NETAJI SUBHAS OPEN UNIVERSITY

STUDY MATERIAL

SUBSIDIARY BOTANY

SBT - 01

Block - 2

Units : 9 - 17

- **Bryophytes, Pteridophytes, Gymnosperm, Paleobotany, Anatomy**

প্রাক্ কথন

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের স্নাতক শ্রেণির জন্য যে পাঠক্রম প্রবর্তিত হয়েছে, তার লক্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হ'ল প্রতিটি শিক্ষার্থীকে তাঁর পছন্দমতো কোনো বিষয়ে সাম্মানিক (Honours) স্তরে শিক্ষাগ্রহণের সুযোগ করে দেওয়া। এক্ষেত্রে ব্যক্তিগতভাবে তাঁদের গ্রহণক্ষমতা আগে থেকেই অনুমান করে না নিয়ে নিয়ত মূল্যায়নের মধ্য দিয়ে সেটা স্থির করাই যুক্তিযুক্ত। সেই অনুযায়ী একাধিক বিষয়ে সাম্মানিক মানের পাঠ-উপকরণ রচিত হয়েছে ও হচ্ছে — যার মূল কাঠামো স্থিরীকৃত হয়েছে একটি সুচিন্তিত পাঠক্রমের ভিত্তিতে। কেন্দ্র ও রাজ্যের অগ্রগণ্য বিশ্ববিদ্যালয়সমূহের পাঠক্রম অনুসরণ করে আদর্শ উপকরণগুলির সমন্বয়ে রচিত হয়েছে এই পাঠক্রম। সেই সঙ্গে যুক্ত হয়েছে অধ্যেয় বিষয়ে নতুন তথ্য, মনন ও বিশ্লেষণের সমাবেশ।

দূর-সঞ্চারী শিক্ষাদানের স্বীকৃত পদ্ধতি অনুসরণ করেই এই পাঠ-উপকরণ লেখার কাজ চলছে। বিভিন্ন বিষয়ের অভিজ্ঞ পণ্ডিতমণ্ডলীর সাহায্য এ কাজে অপরিহার্য এবং যাঁদের নিরলস পরিশ্রমে লেখা, সম্পাদনা তথা বিন্যাসকর্ম সুসম্পন্ন হচ্ছে তাঁরা সকলেই ধন্যবাদের পাত্র। আসলে, এঁরা সকলেই অলক্ষ্যে থেকে দূরসঞ্চারী শিক্ষাদানের কার্যক্রমে অংশ নিচ্ছেন ; যখনই কোনো শিক্ষার্থী এই পাঠ্যবস্তুনিচয়ের সাহায্য নেবেন, তখনই তিনি কার্যত একাধিক শিক্ষকমণ্ডলীর পরোক্ষ অধ্যাপনার তাবৎ সুবিধা পেয়ে যাচ্ছেন।

এইসব পাঠ-উপকরণের চর্চা ও অনুশীলনে যতটা মনোনিবেশ করবেন কোনও শিক্ষার্থী, বিষয়ের গভীরে যাওয়া তাঁর পক্ষে ততই সহজ হবে। বিষয়বস্তু যাতে নিজের চেষ্টায় অধিগত হয়, পাঠ-উপকরণের ভাষা ও উপস্থাপনা তার উপযোগী করার দিকে সর্বস্তরে নজর রাখা হয়েছে। এরপর যেখানে যতটুকু অস্পষ্টতা দেখা দেবে, বিশ্ববিদ্যালয়ের বিভিন্ন পাঠকেন্দ্রে নিযুক্ত শিক্ষা-সহায়কগণের পরামর্শে তার নিরসন অবশ্যই হ'তে পারবে। তার ওপর প্রতি পর্যায়ের শেষে প্রদত্ত অনুশীলনী ও অতিরিক্ত জ্ঞান অর্জনের জন্য গ্রন্থ-নির্দেশ শিক্ষার্থীর গ্রহণ-ক্ষমতা ও চিন্তাশীলতা বৃদ্ধির সহায়ক হবে।

এই অভিনব আয়োজনের বেশ কিছু প্রয়াসই এখনও পরীক্ষামূলক — অনেক ক্ষেত্রে একেবারে প্রথম পদক্ষেপ। স্বভাবতই ত্রুটি-বিচ্যুতি কিছু কিছু থাকতে পারে, যা অবশ্যই সংশোধন ও পরিমার্জনার অপেক্ষা রাখে। সাধারণভাবে আশা করা যায়, ব্যাপকতর ব্যবহারের মধ্য দিয়ে পাঠ-উপকরণগুলি সর্বত্র সমাদৃত হবে।

অধ্যাপক (ড.) শুভ শঙ্কর সরকার

উপাচার্য

একাদশ পুনর্মুদ্রণ : অক্টোবর, 2019

বিশ্ববিদ্যালয় মঞ্জুরি কমিশনের দূরশিক্ষা ব্যুরোর বিধি অনুযায়ী মুদ্রিত।
Printed in accordance with the regulations of the Distance Education Bureau of the University Grants Commission.

পরিচিতি

বিষয় ঃ সহায়ক উদ্ভিদবিদ্যা | **স্নাতক পাঠক্রম**

পাঠক্রম ঃ পর্যায়
SBT : 01 : 02

		রচনা	সম্পাদনা
Unit	9	ড. ব্রিজভূষণ তেওয়ারী	ড. রিতা কুণ্ডু
Unit	10	ড. ব্রিজভূষণ তেওয়ারী	ড. রিতা কুণ্ডু
Unit	11	ড. রিতা কুণ্ডু	ড. অনাদি কুমার কুণ্ডু
Unit	12	ড. ব্রিজভূষণ তেওয়ারী	ড. রিতা কুণ্ডু
Unit	13	স্বপন কুমার ভট্টাচার্য	ড. অনাদি কুমার কুণ্ডু
Unit	14	স্বপন কুমার ভট্টাচার্য	ড. অনাদি কুমার কুণ্ডু
Unit	15	ড. শ্যামল কুমার চক্রবর্তী	ড. অনাদি কুমার কুণ্ডু
Unit	16	ড. শ্যামল কুমার চক্রবর্তী	ড. রিতা কুণ্ডু
Unit	17	ড. শ্যামল কুমার চক্রবর্তী	ড. অনাদি কুমার কুণ্ডু

প্রজ্ঞাপন

এই পাঠ-সংকলনের সমুদয় স্বত্ব নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়ের দ্বারা সংরক্ষিত। বিশ্ববিদ্যালয় কর্তৃপক্ষের লিখিত অনুমতি ছাড়া এর কোনো অংশের পুনর্মুদ্রণ বা কোনোভাবে উদ্ধৃতি সম্পূর্ণ নিষিদ্ধ।

মোহন কুমার চট্টোপাধ্যায়
নিবন্ধক

নেতাজি সুভাষ মুক্ত বিশ্ববিদ্যালয়

SBT - 01

ব্রায়োফাইটা, টেরিডোফাইটা, ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ প্রত্নউদ্ভিদবিদ্যা ও শারীরস্থানবিদ্যা

(স্নাতক পাঠক্রম)

পর্যায় 2

একক	9	ব্রায়োফাইটার সূচনা, বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণিবিভাগ	7-18
একক	10	**Riccia** ও **Funaria**-র জীবন বৃত্তান্ত ও ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের অর্থনৈতিক গুরুত্ব	19-32
একক	11	**Pteridophyta**-র (টেরিডোফাইটার) চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ও শ্রেনিবিন্যাস	33-41
একক	12	**Lycopodium** ও **Pteris**-এর জীবনবৃত্তান্ত ও টেরিডোফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব	42-59
একক	13	ব্যক্তিবীজী উদ্ভিদের **(Gymonsperms)** বৈশিষ্ট্য শ্রেণিবিন্যাস ও অর্থনৈতিক গুরুত্ব	60-68
একক	14	সাইকাস **(Cycas)** ও নিটাম **(Gnetum)** এর জীবনচক্র	69-89
একক	15	প্রত্নউদ্ভিদবিদ্যার ভূমিকা, জীবাশ্মের প্রকারভেদ, অশ্মীভবন প্রক্রিয়া ভূতত্ত্বীয় কাল	90-103
একক	16	কলা	104-120
একক	17	ভ্যাসকুলার বান্ডিলস **(Vascular Bundles)** প্রকারভেদ, স্টিলি—বিভিন্ন প্রকার; গৌণ বৃদ্ধি—অন্তঃ—এবং বহিঃস্টিলি; দ্বিবীজপত্রী কাণ্ড এবং মূলের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি	121-131

একক 9 ☐ ব্রায়োফাইটার সূচনা, বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণীবিভাগ

গঠন (Structure)

9.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

9.2 ব্রায়োফাইটার প্রধান বৈশিষ্ট্য

9.3 ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র ও উৎপত্তি

9.4 ব্রায়োফাইটার সাথে অন্যান্য বিভাগের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

9.4.1 ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের সাদৃশ্য

9.4.2 ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের বৈসাদৃশ্য

9.4.3 ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার সাদৃশ্য

9.4.4 ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার বৈসাদৃশ্য

9.5 ব্রায়োফাইটার শ্রেণীবিভাগ

9.5.1 শ্রেণী হেপাটিকপসিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্য

9.5.2 শ্রেণী অ্যান্থোসেরোটপ্সিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্য

9.5.3 শ্রেণী ব্রায়োপসিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্য

9.6 অনুশীলনী

9.7 উত্তরমালা

9.1 প্রস্তাবনা

পঠন পাঠনের সুবিধার্থে সম্পূর্ণ উদ্ভিদ জগতকে কয়েকটি বিভাগে বিভক্ত করা হয়েছে। তার একটি বিভাগ হল ব্রায়োফাইটা। ব্রায়োফাইটা বিভাগের অন্তর্ভুক্ত উদ্ভিদগুলিকে ব্রায়োফাইট্স বলে। উদ্ভিদ জগতে ব্রায়োফাইটা সন্নিবেশিত হয়েছে থ্যালোফাইটা ও টেরিডোফাইটার মধ্যবর্তী স্থানে।

ব্রায়োফাইটার অধিকাংশ প্রজাতি স্থলভাগে ছায়াযুক্ত স্যাঁতসেঁতে স্থানে দেখা যায়। এরা বর্ষাকালে সাধারণত মাটির উপর অথবা দেওয়ালের গায়ে গালিচার মত সবুজ আস্তরণ সৃষ্টি করে। স্বভোজী স্থলজ উদ্ভিদের মধ্যে এরা হল সর্বাপেক্ষা সরল ও অপুষ্পক। উদ্ভিদদেহটি গ্রীষ্মকালে শুষ্ক পরিবেশে শুকিয়ে যায়। সাধারণত স্থলভাগে জন্মাইলেও কিছু প্রজাতি যেমন, রিকসিয়া ফ্লুইট্যান্স (Riccia fluitans) সম্পূর্ণ জলজ পরিবেশে বসবাস করে। কোনো কোনো

প্রজাতি শুষ্ক স্থানে জন্মাইলেও উহাদের বৃদ্ধি ও নিষেকের জন্য জলের প্রয়োজন হয়। যেহেতু ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র সম্পূর্ণ করতে জলের প্রয়োজন হয় সেইহেতু অনেকে ব্রায়োফাইটাকে 'উভচর' (amphibious) উদ্ভিদরূপে গণ্য করেন।

উদ্দেশ্য ঃ এই এককটি অধ্যায়ন করে আমরা ব্রায়োফাইটা বিভাগের অন্তর্ভুক্ত উদ্ভিদের নিম্নলিখিত বিষয়গুলির সম্পর্কে জানতে পারব :

- ব্রায়োফাইটার সাধারণ বৈশিষ্ট্য
- শ্রেণীবিন্যাস
- প্রতিটি শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য
- ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র
- ব্রায়োফাইটার সাথে অন্যান্য বিভাগের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

9.2 ব্রায়োফাইটার প্রধান বৈশিষ্ট্য

ব্রায়োফাইটার প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি নিম্নরূপ :

1. প্রধান উদ্ভিদটি লিঙ্গাধর বা হ্যাপ্লয়েড (n)।
2. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ স্বাধীন। ক্লোরোফিলযুক্ত, স্বভোজী ও জীবনচক্রে দীর্ঘস্থায়ী হয়।
3. উদ্ভিদগুলি শায়িত, বিষমপৃষ্ঠীয় সমাঙ্গদেহী অথবা কান্ড ও পাতার ন্যায় অংশে বিভক্ত।
4. মূলের পরিবর্তে রাইজয়েড ও স্কেল উদ্ভিদের অঙ্কীয় দেশে দেখা যায়।
5. ব্রায়োফাইটাতে কোন সংবহন কলা থাকে না।
6. যৌন জনন অঙ্গাগুলি বহুকোষী হয়। পুংজনন ও স্ত্রী জনন অঙ্গাকে যথাক্রমে পুংধানী ও স্ত্রীধানী বলে।
7. নিষেকের সময় জলের উপস্থিতি অনিবার্য।
8. রেণুধর উদ্ভিদগুলি পুষ্টির জন্য লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপর নির্ভরশীল।
9. এদের জীবনচক্রে সুনির্দিষ্ট ও সুস্পষ্ট জনুক্রম দেখা যায়।

9.3 ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র

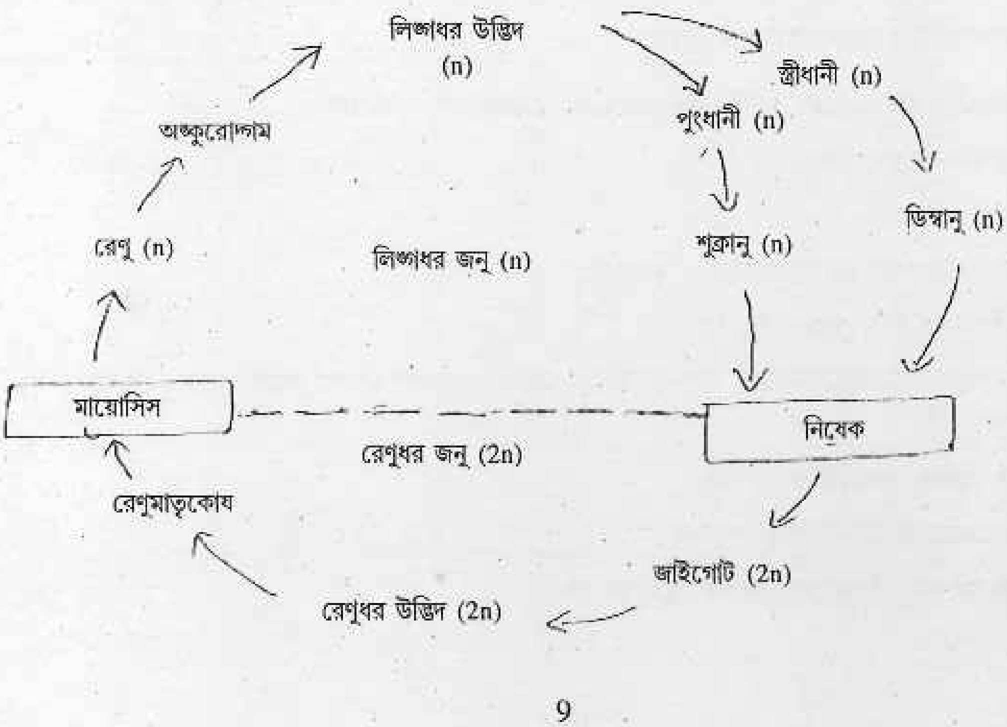
ব্রায়োফাইটার জীবনচক্রে অসম আকৃতির জনুঃক্রম দেখা যায়। এদের লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদ আকৃতিগতভাবে ভিন্ন। এদের জীবনচক্রে লিঙ্গাধর দশাই প্রধান কারণ লিঙ্গাধর উদ্ভিদ হল সবুজ, স্বভোজী ও স্বাধীন। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ যৌন অঙ্গ বহন করে ফলে লিঙ্গাধর জনুকে যৌন জনুও বলা হয়। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ দেহে হ্যাপ্লয়েড সংখ্যক ক্রোমোজোম

থাকে। অন্যদিকে রেণুধর জনুর উদ্ভিদগুলি অযৌন জনন অঙ্গ বহন করে ফলে এই জনুকে অযৌন জনু বলে। রেণুধর উদ্ভিদদেহে ডিপ্লয়েড সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকে।

রেণুধর উদ্ভিদ থেকে মায়োসিসের ফলে উৎপন্ন রেণু লিঙ্গাধর জনুর সূচনা করে। রেণু অঙ্কুরিত হয়ে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ তৈরী করে। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ যৌন জনন অঙ্গ পুং ও স্ত্রী ধানী অর্থাৎ অ্যান্থেরিডিয়াম ও আর্কিগোনিয়াম বহন করে। পুংধানী থেকে দ্বিফ্ল্যাজেলাযুক্ত অসংখ্য শুক্রানু বা পুংগ্যামেট উৎপন্ন হয়। স্ত্রীধানীর মধ্যে ডিম্বানু বা অচল স্ত্রীগ্যামেট উৎপন্ন হয়। পুংগ্যামেট দ্বারা স্ত্রীগ্যামেট নিষিক্ত হয় ফলে জাইগোট (ভ্রূনাণু) উৎপন্ন হয়। এই জাইগোট ডিপ্লয়েড (2n) সংখ্যক ক্রোমোজোম ধারণ করে। ভ্রূনাণুই হল রেণুধর জনুর প্রথম কোষ। এই ভ্রূণানু থেকে প্রজাতিভেদে সরল বা জটিল রেণুধর লিঙ্গাধর উদ্ভিদ থেকে পৃথক হয় না। প্রজাতিভেদে রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপর জল ও খাদ্যের জন্য আংশিক বা সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল হয়।

রেণুধর উদ্ভিদ কেবলমাত্র ক্যাপিসিউল (যেমন, Riccia) বা ফুট, সিটা ও ক্যাপসিউল নিয়ে গঠিত হয়। ক্যাপসিউলের অভ্যন্তরে রেণুমাতৃকোষের মায়োসিসের ফলে হ্যাপ্লয়েড রেণু উৎপন্ন হয়। রেণু উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ যৌন জনুর সূচনা হয়। ব্রায়োফাইটার জীবনচক্রে এইভাবে দুটি জনু পর্যায়ক্রমে আবর্তীত হয়। একেই জনুঃক্রম বলা হয়।

কোনো কোনো মস জাতীয় উদ্ভিদে পূর্বে উল্লেখিত জনুক্রমের ব্যাতিক্রম দেখা যায় যেখানে রেণুধর জনুর কোষ (2n) থেকে মায়োসিসের মাধ্যমে রেণু উৎপাদন ছাড়াই যৌন জনুর উৎপত্তি হয়—এর ফলে উৎপন্ন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ডিপ্লয়েড (2n) হয় এবং যৌন অঙ্গ বহন করে। অরেনুজনি ভাবে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিকে অ্যাপোস্পোরী (aprspory) বলা হয়। ব্রায়োফাইটার জীবনচক্রের শব্দছক নিম্নরূপ —



ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি (**Origin of Bryophyta**) :

ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি সম্বন্ধে এখনও কোনো সঠিক প্রমাণ নেই। তবে অধিকাংশ উদ্ভিদ বিজ্ঞানীরা মনে করেন যে শৈবাল জাতীয় উদ্ভিদ থেকেই ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি হয়েছে। শৈবাল ও ব্রায়োফাইটা দুটি ভিন্ন উদ্ভিদগোষ্ঠী হলেও এদের মধ্যে অনেক সাদৃশ্য আছে যার ভিত্তিতে বলা যায় যে শৈবাল জাতীয় উদ্ভিদ থেকেই ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি হয়েছে।

লিগনিয়ার (Lignier, 1903), বাওয়ার (Bower, 1908) ও ফ্রিটস্চ (Fritsch, 1945) প্রভৃতি সকল বিজ্ঞানীদের মতে ব্রায়োফাইটা কোনো জলজ উদ্ভিদের বংশদ্ভূত। এই সকল বিজ্ঞানীদের মতে, জল থেকে স্থলে নিম্নশ্রেণীর উদ্ভিদগুলির পরিযানের (migration) ফলে ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি ঘটেছে। শৈবাল ও ব্রায়োফাইটা উভয়ের ক্ষেত্রে নিষেকের সময় জলের প্রয়োজন হয় তাই অধিকাংশ ব্রায়োফাইটা সেঁতসেঁতে জায়গায় জন্মায় এবং শৈবালের মত এদের মূলেরও প্রয়োজন হয় না। তাই বলা যায় যে জলজ সবুজ-শৈবাল জাতীয় উদ্ভিদ ক্রমে-ক্রমে পরিবর্তিত হয়ে ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদে পরিণত হয়েছে।

ফ্রে (Frye) এবং ক্লার্ক (Clark) মনে করেন যে কারা (**Chara**) এবং প্রাচীন হেপাটিসী (Hepaticeae) একই সঙ্গে শৈবাল থেকে উৎপত্তি লাভ করেছে এবং বিজ্ঞানী স্মিথ (Smith, 1955) উল্লেখ করেন যে শৈবাল থেকেই ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি হয়েছে।

9.4 ব্রায়োফাইটার সাথে অন্যান্য বিভাগের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

9.4.1 ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের সাদৃশ্য—

1. উভয়ক্ষেত্রে প্রধান উদ্ভিদ দেহটি থ্যালাসের ন্যায় (সমাঙ্গদেহী) ও হ্যাপ্লয়েড।
2. সংবহন কলা অনুপস্থিত।
3. মূল অনুপস্থিত।
4. প্রধান উদ্ভিদদেহটি ক্লোরোফিলযুক্ত ও স্বভোজী।
5. ফ্ল্যাজেলাযুক্ত সচল শুক্রানু দেখা যায়।
6. অনেকগুলি ব্রায়োফাইটা-উদ্ভিদে লিঙ্গধর উদ্ভিদ গঠনের প্রাথমিক অবস্থা সবুজ সূত্রাকার শৈবালের মত দেখায়।
7. কোষ প্রাচীর সেলুলোজ দ্বারা গঠিত।
8. উভয়ক্ষেত্রে সঞ্চিত খাদ্যবস্তু শ্বেতসার।
9. নিষেকের সময় উভয়ক্ষেত্রে জলের প্রয়োজন হয়।

9.4.2 ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের বৈসাদৃশ্য :

ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের অনেক সাদৃশ্য থাকা সত্ত্বেও নিম্নলিখিত বৈসাদৃশ্য লক্ষ্য করা যায় :

ব্রায়োফাইটা	শৈবাল
1. প্রধানত স্থলজ।	1. প্রধানত জলজ।
2. উদ্ভিদদেহ থ্যালাসের মত বা পত্রাকার কেবলমাত্র প্রোটোনিমা দশা সূত্রাকার।	2. উদ্ভিদদেহে এককোষী, বহুকোষী, সূত্রাকার থ্যালাস বা পত্রাকার।
3. যৌন জনন উগ্যামীয় প্রকৃতির।	3. যৌন জনন আইসোগ্যামী, অ্যানাইসোগ্যামী বা উগ্যামীয় প্রকৃতির।
4. যৌন জনন অঙ্গাগুলি বহুকোষী হয় এবং বন্ধ্যা আবরণ দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে।	4. যৌন জনন অঙ্গাগুলি এককোষী বা বহুকোষী বন্ধ্যা কোষের আবরণী দ্বারা আবৃত নয়।
5. স্ত্রীজনন অঙ্গাকে আর্কিগোনিয়াম বলে।	5. স্ত্রী জনন অঙ্গাকে উগোনিয়াম বলে।
6. জাইগোট কখনও আর্কিগোনিয়াম থেকে নির্গত হয় না।	6. জাইগোট নির্গত হয়।
7. জাইগোট থেকে ভ্রূণ তৈরী হয়।	7. ভ্রূণ গঠিত হয় না।
8. রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধরের উপর নির্ভরশীল (সম্পূর্ণ বা আংশিক) হয়।	8. রেণুধর ও লিঙ্গাধর দশা স্বতন্ত্র ও স্বাধীন হয়।
9. জনুঃক্রম অসম প্রকৃতির।	9. জনুঃক্রম সাধারণত সম প্রকৃতির।

9.4.3 ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার সাদৃশ্য :

1. উভয় গোষ্ঠী প্রধানত স্থলজ।
2. ভ্রূণ গঠন উভয়েক্ষেত্রে দেখা যায়।
3. উভয়ক্ষেত্রে স্ত্রীধানীর গঠন একই প্রকারের।
4. অসম আকৃতির জনুক্রম উভয়ক্ষেত্রেই বর্তমান।
5. উভয়ক্ষেত্রে ফ্ল্যাজেলাযুক্ত পুংগ্যামেট বর্তমান।
6. যৌন জনন উগ্যামীয় প্রকৃতির হয়।
7. উভয়ক্ষেত্রে নিষেকের সময় জলের প্রয়োজন হয়।

9.4.4 ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার বৈসাদৃশ্য :

ব্রায়োফাইটা	টেরিডোফাইটা
1. জীবনচক্রে প্রধান উদ্ভিদ লিঙ্গাধর।	1. জীবনচক্রে প্রধান উদ্ভিদ রেণুধর।
2. উদ্ভিদদেহটি পাতার মত বা থ্যালাস প্রকৃতির।	2. উদ্ভিদদেহটি মূল, কান্ড ও পাতায় বিভক্ত।
3. সংবহন কলা (জাইলেম ও ফ্লোয়েম) অনুপস্থিত।	3. সংবহন কলা উপস্থিত।
4. রেণুধর দশা লিঙ্গাধর দশার উপর নির্ভরশীল।	4. রেণুধর দশা স্বাধীন ও স্বভোজী হয়।

9.5 ব্রায়োফাইটার শ্রেণীবিভাগ (Classification of Bryophyta)

'ব্রায়োফাইটা' শব্দটি সর্বপ্রথম ব্যবহার করেন ব্রাউন (1864) যিনি ব্রায়োফাইটার মধ্যে শৈবাল, ছত্রাক, লাইকেন ও মসকে অন্তর্ভুক্ত করেন। পরবর্তীকালে 1879 খ্রীষ্টাব্দে সিম্পার (Schimper) ব্রায়োফাইটাকে একটি পৃথক বিভাগ (Division) রূপে গণ্য করেন। আইক্‌লার (Eichler) 1883 খৃষ্টাব্দে ব্রায়োফাইটাকে হেপাটিসী ও মাস্‌কি নামক দুটি শ্রেণীতে ভাগ করেন। পরবর্তীকালে এঞ্জলার (Engler) 1892 খৃষ্টাব্দে এই শ্রেণীগুলিকে তিনটি বর্গে বিভক্ত করেন, যথা—

শ্রেণী — হেপাটিসী (Hepaticeae)

- বর্গ— মারক্যানসিয়োলিস
- জাঙ্গারম্যানিয়েলিস
- অ্যান্থোসেরোটেলিস (Anthoceroteles)

শ্রেণী— মাস্‌কি (Musci)

- স্ফ্যাগনেলিস (Sphagnales)
- অ্যান্ড্রিয়েলিস (Andreales)
- ব্রায়েলিস (Bryales)

অপরদিকে হোয়ী (Howe ; 1899), ক্যাম্পবেল (Campbell ; 1918, 1940), স্মিথ (Smith ; 1934, 1955), তাক্‌তাজান (Takhtajan ; 1953) এবং স্টুস্টার (Schuster ; 1953, 1958) প্রমুখ বিজ্ঞানীরা অ্যান্থোসেরোটেলিস বর্গভূক্ত উদ্ভিদের সহিত হেপাটিসী শ্রেণীভুক্ত অন্যান্য উদ্ভিদের বৈসাদৃশ্য লক্ষ্য করেন এবং ব্রায়োফাইটাকে তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত করেন, যথা—

শ্রেণী—1. হেপাটিসী (Hepaticae)

শ্রেণী—2. অ্যান্থোসেরোটি (Anthocerotae)

শ্রেণী—3. মাসকি (Musci)

পরবর্তীকালে রথমেলার (1951) উদ্ভিদের আন্তর্জাতিক নামকরণ রীতি অনুযায়ী শ্রেণীর নামগুলির পরিবর্তন করেন, যেমন— হেপাটিসীকে হেপাটিকপসিডা, অ্যান্থোসেরোটিকে অ্যান্থোসেরোপ্‌সিডা এবং মাসকীকে ব্রায়োপ্‌সিডা। কিন্তু বিজ্ঞানী প্রসকাউর (1957) অ্যান্থোসেরোপসিডা কে অ্যান্থোসেরোটপসিডা নামে অভিহিত করেন। প্রসকাউর প্রবর্তিত ব্রায়োফাইটার শ্রেণী বিভাগ নিম্নরূপ—

বিভাগ : ব্রায়োফাইটা

শ্রেণী I
(হেপাটিকপ্সিডা)
বর্গ ঃ
1. টাকাকিয়েলিস
2. ক্যালোব্রায়েলিস
3. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস
4. মেটজারিয়েলিস
5. মারক্যানসিয়েলিস
6. স্ফীরোকারপেলিস

শ্রেণী II
(অ্যান্থোসেরোট্পসিডা)
বর্গ ঃ
1. অ্যান্থোসেরোটেলিস

শ্রেণী III
(ব্রায়োপ্সিডা)
উপশ্রেণী ঃ
2. স্ফ্যাগনিডি
বর্গ ঃ স্ফ্যাগনেলিস
2. অ্যান্ড্রিয়েডি
বর্গ ঃ অ্যান্ড্রিয়েলিস
3. বাক্সবাউমিডি
বর্গ ঃ বাক্সবাউমিয়েলিস
4. ব্রায়িডি
বর্গ ঃ 11টি, ইহাদের মধ্যে ফিউনারিয়েলিস অন্যতম।
5. পলিট্রিকিডি
বর্গ ঃ 2টি, ইহাদের মধ্যে পলিট্রিকেলিস অন্যতম।

9.5.1 ব্রায়োফাইটা শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য ঃ

শ্রেণী—I হেপাটিকপ্সিডা (লিভারউয়ার্ট)

সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

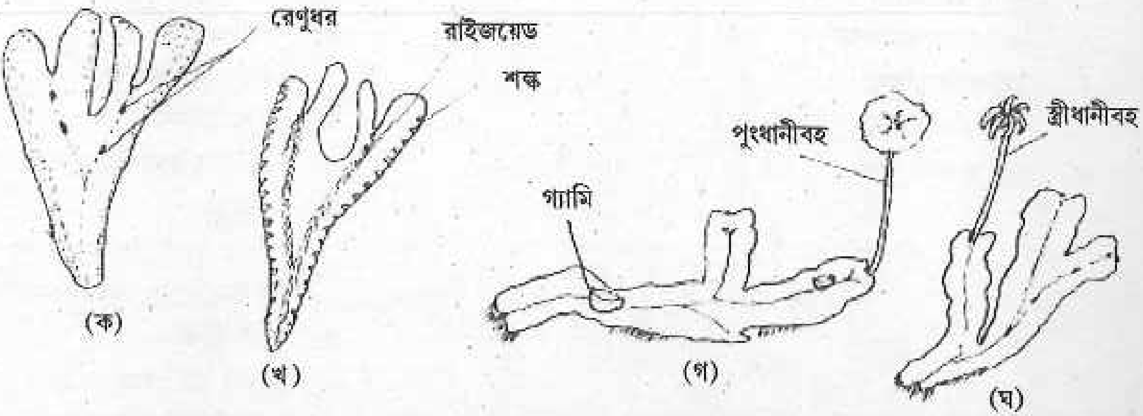
1. উদ্ভিদ দেহটি বিষমপৃষ্ঠীয় শায়িত থ্যালাসের ন্যায় (thalloid) অথবা পাতাসদৃশ অঙ্গযুক্ত (foliose) হয়। থ্যালাসের আকৃতি যকৃৎ-এর ন্যায় হওয়ায় এদের লিভারউয়ার্টও বলে।
2. থ্যালাসের অঙ্কদেশে মূলের ন্যায় রাইজয়েড ও শল্ক (scale) উপস্থিত থাকে।
3. থ্যালাসের প্রতিটি কোষ পাইরিনয়েডবিহীন ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত হয়। দেহের অন্তর্গঠন অত্যন্ত সরল প্রকৃতির হয়।
4. যৌন জনন অঙ্গগুলি অর্থাৎ অ্যান্থেরিডিয়াম (antheridium) ও আর্কিগোনিয়াম (Archegonium) সাধারণত থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে অথবা কখনো কখনো প্রান্তদেশে উৎপন্ন হয়।
5. পুংজনন অঙ্গ অ্যান্থেরিডিয়াম ও স্ত্রী জনন অঙ্গ আর্কিগোনিয়াম বহুকোষী হয়।
6. রেণুধর উদ্ভিদগুলি অত্যন্ত সরল (কেবলমাত্র ক্যাপসিউল) অথবা পদ (Foot), সিটা (Seta) ও ক্যাপসিউল (Capsule) নিয়ে গঠিত হয়।
7. ভ্রূনের এন্ডোথেসিয়াম নামক কলা থেকে রেণুধারণ কলার সৃষ্টি হয়।

8. কলুমেলা অনুপস্থিত। ইলেটার থাকতেও পারে আবার না থাকতেও পারে।

9. রেণুধর উদ্ভিদগুলি ক্লোরোফিল বিহীন হওয়ায়— সালোকসংশ্লেষ করতে পারে না এবং লিঙ্গধর উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণরূপে নির্ভরশীল হয়।

10. ক্যাপসিউলের বিদারণ নিয়মিত বা অনিয়মিত হয়।

হেপাটিকপসিডা শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত কয়েকটি উদ্ভিদ হল— রিকসিয়া (Riccia), মারক্যানসিয়া (Marchantia), পোরেলা (Porella) প্রভৃতি।



চিত্র : ক— রিকসিয়া থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশ, খ—অঙ্কদেশ

চিত্র : গ : গ্যামিসহ মারক্যানসিয়া পুং থ্যালাস ঘ — মারক্যানসিয়ার স্ত্রী থ্যালাস

9.5.2 শ্রেণী II—অ্যান্থোসেরোটপ্সিডা (Antocerothopsida)

সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

1. লিঙ্গধর উদ্ভিদটির আকৃতি থ্যালাসের ন্যায়। থ্যালাসটি সবুজ, বিষমপৃষ্ঠীয় শায়িত ও প্রান্তভাগ খাঁজকাটা।

2. কেবলমাত্র মসৃণ প্রাচীরযুক্ত রইজয়েড থ্যালাসের অঙ্কদেশে বর্তমান। কোনও স্কেল বা শল্ক থাকে না।

3. অন্তর্গঠনে উদ্ভিদদেহটি খুবই সরল, সমসত্ব প্রকৃতির কোষ দ্বারা গঠিত অর্থাৎ কোষগুলির বিভিন্নতা থাকে না। কোষগুলি ক্লোরোপ্লাস্ট ও পাইরিনয়েড যুক্ত।

4. কোনওরূপ বায়ুপ্রকোষ্ঠ বা বায়ুরন্ধ্র থাকে না কিন্তু মিউসিলেজপূর্ণ আন্তকোষীয় গহ্বর উপস্থিত। এই গহ্বরগুলিতে নীলাভ সবুজ শৈবাল বাস করে ও গহ্বরগুলি থ্যালাসের অঙ্কদেশে ফাটলের (Shit) ন্যায় ছিদ্রের মাধ্যমে উন্মুক্ত হয়।

5. যৌন জনন অঙ্গগুলি থ্যালাস কলার মধ্যে নিবেশিত অবস্থায় থাকে। থ্যালাসগুলি সহবাসী অথবা ভিন্নবাসী হতে পারে।

6. পুংজনন অঙ্গ (অ্যান্থেরিডিয়াম) থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে এককভাবে বা গুচ্ছাকারে পুংধানী প্রকোষ্ঠে অধঃত্বকীয় কোষ হইতে উৎপন্ন হয়।

7. স্ত্রীজনন অঙ্গ (আর্চিগোনিয়াম) থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে বহিস্ত্বকীয় কোষ হইতে উৎপন্ন হয়।

8. রেণুধর উদ্ভিদটি পদ (foot), নিবেশিত ভাজক কলা স্তর ও ক্যাপসিউলে বিভক্ত। ভাজক কলার কার্যকারিতার ফলে ক্যাপসিউলের বৃদ্ধি অনিয়ত হয়।

9. অতি লম্বা ক্যাপসিউলের প্রাচীর 4-6 কোষস্তর বিশিষ্ট ও স্টোমাটা (পত্ররন্ধ্র) যুক্ত হয়।

10. অ্যাম্ফিথেসিয়াম (amphithecium) থেকে রেণুধারণ কলা ও ক্যাপসিউলের প্রাচীর উৎপন্ন হয় এবং এন্ডোথেসিয়ামের বন্ধ্যাকোষ কলুমেলা উৎপন্ন করে।

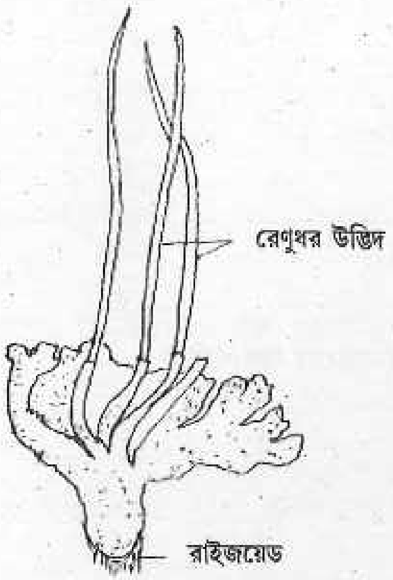
11. রেণুধারণ কলা থেকে রেণু মাতৃকোষ ও সিউডোইলেটার মাতৃকোষ উৎপন্ন হয়।

12. রেণুধর উদ্ভিদটি লিঙ্গধর উদ্ভিদের উপর আংশিক নির্ভরশীল।

অ্যান্থোসেরোটপ্সিডা শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত কয়েকটি উদ্ভিদ নীচে দেওয়া হল—

অ্যান্থোসেরোস **(Anthoceros Sp.)**

নোটোথাইলাস **(Notothylus Sp.)**



চিত্র : ক— অ্যান্থোসেরাস থ্যালাস

চিত্র : খ—নোটোথাইলাস থ্যালাস (বিবর্ধিত)

9.5.3 শ্রেণী III — ব্রায়োপসিডা (Bryopsida)

সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

1. অপরিণত লিঙ্গধর উদ্ভিদে দুটি অংশ দেখা যায়—

   (i) ভূমিতে শায়িত, সূত্রাকার বা থ্যালাসের ন্যায় অংশ (প্রোটোনিমা) এবং (ii) ভূমি হইতে উত্থিত (erect) পাতাসমন্বিত (leafy) কান্ডের ন্যায় অংশ (গ্যামেটোফোর) পত্রাবকাণ্ড।

2. পরিণত লিঙ্গধর উদ্ভিদের দেহটি কান্ড ও পাতার ন্যায় অংশে বিভেদিত কিন্তু মূল অনুপস্থিত।

3. জনন অঙ্গগুলি কান্ডের (পত্রাবকান্ডের) অগ্রভাগে জন্মায়।

4. রাইজয়েডগুলি বহুকোষী ও শাখাযুক্ত এবং তির্যক বিভেদ প্রাচীর বিশিষ্ট হয়।

5. রেণুধর উদ্ভিদে পদ (foot), সিটা (Seta) ও ক্যাপসিউল বর্তমান।

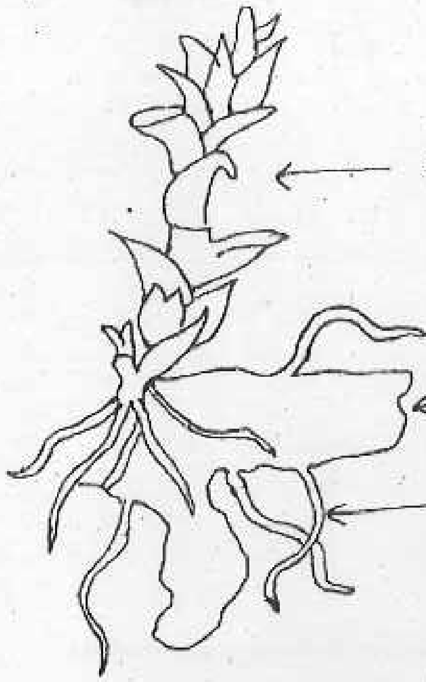
6. ক্যাপসিউল প্রাচীর বহুস্তর ও পত্ররন্ধ্রযুক্ত হয়।

7. ভ্রূণে এন্ডোথেসিয়াম অথবা অ্যাম্ফিথেসিয়াম হইতে রেণুধারণ কলা উৎপন্ন হইয়া বন্ধ্যা কলুমেলাকে বেষ্টন করিয়া রাখে।

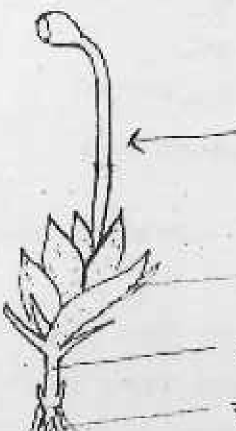
8. ক্যাপসিউলে ইলেটার অনুপস্থিত।

ব্রায়োপসিডা শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত কয়েকটি উদ্ভিদের উদাহরণ নীচে দেওয়া হল—

স্ফ্যাগনাম (Sphagnum), ফিউনারিয়া (Funaria), পোলিট্রিকাম (Polytrichum), পোগোনেটাম (Pogonatum) প্রভৃতি।



চিত্র : ক— স্ফ্যাগনাম-এর অপরিণত লিঙ্গাধর উদ্ভিদ



চিত্র : খ— ফিউনারিয়া-এর রেণুধর যুক্ত লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

9.6 অনুশীলনী

(ক) এক কথায় উত্তর দিন ঃ

(i) ব্রায়োফাইটা সাধারণত জলজ না স্থলজ উদ্ভিদ?

(ii) এখানে মূলের পরিবর্তে কি দেখা যায়?

(iii) ব্রায়োফাইটা অপুষ্পক না সপুষ্পক উদ্ভিদ?

(iv) ব্রায়োফাইটার একটি জলজ প্রজাতির নাম উল্লেখ করুন।

(v) ব্রায়োফাইটাকে কয়টি শ্রেণীতে বিভক্ত করা যায়?

(vi) এদের প্রধান উদ্ভিদটি লিঙ্গধর না রেণুধর?

(vii) স্ফ্যাগনাম কোন্ শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদ?

(খ) অতি সংক্ষেপে উত্তর দিন ঃ

(i) ব্রায়োফাইটার তিনটি শ্রেণীর নাম উল্লেখ করুন।

(ii) হেপাটিকপ্সিডার উদ্ভিদগুলিকে লিভার ওয়ার্টস বলা হয় কেন?

(iii) ব্রায়োফাইটার রেণুধর উদ্ভিদের তিনটি অংশের নাম করুন।

(iv) ইলেটার কোথায় দেখা যায়?

(v) কোন্ ব্রায়োফাইটা উদ্ভিদের রেণুধর অংশে ভাজক কলা দেখা যায়?

(vi) প্রোটোনিমা ও গ্যামেটোফোর কি?

(গ) সংক্ষেপে উত্তর দিন ঃ

(i) ব্রায়োফাইটার বৈশিষ্ট্য লিখুন।

(ii) একটি ছকের সাহয্যে ব্রায়োফাইটার শ্রেণী বিভাগ করুন।

(iii) ব্রায়োফাইটার প্রতিটি শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য লিপিবদ্ধ করুন।

9.7 উত্তরমালা

(ক)

(i) স্থলজ

(ii) রাইজয়েড ও স্কেল

(iii) অপুষ্পক

(iv) *Riccia fluitans*

(v) তিনটি

(vi) লিঙ্গাধর (n)

(vii) ব্রায়োপসিডা

(খ)

(i) হেপাটিকপ্সিডা, অ্যান্থোসেরোটোপসিডা ও ব্রায়োপসিডা

(ii) অনুচ্ছেদ 9.5.1 দেখুন।

(iii) অনুচ্ছেদ 9.5.3 দেখুন।

(iv) হেপাটিকপ্সিডা শ্রেণীভুক্ত রেণুধর উদ্ভিদের ক্যাপসিউলে রেণুধারণ কলা থেকে উৎপন্ন বন্ধ্যা কোষ যা রেণুবিস্তারে সাহায্যে করে।

(v) অ্যান্থোসেরাস

(vi) অনুচ্ছেদ 9.5.3 দেখুন।

(গ)

(i) অনুচ্ছেদ 9.2 দেখুন।

(ii) অনুচ্ছেদ 9.5 দেখুন।

(iii) অনুচ্ছেদ 9.5.1, 9.5.2 ও 9.5.3 দেখুন।

একক 10 ☐ Riccia ও Funaria-র জীবন বৃত্তান্ত ও ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের অর্থনৈতিক গুরুত্ব

গঠন (Structure)

10.1 প্রস্তাবনা
উদ্দেশ্য
10.1.1 রিকসিয়ার জীবনচক্র
10.2 ফিউনারিয়া'র জীবন চক্র
10.3 ব্রায়োফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব

10.1 প্রস্তাবনা

পূর্ববর্তী এককে আমরা ব্রায়োফাইটার সাধারণ বৈশিষ্ট্য ও তার তিনটি শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য পৃথক পৃথকভাবে আলোচনা করেছি। এই এককে আমরা রিকসিয়া ও ফিউনারিয়া এই দুটি ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের জীবন ইতিহাস সম্পর্কে আলোচনা করবো। এর ফলে আপনারা এই দুইটি গনের স্বভাব ও বসতি সম্পর্কেও জানতে পারবেন। এই এককে ব্রায়োফইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব আলোচিত হয়েছে।

উদ্দেশ্য ঃ এই এককটি পাঠ করার পর আপনি

Riccia-র গঠন ও জীবন ইতিহাস ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

Funaria-র লিঙ্গধর ও রেণুধর জনুর গঠন ও জীবন ইতিহাস আলোচনা করতে সক্ষম হবেন।

ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের অর্থনৈতিক গুরুত্ব সম্বধে অবহিত হবেন,—

10.1.1 Riccia-র জীবনচক্র (Life Cycle of Riccia)

রিকসিয়ার উদ্ভিদজগতে স্থান :

বিভাগ (Division)	ব্রায়োফাইটা
শ্রেণী (Class)	হেপাটিকপ্সিডা
বর্গ (Order)	মারকেনসিয়েলিস
গোত্র (Family)	রিকসিয়েসী
গণ (Geners)	রিকসিয়া
প্রজাতি (Species)	রিকসিয়া ডিসকলার (Riccia discolor)

10.1.2 স্বভাব ও বাসস্থান (Habit and habitat) :

রিকসিয়া হল অতি সরল প্রকৃতির লিভারওয়ার্ট। এই গণটির বিস্তৃতি সর্বত্রই লক্ষ্য করা যায়। অধিকাংশ উদ্ভিদ

ছায়াযুক্ত আর্দ্রভূমিতে জন্মায়। রিকসিয়ার কয়েকটি ভারতীয় প্রজাতি হইল—রিকসিয়া ক্রিস্টালিনা (R. crystallina), রিকসিয়া ডিসকলার (R. discolor), রিকসিয়া ফ্রস্টি (R. frostii) এবং রিকসিয়া গ্যাঙ্গেটিকা (R. gangetica)। রিকসিয়া প্রধানত স্থলজ হইলেও রিকসিয়া ফ্লুইট্যান্স (R. Fluitans) একটি জলজ প্রজাতি।

10.1.3 লিঙ্গধর উদ্ভিদ :

(A) বহিঃঅঙ্গসংস্থান (External morphology) : রিকসিয়ার জীবনচক্রে লিঙ্গধর দশাই প্রধান। লিঙ্গধর উদ্ভিদ সাধারণত বিষমপৃষ্ঠীয়, চ্যাপ্টা, শায়িত, ফিতাকৃতি, দ্বাগ্র-শাখাবিশিষ্ট, সবুজ, রসাল থ্যালাস। থ্যালাসের শায়িত শাখাগুলি গোলাপের পাপড়ির ন্যায় বিন্যস্ত হয়ে রোজেট আকৃতি ধারণ করে।

থ্যালাসের পৃষ্ঠভাগ সবুজ বর্ণের এবং প্রতিটি শাখায় একটি করে মধ্যশিরা বর্তমান। শাখার উপরিতলে মধ্যশিরা বরাবর একটি সরু লম্বা খাঁজ থাকে যা শাখার অগ্রভাগে গভীর খাঁজের সৃষ্টি করে। এই অগ্রস্থ খাঁজ অংশেই থ্যালাসের বৃদ্ধি ঘটে।

চিত্র :

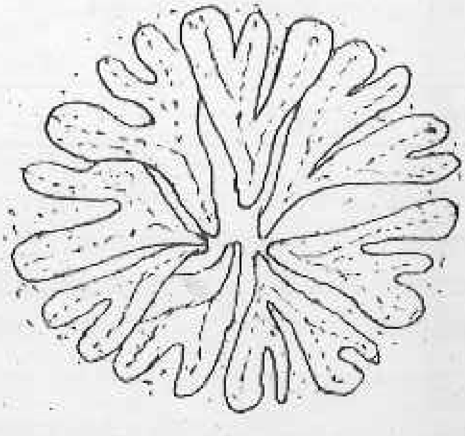
(ক) রিকসিয়ার লিঙ্গধর উদ্ভিদ। থ্যালাসের রোজেট আকৃতি

(খ) থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশ

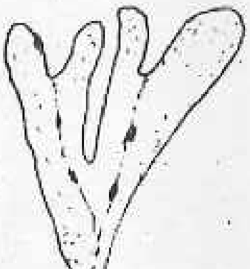
(গ) থ্যালাসের অঙ্কদেশ

(ঘ) মসৃণ প্রাচীর বিশিষ্ট রাইজয়েড

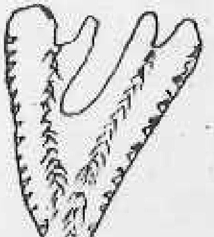
(ঙ) কীলকাকার রাইজয়েড



(ক)



খ



গ

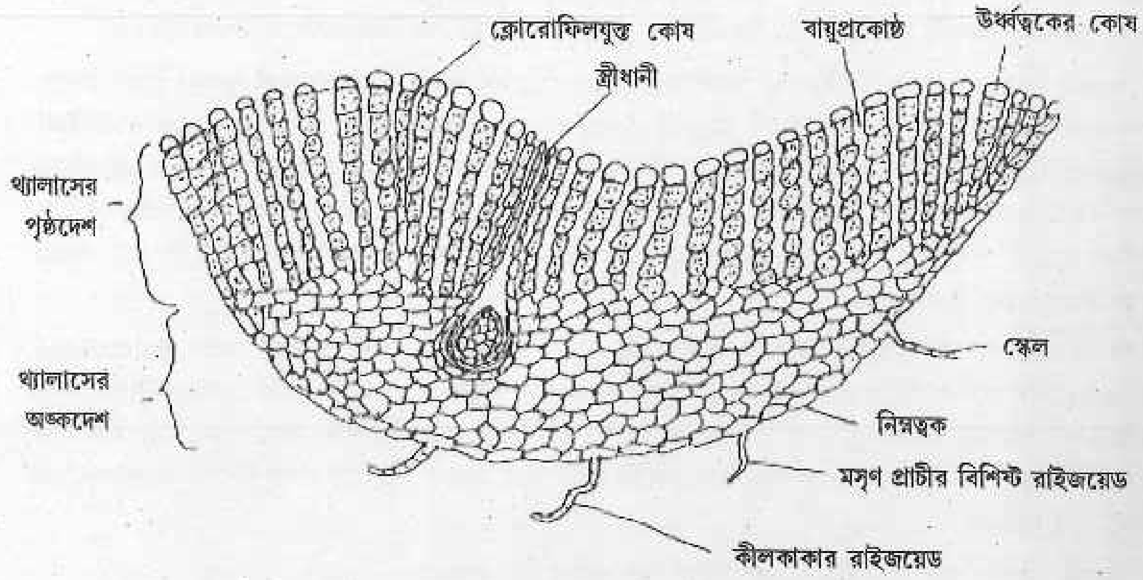
ঘ

ঙ

থ্যালাসের অঙ্কদেশ হইতে এককোষী রাইজয়েট ও বহুকোষী স্কেল উৎপন্ন হয়। রাইজয়েড দুই প্রকার যথা মসৃণ ও কীলকাকার। রাইজয়েডগুলি থ্যালাসকে মাটির সাথে আটকে রাখে এবং মূলের ন্যায় কাজ করে অর্থাৎ মাটি হইতে জল ও খনিজ লবণ শোষণ করে।

(B) অন্তঃঅঙ্গাস্থান (Internal morphology)

রিকসিয়ার অন্তর্গঠনে দুইটি ভিন্ন প্রকৃতির কোষস্তর দেখা যায়, যেমন— পৃষ্ঠদেশে খাড়াভাবে স্তরে স্তরে সজ্জিত ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষ ও অঙ্কদেশে বর্ণহীন প্যারেনকাইমা কোষস্তর। খাড়াভাবে সজ্জিত কোষস্তরগুলির মাঝে মাঝে বায়ুপূর্ণ স্থান বর্তমান। ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষের সারির প্রান্তকোষগুলি আকারে বড় ও বর্ণহীন হয়। থ্যালাসের অঙ্কদেশের কোষগুলি কোষান্তর স্থানবিহীন এবং খাদ্য সঞ্চয়ে নিয়োজিত থাকে। থ্যালাসের নিম্নত্বক হইতে এককোষী রাইজয়েড ও বহুকোষী স্কেল (Scale) উদ্ভূত হয়।



চিত্র : প্রস্থচ্ছেদে রিকসিয়া থ্যালাসের অন্তর্গঠন

10.1.4 জনন (Reporduction)

রিকসিয়া অঙ্গজ ও যৌন জনন পদ্ধতিতে বংশবিস্তার করে—

(A) অঙ্গজ জনন (Vegetative reproduction) : রিকসিয়ার অঙ্গজ জনন নিম্নলিখিত উপায়ে সম্পন্ন করে।

(i) খণ্ডীভবন (Fragmentation) : এক্ষেত্রে থ্যালাসের পেছনের দিক ক্রমশঃ পচতে থাকে এবং সামনের দিক বৃদ্ধি পেতে থাকে ফলে শাখাগুলি পৃথক হয়ে নতুন রিকসিয়া থ্যালাসের সৃষ্টি হয়।

(ii) অস্থানিক শাখা (Adventitious branches) :

কখনও কখনও রিকসিয়া থ্যালাসের নিম্নতল হইতে অস্থানিক শাখা উৎপন্ন হয়ে নতুন পৃথক থ্যালাস সৃষ্টি হয়।

(iii) স্থায়ী অগ্রমুকুল (Permanent apices) :

শুষ্ক পরিবেশে কোন কোন রিকসিয়া প্রজাতিতে থ্যালাসের অগ্রভাগ মাটিতে প্রবেশ করে স্থূল হয় এবং পেছনের অংশ শুকিয়ে যায়। অনুকূল পরিবেশে এই অগ্রস্থ স্থূল অংশটি থেকে নতুন থ্যালাস উৎপন্ন হয়।

(iv) টিউবার (Tuber) : বহুক্ষেত্রে প্রতিকুল পরিবেশে থ্যালাস হইতে উৎপন্ন স্ফীত কন্দ (Tuber) অনুকুল পরিবেশে নতুন থ্যালাস সৃষ্টি করে।

(v) রাইজয়েডের শীর্ষকোষের বিভাজনের দ্বারাও নতুন থ্যালাসের আবির্ভাব ঘটে থাকে।

(B) যৌন জনন (Sexual reproduction) :

রিকসিয়ার যৌন জনন উগ্যামী পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়। থ্যালাসের পৃষ্ঠভাগে উপরিতলে অবস্থিত পুংধানী (অ্যান্থেরিডিয়াম) ও স্ত্রীধানীর (আর্কিগোনিয়াম) সাহায্যে যৌন জনন ঘটিয়া থাকে। রিকসিয়ার কয়েকটি প্রজাতি সহবাসী ও কয়েকটি ভিন্নবাসী হয়। সহবাসী প্রজাতিতে (R. crystallina) পুংধানী ও স্ত্রীধানী একই থ্যালাসে উৎপন্ন হয় অপরপক্ষে ভিন্নবাসী প্রজাতিতে (R. Discolor) পুংধানী ও স্ত্রীধানী ভিন্ন ভিন্ন থ্যালাসে উৎপন্ন হয়।

পুংধানী (অ্যান্থেরিডিয়াম) : রিকসিয়া থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের কোন একটি কোষ প্রাথমিক পুংধানী কোষ হিসাবে কাজ করে। এই প্রাথমিক পুংধানী কোষটি আকারে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয় ও আড়াআড়িভাবে বিভাজিত হয়ে একটি উর্ধ্ব (upper cell) ও একটি নিম্ন কোষ (Lower cell) সৃষ্টি করে। উর্ধ্ব কোষটি পুনরায় আকারে বৃদ্ধি পায় ও আড়াআড়ি ভাবে বিভাজিত হয়ে উর্ধ্ব প্রাথমিক পুংধানী কোষ (upper primary antheridial cell) উৎপন্ন করে। এইভাবে উর্ধ্ব প্রাথমিক পুংধানী কোষ হইতে পুংধানী (antheridium) ও নিম্ন প্রাথমিক পুংধানী কোষ হইতে পুংধানীর বৃন্ত (stalk of antheridium) বিকশিত হয়।

রিকসিয়ার পরিণত পুংধানীর আকৃতি ন্যাসপাতির ন্যায়, প্রত্যেকটি পুংধানী পুংধানী কক্ষে (antheridial chamber) অবস্থান করে। পুংধানী কক্ষগুলি একটি ছিদ্রের মাধ্যমে উন্মুক্ত হয়। পুংধানী একটি কোষস্তর বিশিষ্ট বন্ধ্যা কোষের আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে। পুংধানী মধ্যস্থিত কোষগুলি শুক্রানু মাতৃকোষ গঠন করে। শুক্রাণু মাতৃকোষ গুলি কোণাকুনি বিভাজিত হইয়া শুক্রানু কোষ বা অ্যান্ড্রোসাইট সৃষ্টি করে। শুক্রানু কোষগুলি পরে পরিণত দ্বিফ্ল্যাজলোযুক্ত শুক্রানুতে রূপান্তরিত হয়।

পুংধানী পরিণত হলে পুংধানীর আবরণ বিদীর্ণ হয়ে শুক্রানুগুলি নির্গত হয়।

চিত্র : পুংধানীর উৎপত্তি ও গঠন

স্ত্রীধানী (Archegonium) :

থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের একটি প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষ হইতে রিকসিয়ার স্ত্রীধানী বিকাশিত হয়। প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষটি আড়াআড়িভাবে বিভাজিত হয়ে একটি উর্ধ্ব ও একটি নিম্ন কোষ উৎপন্ন করে। উর্ধ্ব কোষটি স্ত্রীধানী মাতৃকোষ হিসাবে কাজ করে যা পরে পরিণত স্ত্রীধানী উৎপন্ন করে।

পরিণত স্ত্রীধানী বৃন্তযুক্ত ফ্লাস্কের ন্যায় দেখতে হয়। ইহা থ্যালাসের ভিতর স্ত্রীধানী কক্ষে অবস্থান করে। ইহার নিচের স্ফীত অংশটিকে অঙ্ক (venter) ও উদরের দীর্ঘ সরু অংশটিকে গ্রীবা (neck) বলে। দীর্ঘ গ্রীবা 6-9 টি গ্রীবনালী কোষ দ্বারা গঠিত। গ্রীবার শীর্ষে অবস্থিত চারটি বিশেষ ধরনের কোষ ছাক্না কোষ (Cover cell) হিসাবে কাজ করে। স্ত্রীধানীর অঙ্কের মধ্যে একটি অঙ্কীয় নালী কোষ (ventral canal cell) ও একটি হ্যাপ্লয়েড (n) ডিম্বানু কোষ বর্তমান।

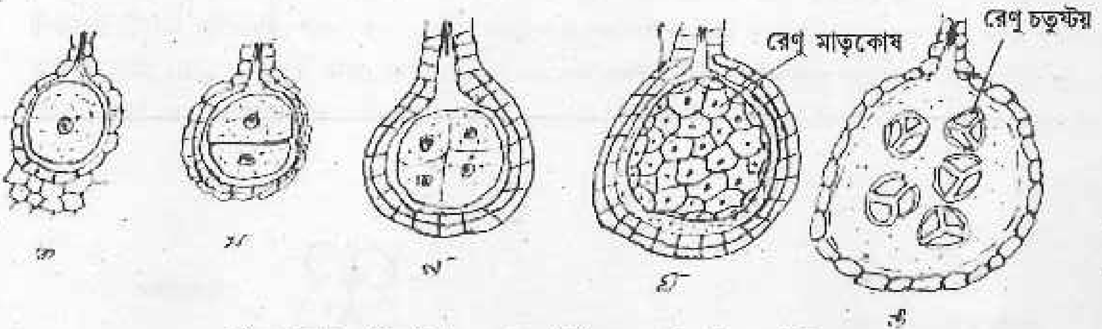
চিত্র : স্ত্রীধনীর উৎপত্তি ও গঠন

নিষেক (Fertilization) : পুংধানী থেকে নির্গত শুক্রানু জলের মাধ্যমে স্ত্রীধানীর নিকট উপস্থিত হয়। স্ত্রীধানীর নালীকোষগুলি দ্রবীভূত হলে যে পথের সৃষ্টি হয় সেই পথে একটি মাত্র শুক্রানু ডিম্বানুর সহিত মিলিত হয় ও ডিম্বানুটিকে নিষিক্ত করে জাইগোট গঠন করে। ডিপ্লয়েড (2n) জাইগোটই হইল রেণুধর উদ্ভিদের (রেণুধর জনু) প্রথম কোষ।

10.1.5 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of the Sporophyte) :

ভ্রূণাণু (Zygote) কোষটি বারবার মাইটোসিস কোষবিভাজন পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে বহুকোষী ভ্রূণ সৃষ্টি করে। এই বহুকোষী ভ্রূণের কোষগুলি পৃষ্ঠ-সমান্তরাল বা পেরিক্লিন্যাল বিভাজনের ফলে বাহিরের দিকে অ্যাম্ফিথেসিয়াম ও ভিতরের দিকে এন্ডোথেসিয়াম নামক দুটি কোষস্তর সৃষ্টি করে। অ্যাম্ফিথেসিয়ামের কোষগুলি বিভাজিত হয়ে রেণুধর উদ্ভিদের এককোষস্তর বিশিষ্ট আবরণ (Jacket) সৃষ্টি করে যার ভিতরে এন্ডোথেসিয়ামের কোষগুলি হইতে রেণুধারণ কলার সৃষ্টি হয়। রেণুধারণ কলার কোষগুলি ক্রমশঃ রেণুমাতৃকোষে বিভেদিত হয় এবং রেণুমাতৃকোষগুলি মায়োসিস কোষ-বিভাজন পদ্ধতিতে বিভাজিত হইয়া হ্যাপ্লয়েড (n) রেণু উৎপন্ন করে। কয়েকটি রেণুমাতৃকোষ রেণুর পরিবর্তে পোষক কোষ (nursc-cell) উৎপন্ন করে।

রিকসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদে কেবলমাত্র একটি রেণুস্থলী বা ক্যাপসিউল থাকে অর্থাৎ পদ ও সিটা অনুপস্থিত। তাই রিকসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদ খুব সরল প্রকৃতির হয়। ক্যাপসিউলটি গোলাকার ও এককোষস্তর বিশিষ্ট প্রাচীরযুক্ত। ক্যাপসিউল প্রাচীরের ভিতর রেণুমাতৃকোষ ও বাহিরের দিকে দুই কোষস্তর বিশিষ্ট ক্যালিপ্টরা অবস্থান করে। ক্যালিপ্টরা হইল একটি আবরণ যা থ্যালাসের অঙ্কদেশের কোষ হইতে উৎপন্ন হয় এবং স্ত্রীধানীর অঙ্ক (venter) ও পরে রেণুধর উদ্ভিদের ক্যাপসিউলকে ঢেকে রাখে।



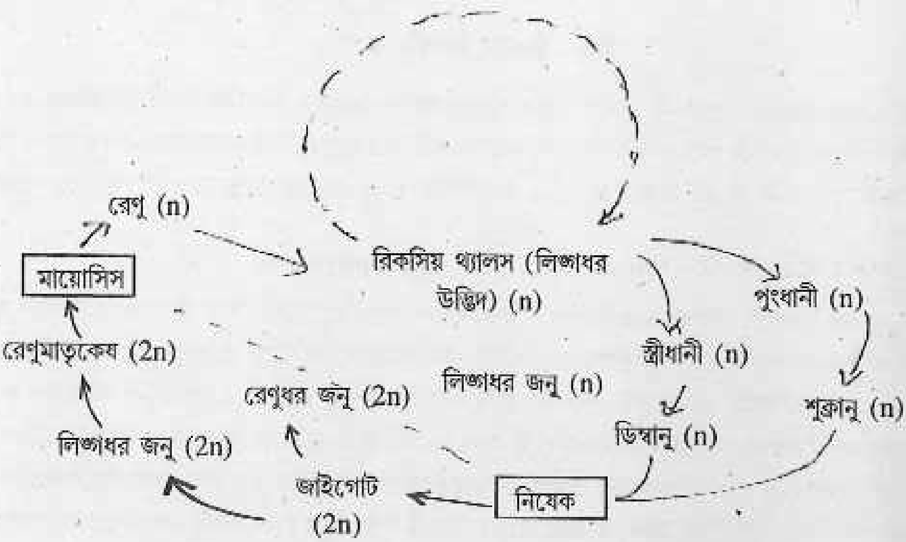
চিত্র -ক-৬ : রিকসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

রেণুগুলি পরিণত হলে ক্যাপসিউল প্রাচীর ও থ্যালাস বিনষ্ট হয় ফলে রেণুগুলি বাহিরে নির্গত হয়। রেণুগুলি ক্ষুদ্র ও তিনটি স্তর দ্বারা গঠিত, যথা এক্সোস্পোরিয়াম, মেসোস্পোরিয়াম ও এন্ডোস্পোরিয়াম।

নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ (New gametophyte) :

রেণুই হল লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। অনুকূল পরিবেশে— রেণুগুলির অঙ্কুরোদ্গম (germination) হয় ও নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ উৎপন্ন হয়।

10.1.6 জীবন চক্র (Life cycle) : রিকসিয়ার জীবনচক্রে অসম কিছু জনুক্রম দেখা যায়।



চিত্র : লেখচিত্রের মাধ্যমে রিকসিয়ার জীবন চক্র দেখান হল

10.1.7 প্রশ্নাবলী :

(i) রিকসিয়ার একটি জলজ প্রজাতির নাম লিখুন।

(ii) রিকসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদ কয়টি অংশে বিভেদিত?

