একক 1 ❑ ব্রায়োফাইটার সূচনা, বৈশিষ্ট্য, জীবনচক্র ও শ্রেণিবিভাগ

গঠন

1.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

1.2 ব্রায়োফাইটার বৈশিষ্ট্য

1.3 ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র

1.4 ব্রায়োফাইটার সাথে অন্যান্য বিভাগের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

1.4.1 ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

1.4.2 ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার সাদৃশ্য বা বৈসাদৃশ্য

1.5 ব্রায়োফাইটার শ্রেণিবিভাগ

1.5.1 শ্রেণি হেপাটিকপসিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্য

1.5.2 শ্রেণি অ্যান্থোসেরটপসিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্য

1.5.3 শ্রেণি ব্রায়োপসিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্য

1.6 সারাংশ

1.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

1.8 উত্তরমালা

1.1 প্রস্তাবনা

পথ চলতে চলতে আমরা নানা ধরনের গাছের সম্মুখীন হয়ে থাকি। এদের মধ্যে বেশিরভাগই বড় আকারের গাছ এবং সঙ্গে কিছু বিরুৎ ও গুল্ম জাতীয় গাছও নজরে পড়ে। কিন্তু কখনও নজর করে দেখেছেন কি বর্ষাকালে দেওয়ালের গায়ে কিংবা মাটিতে আস্তরণ রয়েছে সবুজ গালিচার মত বা সবুজ, মসৃণ আবরণ ভিজে স্যাঁতস্যাঁতে অঞ্চলে। এই সবুজ গালিচা বা আবরণেই এক জাতীয় উদ্ভিদ থাকে যাকে আমরা ব্রায়োফাইটা বলি। শীত প্রধান অঞ্চলে বনের পথে চলতে চলতে দেখা যায় বড় বড় গাছে এই ব্রায়োফাইটার আস্তরণ রয়েছে। উদ্ভিদ জগতে ব্রায়োফাইটার অবস্থান ও থ্যালোফাইটা ও টেরিডোফাইটা এর মধ্যবর্তী স্থানে। স্থলজ স্বভোজী উদ্ভিদের মধ্যে এরা সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র হলেও ভাবতে অবাক লাগে যে উদ্ভিদ জগতে এদের গুরুত্ব ও ভূমিকা কত

অপরিসীম! আমরা বিভিন্ন ধরনের ব্রায়োফাইটা'র সম্পর্কে পূর্ণাঙ্গ জ্ঞান লাভ করার সাথে সাথে জলজ বসতি থেকে স্থলজ পরিবেশে কীভাবে এই উদ্ভিদের আবির্ভাব ঘটেছে—সে বিষয়ে আলোচনা করবো।

উদ্দেশ্য

এই এককটি অধ্যয়ন করে আমরা ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে জানতে পারবো ঃ

- ব্রায়োফাইটা'র সাধারণ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ও তাদের জীবনচক্র
- ব্রায়োফাইটা'র সাথে শৈবাল জাতীয় উদ্ভিদের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য।
- ব্রায়োফাইটা'র সাথে টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য।
- ব্রায়োফাইটা'র শ্রেণীবিন্যাসের রূপরেখা।
- ব্রায়োফাইটার অন্তর্গত বিভিন্ন শ্রেণীগুলির মুখ্য বৈশিষ্ট্য সমূহ।

1.2 ব্রায়োফাইটা'র বৈশিষ্ট্য

ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্যগুলি নিম্নরূপ ঃ-

1. প্রধান উদ্ভিদ দেহটি লিঙ্গাধর (n), স্থলজ, দীর্ঘস্থায়ী, স্বাবলম্বী, স্বভোজী ও সবুজ বর্ণের ক্লোরোফিল 'a' এবং 'b' যুক্ত।
2. উদ্ভিদদেহে সমাঙ্গাদেহী, শায়িত, বিষমপৃষ্ঠীয় অথবা একটু উন্নতমানের ব্রায়োফাইটার ক্ষেত্রে (যেমন মস্) মূল কাণ্ড ও পাতার ন্যায় অংশে বিভেদিত। এই পাতার ন্যায় অংশকে 'ফাইলয়েড' ও কাণ্ডের ন্যায় অংশকে 'কলিড' বলা হয়।
3. প্রকৃত মূল অনুপস্থিত; পরিবর্তে এককোষী বা বহুকোষী রাইজয়েড ও বহুকোষী শল্ক বা স্কেল বর্তমান যেগুলি মূলের ন্যায় কাজ করে।
4. সংবহন কলা সম্পূর্ণ অনুপস্থিত তবে মস্জাতীয় উদ্ভিদে কিছু কেন্দ্রীয় সংবহন কোষ দেখা যায় (যেমন জল সংবহনে অংশগ্রহণকারী কোষ-যাদের হাইড্রয়েড এবং খাদ্যপরিবহনে অংশগ্রহণকারী কোষ—লেপ্টয়েড')।
5. ব্রায়োফাইটার যৌন জনন অঙ্গা বহুকোষী। পুংজনন অঙ্গাকে পুংধানী এবং স্ত্রীজনন অঙ্গাকে স্ত্রীধানী বলে।
6. স্ত্রীধানীর গঠন ফ্লাস্কের ন্যায়—নিম্নের স্ফীত অংশকে অঙ্ক ও উপরের সরু লম্বাটে অংশকে গ্রীবা বলা হয়। গ্রীবার অভ্যন্তরে গ্রীবানালীকোষ (প্রজাতিভেদে সংখ্যা বিভিন্ন) এবং অঙ্কে একটি অঙ্কীয় নালীকোষ

ও একটি ডিম্বাণু বর্তমান। পুংধানী ন্যাসপাতি আকৃতির এবং অসংখ্য দ্বিফ্ল্যাজেলা যুক্ত সচল শুক্রাণু উৎপন্ন করে। উভয় জনন অঙ্গা বন্ধ্যাকোষের আবরণী দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে।

7. ব্রায়োফাইটার নিষেকপ্রক্রিয়া প্রধানত জলের উপস্থিতিতে সম্পন্ন হয়। এবং স্ত্রীধানীর অঙ্কে ডিপ্লয়েড ভ্রূণাণু (2n) উৎপন্ন হয়। ভ্রূণাণুতে মাইটোসিস বিভাজনের ফলে ভ্রূণ এবং ভ্রূণের বৃদ্ধির ফলে রেণুধর উদ্ভিদ গঠিত হয়।

8. রেণুধর উদ্ভিদ ক্ষণস্থায়ী, লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সাথে যুক্ত থাকে এবং বৃদ্ধি ও পুষ্টির জন্য লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপর সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে নির্ভরশীল।

9. পরিণত রেণুধর উদ্ভিদেহটি বহুকোষী, সরল, শুধুমাত্র ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত বা তিনটে অংশে বিভক্ত থাকতে পারে যেমন নিম্নে পদ (ফুট) মাঝে বৃন্ত বা সিটা ও প্রান্তে থলির মত ক্যাপসিউল। ক্যাপসিউলের মধ্যে হ্যাপ্লয়েড রেণু উৎপন্ন হয়। রেণু ছাড়াও রেণু বিস্তারে সাহায্যকারী বন্ধ্যা কোষ ইলেটার বা সিউডো ইলেটার আকারে ব্রায়োফাইটার ক্যাপসিউলে থাকে।

10. যৌন জনন ছাড়াও ব্রায়োফাইটার সদস্যদের মধ্যে অঙ্গাজজনন পরিলক্ষিত হয়।

11. ব্রায়োফাইটার জীবন ইতিহাসে সুনির্দিষ্ট ও সুস্পষ্ট জনুঃক্রম বর্তমান। যৌন (লিঙ্গাধর) ও অযৌন (রেণুধর) জনুঃ দুটি জীবনচক্রে পর্যায়ক্রমে আসে।

12. প্রধান উদ্ভিদদেহটি যৌন অঙ্গা বহন করে বলে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বলে এবং এর দেহকোষে ক্রোমোজোমের সংখ্যা হ্যাপ্লয়েড সংখ্যক (n)। জীবনচক্রে এই দশাকে লিঙ্গাধর জনু বলা হয়।

13. জননকোষ ডিম্বাণু ও শুক্রাণুর নিষেকের ফলে ডিপ্লয়েড সংখ্যক ক্রোমোজোম সমন্বিত ভ্রূণাণু সৃষ্টি হয় যা থেকে বহুকোষী রেণুধর উদ্ভিদ গঠিত (2n) হয়। রেণুধর উদ্ভিদদেহ অযৌনজনন একক 'রেণু' উৎপন্ন করে বলে এদের রেণুধর উদ্ভিদ বলা হয় এবং জীবনচক্রে এই দশাকে রেণুধর জনু বলে।

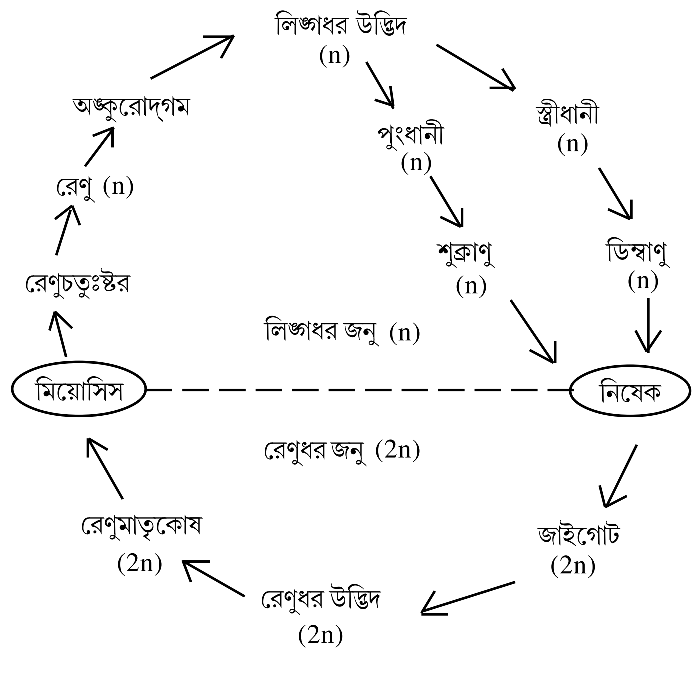
1.3 ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র

ব্রায়োফাইটার জনুঃক্রম অসম আকৃতির কারণ এদের লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদ দেহগঠন ভিন্ন আকৃতির। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ যৌন অঙ্গা বহন করে ফলে লিঙ্গাধর জনুকে যৌন জনুও বলা হয়; এবং উদ্ভিদদেহে হ্যাপ্লয়েড সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকায় একে হ্যাপ্লয়েড জনুও বলা হয়ে থাকে। অপরদিকে রেণুধর উদ্ভিদ অযৌন জনন অঙ্গা বহন করে ফলে এই জনুকে অযৌন জনু বলা হয়। উদ্ভিদদেহে ডিপ্লয়েড সংখ্যক ক্রোমোজোম থাকায় এটি ডিপ্লয়েড জনু নামেও পরিচিত।

মিয়োসিস কোষ বিভাজন দ্বারা রেণু উৎপন্ন হওয়ামাত্র লিঙ্গাধর জনুর সূচনা হয় তাই 'রেণু' যৌন অথবা লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম দশা। রেণু অঙ্কুরিত হয়ে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ তৈরি করে যা বিভিন্ন প্রকারের হয়। লিঙ্গাধর

উদ্ভিদ যৌনজনন অঙ্গ পুং ও স্ত্রীধানী বহন করে। পুংধানী থেকে অসংখ্য দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত সচল পুংগ্যামেট (শুক্রাণু) তৈরি হয় এবং স্ত্রীধানী থেকে অচল স্ত্রীগ্যামেট (ডিম্বাণু কোষ) উৎপন্ন হয়। ব্রায়োফাইটার যৌনজননের জন্য জল আবশ্যিক। শুক্রাণু ও ডিম্বাণুর মিলনের ফলে ডিপ্লয়েড জাইগোট (ভ্রূণাণু) তৈরি হয় এবং রেণুধর উদ্ভিদের সূচনা করে। প্রজাতিভেদে রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর জল ও খাদ্যের জন্য সম্পূর্ণ বা আংশিক ভাবে নির্ভরশীল। রেণুধর উদ্ভিদের ডিপ্লয়েড রেণুমাতৃকোষে মিয়োসিস বিভাজনের ফলে হ্যাপ্লয়েড (n) 'রেণু' উৎপন্ন হয়। রেণু উৎপাদনের সাথে সাথে পুনরায় লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি হয় ও যৌনজনুর সূচনা ঘটে। ব্রায়োফাইটার জীবনচক্রে এই দুইপ্রকার জনু'র পর্যায়ক্রমে পুনরাবর্তন ঘটে এবং এদের বহিরাকৃতি সম্পূর্ণ ভিন্ন আকারের হওয়ায় ব্রায়োফাইটার জনুঃক্রম অসমআকৃতির। (চিত্র - 1.1)

ব্রায়োফাইটার জীবনচক্রে ওপরে আলোচিত জনুঃক্রম দেখা যায় এবং এটাই স্বাভাবিক ঘটনা কিন্তু এই জনুঃক্রমের ব্যতিক্রমও আছে। কিছু কিছু মস্ জাতীয় উদ্ভিদে অযৌন জনুর বা রেণুধর জনুর কোষ থেকে রেণু সৃষ্টি ছাড়াই যৌন জনুর উৎপত্তি হয়—এর ফলে উৎপন্ন লিঙ্গাধর ডিপ্লয়েড (2n) হয় এবং যৌন অঙ্গ বহন করে। অরেণুজনি ভাবে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিকে অরেণুজনি (অ্যাপোস্পোরী) বলা হয়। অপরদিকে ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদে যৌনজনু বা লিঙ্গাধর জনু থেকে নিষেক ছাড়াই সরাসরি রেণুধর বা অযৌনজনুর উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিকে অসঙ্গজনি (অ্যাপোগ্যামী) বলা হয়। কিছু কিছু ব্রায়োফাইটার প্রজাতির ক্ষেত্রে এই অসঙ্গজনি দেখা যায়। এভাবে উৎপন্ন রেণুধর উদ্ভিদ হ্যাপ্লয়েড (n) হয়।



চিত্র 1.1 ব্রায়োফাইটার জীবনচক্রের শব্দছক

অনুশীলনী 1.

সঠিক উত্তর দিন অথবা শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

1. ব্রায়োফাইটার উদ্ভিদ দেহ লিঙ্গাধর/রেণুধর
2. মূলের পরিবর্তে ——— ও ——— বর্তমান।
3. সংবহন কোষ যথাক্রমে ——— ও ———।
4. স্ত্রীজনন অঙ্গাকে ——— বলা হয়।
5. পুংজনন অঙ্গাকে ——— বলা হয়।
6. স্ত্রীজনন অঙ্গোর গঠন ——— 'এর মত।
7. পুংজনন অঙ্গোর গঠন ——— 'র মত।
8. শুক্রাণু এক / দ্বি / বহু ফ্লাজেলাযুক্ত।
9. রেণুধর উদ্ভিদ সরল শুধুমাত্র ——— 'এ অথবা ——— ও ——— 'এ বিভেদিত।
10. জনুঃক্রম সম / অসমআকৃতির
11. নিষেক ক্রিয়ার ——— আবশ্যিক।
12. রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ ———।
13. লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ ——।
14. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ থেকে নিষেক ছাড়াই রেণুধর সৃষ্টির পদ্ধতিকে ——— বলে।
15. রেণুধর উদ্ভিদ থেকে মিয়োসিস ছাড়াই লিঙ্গাধর সৃষ্টির পদ্ধতিকে ——— বলে।

1.4 ব্রায়োফাইটার সাথে অন্যান্য বিভাগের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য।

ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের একদিকে যেমন শৈবালের সাথে মিল রয়েছে অপরদিকে তেমন টেরিডোফাইটার সঙ্গোও সাদৃশ্য বর্তমান।

1.4.1 ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের সাদৃশ্য

নিম্নলিখিত কয়েকটি বিষয়ে ব্রায়োফাইটা ও ক্লোরোফাইটার মধ্যে আমরা সাদৃশ্য দেখতে পাই ঃ

1. উভয়ক্ষেত্রে প্রধান উদ্ভিদদেহ সমাঙ্গাদেহী এবং লিঙ্গাধর (n) ও স্বভোজী।

2. উভয়ক্ষেত্রে ক্লোরোফিলসহ অন্যান্য রঞ্জক পদার্থ একই প্রকৃতির।

3. সঞ্চিত খাদ্যবস্তু উভয়ক্ষেত্রে শ্বেতসার।

4. সংবহন কলা অনুপস্থিত।

5. মূল উভয়ক্ষেত্রেই অনুপস্থিত।

6. কোষপ্রাচীর সেলুলোজ দ্বারা গঠিত।

7. উভয়ক্ষেত্রে সচল ফ্লাজেলাযুক্ত শুক্রাণু বর্তমান।

8. জলের উপস্থিতি নিষেক ক্রিয়ায় একান্তভাবে আবশ্যিক।

9. বহু ব্রায়োফাইটার রেণু (n) থেকে লিঙ্গাধর দশার পরিস্ফুটনকালের প্রাথমিক অবস্থা সবুজ সূত্রাকার যা সবুজ, সূত্রাকার শৈবালদের সাথে উল্লেখযোগ্যভাবে সাদৃশ্যপূর্ণ।

ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের বৈসাদৃশ্য ঃ

ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবালের বহু সাদৃশ্য থাকা সত্ত্বেও আবার অনেক বৈষম্যও লক্ষ করা যায় যেমন ঃ

শৈবাল	ব্রায়োফাইটা
1. প্রধানত জলজ।	1. প্রধানত স্থলজ।
2. প্রধান উদ্ভিদ দেহ থ্যালাস জাতীয় এককোষী বা বহুকোষী সূত্রাকার অথবা কলোনীয় থ্যালাস প্রকৃতির	2. থ্যালাস প্রকৃতির কেবলমাত্র প্রোটোনিমা দশা সূত্রাকার।
3. যৌন জনন অঙ্গাগুলি এককোষী অথবা বহুকোষী এবং এদের চারিধার বন্ধ্যা আবরণ দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে।	3. যৌন জনন অঙ্গাগুলি সর্বক্ষেত্রে বহুকোষী ও বন্ধ্যা আবরণ দ্বারা পরিবেষ্টিত থাকে।
4. যৌন জনন আইসোগ্যামী, অ্যানাইসোগ্যামী অথবা উগ্যামীয় প্রকৃতির।	4. যৌনজনন সকল সময়ই উগ্যামীয় প্রকৃতির।
5. স্ত্রীজনন অঙ্গ উগোনিয়াম বা ডিম্বাণুস্থলী।	5. স্ত্রীজনন অঙ্গাকে স্ত্রীধানী বলা হয় — যার গঠন ফ্লাস্কের ন্যায়।
6. জাইগোট বা উস্পোর সাধারণত নির্গত হয় এবং বিরামদশায় অবস্থান করে।	6. জাইগোট কখনই নির্গত হয় না বা বিরামদশায় অবস্থান করে না।
7. ভ্রূণ গঠিত হয় না।	7. ভ্রূণ অবশ্যই গঠিত হয়।

8. জনুঃক্রম প্রধানত সম আকৃতির	8. জনুঃক্রম অসম আকৃতির।
9. লিঙ্গাধর ও রেণুধর দশা স্বতন্ত্র ও স্বাধীন	9. রেণুধর উদ্ভিদদেহও লিঙ্গাধর উদ্ভিদদেহের ওপর সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে নির্ভরশীল

1.4.2 ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার সাদৃশ্য ঃ

1. ব্রায়োফাইটার রেণুধর উদ্ভিদের সাথে বিশেষত মস জাতীয় উদ্ভিদের সঙ্গে টেরিডোফাইটার সরল, মূলহীন, পত্রহীন আদি প্রকৃতির উদ্ভিদের সাদৃশ্য বর্তমান।
2. উভয় গোষ্ঠী স্থলজ।
3. উভয় ক্ষেত্রেই স্ত্রীধানীর গঠন একই প্রকারের এবং ডিম্বাণু বন্ধ্যা কোষদ্বারা পরিবৃত থাকে।
4. নিষেকের সময় উভয়ক্ষেত্রেই জল অপরিহার্য।
5. উভয়ক্ষেত্রেই অসম আকৃতির জনুঃক্রম বর্তমান।

ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার বৈসাদৃশ্য ঃ

ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার সাদৃশ্য থাকা সত্ত্বেও অনেক বৈসাদৃশ্যও পরিলক্ষিত হয়। এগুলি নিম্নরূপ ঃ

1. ব্রায়োফাইটার প্রধান উদ্ভিদ দেহ লিঙ্গাধর কিন্তু টেরিডোফাইটার ক্ষেত্রে রেণুধর।
2. ব্রায়োফাইটার রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে নির্ভরশীল কিন্তু টেরিডোফাইটার ক্ষেত্রে তা সম্পূর্ণ স্বাবলম্বী এবং জীবনচক্রে প্রাধান্য লাভ করে।
3. ব্রায়োফাইটার রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত থাকে না অথচ টেরিডোফাইটার ক্ষেত্রে রেণুধর উদ্ভিদ দেহটি মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত।
4. ব্রায়োফাইটায় সংবহন কলা সম্পূর্ণ অনুপস্থিত কিন্তু টেরিডোফাইটার রেণুধর উদ্ভিদ দেহটি সুগঠিত সংবহন কলাযুক্ত।

অনুশীলনী 2

সঠিক উত্তর দিন অথবা শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

1. ব্রায়োফাইটার জীবন চক্রে কোথায় মিয়োসিস বিভাজন ঘটে?
2. ব্রায়োফাইটার রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধরের ওপর ——— বা ——— নির্ভরশীল।
3. ব্রায়োফাইটার নিষিক্ত ডিম্বাণু স্ত্রীধানী থেকে বাইরে নির্গত হয়/হয় না।
4. ব্রায়োফাইটার সঞ্চিত খাদ্যবস্তু প্রধানত ———।

5. ব্রায়োফাইটার রাইজয়েডের কাজ শারীরবৃত্তীয় ভাবে ——— ও যান্ত্রিকভাবে।

6. ব্রায়োফাইটাকে উদ্ভিদরাজ্যের উভচর কেন বলা হয়?

7. ব্রায়োফাইটার যৌন জনন অঙ্গগুলি সর্বদাই ——— দ্বারা আবৃত থাকে।

8. ব্রায়োফাইটার নিষিক্ত ডিম্বাণু (জাইগোট) বিরামদশায় অবস্থান করে / করে না।

9. ব্রায়োফাইটার লিঙ্গাধর দশার পরিস্ফুটন কালের প্রাথমিক অবস্থা সবুজ, সূত্রাকার ——— 'এর সাথে সাদৃশ্য পূর্ণ।

10. অঙ্গজ জনন ব্রায়োফাইটায় পরিলক্ষিত হয় / হয় না।

1.5 ব্রায়োফাইটার শ্রেণী বিভাগ ঃ

'ব্রায়োফাইটা' নামকরণ সর্বপ্রথম করেন ব্রাউন (1864) কিন্তু উনি তার মধ্যে শৈবাল, ছত্রাক লাইকেন ও সমজাতীয় উদ্ভিদদের অন্তর্ভুক্ত করেন। পরবর্তীকালে সিম্পার (1979) ব্রায়োফাইটাকে পৃথক 'বিভাগ' রূপে গণ্য করেন। আইক্লার (1883) প্রথম ব্রায়োফাইটা বিভাগকে দুটি শ্রেণীতে ভাগ করেন, যথাক্রমে হেপাটিসী (Hepaticae) ও মাস্‌কি (Musci) 1892 সালে এঙ্গলার হেপাটিসী শ্রেণীকে তিনটি বর্গে ভাগ করেন, যথা—

1. মারক্যানসিয়েলিস (Marchantiales)
2. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস (Jungermanniales)
3. অ্যান্থোসেরোটেলিস (Anthocerotales)

অপরদিকে হোয়ী (1899), ক্যাম্পবেল (1918, 1940) স্মিথ (1938, 1955), তাক্‌তাজান (1953), স্কুটার (1953, 1958) প্রমুখ বিজ্ঞানীরা ব্রায়োফাইটাকে তিনটি শ্রেণীতে বিভক্ত করেন, যথা —

শ্রেণী এক — হেপাটিসী (Hepaticae)

শ্রেণী দুই — অ্যান্থোসেরোটি (anthrocerotae)

শ্রেণী তিন — মাসকি (Musci)

পরবর্তীকালে রথমেলার (1951) উদ্ভিদের আন্তর্জাতিক নামকরণ রীতি অনুযায়ী শ্রেণীর নামগুলি পরিবর্তন করেন যেমন —

1. হেপাটিকপ্‌সিডা (হেপাটিসী)
2. অ্যান্থোসেরোপ্‌সিডা (অ্যান্থোসেরোটি)
3. ব্রায়োপ্‌সিডা (মাসকি)

বিজ্ঞানী প্রসকাউর 'অ্যান্থোসেরপসিডা'কে অ্যান্থাসেরোটপ্সিডা নামে অভিহিত করেন। প্রসকাউর প্রবর্তিত (1957) ব্রায়োফাইটার শ্রেণী বিভাগ নিম্নরূপ ঃ

বিভাগ - ব্রায়োফাইটা

শ্রেণী I হেপাটিকপ্সিডা (Hepaticopsida)

শ্রেণী II অ্যান্থোসেরোটপ্সিডা (Anthocerotopsida)

শ্রেণী III ব্রায়োপ্সিডা (Bryopsida)

1.5.1 শ্রেণী I - হেপাটিকপ্সিডা (লিভার ওয়ার্টস)

সাধারণ বৈশিষ্ট্য

1. লিঙ্গাধার উদ্ভিদের অঙ্গজ দেহাকৃতি সাধারণত বিষমপৃষ্ঠীয় থ্যালাসের ন্যায়, শায়িত অথবা পাতাসদৃশ অঙ্গাযুক্ত (ফলিওস্) তবে পাতাগুলো প্রকৃত অর্থে পাতা নয়—পাতার মত থ্যালাসেরই প্রসারিত অংশ।

2. পাতাযুক্ত হলে পাতাগুলো মধ্যশিরা বিহীন এবং অক্ষে দুই থেকে তিন সারিতে সজ্জিত থাকে।

3. থ্যালাসের অঙ্কদেশে এককোষী রাইজয়েড ও বহুকোষী শল্ক বর্তমান যেগুলি মূলের ন্যায় কাজ করে।

4. দেহের অন্তর্গঠন সরল, সমসত্ব বা অসমসত্ব, কোষ দ্বারা গঠিত, সালোক সংশ্লেষ কলা বর্তমান। প্রতি কোষে এক বা একাধিক ক্লোরোপ্লাস্ট বর্তমান। পাইরিনয়েড অনুপস্থিত।

5. যৌনজনন অঙ্গাগুলি থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে অথবা কখনো কখনো থ্যালাসের প্রান্তদেশে বর্তমান।

6. পুংধানী এবং স্ত্রীধানী যথাক্রমে একটি করে প্রারম্ভিক কোষ থেকে উৎপন্ন হয়।

7. রেণুধর উদ্ভিদ অত্যন্ত সরল। শুধুমাত্র ক্যাপসিউল অথবা পদ, সিটা ও ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত হতে পারে।

8. রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদ'এর উপর নির্ভরশীল।

9. রেণুধর কলা ভ্রূণের এন্ডোথেসিয়াম কলা থেকে উৎপন্ন হয়।

10. রেণুধারণ কলা রেণুমাতৃকোষ (2n) ছাড়াও প্রজাতি বিশেষে পোষক কলা মাতৃকোষ বা ইলেটার মাতৃকোষ তৈরি করে।

11. কলুমেলা অনুপস্থিত।

1.5.2 শ্রেণী II অ্যান্থোসেরোটপ্‌সিডা (হর্ণওয়ার্টস)

সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

1. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বিষমপৃষ্ঠীয়, শায়িত, সবুজ, খণ্ডিত দ্ব্যাগ্র শাখা বিশিষ্ট থ্যালাস।
2. থ্যালাসের অঙ্কদেশে কেবলমাত্র মসৃণ প্রকৃতির লাইজয়েড উপস্থিত। বহুকোষী রাইজয়েড এবং শল্ক সম্পূর্ণ অনুপস্থিত।
3. দেহের অন্তর্গঠন খুবই সরল সমসত্ব প্রকৃতির কোষ দ্বারা গঠিত।প্রতিকোষে একটি করে ক্লোরোপ্লাস্ট ও বেশির ভাগ ক্ষেত্রে পাইরিনয়েড বর্তমান থাকে।
4. লিঙ্গাধরের দেহে কোন রকম বায়ুরন্ধ্র বা বায়ুপ্রকোষ্ঠ না থাকলেও অঙ্কদেশে গহ্বরের ন্যায় স্থান দেখা যায়। এই গহ্বরগুলি রন্ধ্রদ্বারা বাইরে উন্মুক্ত হয়। গহ্বরগুলি মিউসিলেজ দ্বারা পূর্ণ থাকে এবং নীলাভ সবুজ শৈবাল নস্টক বসবাস করে।
5. যৌনজনন অঙ্গাগুলি লিঙ্গাধর উদ্ভিদের পৃষ্ঠদেশে উপস্থিত থাকে।
6. পুংধানী একক অথবা গুচ্ছাকারে পুংধানী প্রকোষ্ঠের মধ্যে বর্তমান থাকে।
7. রেণুধর উদ্ভিদ পদ ও ক্যাপসিউলে বিভেদিত এবং ক্যাপসিউলের নীচে উন্নত প্রজাতিতে ভাজক কলা বর্তমান থাকায় রেণুধর উদ্ভিদটির বৃদ্ধি অনিয়ত হয়।
8. রেণুধর উদ্ভিদটি লিঙ্গাধরের ওপর আংশিকভাবে নির্ভরশীল।
9. রেণুধারণ কলা এবং ক্যাপসিউলের প্রাচীর অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে উৎপন্ন হয়।
10. এন্ডোথেসিয়াম থেকে ক্যাপসিউলের মধ্যস্থলের বন্ধ্যাকোষ দ্বারা গঠিত কলুমেলা গঠিত হয়।
11. রেণুধারণ কলা রেণুমাতৃকোষ এবং সিউডোইলেটার মাতৃকোষে পরিণত হয়।
12. ক্যাপসিউলের বিদারণ দুটি কপাটিকা সৃষ্টির দ্বারা সাধিত হয়।

1.5.3 শ্রেণী II ব্রায়োপ্‌সিডা

সাধারণ বৈশিষ্ট্য ঃ

1. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ নির্দিষ্ট দুটি দশায় বিভক্ত। যথা —
   (i) শায়িত, শাখান্বিত প্রোটোনিমা দশা এবং
   (ii) দীর্ঘ, ঋজু, স্থায়ী পত্রাবকাণ্ড দশা — গ্যামেটোফোর।
2. গ্যামেটোফোর কাণ্ড ও পাথায় বিভেদিত, মূলহীন এবং যৌন জনন অঙ্গা ধারণ করে।
3. রাইজয়েড বহুকোষী, শাখান্বিত এবং তির্যক প্রাচীর বিশিষ্ট।

4. রেণুধর উদ্ভিদ পদ, সিটা ও ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত।

5. রেণুধারণ কলা ভ্রূণের এন্ডোথেসিয়াম অথবা অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে উৎপন্ন হতে পারে কিন্তু উভয় ক্ষেত্রেই রেণুধারণ কলা মাঝখানে অবস্থিত বন্ধ্যা কলুমেলাকে বেষ্টন করে থাকে।

6. রেণুধারণ কলা থেকে কেবলমাত্র রেণু উৎপন্ন হয়। বন্ধ্যা কোষ — ইলেটার সম্পূর্ণ অনুপস্থিত।

1.6 সারাংশ ঃ

পৃথিবীতে যে সকল স্বভোজী স্থলজ উদ্ভিদ বর্তমান তাদের মধ্যে ব্রায়োফাইটা আকারে সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্রতম। এই এককটিতে আমরা ব্রায়োফাইটার সাধারণ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের সাথে সাথে অন্যান্য বিভাগের সাথে তাদের সাদৃশ্য, বৈসাদৃশ্য আলোচনা করে দেখেছি যে আকারে ব্রায়োফাইটা ক্ষুদ্রতম হলেও উদ্ভিদ জগতে তাদের স্থান খুবই গুরুত্বপূর্ণ জায়গায়। 960 টি গণ এবং প্রায় 24000 টি প্রজাতিকে তাদের মধ্যে পরস্পর সাদৃশ্যের ভিত্তিতে তিনটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয়েছে। এবং এই শ্রেণীগুলির চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের আলোচনার মাধ্যমে সমগ্র ব্রায়োফাইটা সম্পর্কে আমাদের একটি পরিষ্কার ধারণা হয়েছে।

1.7 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি ঃ

1. ব্রায়োফাইটা বলতে কী বোঝেন? ব্রায়োফাইটার সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করুন।
2. জীবন চক্র বলতে কী বোঝেন? ব্রায়োফাইটার জীবনচক্র আলোচনা করুন।
3. ব্রায়োফাইটার সাথে শৈবাল জাতীয় উদ্ভিদের কী কী বিষয়ে সাদৃশ্য এবং বৈসাদৃশ্য পরিলক্ষিত হয়?
4. ব্রায়োফাইটার সাথে টেরিডোফাইটার সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্যগুলি উল্লেখ করুন।
5. হেপাটিকপসিডার শ্রেণী বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করুন।
6. ব্রায়োফাইটার শ্রেণীবিন্যাস পদ্ধতি আলোচনা করুন।
7. শ্রেণী অ্যান্থোসেরটপসিডার সাধারণ বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন।
8. ব্রায়োপসিডা শ্রেণীর বৈশিষ্ট্যগুলি লিপিবদ্ধ করুন।

