়াম, লোহা, ভিটামিন এ, বি এবং সি। এর তাপনমূল্য (calorific value) শুষ্ক ওজনের ভিত্তিতে চাল ও গমের প্রায় সমান। অবশ্য, অ্যামিনো অ্যাসিড ট্রিপটোফ্যান এবং লাইসিন ভুট্টায় খুবই কম। ভিটামিন নিয়াসিনও (Niacin) অপেক্ষাকৃত কম থাকে। মানুষের খাদ্যশস্য ছাড়াও ভুট্টা একটি আদর্শ পশুখাদ্য। কারণ এর উচ্চ শক্তি (energy) ও সহজপাচ্যতা। এর সর্বাধিক ব্যবহার শূকরের খাদ্য হিসাবে। যদিও গো-খাদ্য, ভেড়া, হাঁস-মুরগি প্রভৃতির খাদ্য হিসাবেও ভুট্টার খাতির কম নয়।

  ভুট্টা খাওয়ার পদ্ধতি প্রকরণ বহুবিধ। ভুট্টার কেক বা টরটিলা (Tortilla) মেক্সিকো এবং মধ্য আমেরিকার একটি প্রিয় খাদ্য। আগুনে পুড়িয়ে বা ঝলসে ভুট্টা আপনারা নিশ্চয় খেয়েছেন। কর্ণ ফ্লেক্স (Corn-flakes), পপ কর্ণ (Pop-corn) তো অনেকেরই প্রিয়। চিচা (Chicha) নামক এক পানীয়, যা পেরু, বলিভিয়া, মেক্সিকো এবং আমেরিকার বহু দেশে খুবই জনপ্রিয় তৈরী

হয় ভুট্টা দানা থেকে। যুক্তরাষ্ট্রে হুইস্কি এবং আফ্রিকার কোনও কোনও দেশে বিয়ার প্রস্তুত করা হয় ভুট্টা থেকে।

কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ শিল্পজাত দ্রব্য তৈরী হয় ভুট্টা থেকে। যেমন—কর্ণ স্টার্চ (Corn-starch), কর্ণ-সিরাপ (Corn-syrup), ডিক্সট্রিন (dextrin), শিল্পজাত অ্যালকোহল, অ্যাসিটালডিহাইড, অ্যাসিটোন, গ্লিসেরল এবং কয়েকটি জৈব অ্যাসিড।

ভুট্টার দানা থেকে তৈরি হয় কর্ণ অয়েল (Corn-oil) যা লুব্রিকেন্ট (lubricant), সাবান এবং স্যালাড ওয়েল (Salad oil) উৎপাদনে ব্যবহৃত হয়। ভুট্টার জিন (zein) নামক প্রোটিনের সাহায্যে কৃত্রিম তন্তু তৈরি হয়। এই প্রোটিন লাক্ষার (shellac) বিকল্পরূপেও ব্যবহৃত হয়।

- **শীষ :** ভুট্টার শীর্ষ বা কব (Cob) থেকে জ্বালানি, কাঠ-কয়লা ও ফারফ্যুরাল (furfural) তৈরি হয়। ফারফ্যুরাল ব্যবহৃত হয় নাইল ও প্লাসটিক তৈরিতে এবং উদ্ভিজ্জ তেল, ডিজেল তেল, প্রভৃতির শোধনে। বিমানের জমা কার্বনকণা পরিষ্কার করা হয় শীষের গুঁড়োর সাহায্যে।
- **কাণ্ড :** শুষ্ক কাণ্ড থেকে পালিত পশুর শয্যা তৈরি হয়। এছাড়া কাণ্ড থেকে কাগজ, বোর্ড, হালকা প্যাকিং করবার দ্রব্যাদি পাওয়া যায়।
- **পাতা :** ভুট্টার পাতার সাহায্যে এক প্রকারের মাদুর তৈরি হয়। কাগজ উৎপাদনে এটি ব্যবহৃত হয়।
- **পুরো উদ্ভিদ :** ভুট্টার সম্পূর্ণ উদ্ভিদ, অতি উৎকৃষ্ট গো-খাদ্য হিসাবে বিবেচিত।

বিশ্বের বিভিন্ন গবেষণাকেন্দ্রে বিজ্ঞানীরা ভুট্টার উন্নতিসাধনে রত। যেমন, মেক্সিকোর সোনোরায় অবস্থিত ভুট্টা এবং গম উন্নতির আন্তর্জাতিক কেন্দ্র (CIMMYT-International Maize and Wheat Improvement Center), নাইজেরিয়ার ইন্টারন্যাশনাল ইনস্টিটিউট অফ ট্রপিকাল এগ্রিকালচার (IITA), দিল্লীর ইণ্ডিয়ান এগ্রিকালচার রিসার্চ ইনস্টিটিউট (IARI) এবং কয়েকটি রাজ্যের কৃষি বিশ্ববিদ্যালয় ও গবেষণা কেন্দ্র।

ভুট্টার কয়েকটি উন্নত জাত হলো—

- সংকর ভুট্টা- গঙ্গা-1, গঙ্গা-101, রণজিৎ ডেকান প্রভৃতি।
- কম্পোজিট ভুটা-বিজয়, কিষাণ, বিক্রম, জহর, অম্বর প্রভৃতি।
- কম্পোজিট ওপেক-2 (composite Opaque-2)জাত-শক্তি ও প্রোটিন-আবশ্যক অ্যামিনো অ্যাসিড, বিশেষ করে লাইসিন ও ও ও ট্রিপাটোফ্যানে সমৃদ্ধ।

16.3 মুগ

ইংরাজী নাম - **গ্রিন গ্র্যাম (Green gram)** বা **মুগ বিন (Mung bean)**

বৈজ্ঞানিক নাম - ***Vigna radiata* (L.) R. Wilczek**

(উদ্ভিদটির পূর্বেকার নাম, Synonym : ***Phaseolus Aureus* Roxb.**)

গোত্র - লেগুমিনোসী বা ফ্যাবেসী (Leguminosae/Fabaceae)

16.3.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

মুগ গাছের উৎপত্তি হয়েছে ভারতবর্ষ থেকে। প্রাচীন কাল থেকে মুগের চাষ হয়ে আসছে এই অঞ্চলে। ভারত ছাড়া, দক্ষিণ পূর্ব এশিয়া, আফ্রিকা এবং আমেরিকার কিছু অঞ্চলে মুগের চাষ হয়। এ দেশে সব রাজ্যেই কমবেশী চাষ হয় যার মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো—উড়িষ্যা, উত্তরপ্রদেশ, গুজরাট, মধ্যপ্রদেশ, অন্ধ্র, কর্নাটক, বিহার এবং পশ্চিমবঙ্গ। মুগ গাছের উদ্ভব হয়েছে সম্ভবত এই গাছটির জাতি সাবলোটাটা থেকে (***V. radiata* Var. *sublobata* (Roxb.) Verdc.**)।

16.3.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- মুগ একবর্ষজীবী বীরুৎ শ্রেণীর উদ্ভিদ।
- পাতা যৌগিক, ত্রিফলযুক্ত।
- হলুদ কিংবা বেগুনী রঙের প্রজাপতিসম ফুলগুলি একত্রে 8-20টি গুচ্ছিত ভাবে থাকে।
- শুঁটি 5-10 cm লম্বা যার মধ্যে ছোট ছোট 8-12 সবুজ বা হলুদ রঙের বীজ থাকে।

16.3.3 ফলন ও জাত

- রবি ও খরিফ, উভয় মরশুমেই মুগ চাষ করা হয়। গ্রীষ্মকালে শুখা জমিতেও এর চাষ হয় (dry land farming)। স্বল্পকালীন ফসল (cash crop) হিসাবে রবি বা খরিফ ফসল তোলার পর ঐ জমিতে মুগ বোনা হয়। মুগ বোনার 70-90 দিনের মধ্যে ফসল কাটার উপযোগী হয়। একক ফসল হিসাবে হেক্টর প্রতি 12-15 কুইন্টাল এবং মিশ্র ফসল হিসাবে 4-6 কুইন্টাল মুগ উৎপন্ন হয়।
- মুগের কয়েকটি উন্নত জাত-সোনালী (B-1), পান্না (B-105), টি-44, পুসা, বৈশাখী, পি. এস-16 প্রভৃতি।
- পশ্চিমবঙ্গের বহরমপুরে, পালসেস অ্যান্ড অয়েলসীড রিসার্চ স্টেশন, কানপুরের ডাল গবেষণা কেন্দ্র এবং বিভিন্ন কৃষিবিশ্ববিদ্যালয়ে মুগ নিয়ে গবেষণা চলেছে।

16.3.4 ব্যবহার

- **বীজ (ডাল) :** মুগ ডাল (গোটা বা ভাঙ্গা অবস্থায় খাওয়া হয়। অন্যান্য ডালের চেয়ে অপেক্ষাকৃত সহজ পাচ্য বলে এই ডালের জনপ্রিয়তা এবং চাহিদা অত্যন্ত বেশি। অনেকের মধ্যে মুগের দানা ভিজিয়ে চিনি মিশিয়ে, কিংবা আগুনে ঝলসিয়ে নুন দিয়ে খাওয়ার রেওয়াজ আছে, যা অত্যন্ত পুষ্টিকর বলে বিবেচিত। দানা পিষে ময়দা বা বেসন তৈরি করে হরেক রকমের চিনা খাবার তৈরি হয়।

- **ফল (শুঁটি) :** কচি শুঁটিগুলি সবজিরূপে খাওয়া হয়।

- **গাছ :** কচি চারাগুলি ‘বীন স্প্রাউটস (bean sprouts) নামে বাণিজ্য হয়। শুঁটি তুলে নেওয়ার পর মুগ গাছ এবং বীজ গো-খাদ্য রূপে ব্যবহৃত হয়। সবুজ সার এবং মাটির উর্বরতা বৃদ্ধি করতে, মুগ অন্তবর্তী ফসল হিসাবে চাষ করা হয়।

16.4 আদা

ইংরাজী নাম : ***Ginger*** (জিঞ্জার)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Zingiber officinale*** **Roscoe** (জিজিবার অফিসিনেল)।

গোত্র : জিঞ্জিবেরেসী (Zingiberaceae)

(ঔষধীরূপে ব্যবহৃত অপর দুটি প্রজাতি-***Z. cassumunar*** **Roxb.** এবং ***Z. zerumber*** **(L.) Sm)**

16.4.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

আদা গাছ দক্ষিণ পূর্ব এশিয়ার নিজস্ব এবং প্রাচীন কাল থেকে ভারত ও চিন দেশে এর ব্যবহার ছিল। আরব ও পর্তুগীজ ব্যবসায়ীদের মাধ্যমে সারা বিশ্বে আদা ছড়িয়ে পড়ে। আদা উৎপাদনে ভারতের স্থান প্রথম। ভারতীয় আদা বিশ্বে উৎকৃষ্টতম।

চিন, জাপান, শ্রীলঙ্কা, ফিজি, থাইল্যান্ড, অস্ট্রেলিয়া, জামাইকা, নাইজেরিয়া প্রভৃতি স্থানে আদার ব্যাপক চাষ হয়। ভারতে কেরল, মেঘালয়, পশ্চিমবঙ্গ, উড়িষ্যা, হিমাচল প্রদেশ, কর্ণাটক, মধ্যপ্রদেশ ও গুজরাট রাজ্যে আদার চাষ হয়। ভারতে সর্বাপেক্ষা বেশি আদা (প্রায় 70%) উৎপাদন হয় কেরলে। এখানকার আম্বালাভায়ালের কৃষি গবেষণা কেন্দ্রে অনেক উন্নত জাত নিয়ে পরীক্ষা চলছে। পশ্চিমবঙ্গে দার্জিলিং জেলায় আদার ভালো চাষ হয়। ভারতে গড় উৎপাদন হেক্টর প্রতি 15-20 টন। উন্নত জাতে (cultivar) অবশ্য 30-40 টন উৎপাদন হয়।

16.4.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- আদা গাছ 60-90 সেমি উচ্চতাসম্পন্ন বহুবর্ষজীবী বিরুৎ। যদিও মাটির উপরকার বিটপ অংশটি একবর্ষজীবীর ন্যায় আচরণ কহের।
- মাটির নিচেকার গ্রন্থিকাণ্ড (rhizome) মোটা, শক্ত, শাখা বিশিষ্ট, ছোট ছোট শল্কপত্র (scale leaves) ও সূক্ষ্ম গুচ্ছ মূল দ্বারা আবৃত থাকে।
- পাতা রেখাকার (linear) বা ভল্লাকার (lanceolate)।
- পত্র বিন্যাস একান্তর, 5-25 সেমি লম্বা। সুন্দরভাবে সজ্জিত পাতার জন্য বৈদিক যুগে আদা 'সৌপর্ণ' নামে পরিচিত।

16.4.3 বাণিজ্যিক জাত

আদার বাণিজ্যিক জাতগুলি নাম : ভারত, জামাইকা, নাইজেরিয়া, সিয়েরা লিও, জাপান, রিও-ডি-জানেইরো এবং চিনা। 'ভারত' আদার রঙ ফ্যাকাশে এবং চাহিদাও সর্বাপেক্ষা বেশী।

ভারতের আদা তিন প্রকারের যথা : (i) মালাবার (কেরল) : কোচিন, কালিকট এবং ইয়ানাদ (Wyanad), (ii) আসাম এবং (iii) হিমাচল।

পশ্চিমবঙ্গে চাষের জন্য অনুমোদিত কয়েকটি জাতের নাম—থিংপুই, নদীয়া, বর্ধমান ইত্যাদি।

16.4.4 ব্যবহার

আদার (গ্রন্থি কাণ্ডের) বহুবিধ ব্যবহার উল্লেখযোগ্য।

- **মশলা হিসেবে**—কারি পাউডারে বা মিশ্র গুঁড়ো মসলাতে আদা ব্যবহার করা হয়। গন্ধ আর ঝাঁঝ থাকায় নানা খাদ্য সামগ্রীতে আদা আজ অপরিহার্য হয়ে উঠেছে। যেমন—জিঞ্জার ব্রেড (ginger bread), বিস্কুট, জিঞ্জার এল (ginger ale), মাংস, আচার, সস (sauce), সফ্ট ড্রিঙ্কস (drinks) প্রভৃতি। আদা-চা, সর্দি-কাশির উপসম করে।
- **ফুড ফ্লেভারান্ট**—আদায় থাকে উদ্বায়ী তেল (1-3%), স্থায়ী তেল এবং ওলিওরেজিন-জিঞ্জেরন (Oleoresin-zingerone)। আদার ঝাঁঝ এই জিঞ্জেরনের দরুণ। উদ্বায়ী তেলের সেসকুইটারপিন হচ্ছে জিঞ্জিবেরিন ও তার অ্যালকোহল জিঞ্জিবেরল (sesquiterpene zingiberene and its alcohol-zingiberol)। আদার তেল (oil of ginger) ব্যবহার হয় মূখ্যত খাদ্যে, গন্ধ যোগকারী রূপে (food flavourant) এবং গন্ধ শিল্পে (perfumery)।
- **আয়ুর্বেদিক চিকিৎসায়**—আদা ও তার শুঁট (বিশেষ প্রক্রিয়ায় শুকিয়ে নেওয়া গ্রন্থিকান্ড) ব্যবহার

হয় কাশি, আমবাত, অরুচি, নেফ্রাইটিস (nephritis), কাটা ছেড়ায়, বায়ু প্রকোপ ও বেদনানাশক (fltaulent colic) হিসেবে। কিছু টনিক ও উত্তেজক (aphrodisiac) ওষুধেও এটি ব্যবহৃত হয়।

- **পশু চিকিৎসায় আদার ব্যবহার**—উত্তেজক, কাশি-শ্লেমা (carminative), গবাদি পশু ও ঘোড়ার বদহজম, পেট-ব্যথা (spasmodic colic) ও জোলাপ খাওয়ানোর পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া প্রতিকারে।
- **অ্যালকোহল প্রস্তুতি**—আদা থেকে মূলতঃ বিদেশে, প্রস্তুত করা হয় ব্রান্ডি (ginger brandy), ওয়াইন (ginger wine), বিয়ার (ginger beer), জিঞ্জার এল (ginger ale) প্রভৃতি।
- **অন্যান্য**—***Z. zerumber*** নামক প্রজাতির তেলে (ethereal oil) নিওপ্ল্যাসিয়া এবং প্রোস্টাগ্ল্যানডিন সংশ্লেষে প্রতিরোধকারী উপাদানের (antineoplastic and prostaglandin synthesis inhibitory principles) সন্ধান মিলেছে। ***Z. squarrosum*** **Roxb.** দ্বারা আন্দামান নিকোবর দ্বীপপুঞ্জে, মৌমাছি (*Apis dorsata*) অবশ করে মধু সংগ্রহ করা হয়। ***Z. mioga*** **(thunb.) Rosc.** (জাপানী বা মায়োগা জিঞ্জার) প্রাচীনকাল থেকে চিনদেশে ব্যবহৃত হচ্ছে ম্যালেরিয়া প্রতিরোধকারী পোকার কামড় এবং ভার্মিফিউজ (vermifuge) রূপে।

16.4 আখ

ইংরাজী নাম : সুগার কেন (Sugarcane) / নোবেল কেনস (Noble canes)

বৈজ্ঞানিক নাম - ***Saccharum officinarum*** **L.**

গোত্র-পোয়েসী (Poaceae) বা গ্রামিনী (graminae)

(এছাড়াও ***S. barberi*** **Jews** এবং ***S. sinense*** **Roxb.** নামক প্রজাতি দুটিও ভারতে চাষ করা হয়)

16.5.1 প্রকারভেদ :

বস্তুতপক্ষে, এই গণটির যে ছয়টি প্রজাতি সকলের পরিচিত তার প্রত্যেকটির উৎপত্তি পুরানো দুনিয়ায়। দক্ষিণ প্রশান্ত মহাসাগরে নিউ গিনি (New Guinea) অঞ্চলে সম্ভবত আখ গাছের উৎপত্তি। এদের চমৎকারী পুরু কাণ্ডের জন্য নোবেল কেন (Noble cane) আখ্যা দেওয়া। এদের সৃষ্টি হয়েছে সম্ভবত কাশ জাতীয় (Saccharum spontaneum L.) গাছ থেকে। সৃষ্ট আখ, পুণরায়, প্রকৃতিতে কাশ গাছের সঙ্গে সঙ্করায়নের মাধ্যমে সৃষ্টি করে ভারতীয় সরু আখ (thin canes), যথা ***S. barberi*** এবং ***S. sinense*** আখ ও কাশের সঙ্কর বা হাইব্রিডকে পুণরায় আখের (নোবেল কেন) সঙ্গে পশ্চাৎ সঙ্করায়ন বা ব্যাক ক্রস করাকে বলা হয় নোবিলাইজেসন (nobilization)। এখনকার সকল বাণিজ্যিক আখই আন্তঃপ্রজাতীয় সঙ্কর (interspecific hybrid) হিসাবে বিবেচিত।

16.5.2 উৎপত্তি ও বিস্তার

বৈদিক যুগে ভারতে আখ চাষের প্রমাণ পাওয়া যায়। এমনকি মনুস্মৃতিতে এর উল্লেখ আছে। খ্রীষ্টপূর্ব 1400-1000 সালে আখ চাষের কথার উল্লেখ আছে। বর্তমান ভারত ছাড়া পাকিস্তান, ব্রাজিল, কিউবা, চীন, মেক্সিকো, দক্ষিণ আফ্রিকা, অস্ট্রেলিয়া, অর্জেন্টিনা, ইন্দোনেশিয়া, থাইল্যাণ্ড, ফিলিপাইনস এবং আমেরিকার কয়েকটি অঞ্চলে ব্যাপক আখ চাষ হয়। ভারতের প্রায় সকল রাজ্যেই আখ চাষ হয়। তাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো—উত্তরপ্রদেশে, মহারাষ্ট্র, তামিলনাড়ু, অন্ধ্র, কর্ণাটক, পাঞ্জাব, হরিয়ানা, বিহার, উড়িষ্যা, পশ্চিমবাংলা, গুজরাট ও রাজস্থান।

16.5.3 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- আখ একটি বহুবর্ষজীবী লম্বা ঘাস, উচচ্চতায় 2.5-6.0 মিটার, ব্যাস 3-6 সেমি।
- কাণ্ড পর্ব এবং পর্বমধ্য যুক্ত, পর্বমধ্য নিরেট, কাণ্ডের রঙ সাদা, সবুজ থেকে হলুদ, বেগুণী বা লালচে বেগুণী রঙের।
- আখ গাছের গুচ্ছমূল দুই প্রকারের-সেট মূল (sett roots) এবং বিটপ মূল (Kshoot roots)। সেট মূল কয়েকদিনের মধ্যে নিবষ্ট হয় এবং কাণ্ডের তলদেশ হতে বিটপ মূল বের হয়।
- পত্রফলক লম্বা, সরু, পাতাগুলি একান্তরভাবে দুটি সারিতে সজ্জিত থাকে।
- আখ গাছের পুষ্পবিন্যাসকে অ্যাড়ো (arrow) বা ট্যাসেল (tassel) বলা হয়। এগুলি আসলে 25-50 সেমি লম্বা মুক্ত প্যানিকল (panicle)।
- ফুলে পুং ও স্ত্রী অঙ্গ উভয়েই থাকে কিন্তু সব ফুলে উর্বর পরাগরেণুর সৃষ্টি হয় না। কয়েকটি জাতে পুং বন্ধ্যাত্ব (male sterility) পরিলক্ষিত হয় এবং তা আখের প্রজননে ব্যবহৃত হয়।
- ঘাস গোত্রভুক্ত বলে আখের ফলও ক্যারিওপসিস (caryopsis) প্রকৃতির।
- বীজের অঙ্কুরোদগমতা (viability) খুব অল্পদিনের জন্য বজায় থাকে।

16.5.4 আখের জাত ও উৎপাদন

কোয়েম্বাটোরের সেন্ট্রাল সুগারকেন রিসার্চ ইনস্টিটিউট (CSRI) প্রবর্তিত উন্নত জাতগুলিই পূর্ব ভারতে বেশি চাষ হয়, যেমন— কো 622, কো 842, কো 527, কো 419। “জলদি” জাতের আখ তাড়াতাড়ি পাকে। “মাঝারি” জাত মাঝামাঝি সময়ে আর “নাবি” জাত দেরিতে পাকে। ভারতে আখের গড় উৎপাদন, হেক্টর প্রতি প্রায় 82 মেট্রিক টন (2021 সালের হিসাবে)।

16.5.5 ব্যবহার

- **কাণ্ড**—আখ ভারতের একটি প্রধান অর্থকরী উদ্ভিদ এবং কৃষি অর্থনীতিতে শীর্ষস্থান অধিকার করে আছে। যদিও সুগার বীট (sugar beet, ***Beta Vulgaris***, famly Chenopodiaceae) থেকে প্রাপ্ত সুক্রোজ (sucrose) প্রায় অভিন্ন। তথাপি ভারতবর্ষে চিনির প্রধান উৎস হলো আখ। আখ পিষে যে রস বের হয় তার থেকে চিনি, গুড়, সিরাপ ইত্যাদি প্রস্তুত হয়। তৈরি হয় বাতাসা। চিনি তৈরির সময় উপজাত পদার্থ হিসাগে ব্যাগাসী (bagasse) এবং মাতগুড় (molasses) পাওয়া যায়।

  ব্যাগাসী ব্যবহার হয় জ্বালানী, কাগজ, প্লাস্টিক প্রভৃতি প্রস্তুতিতে। মাতগুড় ব্যবহার রাম (Rum), জিন (Gin), ভোদকা (Vodka) প্রভৃতি তৈরিতে; ইথানল (ethanol), অ্যাসিটোন (acctone), বিউটানল (butanol) প্রস্তুতিতে; নানা রকমের ইস্ট, (ফুড ইস্ট, বেকার্স এবং ব্রুয়ার্স ইস্ট) তৈরিতে। এর থেকে প্রাপ্ত 'প্রেসমাড' (press mud) ক্ষার এবং নোনা জমিতে সার হিসাবে ব্যবহার করা হয়।

- **পাতা**—আখের পাতা ও ডগা পশুখাদ্যরূপে খুবই জনপ্রিয়। শুকনো পাতা ও ছিবড়া ব্যবহার করা হয় সার, জ্বালানী তৈরিতে।

- **অন্যান্য**—উপজাত কেন ওয়াক্স (cane wax) থেকে পালিশ, কসমেটিকস্, কার্বন পেপার, প্রভৃতি তৈরি হয়। আখের চিনি থেকে অক্সালিক অ্যাসিড, অকটা এ্যাসিটেট (octa-acetate), বিভিন্ন ওষুধ, হেয়ার টনিক, বিস্ফোরক পদার্থ, চামড়া ট্যানিং প্রভৃতিতে ব্যবহৃত হয়।

16.6 সরষে

ইংরাজী নাম : Mustard (মাস্টার্ড) বা টারনিপ রেপ (Turnip Rape)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Brassica campestris* L.**

গোত্র (family) : Brassicaceae or Cruciferae

16.6.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

- সরষের উৎপত্তি অস্পষ্ট। খ্রীষ্টপূর্ব 2000-1500 বছর পূর্বেকার কিছু প্রাচীন পুঁথিতে সরধোঁ (sarson)-র উল্লেখ দেখা যায়। কেউ কেউ মনে করেন পূর্ব এশিয়া বা চীনে এদের উৎপত্তি। সেখান থেকেই তাদের ভারতে আগমন এবং পরে আফগানিস্থানে প্রবেশ করে। ভ্যাভিলভ (Vavilov, 1926) মনে করেন, সরষের উৎপত্তি পূর্ব আফগানিস্থান এবং তৎসংলগ্ন পাকিস্থান ও ভারত।

ভারত, চিন, পাকিস্থানে উৎপন্ন হয় বিশ্বের মোট উৎপাদনের অর্ধেক। এছাড়া মালয়, ইন্দোনেশিয়া, ফিলিপাইনস, বাংলাদেশ, পূর্ব ইউরোপ, ফ্রান্স, জার্মানী, কানাডা, সুইডেন এবং আফ্রিকার এদের ব্যাপক চাষ হয়। ভারতে পাঞ্জাব, উত্তরপ্রদেশ, হরিয়ানা, রাজস্থান, মধ্যপ্রদেশ, গুজরাট, পশ্চিমবঙ্গ, বিহার, উড়িষ্যা, অসম, প্রভৃতি রাজ্যে সরষের চাষ হয়।

16.6.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- সরষে একবর্ষজীবী বিরুৎ (annual herb)।
- এদের ফল 3-6 সেমি লম্বা সিলিকুয়া (siliqua) বা সিলিক্যুলা (silicula) যাদের মধ্যে বীজগুলি রেপলামের (replum) সঙ্গে লেগে থাকে।
- বীজ ক্ষুদ্র, গোলাকার হলুদ, বাদামী বা কালো রঙের গাদা করে রাখা ফসল শুকানোর পর পিটিয়ে দানাগুলি আলাদা করা হয়।

16.6.3 ব্যবহৃত অংশ ও উপযোগিতা

চাষের সময় রাই ও সরষে পৃথক রাখা উচিত কেননা এরা পরসঙ্গতিসম্পন্ন (cross

- বীজ- সরষের বীজে 35-45% তেল থাকে। এই তেলই আমাদের অতি পরিচিত রান্নার সরষের তেল। রান্না ছাড়া যা দিয়ে তৈরী হয় আচার, কাসুন্দি প্রভৃতি। বীজে গ্লুকোসাইন্যোলেটস (glucosinolates) নামে এক জাতীয় রাসায়নিক পদার্থ থাকে যেমন সিনিগ্রিন (sini-grin), সাইনালবিন (sinalbin), গ্লুকোন্যাপিন (gluconapin) প্রভৃতি। বীজ পেষা হলে ভেতরের গ্লুকোসাইনোলেটস জলের সংস্পর্শে, মাইরোসিনে (myrosinase) এনজাইমের সাথে বিক্রিয়ার ফলে থায়োসায়ানেটস (thiocyanates), নাইট্রাইলস (nitriles). প্রভৃতি উৎপন্ন হয়। সরষের ঝাঁজ অ্যালাইল আইসোথায়োসায়ানেট (allyl isothiocyanate) নামক উৎপন্ন এক উদ্বায়ী (volatile) তেলের জন্য হয়।
- সরষের তেল বহু লোকে গায়ে মাখে ও মাথার তেল হিসেবে ব্যবহার করে, বিশেষ করে গ্রাম গঞ্জের দিকে। সরষের তেল দিয়ে প্রদীপ জ্বালানো হয়। সাবান তৈরীতে পিচ্ছিলকারী হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তেল নিষ্কাশনের সময় উপজাত খইল (oil cake) ব্যবহৃত হয় পশুখাদ্য ও সার হিসেবে।
- সরষের তেলে এক প্রকারের ফ্যাটি অ্যাসিড-এরুসিক অ্যাসিড (erucic acid) পাওয়া যায়। বিশেষ করে উজ্জলি সরষের (***Brassica alba***) তেলে এবং রেপ সীড তেলে (***rapeseed oil***), যা উৎপন্ন হয় (***B. napus* L.**) নামক প্রজাতি থেকে। এরুসিক অ্যাসিড উড়োজাহাজের ইঞ্জিনে পিচ্ছিলকারী ওপ্লাস্টিক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

- চর্মশিল্পে এই তেল ব্যবহৃত হয় চামড়া নরম করবার কাজে।
- কচি কাণ্ড, পাতা ও সম্পূর্ণ উদ্ভিদ-

  কচি কাণ্ড, পাতা, এমনকি সম্পূর্ণ উদ্ভিদ পশু খাদ্য হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সরষে শাক' হিসেবে আমরা কচি কাণ্ড বা পাতা খেয়ে থাকি।

  সরষে গাছ, সবুজ সার হিসেবে ব্যবহার হয়। পাকচই (***B. Campestris ssp. chinensis***) ও পেৎসাই (***B. campestris ssp. pekinensis***) সরষে গাছের পাতা, স্যালাড প্রভৃতিতে কাঁচা অবস্থায় খাওয়া হয়, তাদের পুষ্টিকর খাদ্যগুনের জন্য।
- পোলেন (**pollen**) বা পরাগ রেণু থেকে এক প্রকারের উদ্ভিদ বৃদ্ধির সহায়ক স্টেরয়েড (ব্র্যাসিনোলাইড brassinolide) উৎপন্ন হয়।

16.6.4 জাতের নাম

সরষে : বিনয় (B-9), অগ্রণী (B-54)।

16.7 সারাংশ

ভুট্টার উৎপাদনে ভারতবর্ষে অন্যান্য দেশের তুলনায় এখনও অনেক পিছিয়ে। ভুট্টার সাতটি জাত আছে এবং তাদের ব্যবহার বহুবিধ। পর্যাপ্ত খাদ্য গুণ এবং তাপনমূল্য ছাড়াও ব্যবহৃত হয় পশুখাদ্য, ভুট্টার কেক বা টরটিলা (মেক্সিকো ও আমেরিকা), কর্নফ্লেক্স, পপ-কর্ণ, চিচা নামক পাণীয়, হুইস্কি, বিয়ার; শিল্প-জাত দ্রব্য, যেমন—বর্ণ স্টার্চ, বর্ণ-সিরাপ, ডেসট্রিন, অ্যালকোহল, অ্যাসিটালডিহাইড, মাসিটোন, নানান জৈব অ্যাসিড, কর্ণ অয়েল, জ্বালানী, কাঠ-কয়লা, ফারফ্যুরাল প্রভৃতিতে।

আলোচিত মুগ গোত্র লেগুমিনোসী, উপগোত্র প্যাপিলিওনয়ডি'র অন্তর্ভুক্ত। এদের শিকড়ে অর্বুদ থাকে যার অভ্যন্তরে বাস করে নাইট্রোজেন যুক্তকারী রাইজোবিয়াম ব্যাকটেরিয়া—যা বায়বীয় নাইট্রোজেন জমিতে যুক্ত করে তার উর্বরতা বৃদ্ধি ঘটায় কাজেই, পর্যায়ক্রমিক চাষে ডাল খুবই জনপ্রিয়। সকল ডালই উদ্ভিজ্জ প্রোটিনে খুবই সমৃদ্ধ। নিত্যকার রান্না ছাড়া ডাল দিয়ে বহু সুস্বাদু খাবার তৈরি হয়—চানাচুর, ডালমুট, ঘুগনি, বেসন প্রভৃতি। এগুলি উৎকৃষ্ট সবুজ সার এবং পশু খাদ্যরূপে চিহ্নিত করা হয়।

মশলার জন্য ভারতীয় উপমহাদেশের খ্যাতি জগতজোড়া। এদেশে 20-25টি উদ্ভিদ মশলার জন্য বাণিজ্যিকভাবে চাষ হয়। যার মধ্যে অন্যতম হল আদা। উদ্ভিদগুলো একাধিক গোত্রভুক্ত। যে কোনও অংশ থেকেই মশলা পাওয়া যায়। আদা একটি গ্রন্থিকান্ড। ভারতীয় আদা পৃথিবীর সেরা। আদার ঝাঁঝ এদের উদ্বায়ী তেলের ওলিওরেজিনে জিঞ্জেরনের (gingerone) দরুণ। মশলা ছাড়া, জিঞ্জার ব্রেড, বিস্কুট, জিঞ্জার এল, আচার, সস, সফট ড্রিঙ্কস্ প্রভৃতি খাদ্যসামগ্রীতে, আদা বিপুল পরিমানে ব্যবহার হচ্ছে। ব্যবহার হচ্ছে

ফুড ফ্লেভারিং (flabouring) এবং পারফ্যুমারি (perfumery) শিল্পে, আয়ুর্বেদী এবং পশু চিকিৎসায়।

আখ ভারতের শর্করার একটি প্রধান উৎস। আখের রস থেকে চিনি, গুড়, সিরাপ, মাতগুড় (molasses); চিনিতৈরীর সময় উপজাত ব্যাগাসী ব্যবহৃত হয় জ্বালানী, কাগজ, প্লাস্টিক তৈরিতে। মাতগুড় থেকে প্রস্তুত হয়, রাম, জিন, ভোদকা, অ্যাসিটোন, ইথানল, বিউটানল।

সরষের তেল হলো সেমি-ড্রাইং তেল। ভোজ্য তেল ছাড়াও বহু ব্যবহার আছে, যেমন খৈল উৎকৃষ্ট গো-খাদ্য, পাতা সরষে শাক, ইত্যাদি।

16.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1) সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন

   (a) ভুট্টার জাত (variety) কয় প্রকার? জাতগুলির সাধারণ নাম এবং বৈজ্ঞানিক ভ্যারাইটির নাম লিখুন।

   (b) CIMMYT সংস্থাটি কোথায়? পুরো নাম কী?