(iii) রিকসিয়ার রাইজয়েড কয় প্রকার ও কি কি?

(iv) অ্যাম্ফিথেসিয়াম (Amphithecium) ও এন্ডোথেসিয়াম (endothecium) কি?

(v) রিকসিয়ার শুক্রানু কয়টি ফ্লাজেলা যুক্ত?

(vi) রিকসিয়ার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের বহির্গঠনের বর্ণনা দিন।

(vii) রিকসিয়াতে কয় প্রকার অঙ্গজ জনন দেখা যায়?

(viii) রিকসিয়ার জীবন চক্রের বর্ণনা দিন।

(ix) রিকসিয়ার রেণুর উদ্ভিদের গঠন লিখুন।

(xi) রিকসিয়ার জীবনচক্র শব্দছকের মাধ্যমে লিখুন।

10.1.8 উত্তরমালা

(i) Riccia fluitans

(ii) কেবলমাত্র ক্যাপসিউল

(iii) দুই প্রকার, মসৃণ ও কীলকাকার।

(iv) অনুচ্ছেদ 10.1.7 দেখুন।

(v) দুইটি।

(vi) অনুচ্ছেদ 10.1.3 দেখুন।

(vii) অনুচ্ছেদ 10.1.2 দেখুন।

(viii) অনুচ্ছেদ 10.1.7 দেখুন।

(ix) অনুচ্ছেদ 10.1.8 দেখুন।

10.2 ফিউনারিয়া'র জীবন চক্র (Life Cycle of Funaria)

10.2.1 ফিউনারিয়া'র উদ্ভিদ জগতে স্থান :

শ্রেণী : ব্রায়োপসিডা (Bryopsida)

উপ-শ্রেণী : ব্রাইডি (Bryidae)

বর্গ : ফিউনারিয়েলিস (Funariales)

গোত্র : ফিউনারিয়েসী (Funariaceae)

গন : ফিউনারিয়া (Funaria)

প্রজাতি : ফিউনারিয়া হাইগ্রোমেট্রিকা (Funaria hygrometriea)

10.2.2 স্বভাব ও বাসস্থান (Habit and habitat)

ফিউনারিয়া একটি মস্ জাতীয় স্থলজ উদ্ভিদ। বর্ষাকালে ভেজা প্রাচীরের গাত্রে বা মাটিতে, দলবদ্ধভাবে সবুজ ঘাসের ন্যায়, ছায়াযুক্ত স্থানে জন্মায়।

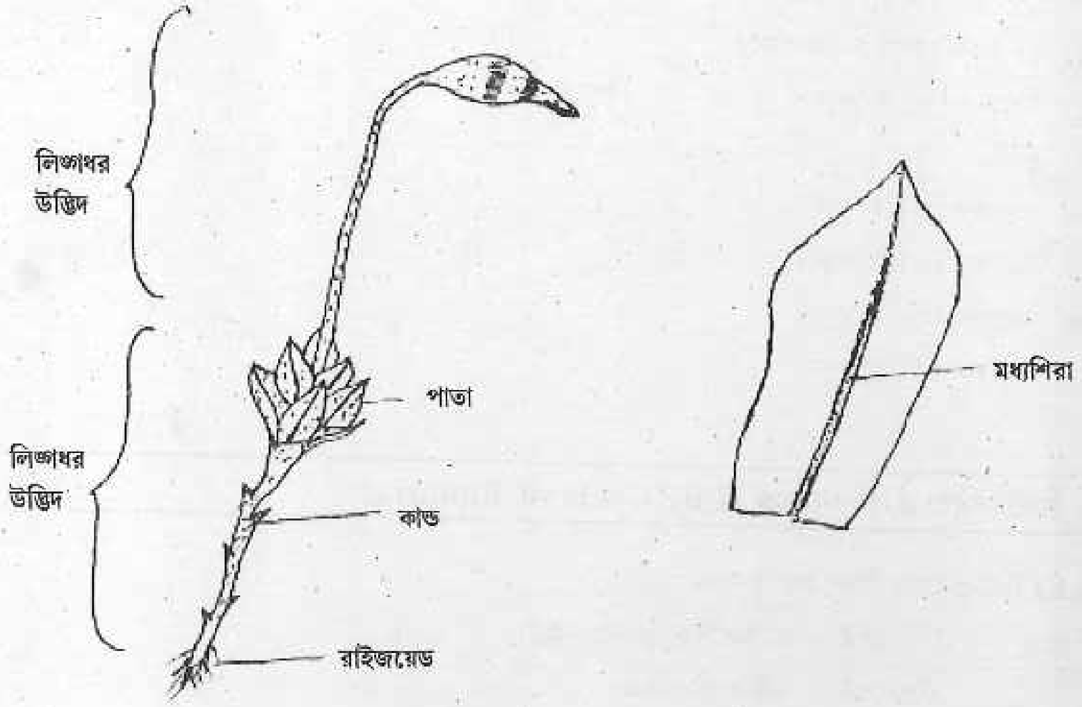
10.2.3 লিঙ্গাধর উদ্ভিদ (Gamelophytic plant)

A. বহিঃঅঙ্গাসংস্থান (External morphology)

লিঙ্গাধর উদ্ভিদটি প্রধান দুটি অংশে বিভেদিত। উদ্ভিদের শায়িত শাখাযুক্ত ফিতের ন্যায় তরুণ অংশকে বলা হয় প্রোটোনিমা (protonema)। এটি ক্ষণস্থায়ী হয়।

প্রোটোনিমা থেকে উদ্ভূত খাড়া, পরিশত, স্থায়ী ও পরিণত অংশকে পত্রাবকান্ড বা গ্যামেটোফোর বলে। পত্রাবকাণ্ডের নিম্নাংশ মাটির তলায় শায়িত রাইজোম বা গ্রন্থিকাণ্ড গঠন করে। রাইজোম হইতে সুতোর ন্যায় অসংখ্য, বহুকোষী, রাইজয়েড উৎপন্ন হয়।

পাতাগুলি কান্ডের উপর সর্পিলাকারে ঘনভাবে সজ্জিত থাকে। পাতাগুলি বৃন্তহীন ও আকৃতিতে উপবৃত্তাকার হয়। পাতার অগ্রভাগ সূঁচাল ও কিনারা মসৃণ। পরিণত পাতায় মধ্যশিরা বর্তমান।

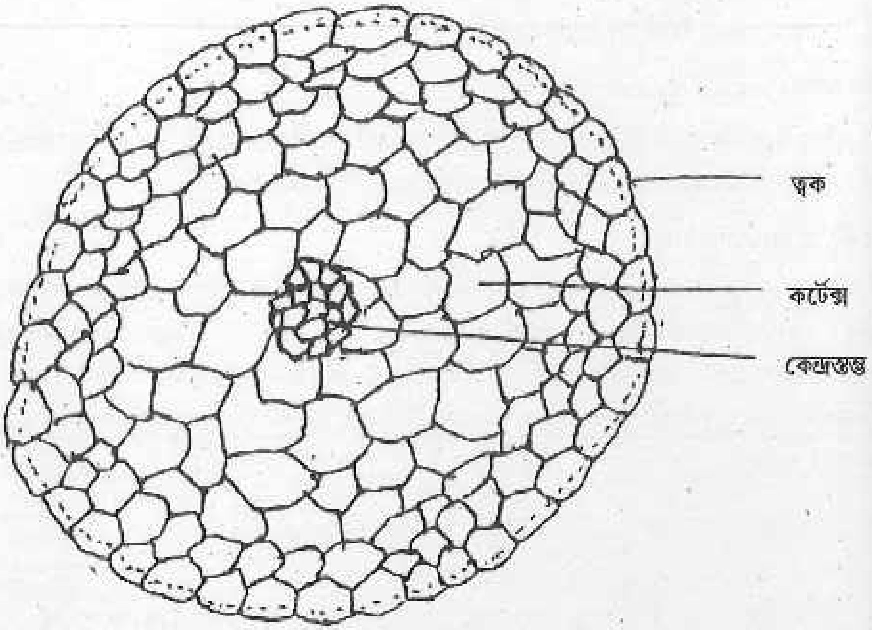


চিত্র : একটি পরিণত ফিউনারিয়া উদ্ভিদ

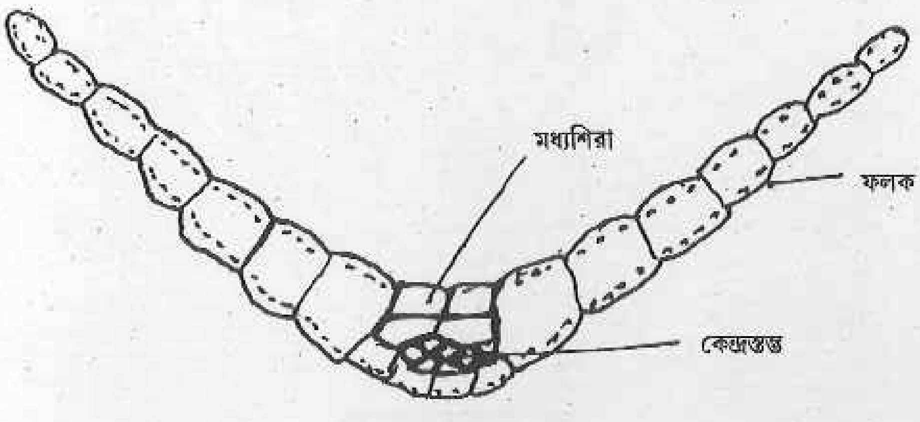
অন্তঃঅঙ্গসংস্থান (Internal morphology) :

ফিউনারিয়ার কান্ডের প্রস্থচ্ছেদে তিনটি অংশ পরিলক্ষিত হয়, যথা— ত্বক, বহিঃস্তর অর্থাৎ কর্টেক্স এবং কেন্দ্রস্তম্ভ। ত্বক ক্লোরোফিলযুক্ত ও কিউটিক্‌ল বা স্টোমাটা বিহীন হয়। ত্বকের নিচে প্যারেনকাইমা কোষযুক্ত বহুকোষী কর্টেক্স বর্তমান। কেন্দ্রস্তম্ভের কোষগুলি স্থুল প্রাচীর বিশিষ্ট হয়।

পাতার প্রস্থচ্ছেদে একটি কেন্দ্রস্তম্ভ এবং দুইদিকে পাতার ফলক পরিলক্ষিত হয়। পত্রফলক একস্তরে সজ্জিত ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষ দ্বারা গঠিত।



চিত্র : কান্ডের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র : পাতার প্রস্থচ্ছেদ

10.2.4 জনন (Reproduction) :

ফিউনারিয়া-র জনন দুই প্রকার যথা, অঙ্গজ ও যৌন।

অঙ্গজ জনন (Vegetative reproduction) : ফিউনারিয়ার অঙ্গজ জনন নিম্নরূপ—

(i) পত্রাবকান্ডের শাখা বিচ্ছিন্ন হয়ে নতুন উদ্ভিদ গঠন হতে পারে।

(ii) প্রাথমিক প্রোটোনিমার খণ্ডীতবলের মাধ্যমে। প্রোটোনিমার ছোট ছোট খণ্ডগুলি হইতে নতনু উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়।

(iii) গৌন প্রোটোনিমা হইতে নতুন উদ্ভিদের গঠন হয়।

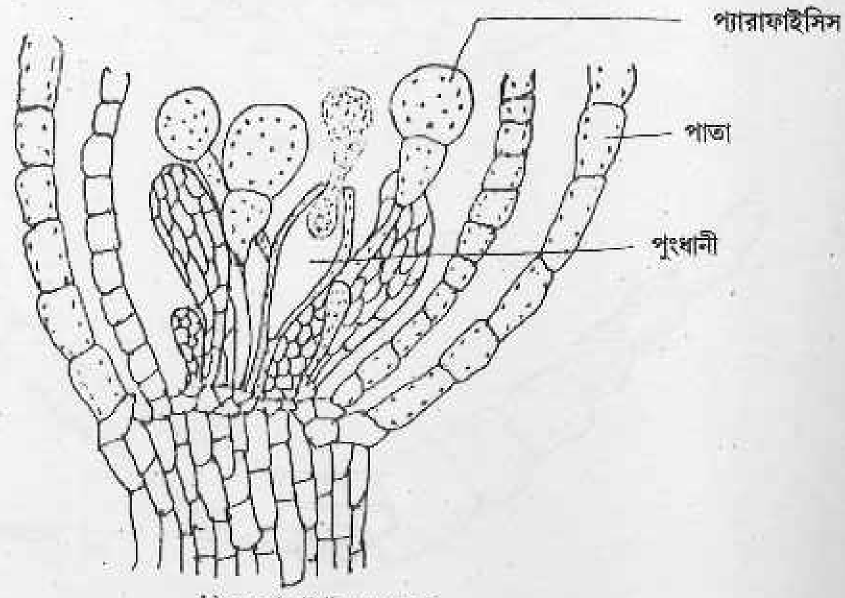
(iv) রাইজয়েডের শীর্ষে উৎপন্ন গেমা হইতে।

যৌন জনন (Sexual reproduction) :

ফিউনারিয়া একটি সহবাসী উদ্ভিদ। পুংধানী ও স্ত্রীধানী একই পত্রাবকাণ্ডের দুটি ভিন্ন শাখার অগ্রভাগে জন্মায়। পুংধানী ও স্ত্রীধানী পেরিকিটিয়াম (perichaetium) নামক পত্র দ্বারা পরিবৃত থাকে।

পুংধানী (Antheridium) :

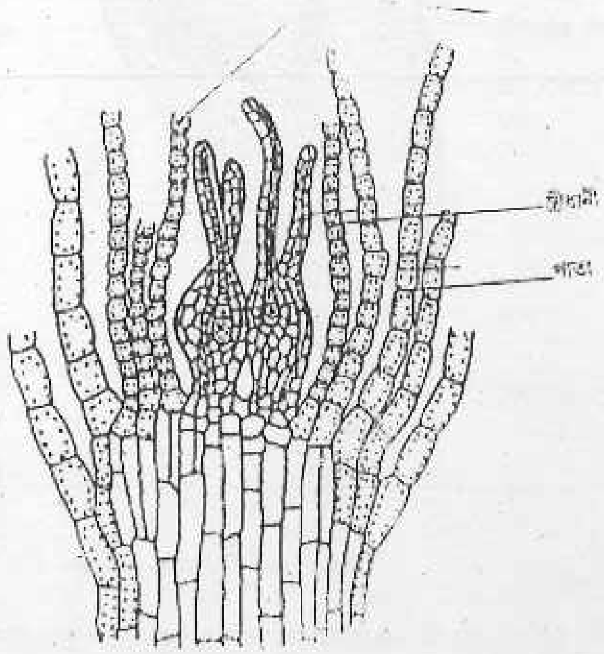
পুংধানীগুলি পুংশাখার অগ্রভাগে গুচ্ছাকারে উৎপন্ন হয়, পুংধানীগুলি প্যারাফাইসিস নামক সবুজ ও বহুকোষী রোম দ্বারা আবৃত থাকে। পরিণত পুংধানী বৃন্তযুক্ত ও গদাকৃতির হয়। পুংধানীর বহিরাবরণ একস্তরবিশিষ্ট হয়। পুংধানীর মধ্যস্থলে অসংখ্য শুক্রানু মাতৃকোষ থাকে এবং অগ্রভাগে কয়েকটি স্থূলপ্রাচীর বিশিষ্ট কোষ বিদ্যমান— ইহাকে অপারকিউলাম বলে। পুংধানী পরিণত হলে অপারকিউলাম খুলে গিয়ে শুক্রানুগুলি নির্গত হয়। প্রতিটি শুক্রানু দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত হয়।



চিত্র : পুংশাখার লম্বচ্ছেদ

স্ত্রীধানী (Archegonium) : ফিউনারিয়া-র লিঙ্গাধর উদ্ভিদের স্ত্রী শাখার অগ্রভাগে পুংধানীর ন্যায় স্ত্রীধানীগুলিও

গুচ্ছাকারে ঘনসন্নিবিস্ট হয়ে পুষ্পবিন্যাসের ন্যায় জন্মায়, স্ত্রীধানীগুলি পেরিটিকটিয়াম নামক বহুকোষী ও সবুজ বর্ণের অসংখ্য পত্র দ্বারা পরিবৃত্ত থাকে। পুংধানীগুলির ন্যায় স্ত্রীধানীগুলিও বৃন্তযুক্ত হয় কিন্তু আকৃতি ফ্লাস্কের ন্যায় হয়। নিচের অংশটি ফোলা থাকে এবং উপরের অংশটি সরু। নীচের অংশটিকে অঙ্ক (venter) ও উপরের অংশটিকে গ্রীবা (neek) বলে। গ্রীবার ভিতর 6-8টি গ্রীবানালী কোষ থাকে। অঙ্কের ভিতর কেন্দ্রস্থলে ডিম্বানুকোষ ও তার উপরের দিকে অঙ্কীয় নালীকোষ বর্তমান।



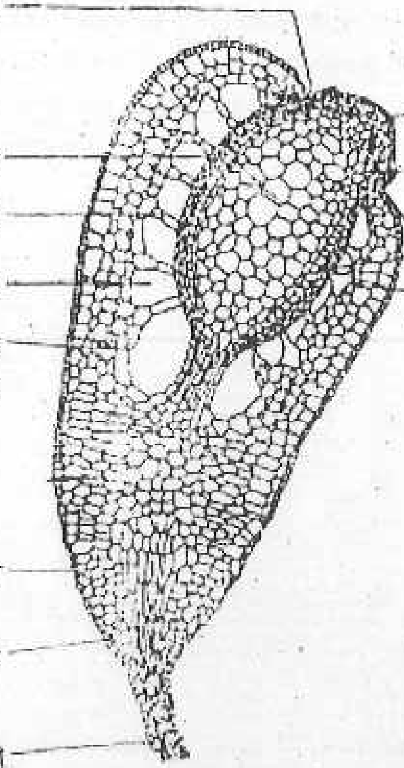
চিত্র : স্ত্রীশাখার লম্বচ্ছেদ

10.2.5 নিষেক (Fertitization) :

অন্যান্য ব্রায়োফাইট প্রজাতির ন্যায় ফিউনারিয়া-র নিষেকের সময় জলের প্রয়োজন হয়। শুক্রানুগুলি পুংধানী হইতে নির্গত হইয়া স্ত্রীধানীর নালীপথে প্রবেশ করে। কিন্তু কোন একটি শুক্রানু ডিম্বানুর সহিত মিলিত হয় ফলে ডিপ্লয়েড জাইগোট উৎপন্ন হয়, এই জাইগোটই হল রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ।

10.2.6 রেণুধর উদ্ভিদ (Sprorophytic plant) :

নিষেকের পরবর্তী পর্যায়ে জাইগোট কোষটি মাইটোসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে বহুকোষী রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি করে। রেণুধর জন্ম আরম্ভের সাথে সাথে স্ত্রীধানীর অঙ্ক ও বৃন্তের কোষ বিভাজিত হইয়া ক্যালিপ্টরা গঠন করে যা রেণুধর উদ্ভিদকে আবৃত করিয়া রাখে। ফিউনারিয়ার পরিনত রেণুধর উদ্ভিদ তিনটি অংশে বিভক্ত যথা— ফুট বা পদ, সিটা ও ক্যাপসিউল। রেণুধর উদ্ভিদের নীচের দিকের অংশ যা বৃন্তের ন্যায় লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সহিত যুক্ত থাকে তাকে পদ বলে, পদ ও ক্যাপসিউলের মধ্যে অবস্থিত সরু দীর্ঘ ও সামান্য পেঁচানো অংশটি হইল সিটা। সিটার উপরের দিকে থলির ন্যায় অংশটিকে ক্যাপসিউল বলে। ক্যাপসিউলের লম্বচ্ছেদে নিম্নলিখিত অংশগুলি পরিলক্ষিত হয়।



চিত্র : ক্যাপসিউলের লম্বচ্ছেদ

(i) ক্যাপসিউল প্রাচীর : ক্যাপসিউল প্রাচীর কয়েক স্তর, ক্লোরোফিলযুক্ত সবুজ প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। প্রাচীরের বাইরের স্তরটি ত্বক গঠন করে। ক্যাপসিউলের তলার দিকে বহিঃত্বকে স্টোমাটা বা রন্ধ্র দেখা যায়।

(ii) বায়ু প্রকোষ্ঠ : ক্যাপসিউল প্রাচীরের অভ্যন্তরে এবং রেণুধারণ কলাকে আবৃত করে বেলনাকার বায়ু প্রকোষ্ঠ থাকে। বায়ুপ্রকোষ্ঠ কতকগুলি সূত্রাকার সবুজ প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা বিভেদিত— যাদের ট্র্যাবিকিউলী (trabeculae) বলে। এই ট্র্যাবিকিউলীগুলি বায়ুপ্রকোষ্ঠে অরীয়ভাবে বিস্তৃত থাকে।

(iii) রেণুধারণ কলা : বন্ধ্যা (sterile) কলুমেলাকে ঘিরে অবস্থিত থলির ন্যায় অংশকে রেণুধারণ কলা বলে। রেণুধারণ কলার কোষগুলি রেণুমাতৃকোষে পরিণত হয়। রেণুমাতৃকোষ মায়োসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে হ্যাপ্লয়েড (n) রেণু উৎপন্ন করে। রেণুগুলি যে থলির ন্যায় অংশ থাকে তাহাকে রেণুস্থলী (spore sac) বলে।

(iv) কলুমেলা : ক্যাপসিউলের কেন্দ্রস্থলে স্তম্ভাকারে সজ্জিত বন্ধ্যা কোষের সমষ্টিকে কলুমেলা বলে।

(v) অপারকিউলাম : ক্যাপসিউলের সম্মুখে ও কলুমেলার অগ্রভাগে বাইরের দিকে ঢাকনার মত অংশটিকে অপারকিউলাম বলে। অপারকিউলাম ও ক্যাপসিউলের সংযোগস্থলটিকে বলে রিম বা ডায়াফ্রাম, ইহার উপরের দিকে একটি বলয়াকার অংশ থাকে— ইহাকে অ্যানুলাস বলে। অ্যানুলাসের কোষগুলি খুবই পাতলা প্রাচীরযুক্ত হয় এবং ক্যাপসিউল পরিণত হলে এই স্থান হইতে অপারকিউলাম খুলিয়া যায়।

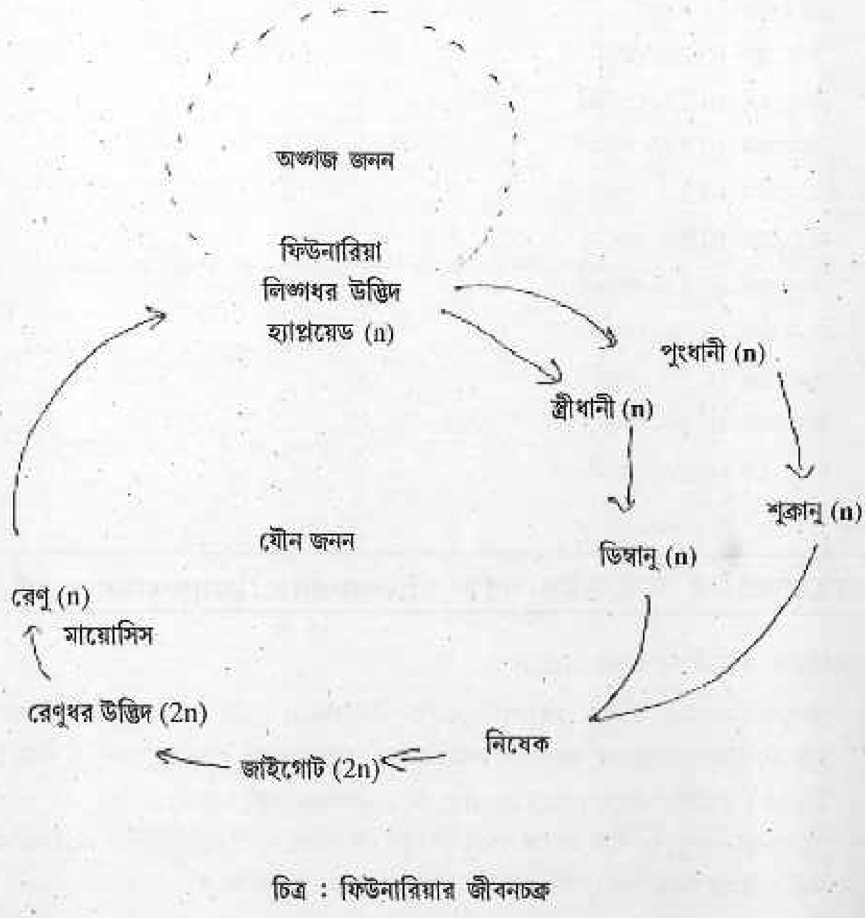
অপারকিউলামটি খুলিলে যে দাঁতের পাটির ন্যায় অংশ দেখা যায় তাকে পেরিস্টোম বলে। 32টি পেরিস্টোম দন্ত দুই সারিতে সজ্জিত থাকে।

(vi) অ্যাপোফাইসস : ক্যাপসিউলের নিচের দিকে অবস্থিত নিরেট ও বন্ধ্যা কোষের সমষ্টিকে অ্যাপোফাইসিস বলে।

10.2.7 রেণুর বিদারণ : ক্যাপসিউলটি পরিণত হলে পেরিস্টোম দন্তগুলি খুলিয়া যায় ফলে রেণুগুলি বাইরে নির্গত হয়।

10.2.8 নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি : রেণুগুলি অনুকুল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

10.2.9 জীবনচক্র (Life Cyclc) : লেখচিত্রের সহায্যে ফিউনারিয়ার জীবনচক্র নিচে দেখান হইল—



চিত্র : ফিউনারিয়ার জীবনচক্র

10.2.10 অনুশীলনী :

1. একটি মস্ জাতীয় উদ্ভিদের নাম করুন?
2. পেরিস্টোম কি?

3. অপারকিউলাম কোথায় দেখা যায়?
4. অ্যাপোফাইসিস কি?
5. প্যারাফাইসিস কি?
6. ক্যালিপ্ট্রা কি? এটি কোথায় দেখা যায়?
7. কলুমেলা কাকে বলে?
8. ফিউনারিয়ার রেণুধর উদ্ভিদ কয়টি ভাগে বিভক্ত?
9. প্রোটোনিমা কি?
10. ট্র্যাবিকিউলী কোথায় দেখা যায়?
11. ফিউনারিয়ার ক্যাপসিউলের লম্বচ্ছেদ অঙ্কন করে গঠন বর্ণনা করুন।

উত্তরমালা ঃ

1. ফিউনারিয়া।
2. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 10.2.4 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
9. অনুচ্ছেদ 10.2.3 দেখুন।
10. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।
11. অনুচ্ছেদ 10.2.6 দেখুন।

10.3 ব্রায়োফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব (Economic Importance of Bryophytis)

ব্রায়োফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব নিম্নরূপ ঃ

(1) স্ফ্যাগনামের মৃত ও শুষ্ক দেহাংশ দিয়ে যে পিট (Peat) তৈরি হয় তা জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়।
(2) শুষ্ক স্ফ্যাগনাম উদ্ভিদের জলধারণ ক্ষমতা খুব বেশী হওয়ায় ইহাদের, ফল ও কাঁচা সজি (green vegetable) রপ্তানীর বাক্সে (Packageing box) ব্যবহার করা হয়।
(3) স্ফ্যাগনামের গুঁড়ো বীজ হইতে চারা উৎপাদনের সময় নার্সারিতে (Seed bed) ব্যবহার করা হয়।
(4) মাটির উপর আচ্ছাদন সৃষ্টির মাধ্যমে ইহারা ভূমিক্ষয় রোধ করে।
(5) কিছু মস্ বায়ুদূষণ রোধ করে।
(6) স্ফ্যাগনাম এন্টিসেপ্টিক (antiseptic) হিসাবে ব্যবহৃত হয়।
(7) কিছু কিছু জীবজন্তুর খাদ্য হিসাবেও এদের গুরুত্ব আছে।

একক 11 ❑ Pteridophyta-র (টেরিডোফাইটার) চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণীবিন্যাস

গঠন (Structure)

11.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

11.2 টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

11.3 টেরিডোফাইটার জীবনচক্র

11.4 টেরিডোফাইটার সঙ্গে ব্রায়োফাইটার পার্থক্য।

11.5 টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণী বিন্যাসের সংক্ষিপ্ত বিবরণ

11.5.1 **Sporne** (স্পোর্ন) এর প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস

11.5.2 **Sporne** প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস অনুযায়ী টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যসমূহ।

11.6 প্রশ্নাবলী

11.7 উত্তর মালা

11.1 প্রস্তাবনা

টেরিডোফাইটা হল পাখনার মত পাতা ও সংবহনকলাযুক্ত একধরনের অপুষ্পক (Vascular Cryptogans) উদ্ভিদগোষ্ঠী। উদ্ভিদ জগতে টেরিডোফাইটার স্থান ব্রায়োফাইটা ও জিমনোস্পার্মের মধ্যে। স্বভাবতই এ জাতীয় উদ্ভিদের মধ্যে ব্রায়োফাইটা ও জিমনোস্পার্ম-এই দুই জাতীয় উদ্ভিদ গোষ্ঠীর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের সঙ্গে সাদৃশ্য রয়েছে।

Silurian (সিলুরিয়ান) যুগে (অর্থাৎ প্রায় 380,000,000 বৎসর আগে) উদ্ভব হয়ে ডিভোনিয়ান যুগের প্রধান উদ্ভিদ গোষ্ঠী হিসাবে চিহ্নিত, হয়েছিল টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদ। বর্তমান অধ্যায়ে আমরা এই গুরুত্বপূর্ণ উদ্ভিদ গোষ্ঠীর বৈশিষ্ট্য, টেরিডোফাইটার সঙ্গে ব্রায়োফাইটার পার্থক্য, এবং Sporne প্রবর্তিত বিভিন্ন শ্রেণীর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে অবহিত হবার চেষ্টা করবো।

উদ্দেশ্য ঃ এই এককটি পাঠ করে আপনি—

- টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠীর মূল বৈশিষ্ট্যগুলি সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- এই জাতীয় উদ্ভিদের সঙ্গে ব্রায়োফাইটার তফাৎ নির্দেশ করতে সক্ষম হবেন।
- টেরিডোফাইটার শ্রেণীবিন্যাসের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস ও বিভিন্ন শ্রেণীর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের সম্পর্কে সম্যক ধারণা করতে পারবেন।

11.2 টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

(1) রেণুধর উদ্ভিদ বা Sporophyte (2n) স্বাধীন এবং প্রকৃত মূল বিদ্যমান। রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর পুষ্টির জন্য নির্ভরশীল নয়।

(2) রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কান্ড ও পাতা নিয়ে গঠিত (ব্যতিক্রম— সাইলোফাইটার অন্তর্ভুক্ত কিছু উদ্ভিদে পাতা অনুপস্থিত)। সাধারণ বিরুৎ প্রকৃতির।

(3) পাতা ক্ষুদ্র ও একটিমাত্র মধ্যশিরাযুক্ত অর্থাৎ মাইক্রোফাইলাস (microphyllous) এবং বৃহৎ ও মধ্যশিরা ছাড়াও আরও অনেক শিরাযুক্ত অর্থাৎ মেগাফাইলাস (megaphyllous)।

(4) জাইলেম ও ফ্লোয়েম বর্তমান।

(5) রেণুস্থলী বা sporangium রেণুপত্রে বা Sporophyll-এর কক্ষে বা ওপরে অবস্থিত থাকে। বেশকিছু গনে রেণুপত্রগুলি বিভিন্নভাবে একত্রিত বা সজ্জিত হয়ে স্ট্রোবিলাস (strobilus) বা রেণুপত্রমঞ্জরী গঠন করে। ফার্ণ জাতীয় টেরিডোফাইটার পাতার নিম্নতলে রেণুস্থলী বা sporangium একত্রিত হয়ে সোরাস (sorus) গঠন করে।

(6) রেণুধর উদ্ভিদ রেণু (n) উৎপন্ন করে অযৌন জনন সম্পন্ন করে। বেশ কয়েকটি প্রজাতি একই আকার বিশিস্ট রেণু অর্থাৎ সমরেণু বা homospore উৎপন্ন করে এবং এই কারণে ঐ প্রজাতিদের সমরেণুপ্রসু বা homosporous বলা হয়, উদাহরণ Lycopodium, Equisetum, Pteris ইত্যাদি।

কোন কোন প্রজাতি দু-ধরনের আকৃতি সম্পন্ন রেণু অর্থাৎ অসমরেণু বা heterospore উৎপন্ন করে। যে রেণুগুলি অপেক্ষাকৃত বড় তাদের মেগাস্পোর বা স্ত্রীরেণু এবং অপেক্ষাকৃত ছোট আকারের রেণগুলিকে পুংরেণু বা Microspore বলে এই ধরনের উদ্ভিদকে অসমরেণুপ্রসু বা heterosporous টেরিডোফাইট বলা হয়। যেমন Selaginella, Marsilea ইত্যাদি।

(7) সমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদের রেণু অঙ্কুরিত হয়ে যে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি হয় তাতে antheredia (পুংধানী) ও archegonia (স্ত্রীধানী) উভয়েই বিদ্যমান— এই কারণে এদের সহবাসী বা monoecious বলে। যেমন, Lycopodium, Pteris প্রভৃতি।

অসমরেণুপ্রসূ টেরিডোফাইটের স্ত্রীরেণু অঙ্কুরিত হয়ে যে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে তাতে শুধুমাত্র স্ত্রীধানী

বা archegonium এবং পুংরেণু অঙ্কুরিত হয়ে সৃষ্ট লিঙ্গাধর উদ্ভিদে শুধুমাত্র পুংধানী বা antheridium বর্তমান— এই ধরনের লিঙ্গাধর উদ্ভিদকে ভিন্নবাসী বা dioecious বলে। যেমন— Selaginella, Masilea প্রভৃতি।

অসমরেণুপ্রসু টেরিডোফাইটা থেকেই বীজ বা Seed এর বিবর্তন (evolution of seed habit) শুরু হয়েছে বলে মনে করা হয়।

(8) নালিকা বান্ডিলে ক্যামবিয়াম না থাকায় গৌনবৃদ্ধি অনুপস্থিত।

(9) রেণুধর উদ্ভিদের তুলনায় লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সুগঠিত নয়। অসমরেণুপ্রসু প্রজাতিদের লিঙ্গাধর উদ্ভিদটি এন্ডোস্পোরিক অর্থাৎ এরা রেণুর মধ্যেই গঠিত হয়। প্রোথ্যালাস বা লিঙ্গাধর উদ্ভিদটি এদের ক্ষেত্রে স্বাধঈন নয় এবং বেশীর ভাগ ক্ষেত্রেই কয়েকটি কোষ নিয়ে গঠিত এবং রেণুর কোষ প্রাচীরের মধ্যে আংশিকভাবে আবদ্ধ থাকে। রেণুর মধ্যে সঞ্চিত খাদ্যের সাহায্যেই প্রোথ্যালাস ও যৌনাঙ্গের বৃদ্ধি ঘটে, — সমরেণুপ্রসু টেরিডোফাইটের লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সাধারণত— এক্সোস্পোরিক (exosporic) অর্থাৎ এদের ক্ষেত্রে রেণু রেণুস্থলী থেকে নির্গত হয়ে শাঙ্কর প্রোথ্যালাস গঠন করে। এই ধরনের প্রোথ্যালাসে অগ্রস্থভাজক কলা বর্তমান কিন্তু এরা ক্লোরোফিল বিহীন, মাইকোরহিজাস ছত্রাকের মাধ্যমে এরা নিজেদের পুষ্টিসাধন করে।

(10) মোট কটি প্রারম্ভিক কোষ বা initial cell থেকে রেণুস্থলীর উৎপত্তি হয়েছে— এর ওপর ভিত্তি করে রেনুস্থলীকে ইউস্পোরানজিয়াম (eusporangium) ও লেপটোস্পোনজিয়াম (leptosporangium) নামে অভিহিত করা হয়। অনেকগুলি প্রারম্ভিক কোষ থেকে ইউস্পোরানজিয়াম ও শুধুমাত্র একটি প্রারম্ভিক কোষ থেকে লেপটোস্পোরানজিয়ামের উৎপত্তি হয়। ইউস্পোরানজিয়ামের রেণুস্থলীর কোষ প্রাচীর একের অধিক স্তর বিশিষ্ট হয়, এর মধ্যে অসংখ্য রেণু থাকে এবং রেণু বিদারিত হয়ে বাইরে ছড়িয়ে পড়ার জন্য কোন সুনির্দিষ্ট গঠন অর্থাৎ অ্যানুলাস থাকে না। যেমন—Psilotum, Lycopodium ও Ophioglossum এরা হল ইউস্পোরানজিয়েট প্রকৃতির। লেপটোস্পোরানজিয়ামের রেণুস্থলীর প্রাকার এককোষস্তর যুক্ত, সুনির্দিষ্ট অ্যানুলাস থাকে ও রেণুর সংখ্যা সুনির্দিস্ট ও সংখ্যায় কম। যেমন—Pteris, Marsilea প্রভৃতির রেণুস্থলী লেপটোস্পোরানজিয়াম প্রকৃতির।

(11) অ্যানথেরিয়াম বা পুংধানী গোলাকৃতি, পরিণত পুংধানীতে একস্তর বিশিষ্ট কোষপ্রাকার বা জ্যাকেট অনেকগুলি অ্যান্ড্রোসাইট বা অ্যানথেরোজয়েড মাতৃকোষকে বেষ্টন করে থাকে, প্রতিটি অ্যান্ড্রোসাইট কোষ একটি দ্বি-বা বহুফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রানু বা অ্যানথেরোজয়েট গঠন করে।

(12) আর্কিগোনিয়াম বা স্ত্রীজনন অংশটি ফ্ল্যাস্ক আকৃতির একটি পরিণত আর্কিগোনিয়াম অঙ্ক বা ভেন্টার একটি অংকীয় নালী কোষ বা ভেন্টার ক্যানাল কোষ এবং কয়েকটি গ্রীবানালী কোষ বা নেক্ ক্যানাল কোষ নিয়ে গঠিত। অঙ্কের মধ্যে একটি ডিম্বানু থাকে। জলের সাহায্যে শুক্রানু আর্কিগোনিয়ামে প্রবেশ করে ডিম্বানুকে নিষিক্ত করে।

(13) ভ্রূণ প্রথমে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল কিন্ত পরে মূল, কান্ড ও পাতা গঠন করে স্বনির্ভর রেণুধর উদ্ভিদে রূপান্তরিত হয়।

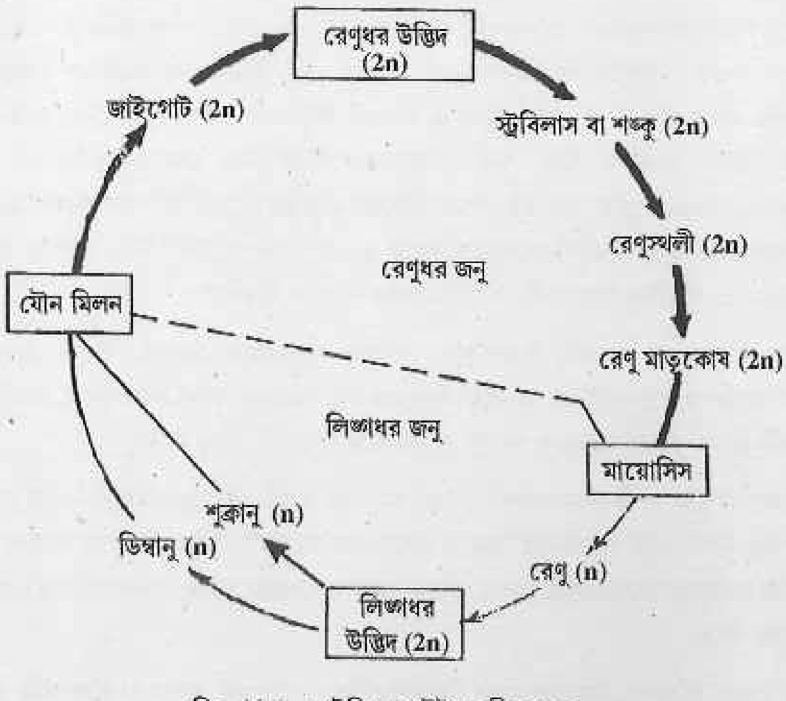
11.3 টেরিডোফাইটের জীবনচক্র

টেরিডোফাইটার ক্ষেত্রে— দুইটি জনু, যথাক্রমে— রেণুধর থেকে লিঙ্গাধর এবং লিঙ্গাধর থেকে রেণুধর জনু দুইটি পর্যায়ক্রমে আবর্তিত হয়— এদের লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদদেহ দুইটির অঙ্গ সংস্থানগত আকৃতি ভিন্ন হওয়ায় এদের জনুঃক্রম অসমপ্রকৃতির (হেটেরোমরফিক)।

এদের প্রধান উদ্ভিদদেহটি স্বাধীন ও স্বাবলম্বী এবং রেণুধর বা স্পোরোফাইটিক (2n)। কয়েকটি ব্যতিক্রম ছাড়া রেণুধর উদ্ভিদটি কাণ্ড, পাতা ও মূলে বিভেদিত, রেণুধর উদ্ভিদের রেণুস্থলীর মধ্যে মিয়োসিস কোষবিভাজনের সাহায্যে হ্যাপ্লয়েড রেণুর (n) সৃষ্টি হয়। হ্যাপ্লয়েড রেণু হ'ল লিঙ্গাধর জনু বা গ্যামেটোফাইটিক (n) জনুর প্রথম কোষ।

সমরেণু জনু টেরিডোফাইটার রেণু অঙ্কুরিত হয়ে যে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে তাতে পুংধানী ও স্ত্রীধানী উভয়েই জন্মায়। এ ধরনের লিঙ্গাধর উদ্ভিদ হল সহবাসী বা monoecious।

অসমরেণু প্রসু টেরিডোফাইটা দুই ধরনের রেণু যথাক্রমে স্ত্রীরেণু বা megaspore বা পুংরেনু বা microspore উৎপন্ন করে, স্ত্রীরেণু জাত লিঙ্গাধর উদ্ভিদে পুংধানী জন্মায়। পুংধানীস্থিত শুক্রানু বেরিয়ে এসে স্ত্রীধানীর অণ্ডেক অবস্থিত ডিম্বানুকে নিষিক্ত করে জাইগোট (2n) গঠন করে যা হ'ল রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। জাইগোট নিউক্লিয়াসটি বারংবার মাইটোসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে প্রথমে ভ্রূণ এবং ভ্রূণ হইতে কালক্রমে রেণুধর উদ্ভিদটি গঠিত হয়,— এইভাবে টেরিডোফাইটার জীবনচক্র আবর্তিত হয় (চিত্র 11.1)



চিত্র 11.1 : টেরিডোফাইটার জীবনচক্র

11.4 টেরিডোফাইটার সহিত ব্রায়োফাইটার পার্থক্য

টেরিডোফাটা	ব্রায়োফাইটা
1. উদ্ভিদটি রেণুধর	1. উদ্ভিদটি লিঙ্গাধর
2. রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত।	2. লিঙ্গাধর উদ্ভিদটি মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত নয়।
3. সংবহন কলা উপস্থিত।	3. সংবহন কলা থাকে না।
4. একই আকৃতির (সমরেণু) অথবা ভিন্ন আকৃতির (অসমরেণু) রেণু উৎপন্ন করে।	4. সর্বদা একই আকৃতির রেণু তৈরী করে।
5. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সহবাসী (monoecious) অথবা ভিন্নবাসী (dioecious) হতে পারে।	5. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সর্বদাই সহবাসী বা monoecious.
6. রেণুপত্রগুলি একত্রিত হয়ে স্ট্রবিলাস গঠন করে।	6. স্ট্রবিলাস গঠন করে না।

11.5 টেরিডোফাইটার শ্রেণীবিভাগ

সংবহন কলা উপস্থিত থাকার সুবাদে অপুষ্পক পর্বের উদ্ভিদ টেরিডোফাইটাকে ট্রাকিয়োফাইটার (Trachaeophyta)-র অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছিল, আর্কিগোনিয়াম থাকার জন্য অনেক উদ্ভিদ বিজ্ঞানী একে আর্কিগোনিয়েটীর (Archegonitae) মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করেন। আবার অনেকে রেণুধর উদ্ভিদের উৎপত্তি embryo বা ভ্রূণ থেকে হওয়া সত্ত্বেও প্রকৃত বীজ উৎপন্ন করে না বলে টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদ সমূহকে এমব্রায়োফাইটার (embryophyta) মধ্যে রাখার পক্ষে মত পোষণ করে থাকেন। বিভিন্ন সময়ে কয়েকজন প্রখ্যাত উদ্ভিদবিজ্ঞানী নানা চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের ওপর নির্ভর করে— টেরিডোফাইটার শ্রেণীবিভাগ করেছেন। এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য শ্রেণীবিন্যাসগুলি হ'ল সি.ই. বেশি (1911-1915), এ ইংলার (1936), এ. জে. ইমস (1936), এ. এল. তাখতাজান (1950), এ. ইংলার (1954), জি.এম. স্মিথ্ (1955), কে. আর. স্পোর্ন (1966) ও ডি. ডব্লু, বায়ার হারস্ট (1971), প্রবর্তিত শ্রেণীবিন্যাস।

11.5.1 বর্তমান এককটিতে আমরা স্পোর্ন (Sporne 1975) প্রবর্তিত শ্রেণীবিন্যাসের বিস্তারিত আলোচনা করবো।

Sporne (স্পোর্ন) এর শ্রেণীবিন্যাস রাইমার্স (1954) প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস-এর ওপর নির্ভর করে করা হয়েছে।

A. শ্রেণী সাইলপ্সিডা (বিলুপ্ত প্রজাতি, শুধুমাত্র জীবাশ্মের সন্ধান পাওয়া গেছে)

বর্গ 1. রাইনিয়েলিস

2. ট্রাইমেরোফাইটেলিস

3. জস্টেরোফাইলেলিস

B. শ্রেণী — সাইলোটপ্‌সিডা

বর্গ 1. সাইলোটেলিস

C. শ্রেণী — লাইকোপসিডা

বর্গ 1. প্রোটোলেপিডোডেন্‌ড্রেলিস (বিলুপ্ত প্রজাতি)

2. লাইকোপোডিয়েলিস

3. লেপিডোডেনড্রেলিস (বিলুপ্ত প্রজাতি)

4. আইসোইটেলিস

5. সেলাজিনেল্লেলিস

D. শ্রেণী — স্ফেনপ্‌সিডা

বর্গ 1. হায়েনিয়েলিস (বিলুপ্ত)

2. স্ফেনোফাইলেলিস (বিলুপ্ত)

3. ক্যালামাইটেলিস (বিলুপ্ত)

4. ইকুইজিটেলিস

E. টেরপসিডা

উপশ্রেণী — প্রাইমোফিলিসেস (বিলুপ্ত)

বর্গ 1. ক্ল্যাডোডাইলেলিস

2. সিনপ্টেরিডেলিস

উপশ্রেণী— ইউস্পোরানজিয়েটি

বর্গ 1. ম্যারাট্রিয়েলিস

2. ওফিয়োগ্লসেলিস্‌

উপশ্রেণীর— অস্‌মুনডিডি

বর্গ অস্‌মুনডেলিস্‌

উপশ্রেী — লেপ্টোস্পোরান্‌জিয়েটি

বর্গ 1. ফিলিকেলিস্‌

2. মারসিলিয়েলিস্‌

3. স্যালভিনিয়েলিস্‌

F. শ্রেণী— প্রোজিমনোস্পার্মপ্‌সিডা (বিলুপ্ত)

বর্গ 1. অ্যানিউরোফাইটেলিস্‌

2. প্রোটোপিটিয়েলিস

3. আরকিয়্‌টেরিডেলিস

11.5.2 টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যসমূহ ঃ

শ্রেণী সাইলপ্‌সিডা ঃ

1. সবচেয়ে প্রাচীন ও আদি সংবহনকলাযুক্ত টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠী।

2. বেশীরভাগ ক্ষেত্রে শুধুমাত্র রেণুধর উদ্ভিদের ফসিল বা জীবাশ্ম পাওয়া গেছে।

3. রেণুধর উদ্ভিদে মূল বিহীন, মৃদগতকাণ্ড (রাইজোমজাতীয়) ও বায়বীয় কাণ্ড— এই দুইটি অংশে বিভেদিত, রাইজোম থেকে নির্গত রাইজয়েড সমূহ মূলের কাজ করে।

4. বায়বীয় কাণ্ড দ্ব্যগ্র শাখা বিন্যাসযুক্ত, পত্রবিহীন অথবা পত্রসদৃশ উপাঙ্গ উপস্থিত থাকে।

5. স্টিলি প্রোটোস্টিলিজাতীয়।

6. রেণুস্থলী ইউস্পোরানজিয়েট প্রকৃতির, প্রান্তীয় এবং শুধুমাত্র একটি রেণুস্থলী শাখার অগ্রভাগে অবস্থান করে সমরেণুপ্রসু।

উদাহরণ — Rhynia (রাইনিয়া), Zosterophyllum, (জস্টেরোফাইলাম) ইত্যাদি।

শ্রেণী : সাইলোটপ্‌সিডা

1. রেণুধর উদ্ভিদ মূলবিহীন, রাইজোম (মৃদগত কান্ড) ও বায়বীয় কান্ডে বিভক্ত— উভয়প্রকার কান্ডই দ্ব্যগ্র শাখাযুক্ত, অন্তঃকোষীয় মাইকোরাইজা (ছত্রাক) যুক্ত রাইজয়েড উপস্থিত।

2. শাখা পত্র বিহীন— পরিবর্তে শল্কাকৃতি (Psilotum) বা পাতার ন্যায় (Tmesipteris) উপাঙগ উপস্থিত।

3. স্টিলি প্রোটোস্টিলি জাতীয়।

4. দুটি (Tmesipteris) অথবা তিনটি (Psilotum) রেণুস্থলী একত্রিত হয়ে দ্বিকোণ বা ত্রিকোণ আকার বিশিষ্ট সাইন্যানজিয়াম (Synangium) গঠন করে, যারা কাণ্ডের শল্কপত্রের কক্ষে উপস্থিত থাকে।

5. রেণুস্থলী ইউস্পোরানজিয়েট প্রকৃতির, রেণুগুলি একই আকৃতির অর্থাৎ সমরেণুপ্রসু।

6. পরিণত লিঙ্গাধর উদ্ভিদটি (প্রোথ্যালাস) বর্ণহীন, বেলনাকার, ভূনিম্নস্থ। সহবাসী (monoecious) শুক্রানু বহু ফ্ল্যাজেলা বিশিষ্ট। উদাহরণ— Psilotum ও Tmesipteris।

শ্রেণী লাইকপ্‌সিডা

1. রেণুর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত, পাতাগুলি ক্ষুদ্র। সূক্ষ্ম ও একটিমাত্র মধ্য শিরা বিশিষ্ট মাইক্রোফাইলাস প্রকৃতির পত্রাবকাশ থাকে না, পত্রবিন্যাস একান্তর।

2. স্টিলি মূলত প্রোটোস্টিলী জাতীয়— সাইফোনোস্টিলি ও জানিওস্টিলিও কোনো কোনো গনে পরিলক্ষিত হয়, কিছু কিছু গনে গৌণবৃদ্ধি উপস্থিত।

3. রেণুস্থলী ইউস্পোরনজিয়েট জাতীয়, সমরেণু বা অসমরেণুপ্রসু, পার্শ্বীয়।

4. রেণুস্থলী বহনকারী রেণুপত্রগুলি (sporophylls) একত্রিত হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী বা strobilus গঠন করে। শুক্রানুগুলি সাধারণত দ্বিফ্ল্যাজেলা যুক্ত।

উদাহরণ Lycopodium, Selaginella, Isoetes.

শ্রেণী স্ফেনপ্সিডা ঃ

1. রেণুধর উদ্ভিদটি মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত।

2. কাণ্ড গাত্র সন্ধিযুক্ত, সুস্পস্ট পর্ব ও পর্বমধ্য থাকে।

3. পর্বমধ্যে উঁচু নিচু খাঁজ (ridges and furrous) একান্তরভাবে সজ্জিত।

4. পাতাগুলি শূক্ষ অথবা বৃহৎ এবং আবর্তাকারে সজ্জিত থাকে।

5. প্রোটোস্টিলি অথবা সাইফনোস্টিলি উপস্থিত।

6. বেশ কিছু প্রজাতিতে কর্টেক্সে বায়ুপূর্ণ গহ্বর ভ্যালিকিউলার ক্যানাল থাকে। কোন কোন প্রজাতিতে প্রোটোজাইলেম বিনস্ট হয়ে ক্যারিনাল ক্যানাল সৃষ্টি করে।

7. কিছু কিছু বিলুপ্ত গনে গৌনবৃদ্ধির প্রমাণ পাওয়া গেছে।

8. রেণুস্থলী পুরু প্রাকার যুক্ত (সমরেণু অথবা অসম রেণুপ্রসু), ইউস্পোরনজিয়েট, রেণুস্থলীগুলি রেণুপত্রের পরিবর্তে রেণুস্থলীধর (sporangiophoure) নামক একটি ছাতার ন্যায় গঠনের ওপর দিক থেকে ঝুলন্ত অবস্থায় থাকে। রেণুস্থলীধরগুলি একত্রিত হয়ে শূক্ষ আকৃতির রেণুপত্রমঞ্জরী বা strobilus গঠন করে।

9. শুক্রাণু বহুফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

উদাহরণ ঃ Equsietum, Sphenophyllum (বিলুপ্ত), Calamites (বিলুপ্ত)।

শ্রেণী — টেরপ্সিডা ঃ

1. এই শ্রেণীভুক্ত টেরিডোফাইটাজাতীয় উদ্ভিদসমূহ ফার্ণ (Fern) নামে পরিচিত।

2. রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত।

3. পাতাগুলি বৃহৎ, বহুশিরাসমন্বিত (মেগাফাইলাস), সরল অথবা যৌগিক।

4. কাণ্ডের স্টিলি প্রোটোস্টিলি, সাইফনোস্টিলি অথবা ডিকটিওস্টিলি প্রকৃতির। অনেক ক্ষেত্রে পাতায় পত্রাবকাশ (leef gap) থাকে।

5. কতকগুলি রেণুস্থলী বা sporangium একত্রিত হয়ে সোরাস (sorus) গঠন করে। সোরাসগুলি পাতার নিম্নতলের প্রান্তে বা শিরা বরাবর জায়গায় একত্রিত হয়ে সোরি (Sori, সোরাস এর বহুবচন) গঠন করে থাকে, কোন কোন প্রজাতিতে সোরাসগুলি স্পোরোকার্প নামক এক বিশেষ ধরনের গঠনের মধ্যে থাকে, যেমন Marsilea.