1.8 উত্তরমালা

অনুশীলনী 1

1. লিঙ্গাধর।

2. রাইজয়েড স্কেল বা শল্ক।
3. স্ত্রীধানী।
4. হাইড্রয়েডস ও লেপটয়েডস।
5. স্ত্রীধানী।
6. ফ্লাস্কের।
7. ন্যাসপাতি।
8. দ্বি।
9. ক্যাপসিউল ’এ অথবা ক্যাপসিউল পদ ও সিটা।
10. অসম আকৃতির।
11. জল / মাধ্যম।
12. জাইগোট বা ভ্রূণাণু।
13. রেণু
14. অসঙ্গজনি
15. অরেণুজনি

অনুশীলনী 2

1. রেণুমাতৃকোষে
2. সম্পূর্ণ বা আংশিকভাবে।
3. হয় না।
4. শ্বেতসার।
5. জলশোষণ, মাটিতে আটকে রাখতে সাহায্য করে।
6. অনুচ্ছেদ 1.2 দেখুন।
7. বন্ধ্যা কোষের আবরণ।
8. করেনা।
9. শৈবাল।
10. হয়।

সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

1. 1.1 এবং 1.2 অনুচ্ছেদ দেখুন।
2. 1.3 অনুচ্ছেদ দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 1.4.1 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 1.4.2 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 1.5.1 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 1.5 দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 1.5.2 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 1.5.3 দেখুন।

একক 2 ❑ হেপাটিকপসিডা

2.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

2.2 হেপাটিকপসিডা

2.2.1 হেপাটিকপসিডার শ্রেণীবিভাগ

2.2.2 প্রশ্নাবলি

2.2.3 উত্তরমালা

2.3 রিকসিয়া

2.3.1 বিস্তারণ ও বসতি

2.3.2 লিঙ্গাধর দশা

2.3.3 জনন

2.3.4 রেণুধর উদ্ভিদ

2.3.5 প্রশ্নাবলি

2.3.6 উত্তরমালা

2.4 মারক্যানসিয়া

2.4.1 বিস্তারণ ও বসতি

2.4.2 লিঙ্গাধর দশা

2.4.3 জনন

2.4.4 রেণুধর উদ্ভিদ

2.4.5 প্রশ্নাবলি

2.4.6 উত্তরমালা

2.5 পোরেলা

2.5.1 বিস্তারণ ও বসতি

2.5.2 লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

2.5.3 জনন

2.5.4 **রেণুধর উদ্ভিদ**

2.5.5 **প্রশ্নাবলি**

2.5.6 **উত্তরমালা**

2.6 **সারাংশ**

2.1 প্রস্তাবনা

পূর্ববর্তী এককে আমরা ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্য, শ্রেণীবিভাগ ও জীবনচক্র সম্পর্কে আলোচনা করেছি। বর্তমান একককটিতে আপনারা ব্রায়োফাইটার হেপাটিকপসিডা শ্রেণীর অন্তর্গত কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ উদ্ভিদের গঠনশৈলী ও জীবনচক্রের সম্পর্কে অবহিত হবেন। ব্রায়োফাইটার সর্বাপেক্ষা প্রাচীন শ্রেণী হ'ল হেপাটিকপসিডা। আপনারা এই শ্রেণীর অন্তর্গত তিনটি উদ্ভিদ রিকসিয়া (Riccia) মারক্যানসিয়া (Marchantia) ও পোরেলা (Porella)র সঙ্গে পরিচিত হতে চলেছেন এই একককটিতে।

উদ্দেশ্য

এই একককটি পাঠ করে আপনি

- হেপাটিকপসিডা শ্রেণীর সদস্যদের গঠনগত বৈচিত্র নির্ধারণ করতে পারবেন।
- এই শ্রেণীর তিনটি প্রতিনিধি সদস্য যথাক্রমে রিকসিয়া, মারক্যানসিয়া ও পোরেলার শ্রেণীবিন্যাসগত অবস্থান ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ঐ তিন ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের জীবনচক্রের বিভিন্ন দিক বোঝাতে সক্ষম হবেন।

2.2 হেপাটিকপসিডা (Hepaticopsida)

'হেপাটিকা' ল্যাটিন শব্দ-যার মানে লিভার বা যকৃত এবং একারণেই এই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত উদ্ভিদ সাধারণ 'লিভারওয়ার্ট' বলা হয়। 'লিভারওয়ার্ট' এই নামটি সেই সমস্ত গাছের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য যারা বহিরাকৃতিগত ভাবে যকৃত বা লিভারের মত দেখতে। 'ডক্ট্রিন অফ সিগনেচারস' গ্রন্থে উল্লেখ আছে যে এধরনের উদ্ভিদদের যকৃতরোগের উপসমে ব্যবহার করা হত যদিও এই উক্তির কোন বাস্তব যথার্থতা খুঁজে পাওয়া যায় না। এই শ্রেণীটিতে প্রায় 330টি গণ ও 8500 টি প্রজাতি বর্তমান।

2.2.1 হেপাটিকপসিডার শ্রেণীবিভাগ ঃ

এঙ্গালার 1892 সালে হেপাটিকপসিডা শ্রেণীকে মোট তিনটি বর্গে ভাগ করেছিলেন —

1. মারক্যানসিয়েলিস্ (Marchantiales)

2. অ্যান্থোসেরটেলিস (Anthocerotales)

3. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস (Jungermanniales)

পরবর্তীকালে অ্যান্থোসেরটেলিসকে আলাদা শ্রেণীর মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করা হয় কারণ এর বৈশিষ্ট্য হেপাটিকপসিডা শ্রেণী থেকে আলাদা। ক্যাভারস্ (1910) স্ফীরোকারপেসী গোত্রকে জাঙ্গারম্যানিয়েলিস থেকে পৃথক করে বর্গ মর্যাদা দিয়ে স্ফীরোকারপেলিস রূপে অন্তর্ভুক্ত করেন। 1936 সালে ক্যাম্পবেল আর একটি পরিবর্তন করেন। **ক্যালোব্রায়াম ও হ্যাপ্লোমিট্রিয়াম** গণ দুটিকে নিয়ে তিনি আর একটি বর্গ ক্যালোব্রায়েলিস সৃষ্টি করেন। পরবর্তীকালে অনেক বৈজ্ঞানিক জ্যাঙ্গারম্যানিয়েলিসকে দুটি বর্গে ভাগ করেন

(i) ম্যাটজারিয়েলিস (থ্যালস জাতীয়) Metzgeriales

(ii) জাঙ্গার ম্যানিয়েলিস (পাতা সদৃশ অঙ্গাযুক্ত) Jungermanniales.

স্মিথ (1955) হেপাটিকপসিডাকে চারটি বর্গে ভাগ করেন, যথা —

1. স্ফীরোকারপেলিস্ — Sphaerocarpales

2. মারক্যানসিয়েলিস্ — Marchantiales

3. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস এবং - Jungermanniales

4. ক্যালোব্রায়োলিস — Calobryales.

হ্যাট্টোরি ও ইনোই (1958) **টাকাকিয়া লেপিডোজিয়ডিস্** আবিষ্কার করার পর ঘোষণা করেন যে এই ব্রায়োফাইটটি একটি আলাদা বর্গের অন্তর্ভুক্ত যার নাম টাকাকিয়েলিস।

হেপাটিকপসিডার শ্রেণীবিভাগের বর্তমান ধারা অনুযায়ী এর মধ্যে 6 টি বর্গকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। যথা ঃ

1. মারক্যানসিয়েলিস — Marchantiales

2. স্ফীরোকারপেলিস — Sphaerocarpales

3. ম্যাটজারিয়েলিস — Metzgeriales

4. জাঙ্গারম্যানিয়োলিস — Jungermanniales

5. টাকাকিয়েলিস — Takakiales

6. ক্যালোব্রায়োলিস — Calobryales

শোফিল্ড (Schofield 1985) বিবর্তনের ধারা অনুযায়ী হেপাটিকপসিডা শ্রেণীকে নিম্নলিখিত ৬টি বর্গে ভাগ করেন ঃ

1. ক্যালোব্রায়োলিস — Calobryales
2. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস — Jungermanniales
3. ম্যাট্জারিয়েলিস — Metzgeriales
4. স্ফীরোকারপেলিস — Sphaerocarpales
5. মনোক্লিয়েলিস — Monocleales
6. মারক্যানসিয়েলিস — Marchantiales

হেপাটিকপসিডার শ্রেণী বৈশিষ্ট্য পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে। এই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত **রিকসিয়া, মারক্যানসিয়া** ও **পোরেলা**'র জীবনচক্র সম্পর্কে পরবর্তী পর্যায়ে আলোচনা করা হবে। **রিকসিয়া** ও **মারক্যানসিয়া** মারক্যানসিয়েলিস ও **পোরেলা** জাঙ্গারম্যানিয়েলিস বর্গের অন্তর্ভুক্ত। বর্গ মারক্যানসিয়েলিস ঃ- (Marchantiales)

চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

1. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বিষমপৃষ্ঠীয়, শায়িত, ফিতাকৃতি, দ্ব্যাগ্রশাখাযুক্ত থ্যালাস (সমাঙ্গদেহী উদ্ভিদ)।
2. পৃষ্ঠদেশে ক্লোরোফিলযুক্ত কোষ, বায়ুপ্রকোষ্ঠ কিম্বা বায়ুনালী বর্তমান। অনেকক্ষেত্রে বায়ু প্রকোষ্ঠ থাকে না যেমন **মনোক্লিয়া, ডিউমরসিয়েরা, মনোসেলেনিয়াম**।
3. অঙ্কদেশে কোষগুলি প্যারেনকাইমা জাতীয় বর্ণহীন ভাণ্ডার কোষ স্তর গঠন করে এবং নীচের ত্বক থেকে বহুকোষী শল্ক ও দুপ্রকারের এককোষী রাইজয়েড উৎপন্ন হয়।
4. রেণুধর উদ্ভিদ সরলপ্রকৃতির — শুধুমাত্র ক্যাপসিউল দ্বারা অথবা পদ, সিটা ও ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত।

এই বর্গটি ২৭টি গণ ও প্রায় 450টি প্রজাতি নিয়ে গঠিত। মারক্যানসিয়েলিস বর্গকে নিম্নলিখিত 5টি গোত্রে ভাগ করা হয়েছে। (ক্যাভার 1910, ক্যাম্পবেল 1940) ঃ

1. রিকসিয়েসী — Ricciaceae
2. করসিনিয়েসী — Corsiniaceae
3. টারজিওনিয়েসী — Targioniaceae
4. মনোকলিয়েসী — Monocleacea
5. মারক্যানসিয়েসী — Marchantiaceae

গোত্র-রিক্সিয়েসী ঃ

চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

1. লিঙ্গাধার ও রেণুধর উদ্ভিদ সরল প্রকৃতির।
2. লিঙ্গাধর উদ্ভিদের পৃষ্ঠদেশে জনন অঙ্গাগুলি সজ্জিত থাকে।
3. অন্তর্গঠনে পৃষ্ঠদেশে ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষ বর্তমান এবং অঙ্কদেশে প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত ভাণ্ডার কলা বর্তমান।
4. রেণুধর উদ্ভিদ কেবলমাত্র ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত। এই গোত্রের অন্তর্ভুক্ত প্রায় 140টি প্রজাতি তিনটি গণ রিক্সিয়া, রিকসিওকারপাস্ এবং অক্সিমিট্রা'র মধ্যে অবস্থিত। পরবর্তী এককে রিকসিয়া গণটি সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।

গোত্র - মারক্যানসিয়েসী ঃ

চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

1. বিশেষ শাখার ওপর পুংধানী ও স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয়, এদের যথাক্রমে পুংধানীসহ ও স্ত্রীধানীবহ বলা হয়।
2. রেণুধর উদ্ভিদ পদ, সিটা ও ক্যাপসিউলে বিভেদিত।
3. ক্যাপসিউলের মধ্যে রেণু ও বন্ধ্যা ইলেটার বিদ্যমান।

এই গোত্রটি 23টি গণ ও প্রায় 250টি প্রজাতি নিয়ে গঠিত। এদের মধ্যে মারক্যানসিয়া গণটি অতিপরিচিত।

বর্গ-জাঙ্গারম্যানিয়েলিস — Jungermanniales

চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

1. লিঙ্গাধর উদ্ভিদদেহ প্রধানতঃ পাতাযুক্ত।
2. পাতাগুলি ৩টি সারিতে বিন্যস্ত — ২টি ওপরের দিকে এবং বাকিটি অঙ্কদেশে; একে অ্যাম্পিগ্যাসট্রিয়া বলে।
3. মসৃণ প্রাচীরবিশিষ্ট রাইজয়েড বর্তমান।
4. বিশেষ রূপান্তরিত পাতার (মঞ্জরীপত্র) কক্ষে পুংধানী জন্মায়।
5. স্ত্রীধানী পেরিয়ান্থ (পুস্পপুট) নামক আবরণে আবৃত।
6. স্ত্রীধানী গঠনে অগ্রস্থকোষ অংশগ্রহণ করে।
7. রেণুধর উদ্ভিদ সবক্ষেত্রে শীর্ষভাগে থাকে।

স্ত্রীধানীর অবস্থানের ওপর ভিত্তি করে জাঙ্গারম্যানিয়েলিস বর্গকে পূর্বে দুটি ভাগে ভাগ করা হয়েছিল, যেমন ঃ

1. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস অ্যানাক্রোগাইনি (শায়িত অক্ষের পৃষ্ঠদেশে স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয় এবং স্ত্রীধানী উৎপন্নে অগ্রস্থ কোষ অংশগ্রহণ করে না)

2. জাঙ্গারম্যানিয়েলিস অ্যাক্রোগাইনি (শায়িত অক্ষের শীর্ষ ভাগে স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয় এবং স্ত্রীধানী উৎপন্নে অগ্রস্থ কোষ সম্পূর্ণভাবে অংশগ্রহণ করে)

ভার্ডুন (1932) এই দুটি ভাগকে বর্গ রূপে স্বীকৃতি দেন ঃ

বর্গ 1 জাঙ্গারম্যানিয়েলিস অ্যাক্রোগাইনি।

বর্গ 2 — জাঙ্গারম্যানিয়েলিস আক্রোগাইনি।

স্কুস্টার (1953) বর্গ দুটিকে অন্য নামে অভিহিত করেন, যেমন ঃ

বর্গ 1 — ম্যাটজারিয়েলিস (অ্যানাক্রোগাইনি)

বর্গ 1 — ম্যাটজারিয়েলিস (অ্যাক্রোগাইনি)

জাঙ্গারম্যানিয়েলিবর্গের 43 টি গোত্র 280 টি গণ এবং প্রায় 7000 প্রজাতিকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। সারা পৃথিবী জুড়েই এদের বিস্তারণ। হিমালয় সংলগ্ন স্থানে, ছায়াময় ভিজে স্যাঁতস্যাঁতে পরিবেশে এরা জন্মায়। কিছু প্রজাতি জলজ, আবার কিছু পরাশ্রয়ী রূপে অন্য ব্রয়োফাইটের ওপর জন্মায়। পোরেলেসী গোত্র জাঙ্গারম্যানিয়েলিস বর্গের অন্তর্ভুক্ত।

গোত্র - পোরেলেসী ঃ

সাধারণ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

1. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ পাতাযুক্ত। পাতাগুলি ইনকিউবাস বিন্যাসে বিন্যস্ত থাকে। অঙ্কদেশের পাতা আকৃতিতে বড়।

2. রেণুধরের ক্যাপসিউল পরিণত অবস্থায় ৪টি কপাটিকায় ভাগ হয়ে রেণু বিদারিত করে। ক্যাপসিউলের অর্ধ দৈর্ঘ্য থেকে শীর্ষদেশে কপাটিকায় বিভক্ত হয়।

পোরেলেসী গোত্রে একটি মাত্র গণ বর্তমান, গণ-পোরেলা।

2.2.2 প্রশ্নাবলি

1. লিভারওয়ার্টস বলতে কী বোঝেন?

2. হেপাটিকপসিডা শ্রেণীর মধ্যে প্রায় — টি গণ বর্তমান।

3. স্মিথ (১৯৫৫) হেপাটিকপসিডাকে — টি বর্গে ভাগ করেন।
4. টাকাকিয়া লেপিডোজিয়ডিস্ এর আবিষ্কারক কে?
5. বিবর্তনের ধারা অনুযায়ী হেপাটিকপসিডা শ্রেণীকে কে বিভক্ত করেন?
6. মনোক্লিয়া গণটি — বর্গের অন্তর্ভুক্ত।
7. রেণুধর উদ্ভিদ শুধুমাত্র ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত এরকম একটি গোত্রের নাম লিখুন।
8. পুংধানীবহ এবং স্ত্রীধানীবহ — তে দেখা যায়।
9. অ্যানাক্রোগাইনি ও অ্যাক্রোগাইনির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?
10. পোরেলার পাতাগুলি — বিন্যাসে বিন্যস্ত থাকে।
11. মারক্যানসিয়েলিস ও জাঙ্গারম্যানিয়েলিসের বর্গ বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন।
12. রিকসিয়েসী, মারক্যানসিয়েসী ও পোরেলেসির গোত্র নির্ধারক বৈশিষ্ট্যগুলি লিখন।

2.2.3 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 2.2 দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 2.2.1 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 2.2.1 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 2.2.1 দেখুন।
5. শোফিল্ড 1985
6. মারক্যানসিয়েলিস
7. রিক্সিয়েসি
8. মারক্যানসিয়েসী গোত্রতে
9. অনুচ্ছেদ 2.2.1 দেখুন
10. ইকিউবাস
11. অনুচ্ছেদ 2.2.1 দেখুন।
12. অনুচ্ছেদ 2.2.1 দেখুন।

2.3 রিকসিয়ার (Riccia) জীবনচক্র

2.3.1 বিস্তারণ ও বসতি ঃ রিকসিয়া গণটি ব্যাপকভাবে বিস্তৃত। 138 টি প্রজাতি সহ পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই এদের পাওয়া যায়। ভারতবর্ষে 30 টি প্রজাতি বিদ্যমান। কেবলমাত্র একটি প্রজাতি ছাড়া সকল প্রজাতিই স্থলজ। **রিকসিয়া ফ্লুইট্যান্স** (Riccia fluitans) একমাত্র ভাসমান জলজ প্রজাতি। ভারতবর্ষে পাওয়া যায় এরকম উল্লেখযোগ্য প্রজাতিগুলি হল ঃ **রিকসিয়া ডিস্‌কালার**, (Riccia discolor), **রিকসিয়া ফ্রস্টি**, (Riccia frostii) **রিকসিয়া ক্রিস্টালিনা** (Riccia crystallina) **রিকসিয়া গ্যাঞ্জেটিকা** (Riccia gangetica) ভারতবর্ষের সমতল ও পাহাড়ী অঞ্চলে বিভিন্ন স্থানে এদের পাওয়া যায়। বসতি ঃ রিকসিয়া প্রধানতঃ স্থলজ থ্যালাস জাতীয় উদ্ভিদ, এদের প্রধান উদ্ভিদদেহটি লিঙ্গাধর। বর্ষাকালে এর প্রজাতিগুলি আর্দ্র প্রাচীরগাত্রে অথবা ভূমিতে গোলাকার গঠনবিন্যাসে স্তরে স্তরে জন্মায়।

2.3.1 লিঙ্গাধর দশা ঃ

A. বহিঃঅঙ্গাসংস্থান ঃ রিকসিয়া একটি বিষমপৃষ্ঠীয়, চ্যাপ্টা, শায়িত ফিতাকৃতি, রসাল, সবুজ বর্ণের, দ্ব্যাগ্র শাখাবিশিষ্ট থ্যালাস জাতীয় উদ্ভিদ। দ্ব্যাগ্র শাখান্বিত বলে গোলাপের পাপড়ির মত একসঙ্গে বিন্যস্ত থেকে 'রোসেট' আকার ধারণ করে। মধ্যবর্তী অঞ্চল বহুকোষের স্তর দিয়ে তৈরি। ক্রমশ কিনারার দিকে পাতলা হয়ে যায়। প্রতি শাখার উপরিতলে দৈর্ঘ্য বরাবর মধ্য স্থল দিয়ে একটি খাঁজ থাকায় এটি মধ্যশিরার মত দেখায়। শাখার শীর্ষে এই খাঁজ শেষ হয় এবং একে অগ্রস্থ খাঁজ বলে। শাখার শীর্ষে খাঁজের মধ্যে ভাজক কলা থাকে। এদের তৎপরতায় থ্যালাসের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হয়। থ্যালাস, রেখাকার বা কিলাকার অথবা বিতাম্বুলাকার।

থ্যালাসের অঙ্কদেশ থেকে বহুকোষী শল্ক এবং এককোষী রাইজয়েড উৎপন্ন হয়। রাইজয়েড দুই রকমের মসৃণ প্রাচীরযুক্ত এবং কীলকাকার। মসৃণ রাইজয়েডগুলি দীর্ঘ, বর্ণহীন এবং কীলকার রাইজয়েডগুলির মধ্যে পেরেকের ন্যায় গোঁজ বর্তমান। রাইজয়েডগুলি মূলের মত কাজ করে—থ্যালাসকে মাটির সাথে আটকে রাখে এবং মাটি থেকে জল ও রস শোষণ করে। থ্যালাসের অঙ্কদেশ থেকে বহুকোষী শল্ক উৎপন্ন হয়। শল্কগুলি হালকা বেগুনী বর্ণের, বহুকোষী কিন্তু একটিমাত্র কোষ স্তর যুক্ত মোটা। প্রতি শাখার কিনারার দিকে বিদ্যমান এবং উপবৃদ্ধি বিহীন। (চিত্র 2.3.1) জলজ প্রজাতিতে রাইজয়েড ও শল্ক অনুপস্থিত।

(a) 'রোসেট' আকৃতি সহ রিকসিয়ার লিঙ্গা উদ্ভিদ | (b) রিকসিয়া থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশ | (c) রিকসিয়া থ্যালাসের অঙ্ক দেশ | (d) মসৃণ প্রাচীর বিশিষ্ট রাজিয়েড | (e) কীলকাকার রাইজয়েড

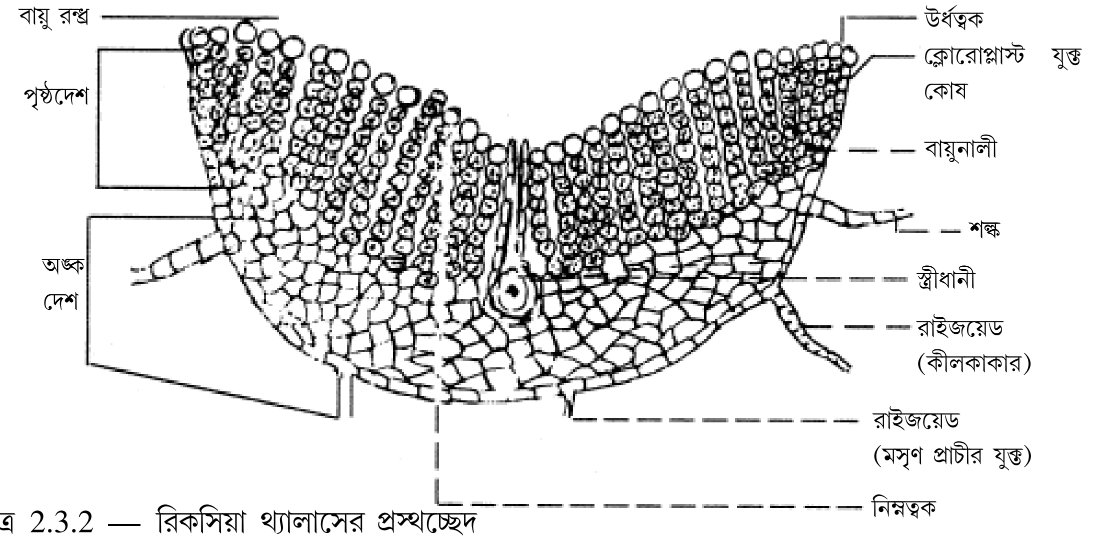
B) অন্তঃ অঙ্গাসংস্থান ঃ রিকসিয়া থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদে সুন্দরভাবে বিন্যস্ত দুটি বিপরীত প্রকৃতির কোষস্তর। দেখা যায় যথা ঃ (i) পৃষ্ঠদেশে ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষ এবং

(ii) নিম্নে অথবা অঙ্কদেশে খাদ্য সঞ্চয়ী অঞ্চল।

পৃষ্ঠদেশের সালোকসংশ্লেষকারী অঞ্চল ঃ পৃষ্ঠদেশের ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত কোষগুলি খাড়াভাবে স্তরে স্তরে সজ্জিত থাকে এবং প্রত্যেক সারির মাঝে নালীর ন্যায় বায়ুপূর্ণ প্রণালী বর্তমান। ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত কোষের সারির প্রান্তকোষগুলি বর্ণহীন ও আকারে বড় হয়। বায়ুনালী বায়ুরন্ধ্র দ্বারা বাইরে উন্মুক্ত হয়। এই কারণে বহির্ত্বক উন্নত নয়।

অঙ্কদেশের সঞ্চয়ী অঞ্চল ঃ

থ্যালাসের নিম্নাংশের কোষগুলি প্যারেনকাইমা জাতীয়, বর্ণহীন, কোষান্তর স্থান বিহীন। এইসব কোষে খাদ্য সঞ্চিত থাকে। সর্বনিম্ন কোষস্তর নিম্নত্বক গঠন করে এবং তার থেকে এককোষী রাইজয়েড ও বহুকোষী শল্ক উদ্ভূত হয়। (চিত্র 2.3.1)



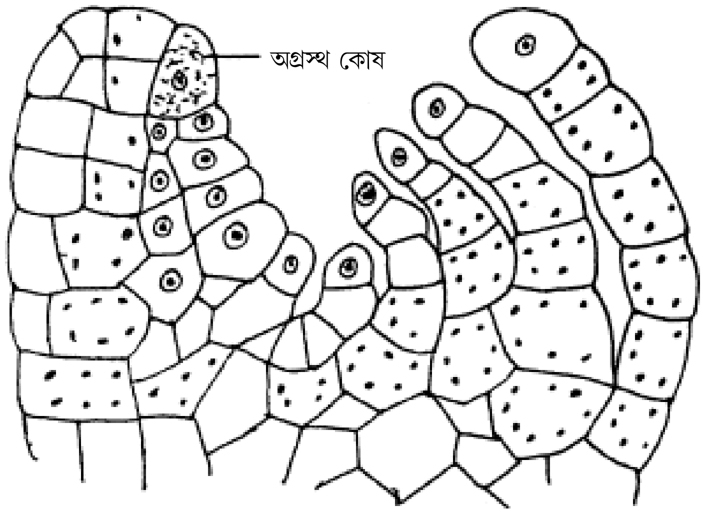
চিত্র 2.3.2 — রিকসিয়া থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদ

C) অগ্রস্থ বৃদ্ধি ঃ বৃদ্ধি অঞ্চল একটি সমান্তরাল সারি 3–5 বা তারও বেশি কোষ দ্বারা গঠিত। এই কোষগুলি পরস্পর পাশাপাশি অবস্থিত। দীর্ঘ লম্বচ্ছেদে (পৃষ্ঠদেশের সাথে সমকোণে) এই কোষগুলি ত্রিকোণাকার এবং দীর্ঘ উলম্বচ্ছেদে (পৃষ্ঠদেশের সাথে সমান্তরাল) কোষগুলি আয়তাকার। বৃদ্ধির এই অঞ্চলটি থ্যালাসের সম্মুখ ভাগে অগ্রস্থ খাঁজে অবস্থিত।

প্রতিটি অগ্রস্থ কোষ বিভাজিত হয়ে একের পর এক একটি করে পৃষ্ঠদেশে এবং অঙ্কদেশে অপত্য কোষ সৃষ্টি করে। অপত্য কোষ অগ্রস্থ কোষে পার্শ্বীয় বিভাজনের ফলেও উৎপন্ন হতে পারে। থ্যালাসের বেশির ভাগ অংশই পৃষ্ঠদেশের অপত্য কোষগুলি থেকে উৎপন্ন হয় এবং অঙ্কদেশের অপত্য কোষগুলি থেকে থ্যালাসের নীচে কোষের স্তর, রাইজয়েড এবং শল্ক উৎপন্ন হয়।

অগ্রস্থ কোষের প্রথম বিভাজন থ্যালাস সারফেসের সমান্তরাল কোষ প্রাচীর সৃষ্টির মাধ্যমে সম্পন্ন হয় ফলে পৃষ্ঠদেশে একটি অপত্যকোষ এবং একই পদ্ধতিতে অঙ্কদেশে আর একটি কোষ সৃষ্টি হয়। পৃষ্ঠীয় অপত্য কোষগুলি থেকে ক্লোরোফিল যুক্ত অঞ্চল, বহিঃত্বক এবং জনন অঙ্গ তৈরি হয় এবং অঙ্কীয় অপত্য কোষগুলি থেকে থ্যালাসের অঙ্কীয় দেশের সঞ্চয়ী অঞ্চল, নিম্নত্বক, রাইজয়েড ও শল্ক উৎপন্ন হয়।

অপরিণত থ্যালাসের এই বৃদ্ধি অঞ্চলের মাঝখানের এক বা একাধিক কোষ তাদের বিভাজন ক্ষমতা হারায়, ফলে বৃদ্ধির আদি সমান্তরাল সারির কোষগুলি মাঝখানের বিভাজন ক্ষমতাহীন কোষ অঞ্চলের দুদিকে বিন্যস্ত থাকে এবং এই কোষগুলির বিভাজন তৎপরতায় দুদিকে অগ্রস্থ কোষ যুক্ত দুটি শাখা উৎপন্ন করে এবং দ্ব্যাগ্র শাখার উৎপত্তি হয়। এই দুটি শাখার মাঝের অঞ্চল খাঁজ আকারে বর্তমান থাকে—একেই অগ্রস্থ খাঁজ বলে। (চিত্র 2.3.3)



চিত্র 2.3.3 — অগ্রস্থবৃদ্ধির অঞ্চলের লম্বচ্ছেদ

2.3.3 জনন

রিকসিয়ার জনন প্রধানত দু প্রকারের -অঙ্গজ ও যৌন।

A) **অঙ্গাজ জনন ঃ** অঙ্গাজ জনন নিম্নে বর্ণিত যেকোন একটি উপায়ে সম্পন্ন হয় ঃ

a) **খণ্ডীভবন ঃ** থ্যালাসের পশ্চাৎ দিকের অংশ অনেক সময় ক্রমশ শুকিয়ে যেতে থাকে এবং ক্রমে ক্রমে অগ্রভাগের দিকে দ্ব্যাগ্রশাখা পর্যন্ত পৌঁছায়। তখন দুটি শাখা পৃথক হয়ে দুটি নতুন থ্যালাস রূপে বৃদ্ধি পায়।

b) **অস্থানিক শাখা ঃ** রিক্‌সিয়ার জলজ প্রজাতিতে (রিকসিয়া ফ্লুইট্যান্স) (Riccia Fluitans) থ্যালাসের নিম্নাংশ থেকে অস্থানিক শাখা উৎপন্ন হয়। প্রধান শাখা থেকে এই শাখাগুলি বিচ্ছিন্ন হয়ে নতুন থ্যালাসের সৃষ্টি করে।

c) **স্থায়ী অগ্রমুকুল ঃ** রিকসিয়ার বহু প্রজাতিতে (রিকসিয়া ডিস্‌কালার) (R. Discolor) বিশেষ করে যারা শুষ্ক পরিবেশে (প্রতিকূল অবস্থা) জন্মায় তাদের থ্যালাসের অগ্রমুকুল ব্যতীত অবশিষ্ট অংশ মারা যায়। অনুকূল পরিবেশে বিগত বছরের অগ্রমুকুল পুনরায় নতুন থ্যালাসে পরিণত হয়।

d) **টিউবার ঃ** প্রতিকূল পরিবেশে রিকসিয়ার বহু প্রজাতিতে যেমন **রিক্‌সিয়া ডিস্‌কালার** (R. Discolor), **রিকসিয়া বুলবিফেরা** (R. Bulbifera), **রিকসিয়া পেরেন্নিস**, (R. Perennis) **রিকসিয়া ভেসিকাটা** (R. Vesicata) স্ফীত কন্দ সৃষ্টির মাধ্যমে পরবর্তীকালে অনুকূল পরিবেশে নতুন থ্যালাস সৃষ্টি করে।

e) **রিকসিয়া গ্লকা** (R. glauca) নামক প্রজাতিতে রাইজয়েডের অগ্রভাগ থেকে নতুন থ্যালাস উৎপন্ন হতে পারে ঠিক যেমনভাবে একটি রেণু অঙ্কুরিত হয়ে নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।