   (c) পশ্চিমবঙ্গের কোথায় পালসেস অ্যান্ড অয়েলসীড রিসার্চ স্টেশন অবস্থিত?

   (d) আদার পাঁচটি ব্যবহার উল্লেখ করুন।

2) ‘সত্য’ না ‘মিথ্যা’ লিখুন—

   (a) ***Zingiber zerumber*** নামক প্রজাতিটিতে নিওপ্ল্যাসিয়া এবং প্রোস্টাগ্ল্যান্ডিন সংশ্লেষ প্রতিরোধকারী উপাদানের সন্ধান পাওয়া গেছে।

   (b) আখ একটি বড় দিনের উদ্ভিদ (long day plant)।

   (c) এরুসিক অ্যাসিড সরষের তেলে পাওয়া যায়।

16.9 উত্তরমালা

1) (a) সাত প্রকার, দ্র: ভুট্টা 16.2

   (b) **International Maize and Wheat Improvement Centre**.

   (c) বহরমপুর।

   (d) দ্র: অনুচ্ছেদ 16.4.4

2) (a) সত্য, (b) মিথ্যা, (c) সত্য।

একক 17 ❑ কয়েকটি সুপরিচিত উদ্ভিদ : বৈজ্ঞানিক নাম, গোত্র, বৈশিষ্ট্য ও ব্যবহার

গঠন

17.0 উদ্দেশ্য

17.1 প্রস্তাবনা

17.2 লেমন গ্রাস বা লেবু ঘাস

- **17.2.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **17.2.2** সংক্ষিপ্ত উদ্ভিতাত্ত্বিক বিবরণ
- **17.2.3** ব্যবহৃত অংশ এবং উপযোগিতা

17.3 নারিকেল

- **17.3.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **17.3.2** সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ
- **17.3.3** বিভিন্ন জাত
- **17.3.4** ব্যবহার

17.4 শাল

- **17.4.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **17.4.2** উদ্ভিদতাত্ত্বিক পরিচয়
- **17.4.3** ব্যবহার

17.5 সেগুন

- **17.5.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **17.5.2** উদ্ভিদতাত্ত্বিক পরিচয়
- **17.5.3** কাঠের প্রকৃতি
- **17.5.4** ব্যবহার

17.6 তুলা

17.6.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

17.6.2 তুলার কয়েকটি জাতের নাম

17.6.3 ব্যবহার

17.7 সারাংশ

17.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

17.9 উত্তরমালা

17.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি থেকে পাঠ করে আপনি—

- আলোচিত সকল উদ্ভিদের ইংরাজী নাম, বৈজ্ঞানিক নাম, গোত্র, জাত বা কাল্টিভার (যেখানে প্রয়োজন) সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
- উদ্ভিদগুলির সম্ভাব্য উৎপত্তিস্থল, দেশে বিদেশে তাদের বিস্তার সম্পর্কে আলোচনা করতে পারবেন।
- সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদ তাত্ত্বিক পরিচয় (অঙ্গসংস্থানিক) দিতে পারবেন।
- ব্যবহৃত অংশ, উদ্ভূত পদার্থ, তাদের প্রত্যক্ষ ব্যবহার সংক্রান্ত তথ্যাদি নির্দেশ দিতে পারবেন।
- উৎপাদনের পরিসংখ্যান এবং কয়েকটি জাতীয় ও আন্তর্জাতিক গবেষণাকেন্দ্রের নাম এবং অবস্থান উল্লেখ করতে পারবেন।

17.1 প্রস্তাবনা

পূর্ববর্তী একক 15-এ আপনারা দেখেছেন উদ্ভিদের প্রায় সকল অংশই মানুষের কোনও না কোনও কাজে লাগে। উদ্ভিদরাজ্যের এই বিপুল সম্ভার হতে মাত্র কয়েকটি নির্বাচিত উদ্ভিদের নানাবিধ ব্যবহার এই এককে আলোচনা করা হবে। উদ্ভিদের ব্যবহারিক গুরুত্ব সম্যক উপলব্ধি করতে হলে উদ্ভিদটির বিস্তার, বৈশিষ্ট্য, ব্যবহৃত অংশ সম্পর্কে জানা দরকার।

17.2 লেমন গ্রাস বা লেবু ঘাস

ইংরাজী নাম : **Lemon grass** (লেমন গ্রাস)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Cymbopogon citratus*** **(DC) staff** এবং ***C. flexuosus*** **(steud.) Waston** উভয়েই লেঘু ঘাস হিসেবে চিহ্নিত।

গোত্র : গ্র্যামিনি (Graminae/Poaceae)

17.2.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

C. citratus হলো পশ্চিম ভারতীয় লেবু ঘাস। উৎপত্তি সম্ভবত পশ্চিম ভারতীয় দ্বীপপুঞ্জে। চাষ হয় প্রধানত কেরল, মহারাষ্ট্র, কনটিক, অসম ও পশ্চিমবঙ্গে। বর্তমানে ব্রাজিল, গুয়াতেমালা, চিন, মাদাগাসকার ও কোমোরো দ্বীপপুঞ্জে এর চাষ হচ্ছে।

C. flexuosus হলো পূর্ব-ভারতীয় লেবু ঘাস। উৎপত্তি সম্ভবত দক্ষিণ ভারতের মালাবার কিংবা কোচিন। এর দুটি জাত হলো : লাল কাণ্ডের লেবু ঘাস (*C. flexuosus var. flexuosus*) এবং সাদা কাজের লেবু ঘাস (*C. flexuosus var. albescens*)। পূর্বোক্ত, অর্থাং লাল কাণ্ডের জাতটিতে সিট্রাল-এর পরিমাণ 75 শতাংশের অধিক থাকে। সাদা-কাণ্ডের জাতটিতে সিট্রালের পরিমাণ 22% মতো থাকে।

17.2.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- এটি একটি লম্বা (উচ্চতায় প্রায় 3 মিটার), সুগন্ধযুক্ত, বহুবর্ষজীবী ঘাস।
- বড় আকারের প্যানিকলগুলি নিচের দিকে ঝুলে থাকে।
- এদের পাতায় প্রচুর citral (প্রায় 75-85%) নামক এক প্রকারের অ্যালডিহাইড পাওয়া যায় এদের জন্য লেবুর মতো গন্ধ নির্গত হয়।

17.2.3 ব্যবহৃত অংশ এবং উপযোগিতা

- পাতা থেকে লালচে হলুদ রঙের মাসের তেল (lemon grass oil) পাওয়া যায়। পূর্বেই উল্লেখ করা এই তীব্র গন্ধযুক্ত উদ্বায়ী বা বাণ তেলের মূল উপাদান সিট্রাল। সিট্রালের পরিমান, স্থান, মরশুম এবং ঘাসের বয়সের উপর নির্ভর করে। এই তেল ব্যবহৃত হয় প্রসাধনী দ্রব্যে (আতরে এবং গায়ে মাখার সাবানে)।
- খাবারে স্বাদ বৃদ্ধির জন্য চা কিংবা অন্যান্য পানীয়তে এই ঘাস যোগ করা হয়।
- কাগজের মণ্ড, জৈবসার, জ্বালানী, কফির জমিতে মালচ (mulch) প্রভৃতি কাজে এর ব্যবহার হয়।
- এই উদ্বায়ী তেল জীবাণুনাশক, কীটনাশক ও কীটনিবারক, ফ্যুমিগেন্ট (fumigant) ও ছত্রাকনাশকতার (fungitoxic) গুণাবলী সম্পন্ন।

17.3 নারিকেল

ইংরাজী নাম : **Coconut** (কোকোনাট)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Cocos nucifera* L.**

গোত্র : অ্যারিকেসী (Arecaceae) বা পামী (Palmae)।

নারিকেল একটি এক প্রজাতি বিশিষ্ট গণ (monotypic genus) যার উপযোগিতা অসংখ্য। বৈদিক যুগ থেকে নানান ধর্মীয় আচারে নারিকেল ব্যবহৃত হয়ে আসছে। এটিকে বলা হত ‘কল্পবৃক্ষ’। বারবিল (Burkill 1966) বলেছেন এটি মানুষের প্রতি প্রকৃতির সেরা উপহার ‘‘One of Nature’s greatest gifts to man’’।

এটি স্নেহপদার্থযুক্ত নাট জাতীয় ফল। আবার, এটিকে তন্তু বা আঁশ উৎপাদক উদ্ভিদের মধ্যেও অন্তর্ভুক্ত করা হয়। সাধারণত, কৃষিজাত পণ্যের মধ্যে, নারিকেল একটি প্লান্টেশন ক্রপ (plantation crop) হিসাবে বিবেচিত হয়।

17.3.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

সম্ভবত নারিকেলের আদিভূমি দক্ষিণ পূর্ব এশিয়া-মালয়, ইন্দোনেশিয়া এবং ভারত মহাসাগরের সংলগ্ন দ্বীপপুঞ্জ। ভারতবর্ষে নারিকেল চাষ হয় দক্ষিণ ভারতের সমুদ্রোপকূলে আন্দামান ও নিকোবর দ্বীপপুঞ্জে, উড়িষ্যা এবং পশ্চিমবঙ্গের অনেক স্থানে।

17.3.2 সংক্ষিপ্ত উদ্ভিদতাত্ত্বিক বিবরণ

- শাখা বিহীন দীর্ঘ বৃক্ষ, উচতায় 8 থেকে 30 মিটার।
- বেলনাকার কাষ্ঠল কাণ্ডকে কডেক্স (caudex) বলে।
- কাণ্ডের অগ্রভাগে কতকগুলি (25-30) বৃহৎ পক্ষল যৌগিক পত্র একত্রে থাকে। বছরে 12-14টি পাতা খসে যায় এবং তা কাণ্ডে স্থায়ী দাগ (scar) সৃষ্টি করে।
- পুষ্প একলিঙ্গ (Unisexual), পুরুষ ও স্ত্রী ফুল একই উদ্ভিদে থাকে। অর্থাৎ, নারিকেল সহবাসী (monoecious) উদ্ভিদ।
- ফল (ডাব) একটি বড় ডিম্বাকার, তন্তুময় ড্রুপ (fibrous drupe)। ফল পরিণত হতে এক বছর মতো সময় লাগে। ফলে মধ্যত্বক (mesocarp) হালকা বাদামী রঙের এবং তন্তুময়। অন্তস্ত্বক (endocarp) কঠিন, তিনটি ছিদ্র বিশিষ্ট হয়। যা নারকেলের মালা হিসাবে পরিচিত।
- বীজের ভিতরে পুরু, সাদা, সুস্বাদু শাঁস হলো সস্য (endoserm)। ডাবের জল হলো তরল সস্য (liquid endosperm)।

17.3.3 বিভিন্ন জাত

নারিকেলের দুইটি ভ্যারাইটি বা জাত আছে।

- **দীর্ঘ জাত**— এরা পরজনি (allogamous) অর্থাৎ ইতর পরাগযোগী (cross pollinated)। গাছ লাগাবার 8-10 বছর পর ফল ধরে।
  যেমন—ওয়েস্ট কোস্ট টল (West Cost Tall), লাক্ষাদ্বীপ অর্ডিনারী (Laccadive Ordinary), স্পাইকাটা (Spicata) প্রভৃতি।

- **খর্ব জাত**— খর্ব জাত প্রধানত আন্দামানে দেখা যায়। এরা স্বসেকজনি (autogamous), অর্থাৎ স্বপরাগযোগী (self-pollinated) উদ্ভিদ। গাছ লাগানোর ৩-৪ বছর পরে ফল আসে।
  যেমন—চৌঘাট ডোয়ার্ফ অরেঞ্জ (Chowghat Dwarf Orange), মালায়ান ডোয়ার্ফ গ্রিন (Malayan Dwarf green), মালায়ন ডোয়ার্ফ অরেঞ্জ (Malayan Dwarf Orange)।

- কয়েকটি সঙ্কর জাতও উদ্ভাবন করা হয়েছে। যেমন লাক্ষাগঙ্গা (Lakshaganga), আনন্দগঙ্গা (Anandaganga), কেরশ্রী (Kerasree) প্রভৃতি। কেরলের কাসারগড়ে অবস্থিত, কেন্দ্রীয় প্লানটেশন ক্রপস রিসার্চ ইনস্টিটিউটে, নারকেল নিয়ে উন্নত গবেষণা চলেছে।

17.3.4 ব্যবহার

নারিকেল গাছের প্রায় সব অংশই ব্যবহৃত হয়।

- **ফল :** কচি ডাবের জল পাওয়া যায় 5 থেকে 7 মাস বয়স্ক ফলে। গ্রীষ্মকালে ডাবের জল তৃষ্ণা নিবারক এবং আন্ত্রিক রোগ, ডায়ারিয়াতে, জলের ঘাটতি (dehyadration) পূরণে অদ্বিতীয়। টিস্যু কালচারে, মিডিয়া তৈরীতে নারকেল জল ব্যবহৃত হয়।

  ফলের শাঁস (kernel/meat) খাওয়া হয় ও বিভিন্ন রান্নায় দেওয়া হয়। এর থেকে শুকনো নারকেল, ময়দা প্রভৃতি তৈরী হয় যা বিস্কুট, কেক, পেস্ট্রি ইত্যাদি খাদ্য সামগ্রীতে ব্যবহৃত হয়।

  শুষ্ক অবস্থায় নারিকেলের শাঁসকে কোপরা (copra) বলে। কোপরা ভেজিটেবল ফ্যাটে খুবই সমৃদ্ধ যা 60-67% তেল দেয়। নারিকেল তেল এদেশে সর্বাধিক ব্যবহৃত এবং জনপ্রিয় মাথায় মাখার তেল। দক্ষিণ ভারতে এটি রান্নার তেল হিসাবে ব্যবহৃত হয় শোধনের পর। তাছাড়া, শিশুদের গুড়ো দুধ, মারজারিন (margarine), সাবান, স্যাম্পু (shampoo), দাড়ি কামাবার সাবান, কসমেটিকস (cosmetics), লুব্রিকেন্ট (lubricant), জ্বালানী ইত্যাদি তৈরি হয় নারিকেল তেল থেকে।

  তেলের খইল গবাদি পশু এবং হাঁস মুরগীর খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়। দেখা গেছে, তেলের খইল দিয়ে গরুর দুধের পরিমান এবং গুণ উভয়েই বৃদ্ধি পায়।

নারিকেলের ছোবড়ার আঁশ দিয়ে দড়ি, মাদু, পাপোস, জাল, ব্রাশ প্রভৃতি হয় এবং গদি বা বিছানার তোষকে দেওয়া হয়। ছোবড়ার গুঁড়ো একটি সার।

নারিকেলের খোল দিয়ে নানান হস্তশিল্প সামগ্রী প্রস্তুত হয়। যেমন খেলনা, হুকার খোল, ছাইদানি প্রভৃতি। এছাড়া সক্রিয় চারকোল (activeted charcoal), গ্যাস শোষণকারী কাঠ-কয়লা (gas absorbent charcoal) প্রভৃতি তৈরি করা যায়।

- **পুষ্প বিন্যাস**—নারিকেলের স্পেথ (spathe) পুষ্পবিন্যাস থেকে প্রাপ্ত রস হতে টডি (toddy) তৈরি হয়। এটি আদিবাসীদের মধ্যে একটি জনপ্রিয় পানীয়।
- **পাতা**—দক্ষিণ ভারতের নানান স্থানে যেমন—কেরলে, নারিকেলের পাতার সাহায্যে ঘরের ছাউনি তৈরি হয়; এছাড়া বাক্স, ব্যাগ, হাত-পাখা, বাঁশি প্রভৃতি তৈরি হয়। পাতার মধ্য শিরাগুলি একত্রিত করে, বেঁধে আমাদের নিত্যকার ঝাড়ু তৈরি হয়।
- **সমগ্র উদ্ভিদ**—সমুদ্র সৈকত বরাবর নারিকেল গাছ ভুমিক্ষয় রোধ করে। স্থানীয় এবং আদিবাসী সম্প্রদায়ের মানুষ বিশেষ করে যারা ক্রান্তীয় দ্বীপপুঞ্জে বসবাস করে, নারিকেলের প্রায় সমগ্র অংশই নানান ঔষধি রূপে ব্যবহার করে আসছে। এই বৃক্ষটি তাদের ধর্মীয় অনুষ্ঠানের সঙ্গে অঙ্গাঙ্গিভাবে যুক্ত।

17.4 শাল

ইংরাজী নাম : **Sal** (শাল)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Shorea robusta*** **Rob. ex Gaertner f.**

গোত্র : ডিপটেরোকাপেসী (Dipterocarpaceae)

17.4.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

শাল গাছের 360টি প্রজাতি আছে, যা ভারত সহ নেপাল, শ্রীলঙ্কা, মালয়ের পশ্চিমাঞ্চল, মায়ানমার ও দক্ষিণ চীনে জন্মায়। গাছটির জন্মস্থান সম্ভবত ভারতবর্ষে। দক্ষিণ ভারত, মধ্যপ্রদেশ, উড়িষ্যা, পশ্চিমবঙ্গ ও বিহারের সমতলভূমি ও পাহাড়ি অঞ্চল থেকে উত্তরবঙ্গ, আসাম পর্যন্ত বিস্তৃত। প্রধানত শাল বন দেখা যায় মধ্য ভারতে এবং উত্তর, উত্তর-পূর্ব ভারতের হিমালয়ের পাদদেশে, 1500 মিটার উচ্চতা পর্যন্ত। ভারতে প্রায় 13 মিলিয়ন হেক্টর জমি জুড়ে শাল অরণ্য আছে।

17.4.2 উদ্ভিদতাত্বিক পরিচয়

- শাল গাছ একটি উঁচু, পর্ণমোচী, সঙ্গপ্রিয় (gregarious) বৃক্ষ। এটির বোল (bole) খাড়া। গাছের ছালে লম্বা ফাটল থাকে। যেখানে উই পোকা আক্রমণ করে।

- শাল গাছের সরস কাঠ (sap wood) অপেক্ষাকৃত স্বল্প, হালকা (pale) রঙের। শক্ত কাঠ (heart wood) অতি মজবুত, বাদামী রঙের এবং আড়াআড়ি ভাবে অবস্থিত আঁশ (cross-grained) যুক্ত। কেবল ছোট গাছের সদ্য কাটা বর্ষ বলয় (annual ring) পরিলক্ষিত হয়।
- ছোট, সাদা বা ফিকে, পীতবর্ণের ফুল থাকে কাক্ষীয় (axillary) বা অগ্রস্থ প্যানিকেল (panicle) জাতীয় পুষ্পবিন্যাসে।
- ফল চামড়ার ন্যায়, অবিদারী (indehiscent), এক-বীজ বিশিষ্ট এবং সামারয়েড (samaroid) প্রকৃতির।
- সাধারণত, ফাল্গুন-চৈত্র (March-April) মাসে ফুল ফোটে এবং জ্যৈষ্ঠ মাসে ফল হয়।
- তিন বছর অন্তর গাছে ভালো বীজ হয়। বীজগুলি হালকা, পাঁচটি অসমান পক্ষের (wings) সাহায্যে দূরে ছড়িয়ে পড়ে। প্রতি কিলোতে প্রায় 1000 বীজ হয়।

17.4.3 ব্যবহার

শাল পশ্চিমবঙ্গের সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ শক্ত কাঠ (hard wood) এবং বনসম্পদ থেকে রাজস্ব আদায়ের সেরা উপায়।

- **কাঠ (কাণ্ড)**—রেল লাইনের তলায় ব্যবহারের জন্য স্লিপারের (sleeper) কাঠ হিসাবে শাল কাঠ (সেগুন ও দেওদার সমেত), আমাদের দেশে, শ্রেষ্ঠ কাঠ হিসাবে বিবেচিত। এছাড়া গাছটির ভারি সার কাঠের সাহায্যে বিদ্যুত, টেলিগ্রাফ এবং টেলিফোনের খুঁটি তৈরি হয়। তৈরি করা হয় সাঁকো, দেশি-নৌকা, যান, চাকার স্পোক (spoke), কৃষিকাজে ব্যবহৃত যন্ত্রাদীর হাতল, তাবুর গুটি, তরল, তেল প্রভৃতি সঞ্চয় করবার পাত্র (vat)।

  গৃহ কাজে শাল কাঠ ব্যাপকভাবে ব্যবহৃত কাঠের বাড়ি নির্মাণে, বিম (beam) বা কড়ি কাঠে, দরজা জানলা, অ্যাজবেস্টস (asbestos) ও টালির ছাদ তৈরি করবার ফ্রেমে। কাঠ চাঁচবার সময় উৎপন্ন আঁশ (wood shavings) দিয়ে প্যাকিং করা হয়।

- **ছাল**—এটি ব্যবহার করা হয় ট্যানিং-এ (tanning), বোর্ড তৈরিতে এবং সেলুলোজের অন্তরণে (lation)। ফেলন জাত প্লাস্টিকের (phenolic plastics) ফিল্টার (filter) হিসাবে এই ছাল ব্যবহার করে ভালো ফল পাওয়া গেছে।
- **পাতা**—শাল পাতায় খাবার পরিবেশন, বহন, গ্রামের দিকে খুবই প্রচলিত। শাল পাতাও ট্যানিং-এ ব্যবহার হয়। কয়েকটি রাজ্যে এটি পশুখাদ্য হিসাবে ব্যবহার হয়। এই পাতা দিয়ে বিড়ি পাকানো হয়।

- **রজন (resin)**—শাল গাছ থেকে একপ্রকার স্বচ্ছ, সুগন্ধী, ওলিয়োরেজিন (oleoresin) পাওয়া যায় যা শাল দামার, বাঙলা দামার (Bengal Dammer), লালদুনা, প্রভৃতি নামে পরিচিত। এটি ধুনা (incense) হিসাবে, ছিদ্র মুখ জোড়া দেওয়া (বিশেষ করে নৌকার), রঙ-পালিশ, প্রভৃতিতে ব্যবহার হয়। এটি দিয়ে নতুন মোম শক্ত করে জুতার পালিশে যোগ করা হয়। তৈরি হয় কার্বন পেপার, ফিতে (ribbon) প্রভৃতি। উদরাময়, আমাশয় প্রভৃতি রোগে এই রজনটি সঙ্কোচক (astringent) হিসাবে ব্যবহার হয়।

  শালের রজন থেকে একপ্রকার উদ্বায়ী তেল উৎপন্ন হয় যা চুয়া তেল (Chua Oil) নামে পরিচিত। এটি একটি ফিকসোটিভ (fixative) হিসাবে ব্যবহৃত হয়, চিবানো বা ধুমপানের তামাকে এটি ব্যবহার করা হয় গন্ধযুক্ত করবার জন্য।

  কান এবং ত্বকের ব্যাধিতেও রজনের ব্যবহার করা হয়।

- **বীজ**—শাল বীজ ভেজে খাওয়া হয়। এর থেকে প্রাপ্ত এক ফ্যাটি তেল (fatty Oil), যা শাল মাখন (Sal Butter) নামে পরিচিত, কোনো কোনো অঞ্চলে রান্নার তেল। বাতিজ্বালানো, কোকো বাটার (Cocoa Butter) এর বিকল্প হিসাবে চকলেট প্রস্তুতিতে ব্যবহার, এমনকি ঘি-এর ভেজালরূপে ব্যবহার হয়।
- **ফুল**— মধুর একটি ভালো উৎস।
- **ফল**— উদরামর রোগে ব্যবহৃত হয়।

17.5 সেগুন

ইংরাজী নাম : **Teak** (টিক)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Tectona grandis*** **L.f.**

গোত্র : ভার্বিনেসী (Verbenaceae)

17.5.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

এই মহামূল্যবান উদ্ভিদটি ভারত ছাড়া, মায়ানমার, মালয়, ইন্দোনেশিয়া, জাভা, কাম্পুচিয়া, লাওল প্রভৃতি অঞ্চলে জন্মায়। এর আদি জন্মস্থান সম্ভবত ভারত, জাভা, সুমাত্রা অঞ্চলে। ভারতবর্ষে মধ্যপ্রদেশ থেকে কর্ণাটক, তামিলনাড়ু, উত্তরবঙ্গের তরাই অঞ্চলে, দার্জিলিং জেলা ইত্যাদি স্থানের পর্ণমোচী অরণ্যে সেগুন গাছ পাওয়া যায়। ভারতে প্রায় 9 মিলিয়ন হেক্টর জমি জুড়ে রয়েছে সেগুন গাছ।

17.5.2 উদ্ভিদতাত্ত্বিক পরিচয়

- একটি লম্বা পর্ণমোচী বৃক্ষ; উচ্চতায় চল্লিশ মিটার পর্যন্ত হয়।

- অজস্র ছোটো সাদা ফুল, প্রান্তীয় প্যানিকেল এ সজ্জিত থাকে।
- ফুল ফোটে বর্ষাকালে, ফল শীতের পূর্বে হয়।
- ফল, বৃতি দ্বারা আবৃত একটি ছোট ড্রুপ।
- সেগুন গাছ ধীরে ধীরে বৃদ্ধি পায়—কাঠ সংগ্রহের উপযুক্ত হতে পঞ্চাশ বছর লেগে যায়। গাছের ছাল 4 থেকে 20 মিমি পুরু হয়।

17.5.3 কাঠের প্রকৃতি

কাঠ কঠিন, স্থায়ী (durable), মাঝারি ধরনের শক্ত এবং মিহি ধরনের আঁশযুক্ত সরস কাঠ ছোটো আকারের সাদা; আর সার কাঠ (Hard Wood) গাঢ় সোনালী বা হলুদ রঙের যা বয়স বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে কালচে হয়ে যায়। কাঠ রিং পোরাস (ring porous) যুক্ত এবং বর্ষ বলয় পরিলক্ষিত হয়। শুকনো কাঠ সাধারণত আড়াআড়িভাবে ফেটে যায় না, বা বেঁকে যায় না। সহজেই সেগুন কাঠ পালিশ করা যায়। মজ্জা (pith) বড় আকারের, চতুষ্কোণযুক্ত।