6. শুক্রাণুগুলি বহুফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

7. ইহা সমরেণুপ্রসু (Pteris) অথবা অসমরেণুপ্রসু (Marsilea) উভয় প্রকারের হয়,—

11.6 প্রশ্নাবলী

1. টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদসমূহের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত আলোচনা করুন।
2. সমরেণুপ্রসু ও অসমরেণুপ্রসু টেরিডোফাইট কাদের বলে? উদাহরণ দিন।
3. ইউস্পোরানজিয়েটি ও লেপটোস্পোরানজিয়েটি রেণুস্থলীর মধ্যে প্রভেদ কী?
4. টেরিডোফাইটাজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যসমূহের বিবরণ দিন।
5. টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের সঙ্গে ব্রয়োফাইটার পার্থক্য কী?

11.7 উত্তরমালা

1. 11.2 দেখুন।
2. 11.2 দেখুন।
3. 11.2 দেখুন।
4. 11.5.2 দেখুন।
5. 11.4 দেখুন।

একক 12 ❑ Lycopodium ও Pteris-এর জীবনবৃত্তান্ত ও টেরিডোফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব

গঠন (Structure)

12.1.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

12.1.2 Lycopodium-এর জীবন ইতিহাস

12.1.3 স্বভাব ও বাসস্থান

12.1.4 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

12.1.5 জনন

12.1.5.1 অঙ্গজ জনন

12.1.5.2 রেণুদ্বারা জনন

12.1.6 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

12.1.7 নিষেক

12.1.8 জীবন চক্র

12.1.9 প্রশ্নাবলী

12.1.10 উত্তরমালা

12.2 Pteris -এর জীবন ইতিহাস

12.2.1 উদ্ভিদ জগতে স্থান

12.2.2 স্বভাব ও বাসস্থান

12.2.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

12.2.4 অন্তর্গঠন

12.2.5 জনন

12.2.5.1 অঙ্গজ জনন

12.2.5.2 রেণুদ্বারা জনন

12.2.6 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

12.2.6.1 পুংধানী

12.2.6.2 স্ত্রীধানী

12.2.7 নিষেক

12.2.8 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

12.2.9 অনুশীলনী

12.2.10 উত্তরমালা

12.3 টেরিডোফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব

12.1.1 প্রস্তাবনা

এই এককে Lycopodium (লাইকোপোডিয়াম) ও Pteris (টেরিস)-এর জীবন ইতিহাস সম্পর্কে আলোচনা করা হয়েছে। এর মধ্যে লাইকোপোডিয়াম হ'ল একটু অনুন্নত ও টেরিস হ'ল উন্নত টেরিডোফাইট, লাইকোপোডিয়ামকে ক্লাব মস বলা হয় এবং টেরিস একটি সুপরিচিত ফার্ন জাতীয় উদ্ভিদ। লাইকোপোডিয়াম ও টেরিস উভয়ই সমরেণু প্রসূ কিন্তু লাইকোপোডিয়ামের রেণুস্থলী বা স্পোরাঞ্জিয়াম (Sporangium)-এর পরিস্ফুটন ইউস্পোরাঞ্জিয়েট প্রকৃতির এবং টেরিসের রেণুস্থলীর পরিস্ফুটন লেপ্টোস্পোরাজিয়েট প্রকৃতির।

এই এককটি হইতে আপনি টেরিডোফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব সম্পর্কেও জানতে পারবেন।

উদ্দেশ্য ঃ এই এককটি পাঠ করার পর আপনি—

- একটি ইউস্পোরানজিয়েট ও সমরেণুপ্রসু প্রকৃতির টেরিডোফাইট (Lycopodium)-এর অঙ্গজ গঠন ও তার জীবন ইতিহাসের বিভিন্ন দিক পর্যালোচনা করতে পারবেন।
- একটি লেপটোস্পোরানজিয়েট সমরেণুপ্রসু প্রকৃতির ফার্ন গোষ্ঠীভুক্ত টেরিডোফাইট Pteris এর গঠন ও তার জীবনচক্রের বিস্তারিত বিবরণ ব্যাখ্যা করতে সক্ষম হবেন।
- টেরিডোফাইটার অন্তর্ভুক্ত উদ্ভিগোষ্ঠীর অর্থনৈতিক গুরুত্ব সম্পর্কে অবহিত হবেন।

12.1.2 Lycopodium-এর (লাইকোপোডিয়ামের জীবন) ইতিহাস

লাইকোপোডিয়াম-এর উদ্ভিদ জগতে স্থান—

শ্রেণী— লাইকপ্‌সিডা

বর্গ— লাইকোপোডিয়েলিস

গোত্র— লাইকোপোডিয়েসি

গণ— Lycopodium

12.1.3 স্বভাব ও বাসস্থান (Habit and habitat)

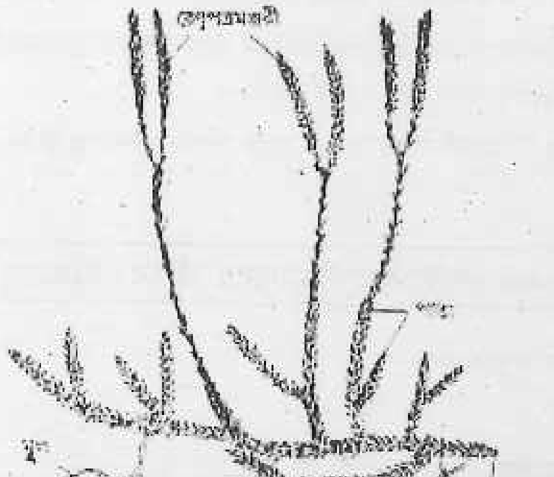
লাইকোপোডিয়াম-এর রেণুধর উদ্ভিদগুলি সাধারণত কোমল, ও বীরুৎ জাতীয় হয়। লাইকোপোডিয়ামের যে

প্রজাতিগুলি গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলে জন্মায় তার অধিকাংশই পরাশ্রয়ী হয়, যেমন L. phlegmaria এবং শীতপ্রধান অঞ্চলের প্রজাতিগুলি সাধারণত মুক্ত, সেঁতসেঁতে ও আম্লিক মৃত্তিকায় জন্মায়, যেমন,L. reflexum. লাইকোপোডিয়ামের কয়েকটি প্রজাতির যেমন L. selago, L. phlegmaria ইত্যাদির প্রধান কাণ্ডটি ঋজু অথবা ঝুলন্ত অবস্থায় থাকে। এদের Eurostachya (ইউরোষ্ট্যাকিয়া) গণের অন্তর্ভুক্ত করা হইয়াছে। যে সমস্ত প্রজাতির প্রধান কাণ্ডটি শায়িত অবস্থায় থাকে তাদের (ropalastachya) রোপালোস্ট্যাকিয়া উপগণের অন্তর্ভুক্ত করা হয় যেমন, L. Clavatum, L. Cernuum প্রভৃতি।

লাইকোপোডিয়ামের প্রজাতিগুলি পৃথিবীর সর্বত্র পাওয়া গেলেও অধিকাংশই গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলে জন্মায় কিন্তু কিছু প্রজাতি সুমেরু অঞ্চলের শীতপ্রধান অঞ্চলেও বিদ্যমান। লাইকোপোডিয়ামের 200 টি প্রজাতির মধ্যে 33টি ভারতবর্ষে পাওয়া যায়। লাইকোপোডিয়ামের ভারতীয় প্রজাতির কয়েকটি হল' যেমন— *L. Clavatum, L. Phlegmaria, L. cernuum* প্রভৃতি। এই প্রজাতিগুলি বিশেষতঃ দার্জিলিং, নিলগিরি, কোদাইকনাল প্রভৃতি পার্বত্য অঞ্চলে বিদ্যমান।

12.1.4 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of the sporophyte)

1. কাণ্ড : রেণুধর উদ্ভিদের কাণ্ড নরম, কোমল, দ্বাগ্রশাখাবিশিষ্ট হয়। কিছু প্রজাতির প্রধান কাণ্ড ঋজু (erect) আবার কিছু প্রজাতির প্রধান কাণ্ডটি শায়িত ভাবে অবস্থান করে এবং গৌন শাখাগুলি ঋজু হয়। শাখাগুলির বৃদ্ধি সমান বা অসমান হইতে পারে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে দেখা যায় যে ছোট শাখাগুলির অগ্রপ্রান্ত ভূমি হইতে উপরের দিকে উঠিয়া রেণুপত্রমঞ্জরীতে (strobillus) পরিণত হইয়াছে।



চিত্র : লাইকোপোডিয়াম-এর রেণুধর উদ্ভিদ

2. পাতা ঃ লাইকোপোডিয়ামের পাতা সরল, ক্ষুদ্র, অবৃন্তক, ভল্লাকার ও একটিমাত্র মধ্যশিরাযুক্ত। এই ধরনের পাতাকে 'অনুপত্র' বা মাইক্রোফিল্‌স (Microphylls) বলে। পাতার কিনারা মসৃণ বা খাঁজকাটা (L.

Serratum) হয়। সাধারণত পাতাগুলি 2-10 mm দীর্ঘ হয়। প্রধান ও শাখাকান্ডের উপর পাতাগুলি সর্পিকারে ঘনভাবে সজ্জিত।

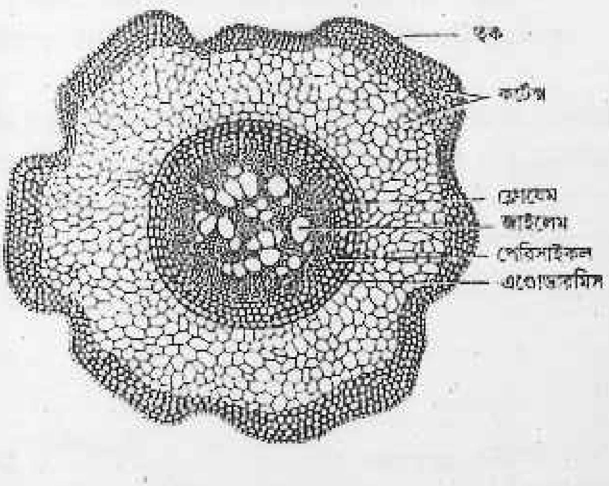
3. মূল ঃ লাইকোপোডিয়ামের মূল দ্বিপ্রশাখাবিশিষ্ট অস্থানিক এবং শায়িত কান্ডের নীচ হইতে নির্গত হয়। ঋজু প্রজাতির মূল কাণ্ডের নিম্নাংশ হইতে নির্গত হয়।

অন্তর্গঠন (Internal Structure) :

1. কাণ্ড ঃ লাইকোপোডিয়াম কান্ডের প্রস্থচ্ছেদে নিম্নলিখিত কলাবিন্যাস দেখিতে পাওয়া যায়।

(i) ত্বক বা এপিডার্মিস (epidermis) : এটি একস্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত যার— বাহিরের কোষ প্রাচীর কিউটিনযুক্ত হয়। পত্ররন্ধ্র উপস্থিত বা অনুপস্থিত হইতে পারে।

(ii) কর্টেক্স (Cortex) : ত্বকের নীচে উপস্থিত বহুকোষস্তর যুক্ত অংশটি হইল কর্টেক্স। লাইকোপোডিয়াম কান্ডের অন্তর্গঠনে কর্টেক্স প্রজাতিবিশেষে সমসত্ব বা অসমসত্ব হইতে পারে। কয়েকটি প্রজাতিতে (L. selago) কর্টেক্স কেবলমাত্র প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। আবার কিছু প্রজাতিতে (L. Clavatum) কর্টেক্স তিনটি অঞ্চলে বিভক্ত যেমন বহিঃস্থ স্ক্লেরেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট, মধ্যস্থ সাধারণ প্যারেনকাইমা কোষযুক্ত ও অন্তস্থ স্ক্লেরেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট।



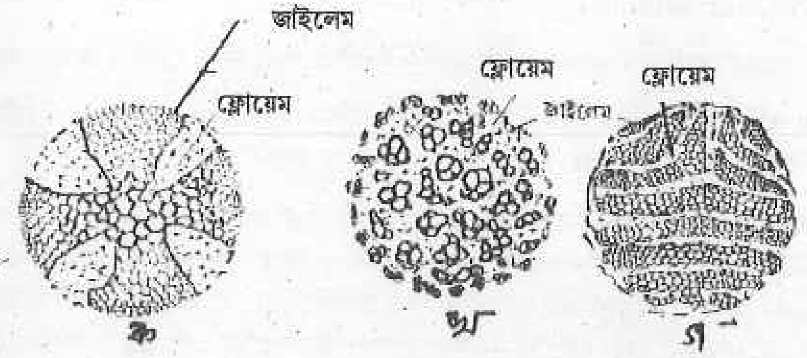
চিত্র : **Lycotodium clavatum** কান্ডের প্রস্থচ্ছেদ

(iii) এন্ডোডারমিস (Endodermis) : কর্টেক্সের সর্বশেষ কোষস্তরটি হইল এন্ডোডারমিস। এই স্তরটি ক্যাসপেরিয়ান পটিবিশিষ্ট একস্তর প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।

(iv) পরিচক্র বা পেরিসাইকল (Pericycle) : এন্ডোডারমিসের ঠিক পরের এক বা একাধিক কোষস্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষগুলি পরিচক্র গঠন করে।

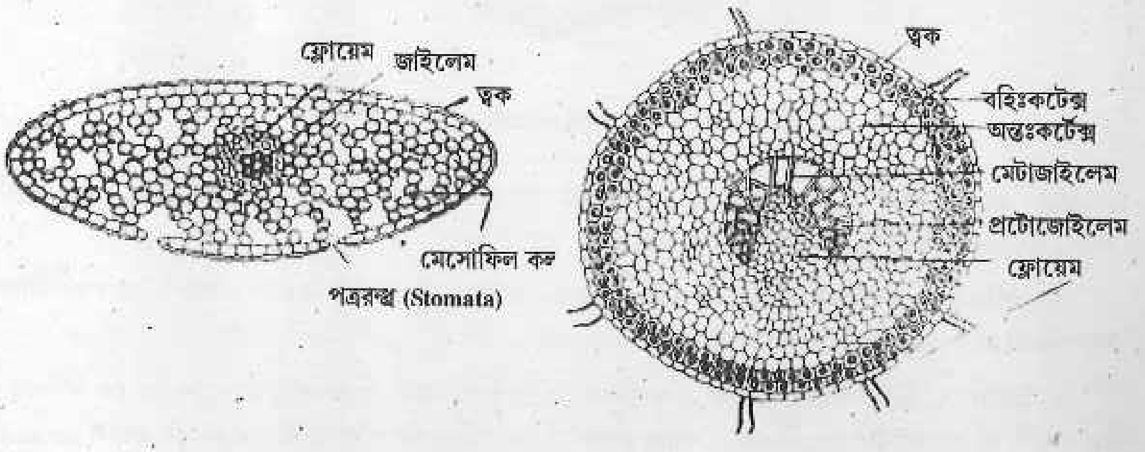
(v) স্টিলি (Stele) : কান্ডের মধ্যস্থলে অবস্থিত কেন্দ্রস্তম্ভকে স্টিলি বলে। লাইকোপোডিয়াম-এর স্টিলি হ'ল আদিস্টিলি বা প্রোটোস্টিলি (protostele) কারণ এখানে মজ্জা বা পিথ থাকে না। জাইলেম সর্বদাই এক্সার্ক (exarch) হয়। প্রজাতিবিশেষে লাইকোপোডিয়াম কাণ্ডে বিভিন্ন প্রকার স্টিলি দেখা যায়, যেমন (a) অ্যাক্টিনোস্টিলি

(actinostele) এক্ষেত্রে জাইলেম তারকাকৃতির হয় বা L. selago, L. serratum প্রভৃতি প্রজাতিতে দেখা যায়। (b) প্লেক্টোস্টিলি (Plectostete) এক্ষেত্রে জাইলেম ফ্লোয়েমের মাঝে মাঝে প্লেটের ন্যায় বিন্যস্ত থাকে, যেমন L. Clavatum এ দেখা যায়। (c) মিশ্র প্রোটোস্টিলি (mixed protostele) এক্ষেত্রে জাইলেম ও ফ্লোয়েম একত্রে মিশে থাকে, যেমন দেখা যায়, L.cernuum নামক প্রজাতিতে।



চিত্র : লাইকোপোডিয়াম-এর বিভিন্ন প্রকার স্টিলি—
(ক) অ্যাকিটিনোস্টিলি, (খ) মিশ্র প্রোটোস্টিলি, (গ) প্লেক্টোস্টিলি।

2. পাতা ঃ পাতার অন্তর্গঠন অত্যন্ত সরল, পাতার প্রস্থচ্ছেদে উর্দ্ধ ও নিম্নত্বকে কোনও পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় না। পাতার উভয় ত্বকে পত্ররন্ধ্র (stomata) বর্তমান। মেসোফিল কলা প্রায় গোলাকার ও পাতলা কোষ প্রাচীর যুক্ত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। মেসোফিল কলার কোষগুলি ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত হয় এবং কোষগুলির মধ্যবর্তীস্থানে অসংখ্য গহ্বর দেখা যায়। মধ্যশিরা অঞ্চলে একটিমাত্র সংবহন নালিকা উপস্থিত যেখানে জাইলেম কলাকে বেষ্টন করে ফ্লোয়েম কলা বিদ্যমান।



চিত্র : (ক) লাইকোপোডিয়াম-এর পাতার প্রস্থচ্ছেদ। (খ) মূলের প্রস্থচ্ছেদ।

3. **মূল ঃ** লাইকোপোডিয়াম-এর মূলের উৎপত্তি কাণ্ডের পরিচক্র হইতে পরিলক্ষিত হয়। মূলের প্রস্থচ্ছেদে এককোযস্তর বিশিষ্ট ত্বক ও বহুকোযস্তর বিশিষ্ট কর্টেক্স দেখা যায়। কর্টেক্স আবার বহিঃকর্টেক্স ও অন্তঃকর্টেক্সে বিভেদিত বহিঃকর্টেক্সের কোষগুলি পুরু প্রাচীরবিশিষ্ট হয়। অন্তঃকর্টেক্স পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। মূলের স্টিলিও কাণ্ডের ন্যায় প্রোটোস্টিলি কিন্তু মূলে জাইলেম ফ্লোয়েমকে অর্ধচন্দ্রাকারে পরিবেস্টন করে থাকে। জাইলেম অপরিণত অবস্থায় মোনার্ক হইলেও পরিণত অবস্থায় ডাইআর্ক বা পলিআর্ক হয়।

12.1.5 জনন (Reproduction)

12.1.5.1 অঙ্গজ জনন (Vegetative reproduction) :

লাইকোপোডিয়ামের রেণুধর উদ্ভিদ নিম্নলিখিত ভাবে অঙ্গজ জনন সম্পন্ন করে।

(a) **গেমা বা বুলবিল গঠনের দ্বারা** (By the formation of gemmae or bulbils) — L. Sclago, L. phlegmaria প্রভৃতি প্রজাতিতে কাণ্ডের অগ্রভাগের নিকট পাতার পরিবর্তে পার্শ্বীয় উপবৃদ্ধিরূপে বুলবিল উৎপন্ন হয় যা পরবর্তীকালে অঙ্কুরোদ্গমের মাধ্যমে নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

(b) **খণ্ডীভবন দ্বারা** (By fragmentation) : লাইকোপোডিয়ামের কোন কোন প্রজাতির যেমন, এইভাবে অঙ্গাজ জনন করিয়া থাকে, এক্ষেত্রে কাণ্ডের পেছনের অংশের পর্তন ঘটে এবং অগ্রভাগ হইতে নতুন উদ্ভিদের গঠন হয়।

(c) **সুপ্তমুকুল গঠনের দ্বারা** (By the formation of resting buds) : L. inundatum নামক প্রজাতিতে গ্রন্থিকন্দের অগ্রাংশ সুপ্ত মুকুলে পরিণত হয় এবং এই সুপ্ত মুকুল হইতে অনুকূল পরিবেশে নতনু উদ্ভিদ উৎপন্ন হয়।

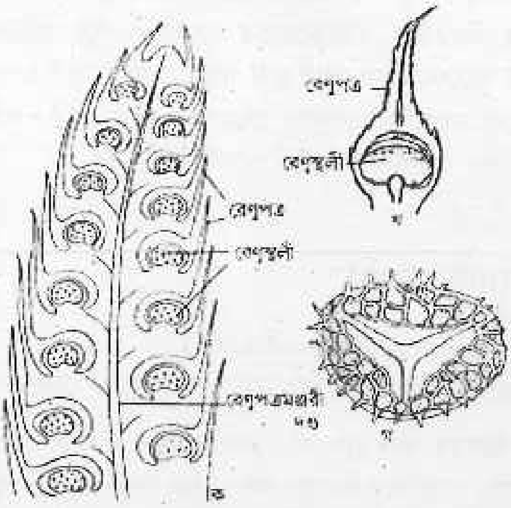
(d) **মূল-টিউবারকিউল গঠনের দ্বারা (By the formation of root-tubercules) :** লাইকোপোডিয়াম এর L. Cernuum নামক প্রজাতিতে মূলের কর্টেক্স কোষ হইতে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র স্ফীত অংশ উৎপন্ন হয়, এদের মূল টিউবারকিউল বলে, যা অনুকূল পরিবেশে নতুন উদ্ভিদ গঠন করে।

12.1.5.2

রেণুদ্বারা জনন (Reproduction by spores) :

লাইকোপোডিয়ামে রেণু উৎপন্ন হয় রেণুস্থলীতে। রেণুস্থলী রেণুপত্রের পৃষ্ঠদেশে (Adaxial) নীচের দিকে অবস্থান করে। রেণুস্থলী বহনকারী পাতাকে রেণুপত্র (Sporophyll) বলে। কিছু প্রজাতিতে (ইউরোস্ট্যাকিয়া) উদ্ভিদের প্রতিটি পাতাই রেণুপত্র হিসাবে কাজ করতে পারে। কিন্তু অন্য প্রজাতিতে (রোপালোস্ট্যাকিয়া ও কিছু ইউরোস্ট্যাকিয়া) শাখার অগ্রপ্রান্তে রেণুপত্রমঞ্জরী গঠিত হয়। এক্ষেত্রে রেণুপত্রগুলি একটি অক্ষের উপর সর্পিলাকারে ঘনসন্নিবিষ্ট হয়ে স্ট্রবিলাস বা কোন্ (strobillus or cone) গঠন করে। রেণুপত্রগুলি আকারে অঙ্গাজ পত্র হইতে ছোট হয় এবং রেণুপত্রের কিনারা খাঁজকাটা হয়। রেণুস্থলীর আকৃতি বৃক্কের ন্যায় হয়। প্রতিটি রেণুস্থলীর ভিতরের অংশ রেণুধারক কোষ দ্বারা পূর্ণ হয়। রেণুধারক কোষ হইতে রেণুমাতৃকোষ (2n) উৎপন্ন হয়। রেণুমাতৃকোষ হইতে মায়োসিসের মাধ্যমে রেণুচতুষ্টয় (Spore tetrad) উৎপন্ন হয়। প্রতিটি রেণুই একই আকৃতির অর্থাৎ Lycopodium হল হোমোস্পোরাস।

রেণুস্থলী পরিণত হইলে রেণুস্থলীর বহিঃআবরণীস্তরে তির্যক পটির উৎপত্তি ঘটে। এই তির্যক পটিকে স্টোমিয়াম বলে। এই অংশেই রেণুস্থলীর বিদারণ ঘটে এবং রেণুগুলি বাইরে নির্গত হয়।



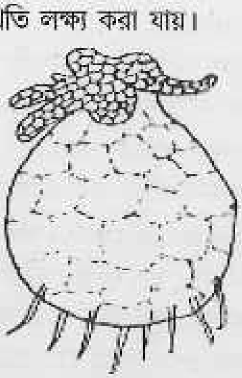
চিত্র : ক. লাইকোপোডিয়াম-এর রেপুপত্রমঞ্জরীর (কোন) লম্বচ্ছেদ, খ. একটি রেণুপত্র, গ. একটি রেণু

12.1.6 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of the Gametophyte)

রেণুই হইল লিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠনের প্রথম কোষ। রেণুর অঙ্কুরোদ্গমের ফলে বিভিন্ন প্রজাতিতে ভিন্ন ভিন্ন রকমের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। লাইকোপোডিয়াম সমরেণুপ্রসু হওয়ায় লিঙ্গাধর উদ্ভিগুলি সহবাসী হয়। রেণস্থলী হইতে রেণু নির্গমনের সঙ্গে সঙ্গে কিছু প্রজাতিতে রেণুর অঙ্কুরোদগম ঘটে (যেমন, L. Cernuum)। এক্ষেত্রে প্রোথ্যালাস (prothallus) বায়বীয় (aerial) হয়, আবার, যে প্রজাতিতে রেণুর অঙ্কুরোদগম বহুদিন ধরে হয় (যেমন, L. clavatum) তাদের প্রোথ্যালাস ভূমিথনস্থ হয়।

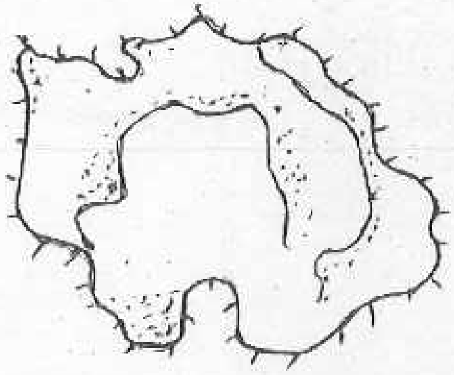
লাইকোপোডিয়াম-এ নিম্নলিখিত বিভিন্ন প্রকারের প্রোথ্যালাস দেখা যায়—

(i) L. Cernuum নামক প্রজাতিতে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ, ক্ষুদ্র, 2-3 mm দৈর্ঘ্য, আংশিক বায়বীয় ও আংশিক ভূমিম্নস্থ হয়। বায়বীয় অংশটি সবুজ ও খণ্ডিত হয়। খণ্ডিত অংশের গোড়ায় যৌন জনন অঙ্গগুলি অর্থাৎ পুংধানী ও স্ত্রীধানী বিকশিত হয়। লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ভূনিম্নস্থ অংশ হইতে রাইজয়েড উৎপন্ন হয়। ভূনিম্নস্থ অংশে অন্তঃপরজীবী ছত্রাকের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়।



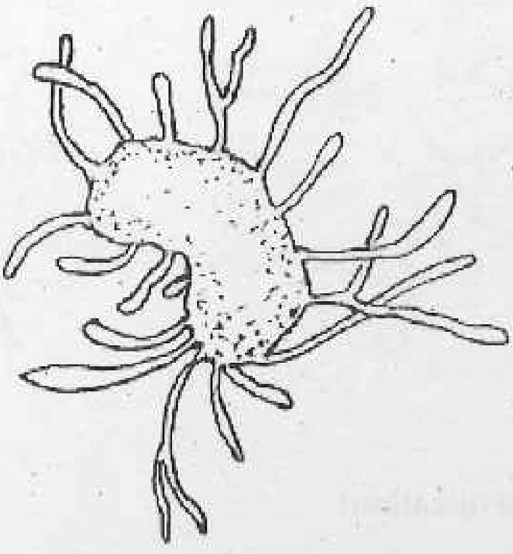
চিত্র : L. Cernuum-এর প্রোথ্যালাস

(ii) L. clavatum নামক প্রজাতিতে লিঙ্গাধর উদ্ভিদগুলি বেলনাকার নিম্নাংশ ও খাঁজকাটা উর্দ্ধাংশ নিয়ে গঠিত। নিম্নাশ গাজরের ন্যায় মাটির তলায় বৃদ্ধি পায়। মৃদগত অংশের ত্বক হইতে রাইজয়েট ও তার ভিতরের অংশে অন্তঃবাসী ছত্রাকের উপস্থিতি লক্ষ্য করা যায়। লাইকোপোডিয়াম-এর এই প্রজাতিগুলি মৃতজীবী হয়। এদের খাঁজকাটা অংশে জননঅঙ্গগুলি থাকে।



চিত্র : **L. Clavatum**-এর প্রোথ্যালাস

(iii) L. Phlegmaria নামক প্রজাতির লিঙ্গাধর উদ্ভিদগুলি মৃতজীবী ও পরাশ্রয়ী হয়। এদের প্রোথ্যালাস ক্ষুদ্র, বর্ণহীন, কন্দাকার বা বেলনাকার হয়। বেলনাকার অংশে পুংধানী ও স্ত্রীধানী জন্মায়।



চিত্র : **L. Phlegmaria**-এর প্রোথ্যালাস

জনন অঙ্গ (Sex organs) : লাইকোপোডিয়াম সহবাসী হলেও অধিকাংশ প্রজাতিই প্রোটান্ড্রাস (Protandrous) হয়। অর্থাৎ পুংধানীগুলি আগে পরিণত হয়।

পরিণত পুংধানী গোলাকার এবং এককোষী আবরণী দ্বারা আবৃত। পুংধানীগুলি সাধারণ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের অগ্রস্থ

খণ্ডিত অংশে নিমজ্জিত (embedded) অবস্থায় থাকে। পুংধানীর ভিতরে অসংখ্য শুক্রানু মাতৃকোষ দুই ফ্লাজেলা বিশিষ্ট শুক্রানু গঠন করে।

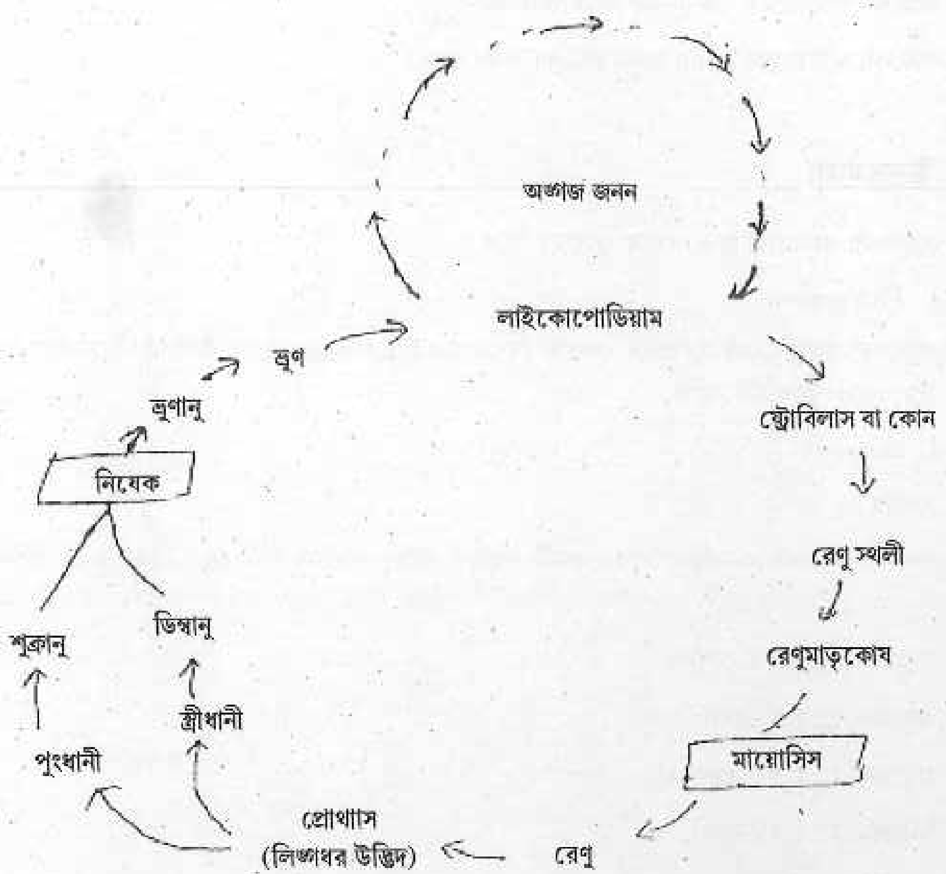
স্ত্রীধানীগুলি পরিণত অবস্থায় দীর্ঘ গ্রীবাযুক্ত ফ্লাস্কের ন্যায় দেখায়। স্ত্রীধানী অঙ্ক (venter) ও গ্রীবা অংশে বিভক্ত। অঙ্ক (venter) অংশটি লিঙ্গধর উদ্ভিদের মধ্যে নিহিত থাকে এবং গ্রীবা অংশটি বাইরের দিকে প্রসারিত হয়। গ্রীবার দৈর্ঘ্য প্রজাতি বিশেষে পরিবর্তনশীল। গ্রীবা অংশে 1–16 টি গ্রীবানালী কোষ এবং অঙ্ক অংশে একটি অঙ্কীয় নালীকোষ ও একটি ডিম্বকোষ (egg cell) বিদ্যমান।

12.1.7 নিষেক (Fertilization)

স্ত্রীধানী পরিণত হইলে গ্রীবানালী কোষ ও অঙ্কীয়নালী কোষ দ্রবীভূত হয় তার ফলে গ্রীবার অভ্যন্তরে একটি নালীপথ সৃষ্টি হয়। এই নালীপথ মিউসিলেজ পূর্ণ হওয়ায় শুক্রাণুগুলি নালীপথে প্রবেশ করে কিন্তু কেবলমাত্র একটি শুক্রাণু ডিম্বানুর সহিত মিলিত হয়। নিষিক্ত ডিম্বানুর চারিদিকে একটি প্রাচীর গঠিত হয় তার ফলে ভ্রূণাণু (2n) (oospore) গঠিত হয়। ভ্রূণাণু কোষ মাইটোসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হইয়া নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

12.1.8 জীবনচক্র

লাইকোপোডিয়াম-এর জীবনচক্র নিচে দেখানো হইল—



চিত্র : লাইকোপোডিয়ামের জীবনচক্র

12.1.9 প্রশ্নাবলী

(i) রেণুপত্র বা স্পোরোফিল কাকে বলে?

(ii) লাইকোপোডিয়ামের একটি পরাশ্রয়ী প্রজাতির নাম লিখুন।

(iii) লাইকোপোডিয়ামকে 'ক্লাব মস' বলা হয় কেন?

(iv) লাইকোপোডিয়াম-এর কোন্ প্রজাতিতে মিশ্র প্রোটোস্টিলি দেখা যায়?

(v) লাইকোপোডিয়াম-এর প্রধান উদ্ভিদ দেহটি লিঙ্গাধর না রেণুধর?

(vi) স্ট্রোবিলাস বা কোন্ কাকে বলে?

(vii) লাইকোপোডিয়ামের অঙ্গজ জননের একটি উপায় উল্লেখ করুন।

(viii) লাইকোপোডিয়ামে তিন প্রকার লিঙ্গধর উদ্ভিদের অঙ্গকে আলোচনা করুন।

(ix) লাইকোপোডিয়ামের 'কোন্'-এর গঠন বর্ণনা করুন।

(x) লাইকোপোডিয়ামের বিভিন্ন প্রকার স্টিলির বর্ণনা করুন।

12.1.10 উত্তরমালা

(i) রেণুস্থলী বহনকারী ক্ষুদ্র পত্রকে রেণুপত্র বলে।

(ii) *L. Phlegmaria*

(iii) লাইকোপোডিয়াম-এর স্ট্রবিলাস দেখতে বেলনাকার (club-shaped) ও উদ্ভিদটি অনেকটা মসের মত দেখতে হয় বলে একে 'ক্লাব মস' বলে।

(iv) *L. cernuum*

(v) রেণুধর

(vi) রেণুপত্রগুলি যখন ঘনসন্নিবিষ্ট হয়ে একটি সুগঠিত দন্তের কাঠামো গঠন করে, তখন তাকে স্ট্রবিলাস বা কোন্ বলে।

(vii) অনুচ্ছেদ 12.1.5.1 দেখুন।

(viii) অনুচ্ছেদ 12.1.6 দেখুন।

(ix) অনুচ্ছেদ 12.1.5.2 দেখুন।

(x) অনুচ্ছেদ 12.1.4 দেখুন।

12.2 Pteris-এর জীবন ইতিহাস

12.2.1 Pteris-এর উদ্ভিদ জগতে স্থান (Systematic position of pteris) :

শ্রেণী— লেপ্টোস্পোর‍্যানজিওপসিডা (Leptsporangiopsida)

বর্গ— ফিলিকেলিস (Filicales)

গোত্র— পলিপোডিয়েসী (Polypodiaeae)

গণ — টেরিস (Pteris)

টেরিস-এর কয়েকটি ভারতীয় প্রজাতি হল—*P. vittata, P. cretica, P wallichiana.*

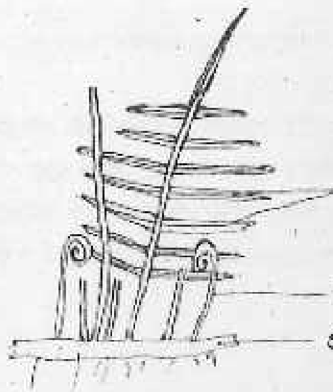
12.2.2 স্বভাব ও বাসস্থান (Habit and Habitat) :

টেরিস হইল একটি ফার্ন জাতীয় উদ্ভিদ। ইহার সকল প্রজাতিই আংশিক আনুভূমিক ও আংশিক ঋজু গ্রন্থিকন্দ যুক্ত। উদ্ভিদগুলি বহুবর্ষজীবী হয়।

এটি একটি অতিপরিচিত ফার্ণ, ইহাদের প্রাচীরের গায়ে, রাস্তার ধারে, ছায়াযুক্ত স্থানে, প্রায়ই দেখা যায়। টেরিস সাধারণত গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলেই জন্মায়। ইহাদের পার্বত্য ও সমতল উভয় অঞ্চলেই পাওয়া যায়।

12.2.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of Sporophyte) :

বহিঃগঠন ঃ টেরিস-এর রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত। কান্ড অধিকাংশ ক্ষেত্রে শাখাহীন, শায়িত গ্রন্থিকন্দ। গ্রন্থিকন্দ শাখাযুক্ত। খর্ব ও অর্ধবক্র হতে পারে যেমন দেখা যায়— *P.Cretica* নামক প্রজাতিতে। গ্রন্থিকন্দ শুষ্ক শল্ক দ্বারা আবৃত থাকে। এই শল্কগুলিকে র‍্যামেন্টা (ramenta) বলে। মূল সাধারণত গ্রন্থিকন্দের নীচের অংশ হইতে নির্গত হয়, মূলগুলি অস্থানিক সরু ও শাখান্বিত হয়। পাতা সর্বদাই পক্ষল যৌগিক পত্র হয়। পত্রবৃন্তগুলি শুষ্ক শল্ক দ্বারা আবৃত থাকে। পত্রকসহ পাতাকে ফ্রন্ড (frond) বলে। পত্রঅক্ষের উপরের ও নিচের পত্রকগুলি মধ্যাংশের পত্রকগুলির তুলনায় আকারে ছোট হয়। কিন্তু পত্রাগ্রে অবস্থিত পত্রকটি অন্য পত্রকগুলির চেয়ে অনেকটাই দীর্ঘ হয়। পত্রকগুলি অবৃন্তক ও পাতার অক্ষের উপরে বিপরীত বিন্যাসে সজ্জিত থাকে। প্রতিটি পত্রকে একটি মধ্যশিরা বর্তমান। মধ্যশিরা হইতে পার্শ্বীয় শিরা উৎপন্ন হয় যাহা পত্রকের কিনারায় দ্বিধাবিভক্ত থাকে। টেরিস-এ যখন নতুন পাতা উৎপন্ন হয় তখন অপরিণত অবস্থায় যৌগ পত্রগুলির মুকুল পত্রবিন্যাস সারসিনেট প্রকৃতির (circinate vernation) হয়।



চিত্র : টেরিস-এর রেণুধর উদ্ভিদ

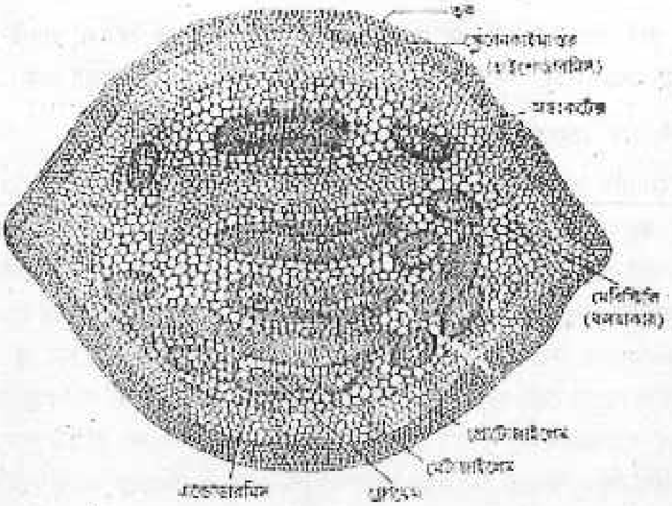
12.2.4 অন্তর্গঠন (Internal Structure) :

গ্রন্থিকন্দ (Rhizome) :

টেরিস-এর স্টিলি প্রজাতিবিশেষে বিভিন্ন প্রকার হয়, এমনকি একই প্রজাতির স্টিলি বিভিন্ন প্রকার হইতে পারে। কিছু প্রজাতি যেমন, P. grandiflora, P. vittata প্রভৃতির স্টিলি হয় ফোলেনোস্টিলি, P. cretica এর স্টিলি সরল ডিক্টিওস্টিলি আবার P. biaurita-এর স্টিলি হয় মিশ্র প্রোটোস্টিলি প্রকৃতির। P. vittata প্রজাতিতে গ্রন্থিকন্দের অগ্রভাগের প্রস্থচ্ছেদে ডাইসাইক্লিক ডিক্টিওস্টিলি দেখা যায়। নালিকা বান্ডিল হ্যাড্রোসেন্ট্রিক অর্থাৎ ফ্লোয়েম জাইলেম কলাকে বেষ্টন করে রাখে।

স্টিলির কেন্দ্রস্থলে মজ্জা (pith) উপস্থিত। মজ্জা প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত হয়। স্টিলির বাইরে কর্টেক্স

(Cortex) দুই অংশে বিভক্ত। বহিঃকর্টেক্স স্ক্লেরেনকাইমা ও অন্তকর্টেক্স প্যারেনকাইমা কোষ নিয়ে গঠিত। কর্টেক্সের বাইরে একস্তরবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষদ্বারা গ্রন্থিকন্দের ত্বক গঠিত হয়। ত্বক কিউটিক্‌ল যুক্ত হয়।



চিত্র : **Pteris**-এর কাণ্ডের অন্তর্গঠন

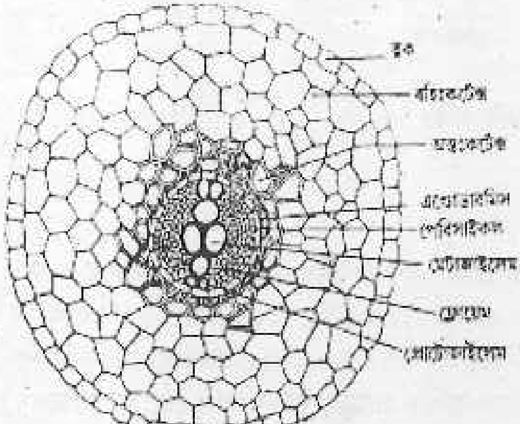
মূল (Root) : টেরিস-এর অস্থানিক মূলের প্রস্থচ্ছেদে নিম্নলিখিত অংশ পরিলক্ষিত হয়—

ত্বক— একস্তরবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দিয়ে গঠিত।

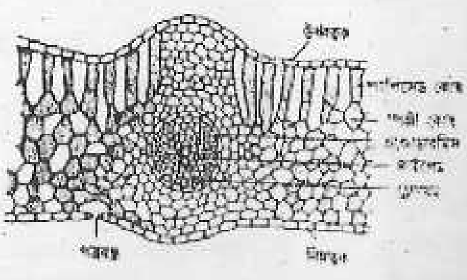
কর্টেক্স— দুটি ভাগে বিভক্ত যথা— (i) বহিঃকর্টেক্স পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত, এবং (ii) অন্তঃকর্টেক্স স্থূলপ্রাচীর বিশিষ্ট 2-3 স্তরে সজ্জিত স্ক্লেরেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।

এণ্ডোডারমিস— অন্তঃকর্টেক্সের ঠিক পরেই একস্তর ক্যাসপেরিয়ান পট্টি সমন্বিত এণ্ডোডারমিস বর্তমান।

স্টিলি— টেরিস-এর মূলের স্টিলি ডাইআর্ক ও এক্সআর্ক প্রকৃতির জাইলেম সমন্বিত।



চিত্র : **Pleris**-এর মূলের অন্তর্গঠন



চিত্র : **Pteris**-এর পাতার অন্তর্গঠন

পত্রঅক্ষ (Rachis) : টেরিস-এর পত্রঅক্ষের অন্তর্গঠন অনেকটা গ্রন্থিকন্দের ন্যায়। কিন্তু এক্ষেত্রে অশ্বক্ষুরাকৃতি নালিকা বান্ডিল দেখা যায়। নালিকাবান্ডিল হ্যাড্রোসেন্ট্রিক প্রকৃতির এবং প্রোটোজাইলেম এক্সার্ক হয়।

পত্রক (Leaflet) : টেরিস-এর পত্রকের প্রস্থচ্ছেদে উর্দ্ধ ও নিম্নত্বকের মধ্যবর্তী অঞ্চলে মেসোফিল কলা ও নালিকা বান্ডিল উপস্থিত। নিম্নত্বকে পত্ররন্ধ্র বিদ্যমান। মেসোফিল কলার কোষগুলি প্যালিসেড ও স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা কোষে বিভেদিত থাকতেও পারে আবার নাও থাকতে পারে। মধ্যশিরা অঞ্চলে একটিমাত্র কনসেন্ট্রিক প্রকৃতির নালিকা বান্ডিল উপস্থিত।

12.2.5 জনন (Reprodection) :

12.2.5.1 অঙ্গজ জনন (vgetatve Reproduction) : টেরিস-এর গ্রন্থিকন্দের বর্ধিষ্ণু অঞ্চল ক্রমশঃ বৃদ্ধি পায় ও তার সাথে-সাথে পরিণত অংশ বিনষ্ট হইতে থাকে এবং দুটি শাখায় বিভক্ত হয় যা অনুকূল পরিবেশে দুইটি পৃথক রেণুধর উদ্ভিদের গঠন করে।

12.2.5.2 রেণুদ্বারা জনন (Reproduction by Spores) :

রেণুগুলি রেণুস্থলীতে উৎপন্ন হয়। রেণুস্থলীগুলি গুচ্ছাকারে ও দলবদ্ধভাবে পত্রকের নীচের দিকে বাঁকানো প্রান্তদেশের দুই পাশে অবস্থিত। রেণুস্থলীগুলি একসঙ্গে থেকে সোরাস গঠন করে। তাই এদের সোরাসকে সিনোসোরাস বলে। টেরিসের সোরাসকে মিশ্র সোরাস বলা হয় কারণ এই ধরনের সোরাসে পরিণত ও অপরিণত উভয় প্রকার রেণুস্থলী একসঙ্গে মিশে থাকে। টেরিস-এর সিনোসোরাস পত্রককিনারার বর্ধিত অংশ দ্বারা ঢাকা থাকে বলে একে মেকি ইন্ডুসিয়াম (false indusium) বলা হয়।

টেরিস-এর রেণুস্থলীগুলি বৃন্তযুক্ত হয়। রেণুস্থলীর বহিআবরণীর একাংশে কিউটিনযুক্ত কোষ দ্বারা গঠিত ইহাকে অ্যানুলাস বলে। আবরণীর অন্য প্রান্ত পাতলা প্রাচীরবিশিষ্ট কোষ দ্বারা গঠিত—ইহাকে স্টোমিয়াম বলে। টেরিস-এর রেণুস্থলীগুলি লেপ্টোস্পোর্যানজিয়েট জাতীয় অর্থাৎ ইহার পরিস্ফুটন একটিমাত্র প্রারম্ভিক কোষ হইতে আরম্ভ হয়। রেণুস্থলীর মধ্যবর্তী অংশে রেণুমাতৃকোষ (spore mother cell) মায়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভঅজিত হইয়া হ্যাপ্লয়েড রেণু উৎপন্ন করে। রেণগুলি একই আকারযুক্ত অর্থাৎ Pteris হ'ল সমরেণুপ্রসু।

পরিণত রেণুস্থলী স্টোমিয়াম অংশ দিয়ে বিদারিত হয় এবং রেণুগুলি বাইরে নির্গত হয়।

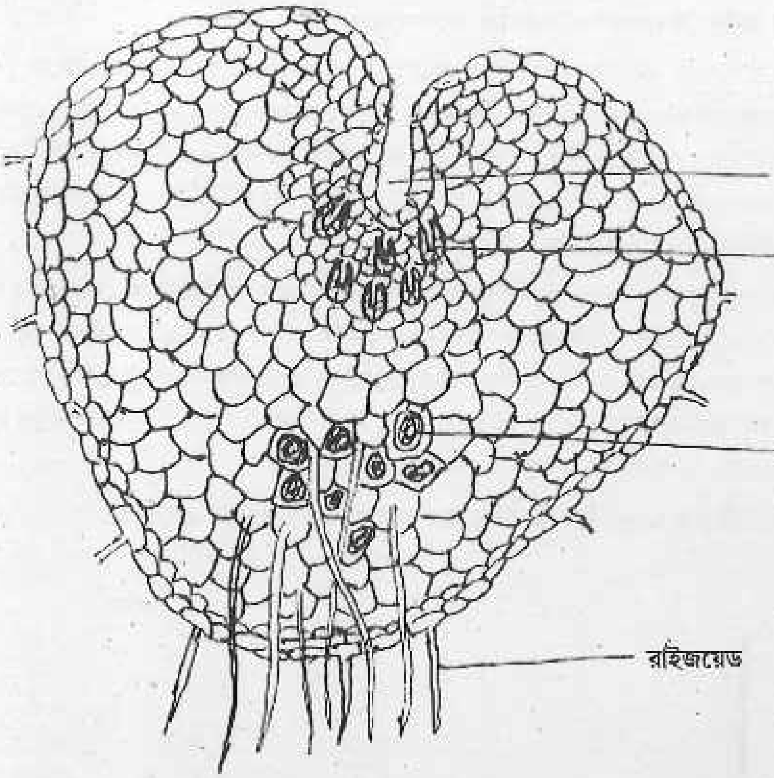
চিত্র : (ক) টেরিস-এর পত্রকের কিনারায় সোরাসের অবস্থান। (খ) রেণুপত্রের প্রস্থচ্ছেদে সোরাসের গঠন।

12.2.6 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of the Gometophyte)

রেণুই হইল লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। রেণুগুলি এক্সোস্পোর ও এন্ডোস্পোর (endospore) নামক দুইস্তর যুক্ত আবরণ দিয়ে আবৃত থাকে। সমরেণুপ্রসূ হওয়ায় টেরিস-এর রেণুগুলি সম আকৃতির হয়।

অনুকূল পরিবেশে রেণুগুলির অঙ্কুরোদ্গম ঘটে। অঙ্কুরোদ্গমের সময় রেণুর বহিঃস্তর (এক্সোস্পোর) বিদীর্ণ হয় এবং অন্তঃস্তর (এন্ডোস্পোর) বাহিরে বেরিয়ে ফিলামেন্ট গঠন করে যাকে প্রোটোনিমা বলে। এই প্রোটোনিমা হইতে পরবর্তীকালে চাকতির ন্যায় প্রোথ্যালাস গঠিত হয়। প্রোথ্যালাসের— উপরের অংশে একটি খাঁজ থাকায় একে হৃৎপিন্ডের ন্যায় দেখায়, ইহার নিচের অংশ হইতে রাইজয়েড নির্গত হয়। প্রোথ্যালাসের কোষগুলি একস্তরবিশিষ্ট ও ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত।

টেরিস-এর প্রোথ্যালাস সহবাসী হওয়ায় একই প্রোথ্যালাসে পুংধানী ও স্ত্রীধানী উভয় যৌন জনন অঙ্গ বিদ্যমান। প্রোথ্যালাসে খাঁজের দিকে স্ত্রীধানীগুলি ও রাইজয়েডের দিকে পুংধানীগুলি অবস্থিত।



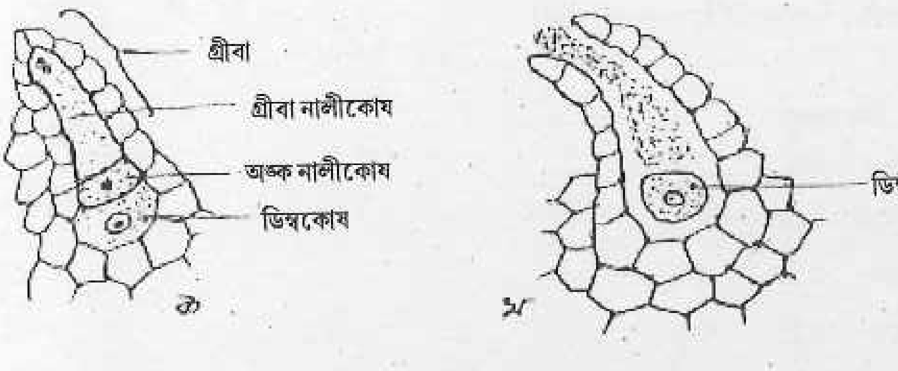
চিত্র : টেরিস-এর প্রোথ্যালাসে স্ত্রী ও পুংধানীর অবস্থান

12.2.6.1 পুংধানী (Antheridium) : টেরিস-এর পরিণত পুংধানী ছোট, গোলাকার ও বৃন্তহীন হয়। প্রতিটি পুংধানীর আবরণীস্তর দুটি বলয় কোষ (ring cell) ও একটি টুপি কোষ (cover or cap cell) বা আবৃত কোষ নিয়ে গঠিত। প্রতিটি পুংধানীর ভিতরে শুক্রাণু মাতৃকোষ বা অ্যান্ড্রোসাইট উৎপন্ন হয় যা পরবর্তীকালে বহুফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণুতে রূপান্তরিত হয়।

চিত্র : (ক) টেরিস-এর অপরিণত পুংধানী। (খ) শুক্রাণুর বিদারণ। (গ) একটি বহুফ্লাজেলাযুক্ত শুক্রাণু

12.2.6.2 স্ত্রীধানী (Archegonium) :

প্রতিটি স্ত্রীধানী কলশীর ন্যায় দেখতে হয় যার নিচের দিকের ফোলা অংশটিকে অঙ্ক (venter) ও উপরের নলের ন্যায় অংশটিকে গ্রীবা (reek) বলে। অঙ্ক অংশটি 3-5টি বা 7টি গ্রীবা কোষ দ্বারা গঠিত হয়। গ্রীবার মধ্যে একটি গ্রীবানালীকোষ, একটি অঙ্ক নালীকোষ ও অঙ্কের ভিতর একটি ডিম্বানু কোষ বিদ্যমান।



চিত্র : ক অপরিণত স্ত্রীধানী খ— পরিণত স্ত্রীধানী

12.2.7 নিষেক (Fertilization) : পরিণত পুংধানী হইতে অনেকগুলি শুক্রাণু নির্গত হইয়া স্ত্রীধানীর দিকে অগ্রসর হয়। এই সময় স্ত্রীধানীর গ্রীবানালী কোষ ও অঙ্কনালী কোষ বিনস্ট হয়ে মিউসিলেজের ন্যায় পদার্থে পরিণত হয়। পরে একটি মাত্র শুক্রাণু প্রবেশ করে ডিম্বানুটিকে নিষিক্ত করে। ফলে উস্পোর বা জাইগোট (2n) গঠিত হয়।

12.2.8 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি (Formation of new sporophyte) :

প্রথমে জাইগোট কোষটির বিভাজন হয় ফলে দুটি প্রথম কোষ উৎপন্ন হয় যার উপরের দিকের কোষটিকে

এপিবেসাল ও নিচের দিকের কোষটিকে হাইপোবেসাল কোষ বলে। এই দুটি কোষ পুনরায় বিভাজিত হয়ে 32টি কোষ সমন্বিত ভ্রূণের সৃষ্টি করে যার সম্মুখস্থ উপরি অষ্টক হইতে বিটপ ও নিম্ন অষ্টক হইতে পাতা নির্গত হয়। পশ্চাৎবর্তী উপরি অষ্টক থেকে মূল ও নিম্ন অষ্টক হইতে পদ (foot) গঠিত হয়। এইভাবে ভ্রূণের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে প্রোথ্যালস শুকিয়ে যায় এবং মূল মাটিতে প্রবেশ করে।

12.2.9. অনুশীলনী

1. টেরিস কোন গোত্রের উদ্ভিদ?
2. টেরিসকে সমরেণুপ্রসূ বলা হয় কেন?
3. মেকি ইন্ডুসিয়াম কি?
4. সোরাস কাকে বলে?
5. টেরিসের সোরাসকে মিশ্র সোরাস বলে কেন?
6. টেরিস-এর কয়টি ফ্লাজেলাযুক্ত শুক্রাণু দেখা যায়?
7. স্টোমিয়াম কি?
8. সিনোসোরাস বলতে কি বোঝায়?
9. টেরিসের রেণুধর উদ্ভিদের বহিঃগঠন আলোচনা করুন।
10. টেরিসের লিঙ্গধর উদ্ভিদের বর্ণনা করুন।

12.2.10 উত্তরমালা

1. পলিপোডিয়েসি
2. অনুচ্ছেদ 12.2.6 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 12.2.5.2 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 12.2.5.2 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 12.2.6.1 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 12.2.5.2 দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 12.2.5.2 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 12.2.3 দেখুন।
9. অনুচ্ছেদ 12.2.5.2 দেখুন।
10. অনুচ্ছেদ 12.2.6 দেখুন।

12.3 টেরিডোফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব (Economic Importance of Pteridophytes

টেরিডোফাইটার অন্তর্ভূক্ত উদ্ভিদগুলির অর্থনৈতিক গুরুত্ব নিম্নে আলোচিত হইল :—

(1) লাইকোপোডিয়ামের বিভিন্ন প্রজাতির রেণু হইতে প্রাপ্ত তৈল (fixed oil) হোমিওপ্যাথি ওষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

(2) লাইকোপোডিয়ামের রেণু ও কান্ড চর্মরোগে, চোখের রোগে, হজমের গন্ডগোলে ও রক্ত পরিশোধক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(3) লাইকোপোডিয়াম ও সেলাজিনেল্লার কান্ড খ্রীষ্টমাস উৎসবের সময় টেবিল সজ্জার উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়।

(4) লাইকোপোডিয়ামের রেণু হইতে বাজী (fire crakers) প্রস্তুত করা হয়।

(5) সেলাজিনেল্লা ও ইকুইসিটাম এর কিছু প্রজাতি ঔষধরূপে ব্যবহৃত হয়।

(6) টেরিস, ড্রায়োপটেরিস ও মারসিলিয়া প্রভৃতি উদ্ভিদগুলি মানুষের ও গবাদি পশুর খাদ্য হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