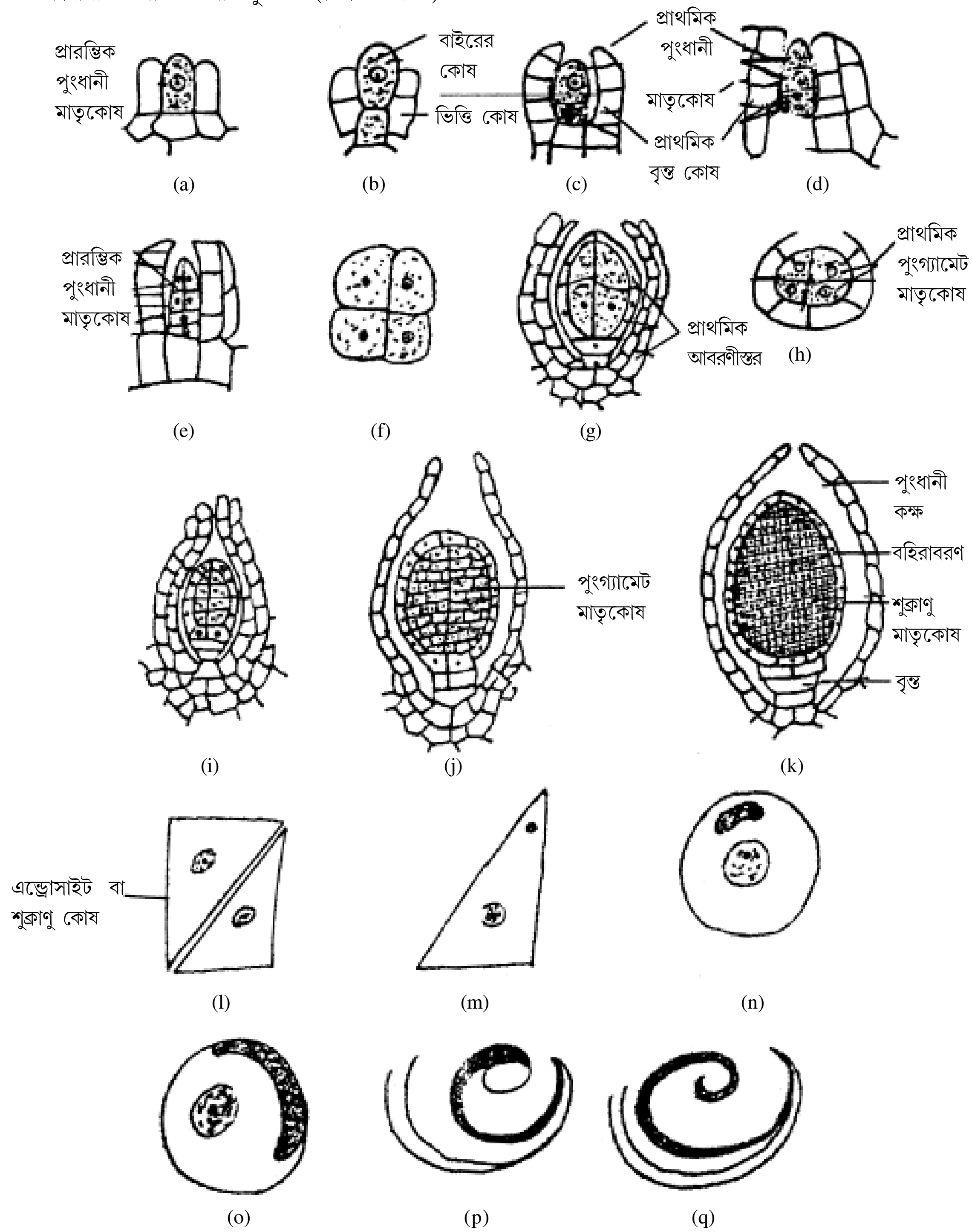
B. যৌন জনন ঃ

থ্যালাসের পৃষ্ঠতলে বা উপরিতলে উৎপন্ন পুংধানী ও স্ত্রীধানী সৃষ্টির মাধ্যমে রিকসিয়ার যৌন জনন সম্পন্ন হয়। পুংদানী এবং স্ত্রীধানী একই থ্যালাসে জন্মাতে পারে যেমন রিকসিয়া ক্রিস্টালিনা (R. crystallina), রিকসিয়া গ্লকা (R. Glauca) রিক্‌সিয়া বিল্লারডিয়ারী (R. Billardieri), R. Gangetia এবং এই জাতীয় থ্যালাসকে বলা হয় সহবাসী। আবার অনেকক্ষেত্রে যেমন রিকসিয়া ডিসকালার (R. discolor), রিকসিয়া ফ্রষ্টি (R. Frostii), ইত্যাদিতে পৃথক পৃথক থ্যালাস পুংধানী ও স্ত্রীধানী ধারণ করে—এরূপ থ্যালাসকে ভিন্নবাসী থ্যালাস বলে। যৌনজনন উগ্যামীয় প্রকৃতির।

যৌন জনন অঙ্গাগুলি থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে মধ্যশিরার মধ্যবর্তী লম্বখাঁজের মধ্যে, অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চল থেকে পশ্চাৎদিকে ক্রমপর্যায়ে উদ্ভূত হয়। রিকসিয়ার জনন অঙ্গা তৈরির কোন নির্দিষ্ট সময় (পারিপার্শ্বিক পরিবেশের অবস্থা) নেই—যতদিন বাঁচে ততদিনই অনুকূল পরিবেশে জননঅঙ্গা তৈরি অব্যাহত রাখে। এই জন্যই একই থ্যালাসে পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশায় জনন অঙ্গাগুলিকে দেখা যায়।

জনন অঙ্গাগুলি প্রথমে থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের খাঁজ বরাবর অংশ উন্মুক্ত ভাবে জন্ম লাভ করে কিন্তু এই জনন অঙ্গাগুলির গঠনকালে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের অঙ্গাজ কোষগুলিও চারিদিক বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং ধীরে ধীরে জননঅঙ্গাগুলিকে বেষ্টন করে একটি প্রকোষ্ঠ তৈরি করে—এই প্রকোষ্ঠ যথাক্রমে পুংধানী প্রকোষ্ঠ ও স্ত্রীধানী প্রকোষ্ঠ নামে পরিচিত।

1. পংধানী উৎপত্তি ও পরিস্ফুটন : (চিত্র - 2.3.4)



চিত্র 2.3.4 (a - q) — রিকসিয়ার পুংধানী পরিস্ফুটনের — বিভিন্ন দশা

থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে মধ্যশিরার মধ্যবর্তী লম্বা খাঁজের মধ্যে অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চল থেকে পশ্চাদদিকে একটি কোষ **প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষরূপে** কাজ করে। এই কোষটির পরিস্ফুটন নিম্নরূপ ঃ

a) ক্রমশ এই প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষটি বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়ে থ্যালাসের পৃষ্ঠের সাধারণ তলে উপবৃদ্ধি আকারে সামান্য উঠে থাকে এবং প্রস্থবিভাজনের দ্বারা দুটি কোষ সৃষ্টি করে যথাক্রমে ঃ **নীচের ভিত্তিকোষ** এবং **বাইরের কোষ**।

b) পরবর্তীকালে ভিত্তিকোষটির বিভাজন হয় না এবং পুংধানীর বৃন্তের নিম্নাংশ গঠন করে।

c) বাইরের কোষটিতে প্রস্থবিভাজনের দ্বারা প্রথমে দুটি এবং পরে চারটি কোষ উৎপন্ন করে। এই চারটি কোষ সারিবদ্ধভাবে থেকে একটি ছোট্ট সূত্র তৈরি করে। ওপরের দুটি কোষ **প্রাথমিক পুংধানী মাতৃকোষ** এবং নীচের দুটি কোষ **প্রাথমিক বৃন্তকোষ** নামে পরিচিত।

প্রাথমিক বৃন্তকোষ থেকে পুংধানীর বৃন্ত তৈরি হয়।

d) ওপরের দুটি প্রাথমিক পুংধানী মাতৃকোষের প্রত্যেকটিতে প্রথম বিভাজনের (অনুপ্রস্থে) সমকোণে দ্বিতীয় বিভাজন হয়ে দুটি সারি এবং প্রতি সারিতে চারটি করে কোষ উৎপন্ন হয়।

e) দুটি সারিতে বিন্যস্ত কোষগুলির পার্শ্বীয় কোষ বিভাজনের (পৃষ্ঠ সমান্তরাল বা পেরিক্লিন্যাল) ফলে বাইবের দিকে আট কোষ দিয়ে তৈরি **বন্ধ্যা প্রাথমিক আবরণীস্তর** এবং ভেতরে আটকোষী **উর্বর প্রাথমিক পুংগ্যামেট মাতৃকোষ** সৃষ্টি করে।

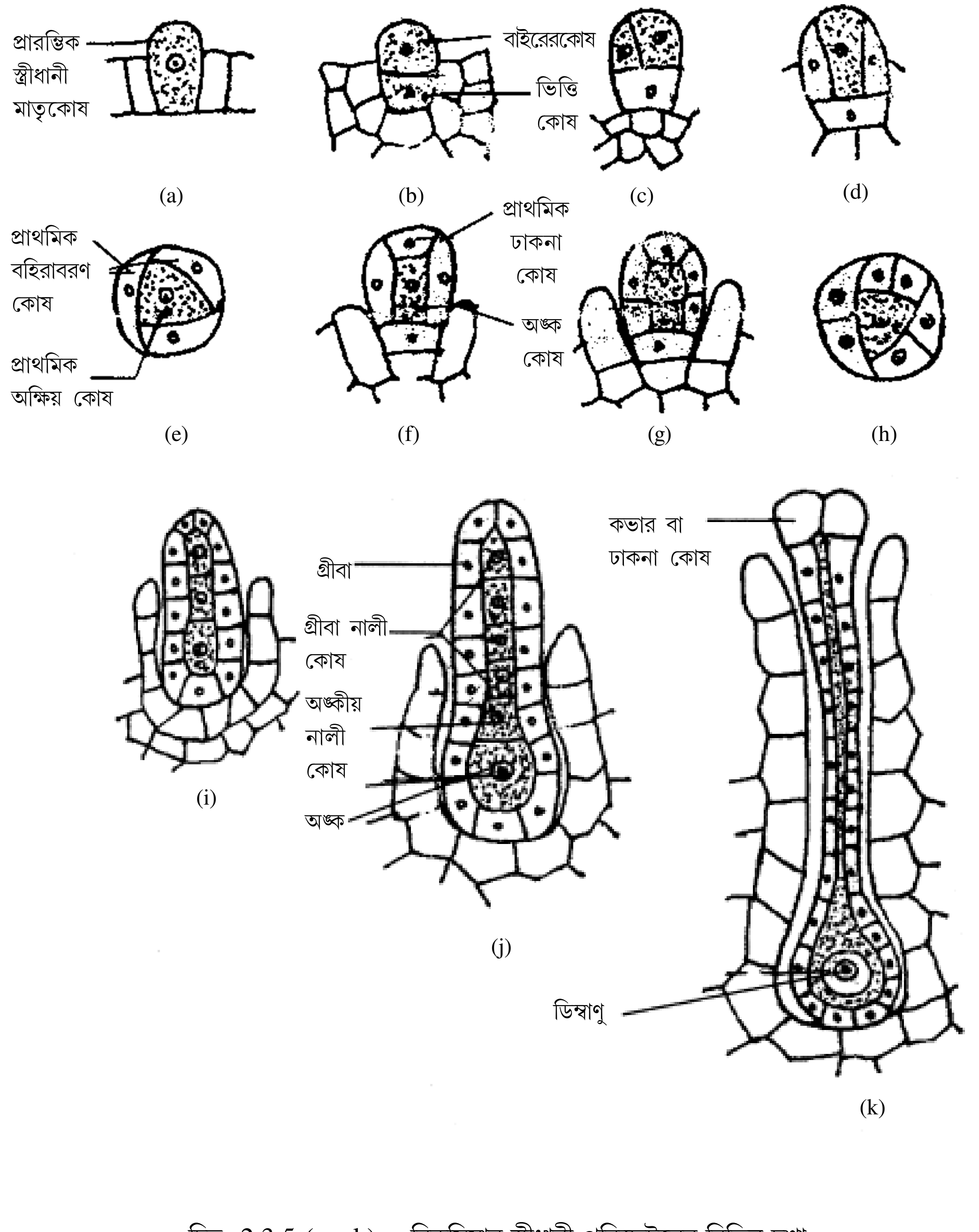
f) **প্রাথমিক আবরণী স্তরের** প্রতিটি কোষ পার্শ্বীয় পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনের সাথে সমকোণে (অ্যান্টিক্লিন্যাল) বিভাজিত হয়ে বহুকোষী একটি স্তরযুক্ত পুংধানী আবরণ তৈরি করে।

g) ভেতরের আটকোষী উর্বর পুংগ্যামেট মাতৃকোষ পুনঃপুনঃ বিভাজনের ফলে অসংখ্য শুক্রাণু বা **পুংগ্যামের মাতৃকোষ** উৎপন্ন করে। প্রত্যেক শুক্রাণু মাতৃকোষ কোনাকুনি বিভাজনের দ্বারা দুটি করে **শুক্রাণু ও অ্যান্ড্রোসাইট** কোষ সৃষ্টি করে। প্রতিটি শুক্রাণু কোষ পরে রূপান্তরিত হয়ে দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত শুক্রাণুতে পরিণত হয়।

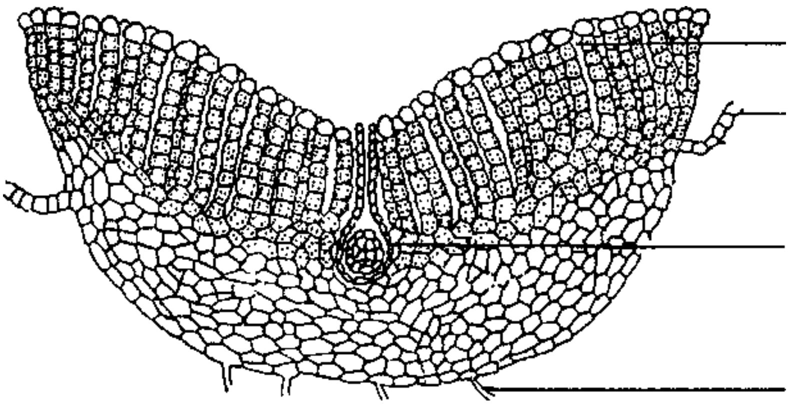
পরিণত পুংধানী ঃ পরিণত পুংধানী সবৃন্তক, ন্যাসপাতি আকৃতির এবং পুংধানী কক্ষের মধ্যে অবস্থিত থাকে। পুংধানী কক্ষ রন্ধ্র মাধ্যমে বাইরের সাথে যুক্ত। পুংধানী বৃন্তের দ্বারা কক্ষের নিম্নাংশের সাথে সংযুক্ত থাকে। প্রতিটি পুংধানীর মাঝখানের শুক্রাণু মাতৃকোষগুলিকে বেষ্টন করে বন্ধ্যা কোষ দ্বারা গঠিত এক কোষ স্তর যুক্ত আবরণ বর্তমান। পরবর্তীকালে প্রতি শুক্রাণু মাতৃকোষ থেকে দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত দুটি শুক্রাণু উৎপন্ন হয়।

পুংধানী পরিণত হলে বহিরাবরণস্তর বিদীর্ণ হয়। শুক্রাণুগুলি পুংধানী কক্ষে প্রবেশ করে এবং উপযুক্ত মাধ্যমের উপস্থিতিতে বাইরে নির্গত হয়। (চিত্র 2.3.4K)

2. স্ত্রীধানীর উৎপত্তি এবং পরিস্ফুটন : (চিত্র 2.3.5)



চিত্র 2.3.5 (a - k)— রিকসিয়ার স্ত্রীধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা



চিত্র 2.3.5 I— স্ত্রীধানীসহ রিক্‌সিয়া থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদ

পুংধানীর মত স্ত্রীধানীও থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে মধ্যশিরার মধ্যবর্তী লম্বা খাঁজের মধ্যে অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চল থেকে পশ্চাদদিকে অগ্রস্থ কোষ সংলগ্ন একটি কোষ প্রারম্ভিক **স্ত্রীধানী মাতৃকোষ** রূপে কাজ করে এই কোষটির পরিস্ফুটন নিম্নরূপ ঃ

a) ক্রমশ প্রারম্ভিক মাতৃকোষটি বৃদ্ধি প্রাপ্ত হয়ে থ্যালাস পৃষ্ঠে উপবৃদ্ধি আকারে বর্তমান থাকে এবং প্রস্থ বিভাজন দ্বারা নীচে **ভিত্তিকোষ** এবং ওপরে — বাইরের কোষ নামক দুটি কোষ তৈরি করে।

b) ভিত্তি কোষটি পরবর্তীকালে স্ত্রীধানীর নিমজ্জিত অংশ তৈরি করে এবং বাইরের কোষটি স্ত্রীধানী গঠন করে।

c) বাইরের কোষটিতে ক্রমান্বয়ে তিনটি অনুদৈর্ঘ্য বিভাজনের দ্বারা এমনভাবে তিনটি উলম্ব প্রাচীর তৈরি হয় যার ফলে একটি **প্রাথমিক অক্ষিয় কোষকে** ঘিরে **তিনটি প্রাথমিক বহিরাবরণ** কোষ তৈরি হয়।

d) প্রাথমিক অক্ষিয় কোষটি প্রস্থবিভাজনের দ্বারা দুটি অসমান কোষ সৃষ্টি করে—ওপরে ছোট **প্রাথমিক ঢাকনাকোষ** (কভার সেল) ও নীচে **বড় অক্ষ কোষ**।

e) প্রাথমিক অক্ষিয় কোষের বিভাজনের সাথে সাথে প্রাথমিক তিনটি বহিরাবরণ কোষ অরীয় তলে বিভাজিত হয়ে **6টি প্রারম্ভিক জ্যাকেট** কোষ তৈরি করে। পরবর্তীকালে 6টি প্রারম্ভিক কোষ জ্যাকেট কোষ প্রস্থ বিভাজনের দ্বারা দুটি সারি তৈরি করে যেখানে প্রতি সারিতে 6টি করে কোষ বর্তমান। সারির ওপরের কোষগুলি **স্ত্রীধানীর গ্রীবা** তৈরি করে এবং এগুলি **প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ** নামে পরিচিত। সারির নীচের কোষগুলি **স্ত্রীধানীর অঙ্ক** তৈরি করে এবং এগুলি **প্রারম্ভিক অঙ্ক** কোষ নামে পরিচিত।

f) প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষগুলি পুনঃপুন বিভাজন দ্বারা 6-9 কোষ উচ্চতাযুক্ত নালিকাকার গ্রীবা তৈরি করে যেখানে গ্রীবা কোষের 6টি উল্লম্ব সারি বর্তমান।

g) ৬টি **প্রারম্ভিক অঙ্ক নালি কোষ** পুনঃপুন প্রস্থ বিভাজন এবং অনুদৈর্ঘ্য বিভাজন দ্বারা 12 থেকে 20টি কোষের পরিধি বরাবর স্ত্রীধানীর অঙ্ক আবরণ তৈরি করে।

h) প্রাথমিক **কভার কোষ** যেগুলি গ্রীবার ওপরে বর্তমান সেগুলি ক্রমান্বয়ে দুটি পরস্পর সমকোণে বিভাজন দ্বারা **চারটি কভার বা ঢাক্না** কোষ তৈরি করে।

i) অক্ষ কোষটি প্রস্থবিভাজন দ্বারা দুটি কোষ তৈরি করে। একটি প্রাথমিক **গ্রীবা নালীকোষ** এবং অপরটি **প্রাথমিক অঙ্ক কোষ**। প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ পুনরায় প্রস্থ বিভাজনের মাধ্যমে উল্লম্ব সারিতে বিন্যস্ত সাধারণত **চারটি গ্রীবা নালী কোষ** সৃষ্টি করে। প্রাথমিক অঙ্ককোষটি প্রস্থবিভাজনের মাধ্যমে দুটি কোষ উৎপন্ন করে। একটি ছোট এবং ওপরে বা **অঙ্কীয় নালী কোষ** নামে পরিচিত এবং অপরটি বড় এবং নীচে অবস্থিত যা ডিম্বাণু নামে পরিচিত।

শব্দছকে স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন

শব্দছকে পুংধানীর পরিস্ফুটন

- প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষা → প্রস্থ বিভাজন
  - নিচে ভিত্তিকোষ
  - ওপরের কোষ বা বাইরের কোষ → প্রস্থবিভাজনে চারটি কোষের সূত্র
    - নিচে 2 প্রাথমিক বৃন্ত কোষ
    - ওপরে 2 প্রাথমিক পুংধানী মাতৃকোষ → বিভাজন যার ফলে 2টি সারিতে 4টি করে কোষ উৎপন্ন হয় মোট 8টা কোষ → এরপর পৃষ্ঠসমান্তরাল বা পেরিক্লিন্যাল বিভাজন হয়।
      - বাইরে 8টা বন্ধ্যা প্রাথমিক আবরণীস্তর → পুংধানীর আবরণ গঠন করে
      - ভেতরে 8টা উর্বর প্রাথমিক পুংগ্যামেট মাতৃকোষ → পুংগ্যামেট মাতৃকোষ → এ্যান্ড্রোসাইট বা শুক্রাণু → শুক্রাণু

চিত্র 2.3.6 শব্দছকে পুংধানী ও স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন

- প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী মাতৃকোষ → প্রস্থ বিভাজন
  - নীচে ভিত্তিকোষ
  - ওপরে বাইরের কোষ → তিনটি অনুদৈর্ঘ্য বিভাজন
    - তিনটি প্রাথমিক বহিরাবরণ কোষ → বিভাজন → ছয়টি প্রারম্ভিক জ্যাকেট কোষ → প্রস্থবিভাজন
      - ওপরে প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ → স্ত্রীধানীর গ্রীবা তৈরি করে
      - নীচে প্রারম্ভিক অঙ্ক কোষ → স্ত্রীধানীর অঙ্কীয় আবরণ তৈরি করে
    - একটি প্রাথমিক অক্ষিয় কোষ → প্রস্থবিভাজন
      - ওপরে ছোট প্রাথমিক ঢাক্না কোষ (কভার সেল) → বিভজনের ফলে 4টি কভার বা ঢাকনা কোষ তৈরি করে
      - নীচে বড় অক্ষ কোষ → প্রস্থ বিভাজন
        - প্রাথমিক গ্রীবানালী কোষ → প্রস্থ বিভাজন → 4টি গ্রীবা নালী কোষ
        - প্রাথমিক অঙ্ক কোষ → প্রস্থ বিভাজন
          - ওপরের অঙ্কীয় নালী কোষ
          - নীচে ডিম্বাণু

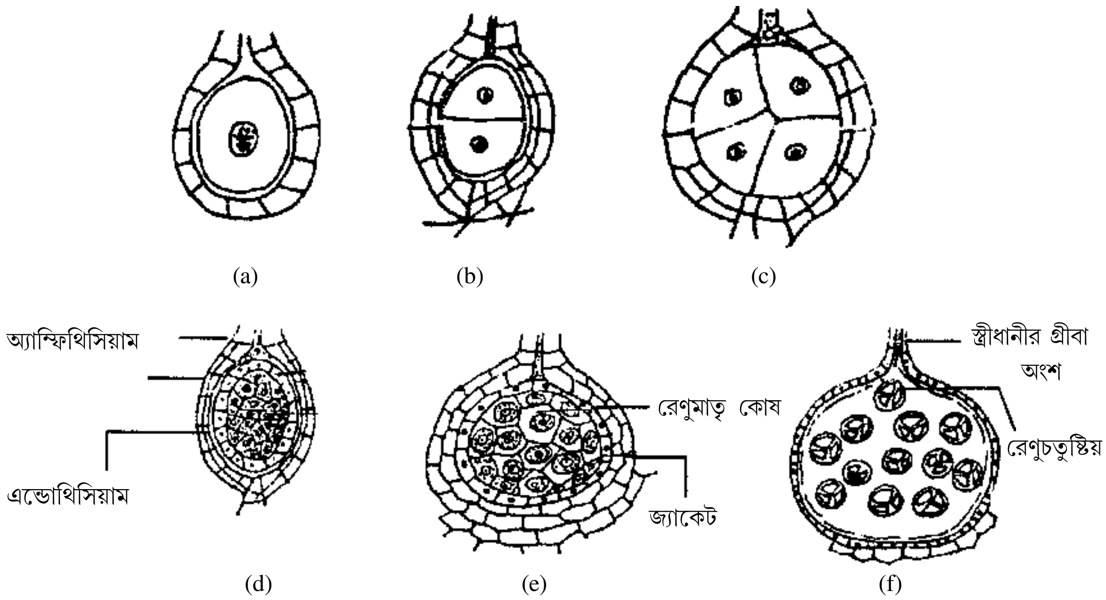
চিত্র 2.3.6 শব্দছকে পুংধানী ও স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন।

পরিণত স্ত্রীধানী ঃ পরিণত স্ত্রীধানী ক্ষুদ্রবৃন্তযুক্ত এবং ফ্লাস্কের ন্যায় আকৃতির। নীচের স্ফীত অংশকে অঙ্ক (ভেন্টার) এবং সরু ও দীর্ঘ অংশকে গ্রীবা (নেক) বলা হয়। দীর্ঘ গ্রীবা চারটি গ্রীবা নালীকোষ দ্বারা গঠিত। গ্রীবার শীর্ষে চারটি কোষ গ্রীবা মুখকে আবৃত করে রাখে যাদের ঢাক্‌না কোষ (কভার কোষ) বলে। অঙ্কের মধ্যে অঙ্কীয় নালীকোষ এবং ডিম্বকোষ বা ডিম্বাণু বর্তমান। গ্রীবার চারিদিকে এককোষ স্তর বিশিষ্ট খাড়াভাবে বিন্যস্ত ৬টি আবরণ সারি বর্তমান। প্রতি সারি উলম্বভাবে 6-9 টি কোষ দ্বারা গঠিত। স্ত্রীধানীর অঙ্কটিও এককোষ স্তর বিশিষ্ট আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে।

স্ত্রীধানী পরিণত হবার সঙ্গো সঙ্গো গ্রীবা নালীকোষগুলি ও অঙ্কীয় নালীকোষটি দ্রবীভূত হয়ে যায় এবং মিউসিলেজ যুক্ত একটি পিচ্ছিল পদার্থের সৃষ্টি করে। জল শোষণ করে মিউসিলেজ আয়তনে স্ফীত হলে যে চাপ সৃষ্টি হয় সেই চাপের ফলে ঢাক্‌না কোষগুলি খুলে যায় এবং কেন্দ্রীয় একটি পথ তৈরি হয় যে পথ ডিম্বাণু পর্যন্ত বিস্তৃত। (চিত্র 2.3.5K, 2.3.5L)

নিষেক ঃ পরিণত স্ত্রীধানীর নালীকোষগুলি দ্রবীভূত হয়ে যে পথের সৃষ্টি হয় শুক্রাণুগুলি সে পথ দিয়েই স্ত্রীধানীতে পৌঁছায় বা প্রবেশ করে। একটি মাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। এই ক্রিয়া সম্পন্ন করার জন্য জল অবশ্যই প্রয়োজন। শুক্রাণুগুলি গ্রীবানালীতে উৎপন্ন মিউসিলেজ পদার্থ যা কিছু দ্রবণীয় প্রোটিন এবং কিছু অজৈব লবণ (পটাসিয়াম) সমন্বিত তা দ্বারা আকৃষ্ট হয়। নিষেকের পরে নিষিক্ত ডিম্বাণু কোষটি একটি আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে এবং একে ভ্রূণাণু বলে। ভ্রূণাণু সৃষ্টির সঙ্গো সঙ্গোই রেণুধর দশার অর্থাৎ ডিপ্লয়েড জনুর সূচনা হয়।

2.3.4 রেণুধর উদ্ভিদ ঃ (চিত্র 2.3.7)



চিত্র 2.3.7 (a - f)— রিকসিয়া রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

ভ্রূণাণুই রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। নিষেকের পর ভ্রূণাণু স্ত্রীধানীর অঙ্কে অবস্থান এবং নিজস্ব কোষপ্রাচীর তৈরি করে। বিশ্রাম দশা ছাড়াই ভ্রূণাণুর বৃদ্ধি শুরু হয়। সাথে সাথে স্ত্রীধানীর অঙ্কের কোষগুলি পৃষ্ঠ সমান্তরাল ভাবে বিভাজিত হয়ে দুটি কোষস্তর বিশিষ্ট আবরণ বা ক্যালিপট্র গঠন করে।

পরিস্ফুটন ঃ

1. প্রাথমিক অবস্থায় ভ্রূণাণু অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে দুটি কোষ উৎপন্ন করে। প্রত্যেকটি প্রথম বিভাজনের সমকোণ (অনুদৈর্ঘ্যে) বিভাজিত হয়ে চারটি কোষ বিশিষ্ট অবস্থা বা কয়াড্রান্ট (Quadrant) সৃষ্টি করে।

2. পরবর্তী বিভাজন অনুদৈর্ঘ্যে কিন্তু ঠিক পূর্বের বিভাজনের সমকোণে ঘটে ফলে আট কোষী ভ্রূণ উৎপন্ন হয়। (Octant দশা)

3. আটকোষী দশীর পরবর্তী কোষ বিভাজনের কোন সুনির্দিষ্ট দিক নেই এবং ক্রমাগত কোষ বিভাজনের ফলে একটি কোষ পুঞ্জের সৃষ্টি হয়।

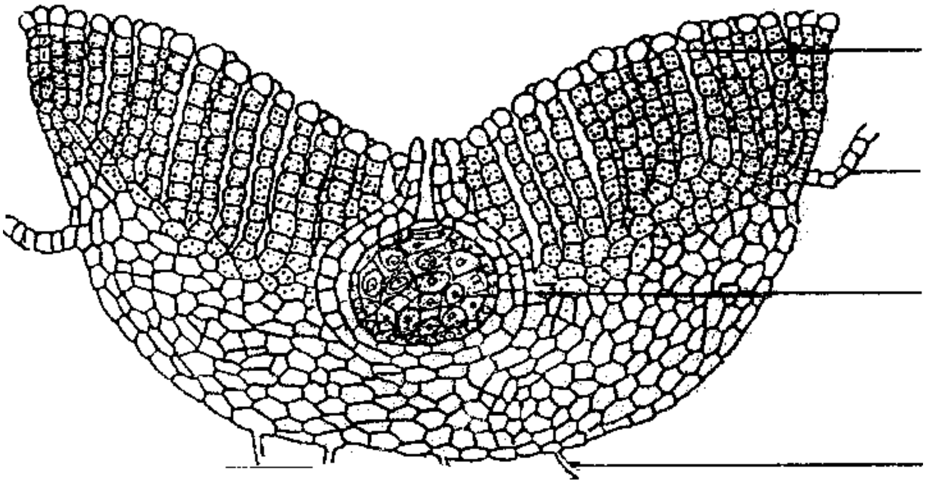
4. পরবর্তীকালে পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনের ফলে বাইরের দিকে অ্যাম্পিথেসিয়াম এবং ভেতরের দিকে এন্ডোথেসিয়াম কোষ স্তর সৃষ্টি হয়।

5. অ্যাম্পিথেসিয়াম বাইরের বন্ধ্যাকোষস্তর বিশিষ্ট বহিরাবরণ (জ্যাকেট) স্তর তৈরি করে। এন্ডোথেসিয়াম থেকে রেণুধরের ভেতরে বর্তমান আর্কিস্পোরিয়াল উৎপন্ন হয়। পরবর্তীকালে আর্কিস্পোরিল কলা রেণুধারণ কলাতে রূপান্তরিত হয়। আর্কিস্পোরিয়াল কলাই হল রেণুধারণ কলার মাতৃকলা।

6. রেণুধারণকলা পরবর্তী পর্যায়ে রেণুমাতৃকোষে বিভেদিত হয়। প্রতিটি রেণুমাতৃকোষ (2n) মায়োসিস কোষ বিভাজন প্রক্রিয়ায় চারটি হ্যাপ্লয়েড রেণু (স্পোর) উৎপন্ন করে।

7. রিকসিয়ার কোন কোন প্রজাতিতে (রিকসিয়া ক্রিস্টালিনা) সমগ্র রেণু মাতৃকোষ রেণু উৎপন্ন করে না। কিছু কিছু কোষ পোষক কোষের কাজ করে এবং রেণু সৃষ্টির সময় খাদ্য সরবরাহ করে। এদের **পোষক কোষ বা নার্স** সেল বা নিউট্রিটিড কোষ বলে। এরা (2n) ডিপ্লয়েড অবস্থায় থাকে।

8. রিকসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদের কোন পদ বা সিটা থাকে না। সমগ্র রেণুধর উদ্ভিদটিতেই রেণু সৃষ্টি হয়। তাই সমগ্র রেণুধর উদ্ভিদটিকে একটি ক্যাপসিউল বা রেণু আধার বলে। (চিত্র - 2.3.8)



চিত্র 2.3.8 — রেণুধর সহ রিকসিয়া থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদ

রেণু বিদারণ ঃ রিকসিয়ার পরিণত রেণুধরে অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে সৃষ্ট বহিরাবরণ স্তরটি এবং ক্যালিপ্টার ভেতরে স্তর বিনষ্ট হয়ে যায় যার ফলে পরিণত রেণুধরের রেণুগুলি প্রকৃতপক্ষে অঙ্কের অঙ্কীয় স্তর দ্বারা পরিবৃত থাকে। সুতরাং রিকসিয়ার রেণুধরের ক্ষেত্রে অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে সৃষ্ট প্রকৃত বহিরাবরণটি (স্তরটি) থাকে না।

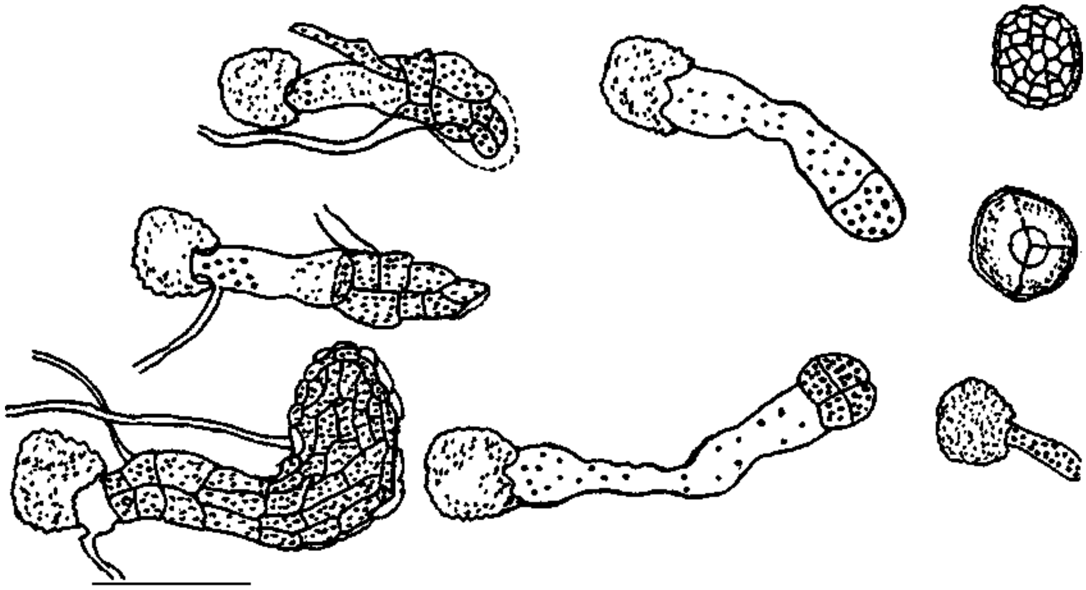
রিকসিয়ার ক্ষেত্রে রেণুবিদারণের বিশেষ কোন পদ্ধতি নেই। রেণুগুলি পরিণত হলে ক্যাপসিউলের মধ্যেই থাকে। ক্রমাগত এবং ক্রমান্বয়ে ক্যাপসিউলের বহিরাবরণ এবং থ্যালাসের সংশ্লিষ্ট কোষগুলি মারা যায় এবং পচতে শুরু করে সুতরাং রেণুগুলি যে স্থানে ক্যাপসিউলের মধ্যে থাকে ক্যাপসিউল প্রাচীর নষ্ট হলে সেই স্থানেই মাটির সংস্পর্শে আসে এবং অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়।

রেণু (n) ঃ রেণুই হল লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। প্রতিটি রেণু চতুস্থলকবিশিষ্ট এবং তিনটি শৈলশিরা বর্তমান। প্রোটোপ্লাসটিকে ঘিরে তিনটি আবরণ থাকে। যথা ঃ

a) বাইরের এক্সোস্পোরিয়াম, পাত্লা এবং কিউটিকল গঠনযুক্ত।

b) মাঝের মেসেস্পোরিয়াম এবং

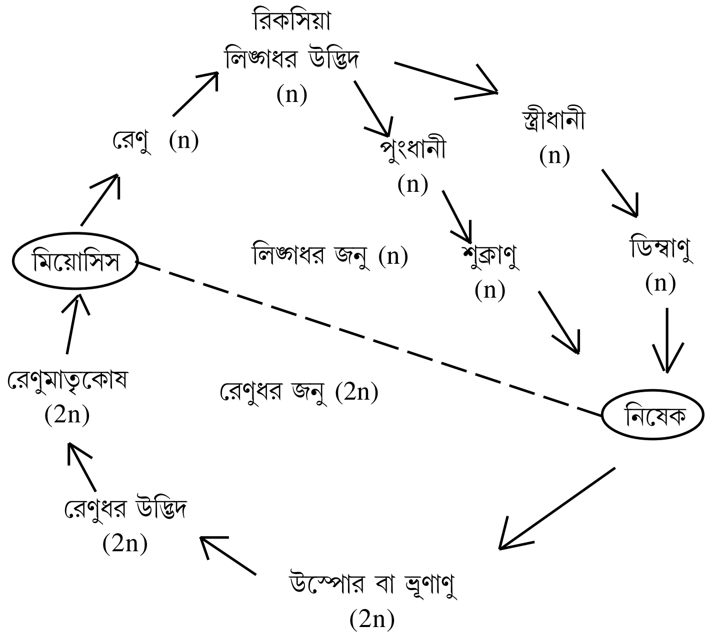
c) এন্ডোস্পোরিয়াম, পেক্টোস এবং সেলুলোস দিয়ে তৈরি। (চিত্র 2.3.9a)



চিত্র 2.3.9 (a - h)— রেণু অঙ্কুরোদ্গাম

রেণুর অঙ্কুরোদ্গাম ঃ অঙ্কুরোদ্গামকালে শৈলশিরা অঞ্চলে এক্সোস্পোর ও মেসোস্পোর ফেটে যায় এবং এন্ডোস্পোর প্রোটোপ্লাস্ট সহ নালী আকারে বাইরে বেরিয়ে আসে এবং একটি লম্বা জার্মটিউব তৈরি করে। জার্মটিউবের শীর্ষে প্রস্থবিভাজনে ফলে একটি অগ্রস্থ কোষ উৎপন্ন করে। বিভাজনের ঠিক পূর্বেই অ্যালবুমিনাস গ্রানুউলস, তৈল বিন্দু এবং ক্লোরোফিল পদার্থ সহ প্রোটোপ্লাজমের বেশির ভাগ অংশ অগ্রস্থ কোষে প্রবেশ করে। অগ্রস্থ কোষটি ক্রমশ বড় হয় এবং জার্মটিউব ও রেণুর সংযোগ স্থল থেকে প্রথম রাইজয়েড উৎপন্ন হয়। অতঃপর অগ্রস্থ কোষটি পুনঃপুন বিভাজনের মাধ্যমে একটি নতুন রিকসিয়ার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি করে। (চিত্র 2.3.9a – h)

জীবনচক্র ঃ রিকসিয়ার জীবন-ইতিহাসে অসম আকৃতির জনুক্রম বর্তমান। (চিত্র ঃ 2.3.10)



চিত্র 2.3.10 রিকসিয়ার জীবন-চক্র

2.3.5 প্রশ্নাবলি

1. রিকসিয়ার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন বৈচিত্র্য সম্বন্ধে যা জানেন লিখুন।
2. রিকসিয়ার জনন অঙ্গের গঠন ও অবস্থানের বিশদ বিবরণ দিন।
3. রিকসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদের বিবরণ দিন।
4. রিকসিয়ার নিষেকোত্তর পরিবর্তনের বিশদ বিবরণ সহ রেণুধর উদ্ভিদের গঠন বর্ণনা করুন।
5. রিকসিয়ার জীবনচক্রের নক্‌শা অঙ্কন করে জনুক্রম আলোচনা করুন।
6. কোন ব্রায়োফাইটা গোলাপ পাপড়ির ন্যায় সজ্জিত?
7. একটি জলজ রিকসিয়ার নাম লিখুন।
8. অ্যাম্পিথেসিয়াম বলতে কী বোঝেন?
9. রিকসিয়ার রেণু এবং এর অঙ্কুরোদ্গাম সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত টীকা লিখুন।

2.3.6 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 2.3.2 দেখুন
2. 2.3.3B দেখুন
3. 2.3.4 দেখুন
4. নিষেক ও 2.3.4 দেখুন

5. জীবনচক্র দেখুন
6. রিকসিয়া (Riccia)
7. 2.3.1 দেখুন
8. 2.3.4 দেখুন
9. 2.3.4 অন্তর্গত রেণু ও রেণুঅঙ্কুরোদ্গাম দেখুন।

2.4 মারক্যানসিয়া (Marchantia)

2.4.1 বিস্তারণ ও বসতি ঃ মারক্যানসিয়া গণটি সাধারণত আর্দ্রভূমি, স্যাঁতস্যাতে, অঞ্চলে পাথরের গায়ে অথবা ঝরনার ধারে বা পোড়ামাটিতে জন্মায়। প্রায় 65 টি প্রজাতি পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই পাওয়া যায়। প্রধানত নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে সীমাবদ্ধ। ভারতবর্ষে প্রাপ্ত প্রায় 11 টি প্রজাতির বেশির ভাগই হিমালয় সংলগ্ন স্থানে জন্মায়। উল্লেখযোগ্য প্রজাতি গুলি হল মারক্যানসিয়া (Marchantia Polymorpha) পলিমরফা, মারক্যানসিয়া নেপালেনসিস (Marchantia nepalesis), মারক্যানসিয়া পামেটা ইত্যাদি (Marchantia palmeta)।

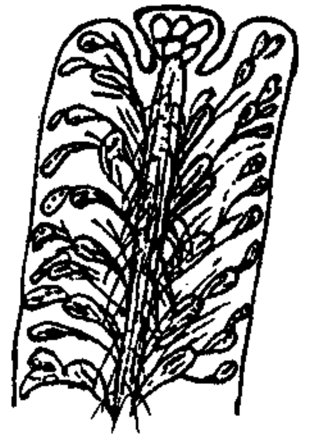
স্বভাব ঃ লিঙ্গাধর উদ্ভিদটি থ্যালাস প্রকৃতির। থ্যালাস আকারে বড় এবং স্থলে বসবাস করার জন্য অনেক বেশি সহনশীল।

2.4.2 লিঙ্গাধর দশা ঃ-

a) বহিঃ অঙ্গাসংস্থান ঃ থ্যালাস বিষমপৃষ্ঠীয়, শায়িত, চ্যাপ্টা, ফিতাকৃতি, দ্যাগ্র শাখান্বিত। থ্যালাসের উপরিভাগ সবুজ বর্ণের এবং মধ্যবর্তী স্থানে স্থূল ও চওড়া মধ্যশিরা বর্তমান। থ্যালাস এবং তার প্রতিটি শাখার অগ্রভাগ খাঁজবিশিষ্ট। এই খাঁজেই থ্যালাসের বর্ধনশীল কোষগুলি বর্তমান। থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশ কতকগুলি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র বহুভুজ বিশিষ্ট অঞ্চলে বিভেদিত - একে বলে এরিওলি। এই অঞ্চলগুলি ঊর্ধ্বত্বকের নিম্নে বর্তমান বায়ু প্রকোষ্ঠের গঠন গুলিকেই চিহ্নিত করে। প্রতিটি বায়ু প্রকোষ্ঠ অঞ্চলের মধ্যস্থলে বিন্দুর মত একটি দাগ দেখা যায় — যা বায়ুছিদ্রের অবস্থানকে সূচিত করে। মারক্যানসিয়া থ্যালাসের উপরিভাগে (পৃষ্ঠদেশে) মধ্যশিরা বরাবর স্থানে পেয়ালাকৃতির গঠন বর্তমান — যাদের বলা হয় 'গেমা কাপ' (Gemma cup)। গেমাকাপের কিনারা কোঁচান বা ফ্রিল্ড থাকে। পরিণত থ্যালাস শাখার বর্ধিষ্ণু অগ্র অঞ্চলে যৌন জনন অঙ্গা বহনকারী বিশেষ প্রকৃতির ঋজু শাখা বর্তমান। এই ঋজু শাখা দুপ্রকারের হয় — পুংজনন অঙ্গা বহনকারী শাখাকে পুংধানী বহ (অ্যান্থেরিডিওফোর) এবং স্ত্রীজনন অঙ্গাবহনকারী শাখাকে স্ত্রীধানীবহ (আরকিগোনিওফোর) বলা হয়। এই দুটি শাখা ভিন্ন ভিন্ন থ্যালাসে বর্তমান তাই মারক্যানসিয়া ভিন্নবাসী (চিত্র - 2.4.1 a-c)

চিত্র 2.4.1(a,b) — মারক্যানসিয়া থ্যালাস

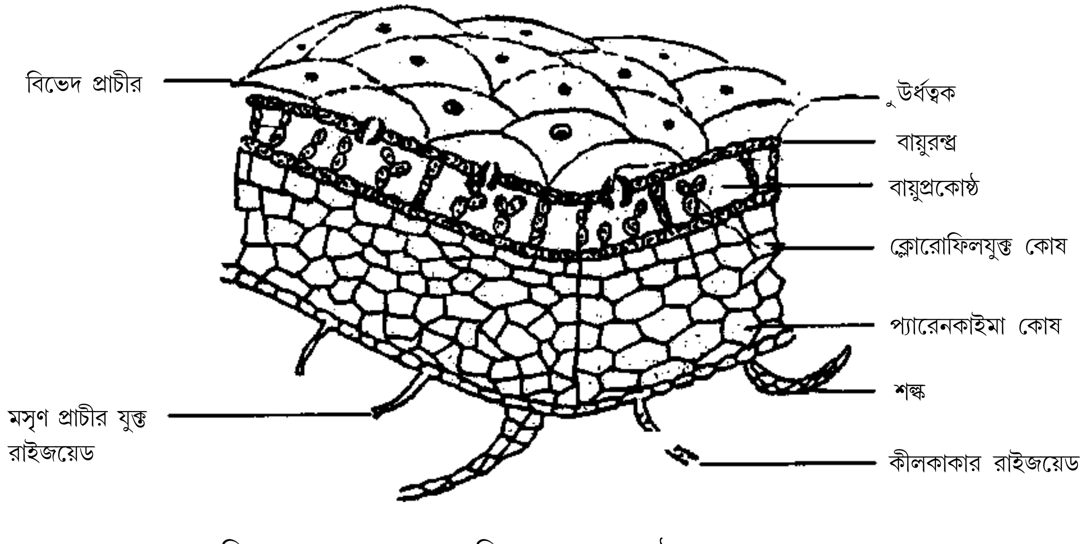
থ্যালাসের অঙ্কদেশ থেকে বহুকোষী শল্ক (স্কেল) এবং দুপ্রকারের এককোষী রাইজয়েড উৎপন্ন হয়। শল্ক এবং রাইজয়েড থ্যালাসকে মাটির সাথে আঁকড়ে ধরে রাখে এবং মাটি থেকে জল ও রস (খনিজ পদার্থ) শোষণ করতে সাহায্য করে শল্ক সাধারণত মধ্যশিরার দুপাশে 2 – 4 টি সারিতে সজ্জিত থাকে। শল্কগুলি উপাঙ্গযুক্ত এবং রঞ্জক পদার্থ যুক্ত। (চিত্র - 2.4.2)



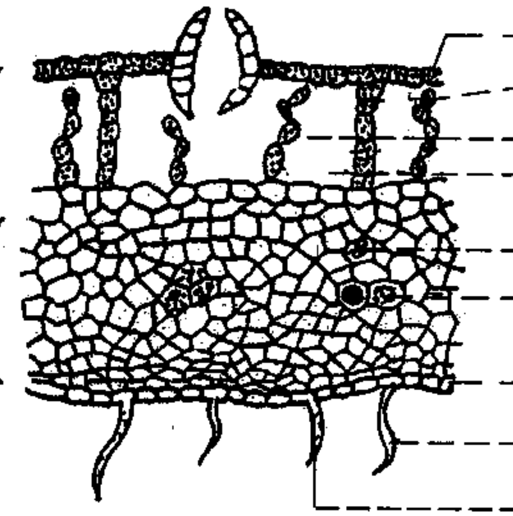
চিত্র 2.4.2

B) অন্তঃ অঙ্গাসংস্থান ঃ

থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদে তিনটি অংশ দেখা যায় যথা ঃ ত্বক, সালোকসংশ্লেষকারী অঞ্চল ও ভাণ্ডার কলা অঞ্চল। (চিত্র - 2.4.3 ab)



চিত্র 2.4.3a — মারক্যানসিয়া থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশ ও প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র 2.4.3b — মারক্যানসিয়া থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদ (enlanrged)

ত্বক ঃ ঊর্ধ্বত্বক একটি মাত্র কোষস্তর দ্বারা গঠিত। কোষগুলি ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত। ঊর্ধ্বত্বকে বায়ুরন্ধ্র রয়েছে নিম্নত্বক একটি মাত্র কোষস্তর দ্বারা গঠিত। এককোষী রাইজয়েড ও বহুকোষী শল্ক নিম্নত্বক থেকে উৎপত্তি হয়েছে। রাইজয়েডগুলি দু প্রকারের মসৃণ প্রাচীর বিশিষ্ট ও কীলকাকার।

সালোকসংশ্লেষকারী অঞ্চল ঃ থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের দিকে, ঊর্ধ্বত্বকের নীচে বায়ুপ্রকোষ্ঠ বর্তমান এবং অনুভূমিক স্তরে বিন্যস্ত থাকে। প্রতিটি বায়ু প্রকোষ্ঠ পরস্পর থেকে একস্তর বিশিষ্ট বিভেদপ্রাচীর দ্বারা পৃথক করা থাকে। বায়ু প্রকোষ্ঠগুলি সরল বা শাখান্বিত ও শৃংখলে বিন্যস্ত ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত কোষ দ্বারা গঠিত। এই ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত কোষ শৃংখলই প্রধান সালোক সংশ্লেষকারী অংশ। প্রতিটি বায়ু প্রকোষ্ঠ একটি বিশেষ বায়ুরন্ধ্রের মাধ্যমে থ্যালাসের বাইরে উন্মুক্ত হয়।

ভাণ্ডার কলা অঞ্চল ঃ থ্যালাসের অঙ্কদেশের প্রায় সমগ্র স্থানই প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। এই কোষগুলিতে প্রচুর পরিমাণে শর্করা সঞ্চিত থাকে। এছাড়া কিছু তৈল কোষ বা মিউসিলেজ কোষও বর্তমান থাকতে পারে।

C) অগ্রস্থ বৃদ্ধি ঃ বর্ধনশীল অংশের অগ্রস্থ খাঁজে বর্তমান কয়েকটি অগ্রস্থ কোষ দ্বারা বৃদ্ধি সম্পন্ন হয়।

2.4.3 জনন ঃ অঙ্গাজ ও যৌন জনন পদ্ধতিতে মারক্যানসিয়ার জনন সম্পন্ন হয়।

A) **অঙ্গাজ জনন ঃ** মারক্যানসিয়ার অঙ্গাজ জনন নিম্নলিখিত পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়।

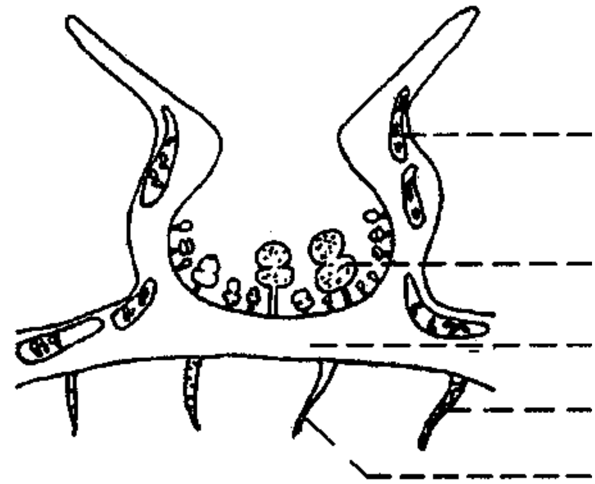
a) **খন্ডভবন** (ফ্রাগ্‌মেন্টেশন) **ঃ** পরিণত থ্যালাসের পশ্চাদ অংশ ক্রমশ শুকিয়ে গিয়ে ক্রমে ক্রমে অগ্রভাগের দ্যাগ্র মাথা পর্যন্ত পৌঁছায়। এর ফলে অবশিষ্ট শাখা দুটি পৃথক হয়ে যায় এবং প্রতিটি শাখা এক একটি নতুন উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।

b) **অস্থানিক শাখা সৃষ্টি ঃ** মারক্যানসিয়ার কোন কোন প্রজাতিতে নিম্নাংশ থেকে অস্থানিক শাখা

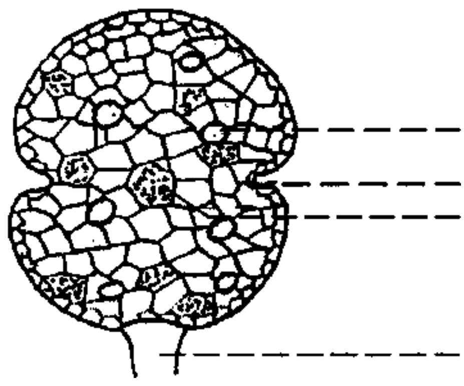
উৎপন্ন হয়। এই শাখাগুলি থ্যালাস থেকে পৃথক হয় এবং নতুন উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।

c) **'গেমা' সৃষ্টি ঃ** 'গেমা' এক বিশেষ বৈশিষ্ট্য পূর্ণ অঙ্গাজ জনন একক। মারক্যানসিয়ার অধিকাংশ প্রজাতিতে থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে 'গেমাকাপ' নামক পেয়ালাকৃতি অঙ্গা উৎপন্ন হয়। এই পেয়ালাকৃতি অঙ্গোর মধ্যে 'গেমা' নামক অসংখ্য অঙ্গাজ জনন একক বর্তমান থাকে। প্রত্যেক গেমা একটি এককোষী বৃন্তের দ্বারা বহুকোষী চাক্তির মত অংশের সাথে সংযুক্ত থাকে। গেমাগুলি বৃন্তের দ্বারা গেমাকাপের মধ্যে যুক্ত থাকে।

বহুকোষী চাক্তির মধ্যস্থল স্থূল, ক্রমশ কিনারার দিকে পাত্‌লা হয়। প্রতিটি গেমার পার্শ্বীয় কিনারার দিকে এবং পরস্পরের বিপরীতে অগভীর খাঁজ বর্তমান যেখানে বৃদ্ধিজ অঞ্চল বর্তমান। গেমা চাক্তির অধিকাংশ কোষ ক্লোরোপ্লাস যুক্ত। কোন কোন কোষে তৈল বিন্দুও সঞ্চিত থাকে। পরিণত গেমা বৃন্ত অংশে গেমাকাপ থেকে মুক্ত হয় এবং অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে নতুন থ্যালাস সৃষ্টি করে। (চিত্র 2.4.1a, 2.4.4 a,b)



চিত্র 2.4.4a — মারক্যানসিয়ার গেমা কাপের লম্বচ্ছেদ



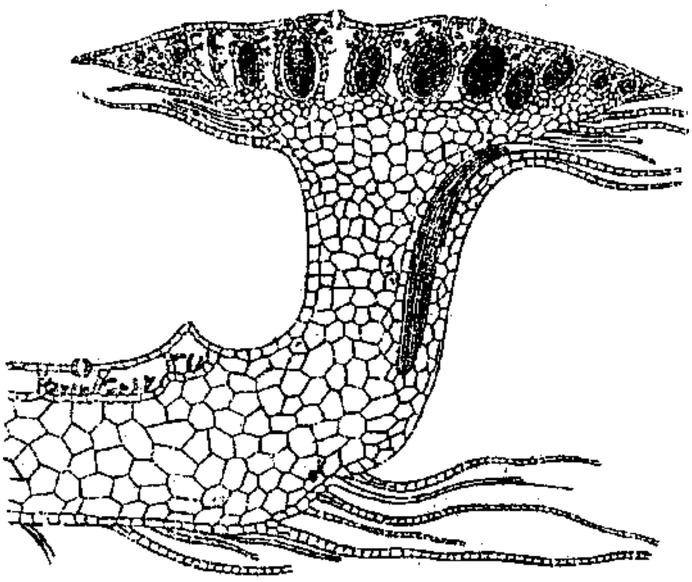
চিত্র 2.4.4b — একটা গেমা কাপ (enlarged)

B) **যৌন জনন ঃ** পুংধানী ও স্ত্রীধানীর সাহায্যে যৌন জনন সম্পন্ন হয়। মারক্যানসিয়ার ক্ষেত্রে যৌন জননেন্দ্রিয় গুলি বিশেষ শাখার ওপর জন্মায়। এই শাখাগুলি থ্যালাসেরই প্রসারিত অংশ। পুং ও স্ত্রী জনন অঙ্গ বহনকারী শাখাকে যথাক্রমে পুংধানীবহ ও স্ত্রীধানীবহ বলা হয়।

মারক্যানসিয়ার প্রায় সকল প্রজাতিই ভিন্নবাসী অর্থাৎ পুংধানীবহ ও স্ত্রীধানীবহ ভিন্ন ভিন্ন থ্যালাসে জন্মায় যথাক্রমে যাদেরকে পুংথ্যালাস ও স্ত্রী থ্যালাস বলা হয়। আবার কিছু কিছু প্রজাতিতে ব্যতিক্রম স্বরূপ অস্বাভাবিকভাবে একই শাখায় পংধানী ও স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয় - এই উভলিঙ্গ শাখাকে অ্যান্ড্রোগাইনাস রিসেপ্টেক্ল বলা হয়; উদাঃ **মারক্যানসিয়া পামেটা,** (Marchantia palmeta) **মারক্যানসিয়া পলিমরফা** (Marchantia polymorpha) ইত্যাদি। (চিত্র - 2.4.1 b, c)

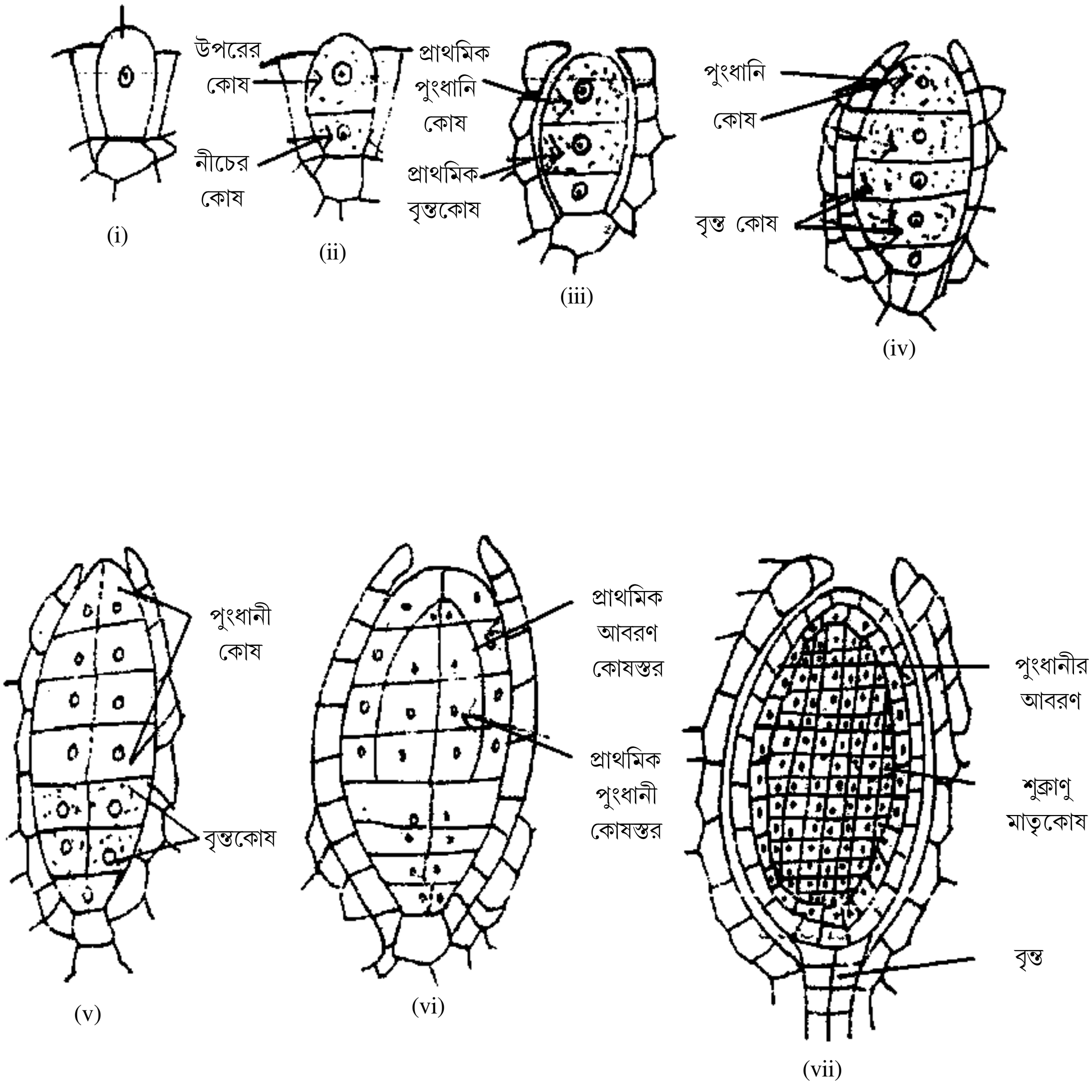
1. **পুংধানীবহ ঃ** পুংথ্যালাসের অগ্র অংশের পশ্চাতের অঞ্চল থেকে পুংধানীবহ উৎপন্ন হয়। পুংধানীবহ সবৃন্তক এবং ওপরের উত্তল চক্রফলক (ডিস্ক) অংশটির কিনারা খণ্ডিত এবং ছত্রবন্ধ (পেলটেট) সাধারণত ৮টি খণ্ডে বিভক্ত থাকে। বৃন্তের নীচের দিকে শল্ক ও রাইজয়েড বর্তমান।

পুংধানীবহে থ্যালাসের মত কোষ সমষ্টি বর্তমান এবং তা থেকে সহজেই অনুমেয় যে জনন অঙ্গাগুলি থ্যালাসেরই রূপান্তরিত শাখা। পুংধানীবহের ওপরের দিকে এক কোষস্তর বিশিষ্ট বায়ুরন্ধ্রযুক্ত ত্বক বিদ্যমান। প্রতিটি বায়ুরন্ধ্র এক একটি সালোক সংশ্লেষকারী কোষ সমন্বিত বায়ু প্রকোষ্ঠের সাথে যুক্ত। প্রত্যেক বায়ু প্রকোষ্ঠের সঙ্গে পুংধানীকক্ষ একান্তর ভাবে বিন্যস্ত থাকে এবং প্রত্যেক পুংধানী কক্ষে একটি সবৃন্তক পুংধানী থাকে। পুংধানী কক্ষ বাইরের সাথে রন্ধ্রের মাধ্যমে যোগাযোগ রাখে। পুংধানীগুলি উত্তল চক্রফলকে কেন্দ্রাতিগভাবে সজ্জিত থাকে। সর্বাপেক্ষা পরিণত বৃহৎ আকৃতির পুংধানীটি কেন্দ্রের দিকে এবং ক্ষুদ্রাকার (অপরিণত) পুংধানীগুলি ক্রমশ পরিধির দিকে বিন্যস্ত থাকে। (চিত্র - 2.4.5)



চিত্র 2.4.5

পুংধানীর পরিস্ফুটন ঃ পুংধানীর পরিস্ফুটন রিকসিয়ার মতই এবং নিম্নরূপ ঃ (চিত্র - 2.4.6 a,b)



চিত্র 2.4.6a (i-vii) — মারক্যানসিয়ার পুংধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

a) পুংধানী পৃষ্ঠদেশীয় **প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষ** থেকে উৎপত্তি লাভ করে। প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষটি প্রস্থবিভাজন দ্বারা দুটি কোষ উৎপন্ন করে — নীচের কোষটি পরবর্তী কোন বিভাজনে অংশগ্রহণ করে না। ওপরের কোষটি প্রস্থ বিভাজন দ্বারা নীচে **প্রাথমিক বৃন্ত কোষ** এবং ওপরের **প্রাথমিক পুংধানী** কোষ উৎপন্ন করে। প্রাথমিক বৃন্ত কোষ বিভাজন দ্বারা পুংধানীর বহুকোষী বৃন্ত তৈরি করে।

b) প্রাথমিক পুংধানী কোষটি সমান্তরাল বিভাজন দ্বারা 2, 3 বা 4টি কোষের একটি সারি তৈরি করে।

c) এই সারিবদ্ধ কোষে পর্যায়ক্রমিকভাবে 2 বার উল্লম্ব বিভাজন ঘটে ফলে 2, 3 বা 4 সারি কোষ উৎপন্ন হয় এবং প্রতি সারিতে 4 টি করে কোষ তৈরি হয়।

d) এর পর সব সারির সমস্ত কোষগুলি পৃষ্ঠ সমান্তরাল ভাবে বিভাজিত হয়ে দুটি কোষ স্তর গঠন করে।

e) বাইরের কোষস্তরকে বলা হয় **প্রারম্ভিক আবরণ কোষস্তর** এবং ভেতরের কোষস্তরকে বলে **প্রাথমিক পুংধানী কোষস্তর**।

f) পরবর্তীকালে প্রারম্ভিক আবরণ কোষস্তর পৃষ্ঠসমান্তরাল বিভাজনের সাথে লম্বভাবে বিভাজিত (অ্যান্টিক্লিনাল) হয় এবং পুংধানীর চারিদিকে একটি কোষস্তর বিশিষ্ট বন্ধ্যা কোষের বহিরাবরণ স্তর সৃষ্টি করে।

g) প্রাথমিক পুংধানী কোষস্তর বহুবার কোষ বিভাজনের ফলে অবশেষে শুক্রাণু মাতৃকোষ (অ্যান্ড্রোসাইট মাদার কোষগুচ্ছ) গঠন করে।

h) প্রত্যেকটি শুক্রাণু মাতৃকোষ কোনাকুনি বিভাজিত হয়ে দুটি শুক্রাণু (অ্যান্ড্রোসাইট) কোষ সৃষ্টি করে।