17.5.4 ব্যবহার

- **কাঠ (কাণ্ড)**—সেগুন কাঠের চাহিদা সর্বাধিক। এর দামও অত্যন্ত বেশী। দামী আসবাবপত্র তৈরী হয় বলে গুঁড়ি চেরার পর কাঠ খুব ভালো ভাবে সিজন করা হয়। সাঁকো, রেলগাড়ির কামরা, জাহাজের খোল, দরজা, জানালা, প্যাকিং বাক্স, বাস, লরি প্রভৃতির কাঠামো সেগুন কাঠে তৈরি হয়। স্বল্পমূল্যের কাঠের উপর দামী সেগুন কাঠের প্লাই (ply) হামেশাই করা হয়। কাঠের গুঁড়ো দিয়ে প্লাস্টিক ইনসুলেটিং ইট, বিশেষ ধরনের মেঝে প্রস্তুত হয়। নানা রকম কাঠের খেলনা, ঘর সাজাবার সরঞ্জাম, প্রভৃতি সেগুন কাঠ দিয়ে তৈরি হয়।

  কাঠের গুঁড়ো জলে মিশিয়ে একপ্রকারের ঘা (gluta lesions) সারিয়ে তোলা যায়।

  কাঠ হতে অল্প পরিমানে উদ্বায়ী তেল এবং ফ্যাটি তেল উৎপন্ন হয়। এই তেলের সাহায্যে অনেক সময় একজিমা, দাদ, প্রভৃতি চর্মরোগ নিবারণ করা যায়।

- **পাতা**—এর থেকে এক প্রকার লালচে বাদামী রঙের রঞ্জক পদার্থ (dye), পাওয়া যায় যা নানান কাজে ব্যবহৃত হয়।
- **ফল**—ফল হতে উৎপন্ন তেল মাথার চুল বৃদ্ধির সহায়ক এবং খোস-পাঁচড়ায় উপকারী।

17.6 তুলা

ইংরাজী নাম : **Cotton** (কটন)

বৈজ্ঞানিক নাম :

- পুরানো দুনিয়ার তুলা

  Gossypium arboreum **L.** (বৃক্ষ/চীনা ভুল)

  G. herbaceum **L.** (ভূমধ্যসাগরীয় তুলা)

- নয়া দুনিয়ার তুলা

  G. hirsutum **L.** (উচু জমির বা আপল্যাণ্ড কটন)

  G. barbadense **L.** [সী আইল্যাণ্ড (sea island) কটন/মিশরীয় তুলা (Egyptian Cotton)]

গোত্র : ম্যালভেসী (Malvaceae)

17.6.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

আবাদী পুরানো দুনিয়ার (Old World) বা আবাদী নয়া দুনিয়ার (New World) তুলার প্রজাতির নাম পূর্বে উল্লেখিত হয়েছে। এই দুই গোষ্ঠীর তুলার উৎপত্তি সম্ভবত পৃথক ভাবে হয়েছে।

পুরানো দুনিয়ার আবাদী ডিপ্লয়েড তুলার উৎপত্তি সম্ভবত বন্য পুরানো তুলা গাছ থেকে **(*G. surti, G. robinsonii., G. triphyllum, G. anomalum, G. stockii*** প্রভৃতি) আর, নয়া দুনিয়ার টেট্রাপ্লয়েড আবাদী তুলার উৎপত্তি হয়েছে সম্ভবত পলিনেশীয় (হাওয়াই, তাহিতি, ফিজি, গ্যালাপাগস প্রভৃতি অঞ্চল পলিনেশিয়ার অন্তর্ভুক্ত) বন্য তুলা গাছ থেকে **(*G. tomentosum, G. tahitense, G. darwinii*** প্রভৃতি)। একই গোষ্ঠীর তুলার মধ্যেই কেবল সঙ্করায়ণ (hybridisation) সফল হয়। ভিন্নগোষ্ঠীর তুলার মধ্যে সঙ্করায়ণ সম্ভব হলেও কোন বীজ উৎপন্ন হয় না।

ঊনবিংশ শতাব্দী জুড়ে বিশ্বব্যাপী তুলা চাষ বিস্তার লাভ করে। বর্তমানে আমেরিকা, রাশিয়া, চিন, ভারত, পাকিস্তান, ব্রাজিল, তুরস্ক, ওয়েস্ট ইন্ডিজ, সুদান, সেনেগাল, মিশর এবং মেক্সিকোতে তুলার ব্যাপক চাষ হয়। উপরে উল্লেখিত চারটি প্রজাতিই ভারতে চাষ করা হয়। এদের মধ্যে সর্বোচ্চ চাষ করা হয় বৃক্ষ বা চিনা তুলা ***(G. arboreum)***। ভারতে প্রধান তুলা উৎপাদনকারী রাজ্যগুলি হলো-গুজরাট, পাঞ্জাব,মহারাষ্ট্র, কর্ণাটক, মধ্যপ্রদেশ, অন্ধ্র, তামিলনাড়ু, রাজস্থান এবং হরিয়ানা। বিশ্বে মোট 32.91 কোটি হেক্টর জমিতে তুলা চাষ হয়, যার মধ্যে ভারতের জমির পরিমাণ 12.35 কোটি হেক্টর (2020-2021)।

গুজরাটের সুরাটে, 'কটন রিসার্চ স্টেশন' এবং হরিয়ানা, গুজরাট, মহারাষ্ট্র এবং পাঞ্জাবের কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়গুলিতে তুলা নিয়ে ব্যাপক গবেষণা হয়।

17.6.2 তুলার কয়েকটি জাতের নাম:

- সুমন, লক্ষ্মী, ভারতী, কৃষ্ণা, সুজাতা, কে-৪ ইত্যাদি।

17.6.3 ব্যবহার

তুলা ভারতের প্রধান অর্থকরী ফসল (Cash crop)। এর প্রায় সকল অংশই ব্যবহৃত হয়। উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশ ও তাদের ব্যবহার নিচে দেওয়া হলো।

- **বীজ**— বীজরোমের আঁশ (lint) থেকে নানান কাপড়, সুতা এবং বিবিধ শিল্প সামগ্রী তৈরী হয়। যেমন যানবাহনের টায়ার (tyre) তৈরীর জন্য তুলার সুতা লাগে। বালিশ, লেপ, তোষক প্রভৃতিতে তুলা ব্যবহার করা হয়। একদিকে তাঁতের কাপড়, অপরদিকে দামী জিনস (jeans), ডেনিম (denim) প্রভৃতি সবকিছুতেই তুলা অপরিহার্য।

  আবার, পশম, টেরিলিন, পাট প্রভৃতি তন্তুর সংমিশ্রণে তৈরী হয় নানান বস্ত্র। আঁশগুলি কস্টিক সোডার দ্রবণে ভিজিয়ে তাতে রেশমি দ্যুতি (silky lus) আনা যায়। এদের মারসিরাইজড (mercerised) তুলা বলে। আঁশ পরিষ্কার করে,তার উপরের তৈলাক্ত অংশ অপসারণ করে শোষক (absorbent) তুলা পাওয়া যায়, যা প্রায় বিশুদ্ধ সেলুলোজ। এগুলি সেলুলোজ শিল্পের কাঁচা মাল। বিস্ফোরক গান কটন (gun cotton), ক্যামেরার ফিল্ম তৈরীর পাইরক্সিলিন (pyroxylin), সেলুলয়েড প্রভৃতি প্রস্তুত হয়। তুলা থেকে তৈরী রেয়ন (rayon), বস্ত্র তৈরীতে ব্যবহৃত হয়। তুলার ফাজ বা লিন্টার থেকে ফেল্ট (felt), কার্পেট, দড়ি প্রভৃতি প্রস্তুত হয়।

  তুলার বীজে 11-25% তেল (Fatty Oil) থাকে যাকে বলা হয় তুলা বীজ তেল (cotton seed oil)। নানা কাজে এই তেল ব্যবহৃত হয়। যেমন সাবান তৈরী, শোধন বা হাইড্রোজেনেসন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরী ভোজ্য তেল ইত্যাদি। এই তেলে পাওয়া যায় গসিপল (gossypol) যা অল্প পরিমানে শুক্রাণু গঠন প্রতিরোধ করে এবং চিনারা এটিকে গর্ভনিরোধক হিসাবে ব্যবহার করে। তেল নিষ্কাশনের পর তুলা বীজের অবশিষ্ট অংশ বা খইল থেকে পশু খাদ্য, জমির সার ইত্যাদি তৈরী হয়। বীজের খোসা (তুষ) থেকে কাগজ এবং ফাইবার বোর্ড তৈরী হয়।
- **কাণ্ড বা শাখা**—জ্বালানী, কাগজতৈরী এবং পাইরোলিগনিয়াস অ্যাসিড তৈরীতে ব্যবহৃত হয়।
- **শিকড়ের ছাল**—আরগট (ergot) জাতীয় ওষুধ এবং অন্যান্য ক্রুড ড্রাগ (crude drug) প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।
- **পাতা**—পশুখাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।
- **পাপড়ি বা দল**— এক হলুদ বর্ণের রঞ্জক পদার্থ (yellow dye) পাওয়া যায়।

17.7 সারাংশ

নারকেল তেল, ফ্যাটি বা স্নেহময় তেল এবং লেবু ঘাস ও সিট্রোনেলা হতে উদ্বায়ী তেল পাওয়া যায়।

ভোজ্য তেল ছাড়াও বহু ব্যবহার আছে, নারকেল ছোবড়ার আঁশ দিয়ে দড়ি, মাদুর, ব্রাশ আর খোলা দিয়ে কাঠকয়লা ইত্যাদি। লেবু ঘাস তেল প্রসাধনী শিল্পে ব্যবহার ছাড়াও জীবানুনাশক, কীটনিবারক এবং ছত্রাকনাশক। সিট্রোনেলা তেল মশা নিবারণ, সাবান, ক্রিম এবং প্রসাধন শিল্পে ব্যবহৃতহয়। শাল পশ্চিমবঙ্গের সর্বাপেক্ষা মূল্যবান শক্ত কাঠ (hard wood)। সেগুন কাঠের মূল্য অপরিসীম। আসবাবপত্র, বাক্স, ঘর-বাড়ি, নৌকা-জাহাজ নির্মাণ, কৃষি সরঞ্জাম, দেশলাই, সাঁকো, খুঁটি, রেললাইনের স্লিপার, কাগজ বিদ্যুৎ ও টেলিগ্রাফের পোল ইত্যাদিতে এ সকল বৃক্ষের দারু বা কাঠ ব্যবহৃত হয়। প্রচলিত ব্যবহার ছাড়া জ্বালানী তেল, রজন, আঠা, বহু কাজে ব্যবহৃত হয়। কাঠ অরণ্যের মূল্যবান সম্পদ। মালভেসী গোত্রভুক্ত তুলার আঁশ, প্রায় নির্ভেজাল সেলুলোজের পৃষ্ঠতন্ত্র। ভারতের প্রধান এই অর্থকরী ফসলটি বস্ত্রশিল্পের প্রধান অবলম্বন। তুলা বীজ তেল থেকে সাবান তৈরি হয়, অপরদিকে শোধন করে ভোজ্য তেলে রূপান্তর করা যায়।

17.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

1. **সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন**
   - (a) নারকেলের ছোবড়া আর খোলের ব্যবহারগুলি উল্লেখ করুন।
   - (b) তুলার আঁশ বা তন্তুর প্রকৃতি কী? লিন্ট (lint) এবং ফাজ (fuzz) কাদের বলে?
   - (c) মারসিরাইজড (mercerised) তুলা কাকে বলে?
   - (d) নারকেল গাছ কোন্ গোত্রের অন্তর্ভুক্ত? এর পুষ্পবিন্যাসকে কী বলে?
   - (e) কেন্দ্রীয় প্লানটেশন ক্রপস রিসার্চ ইনস্টিটিউট কোথায় অবস্থিত?
   - (f) লেবু ঘাসে (lemon grass) লেবুর মতো গন্ধ কেন নির্গত হয়?
   - (g) শাল গাছের বৈজ্ঞানিক নাম কি?
2. **'সত্য না মিথ্যা' লিখুন।**
   - (a) ডাবের জল টিস্যু কালচার বা কলন বিদ্যায় ব্যবহৃত হয়।
   - (b) নারকেল গাছকে 'কল্পবৃক্ষ' আখ্যা দেওয়া হয়।
   - (c) West Coast Tall হল নারকোলের একটি খর্ব জাত।
   - (d) লেবু ঘাসে 'সিনিগ্রিন' থাকে।
   - (e) নারকেল তেল একটি বাণ তেল।

17.9 উত্তরমালা

1. (a) দ্রঃ 17.3 নারিকেল।, (b) দ্রঃ 17.6.3, (c) দ্রঃ 17.6.3, (d) দ্রঃ 17.3
   (e) কেরল রাজ্যের কাসারগড় নামক স্থানে।, (f) দ্রঃ 17.2, (g) ***Shorea robusta.***
2. (a) সত্য, (b) সত্য, (c) মিথ্যা, (d) মিথ্যা, (e) মিথ্যা।

একক 18 ❑ ধান, গম ও পাট চাষ

গঠন

18.0 উদ্দেশ্য

18.1 প্রস্তাবনা

18.2 ধান চাষ

  18.2.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

  18.2.2 চাষ

18.3 গম চাষ

  18.3.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

  18.3.2 চাষ

18.4 পাট চাষ

  18.4.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

  18.4.2 চাষ

  18.4.3 কয়েকটি উন্নত জাতের নাম

18.5 সারাংশ

18.6 প্রশ্নাবলী

18.7 উত্তরমালা

18.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- ভারতের প্রধান দুটি খাদ্যশস্য (ধান ও গম) এবং অন্যতম প্রধান উদ্ভিজ তন্তুর (পাট) চাষ সম্বন্ধে একটি সম্যক ধারণা করতে পারবেন।
- এই তিনটি ফসল চাষের পর্যায়ক্রম সম্বন্ধে ওয়াকিবহাল হবেন।
- এই ফসলগুলির উৎপত্তি, বিস্তার, উৎপাদন সম্বন্ধে ধারণা দিতে পারবেন।

18.1 প্রস্তাবনা

এই এককে ভারতের প্রধান দুটি তন্ডুল শস্য এবং ভারতের সোনালী তন্তুর (পাট) চাষ এবং আনুষঙ্গিক বিষয় নিয়ে একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হলো। বিভিন্ন নদ-নদীর প্রান্তে, স্থায়ীভাবে শস্য চাষ আরম্ভ করা থেকেই মনুষ্য সভ্যতার গোড়াপত্তন হয়েছে। কাজেই তাদের উৎপত্তি, বিস্তার, চাষ-আবাদ প্রভৃতি সম্বন্ধে একটি প্রাথমিক ধারণা না থাকলে উদ্ভিদ বিজ্ঞানের পাঠ্যসূচী অসম্পূর্ণ হবে। কৃষিবিজ্ঞানেএই সকল বিষয়গুলি বিস্তারিত ভাবে আলোচনা করা হয়। কিন্তু উদ্ভিদবিজ্ঞানের নানাবিধ বিষয়ের মধ্যে ঠাঁই করে নিতে আমাদের বর্তমানের আলোচনার পরিসর সীমিত রাখা হলো।

18.2 ধান চাষ

ইংরাজী নাম : **Rice**

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Oryza sativa* L.**

গোত্র : গ্র্যামিনী বা পোয়েসী (Gramineae/Poaceae)

- ***O. Sativa***-র দুট উপ-প্রজাতি (subspecies) আছে-***indica*** এবং ***japonica***।

18.2.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

ধানের দুটি প্রজাতি বর্তমানে চাষ করা হয়। ভারতসহ বিভিন্ন দেশে প্রধানত *sativa* প্রজাতি চাষ হয়। অপর প্রজাতি গ্ল্যাবেরিমা (***O. glaberrima*** Steudel-'red rice') শুধুমাত্র পশ্চিম আফ্রিকায় চাষ করা হয়। স্যাটাইভা প্রজাতির উদ্ভব হয়েছে এশিয়াতে, সম্ভবত ***O. rufipogon* Griffith** থেকে (প্রজাতি রুফিপোগন, যার সমনাম বা synonym হলো ***O sativa var. fatua***, নির্বাচনের (selection) মাধ্যমে। একটি আগাছা রূপে, ধান গাছের উৎপত্তি হয় নিম্ন ইয়াংৎসে (Lower Yangtze), থাইল্যাণ্ড কিংবা উত্তর ভারতের প্লাবিত, কচু গাছে আকীর্ণ জমিতে, আনুমানিক খ্রীষ্টপূর্ব 5000 সালে।

18.2.2 চাষ

- **চাষের সময়**—চাষের সময় অনুসারে, অবশ্য, ধানগুলিকে তিনটি আলাদা গোষ্ঠীতে ভাগ করা যায়। যথা—(1) আউস ধান (Autumn Rice), (2) আমন ধান (Winter Rice) এবং (3) বোরো ধান (Summer Rice)। এদের মধ্যে, আমন ধানই সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ, কেননা এই ধান বেশি পরিমান জমিতে চাষ হয় এবং দীর্ঘকাল (120-200 দিন) জমিতে থাকে।
- **চাষের উপযোগী জমি**—বেলে দোঁয়াশ, দোঁয়াশ, এঁটেল মাটি বিশিষ্ট, উঁচু, মাঝারি-উঁচু এবং আমন ধানের ক্ষেত্রে নীচু জমিতেও চাষ হয়। সামান্য অম্ল থেকে সামান্য ক্ষারযুক্ত মাটি (pH4.5 থেকে 8.0) ধান চাষের উপযোগী। পলি, বেলে বা কাঁকর মাটিতেও ধান চাষ হয়।

- **আবহাওয়া**—ধান চাষের জন্যে প্রয়োজন উষ্ণ (25ºC-35ºC), আর্দ্র আবহাওয়া এবং যেহেতু এটি মূলত অর্ধজলজ উদ্ভিদ, তাই পর্যাপ্ত পরিমান জল (বৃষ্টি বা সেচের)। যে সকল স্থানে গড় বার্ষিক বৃষ্টিপাত 120 থেকে 150 সেমি, সেখানে ভালো ধান চাষ হয়।

- **জমি তৈরি ও সার প্রয়োগ**—জমিতে তিন-চারবার লাঙ্গল ও মই দিয়ে মাটি ঝুর ঝুরে করা হয় আর ভিজে মাটি কাদায় পরিণত করা হয়। এর সঙ্গে, সকল আগাছা নির্মূল করতে হয়। জমি তৈরির সময়, আয়তন অনুযায়ী কম্পোস্ট বা গোবর সার এবং সমপরিমার নাইট্রোজেন, ফসফেট এবং পটাশ (NPK) প্রয়োগ করা হয়। পরবর্তীকালে, বিশেষ করে বোরো ধানের ক্ষেত্রে, বীজ ফেলার 21 দিন পর এবং চারা তোলার 7 দিনপূর্বে নাইট্রোজেন সার দেওয়া হয়। রাসায়নিক সার প্রয়োগের সময় জমিতে জল থাকা আবশ্যক।

- **বীজের হার**—ধান ছিটিয়ে (broadcast) বোনা হলে, প্রতি হেক্টর জমিতে 75-80 কেজি বীজ লাগে। আর বীজ বোনা যন্ত্রের (seed drill) সাহায্য নিলে 65-75 কেজি বীজ দরকার হয়।

- **বীজ শোধন**—বীজগুলি পুষ্ট এবং রোগমুক্ত হওয়া দরকার। জলে ডোবালে অপুষ্ট বীজ ভেসে ওঠে। এইভাবে তাদের আলাদা করা যায়। রোগমুক্ত করতে হলে প্রতি কিলো বীজ 3 গ্রাম ইথাইল মারকিউরিক ক্লোরাইড গুড়া (মনোসাল/কিলেসাল) অথবা ফিনাইল মারকিউরিক অ্যাসিটেট (প্যারামন/ইউনিসান/সিডডেস), ইত্যাদির সঙ্গে মিশিয়ে ব্যবহার করতে হয় শুকনো বীজ তলায়। আর কর্দমাক্ত বীজতলে ব্যবহারের জন্য, কিলো বীজ, দেড় লিটার জলে দেড় গ্রাম (বোরো ধানে 4 গ্রাম) মিক্সি ইথাইল মারকিউরিক ক্লোরাইড (এমিসান/ভেগাল) গুলে, তাতে 8-10 ঘণ্টা ডুবিয়ে রাখতে হবে। এই প্রক্রিয়ায় বীজ রোগমুক্ত করা হয়।

- **বীজ বপন**—বীজ বপন (sowing) হয়—

  (1) সরাসরি ছিটিয়ে (broad casting) বা বীজ বোনা যন্ত্রের সাহায্যে,

  (2) বীজ তলে (seed bed) চারা তৈরি করে, সেই চারাগুলি রোপন করা হয়। ছিটানোর পর বীজগুলিকে গুড়ো মাটি দিয়ে ঢেকে দেওয়া হয় আর বীজতলের (120 সেমি দীর্ঘ, 30 সেমি চওড়া, 10 সেমি গভীর) নালীগুলি জল পূর্ণ করতে হয়। বীজের অঙ্কুরণ (germination) হয় দুই-এক দিনের মধ্যে অতঃপর 12-16 দিনের মাথায় ছত্রাক এবং কীটনাশক প্রয়োগ করা হয় এবং 21 দিনের পূর্বে, যখন পাতাগুলির সংখ্যা অনধিক পাঁচ, সেগুলি তুলে ক্ষেতে রোপণ (transplant) করা হয়।

- **সেচ**—বৃষ্টি অল্প হলে বা কোনও কারণে জমিতে যথেষ্ট জল না থাকলে, সেচ দেওয়ার ব্যবস্থা করতে হয়। বোনা ধানের ক্ষেতে 7-10 দিন অন্তর সেচ দেওয়া আবশ্যক। এমনকি চারা রোপনের সময় ক্ষেত কয়েক সেন্টিমিটার জলের তলায় রাখা হয়।

- **ফসল কাটা, ঝাড়াই এবং সংরক্ষণ**—শীষের শতকরা 80 ভাগ ধান পেকে গেলে, উদ্ভিদ হলুদবর্ণ হলে, ফসল কাটা (harvesting) হয়। কাটা ফসল জমিতে 3-4 দিন ফেলে রেখে শুকানো হয়। তারপর, নিয়ে গিয়ে তাদের ঝাড়াই (threshing) করা হয়। একটা কাঠের দণ্ডের সাহায্যে (mallet), বলদের পায়ের তলায় দিয়ে 'মাড়াই' প্রক্রিয়ায় কিংবা বাণিজ্যিকভাবে ব্যবহৃত মেশিন (threshing and winnowing machine) দিয়ে। তারপর শুকানো ধান চটের থলিতে বা গোলায় মজুত করা হয়।

- **পর্যায়ক্রমিক চাষ (Crop Rotation)**—আজ, ভারতের নানান প্রান্তে, জল সেচের ব্যবস্থা থাকলে দু'টি ফসলের অন্তর্বর্তী সময়ে জমিতে অন্যান্য ফসল চাষ করা হয়, যেমন বিভিন্ন ডাল, গম, কলা, আখ প্রভৃতি।

- ফলন—এদেশে ধান, রবি এবং খরিফ মরশুমের প্রধান এবং সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ শস্য। কিন্তু হেক্টর প্রতি ফলনে, ভারত এশিয়া এবং বিশ্বের গড় ফলনের তুলনায় অনেক পিছিয়ে আছে। আউস ধানের ফলন হেক্টর প্রতি 15-20 কুইন্টাল, আমন ধান 25-30 কুইন্টাল এবং বোরো ধান 40-45 কুইন্টাল। 2020-2021 সালে ভারতে মোট চালের উৎপাদন ছিল প্রায় 121.46 মিলিয়ন টন।

18.3 গম চাষ

ইংরাজী নাম : **Wheat**

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Triticum aestivum* L.** (রুটির গম)

***T. durum* Desf.** (ম্যাকারনি গম)

***T.* dicoccum Schuft.** (এমার গম)

গোত্র : গ্র্যামিনী বা পোয়েসী (Gramineae/Poaceae)

18.3.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের প্রধান খাদ্যশস্য হলো গম। এটি পৃথিবীতে সর্বাধিক চাষ হয়। গোটা মানবজাতির 20 শতাংশ খাদ্যের ক্যালোরি এবং 8-14% প্রোটিন যোগান দেয়। গম প্রজাতির উৎপত্তি খানিকটা জটিল এবং এখন পর্যন্ত বিতর্কিত। অনুমান করা হয় যে সুপ্রাচীন ডিপ্লয়েড ($2n = 14$), টেট্রাপ্লয়েড ($2n = 28$) এবং নিকট আত্মীয় ***Aegilops spp,*** -এর জিনোমগুলি (genomes), অনেকগুলি সঙ্করায়ণ ঘটনার (hybridisation events) মাধ্যমে আমাদের পরিচিত রুটির গম (bread wheat) সৃষ্টি করে। ভ্যাভিলভের মতে (Vavilov, 1926) ডিপ্লয়েড গমের আদিভূমি এশিয়া মাইনর (বর্তমান তুরস্কে অবস্থিত)

ও অ্যাবিসিনিয়া (বর্তমান ইথিওপিয়া); উত্তর আফ্রিকা টেট্রাপ্লয়েড (***T. durum*** ও ***T. dicoccum***) গমের উৎপত্তিস্থান এবং মধ্য এশিয়া হেক্সাপ্লয়েড গমের (***T. aestivum***) জন্মভূমি। প্রাচীন নীলনদ উপত্যকায় রুটির গমের চাষ হত। বিখ্যাত উদ্ভিদ বিজ্ঞানী ডি ক্যানডোল তাঁর বই, The origin of Cultivated Plants -এ বলেছেন যে টাইগ্রিস ও ইউফ্রেটিস নদীর তীরে গম বন্য ফসল হিসাবে চিহ্নিত হতো। যা পরে পৃথিবীর অন্যান্য স্থানে ছড়িয়ে পড়ে। উত্তর-পশ্চিম ভারত এবং আফগানিস্তানকেও গমের সম্ভাব্য উৎপত্তিস্থান ভাবা হয়।

রাশিয়াতে সর্বাধিক গম চাষ হয়। তার পরেই স্থান চিন, আমেরিকা এবং ভারতের। ভারতে উৎপন্ন গমের শতকরা 80-85 ভাগই হলো ***Triticum aestivum;*** তারপরে স্থান ***T. durum*** (10-15%) এবং সবচেয়ে কম চাষ হয় ***T. dicoccum***। এদেশে গম উৎপাদন হয় প্রধানত পাঞ্জাব, মধ্যপ্রদেশ, হরিয়ানা, পশ্চিমবঙ্গ, বিহার, মহারাষ্ট্র এবং রাজস্থানে।

18.3.2 চাষ

(a) চাষের সময়: এদেশে, গম মূখ্যত রবি মরশুমের ফসল। শীতপ্রধান পাশ্চাত্যে শীতকালীন গম (Winter wheat) ও বসন্তকালীন গম (Spring wheat), জন্মাবার সময় অনুসারে, এই দুই প্রকার হয়। ভারতে কেবল অক্টোবর-নভেম্বর মাসে গম বোনা হয় এবং মার্চ-এপ্রিল মাসে কাটা হয়। দক্ষিণ ভারতের কোনো কোনো পার্বত্য এলাকায় গ্রীষ্ম ও শীতকালে, অর্থাৎ বছরে দুইবার গম চাষ হয়। এই অঞ্চলের গম অল্প দিনে পাকে। উত্তর ভারতের পার্বত্য অঞ্চলের গম অপেক্ষাকৃত দীর্ঘস্থায়ী হয়। পূর্ব ভারতে, গম 3.5-4.5 মাসে পাকে।

(b) আবহাওয়া: মাঝারি ধরনের শুষ্কতা এবং নাতিশীতোষ্ণ আবহাওয়া সাধারণত গম চাষের অনুকূল। বীজ বপন থেকে ফসল তোলা পর্যন্ত 15-22ºC তাপমাত্রা থাকলে ভালো হয়। অতিরিক্ত তাপে গমের বৃদ্ধি ব্যাহত হয় এবং ফসল তাড়াতাড়ি পেকে যায়। বাৎসরিক বৃষ্টিপাত 23 থেকে 75 সেমি মধ্যে থাকা বাঞ্ছনীয়।

(c) চাষের জমি তৈরি ও সার প্রয়োগ: চাষের জমিতে দোঁয়াশ, পলি-দোঁয়াশ বা এঁটেল-দোঁয়াশ প্রয়োজন হয়। সার প্রয়োগ নির্ভর করে মাটির উপর। জমিতে উপযুক্ত পরিমান ক্যালসিয়ামের অনুপস্থিতিতে চুন প্রয়োগ করতে হয়। নাইট্রোজেনের পরিমান নির্ভর করে গমের জাতের উপর। জৈব এবং রাসায়নিক সার উভয়েরই প্রয়োজন হয়। জমিতে ফসফেটের অভাব থাকলে দানার সংখ্যা হ্রাস পায়, দানাও পুষ্ট হয় না। উচ্চফলনশীল জাতের ক্ষেত্রে হেক্টর পিছু জমিতে 100 কেজি নাইট্রোজেন, 50 কেজি ফসফেট ও 50 কেজি পটাশ প্রয়োগ করতে হয়। সাধারণত খরিফ ফসল কাটার পর গম বোনা হয়। অতএব খরিফ ফসল কাটার পর জমি আগাছা মুক্ত করে, 3-4 বার মই দিয়ে জমি সমতল করলেই চলে। মাটি বেশি ঝুরঝুরে করবার প্রয়োজন হয় না।

(d) বীজের হার: সাধারণত হেক্টর পিছু 100 থেকে 120 কেজি বীজ লাগে। বীজ বুনতে দেরি

হলে হেক্টর প্রতি 10-15 কেজি বীজ বেশি প্রয়োজন হয়। অবশ্য দেরিতে বুনলে শীষ ছোট হয়, তাই ফলনও হ্রাস পায়। বোনার পূর্বে চালুনি দিয়ে ছোট এবং অপুষ্ট গম বীজ এবং আগাছার বীজ আলাদা করতে হয়। ভূসা রোগ (smut disease) মুক্ত জমির, গম বীজ ব্যবহার করা উচিত।