(7) Isoetes (আইসোয়েটিস) নামক উদ্ভিদের পরিবর্তিত কান্ড বিভিন্ন প্রাণীর (বিশেষ করে জলজ প্রাণীর) খাদ্যরূপে ব্যবহৃত হয়।

(8) অ্যাজোল্লা (Azolla) কে জৈব সার হিসাবে ব্যবহার করে ধানের উৎপাদন বাড়ানো সম্ভবপর হয়েছে।

একক 13 ❑ ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের (Gymnosperms) বৈশিষ্ট্য, শ্রেণীবিন্যাস ও অর্থনৈতিক গুরুত্ব

গঠন

13.1 ভূমিকা ও উদ্দেশ্য
13.2 সাধারণ বৈশিষ্ট্য
13.3 উদ্ভিদ জগতের অন্যান্য বিভাগের সঙ্গে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য
13.4 শ্রেণীবিভাগ
13.5 শ্রেণীগুলির চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য
13.6 জিমনোস্পার্মস-এর অর্থনৈতিক গুরুত্ব
13.7 সারাংশ
13.8 প্রান্তিক প্রশ্নাবলি
13.9 উত্তরমালা

13.1 ভূমিকা ও উদ্দেশ্য

উদ্ভিদের সমস্ত শ্রেণীবিভাগই সপুষ্পক উদ্ভিদের দুটি প্রধান বিভাগকে স্বীকৃতি দিয়ে থাকে। এরা হল যথাক্রমে আবরণীযুক্ত ডিম্বকবিশিষ্ট গুপ্তবীজী উদ্ভিদ অথবা **অ্যাঞ্জিওস্পার্মস** (Angiosperms) এবং আবরণীবিহীন ডিম্বকবিশিষ্ট ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ অথবা **জিমনোস্পার্মস** (Gymnosperms)। **জিমনোস্পার্ম** কথাটি ল্যাটিন এবং এর আক্ষরিক অর্থ হল "নগ্নবীজ"। ডিম্বক আবরণীবিহীন হবার দরুণ এদের কোন ফল সৃষ্টি হয় না এবং বীজগুলি অনাবৃত থাকে। বিবর্তনের ধারায় ব্যক্তবীজীর আবির্ভাব গুপ্তবীজীর অনেক আগে। ভূতাত্ত্বীয় প্যালিওজোইক (Paleozoic) যুগে এদের আবির্ভাব ঘটে এবং মেসোজোইক (Mesozoic) যুগে ভূপৃষ্ঠে প্রধানতম উদ্ভিদগোষ্ঠী বলতে এদেরই বোঝায়। ক্রমশঃ গুপ্তবীজীর বিবর্তনগত উন্নতির ফলে এদের ভৌগোলিক বিস্তার সীমাবদ্ধ হয়ে পড়ে। উদ্ভিদের শ্রেণীবিভাগের আধুনিক প্রকল্পগুলিতে **জিমনোস্পার্মস**-এর অবস্থান টেরিডোফাইটা ও অ্যাঞ্জিওস্পার্মস এর মধ্যবর্তী স্তরে। এই অধ্যায়টি পাঠ করে আপনি জানতে পারবেন :

- জিমনোস্পার্ম-এর সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী ?
- এদের শ্রেণীবিভাগের রূপরেখা।
- প্রধান প্রধান শ্রেণীগুলির বৈশিষ্ট্য।

13.2 জিমনোস্পার্মস-এর সাধারণ বৈশিষ্ট্য (General Characteristics of Gymnosperms) :

i) শাখাবিহীন খর্বকায় অথবা শাখাযুক্ত দীর্ঘ বৃক্ষ।

ii) কাণ্ড কাষ্ঠল (woody) এবং অন্তর্গঠনে গৌণ জাইলেম ও মজ্জার আধিক্য দেখা যায়।

iii) রেণুপত্রগুলি একটি সাধারণ অক্ষ বরাবর বিন্যস্ত হয়ে **কোন** (cone) বা **স্ট্রোবিলাস** (Strobilus) গঠন করে।

iv) ফুলগুলি একলিঙ্গ এবং সাধারণতঃ কোন পুষ্পপুটবিহীন।

v) জিমনোস্পার্মস এর অর্ন্তগত উদ্ভিদগুলির স্ত্রী-কোণে গর্ভপত্রগুলি (carpel) সর্বদাই মুক্ত অবস্থায় থাকে।

vi) অধিকাংশ ক্ষেত্রেই এদের শুক্রাণু চলনশীল এবং কখনও কখনও বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

vii) স্ত্রী লিঙ্গাধর অপেক্ষাকৃত আদি বৈশিষ্ট্য যুক্ত এবং ডিম্বক গঠিত হয় আর্কিগোনিয়ার মধ্যে।

viii) বীজ সস্যবিহীন অথবা সস্যযুক্ত এবং সস্য নিষেক পূর্ববর্তী কলা, অ্যাঞ্জিওস্পার্মস এর মত নিষেক-পরবর্তী হয়।

ix) বীজ নগ্ন অবস্থায় থাকে কেননা কোনরূপ ফল গঠিত হয় না।

x) জীবনচক্রে রেণুধর দশাই মুখ্য এবং স্বতন্ত্র ও স্বাধীন লিঙ্গাধর জনু অনুপস্থিত।

13.3 উদ্ভিদ জগতের অন্যান্য বিভাগের সঙ্গে জিমনোস্পার্ম-এর সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য (Similarities and Dissimilarities with other groups)

● **টেরিডোফাইটার সঙ্গে সাদৃশ্য :**

i) উদ্ভিদদেহে মূল, কাণ্ড ও পাতার উপস্থিতি :

ii) ফার্ন-এর মতো কুণ্ডলিত পত্রমুকুল বিন্যাস (Circinate ptyxis)।

iii) জাইলেম কলায় ট্র্যাকীয়ার অনুপস্থিতি।

iv) ফ্লোয়েমে সঙ্গীকোষের অনুপস্থিতি।

v) ফ্ল্যাজেলাযুক্ত চলনশীল শুক্রাণুর উপস্থিতি।

vi) **Gnetum** ছাড়া অন্য সব ক্ষেত্রে স্ত্রীধানী বা আর্কিগোনিয়াম গঠিত হয়।

● **টেরিডোফাইটার সঙ্গে বৈসাদৃশ্যঃ-**

i) এখানে সুস্পষ্ট প্রধান মূলতন্ত্র দেখা যায় যা টেরিডোফাইটে দেখা যায় না।

ii) গৌণবৃদ্ধি টেরিডোফাইটায় অনুপস্থিত।

iii) পরাগরেণু থেকে পরাগনালীবিশিষ্ট পুং-লিঙ্গাধরের সৃষ্টি জিমনোস্পার্মে দেখা যায়, টেরিডোফাইটাতে নয়।

iv) নালিকার সাহায্যে নিষেক অথবা সাইফনোগ্যামি (Siphonogamy) টেরিডোফাইটাতে দেখা যায় না।

v) নিষেক এর ফলে সুনির্দিষ্ট বীজের উৎপত্তি জিমনোস্পার্ম এর বৈশিষ্ট্য। টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের নয়।

● **অ্যাঞ্জিওস্পার্ম-এর সঙ্গে সাদৃশ্য ঃ-**

i) বৃক্ষজাতীয় উদ্ভিদ।

ii) কোনগুলি গঠনগতভাবে পুষ্প অথবা পুষ্পমঞ্জরীর সমার্থক।

iii) পরাগরেণু অঙ্কুরিত হয়ে পরাগনালিকা গঠন করে।

iv) ডিম্বক ডিম্বকত্বক (integument) দ্বারা আবৃত।

v) ডিম্বকের গঠনে মাইক্রোপাইল এর উপস্থিতি।

● **অ্যাঞ্জিওস্পার্ম-এর সঙ্গে বৈশাদৃশ্য ঃ-**

i) ফুলে পুষ্পপুট ও যথার্থ দল, বৃতি, পুংকেশরচক্র ও গর্ভকেশরচক্রের অনুপস্থিতি।

ii) ডিম্বক অনাবৃত ফলে নিষেক পরবর্তী দশায় ফল গঠিত হয় না।

iii) জাইলেম ও ফ্লোয়েমে যথাক্রমে ট্র্যাকীয়া ও সীভনলের অনুপস্থিতি।

iv) ডিম্বকে আর্কিগোনিয়ামের উপস্থিতি।

v) পুং-লিঙ্গাধর অপেক্ষাকৃত জটিল এবং একাধিক প্রোথ্যালিয়াল (Prothallial) কোষ থাকে।

vi) দ্বি-নিষেক দেখা যায় না এবং সস্য নিষেক পরবর্তী কলা নয়।

13.4 জিমনোস্পার্মস এর শ্রেণীবিভাগ (Classification of Gymnosperms)

পূর্বেই বলা হয়েছে যে জিমনোস্পার্মস পৃথিবীতে প্রধানত উদ্ভিদগোষ্ঠী রূপে বিরাজ করতো প্যালিওজোইক যুগে। বিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে এরা অনেকাংশে অবলুপ্ত হয়ে গেছে। এই গোষ্ঠীর শ্রেণীবিভাগ অতএব বর্তমানে জীবিত এবং অবলুপ্ত উভয় প্রকার প্রজাতিগুলিকে যথাযথ অবস্থানে রেখেই করা দরকার। অনেকগুলি শ্রেণীবিন্যাসের মধ্যে **স্পোর্ন** (K. R. Sporne, 1965) প্রবর্তিত শ্রেণীবিন্যাসটি নিম্নে আলোচিত হল।

এই মতবাদ অনুযায়ী জিমনোস্পার্মস তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত ঃ

শ্রেণী 1. সাইকাডপসিডা (Cycadopsida)

এই শ্রেণী চারটি অর্ডার বা বর্গে বিভক্ত।

অর্ডার 1 - টেরিডোস্পারমেলিস (Pteridospermales)

অর্ডার 2- বেনেট্টিটেলিস (Benettitales)

অর্ডার 3- পেন্টোজাইলেলিস (Pentoxylales)

অর্ডার 4- সাইকাডেলিস (Cycadales)

শ্রেণী 2- কনিফেরোপসিডা (Coniferopsida)

এই শ্রেণী চারটি অর্ডার-এ বিভক্ত।

অর্ডার 1- কর্ডাইটেলিস (Cordaitales)

অর্ডার 2- কনিফেরেলিস (Coniferales)

অর্ডার 3- ট্যাক্সেলিস (Taxales)

অর্ডার 4- গিংগোয়েলিস (Gingoales)

শ্রেণী 3 : নিটপসিডা (Gnetopsida) এই শ্রেণীর অর্ন্তগত একটিমাত্র অর্ডার হল **নিটেলিস** (Gnetales)

সারণি 1 : স্পোর্ন প্রবর্তিত শ্রেণীবিন্যাসের ছক ঃ

জিমনোস্পার্মস

শ্রেণী- 1 : সাইকাডপসিডা	শ্রেণী 2 : কনিফেরোপসিডা	শ্রেণী 3 : নিটপসিডা
অর্ডার : 1. টেরিডোস্পার্মেলিস	অর্ডার: 1. কর্ডাইটেলিস	অর্ডার: 1. নিটেলিস
2. বেনেট্টিটিলিস	2. কনিফেরেলিস	
3. পেন্টোজাইলেলিস	3. ট্যাক্সেলিস	
4. সাইকাডেলিস	4. গিংগোয়েলিস	

13.5 শ্রেণীগুলির চারিত্রিক বৈশিষ্ট (Characteristic Features of the Classes)

শ্রেণী : **সাইকাডপসিডা**

বৈশিষ্ট্য

i) পাম (Palm) আকৃতির শাখাবিহীন বা শাখাসহ কাণ্ডযুক্ত কাষ্ঠল উদ্ভিদ।

ii) পত্র যৌগিক, পক্ষল এবং কুণ্ডলিত পত্রমুকুল বিন্যাস (Circinate Ptyxis) দেখা যায়।

iii) কাণ্ডের অন্তর্গঠনে ট্র্যাকীয়াবিহীন গৌণ জাইলেম ও বৃহৎ মজ্জা পরিক্ষিত হয়।

iv) উদ্ভিদগুলি ভিন্নবাসী। পুং-উদ্ভিদে মাইক্রোস্পোরোফিলগুলি পুং কোন (Male cone) গঠন করে। স্ত্রী উদ্ভিদে মেগাস্পোরোফিলগুলি সাধারণতঃ কোন বা স্ট্রোবিলাস গঠন করে না।

v) মাইক্রোস্পোরোফিলগুলিতে বহুসংখ্যক বৃন্তবিহীন পুংরেণুস্থলী থাকে।

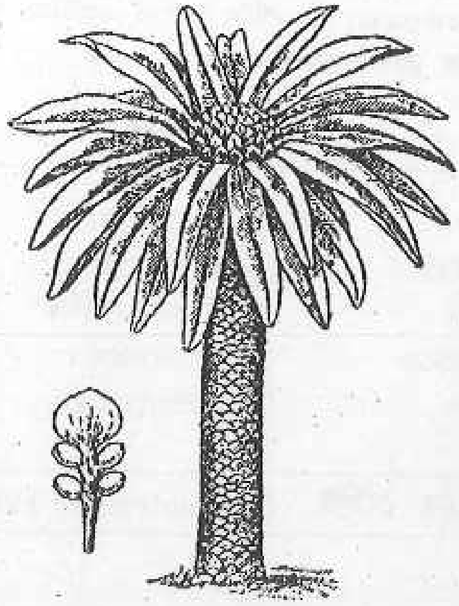
v) মেগাস্পোরোফিলগুলি দুই বা ততোধিক অর্থোট্রোপাস (orthotropous) প্রকৃতির আবরণীবিহীন ডিম্বক বহন করে।

vi) পুং গ্যামেট সচল এবং বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

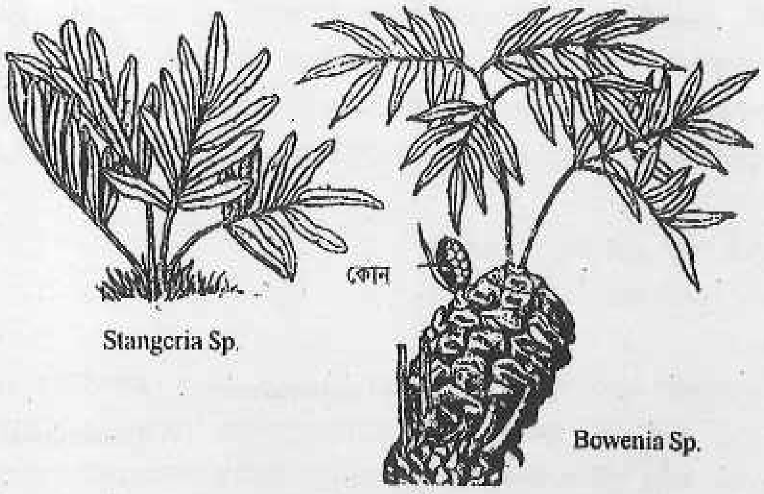
vii) ডিম্বকত্বক তিনটি স্তরে বিভক্ত।

উদাহরণ ঃ-

বিলুপ্ত জেনেরাগুলির মধ্যে লাইজিনপটেরিস **(Lyginopteris)** ও গ্লসপটেরিস **(Glossopteris)** হল কার্বনিফেরাস যুগের- প্রতিনিধি। জুরাসিক যুগের উইলিয়ামসোনিয়া **(Williamsonia)** এবং পেন্টোজাইলন **(Pentoxylon)** হল অপর দুটি অবলুপ্ত সাইকাড। বর্তমানে জীবিত সাইকাডগুলির মধ্যে সাইকাস **(Cycas)** জ্যামিয়া **(Zamia)** এবং ষ্ট্যানজেরিয়া **(Stangeria)** উল্লেখযোগ্য।



(ক)



(খ)

চিত্র 13.1 সাইকাডপসিডার কয়েকটি সদস্য
(ক) ফসিল সদস্য **Bjuvia simplex** ও তার স্ত্রী-রেণুপত্র (খ) দুটি জীবিত সদস্য

শ্রেণী 2 : কনিফেরোপসিডা (Coniferopsoda)

বৈশিষ্ট্য :

(i) শাখাবিশিষ্ট কাণ্ডযুক্ত বৃহৎ বৃক্ষজাতীয় গঠন।

(ii) পত্রগুলি বর্ণবিহীন শল্কপত্র (scale leaves) এবং সবজু সূচ্যাকার (needle)—এই দুইভাগে বিভক্ত।

(iii) কাণ্ডের অন্তর্গঠনে স্থূল গৌণ জাইলেম এবং অপেক্ষাকৃত কমব্যাসবিশিষ্ট মজ্জা (Pith) দেখা যায়।

(iv) পুং ও স্ত্রী উভয় প্রকার রেণুপত্রই (যথাক্রমে মাইক্রো ও মেগাস্পোরোফিল) কোন গঠন করে। উদ্ভিদগুলি সহবাসী।

(v) মেগাস্পোরোফিল দুটি করে অ্যানাট্রোপাস (anatropous) ডিম্বক বহন করে।

(vi) মাইক্রোস্পোরোফিল দুটি করে বৃন্তবিহীন পুংরেণুস্থলী বহন করে। পুংরেণু অনেকক্ষেত্রে পক্ষল।

vii) পুংগ্যামেট ফ্ল্যাজেলাবিহীন।

উদাহরণ ঃ বিলুপ্ত জেনেরাগুলির মধ্যে কর্ডাইটিস (cordaites) আপার ডেভোনিয়ান যুগের প্রতিনিধি। জীবিত উদ্ভিদগুলির মধ্যে পাইনাস (Pinus), অরোকেরিয়া (Aurocaria), ট্যাক্সাস (Taxus) উল্লেখযোগ্য।

শ্রেণী 3: নিটেলিস (Gnetales)

বৈশিষ্ট্য.

(i) উদ্ভিদ কাষ্ঠল স্বল্প দৈর্ঘ্যের বীটপ অথবা লতানো (lianas)

(ii) পত্র সরল এবং জালিকাকার শিরাবিন্যাস যুক্ত।

(iii) কাণ্ডের অন্তর্গঠনে ট্র্যাকীয়াযুক্ত গৌণ জাইলেম দেখা যায়।

(iv) পুং ও স্ত্রী পুষ্প মঞ্জরীদণ্ডের উপর মঞ্জরীপত্রের অক্ষে বিন্যস্ত, ফলে যথার্থ পুষ্পমঞ্জরী গঠন করে।

(v) পুং পুষ্পে পুষ্পপুট (Perianth) দেখা যায়। পুংরেণুস্থলীর সংখ্যা পুষ্প প্রতি দুটি এবং তারা বৃন্তযুক্ত।

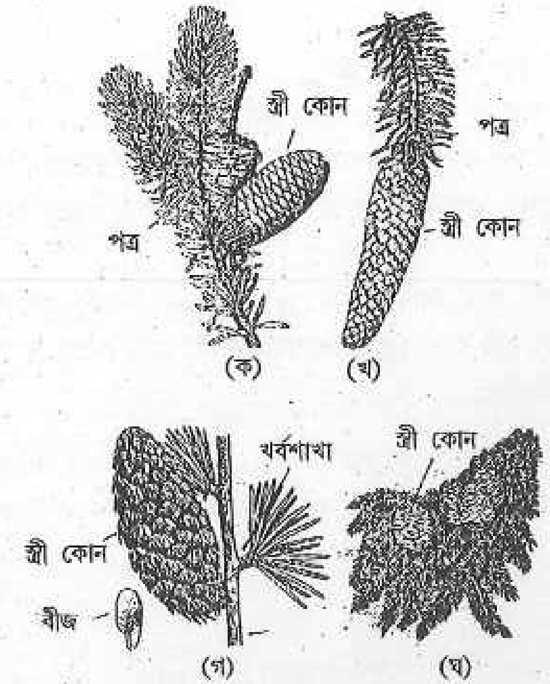
(vi) পরাগনালিকার অগ্রভাগে দুটি ফ্ল্যাজেলাবিহীন পুং গ্যামেট দেখা যায় এবং উভয় গ্যামেটই নিষেকে অংশগ্রহণ করে।

vii) ডিম্বকের ত্বক ত্রিস্তরী এবং অন্তঃত্বক যথার্থ মাইক্রোপাইল গঠন করে।

viii) সস্য আংশিকভাবে নিষেকের পরে গঠিত হয়।

উদাহরণ :

নিটাম **(Gnetum)** ও এফিড্রা **(Ephedra)** হল এই শ্রেণীর দুটি প্রধান উদ্ভিদ। এগুলি বর্তমানে জীবিত।



13.6 জিমনোস্পার্ম-এর অর্থনৈতিক গুরুত্ব (Economic Importance of Gymnosperms)

(i) কাঠ হিসাবে অনেকগুলি ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের অত্যন্ত কদর আছে। পাইনাস **(Pinus)**, সেড্রাস **(Cedrus)**, অ্যাবীস **(Abies)**, ক্রিপটোম্যারিয়া **(Cryptomaria)** ইত্যাদি বাড়ি তৈরিতে, আসবাব তৈরিতে বহুল ব্যবহৃত।

(ii) পাইনাস এর সব কয়টি প্রজাতির কাণ্ডে রজননালিকা বর্তমান। বাণিজ্যিকভাবে প্রাকৃতিক রজনের প্রধানতম উৎসে পাইনাস।

(iii) দেশলাই বাক্সের খোল, কাঠি, কাজ তৈরির মণ্ড ইত্যাদি নানা ব্যবহারে পাইনাস ও অপর কয়েকটি ব্যক্তবীজীর বহুল কদর রয়েছে।

(iv) এছাড়া আরো বেশ কয়েকরকম জৈব রাসায়নিক পদার্থ যেমন ধুনা, ট্যানিন, ক্যানাডা বালসাম, তার্পিন ইত্যাদির উৎসরূপে অ্যারিস, পাইন ইত্যাদি উদ্ভিদের ব্যবহার রয়েছে।

(v) সাবু তৈরি হয় সাইকাস, জ্যামিয়া ও ডাইয়ুন **(Cycas, Zamia and Dioon)** থেকে। এই উদ্ভিদগুলি প্রাকৃতিক স্টার্চ এর উৎসরূপে কাজ করে। ফলে খাদ্য হিসাবে এই উদ্ভিদগুলির চাষ করা হয়।

vi) **Pinus Gerardiana** এর বীজ থেকে চিলগোজা (Chilgoza) নামক বাদামজাতীয় খাদ্যবস্তু পাওয়া যায়।

(vii) Ephedra থেকে এফিড্রিন নামক অত্যন্ত প্রয়োজনীয় অ্যালকালয়েড পাওয়া যায় যা কাশি ও হাঁপানির ওষুধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

13.7 সারাংশ (Summary)

জিমনোস্পার্মস হল সপুষ্পক উদ্ভিদের একটি শাখা। এদের ডিম্বক আবরণীবিহীন হবার দরুণ বীজটি "নগ্ন" অর্থাৎ ফল উৎপাদিত হয় না। এদের সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি যেমন একদিকে টেরিডোফাইটার অন্তর্গত ফার্ন জাতীয় উদ্ভিদের সঙ্গো সাদৃশ্যপূর্ণ তেমনই অপরদিকে গুপ্তবীজী অথবা অ্যাঞ্জিও স্পার্মস এর সঙ্গো এদের বহু মিল। এদের রেণুপত্রগুলি স্ট্রোবাইলাস অথবা কোন গঠন করে এবং শুক্রাণু অধিকাংশ ক্ষেত্রেই চলনশীল। ডিম্বকে আর্কিগোনিয়াম উপস্থিত এবং সস্য বা এন্ডোস্পার্ম গঠিত হয় নিষেকের আগে। এদের কাণ্ডে গৌণ জাইলেম 'কাষ্ঠল' কলার সৃষ্টি করে কিন্তু জাইলেম সংবাহিকা ট্র্যাকীয়াবিহীন। সপুষ্পক উদ্ভিদ হলেও পুষ্প সাধারণতঃ পুষ্পপুট অর্থাৎ Perianth বিহীন। মাইক্রোস্পোরোফিল এবং মেগাস্পোরোফিল যথাক্রমে পুং ও স্ত্রী পুষ্পের উপস্থিতি প্রমাণ করে। জিমনোস্পার্মস এর শ্রেণীবিভাগে "স্পোর্ন (Sporne, 1965)" বর্ণিত ছকটির অনুসরণ করা হয়েছে। এই শ্রেণীবিভাগ অনুযায়ী জিমনোস্পার্মস এর শ্রেণী তিনটি : **সাইকাডপসিডা, কনিফেরোপসিডা** এবং **নিটপসিডা। সাইকাডপসিড়** হল পাম আকৃতির, যৌগিক-পক্ষল ফার্ন সদৃশ পত্রবিশিষ্ট, ভিন্নবাসী উদ্ভিদ। পুং উদ্ভিদে মাইক্রোস্পোরোফিলগুলি পুং-কোন গঠন করে কিন্তু স্ত্রী উদ্ভিদে মেগাস্পোরোফিলগুলি মুক্ত অবস্থায় থাকে। এখানে ফ্ল্যাজেলাযুক্ত পুং-গ্যামেট দেখা যায়। **কনিফেরোপসিডা** হল শাখা যুক্ত, বৃক্ষসদৃশ সুচ্যাকার পত্রবিশিষ্ট উদ্ভিদগোষ্ঠী যাদের পুং ও স্ত্রী দুরকম কোনই গঠিত হয়। এদের আদর্শ উদাহরণ হল **পাইনাস** (Pinus Sp.), **নিটপসিডা** অপেক্ষাকৃত উন্নততর ব্যক্তবীজী উদ্ভিদগোষ্ঠী। এখানে সরল পত্র দেখা যায় এবং জালিকাকার শিরাবিন্যাস থাকে। কাণ্ডে ট্র্যাকীয়াযুক্ত গৌণ জাইলেম থাকে, পুষ্পপুট দেখা যায় এবং ফ্ল্যাজেলাবিহীন গ্যামেট পরিলক্ষিত হয়। এর উদাহরণ **নিটাম** (Gnetum Sp.) জিমনোস্পার্মস এর অর্থনৈতিক গুরুত্ব কাঠ হিসাবে, বিভিন্নপ্রকার রজন ও জৈব-রাসায়নিক যৌগ হিসাবে এবং ওষধি হিসাবে স্বীকৃত। খাদ্য হিসাবে **সাইকাস** (Cycas Sp) এবং পাইনের কোন কোন প্রজাতির ব্যবহার আছে। এফিড্রিন (Ephidrin) হল এফিড্রা (Ephedra. Sp.) থেকে প্রাপ্ত গুরুত্বপূর্ণ কফ-কাশির ঔষধ।

13.8 প্রান্তিক প্রশ্নাবলি

1. নীচের প্রশ্নগুলির সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ-

a) জিমনোস্পার্মসকে 'নগ্ন' বীজ বিশিষ্ট উদ্ভিদ বলা হয় কেন?

b) এদের কি ধরনের মূলতন্ত্র দেখা যায়?

c) "জিনোস্পার্মসে সদ্য নিষেক পূর্ববর্তী কলা"—এ কথার অর্থ কী?

d) কোন্ শ্রেণীর জিমনোস্পার্মস এ ট্র্যাকীয়া বা ভেসেল দেখা যায়?

e) "কুণ্ডলিত মুকুল পত্র বিন্যাস" কোন শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য?

f) সূচ্যাকার পত্র দেখা যায় এমন একটি উদ্ভিদের নাম করুন।

g) কোন শ্রেণীর জিমনোস্পার্মস এ লতানো অথচ কাষ্ঠল (Lianas) উদ্ভিদ দেখা যায়?

h) জালিকাকার শিরাবিন্যাস আছে এমন পত্র কোন শ্রেণীতে দেখা যায়?

i) একটি বিলুপ্ত সাইকাড-এর নাম লিখুন।

j) একটি ঔষধরূপে ব্যবহার্য যৌগ এবং তার উৎস ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের নাম লিখুন।

2. জিমনোস্পার্ম-এর সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করে এটি কি হিসাবে অ্যাঞ্জিওস্পার্ম অপেক্ষা ভিন্নতর তা বলুন।

3. "স্পোর্ন" (Sporne) বর্ণিত জিমনোস্পার্মস-এর শ্রেণীবিন্যাসটি ছকের সাহায্যে দেখান এবং প্রতিটি শ্রেণীর সনাক্তকারী বৈশিষ্টগুলি উল্লেখ করুন।

4. জিমনোস্পার্মস-এর ব্যবহারিক গুরুত্ব সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।

13.9 উত্তরমালা

1. a) ডিম্বক আবরণীবিহীন হবার দরুণ ফল গঠিত হয় না, তাই।
   b) প্রধান মূলতন্ত্র।
   c) দ্বি নিষেক (ব্যতিক্রম **Gnetum Sp**) না হবার কারণে সস্য বা endosperm নিষেকের ফলে উৎপাদিত হবার প্রশ্নই নেই।
   d) নিটপসিডা
   e) কনিফেরপসিডা
   f) **Pinus Sp.**
   g) নিটপসিডা
   h) নিটপসিডা
   i) Glossopteris Sp.
   j) এফিড্রিন পাওয়া যায় **Ephedra** Sp. থেকে।
2. 13.2 ও 13.3 দ্রষ্টব্য
3. 13.4 এবং 13.5 দ্রষ্টব্য
4. 13.6 দ্রষ্টব্য।

একক 14 ☐ সাইকাস (Cycas) ও নিটাম (Gnetum) এর জীবনচক্র

গঠন

14.1 ভূমিকা ও উদ্দেশ্য

14.2 সাইকাস (Cycas Sp) এর জীবনচক্র

14.3 নিটাম (Gnetum Sp) এর জীবনচক্র

14.4 সারাংশ

14.5 অন্তিম প্রশ্নাবলি

14.6 উত্তরমালা

14.1 ভূমিকা ও উদ্দেশ্য

পূর্ববর্তী অধ্যায়ে আমরা জিমনোস্পার্মস এর সাধারণ বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণীবিভাগ সম্পর্কে জানতে পেরেছি। এই অধ্যায়ে আমরা দুটি জিমনোস্পার্ম গণের জীবনচক্র আলোচনা করব। এরা হল যথাক্রমে সাইকাডপসিডা শ্রেণীর অর্ন্তগত **Cycas** sp এবং নিটপসিডার অর্ন্তগত **Gnetum** Sp. এদের মধ্যে **Cycas** হল যথেষ্ট প্রাচীন এবং বহুলাংশে ফার্নসুলভ বৈশিষ্ট্যবাহী। অপরপক্ষে **Gnetum** হল অপেক্ষাকৃত উন্নতর, বিবর্তিত এবং অনেকাংশে গুপ্তবীজীসুলভ বৈশিষ্ট্যবাহী। আমাদের আলোচনা এই দুই প্রকার উদ্ভিদের বহির্গঠন, অন্তর্গঠন, জনন এবং জনন পরবর্তী বিকাশের পর্যায়গুলিকে কেন্দ্র করে। একই সঙ্গে আমরা এদের প্রাচীনতর ও উন্নততর বৈশিষ্ট্যগুলি সম্পর্কেও আলোচনা করব। এই অধ্যায়টি পড়ে আপনি জানতে পারবেন :

- **Cycas** ও **Gnetum** এর বহিঃগঠন ও অন্তর্গঠন বৈশিষ্ট্য কীরূপ ?
- এই দু ধরনের উদ্ভিদের পুং ও স্ত্রী স্ট্রোবাইলাসের গঠন কেমন ?
- এই দু ধরনের উদ্ভিদের পুং ও স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী ?
- এদের নিষেক ও নিষেক পরবর্তী পর্যায়গুলি কী কী ?
- এই দুই প্রকার উদ্ভিদের আদি ও উন্নত বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী ?

14.2 সাইকাস (Cycas) এর জীবনচক্র

সাইকাডপসিডা শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত একমাত্র জীবন্ত গোষ্ঠী হল সাইকাডেসী (Cycadaceac) গোত্রভুক্ত কয়েকটি উদ্ভিদ যাদের মধ্যে **Cycas** হল বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। আপার ট্রায়াসিক যুগ থেকে শুরু করে বর্তমান যুগ পর্যন্ত এই উদ্ভিদগোষ্ঠীর ভূতাত্ত্বিক বিস্তার। মেসোজোয়িক যুগে এরা ছিল প্রধানত উদ্ভিদ গোষ্ঠী কিন্তু তারপর ধীরে ধীরে অবলুপ্তির পথে অগ্রসর হয়েছে। বর্তমানে সেই শ্রেণীর প্রতিনিধিত্ব করছে সাইকাস, জ্যামিয়া, ডাইয়ুন ইত্যাদি কয়েকটি মাত্র উদ্ভিদ। আমেরিকা, দঃ পূঃ এশিয়া, ভারতবর্ষ, মাডাগাস্কার ও চীনদেশে এদের স্বাভাবিক উপস্থিতি সীমাবদ্ধ।

14.2.1 উদ্ভিদজগতে অবস্থান (Systematic position) :

শ্রেণী : সাইকাডপসিডা

পর্ব : সাইকাডোফাইটা

বর্গ : সাইকাডেলিস

গোত্র : সাইকাডেসী

নাম : **Cycas** Sp.

14.2.2 বিস্তৃতি (Distribution) :

সাইকাসের পৃথিবীব্যাপী ভৌগোলিক বিস্তৃতি মধ্য আমেরিকা, চীন সহ দক্ষিণপুর্ব এশিয়া, মাডাগাস্কার, ভারতবর্ষ, শ্রীলঙ্কায় ও বাংলাদেশে সীমাবন্ধ। সাইকাসের ভারতবর্ষীয় প্রজাতির সংখ্যা চারটি :

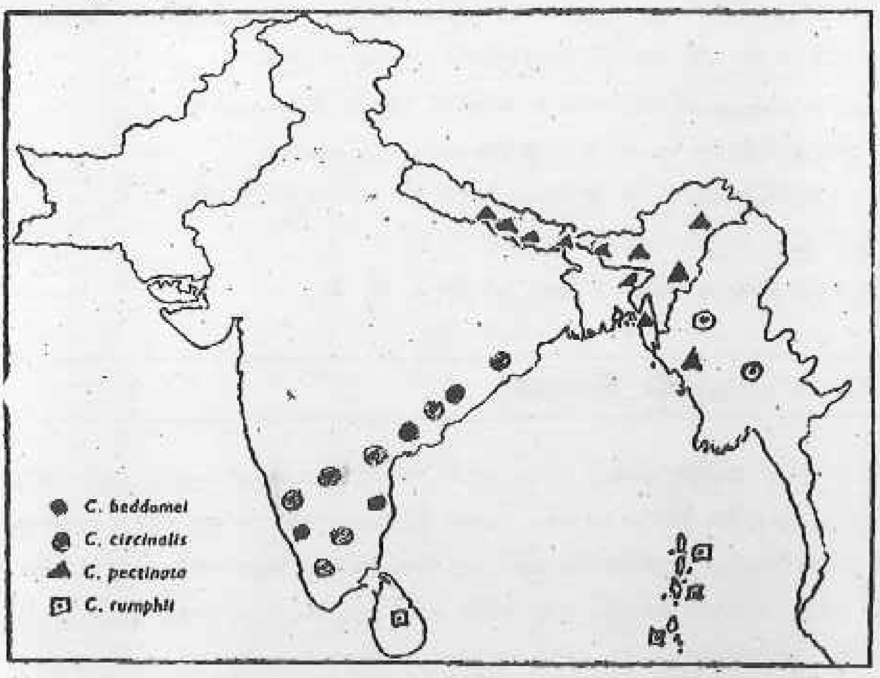
i) **Cycas circinalis** পাওয়া যায় উড়িষ্যা, অন্ধ্র ও তামিলনাড়ুতে।

2) **C. pectinata** পাওয়া যায় বিহার, সিকিম ও আসাম অঞ্চলে।

3) **C. rumphii** আন্দামান ও নিকোবরে সীমাবন্ধ।

4. **C. beddomei** পাওয়া যায় অন্ধ্র ও তামিলনাড়ুতে।

এছাড়া **C. siamensis** এবং **C. revoluta** মূলতঃ চীন জাপান ও মায়ানমারে সীমাবন্ধ হলেও উত্তর-পূর্বাঞ্চলে এদের কিছু কিছু দেখা মেলে (চিত্র 14.1)



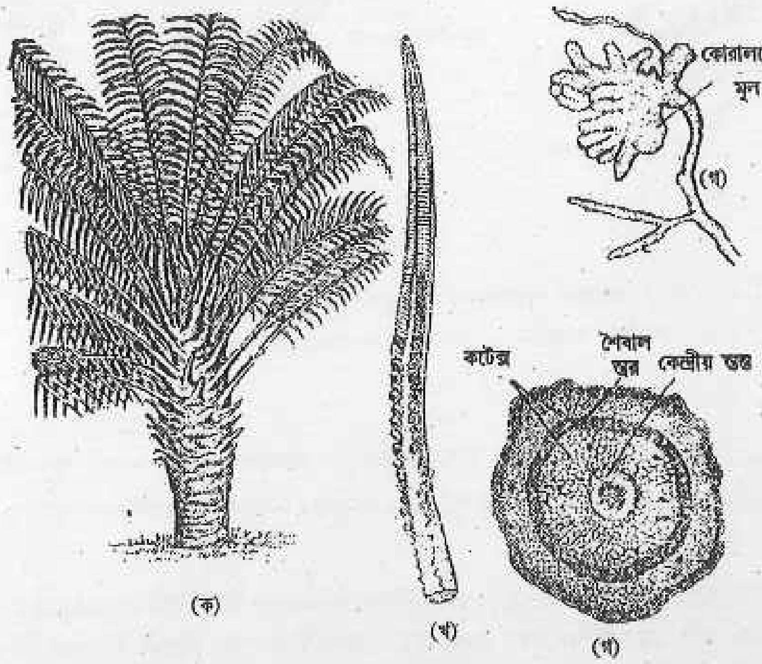
চিত্র 14.1 : ভারতীয় উপমহাদেশে সাইকাসের প্রজাতিগুলির ভৌগোলিক বিস্তার

14.2.3 স্পোরোফাইট (Sporophyte) :

রেণুধর উদ্ভিদ যার কোষগুলি 2n ক্রোমোজোম সংখ্যা বিশিষ্ট তাকে বলে স্পোরোফাইট। সমস্ত সপুষ্পক উদ্ভিদের মুখ্য উদ্ভিদদেহ (এবং টেরিডোফাইটারও) হল স্পোরোফাইটিক বা রেণুধারণকারী।

বহির্গঠন (External Morphology) :

A. **আকৃতি** : শাখাবিহীন, পাম আকৃতির দীর্ঘাকার কাণ্ডবিশিষ্ট উদ্ভিদ। কাণ্ডের গায়ে ঝরে যাওয়া পাতাগুলির গোড়ার অবশিষ্টাংশ (leaf base) স্থায়ী ভাবে থেকে যায়। কাণ্ডের শীর্ষে ছাতার মত ছড়িয়ে থাকা পাতাগুলিকে একসঙ্গে বলে **ক্রাউন** (crown)। নবগঠিত পত্রমুকুলগুলিতে ফার্নের পাতার মত কুণ্ডলিত পত্রমুকুলবিন্যাস (circinate ptyxis) দেখা যায়। শুধু তাই নয় ফার্নের মতই পত্রমুকুলগুলির গোড়ায় খয়েরি বর্ণের রোমগুচ্ছ বা **র‍্যামেন্টা** (ramenta) দেখা যায়। পাতা পক্ষল যৌগিক। প্রতিটি পত্রকে একটি করে মধ্যশিরা দেখা যায় কিন্তু কোন শাখাশিরা নেই। কাণ্ডের গায়ে পাতাগুলি সর্পিলাকারে বিন্যস্ত। সাইকাসের মূলতন্ত্র হল প্রধান মূলতন্ত্র কিন্তু পরিণত উদ্ভিদে এমন একধরনের গুচ্ছমূল দেখা যায় যেগুলি অভিকর্ষের বিপরীতবর্তী (ageotropic) এবং প্রবালসদৃশ। এদের বলে **কোরালয়েড** মূল (coralloid root)। এই মূলগুলির বহিঃস্তকে অবস্থিত লেন্টিসেলের মধ্য দিয়ে কয়েকটি নীলাভ সবুজ শৈবাল যথা **Anabaena** sp., **Nostoc** sp এবং কখনও কখনও **Oscillatoria** sp মূলের মধ্যে প্রবেশ করে। এর ফলে মূলের কোষগুলি অনিয়ত (irregular) ভাবে বিভাজিত হয় এবং মূলস্থ শৈবালকে মূলের কর্টেক্স অঞ্চলে আশ্রয়দান করে ও বৃদ্ধি পেতে সাহায্য করে। মূলে আশ্রয়প্রাপ্ত শৈবালগুলি মুখ্যতঃ নাইট্রোজেন সংবহন করে উদ্ভিদের পুষ্টিতে সহায়তা করে।



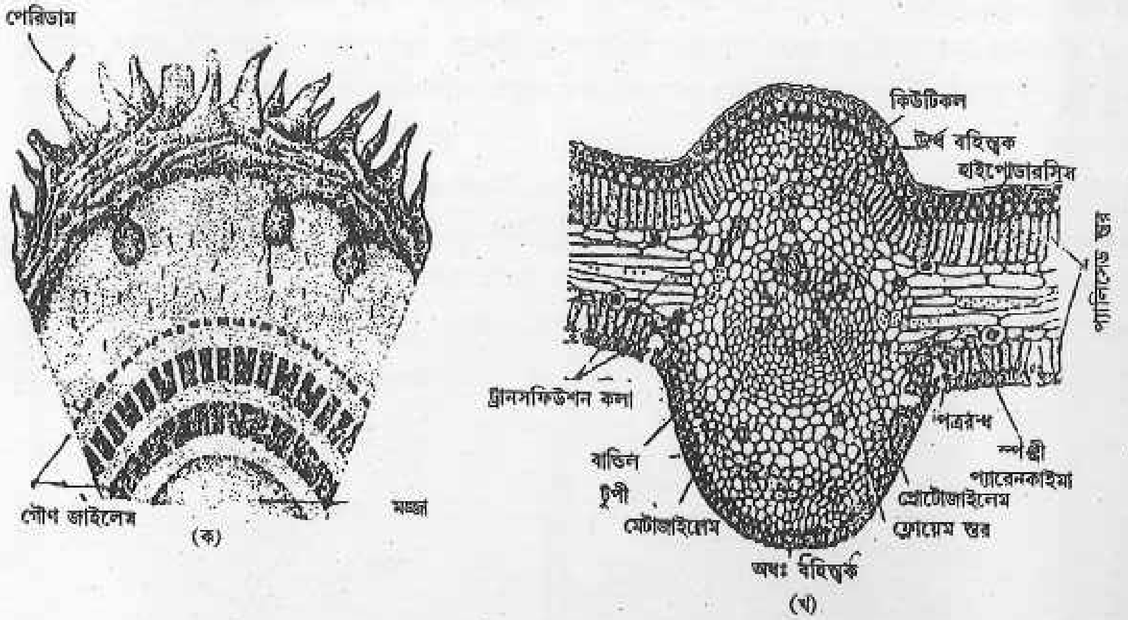
চিত্র 14.2 (ক) : সাইকাসের পূর্ণাঙ্গ বৃক্ষ (খ) : কুণ্ডলিত মুকুলপত্রবিন্যাস (গ) : কোরালয়েড মূল (ঘ) : কোরালয়েড মূলের প্রস্থচ্ছেদে দৃশ্যমান শৈবালস্তর।

B. **অন্তর্গঠন (Internal Structure) :**

● কাণ্ডের প্রাথমিক গঠনে সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় এবং মুক্ত ভাস্কুলার বান্ডিল দেখা যায়। পরিণত কাণ্ডে গৌণবৃদ্ধির ফলে গৌণ জাইলেম ও পরিধির দিকে পেরিডার্ম দেখা যায়। কাণ্ডের অন্তঃস্থলে সুবিশাল মজ্জা (pith) থাকে।

● মূল দুরকমের। **সাধারণ মূলে** অরীয়ভাবে বিন্যস্ত জাইলেম ও ফ্লোয়েম পর্যায়ক্রমে সজ্জিত। এছাড়া গৌণবৃদ্ধির ফলে গৌণ জাইলেম ও পেরিডার্ম দেখা যায়। এখানে কর্টেক্সে স্তরবিভেদ দেখা যায় না।

কোরালয়েড মূলে গৌণ জাইলেম গঠিত হয় না। এছাড়া কর্টেক্স ত্রিস্তরী, বহির্কর্টেক্স ও অন্তর্কর্টেক্সের মধ্যবর্তী স্তরটি হল শৈবাল স্তর (algal zone)। এই অংশে **Anabaena cycadacearum, Nostoc puncfiforme** ইত্যাদি শৈবাল স্থায়ীভাবে উপনিবেশ তৈরি করে।



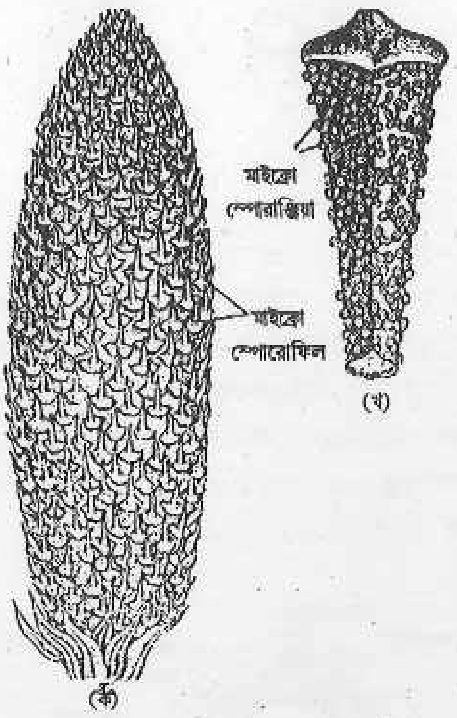
চিত্র 14.3 (ক) : **কাণ্ডের অন্তর্গঠনের চিত্ররূপ।** ত্রিস্তরী গৌণ জাইলেম লক্ষণীয়
(খ) : **পাতার অন্তর্গঠন :** ট্রান্সফিউশন কলার উপস্থিতি লক্ষণীয়

● **র‍্যাকিস** (Rachis) হল পাতার অক্ষ যার উপর পত্রকগুলি সজ্জিত থাকে। একটি পুরু কিউটিকল দ্বারা আবৃত। কর্টেক্স হাইপোডারমিস ও গ্রাউন্ড টিস্যু এই দুই স্তরে বিন্যস্ত। নালিকা বান্ডিলের সংখ্যা বহু এবং সেগুলি উল্টানো ওমেগা (℧) আকারে সজ্জিত।

● **পত্রকের** (Leaf let) পত্রচ্ছেদে ঊর্ধ্ব (upper) ও অধঃ (lower) বহিস্ত্বকের (epidernis) এর মধ্যবর্তী অংশে পুরু হাইপোডারমিস এবং মেসোফিল কলা দেখা যায়। মেসোফিল কলা দ্বিস্তরী উপরের দিকে প্যালিসেড ও নীচের দিকে স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা কলা দেখা যায়। এই দুটি স্তরই ক্লোরোপ্লাস্টপূর্ণ তবে এই দুটি স্তরের অন্তর্বর্তী অংশে একটি ক্লোরোপ্লাস্টবিহীন সংবহনে সাহায্যকারী কলা দেখা যায়। একে বলে ট্রান্সফিউশন কলা

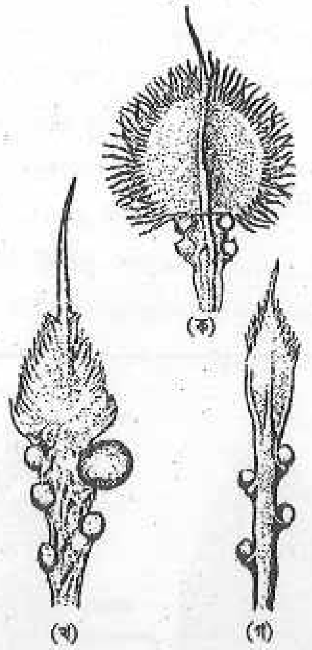
(transfusion tissue), অধঃ বহিঃস্তকে পত্ররন্ধ্র থাকে।

C. পুং রেণুপত্রমঞ্জরী (Male Strobilus) : মাইক্রোস্পোরোফিলগুলি একটি কেন্দ্রীয় অক্ষের চারপাশে সর্পিলাকারে সজ্জিত। প্রতিটি মাইক্রোস্পোরোফিল (পুংরেণুপত্র) ভল্লাকৃতি (wedge shaped) এবং শুষ্ক চামড়ার মত স্পর্শানুভূতি সৃষ্টি করে। প্রতিটি রেণুপত্রের ভল্লের মত সূচালো প্রান্তটি বন্ধ্যা। এর নীচের চওড়া অংশের বহিপৃষ্ঠদেশটিও বন্ধ্যা। এর বিপরীত পৃষ্ঠে দুই, তিন বা চারটি করে মাইক্রোস্পোরাঞ্জিয়া (Micro-sporangia) বা পুংরেণুস্থলী এক একটি **সোরাস** (Sorus) গঠন করে। প্রতিটি মাইক্রোস্পোরাঞ্জিয়ামে রেণুমাতৃকোষগুলি যথাক্রমে পুষ্টিদানকারী কলা ট্যাপেটাম (tapetum) এবং বহিঃস্তর জ্যাকেট (jacket) দ্বারা আবৃত। রেণুমাতৃকোষগুলি **মায়োসিস** বিভাজনর ফলে হ্যাপ্লয়েড পুংরেণু (microspore) অথবা পরাগরেণু গঠন করে।



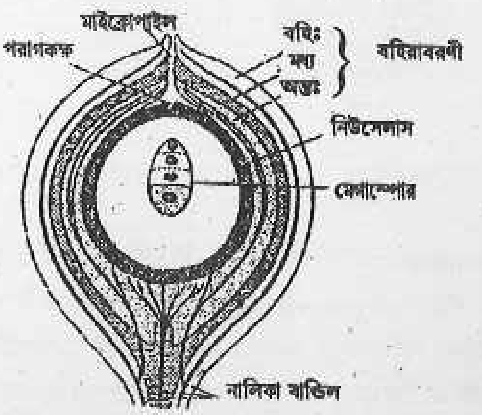
চিত্র 14.4 : (ক) সাইকাসের পুং রেণুপত্রমঞ্জরী (খ) একক মাইক্রোস্পোরোফিল

D. স্ত্রী রেণুপত্র (Megasporophyll) :- সাইকাসে কোন স্ত্রীরেণুপত্র মঞ্জরী গঠিত হয় না। মেগাস্পোরোফিলগুলি কাণ্ডশীর্ষে অগ্রোন্মুখভাবে সজ্জিত থাকে। **Cycas circinatis** এর ক্ষেত্রে মেগাস্পোরোফিল ভল্লাকার, চামড়াসদৃশ, রোমযুক্ত এবং উপরিভাগে খাঁজকাটা। সাইকাসের অন্যান্য প্রজাতিতে উপরিভাগটি রীতিমতো যৌগিক পত্রের মত আকৃতিবিশিষ্ট। এর ফলে সহজেই প্রতীয়মান হয় যে একক মেগাস্পোরোফিল হল বস্তুতপক্ষে একক পত্রেরই পরিবর্তিত রূপ। প্রতি ক্ষেত্রেই স্ত্রী রেণুপত্রের গোড়ার দিকে দুই সারিতে ডিম্বকগুলি সজ্জিত থাকে। **C. circinalis** এর ডিম্বকের সংখ্যা দুই জোড়া এবং পরিণত অবস্থায় এগুলি উজ্জ্বল লাল বর্ণ ধারণ করে।



চিত্র 14.5 (ক)—(গ) : বিভিন্ন সাইকাস প্রজাতির মেগাস্পোরোফিল

ডিম্বক (ovule) ত্রিস্তরী ডিম্বকত্বক বিশিষ্ট। বাইরের স্তর ও ভিতরের স্তর রসালো এবং মধ্যস্তর প্রস্তরবৎ (Stony)। ডিম্বকটি অর্থোট্রোপাস কেননা ডিম্বকত্বকের স্তর তিনটি উপরিভাগে পরস্পরের থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে গিয়ে একটি ছিদ্রপথ গঠন করে থাকে বলে **মাইক্রোপাইল** (micropyle)। ডিম্বকত্বক যে অন্তঃকলাকে আবৃত করে রাখে তাকে বলে **নিউসেলাস** (nucellus)। নিউসেলাস মাইক্রোপাইলের ঠিক নীচে একটি চঞ্চুসদৃশ অংশ গঠন করে যাকে বলে **নিউসেলার চঞ্চু** (nuceller beak) এবং এই অংশের গোড়ায় তৈরি হয় একটি ক্ষুদ্র প্রকোষ্ঠ যাকে বলে **পরাগ প্রকোষ্ঠ** (pollen chamber)।



চিত্র 14.6 : সাইকাসের পরিণত ডিম্বকের লম্বচ্ছেদ। ত্রিস্তরী বহিরাবরণী লক্ষ্যণীয়। মেগাস্পোর মাতৃকোষের মিওসিস বিভাজন পরবর্তী দশা।

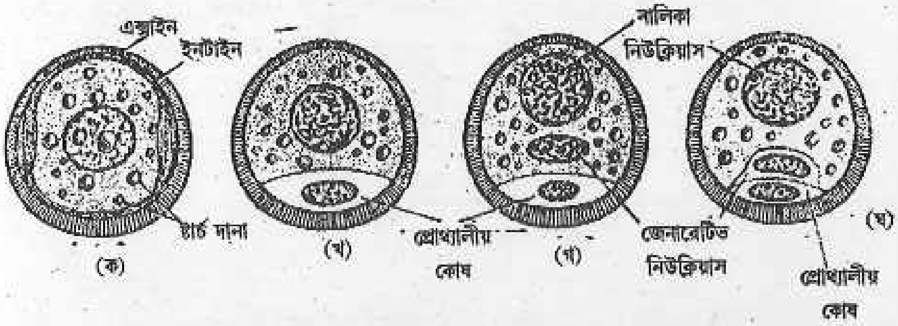
নিউসেলাস এর মধ্যস্থলে অবস্থিত একটিমাত্র স্ত্রীরেণু-মাতৃকোষ (megaspore mother cell) মায়োসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়ে চারটি স্ত্রীরেণু (megaspore) গঠন করে। এদের মধ্যে একটি কার্যক্ষম থাকে এবং স্ত্রী-গ্যামেটোফাইটের সৃষ্টি করে।

14.2.4 গ্যামেটোফাইট (Gametophyte) :

গ্যামেটোফাইট হল লিঙ্গধর উদ্ভিদ যা সপুষ্পক উদ্ভিদের জীবনচক্রে স্পোরোফাইটের তুলনায় গৌণ দশা। এই দশা জীবনচক্রে হ্যাপ্লয়েড (n) পর্যায়কে সূচিত করে।

A. **পুং গ্যামেটোফাইট (Male Gametophyte) :-** পরাগরেণু হল সাইকাসের পুং-গ্যামেটোফাইটের প্রথম কোষ। পরাগরেণু বা মাইক্রোস্পোরের কেন্দ্রস্থ নিউক্লিয়াস ও তাকে ঘিরে থাকা সাইটোপ্লাজম দুটি আবরণী দ্বারা আবৃত। বাইরের আবরণী কঠিনতর এবং **এক্সাইন** (Exine) নামে পরিচিত এবং ভিতরের আবরণী পাতলা এবং **ইনটাইন** (Intine) নামে পরিচিত। (চিত্র 14.7)

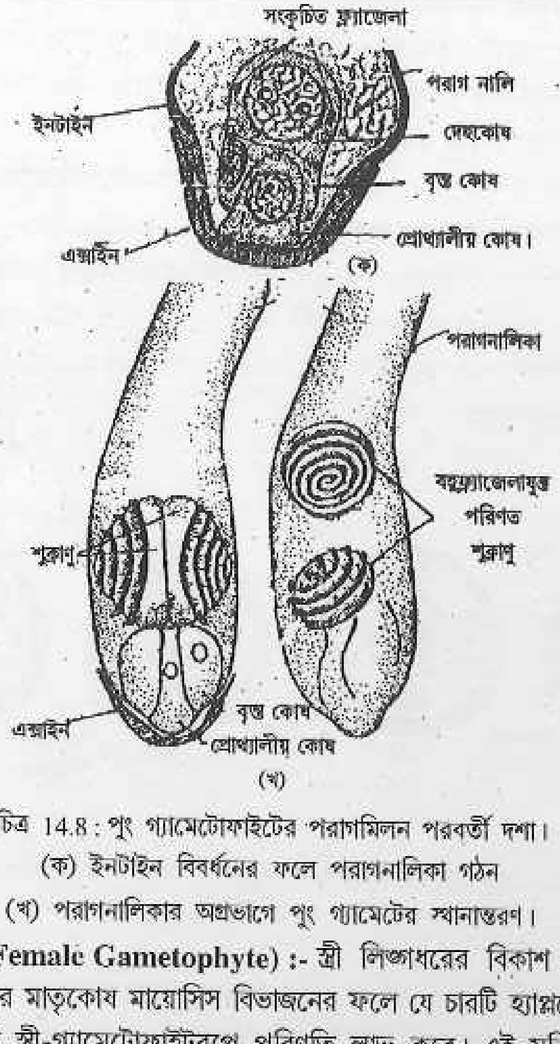
পুং-গ্যামেটোফাইট গঠনের প্রথম ধাপে পরাগরেণুর কেন্দ্রীয় কোষটি দ্বিবিভাজিত হয়ে দুটি অসমান কোষ গঠন করে। বড় কোষটি **অ্যানথেরিডিয়াল কোষ** (Antheridial cell) এবং ছোট কোষটি **প্রোথ্যালিয়াল কোষ** (Prothallial cell) নামে পরিচিত (চিত্র 14.7)। এর পর **অ্যানথেরিডিয়াল** কোষটি বিভাজিত হয়ে ক্ষুদ্রতর **জেনারেটিভ কোষ** (generative cell) ও বৃহত্তর **নালী কোষ** (tube cell) গঠন করে (চিত্র 14.7 দেখুন)। এই তিন কোষবিশিষ্ট দশায় মাইক্রোস্পোর বা পরাগরেণু মাইক্রোস্পোরাঞ্জিয়াম থেকে মুক্ত হয় এবং বায়ুপ্রবাহের সাহায্যে স্থানান্তরে পরাগমিলন ঘটায়।



চিত্র 14.7 : পুং গ্যামেটোফাইটের পরাগমিলন পূর্ববর্তী দশা। (ক) পরাগরেণু
(খ)—(ঘ) : তিন কোষ বিশিষ্ট দশায় রূপান্তর