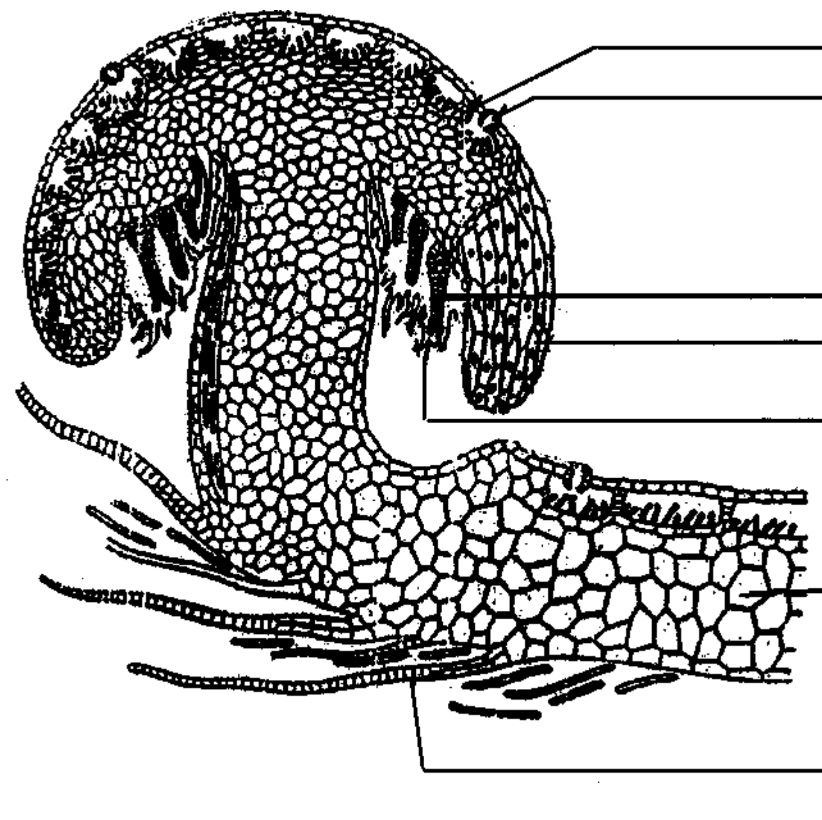
i) শুক্রাণু কোষ পরবর্তীকালে রূপান্তরিত হয়ে একটি দ্বি ফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণুতে পরিণত হয়।

j) পুংধানী পরিণত হলে বহিরাবরণ স্তর বিদীর্ণ হয় এবং শুক্রাণুগুলি পুংধানী কক্ষে প্রবেশ করে এবং রন্ধ্রপথে বাইরে নির্গত হয়।

পরিণত পুংধানী ঃ পুংধানী সবৃন্তক ও ন্যাসপাতি আকৃতির। পুংধানীগুলি বৃন্তদ্বারা পুংধানী কক্ষের নিম্নাংশে আবদ্ধ থাকে। পুংধানী কক্ষ মুক্ত এবং প্রত্যেকটিতে একটি করে রন্ধ্র থাকে (চিত্র 2.4.7)

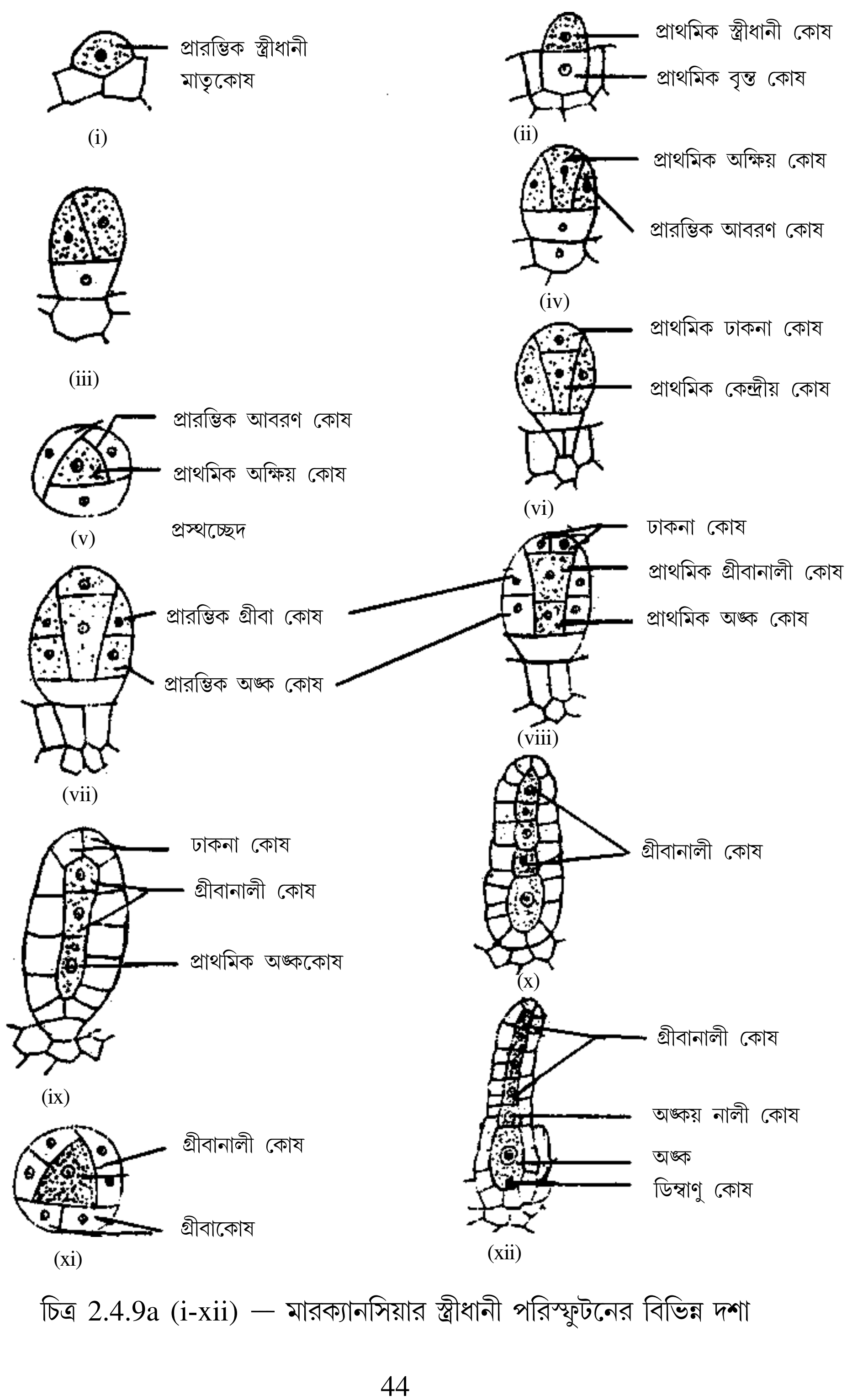
2. **স্ত্রীধানীবহ ঃ** স্ত্রীধানীবহ স্ত্রীথ্যালাসের অগ্র অংশের পশ্চাতের অঞ্চল থেকে উৎপন্ন হয়। পুংধানীবহের মত স্ত্রীধানীবহও সবৃন্তক এবং শীর্ষে চক্রফলক (ডিস্ক) অংশটি রশ্মির ন্যায় কয়েকটি খন্ডিত অংশ বিভক্ত এবং ছত্রবদ্ধ, স্ত্রীধানীগুলি কেন্দ্রাভিমুখী ভাবে সজ্জিত। অর্থাৎ সর্বাপেক্ষা পরিণত স্ত্রীধানীগুলি পরিধির দিকে ও অপেক্ষাকৃত কম পরিণত স্ত্রীধানীগুলি কেন্দ্রের দিকে এবং রশ্মিগুলির মধ্যবর্তী স্থানের নিম্নতলে অরীয় সারিতে বিন্যস্ত থাকে। স্ত্রীধানীগুলি বিপরীত অবস্থায় অবস্থিত অর্থাৎ এদের গ্রীবা নিম্নমুখী। পুংধানীবহের ন্যায় স্ত্রীধানীবহ থ্যালাসেরই রূপান্তরিত অংশ।

নিষেকের ঠিক পরেই স্ত্রীধানীবহের বৃন্তের সাথে চক্র ফলকের সংযোগস্থলের ওপরের মধ্যবর্তী অংশে দ্রুত বিভাজনের ফলে স্ত্রীধানী সমন্বিত চক্রফলকগুলি বেঁকে নিম্নাভিমুখী হয় যার ফলে খাড়াভাবে বিদ্যামান স্ত্রীধানীগুলিও নিম্নাভিমুখী হয়ে ঝুলন্ত অবস্থায় থাকে; পরিণত স্ত্রীধানীগুলি পরিধির দিকে এবং অপরিণতগুলি কেন্দ্রের দিকে অবস্থান করে। (চিত্র 2.4.8 a,b)



চিত্র 2.4.8a — মারক্যানসিয়ার স্ত্রীধানীবহের লম্বচ্ছেদ

স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন ঃ স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন রিকসিয়ার মতই এবং নিম্নরূপ ঃ (চিত্র 2.4.9 a,b)



চিত্র 2.4.9a (i-xii) — মারক্যানসিয়ার স্ত্রীধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

a) স্ত্রীধানী থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের বাইরের দিকের একটি কোষ থেকে উৎপত্তি লাভ করে এই কোষটিকে **প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী মাতৃকোষ** বলে। এই কোষটি প্রস্থবিভাজন দ্বারা নীচের **প্রাথমিক বৃন্তকোষ** এবং ওপরের **প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষ** উৎপন্ন করে।

b) প্রাথমিক বৃন্তকোষটি কয়েকটি অসমাঙ্গ বিভাজন দ্বারা স্ত্রীধানীর একটি ছোট বৃন্ত তৈরি করে।

c) প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষটি তিনটি পর্যায় ক্রমিক উল্লম্ব প্রাচীর সৃষ্টির দ্বারা মাঝখানের প্রাথমিক **অক্ষীয় কোষকে** ঘিরে তিনটি **প্রারম্ভিক আবরণ কোষ** সৃষ্টি করে।

d) প্রাথমিক অক্ষীয় কোষটি প্রস্থবিভাজন দ্বারা ওপরের **প্রাথমিক ঢাক্না কোষ** এবং নীচের **প্রাথমিক কেন্দ্রীয় কোষ** সৃষ্টি করে।

e) এই সময় তিনটি প্রারম্ভিক আবরণ কোষ লম্বালম্বিভাবে বিভাজিত হয়ে 6টি প্রারম্ভিক আবরক কোষ সৃষ্টি করে।

f) 6 টি প্রারম্ভিক আবরক কোষ অনুপ্রস্থ বিভাজনের ফলে ওপরে 6 টি **প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ** এবং নীচে 6 টি **প্রারম্ভিক অঙ্ককোষ** তৈরি করে।

g) এই বিভাজনের সাথে সাথে প্রাথমিক কেন্দ্রীয় কোষটি অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ওপরের **প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ** এবং **নীচের প্রাথমিক অঙ্ককোষ** সৃষ্টি করে।

h) 6 টি প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ পুনঃপুন প্রস্থ বিভাজন দ্বারা উল্লম্বভাবে বিস্তৃত 6 টি গ্রীবা কোষের সারি তৈরি করে।

i) প্রারম্ভিক অঙ্ককোষটি (6 টি) বিভাজন দ্বারা এক কোষস্তরী অঙ্ক আবরণ তৈরি করে।

j) প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ পুনঃপুন প্রস্থবিভাজন দ্বারা 8টি **গ্রীবানালীকোষের** একটি সারি তৈরি করে।

k) প্রাথমিক অঙ্ককোষটি প্রস্থবিভাজনে বিভাজিত হয়ে ওপরের একটি **অঙ্কীয় নালীকোষ** এবং নীচের ডিম্বাণুকোষ সৃষ্টি করে।

l) প্রাথমিক ঢাক্না কোষ পরস্পর সমকোণে দুবার বিভাজিত হয়ে **চারটি ঢাক্না কোষ** সৃষ্টি করে।

পরিণত স্ত্রীধানী ঃ পরিণত স্ত্রীধানী ফ্লাস্কের ন্যায় আকৃতির। নীচের স্ফীত অংশটিকে অঙ্ক (ভেন্টার) এবং ওপরের সরু দীর্ঘ অংশটিকে গ্রীবা (নেক) বলা হয়। গ্রীবা অংশ 8 টি গ্রীবা নালীকোষ দ্বারা গঠিত। গ্রীবার শীর্ষে 4 টি ঢাকনা কোষ বর্তমান এবং অঙ্কের মধ্যে অঙ্কীয় নালী কোষ ও একটি ডিম্বকোষ থাকে।

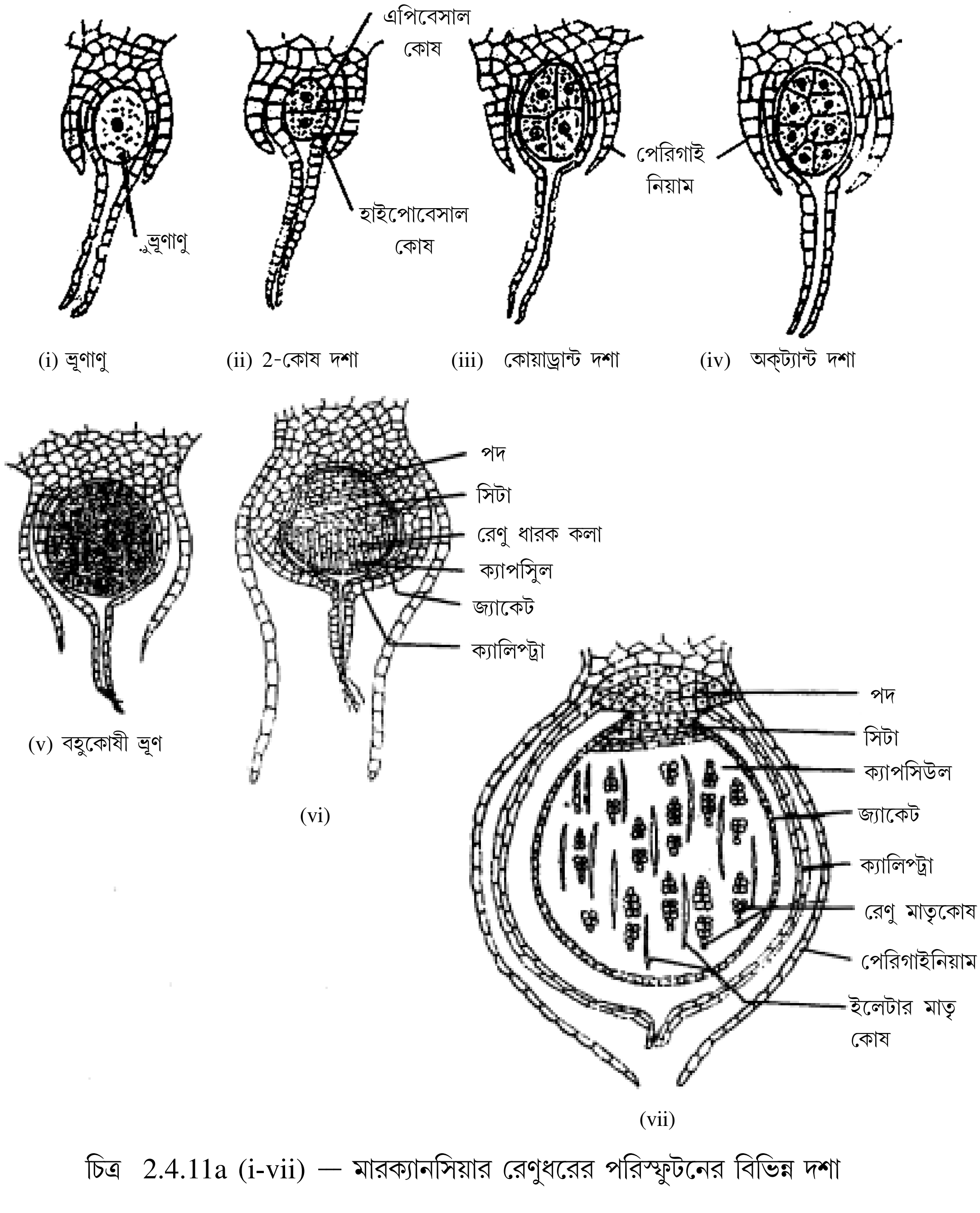
স্ত্রীধানী পরিণত হবার সাথে সাথে গ্রীবা নালী কোষ ও অঙ্কীয় নালীকোষ দ্রবীভূত হয় এবং ডিম্বকোষটি ডিম্বাণুতে পরিণত হয়। স্ত্রীধানীগুলি পেরিকিটিয়াম অথবা ইনভলিউকার এর একটি পাতলা আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে। (চিত্র 2.4.10)

নিষেক ঃ স্ত্রীধানী পরিণত হলে নালীকোষ দ্রবীভূত হয়ে যে পথ সৃষ্টি করে শুক্রাণুগুলি সেই পথ দিয়েই স্ত্রীধানীতে প্রবেশ করে এবং একটি মাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। নিষেকের পর নিষিক্ত কোষটির চারপাশে একটি কোষপ্রাচীর সৃষ্টি হয় এবং ভ্রূণাণুতে পরিণত হয়। ভ্রূণাণু সৃষ্টির সাথে সাথে রেণুধর দশার সূচনা হয় এবং ডিপ্লয়েড জনুর সূচনা হয়।

2.4.4 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন ঃ ভ্রূণাণুই রেণুধরের প্রথম কোষ। নিষেকের সঙ্গে সঙ্গে অঙ্কীয় কোষগুলি বিভাজিত হয়ে রেণুধর উদ্ভিদটিকে আবৃত করে রাখে। এই 2 - 3 কোষস্তরযুক্ত আবরণকে **ক্যালিপ্ট্রা** বলে। স্ত্রীধানীর নীচের কোষগুলিও বিভাজিত হয়ে ক্যালিপ্ট্রার চারদিকে এককোষস্তরযুক্ত একটি আবরণ সৃষ্টি

করে — একে পেরিগাইনিয়াম বলা হয়। সুতরাং রেণুধর উদ্ভিদের তিনটি রক্ষণশীল আবরণ বিদ্যমান যথাক্রমে ক্যালিপট্রা, পেরিগাইনিয়াম ও পেরিকিটিয়াম।

রেণুধরের পরিস্ফুটন ঃ নিষেকের পর ভ্রূণাণু বর্ধিত হয়ে অঙ্কের মধ্যে অবস্থান করে। পরবর্তীকালে ভ্রূণাণুর পরিস্ফুটন নিম্নরূপ ঃ (চিত্র 2.4.11 a, b)



চিত্র 2.4.11a (i-vii) — মারক্যানসিয়ার রেণুধরের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

a) অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ভ্রূণাণুটি দুটি কোষ সৃষ্টি করে। ওপরের কোষটিকে এপিবেসাল আর নীচের কোষটিকে **হাইপোবেসাল** কোষ বলা হয়।

b) উভয়কোষ অনুদৈর্ঘ্যে বিভক্ত হয়ে চার কোষী ভ্রূণের সৃষ্টি করে — ভ্রূণের চারকোষী অবস্থাকে **কোয়াড্র্যান্ট স্টেজ** বা দশা বলে।

c) চার কোষী কোয়াড্র্যান্ট থেকে বিভাজিত হয়ে ৪টি কোষ সমন্বিত অক্ট্যান্ট দশা সৃষ্টি করে। অক্ট্যান্ট দশার পরে ভ্রূণ অতি দ্রুত বৃদ্ধি লাভ করে এবং বিভাজনও অনিয়মিত।

d) কোষ বিভাজনের ফলে পরবর্তীকালে এপিবেসাল কোয়াড্র্যান্ট ক্যাপসিউল এবং হাইপোবেসাল কোয়াড্র্যান্ট ফুট বা পদ ও সিটা তৈরি করে।

e) চার কোষী এপিবেসাল কোয়াড্রান্টের কোষগুলি পার্শ্ব সমান্তরাল বিভাজন দ্বারা বাইরের **অ্যাম্পিথেসিয়াম** ও ভেতরের **এন্ডোথেসিয়াম** নামক দুটি ভ্রূণস্তর সৃষ্টি করে।

f) অ্যাম্পিথেসিয়াম পরবর্তীকালে পার্শ্বসমান্তরাল বিভাজনের প্রাচীরের সাথে সমকোণে বিভাজিত হয়ে প্রাচীর তৈরি করে ফলে অ্যাম্পিথেসিয়াল কোষের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং আয়তনে বৃদ্ধি প্রাপ্ত এণ্ডোথেসিয়ামকে ঘিরে **বহিরাবরণ (জ্যাকেট)** সৃষ্টি করে।

অপর দিকে এণ্ডোথেসিয়ামের কোষগুলি ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে **রেণুধারণ কলার** সৃষ্টি করে।

g) রেণুধারণ কলার অর্ধেক সংখ্যক কোষ রেণু মাতৃকোষ এবং অবশিষ্ট কোষগুলি দীর্ঘ, স্থূল ও সর্পিলাকার, বন্ধ্যা রেণুক্ষেপক বা ইলেটার কোষে পরিণত হয়।

h) প্রতিটি রেণুমাতৃকোষ মিয়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে চারটি করে হ্যাপ্লয়েড (n) রেণু উৎপন্ন করে। রেণু উৎপাদনের সাথে সাথেই লিঙ্গাধর বা হ্যাপ্লয়েড কলা বা জনু'র সূচনা হয়।

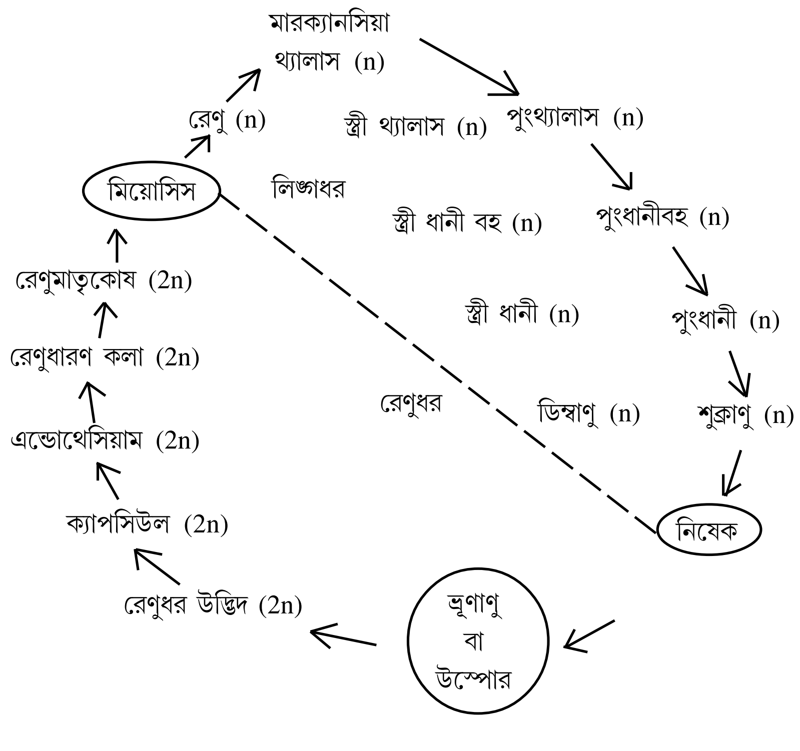
পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ ঃ মারক্যানসিয়ার পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ তিনটি অংশে বিভেদিত যথাক্রমে পদ, সিটা ও ক্যাপসিউল। নীচের স্ফীত, প্রশস্ত অংশকে পদ বলা হয়। এই অংশের সাহায্যে রেণুধর উদ্ভিদটি লিঙ্গাধর উদ্ভিদ দেহের সাথে যুক্ত থাকে। সিটা বা বৃন্ত ছোট, মোটা; পদও ক্যাপসিউলকে যুক্ত রাখে। ক্যাপসিউল-ওপরের থলির ন্যায় অংশ যার মধ্যে রেণু এবং রেণুক্ষেপক বর্তমান। (চিত্র 2.4.13 a, b)

রেণু বিস্তারণ পদ্ধতি ঃ পরিণত অবস্থায় সিটার কোষগুলি যখন দ্রুত বিভাজিত ও দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে তখন ক্যাপসিউলটি ক্যালিপ্ট্রা, পেরিগাইনিয়াম ও পেরিকিটিয়াম আবরণকে বিদীর্ণ করে বাইরে নির্গত হয়। পরবর্তীকালে ক্যাপসিউলের বহিরাবরণ লম্বভাবে ওপর থেকে প্রায় মধ্যস্থল পর্যন্ত অনিয়মিত কয়েকটি খণ্ডে বিদীর্ণ হয়। ক্যাপসিউল বিদীর্ণ হবার সাথে সাথে ইলেটার জল শোষণ করে এবং স্ফীত হয়ে ক্যাপসিউলের বাইরের প্রাচীরে চাপ সৃষ্টি করে—এর ফলে রেণুগুলি ক্যাপসিউল থেকে বাইরে নির্গত হয়।

রেণুধর উদ্ভিদের পুষ্টি ঃ অপরিণত পদের কোষ, সিটার কোষ এবং ক্যাপসিউল প্রাচীরকোষ এবং রেণুক্ষেপকে ক্লোরোপ্লাস্ট বর্তমান। সুতরাং রেণুধর উদ্ভিদ খাদ্য নিজে তৈরি করতে পারে এবং এই কারণেই লিঙ্গাধরের ওপর সম্পূর্ণভাবে নির্ভরশীল হয়।

নতুন লিঙ্গাধরের উৎপত্তি ঃ রেণুগুলি লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। প্রতিটি রেণু এককোষী, তিনটি শৈলশিরা যুক্ত এবং দুটি প্রাচীর বিশিষ্ট। বাইরের প্রাচীরটি স্থূল এবং কারুকার্য সমন্বিত—একে **এক্সোস্পোর বা এক্সাইন** বলে এবং ভেতরেরটি সূক্ষ্ম এবং পাত্‌লা—একে এন্ডোস্পোর বা ইন্‌টাইম বলে। রেণুগুলি বায়ুর মাধ্যমে বাহিত হওয়ার পর অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে কয়েকটি বহুকোষী সূত্রাকার প্রোটোনিমা উৎপন্ন করে এবং এর থেকে বিষমপৃষ্ঠীয় থ্যালাসের ন্যায় গঠনবিশিষ্ট লিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠিত হয়।

জীবনচক্র ঃ রিকসিয়ার ন্যায় মারক্যানসিয়ারও জীবনচক্র, জনুঃক্রম অসমআকৃতির। জীবনচক্র রেখাচিত্রে নিম্নরূপ ঃ (চিত্র ঃ 2.4.14) A



চিত্র 2.4.14 ম্যারক্যানসিয়া জীবন চক্র

2.4.5 ঃ প্রশ্নাবলি

1. মারক্যানসিয়ার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন আলোচনা করুন।
2. মারক্যানসিয়ার যৌন জনন অঙ্গের গঠন ও পরিস্ফুটন সম্পর্কে আলোচনা করুন।
3. মারক্যানসিয়ার বিভিন্ন প্রকার অঙ্গজ জনন পদ্ধতিগুলি পর্যালোচনা করুন।
4. মারক্যানসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদের গঠন ও পরিস্ফুটন চিত্রসহ আলোচনা করুন।
5. ব্রায়োফাইটার প্রধান উদ্ভিদটি লিঙ্গাধর না রেণুধর ঃ মারক্যানসিয়ার যৌন জননে নিষেক ক্রিয়ার বিবরণ দিন।
6. শাখান্বিত সালোকসংশ্লেষকারী কোষ কোন ব্রায়োফাইটায় উপস্থিত থাকে?
7. ইলেটার কী?
8. মারক্যানসিয়ার পুংধানীবহ ও স্ত্রীধানীবহের মধ্যে বাহ্যিক পার্থক্য কী?
9. গেমি কী? কাজ কী?
10. মারক্যানসিয়ার রেণুধর উদ্ভিদ কেন লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর আংশিকভাবে নির্ভরশীল?
11. রেখাচিত্রে মারক্যানসিয়ার জনুঃক্রম উপস্থাপিত করুন।
12. মারক্যানসিয়ার রেণু বিদারণ পদ্ধতি আলোচনা করুন।

2.4.6 উত্তরমালা ঃ

1. 2.4.2 দেখুন।
2. 2.4.3B দেখুন।
3. 2.4.3A দেখুন।
4. 2.4.4 দেখুন।
5. লিঙ্গাধর; নিষেক দেখুন।
6. মারক্যানসিয়াতে।
7. 2.4.4g দেখুন।
8. পুং ধানীবহ ও স্ত্রীধানীবহ দেখুন।
9. 2.4.3A(c) দেখুন।
10. 2.4.4 এর রেণুধর উদ্ভিদের পুষ্টি দেখুন।
11. জীবনচক্র দেখুন।
12. 2.4.4 রেণু বিস্তারণ দেখুন।

2.5 পোরেলা

2.5.1 **বিস্তারণ ও বসতি ঃ**

পোরেলা গণটি প্রধানত নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে জন্মায়। 180 টি প্রজাতির মধ্যে প্রায় 24 টি প্রজাতি প্রধানত হিমালয় সংলগ্ন এলাকা থেকে পাওয়া গেছে।

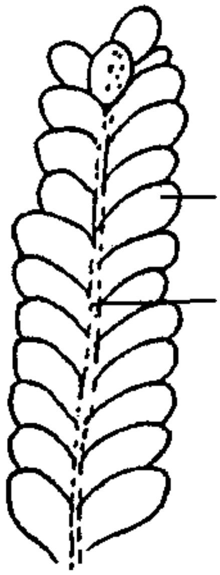
পোরেলা সাধারণত আর্দ্রভূমিতে, পাহাড়ের গায়ে, গাছের ডালের ওপর অথবা মাটিতে জন্মায় পোরেলা প্লাটিফাইলা (P. Platyphylla) প্রজাতিটিই সর্বাপেক্ষা বিস্তারিত প্রজাতি।

2.5.2 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ উদ্ভিদ দেহ প্রধানত লিঙ্গাধর, স্থলজ ও পাতাযুক্ত, (চিত্র 2.5.1)

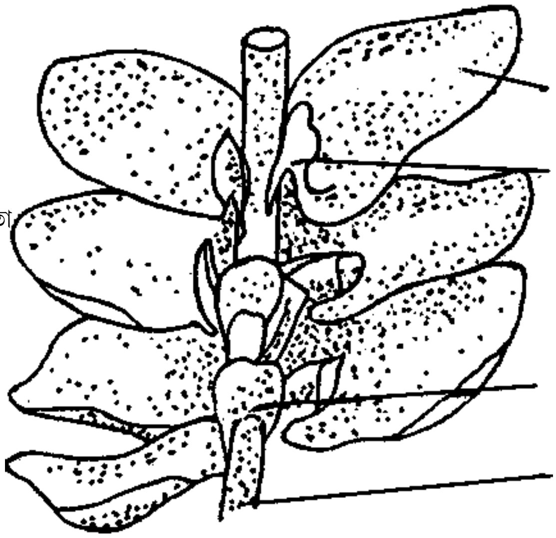
চিত্র 2.5.1 — পোরেলার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের অংশ

A) বহিঃঅঙ্গাসংস্থান ঃ উদ্ভিদ দেহ প্রসারিত, চ্যাপ্টা, শায়িত, সবুজবর্ণের বিষমপৃষ্ঠীয়, শাখান্বিত, এবং কেন্দ্রীয় অক্ষপাতাযুক্ত। শায়িক কেন্দ্রীয় অক্ষ বা ‘কাণ্ড’ দ্বি অথবা ত্রিপক্ষলভাবে শাখাযুক্ত। শাখাস্থলের শাখাবিন্যাস একাক্ষ প্রকৃতির। ‘কাণ্ড’ এবং শাখা 3 সারি পাতার ন্যায় অঙ্গ বহন করে। এক সারি পাতা পৃষ্ঠদেশে সজ্জিত ও এক সারি অঙ্কদেশে। পৃষ্ঠদেশ বা ওপরি ভাগের ‘পাতা’গুলি পরস্পর ঘনিষ্ঠভাবে বিন্যস্ত এবং ‘কাণ্ডকে’ প্রায় সম্পূর্ণভাবে ঢেকে রাখে। পাতাগুলি ‘ইন্‌কিউবাস’ পদ্ধতিতে সজ্জিত, যথা — ‘কেন্দ্রীয় অক্ষের সাপেক্ষে প্রত্যেক পাতার সম্মুখ ভাগের কিনারা অগ্রবর্তী পাতার পশ্চাদভাগের কিনারার ওপরে বিন্যস্ত থাকে’ (যখন ওপর থেকে পর্যবেক্ষণ করা হয়)। পৃষ্ঠদেশের পাতাগুলো দ্বিখণ্ডিত এবং খণ্ডগুলি অসমান। বড় খণ্ডটিকে অ্যান্টিক্যাল লোব এবং ছোট খণ্ডটিকে পসটিক্যাল লোব বা লোবিউল বলে। ‘অ্যান্টিক্যাল লোব’ গুলি ডিম্বাকৃতি এবং ভোঁতা শীর্ষাগ্রযুক্ত, এবং কেন্দ্রীয় অক্ষের সাথে প্রায় সমকোণে অবস্থান করে। ‘পস্‌টিক্যাল লোব’ গুলি ছোট, সরু এবং সূক্ষ্ম শীর্ষাগ্র যুক্ত এবং কেন্দ্রীয় অক্ষের সাথে প্রায় সমান্তরাল ভাবে অবস্থান করে।