(e) বীজ শোধন: ছত্রাক নাশক (fungicide) দ্বারা, ভারি, পাকা বীজ শোধন করা হয়। এক কিলো বীজের জন্য 3 গ্রাম খাইরাম বা মনোসান বা সেরেসান ব্যবহার করা হয়। এতে বীজ বাহিত রোগ দমন করা যায়। ভূসা রোগের জন্য প্রতি কিলো পিছু 1.5-2 গ্রাম ব্যাডস্টিন বা বেনোলেট (ছত্রাক নাশক) ব্যবহার করা হয়।

(f) বীজ বপন: বীজ রোপনের সময় দুইটি সারির মধ্যে 15-25 সেমি ফাঁক রাখা হয় আর 3-4 মি দূরত্বে আইল দ্বারা জমি বিভক্ত করা হয়, সেচ এবং পরিচর্যার সুবিধার্তে। বীজ ছিটিয়েও বোনা যেতে পারে। খেয়াল রাখতে হয় যাতে বীজগুলি 4-6 সেমি মাটির নীচে পড়ে। এতে অধিকাংশ বীজের সমান অঙ্কুরণ হয় এবং পাশকাঠির সংখ্যাও হয় অধিকতর। বীজ বপনের তিন সপ্তাহ পর আরও নাইট্রোজেন সার প্রয়োগ করা হয়, সেচ দেওয়ার অনতিপূর্বে। একই সঙ্গে নিড়ানি দিয়ে একবার ও আরও তিন সপ্তাহ পর আরেকবার, জমি আগাছা মুক্ত রাখতে হয়।

(g) সেচ: গম ক্ষেতে 4-5 টি সেচের প্রয়োজন হয়। জমি বেশি শুষ্ক থাকলে বীজ বোনার 5-7 দিন পূর্বেই একটি সেচ দিতে হয়। সাধারণ অবস্থায়, বীজ বোনার তিন সপ্তাহ অন্তর একবার করে মোট চারবার সেচ দেওয়া হয়। বেলে মাটিতে 1-2 টি সেচ বেশি লাগে।

(h) ফসল কাটা, ঝাড়াই এবং সংরক্ষণ: গম বোনার 100-120 দিন পর গম পাকে (পূর্ব ভারতে)। গাছ সম্পূর্ণ হলুদ হয়ে যায়। অধিকতর খড় পাওয়ার তাগিদে, মাটির স্তর বরাবর গম কাটা হয়। ছোট ছোট আঁটি বেঁধে বা আলগা করে, রোদে শুকানোর পর, ঝাড়াই করার স্থানে নিয়ে যাওয়া হয়। বলদ, পদচালিত বা শক্তিচালিত থ্রেসার দিয়ে শস্য মাড়াই করা হয়। মাড়াইয়ের পর দানাগুলি ঝেড়ে, ভালো করে শুকিয়ে গুদামজাত করা হয়। ভারতসহ অনেক উন্নত দেশে, বর্তমানে, কম্বাইন হার্ভেস্টার (combine harvester) নামক এক যন্ত্রের সাহায্যে ফসল কাটা, শস্য পৃথক ও পরিষ্কার করা, থলিতে ভরা এবং খড়ের আঁটি বাঁধা, একই সঙ্গে সম্পন্ন হচ্ছে।

(i) ফলন: বৃষ্টি নির্ভর এলাকায় হেক্টর প্রতি 15-25 কুইন্টাল ফলন পাওয়া যায়; সেচ ও সার প্রয়োগে এটি বেড়ে হয় 40-45 কুইন্টাল। সাধারণত, দানার দেড় থেকে দুই গুন খড় পাওয়া যায়। মোট জাতীয় উৎপাদন 109 মিলিয়ন মেট্রিক টন (2021) হলেও অন্যান্য গম উৎপাদনকারী উন্নত দেশের তুলনায় (বিশেষ করে হেক্টর প্রতি ফলনে) অনেক পিছিয়ে আছে।

(j) পর্যায়ক্রমিক চাষ : রবি মরশুমে যে সকল ফসল হয় তার প্রায় সবগুলির সাথেই গমের পর্যায়ক্রমিক চাষ চলে। যেমন ডাল, যব, সরষে, আখ, শাক-সবজি প্রভৃতি গমের জমিতে পর্যায়ে চাষ (crop rotation) করা যায়। কখনো কখনো, মিশ্র ফসল (mixed crop) হিসাবে, গমের সঙ্গে সরষে, তিসি, ছোলা, মটর প্রভৃতি বোনা যায়।

18.4 পাট চাষ

ইংরাজী নাম : **Jute**

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Corchorus capsularis* L.**

***C. olitorius* L.**

গোত্র : টিলিয়েসী (Tiliaceae)

18.4.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

পাট-স্বর্ণতন্তু (golden fibre) নামে খ্যাত। বাংলায়, কৃষিজাত দ্রব্যের রপ্তানির মধ্যে পাট হচ্ছে প্রধান শস্য। ***C. capsularis*** (তিতা পাট) প্রজাতিটির সম্ভাব্য উৎপত্তিস্থান হলো চিন এবং ***C. olitorius*** (মিঠা পাট) প্রজাতিটির প্রাথমিক উৎপত্তি কেন্দ্র আফ্রিকা এবং দ্বিতীয় উৎপত্তি কেন্দ্র সম্ভবত ভারতবর্ষ কিম্বা ভারত-মায়ানমার অঞ্চল। ভারতে শতকরা 75 ভাগ জমিতে তিতা পাট এবং বাকি জমিতে মিঠা পাট চাষ হয়। পশ্চিমবঙ্গেই পাট চাষ সর্বাধিক। এছাড়া বিহার, আসাম, উড়িষ্যা, উত্তরপ্রদেশ, মেঘালয়, ত্রিপুরা ও নাগাল্যাণ্ডে পাট চাষ হয়।

18.4.2 চাষ

- **মাটি ও জমি তৈরি**—সাধারণত পলি কিংবা এঁটেল বা দোঁয়াশ মাটিতে পাট চাষ হয়ে থাকে। পাট চাষের জমি সাধারণত অম্ল হয়। তাই প্রয়োজনে, একর পিছু এক কুইন্টাল পর্যন্ত চুন প্রয়োগ করা হয়, বীজ বপনের অন্তত 20 দিন পূর্বে। ফাল্গুন মাসে বৃষ্টির পর জমি তৈরির প্রস্তুতি শুরু হয়। জমিতে পাঁচ-ছয়বার সোজাসুজি এবং আড়াআড়ি ভাবে, গভীর করে লাঙ্গল দেওয়া হয়। এইভাবে, আগের বছরের মূল, জমি থেকে সরিয়ে ফেলা যায়। একটি, দুই আড়াই মিটার লম্বা মই বা কাঠের তক্তা দিয়ে জমি কর্ষণ করা হয়। তারপর বলদের সাহায্যে মাটির ঢেলা ভেঙ্গে জমি সমান করা হয়। মাটি ভেঙ্গে গুড়ো করা খুবই জরুরী কেননা পাটের বীজ খুব ছোট হয়।

- **সার প্রয়োগ**—জমির উর্বরতা অনুযায়ী সার প্রয়োগ করতে হয়। গোবর সার, কাঠের ছাই, খইল, পুকুরের মাটি এবং অল্প পরিমান কৃত্রিম সার জমি তৈরির সময় দেওয়া হয়। তিতা পাটের ক্ষেত্রে একর প্রতি 18-24 কেজি এবং মিঠা পাটের ক্ষেত্রে 10-16 কেজি নাইট্রোজেন দিতে পারলে ভালো হয়। প্রয়োজন অনুসারে নাইট্রোজেনের অর্ধেকেরও কম ফসফেট দেওয়া চলে। পটাশ দেওয়া হয় নাইট্রোজেনের অর্ধেক কিম্বা সমপরিমাণ। চারা বসাবার 30-35 দিনের মধ্যে নাইট্রোজেনের অর্ধেক, এবং বাকি অর্ধেক দিতে হয় 50-55 দিনের মধ্যে। নাইট্রোজেনের জন্য অ্যামোনিয়াম সালফেট বা ইউরিয়া, ফসফেটের জন্য সুপার ফসফেট অফ লাইম এবং পটাশের জন্য পটাশিয়াম মিউরিয়েট, সুপারিশ করা হয়।

- **বীজ বপন**—বীজ বপনের পূর্বে ছত্রাক নাশক দ্বারা শোধন করা হয়। প্রতি কিলো বীজের জন্য দরকার হয় 20 গ্রাম ক্যাপটান (75%) বা 30 গ্রাম অ্যাগ্রোসান জি এন (Agrosan-GN)।

  তিতা পাটের জন্য একর প্রতি, সারিতে বোনার জন্য আড়াই কিলো এবং ছিটিয়ে বোনার জন্য তিন কিলো বীজ দরকার হয়। মিঠা পাটের জন্য প্রতি একরে দেড় কিলো ছিটিয়ে এবং দুই কিলো সারিতে বোনবার জন্য প্রয়োগ করতে হয়। যন্ত্রের সাহায্য নিলে বীজের পরিমান কম লাগে। সারিতে রোপন করলে অপেক্ষাকৃত কম খরচে বেশি ফসল মেলে। দুই সারির মধ্যে দূরত্ব 20-30 সেমি রাখতে হয় এবং প্রতি সারিতে দু'টি গাছের মধ্যে দূরত্ব 5-6 সেমি হওয়া বাঞ্ছনীয়। বপনের পর বীজ মাটির 3-4 সেমি গভীরে থাকা দরকার। বর্ষার পূর্বে 2-3 বার সেচ দেওয়া প্রয়োজন।

- **নিড়ান**—ছিটিয়ে বীজ বপন করলে কিছু চারা গাছ তুলে দুটি গাছের মধ্যেকার দূরত্ব সমান করতে হয়। চারা গাছ লম্বায় 7.5-30 সেমি হলে, রেক (rake) বা বিদে, আড়াআড়িভাবে সারির মধ্যে চালিয়ে আগাছা তোলা হয়। একেই বলে নিড়ান। এতে মাটি আলগা হয় এবং শিকড় বৃদ্ধি পায়। দুই সপ্তাহ অন্তর দুইবার নিড়ান দিলে দুটি গাছের মধ্যে দূরত্ব 12-15 সেমি বজায় থাকে, ছিটানো বীজের ক্ষেত্রে। দূরত্ব অধিক হলে গাছ দৈর্ঘ্যে এবং প্রস্থে বেশি হয় কিন্তু শাখা-প্রশাখাও হয় বেশি যা মোটেই কাম্য নয়।

- **ফসল সংগ্রহ**—গাছের বয়স 127 দিন হলে ফল আসে। সে সময়ে তন্তু শক্ত ও মিহি হয়। একই জমিতে ধান চাষ হলে পাট গাছ 100 দিনে কাটা যায়। মাটির কাছ থেকে কেটে, আঁটি বেঁধে, তিন-চার দিন জমিতে দাঁড় করিয়ে রাখলে পাতাগুলি ঝরে যায়। এরপর আটিগুলি পরিষ্কার জলের তলায় রাখা হয় ইট, পাথর, কাঠের গুড়ি চাপা দিয়ে যাতে ভেসে না ওঠে।

- **রেটিং (Retting)**—যে প্রক্রিয়ায় কাণ্ডের কাষ্ঠল অংশ হতে তন্তুগুলিকে পৃথক করা হয় তাকে রেটিং বলে। জলের তলায় পাটের আঁটিগুলি রাখলে জীবাণুর প্রভাবে তন্তুর কোষ প্রাচীরের পেকটিন (pectin) গাম (gum) ও মিউসিলেজ (mucilage) দ্রবীভূত হয়ে যায়, ফলে তন্তু বা আঁশগুলি পৃথক হয়। শ্রাবণ-ভাদ্র মাসের উত্তাপে, এখানে রেটিং- 10 দিনে সম্পন্ন হয়। কিন্তু, আশ্বিন কার্তিক মাসের অপেক্ষাকৃত অল্প তাপমাত্রায় এই পচন প্রক্রিয়া সম্পূর্ণ হয় 20 থেকে 30 দিনে। জলে অ্যামোনিয়াম সালফেট যোগ করে জীবাণুর বৃদ্ধি ঘটিয়ে, রেটিং-এর সময় হ্রাস করা যায়। ছাড়ানো আঁশ পরিষ্কার জলে ধুয়ে ভালোভাবে শুকিয়ে নেওয়া হয়। আঁশ পৃথক করবার সময় খেয়াল রাখতে হয় যাতে এগুলি ছিড়ে না যায়। কেননা অধিকতর দৈর্ঘ্যের আঁশ হলে দাম বেশি পাওয়া যায়। শুকানো আঁশ রোদে বিরঞ্জিত (bleached) হয়। এগুলি অতঃপর গুটিয়ে বাজারে বিক্রয়ের জন্য বাণ্ডিল প্রস্তুত করা হয়।

- **উৎপাদন**—মোট জাতীয় উৎপাদন 2051 কেজি/হেক্টর (2020-2021)। পশ্চিমবঙ্গে উৎপাদন

2340 কেজি/হেক্টর (2020-2021)। বর্তমানে, পাট চাষের খরচের অনুপাতে ন্যায্য মূল্য না পাওয়ায় পাট চাষের বিস্তার ঘটছে না, উৎপাদন ও উল্লেখযোগ্য ভাবে বৃদ্ধি পাচ্ছে না। উল্লেখ করা দরকার, যে ভারতের 100 টি পাটকলের (2021) মধ্যে অধিকাংশই অবস্থিত পশ্চিমবঙ্গে। এর অনেকগুলি বর্তমানে বন্ধ হয়ে গেছে না হয় ধুঁকছে, অনতিবিলম্বে এই অবস্থার প্রতিকার দরকার।

18.4.3 কয়েকটি উন্নত জাতের নাম

C. capsularis (তিতা পাট/সাদা পাট)

- শ্যামলী (JRC 7447)
- সবুজ-সোনা (JRC 212)
- সোনালী (JRC 321)
- ঢাকাই (D-154)

C. olitorius (মিঠা পাট/বর্গী পাট)

- বাসুদেব (JRO 7835)
- নবীন (JRO 524)
- বৈশাখী (JRO 632)
- চৈতালী (JRO 878)

বিহারের রাজেন্দ্র কৃষি বিশ্ববিদ্যালয় এবং পশ্চিমবাংলার বিধানচন্দ্র কৃষি বিশ্ববিদ্যালয়ে ও ব্যারাকপুরের নীলগঞ্জে অবস্থিত CRIJAF (Central Research Institute for Jute and Allied Fibres) -এ পাটের উপর ব্যাপক গবেষণা হয়।

18.5 সারাংশ

ধান একটি তন্ডুল জাতীয় উদ্ভিদ যা আমাদের দেশে এবং অন্যান্য অনেক দেশে প্রধান শস্যরূপে বিবেচিত। পোয়েসী গোত্রভুক্ত ধান গাছ একটি একবর্ষজীবী বিরুৎ। এদের দুটি উপপ্রজাতি, জ্যাপনিকা এবং ইণ্ডিকা। ভারতে প্রধানত ইন্ডিকা ধানের চাষ হয়। ধান গাছের বহু জাত আছে। চাষের সময় অনুসারে আউস, আমন ও বোরো ধান এদেশে চাষ হয়। উষ্ণ, আর্দ্র জলবায়ু এবং পর্যাপ্ত পরিমান হল প্রয়োজন ধান চাষে। চাষের জমি তৈরির পর বীজ বপন করা হয় ছিটিয়ে কিম্বা বীজ তলে চারা তৈরি করে পরে সেগুলিকে ক্ষেত্রে রোপন করে। আনুষঙ্গিক পরিচর্যা, যেমন—জমি থেকে আগাছা নির্মূল করা, সার প্রয়োগ, ছত্রাক বা কীটনাশক দ্বারা বীজ শোধন, সময়মতো সেচ দেওয়া—সব কটিই

ভালো ফসলের জন্য প্রায় অপরিহার্য। শীর্ষের 80% ধান পেকে গেলে ফসল কাটা হয়। শুকিয়ে মাড়াই করে ধান চটের থলিতে বা গোলায় মজুত করা হয়। এদেশে ধান রবি ও খরিফ মরশুমের প্রধান এবং সবচাইতে গুরুত্বপূর্ণ শস্য হওয়া সত্বেও হেক্টর পিছু ফলনে বিশ্বের এবং এশিয়ার অন্যান্য দেশের তুলনায় অনেক পিছিয়ে আছে।

এদেশে অপর প্রধান খাদ্যশস্য হলো গম। এটিও পোয়েসী গোত্রভুক্ত, এক বর্ষজীবী ঘাস এবং মূলত রবি মরশুমের শস্য। সর্বাধিক চাষ হয় এদেশে ***T. aestivum*** নামক প্রজাতিটি। অন্য দুটি প্রধান আবাদি প্রজাতি হলো ***T. durum*** এবং ***T. dicoccum***। ভারতে অক্টোবর মাসে গম বোনা হয় এবং এপ্রিল-মে মাসে ফসল কাটা হয়। মাঝারি ধরনের শুষ্কতা নাতিশীতোষ্ণ আবহাওয়া, বছরে 23-75ºC বৃষ্টিপাত এবং বেলে-দোঁয়াশ/পলি-দোঁয়াশ/এঁটেল-দোঁয়াশ মাটি গম চাষের অনুকূল। চাষের জমি মই দিয়ে সমতল করা, আগাছা বিনাশ, সার প্রয়োগ, শোধন করে বীজ বপন থেকে চার-পাঁচবার সেচ দেওয়া, পর্যায়ক্রমে সকল কাজই সময় মতো করা দরকার। বর্তমানে, কম্বাইন হার্ভেস্টারের সাহায্যে ফসল কাটা, শস্য পৃথক ও পরিষ্কার করা, থলিতে ভরা এবং খড়ের আঁটি বাঁধা ইত্যাদি সকল কাজই একসঙ্গে সম্পন্ন করা হয়। ভারতীয় জলবায়ুর উপযোগী আরও অনেক উচ্চফলনশীল রোগ এবং লজিং (lodging) প্রতিরোধকারী গমের জাত উদ্ভাবন করেন ভারতীয় কৃষিবিজ্ঞানীরা। ধানের পর গমের ফলনেও ভারত মোটামুটি স্বাবলম্বী হলেও, এখনও আমাদের দেশ, হেক্টর প্রতি ফলনে অন্যান্য অনেক দেশের পেছনে আছে। ধানের মতো গমের জমিতে পর্যায়ক্রমিক চাষ করা হয়।

বিশ্বে সর্বাধিক পাট চাষ হয় বাংলাদেশে। টিলিয়েসী গোত্রভুক্ত পাটগাছের দুটি প্রজাতি প্রধানত চাষ হয়: তিতা পাট ***(C. capsularis)*** এবং মিঠা পাট ***(C. olitorius)***। প্রথমটির তন্তুর রঙ প্রায় সাদা এবং শেষেরটির রঙ হলুদ ধুসর কিম্বা লালচে। দুটি প্রজাতির মধ্যে অন্যান্য কিছু পার্থক্যও দেখা যায়। পলি, এঁটে বা দোঁয়াশ মাটিতে ছিটিয়ে বা সারিতে বীজ বপন হয়। উপযুক্ত সার প্রয়োগ, বীজ শোধন, সেচ দেওয়া যথারীতি চালিয়ে যেতে হয়। একশ থেকে 127 দিনে, গাছে ফল আসলে পর ফসল কাটা হয়। গোড়া থেকে গাছ কেটে পাতা ঝরিয়ে পচাবার জন্য নির্দিষ্ট জলাশয়ে নিয়ে যাওয়া হয়। আঁশের গুণ অনেকাংশে পচানোর উপর নির্ভরশীল। রেটিং প্রক্রিয়ায় নির্দিষ্ট সময়ের পর পাট কাঠি থেকে আঁশগুলি টানলে উঠে আসে। তারপর শুকিয়ে পাট বাণ্ডিল করা হয়। পাট তন্তু হল ফ্লোয়েম ফাইবার বা বাস্ট ফাইবার। অতিরিক্ত (41.5%) লিগনিন থাকবার ফলে তন্তুগুলি ভঙ্গুর হয়। ফলে এ দিয়ে সরু সুতা তৈরী করা যায় না। পাটশিল্পে উপযোগিতা অনুযায়ী তন্তুগুলিকে গ্রেডিং (grading) করা হয়। পাট-জাত দ্রব্যের প্রসার এবং বহুমুখিকরণ (diversification) ব্যতিরেকে বাংলার এই বুনিয়াদি অর্থকরী ফসল এবং পাটশিল্পের রুগ্ন দশার অবসান অসম্ভব।

18.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(a) ধানের দুটি উপপ্রজাতি কি কি?

(b) কম্বাইন হার্ভেস্টারের (Combine Harvester) কাজ বিবৃত করুন।

(c) পর্যায়ক্রমিক চাষ কী? এর দুটি উপযোগিতা উল্লেখ করুন।

(d) ধান, গম এবং পাট গাছেরবীজ সাধারণত কী করে বপন করা হয়?

(e) 'মড়াই' করা কী?

(f) রেটিং কাকে বলে?

18.7 উত্তরমালা

(a) দ্রঃ 18.2,

(b) দ্রঃ 18.3,

(c) দ্রঃ 18.2.2,

(d) দ্রঃ 18.2.2, 18.3.2, এবং 18.4.2,

(e) শিষ থেকে দানাগুলি পৃথক করবার প্রক্রিয়াকে 'মাড়াই'বলে। বলদ বা যন্ত্রদ্বারা ধান, গম প্রভৃতি ফসলের মাড়াই করা হয়।

(f) দ্রঃ 18.4.2

একক 19 ❑ চা এবং কফি: তাদের চাষ ও প্রক্রিয়াকরণ

গঠন

19.0 উদ্দেশ্য

19.1 প্রস্তাবনা

19.2 চা

- **19.2.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **19.2.2** চাষের পদ্ধতি
- **19.2.3** চায়ের (কালো চা) প্রক্রিয়াকরণ

19.3 কফি

- **19.3.1** উৎপত্তি ও বিস্তার
- **19.3.2** চাষের পদ্ধতি
- **19.3.3** চাষের পদ্ধতি

19.4 সারাংশ

19.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

19.6 উত্তরমালা

19.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- চা ও কফি, এই দুটি বাগিচা ফসলের চাষ পদ্ধতি বিশদভাবে বুঝিয়ে দিতে পারবেন।
- চা ও কফির প্রক্রিয়াকরণ পদ্ধতি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

19.1 প্রস্তাবনা

যদিও বিশ্বে, গ্রেট ব্রিটেনের লোকই সর্বাধিক চা পান করে, কিন্তু ভারতবর্ষেও চা অত্যন্ত জনপ্রিয়। বিশ্বের মোট উৎপন্ন চায়ের এক-চতুর্থাংশ হয় ভারতে এবং শতকরা ৪০ ভাগ হয় এশিয়াতে। উৎপাদন হিসাবে ভারতবর্ষের চা বিশ্বে প্রথম স্থান অধিকার করে আছে। কফি উৎপাদনে অবশ্য, বিশ্বে ভারতের স্থান ষষ্ঠ। এটির প্রচলন বেশি দক্ষিণ ভারতে। চা এবং কফির উদ্দীপক চরিত্রের মূলে প্রধানত এদের

ক্যাফিন নামক উপক্ষার। এদেশে প্রধান বাগিচা ফলন তিনটি : চা, কফি এবং রাবার। বর্তমান এককে আমরা দুটি প্রধান অ-মাদক উদ্দীপক পানীয়, চা এবং কফি, তাদের চাষ ও প্রক্রিয়াকরণ-বিষয়ে আলোচনা করবো।

19.2 চা

ইংরাজী নাম : **Tea**

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Camellia sinensis* L. Kuntze**

গোত্র : থিয়েসী (Theaceae)

19.2.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

খ্রীষ্টপূর্ব 2700 সালে চিন সম্রাট শেন নং শোনা যায় প্রথম আবিষ্কার করেন যে চা পাতার নির্যাস উদ্দীপকের কাজ করে। তখন থেকেই ওষুধ হিসাবে এর ব্যবহার। পঞ্চম শতাব্দী থেকে চিনদেশে অন্যতম প্রধান উদ্দীপক পানীয় হিসাবে চায়ের কদর। 'ফার্স্ট টি ক্লাসিক' নামক গ্রন্থে "লু যু" চায়ের চাষ এবং বানানোর পদ্ধতি লিপিবদ্ধ করেন 780 খ্রীষ্টাব্দে। ইংরাজি 'টি' শব্দটি নাকি চিনা বর্ণমালার অধিকতর পরিচিত 'চা' বর্ণ থেকে এসেছে; এই বর্ণটিই অপর এক চিনা উপভাষায় 'টে'। পরে, 1000 খ্রীষ্টাব্দে জাপানে চায়ের চাষ শুরু। চিন দেশ থেকে বীজ এনে 1818 থেকে 1834 সালের মধ্যে কোনো এক সময় ব্রিটিশরা ভারতে চায়ের চাষ প্রবর্তন করেন। আজ ভারত চা উৎপাদনে পৃথিবীতে প্রথম স্থান অধিকার করে আছে। শ্রীলঙ্কার স্থান তৃতীয়। সেখানে চা উৎপাদন শুরু হয় 1880 সালের পরে।

চিন এবং ভারত উভয়ই সম্ভবত চায়ের জন্মস্থান। চিন দেশের দক্ষিণ য়ুনান এবং ইন্দো-চিনের উপরের অংশ। এই জায়গা থেকে উদ্ভব সরু এবং ছোট পাতার চা। আজ অবশ্য, চিন দেশে বুনো চায়ের হদিশ মেলে না। ভারতের আসাম এবং নিকটবর্তী অঞ্চলে, অবশ্য, বুনো চায়ের সন্ধান পাওয়া যায়। এই অঞ্চল বা আজকের মায়নামার পার্শ্ববর্তী ইরাবতী নদের উৎসমুখ চায়ের অপর জন্মস্থান হিসাবে চিহ্নিত। সম্ভবত বড় পাতার চা। ইংরেজদের পূর্বেই অবশ্য ভারতীয়রা উদ্দীপক পানীয় চায়ের ব্যবহার জানতেন।

বর্তমানে চা উত্তর গোলার্ধের রুশ-ট্রান্স ককেশিয়া থেকে দক্ষিণ গোলার্ধের উত্তর আর্জেন্টিনা পর্যন্ত বহু দেশে চাষ করা হয়। যেমন—চীন, জাপান, তাইওয়ান, ইন্দোনেশিয়া, ভারতবর্ষ, বাংলাদেশ, শ্রীলঙ্কা, উগাণ্ডা, কেনিয়া, তুরস্ক, মরিশিয়াস, দক্ষিণ পূর্ব এশিয়ার অন্যান্য দেশ, মধ্য আফ্রিকা,মালয়াই, আর্জেন্টিনা, ব্রাজিল, পেরু, রাশিয়া প্রভৃতি।

19.2.2 চাষের পদ্ধতি

চা চাষের পদ্ধতি নিম্নরূপ—

(a) সংখ্যাবৃদ্ধি বা বিস্তার (propagation)- এটি সম্পন্ন হয় সাধারণত চা গাছের বীজ দ্বারা। আবার কলম বা মুকুলের দ্বারাও বংশবিস্তার ঘটানো যায়। বীজ হতে উৎপন্ন গাছকে ‘জাত’ (jat) বলে, যথা-লুসাই জাত, গাঢ় পাতার আসাম জাত প্রভৃতি।

বংশবিস্তারের জন্য প্রয়োজনীয় বীজ ঘর (seed garden), চা বাগানের 15-20 মি দূরত্বে স্থাপন করা হয় এবং 10-15 মিটার উঁচু বেড়া দিয়ে তা ঘিরে রাখা হয়। এক মন বীজ থেকে উৎপন্ন চারা 3-5 একর জমিতে রোপন করা যায়।

অঙ্গজ বংশবিস্তারের জন্য এক-পাতা বিশিষ্ট কাটিং-এর দৈর্ঘ্য হয় সাধারণত 3 সেমি-একটি পাতা এবং একটি ফোলা, সুপ্ত, পর্বের কাক্ষিক মুকুল (dormant, nodal axillary bud) সহ। একমাত্র সুপারিশ করা, নির্দিষ্ট গুণ সম্পন্ন গাছের ক্লোন থেকে বছরে 50-300 টি কাটিং নেওয়া যায়। এ ধরনের ক্লোন উদ্ভাবনে দীর্ঘ মেয়াদি নির্বাচনী ট্রায়াল বা পরীক্ষার দরকার হয়। কাটিংগুলি অনতিবিলম্বে বা 48 ঘণ্টার মধ্যে বিশেষভাবে প্রস্তুত নার্সারি, ছিদ্রযুক্ত পলিথিন ব্যাগ বা স্লীভে (sleeve) রোপন করা হয়। শিকড় প্রস্ফুটনের জন্য NAA (ন্যাপথালিন অ্যাসিটিক অ্যাসিড) বা IBA (ইন্ডোল ব্যুটাইরিক অ্যাসিড প্রভৃতি হরমোন ব্যবহার কখনও কখনও প্রয়োজন হয়।

(b) রোপণ (Planting)-চা একটি বহুবর্ষজীবী ফসল। তাই একবার চা গাছ রোপন করলে মাটি পরবর্তী 60 বছর পর্যন্ত বিঘ্ন ঘটানো চলবে না। চা গাছের চারা দুইভাবে রোপন করা হয়। উভয় পদ্ধতিতেই হেক্টর প্রতি 14,000 থেকে 16,000 টি গাছের মধ্যে সীমাবদ্ধ রাখা হয়। শুষ্ক অঞ্চলে এপ্রিল থেকে জুন গেলে এবং বৃষ্টিপ্রবল অঞ্চলে শরৎ বা বসন্তকালে চারা রোপন করা হয়। রোপন করবার দুটি ডিজাইন হলো—

- এক সারি (Single hedge)-60 সেমি × 105 সেমি
- বাঁকানো দুই সারি (Staggered double hedge)-60 সেমি × 75 সেমি × 105 সেমি

পাহাড়ের ঢালু জমিতে গাছের সারি আড়াআড়ি ভাবে সমোন্নতি রেখা (contour) বরাবর রোপন করা হয়। চারাগুলির মধ্যে দূরত্ব 75 থেকে 90 সেমি বজায় রাখতে হয়। চারা রোপনের এক সপ্তাহ পূর্বে, এক বা দুই সারি বিশিষ্ট ডিজাইনের ক্ষেত্রে, সারি’র দুই পাশে 45 সেমি গভীর এবং 30-45 সেমি ব্যাসার্ধ যুক্ত নীল (pit) খনন করা হয়। খনিত মাটির নিচের অংশে মেশানো হয় রক ফসফেট (rock phosphate), উপরের অংশে (top soil) সুপারফসফেট, তেলের খৈল বা গোবর সার।