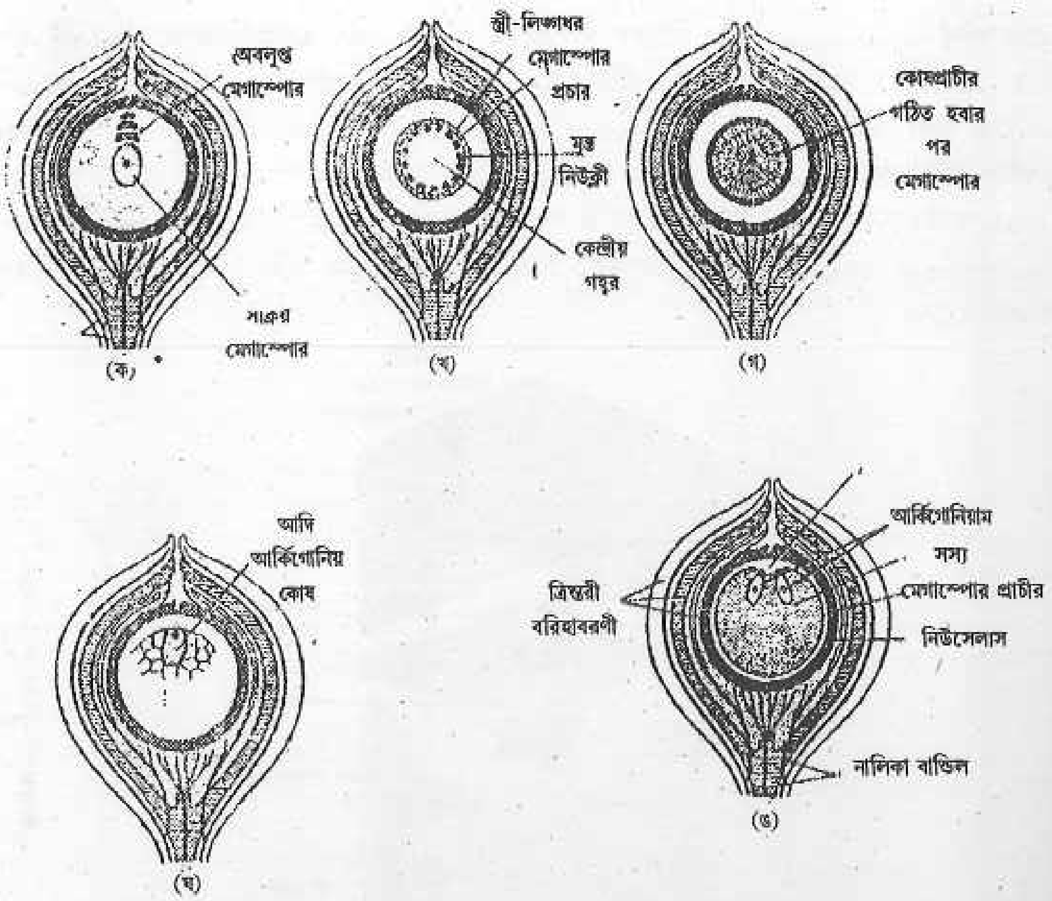
পুং গ্যামেটোফাইটের পরবর্তী বিকাশ ঘটে পরাগমিলনের পর ডিম্বকের পরাগপ্রকোষ্ঠে। পারগমিলনে সাহায্য করার জন্য ডিম্বকের মাইক্রোপাইলের মুখে এক ধরনের আঠালো রস নিঃসৃত হয় যাকে বলে **পরাগ সংযোগী বিন্দু** অথবা Pollination drop. এই বিন্দুতে আবদ্ধ পরাগরেণু ক্রমশ ডিম্বকচঞ্চুতে অবস্থিত পরাগ প্রকোষ্ঠে আনীত হয়। এর পর পরাগরেণুর ইনটাইনটি বিবর্ধিত হয়ে **পরাগনালিকা** (pollen tube) গঠন করে। পরাগ

নালিকা নিউসেলাসের মধ্য দিয়ে ডিম্বকের অভিমুখে বিবর্ধিত হতে থাকে। এই পরাগনালিকা শাখান্বিত হতে পারে এবং চোষক মূলের মত নিউসেলাস কলা থেকে পুষ্টি আহরণ করতে পারে। পরাগনালিকার মধ্যে পরবর্তী কোষ বিভাজনটি ঘটে। জেনারেটিভ কোষ দ্বি-বিভাজিত হয়ে একটি **বৃন্ত কোষ** (stalk cell) এবং একটি **দেহকোষ** (body cell) গঠন করে। পরিণতি প্রাপ্তির পথে পুং গ্যামেটোফাইটের প্রোথ্যালীয় কোষ এবং বৃন্ত কোষ অবলুপ্ত হয়। আর দেহ কোষটি দ্বিবিভাজিত হয়ে দুটি **শুক্রাণু মাতৃকোষ** (Sperm mother cells) গঠন করে (চিত্র 14.8 দ্রষ্টব্য)। প্রতিটি শুক্রাণু মাতৃকোষ একটি করে বহুফ্ল্যাজেলা বিশিষ্ট সর্পিলাকারে প্যাঁচানো বৃহদাকৃতি শুক্রাণু গঠন করে। শুক্রাণুগুলি পরাগনালীর অগ্রপ্রান্তে অবস্থান করে এবং নিষেকের জন্য তৈরি হয়।



চিত্র 14.8 : পুং গ্যামেটোফাইটের পরাগমিলন পরবর্তী দশা।
(ক) ইনটাইন বিবর্ধনের ফলে পরাগনালিকা গঠন
(খ) পরাগনালিকার অগ্রভাগে পুং গ্যামেটের স্থানান্তরণ।

B. **স্ত্রী-গ্যামেটোফাইট (Female Gametophyte) :-** স্ত্রী লিঙ্গাধরের বিকাশ ঘটে ডিম্বকের অভ্যন্তরে। পূর্বেই বলা হয়েছে মেগাস্পোর মাতৃকোষ মায়োসিস বিভাজনের ফলে যে চারটি হ্যাপ্লয়েড মেগাস্পোর গঠন করে তার মধ্যে কেবলমাত্র একটি স্ত্রী-গ্যামেটোফাইটরূপে পরিণতি লাভ করে। এই সক্রিয় মেগাস্পোর অথবা স্ত্রী রেণুটি প্রথমে আয়তনে বৃদ্ধি পায়। এটির মধ্যে যে নিউক্লিয়াস আছে সেটি **মুক্ত নিউক্লীয় বিভাজন** পদ্ধতিতে পুনঃপুনঃ বিভাজিত হয় এবং মুক্ত নিউক্লিয়াসগুলি সাইটোপ্লাজমসহ পরিধিলগ্ন হয়ে অবস্থান করে (চিত্র 14.9 (খ) দ্রষ্টব্য)। এই কারণে মেগাস্পোরের কেন্দ্রস্থ অংশে একটি বড়সড় কোষ গহ্বর (Vacuole) পরিলক্ষিত হয়।



চিত্র 14.9 : স্ত্রী-গ্যামেটোফাইটের গঠন : (ক) মেগাস্পোর মাতৃকোষের মিওসিস বিভাজন (খ) মুক্ত নিউক্লীয় বিভাজন (গ) কোষপ্রাচীর গঠন (ঘ) স্ত্রীধানী গঠনের প্রথম পর্যায় (ঙ) পরিণত স্ত্রী-গ্যামেটোফাইট

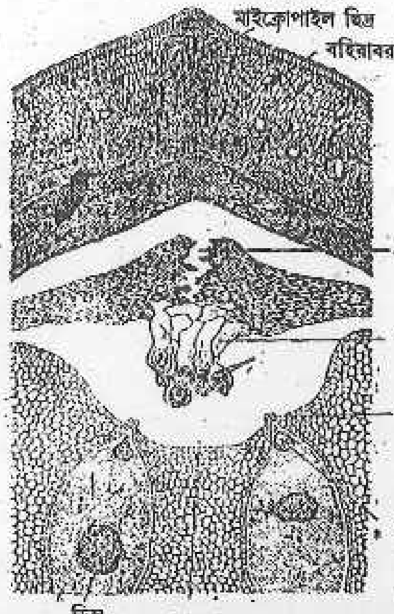
প্রান্তলিপি

যখন একটি কোষের নিউক্লিয়াসের বিভাজনের সঙ্গে সঙ্গে সাইটোপ্লাজমের বিভাজন ঘটে না এবং অপত্য কোষগুলি স্বতন্ত্রভাবে কোষপ্রাচীর দ্বারা পরস্পরের থেকে পৃথকীভূত থাকে না তখন সেই ধরনের কোষ বিভাজনকে বলে **মুক্ত নিউক্লীয় বিভাজন** (Free Nuclear Divison)। একটি কোষের মধ্যে যখন এভাবে পুনঃপুনঃ নিউক্লীয় বিভাজন ঘটে এবং তার সঙ্গে আনুষঙ্গিক কোষপ্রাচীর গঠন না হয় তখন এমন একটি দশার সৃষ্টি হয় যে দশায় কোষটির মধ্যে বহুসংখ্যক মুক্ত নিউক্লিয়াস থাকে। যদি মুক্ত অপত্য নিউক্লিয়াসগুলি কোষটির মধ্যে একটি সুনির্দিষ্ট স্থানে (সাধারণতঃ পরিধিলগ্ন হয়ে) অবস্থান করে তখন সেই অঞ্চলটি **মুক্ত নিউক্লীয় অঞ্চল** (Free Nuclear Zone) নামে পরিচিত হয়।

এর পরবর্তী পর্যায়ে মুক্ত নিউক্লিয়াসগুলিকে ঘিরে কোষপ্রাচীর গঠিত হওয়া শুরু হয়। কোষপ্রাচীর গঠিত হয় পরিধি থেকে কেন্দ্রবর্তী ভাবে। (চিত্র 14.9 (গ)) চিত্র 14.9 (ঘ) ও (ঙ))

অচিরেই ভ্যাকুওল সহ সমগ্র মেগাস্পোরটি কোষকলা দ্বারা পরিপূর্ণ হয়ে যায়। একে বলে **সস্য** বা

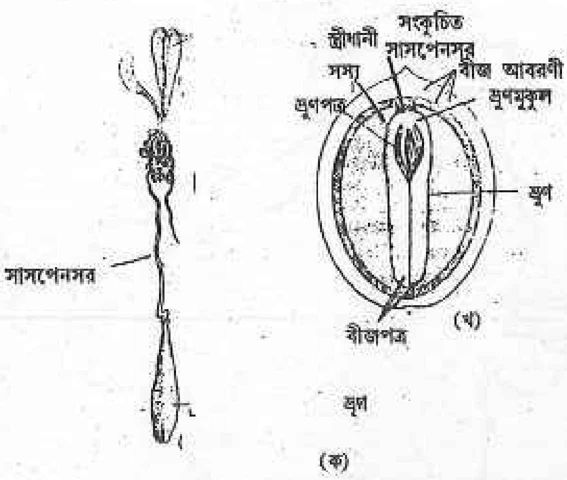
এন্ডোস্পার্ম (endosperm). সস্য অংশের শীর্ষভাগের 2-4 টি কোষ **আর্কিগোনিয়াল মাতৃকোষ** রূপে কাজ করে। প্রতিটি এই জাতীয় কোষ থেকে দ্বিবিভাজনের ফলে একটি **কেন্দ্রীয় কোষ** (Central cell) এবং একটি প্রাথমিক **গ্রীবা কোষ** (Primary Neck cell) গঠিত হয়। কেন্দ্রীয় কোষের থেকে পাওয়া যায় **ডিম্বাণু** এবং **অঙ্কীয় নালী কোষ** (Ventral Canal cell)। প্রাথমিক গ্রীবা কোষ থেকে পাওয়া যায় দুটি গ্রীবা কোষ (Neck cells), আর্কিগোনিয়া অথবা স্ত্রীধানীগুলি যে প্রকোষ্ঠের মধ্যে অবস্থান করে তাকে বলে **আর্কিগোনিয়াল চেম্বার** (Archegonial chamber), ডিম্বাণুর নিষেকের ফলে জাইগোট গঠনের সঙ্গে সঙ্গাই গ্যামেটোফাইটিক দশার অবসান ঘটে।



চিত্র 14.10 : পরিণত স্ত্রী-গ্যামেটোফাইটের নিষেকপূর্ব দশা

14.2.5 নতুন স্পোরোফাইটের উদ্ভব (Development of New Sporophyte) :

নিষিক্ত ডিম্বাণুকে বলে উস্পোর (Oospore)। যদিও একটি ডিম্বকের মধ্যে একাধিক আর্কিগোনিয়াম থাকে এবং একাধিক ডিম্বাণু নিষিক্ত হয় কিন্তু কার্যতঃ একটি ডিম্বকে একটি ভ্রূণই পূর্ণতা লাভ করে। উস্পোর-এর 2n নিউক্লিয়াসটি মুক্ত নিউক্লিয়াস বিভাজন পদ্ধতিতে বিভাজিত হয়। পরে এগুলি প্রাচীর গঠন করে যে কোষকলা গঠন করে তাকে বলে **প্রোএমব্রায়ো** (Proembryo) বা **আদি ভ্রূণ**। এই আদি ভ্রূণের উপরিভাগের কোষগুলি দীর্ঘাকার **ভ্রূণধর** বা **সাসপেনসর** গঠন করে আর নিম্নাংশ থেকে দুটি বীজপত্র বিশিষ্ট ভ্রূণ গঠিত হয়। ভ্রূণ ক্রমশ বীজে রূপান্তরিত হয়। ভ্রূণে ভ্রূণমূল ও ভ্রূণমুকুল গঠনের সঙ্গো সঙ্গো ডিম্বকের আবরণী শক্ত হয়ে গিয়ে **বীজত্বক** বা **টেস্টা** গঠন করে। পরিণত বীজে ভ্রূণধরটিও নিশেঃষিত হয়। বীজ মৃদভেদী অঙ্কুরোদগমের মাধ্যমে নতুন পূর্ণাঙ্গ স্পোরোফাইটের সৃষ্টি করে।



চিত্র 14.11 : ভ্রূণ ও বীজের গঠন

(ক) বহু স্ত্রীধানী থেকে গঠিত হওয়া জাইগোটগুলির মধ্যে একটি থেকে পরিণত ভ্রূণ গঠিত হয়।

(খ) বীজের লম্বচ্ছেদ

14.3 নিটাম (Gnetum) এর জীবনচক্র

নিটেলিস বর্গের অন্তর্গত তিনটি গোত্রের মধ্যে একটি হল নিটেসী (Gnetaceae)। এই গোত্র একটিমাত্র গণ দ্বারা চিহ্নিত। সেটি হল নিটাম (Gnetum)।

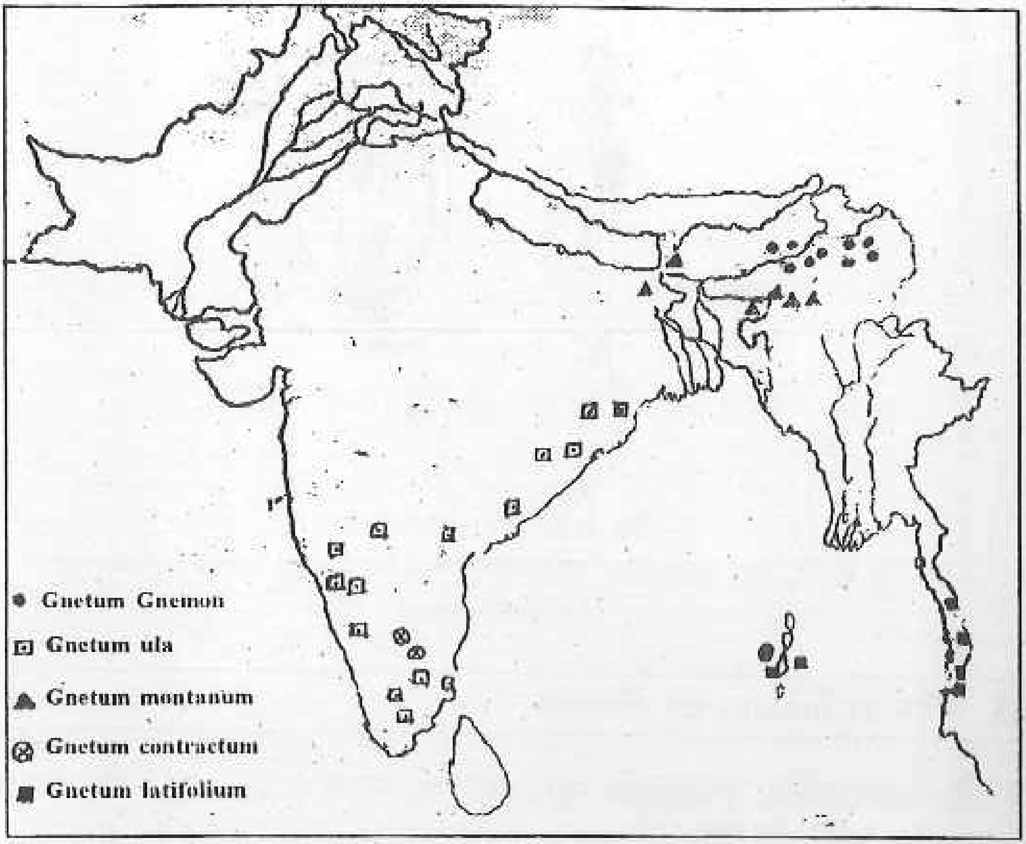
14.3.1 শ্রেণীগত অবস্থান (Systematic Position) :

শ্রেণী : নিটপসিডা (Gnetopsida)
বর্গ : নিটেলিস (Gnetales)
গোত্র : নিটেসী (Gnetaceae)
গণ : **নিটাম (Gnetum Sp.)**

14.3.2 বিস্তার (Distribution) :

নিটামের প্রায় চল্লিশটি প্রজাতি দঃ আমেরিকা, পশ্চিম আফ্রিকা, দঃপূঃ এশিয়া এবং ভারতে বিস্তৃত। ভারতবর্ষে নিটামের পাঁচটি প্রজাতি পাওয়া যায় :

i) **Gnetum gnemon** (নিটাম নিমন) : উঃপূর্বাঞ্চল ও আসামে বিস্তৃতি।
ii) **G-ula** (নিটাম উলা) পাওয়া যায় দঃ ভারতের অরণ্য অঞ্চলে।
iii) **G-montanum** (নিটাম মন্টানাম) : পূর্ব হিমালয়ের দার্জিলিং, খাসিয়া ও জয়ন্তিয়া পাহাড় অঞ্চলে।
iv) **G-contractum** (নিটাম কনট্র্যাকটাম) : নীলগিরি পার্বত্য অঞ্চলে।
v) **G-latifolium** (নিটাম ল্যাটিফোলিয়াম) : আন্দামান-নিকোবর দীপপুঞ্জে



চিত্র 14.12 : নিটামের ভারতীয় প্রজাতির ভৌগোলিক বিস্তার

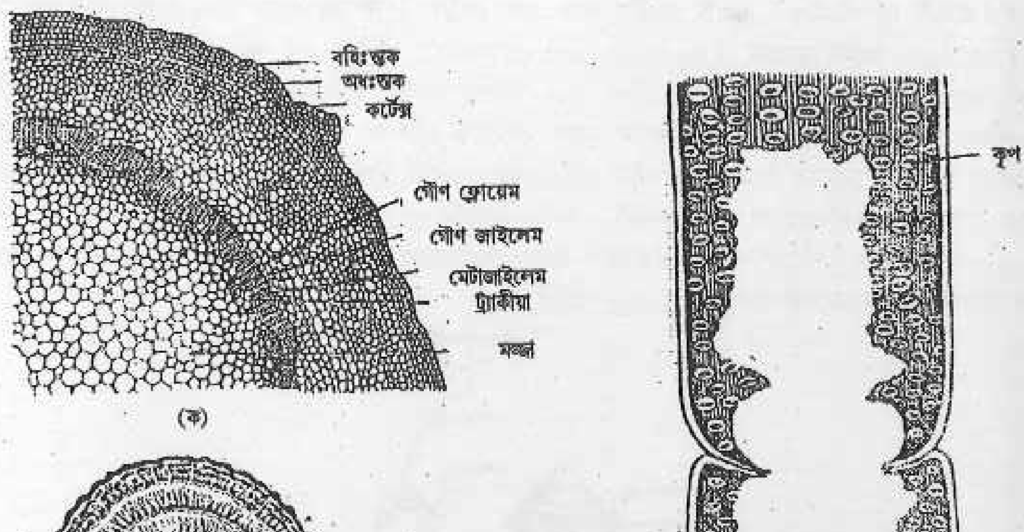
14.3.3 A. স্পোরোফাইট (Sporophyte) :

নিটামের রেণুধর উদ্ভিদের স্বভাব (habit) মাঝারি থেকে ছোট বৃক্ষ অথবা লতানো কাষ্ঠল বৃক্ষ (lianas) শাখাগুলি দুরকম : দীর্ঘাকার অসীম বৃদ্ধিসম্ভব শাখা (long shoot) এবং ক্ষুদ্র স্বল্প সসীম বৃদ্ধিসম্ভব শাখা (dwarf shoot)

- **কাণ্ড :** দ্বি শাখান্বিত কাণ্ড ক্ষুদ্রতর দ্বি শাখান্বিত প্রশাখা ধারণ করে বলে দেখতে সপুষ্পক উদ্ভিদের কাণ্ডের মতই। কাণ্ডে সুনির্দিষ্ট পর্ব ও পর্বমধ্য আছে। পাতা পর্ব থেকে উৎপন্ন হয়।
- **পত্র :** আবর্তাকার (whorled) অথবা অভিমুখ তির্যকপন্ন (opposite decansate) পত্রবিন্যাস দেখা যায় যা কিনা একটি সপুষ্পক উদ্ভিদসুলভ বৈশিষ্ট্য। একক পাতাও সপুষ্পক উদ্ভিদের মত সরল, ডিম্বাকার, বৃন্তযুক্ত একশিরাল জালিকাকার শিরাবিন্যাস বিশিষ্ট।
- **মূল :** দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মত নিটামেও প্রধান মূলতন্ত্র দেখতে পাওয়া যায়।

(ক)

চিত্র 14.13 : নিটামের বীটপের অংশবিশেষ। পাতার গুপ্তবীজীসুলভ গঠন লক্ষণীয়



চিত্র 14.14 : নিটাম কাণ্ডের অন্তর্গঠন (ক) কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ (খ) একক ট্র্যাকীয়া (গ) বর্ষবলয়

6

B. **অন্তর্গঠন** **(Internal Structure) :-**

● **কাণ্ড :** প্রস্থচ্ছেদে কাণ্ডটি দ্বিবীজপত্রীর কাণ্ডের সঙ্গো সাদৃশ্যপূর্ণ। পরিধি থেকে কেন্দ্রের দিকে স্তরগুলি হল যথাক্রমে: **এপিডারমিস** (epidermis), কর্টেক্স (cortex), **এন্ডোডারমিস** (endodermis) বা অন্তঃস্তক,নালিকা বান্ডিল (vascular bundles) এবং মজ্জা (pith), নালিকাবান্ডিল দ্বিবীজপত্রীসুলভ একাধিক বৈশিষ্ট্য প্রদর্শন করে, যেমন, বহুসংখ্যক চক্রাকারে সজ্জিত, সমপার্শ্বীয় এবং মুক্ত (Open collateral) প্রকৃতির। জাইলেম এন্ডার্ক (endarch) অর্থাৎ প্রোটোজাইলেম কেন্দ্রাভিমুখী। তাছাড়া জাইলেমে ট্র্যাকীয়ার উপস্থিতি বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য। পরিণত কাণ্ডে গৌণবৃদ্ধি ঘটার ফলে বর্ষবলয়ের (annual ring) আকারে গৌণ জাইলেম পরিলক্ষিত হয় (চিত্র 14.4)

● **পাতা :** দ্বিবীজপত্রী পাতার মত বিষমপৃষ্ঠ পাতার দুটি বহিঃস্তক যার অধঃ বহিঃস্তকে (lower epidermis) পত্ররন্ধ্র দেখা যায়। মেসোফিল কলা স্পঞ্জি ও প্যালিসেড প্যারেনকাইমায় বিভক্ত। মধ্যশিরায় মেসার্ক (Mesarch) প্রকৃতির নালিকা বান্ডিল দেখা যায়।

● **মূল :** প্রস্থচ্ছেদ দ্বিবীজপত্রী মূলের ন্যায়। এপিব্লেমা (epiblema) একস্তরী। কর্টেক্স সমসত্ত্ব (homogenous) এবং নালিকা বান্ডিলগুলি অরীয় (Radial)। নালিকা বান্ডিলের সংখ্যা দুটি বা চারটি কিন্তু অবশ্যই ছয়ের কম যা একটি দ্বিবীজপত্রী সুলভ বৈশিষ্ট্য। মজ্জা ক্ষুদ্র। মূলের জাইলেমে ট্র্যাকীয়াগুলি আরও পরিণত।

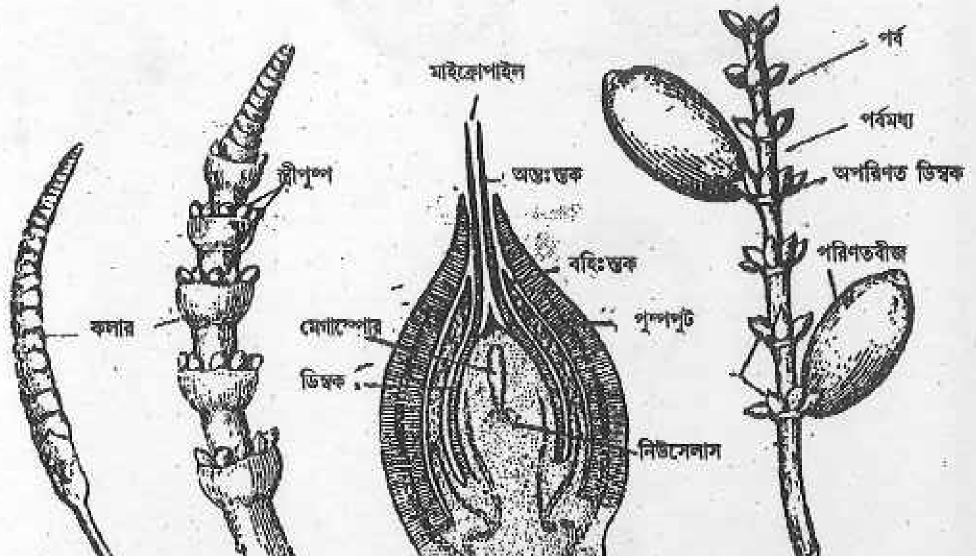
C. **রেণুপত্রমঞ্জরী** **(Strobilus) :– পুংরেণুপত্রমঞ্জরী ঃ**

নিটাম ভিন্নবাসী উদ্ভিদ। পুং উদ্ভিদে যে পুং রেণুপত্রমঞ্জরী গঠিত হয় তা গঠনগতভাবে গুপ্তবীজীতে প্রাপ্ত **প্যানিকল** (Panicle) পুষ্পবিন্যাস এর সঙ্গো সাদৃশ্যযুক্ত। সসীম বৃদ্ধির শাখার (dwarf shoot) কক্ষে এগুলি গঠিত হয়। প্রতিটি রেণুপত্রমঞ্জরী একটি কেন্দ্রীয় অক্ষ এবং সেটির উপর চক্রাকারে গঠিত হওয়া পেয়ালার মত **কলার** (Collar) বা **কনেট ব্র্যাকট** (Connate bract) এর সমন্বয়ে গঠিত। এই কলারগুলির বক্ষদেশে দুই বা ততোধিক স্তরে গঠিত হয় মাইক্রোস্পোরোফিল সমূহ যাদের আমরা পুংপুষ্প নামেই অভিহিত করে থাকি। কেননা গঠনগতভাবে মাইক্রোস্পোরোফিলগুলি সরল প্রকৃতির পুষ্পের সঙ্গো সাদৃশ্যপূর্ণ। প্রতিটি পুংপুষ্পে তিনটি অংশ থাকে : গোড়ার দিকের পুষ্পপুট (Perianth), একটি দীর্ঘ বৃন্ত এবং বৃন্তের উপর গঠিত হওয়া একজোড়া মাইক্রোস্পোরাঞ্জিয়া বা পুংরেণুস্থলী। অর্থাৎ প্রতিটি পুংপুষ্প বস্তুতঃপক্ষে এক একটি পুংকেশর (Stamen) এর সমতুল্য। পুংরেণুস্থলীর অন্তর্ভাগে থাকে **পরাগরেণু মাতৃকোষ** (Pollen mother cell) যাদের মিওসিস বিভাজনের ফলে পরাগরেণু (another) গঠিত হয়।

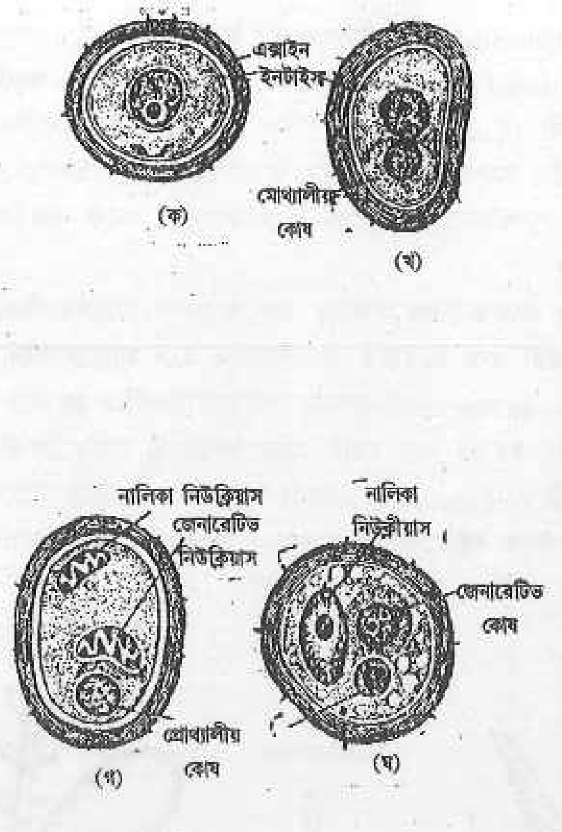
চিত্র 14.15: নিটামের পুংকোন : (ক) কনেট ব্র্যাকট দ্বারা গঠিত প্যানিকল (খ) একক পুষ্প

2. স্ত্রীরেণুপত্রমঞ্জরী (Female Strobilus) গঠনগতভাবে ক্যাটকিন (Catkin) পুষ্পবিন্যাসের সমতুল। এটিও গঠিত হয় সসীম বীটপের (dwarf shoot) কক্ষ থেকে। এক্ষেত্রেও কেন্দ্রীয় অক্ষটির উপর একই রকমভাবে পেয়ালা সদৃশ **কনেট ব্র্যাকট** (Connate bract) গঠিত হয় বটে কিন্তু সেগুলি পরস্পরের সঙ্গে ততটা ঘনসংবদ্ধ নয়। সুতরাং কেন্দ্রীয় অক্ষের পর্ব (যেখানে কনেট ব্র্যাকট-এর অবস্থান) এবং পর্বমধ্য (দুটি কনেট ব্র্যাকট-এর অন্তর্বর্তী অংশ) সুস্পষ্টভাবে প্রতীয়মান। পেয়ালাগুলির কক্ষে একটিমাত্র সারিতে বিন্যস্ত থাকে কিছুসংখ্যক (5-7 টি) ডিম্বক।

ডিম্বক : নিটামের ডিম্বক অত্যন্ত উন্নত প্রকৃতির এবং সপুষ্পক উদ্ভিদের ডিম্বকের (ovule) সমতুল। এর আবরণী (integument) ত্রিস্তরী এবং ভিতরের স্তর দীর্ঘায়িত হয়ে **মাইক্রোপাইল** বা ডিম্বকরন্ধ্র গঠন করে। ডিম্বাণু মাতৃকোষ (Megaspore mother cell) মায়োসিস পদ্ধতিতে বিভাজিত হয় বটে কিন্তু অপত্য নিউক্লিয়াসগুলির মধ্যে কোন কোষপ্রাচীর গঠিত হয় না এবং চারটি মেগাস্পোরই স্ত্রী গ্যামেটোফাইট গঠনে অংশ নেয়। অর্থাৎ স্ত্রী গ্যামেটোফাইট **চতুঃস্পোরী** (tetrasporic)। ত্রিস্তরী আবরণীর সবচাইতে বাইরের স্তরটি সম্ভবতঃ পুষ্পপুট (perianth) যা সমস্ত ডিম্বকটিকে আচ্ছাদিত করে রাখে। সুতরাং ব্যক্তবীজী হলেও নিটামে বীজের আবরণী গঠনের প্রয়াস দেখা যায় যা একটি গুপ্তবীজীসুলভ বৈশিষ্ট্য।



চিত্র 14.16 : নিটামের স্ত্রী-কোন : (ক) অপরিণত স্ত্রী কোন (খ) পরিণত স্ত্রী কোন (গ) একক ডিম্বক, পরিণত ডিম্বকে মাইক্রোপাইল, দুটি ডিম্বক আবরণী এবং পুষ্পপুটের উপস্থিতি লক্ষণীয় (ঘ) বীজসহ স্ত্রী কোন। বিবর্ধিত পর্বমধ্য লক্ষণীয়।



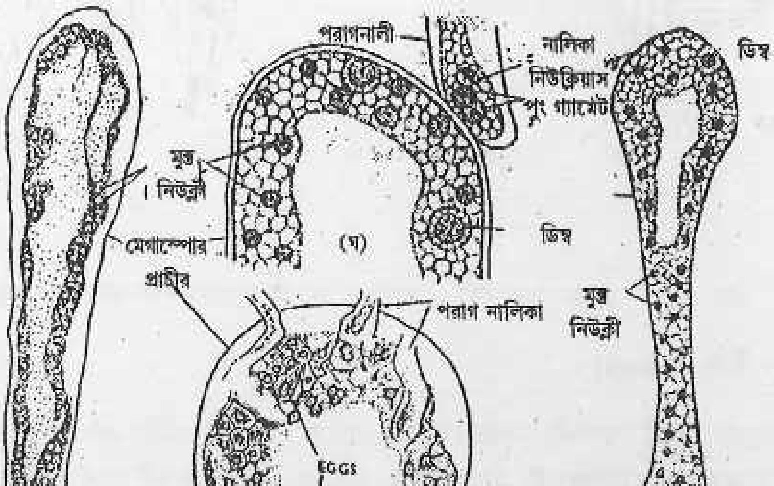
চিত্র 14.17: নিটামের পুং গ্যামেটোফাইটের গঠন :
(ক)-(ঘ) : পরাগমিলন পূর্ব দশা (ঙ) পরাগমিলনের পর পরাগনালিকা গঠন। ফ্ল্যাজেলাবিহীন পুং গ্যামেট লক্ষণীয়।

14.3.3 B : গ্যামেটোফাইট (Gametophyte) :

● **পুংগ্যামেটোফাইট** :— পরাগরেণু হল পুং গ্যামেটোফাইট বা লিঙ্গাধরের প্রথম কোষ। এর বহিঃস্তক **এক্সাইন** (exine) ও অন্তঃস্তক **ইনটাইন** (intine) নামে পরিচিত। এর একটি উন্নত বৈশিষ্ট্য হল : কোন **প্রোথ্যালীয় কোষ** (Prothallial cell) গঠিত হয় না। পরাগরেণুর নিউক্লিয়াস প্রথমবার বিভাজিত হয়ে তৈরি করে **নালিকা নিউক্লিয়াস** (tube nucleus) ও **জেনারেটিভ নিউক্লিয়াস** (Generative nucleus)। শেষেরটি থেকে পরবর্তী বিভাজনে পাওয়া যায় বৃন্ত (stalk) ও অঙ্গ (body) নিউক্লিয়াস। এই তিন কোষ বিশিষ্ট দশায় পরাগরেণু পরাগধানী থেকে মুক্ত হয়।

পরবর্তী পর্যায় সংঘটিত হয় যখন পরাগরেণু ডিম্বকের মাইক্রোপাইলের উপর নীত হয় তখন। ইনটাইন বৃদ্ধি পেয়ে পরাগনালিকা (pollen tube) গঠন করে এবং নালিকা নিউক্লিয়াসটি এই নালীর অগ্রপ্রান্তে অবস্থান করে। অঙ্গ নিউক্লিয়াসটি (মতান্তরে জেনারেটিভ নিউক্লিয়াসটি) দ্বি বিভাজিত হয়ে দুটি কোষপ্রাচীর বিহীন এবং ফ্ল্যাজেলাবিহীন পুংগ্যামেট গঠন করে। এরা কার্য ও গঠনে গুপ্তবীজীর পুংগ্যামেটের সমতুল্য। (চিত্র 14.17)

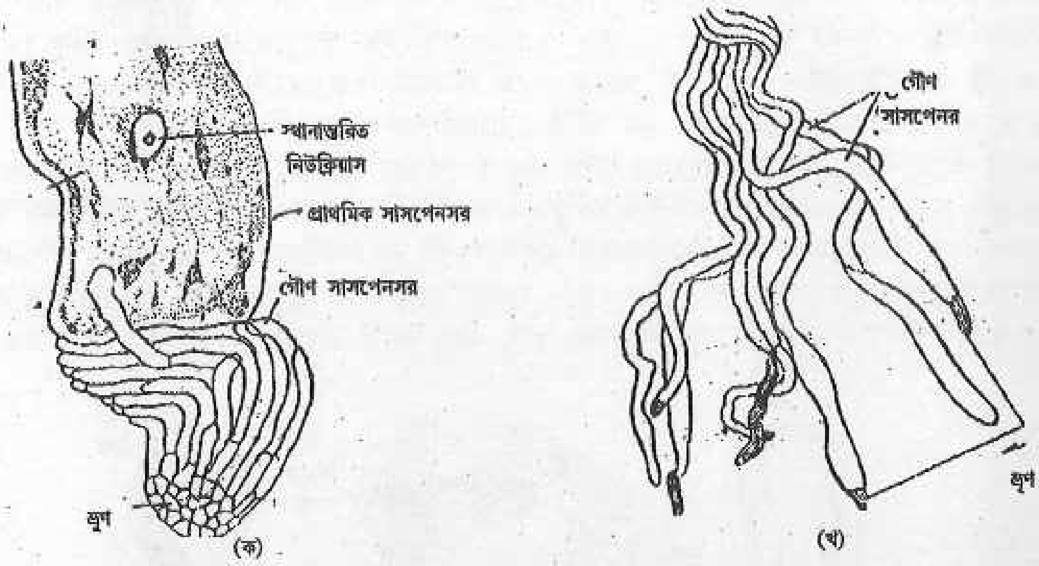
● **স্ত্রী গ্যামেটোফাইট** :- পূর্বে বলা হয়েছে যে স্ত্রী গ্যামেটোফাইট চতুঃস্পোরী (tetrasporic)। ডিম্বাণু মাতৃকোষের মধ্যে চারটি নিউক্লিসায়ই মুক্ত নিউক্লীয় বিভাজন পদ্ধতিতে বিভাজিত হতে শুরু করে। তবে নিষেকের পূর্বেই নীচের দিকের কোষগুলিতে প্রাচীর গঠন সম্পূর্ণ হয়ে যায়। এই কলা তখন সস্য বা এন্ডোস্পার্ম রূপে কাজ করতে পারে। স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের চূড়ান্ত বিবর্তন নিটামে দেখা যায় আর্কিগোনিয়ামের সম্পূর্ণ অনুপস্থিতিতে। স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের উপরিভাগের একটি বা দুটি মুক্ত নিউক্লিয়াস চারপাশে কিছুটা সাইটোপ্লাজম সঞ্চয় করে ডিম্বাণুতে রূপান্তরিত হয়। (চিত্র 14.18)। দুটি ডিম্বাণু থাকলে দুটিই একটি পরগানালিকার ভেতর গঠিত হওয়া দুটি পুংগ্যামেটই নিষেকে অংশগ্রহণ করে। কিন্তু একটি ডিম্বকের একটি ভ্রূণই পূর্ণতাপ্রাপ্ত হয়।



চিত্র 14.18: স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের গঠন : (ক) প্রথম পর্যায় : মুক্ত নিউক্লীয়ার বিভাজন। (খ)-(গ) : পরাগনালিকার মাধ্যমে নিষেক (ঘ) নিষেকপূর্ব অবস্থায় সস্যগঠন

14.3.3 C. ভ্রূণ (Embryo) :

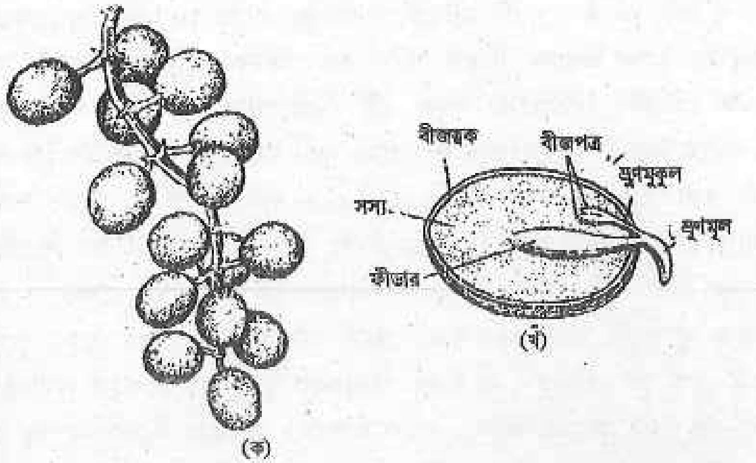
জাইগোটের (অর্থাৎ নিষিক্ত ডিম্বাণু) বৃদ্ধির প্রথম পর্যায়ে এটি থেকে একটি নালীর মত উপবৃদ্ধি সৃষ্টি হয় যাকে বলে **সাসপেনসর** বা **ভ্রূণধর**। 2n নিউক্লিয়াসটি এই নলে স্থানান্তরিত হয়। ভ্রূণধরের কাজ হল ভ্রূণকে সস্যের মধ্যে প্রবিষ্ট করানো। সস্যে প্রবিষ্ট ভ্রূণধর আবার লম্বভাবে বিভাজিত হয়ে কয়েকটি গৌণ সাসপেনসর (secondary suspensor) গঠন করে। প্রতিটির অগ্রপ্রান্ত কার্যতঃ ভ্রূণরূপে কাজ করতে সক্ষম, কিন্তু পরিণত বীজে একটিই পূর্ণতাপ্রাপ্ত হয়। এই ধরনের ভ্রূণবিকাশ যেখানে একই ডিম্বকের মধ্যে বহুভ্রূণ একইসঙ্গো বৃদ্ধি পেতে শুরু করে তাকে বলে পলিএমব্রায়োনি (polyembryony)।



চিত্র 14.19: ভ্রূণের গঠন (ক) : প্রাথমিক ও গৌণ সাসপেনসর গঠন (খ) বহুভ্রূণতা

14.3.3 (D) বীজ (Seed) :

পরিণত বীজের তিনটি আবরণী। বাহিরের স্তর রসালো, মধ্যস্তর কঠিন এবং অন্তঃস্তর পাতলা, কাগজের মত। এর মধ্যেকার ভ্রূণটি দ্বিবীজপত্রী এবং **ফীডার** (Feeder) নামক একটি পার্শ্বীয় বৃদ্ধির সাহায্যে সেটি সস্য থেকে পুষ্টি আহরণ করে। বীজের অঙ্কুরোদগম মৃদবর্তী (hypogeal)।



চিত্র 14.20: (ক) পরিণত স্ত্রী রেণুপত্রমঞ্জরী (খ) বীজের লম্বচ্ছেদ

14.3.4 নিটামের গুপ্তবীজী উদ্ভিদসুলভ বৈশিষ্ট্যসমূহ (Angiospermic characters of Gnetum) :

Gneutm এর জীবনচক্র পাঠের বিভিন্ন পর্যায়ে এটির গুপ্তবীজীসুলভ বৈশিষ্ট্যগুলি সম্পর্কে আলোকপাত করা হয়েছে। এগুলি সংক্ষেপে নিম্নরূপ :

(i) উদ্ভিদের স্বভাব কাষ্ঠল বৃক্ষ অথবা লতানো কাষ্ঠল লায়ানাস জাতীয় কাণ্ড।

(ii) পাতার একশিরাল এবং জালিকাকার শিরাবিন্যাস দ্বিবীজপত্রীর মত।

(iii) কাণ্ডের নালিকাবাণ্ডিল মুক্ত, সমপার্শ্বীয় এবং জাইলেমে ট্র্যাকীয়া দেখা যায়।

(iv) মূলের অন্তর্গঠনে দুটি বা চারটি নালিকাবাণ্ডিল দেখা যায়।

(v) রেণুপত্রমঞ্জরীগুলি ক্যাটকিন বা প্যানিকল পুষ্পবিন্যাসের সমতুল।

(vi) ডিম্বকে গর্ভদণ্ড ও মাইক্রোপাইল-এর উপস্থিতি।

(vii) পুং পুষ্পে পুষ্পপুট ও একজোড়া পরাগধানীর উপস্থিতি।

(viii) চতুঃস্পোরী স্ত্রী গ্যামেটোফাইট সম্পূর্ণভাবে স্ত্রীধানী বিবর্জিত।

(ix) পুং গ্যামেট প্রাচীরবিহীন এবং ফ্ল্যাজেলাবিহীন।

(x) ভ্রূণ দ্বিবীজপত্রী।

14.4 সারাংশ (Summary)

সাইকাস হল সাইকাডেসি শ্রেণীর জীবিত সদস্য। এর পাঁচটি প্রজাতি ভারতীয় উপমহাদেশে পাওয়া যায়। গঠনগতভাবে বৃক্ষসদৃশ হলেও এর পাতার গঠন ফার্নের পাতার মত। কাণ্ডের অন্তর্গঠনে ত্রিস্তরী গৌণ জাইলেম

দেখা যায়। মূলের মধ্যে শৈবালের সহবাসিতার জন্য কোরালয়েড মূল গঠন করে। পুং রেণুপত্রমঞ্জরী সুগঠিত। মাইক্রোস্পোরোফিলের উপর অবৃন্তক 2-4টি মাইক্রোস্পোরাঙ্গিয়া গঠিত হয়। স্ত্রী রেণুপত্রমঞ্জরী গঠিত হয় না। একক স্ত্রী রেণুপত্রগুলির কক্ষে অবৃন্তক ডিম্বক গঠিত হয়। ডিম্বক আদিধর্মী, ত্রিস্তরী বহিরাবরণী আছে। মেগাস্পোর মাতৃকোষ মিওসিস বিভাজনের ফলে 4টি মেগাস্পোর গঠন করে কিন্তু স্ত্রী গ্যামেটোফাইট মনোস্পোরিক। পুং-গ্যামেটোফাইট ফ্ল্যাজেলাযুক্ত পুংগ্যামেট বহন করে। স্ত্রী গ্যামেটোফাইটে স্ত্রীধানী গঠিত হয়। সস্য নিষেক পরবর্তী কলা। ভ্রূণ দ্বিবীজপত্রী নিটাম (**Gnetum** Sp) এর পাঁচটি প্রজাতি ভারতে পাওয়া যায়। এটি খর্বকায় বৃক্ষ বা লায়ানাস জাতীয় গঠন হয়। পত্র একক, সরল এবং জালিকাকার শিরাবিন্যাসযুক্ত। কাণ্ডের জাইলেমে ট্র্যাকীয়া দেখা যায়। পুং কোন ও স্ত্রী কোন উভয়ক্ষেত্রেই সংযোজিত ব্র্যাকট বা কনেট ব্র্যাকট দ্বারা গঠিত কলার-এর কক্ষে পুষ্পগুলি গঠিত হয়। উভয় কোনে পর্ব ও পর্বমধ্য দেখা যায়। পুংপুষ্পে পুষ্পপুট ও দ্বি-প্রকোষ্ঠ পরাগধানী দেখা যায়। স্ত্রী-পুষ্প বা ডিম্বক দ্বিআবরণী যুক্ত। মাইক্রোপাইল পরিণত। চতুঃস্পোরী স্ত্রী গ্যামেটোফাইট দেখা যায়। পুং গ্যামেট অচল। সাইফনোগ্যামির মাধ্যমে নিষেক সম্পন্ন হয়। সস্য নিষেক পূর্ববর্তী কলা, বীজে ফাঁডার থাকে। ভ্রূণ দ্বিবীজপত্রী।

14.5 অন্তিম প্রশ্নাবলি

I. **সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন** প্রশ্নমান-3

(a) সাইকাসের ভারতীয় প্রজাতিগুলির নাম লিখুন।
(b) সাইকাসের পাতার ফার্নসুলভ বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী?
(c) কোরালয়েড মূল কী?
(d) ট্রান্সফিউশন কলা কী?
(e) সাইকাসের পরাগরেণুর বা মাইক্রোস্পোরের গঠন বর্ণনা করুন।
(f) সাইকাসের স্ত্রীরেণুপত্রকে পত্রের পরিবর্তিত রূপ মনে করা হয় কেন?
(g) সাইকাসের পুংরেণুপত্রের গঠনবৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।
(h) সাইকাসের ডিম্বকের আদি বৈশিষ্ট্য কী কী?
(i) নিটামের ভারতীয় প্রজাতিগুলির নাম লিখুন।
(j) নিটামের কাণ্ডের উন্নত বৈশিষ্ট্য কী?
(k) নিটামের পাতার উন্নত বৈশিষ্ট্য কী?
(l) কনেট ব্র্যাকট কী?
(m) নিটামের পুংপুষ্পের গঠন বর্ণনা করুন।
(n) নিটামের পুংগ্যামেট কীরূপ?
(o) সাইকাসের পুংগ্যামেটের গঠন বৈশিষ্ট্য লিখুন।
(p) নিটামের বীজের গঠন বর্ণনা করুন।

2. **নিম্নলিখিত প্রশ্নগুলির উত্তর দিন :** প্রশ্নমান—6

(a) সাইকাসের ভারতীয় প্রজাতি এবং ভারতে এগুলির ভৌগোলিক বিস্তার সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।

(b) সাইকাসের পাতার অন্তর্গঠন চিত্রসহ লিখুন।

(c) সাইকাসের বহির্গঠনের সংক্ষিপ্ত বর্ণনা দিন।

(d) সাইকাসের পুং রেণুপত্রমঞ্জুরীর চিত্রসহ বর্ণনা দিন।

(e) সাইকাসের স্ত্রী রেণুপত্রের গঠন চিত্রসহ বর্ণনা করুন। এটির ডিম্বকের গঠন সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।

(f) সাইকাসের পুং গ্যামেটোফাইটের গঠন সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।

(g) সাইকাসের স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের গঠন সম্পর্কে চিত্রসহ লিখুন।

(h) নিটামের পুং ও স্ত্রী রেণুপত্রমঞ্জরীর চিত্রসহ বর্ণনা দিন।

(i) নিটামের পুং গ্যামেটোফাইটের গঠন সম্পর্কে আলোকপাত করুন।

(j) নিটামের স্ত্রী গ্যামেটোফাইটের গঠন ও উন্নত বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।

(k) নিটামের গুপ্তবীজীসুলভ ও বৈশিষ্ট্যসমূহ সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।

14.6 উত্তরমালা

1 (a)—(h) 14.2 পর্যায়ে সাইকাসের জীবনচক্রের বর্ণনা প্রসঙ্গে আলোচিত।

1 (i)—(p) 14.3 পর্যায়ে নিটামের জীবনচক্রের বর্ণনায় আলোচিত

2.(a) ম্যাপসহ উত্তর দিন।

(b) পাতার অংশাঙ্কিত চিত্র 14.3 (খ)

(c) কাণ্ড, পাতা ও মূলের গঠন বলুন

(d) চিত্র 14.4 অঙ্কন করে উত্তর দিন।

(e) স্ত্রী রেণুপত্রের বর্হিগঠন চিত্র 14.5 এবং ডিম্বকের গঠন চিত্র 14.6

(f) সাইকাসের পুং গ্যামেটোফাইটের গঠন 14.7 ও 14.8 চিত্রসহ লিখতে হবে।

(g) 14.9 এর চিত্রগুলি ব্যাখ্যা করে উত্তর দিন।

(h) চিত্র 14.15 ও 14.16 (খ) অঙ্কন করে লিখুন।

(i) চিত্র 14.17 এর পর্যায়গুলি বর্ণনা করুন।

(j) চিত্র 14.18 এর পর্যায়গুলি বর্ণনা করুন।

(k) 14.3.4 অংশ দ্রষ্টব্য।

একক 15 □ প্র-উদ্ভিদবিদ্যার ভূমিকা, জীবাশ্মের প্রকারভেদ, অশ্মীভবন প্রক্রিয়া, ভূতত্ত্বীয় কাল

গঠন

15.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
15.2 জীবাশ্মের সংজ্ঞা
15.2.1 জীবাশ্ম-চর্চার সংক্ষিপ্ত ইতিহাস
অনুশীলনী 15.1
15.3 জীবাশ্মের প্রকারভেদ
15.3.1 ফসিল সৃষ্টিতে বিভিন্ন প্রকার সংরক্ষণ
অনুশীলনী 15.2
15.3.2 জৈব-রাসায়নিক ফসিল
15.3.3 সূচক-জীবাশ্ম
15.4 অশ্মীভবন প্রক্রিয়া
15.5 ভূতাত্ত্বিক কালবিভাগ
15.6 সারাংশ
15.7 প্রান্তিক প্রশ্নাবলি
15.8 উত্তরমালা

15.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

আমাদের গ্রহে যে প্রাণ আছে, মানুষ বাস করে, তার মূলে উদ্ভিদজগৎ। সবুজ উদ্ভিদ ও তার অনুষঙ্গ—সালোকসংশ্লেষজনিত আণবিক অক্সিজেনের সৃষ্টি—সম্ভব করে তোলে বহুকোষীয় জীবের বৈচিত্র ও স্থলভূমিতে প্রাণের আবির্ভাব। একদিকে মুক্ত আণবিক অক্সিজেনের দরুণ সবাত শ্বসন জীবজগতে প্রতিষ্ঠিত হয়। অপরদিকে এই অক্সিজেন ধীরে ধীরে ওজোন স্তর সৃষ্টি করে। বায়ুমণ্ডল গড়ে তোলে, বিপজ্জনক মহাজাগতিক রশ্মি এবং অতিবেগুনী রশ্মি প্রতিহত করে। পৃথিবী সৃষ্টির প্রায় একশ কোটি বছর অতিক্রান্ত হওয়ার পর প্রথম থেকে প্রাণের লক্ষণ আমরা পাথরের বুকে টের পাই, তা একপ্রকার অক্সিজেন সৃষ্টিকারী নীলাভ-সবুজ শৈবাল (সায়ানোব্যাকটিরিয়া)। এদের *স্ট্রোমাটোলাইটস* (stromatolites) বলা হয়। এদের বয়স প্রায় তিনশ পঞ্চাশ কোটি বছর (3.5 billion years)[1]। এইভাবে জৈব বিবর্তনের মাধ্যমে, বহু কোটি বছর ধরে তিল

1. 3500 million years বা 3500 mya (million years ago) বা 3500 Ma (mega annum, 1 Ma = 10^6 years) রূপে চিহ্নিত করা হয়। ফসিল মূলত পাওয়া যায় পাললিক শিলায় এবং পৃথিবীর প্রাচীনতম পাললিক শিলার বয়স 3800 Ma.

তিল করে প্রাচীন পৃথিবীর জল ও স্থলভাগ বহু বিচিত্র জীবসম্প্রদায়ের লীলাক্ষেত্র হয়ে ওঠে। এটি কোনো অলীক কল্পনা নয়। পাথরের গাত্রে খোদাই হয়ে রয়েছে এর পদচিহ্ন। যাদের আমরা *জীবাশ্ম* বা ফসিল (fossil) বলি।

বিভিন্ন জীবের ফসিল নিয়ে অনুসন্ধান ও গবেষণার মাধ্যমে, প্রকৃতি বিজ্ঞানের যে শাখা গড়ে ওঠে তাকে *পুরাজীববিদ্যা* বা *প্র-জীববিদ্যা* (palaeoutology) আখ্যা দেওয়া হয়। এই শাখার অন্যতম উপবিভাগ হল *প্র-উদ্ভিদ বিদ্যা* (Palaeohotany)। যার প্রধান লক্ষ্য হল, সহস্র কোটি বছর ধরে বিবিধ উদ্ভিদ এবং উদ্ভিদসম জীবের গঠন, অঙ্গসংস্থান, ব্যাপ্তি এবং জাতিজনিগত পরিবর্তনের গতিপ্রকৃতি পুঙ্খানুপুঙ্খভাবে অধ্যায়ন এবং নথিভুক্ত করা। স্মরণ রাখতে হবে যে জীবাশ্ম, জৈব-বিবর্তনের প্রত্যক্ষ প্রমাণ।

এটি বিজ্ঞানের এমন এক শাখা যা বিভিন্ন শাখার জ্ঞানভাণ্ডার থেকে সূত্র নিয়ে লুপ্ত উদ্ভিদসম্প্রদায়ের চালচিত্র গঠন করেছে। ভূগোল, ভূবিদ্যা, জলবায়ুবিদ্যা, বাস্তব্যবিদ্যা, জৈব-ভৌগোলিকবিদ্যা, পরাগবিদ্যা এই সকল শাখাই প্র-উদ্ভিদবিদ্যাকে সমৃদ্ধ করেছে। একই সঙ্গে প্র-উদ্ভিদবিদেরা উল্লিখিত শাখার প্রভূত খুঁটিনাটি আপাত অসঙ্গতি পুরণ করতে সক্ষম হন। এবং এর আর্থিক মূল্যও অপরিসিম ঃ কয়লা, খনিজ তেল অন্বেষণ, অনেকটাই প্র-উদ্ভিদবিদ্যার জ্ঞানভাণ্ডারের ওপর নির্ভরশীল।

এই এককে ফসিলের সংজ্ঞা, বৈচিত্র, তাদের সৃষ্টির কাহিনী, ভূতত্ত্বীয়কাল জুড়ে নানা মাপের বিচিত্র সব ফসিলের আবির্ভাব ও প্রস্থান, আবার কখনও বা অকাল প্রয়ান, ইত্যাকার ঘটনা, স্বল্প পরিসরে উপস্থিত করা হল।

15.2 জীবাশ্মের সংজ্ঞা

ফসিল বা জীবাশ্মের আক্ষরিক অর্থ হল, যা মাটি খুঁড়ে পাওয়া যায় (ল্যাটিন *'fodere'* = to dig)। বিজ্ঞানী আর্নল্ড (Arnold 1947) জীবাশ্মের একটি পূর্ণাঙ্গ সংজ্ঞা দেন। তিনি বলেন যে জীবাশ্ম পূর্বতন জীব (উদ্ভিদ বা প্রাণীর) চিহ্ন, যা অতীত ভূতাত্ত্বীক যুগের ওপরকার অবক্ষেপের মধ্যে প্রোথিত কিংবা তার মধ্য থেকে খুঁড়ে বের করা হয়েছে (... are the relics of some former living things—plants or animals—embedded in or dug out of the superficial deposits in past geological periods). শফ্ (Schopf 1975)-এর মতে জীবাশ্ম এমন কোনো নমুনা যা পুরাতন হোলোসিন বা তার পূর্বেকার প্রাণের অস্তিত্বের ভৌত প্রমাণ উপস্থিত করে (...any specimen that demonstrates physical evidence of accurice of ancient life (i.e. Holocene or Older). স্টুয়ার্ট (Steward 1983) বলেন সে প্রাগৈতিহাসিক জীবের অস্তিত্বের যে কোনো প্রমাণকেই জীবাশ্ম বলা যায় (...any evidence of prehistoric life).