অঙ্কদেশের ‘পাতা’ আকৃতিতে ছোট—এবং অ্যাম্পিঘ্যাসট্রিয়া নামে পরিচিত। অগ্রভাগ প্রশস্ত এবং নিম্নভাগ সংকীর্ণ ও কেন্দ্রীয় অক্ষের অঙ্কদেশে আবৃত রাখে। নিম্নাংশ বা কাণ্ডের অঙ্কদেশ থেকে এককোষী মসৃণ প্রাচীর বিশিষ্ট রাইজয়েড বর্তমান। রাইজয়েডের প্রধান কাজ উদ্ভিদকে মাটির সাথে আঁকড়ে ধরে রাখা। জল ও খনিজ লবণ প্রধানত ‘পাতা ও কাণ্ড’ দ্বারা শোষিত হয়। (চিত্র 2.5, 2a, b)



চিত্র 2.5.2a — শাখান্বিত পাতাযুক্ত অংশের পৃষ্ঠদেশ



চিত্র 2.5.2b — শাখান্বিত পাতাযুক্ত অংশের অঙ্কদেশ

B) অন্তঃঅঙ্গাসংস্থান ঃ কাণ্ডের অন্তর্গঠনে খুব দুর্বল ‘কলাবিভিন্নতা’ দেখা যায়। বাইরের কোষস্তর বা কাটিক্যাল কোষগুলি সাধারণত ছোট ও প্রাচীরযুক্ত এবং কেন্দ্রীয় বা মেডুলারী কোষগুলি সাধারণত বড় ও পাতলা কোষপ্রাচীরযুক্ত।

পাতার অন্তর্গঠন খুবই সরল প্রকৃতির। পাতা এককোষস্তর বিশিষ্ট ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত বহুভুজাকার কোষ দ্বারা গঠিত। নালিকা বান্ডিল অনুপস্থিত।

অগ্রস্থবৃদ্ধি ঃ অগ্রস্থ কোষের দ্বারা অগ্রস্থ বৃদ্ধি সম্পন্ন হয়। অগ্রস্থ কোষটি পিরামিডাকৃতি এবং তিনটি তলযুক্ত। একটি অঙ্কীয় তল এবং অপর দুটি ওপরের দিকে।

2.5.3 জনন ঃ অঙ্গাজ ও যৌন — এই দুপ্রকার পদ্ধতিতে পোরেলার জনন সম্পন্ন হয়।

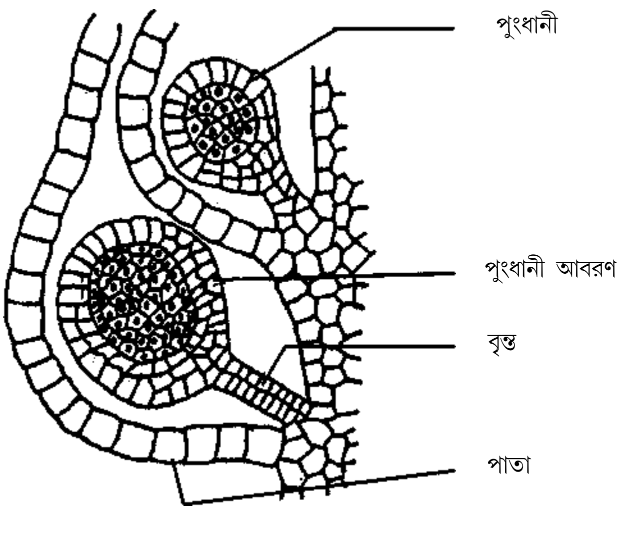
A. অঙ্গাজ জনন ঃ

a) **খণ্ডীভবন দ্বারা** — যে সকল প্রজাতি আর্দ্র পরিবেশে জন্মায় তারা এই পদ্ধতিতে অঙ্গাজ জনন সম্পন্ন করে।

b) **পুনর্জনুতা ঃ** 'পাতা' যুক্ত 'কাণ্ড' শুকিয়ে গেলেও জলের সংস্পর্শে এলে পুনরায় বৃদ্ধি লাভ করে এবং জনন ক্রিয়া সম্পন্ন করে।

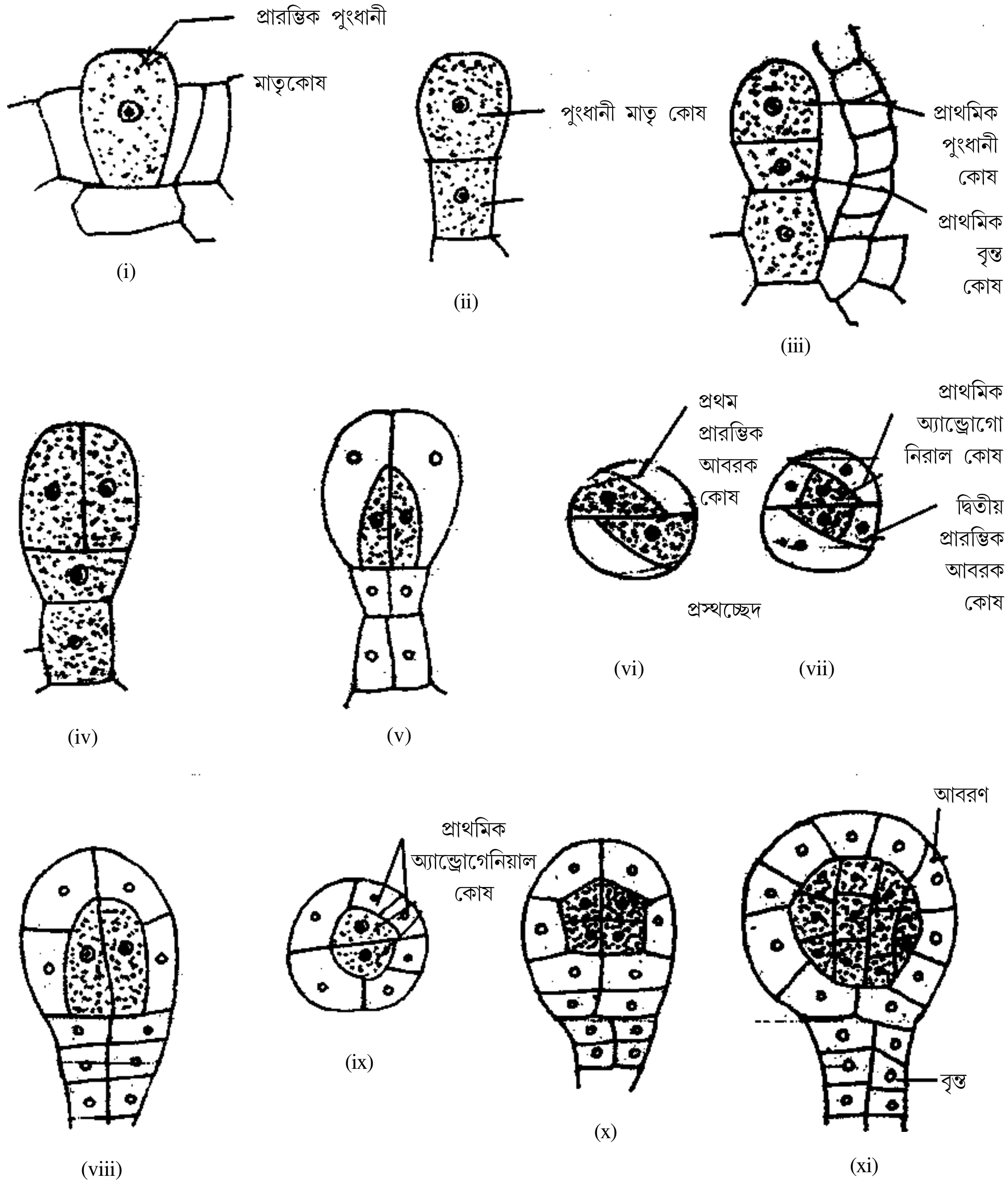
B. **যৌন জনন ঃ**- পোরেলার প্রায় সকল প্রজাতিই ভিন্নবাসী। পুং উদ্ভিদ সাধারণত আকারে ছোট এবং বিশেষ পার্শ্বীয় পুংধানী শাখা বহন করে যা কেন্দ্রীয় প্রধান অক্ষ থেকে সমকোণে অবস্থান করে। স্ত্রী উদ্ভিদ তুলনায় বড় কিন্তু স্ত্রীধানী শাখা পুংধানী শাখার থেকে ছোট।

1. **পুংধানী শাখা ঃ** পুংধানী শাখা কেন্দ্রীয় প্রধান অক্ষের সাথে সমকোণে উৎপত্তি লাভ ও অবস্থান করে। পুংধানী শাখার 'পাতা' বা 'মঞ্জরীপত্র' (ব্রাক্ট) ঘনভাবে সজ্জিত। এই পাতা বা মঞ্জরীপত্রের কক্ষে একটি করে পুংধানী বর্তমান। (চিত্র 2.5.3)



চিত্র 2.5.3 — পুংধানী শাখার অংশ - পুংধানী পাতার কক্ষে বর্তমান।

পুংধানীর পরিস্ফুটন ঃ প্রতিটি পুংধানী প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষ থেকে উৎপন্ন হয়। (চিত্র 2.5.4)



চিত্র 2.5.4 — পোরেলের পুংধানীর পরিস্ফুটনের দশা

a) প্রারম্ভিক পুংধানী মাতৃকোষটি অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে নিম্নে ভিত্তি কোষ (বেসাল সেল) এবং ওপরে পুংধানী মাতৃকোষ গঠন করে।

b) ভিত্তিকোষটি অবিভাজিত অবস্থায় থাকে।

c) পুংধানী মাতৃকোষটি পুনরায় অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ওপরের প্রাথমিক পুংধানী কোষ এবং নীচের প্রাথমিক বৃন্ত কোষ সৃষ্টি করে।

d) প্রাথমিক বৃন্তকোষ কোষ বিভাজনের দ্বারা পুংধানী বৃন্ত তৈরি করে।

e) প্রাথমিক পুংধানী কোষটি উল্লম্ব বিভাজন দ্বারা দুটি সমআকৃতির অপত্যকোষ সৃষ্টি করে। প্রতিটি অপত্য কোষ পার্শ্বীয় সমান্তরাল বিভাজন দ্বারা দুটি অসম আকৃতির কোষ সৃষ্টি করে। ছোট কোষটি প্রথম প্রারম্ভিক আবরক কোষ এবং বড় কোষটি পুনরায় পার্শ্বসমান্তরাল বিভাজন দ্বারা দ্বিতীয় প্রারম্ভিক আবরক কোষ ও ভেতরের প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনিয়াল কোষ উৎপন্ন করে। সুতরাং পরিস্ফুটনরত পুংধানীতে ভেতরের দুটি প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনিয়াল কোষকে চারটি প্রারম্ভিক আবরক কোষ পরিবৃত রাখে।

f) প্রথম প্রারম্ভিক আবরক কোষ (প্রতি অর্ধে) পার্শ্বসমান্তরাল বিভাজনে সৃষ্ট প্রাচীরের সাথে সমকোণে কোষপ্রাচীর সৃষ্টি করে (অ্যান্টিক্লিনাল বিভাজন) দুটি কোষ সৃষ্টি করে। সুতরাং এখন দুটি প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনিয়াল কোষকে কেন্দ্র করে ছয়টি কোষ সমন্বিত প্রারম্ভিক আবরণ স্তর বর্তমান।

g) প্রারম্ভিক আবরণ স্তর পুংধানীর এককোষ স্তরযুক্ত বহিরাবরণ সৃষ্টি করে।

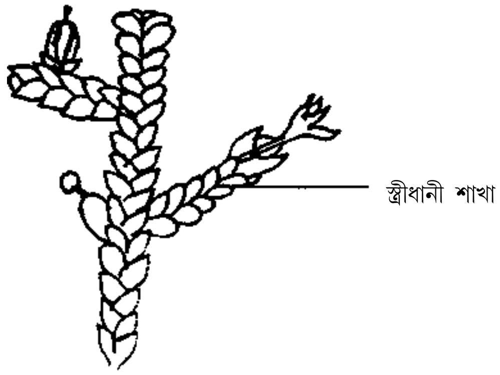
h) দুটি প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনিয়াল কোষ পুনঃপুন বিভাজনের ফলে শুক্রাণু মাতৃকোষ সৃষ্টি করে।

i) প্রতিটি শুক্রাণু মাতৃকোষ কোনাকুনিভাবে বিভাজিত হয়ে দুটি অ্যান্ড্রোসাইট বা শুক্রাণু কোষ সৃষ্টি করে যা পরে রূপান্তরিত হয়ে দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত শুক্রাণু গঠন করে।

j) পরিণত অবস্থায় পুংধানী লম্বাবৃন্তযুক্ত, বহিরাবরণ ওপরের দিকে এক কোষস্তর আর নীচে 2 - 3 কোষস্তর যুক্ত। বহিরাবরণ বিদীর্ণ হয়ে শুক্রাণুগুলি বাইরে নির্গত হয়।

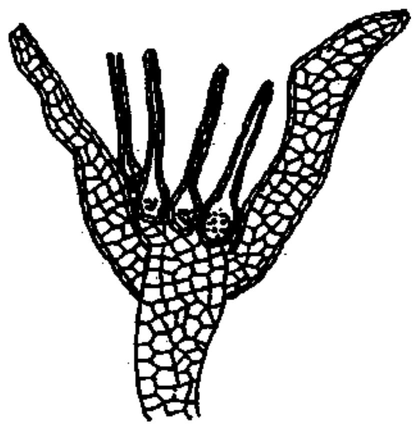
2. **স্ত্রীধানী শাখা ঃ** স্ত্রীধানী শাখা পুংধানী শাখার মত বাইরে (চিত্র 2.5.5) থেকে এত স্পষ্ট নয় কিন্তু স্ত্রী উদ্ভিদ আকারে পুংউদ্ভিদের থেকে বড়। স্ত্রীধানী স্ত্রীউদ্ভিদের পার্শ্বীয় শাখার শীর্ষে উৎপন্ন হয়। প্রতি স্ত্রী শাখা 4-5 টি 'পাতা' এবং একগুচ্ছ স্ত্রীধানী বহন করে। স্ত্রীশাখার শীর্ষে অগ্রস্থ কোষের বিভাজনের ফলেই স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয়। স্ত্রীধানীগুলি অগ্রোন্মুখ ভাবে বিন্যস্ত থাকে। স্ত্রীধানী তৈরিতে অগ্রস্থ কোষ ব্যবহৃত হয়ে যায় এবং স্ত্রী শাখার বৃদ্ধিও নির্দিষ্ট হয়ে যায়। স্ত্রী শাখার শীর্ষে গুচ্ছাকার স্ত্রীধানী একটি সাধারণ রক্ষণশীল আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে—একে 'পেরিয়ান্থ' (Perianth) বলে।

চিত্র 2.5.5 — পোরেলার স্ত্রীধানী শাখা



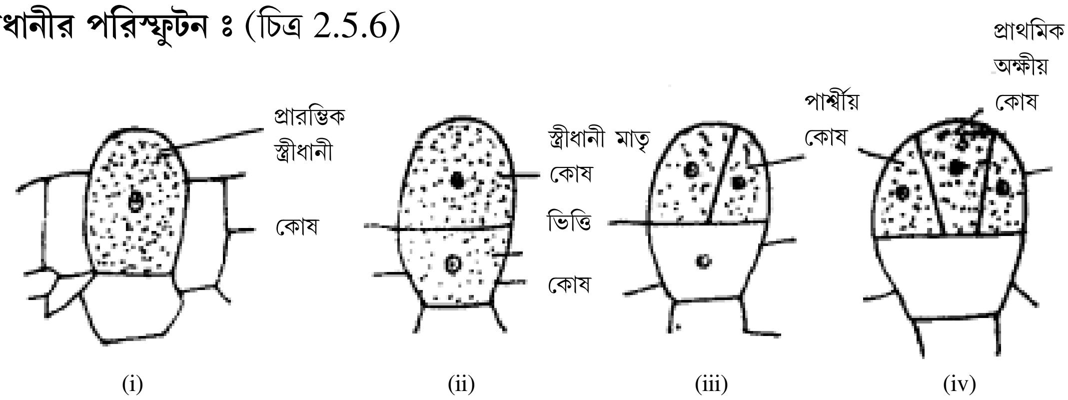
(a) পোরেলার স্ত্রীধানী শাখার একাংশ - পৃষ্ঠদেশ

(b) অঙ্কদেশ

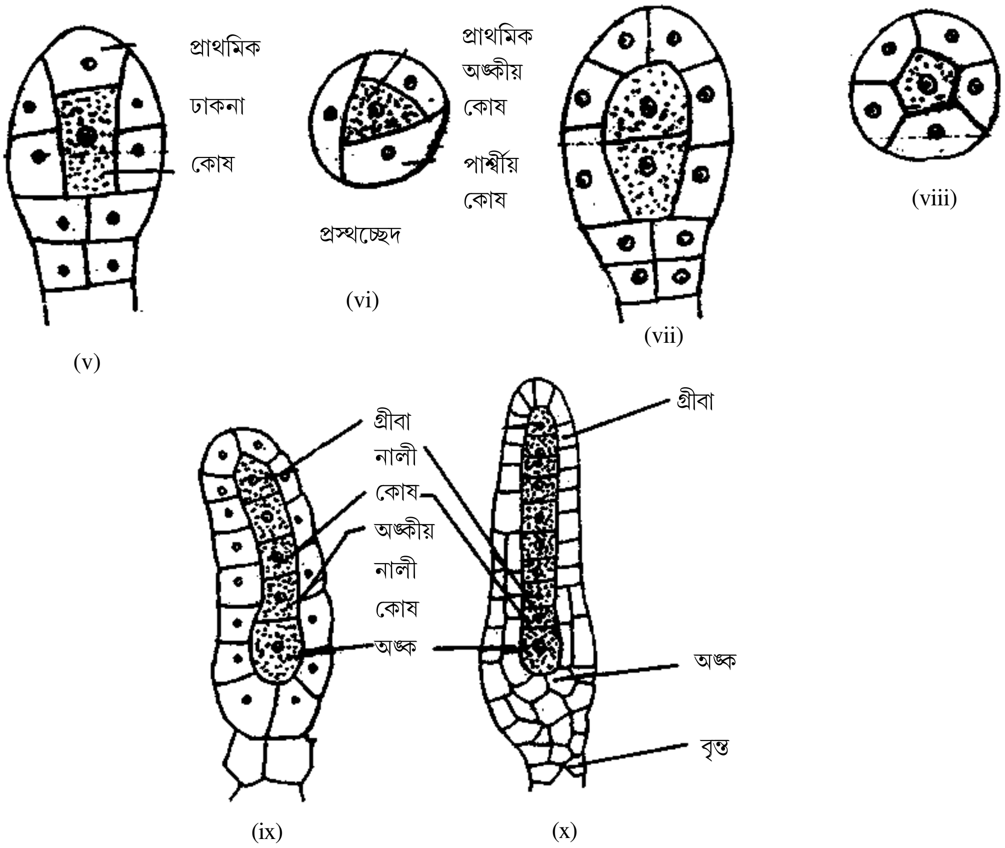


(c) স্ত্রীধানী শাখার শীর্ষে একপ্রস্থ স্ত্রীধানী

স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন ঃ (চিত্র 2.5.6)



চিত্র 2.5.6



চিত্র 2.5.6 — পোরেলার স্ত্রীধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

a) স্ত্রী শাখার শীর্ষে অবস্থিত অগ্রস্থ কোষ প্রথমে বিভক্ত হয়ে 3-4টি ভাগে তৈরি করে এবং ‘পাতা’ তৈরি করে। পরবর্তীকালে অগ্রস্থকোষের উত্তরসূরি প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষের কাজ করে।

b) প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষ অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে নিম্নে ভিত্তিকোষ এবং ওপরে স্ত্রীধানী মাতৃকোষ সৃষ্টি করে। স্ত্রীধানী মাতৃকোষটি প্রাথমিক পর্যায়ে ‘বাইরের কোষ’ নামে পরিচিত (ডিস্টাল সেল)।

c) ভিত্তি কোষটি বহুবার বিভাজিত হয়ে স্ত্রীধানীর বহুকোষী বৃন্ত তৈরি করে।

d) স্ত্রীধানী মাতৃকোষটি তিনটি পর্যায় ক্রমিক উল্লম্ব প্রাচীর সৃষ্টির দ্বারা মাঝখানের প্রাথমিক অক্ষীয় কোষকে ঘিরে তিনটি ‘পার্শ্বীয় কোষ’ গঠন করে।

e) তিনটি পার্শ্বীয় কোষের মধ্যে দুটি বড় এবং একটি ছোট। বড় কোষগুলি উল্লম্ব প্রাচীরে বিভক্ত হয়ে 4টি কোষ সৃষ্টি করে ফলে পাঁচটি ‘প্রারম্ভিক আবরক কোষ’ সৃষ্টি করে।

f) প্রতিটি প্রারম্ভিক আবরক কোষ অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ওপরে প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ ও নীচে

প্রারম্ভিক অঙ্ক কোষ সৃষ্টি করে। প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ প্রস্থবিভাজন দ্বারা কোষের পাঁচটি উল্লম্ব সারি তৈরি করে। প্রারম্ভিক অঙ্ককোষটি পুনঃপুনঃ বিভাজন দ্বারা স্ত্রীধানীর অংক তৈরি করে।

g) কেন্দ্রীয় প্রাথমিক অক্ষীয় কোষটি অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ওপরে প্রাথমিক ঢাক্না কোষ এবং নীচে কেন্দ্রীয় কোষ গঠন করে।

h) কেন্দ্রীয় কোষটি অনুপ্রস্থ বিভাজন দ্বারা ওপরে প্রাথমিক গ্রীবা নালী কোষ এবং নীচে প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ উৎপন্ন করে।

i) প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ বহুবার বিভাজনের ফলে 6-9টি গ্রীবানালীকোষ উৎপন্ন করে।

j) প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষে অসমান বিভাজনের জন্য ওপরে ছোট অঙ্কীয় নালীকোষ এবং নীচে বড় ডিম্বকোষ উৎপন্ন করে।

k) প্রাথমিক ঢাক্না কোষ দুপ্রস্থ অনুদৈর্ঘ্য বিভাজন দ্বারা চারটি ঢাক্না কোষ তৈরি করে।

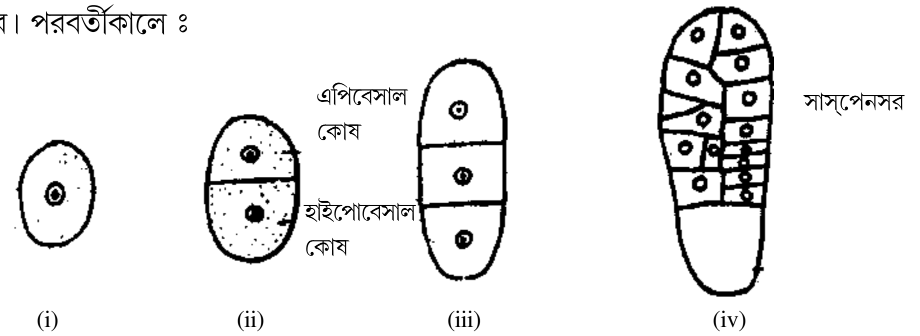
l) স্ত্রীধানী পরিণত হবার সাথে সাথেই ঢাকনা কোষ, গ্রীবানালীকোষ ও অঙ্কীয় নালী কোষ দ্রবীভূত হয় এবং একটি পথের সৃষ্টি হয়। ডিম্বকোষটি ডিম্বাণুতে পরিণত হয়।

পরিণত স্ত্রীধানী ঃ একটি ছোট বহুকোষী বৃন্ত বর্তমান; স্ফীত অঙ্ক ও লম্বা গ্রীবা বৃন্তের সাহায্যে লিঙ্গাধরের সাথে যুক্ত থাকে। গ্রীবার আবরণ 5টি কোষীয় উল্লম্ব সারি দ্বারা গঠিত। গ্রীবা অঞ্চলে 6-8টি গ্রীবা নালী কোষ, অঙ্কে অঙ্কীয় নালীকোষ ও ডিম্বাণু বর্তমান থাকে। নিষেকের ঠিক আগে অঙ্ক ও গ্রীবার নিম্নাংশ দুই কোষস্তর যুক্ত বহিরাবরণ দ্বারা আবৃত থাকে।

নিষেক ঃ নিষেক প্রধানত জলের উপস্থিতিতে হয়। পুংধানী থেকে বিদীর্ণ শুক্রাণু জলে ভেসে স্ত্রীধানীর মধ্যে প্রবেশ করে ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। নিষিক্ত ডিম্বাণু ভ্রূণাণু গঠন করে। ভ্রূণাণু চারিদিকে একটি কোষপ্রাচীর তৈরি করে এবং আকারে বড় হতে থাকে। অঙ্কীয় প্রাচীর কোষীয় ক্যালিপ্ট্রা নামক আবরণ সৃষ্টি করে এবং রেণুধর উদ্ভিদকে আবদ্ধ করে রাখে। ভ্রূণাণু সৃষ্টির সাথে সাথেই রেণুধর উদ্ভিদ বা ডিপ্লয়েড (2n) জনুর সূচনা হয়।

2.5.4 রেণুর উদ্ভিদের পরিস্ফুটন ঃ

ভ্রূণাণু রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম (চিত্র 2.5.7) কোষ। নিষেকের পর আয়তনে বড় হয়ে অঙ্ক জুড়ে অবস্থান করে। পরবর্তীকালে ঃ



চিত্র 2.5.7 — পোরেলার রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটনের দশাসমূহ

1. ভূণাণু অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে দুটি কোষ সৃষ্টি করে। ওপরের কোষকে এপিবেসাল এবং নীচের কোষকে হাইপোবেসাল কোষ বলে।

2. হাইপোবেসাল কোষ পরবর্তীকালে কোষ বিভাজন করে না ও ভ্রূণ গঠনেও অংশ গ্রহণ করেনা। এটি এককোষী বিশিষ্ট উপাঙ্গ গঠন করে যাকে সাস্‌পেনসর বলা হয়—যা পুষ্টি শোষণের কাজ করে।

3. এপিবেসাল কোষ অনুপ্রস্থ বিভাজন দ্বারা দুটি কোষ তৈরি করে এবং সমগ্র রেণুধর উদ্ভিদই এই কোষ দুটি থেকে তৈরি হয়।

4. পরবর্তীকোষ বিভাজন অনিয়মিত— অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য বিভাজনের ফলে একটি কোষগুচ্ছ তৈরি হয়। অবশেষে পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনে বাইরের অ্যাম্পিথেসিয়াম এবং ভেতরের এন্ডোথেসিয়াম গঠন করে।

5. এককোষ স্তর বিশিষ্ট অ্যাম্পিথেসিয়াম পরবর্তী অ্যান্টিক্লিনাল ও পৃষ্ঠসমান্তরাল বিভাজনের ফলে দুই অথবা অধিক স্তর বিশিষ্ট ক্যাপসিউলের বহিরাবরণ তৈরি করে।

6. এন্ডোথেসিয়াম থেকে রেণুধারণ কলা উৎপন্ন হয়।

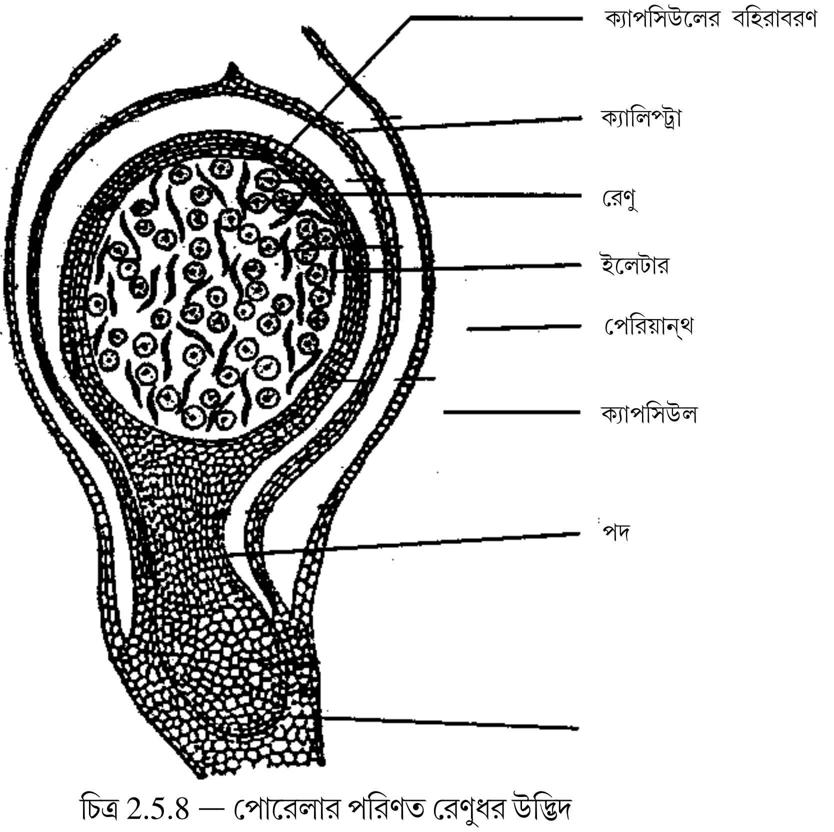
7. রেণুধারণকলার অর্ধেক রেণুমাতৃকোষ এবং অবশিষ্ট কোষগুলি দীর্ঘ, স্থূল, সর্পিলাকার বন্ধ্যাকোষ ইলেটার'এ পরিণত হয়।

8. রেণুমাতৃকোষ মিয়োসিস কোষ বিভাজনে বিভাজিত হয়ে চারটি হ্যাপ্লয়েড রেণু (n) উৎপন্ন করে।

9. সিটা বা বৃন্ত ভ্রূণের নিম্নাংশ থেকে উৎপন্ন হয়। সিটা ছোট। সামান্য বেড়ে ওঠা সিটার অগ্রভাগে ক্যাপসিউল বর্তমান থাকে।

10. পদ অস্পষ্ট এবং সিটা বা বৃন্তের প্রসারিত অংশ মাত্র।

পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ ঃ (চিত্র 2.5.8) পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ পদ, সিটা ও ক্যাপসিউলে বিভেদিত। ক্যাপসিউলের বহিরাবরণ 3-4 কোষ স্তর বিশিষ্ট। মধ্যস্থলে রেণু ও ইলেটার বর্তমান। পরিণত অবস্থায় সিটার কোষগুলি দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেয়ে ক্যাপসিউলটি ক্যালিপ্ট্রা ভেদ করে, পেরিয়ান্থ ছাড়িয়ে বাইরে নির্গত করে।

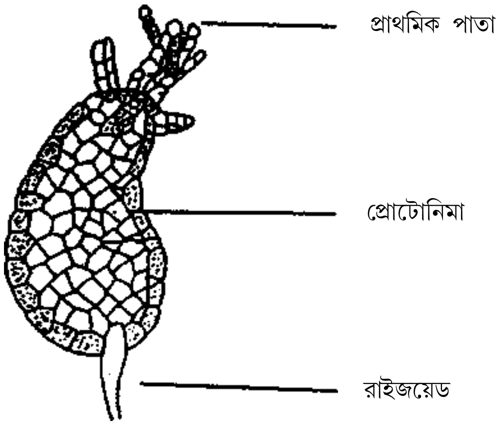


চিত্র 2.5.8 — পোরেলার পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ

রেণু বিদারণ পদ্ধতি ঃ ক্যাপসিউল পরিণত হলে বহিরাবরণ লম্বভাবে শীর্ষ থেকে মধ্যস্থল পর্যন্ত 4টি খণ্ডে বিদীর্ণ হয়ে 4টি কপাটিকা তৈরি করে। ক্যাপসিউল বিদীর্ণ হওয়ার সাথে সাথে ইলেটারগুলি জল শোষণ করে স্ফীত হয়ে ক্যাপসিউলের প্রাচীরে চাপ সৃষ্টি করে, ফলে রেণুগুলি ক্যাপসিউলের বাইরে নির্গত হয়।

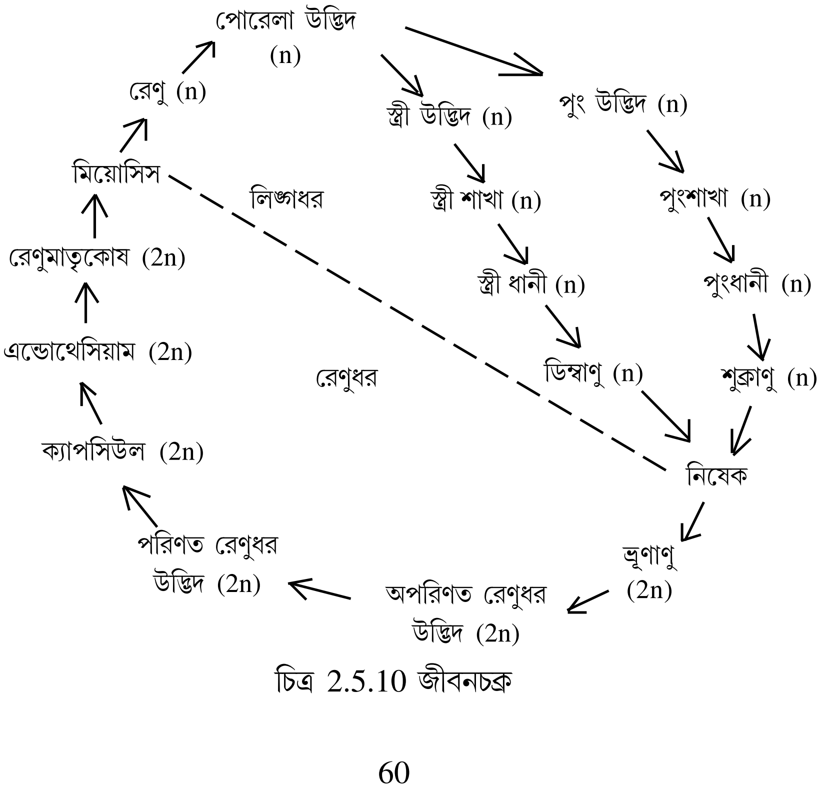
নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উৎপত্তি ঃ (চিত্র 2.5.9) রেণুই লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। প্রতি রেণুর

দুটি আবরণ বর্তমান-বাইরের এক্সোস্পোর এবং ভেতরের এন্ডোস্পোর। রেণু ক্যাপসিউল থেকে নির্গত হবার পর অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে প্রোটোনিমা গঠন করে এবং এর থেকেই পরবর্তীকালে পাতাযুক্ত লিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠিত হয়।



চিত্র 2.5.9 — পোরেলার নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ — প্রোটোনিমা

জীবনচক্র ঃ পোরেলার অসমরূপ জীবনচক্র নিম্নরূপ (চিত্র 2.5.10)



চিত্র 2.5.10 জীবনচক্র

2.5.5 প্রশ্নাবলি

1. পোরেলার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন আলোচনা করুন।
2. পোরেলার অঙ্গাজ জনন সম্পর্কে টীকা লিখুন।
3. পোরেলার জনন অঙ্গের গঠন ও পরিস্ফুটন সম্পর্কে আলোচনা করুন।
4. পোরেলার রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটন ও গঠন আলোচনা করুন।
5. পোরেলার রেণু বিদারণ পদ্ধতি ও রেণুর গঠন সহ অঙ্কুরোদ্গম আলোচনা করুন।
6. পোরেলার জীবনচক্র শব্দছকে লিপিবদ্ধ করুন।
7. একটি 'পাতা' যুক্ত জাঙ্গারম্যানিয়েলিস সদস্যের নাম লিখুন।
8. পোরেলার 'পাতা' এবং 'পাতার বিন্যাস' সম্পর্কে টীকা লিখুন।
9. পোরেলা'তে জল ও খনিজ লবণ প্রধানত কে শোষণ করে?
10. পোরেলা'তে 'পেরিয়ান্থ'-এর অবস্থান কোথায়? কাজ কী?
11. স্ত্রী ধানীর অঙ্কতে কত স্তরযুক্ত বহিরাবরণ থাকে?
12. মারসুপিয়াম কী?
13. পরিণত রেণুধরের কয়টি অংশ? কী কী?
14. ক্যাপসিউল প্রাচীর রেণু বিদারণকালে কটি কপাটিকায় বিভক্ত হয়?
15. এন্ডোথেসিয়াম কী?