চারা গাছগুলির বয়স 12 থেকে 18 মাস হওয়া চাই এবং উচ্চতায় 45 থেকে 50 সেমি। এই অবস্থায় গাছগুলি রোপন করা হয় পূর্বে খনন করা নালীগুলির মধ্যে। ছায়া তরু লাগানো যেখানে প্রয়োজন তা রোপন করা হয় চায়ের সঙ্গেই। চা গাছের দুটি সারির মধ্যে 12 মি দূরত্ব বজায় রেখে স্থায়ী ছায়াতরুর রোপন করা হয়। অস্থায়ী ছায়া তরুর ক্ষেত্রে নিজেদের মধ্যে 6 মি. দূরত্ব বজায় রাখতে লাগে।

স্থায়ী ছায়াতরুর (permanent shade tree) উদাহরণ হলো—***Albizia lebbeck, A. procera, Acacia lenticularis*** প্রভৃতি।

অস্থায়ী ছায়া তরু হলো—***Indigofera reysmannii, Gliricidia sepium, Leucaena glauca*** প্রভৃতি।

(c) সার প্রয়োগ (Application of fertillisers)-চা গাছের পাতা বৃদ্ধির জন্য NPK সার, বিভিন্ন অণুপুষ্টক (micronutrients), সবুজ সার, কম্পোস্ট, সবই কম বেশী প্রয়োজন হয়। নাইট্রোজেনের চাহিদা সর্বাধিক। এটি যোগান দেওয়া হয় ইউরিয়ার মাধ্যমে। প্রতি চার বছর অন্তর ইউরিয়ার সাথে অ্যামোনিয়াম সালফেটও যোগ করা হয়। প্রয়োজন অনুসারে হেক্টর প্রতি 20-80 কেজি P_2O_5 এর মাধ্যমে ফসফরাস প্রয়োগ করাই রীতি। চা ফসলে, পটাশিয়াম একটি অত্যাবশ্যক মৌল, বিশেষ করে ছোট গাছে যাদের মূলতন্ত্র বড়ো একটা ছড়ায় নি। অনুপুষ্টকগুলির মধ্যে Zn, Bo, Mg এবং Cu-এর অভাব প্রায়শই দেখা যায়। এই অণুপুষ্টকগুলির 1-2% দ্রবণ, ছত্রাক এবং কীটনাশক সহযোগে পাতায় ছিটানো (foliar spray) হয়।

(d) **গাছ ছাঁটাই ও পাতা সংগ্রহ (Pruning and Plucking)**—চা পাতা সংগ্রহ করা এক প্রকারের হালকা ধরনের ছাঁটাই। তাই, এদের একই সঙ্গে আলোচনা করা হচ্ছে। ছাঁটাই একটি গুরুত্বপূর্ণ কাজ যা অত্যন্ত দক্ষতার সঙ্গে পালন না করলে গাছ মরে যেতে পারে। ছাঁটাই এর প্রধান উদ্দেশ্য হলো :

- চা গাছকে স্থায়ীভাবে অঙ্গজ দশায় ধরে রাখা।
- কঁচি বিটপের বৃদ্ধি উদ্দীপিত করা-কেন না, এটিই বাণিজ্যিক ফসল।
- চা ঝোপের দ্বিমাত্রিকপরিধি বা ফ্রেম বৃদ্ধি পায়, যার তৃতীয় মাত্রায় অধিক পরিমানে 'ফ্লাশ' (flush) দ্রুত এবং অবিরত পুনর্বিকশিত হতে থাকে।
- এমন উচ্চতা বজায় থাকে যার থেকে সহজেই, দক্ষতার সঙ্গে পাতা সংগ্রহ করা যায়।
- সক্রিয়রূপে বর্দ্ধনশীল শাখা প্রশাখার বৃদ্ধির পূনর্নবিকরণের মাধ্যমে পুরানো, পচনশীল কাষ্ঠল শাখার প্রতিস্থাপন সম্পন্ন হয় এবং ফসলের গুণগত মান বজায় থাকে।

ছোট দিবসে (Short days) 'ফ্লাশিং' স্তিমিত হয়ে আসে। এই সময়ে মূলে শ্বেতসার অধিক পরিমান সঞ্চিত হতে থাকে। এটিই হলো ছাঁটাইয়ের আদর্শ সময়। ছাঁটাই হালকা থেকে নিবিড়, নানা প্রকারের হয়। পাতা সংগ্রহের স্তর (plucking table) সমান করতে (যখন দু-একটি ডালপালা ভেঙ্গে হয় না) এক হালকা ধরনের ছাঁটাই দেওয়া হয়। একে বলে 'স্কিফিং' (skiffing)। রোগের হাত থেকে নিস্তার পাওয়ার উদ্দেশ্যে কখনো কখনো ঝোপগুলিকে মাটির স্তর পর্যন্ত ছেঁটে ফেলা হয়, এবং গুড়িগুলোকে একটা হালকা মাটির আস্তরণ দিয়ে ঢেকে রাখা হয়। এই প্রকারের ছাঁটাই 'কলার-প্রুনিং' '(collar pruning)' নামে পরিচিত। বর্ষার সময়ে ছাঁটাই সুপারিশ করা যায় না। পাতা সংগ্রহ করা (plucking)

হয় হাত বা কাঁচির সাহায্যে সাধারণত গাছের বয়স পাঁচ বছর অতিক্রম করলে। চা চাষের এটি সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ ধাপ (cultural practise)। উৎপাদনের মোট খরচের 15-20% এবং চা মজুরের 60-70% এই প্রক্রিয়াটির সঙ্গে যুক্ত। নতুন তৈরি বিটপ হতে অগ্রস্থমুকুল এবং তার পার্শ্বস্থ পাতাই আদর্শ সংগ্রহরূপে বিবেচিত। উত্তর ভারতে চা গাছ হতে সংগ্রহকাল এপ্রিল থেকে ডিসেম্বর মাস পর্যন্ত কিন্তু দক্ষিণ ভারতে সারা বছর ধরেই চলে। বছরে 30-40 বার সংগ্রহ করা হয়। একেকবার একটি গাছ গড়ে 10-15 গ্রাম সবুজ পাতা দেয়। সংগ্রহের পর পাতা ও মুকুল চা তৈরির জন্য ফ্যাকটরিতে নিয়ে যাওয়া হয়।

19.2.3 চায়ের (কালো চা) প্রক্রিয়াকরণ (Processing of black Tea)

সাধারণত দুই প্রকারের কালো চা প্রস্তুত প্রণালী ব্যবহৃত হয়—(i) সাবেকি (Orthodox), হালকা ধরনের চা এবং (ii) সি টি সি চা (CTC—‘crush, tear, curl’, কড়া লিকার (strong liquor)। চা প্রক্রিয়াকরণের সাফল্য নির্ভর করে মূখ্যত সংগ্রহ করা চা পাতার গুণমানের উপর এবং পরবর্তীকালে পরিবহনের সময় হ্যান্ডলিং-এর উপর। পাঁচটি পর্যায়ের মাধ্যমে চায়ের প্রক্রিয়াকরণ সম্পন্ন হয়। এগুলি হলো—

(a) জলীয় অংশ কমান (withering): সংগৃহীত চা পাতাগুলি তারের জাল বা চটের উপর পাতলা করে বিছিয়ে দেওয়া হয়। প্রায় 16-24 দিন ধরে শুকানো হয়। প্রয়োজনে গরম বাতাস কিংবা পর্যায়ক্রমে গরম এবং ঠাণ্ডা বাতাস পাতাগুলির নিচ দিয়ে সঞ্চালন করা হয়। এটি ট্রাফ উইথারিং (trough withering) যা সবচাইতে জনপ্রিয়। টানেলের মধ্যে দিয়ে চা পাতা শুকানো যায় (টানেল উইথারিং) 3-5 ঘণ্টায়, কিন্তু এটি খরচ সাপেক্ষ। এই পদ্ধতির মাধ্যমে পাতাগুলির প্রায় অর্ধেক জলের পরিমাণ কমান যায়। পাতাগুলি নরম হয় এবং নেতিয়ে পড়ে। পাতার শর্করা এবং প্রোটিন আংশিক ভাবে বিনষ্ট হয়।

(b) গোটানো (rolling): অর্ধশুষ্ক পাতা রোলিং মেশিনে নিষ্পেষণ করবার ফলে পাতার কোষগুলি ফেটে যায় এবং রস বেরিয়ে পাতার চারপাশে লেগে যায়। পাতার কোষের অভ্যন্তরে উৎসেচক এবং পলিফেনল-এর সংমিশ্রণ ঘটে। চা পাতা এই ভাবে পাকানো হয় আর বেরিয়ে আসা রস জাঁক দেওয়ার উপযুক্ত হয়। প্রথমে হালকা ধরনের রোলিং (10-12 মিনিট) দিয়ে মোটা ও কঠিন অংশ পৃথক করে, দ্বিতীয়বার ভারী রোলিং দেওয়া হয়। কখনো কখনো তৃতীয়বার রোলিং দেওয়া হয়। সাধারণত তাপমাত্রা 24-26° সে-এর মধ্যে রাখা করা হয়। রোলিং মেশিনেরও প্রকারভেদ আছে। কতোবার এবং কোন মেশিনে রোলিং করা হবে তা নির্ভর করে চায়ের প্রকৃতির উপর। সাবেকি (orthodox) চায়ে রোলিং যেমন আবশ্যক, সি টি সি (CTC) চায়ের ক্ষেত্রে শুকানো পাতা সরাসরি রোটরভেন (Rotorvane) মেশিনে চাপিয়ে দেওয়া যায়। ঘর্ষণের ফলে সৃষ্ট তাপ কমানোর জন্য আর্দ্রবাতাস সি টি সি মেশিনে সঞ্চালন করবার ব্যবস্থা আছে।

(c) ছাঁকা (sieving) : গোটানো পাতাগুলি সিফটার (sifter) নামক যন্ত্রের মধ্যে দিয়ে পাতার আয়তন অনুসারে ছাঁকা হয়। গুড়ো, ছোট ও ভাঙ্গা পাতা নিচে পড়ে যায় আর বড় পাতাগুলি ছিদ্রযুক্ত

ধাতব পাতের উপর রয়ে যায়। সাবেকি আর সি. টি. সি. চা পাতা এইভাবে পৃথক করা হয়। রোটারি সিফটার (Rotary sifter), ব্যালেন্সড সিফটার (balanced sifter) বা উভয়ই প্রয়োজন অনুসারে ব্যবহার করতে হয়।

(d) জাঁক দেওয়া (fermentation) : পাতা গোটানোর সময়ে কোষ ফেটে যে রাসায়নিক বিক্রিয়ার সূত্রপাত, সেটি জাঁক দেওয়ার (জারণ প্রক্রিয়ার) মাধ্যমে ত্বরান্বিত হয়। কালো চায়ের ব্রু (brew), তার বৈশিষ্ট্য সকল—যেমন সতেজতা (briskness), ঔজ্জ্বল্য, রঙিন উপাদান (থিয়াফ্লাভিন ও থিয়ারুব্রিজিন), প্রভৃতি সৃষ্টি হয় জাঁক দেওয়ার কালে। জাঁক দেওয়া বা সন্ধান প্রক্রিয়া চালানো হয় পরিষ্কার সিমেন্টের মেঝেতে কোনো পাত্রে (trough) বা মেশিনে (continuous fermenting machine) 2 থেকে 6 ঘন্টা এবং 24.0-26.5ºC তাপমাত্রায়। সাধারণভাবে, অল্প সময় জাঁক দিলে, চায়ের লিকার (liquor) কড়া হয় এবং বেশি সময় ধরে জাঁক দিলে তা হয় খুব হালকা অথচ গাঢ় রঙের। পাতার ট্যানিন-এর উৎসেচকের বিক্রিয়ার ফলে পাতার রঙ হয় তাম্রবর্ণ।

(e) শুষ্ক করা (drying or firing) : জাঁক দেওয়া চা পাতা গরম শুষ্ক বাতাসে অবশেষে শুকানো হয়। প্রথমে বাতাসের উত্তাপ 54.4ºC তারপর ঠাণ্ডা করে দ্বিতীয় ধাপে তাপমাত্রা 93.3ºC তোলা হয়। অল্প সময়ে (30-40মি) পাতা শুকিয়ে যায় এবং জারণ প্রক্রিয়া স্তব্ধ হয়ে যায়। জলীয় অংশ কমে 2-3% দাড়ায় এবং পাতার রঙ হয় কালো।

(f) গ্রেডিং ও সর্টিং (grading or sorting) : ড্রায়ার (dreier) থেকে চা পাতা যেগুলি বেরোয় তাদের বলে বাল্ক টি (bulk tea)। এগুলি বলের মতো হতে পারে তাই গোলা ভাঙ্গতে ব্রেকার (breaker) এবং আঁশ সরাতে ফাইবার এক্সট্র্যাকটার (fibre extractor) ব্যবহৃত হয়। কয়েকটি নির্দিষ্ট আয়তনের ছিদ্রযুক্ত ছাকনির মধ্যে দিয়ে প্রক্রিয়াকৃত চা পাতা চালন করা হয়। তার আকৃতি, আয়তন অনুযায়ী বিভিন্ন শ্রেণির চা পৃথক করা হয়। ছাকনিগুলিকে বলে সর্টার (sorter)। সাবেকি (orthodox) চায়ের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত হয় Middleton sorter প্রাকবাছাইয়ের (presorting) জন্য, এবং Mcintosh বা Britannia sorter তাদের শ্রেণীতে ভাগ করবার জন্য। সি টি সি (CTC বা “crush, tear, curl”) চায়ের ক্ষেত্রে একই মেশিন কিংবা Vibrio sorter ব্যবহার করা চলে।

19.3 কফি

ইংরাজী নাম : **Coffee**

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Coffea arabica* L.**

গোত্র : রুবিয়েসী (Rubiaceae)

19.3.1 উৎপত্তি ও বিস্তার

অ্যারাবিকা কফির বিস্তৃতি আফ্রিকা থেকে ম্যাসকারেনেস (Mascarenes) পর্যন্ত। ইথিয়োপিয়ার পাহাড়ি

অরণ্যে বা কেনিয়ার সংলগ্ন অঞ্চলে গণ্ডোয়ানাল্যাণ্ড বিভক্ত হওয়ার পূর্বে, সম্ভবত অ্যারাবিকা কফির উৎপত্তি হয়। বর্তমানে গ্রীষ্মমণ্ডল এবং উপগ্রীষ্মমণ্ডল অঞ্চলের উঁচু জমিতে, পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে, প্রধানত ব্রাজিল এবং দক্ষিণ আমেরিকার অন্যান্য কয়েকটি দেশে, পূর্ব আফ্রিকা, ভারত সহ পৃথিবীর বহু দেশে এই কফির চাষ হয়।

রোবাস্টা কফির উৎপত্তি পশ্চিম আফ্রিকার অরণ্যভূমিতে। মধ্য আফ্রিকায় কঙ্গোতে এর অনেকগুলি জিনোটাইপ পাওয়া যায়। ভারত, শ্রীলঙ্কা, জাভা, ইন্দোনেশিয়া প্রভৃতি দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার স্থানে রোবাস্টা কফি এবং অ্যারাবিকা ও রোবাস্টার সঙ্কর (hybrids) বেশি জন্মায়। সমগ্র আর্দ্র গ্রীষ্মমণ্ডল অঞ্চলেই এই কফি চাষ হয়। অ্যারাবিকা কফির তুলনায় রোবাস্টা কফি উন্মুক্ত স্থানে ভালো জন্মায়।

লাইবেরিকা কফির উৎপত্তি আফ্রিকার লাইবেরিয়া Lake Chad অঞ্চলে। সমগ্র পশ্চিম আফ্রিকায় (ক্যামেরুন, কঙ্গো, নাইজিরিয়া, ঘানা, আইভরি কোস্ট অঞ্চলে) লাইবেরিকা কফি ব্যাপকভাবে চাষ হয়।

বিশ্বের এক-চতুর্থাংশ কফি উৎপাদন হয় ব্রাজিলে। তারপর কফি উৎপাদনে উল্লেখযোগ্য স্থান কলোম্বিয়া, ইন্দোনেশিয়া, মেক্সিকো, ভিয়েতনাম প্রভৃতি স্থানের। 2021 সালে কফি উৎপাদনে ভারতের স্থান ছিল সপ্তম। কফির ব্যবহার সর্বাধিক মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রে।

বিশ্বের খাদ্য ও কৃষি সংস্থার মতানুসারে (Food and Agricultural Organization, FAO Rome) পৃথিবীর যে আটটি স্থান চাষের পক্ষে সবচেয়ে অনুকূল, ভারত তাদের অন্যতম। কর্ণাটক, তামিলনাড়ু এবং কেরলে অধিকাংশ কফির ফলন হয়। অন্ধ্র, ওড়িশা এবং উত্তর-পূর্বের রাজ্যগুলিতে উৎপাদন অপেক্ষাকৃত কম। অধিকাংশ অ্যারাবিকা কফি চাষ হয় কর্ণাটক এবং তামিলনাড়ুতে। রোবাস্টা কফি কর্ণাটক এবং কেরলে এবং লাইবেরিকা কফি কর্ণাটিকে ও ত্রাভাঙ্কুর অঞ্চলে অল্প পরিমানে চাষ হয়।

19.3.2 চাষের পদ্ধতি

(a) জমির নির্বাচন ও প্রস্তুতি, গাছের মধ্যে ব্যবধান এবং গর্ত খনন: উপযুক্ত জলবায়ু এবং মাটিতে, 950-1150 মি উষ্ণতায়, উত্তরমুখী বা পূর্বমুখী জমিতে কফি চাষ হয়। জমিতে পরিষ্কার করে গাছ সাফাই (clear felling) উচিত নয়। কয়েকটি বিশেষ ধরনের বন্য ছায়া তরু (wild shade trees) যেমন পালিতা মাদার বা দাদাপ গাছ ***(Erythrina variegata, E. subumbrans),*** রূপসী ওক বা সিলভার ওক ***(Grevillea robusta)*** প্রভৃতি রেখে দিলে ভালো ফল পাওয়া যায়। জমি নির্দিষ্ট কয়েকটি ব্লকে (block) বিভক্ত করতে হয় যার মাঝে থাকে পথ চলবার রাস্তা। সমতল জমিতে সমচতুর্ভুজ আকারে রোপন করা হয়। ব্যবধান থাকে অ্যারাবিয়ান কফির ক্ষেত্রে 2-2.5 মি এবং রোবাস্টা কফির ক্ষেত্রে 2.5-4.0 মি। পাহাড়ের ঢাল বেশি হলে টেরাসিং (terracing) এবং সমোন্নতি রেখা বরাবর রোপন (contour planting) করা প্রয়োজন হয়।

কফি বাগিচায় চারা বা কলমের গাছ রোপন করবার জন্য গর্ত খনন করতে হয়, যার গভীরতা

জমির চরিত্র এবং গঠন (texture) দ্বারা নির্ধারিত। সাধারণত গর্ত 45 ঘন সেমি অধিক হওয়া কাম্য নয়। অনুর্বর জমির প্রতিটি গর্তে প্রায় 250 কেজি কম্পোস্ট সার দিয়ে গর্ত ভর্তি করতে হয়।

(b) বীজতল থেকে রোপন এবং সার প্রয়োগ : অধিকাংশ বাণিজ্যিক কফি উৎপন্ন হয় বীজ থেকে। একটি নতুন বাগিচার সাফল্য প্রধানত নির্ভর করে বীজতলে সৃষ্ট বলিষ্ঠ, রোগমুক্ত চারার ওপর। বীজতলের মাটিতে জৈব পদার্থ, চুন সঠিক মাত্রায় বজায় রাখতে লাগে। নির্ধারিত গাছ থেকে বীজ সংগ্রহ করে, সুস্থ বীজ কাঠের গুঁড়োর, সঙ্গে মিশিয়ে 5 সে.মি. পুরু করে ছায়ার নীচে শুকানো হয়।

পাহাড়ের মাঝারি ঢালে, বড় বৃক্ষ ছায়া পরিবৃত অঞ্চলে, 1 মিটার চওড়া, 1.6 মিটার লম্বা ও 15 সে.মি. উঁচু বীজতলে, ডিসেম্বর-জানুয়ারী মাসে বীজ রোপন করা হয়। বীজের চ্যাপটা দিক মাটির অভিমুখে থাকে। ওপরে 1 সে.মি. পুরু গুঁড়ো মাটি (fine soil mulch) বা শুকনো ঘাস, মস প্রভৃতি ছড়িয়ে দেওয়া হয়। কফি বীজের সুপ্তাবস্থা অনুপস্থিত। বীজের জীয়তা (viability) স্বল্পকালীন। অঙ্কুরণে সময় লাগে 45 দিন। বীজতলে প্রতিদিন জল ছিটানো হয়। বীজতলের ওপর নির্মিত একটি আচ্ছাদন দ্বারা প্রত্যক্ষ সূর্যরশ্মির জাত থেকে বীজতল রক্ষা করতে হয়। আদর্শ অবস্থায় প্রায় 45 দিনে বীজগুলির অঙ্কুরণ হয়। এগুলি যখন 2 থেকে 4 পত্র বিশিষ্ট হয় (‘toppee’ বলা হয়) তখন তাদের নার্সারি বাস্কেট (nursery basket) বা পলিথিন ব্যাগে অগাস্ট-সেপ্টেম্বর মাস অবধি রাখা হয়। এর পর (বর্ষাকালেই) এদের চারা জমিতে রোপন করা হয়। গাছের বৃদ্ধির মাঝে মাঝে মাটি আলগা করতে হয় এবং আগাছা নির্মূল করতে হয়। তৃতীয় বৎসরে গাছে ফল আসে, যদিও পঞ্চম বৎসর থেকে সর্বোচ্চ ফলন শুরু হয়। চারা বৃদ্ধির সময়ে মাটিতে গোবর সার, খোল ও হাড়ের গুঁড়ো দেওয়া হয়। গাছ বড় হলে রাসায়নিক সার প্রয়োগ করতে হয়।

(c) অঙ্গজ বংশবিস্তার : অঙ্গজ বংশবিস্তার পদ্ধতি অবলম্বনের মাধ্যমে একটি কফি গাছের বৈশিষ্ট্য ও জিনোটাইপ সংরক্ষণ করা যায়। সুতরাং, ইতর পরাগযোগী রোবাস্টা কফির ক্ষেত্রে কাটিং বা গ্রাফটিং পদ্ধতি বিশেষ সুবিধাজনক। কর্ণাটকের চিকমাগালুর জেলার বালেহন্নুর স্থানে অবস্থিত সেন্ট্রাল কফি রিসার্চ ইনস্টিটিউটে (CCRI) বীচন (Cutting) এবং জোড়-কলমের (grafting) সহজ এবং উন্নত পদ্ধতি উদ্ভাবন করা হয়েছে।

কফি গাছের বৃদ্ধি দুই প্রকারের অনুভূমিক (প্ল্যাজিওট্রপিক) এবং খাঁড়া (অর্থোট্রপিক) প্রকৃতির। বীচনের ক্ষেত্রে, খাঁড়া (orthotropic) কাণ্ড ব্যবহার করাহয় কারণ একমাত্র এধরনের কাণ্ড থেকেই চারা গাছের আকৃতি বজায় থাকে। অনুভূমিক কাণ্ড (plagiotropic) ব্যবহার করলে চারা গাছে পার্শ্ব শাখা অধিক সংখ্যায় উৎপন্ন হবে এবং গাছের আকৃতি (habit) চ্যাপ্টা ও ঝুলন্ত অনুভূমিক শাখা-সমন্বিত হবে।

তিন থেকে ছয় মাস পুরানো কাণ্ড থেকে 10 সে.মি. লম্বা এক-পর্ব বিশিষ্ট সবুজ কাণ্ড পলিথিনের ব্যাগে (22×15 সেমি) করে আচ্ছাদিত গর্তে (trench) প্রায় মাস দুয়েক রাখা হয়। তারপর এদের জমিতে উপরোপন (transplant) করা হয়। পলিথিনের ব্যাগে থাকে অরণ্য-মাটি, বালি ও গোবর সার

(6:3:1 অনুপাতে)। বীচনের গোড়ায় 5000 ppm IBA (ইন্ডোল বুট্যইরিক অ্যাসিড,হর্মোন) প্রয়োগ করলে মূল তাড়াতাড়ি বেরোয়। একটি 2×1×0.5 মি গর্তে 108 টি এমন পলিথিনের ব্যাগ রাখা চলে।

জোড়-কলম পদ্ধতিতে, রোবাস্টা কফির চারার (2 থেকে 4 পাতা বিশিষ্ট টোপি) আদিজোড় (root stock) ও অ্যারাবিক কফির সমবয়সী চারার মূল অংশের উপজোড় (scion) একত্রে পলিথিন দ্বারা শক্ত করে বাঁধা হয়। বাঁশের ঝুড়িতে, একটি আচ্ছাদনের নিচে রাখলে 4-5 সপ্তাহে জোড়-কলম সম্পন্ন হয়। পরবর্তী বছরে এদের রোপন করা হয়।

(d) ছাটাই: কফি গাছে বিভিন্ন ধরনের ছাঁটাই পদ্ধতি (pruning) অবলম্বন করা হয়, যেমন এক-কাণ্ড পদ্ধতি (single stem method) এবং বহু কাণ্ড পদ্ধতি (multiple stem method)। শেষোক্ত পদ্ধতিটিই বর্তমানে বেশি প্রচলিত। ছাঁটাইয়ের প্রধান উদ্দেশ্য অনির্দিষ্ট শাখা বিস্তার নিয়ন্ত্রণের মাধ্যমে ফসল সংগ্রহ সহজ করা, অফলনশীল শাখা অপসারণ এবং একটি সুন্দর কফি-ঝাড়ের কাঠামো তৈরি করা। গাছ ছেঁটে 1.5 মি. উচ্চতায় রাখা হয়।

(e) ফসল সংগ্রহ : সাধারণত তিন বছর পর গাছে ফল আসতে আরম্ভ করে। আট থেকে নয় মাসের মধ্যে ফল পাকে। কৃত্রিম উপায়ে একটি রাসায়নিক পদার্থ (2 ক্লোরোইথাইল ফসফোরিক অ্যাসিড) প্রয়োগের মাধ্যমে ফল পাকা ত্বরান্বিত করা যায়। হাত দিয়ে কিংবা মাটিতে ঝেড়ে ফেলে ফল তোলা হয়। মাটিতে প্লাস্টিকের জাল বিছিয়ে ফল সংগ্রহ করা যেতে পারে। ফসল সংগ্রহ (harvesting) কফি চাষের একটি অন্যতম শ্রম-নিবিড় কাজ।

19.3.3 প্রক্রিয়াকরণ

ভারতীয় কফির প্রক্রিয়াকরণ সম্পন্ন হয় দু'টি পদ্ধতির মাধ্যমে (a) ভিজা পদ্ধতি (the wet or wash method) এবং (b) শুষ্ক পদ্ধতি (the dry method)।

(a) ভিজা পদ্ধতি : এই পদ্ধতির মাধ্যমে উৎপন্ন কফি প্লান্টেশন কফি (plantation coffee -অ্যারাবিয়ান কফি) কিংবা পার্চমেন্ট কফি (parchment coffee রোবাস্টা কফি) নামে পরিচিত। কফির বেরীগুলি থেকে একটি মেশিনের (পালপিং মেশিন pulping machine) সাহায্যে, খোসা ও শাঁস অপসারিত করা হয়। একটি পাত্রে (vat) রেখে জাঁক দিয়ে অবশিষ্ট শাঁস বিনষ্ট করা হয়। অতঃপর, ক্রমাগত ধুয়ে বেরী থেকে কফি বিন আলাদা করা যায়। বীজের উপরের আবরণ (parchment) রয়ে যায়। বীজগুলি এরপর রৌদ্রে শুকানোর ফলে জলীয় অংশ যথাসম্ভব হ্রাস পায়। শুকানো, পার্চমেন্ট আবৃত কফি বিনসগুলি পার্চমেন্ট কফি রূপে পরিচিত। কফি বিনসগুলি ধূসর রঙের হয়।

প্রয়োজন হলে, পার্চমেন্ট আবৃত বিনসগুলি পুনরায় রৌদ্রে শুকিয়ে জলীয় অংশ অনধিক 10 শতাংশ নামানো, হয়। শুকানো বীজগুলি এবার খোসা ছাড়াবার যন্ত্রের (peeling machine) মাধ্যমে পার্চমেন্ট তুলে ফেলা হয়। এই পদ্ধতিকে কিওরিং (curing) বলে। আকৃতি অনুসারে এদের পৃথক শ্রেণীতে ভাগ করা হয় (grading)। খারাপ বিনসগুলিকে সরিয়ে ফেলা হয়। আমরা পাই প্লান্টেশন কফি।

(b) শুষ্ক পদ্ধতি : সংগৃহীত বেরীগুলি বিছিয়ে দিয়ে রৌদ্রে শুকানো হয়। সমানভাবে শুকানোর উদ্দেশ্যে মাঝে মাঝে নাড়া হয় যতক্ষণ না পর্যন্ত বাইরের খোসা পার্চমেন্টের আবরণ এবং ভিতরকার শাঁস শুকিয়ে এক সঙ্গে একটি পুরু আবরণ সৃষ্টি করে। এই অবস্থায় ভিতরকার বীজ ফলত্বক থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে থাকে। এমত শুকনো অবস্থার বিনকে চেরী (Cherry) আখ্যা দেওয়া হয়। যন্ত্রের সাহায্যে (hulling machine) উপরের শুকনো খোসা অপসারিত করে, হামানদিস্তায় (mortar) পিসে বীজের পার্চমেন্ট সরিয়ে পরিষ্কার করে, আলাদা করে রাখা হয়। বীজের রঙ হয় সোনালী থেকে বাদামী এবং এগুলি চেরী বা নেটিভ কফি (Cherry or native coffee) নামে পরিচিত।

ক্রেতা সাধারণের কাছে বিক্রির পূর্বে বিনসগুলিকে আগুনে ঝল্‌সে, গুঁড়ো করা হয়। কফির পরিচিত গন্ধ আর স্বাদ এইভাবে তৈরি হয়। ঝলসানোর (roasting) সময় এবং তাপমাত্রা বিভিন্ন জাতের কফিতে পৃথক। কেননা, এই গুরুত্বপূর্ণ ধাপটি কফির স্বাদ, গন্ধ তথাপি তা বাণিজ্যিক মূল্যের নিয়ামক।

19.4 সারাংশ

চা এবং কফি ভারতবর্ষের অন্যতম প্রধান বাগিচা ফসল। এদেশের চা ও কফির কদর বিশ্বজোড়া। ফলে বিদেশি মুদ্রা অর্জনেরএরা অন্যতম প্রধান অবলম্বন। চা উৎপাদনে বিশ্বে ভারতের স্থান প্রথম এবং কফির ক্ষেত্রে সপ্তম। অ-মাদক, ক্যাফিন-যুক্ত, উদ্দীপক পানীয় হিসাবে এদের খ্যাতি এবং জনপ্রিয়তা।

থিয়েসী গোত্রভুক্ত চায়ের একটিই প্রজাতি ***Camellia sinensis***। অপরপক্ষে, কফি গাছ রুবিয়েসী গোত্রের অন্তর্ভুক্ত। কফি উৎপাদন হয় প্রধানত তিনটি প্রজাতি থেকে ***Coffea arabica*** (অ্যারাবিয়ান কফি), ***C. canephora*** (রোবাস্টা বা কঙ্গো কফি) এবং ***C. liberica*** (লাইবেরিকা কফি)। অ্যারাবিয়ান কফি হল সর্বোৎকৃষ্ট কফি।

উচ্চভূমির চা (সাইনেনসিস) এবং কফি (অ্যারাবিকা) পাহাড়ের ঢালে টেরাস (terrace) পদ্ধতিতে চাষ করা হয় সমোন্নতি রেখা বরাবর (contour planting) রোপন করে। এই বাগিচা ফসলগুলিকে তুষার, ঝোড়ো হাওয়া এবং নিম্নসমতলভূমির ফসলকে রোদ থেকে আড়াল করা হয়, কতকগুলি নির্দিষ্ট ছায়া তরু রোপন করে। উভয়ের ক্ষেত্রেই জল নিষ্কাশনের সুবন্দোবস্ত থাকা অত্যাবশ্যক। বীজ বা কলমের চারা নার্সারিতে তৈরি করে, বাগিচায় নির্দিষ্ট দূরত্বে উপরোপন (transplant) করা হয়, অনিয়ন্ত্রিত বৃদ্ধি রোধ করতে এবং ফসল তোলার সুবিধার্থে চা এবং কফি গাছ দক্ষতার সঙ্গে, বিশেষ পদ্ধতিতে ছেঁটে (pruning) খর্ব করা হয়। উভয়ের ক্ষেত্রেই ফসল সংগ্রহ অত্যন্ত শ্রম-নির্ভর ধাপ হিসাবে প্রমাণিত। চায়ের ফসল হলো পাতা, এবং কফির বীজ বা বিনস। ফলে এদের প্রক্রিয়াকরণ পদ্ধতির পার্থক্য থাকতে বাধ্য। তথাপি শুকিয়ে জলীয় ভাগ হ্রাস করা, জাঁক দেওয়া প্রভৃতি ধাপ সমানভাবে প্রযোজ্য।

19.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

(a) চা গাছের বৈজ্ঞানিক নাম কি?