প্রদত্ত সংজ্ঞাগুলি থেকে ফসিল কাকে বলে সে সম্বন্ধে একটি ধারণা হল ; বিভিন্ন প্রকার ফলিস যখন আলোচনা করব, আপনার ধারণা আরও পরিপূর্ণ হবে।

ইতিমধ্যে, জীবাশ্ম চর্চার বর্ণময় ইতিহাস নিয়ে দু-চার কথা বলে নিই।

15.2.1 জীবাশ্ম-চর্চার সংক্ষিপ্ত ইতিহাস

জীবাশ্ম সম্বন্ধে অনেকেই জানতেন প্রাচীনকাল থেকে। তথাপি তাদের বিজ্ঞানভিত্তিক চর্চার সূত্রপাত হয় ইয়োরোপে, অষ্টাদশ শতাব্দির শেষ দিকে। যার মূলে ছিলেন ব্রিটেনের উইলিয়াম স্মিথ (William Smith 1769-1839) এবং ফ্রান্সের কুভিয়ে (Georges Baron Cuvier 1769-1832)। স্মিথ সর্বপ্রথম শিলাস্তরের তারতম্য বিচার করতে জীবাশ্মের প্রয়োগ করেন। একই স্তর ভূসমান্তরালরূপে বহুদূর পর্যন্ত বিস্তৃত হলেও জীবাশ্ম সমাহার তাতে মোটামুটি অপরিবর্তিতই থাকে।

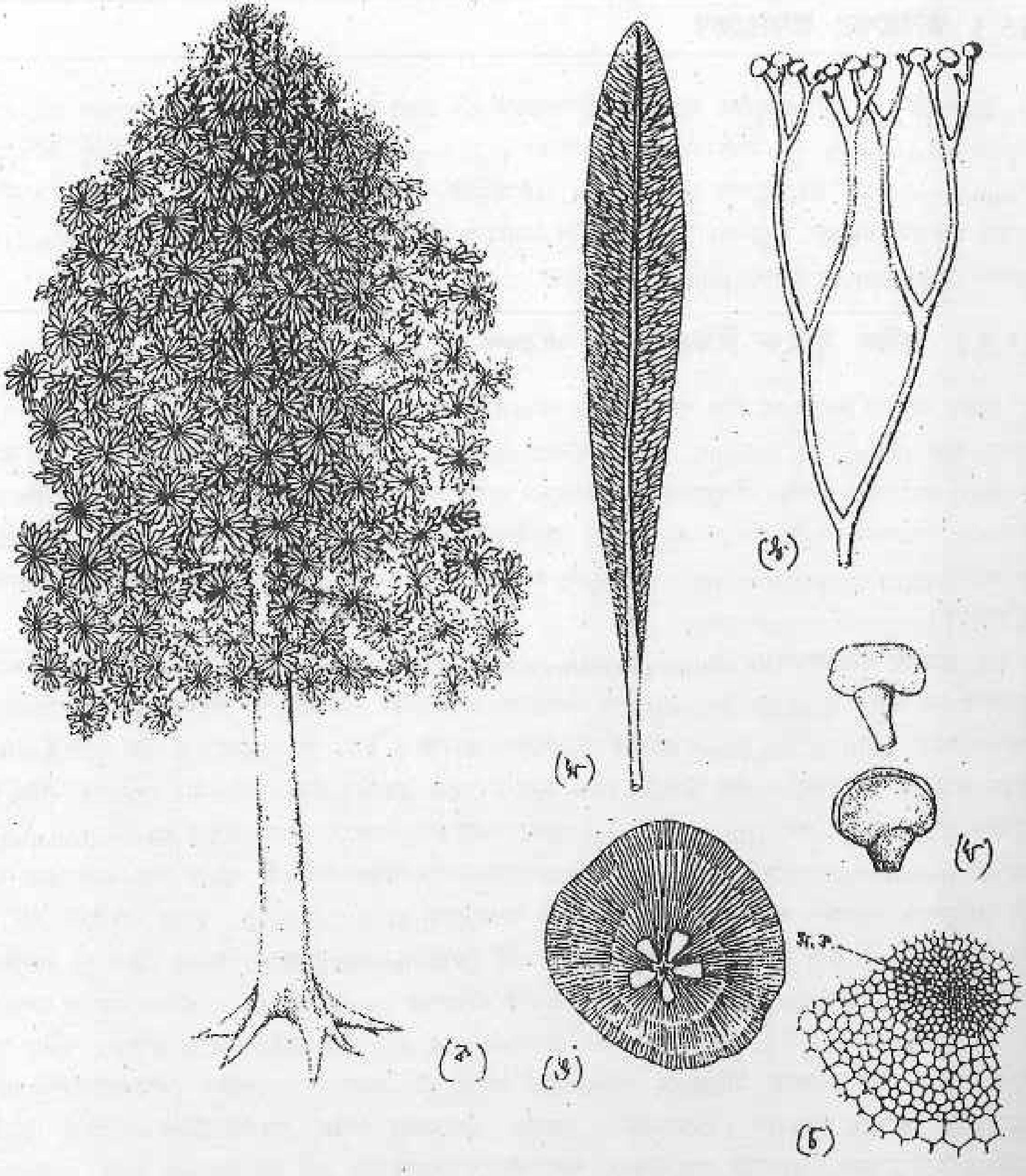
ফরাসি বিজ্ঞানী আলেকজানদার ব্রনিয়ার (Alexandre Brongniart, 1770-1847) এবং তাঁর পুত্র অ্যাডলভ থেয়োডোর ব্রনিয়ার (Adolphe-Théodore Brongniart, 1801-1876)কে প্র-উদ্ভিদবিদ্যার প্রধান স্থপতি রূপে গণ্য করা হয়। এই পিতা-পুত্র জুঁটি প্যারিসের পার্শ্ববর্তী ক্রিটেশিয়াস (Cretaceous) উদ্ভিদ জীবাশ্ম স্তরের ওপর অনুসন্ধান চালান। তাঁরা দেখাতে সমর্থ হন সে সময়ের সঙ্গে সঙ্গে উদ্ভিদ গঠনের পরিবর্তন হয়। তখনও ডারউইনের বিবর্তনবাদ জনসমক্ষে আসেনি। তা স্মর্তব্য। উপরন্তু, তাঁরা উদ্ভিদ জীবাশ্মের এক শ্রেণীবিন্যাস প্রস্তাব করেন। অ্যাডলফ ব্রনিয়ার একই সঙ্গে উদ্ভিদ জীবাশ্মের তিনটি প্রধান পালন স্তর (horizon) শনাক্ত করেন ঃ *কার্বনিফেরাস*, যা ফার্ন-জাতীয় উদ্ভিদের স্বর্ণযুগ ; *মেসোজয়িক*, যখন জিমনোস্পার্মের প্রাধান্য ছিল এবং *টারশিয়ারি*, যা ছিল অ্যানজিয়স্পার্মের পরিব্যাপ্তির যুগ। তাঁর আরেকটি উল্লেখযোগ্য অবদান (1828) গন্ডোয়ানাখ্যাত বিশিষ্ট ফসিল *গ্লসপটেরিসের* (Glossopteris) (চিত্র 1 ক, খ) আবিস্কার এবং নামকরণ। এসকল কারণে অ্যাডলফ ব্রনিয়ারকে '*প্র-উদ্ভিদবিদ্যার জনক*' বলা হয়।

উদ্ভিদ জীবাশ্ম অধিকাংশ সময় খন্ডিত অবস্থায় পাওয়া যায়। ফলে, তাদের ক্ষেত্রে দ্বিপদ নামকরণ (finomial) সমস্যার সৃষ্টি করে। আমরা জানি যে জীবিত উদ্ভিদের বৈধ নামকরণের সূত্রপাত লিনিয়ামের *Species Plantarum*-এর প্রকাশকাল, 1753 থেকে ধার্য হয়। কিন্তু ফসিল উদ্ভিদের ক্ষেত্রে স্টার্নবার্গ রচিত গ্রন্থের (Sternberg 1820, *Flora der Vorwalt Versuch)* প্রকাশকাল থেকে অগ্রাধিকারের নিয়ম (rule of priority) অনুসারে বৈধ নামকরণের শুরু।

ভারতবর্ষে, কয়লা-সমৃদ্ধ গন্ডোয়না ভূস্তরের উপর অনুসন্ধানকে কেন্দ্র করে প্র-উদ্ভিদবিদ্যার প্রসার ঘটে। এ-প্রসঙ্গে অটোকার ফাইস্টমানটেলের (Ottokar Feistmantel) নাম করতেই হয়। ভারতের গন্ডোয়না উদ্ভিদকুলের ওপর তাঁর অসামান্য অবদানের জন্য তাকে '*ভারত প্র-উদ্ভিদবিদ্যার জনক*' আখ্যা দেওয়া হয়। অবশ্য ভারতীয় প্র-উদ্ভিদবিদ্যার মুল অগ্রগতি এবং পৃথিবী জুড়ে তার স্বীকৃতি আদায় করা অধ্যাপক বিরবল সাহনির (Birbal Sahni) কৃতিত্ব। তিনি *Williamsonia Sewardiana* নামক ফসিলের পূণর্গঠন করেন এবং লক্ষৌ-এ বিশ্ববিখ্যাত প্র-উদ্ভিদবিদ্যা গবেষণাগার স্থাপন করেন।

অনুশীলনী 15.1

ক) পৃথিবীর বুকে প্রাচীনতম ফসিল কোন্‌টি ? কতো বছর আগে তাদের পাওয়া যায় ?
খ) কাদের (i) প্র-উদ্ভিদবিদ্যার জনক এবং (ii) 'ভারতীয় প্র-উদ্ভিদবিদ্যার জনক' বলা হয়।



চিত্র ।

(ক) পুনর্গঠিত *Glossopteris* উদ্ভিদ (উচ্চতা চার ফুট) ; (খ) *Glossopteris*-এর পত্র ; (গ) নিম্ন ডিভোনিয়ান (Lower Devonian) যুগের *Cooksonia;* (ঘ) বৃক্কাকার প্রান্তীয় রেণুস্থলী (*Cooksonia Caledomica);* (ঙ) *Vertebraria* মূলের প্রস্থচ্ছেদ (উচ্চ পারমিয়ান—সিলিকাযুক্ত, খনিজপূক্ত নমুনা) ; (চ) *Aglaophyton major,* বায়ব অক্ষের প্রস্থচ্ছেদে কলার বিভেদন পরিস্ফুট ; স.ক.—সংবহন কলা।

15.3 জীবাশ্মের প্রকারভেদ

উদ্ভিদ জীবাশ্ম নানা প্রকারের হয়। *আকৃতিগতভাবে* যদি তারা বড় এবং খালি চোখে দৃশ্যমান হয়, তাদের *মেগাফসিল* (megafossil) বলি—যেমন *গ্লসপটেরিস* (Glassopteris) একটি পত্রের মেগাফসিল, *স্টিগমেরিয়া* (Stigmaria) একটি রাইজোফোর (rhizophore) মেগাফসিল। খুবই ক্ষুদ্র (অনধিক 20 cm) যা কেবল অনুবীক্ষণ যন্ত্রের মাধ্যমে নিরীক্ষণ করা যায়। এমন ফসিল নমুনাকে অনুজীবাশ্ম বা *মাইক্রোফসিল* (microfossil) বলি, যেমন—রেণু (spores), পরাগ (pollen), কিউটিকল (cuticle) প্রভৃতি।

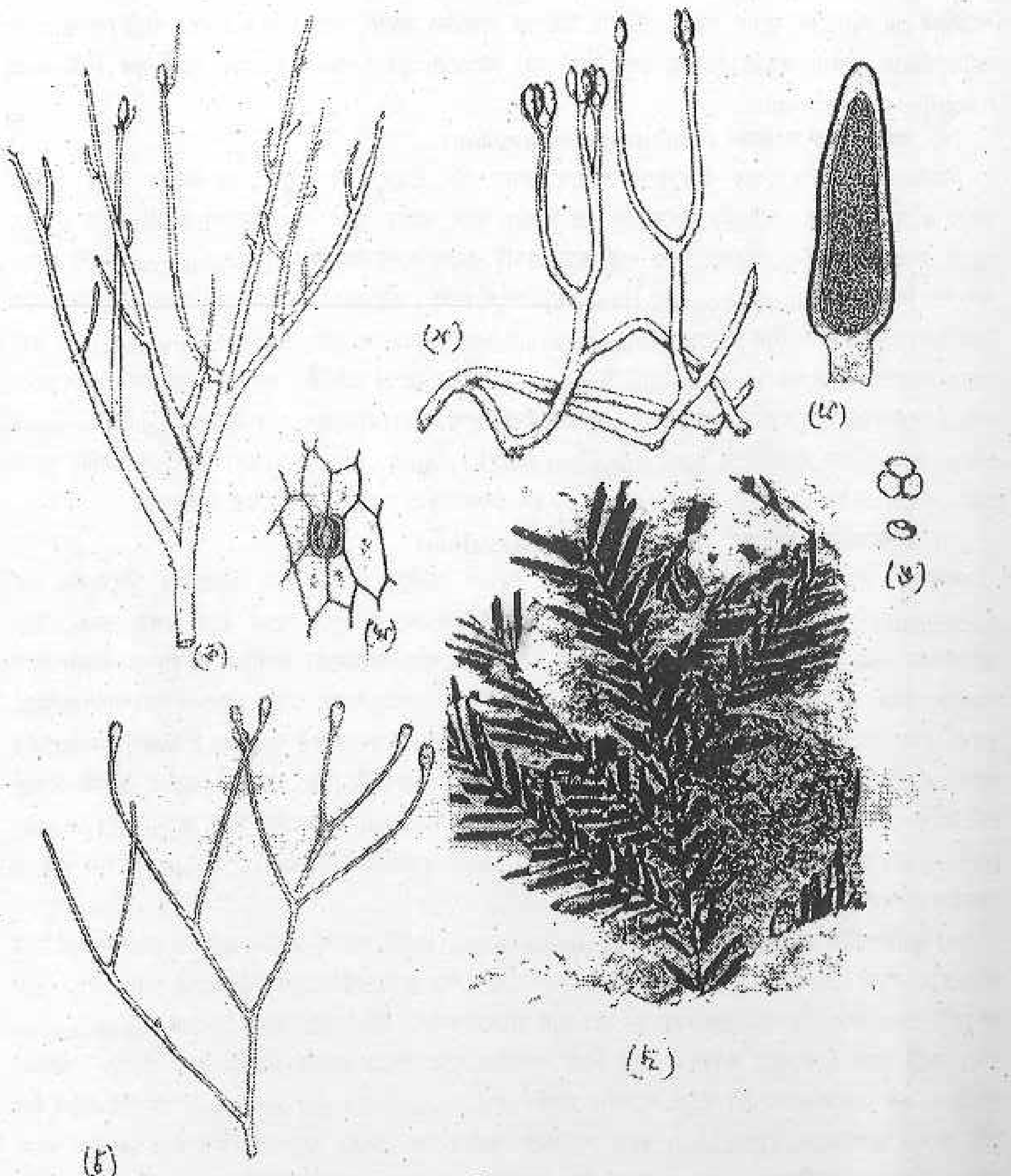
15.3.1 ফসিল সৃষ্টিতে বিভিন্ন প্রকার সংরক্ষণ

উদ্ভিদ অংশের শিলাকরণ এবং পাললিক স্তর অভ্যন্তরে তাদের সংরক্ষণ একাধিক ভাবে সম্পন্ন হতে পারে। জেমস শফ (James M. Schopf, 1975) প্রধানত *চারপ্রকার* সংরক্ষণের কথা উল্লেখ করেছেন। যা আমরা সংক্ষেপে আলোচনা করছি। জীবাশ্মের যে প্রকারভেদ দেখি, তা *মূলত সংরক্ষণ পদ্ধতির ওপর নির্ভরশীল।* এই চারপ্রকার সংরক্ষণ পদ্ধতি হল : (ক) কোষীয় খনিজীকরণ (cellular permineralisation), (খ) অঙ্গারিভূত সংক্রমন (coalified compression), (গ) অনুকৃত সংরক্ষণ (authigenic preservation) এবং (ঘ) ড্যুরিপারটিক সংরক্ষণ (duripartic preservation)।

(ক) **কোষিয় খনিজীকরণ (Cellular permineralisation) :** পূর্বে পেট্রিফ্যাকশন (petrifaction), পেট্রিফায়েড বা শিলীভূত ফসিল (petrified fassil) রূপে পরিচিত। এটি এমন এক জীবাশ্ম যেখানে উদ্ভিদের ভেতরকার কোষীয় গঠন (cellular structure) প্রায়শই উৎকৃষ্টরূপে সংরক্ষিত হয়। বলা বাহুল্য, যে এই ধরণের জীবাশ্ম, উদ্ভিদ অন্তর্গঠন পর্যবেক্ষণের জন্য উৎকৃষ্ট। এমন জীবাশ্ম থেকে প্রাথমিক এবং গৌণ কোষ প্রাচীরের বিভিন্ন স্তর, ট্র্যাকিড প্রাচীরের কূপ-পর্দা (pit-membrane) প্রভৃতি অত্যন্ত সুন্দরভাবে দেখা গেছে। এমনকি, Calamites-এর (*Equisetum*-এর পূর্বসূরী এক ফসিল টেরিডোফাইট) কাণ্ড-শীর্ষস্থ পঞ্চমুখী ভাজক কোষ এবং তার থেকে সৃষ্ট কোষেরও সংরক্ষণ পরিলক্ষিত হয়েছে। প্রাক্-ক্যামব্রিয়ান (Pre-Cambrian) যুগের গানফ্লিন্ট চার্ট স্তর (Gunflint chert) এবং ডিভোনিয়ান যুগের রাইনি চার্ট (Rhynie chert) স্তরের ফসিল (চিত্র 2) এখানকার রাজমহল পাহাড়ে প্রাপ্ত Pentoxylon-এর কাণ্ড, প্রভৃতি খনিজপৃক্ত (permineralised) ফসিল নমুনার উদাহরণ।

এই প্রকার ফসিল সৃষ্টির সম্ভবত সূচনা হয় কোষঅভ্যন্তরে এবং অন্তঃকোষীয় জলে দ্রবীভূত খনিজ লবন প্রবেশ করে—বিশেষ করে সিলিকেট, ক্যালসিয়াম কার্বোনেট, আয়রন সালফাইড (পাইরাইট/মার্কাসাইট), হাইড্রোটেড আয়রণ অক্সাইড (লিমোনাইট)। কোষের ভেতরকার কার্বন, কার্বোজাইলিক অ্যাসিড, হিউমিক অ্যাসিড, হাইড্রোজেন সালফাইট প্রভৃতি দ্রাব্য পদার্থগুলিকে বিজারণের দ্বারা অধঃক্ষেপিত করে। দেহকোষের ভেতরে এবং তাদের অবকাশে এরা জমাট বেঁধে ক্রমশ একটি শক্ত মজবুত কাঠামো সৃষ্টি করে এবং প্রায়শই কোষীয় গঠন অবিকৃত রাখতে সমর্থ হয়। সর্বোৎকৃষ্ট ফসিল নমুনা পাই যখন ক্রিপ্টোক্রিস্টালাইন এবং কোলায়ডিয় সিলিকা খনিজীকরণ সম্পন্ন করে।

কয়লাগোলক বা **কোল-বল** (coal ball) একপ্রকার চূর্ণময় খনিজপৃক্ত নমুনা (calcified permineralised specimen) যাদের সাহায্যে ইয়রোপ ও উত্তর আমেরিকার কার্বনিফেরাস (N 235-290 Ma) এবং চিনের



চিত্র 2 :

(ক) *Rhymia gwynne-vaughanii* পুনর্গঠিত এবং তার (খ) পত্ররন্ধ্র ও রক্ষীকোষ, (গ) *Aglaophyton major* পুনর্গঠিত, (ঘ) তার প্রান্তীয় ইউস্পোরাঞ্জিয়া (terminal eusporangia)—বর্ধিত এবং (ঙ) তার স্পোর বা রেণু, টেট্রাড অবস্থায় / অঙ্গারীভূত সংক্রমনের (coalified compression) নমুনা : (চ) *Steyanotheca striata*-উচ্চ সিলুরিয়ান যুগ এবং (ছ) Metasequoia occidentalis—উচ্চ ক্রিটেসিয়াস যুগের আগ্নেয়শেল পাথরে পিষ্ট জীবাশ্ম।

পার্মিয়ান (N 290 Ma) যুগের কয়লা-সৃষ্টিকারি উদ্ভিদের অন্তর্গঠন সম্বন্ধে, অনেক কিছু জানতে পারি। গণ্ডোয়ানার কয়লাখনিতে অবশ্য কয়লা-গোলক দেখা যায় না। আসলে, কোল-বল একপ্রকার খনিজপৃক্ত পিষ্ট-কয়লা (coalified compression):

(খ) অঙ্গারীভূত সংক্রমন (Coalified compression) :

নিমজ্জিত উদ্ভিদের কোষ অভ্যন্তরে দ্রবীভূত লবন যদি ভালোভাবে প্রবেশ না করতে পারে তাহলে ভূস্তর ও জলের চাপে কোষগুলি চুপসে যায়, ভেতরকার গ্যাস, জলীয় বাষ্প এবং অন্যান্য পদার্থ বাইরে বেরিয়ে আসে এবং অবশেষটুকু পরিবর্তিত ও শক্ত হয়ে একটি কয়লা-সদৃশ অবক্ষেপ (coaly deposit) সৃষ্টি করে। পললের শিলাকরণ (littification of sediments) সম্পূর্ণ হলে, (স্তরীভূত শিলা ফাটালে) তার মধ্যে দেখা যায় একদিকে *অঙ্গারীভূত পিষ্ট জীবাশ্ম* (Compression) এবং অপরদিকে তার *প্রতিকৃতি* (impression)। তাই এদের *কমপ্রেশন-ইমপ্রেশন* (compression-impression) ফসিল রূপেও অভিহিত করা হয়। সাধারনত কয়লাস্তরের ওপরে শেল (shale) পাথরের আচ্ছাদনে এরূপ জীবাশ্ম দেখা যায়। অধিকাংশ পত্র-জীবাশ্ম (leaf fossils) এই প্রকার। সাইবেরিয়ার ক্যামব্রিয়ান যুগের *Aldanophyton* (Kryshtofovich 1953) এবং নিম্ন ডিভোনিয়ান যুগের প্রথম স্থলজ উদ্ভিদ *Cooksomia* (Edwards 1970) অঙ্গারীভূত সংক্রমন জীবাশ্মের উদাহরণ।

(গ) অথিজেনিক সংরক্ষণ (Authigenic preservation)

অতীতে *ছাঁচ বা কাস্ট* (cast) জীবাশ্ম রূপে অধিক পরিচিত, এটি যেন একপ্রকার সিমেন্টের বর্ম (cementation)। বিজ্ঞানীরা মনে করেন যে পতিত উদ্ভিদ অংশে যখন পচন ধরে তখন তার বাইরে তড়িতাধান সৃষ্টি হয় যা কোলয়ডিয় (colloida) এবং অন্য ক্ষুদ্র আয়নিত। বিপরীত আধানের পালন কণা আকর্ষণ করে। এইভাবে সাধারণত লৌহ এবং কার্বোনেটযুক্ত খনিজ পদার্থ উদ্ভিদ অংশের চারপাশে জমতে থাকে এবং ক্রমাগত শক্ত হয়। অল্প কিছু ব্যতিক্রম ছাড়া। ভেতরকার অংশও লুপ্ত হয়। অভ্যন্তরীন অংশের স্থান নেয় বাইরে আবৃত্তকারী পললসমূহ। শিলাকরণ সম্পূর্ণ হলে, উদ্ভিদের বাইরের তলের একটি বিশ্বস্ত প্রতিলিপি খোদাই হয়ে যায় প্রস্তরের ছাঁচে (উদাহরণ—Lepidodendron বক্কলের ছাঁচ বা mould of bark fragement) এবং ভেতরকার অংশে সৃষ্টি হয় একটি ঢালাই হওয়া মন্ড (উদা— Calamite কাণ্ডের মজ্জার ঢালাইকৃত অংশ বা pith cast) [চিত্র 3]

(ঘ) ড্যুরিপার্টিক সংরক্ষণ (Dwripartic preservation) : এটি শক্ত বা কঠিন অংশের সংরক্ষণজাত সৃষ্ট জীবাশ্মের নমুনা। আপনারা জানেন যে বহু শৈবাল তাদের কোষ প্রাচীরের বাইরে সিলিকা বা চুনাপাথরের এক আবরণী তৈরি করে যার প্রাকৃতিক ক্ষয় হয় না। তাই মায়ানোফাইস্টা হতে প্রাপ্ত স্ট্রোমাটোলাইট (stromatolite) 350 কোটি বছর ধরে প্রায় অবিকৃত রয়ে গিয়ে পৃথিবীর বুকে প্রথম প্রাণের নির্দশন হয়ে রয়েছে। অনেক সামুদ্রিক এবং প্রবাল-গঠনকারী সবুজ বা লাল অলগি (Coralline green and red algae), অনুরূপ কঠিন বর্ম সৃষ্টি করে। ডায়াটমদের (Diatoms) দেহও সংরক্ষিত হয় তাদের দেহের চারপাশে সিলিকার খোলক থাকে বলে। উদ্ভিদের কিউটিকল (cuticle) রেণু এবং পরাগের শক্ত কোষ প্রাচীর প্রভৃতি, ড্যুরিপার্টিক সংরক্ষণের অন্যতর নিদর্শন।

অনুশীলনী 15.2

ক) আপনার মতে, কোন্ প্রকার ফসিলে উদ্ভিদের আভ্যন্তরীন কোষ সংগঠন সর্বোৎকৃষ্টভাবে সংরক্ষিত হয় ? কেন ?

খ) কয়লা গোলক বা কোল বল (coal ball) কী ? কোন্ যুগের শিলাস্তরে সাধারণত পাওয়া যায় ? এদের উপস্থিতির যে কোনো তাৎপর্য উল্লেখ করুন।

15.3.2 জৈব-রাসায়নিক ফসিল

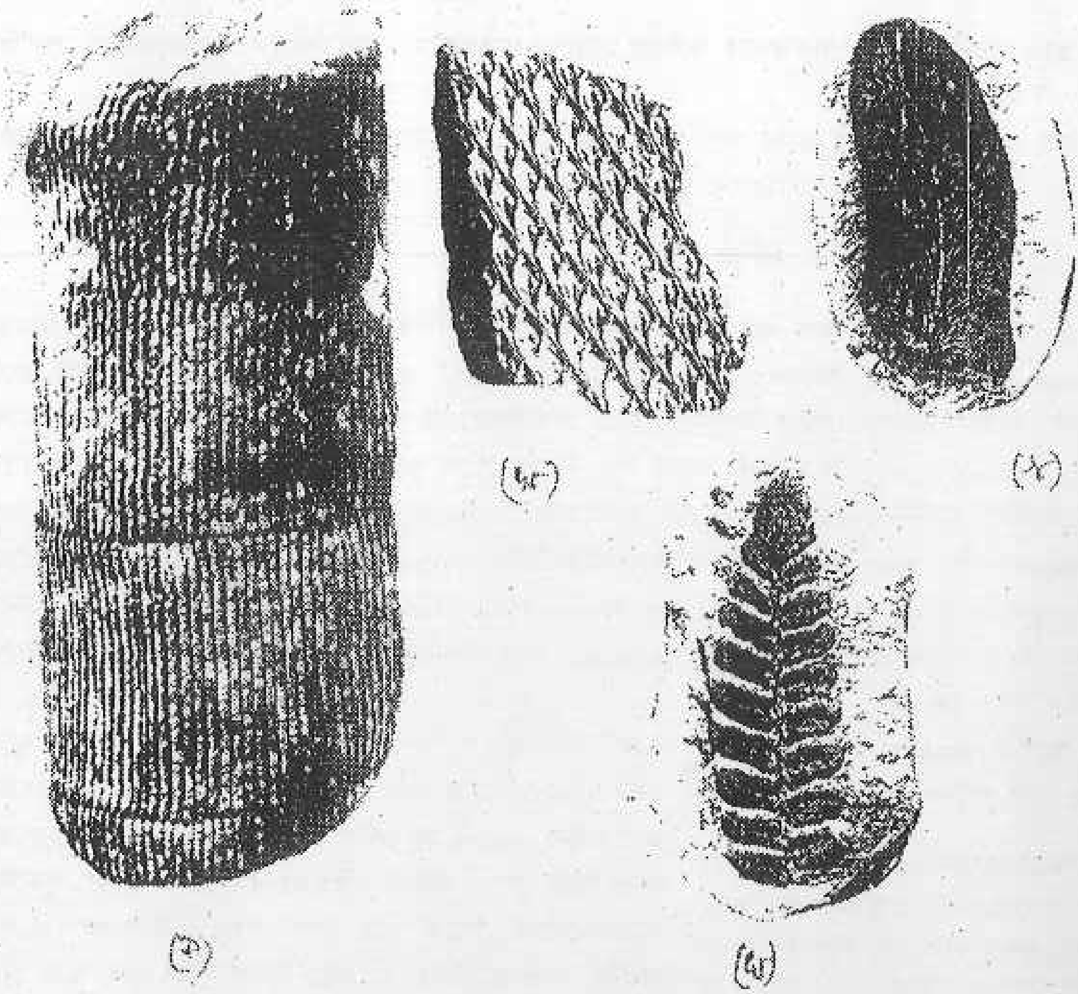
কেবল উদ্ভিদ দেহের অংশ নয়, জীবের নানাবিধ ম্যাক্রোমলিকিউলস (macromolecules) বা পলিমারস (polymers) ও আমরা শিলাস্তরে ফসিল রূপেই পাই। যেহেতু এরা জৈব-প্রক্রিয়ার সৃষ্টি হয়, তাই এদের ফসিল আখ্যা দেওয়ার কোনো অসুবিধা নেই। স্বাভাবিকভাবেই এদের আমরা জৈব *রাসায়নিক ফসিল* (biochemical fossil) বলি। যেমন আসল পত্র জীবাশ্ম থেকে ফ্ল্যাভোনয়েডস (flavonoids), ক্লোরোফিল, অ্যারোমাটিক অ্যাসিডস (aromatic acids), স্টেরয়েডস (steroids), সেলুলোজ, লিগনিন এবং কিউটিন সদৃশ পদার্থ, এমনকি (aromatic acids), স্পোরোপোলেনিনের (sporopollenin) পর্যন্ত হদিশ পাওয়া গেছে (Nicklas & Giannasi, 1977; Nicklas & Brown, 1981; Nicklas, 1981)। সম্পূর্ণ অবিকৃত। এমনকি সবুজ থেকে যাওয়া ফসিলপত্র থেকে Goldenbert এবং অন্যান্যরা (1990, 1999) DNA পর্যন্ত নিষ্কাশন করতে সমর্থ হন।

অ্যাম্বার (amber) একটি অতি চমৎকার এবং চিত্তাকর্ষক সংরক্ষণ মাধ্যম। টারসিয়ারি এবং পরবর্তী যুগের কিছু সরল বর্গীয় এবং শিম্ব গোত্রীয় উদ্ভিদ রজন (resin) নিঃসৃত করে। এটি নানান্ শর্করা, অম্ল, অ্যালকোহল এবং এস্ট্রার (ester)-এর জটিল সংমিশ্রণ যা শুকিয়ে গিয়ে মূল্যবান পাথর তৈরি করে। অতএব এটি জৈব-রাসায়নিক ফসিল। শুকনোর সময়ে কোনো কোনো পত্র, রেণু, ফুল, কীট-পতঙ্গ নিঃসৃত রজনের সংস্পর্ষে এলে, তা গায়ে লেগে যায়। এবং অতি দ্রুত, রজনের শর্করা কোষ-কলার রস শুষে নিয়ে তাদের অবিকৃত ভাবে সংরক্ষণ করে। এইভাবে ফসিল রজনের মধ্যে আরেকটি ফসিল তৈরি হয়। তাই এদের *ফসিলের মধ্যে ফসিল বলা হয়*। অ্যাম্বার থেকে টার্সিয়ারি (tertiary) যুগের পতঙ্গ এবং যে ফুলের তারা পরাগমিলন ঘটাতো, উভয়ই জানতে পারি। এক অবলুপ্ত উদ্ভিদের (13 কোটি বছর পূর্বেকার সালুক সন্ধান মেলে অ্যাম্বারের মধ্যে। নাম *Hymenaca protera* যার মধ্যে থেকে প্রাচীন DNA পর্যন্ত নিষ্কাষন করতে সক্ষম হই (Poinar 1994).

স্পোরোপোলেনিন (sporopollenin) : রেণু ও পরাগের প্রাচীর গাত্রে থাকে এবং এদের সকল প্রকার ক্ষয়ের হাত থেকে রক্ষা করে। এটি ফেনলিক পদার্থের (ফ্যাট অ্যাসিড ও সিন্নামিক অ্যাসিড) একটি জটিল পলিমার।

15.3.3 সূচক-জীবাশ্ম

এক ধরণের জীবাশ্ম আছে যারা খুব অল্প সময় (ধরুন, দশ লক্ষ বছরের কম) পৃথিবীর বুকে বিরাজ করেছে। এদের সহজেই চেনা যায়, পৃথিবী বিভিন্ন জায়গায় বিস্তৃত লাভ করেছিল, বিবিধ পালন পরিমণ্ডলে (sedimentary



চিত্র 3 :

(ক) Calamite কাণ্ডের মজ্জার ঢালাই কৃত অংশ বা Pith cast; (খ) Lepidodendron-এ বল্কলের ছাঁচ (mould of bark fragment); (গ, ঘ) কার্বনিফেরাস (Carfoniferous) যুগের অথিজেনিক সংরক্ষণ (seed fern)।

environment) বাস করতো এবং অল্পকাল পর অবলুপ্ত হয়ে যায়। এদের *সূচক-জীবাশ্ম* (index fossil) বলি। কোনো এক জায়গায় যদি তাদের বয়স নির্ধারণ করতে পারি তাহলে অপর এক জায়গায় তাদের উপস্থিতি, সেখানকার ভূস্তরের বয়স যে পূর্বেকার মতো তা প্রায় নিশ্চিতরূপে বলতে পারি। যথা— *Glossopteris* পত্র মেগাফসিল (চিত্র 1খ) গণ্ডোয়ানা (পূর্ব বা Early Permain) যুগের পালনস্তর ইঙ্গিত করে ; *Archaeopteris* একটি Late Devomain যুগের মেগাফসিল। অতএব, সূচক-জীবাশ্মের মাধ্যমে ভূস্তরবিন্যাসের বয়স নির্ধারণ (biostratigraphy) এবং অনুরূপ আরেক পালনস্তরের সঙ্গো তাঁর পারম্পর্য বা সহগতি পরীক্ষা করা যায়। অবশ্য, এই কাজে মেগাফসিল অপেক্ষা মাইক্রোফসিল (যেমন—রেণু, পরাগ) বেশি ব্যবহৃত হয়।

15.4 অশ্মীভবন প্রক্রিয়া

জীবাশ্ম সম্বন্ধে এতো কিছু জানবার পর *অশ্মীভবন* (fossilization) বা ফসিল সৃষ্টি ঠিক কীভাবে হয়, তা নিশ্চয় আপনাদের জানতে ইচ্ছে করছে। আসুন, এ-বিষয়ে সংক্ষেপে আলোচনা করা যাক।

পৃথিবীতে প্রথম প্রাণের সৃষ্টির পর থেকেই জীবদেহের নানা অঙ্গ মাটির তলায় চাপা পড়ছে ; ক্রমাগত তারা প্রস্তরীভূত হয়ে আমাদের কাছে জীবাশ্মরূপে প্রতীয়মান হচ্ছে। আবহমান কাল ধরে এই প্রক্রিয়া চলে আসছে, সম্ভবত 340 কোটি বছর পূর্বেকার প্রথম পাললিক শিলাস্তর সৃষ্টির পর থেকে / (আগ্নেয়শিলা এবং রূপান্তরিত শিলায় ফসিল থাকলে, ঐ শিলা সৃষ্টিকালে যে প্রবল তাপ এবং চাপের উদ্ভব হয়, তাতে কোনো জীবাশ্মের পক্ষে অক্ষত এবং অবিকৃত থাকা সম্ভব নয়। অতএব, একথা জানবেন, জীবাশ্ম কার্যত *পাললিক শিলাতেই কেবল পাওয়া যায়)*। মাটিতে চাপা পড়বার সময় উদ্ভিদ বা তার অংশ একই স্থানে থাকতে পারে (*স্থানিক* বা *autochthonous*), যা ইউরোপিয় কয়লা-সৃষ্টিকারী অরণ্যের ক্ষেত্রে ঘটেছিল। আবার কখনো, বিচ্ছিন্ন হওয়ার পর পত্র, কাণ্ড, ফুল, রেণু, পরাগ প্রভৃতি জলস্রোত ও বাতাসের দ্বারা স্থানান্তরিত হয়ে অপর স্থানে চাপা পড়তে পারে (*অস্থানিক* বা allochthonous)। যা ভারতীয় গণ্ডোয়ানার কয়লা সৃষ্টিকারী বনরাজীর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

উদ্ভিদাংশের স্থানান্তর এবং পালনস্তরে নিমজ্জিত হওয়ার সময় যে সকল ভৌত এবং অন্যান্য শক্তির মোকাবিলা করতে হয়, তাদের বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা-নিরীক্ষাকে *ট্যাফোনমি* (taphonomy) বলে।

স্থানান্তরের সময় উদ্ভিদ অংশ নানান প্রাকৃতিক কারণে (সামুদ্রিক জলোচ্ছ্বাস, জোয়ার-ভাঁটা ইত্যাদি) ভেঙ্গে, ছিঁড়ে ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। অন্তিমকালে, যেখানে উদ্ভিদের অংশ অবক্ষেপিত হবে, সেখানেও নানাবিধ, রাসায়নিক পরিবর্তন (*ডায়াজেনেসিস,* Diagenesis) ঘটতে থাকে। শিলাকরণের (lithification) পর অবশেষে জীবাশ্ম সৃষ্টি হয়।

অশ্মীভবন প্রক্রিয়ার এটি সংক্ষিপ্ত রূপরেখা নীচে দেওয়া হল :

(ক) উদ্ভিদাংশ। তা স্থানিক হোক বা অস্থানিকই হোক, একবার শান্ত জলে এসে পড়লে নিমজ্জিত হয়, এবং তলদেশে প্রায় অনুভূমিকভাবে শায়িত হয়। পত্র তলদেশে পড়লে তাদের উত্তল (convex) দিকে সাধারণত ওপরের দিকে থাকে। নিমজ্জিত হওয়ার সময় বিস্তর মাটি, পলি একইসঙ্গো নীচে জমা হয়, উদ্ভিদ অংশকে ঢেকে ফেলে এবং তাদের ওপর সৃষ্ট প্রবল চাপের ফলে উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশ চ্যাপটা হয়ে যায়।

(খ) ভেতরকার পাতলা কোষ-প্রাচীর যুক্ত প্যারেনকাইমা কোষ সর্বপ্রথম ভেঙে পড়ে। তারপর অপেক্ষাকৃত পুরু এবং শক্ত প্রাচীর বিশিষ্ট কলা চ্যাপটা হতে থাকে এবং অবশেষে একটি ক্ষীণ, কয়লা-সদৃশ স্তর পড়ে থাকে। পলিমাটির চাপে কোষ কলার বাতাবকাশ অবলুপ্ত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে ভেতরকার জলীয় এবং জৈব পদার্থ, মিথেন, হিউমিক অ্যাসিড প্রভৃতি নির্গত হয়। পলিস্তরের গভীরতা এবং তার প্রকৃতির ওপর জীবাশ্মের উৎকর্ষ নির্ভরশীল। নুড়িপাথর মিশ্রিত পলিস্তরে অঙ্গাহানির সম্ভাবনা থাকে।

(গ) এবংবিধ ভৌতের প্রক্রিয়ার সঙ্গে রাসায়নিক পরিবর্তন (ডায়াজেনেসিস) সমান তালে চলতে থাকে। কোষের ফাঁকফোকড়ে খনিজ পদার্থ জমাট বেঁধে একটি শক্ত, মজবুত কাঠামো তৈরি করে যা দেহকোষের ওপর ক্রমবর্দ্ধমান চাপ প্রতিহত করতে সাহায্য করে। কখনো কখনো কোষের সেলুলোজ ও লিগনিন অঙ্গারীভূত হয়। শর্করা হাইড্রোকার্বনে পরিণত হয় এবং কেরোজেন (kerogen) নামক অদ্রাব্য পর্দাথ সৃষ্টি হয়।

গভীর নিঃস্তরঙ্গ জল, অম্লতা, অক্সিজেনের অভাব, মিহি পলি, উদ্ভিদ অঙ্গ শক্ত, প্রতিরোধকারী অংশের আধিক্য, এবম্বিধ অবস্থায় অশ্মীভবন সুচারু রূপে সম্পন্ন হয়।

15.5 ভূতাত্ত্বিক কাল বিভাগ

পৃথিবী সৃষ্টির পর থেকে আজ পর্যন্ত 4600 মিলিয়ন বছর (বা 460 কোটি বছর) সময় কালকে আমরা ক্রমবিভক্ত করে থাকি *মহাযুগ* (Eon), *অধিযুগ* (Era), যুগ (period) এবং *উপযুগ* (Epoch) নামক উপবিভাগে। এই ক্রমবিভাজন করা হয় ফসিলের ওপর ভিত্তি করে। এই বিষয়টি *জৈবস্তর* বা bio-stratigraphy'র অন্তর্গত। অধিযুগের মধ্যে *তিনটি* প্রধান সীমারেখা (era foundaries) রয়েছে। তাদের একটি (543 Ma) নির্ধারিত হয় বহুকোষীয় প্রাণীর দ্রুত বিস্তারকে কেন্দ্র করে (Precambrian—Palaeozaic boundary)—যা cambrian explosion নামে অভিহিত। প্যালিয়জোয়িক এবং মেসোজয়িকের মধ্যেকার সীমারেখার (Palaeozoic-Mesoxoic boundary) ভিত্তি 96% সামুদ্রিক প্রাণীর গণ বিলুপ্তি (mass extinction)। যার সময়কাল Ca. 248 Ma পূর্বে। মেসোজয়িক এবং সিনোজয়িকের সীমারেখা (Masozoic-Cenozoic boundary) টানা হয় Ca. 65 Ma পূর্বে। যে সময় সকল ডাইনোসর (dinosaur) এবং 75% সামুদ্রিক অমেরুদণ্ডি প্রাণীর অবলুপ্তি ঘটে। প্রাণী জীবাশ্মের পরিবর্তে যদি উদ্ভিদ জীবাশ্মের ভিত্তিতে ভূসময়কালের বিভাজন করা হতো তাহলে এক ভিন্ন ক্রমবিভাজন পরিলক্ষিত হতো (Traverse 1988)।

সাম্প্রতিককালের প্রচলিত একটি ভূতাত্ত্বিক কালবিভাজন নীচে দেওয়া হল (সারণি 1)।

সারণি 1. আন্তর্জাতিক ভূতত্ত্বীয় কাল বিভাগ (International Geological Timescale)

মহাযুগ EON	অধিযুগ ERA		যুগ PERIOD	উপযুক্ত EPOCH	মিলিয়ন বছর পূর্বে million year ago (mya or Ma)
ফ্যানেরোজোয়িক PHANEROZOIC	সিনোজোয়িক CENOZOIC	কোয়াটার্নারি Quaternary	নিয়োজিন Neogene	হোলোসিন Holocene	
				প্লায়স্টোসিন Pleiostocene	1.8
		টার্সিয়ারি Tertiary		প্লায়োসিন Pliocene	5.3
				মায়োসিন Miocene	23.8
			প্যালিয়জিন Palaeogene	অলিগোসিন Oligocene	33.7
				ইয়োসিন Eocene	54.8
				প্যালিয়সিন Palaeocene	65
	মেসোজোয়িক MESOZOIC		ক্রিটেশাস Cretaceous	নব Late	
				পুরা earby	144
			জুরাসিক Jurassic	নব Late	
				মধ্য middle	
				পুরা early	206
			ট্রায়াসিক Triassic	নব Late	
				মধ্য middle	
				পুরা early	248
	প্যালিয়োজোয়িক PALAEOZOIC		পারমিয়ান Permian	নব late	
				পুরা early	290
			কার্বনিফেরাস Carboniferous	নব late	
				পুরা early	354
			ডেভোনিয়ান Devonian	নব late	
				মধ্য middle	
				পুরা early	417
			সিলুরিয়ান Silurian	নব late	
				পুরা early	443
			অর্ডোভিসিয়ান Ordovician	নব late	
				পুরা early	490
			কেমব্রিয়ান Cambrian	নব late	
				মধ্য middle	
				পুরা early	570
প্রাক্‌কেমব্রিয়ান PRECAMBRIAN	প্রোটেরোজোয়িক PROTEROZOIC				2500
	আর্কিয়ান ARCHAEAN				3950
	হ্যাডিয়ান HADEAN				4600

15.6 সারাংশ

পৃথিবী সৃষ্টির প্রায় একশ কোটি বছর পর প্রথম প্রাণ সৃষ্টির সময় থেকে আজ পর্যন্ত নানাবিধ জীবের আবির্ভাব ও ব্যাপ্তি ঘটেছে এবং কোনো সময় বিলুপ্ত হয়ে গেছে। বহুবিচিত্র সকল জীবের উদ্ভব, ক্রমবিবর্তন, প্রসার, অঙ্গসংস্থান প্রভৃতি সম্বন্ধে আমাদের সকল জ্ঞানের উৎস হল পাথরের অলিন্দে খোদাই থাকা তাদের নঃস্বর প্রাণের পদচিহ্ন—যাদের জীবাশ্ম (fassil) আখ্যা দেওয়া হয়। এদের অনুসন্ধান, পরীক্ষা-নিরীক্ষা সংক্রান্ত যাবতীয় বৈজ্ঞানিক কার্যকলাপ অর্ন্তভুক্ত *পুরাজীববিদ্যা* (paleontology) নামক বৈজ্ঞানিক শাখায়। এই শাখার অন্যতম উপবিভাগ হল *প্র-উদ্ভিদবিদ্যা* (Paleobotany)।

জীবের ন্যায় জীবাশ্মও নানান প্রকারের হয়। কখনও তারা অতি ক্ষুদ্র রেণু, পরাগ, প্রভৃতি (অণুজীবাশ্ম বা microfossils)। আবার কখনও বড় হয় (মেগাফসিল, megafassil)। জীবাশ্মের প্রকারভেদ বহুলাংশেই তাদের সংরক্ষণের ওপর নির্ভরশীল। মূলত, *চারপ্রকার* সংরক্ষণ পদ্ধতি (Schopf 1975) দ্বারা ফসিলের প্রকারভেদ ব্যাখ্যা করা যায় : *কোষীয় খনিজীকরণ, অঙ্গারিভূত সংনমন, অনুকৃত সংরক্ষণ* এবং *ড্যারিপারটিক সংরক্ষণ।* এছাড়া নানাবিধ *জৈব-রাসায়নিক ফসিল* নমুনা গবেষণার নিত্যনতুন দিকের উন্মোচন করে চলেছে।

প্র-উদ্ভিদবিদ্যা কেবল জাতিজনিগত ইতিহাস সংক্রান্ত সমস্যার সালুকসন্ধান দেয় না। এই শাখাটির (discipline) ব্যবহারিক উপযোগিতাও অপরিসীম। তেল, কয়লা জাতীয় জ্বালানির সন্ধান। পুরাজলবায়ুবিদ্যা সংক্রান্ত গবেষণায় সহায়তা, পুরাবাস্তব্যবিদ্যার কাঠামো, ভূস্তরবিন্যাসজাত অনুসন্ধানের অন্যতম সূত্র। এমন অনেক কাজে প্র-উদ্ভিদবিদ্যার অবদান অপরিহার্য।

জীবাশ্ম মূলত পাললিক শিলাতেই পাওয়া যায়। অগভীর শান্ত জল বিশেষ করে যদি তা আম্লিক এবং অক্সিজেন ঘাটতি সম্পন্ন হয়, অশ্মীভবনের (fossilization) পক্ষে অনুকূল। অশ্মীভবনের উৎকর্ষ বহুলাংশে ট্যাফোনমিক ক্রিয়া এবং ডায়াজেনেটিক পরিবর্তনের ওপর নির্ভরশীল। উদ্ভিদের শক্ত, ঘাত-প্রতিরোধকারি অঙ্গের উপস্থিতি, পালল পরিমণ্ডলে মিহি পলির আধিক্য, প্রভৃতি অবস্থা অশ্মীভবনের সহায়ক।

পৃথবীর সৃষ্টি থেকে আজ পর্যন্ত ভূতত্ত্বিয় সময়ের ক্রমবিভাজন করা হয়েছে। এই উপবিভাগুলি হল *মহাযুগ* (Eon), *অধিযুগ* (Era), যুগ (Period), *উপযুগ* (Epoch) ইত্যাদি।

15.7 প্রান্তিক প্রশ্নাবলী

1. সংক্ষেপে উত্তর দিন ঃ

ক) বীরবল সাহনির প্রধান *দুটি* অবদান উল্লেখ করুন।

খ) অ্যাম্বার (Amber) কে কেন 'ফসিলের মধ্যে ফসিল' বলা যায় ?

গ) সূচক-জীবাশ্ম (index fossil) কাকে বলে ? কীভাবে এদের মাধ্যমে ভূস্তরে জৈবিক সহগতি (biological correlation) পর্যবেক্ষণ করা যায় ?

ঘ) অনুজীবাশ্ম (microfossils) কাদের বলে ? একটি উদাহরণ দিন।

ঙ) স্পোরোপোলেনিন (sporapollenin)-এর রাসায়নিক প্রকৃতি কী ? এই পদার্থের তাৎপর্য নির্দেশ করুন।

চ) স্থানিক (autochthonous) এবং অস্থানিক (allochthonous) সংরক্ষণ বলতে কী বোঝায় ?

ছ) ট্যাফোনমি (tafhnomy) কথাটির অর্থ কী ?

জ) ডায়াজেনেটিক পরিবর্তন (diagenetic change) কাকে বলে ?

ঝ) মজ্জার কাস্ট (pith cast) কীভাবে সৃষ্টি হয় ? একটি উদাহরণ দিন।

ঞ) অশ্মীভবনের (fossilization) উৎকর্ষবিচারে প্রধান শর্তগুলি সংক্ষেপে আলোচনা করুন।

15.8 উত্তরমালা

অনুশীলনী 15.1 : (ক) স্ট্রোমাটোলাইটস, 3500 Ma; (খ) (i) অ্যাডলফ ব্রনিয়ার (Adolophe Brongniart; (ii) ও. ফাইস্টমান্টেল (O Feistmantel)

অনুশীলনী 15.2 : (ক) দ্রঃ15.3.1, ক ; (খ) দ্রঃ 15.3.1, ক

প্রান্তিক প্রশ্নাবলী : (ক) *Williamsonia Sewardiana* নামক ফসিলের পুনর্নির্মাণ ; লক্ষ্ণৌ-এর পৃথিবীবিখ্যাত প্র-উদ্ভিদবিদ্যা গবেষণাগার স্থাপন। (এই গবেষণাগারের website-এ আরও অনেক তথ্য পাবেন)। (খ)দ্রঃ 15.3.2; (গ) দ্রঃ 15.3.3 (ঘ) দ্রঃ 15.3; (ঙ) দ্রঃ 15.3.2 ও প্রান্তলিপি ; (চ), (ছ) এবং (জ) দ্রঃ 15.4 (ঝ) দ্রঃ 15.3.1, ক ; (ঞ) দ্রঃ 15.4।

একক 16 ☐ কলা

গঠন

16.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
16.2 কলার শ্রেণীবিন্যাস
16.2.1 ভাজক কলা (Meristematic tissue)
16.2.1.1 ভাজক কলার গঠন
16.2.1.2 ভাজক কলার বণ্টন
16.2.1.3 ভাজক কলার কার্য
16.2.1.4 ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ
16.2.2 স্থায়ী কলা (Permanent tissue)
16.2.2 স্থায়ী কলার শ্রেণীবিভাগ
অনুশীলনী-1
16.3 সারাংশ
16.4 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী
16.5 উত্তরমালা

16.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

যে কোনো বহুকোষী জীবের ন্যায় উদ্ভিদকূল একাধিক কলায় বিভক্ত। নিম্ন শ্রেণীর উদ্ভিদে প্রকৃত কলা অনুপস্থিত, তা বলাই বাহুল্য। কলার সংজ্ঞা আপনারা পূর্বেই জেনেছেন, যথা—অবিচ্ছন্ন, উৎপত্তিগতভাবে অভিন্ন কোষের সমষ্টি যা একই কার্য সম্পন্ন করে। উদ্ভিদ কলার সঙ্গে প্রাণীদেহের কলার একটি মৌলিক পার্থক্য আছে। উদ্ভিদ কলার থেকে যে কোনো কোষ বিচ্ছিন্ন করে পুষ্টি মাধ্যমে (growth medium) পালন করলে একটি পরিপূর্ণ উদ্ভিদ সৃষ্টি সম্ভব। উদ্ভিদের এই ধর্মকে আমরা **টোটিপোটেনসি (totipotency)** বলি, যাকে কেন্দ্র করে উদ্ভিদ কলা পালন বা **টিস্যু কালচার** (plant tissue culture) নামক-শাখা গড়ে উঠেছে। জৈব প্রযুক্তিতে যার সম্ভাবনা প্রতিদিন নানাভাবে উন্মোচিত হচ্ছে। যদিও উচ্চতর প্রাণীতে কিছু কোষ (cell lines) অমর থাকে, যাদের আমরা stem cells বলি তা পক্ষান্তরে উদ্ভিদ কোষ খানিকটা স্বতন্ত্র। এখানে ভ্রূণবিকাশনের (embryogeuesis) পরেও অঙ্গাস্ফুরণ (organogenetis) অব্যাহত থাকে। উদ্ভিদ ভ্রূণে উত্তরকালের দেহের নকশা খুবই অপরিণত থাকে, যা যেহের বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে নানাভাবে উন্মোচিত হতে থাকে। এটি সম্ভব হয় ভাজক কলার উপস্থিতির দরুণ।

- এই একক থেকে আপনারা কলার শ্রেণীবিন্যাস জানতে পারছেন।
- অবহিত হচ্ছেন বিভিন্ন স্থায়ী কলা সম্বন্ধে যা উদ্ভিদদেহে বৈচিত্র প্রদান করে এবং নানাবিধ কর্ম সম্পন্ন করে।

- ভাজক কলা—যা উদ্ভিদের ক্রমবৃদ্ধি, স্ফীতি, ঝড়-বাতাসের হাত থেকে রক্ষা, রোগ-জীবাণুর, মোকাবিলা এমন বহু কার্যের জন্য অপরিহার্য।

16.2 কলার শ্রেণীবিন্যাস

উদ্ভিদদেহে কলার অবস্থান, কলা কোষগুলির গঠন, কার্য, উৎপত্তি, পরিস্ফুরণের দশা, প্রভৃতির ওপর ভিত্তি করে কলার শ্রেণীবিভাগ করা হয়।

কলা প্রধানত দুই প্রকার : (i) **ভাজক কলা** (meristematic tissue) এবং (ii) **স্থায়ী কলা** (permanent tissue)। এই দুই প্রকার কলাই নানান বৈশিষ্ট্য অনুযায়ী পুনরায় শ্রেণীবিভক্ত করা যায়। এই শ্রেণীবিভাগ আপাতত মুলতুবি রেখে। আসুন আমরা প্রথমে ভাজক কলার গঠনপ্রকৃতি ও কার্য সংক্ষেপে আলোচনা করি।

16.2.1 ভাজক কলা (Meristemetic tissue)

বিভাজনক্ষম কোষ সমষ্টি দিয়ে সৃষ্ট কলাকে আমরা ভাজক কলা বলি। ভাজক কলার কোষগুলি বিভাজিত হয়ে নতুন অপত্য কোষ সৃষ্টি করে। কোষগুলি তাই অপরিণত, অপরিস্ফূট অবস্থায় থাকে।

16.2.1.1 ভাজক কলার গঠন

ভাজক কলার কোষগুলি আয়তনে খুব ছোট, ঘনসন্নিবিষ্ট এবং কোষান্তর অবকাশ অনুপস্থিত থাকে। এদের কোষপ্রাচীর পাতলা, সেলুলোজ বিশিষ্ট। কোষ অভ্যন্তরে ঘন সাইটোপ্লাজম। অপেক্ষাকৃত বড় নিউক্লিয়াস এবং অসংখ্য ছোট ছোট ভ্যাকুওল থাকে। কোষগুলির আকৃতি হয় গোল, বা মূলাকার বা ডিম্বাকার। এমনকি বহু ভূজাকার হতে পারে (Fig. 16.1)

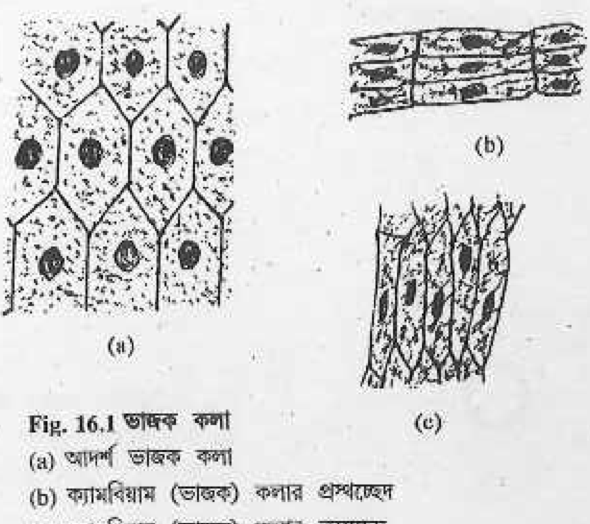


Fig. 16.1 ভাজক কলা
(a) আদর্শ ভাজক কলা
(b) ক্যামবিয়াম (ভাজক) কলার প্রস্থচ্ছেদ
(c) ক্যামবিয়াম (ভাজক) কলার লম্বচ্ছেদ

16.2.1.2 ভাজক কলার বন্টন

উদ্ভিদের মূল, বিটপ ও তার শাখা-প্রশাখার অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চলে ভাজক কলা দেখা যায়। কখনও বা উদ্ভিদের পর্বমধ্যে (**নিবেশিত ভাজক কলা**)। কান্ড বা মূলের পার্শ্বদেশে (**পার্শ্বীয় ভাজক কলা**) ভাজক কলা থাকে। অধিকন্তু, কিছু উদ্ভিদের বহিস্তরে **কর্ক-ক্যামবিয়াম** রূপে এবং নালিকা বান্ডিলের অন্তর্গত সংবহন কলাতে **ফ্যাসিকুলার ক্যামবিয়াম** রূপে ভাজক কলা উপস্থিত থাকে।

16.2.1.3 ভাজক কলার কার্য

কোষ বিভাজনের মাধ্যমে উদ্ভিদ দেহের বৃদ্ধি, স্ফিতি, ক্ষত স্থানের মেরামত, উদ্ভিদের জীবদ্দশা পর্যন্ত প্রায়শই অব্যাহত থাকে।

এই বৃদ্ধি কখনও নির্দিষ্ট (determinate)। আবার কখনও বা অনির্দিষ্ট (indeterminate)। পূর্ব নির্দিষ্ট ভাজক কলার ক্রিয়ার মাধ্যমে একই আয়তনের পাতা। একই আয়তনের ফুল সৃষ্টি হয়।

অনির্দিষ্ট ক্রমবৃদ্ধির দরুণ উদ্ভিদের দৈর্ঘ্য এবং পরিধিতে বৃদ্ধি বহুদিন পর্যন্ত জারী থাকে। এই অনির্দিষ্ট বৃদ্ধি উদ্ভিদের এক মৌলিক বৈশিষ্ট্য। অপরপক্ষে প্রাণীকূলের বৃদ্ধিকাল পূর্বনির্ধারিত থাকে। এই অনির্দিষ্ট বৃদ্ধির দরুণ ১৮০ মিটার লম্বা রোটাং পাম (Rotang Palm, **Calamus** sp.) বা পাঁচ হাজার বছর ধরে বেঁচে থাকা **Pinus longaeva**-এর মতো বিস্ময়ের বস্তু আমাদের গোচরে আসে।

16.2.1.4 ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ

উদ্ভিদ দেহে অবস্থান, উৎপত্তি, কার্য এবং বিভাজনের তল অনুযায়ী ভাজক কলার শ্রেণীবিভাগ করা হয়েছে। সংক্ষেপে এগুলি আলোচনা করা যাক।

(ক) উদ্ভিদদেহে অবস্থান অনুযায়ী শ্রেণীবিভাগ (Fig 16.2) :

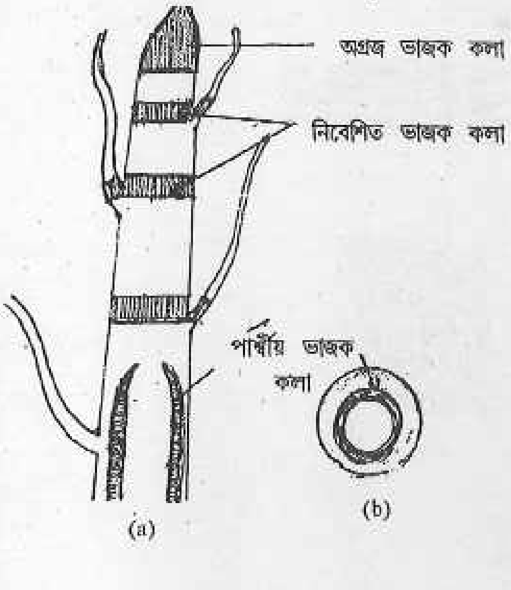


Fig. 16.2 বিভিন্ন ভাজক কলার অবস্থান
(a) বিটপ-অগ্রের লম্বচ্ছেদ
(b) প্রস্থচ্ছেদে পার্শ্বীয় ভাজক কলার অবস্থান।

(i) **অগ্রস্থ বা শীর্ষক ভাজক কলা :** সংবহন কলা সমন্বিত, কাণ্ড, মূল এবং পত্রের। এবং তাদের শাখা-প্রশাখার অগ্রভাগে যে ভাজক কলা বর্তমান, তাদের **অগ্রস্থ** বা **শীর্ষক ভাজক কলা** (apical meristem) আখ্যা দেওয়া হয়। উদ্ভিদ অক্ষের দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি অগ্রস্থ ভাজক কলার দরুন হয়।