2.5.6 উত্তরমালা ঃ

1. 2.5.2 দেখুন।
2. 2.5.3A দেখুন।
3. 2.5.3B দেখুন।
4. 2.5.4 দেখুন।
5. 2.5.4 দেখুন।
6. 2.5.4 দেখুন।

7. পোরেলা।

8. 2.5.2A দেখুন।

9. ‘পাতা’ ও ‘কাণ্ড’

10. 2.5.3 B2 দেখুন।

11. দুই।

12. 2.5.4 রেণু বিদারণ পদ্ধতি দেখুন।

13. 2.5.4 দেখুন।

14. চারটি।

15. 2.5.4 দেখুন।

2.6 সারাংশ

এই অংশে আমরা হেপাটিকাপসিডার অন্তর্গত Riccia, Marchantia ও Porella র জীবন চক্র সম্বন্ধে জানতে পারছি। Riccia ও Marchantia উভয়ই থ্যালাস জাতীয় উদ্ভিদ, Porella পাতাযুক্ত। সব ক্ষেত্রে উদ্ভিদদেহ লিঙ্গাধর। Riccia ও Marchantia লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বিষমপৃষ্ঠীয়, চ্যাপটা, শায়িত, রসাল, সবুজবর্ণের দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট। অন্তর্গঠনে কলার বিভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়। পৃষ্ঠদেশে সালোকসংশ্লেষকারী কলা বর্তমান, নিম্নদেশে ভাণ্ডার কলা অঞ্চল অবস্থিত। বহুকোষী শল্ক ও এককোষী রাইজয়েড বর্তমান। অঙ্গাজ ও যৌন জনন বর্তমান। Riccia এর ক্ষেত্রে পুংধানী ও স্ত্রীধানী থ্যালাসের মধ্যেই বর্তমান। Marchantiaর ক্ষেত্রে পুংধানীবহ ও স্ত্রীধানীবহ বর্তমান। Riccia তে রেণুধর উদ্ভিদ কেবলমাত্র ক্যাপসিউল দ্বারা গঠিত। Marchantia তে রেণুধর উদ্ভিদ পদ, সিটা ও ক্যাপসিউলে বিভেদিত। উভয় ক্ষেত্রেই রেণুধারণ কলা এন্ডোথেসিয়াম থেকে সৃষ্টি হয়। Riccia তে রেণুমাতৃকোষ ও পোষক কোষ বা নার্স সেল উৎপন্ন হয়, আর Marchantiaর ক্ষেত্রে রেণুমাতৃকোষও ইলেটার এ পরিণত হয়। রেণুধর উদ্ভিদ আংশিকভাবে লিঙ্গাধরের ওপর নির্ভরশীল।

Porella পাতাযুক্ত হেপাটিক/কেবলমাত্র মসৃণ প্রাচীর বিশিষ্ট রাইজয়েড বর্তমান। পাতায় কোন মধ্যশিরা নেই এবং এক কোষ স্তর বিশিষ্ট কোষ দ্বারা গঠিত। পুংশাখা ও স্ত্রীশাখা বর্তমান। স্ত্রীধানী স্ত্রীশাখার অগ্রে থাকে। পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ পদ, সিটা ও ক্যাপসিউলে বিভেদিত। রেণুধারণ কলা রেণুমাতৃকোষ এবং ইলেটার সৃষ্টি করে।

সব ক্ষেত্রেই অসম আকৃতির জনুঃক্রম বর্তমান।

একক 3 ❑ অ্যান্থোসেরটপসিডা ও ব্রায়পসিডা

গঠন

3.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

3.2 অ্যান্থোসেরটপসিডার শ্রেণীবিভাগ

3.3 অ্যান্থোসেরসের জীবনচক্র

3.3.1 বিস্তারণ ও বসতি

3.3.2 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

3.3.3 জনন

3.3.4 রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটন

3.3.5 পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ

3.3.6 অ্যান্থোসেরসের সাথে অন্যান্য উদ্ভিদগোষ্ঠীর সম্পর্ক

3.3.7 অ্যান্থোসেরসের রেণুধর উদ্ভিদের জীববিজ্ঞান বিষয়ক গুরুত্ব

3.3.8 প্রশ্নাবলি

3.3.9 উত্তরমালা

3.4 ব্রায়োপসিডার শ্রেণীবিভাগ

3.5 ফিউনেরিয়ার জীবনচক্র

3.5.1 বিস্তারণ ও বসতি

3.5.2 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

3.5.3 জনন

3.5.4 রেণুধর উদ্ভিদের বিকাশ

3.5.5 পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ

3.5.6 প্রশ্নাবলি

3.5.7 উত্তরমালা

3.5.8 সারাংশ

3.1 প্রস্তাবনা

পূর্ববর্তী এককে হেপাটিকপসিডার অন্তর্ভুক্ত কয়েকটি উদ্ভিদ নির্বাচন করে তাদের জীবনচক্র সম্বন্ধে আলোচনা করা হয়েছে। এ জাতীয় উদ্ভিদের জীবনচক্র সম্পর্কে সম্যক ধারণা করতে হলে অ্যান্থোসেরটপসিডা ও ব্রায়োপসিডার অন্তর্ভুক্ত কয়েকটি উদ্ভিদের জীবনচক্র জানা একান্ত প্রয়োজন। বর্তমান অধ্যায়ে আমরা Anthoceros ও Funaria র জীবনচক্রের নানাদিক নিয়ে আলোচনা করতে চলেছি।

উদ্দেশ্য ঃ এই এককটি পাঠ করে আপনি

- Anthoceros ও Funaria র বিস্তারণ ও বসতি সম্পর্কে আলোচনা করতে পারবেন।
- Anthocerotopsida ও Bryopsida র শ্রেণীবিন্যাস সংক্রান্ত তথ্যাদি নির্দেশ দিতে পারবেন।
- Anthoceros ও Funaria র জীবনচক্রের নানাদিক উল্লেখ করতে পারবেন।
- Anthoceros এর সাথে অন্যান্য উদ্ভিদগোষ্ঠীর সম্পর্ক নির্ধারণ করতে পারবেন।

3.2 "অ্যান্থোসেরটপসিডার (Anthocerotopsida) শ্রেণীবিভাগ"

এই বিভাগের অন্তর্গত উদ্ভিদরা সাধারণত হর্নওয়ার্ট নামে পরিচিত। অ্যান্থোসেরটপসিডা শ্রেণীর অন্তর্গত একটি মাত্র বর্গ বর্তমান ঃ বর্গ — অ্যান্থোসেরটেলিস (anthocerotales)

বর্গ অ্যান্থোসেরটেলিস'এর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

ক) লিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিষমপৃষ্ঠ, শায়িত থ্যালাস।

খ) শারীর স্থানে কলার বিভিন্নতা পরিলক্ষিত হয় না।

গ) অঙ্কদেশ থেকে শুধুমাত্র মসৃণ প্রাচীর বিশিষ্ট রাইজয়েড উৎপন্ন হয়।

ঘ) থ্যালাসের প্রতিটি কোষে পাইরিনয়েড যুক্ত ক্লোরোফিল বর্তমান।

ঙ) থ্যালাসের অঙ্কদেশে স্লাইমপোর বর্তমান যা নষ্টক কলোনীযুক্ত মিউসিলেজ গহ্বরে শেষ হয়।

চ) যৌন জনন অঙ্গাগুলি থ্যালাসের মধ্যে নিহিত অবস্থায় থাকে।

ছ) একাধিক পুংধানী 'পুংধানী কক্ষে' বর্তমান থাকে।

জ) ভ্রূণাণুর প্রথম বিভাজন লম্ববিভাজন।

ঝ) রেণুধর উদ্ভিদের গঠন জটিল প্রকৃতির। পদ, ভাজককলা অঞ্চল ও দীর্ঘ বেলনাকার ক্যাপসিউলে বিভেদিত।

ঞ) কেন্দ্রীয় বন্ধ্যা কলুমেলা বর্তমান।

অ্যান্থোসেরটেলিসের শ্রেণীবিভাগ ঃ

1955 সালে স্মিথ (Smith) অ্যান্থোসের টেলিস বর্গকে একটি মাত্র গোত্র-অ্যান্থোসেরটেসীতে ভাগ করেন—যার অন্তর্গত 4টি গণ বর্তমান। অপরদিকে মুলার (Muller) 1940, রাইমারস্ (Reimers) 1954 এবং (Proskauur) প্রসকাউর'এর মতে দুটি গোত্র বর্তমান যথাক্রমে অ্যান্থোসেরটেসী এবং নোটোথাইলেসী। নোটোথাইলেসী গোত্রে কেবলমাত্র নোটোথাইলাস কিন্তু অ্যান্থোসেরটেসী গোত্রে অ্যান্থোসেরস (Anthoceros), ফিওসেরস (Phaeoceros), মেগাসেরস (megaceros),

ডেন্ড্রোসেরস (Dendroceros), ও অ্যাসপিরোমিটাস (Aspiromitus) নামক গণগুলি বর্তমান। তবে উপরিউক্ত 6 টি গণের মধ্যে অ্যান্থোসেরস, মেগাসেরস, ডেন্ড্রোসেরস এবং নোটোথাইলাস গণগুলি সর্বসম্মতভাবে গৃহীত হয়েছে।

কেবলমাত্র একটি বৈশিষ্ট্যের ওপর ভিত্তি করে স্টিফানি (Stephani) 1916 অ্যান্থেসেরসের প্রায় 55টি প্রজাতিকে অ্যাসপিরোমিটাস গণের মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করেছেন। বৈশিষ্ট্যগুলি হল ''অ্যান্থোসেরসে লম্বা, ঋজু, পুরু, প্রাচীরযুক্ত ইলেটারের অনুপস্থিতি কিন্তু অ্যাসপিরোমিটারস গণে উপস্থিতি।

রিংক (Rink) 1935 অবশ্য এই নতুন গণ অ্যাসপিরোমিটাস (Aspiromitus) এর সৃষ্টিকে স্বীকৃতি জানিয়েছেন কিন্তু শুধুমাত্র একটি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের ওপর ভিত্তি করে একটি গণের সৃষ্টি অনেক ব্রায়োলজিস্টের মনে প্রশ্ন জাগিয়েছে যেমন ক্যাম্পবেল (Campbel) 1940, প্রসকাউর (Proskauer) 1948, 1951 এবং মেহেরা এবং হান্ডু (Mehra & Handoo) 1953।

পরবর্তীকালে প্রসকাউর 1951 অ্যান্থোসেরসের অনেক প্রজাতির চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য পর্যালোচনা করেন এবং সমগ্র অ্যান্থোসেরসের প্রজাতিগুলিকে দুটি ভাগে ভাগ করেন এবং প্রত্যেকটি ভাগ একটি করে গণ নামে বিবেচনা করেন — যথাক্রমে দুটি গণ হল অ্যান্থোসেরস (Anthoceros) এবং ফিওসেরস (Phaeoceros)।

সুতরাং বর্গ আন্থোসেরটেলিসে বর্তমানে 4টি গণ অন্তর্ভুক্ত যথা— অ্যান্থোসেরস, নোটোথাইলাস, মেগাসেরস ও ডেন্ড্রোসেরস। 1951 সালে প্রসকাউর আন্থোসেরস গণকে 2টি গণে ভাগ করেছেন — ফিওসেরস ও অ্যান্থোসেরস।

অতএব বিজ্ঞানী প্রসকাউর'এর মতে বর্গ অ্যান্থোসেরটেলিসে 5টি গণ বর্তমান যথাক্রমে অ্যান্থোসেরস, ফিওসেরস, নোটোথাইলাস, মেগাসেরস এবং ডেন্ড্রোসেরস। এই পাঁচটি গণকে মুলার (Muller), 1940 প্রসকাউর (Proskauer), রাইমারস্ (Reimers) 1954 দুটি গোত্রে অন্তর্ভুক্ত করেছেন ঃ

গোত্র এক — অ্যান্থোসেরটেসী (Anthoceroceae) (অ্যান্থোসেরস, ফিওসেরস, মেগাসেরস ও ডেন্ড্রোসেরস)

গোত্র দুই — নোটোথাইলেসী (Notothylaceae) – (নেটোথাইলাস)।

গোত্র অ্যান্থোসেরটেসী'র চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

1. রেণুধর উদ্ভিদ দেহ দীর্ঘ, খাড়া, বেলনাকার; ভিত্তি অঞ্চল একটি চোঙাকৃতি আবরণ ইনভলিউকার দ্বারা আবৃত।
2. রেণুধর উদ্ভিদ স্ফীতপদ, ভাজককলা অংশ এবং দীর্ঘ, বেলনাকার ক্যাপসিউলে বিভেদিত।
3. ক্যাপসিউল কপাটিকা তৈরির মাধ্যমে বিদারিত হয় এবং বিদারণ অগ্রভাগ থেকে নিম্নভাগের দিকে ক্রমশ সম্পন্ন হয়।
4. ক্যাপসিউল প্রাচীর বহুস্তর যুক্ত কোষদ্বারা গঠিত, পত্ররন্ধ্রযুক্ত এবং ক্লোরোপ্লাস্ট সমন্বিত।
5. কেন্দ্রে কলুমেলা নামক বন্ধ্যা কলা বর্তমান।
6. আর্কিস্পোরিয়াম রেণু ও সিউডোইলেটার উৎপন্ন করে।

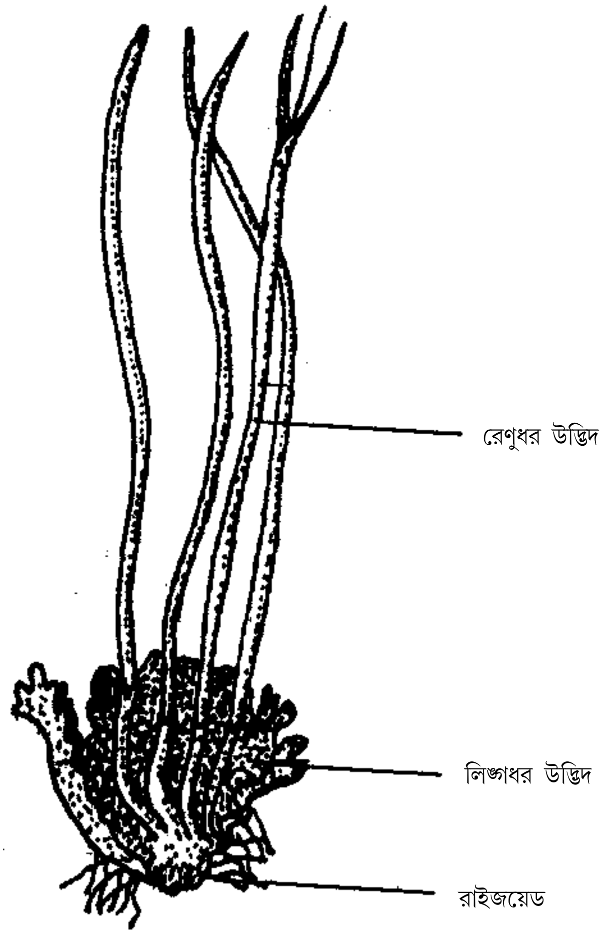
3.3 অ্যান্থোসেরস (anthoceros) - এর জীবন চক্র

3.3.1 বিস্তারণ ও বসতি ঃ অ্যান্থোসেরস বা হর্ণওয়ার্ট সাধারণত ভিজে-স্যাঁতস্যাতে মাটিতে অথবা পাহাড়ের গায়ে জন্মায়। পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই পাওয়া যায়। 200 টি প্রজাতির মধ্যে ভারতবর্ষে প্রায় 25 টি প্রজাতি বিদ্যমান। অ্যান্থোসেরস ইরেকটাস (A. Erctus) অ্যান্থোসেরস হিমালয়েনসিস, (A. himalayensis) অ্যান্থোসেরস চ্যাম্বেনসিস (A. Chambensis) উল্লেখযোগ্য প্রজাতি।

প্রধান উদ্ভিদদেহে লিঙ্গাধর, থ্যালাস জাতীয়।

3.3.2 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ

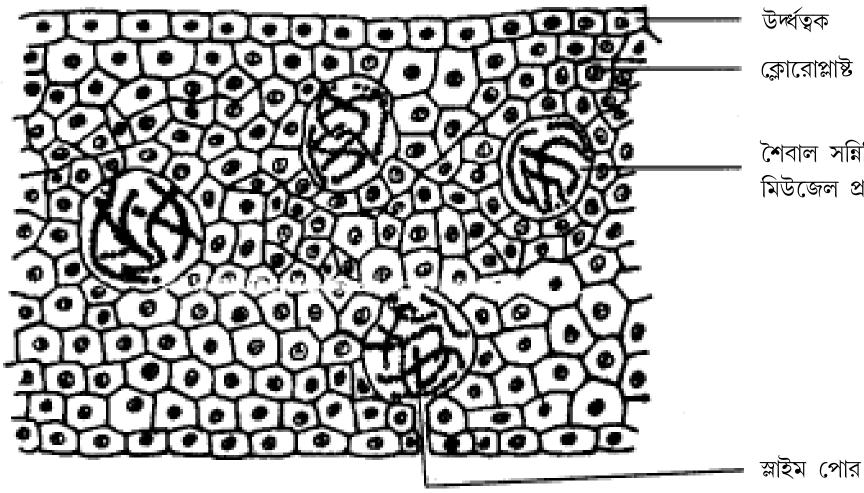
A. **বহিঃ অঙ্গাসংস্থান ঃ** লিঙ্গাধর উদ্ভিদ আকারে ছোট, গাঢ় সবুজ, বিষম পৃষ্ঠীয়, শায়িত থ্যালাস। থ্যালাস খণ্ডিত ও স্বল্প শাখান্বিত, মধ্যশিরা অস্পষ্ট বা অনুপস্থিত। কখনো কখনো থ্যালাস মাটি থেকে অনেকটা ওপরে উঠে আসে। (চিত্র - 3.3.1)



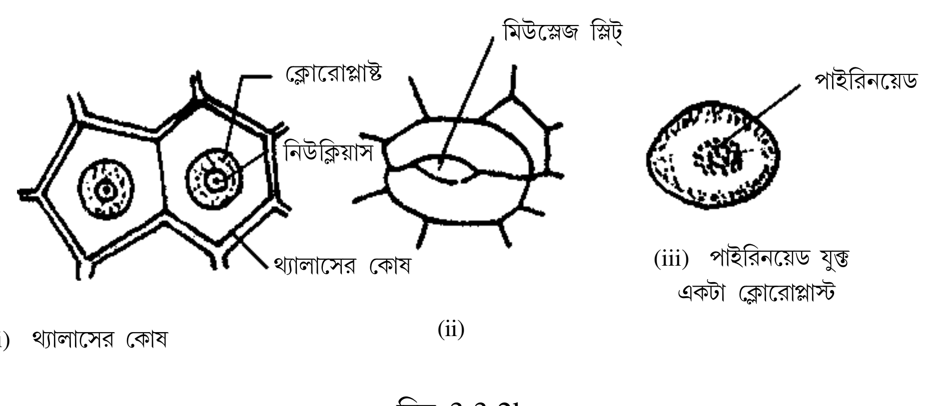
চিত্র 3.3.1 — অ্যান্থোসেরস (থ্যালাস)

থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে মসৃণ অথবা অমসৃণ বা নরম তুলোর মত হতে পারে। থ্যালাসের অঙ্কদেশে প্রচুর এককোষী মসৃণ প্রাচীর রাইজয়েড উৎপন্ন হয়।

B. **অন্তঃ অঙ্গস্থান ঃ** থ্যালাসের প্রায় সকল অংশই সরল প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। কেবলমাত্র ত্বক পৃথক করা যায় এবং ছোট আকারের কোষ ঘনসন্নিবেশে সজ্জিত। প্রতিটি কোষে এক বা একাধিক পাইরিনয়েডযুক্ত ক্লোরোপ্লাস্ট বর্তমান। অঙ্কদেশ থেকে মসৃণ রাইজয়েড উদ্ভূত হয়। থ্যালাসের অঙ্কদেশে গহ্বরের ন্যায় স্থান দেখা যায় যা রন্ধ্র দ্বারা বাইরে উন্মুক্ত হয়। এই রন্ধ্রকে 'স্লাইমপোর' বলে। গহ্বরগুলি মিউসিলেজযুক্ত এবং নষ্টক নামক নীলাভ সবুজ বর্ণের শৈবাল অন্তঃবাসীরূপে বসবাস করে। (চিত্র - 3.3.2 a, b)



চিত্র 3.3.2a — থ্যালাসের প্রস্থচ্ছেদের বিভিন্ন অংশ



চিত্র 3.3.2b

C. **অগ্রস্থ বৃদ্ধি ঃ** অ্যান্থোসেরসের অগ্রস্থ বৃদ্ধি একটি অগ্রস্থ কোষ কিম্বা অনেকগুলি অগ্রস্থকোষ দ্বারা সম্পন্ন হয়। এ বিষয়ে মতানৈক্য রয়েছে।

3.3.3 জনন ঃ অঙ্গাদ ও যৌন দুপ্রকারেরই জনন বিদ্যমান।

A. **অঙ্গাজ জনন ঃ** অ্যান্থোসেরসের অঙ্গাজ জনন নিম্নলিখিত উপায়ে সম্পন্ন হয়।

1. থ্যালাসের পশ্চাদভাগের অংশের মৃত্যু ও ক্রমশ পচনের ফলে অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চল ব্যতীত দেহের সকল অংশই নষ্ট ও শুকিয়ে যায়। অগ্রস্থ বর্ধিষ্ণু অঞ্চল থেকে নতুন উদ্ভিদ উৎপন্ন হয়।

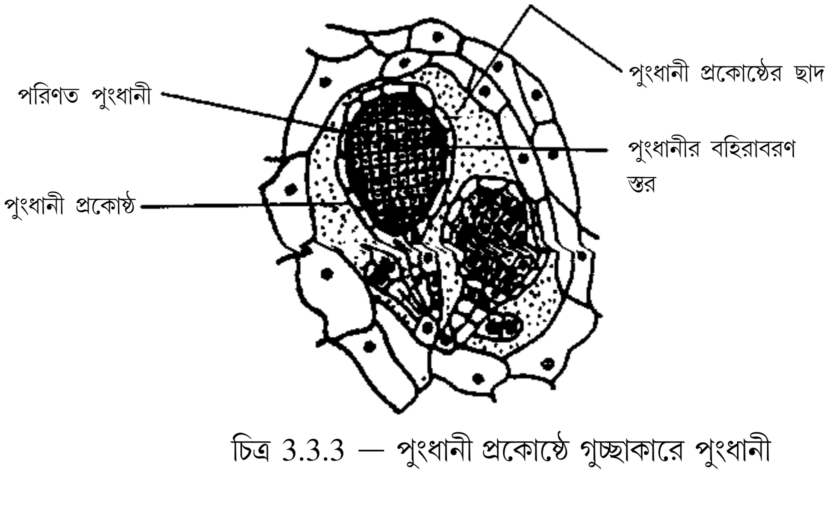
2. প্রতিকূল পরিবেশে থ্যালাস স্ফীতকন্দ সৃষ্টি করে। এই পরিবেশে থ্যালাস শুকিয়ে মরে গেলেও স্ফীতকন্দ বেঁচে থাকে এবং পরবর্তী অনুকূল পরিবেশে নতুন উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।

3. **স্থায়ী অগ্রস্থ অঞ্চল ঃ** কোন কোন প্রজাতিতে (অ্যান্থোসেরস পিয়ারসোনী) (A. pearsonni) প্রতিকূল অবস্থায় সমগ্র থ্যালাসই শুকিয়ে যায় কেবলমাত্র অগ্রভাগ ব্যতীত। অনুকূল পরিবেশে এই অগ্রভাগ থেকে নতুন উদ্ভিদ সৃষ্টি হয়।

4. গেমা গঠন ঃ অ্যান্থোসেরস গ্ল্যান্‌ডিউলোসাস (A. glandulosus) প্রজাতি থ্যালাসের কিনারা ও পৃষ্ঠদেশ অসংখ্য গেমা ধারণ করে।

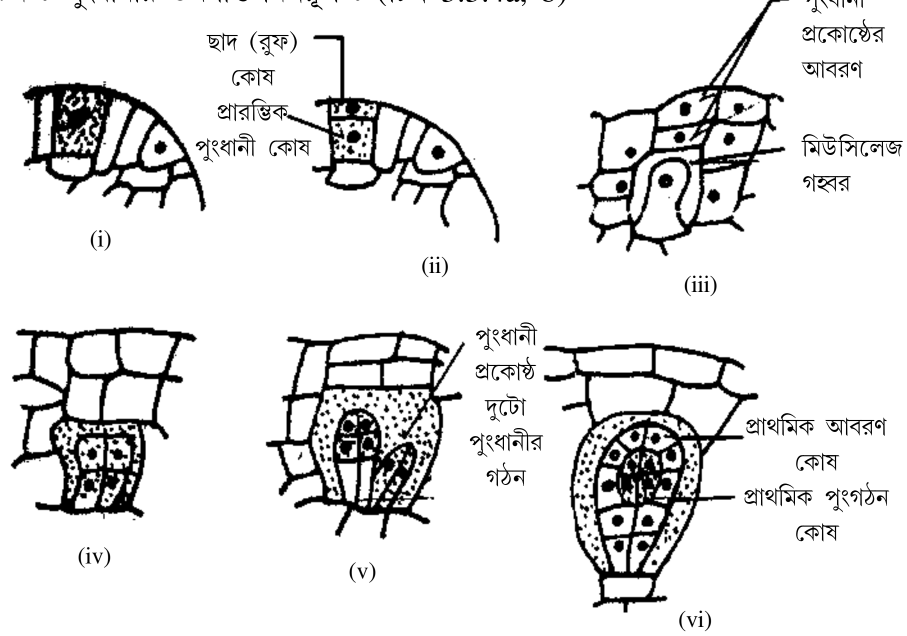
B. যৌন জনন ঃ অ্যান্থোসেরস সহবাসী অথবা ভিন্নবাসী। অ্যান্থোসেরস ফিউজিফরমিস (A. Fusiformis), অ্যান্থোসেরস হিমালয়েনসিস (A. himalayensis) উল্লেখযোগ্য সহবাসী প্রজাতি অ্যান্থোসেরস ইরেকটাস, অ্যান্থোসেরস পিয়ারসোনী, অ্যান্থোসেরস হ্যালী (A. Hallii) প্রভৃতি ভিন্নবাসী প্রজাতির উদাহরণ। সহবাসী প্রজাতিতে পুংধানী স্ত্রীধানী অপেক্ষা আগে পরিণত হয়। এধরনের পুংধানীকে প্রোট্যানড্রাম বলা হয়। জনন অঙ্গাগুলি বৃদ্ধির অঞ্চলের পশ্চাদ দিক থেকে উৎপন্ন হয়।

1. পুংধানী ঃ থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশে পুংধানী কক্ষের মধ্যে (চিত্র 3.3.3) দুই বা ততোধিক সবৃন্তক পুংধানী গুচ্ছাকারে পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশাতে বর্তমান থাকে।



চিত্র 3.3.3 — পুংধানী প্রকোষ্ঠে গুচ্ছাকারে পুংধানী

পুংধানীর পরিস্ফুটন ঃ পুংধানীর উৎপত্তি নিম্নরূপ ঃ (চিত্র 3.3.4a, b)



চিত্র 3.3.4a — পুংধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

a) থ্যালাসের পৃষ্ঠবহির্দেশ'এর একটি কোষের অনুপ্রস্থ বিভাজনের ফলে একটি ওপরে এবং একটি নীচের কোষ গঠন করে।

b) নীচের কোষকে **প্রারম্ভিক পুংধানী** কোষ এবং ওপরের কোষটিকে **প্রারম্ভিক ছাদ কোষ** (রুফ্ ইনসিয়াল) বলে।

c) প্রারম্ভিক পুংধানী কোষ ও ছাদ কোষের মধ্যে মিউসিলেজ পূর্ণ গহ্বর উৎপন্ন হয়, ক্রমশ বড় হতে থাকে এবং পরবর্তীকালে পুংধানী প্রকোষ্ঠে বা কক্ষে পরিণত হয়।

d) পুংধানী গঠনে প্রারম্ভিক ছাদ কোষ কোন অংশ গ্রহণ করে না। তবে পৃষ্ঠ সমান্তরাল (পেরিক্লিনাল) এবং পৃষ্ঠসমান্তরাল বিভাজনের সঙ্গো সমকোণে বিভাজন (অ্যান্টিক্লিনাল)-এর ফলে দুই কোষস্তর পুরু পুংধানী প্রকোষ্ঠের আবরণ বা ছাদ তৈরি করে।

e) প্রারম্ভিক পুংধানী কোষ সরাসরি একটি পুংধানীতে পরিণত হতে পারে যেমন অ্যান্থোসেরস পিয়ারসোনী (A. Pearsonii) অথবা অ্যান্থোসেরস হিমালয়েনসিস (a. himalayensis) প্রজাতিতে দেখা যায় অনুদৈর্ঘ্যে বিভাজিত হয়ে দুই বা ততোধিক অপত্য কোষ সৃষ্টি করে এবং প্রত্যেকটি পৃথক পৃথক পুংধানীতে পরিণত হয়।

f) প্রারম্ভিক পুংধানী কোষ পরপর দুটি উল্লম্ব বিভাজনে (একটি অপরটির সাথে সমকোণে) বিভাজিত হয়ে চারটি কোষ তৈরি করে। পরবর্তীকালে অনুপ্রস্থ বিভাজনের ফলে 2 স্তর কোষ