(b) ছায়া তরু কাকে বলে? চা এবং কফির তিনটি করে ছায়া তরুর নাম উল্লেখ করুন।

(c) চা এবং কফির উৎপাদন সর্বাধিক কোন কোন দেশে?

(d) 'সিটিসি' (CTC) চায়ের নামটির অর্থ কী?

(e) CCRI সংস্থাটির পুরো নাম কী? কোথায় অবস্থিত?

19.6 উত্তরমালা

(a) ***Camellia sinensis.***

(b) দ্রঃ 19.2.2 ও 13.3.2

(c) c) চা-ভারত এবং কফি-ব্রাজিল

(d) Crushing, Tearing and Curling মেসিন ব্যবহৃত হয়—প্রতিটি ইংরাজি শব্দের আদ্যক্ষরটি থেকে CTC কথাটি এসেছে।

(e) সেন্ট্রাল কফি রিসার্চ ইনস্টিটিউট (Central Coffee Research Institute) অবস্থিত কর্ণাটক রাজ্যের, চিকমাগালুর জেলার বালেহন্নুর স্থানে।

একক 20 ❑ ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যা (Pharmacognosy) : সংজ্ঞা, উদ্দেশ্য ও তার গুরুত্ব

গঠন

20.0 উদ্দেশ্য

20.1 প্রস্তাবনা

20.2 সংজ্ঞা

20.3 ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার উদ্দেশ্য

  20.3.1 ভেষজের উৎস ও তাদের বাছাই

  20.3.2 ভেষজের শ্রেণীকরণ

  20.3.3 ভেষজ প্রস্তুতির শর্তাবলী

  20.3.4 মূল্যায়ণ

20.4 ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার গুরুত্ব

20.5 সারাংশ

20.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

20.7 উত্তরমালা

20.0 উদ্দেশ্য

এই এককটি অধ্যয়নের মাধ্যমে আপনি—

- ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার সংজ্ঞা এবং এই ফলিত উদ্ভিদ বিজ্ঞানের শাখাটির পরিধি নির্দেশ করতে পারবেন।
- অশোধিত ড্রাগ-তার শ্রেণিবিন্যাস, বিশ্লেষণ এবং উদ্ভিদদেহে তার সক্রিয় উপাদানগুলির সংশ্লেষ প্রণালী জানবার উপায় এইসব সম্পর্কে ধারণা দিতে পারবেন।
- পরিমাপক মাইক্রোস্কোপির (quantitative microscopy) ব্যবহার সম্বন্ধে বুঝিয়ে দিতে পারবেন।
- প্রাচীন, বিকল্প চিকিৎসায় ব্যবহৃত কয়েকটি উদ্ভিদের পরিচয় এবং ব্যবহার উল্লেখ করতে পারবেন।
- আধুনিক চিকিৎসায় কয়েকটি মূল্যবান ভেষজ উদ্ভিদের পরিচিত এবং দুরারোগ্য ব্যাধিতে তাদের কার্যকারিতা বিষয়ে আলোচনা করতে পারবেন।

20.1 প্রস্তাবনা

পূর্বের এককগুলিতে আমরা অর্থকরী উদ্ভিদ সমূহ সম্বন্ধে জেনেছি। তাদের মধ্যে ভেষজ উদ্ভিদ অর্থাৎ যে সকল উদ্ভিদে ঔষধি গুনাগুন রয়েছে (medicinal plants) তাদের বিজ্ঞানভিত্তিক অন্বেষণ, এখনকার আলোচ্য ফার্মাকগনসি (pharmacognosy) বা ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার মূল প্রণোদন। ফার্মাসি বিদ্যার ক্ষেত্র হলো ওষুধ সংগ্রহ, প্রস্তুতকরা, সংরক্ষণ ও মিশ্রণ। এই জ্ঞানের ভিত্তিতেই ফার্মাসিস্টরা ক্রেতা সাধারণের মধ্যে ঔষধির সঠিক ব্যবহার প্রচার করেন। অপরদিকে রোগীর শরীরে একটি নির্দিষ্ট মাত্রায় এই ঔষধি প্রয়োগের ফলে যে সকল শারীরবৃত্তিয় ক্রিয়ার মাধ্যমে রোগ নিরাময় ঘটে চিকিৎসাশাস্ত্রের সেই শাখাটিকে ফার্মাকোলজি বলে। বর্তমানে আমাদের ব্যবহৃত ঔষধির একটি বড় অংশ আসে উদ্ভিদ জগত থেকে। ভেষজ উদ্ভিদ হতে প্রাপ্ত অশোধিত ওষুধির (crude drugs) অন্বেষণ, সনাক্তকরণ, মূল্যায়ন, পৃথকীকরণ, রাসায়নিক বিশ্লেষণ এবং উদ্ভিদদেহে ওষুধির সক্রিয় উপাদানের (active principle or constituent) জৈব সংশ্লেষের অধ্যায়ন-এই সকলই ফার্মাকগনসি বা ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার আলোচ্য বিষয়বস্তু। যা উদ্ভিদবিদ্যাএবং রসায়নশাস্ত্রের ওপর ভালো দখল না থাকলে আয়ত্ব করা কঠিন। যদিও ভেষজ উদ্ভিদের এবং বিকল্প ওষুধের (alternative medicine) ব্যবহার নানান কারণে ইদানিং প্রসার লাভ করেছে, এদের উৎপত্তি কিন্তু পৃথিবীতে মানুষের আবির্ভাবের থেকেও পুরানো।

20.2 সংজ্ঞা

'ফার্মাকগনসি' শব্দটির উৎপত্তি দুটি গ্রীক শব্দ থেকে 'ফার্মাকন' যার অর্থ 'একটি ওষধি' এবং 'গিগনসকো (gignasco) যার অর্থ 'জ্ঞান আহরণ করা'। সেইডলার নামক (C.A. Seydler 1815) এক চিকিৎসা বিজ্ঞানের ছাত্র জার্মানিতে একটি ছোট নিবন্ধ প্রকাশ করেন (Analecta Pharmacognostica)। যেখানে ফার্মাকগনসি শব্দটি বিজ্ঞানে সর্বপ্রথম ব্যবহৃত হয়। অতএব ফার্মাকগনসি (Pharmacognosy) শব্দটির আক্ষরিক অর্থ ঔষধি বা ফার্মাসিউটিকালস (Pharmaceuticals) সম্বন্ধে জ্ঞান। অবশ্য প্রত্যক্ষ ঔষধি গুণ নেই এমন আনুষঙ্গিকর কয়েকটি পদার্থ এই বিষয়ের অন্তর্ভুক্ত। যেমন, প্রাকৃতিক বা কৃত্রিম তন্তু এবং তাদের থেকে তৈরি সার্জিকাল ড্রেসিং (surgical dressing) হাসপাতালের ব্যবহৃত দ্রব্য। তাদের মূল্যায়ন একজন ফার্মাসিস্টের কর্তব্যের মধ্যে পড়ে। ঔষধির আনুষঙ্গিক পদার্থ (যেমন সুগন্ধি, সাসপেনডিং এজেন্ট (suspending agent), বিশরনকারী পদার্থ (disintegrating agent), পরিস্রাবক এবং ধারক (filtering and support media প্রভৃতি) এই বিষয়ের অন্তর্গত। একই সঙ্গে বিষাক্ত এবং খোয়াবি বা হ্যালুসিনোজেনিক উদ্ভিদ (hallucinogenic plants) এবং এমন কিছু উদ্ভিদজাত কাঁচা মাল যার থেকে তৈরি হয় গর্ভনিরোধক বড়ি, কীটনাশক, বীরূৎনাশক (herbicide) ইত্যাদি। অতএব আমরা দেখতে পাচ্ছি, ভেষজ উদ্ভিদ সম্বন্ধে যাবতীয় তথ্য জানবার উদ্দেশ্যে, এই বিষয়টিতে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক শাখার যুগপৎ প্রয়োগ ঘটেছে। যদিও আমাদের মূল লক্ষ্য প্রাকৃতিক ভেষজের উৎস এবং উপাদানসমূহ সম্বন্ধে জানা। সুতরাং, ফার্মাকগনসি হলো এরূপ একটি ফলিত বিজ্ঞান যা প্রাকৃতিক ভেষজ এবং তাদের

উপাদানসমূহের জৈবিক, জৈবরাসায়নিক এবং অর্থনৈতিক বৈশিষ্ট্য পরীক্ষা করে দেখে। অর্থাৎ শুধু অশোধিত ভেষজই নয় তার প্রাকৃতিক উপজাত পদার্থ ও গণ্যহবে। যথা— ***Digitalis*** পাতা এবং পৃথকীকৃত গ্লাইকোসাইড, digitoxin সর্পগন্ধ্যা মূল এবং পরিশোধিত উপক্ষার, reserpine ; উভয়ই, একই সঙ্গে,উদ্ভিদভেষজ বিদ্যার বিষয়বস্তু।

20.3 ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার উদ্দেশ্য

ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার গুরুত্ব সম্যকরূপে অনুধাবন করতে হলে এই বিজ্ঞানটির অধিগত বিষয় সাধারণ উদ্দেশ্য কার্যধারা এবং সম্ভাবনা সকলই খতিয়ে দেখা দরকার। একজন ভেষজ উদ্ভিদবিদের বৈজ্ঞানিক অনুসন্ধান এবং গবেষণায় উল্লেখযোগ্য বিষয়গুলি ও তাদের লক্ষ্য এবং পদ্ধতিক্রম, নিম্নরূপ।

20.3.1 ভেষজের উৎস ও তাদের বাছাই (Source and screening of drugs)

বিশাল সংখ্যক উদ্ভিদ প্রতিনিয়ত রসায়নাগারে পরীক্ষা করা হচ্ছে, তার ভেষজ উপাদানের জন্য। ফলে, উদ্ভিদ রসায়নশাস্ত্র বা ফাইটোকেমিস্ট্রি (Phytochemistry) বিগত চার দশকে অভুতপূর্ব প্রসার লাভ করেছে। আজ, ভেষজ উদ্ভিদবিদেরা এই শাখাটির পদ্ধতিক্রম (methodology) ব্যবহার করে, শত সহস্র গবেষণাপত্রের বিপুল তথ্য সম্ভার মন্থন করে এবং দেশের নানান প্রান্তে ফিলড ওয়ার্ক (field work) হতে প্রাপ্ত উদ্ভিদ বা তার অংশ বিভিন্ন আধুনিক প্রকৌশলের সাহায্যে বিশ্লেষণ করে, ভেষজ উপাদান আবিষ্কার করেন। বুঝতেই পারছেন যে যৌথ উদ্যোগ ব্যতিরেকে এ কাজ অসম্ভব। আনুমানিক 2,50,000 সপুষ্পক উদ্ভিদ প্রজাতির মধ্যে, সমগ্র বিশ্বে খুব অল্প সংখ্যক উদ্ভিদেরই সক্রিয় উপাদান (active constituents) এইরূপ পরীক্ষা করা হয়েছে। নিম্নতর অপুষ্পক উদ্ভিদের এখনও ভালো করে সমীক্ষাই করা হয় নি।

যৌথ প্রয়াসে, বাছাই করে ভেষজ উদ্ভিদ সন্ধান প্রকল্পের উদাহরণস্বরূপ উল্লেখ করা যায়, মার্কিন জাতীয় ক্যানসার ইনস্টিটিউটের প্রোগ্রাম। তারা কয়েক হাজার উদ্ভিদের মধ্যে ক্যানসার প্রতিরোধক (antineoplastic) এবং কোষ-অধিবিষ (cytotoxic) জাতীয় উপাদান সন্ধান করেছেন। এদের মধ্যে এক হাজারেরও বেশি উদ্ভিদ প্রজাতিতে উপরোক্ত উপাদানের সন্ধান মিলেছে। আবার, লখনৌয়ের কেন্দ্রীয় ড্রাগ রিসার্চ ইনস্টিটিউটে চার হাজারের বেশি উদ্ভিদের নির্যাস (extract) বিশ্লেষণ করা হয়, বিভিন্ন রকমের ব্যাধির প্রতিরোধকারী হিসাবে। উদ্ভাবন করা হয় 125 টি পরীক্ষা পদ্ধতি (Test system)।

কয়েকটি ভেষজ ইতিমধ্যে বাজারে চলে এসেছে। যেমন লিপিডিমিয়া হ্রাসকারী (hypolipidemic) গুগুলিপিড (gugulipid) যা পাওয়া যায় ***Commiphora mukul*** নামক উদ্ভিদ থেকে সার্ভিকস স্ফিতকারী (cervical dilator) গর্ভরোধক, ইসপটেন্ট (Isaptent) এসেছে ***Plantago ovata*** বা ইসপগুলের বীজের খোসা থেকে শুক্রনাশক (spermicidal) কনসাপ ক্রিম (consap cream) ***Sapindus mukorossi*** থেকে। লিভার রক্ষাকারী (hepatoprotective) পিক্রোলিভ (Picroliv) এর উৎস ***Picrorhiza kurroa*** নামক উদ্ভিদ।

যদিও সপুষ্পক উদ্ভিদ (এবং তার মধ্যে দ্বিবীজ পত্রী) থেকেই অধিকাংশ ভেষজ উদ্ভিদ পাওয়া গেছে নিম্নতর উদ্ভিদ, যেমন অ্যালগি, ছত্রাক বা ফানজাই (fungi) এবং সামুদ্রিক জীবকুলের ভূমিকা অধিকতর গুরুত্বের সঙ্গে ভেষজ উদ্ভিদবিদেরা অনুসন্ধান করছেন। প্রাপ্ত ভেষজের মধ্যে রয়েছে স্পাইরুলিনা, অলজিনিক অ্যাসিড, অ্যাগার (অলগি বা শৈবাল থেকে), অ্যান্টিবায়োটিকস (ছত্রাক থেকে) সামুদ্রিক ছত্রাক ***Cephalosporium acremonium*** (এটির থেকে Cephalosporin C, Cephalothin sodium নামক অ্যান্টিবায়োটিকস পাওয়া যায়), লোহিত অলগা বা red alga ***Digenea simplex*** (কৃত্রিম α-kainic acid পাওয়া যায়), এমন অনেক সামুদ্রিক উদ্ভিদ এবং প্রাণী, ভেজষ উদ্ভিদবিদের অনুসন্ধানের লক্ষ্য।

20.3.2 ভেষজের শ্রেণীকরণ (Classification of drugs)

ভেষজের সুষ্ঠু পঠনের জন্য তাদের আমরা নিম্নরূপ শ্রেণিবিভাগ করি।

- **বর্ণানুক্রমিক (alphabetically)**-সাধারণত ল্যাটিন কিংবা ইংরাজি নাম ব্যবহৃত হয়।
- **শ্রেণিবিন্যাস অনুসারে (taxonomic)**-উদ্ভিদতাত্ত্বিক শ্রেণিবিন্যাস অনুযায়ী ড্রাগ বা ভেষজগুলিকে তাদের উৎপাদক উদ্ভিদের শ্রেণি, বর্গ, গোত্র, গণ ও প্রজাতির ভিত্তিতে সাজানো হয়।
- **অঙ্গসংস্থানিক (morphological)-** ভেষজগুলিকে তাদের অঙ্গসংস্থানিক প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন গোষ্ঠীতে ভাগ করা হয়, যথা-পাতা, ফুল, ফল,বীজ, কাষ্ঠ, বচ্ছল, মূল, মৌলকাণ্ড বা রাইজোম, বীরুৎ বা সমগ্র উদ্ভিদটি (অঙ্গ সমন্বিত বা organized drugs) এর শুকানো তরুক্ষীর,গঁদ, রজন, তৈল, ফ্যাট, মোম প্রভৃতি (অঙ্গ অসমন্বিত বা unorganized drugs)।
- **ফার্মাকোলজিকাল বা কায়তান্ত্রিক (Pharmacological or therapeutic)**- এখানে ভেষজগুলিকে তাদের মৌল উপাদানের ফার্মাকোলজিকল ক্রিয়া কিংবা তাদের কায়তান্ত্রিক ব্যবহার (therapeutic use) অনুযায়ী শ্রেণিকরণ করা হয়। সকল রেচক ভেষজ (cathartic drugs) এই শ্রেণিকরণ পদ্ধতি দ্বারা একই সঙ্গে আলোচিত হয়। যেমন— ***Cascara sagrada,*** সেন্না (***Senna***), পোডোফাইলাম (***Podophyllum***), রেডির তেল (castor oil) একত্রে আলোচিত হয়, কেননা তাদের মূল কার্য অন্ত্রের উপর। অনুরূপভাবে ডিজিট্যালিস (***Digitalis***), স্ট্রোপ্যান্থা (***Stropanthus***) এবং স্কুইল (***Squill***) একই গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত কেননা এই ভেষজগুলি হৃদপেশির উপর ক্রিয়া করে।
- **রাসায়নিক বা বায়োজেনেটিক (Chemical or biogenetic)-** ভেষজের মূল উপাদান (যেমন উপক্ষার বা alkaloids গ্লাইকোসোইড, উদ্বায়ী তেল প্রভৃতি) কিংবা তাদের জৈব সংশ্লেষী পথক্রম বা biosynthetic pathway-র ভিত্তিতে শ্রেণিবদ্ধ করা হয়।

20.3.3 ভেষজ প্রস্তুতির শর্তাবলী (Factors involved in the production of drugs)

উদ্ভিদের ভেষজ উপাদানের গাঢ়ীকরণ (concentration), প্রকৃতি, উপযোগিতা, তথাপি তাদের বাণিজ্যিক মূল্য, অনেকাংশে নির্ভর করে ভৌগোলিক অবস্থান, তথা অঞ্চলের জলবায়ুর উপর। বাণিজ্যের উপযোগী করে তোলবার জন্য ভেষজকে পর্যায়ক্রমে কতগুলি প্রক্রিয়ার মধ্য দিয়ে যেতে হয়। প্রতিটি ধাপই গুরুত্বপূর্ণ। কেননা শর্তগুলির সামান্য পরিবর্তন, উৎপন্ন ভেষজের গুণমান প্রভাবিত করতে পারে। আসুন, এবার শর্তগুলি আমরা সংক্ষেপে আলোচনা করি।

(a) জলবায়ু (Climate) : উদ্ভিদের বৃদ্ধি, বিকাশ এবং প্রায়শই তার ভেষজ উপাদান, তাপমাত্রা, বৃষ্টিপাত, দিবা দৈর্ঘ্য, অঞ্চলের উচ্চতা প্রভৃতি দ্বারা প্রভাবিত হতে পারে। নির্দিষ্ট কতকগুলি উদ্ভিদ বিভিন্ন জলবায়ু অঞ্চলে রোপন করে এই ধরনের প্রকারভেদ লক্ষ্য করা গেছে। অবশ্য এ ধরনের পরীক্ষায় সকল অবস্থায় স্বাধীনভাবে খুশিমতো নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব। এই প্রকারের গবেষণাগার 'ফাইটোট্রন' নামে পরিচিত।

(b) তাপমাত্রা (Temperature) : উদ্ভিদের সর্বাঙ্গীন বিকাশ এবং বিপাক ক্রিয়া নিয়ন্ত্রণকারী একটি প্রধান শর্ত হলো তাপমাত্রা এবং তাপমাত্রার বার্ষিক পরিবৃত্তি (annual variation in temperature)। অবশ্য একই উদ্ভিদ বিভিন্ন তাপমাত্রায় টিকে থাকতে পারে। দিন ও রাতের তাপমাত্রার ব্যবধান অনেক ক্ষেত্রে জরুরী। যদিও উচ্চতর তাপে অধিক পরিমান উদ্বায়ীতেল তৈরি হয় কোনও একটি বিশেষ দিনে অতি মাত্রার তাপ এই তেল বিনষ্ট করতে পারে। অনেকে মনে করেন যে নিচু তাপমাত্রায় উৎপন্ন স্থায়ী তেলে, ডাবল বণ্ডের পরিমাণ বেশী থাকে ফ্যাটি অ্যাসিড অংশে, উঁচু তাপমাত্রায় উৎপন্ন তেলের তুলনায়।

(c) বৃষ্টিপাত (Rainfall) : সারা বছরব্যাপী বৃষ্টিপাত, আর্দ্রতা, মাটির জল ধারণের ক্ষমতা প্রভৃতি, উদ্ভিদের বৃদ্ধি প্রভাবিত করে। অবিরাম বৃষ্টিতে মূল ও পাতা হতে জলে দ্রবণীয় পদার্থ 'লিচিং' দ্বারা বেরিয়ে যায়। বিশেষ করে সোলানেসী গোত্রভুক্ত উপক্ষার (অ্যালকালয়েড), গ্লাইকোসাইড, এমনকি উদ্বায়ী তেল উৎপাদক উদ্ভিদে। হয়তো এই কারণেই বর্ষাকালে কিছু সুস্থ উদ্ভিদেও সক্রিয় উপাদান তৈরি হ্রাস পায়।

(d) দিবা-দৈর্ঘ্য (Day length) : আলোর পরিমাণ এবং তীব্রতার প্রয়োজন সকল উদ্ভিদে সমান নয়। বণ্য অবস্থায় কোনও উদ্ভিদ ছায়াবৃত থাকলে, তার চাষের সময় একই ছায়ার বন্দোবস্ত করতে হয়। পূর্ণ সূর্যালোকে ধুতরা, বেলাডোনা এবং সিনকোনা (***Cinchona ledgeriana***) উদ্ভিদে ছায়াবৃত অবস্থায় অপেক্ষার অধিকতর উপক্ষার তৈরি হতে দেখা গেছে। দীর্ঘক্ষণ তীব্র আলোকে এক জাতির ধুতরায় (***Datura stramonium var. tatula***) ফুল ফোটাবার সময়, উপক্ষার হায়োসিনের (tropane alkaloid hyoscine) মাত্রা উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পায়। বড় এবং ছোট দিবসে (long and short day) বিলেতী পুদিনার (***Mentha piperita***) উদ্বায়ী তেলের উপাদানে তারতম্য ঘটে।

(e) উচ্চতা (Altitude) : নিচু জায়গায় সিনকোনা (***Cinchona succirubra***) ভালোই জন্মায়, কিন্তু উপক্ষার তৈরি হয় নগণ্য। চা, কফি, কোকো, ভেষজি রাবার্ব (rhubarb, *Rheum sp.*) এবং সিনকোনা মূলত উঁচু জায়গার উদ্ভিদ। অপরদিকে অ্যাকোনাইট (Aconite, ***Aconitum napellus***) এবং লোবেলিয়াতে (***Lobelia inflata***) উপক্ষার এবং থাইম (Thyme, ***Thymus vulgaris***) বিলেতী পুদিনার (***Mentha piperita***) তেলের পরিমাণ হ্রাস পায়। পাইরেথ্রাম (pyrethrum, ***Tanacetum cinerariifolium***) থেকে সর্বোচ্চ পরিমান পাইরেথ্রিন (pyrethrin একটি কীটনাশক) মেলে উঁচু জায়গায় কিংবা নিরক্ষ রেখার সন্নিকটে, কিন্তু অঙ্গজ বৃদ্ধি বেশি হয় নিচু জায়গায় যথাযথ সেচ ব্যবস্থা থাকলে।

(f) সংগ্রহ (Collection) : ভেষজ সংগ্রহ বা ফসল তোলবার সঠিক সময় একজন ভেষজ উদ্ভিদবিদের পক্ষে জানা খুবই জরুরী। কেননা, ভেষজ উপাদানের প্রকৃতি এবং পরিমান বহু উদ্ভিদেই বছরের সকল সময় এক থাকে না। বলা বাহুল্য যে, ভেষজি অংশ এবং তার সক্রিয় উপাদান যখন উৎকৃষ্ট অবস্থায় সর্বোচ্চ পরিমানে পাওয়া যায় ঠিক তখনই তাদের সংগ্রহ করা উচিত। কোন ঋতুতে বা সঠিক কোন সময়ে কতো বড় উদ্ভিদ থেকে ফসল সংগ্রহ করতে হবে, অনেক ক্ষেত্রেই প্রত্যক্ষ অভিজ্ঞতার মাধ্যমে তা জানতে হয়। যেমন, সেন্নার পাতা (***Senna***) বা ডিজিট্যালিসের (***Digitalis***) সঙ্গে অল্প নির্দিষ্ট পরিমানে পত্রবৃন্ত থাকা অনুমোদিত। সামান্য ভেজা আবহাওয়ার পর বল্কল সংগ্রহ করা হয় কেননা তখন ছাড়ানো অপেক্ষাকৃত সহজ। অপর পক্ষে, শুষ্ক আবহাওয়া দরকার হয় বুঁদ,রজন প্রভৃতি সংগ্রহের সময়।

(g) শুষ্ককরণ (Drying) : এনজাইম বা উৎসেচক বিক্রিয়া উৎসাহ দিতে হলে, ধীরে অল্প তাপমাত্রায় . ভেষজ অংশটি শুকাতে হয়। অন্যথায় সংগ্রহের পর যত সম্ভব শুকানো উচিত। ফসল সংগ্রহ স্থলের বা সন্নিকটে শুকানোর বন্দোবস্ত থাকলে খুবই উপকার হয়। যেমন, উদ্বায়ী তেল বিশিষ্ট ভেষজ খুব শীঘ্র না শুকালে, সুগন্ধ অনেকটাই নষ্ট হয়। এছাড়া ছত্রাক আক্রমণের সম্ভাবনা থাকে। উপরন্তু শুষ্ক অবস্থায় পরিবহনের খরচ অনেকাংশে কমানো যায়।

(h) গুদামজাতকরণ (Storage) : দু-একটি ভেষজ ছাড়া (যেমন, কাসকারা'র বল্কল ***Cascara*** bark***)*** বেশিদিন গুদামজাত করা উচিত নয়। কয়েকটি ভেষজ সতর্কতা সত্বেও বিনষ্ট হয়ে যায়। যথা-ইন্ডিয়ান হেম্প (India hemp, ***Apocynum cannabinum***) এবং সার্সাপারিল্লা (sarsaparilla, ***Smilax spp.***)। সাধারণভাবে ব্যবহৃত বাক্সে বা পাত্রে রাখলে ভেষজগুলি 10-12% জলীয় বাষ্প শোষণ করে। এদের বাতাসে শুকানো বা air-dried বলে চিহ্নিত করা হয়। অনুমোদিত জলীয় বাষ্পের মাত্রা ফার্মাকোপিয়ায় নির্দিষ্ট করা থাকে। কোনও কোনও ক্ষেত্রে অনুজীবের সংক্রমণ ইত্যাদির হাত থেকে রক্ষা করতে, গুদামজাত করবার পূর্বে নির্বীজকরণ করা প্রয়োজন হতে পারে ইথাইলিন অক্সাইড (ethylene oxide) বা মিথাইল ক্লোরাইড (methyl chloride) দ্বারা। সেক্ষেত্রে আবার বিষাক্ত অবশিষ্টাংশ (toxic residue) দূর করবার সমস্যা থেকে যায়।

20.3.4 মূল্যায়ণ (Evaluation)