(ii) **নিবেশিত ভাজক কলা :** প্রকৃত অর্থে এটি অগ্রস্থ ভাজক কলারই অংশ। যা উদ্ভিদ অক্ষের বৃদ্ধিকালে শীর্ষস্থান থেকে বিচ্যুত হয়ে স্থায়ী কলার অভ্যন্তরে অবস্থান করে। এদের **নিবেশিত ভাজক কলা** (intercalary meristem) বলে। উদ্ভিদের নানান অংশে নিবেশিত ভাজক থাকে—

যথা, Equisetum (এক প্রকার টেরিডোফাইট) বা ঘাস বা অন্যান্য একবীজপত্রীর কান্ড পর্বমধ্যের নীচে। **Pinus** (পাইন গাছ)-এর পত্রমূলে। এই ভাজক কলা মূলত উদ্ভিদ অক্ষের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করে। অনতিবিলম্বে এই ভাজক কলা স্থায়ী কলায় রূপান্তরিত হয়।

(iii) **পার্শ্বস্থ ভাজক কলা :** ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ বা দ্বিবীজপত্রী গুপ্তবীজী উদ্ভিদ দেহের অক্ষের সঙ্গে সমান্তরাল ভাবে বিন্যস্ত ভাজক কলাকে **পার্শ্বস্থ ভাজক কলা** (lateral meristem) বলি। এই ভাজক কলা ও কাণ্ডের পরিধি বৃদ্ধি করে। নালিকা বান্ডিলের অভ্যন্তরীন **ফ্যাসিকুলার ক্যামবিয়ান** (fascicular cambium) এবং বাইরের কর্ক ক্যামবিয়ান (cork cambium) বা ফেলোজেন (phellogen)। পার্শ্বস্থ ভাজক কলার উদাহরণ।

(খ) উৎপত্তি অনুসারে শ্রেণীবিভাগ :

(i) **প্রাথমিক ভাজক কলা :** যে ভাজক কলা থেকে উদ্ভিদের প্রাথমিক দেহ গঠিত হয়। তাকে **প্রাথমিক ভাজক** (primary meristem) কলা বলে। ভ্রূণকোষ থেকে উদ্ভূত কোষ দ্বারা সৃষ্ট প্রাথমিক ভাজক কলা। উদ্ভিদের জীবদ্দশা বরাবর বিভাজনক্ষম থাকে। মূল, কাণ্ড বা তাদের শাখা-প্রশাখার অগ্রভাগে। প্রাথমিক কলার অবস্থান দেখা যায়।

(ii) গৌণ ভাজক কলা : প্রাথমিক ভাজক কলার কোষ থেকে সৃষ্ট স্থায়ী কলা বিবিধ কারণে। কয়েকটি সজীব কোষ নিয়ে পুনরায় বিভাজনক্ষম হয়ে উঠে। এইপ্রকার কোষ সমষ্টিকে **গৌণ ভাজক কলা** (secondary meristem) বলে। পূর্বে উল্লেখিত কর্ক ক্যামবিয়াম বা ফেলোজেন যেমন অবস্থান অনুসারে পার্শ্বস্থ ভাজক কলা, তেমন উৎপত্তি অনুসারে গৌণভাজক কলা। একই বস্তু নানাভাবে শ্রেণীবিভাগ করা যায়—কেবল ভিত্তি পূর্বেই ঠিক করে নিতে হয়। গৌণ ভাজক কলার আরও উদাহরণ হলো গৌণ বৃদ্ধি কালে সৃষ্ট ইন্টারফ্যাসিকুলার (interfascicular) বা আন্তঃগুচ্ছ ক্যামবিয়াম। গৌণভাজক কলার মূল কাজ হলো গৌণ-বৃদ্ধি, ক্ষতস্থানের মেরামত এবং উদ্ভিদের সংরক্ষণ।

(গ) কার্য অনুসারে শ্রেণীবিভাগ (Fig. 16.3) :

(i) প্রোটোডার্ম (Protoderm) : এটি অগ্রস্থ-ভাজক কলা বা প্রাথমিক ভাজক কলার সর্বাপেক্ষা বহিরের স্তর। এই স্তরের অন্তর্গত কোষগুলি অরীয় বিভাজনের (radial division) মাধ্যমে উদ্ভিদের ত্বক বা এপিডার্মিস (epidermis) সৃষ্টি করে। কখনও বা এরা স্পর্শক-বিভাজনের (tangential division) মাধ্যমে **বহুস্তরী ত্বক** (multiple epidermis) তৈরী করে, যা বটগাছের পাতার উর্ধ্বত্বকে এবং করবীগাছের পাতার উর্ধ এবং নিম্নত্বকে দেখা যায়।

(ii) প্রোক্যামবিয়াম (procambium) : অগ্রস্থ ভাজক কলার যে লম্বাটে ও ক্রমসূক্ষ্ম (tapering) কোষগুলি প্রাথমিক সংবহন কলা গঠন করে। তাদের প্রোক্যামবিয়াম বলে। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে প্রোক্যামবিয়াম

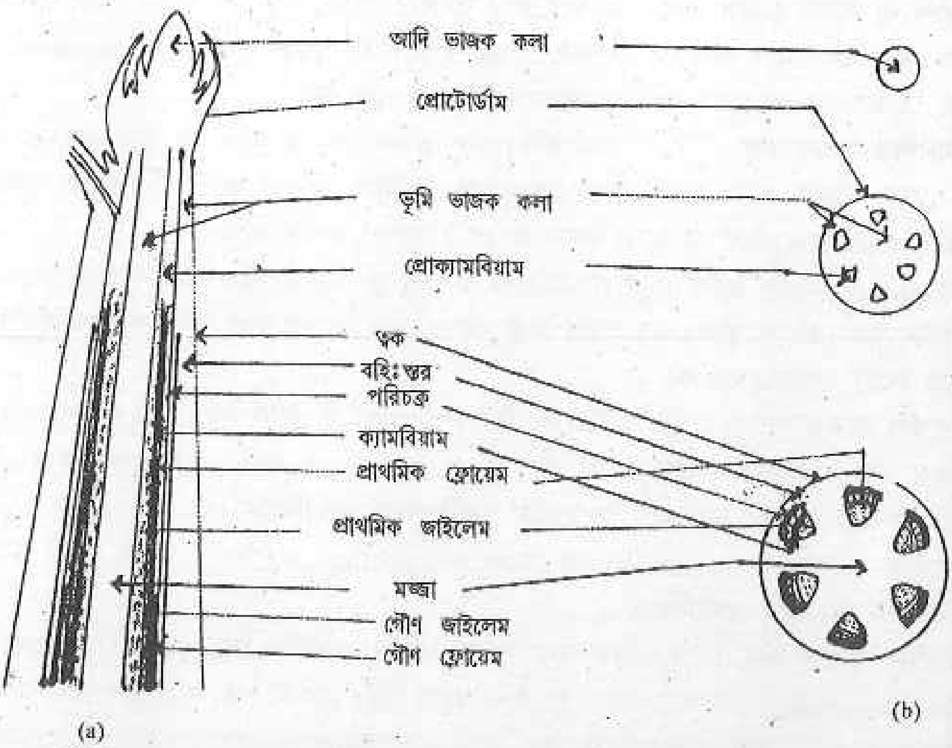


Fig. 16.3 বিটপ-অগ্রের ভাজক কলা এবং তাদের (স্থায়ী কলায়) ক্রম-পৃথকীকরণ দেখানো হয়েছে, (a) লম্বচ্ছেদ এবং (b) প্রস্থচ্ছেদ।

বলয়াকারে বিন্যস্ত থাকে। প্রতিটি প্রোক্যামবিয়াম গুচ্ছ এক একটি নালিকা বান্ডিল সৃষ্টি করে। একবীজপত্রীর কান্ডে প্রোক্যামবিয়াম ভূমি-ভাজক কলাতে (ground meristem) ইতস্তত বিক্ষিপ্ত থাকে। কান্ডে অনেকগুলি প্রোক্যামবিয়ামগুচ্ছ থাকে কিন্তু মূলে কেবল একটি প্রোক্যামবিয়াম গুচ্ছ দেখা যায়।

(iii) **মৌলিক অথবা ভূমিভাজক কলা (Ground meristem) :** প্রোটোডার্ম ও প্রোক্যামবিয়াম ব্যতিরেকে প্রাথমিকভাজক কলার বাকি অংশকে মৌলিক বা **ভূমি ভাজক কলা** বলে। এই কলা উদ্ভিদের বহিঃস্তর, মজ্জাংশ এবং মজ্জা গঠন করে।

(ঘ) বিভাজনের তল অনুসারে শ্রেণীবিভাগ :

(i) **পুঞ্জীভূত ভাজক কলা (Mass meristem) :** যে সকল ভাজক কলার কোষগুলি তিন বা তার বেশী তলে বিভাজিত হয় এবং অনিয়তভাবে বিন্যস্ত কোষপুঞ্জ সৃষ্টি করে। তাদের **পুঞ্জীভূত ভাজক** কলা বলে। উদাহরণ হলো বহু বর্ধনশীল ভ্রূণের প্রাথমিক দশার কোষসমূহ, পরিস্ফুটনকারী রেণুস্থলী।

(ii) চেটাল ভাজক কলা (Plate meristem) : ভাজক কলার কোষগুলি যখন দুটি তলে বিভাজিত হয়ে চেটাল প্রকৃতির হয়। তখন এই কলা থেকে উদ্ভুত অঙ্গাগুলিও আকারে প্লেটের মতো বা চেটালভাবে বৃধি পায়। এই ভাজক কলাকে চেটাল ভাজক কলা বলে। এই স্তর-বিশিষ্ট চেটাল ভাজক কলা থেকে ত্বক সৃষ্টি হয়।

(iii) পর্শুকা ভাজক কলা (Rib meristem) : ভাজক কলার কোষগুলি যখন একটি মাত্র তলে বিভাজিত হয় তখন কোষের সারি বা স্তম্ভ গঠন করে। এদের আমরা পর্শুকা ভাজক কলা বলি। এই ভাজক কলার ক্রিয়ায় উদ্ভিদ লম্বায় বৃধ্বি পায়। এই ধরনের ভাজক কলা বর্ধনশীল মূল ও কাণ্ডের কর্টেকস এবং মজ্জার পরিস্ফুটনে সাহায্য করে।

উল্লেখ করতে হয় যে ভ্রূণের প্রাথমিক পর্যায় থেকেই বিটপ এবং মূলের অগ্রভাগগুলি কতিপয় প্রারম্ভিক কোষ এবং তাদের উদ্ভূত কোষ (initials and their derivetines) নিয়ে তৈরি হয়ে থাকে। এই কোষগুলি উদ্ভিদের জীবদ্দশা জুড়ে স্থায়ী হয়। এটি একপ্রকার ভাজক কলা, যা **আদি ভাজক কলা** (promeristem) নামে পরিচিত। নিবিড় ভাবে লক্ষ করলে এই ভাজক কলার মধ্যে একপ্রকার অঞ্চলীকরণ (zoniation) দেখতে পাব। উদ্ভিদের অংগ পরিণত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে আদি ভাজক-কলা থেকেই বিভিন্ন স্থায়ী। কলার ক্রম-পথগীকরণ—হতে থাকে। অতএব, এরাই স্থায়ী কলা সৃষ্টির ভিত্তি (Fig. 16.3)।

16.2.2 স্থায়ী কলা (Permanent Tissue)

যে সকল কলার কোষগুলি স্বাভাবিক অবস্থায় বিভাজনে অক্ষম এবং পূর্ণতাপ্রাপ্তির পর বৃধ্বি স্তব্ধ হয়ে যায়, তাদেরই **স্থায়ী কলা** (permanent tissue) বলে। প্রাথমিক ভাজক কলা (অগ্রস্থ ও পার্শ্বীয়) থেকে সৃষ্ট স্থায়ী কলাকে **প্রাথমিক স্থায়ী কলা** এবং গৌণ ভাজক কলা (পার্শ্বীয়) থেকে উদ্ভূত স্থায়ী কলাকে **গৌণ স্থায়ী কলা** বলি।

স্থায়ী কলার কোষগুলি পরিণত অবস্থায় প্রোটোপ্লাজম থাকতে পারে (জীবিত কোষ) আবার কখনো বা নাও থাকতে পারে (মত্কোষ) এবং কোষ-প্রাচীর পাতলা কিংবা স্থূল হয়। পাতলা কোষ-প্রাচীর সেলুলোজ এবং পেকটিক পদার্থ নিয়ে গঠিত ; স্থূল প্রাচীরে নানান উপাদান থাকে এবং অলংকরন সৃষ্টি হয়।

16.2.2.1 স্থায়ী কলার শ্রেণীবিভাগ (Classification of permanent tissue)

স্থায়ী কলা সরল কিংবা জটিল হতে পারে। **সরল কলা (Simple tissue)** সমসত্ব (homageneous) এবং একই প্রকার (গঠন, আকৃতি ও কার্যে) কোষ নিয়ে গঠিত। অপরপক্ষে, **জটিল কলা** (Complex tissue) অসমসত্ব (heterogeneous) হয় এবং বিভিন্ন প্রকৃতির কোষ উপাদান নিয়ে গঠিত। বলাবাহুল্য, ভিন্ন প্রকৃতির কোষ-উপাদান সত্ত্বেও জটিল কলায় তারা এক প্রধান কার্য সম্পন্ন করে।

আসুন, এবার আমরা একে একে স্থায়ী সরল ও জটিল কলার সংক্ষিপ্ত পর্যালোচনা করি।

(ক) সরল কলা : সরল কলা মূলত **তিন** প্রকার কোষ নিয়ে গঠিত, যথা—**প্যারেনকাইমা, কোলেনকাইমা** এবং **স্ক্লেরেনকাইমা**। এই কোষগুলি নামানুসারে সরল কলার নামকরণ হয়ে থাকে।

(i) প্যারেনকাইমা (parenchyma) : পাতলা, কেবল সেলুলোজ-বিশিষ্ট কোষপ্রাচীর নিয়ে গঠিত সজীব কোষ, যা কোষ বিভাজনের মাধ্যমে উদ্ভিদের ক্ষতস্থান পুরনের ক্ষমতা রাখে। কোনো উদ্ভিদ অঙ্গের প্রস্থচ্ছেদ বা লম্বচ্ছেদ নিয়ে রঞ্জক পদার্থ দ্বারা তাদের বিভিন্ন কলা কোষকে পৃথক করা যায়। এমন একটি চালু পদ্ধতি হলো স্যাফ্রানিন—লাইট গ্রিন (safranin-light green) পদ্ধতি,—যা একটি double-staining method নামে আখ্যাত। এই পদ্ধতি অবলম্বন করলে প্যারেনকাইমা যুক্ত কলা হালকা সবুজ রং নেয়। এদের আকৃতি এবং

কার্য নানাবিধ। মূলও কান্ডের কর্টেক্স (cortex) বা বহিঃস্তর এবং মজ্জা (pith) প্রধানত প্যারেনকাইমা কোষ যুক্ত হয়। উদ্ভিদ মূলে প্যারেনকাইমা প্রধানত খাদ্য সঞ্চয় করে এবং কান্ডে স্ফীত অবস্থায় উদ্ভিদের ভার বহন করে। মনে করা হয় মজ্জার প্যারনেকাইমা কোষে রসস্ফীতির চাপ কান্ডের বৃদ্ধি ঘটায়।

উদ্ভিদের পাতায় প্যারেনকাইমাতে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে যা সালোকসংশ্লেষ ঘটায় ; এদের **ক্লোরেনকাইমা** (chlorenchyma) বলে। ভাসমান জলজ উদ্ভিদের প্যারেনকাইমা কলায় সুগঠিত বাতাবকাশ (air spaces) এবং বৃহদাকার কোষান্তর-স্থান (intercellular spaces) থাকে। এদের **এরেনকাইমা** (acrenchyma) বলে থাকি। পর্যাপ্ত এরেনকাইমার দরুন জলজ উদ্ভিদের প্লবতা (buoyancy) এবং গ্যাসীয় আদানপ্রদান বজায় থাকে। কখনো কখনো প্যানেরকাইমা কোষ কঠিন বা তরল বর্জ পদার্থ সঞ্চয় করে, যেমন খনিজ কেলাস, তেল, ট্যানিন প্রভৃতি। বর্জ-দ্রব্য সমন্বিত কোষকে **ইডিওব্লাস্ট** (idioblast) বলে। ইডিওব্লাস্টগুলি সাধারণ প্যারেনকাইমা কোষ থেকে আকাড়ে খানিকটা স্বতন্ত্র হয়।

(ii) কোলেনকাইমা (colenchyma) : এটি আরেক প্রকার সরল স্থায়ী কলা। যার কোষপ্রচীর স্থূল হয়। এই স্থূলত্ব দেখা যায় প্রধানত কোষের কোণগুলিতে—কোষ প্রাচীরের অসমান স্থূলীকরণ কোলেনকাইমা কোষের বৈশিষ্ট্য। **কৌণিক কোলেনকাইমা** প্রায় সর্বত্র দেখা যায়। কখনো ককনো স্থূলীকরণ অরীয়-প্রাচীর অপেক্ষা স্পর্শনী-প্রচিরে (tangential wall) বেশী হয়। **Samfucus, Rhamnus** প্রভৃতি প্রজাতির কান্ডে এমন কোলেনকাইমা দেখা যায়। এদের **স্তরীভূত** (lomellar) বা **পাত-আকৃতির** (Plate) কোলেনকাইমা বলা হয়।

কোলেনকাইমাও সজীব কোষ, কিন্তু এদের কোষ প্রাচীরের জেমিসেলুলোজের মাত্রা উল্লেখযোগ্যভাবে বেশী। যার ফলে কোলেনকাইমা কোষের আভ্যন্তরীন বৃদ্ধিতে উদ্ভিদ অংশের বেঁকে যাওয়া আটকায় না ; অর্থাৎ কৃন্তক চাপ (shearing strens) সহ্য করে কিন্তু ভেঙ্গো যায় না। অর্থাৎ কোলেনকাইমা কলা উদ্ভিদ অঙ্গের প্রসার টান সহতা (tensile strength) বৃদ্ধি করে। উদ্ভিদের বর্ধিষ্ণু এবং পরিণত কোমল অংশের আদর্শ ধারক কলা হলো কোলেনকাইমা। অবশ্য উল্লেখ করতে হয় যে জলে নিমজ্জিত উদ্ভিদকে কোলেনকাইমা ধারণ করতে পারে না, কারণ এদের কোষ প্রাচীরে লিগনিন (lignin) ও অন্যান্য জলবিকর্ষী (hydrophobic) উপাদান অনুপস্থিত। এই একই কারণে কোলেনকাইমা উদ্ভিদের নেতিয়ে পড়া (witting) আটকাতে পারে না।

দ্বিবীজপত্রীর কান্ডের অধস্ত্বকে (hypodermis) এবং পত্রের মধ্যশিরায় এই কলা সাধারণত দেখা যায়।

(iii) স্ক্লেরেনকাইমা (sclerenchyma) : এটি এক স্থায়ী সরল কলা যার কোষগুলির প্রাচীরে গৌণ-স্থূলীকরণ (secondary thickening) সমানভাবে সম্পন্ন হয়। প্রধানত লিগনিন (lignin) দ্বারা কোষ-প্রাচীর স্থূল হয়। কোলেনকাইমার ন্যায় এটিও কলার যান্ত্রিক শক্তি যোগায় কিন্তু স্ক্লেরেনকাইমা কলা, লিগনিন অবক্ষেপনের দরুণ, অনেক অনমনীয় (rigid) হয়। এটির কোষ-মধ্যস্থ গহ্বর (lumen) ছোট হয় এবং প্রায়শই আভ্যন্তরীন সাইটোপ্লাজম শুকিয়ে গিয়ে এদের মৃত কোষে পরিণত করে। স্ক্লেরেনকাইমা কোষ বিভিন্ন আকার এবং আয়তনের হয়, তবুও এদের সাধারণভাবে **দুটি** ভাগে আলোচনা করা হয় : **স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু** এবং **স্ক্লেরাইডস** বা **স্ক্লেরোটিক কোষসমূহ**।

স্ক্লেরেনকাইমা তন্তু (Sclerenchyma fibres) : ভূমি ভাজক কলা এবং প্রোটোজার্ম থেকে উৎপন্ন, লম্বাটে, দীর্ঘ, সূচাগ্র তন্তু যা লিগনিন-যুক্ত স্থূল কোষ-প্রাচীর বিশিষ্ট হয়। কোষ-গহ্বর অত্যন্ত সরু হয়, কখনও তা অবিচ্ছিন্ন আবার কখনও বিভেদপটযুক্ত (septate)। এদের কোষ-প্রাচীরে কূপ (Pit) বর্তমান। তন্তুর প্রান্ত একে

অপরকে অধিক্রমণ করে (overlapping) আবার কখনও বা পরস্পরের মধ্যে অনুপ্রবিষ্ট হয়ে জড়িয়ে থাকে (interlocked)। প্রস্থচ্ছেদে কোষগুলি কৌণিক (angular) বা ষড়ভুজের ন্যায় দেখতে হয়। লম্বায় 1-10 সেমি (হেম্প, **canulabis sativa**) থেকে 55 সেমি. (রেমী, **Boehmeria rivea**) পর্যন্ত হতে পারে। কোনও সময় কোষ প্রাচীরে লিগনিন আদৌ থাকে না, যথা—তিসি গাছের (**Linum usitatissimum**) তন্তু। উদ্ভিদ দেহে অবস্থানের ভিত্তিতে স্ক্লেরেনকাইমা তন্তুগুলিকে **দুটি** শ্রেণীতে ভাগ করা হয় : **জাইলারি** বা **কাষ্ঠলতন্তু** (xylary or wood fifres) এবং **জাইলেম-বহির্ভূত** বা **বাস্ট তন্তু** (extra-xylary or bast fifres)।

কাষ্ঠল তন্তু জাইলেম কলার সঙ্গে যুক্ত থাকে এবং একই ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়। আবার কোষ-প্রাচীরের স্থূলত্বের বিচারে এবং কূপের প্রকারভেদে **দুই** প্রকার কাষ্ঠল তন্তু দেখা যায়—**তন্তু-ট্র্যাকাইড** (fibre-tracheids) এবং **লিবরিফর্ম তন্তু** (libriform fibres)। তন্তু-ট্র্যাকাইডের কোষ প্রাচীরের স্থূলত্ব মধ্যম প্রকৃতির। কূপগুলি সপাড় এবং ক্ষুদ্র। কূপনালীগুলি খুব ছোট অথচ সুস্পষ্ট হয়। অপরপক্ষে লিবরিফর্ম তন্তুর কোষ-প্রাচীর অত্যন্ত স্থূল এবং কূপগুলি সরল প্রকৃতির হয়। এদের কূপ-কক্ষ হ্রাসপ্রাপ্ত হয় এবং কূপনালী লম্বা ও চিড়-ধরা (চিত্র 16.8)।

জাইলেম-বহির্ভূত তন্তু বা বাস্ট তন্তু (extra-xylary or bast fibres)

জাইলেম কলা ব্যাতীত অন্যান্য স্থানে পাওয়া যায়, যেমন—বহিস্তরে, ফ্লোয়েমে এবং একবীজপত্রীর বান্ডিল তন্তুতে। এই তন্তুগুলি খুব লম্বা। মাকুর মতো দেখতে এবং এদের প্রান্তগুলি ভোঁতা, কখনও শাখান্বিত হয়। পাট ***(corchorus capsularis, C. olotorius), (Hifiscus cannabinus)*** মেস্তা রেমী, তিসি ইত্যাদি বাস্টতন্তুর প্রভূত অর্থনৈতিক গুরুত্ব রয়েছে। এই তন্তুগুলি নমনীয় এবং লিগনিনবিহীন বা লিগনিন-যুক্ত হয়।

● **স্ক্লেরাইড বা স্ক্লেরোটিক কোষ সমূহ (Sclereids or sclerotic cells) :-**

এগুলি সমব্যাসীয় কিংবা অসমব্যাসীয় হয়। এদের কোষ প্রাচীর খুব শক্ত তাই স্ক্লেরাইডস প্রস্তর কোষ (stone cells) নামেও অভিহিত। কোষ প্রাচীরে লিগনিন ব্যতীত সুবেরিন বা কিউটিনও দেখা যায় এবং অসংখ্য সরল কূপ থাকে। অধিকন্তু, কূপগুলিতে শাখান্বিত নালি থাকে। স্ক্লেরাইড কোষে প্রোটোপ্লাস্ট থাকতে বা নাও থাকতে পারে। এদের দেখা যায় ব্যক্তবীজী বা দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের বহিস্তরে এবং একক বা দলবন্ধ ভাবে, মজ্জায়। কিছু উদ্ভিদের পাতায় স্ক্লেরাইড পাওয়া যায়। এছাড়া কিছু ফল ও বীজে স্ক্লেরাইড প্রচুর পরিমাণে থাকে। আকৃতি ও আয়তন অনুসারে স্ক্লেরাইড পাঁচ রকমের হয় (চিত্র 16.4)।

(i) **ব্র্যাকিস্ক্লেরাইডস (Brachysclereids) :** দেখতে প্যারেনকাইমা কোষের ন্যায়, অনেকটা খর্ব এবং সমব্যাসীয়। পাওয়া যায় দারুচিনি (**cinnamomum sp.**) কান্ডের বহিস্তরে। আপেল (Malus pumila), ন্যাসপাতি (**Pyrus sp.**), পেয়ারা (**Psidium guajave**) প্রভৃতি ফলের নরম শাঁসালো অংশে।

(ii) ম্যাক্রোস্ক্লেরাইডস (Macrosclereids) : আকৃতি দন্ডাকার বা স্তম্ভাকার, পাওয়া যায় মুগ (**Phaseolus sp.**), **মটর (Pisum sp.)** প্রভৃতি বীজের বীজত্বকে।

(iii) অস্টিওস্ক্লেরাইডস (Osteosclereids) : দেখতে অস্থি বা অনেকটা পিপার মতো যার দুই প্রান্ত স্ফীত। মটর বীজের বীজত্বকে এদের দেখা যায়।

(iv) অ্যাসট্রোস্ক্লেরাইডস (Astrosclereids) : তারকাকৃতি এবং অসমভাবে শাখান্বিত হয়, যেমন—চা (**Camellia sinensis**), শালুক (**Numphaea**) প্রভৃতির পাতার কোষে দৃশ্যমান।

(v) ট্রাইকোস্ক্লেরাইডস (Trichosclereids) : লম্বাটে, পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট এবং শাখান্বিত, অনেকটা উদ্ভিদ রোমের ন্যায় দেখতে হয়। দেখতে পাই নানান জলজ উদ্ভিদের পত্রবৃন্তে, যথা—শাপলা **(Nymphaea sp.)**, জলপাই **(Olea sp.)** প্রভৃতি। এদের **ফিলিফর্ম স্ক্লেরাইডস (filiform sclcreids)** নামেও চিহ্নিত করা হয়।

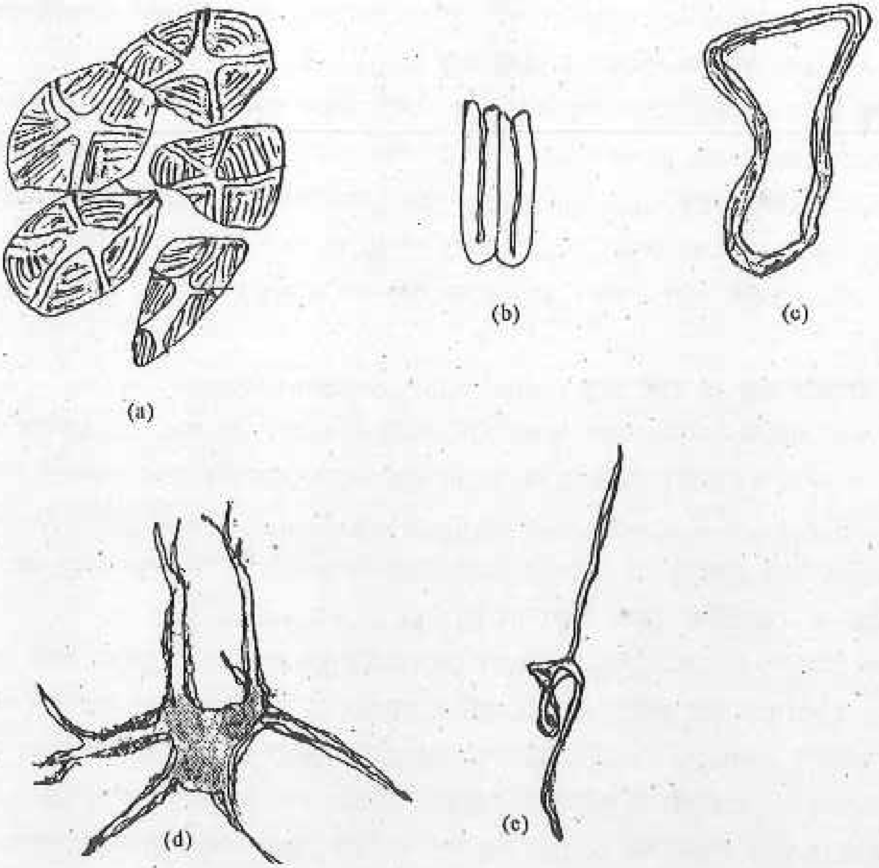


Fig. 16.4 বিভিন্ন প্রকারের স্ক্লেরাইডস। (a) ব্র্যাকিস্ক্লেরাইডস ; (b) ম্যাক্রোস্ক্লেরাইডস ; (c) অস্টিওস্ক্লেরাইডস ; (d) অ্যাস্ট্রোস্ক্লেরাইডস এবং (e) ট্রাইকোস্ক্লেরাইডস।

(খ) জটিল কলা : বিভিন প্রকার কোষ নিয়ে গঠিত বলে জটিল কলাগুলি অসমসত্ত্ব (heterogeneous) হয়। এরা প্রধানত দুই প্রকার—জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলা। এদের **সংবহন কলা** বলা হয়। কারণ জাইলেম শোষিত দল ও দ্রবীভূত খনিজ উপাদান সংবহন করে এবং ফ্লোয়েম সংশ্লেষিত খাদ্য উদ্ভিদদেহে পরিবহন করে। এক্ষেত্রে এই দুই জটিল কলা উদ্ভিদের নালিকা বান্ডিল তৈরি করে।

(i) জাইলেম : এই জটিল কলাটি কতিপয় ভিন্ন প্রকৃতির মৃত ও সজীব কোষ নিয়ে গঠিত। মৃত **ট্র্যাকিয়ারি উপাদান** (tracheary elements) সজীব **জাইলেম প্যারেনকাইমা** এবং **জাইলেম তন্তু** বা **কাষ্ঠ তন্তু** নিয়ে জাইলেম কলা গঠিত। প্রোক্যামবিয়াম নামক ভাজক কলা থেকে উদ্ভূত, প্রাথমিক উদ্ভিদদেহে যে জাইলেম

দেখতে পাই, তাদের **প্রাথমিক জাইলেম** (Primary xylem) বলে। ক্যামবিয়ামের ক্রিয়াশীলতার ফলে উৎপন্ন জাইলেমকে **গৌণ জাইলেম** (secondary xylem) আখ্যা দেওয়া হয়। পরিস্ফুটনের প্রারম্ভে উৎপন্ন জাইলেমকে আমরা **প্রোটোজাইলেম** (protoxylem) বলি। পরিস্ফুটনের পরবর্তী ধাপে সৃষ্ট জাইলেমকে বলি মেটাজাইলেম (metaxylem)। কান্ডের মজ্জার দিকে প্রোটোজাইলেম অবস্থিত থাকে এবং বাইরের দিকে থাকে মেটাজাইলেম। এই প্রকার অবস্থানকে **এন্ডার্ক** (endarch) বলে। মূলে, পরিচক্রের দিকে প্রোটোজাইলেম এবং অভ্যন্তরে, মেটাজাইলেমের উপস্থিতি একসার্ক (exarch) নামে অভিহিত। জল এবং খনিজ উপাদান সংবহন করা এবং উদ্ভিদে যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করা জাইলেম কলার প্রধান কাজ।

আসুন, এবার আমরা জাইলেম-কলার প্রধান উপাদানগুলির ওপর আলোকপাত করি।

- **ট্র্যাকাইডস (tracheids)** এবং **ট্র্যাকিয়া (trachea)** নিয়ে ট্র্যাকিয়ারি উপাদান (tracheary elements) চিহ্নিত হয়।

ট্র্যাকাইড জাইলেমের প্রধান এবং আদি কোষ। এটি সৃষ্টি হয় একটি মাত্র কোষ থেকে। ট্র্যাকাইডস মৃত কোষ। এদের আকৃতি লম্বাটে দুই প্রান্ত সুচালো ও ছিদ্রবিহীন। কোষ-প্রাচীর কূপ-যুক্ত (pitted), শক্ত, স্থূল এবং লিগনিন সম্পৃক্ত (lignified)। জল-সংবহনকালে কূপের পাতলা কূপ-পর্দার মাধ্যমে, অনুপ্রস্থভাবে জল প্রাচীর অতিক্রম করে। প্রাথমিক প্রাচীরের ওপর গৌণ-প্রাচীর গঠনকারি উপাদানগুলি অসমান ভাবে সঞ্চিত হয়। প্রোটোজাইলেম ট্র্যাকাইডে গৌণ-প্রাচীর বলয়াকার, সোপানাকার ও কূপ-যুক্ত। মেটাজাইলেম ট্র্যাকাইডে গোণ-প্রাচীর জালিকাকার। সোপানাকার এবং কূপ-যুক্ত কূপগুলি সাধারণত **সপাড়** প্রকৃতির (bordered pits) হয়। এই কূপগুলির মাধ্যমেই ট্র্যাকাইড অন্যান্য-ট্রাকাইড ও জাইলেম কলার সঙ্গে সংযোগ রক্ষা করে (চিত্র 16.5 দেখুন)।

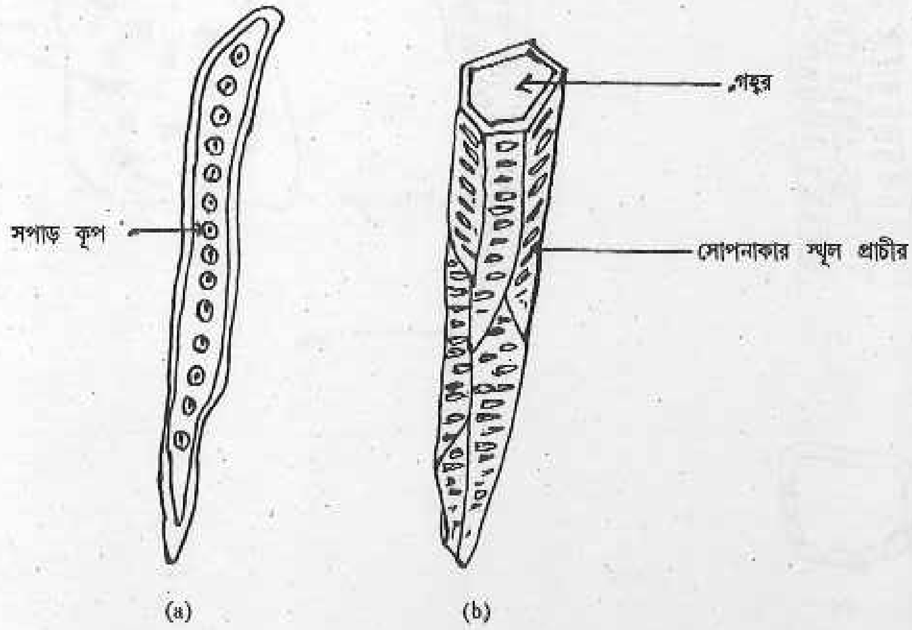


Fig. 16.5 ট্র্যাকাইড কোষ। (a) সপাড়কূপ সহ ট্র্যাকাইড (b) সোপানাকার স্থূল প্রাচীর বিশিষ্ট ট্র্যাকাইড

ট্র্যাকিয়া বা বাহিকা (vessel) জাইলেমের প্রধান বাহিকা। এই কোষগুলি লম্বা, নলাকার এবং মৃত হয়। ট্র্যাকিয়ার দুই প্রান্ত-প্রাচীর ছিদ্রবহুল এবং এদের প্রান্তদেশ পরস্পরের সঙ্গে যুক্ত হয়ে একটি সারিতে বাহিকা তৈরি করে। বাহিকা পার্শ্ব প্রাচীরেও অবশ্য ছিদ্র থাকে। ট্র্যাকিয়ার ছিদ্র-যুক্ত প্রাচীরকে **ছিদ্র-পাত** (end-plate) বলে। প্রকৃতপক্ষে, ছিদ্র-পাতের অবস্থান প্রান্তীয়, উপ-প্রান্তীয় কিংবা পার্শ্বীয় হতে পারে। এই ছিদ্র-পাত মূলত দুই প্রকার—**সরল** কিংবা **জটিল**। ছিদ্র-পাত **সরল** বলি, যখন প্রান্তপ্রাচীরে কেবল একটি বড় ছিদ্র থাকে, উদাহরণ—উন্নত শ্রেণীর গুপ্তবীজী উদ্ভিদ (চিত্র 16.6)। ছিদ্র-পাতকে **জটিল** আখ্যা দেওয়া হয় যখন প্রান্তপ্রাচীরে অনেকগুলি ভিন্ন আকৃতির ছিদ্র থাকে : গোলাকার **(ফোরামিনেট)**, সোপানাকার **(স্ক্যালারিফর্ম)**, জালকাকার (রেটিক্যুলেট), প্রভৃতি (চিত্র 16.6 দেখুন)। জটিল ছিদ্র-পাত অনুন্নত উদ্ভিদে দেখা এবং মনে করা হয় যে এদের থেকেই সরল ছিদ্র-পাতের উৎপত্তি। ট্র্যাকিয়ার কোষপ্রাচীর শক্ত, স্থূল ও লিগনিন-যুক্ত। পার্শ্বীয় কোষ-প্রাচীরে গৌণ-প্রাচীর উপাদান সমানভাবে সঞ্চিত হয় না বলে বিবিধ অলঙ্কার দেখা যায়, যেমন—বলয়াকার, সোপানাকার, জালকাকার, সর্পিলাকার ও কূপাঙ্কিত। আদি উদ্ভিদকুল ব্যাতীত ট্র্যাকিয়া প্রায় সকল গুপ্তবীজী উদ্ভিদের প্রাথমিক এবং গৌণ-জাইলেম কলায় উপস্থিত থাকে। ট্র্যাকিয়া অবশ্য অপেক্ষাকৃত অনুন্নত **Selaginella, Pteridium** এবং Gnetales গোত্রীয় উদ্ভিদেও দেখা যায়।

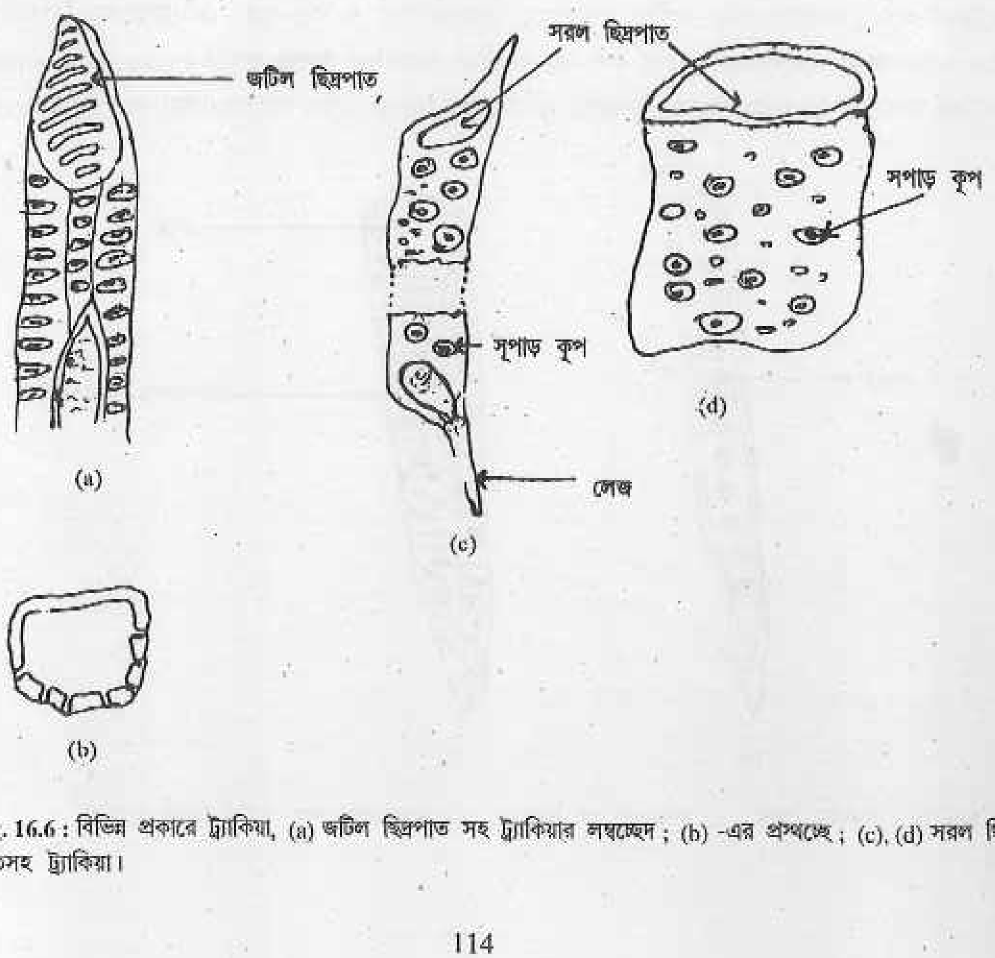


Fig. 16.6 : বিভিন্ন প্রকারে ট্র্যাকিয়া, (a) জটিল ছিদ্রপাত সহ ট্র্যাকিয়ার লম্বচ্ছেদ ; (b) -এর প্রস্থচ্ছে ; (c), (d) সরল ছিদ্র পাতসহ ট্র্যাকিয়া।

● **জাইলেম বা কাষ্ঠ-প্যারেনকাইমা (xylem or wood-parenchyma) :-**

এরা জাইলেম কলার একমাত্র সজীব কোষ, যা প্রাথমিক এবং গৌণ জাইলেম, উভয়তেই পাওয়া যায়। প্রাথমিক জাইলেমে প্যারেনকাইমা কোষ জাইলেমের অন্যান্য কোষগুলির সঙ্গে একত্রে থাকে এবং একই ভাজক-কলা থেকে উৎপন্ন হয়। কিন্তু গৌণ জাইলেমে দু-প্রকার প্যারেনকাইমা থাকে : **অক্ষীয়** (axial) এবং **রশ্মি** বা **অরীয়** প্যারেনকাইমা (ray or radial parenchyma)। অক্ষীয় প্যারেনকাইমা লম্বাটে ও উল্লম্বভাবে বিন্যস্ত থাকে। কিন্তু রশ্মি বা অরীয় প্যারেনকাইমা আনুভূমিকভাবে অর্থাৎ অরীয় প্রান্তে বিন্যস্ত থাকে (চিত্র 16.7)। জাইলেম প্যারেনকাইমা কোষে সঞ্চিত থাকে—শ্বেতসার, স্নেহদ্রব্য, ট্যানিন, কেলাস, প্রভৃতি। কেবল ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের কতিপয় সদস্য (**Pinus, Taxus, Araucaria,** প্রভৃতি) ব্যতীত, সকল গুপ্তবীজী ও ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের জাইলেম কলায় জাইলেম প্যারেনকাইমা উপস্থিত থাকে।

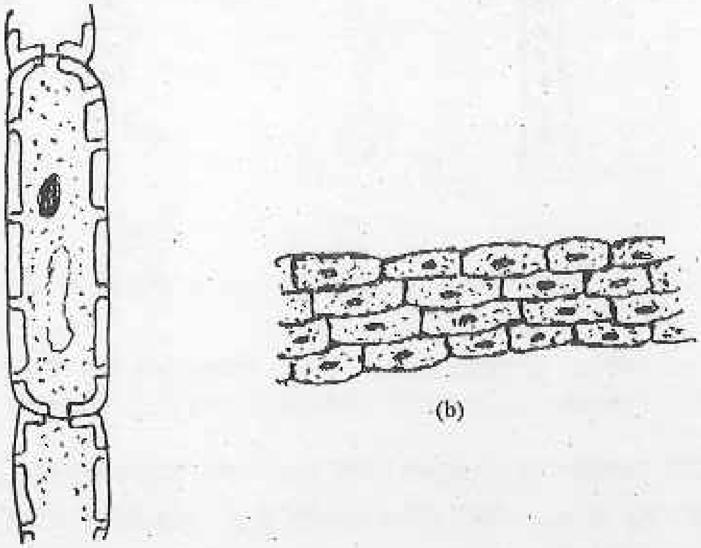


Fig. 16.7 : (a) অক্ষীয় প্যারেনকাইমা কোষ ; (b) রশ্মি প্যারেনকাইমা কোষ।

● **কাষ্ঠতন্তু (wood-fibre)** : এই কোষগুলি মৃত, লম্বাটে এবং লিগনিনযুক্ত। **জাইলেম** বা **কাষ্ঠ-তন্তু** দু-প্রকার : **তন্তু-ট্র্যাকাইডস** (fibre-tracheids) এবং **লিব্রিফর্ম-তন্তু** (libriform fibres) (চিত্র 16.8)। তন্তু ট্র্যাকাইডস-এর কূপগুলি হ্রস্ব এবং সরল প্রকৃতির ; এদের গঠন আদর্শতন্তু ও ট্র্যাকাইডস-এর অন্তর্বর্তী হয়। লিব্রিফর্ম-তন্তু ফ্লোয়েম-তন্তুর মতো হয় ; এদের গহ্বর খুব ছোট এবং কূপগুলি সরল। অধিকাংশ কাষ্ঠল দ্বিবীজপত্রীর নালিকা বান্ডিলের জাইলেম কলায় কাষ্ঠ-তন্তু বর্তমান।

(ii) ফ্লোয়েম (Phloem) :- এই জটিল কলা সকল নালিকা বান্ডিলের অংশ রূপে উদ্ভিদে বর্তমান। এই কলার বিভিন্ন কোষ উপাদানগুলি হলো সীভ-উপাদান (sieve-elements), সঙ্গী-কোষ (companion cells), ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা (phloem parenchyma) ও ফ্লোয়েম তন্তু (phloem fibres)। ফ্লোয়েম কলা এবং

জাইলেম কলা একত্রে সংবহন-তন্তু গঠন করে। ফ্লোয়েম কলার এবং জাইলেম কলা একত্রে সংবহন-তন্ত্র গঠন করে। ফ্লোয়েম কলার প্রধান কাজ জৈব খাদ্যবস্তু সংবহন (translocation) এবং খাদ্য সঞ্চয় করা। সীভ উপাদান গঠিত হয় **সীভ-কোষ** (sieve cells) এবং **সীভ-নালিকা** (sieve tubes) নিয়ে। এই কোষগুলি সজীব ও লম্বাটে এবং কোষ-প্রাচীর পাতলা এবং সেলুলোজ নিয়ে গঠিত। পরিণত অবস্থায় এদের নিউক্লিয়াস লুপ্ত হয়।

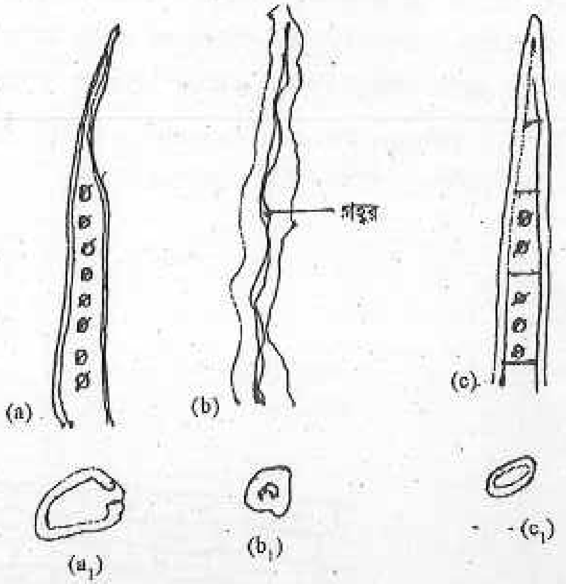


Fig. 16.8 : (a) আদর্শ তন্তু ট্র্যাকইডের লম্বচ্ছেদ ; (a_1) ঐ—প্রস্থচ্ছেদ। (b) লিবরিফর্ম তন্তুর লম্বচ্ছেদ (b_1) ঐ—প্রস্থচ্ছেদ। (c) ভেদ-প্রাচীর বিশিষ্ট (septate) তন্তু ; (c_1) ঐ—প্রস্থচ্ছেদ।

● **সীভ কোষ :** এই কোষগুলি সরু, স্বল্প-দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট, এবং এদের প্রান্ত ক্রমসূক্ষ্ম (tapering) হয়, অনেকটা ট্র্যাকাইডস—এর মতো (চিত্র 16.9a)। সীভ কোষ এককভাবে থাকে। প্রান্ত-প্রাচীর প্রায়শই তীর্যক হয় এবং পার্শ্ব বা অগ্রপ্রাচীরে অনুন্নত **চালনী-ক্ষেত্র** (sieve area) দেখা যায় (চিত্র 16.9)। এই ছিদ্রপথ দিয়ে **প্লাজমোডেসমাটার (plasmodesmata)** মাধ্যমে পার্শ্ববতী কোষের মধ্যে সাইটোপ্লাজমীয় যোগসূত্র স্থাপিত হয়। উদ্ভিদদেহে, সম্মিলিত সাইটোপ্লাজমীয় যোগসূত্রকে, একত্রে **সিমপ্লাস্ট** (symplast) আখ্যা দেওয়া হয়। পরিণত অবস্থায় নিউক্লিয়াস দেখা যায় না। সীভ কোষ অপেক্ষাকৃত (সীভ-নালিকার তুলনায়) আদিম। তাই ফার্ন-জাতীয় উদ্ভিদ ও ব্যক্তজীবী ফ্লোয়েমের মধ্যে সীভ কোষ দেখা যায়।

● **সীভ নালিকা :** এদের প্রতিটি কোষ নলাকার এবং একটি সারিতে সজ্জিত থাকে। কোষের প্রান্তপ্রাচীরের চালনীর মতো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অসংখ্য ছিদ্র দেখা যায়। এইরকম প্রান্তপ্রাচীরকে সীভ্ প্লেট (sieve plate) বা **চালনীচ্ছদা** বলে (চিত্র 16.9)। এই ছিদ্রগুলির মাধ্যমে পার্শ্ববর্তী কোষের সঙ্গে, প্লাজমোডেসমাটার মারফৎ, সাইটোপ্লাজমীয় সংযোগ স্থাপিত হয়। সীভ নালিকায় রসস্ফীতি থাকাকালীন কোষ অভ্যন্তরে **ক্যালোস** (callose) নামক একপ্রকার পলিস্যাকারাইড (polysaccharide) দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। কোনো প্রকার আঘাত, কীট-পোকার কামড়, এমনকি গবেষণাগারে কান্ডের কোনরকম ছেদ (section cutting) করলে, সীভ নালিকা

কোষে রসস্ফীতি দ্রুত হ্রাস পায় এবং সঙ্গে সঙ্গে ক্যালোস প্রান্তপ্রাচীরে ছিদ্রের চারদিকে বলয়াকারে জমা হয়। ছিদ্র পথ বন্ধ হয়। একই সঙ্গে ফ্লোয়েম-প্রোটিনও (P-protein) ছিদ্র পথ বন্ধ করে দেয়। ফলে কোষের ভিতরকার বস্তুর বহিঃক্ষরণ রোধ হয়। ফ্লোয়েম-প্রোটিন সৃষ্ট আবরণীকে **স্লাইম-প্লাগ** (slime-plug) বলে। বস্তুতপক্ষে, P-protein কতিপয় একবীজপত্রী উদ্ভিদ ব্যতীরেকে গুপ্তবীজী উদ্ভিদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য।

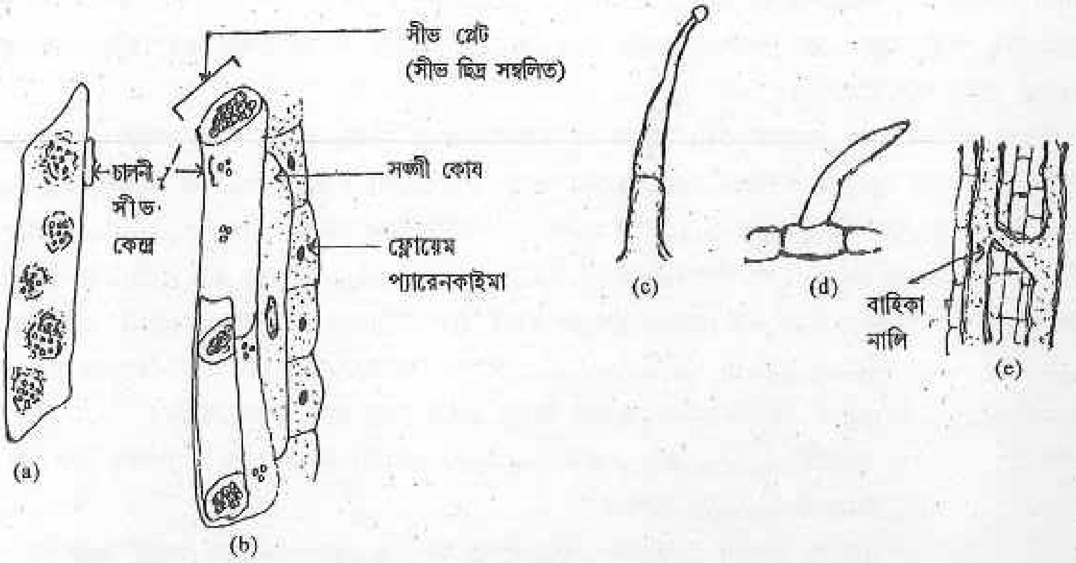


Fig. 16.9 : (a) সীভ কোষ ; (b) সীভ নল-এর একটি সঙ্গী কোষ ও ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা, (c) গ্রন্থি রোম, (d) অশাখান্বিত, গ্রন্থি-বিহীন রোম (c) তরুক্ষীর বাহিকা

● **সঙ্গী কোষ :** গুপ্তবীজী উদ্ভিদের সীভ নলের সঙ্গে **সঙ্গী কোষ** (companion cells) থাকে। সীভ কোষে অবশ্য সঙ্গীকোষ থাকে না ; সেখানে সংলগ্ন যে কোষ থাকে, তাকে **অ্যালবিউমিনাস কোষ** (albuminous cell) বলে, যার ক্রিয়া সঙ্গীকোষের অনুরূপ। সীভ নল এবং সঙ্গীকোষ একই মাতৃকোষ থেকে উৎপন্ন হয়। একটি সীভ নলের সঙ্গে এক বা একাধিক সঙ্গীকোষ থাকতে পারে। সীভ নলের তুলনায় সঙ্গীকোষের ব্যাস ছোটো হয়, এবং উভয়ের মধ্যেকার প্রাচীর পাতলা, একাধিক প্রাথমিক কূপ (primary pits) বিশিষ্ট এবং প্লাজমোডেসমাটা সংযোগে সমৃদ্ধ (চিত্র 16.9b)। প্রকৃতপক্ষে, সীভ নালিকা সঙ্গীকোষের সহযোগে তার বিবিধ ক্রিয়া সম্পন্ন করে।

> সঙ্গীকোষ (companion cells) এবং পি-প্রোটিন (P-proteins) গুপ্তবীজী উদ্ভিদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য।

● **ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা :** এই কোষগুলি সজীব, এবং এদের কোষ-প্রাচীরে কূপ ক্ষেত্র থাকে। কোষগুলি আকারে লম্বাটে, ক্রমসূক্ষ্ম। বেলনাকার, বহুভূজাকার বা গোলাকার হয় (চিত্র 16.9b)। কোষের সাইটোপ্লাজম-এ শ্বেতসার। ট্যানিন, রজন, মিউসিলেজ বা কেলাস পদার্থ থাকে। প্রাথমিক ফ্লোয়েম কলায় একই রকমের ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা হয়, কিন্তু গৌণ ফ্লোয়েম দু-প্রকার ফ্লোয়েম প্যারেনকাইমা পরিলক্ষিত হয়, যথা—**অরীয় প্যারেনকাইমা** এবং **অক্ষীয় প্যারেনকাইমা**। নাম থেকেই বুঝতে পারছেন যে অরীয় প্যারেনকাইমা বিন্যস্ত

থাকে অরীয় তলে এবং অক্ষীয় প্যারেনকাইমা, যা উল্লম্বভাবে সজ্জিত থাকে। একবীজপত্রী উদ্ভিদের ফ্লোয়েম ব্যাতীত সকল প্রকার ফার্ন, ব্যক্তবীজী এবং দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ফ্লোয়েম কলায় এদের দেখা যায়।

● **ফ্লোয়েম তন্তু :** প্রাথমিক ও গৌণ-ফ্লোয়েম কলার সঙ্গে দীর্ঘ। স্ক্লেরেনকাইমা কোষের ন্যায় তন্তু পাওয়া যায়। এদের **ফ্লোয়েম তন্তু** (phloem fibres) বলে। এই কোষের প্রান্তদেশ পরস্পরের সঙ্গে সংবদ্ধ থাকে। তন্তুগুলি প্রায়শই লিগনিন-বিশিষ্ট হয় এবং এদের কোষ-প্রাচীরে সরল বা সপাড় কূপ দেখা যায়। কখনো কখনো ফ্লোয়েম-তন্তু সজীব হয় এবং শ্বেতসার সঞ্চয় করে। অতএব, যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করা ছাড়া খাদ্যবস্তুর সংবহনও এদের অন্যতম কাজ।

খাদ্যবস্তু সংবহন ছাড়া, ফ্লোয়েম কলা উদ্ভিদে বহু গুরুত্বপূর্ণ কাজ সম্পন্ন করে। শর্করা ব্যতীত যে অন্যান্য গুরুত্বপূর্ণ পদার্থসমূহ ফ্লোয়েম পরিবহন করে তাদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো অ্যামাইনো অ্যাসিড (amino acids), লিপিড, অনুপুষ্টক (micronutrients), হরমোনস, ফুল-পরিস্ফুটনের উদ্দীপনা (floral stimulus), অসংখ্য প্রোটিন ও আর এন এ (RNA), যা বার্তাবহন অণু (signaling molecules) হিসেবে কাজ করে এবং নানাবিধ উদ্ভিদ ভাইরাস। দীর্ঘ দূরত্বের সংকেত প্রেরণে ফ্লোয়েম কলাই হলো উদ্ভিদদেহের প্রধান অবলম্বন। এই কারণে ফ্লোয়েম কলা "superinformation highway of plants", অর্থাৎ "বার্তাবহনের প্রধান সড়ক" হিসেবে আখ্যাত।

অনুশীলনী-1 (ক) অগ্রস্থ এবং নিবেশিত ভাজক কলার একটি করে কার্য উল্লেখ করুন।
(খ) একসার্ক (exarch) এবং এন্ডার্ক (endarch) জাইলেম কাদের বলে ? কোথায় দেখা যায় ?
(গ) সিমপ্লাস্ট (symplasf) কী ?
(ঘ) ফ্লোয়েম কলাকে কেন "দীর্ঘ দূরত্বসম্পন্ন সংকেত প্রেরণের প্রধান সড়ক" বলে ?
(ঙ) 'নিঃস্রাবী কলা' কাকে বলে ?