কোনোও ভেষজ বাজারজাত করবার পূর্বে তার সঠিক মূল্যায়ন, অর্থাৎ চিহ্নিতকরণ বা সনাক্তকরণ (identification) এবং তার মান যাচাই, শুদ্ধতা নিশ্চিত করা, আবশ্যিক কর্তব্য। একটি ভেষজের মূল্যায়ন সম্পন্ন হয় কয়েকটি নির্দিষ্ট পদ্ধতির মাধ্যমে, যথা-অর্গানোলেপটিক (organoleptic) মাইক্রোস্কোপিক (microscopic) জৈবিক (biologic), রাসায়নিক (chemical) এবং ভৌত (physical)।

- **অর্গানোলেপটিক :** ইন্দ্রিয় দ্বারা ভেষজের মূল্যায়ন—যথা বর্ণ, গন্ধ, স্বাদ, স্পর্শ, নির্দিষ্ট রেখা বরাবর ভাঙবার আওয়াজ (sound or ‘snap’ along a fracture)।
- **মাইক্রোস্কোপিক বা আণুবীক্ষণিক :** গুঁড়োকরা ভেষজ (powdered drug) এবং ভেজাল পরীক্ষা করতে গেলে অণুবীক্ষণ যন্ত্র অপরিহার্য। রঙ, গন্ধ এবং স্বাদ ব্যতিরেকে গুঁড়ো করা ভেষজের আর কোনও বৈশিষ্ট্যই খালি চোখে দেখা যায় না। অণুবীক্ষণিক মূল্যায়ন, অংশবিশেষ পরিমাপক বা (quantitative microscopy) নামে খ্যাত। বহু ক্ষেত্রে গুঁড়ো বা খুব ছোট পত্রের ভেষজে এমন কিছু বৈশিষ্ট্য আছে, যা অনুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে সনাক্ত করা যায়। এমন কয়েকটি পদ্ধতির নাম প্যালিসেড অনুপাত (Palisade ratio), পত্ররন্ধ্রের সংখ্যা এবং সূচক (stomatal number and index), ক্ষুদ্রশিরা দ্বীপ (vein islet) ইত্যাদি।
- **জৈবিক (biologic) /জৈব-পরিমাপ (bioassay) :** মূল্যায়ন বা প্রমিতকরণের (standardization) উদ্দেশ্যে, ভেষজের ফার্মাকোলজিকাল ক্রিয়া ব্যবহৃত হয়। জীবিত প্রাণী, অখণ্ড অঙ্গ ইত্যাদি জৈবিক কলার উপর প্রয়োগ করে ভেষজের শক্তি পরিমাপ করা হয়ে থাকে। তাই এই ধরনের মূল্যায়ন পদ্ধতিকে জৈব পরিমাপ (Bioassay) বলা হয়। অ্যান্টিবায়োটিক, অ্যান্টিটিউমার ড্রাগ প্রভৃতিতে জৈব পরিমাপ করা হয়।
- **রাসায়নিক (chemical) :** অধিকাংশ প্রাকৃতিক ভেষজের সক্রিয় উপাদান আজ জানা গেছে। তাই অশোধিত ভেষজের (crude drugs) রাসায়নিক পদ্ধতির মাধ্যমে মূল্যায়ন খুবই নির্ভরযোগ্য মনে করা হয় এবং এই পদ্ধতি বহু ব্যবহৃত। যেমন, নাকস ভোমিকায় (Nux vomica) স্ট্রিকনিন-এর (Strychnine) পরিমান, আফিমের (opium) মরফিন (morphine), বহু ভেষজের মোট উপক্ষারের পরিমান (total alkaloids) প্রভৃতি মূল্যায়ন করবার রাসায়নিকপদ্ধতিই শ্রেয়।
- **ভৌত (physical) :** অশোধিত ভেষজ ভৌত ধ্রুবকের (physical constants) প্রয়োগ খুবই সীমিত। কিন্তু ভেষজের সক্রিয় উপাদানের ক্ষেত্রে অনায়াসেই এই ধ্রবকগুলি প্রয়োগ করা যায়। যথা উপক্ষারে, উদ্বায়ী এবং স্থায়ী তেলের ক্ষেত্রে ইত্যাদি।

20.4 ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার গুরুত্ব (Importance of Pharmacognosy)

ভেষজ উদ্ভিদের গুরুত্বই হলো ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যার গুরুত্ব। একদিকে যেমন চিকিৎসার সঙ্গে বিকল্প

চিকিৎসার দিকে মানুষ ঝুঁকছে (প্রসঙ্গত, এক আকুপাংচার জাতীয় চিকিৎসা পদ্ধতি ছাড়া প্রায় সকল বিকল্প এশীয় চিকিৎসা শাস্ত্র ভেষজের উপরনির্ভরশীল), অপরদিকে অনেক দুরারোগ্য ব্যধিতে হয়তো ভেষজই কেবল ভরসা। উদ্ভিদবিজ্ঞানের সমস্ত উন্নত, আধুনিক শাখা, যেমন কোষ এবং কলা কালচার (cell and tissue culture) জেনেটিক মলিকুলার বায়োলজি (molecular biology) বা আনবিক জীব বিদযা, বায়োটেকনোলজি (biotechnology) আজ ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যায় প্রয়োগ করা হয়েছে। ফার্মাসি, রাসায়নিক প্রযুক্তিবিদ্যার সমস্ত রকম প্রকৌশল করায়ত্ত করতে হচ্ছে। কেননা এখনকার কিছু মারণ ব্যাধির বিশল্যকরণীর খোঁজে (এবং তৎসগে মুনাফা), বহুজাতিক সংস্থাগুলি প্রচুর অর্থ এবং লোকবল নিয়োজিত করেছে। কয়েকটি উদাহরণ দিলে হয়তো বুঝতে সুবিধা হবে।

- কেন্দ্রীয় সরকারের একটি হিসাব অনুসারে ভারতীয় বিভিন্ন চিকিৎসা পদ্ধতিতে যতো ভেষজ উদ্ভিদের প্রয়োজন, তার মধ্যে আয়ুর্বেদী ওষুধে 1769 টি, হোমিওপ্যাথি ওষুধে 482 টি, সিদ্ধা ওষুধে 1121, ইউনানিতে 751, তিব্বতি চিকিৎসায় 279 এবং প্রথাগত চিকিৎসায় আরও 4671 টি ঔষধি আছে। কিন্তু এদের 90% ছড়িয়ে আছে বনাঞ্চলে। ভারতীয় চিকিৎসাশাস্ত্র থেকে আধুনিক বিজ্ঞান বহু মূল্যবান ভেষজ লাভ করেছে। এদের মধ্যে উল্লেখ্য—উচ্চ রক্তচাপে ব্যবহৃত সর্পগন্ধা (***Rauwolfia serpentina***), হলুদ (***Curcuma longa***) ও নিম (***Azadirachta indica***) এবং তাদের বহুবিধ ব্যবহার, যা পেটেন্ট করবার জন্য উদগ্রীব কয়েকটি বহুজাতিক সংস্থা। বাসক (***Justicia adhatoda***), নাক্স ভূমিকা (***Strychnos nux vomica***), চিরতা (***Swertia chirata***) শতমূলী (***Asparagus racemosus***) প্রভূতি আয়ুর্বেদ শাস্ত্রের অতিব্যবহৃত ভেষজ উদ্ভিদ। চিনাদের ওষুধ প্রস্তুতিবিধিও (Zhong Yao) বিশেষ উন্নত ছিল। তাদের মহুয়াং (Ma Huang) 5000 বছর ধরে ব্যবহৃত। বর্তমানে যার নাম ***Ephedra Sp.*** এবং যার থেকে তৈরি এফিড্রিন (ephedrine) কাশি, হাঁপানি প্রভৃতি ব্যাধিতে বহুল ব্যবহৃত। তাদের মহৌষধ, শক্তিবর্দ্ধক জিনসেং (ginseng) উদ্ভূত *Panax ginseng* নামক উদ্ভিদ থেকে যার একটি গাছের মূল 10,000 মার্কিন ডলার এ ক্রয় হয়। তাদের 'হুয়াংহুয়াহাওষু' নামক উদ্ভিদ (***Artemisia annua***) থেকে প্রাপ্ত সেসকুইটারপিন ল্যাকটোন (sesquiterpene lactone) আর্টিমিসিনিন (artemisinin) প্লাসমোডিয়াম ভিভাক্স (***Plasmodium vivax***) ঘটিত ম্যালেরিয়ার খুবই উপকারী। প্রসঙ্গত, চিনাদের vec IR খণ্ডে প্রকাশিত জাতীয় ফার্মাকোপিয়া (Pharmacopoeia of the People' Republic of China, 1978) হচ্ছে একমাত্র আধুনিক প্রস্তুতিবিধি, যেখানে সনাতনী চিকিৎসা পদ্ধতির পূর্ণ মর্যাদাও স্বীকৃতি দেওয়া হয়েছে।
- নয়নতারা গাছ (***Catharanthus roseus***) থেকে শতাধিক রাসায়নিক পদার্থ পৃথক করে তাদের জৈব পরিমাপের (bioassay) সময় দেখা যায় যে তাদের দুটি ইন্ডোল অ্যালকালয়েড বা উপক্ষার (ভিনক্রিস্টিন এবং ভিনব্লাস্টিন) খুবই সম্ভাবনাপূর্ণ রক্ত ক্যান্সার কোমোথেরাপিতে (cancer chemotherapy)। ভিনক্রিসটিন (vincristine) তীব্র লিউকোমিয়া আক্রান্ত শিশুদের 90% ক্ষেত্রে রোগের উপশম ঘটাতে সক্ষম হচ্ছে। ভিনব্লাস্টিন (vinblastine) অনুরূপভাবে

হজকিস রোগ 80% অধিক ক্ষেত্রে নিরাময় করতে সক্ষম হয়েছে। এই দুটি উপক্ষারের রাসায়নিক গঠনের পার্থক্য খুবই সামান্য, কিন্তু জৈব ক্রিয়া মানুষের ক্যান্সার নিরাময়ের ক্ষেত্রে বিশিষ্ট। অধিকতর পরিমানে উৎপন্ন ভিনব্লাস্টিন থেকে ভিনক্রিস্টিন তৈরি করা যায়। যার চাহিদা অপেক্ষাকৃত বেশি। সামান্য ভৌত পরিবর্তন ঘটিয়ে ভিনডেসিন **(vindesine)** তৈরি করা গেছে বা তীব্র লিউকিমিয়া আক্রান্ত শিশুদের ইদানীং দেওয়া হচ্ছে। বাণিজ্যিক ভাবে উৎপন্ন এই ভেষজ, রোগ নিরাময়ের সঙ্গে ভৌত গঠন সক্রিয়তা সম্বন্ধীয় গবেষণা (structure-activity relationship) এবং গঠনগতভাবে সদৃশ যৌগের (structural analogues) আবিষ্কারের গবেষণায় নতুন মাত্রা যোগ করেছে।

- ভেষজ উদ্ভিদ বিদ্যার গুরুত্ব বোঝাতে আরেকটা উদাহরণ—প্যাসিফিক মহাসাগর উপকূলবর্তী ইউ (Pacific yew) গাছ বা ***Taxus brevifolia***-র বল্কল (bark) থেকে খুব অল্প পরিমানে ট্যাক্সল নামক এক হাইড্রোফোবিক (hydrophobic), জটিল ডাই-টারপিনয়েড যৌগ (a complex diterpenoid) আবিষ্কৃত হয়। যার অনন্য ফিনাইল আইসোসেরাইন পার্শ্ব চেন (phenylisoserine side chain) থাকবার ফলে এক প্রকারের ডিম্বাশয়ের ক্যান্সার এরা প্রতিরোধ করতে পারে। এ ধরনের আনবিক গঠন যে টিউমার প্রতিরোধ করতে পারে, ফার্মকোলজিস্টদের তা অজ্ঞাত ছিল। ভেষজ উদ্ভিদের যৌগ এভাবে গবেষণায় নতুন দিগন্ত খুলে দেয়। এটি এই বিজ্ঞান শাখার অপর গুরুত্ব। যদিও এক কিলো ভেষজের জন্য 12,000 গাছ কাটতে হয়। যার থেকে 27,000 কেজি ছাল ছাড়াতে হয়। একটি ডোজ ওষুধের জন্য ছয়টি গাছ কাটতে হবে, যেখানে একটি গাছ পরিণত হয় 70-100 বছরে। বিজ্ঞানীরা অবশ্য বর্তমানে ***Taxus baccata*** নামক প্রজাতির পাতা থেকে ব্যাকাটিন-3 (baccatin-3) বা 10-deacetyl baccatin নামক যৌগের সহায়তায় ট্যাকসল সংশ্লেষ করছেন।

- সম্প্রতি দেখা গেছে যে একপ্রকার ছত্রাক **(*Taxomyces andreanae*)** যা এই বৃক্ষের বল্কলে বাস করে, তার মধ্যে ট্যাক্সলের সন্ধান পাওয়া যায় এবং কালচার করলে, ছত্রাক ট্যাক্সল তৈরি করে। অর্থাৎ এই ভেষজের জেনেটিক ভিত্তি বিরাজমান এই ছত্রাকে। এ বৃক্ষ নিধন না করে কম খরচে কোষ কালচারের মাধ্যমে ট্যাকসল পাওয়া যায় কিনা তার গবেষণাও চলেছে এবং প্রচলিত চিকিৎসা রীতির সঙ্গে ট্যাকসল প্রয়োগে স্তন, ফুসফুস ও মেলানোমা (melanoma) বা কৃষ্ণার্বুদ চিকিৎসায় নতুন সম্ভাবনা খতিয়ে দেখা হচ্ছে।

- ভেষজ উদ্ভিদবিজ্ঞান এক স্পেশালাইজড ফলিত বিজ্ঞান, যার সঙ্গে টোটকা-ঝাড়-ফুঁকের কোনও সম্বন্ধ নেই। একটি বিশেষ কোনও উদ্ভিদের প্রতিটি অংশের প্রতি উপাদান রসায়নাগারে পৃথক করে তার জৈব পরিমাপ (bio-assay) সম্ভব হলে করতে হয়। উল্লেখযোগ্য কোনও ফার্মাকোলজিকাল ক্রিয়া বা প্রভাব পরিলক্ষিত হলে, সে অংশের প্রতিটি উপাদান পৃথক করে তার কায়তান্ত্রিক বা থেরাপিউটিক (therapeutic) মূল্য যাচাই করতে হয়। তারপর, অন্তত

দুই থেকে তিন দফায় ক্লিনিকাল ট্রায়াল চলে। কোনও ক্ষেত্রে, তার পূর্বে প্রি-ক্লিনিকাল টক্সিকোলজিকাল টেস্টিং (preclinical toxicological testing) সেরে নিতে হয়। একসময় ***Valeriana*** নামক উদ্ভিদ তার নিস্তেজক (sedative) ধর্মের জন্য খ্যাত হওয়া সত্বেও ব্রিটিশ ফার্মাকাপিয়া থেকে বাদ পড়েছিল। কেননা তার কোনও উপাদান উদ্বায়ী তেল, উপক্ষার ইত্যাদির সঙ্গে তার নিস্তেজক ধর্ম মেলানো যাচ্ছিল না। পরে, তার শিকড়ে একদল নতুন যৌগ (ইপক্সি ইরিডয়েড এসটার epoxy iridoid esters) আবিষ্কৃত হয়, যার নিস্তেজক গুণ প্রমাণিত হয়। এই পুনর্মূল্যায়নের ফলে, ***Valeriana*** ফার্মাকোপিয়াতে তার স্থান ফিরে পায়। অপরদিকে, ***Symphytum officinale*** যা কমফ্রে (comfrey) নামে পরিচিত, বরাবর 'নির্ভয়ে' খাওয়া যেতে পারে বলে আখ্যাত, এর থেকে চা বহু জায়গায় বানিয়ে খাওয়া হয়। পরে, এতে অল্প পরিমান পাইরোলিজিডিন অ্যালকালয়েড (pyrrolizidine alkaloid) ধরা পরে যা লিভার-এর ক্ষতি করে (hepatotoxic) এবং ইঁদুরে লিভার ক্যান্সার ঘটায়। অর্থাৎ নিরাবেগ, বৈজ্ঞানিক মূল্যায়নের ভিত্তিতেই ভেষজ উদ্ভিদ গ্রহণ করা উচিত। এশীয় বা বিকল্প ঔষধির এটিই দুর্বলতম জায়গা। সঠিক মূল্যায়ন, শুদ্ধতা পরীক্ষা, ফর্মুলা মেনে চলার দায়বদ্ধতা, নির্দিষ্ট মানে পৌঁছানো, নির্দিষ্ট ডোজ পরীক্ষা (standardization) প্রভৃতি ক্ষেত্রে ঘাটতি রয়েছে ভেষজ উদ্ভিদের। তবুও মনে রাখতে হবে যে আজও ডাক্তারের প্রেসক্রিপশনের অর্দ্ধেক ওষুধের উৎস হচ্ছে ভেষজ এবং 200 বছর পূর্বে উদ্ভিদবিদ্যা চিকিৎসাশাস্ত্রের একটি শাখারূপে বিবেচিত হতো। ফার্মাসিস্ট এবং রসায়নবিদকে সঙ্গে নিয়ে ভেষজ উদ্ভিদবিদেরা তাই উপরোক্ত ঘাটতি পূরণের কাজে ব্রতী হয়েছেন।

20.5 সারাংশ

ভেষজ উদ্ভিদ, অর্থাৎ যে সকল উদ্ভিদে ঔষধি গুণাগুণ রয়েছে, সমগ্র উদ্ভিদজগতে বিরাজ করছে পৃথিবীতে মানুষের আবির্ভাবের পূর্ব থেকে। এদের থেকে প্রাপ্ত ঔষধির অন্বেষণ, সনাক্তকরণ, মূল্যায়ন, পৃথকীকরণ, রাসায়নিক বিশ্লেষণ এবং উদ্ভিদদেহে কীভাবে এরা সৃষ্টি হচ্ছে তার অনুসন্ধান, এই ফলিত বিজ্ঞান শাখার সারাৎসার। ঔষধি গুণ নিহিত থাকে উদ্ভিদে অশোধিত রূপে (crude drugs)। তাদের থেকে নিষ্কাশন এবং বিবিধ শোধন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে আমরা সক্রিয় উপাদান (active constituents) বের করে, পরীক্ষা ও পরিমাপের মাধ্যমে কায়তান্ত্রিক মূল্য (therapeutic use) নির্ধারণ করি। উদ্ভিদ নির্যাসের এই প্রকার পরীক্ষা, পরিমাপ একটি স্বতন্ত্র শাখা, উদ্ভিদ রসায়ন (Phytochemistry) এর অন্তর্গত। অবশ্য, প্রত্যক্ষ ঔষধি গুণ নেই এমন কয়েকটি আনুষঙ্গিক পদার্থও এই বিষয়ের অধিগত। ভেষজের জৈবিক ও ভৌগোলিক উৎস সন্ধান, তাদের সংগ্রহ এবং সংরক্ষণ করে আরও কিছু প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তাদের বাণিজ্যিক উপযোগী করে তোলা যায়। বাজারজাত করবার পূর্বে অবশ্য ভেষজি উপাদানের সঠিক চিহ্নিতকরণ, মান ও শুদ্ধতা যাচাই করে নিতে হয়। ভেজাল বা অন্য অনভিপ্রেত অংশ বাদ যায়। ভেষজের এরূপ মূল্যায়ন সম্পন্ন করা হয় কয়েকটি নির্দিষ্ট পদ্ধতির মাধ্যমে। যথা—অর্গানোলেপ্টিক,

মাইক্রোস্কোপিক, জৈবিক, রাসায়নিক এবং ভৌত পদ্ধতি।

পশ্চিমী অ্যালোপ্যথিক চিকিৎসার কিছু সীমাবদ্ধতার জন্য জনসাধারণ দুশো বছর পর পুণরায় ভেষজ চিকিৎসার দিকে ঝুঁকছে। আয়ুর্বেদী, ইউনানি, চিনা, হোমিওপ্যাথি চিকিৎসাশাস্ত্রে ব্যবহৃত ভেষজ উদ্ভিদগুলি নিয়ে। বিগত তিন দশক ধরে ব্যাপক গবেষণা চলছে। আজ কুইনাইন, ডিজক্সিন, এফেড্রিন, অ্যাট্রোপিন, ভিনক্রিস্টিন, ভিনব্লাস্টিন জাতীয় ভেষজ ঔষধি, আধুনিক চিকিৎসায় অপরিহার্য।

20.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

(a) ফার্মাকগনসি বা ভেষজ উদ্ভিদবিদ্যা কাকে বলে?

(b) ভেষজ প্রস্তুতির শর্তাবলী কি কি?

(c) অর্গানোলেপটিক স্টাডি (Organoleptic study) কী?

(d) Quantitative microscopy কী?

20.7 উত্তরমালা

(a) দ্রঃ 20.2

(b) দ্রঃ 20.3.3

(c) দ্রঃ 20.3.4

(d) দ্রঃ 20.3.4

একক 21 ❑ কয়েকটি ভেষজ উদ্ভিদ : নাম, গোত্র, সক্রিয় উপাদান ও ব্যবহার

গঠন

21.0 উদ্দেশ্য

21.1 প্রস্তাবনা

21.2 ভূমিকা

21.3 ইপিকাক **(Ipecac)**

  21.3.1 সক্রিয় উপাদান

  21.3.2 ব্যবহার

21.4 কালমেঘ **(Kalmegh)**

  21.4.1 সক্রিয় উপাদান

  21.4.2 ব্যবহার

21.5 নিম **(Neem)**

  21.5.1 সক্রিয় উপাদান

  21.5.2 ব্যবহার

21.6 বাসক **(Vasaka)**

  21.6.1 সক্রিয় উপাদান

  21.6.2 ব্যবহার

21.7 সারাংশ

21.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

21.9 উত্তরমালা

21.0 উদ্দেশ্য

বর্তমান এককটি পাঠ করে আপনি নিম্নোক্ত বিষয়গুলি সম্বন্ধে অবগত হবেন।

- বর্ণিত ভেষজ উদ্ভিদগুলির বৈজ্ঞানিক নাম ও গোত্র সম্বন্ধে পরিচিত হবেন।
- ভেষজ উদ্ভিদগুলির সক্রিয় উপাদান সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
- বিভিন্ন রোগে ভেষজ উদ্ভিদগুলির ব্যবহার বর্ণনা করতে সক্ষম হবেন।

21.1 প্রস্তাবনা

পূর্বেকার এককে ভেষজ উদ্ভিদ বিদ্যার শাখাটির কার্যপদ্ধতি ও গুরুত্ব সবিস্তারে আলোচনা করা হয়েছে। বর্তমানে এককে কয়েকটি ভেষজ উদ্ভিদ নিয়ে স্বল্প পরিসরে আলোচনা করা হবে। ভেষজ উদ্ভিদের তালিকা অফুরন্ত। তাই নির্বাচিত ভেষজ উদ্ভিদগুলি সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ এমন বক্তব্য সঠিক নয়। এই এককে বর্ণিত রয়েছে এমন ভেষজ যা উদ্ভিদের বিভিন্ন অঙ্গ থেকে সংগৃহীত হয়, যেমন ছাল-ইপিকাক এবং পাতা—কালমেঘ, নিম, বাসক। এশীয় বা দেশজ চিকিৎসা পদ্ধতিতে প্রচলিত চিকিৎসাশাস্ত্রে এবং ওষুধ শিল্পে আলোচ্য উদ্ভিদগুলির গুরুত্ব অপরিসিম।

21.2 ভূমিকা

এশীয় চিকিৎসা ব্যবস্থায় (অর্থাৎ আয়ুর্বেদী, উনানী এবং চিনা তিব্বতী) ভেষজ উদ্ভিদই প্রধান অবলম্বন। আয়ুর্বেদের প্রথম লিপিবদ্ধ গ্রন্থ 'চরক সংহিতায়' (খৃঃ পূঃ 900 সাল) 341 টি উদ্ভিদ এবং উদ্ভিজ্জ দ্রব্যের উল্লেখ রয়েছে। এটি মূলত কায়চিকিৎসা বা থেরাপিউটিক্স (therapeutics) সংক্রান্ত। পরের গ্রন্থ 'সুশ্রুত সংহিতায়'(খৃঃ পূঃ 600 সাল), 395 টি ভেষজ উদ্ভিদের ব্যবহার উল্লেখিত রয়েছে। এই গ্রন্থটি ছিল শল্য চিকিৎসা (surgery) কেন্দ্রিক। এরপর বাগভট্ট'র 'অষ্টাঙ্গহৃদয়'-এর নাম করতে হয় (আজ থেকে 1300 বছর পূর্বে) চরক, সুশ্রুত, বাগভট্ট হলেন আয়ুর্বেদের প্রধান ত্রয়ী (**'বৃহত ত্রয়'**)।

শরঙ্গধারা (1300 খৃষ্টাব্দ) তাঁর শরঙ্গধারা সংহিতায়, আয়ুর্বেদী মেটিরিয়া মেডিকা, সুশৃঙ্খল ক্রমানুসারে প্রথম বিন্যাস করেন। মগধের ভব মিশ্র 1550 সালে লেখেন 'ভব প্রকাশ যেখানে তিনি 470 টি ভেষজ উদ্ভিদের উল্লেখ করেন। মাধব (মাধবানিদানম-এর স্রষ্টা), শরঙ্গধারা ও ভব মিশ্র হলো আয়ুর্বেদের **'লঘু ত্রয়'**। সপ্তম থেকে ষোড়শ শতাব্দীর মধ্যের প্রচুর চিকিৎসা গ্রন্থ (নিঘণ্টু গ্রন্থ) রচিত হয়েছে (প্রায় 770টি)। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য নরহরি পণ্ডিতের 'রাজ নিঘণ্টু' এবং মদনপালের 'মদনপাল নিঘন্টু, যা ভেষজ উদ্ভিদের উপর প্রামান্য গ্রন্থ হিসাবে স্বীকৃত।

দেশজ ও পশ্চিমী চিকিৎসারীতির মধ্যে এক মৌলিক প্রভেদ লক্ষ্য করা যায়। দেশজ চিকিৎসায় বহু ক্ষেত্রে উদ্ভিদাংশের অশোধিত রস বা নির্যাস সেবন করা হয়। কিংবা এই রস/নির্যাস অন্য কোনও

ভেষজের সঙ্গে (যেমন আদা, গোলমরিচ ইত্যাদি) মিশিয়ে সেবন করা হয়। পশ্চিমী চিকিৎসায় কিন্তু পৃথকীকৃত (isolated) কোনও একটি সক্রিয় উপাদানের কায়তান্ত্রিক কার্যকারিতা নিরুপণ করা হয়। এবং এ প্রকারের রিডাকশানিস্ট (reductionist) বা মূলক রূপান্তরবাদী প্রয়োগবিধির মাধ্যমেই শুধু বিজ্ঞান অগ্রসর হয় বলে অনেকের ধারণা। ফলতো বৈদ্য হাকিমের ওষুধ অবৈজ্ঞানিক টোটকা বলে উড়িয়ে দেওয়ার এক প্রবণতা দেখা যায়। এই দুই আপাতবিরোধী প্রকৌশলের মধ্যে সমাঞ্জস্যবিধান আজ সম্ভব হচ্ছে আধুনিক গবেষণার মাধ্যমে। যেমন গোলমরিচের উপক্ষার piperine-এর সঙ্গে যক্ষ্ম ারোধকারী অ্যান্টিবায়োটিক রিফ্যামপিসিন প্রয়োগ করলে, অ্যান্টিবায়োটিকের পরিমান অনেক কম লাগে, ফলে পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া হয় ন্যূনতম। পাইপেরিন খুব দ্রুত পাকস্থলী দ্বারা শোষিত হয় এবং এটি ওষুধকে খুব দ্রুত নির্দিষ্ট অংশে (targer site) প্রেরণ করে। তাই পাইপেরিনকে জৈব-লভ্যতা বৃদ্ধিকারক (bioavailability enhancer) বলা হয়। অনুরূপভাবে চালমুগরার তেল, তার সক্রিয় উপাদান হিডনোকারপিক অ্যাসিড (hydnocarpic acid) অপেক্ষা বেশি উপকারী কুষ্ঠ, একজিমা প্রভৃতি রোগে। সম্ভবত চালমুগরার তেলে থাকে 5-methoxyhydrocarpin (MHC) বা তার সদৃশ কোনও যৌগ (analogue) যা মূল সক্রিয় উপাদানের কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি করে (potentiator)।

দারুহরিদ্রা জাতীয় উদ্ভিদের (***Berberis fremontii***) বারবেরিন (berberine) নামক উপক্ষার-এর সঙ্গে MHC'র উপস্থিতি সত্যিই টের পান এক মার্কিন বিজ্ঞানী। যার ফলে দ্রারুহরিদ্রায় ব্যাকটিরিয়া প্রতিরোধী ক্ষমতা বিদ্যমান। পশ্চিমী জৈবরসায়নবিদ ও ভেষজ উদ্ভিদ বিজ্ঞানীরা এতকাল সক্রিয় উপাদান নিষ্কাশন করতে গিয়ে জৈব লভ্যতা বা কার্যক্ষমতা বৃদ্ধিকারক অত্যাবশ্যক রাসায়নিক পদার্থের খবর রাখেননি, তা আজ স্বীকার করছেন।

ভেষজ উদ্ভিদ নিয়ে পরীক্ষা ও তাদের রাসায়নিক বিশ্লেষণেরর পথিকৃৎ যে অনেক ভারতীয় বিজ্ঞানী তা অনেক সময় আমরা বিস্মৃত হই। সর্পগন্ধার উপক্ষার আজ থেকে 70 বছর পূর্বে আবিষ্কার করেন বৈজ্ঞানিক এস. সিদ্দিকি (S. Siddiqui) এবং তাদের কার্যকারিতা দেখান বৈজ্ঞানিক (R.J. Vakil)। এনাদের কাজ সারা বিশ্বে আলোড়ন ফেলে এবং ভেষজ উদ্ভিদ নিয়ে গবেষণা নব উদ্দীপনা দেখা দেয়। এমনকি, দ্রারুহরিদ্রায় MHC'র উপস্থিতি আজ থেকে প্রায় 30 বছর পূর্বে দেখিয়েছেন বৈজ্ঞানিক টি. আর. শেষাদ্রি (T.R.Seshadri), কে.আর রঙ্গনাথন (K.R. Ranganathan) ও এম. আর পার্থসারথি (M.R. Parthasarathi)। বিজ্ঞানের অগ্রগতিতে ভারতীয় পথিকৃৎদের অবদান অবিস্মরণীয়।

21.3 ইপিকাক (Ipecac)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Carapichea ipecacuanha* (Brot.) L. Andersson**

Synonym : Cephaelis ipecacuanha

গোত্র : রুবিয়েসী (Rubiaceae)

21.3.1 সক্রিয় উপাদান (Active Constituents)

ইপকাকের মূল এবং গ্রন্থিকাণ্ড থেকে প্রধান পাঁচটি উপক্ষার মেলে যথা-এমেটিন (Emetin), সিফেলিন (Cephaeline), সাইকট্রিন (Psychotrine), সাইকট্রিন মিথাইল ইথার (Psychotrine methyl ether) এবং এমেট্যামিন (Emetamine)। এদের সঙ্গে স্বল্প পরিমাণে (trace amounts) ইপিক্যামিন (Ipecamine) এবং হাইড্রোইপিক্যামিন (hydroipecamine) পাওয়া যায়, যার এখন পর্যন্ত উল্লেখযোগ্যর কোনও কায়তান্ত্রিক মূল্য নির্ধারণ করা যায় নি। এ সকল উপক্ষারগুলি আইসোকুইনোলিন উপজাত (isoquinoline derivatives) এবং পরস্পরের সঙ্গে সম্বন্ধযুক্ত। তৈরি ইপিকাকুয়ানহা (Prepared ipecauanha) হচ্ছে গুঁড়ো ড্রাগ যেখানে সমগ্র উপক্ষার রাখা হয় শতকরা 1.90-2.10 ভাগ।

ভারতে ইপিকাকে প্রায় 2% সমগ্র উপক্ষার (total alkaloid) মেলে যার 1.39% হলো এমেটিন। ব্রাজিলে, সমগ্র উপক্ষারের পরিমাণ 2-2.4% যদিও সেখানে ইপিকাক আর সুলভ নয়।

21.3.2 ব্যবহার (uses)

- ইপিকাক বমন কারক (emetic), ঘর্ম সঞ্চায়ক (diaphoretic) এবং কফ বহিষ্কারক (expectorant)।
- অ্যামিবিক আমাশয় (amoebic dysentery) রোগে এটি বহুদিন ধরে ব্যবহৃত হচ্ছে।
- ইপিকাক খুব অল্প মাত্রায় পাকস্থলী উত্তেজিত করে ক্ষুদার উদ্রেক বা হজমের সহায়তা করে।

21.4 কালমেঘ (Kalmegh)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Andrographis paniculata* (Burm.f.) Wall ex Nees**

গোত্র : অ্যাকানথেসী (Acanthaceae)

21.4.1 সক্রিয় উপাদান (Active Constituents)

অ্যান্ডোগ্রাফোলাইড (Andrographolide) নামক ল্যাকটোন (Iactone) অনুন্য 1 শতাংশ থাকে কালমেঘ পাতায়। এছাড়া, 14- ডিঅক্সি -11- অক্সোঅ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড (14-deoxy-11-oxo andrographolide), 14- ডিঅক্সি 11, 12- ডাইডিহাইড্রো অ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড (14-deoxy-11, 12-didehydro andrographolide) 14 ডিঅক্সিঅ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড (14-deoxyandrographolide) এবং নিওঅ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড (neoandrographolide) থাকে। প্রাকৃতিক ফ্ল্যাভোন (flavone) আলফা-সিটোস্টেরল (alpha-sitostrol) এবং আরও কিছু ক্ষুদ্র minor উপাদান উদ্ভিদে পাওয়া গেছে। প্রধান সক্রিয় উপাদান কিন্তু অ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড।

21.4.2 ব্যবহার (uses)

- কালমেঘ ইণ্ডিয়ান ফার্মাকোপিয়া অনুসারে একটি অফিসিয়াল ড্রাগ রূপে বিবেচিত। বহু প্রাচীনকাল থেকে কালমেঘ আয়ুর্বেদী চিকিৎসায় এদেশে প্রচলিত আছে—অগ্নিমন্দায়, অম্লরোগে, কৃমিনাশে ও উপদংশে।
- ভিটিলিগো (Vitiligo)-[একপ্রকারের চর্ম রোগ] নামক ব্যাধিতে ব্যবহৃত আয়ুর্বেদী ওষুধের এটি প্রধান উপাদান।
- কালমেঘ তিক্ত স্বাদ-বিশিষ্ট্য, বেদনা উপশমকারী (anodyne), সংকোচক (astringent) টনিক এবং শব্দান্ধতারোধকারী (alexipharmic) ওষধিরূপে বিবেচিত। আমাশয়, বহুমূত্র, কলেরা, ইনফ্লুয়েঞ্জা, ব্রঙ্কাইটিস, ফোলা, চুলকানি, অর্শ, গনোড়িয়া প্রভৃতি রোগে কালমেঘ ব্যবহার উপকার পাওয়া যায়।
- এটি রক্ত শোধন করে, অসাড় যকৃত (torpid liver) ও জন্ডিস (jaundice) ভালো করে এবং জ্বর হ্রাস করে (febrifuge)।
- শেকড়ের ক্বাথ একটি টনিক, উত্তেজক এবং জোলাপ (aperient or laxative) হিসাবে ব্যবহার করা যায়।
- কালমেঘের কায়তান্ত্রিক (therapeutic) উপকারিতার কারণ সম্ভবত এটি এনজাইম ক্ষরণ উৎসাহিত (enzyme induction) করে।
- এর নির্যাস ***Salmonella typhi*** ব্যাকটিরিয়ার বিরুদ্ধে টাইফয়েডপ্রতিরোধী ক্রিয়া এবং ***Helminthosporium sativum*** ছত্রাকের বিরুদ্ধে ক্রিয়া প্রদর্শন করে। কাণ্ডের নির্যাস, লবন বা saline এবং ইথার-এ ***Micrococcus pyogenes var. aureus*** ব্যাকটিরিয়া এবং তরলীকৃত সালফিউরিক অ্যাসিড, অ্যাসিটেট বাফার (acetate buffer) ও ইথারে (ether) ***Esecherichia coli*** ব্যাকটিরিয়ার বিরুদ্ধে ক্রিয়া (antibiotic) প্রদর্শন করে।

21.5 নিম (Neem)

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Azadirachta indica* A. Juss.**

গোত্র : মেলিয়েসী (Meliaceae)

21.5.1 সক্রিয় উপাদান (Active Constituents)

- **অ্যাজাডিরাকটিন (Azadirachtin) :** এটি নিমগাছের অন্যতম প্রধান সক্রিয় উপাদান। এটি একপ্রকার আইসোপ্রিনয়েড যৌগ-ট্রাইটারপিনয়েড (isoprenoid-triterpenoid) যার স্বাদ তিক্ত। (প্রসঙ্গত উল্লেখ করা যায় যে অ্যাজাডিরাকটিন সহ আটটি ট্রাইটারপিনয়েড থাকর দরুণ নিমের তিক্ত স্বাদ)। বীজের শাঁসে (seed kernel) অ্যাজাডিরাকটিন, অপর এক তিক্ত ট্রাইটারপিনয়েড

স্যালানিন (salanin)-এর সঙ্গে থাকে। অ্যাজাডিরাকটিন পতঙ্গ ও কীটনাশক এবং সর্বাধিক শক্তিশালী পতঙ্গ ভক্ষণরোধক (insect antifeedant) খুব অল্পমাত্রায় (10 ppm) অধিকাংশ লেপিডপটেরার পতঙ্গ (Lepidoptera) বিনাশ করতে সক্ষম।

- **নিমবিডিন (Nimbidin) :** এটি একটি টেট্রানড়ট্রাইটারপিনয়েড (tetranortriterpenoid), যা অত্যন্ত তিক্ত, সালফার-যুক্ত এবং বীজ তেলের প্রধান উপাদান (1.2-1.6%)।

  নিমবিডিন ছাড়া, সালফার-মুক্ত দু'টি তিক্ত উপাদান, নিমবিন (Nimbin) (0.1%) এবং নিমবিনিন (Nimbinin (0.01%) নিম তেলে উপস্থিত। সোডিয়াম নিমবিডিনেট (sodium nimbidinate) অপর এক প্রধান উপাদান যা নিমবিডিন থেকে পাওয়া যায়। নিম তেল নিষ্কাশনকালে প্রাপ্ত নিমবিডল (Nimbidol) হলো নিমবিডিন, অশুদ্ধ ফ্যাট-যুক্ত পদার্থ বা স্নেহপদার্থ এবং সালফার যুক্ত উপাদানের এক মিশ্রণ।

- **মেলিয়ানট্রায়ল (Meliantriol) :** পাতা ও বীজের তেল থেকে এই টেট্রাসাইক্লিন ট্রাইটারপিনাইল অ্যালকোহলটি (tetracycline triterpenyl alcohol) পাওয়া যায়।

- এ-ছাড়া বল্কলের তিক্ত উপাদান, পেন্টা-নড়ট্রাইটারপিনয়েড নিমবিন (penta-nortriterpenoid nimbin) পাতায় নিমবিনিন (nimbinene), কোয়েরসেটিন (quercetin), কেম্পফেরল (kaempferol), বিটা-সিটোস্টেরল (Beta-sitosterol) ও তাদের গ্লুকোসাইড (glucoside) প্রভৃতি বহু রাসায়নিক উপাদান চিহ্নিত করা গেছে।

21.5.2 ব্যবহার

- **বল্কল (Bark) :** মূল, কাণ্ড (এমনকি কচি ফলে) বিশেষ করে মূলের বল্কল বা ছালে সংকোচক (astringent) ও টনিক গুণ লক্ষ্য করা গেছে। চর্মরোগ, ম্যালেরিয়ার জ্বরে বল্কল কাজ দেয়। এমনকি পুরুষের গর্ভনিরোধক (male contraceptive) রূপে উপকারী। সিফিলিস রোগেও (syphilis) বহুল ব্যবহৃত হয়।

- **গঁদ (Gum) :** বল্কল থেকে বিশেষ অবস্থায় উজ্জ্বল খয়েরি (amber) রঙের গদ বা আঠা বেরোয় (ইস্ট ইণ্ডিয়া গ্রাম-East India gum) যা ধীরে ধীরে কালো হয়ে যায়। এই আঠা উত্তেজক (stimulant) ও মুখের জ্বালা পোড়া, অস্বস্তি, দাহ উপশমকারী (demulcent)। সিল্কের কাপড়ে ছাপার রঙ এই আঠা থেকে তৈরি হয়।

- **পাতা (Leaves) :** কচি নিম পাতার জলীয় নির্যাস (10%) ভাইরাস-প্রতিরোধকারী গুণ লক্ষ্য করা গেছে বিশেষ করে ভ্যাকসিনিয়া (vaccinia), ভ্যারিওলা (variola), ফাউল পক্স (fowl pox), নিউ কাসল রোগের ভাইরাস (New Castle Disease virus) প্রভৃতির ক্ষেত্রে।

  পাতার নির্যাস রক্ত জমাট বাঁধার (blood clotting) সময়, উল্লেখযোগ্যভাবে বিলম্ব ঘটায়

এবং অ্যান্টিসেপটিক (antiseptic) ধর্ম প্রদর্শন করে। নিমপাতার কাথের সেঁক, ফোলা, মচকানো প্রভৃতি উপশম করে।

ঠাণ্ডা জলের পাতার নির্যাস পাকা আমের একটি রোগ (ডিপ্লোডিয়া স্টেম রট) Diplodia Stem Rot সৃষ্টিকারী ছত্রাকের রেণুর অঙ্কুরোদ্গমন দমন করে।

কীট পতঙ্গের প্রতিষেধকরূপে, এমনকি মৃদু ছত্রাক প্রতিরোধকারী হিসেবে, নিমপাতা শুকনো অবস্থায় বই, উলের জামাকাপড়, চাল, ডাল, শস্য কীট-পতঙ্গের হাত থেকে রক্ষা করে দীর্ঘকাল সঞ্চিত বা মজুত রাখা যায়।

তাজা, পরিণত নিমপাতা, লতাকস্তুরি ***(Psoralea corylifolia)*** ও ছোলার ***(Cicer arietinum)*** বীজের সঙ্গে একত্রে, শ্বেতীরোগের (leucoderma) একটি অত্যন্ত কার্যকরী ওষুধ তৈরি করে।

একজিমা (eczema), খোস-পাঁচড়া (scabies), দাদ (ringworm) প্রভৃতি রোগে পাতার অ্যালকোহলের নির্যাস (alcoholic extract) উপকার দেয়।

পাতার রস (1% ঘনত্বে) মশার শূককীট শতকরা একশ ভাগ বিনাস করে (mosquito larvicide)।

- **ফলের শাঁস (Fruit pulp) :** এটি পশু-পাখি ও মানুষ ভক্ষণ করে। এটি জোলাপ, টনিক, ক্রিমিনাশক, ঋতু বন্ধ করতে এবং মলম হিসেবে ব্যবহৃত। প্রস্রাবের রোগ, অর্শ ইত্যাদি রোগে উপকার করে। জলে ভিজিয়ে ছিটালে ফসলকে মরু পঙ্গপালের (*desert locust-Schistocerca gregaria*) হাত থেকে রক্ষা পাওয়া যায়।
- **বীজ (Seeds) :** বীজ শাঁসের গুঁড়ো গুদামজাত শস্যের কীট প্রতিরোধ করতে পারে। অ্যাজাডিরাকটিন ও স্যালানিন-সম্পন্ন বীজ অত্যন্ত শক্তিশালী কীট ভক্ষণ-রোধক (antifeedant)।
- **শাঁস তেল (Kernel Oil) :** এটি এক তিক্ত, রসুনের ন্যায় গন্ধযুক্ত স্থায়ী তেল 40-48.9% (fixed oil 40-48.9%) যা ইন্ডিয়ান ফার্মাকোপিয়াতে (I.P) একটি স্বীকৃত ঔষুধি। ওয়েল অফ মার্গোসা (Oil of Margosa) নামে এটি পরিচিত।

নিম তেল অ্যান্টিসেপ্টিক (antisepric), ছত্রাকরোধকারী এবং উত্তর রতিক্রিয়ার গর্ভনিরোধক (post-coital contraceptive) গুণসম্পন্ন। চর্মরোগ, কুষ্ঠ (leprosy), আলসার (ulcer), বাতের যন্ত্রণা, কান, দাঁত ও মাড়ির ব্যথা উপশম করে এবং অবশ্যই, কীটনাশক হিসাবে (তিক্ত উপাদানগুলি অপসারণ করবার পর) ফসল বা শস্য ক্ষেতে ছড়ালে খুবই ভালো ফল পাওয়া যায়।

ক্রিম, সাবান, দাঁতের মাজনে, মার্গোসা তেলের ব্যবহার তো আপনারা নিশ্চয় জানেন। মাথার তেলে মার্গোসা তেল মিশিয়ে ব্যবহার করলে অনেকের বিশ্বাস, অকালে চুলপাকা এবং টাক পড়া রোধ করে।

পূর্বে উল্লেখিত তেলের অন্যতম তিক্ত উপাদান নিমবিন একদিকে জ্বর উপশমকারী (antipyretic) অপরদিকে চুলকানি, কিছু চর্মরোগে উপকার দেয় বলে প্রসাধনী দ্রব্যে ব্যবহৃত হয়। নিমবিন একটি উচ্চশ্রেণির প্যারাকসমেটিক (high-grade paracosmetic)।

নিমবিডিনের লবণ সোডিয়াম নিমবিডিনেট, মূত্রবর্ধক (diuretic) এবং প্রদাহ হ্রাস করে (anti-inflammatory) ইঞ্জেকশনের মাধ্যমে প্রয়োগ করলে খুবই কার্যকরী হয়। এই যৌগটির মধ্যেই শুক্রনাশক ক্রিয়া (spermicidal activity) পরিলক্ষিত হয়েছে। আর, নিমবিডলের মধ্যেই বাত প্রতিরোধী (anti-arthritic) গুণ পাওয়া গেছে।

- **খৈল (Oil Cake) :** তেল নিষ্কাশনের পর প্রাপ্ত তৈল কীটনাশক, সার এবং অনেক সময় গুড়ের সঙ্গে মিশিয়ে পশুখাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।
- **ফুল (Flowers) :** ফুল (এবং ফল) জোলাপের কাজ করে। বাতের যন্ত্রণার ভারতীয় ওষুধে ব্যবহৃত হয়। ক্রিমিনাশক হিসেবে, আয়ুর্বেদী ওষুধে নিমফুল গোল মরিচের সঙ্গে সেবন করে ভালো ফল পাওয়া গেছে।
- **উদ্বায়ী তেল (Essential Oil):** সাধারণত যক্ষায় উপকারে লাগে। ফুলের উদ্বায়ী তেল ব্যাকটিরিয়া প্রতিরোধকারী (anti-bacterial), বীজেরটি অনুজীব প্রতিরোধকারী (anti-microbial) বীজ এবং পাতার তেল ছত্রাক প্রতিরোধকারী (anti-fungal)।
- **অন্যান্য ব্যবহার (Other uses) :**

নিম ডালের দাঁতন আমাদের দেশে এখনও গরিব লোকেদের মধ্যে খুবই প্রচলিত।

নিম গাছ মাটি থেকে ক্যালসিয়াম আহরণ করে অম্ল মাটি (acidic soil) স্বাভাবিক করে তোলে। এইভাবে নিম গাছ মাটির উর্বরতা বৃদ্ধি করে।

নিম কাঠের ব্যবহার আমাদের দেশে খুবই প্রচলিত। অনেক সময় নিম কাঠকে মেহগনির বিকল্প হিসাবে দেখা হয়। অতএব নিম গাছ অন্যতম দারু বৃক্ষ (timber- yielding) রূপে বিবেচিত হয়।

নিম গাছ খুবই উপকারী ছায়া তরু। অনেক শুষ্ক এলাকায় তরুবীথি (avenue tree) রূপে গণ্য করা হয়। আবার, সামাজিক বনসৃজন প্রকল্পে নিম গাছ খুবই জনপ্রিয়। নিম গাছ মাটির জলস্তর হ্রাস করে না।

21.6 বাসক

বৈজ্ঞানিক নাম : ***Justicia adhatoda* L.**

গোত্র : অ্যাকানথেসী (Acanthaceae)

21.6.1 সক্রিয় উপাদান

- সক্রিয় উপাদান—তাজা এবং শুকানোপাতা ঔষুধিরূপে ব্যবহৃত হয়। বাসক পাতার কায়তান্ত্রিক বা থেরাপিউটিক মূল্য (therapeutic value) পাতায় অবস্থিত পেগামাইন (pegamine)-এর ন্যায় একপ্রকার কুইনাজোলিন উপক্ষার বা অ্যালকালয়েড (quinazoline alkaloid) এবং উদ্বায়ী তেল থাকবার দরুণ। বিভিন্ন পাতায় শুষ্ক ওজনের 0.54% থেকে 1.11% ভ্যাসিসিন নামক এই উপক্ষারটি থাকে যা থিওফাইলিনের (theophylline) মতো শ্বাসনালী স্ফীত করে (bronchodilator) সঙ্গে ভ্যাসিসিনোন (Vasicinone) নামক আরেক উপক্ষার থাকে। সোনালী ও সুগন্ধী উদ্বায়ী তেলে লিমোনিন (limonene) থাকে। উপক্ষার এবং তেল-ফুল, মূল ও কাণ্ডতেও থাকে। গুঁড়ো ঔষধি (powdered drug) ধূসর বাদামি রঙের, স্বাদ কটু এবং গন্ধ বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। মহানিম্ব (***Ailanthus excelsa***) বাসকের ভেজালরূপে ব্যবহৃত হয়।

21.6.2 ব্যবহার

- 'বাসক' একটি অতি পরিচিত ভারতীয় ঔষধির এবং ইণ্ডিয়ান ফার্মাকোপিয়াতে (I.P.) এর উল্লেখ আছে। হাঁপানি, ব্রংকাইটিস এবং তজ্জনিত শ্বাসকষ্টে বাসক পাতার রস, মধু, পিপুল সহযোগে সেবন করলে, ইপিকাকের ন্যায়, শ্বাসনালী স্ফীত করে (bronchodilator) শ্লেষ্মা (sputum) নির্গমনের পথ সহজ করে দেয়।

- অশোধিত বাসকের রস (crude extract) শুদ্ধ উপক্ষারের থেকে বেশি উপকারি; আলাদা ভাবে ব্যবহার করলে উপক্ষারগুলি তাদের কিছু অবাঞ্ছিত পার্শ্বপ্রতিক্রিয়া (side effects) প্রদর্শন করে, যেমন জরায়ুর উদ্দীপনা এবং শ্বাসনালীর সংকোচন (bronchoconstriction)।

- গুঁড়ো অবস্থায়, নেকড়ায় পুলটিস (poultice) করে প্রয়োগ করলে গাঁটের যন্ত্রনা, প্রদাহ ইত্যাদির উপশম হয়।

- ক্ষতস্থানে, চুলকানিতে (urticaria) এবং নিউরালজিয়ার (neuralgia) ক্ষেত্রে প্রয়োগ করেও উপকার পাওয়া যায়।

- কয়েতবেলের (***Feronia limonia***) রসের সঙ্গে মিশিয়ে নাকের রক্তক্ষরণ রোধ করা যায়। রক্তপিত্ত, আমাশয়, উদরাময় (diarrhoea), প্রসবকরণে বা প্রসব বেদনা নিবারণে, ম্যালেরিয়ার জ্বর উপশমে (febrifuge) বাসক পাতার ভূমিকা লক্ষ্য করা গেছে।

- উপক্ষার ভ্যাসিসিনকে গর্ভপাতকারক (uterotonic abortifacient) হিসাবে ব্যবহার করা চলে। শিশু জন্মোত্তর রক্তক্ষরণ (post-partum haemorrhage) নিয়ন্ত্রণেও উপক্ষারটি ব্যবহৃত হতে পারে। বাসকের মূল, কাণ্ড, বল্কল, ফুল প্রভৃতি পাতার ন্যায় উপকারে লাগে।

- বাসক পাতা নাইট্রোজেন সমৃদ্ধ, ফলে সবুজ খাদ্য হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এতে এমন কিছু

উপাদান আছে, যার ফলে পোকামাকড়, ছত্রাক প্রভৃতি আক্রমণ করে না। ধান ক্ষেতে জন্মালে, বাসক গাছ জলজ আগাছানাশক (weedicide) হিসাবে কাজ করে। চাষ আবাদের জন্য জমি উদ্ধারের কাজে বাসক গাছ বিশেষ উপকারী।

21.7 সারাংশ

ইপিকাক (*Cephaelis ipecacuanha,* গোত্র রুবিয়েসী) হলো শুকানো মূল ও গ্রন্থিকাণ্ড যার থেকে এমেটিন, সিফেলিন, সাইকট্রিন, সাইকট্রিন মিথাইল ইথার এবং এমেট্যামিন—এই পাঁচটি উপক্ষার। ইপিকাক অ্যামিবা ঘটিত আমাশয় রোগে ব্যবহৃত হয়। এছাড়া এটি বমনকারক, কফ বহিষ্কারক, ধর্মসঞ্চারক ও ক্যানসার প্রতিরোধকারী।

কালমেঘ (*Andrographis paniculata*) উদ্ভিদটিও অ্যাকনথেসী উদ্ভিদ গোত্রের অন্তর্ভুক্ত। এটিও (Indian Pharmacopoeia Commission (IPC) দ্বার স্বীকৃত, শুকনো পাতা ও কচি কাণ্ড বিশিষ্ট ভারতীয় ঔষধি বা আয়ুবেদী ও হোমিওপ্যাথি চিকিৎসায় বহুল ব্যবহৃত। চিনা ফার্মাকোপিয়াতেও এটি স্বীকৃত। প্রধান সক্রিয় উপাদান হলো অ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড নামক ল্যাকটোন। কালমেঘ অগ্নিমন্দায়, অম্লরোগে, কৃমিনাশে ব্যবহৃত হয়। তিক্ত কালমেঘ টনিক, জ্বর হ্রাস করে এবং অসাড় যকৃত ও জন্ডিস ভালো করে। এটির ব্যাকটিরিয়া প্রতিরোধকারী ভূমিকা আছে।

নিম (*Azadirachta indica*) মেলিয়েসী গোত্রভুক্ত বৃক্ষ যার প্রতিটি অংশ উপকারি। এতে অ্যাজাডিরাক্টিন সহ আটটি ট্রাইটারপিনয়েড উপস্থিত থাকবার ফলে স্বাদ তিক্ত (যেমন— ম্যালানিন, নিমবিডিন, নিমবিনিন, মেলিয়ানট্রায়ল প্রভৃতি)। নিমগাছ দারু বৃক্ষ, ছায়া তরু ছাড়াও ছাল চর্মরোগ, ম্যালেরিয়ার জ্বর, সিফিলিস রোগে ব্যবহৃত। এর গঁদ 'ইস্ট ইণ্ডিয়া গান' নামে ব্যবহৃত। পাতার নির্যাস রক্ত জমাট বাঁধা বিলম্বিত করে, অ্যান্টিসেপ্টিক। ভাইরাস প্রতিরোধকারী, ফোলা মচকানো উপশম করে, শুকনো পাতা বই, উলের জামা-কাপড়, গুদামজাত শস্য ছত্রাক, কীট-পতঙ্গের হাত থেকে রক্ষা করে। শাঁস তেল (ওয়েল অফ মার্গোসা) অ্যান্টিসেপটিক, কীটনাশক, ছত্রাকনাশক এবং বিভিন্ন প্যারাকসমেটিক সামগ্রীতে ব্যবহৃত। ফুল, উদ্বায়ী তেল, খৈল সবকিছুই মহামূল্যবান।

বাসক (*Justicia adhatoda*) অ্যাকনথেসী গোত্রভূক্ত এক অতি পরিচিত ভারতীয় ভেষজ যার উল্লেখ আছে ভারতীয় ফার্মাকোপিয়াতে (IP)। উদ্ভিদটির তাজা এবং শুকনো পাতা ওষধি রূপে ব্যবহৃত হয়। এর মূল সক্রিয় উপাদানগুলি হলো উপক্ষার ভ্যাসিসিন ও ভাসিসিনোন এবং উদ্বায়ী তেল লিমোনিন। এই ভেষজটির মূল ব্যবহার হাঁপানি, শ্বাসকষ্ট, প্রদাহ ও গাঁটের যন্ত্রণা, চুলকানি, নিউরালজিয়া, আমাশয়, উদরাময়, গর্ভপাতকারী, শিশু জন্মোত্তর রক্তক্ষরণ নিয়ন্ত্রণ ইত্যাদি ব্যাধিতে ব্যবহার করা হয়।

21.8 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন (একটি বা দুটি বাক্যে):

(a) ভ্যাসিসিন-এর একটি ফার্মাকোলজিকাল ক্রিয়া ব্যক্ত করুন।

(b) বাসকের একটি ভেজাল-এর নাম করুন।

(c) 'কালমেঘ' ঔষুধি-উদ্ভিদের কোন অংশ?

(d) 'কালমেঘ'-এর চারটি প্রধান ব্যবহার লিপিবদ্ধ করুন।

(e) 'কালমেঘ'-এর প্রধান সক্রিয় উপাদান কোনটি?

(f) ভারতবর্ষের কোথায় ইপিকাক-এর চাষ হয়?

(g) সিফেলিন প্রত্যক্ষভাবে বা সরাসরি কেন ওষুধে ব্যবহার করে না?

(h) ইপিকাক হতে প্রাপ্তর প্রধান উপক্ষারগুলির নাম উল্লেখ করুন।

(i) ইপিকাক-এর চারটি প্রধান ব্যবহার নির্দেশ করুন।

(j) নিমের স্বাদ কেন তিক্ত?

(k) নিম ছাল বা বল্কলের চারটি ব্যবহার উল্লেখ করুন।

(l) অ্যাজাডিরাকটিন কী?

21.8 উত্তরমালা

(a) দ্রঃ 21.6

(b) *Ailanthus excelsa.*

(c) শুকনো পাতা এবং কচি কাণ্ড

(d) দ্রঃ 21.4.2

(e) অ্যান্ড্রোগ্রাফোলাইড

(f) দ্রঃ 21.3

(g) সিফেলিনের টক্সিসিটি (toxicity) বা বিষময় ক্রিয়ার দরুণ এটি সরাসরি প্রত্যক্ষভাবে ব্যবহার না করে মিথাইলেশন (methylation) পদ্ধতিতে এমেটিন-এ রূপান্তরিত করে, তারপর ব্যবহার করা হয়।

(h) দ্রঃ 21.3.1

(i) দ্রঃ 21.3.2

(j) নিম গাছে গোটা আটেক ট্রাইটারপিনয়েড (triterpenoid) থাকার দরুন তার স্বাদ তিক্ত।

(k) দ্রঃ 21.5.2

(l) নিমের অন্যতম তিক্ত স্বাদ যুক্ত ট্রাইটারপিনয়েড হলো অ্যাজাডিরাকটিন।

গ্রন্থপঞ্জি

উদ্ভিদ শারীরস্থান
(Plant Anatomy)

- Esau, K. Anatomy of Seed Plants (2nd ed.), 1977, John Wiley& Sons.
- Fahn, A. Plant Anatomy (4th ed.) 1990, Wiley Eastern.
- Pandey, B.P. Plant Anatomy, Latest Ed. S. Chand & Company.
- Tayal, M.S. Plant Anatomy, Latest Ed. Rastogi Publications.
- Roy, P. Plant Anatomy, Latest Ed. New Central Book Agency.

অর্থনৈতিক উদ্ভিদবিদ্যা
(Economic Botany)

- Kochhar, S.L. (2011), Economic Botany in the Tropics. MacMillan Publishers India Ltd. New Delhi, 4th editon.
- Kochhar, S.L. (2012), Economic Botany in Tropics. MacMillan & Co. New Delhi, India.
- Trease & Ecans.Pharmacognosy, Saunders.
- Trivedi P.C. 2006. Medicinal Plants: Ethnobotanical approach, Agrobios India.
- S.K. Jain,Manual of Ethnobotany, Scientific Publishers, Jodhpur 1995
- Wickens, G.E. (2001) Economic Botany; Principles & Practices, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.