(গ) বিশেষ কলা : বিভিন্ন পদার্থ ক্ষরণের সঙ্গে প্রত্যক্ষভাবে যুক্ত উদ্ভিদ কোষকে সামগ্রিকভাবে **বিশেষ কলা** অথবা **নিঃস্রাবী কলা** বলে। কোষের বাইরে নিঃসৃত বা অভ্যন্তরে সঞ্চিত পদার্থের মধ্যে বাণতেল, মকরন্দ, গঁদ, মিউসিলেজ (mucilage), তরুক্ষীর, আফিম প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য। ক্ষারক কোষগুলি উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশে থাকে। ২য় একক কোষ বা দলবদ্ধভাবে, এমনকি সংগঠিত কলারূপেও তাদের দেখা যায়। যেমন—বহিঃস্তরের রোম এবং গ্রন্থি, জাইলেম, ফ্লোয়েম ও মজ্জার তৈল-গ্রন্থি বা নালি, তরুক্ষীরের বাহিকা নালি (laticiferous duct) প্রভৃতি। (চিত্র 16.9 c,d,e)।

16.3 সারাংশ

উদ্ভিদদেহে ভাজক এবং স্থায়ী কলার অবস্থান, শ্রেণীবিভাগ, গঠন এবং কার্য একটি ছকের সাহায্যে পর্যালোচনা করা হলো।

- কলা
  - ভাজক কলা
    - অবস্থান অনুযায়ী
      - ক) **অগ্রস্থ**—উদ্ভিদ কাণ্ড, মূল ও পাতার অগ্রভাগে থাকে।
      - খ) **নিবেশিত**—পরিণত কলার মধ্যে থাকে, উদ্ভিদ অক্ষ বৃদ্ধি করে।
      - গ) **পার্শ্বস্থ**—কাণ্ডের পার্শ্বে, একটি তলে বিভাজিত হয়, কাণ্ডের পরিধি বৃদ্ধি করে, উঃ ক্যামবিয়াম
    - উৎপত্তি অনুযায়ী
      - ক) **প্রাথমিক**—প্রাথমিক দেহ গঠন করে; আমৃত্যু কাল বিভাজনক্ষম
      - খ) **গৌণ**—গৌণ বৃদ্ধি ঘটায়, উঃ ফেলোজেন
    - কার্য অনুযায়ী
      - ক) **প্রোটোডার্ম**—উদ্ভিদ ত্বক গঠন;
      - খ) **প্রোক্যামবিয়াম**—প্রাথমিক সংবহন কলার গঠন;
      - গ) **ভূমিভাজক**—উদ্ভিদের বহিঃস্তর ও মজ্জা গঠন।
    - কোষ বিভাজনের তল অনুযায়ী
      - ক) **পুঞ্জীভূত**—তিন বা অধিক তলে বিভাজিত; উঃ ভ্রূণের বৃদ্ধি।
      - খ) **চেটাল**— দুটি তলে বিভাজিত; উঃ একতল-বিশিষ্ট ত্বক গঠন।
      - গ) **পর্শুকা**—একটি মাত্র তলে বিভাজিত; উদ্ভিদ অক্ষ প্রলম্বিত হয়।
  - স্থায়ী কলা
    - সরল
      - প্যারেনকাইমা
        - সজীব, পাতলা কোষ প্রাচীর বিশিষ্ট। ক্লোরেনকাইমা, এরেনকাইমা, ইডিওব্লাস্ট, প্রোজেনকাইমা
      - কোলেনকাইমা
        - কোষান্তর অনুপস্থিত, কোষ-প্রাচীরের কোনা স্থূলীকরণ
      - স্ক্লেরেনকাইমা
        - তন্তু
          - ক) কাষ্ঠল তন্তু ট্র্যাকাইডস ও লিবরিফর্ম তন্তু
          - খ) বাস্ট তন্তু
        - স্ক্লেরাইডস
          - ব্র্যাকি-, ম্যাক্রো-, অস্টিও-, অ্যাস্ট্রো- ট্রাইকোস্ক্লেরাইডস প্রভৃতি; যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদর্শন করে।
    - জটিল
      - জাইলেম
        - ট্র্যাকিয়ারী উপাদান
          - ক) ট্র্যাকাইডস
          - খ) ট্র্যাকিয়া-জল সংবহন এবং দৃঢ়তা
        - প্যারেনকাইমা
          - প্রাথমিক ও গৌণ; গৌণ—দু-প্রকার অক্ষীয় এবং অরীয়; সজীব
        - তন্তু
          - তন্তু ট্র্যাকাইডস এবং লিবরিফর্ম ট্র্যাকাইডস; যান্ত্রিক দৃঢ়তা
      - ফ্লোয়েম
        - সীভ উপাদান
          - ক) **সীভ কোষ**: প্রাচীন, সঙ্গীকোষের পরিবর্তে অ্যালবিউমিনাস কোষ থাকে; খাদ্য সংবহন;
          - খ) **সীভ নালিকা**: গুপ্তবীজী উদ্ভিদে থাকে, উন্নত; খাদ্য-সংবহন;
        - সঙ্গী কোষ
          - গুপ্তবীজী উদ্ভিদে সীভনলের সংলগ্ন; দ্রাবের পরিবহন; সজীব
        - প্যারেনকাইমা
          - জৈব খাদ্য সঞ্চয় করে; সজীব
        - তন্তু
          - যান্ত্রিক দৃঢ়তা খাদ্য সংবহন
    - বিশেষ ত্বকরোম, গ্রন্থি, ল্যাটিসিফারস (laticifers) বা ক্ষীরতন্ত্র, ইত্যাদি

16.4 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

ক) ভাজক কলা কাদের বলে ? এই কলার দুটি উল্লেখযোগ্য কার্য লিখুন।

খ) বহুস্তরী ত্বক (multiple epidermis) কী ? কোথায় দেখা যায় ?

গ) উদ্ভিদের বহিঃস্তর। মজ্জাংশ ও মজ্জা কোন্ ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন ?

ঘ) ক্লোরেনকাইমা এবং এরেনকাইমা কোষ বলতে কী বোঝায় ? এরেনকাইমার একটি কার্য উল্লেখ করুন।

ঙ) স্ক্লেরাইডস-দের কেন 'প্রস্তর কোষ' (stone cells) নামেও চিহ্নিত করা হয় ? উপযুক্ত চিত্রসহ পাঁচ প্রকার স্ক্লেরাইডস সম্বন্ধে সংক্ষেপে লিখুন।

চ) গোলাকার বা ফোরামিনেট ছিদ্র (foraminate performation) কাদের বলে ?

ছ) অক্ষীয় (exial) এবং অরীয় প্যারেনকাইমার (radial parenchyma) মধ্যে পার্থক্য নির্দেশ করুন।

জ) ফ্লোয়েম কলার এমন **দুটি** বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন যা গুপ্তবীজী উদ্ভিদেরই বৈশিষ্ট্য।

16.4 উত্তরমালা

অনুশীলনী-1 :
ক) 16.2.1.4 (ক) (i) ও (ii) দেখুন।
খ) 16.2.2.1 (ঘ) (i) দেখুন।
গ) 16.2.2.1 (ঘ) (ii) দেখুন।
ঘ) ঐ শেষ প্যারা দেখুন
ঙ) 16.2.2.1 (গ) দেখুন।

সর্বশেষ প্রশ্নবলী:
ক) 16.2.1 ও 16.2.1.3
ঘ) 16.2.1.4 (গ) (i)
গ) মৌলিক/ভূমি ভাজক কলা
ঘ) 16.2.2.1 (ক) (i) দেখুন।
ঙ) 16.2.2.1 (ক) (iii) এবং চিত্র 16.4 দেখুন।
চ) 16.2.2.1 (খ), ট্র্যাকিয়া, অনুচ্ছেদটি দেখুন।
ছ) 16.2.2.1 (খ), জাইলেম প্যারেনকাইমা অনুচ্ছেদটি দেখুন।
জ) সঙ্গীকোষ এবং P-প্রোটিন-এর উপস্থিতি।

একক 17 □ ভ্যাসকুলার বান্ডিলস (Vascular Bundles) প্রকারভেদ, স্টিলি — বিভিন্ন প্রকার ; গৌন বৃদ্ধি — অন্তঃ — এবং বহিঃস্টিলি; দ্বিবীজপত্রী কান্ড এবং মূলের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

গঠন (Structure)

17.1 উদ্দেশ্য

17.2 প্রস্তাবনা

17.3 নালিকা বান্ডিল ও তাদের প্রকারভেদ

17.4 স্টিলি (Stale) এবং তাদের প্রকারভেদ

17.4.1 প্রোটোস্টিলির প্রকারভেদ

17.4.2 সাইফোনোস্টিলির প্রকারভেদ

17.5 গৌণ বৃদ্ধি

17.5.1 গৌণ বৃদ্ধির সংজ্ঞা, কোথায় দেখা যায়

17.5.2 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী কাণ্ডের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

17.5.2.1 অন্তঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধি

17.5.2.2 বর্ষবলয় (annual rings)

17.5.2.3 সার এবং অসার কাষ্ট (sap and heart wood)

17.5.2.4 বহিঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধি

17.5.3 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মূলের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

17.6 সারাংশ

17.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলী

17.8 উত্তরমালা

17.1 উদ্দেশ্য

বর্তমান এককটি থেকে আপনি জানতে পারবেন—

- উদ্ভিদের সংবহন কলার গঠন, উপাদান এবং বিন্যাস;
- সংবহন কলা সম্পন্ন উদ্ভিদে যে ভিন্ন প্রকৃতির স্টিলি দেখা যায়, তাদের অনুপুঙ্খ বিবরণ।
- গৌণ-বৃদ্ধি: যা উদ্ভিদ জগতের একটি বিশেষ গুণ; অন্তঃস্টিলিয় এবং বহিঃস্টিলিয় বৃদ্ধি এবং দ্বিবীজপত্রী মূল ও কাণ্ডে গৌণ বৃদ্ধির সারাংসার।

17.2 প্রস্তাবনা

সকল স্থলজ উদ্ভিদে সংবহন কলাতন্ত্রের উপস্থিতি অত্যাবশ্যক। কারণ এই কলাতন্ত্র ব্যতিরেকে মাটি থেকে জল ও দ্রবীভূত খনিজ লবণের সংবহন, সালোকসংশ্লেষের মাধ্যমে সৃষ্ট শর্করার উদ্ভিদের প্রতিটি অংশে পরিবহন এবং উদ্ভিদদেহের যান্ত্রিক দৃঢ়তা, পরিবেশের ঘাত-প্রতিঘাত সহ্য করা, টান-প্রসারতা শক্তির বৃদ্ধি (tensile strenstn), প্রভৃতি অত্যাবশ্যক ক্রিয়া, সম্পন্ন করা সম্ভব হতো না। ভ্রূণ অবস্থায় বা তার খানিকটা পরে, একটি পরিণত উদ্ভিদের দেহের প্ল্যান আমাদের গোচরে আসে না। প্রাথমিক উদ্ভিদ দেহ তৈরী হয়ে যাওয়ার পর, বহু উদ্ভিদে গৌণ বৃদ্ধির সূচনা হয়। কাঠ, আসবাব পত্র এই গৌণ বৃদ্ধির ফসল। বস্তুতপক্ষে, উদ্ভিদ বিজ্ঞানীর কাছে 'কাঠ' শব্দটির অর্থ গৌণ জাইলেম। উদ্ভিদ প্রজাতি বিশেষে, সংবহনকাঠামোর এক একটি নির্দিষ্ট পরিকল্পনা এবং বিন্যাস থাকে, যা অনেকক্ষেত্রে অন্যান্য প্রজাতি থেকে স্বতন্ত্র হয়। আমাদের স্মরণ রাখতে হবে যে সংবহন কলাতন্ত্র উদ্ভিদের সকল অঙ্গে (মূল, কাণ্ড ও পত্রে) অবিচ্ছিন্ন ভাবে বিন্যস্ত থাকে। বলা বাহুল্য, যে অভিব্যক্তির ধারায় সংবহন স্তম্ভটির (vascular cylinder) নানাবিধ পরিবর্তন সূচিত হয়েছে।

17.3 নালিকা বাণ্ডিল ও তাদের প্রকারভেদ

উদ্ভিদের সংবহনতন্ত্র (vascular system) জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার সমন্বয়ে, লম্বভাবে বিন্যস্ত যে সংবহন কলার গুচ্ছ বা বাণ্ডিল গঠন করে, তাদের নালিকা বা ভ্যাসক্যুলার বাণ্ডিল (vascular bundle) বলা হয়।

জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার অবস্থান এবং বিন্যাস অনুসারে, নালিকা বাণ্ডিল মূলত চার প্রকার হয় (চিত্র 17.1)। যথা—

(ক) সমপার্শ্বীয় (Collateral) : এখানে পাশাপাশি সংযুক্তভাবে অবস্থানকারি জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলাগুচ্ছ, একই ব্যাসার্ধের ওপরে সজ্জিত থাকে। ফ্লোয়েম বাইরের দিকে এবং জাইলেম ভিতরে দিকে, অর্থাৎ মজ্জার দিকে, বিন্যস্ত থাকে। এদের ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদের কান্ড এবং পত্রে দেখা যায়।

সমপার্শ্বীয় নালিকা বাণ্ডিলের ফ্লোয়েম এবং জাইলেম কলার মধ্যে কখনো কখনো ক্যামবিয়াম থাকে। সেক্ষেত্রে

তাদের মুক্ত সমপার্শ্বীয় বান্ডিল (opencollateral bundle) বলে (চিত্র 17.1 খ)। প্রায় সকল প্রকার ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে এহেন নালিকা বান্ডিল দেখা যায়।

ফ্লোয়েম এবং জাইলেম কলার মধ্যে ক্যামবিয়াম না থাকলে নালিকা বান্ডিলগুলিকে বন্ধ সমপার্শ্বীয় বান্ডিল (Closed collateral fundle) বলে (চিত্র 17.1 ক)। প্রায় সকল একবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডে এই প্রকার বান্ডিল পরিলক্ষিত হয়।

(খ) সমদ্বিপার্শ্বীয় (bicollateral) : এখানে বান্ডিলের মধ্যস্থানে জাইলেম এবং জাইলেমের বাইরের ও ভেতরের দিকে দুটি স্তরে ক্যামবিয়াম ও দুটি স্তরে ফ্লোয়েম বিন্যস্ত থাকে। অতএব, সমদ্বিপার্শ্বীয় বান্ডিলের কলাগুলির অনুক্রম যা দাঁড়ায়, তা হলো— বহিঃফ্লোয়েম (outer phloem), বহিঃক্যামবিয়াম (outer cambium), জাইলেম, অন্তঃক্যামবিয়াম (inner cambium) এবং অন্তঃফ্লোয়েম (inner phlocm) (চিত্র 17.1 গ) দ্রষ্টব্য)। এই সকল কলা অবশ্য পাশাপাশি সংযুক্ত অবস্থায় একই ব্যাসার্ধের ওপর অবস্থান করে। ক্যামবিয়াম বর্তমান বলে, সমদ্বিপার্শ্বীয় নালিকা বান্ডিল সকল ক্ষেত্রেই মুক্ত প্রকৃতির (open type) হয়। উদহরণ— কুমড়া (*Cucurbita*) গোত্রীয় উদ্ভিদের কাণ্ডে এমন নালিকা বান্ডিল দেখা যায়। প্রকৃতপক্ষে এরা মুক্ত সমপার্শ্বীয় বান্ডিলের রূপান্তর মাত্র।

(গ) কেন্দ্রীয় বা এককেন্দ্রিক (Coucentric) : এখানে একপ্রকার সংবহন কলা অপর এক প্রকার সংবহন কলাকে সম্পূর্ণ পরিবৃত করে থাকে। এই নালিকা বান্ডিলগুলি সকল সময়েই বন্ধ প্রকৃতির (Closed type) হয়। কেন্দ্রীয় বা এককেন্দ্রিক বান্ডিল দুই প্রকার হতে পারে। যথা—

(i) **হ্যাড্রোসেন্ট্রিক বা অ্যামফিক্রিব্রাল** (hadrocentric or amphicribral) :

এখানে কেন্দ্রস্থলে জাইলেম অবস্থিত থাকে এবং তাকে সম্পূর্ণভাবে বেষ্টন করে থাকে ফ্লোয়েম। উদহরণ *Lycopodium, Selaginella* জাতীয় নিম্নতর সংবহন কলা সম্পন্ন উদ্ভিদের কান্ড, দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের ফুল, ফল এবং পত্র বর্তমান (চিত্র 17.2 ঘ)।

(ii) **লেপ্টোসেন্ট্রিক বা অ্যামফিভেসাল** (leptocentric or amphivasal) :

এখানে কেন্দ্রস্থলে ফ্লোয়েম এবং তাকে সম্পূর্ণভাবে বেষ্টন করে থাকে জাইলেম, উদাহরণ—*Dracaena, Yuca* প্রভৃতি একবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ড (চিত্র 17.1 ঙ)।

জাইলেম এবং ফ্লোয়েম একত্রে অবস্থান করে বলে সমপার্শ্বীয়, সমদ্বিপার্শ্বীয় ও এককেন্দ্রিক নালিকা বান্ডিলগুলিকে, সামগ্রিকভাবে সংযুক্ত (conjoints) বলে অভিহিত করা হয়।

(ঘ) অরীয় (Radial) : এখানে নালিকা বান্ডিলগুলির জাইলেম এং ফ্লোয়েম কলা পর্যায়ক্রমে পৃথক গুচ্ছে অক্ষীয় ব্যাসার্ধে বর্তমান। জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার মধ্যবর্তী অঞ্চলে থাকে অসংবাহী (non-vascular) কলা। অরীয় নালিকা বান্ডিল উদ্ভিদের মূলে দেখা যায় (ত্রি 17.1চ)।

যদি উপরিউক্ত নালিকা বান্ডিলগুলি অধিকাংশ উদ্ভিদে দেখা যায়। ব্যতিক্রম অবশ্যই আছে; বস্তুতপক্ষে, তাদের ক্ষেত্রে এই ব্যতিক্রমই নিয়ম। এই প্রকারের কতিপয় নালিকা বান্ডিল নিচে উল্লেখ করলাম।

ইংরেজী V-অক্ষরের ন্যায় নালিকা বান্ডিল প্রায়শই একবীজপত্রীর কান্ডে পরিলক্ষিত হয়। যথা—Asparagus (শতমূলী), বিভিন্ন ঘাস, প্রভৃতি। মেটাজাইলেম থাকে "V"-এর দুটি পার্শ্ববাহুতে এবং ফ্লোয়েম পার্শ্ববাহুর অভ্যন্তরে।

মজ্জা-বান্ডিল (**medullary bundles**) দেখা যায় কিছু দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কান্ডে, যেমন *Mirabilis* (সন্ধ্যামালতী), *Boerhaavia*) (পুনর্ণভা)। নাম থেকেই অনুমেয় যে নালিকা বান্ডিল কান্ডের মজ্জা অংশে অবস্থান করে। এই বিক্ষিপ্ত মজ্জা বান্ডিলগুলিতে প্রায়শই ক্যামবিয়াম দেখা যায়, ফলে এরা মুক্ত (Open) প্রকৃতির হয়।

বহিঃস্তর বান্ডিল (Cortical bundles) কখনো কখনো দেখা যায় কতিপয় উদ্ভিদে। যেমন Nyctanthes (শিউলি)। কান্ডের বহিঃস্তর বা কর্টেকস (cortex)-এ অবস্থানকারী এই নালিকা বান্ডিলগুলি প্রকৃতপক্ষে এক একটি পত্রাভিসারী বান্ডিল (Leaf-trace bundle)।

অনুশীলনী—1

(ক) 'সত্য' না 'মিথ্যা' উল্লেখ করুন।

(i) উদ্ভিদবিদ্যায় 'কাষ্ঠ' কথাটির অর্থ 'গৌণ জাইলেম';

(ii) উদ্ভিদ মূলের নালিকা বান্ডিল অরীয় এবং এন্ডার্ক (endarch) প্রকৃতির হয়।

(iii) উদ্ভিদ দেহে যান্ত্রিক দৃঢ়তা প্রদান করা, নালিকা বান্ডিলের অন্যতম কার্য।

(iv) উদ্ভিদের ফুল, ফলেও সংবহন কলা (vascular tissue) থাকে।

(v) অ্যামফিভেসাল বান্ডিল (amphivasal bundles) সাধারণত দ্বিবীজপত্রীর কান্ডে দেখা যায়।

(খ) সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন :

(i) সমদ্বিপার্শ্বীয় বান্ডিল কী এবং কোথায় দেখা যায়?

(ii) অরীয় ভ্যাসকুলার বান্ডিল (radial vacular bundle) কাদের বলে? উদাহরণ দিন।

17.4 স্টিলি (Stele) এবং তাদের প্রকারভেদ

উদ্ভিদে জলবায়ু মধ্যবর্তী কেন্দ্রীয় স্তম্ভক বা অক্ষকে স্টিলি (Stele) বলে। স্টিলির বিস্তার : পরিচক্র (pericycle), মজ্জাংশু (interfascicular), মজ্জা (pith), জাইলেম (region) এবং ফ্লোয়েম নিয়ে। পরিচক্রের ভিতরে অবসথানকারী কলা সমষ্টিকে অন্তঃস্টিলীয় ভূমিকলা (intrastelar broung tissne) বলে। স্টিলিকে আবৃত করে থাকে বহিঃস্তর (cortex) এবং অন্যান্য কলা সমষ্টি; সামগ্রিকভাবে এরা বহিঃস্টিলিয় ভূমি কলা (extrastelar ground tissue) হিসেবে আখ্যাত। এর ভেতরের সীমানা অন্তস্ত্বক (endodermis) বা শ্বেতসার আবরণী (starch-sheath) এবং বাইরের সীমারেখা বহিঃস্ত্বক (epidermis)। উদ্ভিদের কান্ড ও মূল অক্ষে স্টিলি অবিচ্ছিন্ন থাকে এবং পার্শ্বীয় শাখাও পাতার সঙ্গে যুক্ত থাকে। প্রতিটি প্রজাতির ক্ষেত্রে স্টিলিয় গঠনের এক নির্দিষ্ট পরিকল্পনা এবং বিন্যাস পদ্ধতি থাকে।

উদ্ভিদ-অক্ষের পরিস্ফূটনের প্রথম পর্যায়ে কিংবা প্রাচীন, সংবহন কলা সম্পন্ন উদ্ভিদে (ভ্যাসকুলার প্লান্ট, Vascular plant), স্টিলি কেবল জাইলেম ও ফ্লোয়েম কলা নিয়ে গঠিত। মজ্জা অনুপস্থিত। এইরূপ সরল বিন্যাস দেখা যায় যে সকল স্টিলিতে, এদের প্রোটোস্টিলি (Protostele) আখ্যা দেওয়া হয়। অপরপক্ষে, স্টিলির কেন্দ্রস্থলে যখন প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত একটি সুস্পষ্ট মজ্জা (pith) দেখা যায় এবং এই মজ্জাকে বেষ্টন করে থাকে জাইলেম ও ফ্লোয়েম, তখন স্টিলিকে বলে সাইফোনোস্টিলি (siphonostele), উদ্ভিদ অক্ষের পরিস্ফুটনের পরবর্তী ধাপে এই স্টিলি তৈরী হয় এবং জাতিজনির (phyloyeny) নিরীখে সাইফোনোস্টিলি অপেক্ষাকৃত উন্নত বলে মনে করা হয়।

প্রোটোস্টিলি এবং সাইফোনোস্টিলি, উভয়েরই, কলা বিন্যাসে বিস্তর তারতম্য আছে। আসুন, তাদের এক একটিকে নিয়ে, সংক্ষেপে আলোচনা করি।

17.4.1 প্রোটোস্টিলির প্রকারভেদ

প্রোটোস্টিলির কেন্দ্রে অবস্থানকারী জাইলেম সাধারণত পরিবৃত থাকে ফ্লোয়েম দ্বারা। কিংবা জাইলেম এবং ফ্লোয়েম মিশ্রিত থাকে নানান্‌ভাবে। গঠনগত ভাবে, নিম্নলিখিত কয়েক প্রকার প্রোটোস্টিলি সবচেয়ে বেশি দেখা যায়।

(ক) হ্যাপলোস্টিলি (haplostele) : কেন্দ্রস্থলের জাইলেম স্তম্ভকস্টা প্রায় গোলাকার এবং প্রস্থচ্ছেদে এই প্রকার স্টিলিকে বৃত্তাকার দেখায়। উদাহরণ Rhynia নামক একপ্রকার অত্যন্ত প্রাচীন লুপ্ত উদ্ভিদের কান্ড, *Selaginella aranssiana* নামক এক সরল প্রকৃতির টেরিডোফাইটার কান্ড এবং মূল, প্রভৃতি (চিত্র 17.2 ক)।

(খ) অ্যাকটিনোস্টিলি (actinostele) : এখানে জাইলেম স্তম্ভকটি কৌণিক (angular) অথবা প্রস্থচ্ছেদে তারকার ন্যায় (stellate) দেখতে হয়। উদাহরণ—*Lycopodium serratum, Psilotum sp., Isoetes sp.* প্রভৃতি টেরিডোফাইটা (চিত্র 17.2 খ)।

(গ) প্লেকটোস্টিলি (Plectostele) : স্টিলি অঞ্চলে জাইলেম ও ফ্লোয়েম সমান্তরালভাবে মিশ্রিত, যা প্রস্থচ্ছেদে জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার পৃথক পৃথক প্লেট আকারে অবস্থান করতে দেখা যায় (চিত্র 17.2, গ) যা *Lycopodium clavatum, livolubile* প্রভৃতি টেরিডোফাইটার কান্ডে দৃশ্যমান। আবার কখনও বা জাইলেম কলা, ক্ষুদ্র ও সরু জালকাকার গঠন নিয়ে ফ্লোয়েম কলার মধ্যে বিক্ষিপ্তভাবে নিহিত থাকে। এই প্রকার প্রোটোস্টিলিকে মিশ্র প্রোটোস্টিলি (mixed protostele) বলে অনেকে চিহ্নিত করেন।

17.4.2 সাইফোনোস্টিলির প্রকারভেদ

স্টিলির কেন্দ্রস্থলে অবস্থিত, প্যারেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট ফাঁকা বেলনাকার মজ্জা থাকে, তাকে চারপাশ থেকে বেষ্টন করে থাকে জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলা, এই অবস্থা (সাইফোনোস্টিলি নামে অভিহিত), মনে করা হয় জাতিজনিগত (phylgenetically) ভাবে উন্নত, ফার্ণ, ব্যক্তবীজী এবং গুপ্তবীজী উদ্ভিদে সাইফোনোস্টিলি পাওয়া যায়। নিম্নোক্ত কয়েক প্রকার সাইফোনোস্টিলি প্রতিনিয়ত দেখা যায়, যেমন—

(ক) একটোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টিলি (Ectophloic siphonostele) : এক্ষেত্রে একটিমাত্র ফ্লোয়েমস্তম্ভক, জাইলেম স্তম্ভকের বাইরে বলয়াকারে অবস্থান করে (চিত্র 17.3 গ)। উদাহরণ—*Equisetum sp.*

(খ) অ্যামফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টিলি (Amphiphloic siphonostele) :

এক্ষেত্রে জাইলেম স্তম্ভকের বাইরে এবং ভিতরে ফ্লোয়েম স্তম্ভক বলয়াকারে বিন্যস্ত থাকে; অতএব, ফ্লোয়েম কলা

দুই জায়গায় দেখা যায়— বহিঃফ্লোয়েম (outer phloem) এবং অন্তঃফ্লোয়েম (inner phloem) উদাহরণ— *Marsilea sp, Adiantum sp.* জাতীয় উন্নত টেরিডোফাইট (চিত্র 17.3 ক)।

উদ্ভিদের স্টিলিয় গঠনে পত্রাবকাশের একটি ভূমিকা আছে তাদের পারস্পরিক অবস্থানের নিরীখে, দু-প্রকার স্টিলি চিহ্নিত করা যায় : সোলেনোস্টিলি (solenostele) এবং ডিকটিয়স্টিলি (dictyostele)।

(গ) সোলেনোস্টিলি : এটি সর্বাপেক্ষা উন্নত প্রকৃতির প্রোটোস্টিলি। এইরূপ স্টিলি দেখা যায় *Selaginella*-র প্রজাতির মধ্যে প্রায়শই পলিস্টিলির (polystele) আকারে। বিভিন্ন ফার্ণ (fern) এবং কখনো *Selaginella* তে প্রাপ্ত সোলোনোস্টিলি অ্যামফিফ্লোয়িক প্রকৃতির হয়। এমন অ্যামফিফ্লোয়িক স্টিলিতে অবশ্য মজ্জা থাকে না, বরং এরা অন্তস্ত্বক (endodermis) নিয়ে সংগঠিত হয়, সুতরাং এরা অ্যামফিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টিলি থেকে খানিকটা পৃথক। ফার্ণ গোত্রীয় উদ্ভিদে বহু পত্রাবকাশ (leat gaps) থাকে বলে সোলেনোস্টিলি জালিকাকার (reticulate network) হয়, তাদের ডিকটিওস্টিলি (dictyostele) হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

(ঘ) ডিকটিওস্টিলি : ফার্ণ জাতীয় কিছু টেরিডোফাইটাতে পত্রাবকাশগুলি খুব বড় হয় এবং পর্বমধ্যে পরস্পরকে অতিক্রমন করে। অর্থাৎ একটি পত্রাবকাশের ওপরের অংশ অন্য একটি পত্রাবকাশের নীচের অংশের সঙ্গে সমান্তরালভাবে অবস্থান করে। ফলে, সংবহন কলা প্রস্থচ্ছেদে খণ্ডিত (dissected) দেখায়।

পত্রাবকাশ (leaf gap) : অনেক সংবহনকারী উদ্ভিদের স্টিলি এক প্যারেনকাইমা কোষ-বিশিষ্ট (সংবহনকারী কলার) ছেদ (gap) প্রদর্শন করে, যা পত্রাভিসারী বান্ডিলের (leaf trace bundle) সঙ্গে উল্লম্বভাবে বিন্যস্ত থাকে।

(চিত্র 17.3 খ)। খণ্ডিত প্রতিটি বান্ডিল এক একটি ফ্লোয়েম পরিবৃত কেন্দ্রিক জাইলেম কলার স্তম্ভক, যাদের মেরিস্টিলি (meristele) নামে অভিহিত করা হয়।

ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদে খণ্ডিত স্টিলি সমূহ সাইফোনোস্টিলি প্রকৃতির হয়— ইউস্টিলি (euslete) এবং অ্যাটাক্টোস্টিলি (atactoslctle)।

ইউস্টিলি : ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদে যে খণ্ডিত স্টিলি দেখা যায়, তা ইউস্টিলি (eustele'র অর্থ প্রকৃত স্টিলি) নামে চিহ্নিত, তারকারণ স্টিলিগুলি কেবল পত্রাবকাশ দিয়ে খণ্ডিত নয়, মজ্জাংশু দ্বারাও এরা খণ্ডিত। ফলে, প্রস্থচ্ছেদ করলে দেখতে পাই অনেকগুলি একটোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টিলি যারা বলয়াকারে সজ্জিত (চিত্র 17.3)। সুতরাং প্রকৃত অর্থে খণ্ডিত; চক্রাকারে সজ্জিত, একটোফ্লোয়িক সাইফোনোস্টিলিই হলো ইউস্টিলি।

অ্যাকাটক্টোস্টিলি : অধিকাংশ একবীজপত্রী উদ্ভিদে প্রাপ্ত একপ্রকার খণ্ডিত সাইফোনোস্টিলি, যেখানে পৃথক মেরিস্টিলির এক একটি বিক্ষিপ্তভাবে ভূমি কলায় ছড়ানো থাকে। অ্যাকাট্‌টোস্টিলিতে (একবীজপত্রীর কাণ্ডে, যেমন ভুট্টার কাণ্ড) পরিচক্র, অন্তঃস্তক থাকে না বলে এই স্টিলির সুনির্দিষ্ট সীমানা টানা যায় না (চিত্র 17.3, ঙ)।

(ঙ) পলিসাইক্লিক বা বহুবৃত্তীয় স্টিলি : কিছু ফার্ণ গোত্রীয় উদ্ভিদ, যেমন *Marattia, Pteridium* প্রভৃতিতে দুই বা অধিক সংখ্যক এককেন্দ্রিক সংবহন কলা স্তম্ভ আমরা দেখতে পাই। এরা পলিসাইক্লিক স্টিলি নামে পরিচিত। এদের মধ্যে ভেতরকার অন্তঃস্তম্ভ সাইফোনোস্টিলি এবং বহিঃস্তম্ভটি ডিকটিওস্টিলি চিত্র 17.4খ) বা সোলেনোস্টিলি (চিত্র 17.4 ক) ইত্যাকার জটিল বিন্যাস, আমরা দেখতে পাই।

অনুশীলনী — ২

(ক) নীচের সারণীর প্রথম স্তম্ভের সঙ্গে দ্বিতীয় স্তম্ভটি মেলান

স্তম্ভ 1		স্তম্ভ 2	
(a)	সমদ্বিপার্শ্বীয় বান্ডিল	(i)	*Lyopodium serratum*
(b)	অ্যাটাক্টোস্টিলি	(ii)	*Selaginella*
(c)	সোলেনোস্টিলি	(iii)	*Lycopodium clavatum*
(d)	প্লেকটোস্টিলি	(iv)	একবীজপত্রীর কান্ড
(e)	প্লেকটোস্টিলি	(v)	*Rhymia Sp.*
(f)	অ্যাকটিনোস্টিলি	(vi)	Cuurbita (কুমড়া)

17.5 গৌণ বৃদ্ধি

উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ড পরিণত অবস্থায় স্থূল হয়। অর্থাৎ তারা পরিধিতে বৃদ্ধি পায়। ক্যামবিয়াম এবং কর্ক ক্যামবিয়াম (ফেলোজেন) নামক পার্শ্বীয় ভাজক কলার ক্রিয়াশীলতায়, গৌণ-কলাসমষ্টি সৃষ্টির মাধ্যমে উদ্ভিদ অঙ্গের স্ফীতি সম্পন্ন হয়। পরিধিতে এই বৃদ্ধিকে আমরা গৌণ বৃদ্ধি (secondary growth) নামে অভিহিত করি।

17.5.1 গৌণ বৃদ্ধির সংজ্ঞা, কোথায় দেখা যায়

সংজ্ঞা ঃ ক্যামবিয়াম এবং ফেলোজেন নামক পার্শ্বীয় ভাজক কলার ক্রিয়াশীলতার দরুণ, গৌন-কলাসমূহ তৈরীর মাধ্যমে বহু উদ্ভিদের মূল ও কাণ্ডের পরিধি বা স্থূলত্বে যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে গৌণ বৃদ্ধি (secondary growth) আখ্যা দেওয়া হয়।

বর্তমান যুগে, প্রকৃত গৌণ বৃদ্ধি দেখা যায় ব্যক্তবীজী এবং বহু গুপ্তবীজী উদ্ভিদে। একবীজপত্রী কিংবা টেরিডোফাইটার মধ্যে তা অনুপস্থিত।

17.5.2 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ কাণ্ডের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

স্বাভাবিক অবস্থায় ক্যামবিয়াম, কান্ডের বা মূলের ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেম এবং আপেক্ষাকৃত অল্প পরিমাণে বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টি করে। এই গৌণ বৃদ্ধির ফলে অঙ্গ স্ফিত হয়। কলা বৃদ্ধির দরুণ গৌণ জাইলেম প্রাথমিক জাইলেমকে মজ্জার দিকে ঠেলে দেয়। অনুরূপভাবে গৌণ ফ্লোয়েম সৃষ্টির ফলে প্রাথমিক ফ্লোয়েম পরিধির দিকে সরে আসে। এমতাবস্থায় অনেক সময় প্রাথমিক ফ্লোয়েম নজরেই পড়ে না।

কান্ডের ক্ষেত্রে গৌণ বৃদ্ধি অন্তঃস্টিলির কিংবা বহিঃস্টিলিয় হতে পারে। আসুন এক এক করে এই দুই প্রকার গৌণ বৃদ্ধি সংক্ষেপে আলোচনা করি।

17.5.2.1 অন্তঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধি

অন্তঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধি (interstelar secondary growth) গুচ্ছিত (fascicular) এবং আন্তঃগুচ্ছ (interfascicular) ক্যামবিয়ামের ক্রিয়াশীলতায় ঘটে থাকে। একটি আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ কান্ডে নালিকা বান্ডিলগুলি

বলয়াকারে থাকে এবং মজ্জাংশুগুলি অপ্রশস্ত হয়।

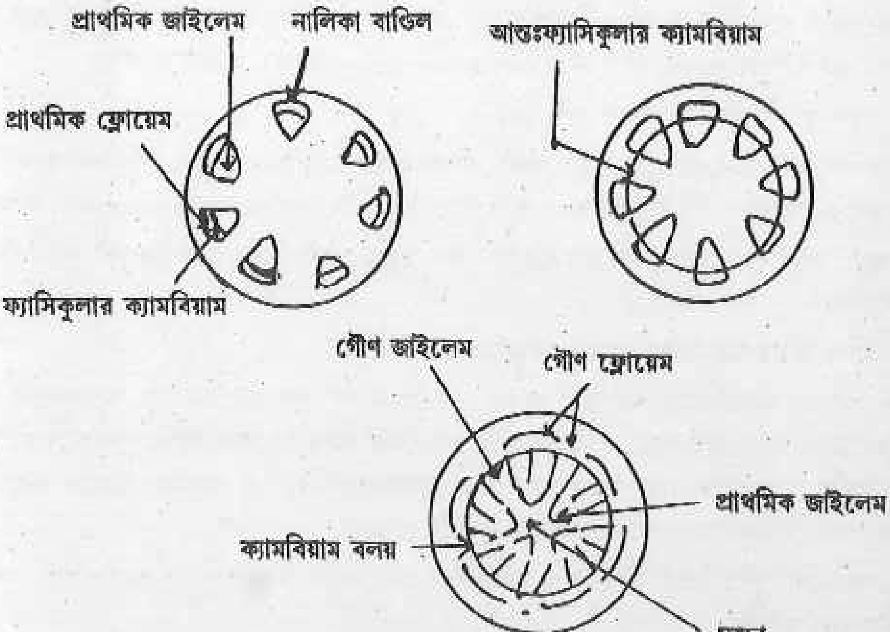
(ক) ক্যামবিয়াম বলয়ের সৃষ্টি ঃ

নালিকা বান্ডিলের অন্তর্গত গুচ্ছিত (fascicular) ক্যামবিয়াম এবং মজ্জাংশু থেকে উৎপন্ন আন্তঃগুচ্ছ (interfascicular) ক্যামবিয়ামের নালিগুলি একই রেখায় মিলে একটি বলয় সৃষ্টি করে থাকে। যাকে ক্যামবিয়াম বলয় (Cambium ring) বলে (চিত্র 17.5)। এই বলয় ক্রিয়াশীল হলে গৌণ কলার সৃষ্টি ঘটায়।

(খ) গৌন কলাসমষ্টির উদ্ভব ঃ সৃষ্ট ক্যামবিয়াম সাধারণত বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম এবং ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেম তৈরি করে। গৌণ জাইলেমের উপাদান হলো (সোপানাকার ও কুপাঙ্কিত) ট্রাকিয়া, ট্র্যাকইডস, (অরীয় সারিতে বিন্যস্ত অসংখ্য) মজ্জারশ্মি এবং কিছু কষ্টি বা জাইলেম প্যারেনকাইমা। গৌণ ফ্লোয়েম থাকে সীভ নল, সঙ্গী কোষ, প্যারেনকাইমা ও বাস্ট বা ফ্লোয়েম তন্তু।

সঙ্গীকোষ (Companion cells) সপুষ্পক উদ্ভিদের একটি সনাক্তকারি বৈশিষ্ট্য ঃ গৌণ ফ্লোয়েমের অপেক্ষায় গৌণ জাইলেম অধিকতর পরিমানে তৈরি হয়। বস্তুতপক্ষে, উদ্ভিদের পরিধি বৃদ্ধির প্রধান উপায় হলো গৌণ জাইলেম।

গৌণ বৃদ্ধিকালে, উদ্ভিদ সংবাহী তন্তকের অভ্যন্তরে প্রবল কেন্দ্রাপসারী চাপের সৃষ্টি হয়। যার ফলে, প্রাথমিক কলা অনেকাংশে নষ্ট হয়। অন্যান্য কেন্দ্রের দিকে ধাবিত প্রাথমিক জাইলেম অধিকাংশ ক্ষেত্রে প্রায় অক্ষত থাকে। প্রাথমিক মজ্জাংশু গৌণ কলার দ্বারা পরিবৃত হয়ে পড়ে। গৌণ রশ্মি প্যারেনকাইমা কোষগুলি সরু সরু পাটির মতো অঞ্চল সৃষ্টি করে যাকে গৌণ মজ্জাংশু বলি। স্থূলত্বে, গৌণ মজ্জাংশু এক, দুই বা অধিক স্তরবিশিষ্ট এবং উচ্চতায় বহুস্তর সমন্বিত হয়।



চিত্র 17.5 দ্বিবীজপত্রী কান্ডের স্বাভাবিক অন্তঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধির রেখাচিত্র

17.5.2.2 বর্ষবলয় (Annual rings)

নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে একটি সুনির্দিষ্ট ঋতুচক্র থাকে। ফলে এমন অঞ্চলে বৃক্ষের গৌণ বৃদ্ধি ঋতুচক্রের সঙ্গে একপ্রকার সামুজ্যতা রক্ষা করে পর্যাবৃত্তি প্রদর্শন করে। বসন্তের আগমনে যখন নতুন পাতা, ফুল, জন্মায়, উদ্ভিদের তখন প্রয়োজন হয় পর্যাপ্ত জল ও দ্রবীভূত খনিজ লবণ। ক্যামবিয়াম সুপ্ত থাকলে, এক সময় তারা ক্রিয়াশীল হয়। এই ক্রিয়াশীলতা দ্রুত বাড়তে থাকে এবং এক সময় তারা ক্রিয়াশীল হয়। এই ক্রিয়াশীলতা দ্রুত বাড়তে থাকে এবং বাড়তি জলের যোগান মেটাবার তাগিদে অধিকতর পরিমাণে সৃষ্টি হয় পাতলা কোষ প্রাচীর ও বড় গহ্বর বিশিষ্ট নালিকা (vessels) ও প্যারেনকাইমা কোষ। সমগ্র গ্রীষ্ম ও বর্ষাকালব্যাপী এমন গৌণ কলা, দ্রুত থেকে দ্রুততর হারে তৈরি হতে থাকে। অনেকখানি জায়গা জুড়ে বিরাজ করে এইরূপ গৌণ কলা। শরৎকালের আগমনে ক্যামবিয়ামের ক্রিয়াশীলতা এবং তদজনিত গৌণ বৃদ্ধির হার ক্রমশ হ্রাস পায়। এবং শীতকালে তা, প্রায় স্তব্ধ হয়ে যায়। পরবর্তী বসন্তে পুনরায় নব উদ্যমে স্ফীতাকার নালিকা ও প্যারেনকাইমার সৃষ্টির পুনরাবৃত্তি ঘটে। বছরের পর বছর এমন পর্যায়কালীন ধারাবাহিক বৃদ্ধির চিহ্ন, গৌণ কাষ্ঠে লক্ষ্য করা যায়। প্রতি বছরে সৃষ্ট গৌণ জাইলেম, পূর্বের এবং পরবর্তী বছর থেকে পৃথকভাবে চেনা যায়। কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ করলে, এই পর্যায়কালীন গৌণ বৃদ্ধি স্পষ্ট বলয়াকারে দেখা যায়। এদেরকেই বৃদ্ধি বলয় বা বার্ষিক বলয় আখ্যা দেওয়া হয়। স্বাভাবিক ভাবেই যে সকল দেশে ঋতুচক্র সুস্পষ্ট, সেখানকার বৃক্ষে বার্ষিক বলয় খুব পরিষ্কার ভাবে চিহ্নিত করা যায়। অপরপক্ষে, বার্ষিক বলয়ের সংখ্যা গুণে কাষ্ঠল ব্যক্তবীজী ও দ্বিবীজপত্রী বৃক্ষের বলয় নির্ণয় করা যায়। এই ভাবে বৃক্ষের বয়স নির্ণয়, জলবায়ু পরিবর্তনের ইতিহাস প্রভৃতি নথিভুক্ত করবার প্রয়াস একটি স্বতন্ত্র বিষয় যা ডেনড্রোক্রোনোলজি নামে আখ্যাত।

ক্রান্তীয় অঞ্চলে স্পষ্ট ঋতুচক্র থাকে না বলে বৃদ্ধি বলয়ের সংখ্যার সঙ্গে বয়স মেলে না। তাই বৃদ্ধি বলয় না বলে এদের বৃদ্ধিচিহ্ন বলাই শ্রেয়। গুলমোহর, জাম গাছ, প্রভৃতিতে এমন বৃদ্ধি চিহ্ন আমরা দেখতে পাই।

17.5.2.3 সার এবং অসার কাষ্ঠ (sap wood and heart wood)

উদ্ভিদে গৌণ বৃদ্ধির মাধ্যমে যে কাষ্ঠ সৃষ্টি হয়, তা দৃশ্যত ও কার্যত দুই প্রকার। প্রথম যে কাষ্ঠল অংশে তৈরি হয়, তাহা মুখ্যত গৌণ জাইলেম। এদের বর্ণ অপেক্ষাকৃত হাল্কা। এই অংশ নালিকা, তন্তু এবং সজীব প্যারেনকাইমা কোষ নিয়ে গঠিত। কাঠের এই অংশের মাধ্যমে জল ও দ্রাবের সংবহন এবং উদ্ভিদের নানান অঙ্গে তার বিস্তার সম্পন্ন হয়। বৃক্ষের এই অঞ্চলটি সরস বা আর কাষ্ঠ নামে চিহ্নিত পূর্বে একে অ্যালবারনাম বলা হতো।

গৌণ বৃদ্ধির দ্বারা সংবাহী কলা ক্রমশ স্ফীত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে সরস কাঠের সজীব কোষসমূহের প্রোটোপ্লাস্টকে বিলুপ্ত হতে দেখা যায়। জলীয় ভাগ হ্রাস পায়। কোষ হতে খাদ্যবস্তু অপসৃত হয় এবং নালিকার গহ্বর টাইলোসিস দ্বারা বন্ধ হয়ে যায়। একই সঙ্গে প্যারেনকাইমা কোষপ্রাচীরের লিসনিভবন ঘটে এবং কূপ পর্দা অনমনীয় হয়ে পড়ে। জাইলেম কলার কোষ প্রাচীরে কিংবা তার অভ্যন্তরে সঞ্চিত হতে থাকে ট্যানিন, তেল, রজন, গঁদ, রঞ্জক পদার্থ প্রভৃতি বর্জ্যবস্তু। এইভঅবে, সরস কাষ্ঠ থেকে নীরস বা অসার কাষ্ঠে রূপান্তরন ঘটে। নাম থেকেই অনুমেয়, যে নীরস কাষ্ঠ প্রকৃতই নীরেট একটি স্তম্ভক যা বৃক্ষের যান্ত্রিকস্থিতি ও শক্তি জোগায়। বলা বাহুল্য, এমতাবস্থায়, শারীরবৃত্তি ক্রিয়া প্রায় বন্ধ হয়ে পড়ে। এই নীরস কাঠের বর্ণ গাঢ় হয় এবং সরস কাঠের অপেক্ষা আরও দৃঢ়, ঘন, মজবুত ও টেকসই। এই নীরস বা অসার কাঠই আমাদের অতি মূল্যবান বাণিজ্যিক দারু হিসেবে স্বীকৃত, যা স্বাভাবিক কারণেই মানব সমাজের এক মহার্ঘ্য সম্পদ। নীরস বা অসার কাঠকে পূর্বে ডুরামেন নামে অভিহিত করা হতো।

17.5.2.4 বহিঃস্টিলিয় গৌণ বৃদ্ধি

কর্ক ক্যামবিয়াম বা ফেলোজেন নামক ভাজক কলার ক্রিয়াশীলতায় সৃষ্টি হয় বহিঃস্টিলিয় গৌণ কলা সমষ্টি— এক কথায় আপনারা পূর্বেই জেনেছেন, অবহিত আছেন ফেলোজেনের গঠন প্রকৃতি সম্বন্ধে। এই ভাজক কলা পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনের মাধ্যমে ভিতর দিকে ফেলোডার্ম ও বাহিরের দিকে ফেলেম বা কর্ক তৈরি করে। এই তিনটি স্তর— কর্ক,

ফেলোজেন এবং ফেলোডার্ম একত্রে পেরিডার্ম নামে পরিচিত।

দ্বিতীয় বিষয়টি হল বায়ুরন্ধ্র বা লেন্টিসেল। পেরিডার্মের ওপর কয়েকটি নির্দিষ্ট জায়গায় লেন্স আকৃতির একগুচ্ছ কোষ আলগা অবস্থায় উঠে থাকে। এদের মাধ্যমে উদ্ভিদ দেহের অভ্যন্তরে গ্যাসীয় বিনিময় চালু থাকে। এরা দৃশ্যমান হয় কর্ক কলার স্পর্শক তলে কয়েকটি গাঢ় রঙের দাগ হিসেবে, অরীয় তলে দাগগুলি লম্বা ডোরাকৃতি হয় দেখতে। উদ্ভিদ কাণ্ডে ছাড়া, আপেল, ন্যাসপাতি, কুল, প্রভৃতি ফলের গাত্রেই বায়ুরন্ধ্র পরিলক্ষিত হয়।

17.5.3 আদর্শ দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ মূলের স্বাভাবিক গৌণ বৃদ্ধি

কতিপয় কাষ্ঠল বীরুৎ জাতীয় দ্বিবীজপত্রীর মূলে গৌণ বৃদ্ধি ঘটে। মূলের জাইলেম একসার্ক এবং নালিকা বান্ডিলের বিন্যাস অরীয়। কান্ডের ন্যায় ভ্যাসিকুলার ক্যামবিয়াম এখানে অনুপস্থিত। অতএব, গৌণ বৃদ্ধিকালে, প্রতিটি ফ্লোয়েম গুচ্ছের নীচের কয়েকটি প্যারেনকাইমা পুনরায় বিভাজনক্ষম হয়ে পড়ে, সৃষ্টি করে ক্যামবিয়াম। তাই যে কয়টি ফ্লোয়েম গুচ্ছ থাকে, সমসংখ্যক ক্যামবিয়াম ফালিও সেখানে থাকে। এদিকে জাইলেম কলার প্রোটোজাইলেমের দিকের ওপর পরিচক্রের কয়েকটি কোষ নিয়ে গঠিত হয় আরেক গৌণ ক্যামবিয়াম। 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। অধিকতর কেন্দ্রাভিমুখী গৌন জাইলেম সৃষ্টির দরুণ প্রথম সৃষ্ট ক্যামবিয়াম বলয় ক্রমাগত বাইরের দিকে সরতে থাকে এবং তরঙ্গায়িত বলয় অবশেষে গোলাকৃতি হয়। এবং স্বাভাবিক কারণেই উদ্ভিদ মূলে সৃষ্ট গৌণ সংবাহী স্তম্ভকের বিন্যাস সমপার্শ্বীয়। অর্থাৎ, মূলে প্রাথমিক সংবাহী কলা অরীয়, কিন্তু গৌণ সংবাহী কলা সমপার্শ্বীয়। যাইহোক, মূলে গৌণ ক্রিয়ার ফলে প্রাথমিক জাইলেম ক্রমশ গৌণ জাইলেম কলার মধ্যে নিবেশিত থাকে। কেবল, কেন্দ্রস্থলে উপস্থিত কয়েকটি প্রাথমিক জাইলেমের অরীয় বিন্যাস এবং একসার্ক প্রকৃতি থেকে মূলের প্রকৃত সমষ্টি নির্ণয় করা যায়। মূলের গৌণ জাইলেম কিন্তু এন্ডার্ক প্রকৃতির।

17.5.4 সারাংশে

উদ্ভিদের সংবহনতন্ত্র গঠিত হয় জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার সমন্বয়ে। লম্বভাবে বিন্যস্ত সংবহন কলার গুচ্ছকে নালিকা বা ভ্যাসকুলার বান্ডিল বলা হয়। জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার বিন্যাস অনুসারে, নালিকা বান্ডিল মূলত চারপ্রকার সমপার্শ্বীয়, সমদ্বিপার্শ্বীয়, কেন্দ্রীয় এবং অরীয়। সন্ধ্যামালতী, পুনর্নভা'র ন্যায় উদ্ভিদে নালিকা বান্ডিল বিক্ষিপ্তভাবে কান্ডের মজ্জা অংশে দেখা যায়। এদেরকে মজ্জা- বান্ডিল বলে। কখনও বা নালিকা বান্ডিল কান্ডের বহিঃস্তর বা কর্টেক্স অঞ্চলে দেখা যায়। যথা— শিউলি গাছ। প্রকৃতপক্ষে কর্টিকাল বান্ডিল নামে পরিচিত এই নালিকা বান্ডিলগুলি পত্রাভিসারী বান্ডিল।

উদ্ভিদের জলবাহী, মধ্যবর্তী কেন্দ্রীয় স্তম্ভক বা অক্ষকে স্টিলি বলে। স্টিলির বিস্তার পরিচক্র থেকে কেন্দ্রস্থ মজ্জা পর্যন্ত। স্টিলি মূলত দুই প্রকার : প্রোটোস্টিলি এবং সাইফোনোস্টিলি। জাইলেম এবং ফ্লোয়েম কলার আপেক্ষিক অবস্থান এবং পারস্পরিক বিন্যাস অনুসারে, প্রোটোস্টিলির প্রকারভেদ লক্ষ করা যায়, যথা— হ্যাপ্লোস্টিলি, অ্যাকটিনোস্টিলি, প্লেকটোস্টিলি। অনুরূপভাবে, সাইফোনোস্টিলি হতে পারে একটোফ্লোয়িক কিংবা অ্যামফিফ্লোয়িক। পত্রাবকাশের পারস্পরিক অবস্থানের নিরীখে আবার স্টিলিকে হয় সোলেনোস্টিলি কিংবা ডিকটিয়স্টিলি বলা হয়। ভুট্টা-জাতীয় একবীজপত্রীর কাণ্ডে সাইফোনোস্টিলি পৃথক পৃথক মেরিস্টিলি তে খণ্ডিত হতে দেখা যায়, যা বিক্ষিপ্তভাবে ভূমি কলায় ছড়ানো থাকে। এদের অ্যাটাক্টোস্টিলি (atactostele) বলা হয়। কিছু ফার্ণ-জাতীয় উদ্ভিদে, দুই বা অধিক সংখ্যক এককেন্দ্রিক সংবহন কলা তন্ত্র আমরা কখনো কখনো দেখতে পাই। এদের বহুবৃত্তীয় বা পলিসাইক্লিক স্টিলি (polycychic stele) বলে। স্টিলির প্রকৃতি অনেক সময় একটি সনাক্তকারী বৈশিষ্ট্যরূপে ব্যবহৃত করা যায়।

গৌণ বৃদ্ধি সংবাহী উদ্ভিদের একটি বৈশিষ্ট্য। এই বৃদ্ধি অন্তঃস্টিলিয় কিংবা বহিঃস্টিলিয় হতে পারে। গৌণ বৃদ্ধির ফলে উদ্ভিদের অক্ষীয় অঙ্গের স্ফীতি এবং পরিধিতে বৃদ্ধি সম্পন্ন হয়। গৌণ বৃদ্ধির ফলে তৈরি হয় গৌণ জাইলেম এবং গৌণ ফ্লোয়েম কলা। একটি আদর্শ দ্বিবীজপত্রীর কাণ্ডে এবং মূলে সংঘটিত গৌণ বৃদ্ধির কিঞ্চিত ফারাক আছে। ক্যাঅমবিয়াম বলয়

থেকে সৃষ্ট গৌণ জাইলেম অধিকতর হওয়ায় উদ্ভিদ অঙ্গের বাইরের দিকে চাপ পড়ে। চাপ প্রবল হলে বাইরে কলাসমূহ ফেটে যায়। উন্মুক্ত ফাটল শীঘ্রই গৌণ ক্যামবিয়ামের ফেলোজেন সক্রিয়তায় ভরাট হয়ে যায় নতনুভাবে সৃষ্ট কলার দ্বারা। বল্কল (bank) হলো সংবাহী ক্যামবিয়ামের বাইরে সকল কলার সমষ্টি। গ্যাসীয় বিনিময় চালু রাখবার উদ্দেশে উদ্ভিদ অঙ্গের বাইরে কতিপয় কোষ উঠে থাকে। এদের বায়ুরন্ধ্র (lenticels) বলে।

স্পষ্ট ঋতুচক্র আছে এমন অঞ্চলের বৃক্ষের কান্ড প্রস্থচ্ছেদ করলে প্রায়শই স্পষ্ট বৃদ্ধি বলয় বা বার্ষিক বলয় আমরা দেখতে পাই। এদের সংখ্যা গুণে বৃক্ষের বলয় নির্ণয় করা সম্ভব। এই প্রয়াস বিজ্ঞানের একটি স্বতন্ত্র শাখা (ডেনড্রোক্রোনোলজি) অন্তর্গত।

17.5.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

(ক) সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ

(i) সপুষ্পক উদ্ভিদ (angiosperm)-এর একটি শারীরস্থানীয় সনাক্তকারী বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।

(ii) শন কোন্ প্রকার তন্তু?

(iii) অ্যালবারনাম ও ডুরামেন কাদের বলে?

(iv) ডেনড্রোক্রোনোলজি বিষয়টি কী?

(v) ফেলেম এবং ফেলয়েড-এর মধ্যে প্রধান পার্থক্যটি কী?

(vi) কোন্ উদ্ভিদ থেকে প্রাকৃতিক কর্ক (বাণিজ্যিক) উৎপন্ন হয়?

(খ) নিম্নলিখিতের মধ্যে পার্থক্য নির্দেশ করুন :

(i) সরস এবং নীরস কাষ্ঠ।

(ii) বৃদ্ধি বলয় এবং বৃদ্ধি চিহ্ন।

(iii) বহিঃবল্কল এবং অন্তঃবল্কল।

17.5.6 উত্তরমালা

অনুশীলনী—1 : (ক) (i) সত্য, (ii) মিথ্যা, (iii) সত্য, (iv) সত্য এবং (v) মিথ্যা।

(খ) (i) 17.3খ দেখুন; (ii) 17.3 ঘ দেখুন।

অনুশীলনী–2 : (ক) (a) vi, (b) iv, (c) ii, (d) iii, (e) i

সর্বশেষ প্রশ্নাবলী ঃ

(ক) (i) সঙ্গী কোষ, (ii) ফ্লোয়েম বা কাষ্ঠতন্তু, (iii) দ্র: 17.5.2.3, (iv) দ্র. 17.5.2.2

(v) ফেলেম বা কর্ক কোষ সুবেরিনযুক্ত এবং স্থূল, কিন্তু ফেলয়েড কর্ক কোষ সুবেরিনবিহীন হয়,

(vi) Quercus suber.

(খ) (i) দ্র. 17.5.2.3, (ii) দ্র. 17.5.2.2, (iii) দ্র. 17.5.2.4

Note

মানুষের জ্ঞান ও ভাবকে বইয়ের মধ্যে সঞ্চিত করিবার যে একটা প্রচুর সুবিধা আছে, সে কথা কেহই অস্বীকার করিতে পারে না। কিন্তু সেই সুবিধার দ্বারা মনের স্বাভাবিক শক্তিকে একেবারে আচ্ছন্ন করিয়া ফেলিলে বুদ্ধিকে বাবু করিয়া তোলা হয়।

—*রবীন্দ্রনাথ ঠাকুর*

ভারতের একটা mission আছে, একটা গৌরবময় ভবিষ্যৎ আছে, সেই ভবিষ্যৎ ভারতের উত্তরাধিকারী আমরাই। নূতন ভারতের মুক্তির ইতিহাস আমরাই রচনা করছি এবং করব। এই বিশ্বাস আছে বলেই আমরা সব দুঃখ কষ্ট সহ্য করতে পারি, অন্ধকারময় বর্তমানকে অগ্রাহ্য করতে পারি, বাস্তবের নিষ্ঠুর সত্যগুলি আদর্শের কঠিন আঘাতে ধূলিসাৎ করতে পারি।

—*সুভাষচন্দ্র বসু*

Any system of education which ignores Indian conditions, requirements, history and sociology is too unscientific to commend itself to any rational support.

—*Subhas Chandra Bose*

Price : ₹ 225.00

(Not for sale to the Students of NSOU)

Published by : Netaji Subhas Open University, DD-26, Sector-I, Salt Lake, Kolkata-700 064 &
Printed at : The Saraswati Printing Works, 2, Guru Prosad Chowdhury Lane, Kolkata 700 006