উৎপন্ন করে এবং প্রতি স্তরে চারটি করে কোষ বর্তমান। ওপরের ও নীচের সারিতে মোট আটটি কোষ বর্তমান।

g) নীচের চারটি কোষ আবার অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে পুংধানীর বৃন্ত গঠন করে।

h) ওপরর চারটি কোষ অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ৪টি কোষ গঠন করে এবং অষ্টকোষী দশায় প্রবেশ করে। (Octant stage)

i) অষ্টকোষী দশায় কোষগুলি পৃষ্ঠ সমান্তরাল ভাবে বিভাজিত হয়ে বাইরের ৪ টি প্রাথমিক আবরণ কোষ এবং ভেতরের ৪টি কেন্দ্রীয় প্রাথমিক পুংগ্যামেট কোষ তৈরি করে।

j) প্রাথমিক পুংগ্যামেট কোষ বিভাজনের ফলে অবশেষে শুক্রাণু মাতৃকোষ গঠন করে। প্রত্যেকটি কোনাকুনি বিভাজনের দ্বারা দুটি করে শুক্রাণুকোষ সৃষ্টি করে। প্রতিটি শুক্রাণুকোষ পরবতীকালে রূপান্তরিত হয়ে একটি দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত শুক্রাণুতে পরিণত হয়।

k) প্রাথমিক আবরণকোষগুলি পুংধানীর এক কোষস্তর বিশিষ্ট আবরণ তৈরি করে।

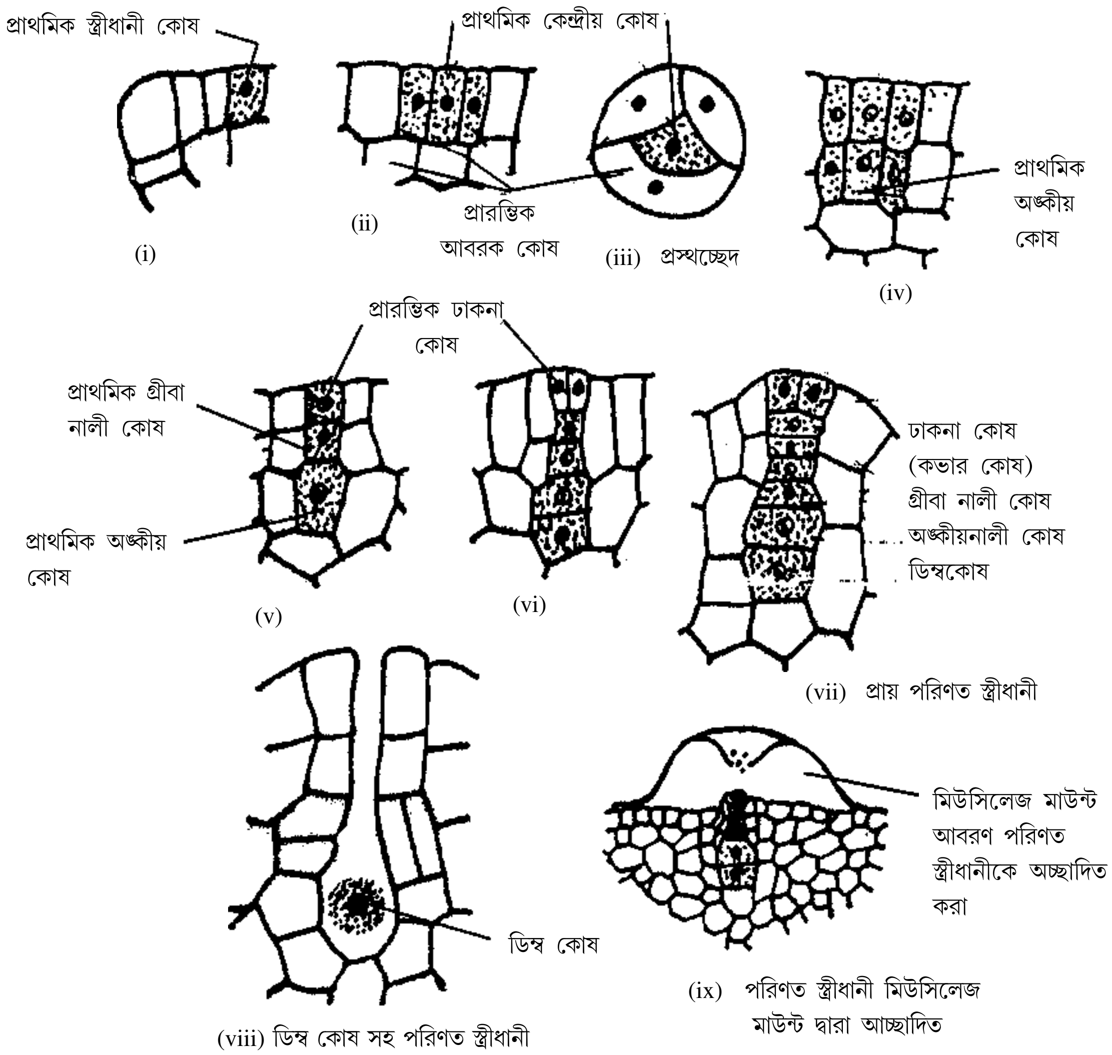
পরিণত পুংধানী ঃ পুংধানী প্রকোষ্ঠে এক বা একাধিক পুংধানী বর্তমান এবং ছাদের ন্যায় আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে। পুংধানী সবৃন্তক, ন্যাসপাতি আকৃতির এবং বৃন্তদ্বারা পুংধানী প্রকোষ্ঠের নিম্নাংশে আবদ্ধ থাকে। প্রতি পুংধানীর চারপাশে একস্তর বিশিষ্ট বন্ধ্যাকোষের আবরণ থাকে। পুংধানী পরিণত হলে পুংধানী প্রকোষ্ঠের ঢাক্না বিদীর্ণ হয় এবং পুংধানীগুলি অনাবৃত অবস্থায় থাকে। পরে পুংধানী প্রাচীর বিদীর্ণ করে শুক্রাণুগুলি পুংধানী প্রকোষ্ঠে নির্গত হয় এবং পরবর্তীকালে বাইরে এসে জলে ভেসে বেড়ায়। (চিত্র - 3.3.5 / 3.3.3)

চিত্র 3.3.5 — পরিণত পুংধানী

স্ত্রীধানী ঃ অ্যান্থোসেরসের স্ত্রীধানীগুলি এককভাবে থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের উপরিতলে বর্তমান কোষগুলি থেকে উদ্ভূত হয়। স্ত্রীধানীগুলি অবৃন্তক এবং থ্যালাসের মধ্যে সম্পূর্ণভাবে নিহিত থাকে। স্ত্রীধানী অঙ্গজকোষের সাথে সরাসরি সংস্পর্শে থাকে বলে কোন বন্ধ্যা কোষের পৃথক আবরণের প্রয়োজন থাকে না। সহবাসী থ্যালাসের ক্ষেত্রে স্ত্রীধানী পুংধানীর পরে উৎপন্ন হয়। স্ত্রীধানীর প্রধান বাহ্যিক বৈশিষ্ট্য

হল এর চারিদিকে মিউসিলেজের একটি আবরণ বর্তমান।

স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন ঃ (চিত্র 3.3.6 a,b)



চিত্র 3.3.6a (i-ix) — স্ত্রীধানী পরিস্ফুটনের দশা

a) থ্যালাসের পৃষ্ঠদেশের উপরিতলের কোন একটি কোষ **প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী** কোষরূপে কাজ করে।

b) প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষটি অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ওপরে **প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষ**, এবং নীচে **প্রাথমিক বৃন্তকোষ** তৈরি করে। প্রাথমিক বৃন্তকোষ থেকে স্ত্রীধানীর বৃন্ত গঠিত হয়। অথবা প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষটি সরাসরি প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষে পরিণত হয়—বিভাজন ছাড়াই।

c) প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষটি পর্যায়ক্রমে তিনটি উল্লম্ব প্রাচীর গঠনের মাধমে বাইরের 3টি **প্রারম্ভিক আবরক কোষ** এবং ভেতরের **প্রাথমিক কেন্দ্রীয়** কোষ উৎপন্ন করে।

d) প্রাথমিক কেন্দ্রীয় কোষ অনুপ্রস্থ প্রাচীর সৃষ্টি দ্বারা ওপরে একটি কোষ এবং নীচে **প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ** তৈরি করে।

e) ওপরের কোষ পুনরায় অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ওপরে প্রারম্ভিক ঢাক্না কোষ এবং নীচে **প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ** গঠন করে।

f) প্রারম্ভিক ঢাক্না কোষ দুটি লম্ব প্রাচীর সৃষ্টির মাধ্যমে চারটি ঢাক্না কোষ তৈরি করে।

g) প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ বিভাজনের ফলে 4-6 টি কিম্বা বেশি গ্রীবানালীকোষ উৎপন্ন করে।

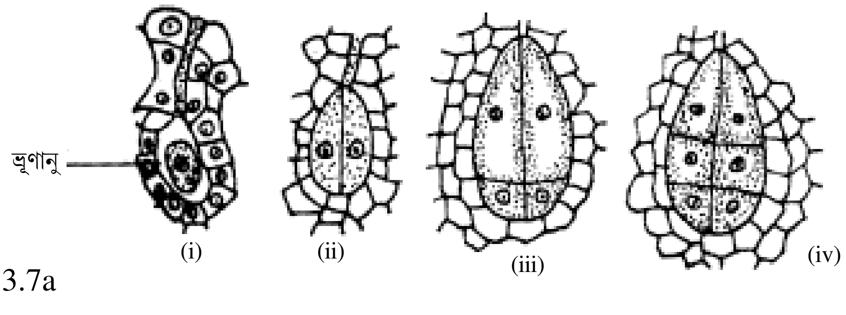
h) প্রাথমিক অঙ্কীয়কোষ বিভাজিত হয়ে অঙ্গীয় নালীকোষ এবং ডিম্বাণু গঠন করে।

i) কেন্দ্রীয় কোষ বিভাজনের সাথে সাথে 3টি প্রারম্ভিক আবরক কোষ বিভাজিত হয়ে 6টি কোষ উৎপন্ন করে। পরবর্তীকালে এই 6টি কোষে অনুপ্রস্থ বিভাজন দ্বারা দুটি স্তর সৃষ্টি হয় যেখানে প্রতিস্তরে 6টি করে কোষ বর্তমান থাকে। ওপরের কোষস্তর বিভাজিত হয়ে অনুদৈর্ঘ্যে সজ্জিত 6টি সারি তৈরি করে যেগুলি গ্রীবা গ্রীবানালীকোষগুলিকে আবৃত করে রাখে। নীচের কোষস্তরের কোষগুলিতে পরবর্তী বিভাজন পরিলক্ষিত নয় কারণ এগুলি থ্যালাসের মধ্যেই নিমজ্জিত হয়ে থাকে।

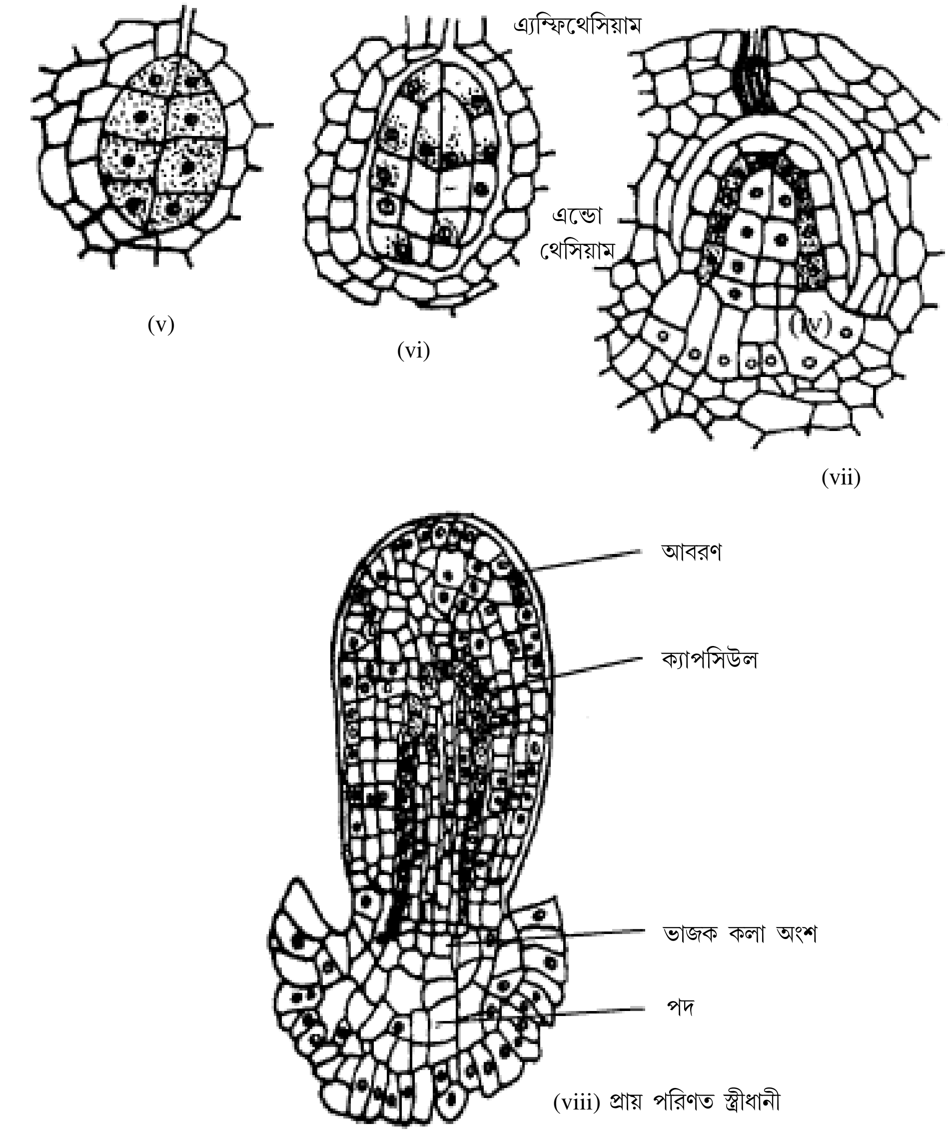
পরিণত স্ত্রীধানী ঃ পরিণত স্ত্রীধানী থ্যালাসের মধ্যে (চিত্র 3.3.6a VII & VIII) নিহিত থাকে এবং ফ্লাস্কের ন্যায় গ্রীবানালীকোষ, অঙ্কীয় নালীকোষ এবং ডিম্বকোষ দ্বারা গঠিত।

নিষেক ঃ পরিণত ডিম্বকোষ ডিম্বাণুতে রূপান্তরিত হয়, গ্রীবানালীকোষ, অঙ্কীয় নালীকোষ দ্রবীভূত হয়ে একটি পথ সৃষ্টি করে যাতে শুক্রাণু এই পথ দিয়ে স্ত্রীধানীতে প্রবেশ করতে পারে এবং ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। অনেক শুক্রাণু স্ত্রীধানীতে প্রবেশ করে কিন্তু একটি মাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। নিষেকের পরে ডিম্বাণুর চারপাশে একটি আবরণ তৈরির মাধ্যমে ভ্রূণাণুতে পরিণত হয়। ভ্রূণাণু সৃষ্টির সাথে সাথেই রেণুধর উদ্ভিদ বা ডিপ্লয়েড জনু শুরু হয়।

3.3.4 রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটন ঃ ভ্রূণাণু রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। কোষ বিভাজনের মাধ্যমে সম্পূর্ণ পরিণত একটি রেণুধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে। (চিত্র - 3.3.7 a,b)



চিত্র 3.3.7a



চিত্র 3.3.7a (i-viii) — রেণুধর পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

1. নিষেকের সঙ্গো সঙ্গোই ভ্রূণাণু প্রথমে অনুদৈর্ঘ্যে বিভাজিত হয়ে দুটি কোষ সৃষ্টি করে।

2. পরবর্তী বিভাজন অনুপ্রস্থে হয়—সুতরাং চারটি কোষযুক্ত ভ্রূণ গঠিত হয়। কোষগুলি সমান অথবা অসমান হতে পারে। যদি অসমান হয় সেক্ষেত্রে নীচের দুটি কোষ ছোট হয়। চার কোষী ভ্রূণ অনুদৈর্ঘ্য বিভাজন (প্রথম বিভাজনের সমকোণে) দ্বারা 8টি কোষ বিশিষ্ট ভ্রূণ গঠন করে। তাকে 'অক্ট্যান্ট দশা' (Octant) বলে।

3. আটকোষী দশার পর পরবর্তী কোষ বিভাজন প্রজাতি অনুযায়ী হয়। মেহেরা ও হানডু (1953) পর্যবেক্ষণ করেছেন যে অ্যান্থোসেরস ইরেকটাস (A. erectus) প্রজাতিতে অষ্টকোষী দশার নীচের স্তরের চারটি কোষ পদ্ গঠন করে এবং ওপরের চারটি কোষ থেকে ভাজক কলার স্তর বা মেরিস্টেমেটিক জোন এবং ক্যাপসিউল উৎপন্ন হয়। কিন্তু অ্যান্থোসেরস ফিউজিফরমিস (A. fusiformis), অ্যান্থোসেরস পিয়ারসোনী (A. pearsonii) এবং অ্যান্থোসেরস হিমালয়েনসিস (A. himalayensis) প্রজাতিতে অষ্টকোষের ওপরের চারটে কোষ আবার অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়, সুতরাং ভ্রূণে এবার তিনটি স্তর বর্তমান—প্রতিটি স্তরে চারটে করে কোষ বর্তমান। সবথেকে নীচের স্তর পদের বেশির ভাগ অংশ গঠন করে। মাঝের স্তর থেকে পদের অবশিষ্ট অংশ আর ভাজক কলার স্তর (সিটা) এবং ওপরের স্তর থেকে ক্যাপসিউল অংশ গঠিত হয়।

4. যে স্তর থেকে ক্যাপসিউল গঠিত হয় পরবর্তীকালে আবার 2-3 টি অনুপ্রস্থ বিভাজনের মাধ্যমে 2 বা 3টি স্তর সৃষ্টি করে। পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনের দ্বারা বাইরের অ্যাম্পিথেসিয়াম (amphithecium) কোষস্তর এবং ভেতরের এন্ডোথোসিয়াম (endothecium) কোষস্তর গঠন করে।

5. অ্যাম্পিথেসিয়াম পুনরায় পৃষ্ঠসমান্তরালভাবে বিভাজিত হয়ে বাইরের বন্ধ্যা প্রারম্ভিক আবরক কোষ এবং ভেতরের রেণুধারণ কলা গঠন করে। প্রারম্ভিক আবরক কোষ থেকে কয়েকটি কোষস্তর যুক্ত বহিঃ আবরণ সৃষ্টি করে। বহিঃআবরণের বহির্দেশে কিউটিনযুক্ত এবং এই ত্বকেই 'দুটি রক্ষী কোষ' সমন্বিত প্রচুর রন্ধ্র বর্তমান। বহির্দেশের ভেতরের কোষগুলি ক্লোরোফিলযুক্ত প্যারেনকাইমা কোষে পরিণত হয়।

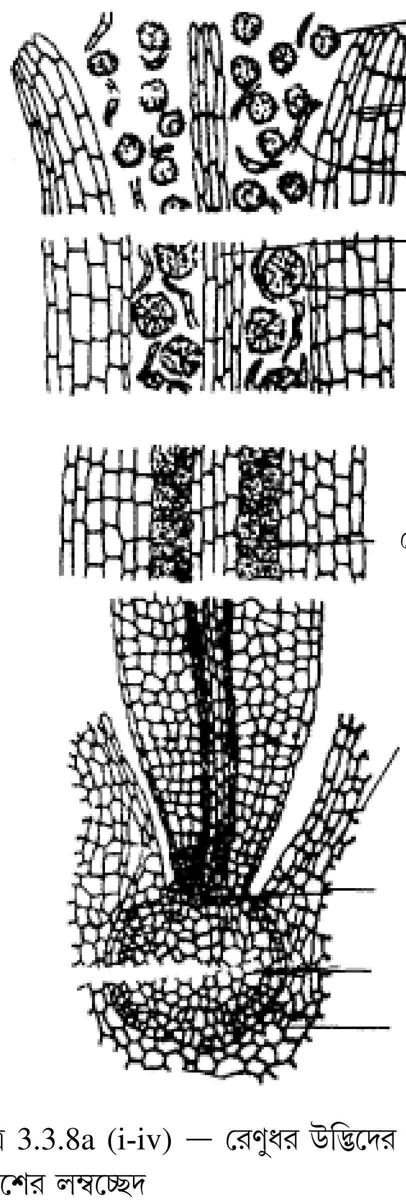
6. এন্ডোথেসিয়াম থেকে মধ্যস্থলের বন্ধ্যাকোষ দ্বারা গঠিত কলুমেলা উৎপন্ন হয়।

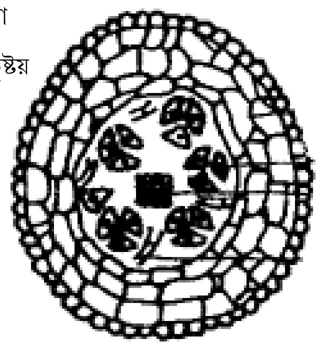
7. রেণুধারণ কলা পর্যায়ক্রমে রেণুমাতৃকোষ এবং সিউডোইলেটার বা মেকী রেণুক্ষেপক সৃষ্টি করে।

8. রেণুমাতৃকোষ মিয়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে চারটি করে রেণু (n) গঠন করে। রেণু গঠনের সঙ্গে সঙ্গেই লিঙ্গাধর বা হ্যাপ্লয়েড জনুর সূচনা ঘটে।

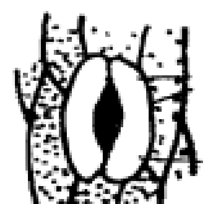
3.3.5 পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ ঃ পরিণত অবস্থায় রেণুধর উদ্ভিদের (চিত্র 3.3.8a, b) নিম্নভাগে প্রসারিত পদ, এর ওপরে ভাজক কলার স্তর এবং সর্বোপরি মসৃণ, সরু, ঋজু, বেলনাকার ক্যাপসিউল বিদ্যমান। ভাজক কলার উপস্থিতির জন্য ক্যাপসিউল ক্রমাগত বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হতে থাকে এবং অনিয়ত বৃদ্ধির ফলে দৈর্ঘ্যে বাড়তেই থাকে এবং সাথে সাথে রেণু উৎপাদন প্রক্রিয়াও চলতে থাকে। রেণুধারণ কলাকে বেষ্টন কারী বহিরাবরণের ত্বকে রন্ধ্র ও ক্লোরোপ্লাস্ট থাকায় রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদ থেকে রস শোষণ করে সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় খাদ্য প্রস্তুত করতে সক্ষম।

রেণুধর উদ্ভিদ গঠিত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে স্ত্রীধানীর চতুর্দিকে বর্তমান থ্যালাসের কোষগুলি ওপর দিকে বর্ধিত হয়ে ক্যাপসিউলের নীচের দিকে একটি আবরণ বা ইনভলিউকার গঠন করে।





(i) রেণুধর উদ্ভিদের প্রস্থচ্ছেদ

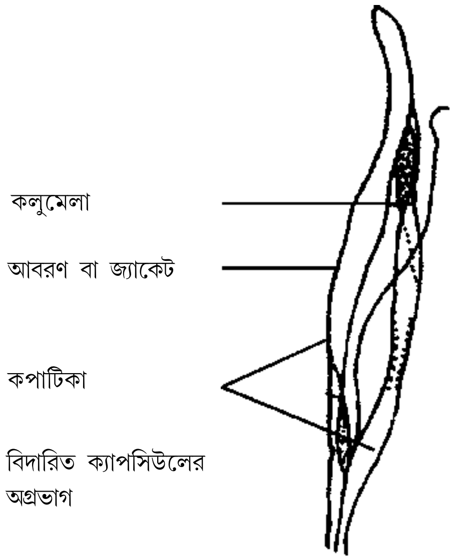


(ii) বহিরাবরণ ত্বকের রন্ধ্র

চিত্র 3.3.8a (i-iv) — রেণুধর উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশের লম্বচ্ছেদ

চিত্র 3.3.8b (I - II)

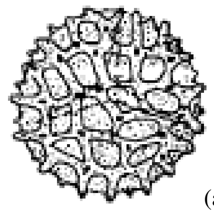
ক্যাপসিউলের বিদারণ ও রেণু বিস্তারণ পদ্ধতি ঃ (চিত্র 3.3.9)



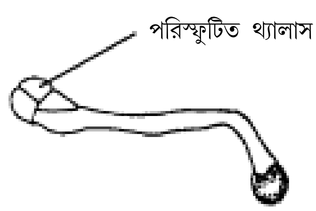
চিত্র 3.3.9 — বিদারিত ক্যাপসিউলের অগ্রভাগ

শুষ্ক পরিবেশে পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ থেকে প্রচুর পরিমাণে জল নির্গত হওয়ায়, ক্যাপসিউলের অগ্রভাগটি অতিমাত্রায় কুঞ্চিত হয়। ফলে ক্যাপসিউল লম্বভাবে দুটি কপাটিকায় বিভক্ত হয়। ক্যাপসিউল বিদীর্ণ হওয়ামাত্র সিউডোইলেটার জল শোষণ করে স্ফীত হয়ে জলাকর্ষী চলনের সাহায্যে রেণু নির্গমনে সাহায্য করে।

নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ (চিত্র 3.3, 10a, b)



(a) রেণু

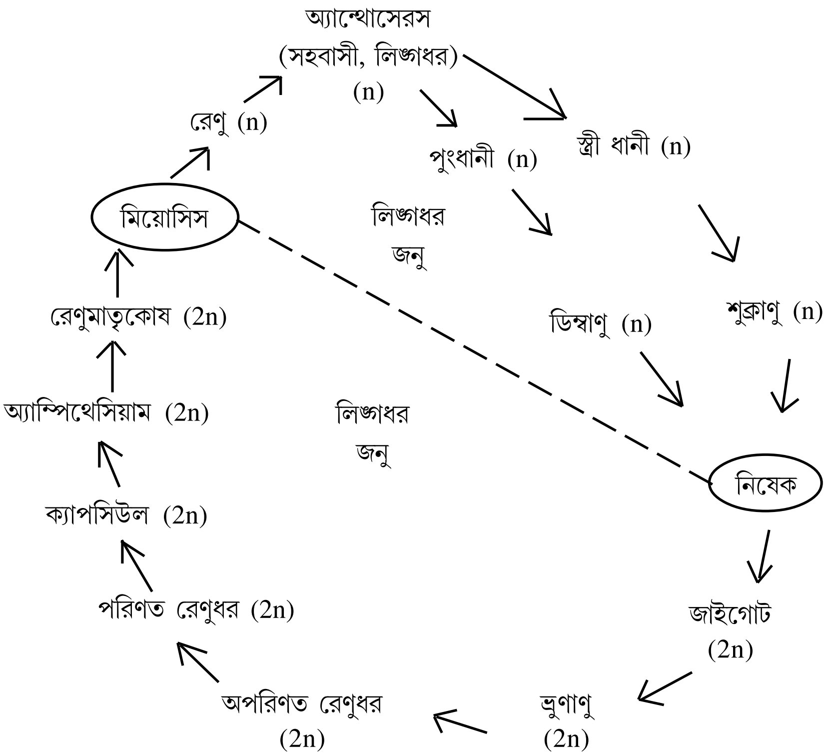


(b) অঙ্কুরিত রেণু

চিত্র 3.3.10a, b

রেণু লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। রেণুগুলি শৈলশিরা যুক্ত। প্রতি রেণুর আবরণ বর্তমান। বাইরের এক্সোস্পোর এবং ভেতরের এন্ডোস্পার। অনুকূল পরিবেশে রেণু অঙ্কুরিত হয়ে একটি নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।

জীবনচক্র ঃ জনুঃক্রম অসম আকৃতির এবং শব্দছকে নিম্নরূপ ঃ (চিত্র 3.3.11)



চিত্র 3.3.11 শব্দছক জীবন চক্র

3.3.6 অ্যান্থোসেরসের সাথে অন্যান্য উদ্ভিদ গোষ্ঠীর সম্পর্ক ঃ

অ্যান্থোসেরসের লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদদেহ সম্পর্কে বিস্তারিত আলোচনার পর দেখা যায় যে অন্যান্য উদ্ভিদ গোষ্ঠীর সাথে এর প্রচুর সম্পর্ক রয়েছে। নিম্নে এ সম্পর্কে আলোচনা করা হচ্ছে।

শৈবালের সাথে সাদৃশ্য ঃ

1. পাইরিনয়েড যুক্ত ক্লোরোপ্লাস্ট লিঙ্গাধর উদ্ভিদ কোষে বর্তমান
2. দ্বিফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণু
3. থ্যালাস জাতীয় লিঙ্গাধর উদ্ভিদ দেহ।

হেপাটিকপসিডার সাথে সাদৃশ্য ঃ

1. পরিণত জনন অঙ্গোর গঠন
2. থ্যালাসের অগ্রস্থ বৃদ্ধি
3. রেণুধারণ কলা রেণু ও বন্ধ্যাকোষ উৎপন্ন করে।

ব্রায়পসিডার সাথে সাদৃশ্য ঃ

1. কেন্দ্রীয় বন্ধ্যা কোষের কলুমেলা বর্তমান।
2. রেণুধারণ কলা ক্রমশ কমতে থাকে।
3. সক্রিয় রন্ধ্রের উপস্থিতি।
4. রেণুধারণ কলা অ্যাম্পিথোসিয়ামের ভেতরের স্তর থেকে উৎপন্ন হয়।

টেরিডোফাইটার সাথে সাদৃশ্য ঃ

1. নিমজ্জিত জননেন্দ্রিয়।
2. লিঙ্গাধর উদ্ভিদের অঙ্গাজ গঠনের সাদৃশ্য।
3. উন্নতমানের রেণুধর উদ্ভিদ, সালোকসংশ্লেষকারী কলা, অনিয়তবৃদ্ধি এবং সক্রিয় রন্ধ্র বর্তমান।

ওপরে উল্লেখিত সাদৃশ্য থেকে অনুমেয় যে অ্যান্থোসেরসে নিজস্ব বৈশিষ্ট্য রয়েছে এবং অনেক বৈশিষ্ট্যের সাথে অন্যান্য উদ্ভিদ গোষ্ঠীর সাদৃশ্য রয়েছে। সুতরাং অ্যান্থোসেরসকে উদ্ভিদ জগত এর একটি 'সংশ্লেষিত বিভাগ' (সিন্থেটিক গ্রুপ) রূপে গণ্য করা যেতে পারে। অ্যান্থোসেরস একদিকে যেমন লিবারওয়াট', মস্‌এর সাতে সম্পর্ক স্থাপন করেছে অপরদিকে তেমন টেরিডো ফাইটের সাথেও সাদৃশ্য বর্তমান।

3.3.7 অ্যান্থোসেরসের রেণুধর উদ্ভিদের জীববিজ্ঞান বিষয়ক গুরুত্ব ঃ (Biological importance of Anthoceros sporophyte)

অ্যান্থোসেরসের রেণুধর উদ্ভিদ বিশেষ উন্নত ধরনের। অন্যান্য ব্রায়োফাইটের থেকে উল্লেখযোগ্য ভাবে ভিন্ন এবং উন্নত। বিবর্তনে এবং জীববিদ্যা বিষয়ে এর গুরুত্ব নিম্নরূপ ঃ

a) **ক্যাপসিউলের প্রাচীরে বাতাস আদান প্রদান ও সালোকসংশ্লেষকারী অঞ্চল ঃ**

ক্যাপসিউল আবরণে সবুজ কোষ সহ রন্ধ্র থাকায় সালোকসংশ্লেষ প্রক্রিয়ায় খাদ্য উৎপাদন করতে সক্ষণ ফলে স্বাবলম্বী হওয়ার প্রথম ধাপের সূচনা করে। তবে প্রথমদিকে রেণুধরকে লিঙ্গাধরের ওপর নির্ভরশীল থাকতেই হয়।

b) **পর্যায়ক্রমিক ভাবে রেণুধারণ কলার অবিচ্ছিন্নতা ভেঙে উর্বর ও অনুর্বর অঞ্চল সৃষ্টি ঃ**

অবিচ্ছিন্ন রেণুধারণ কলা ছোট ছোট অংশে ভেঙে যাওয়ার ফলে মাঝে মাঝে বন্ধ্যা কোষের উৎপত্তি ঘটায় এবং নির্দিষ্ট সীমাবদ্ধ স্থানে রেণুস্থলী গঠন করতে পারে। এই ঘটনা, প্রগতিশীল বিবর্তনের মাধ্যমে পরবর্তী উন্নত উদ্ভিদগোষ্ঠীতে রেণুপত্র ও রেণুস্থলী উৎপন্ন হওয়াকে নির্দেশ করে।

c) **কেন্দ্রীয় বন্ধ্যা কলু মেলা ঃ**

এন্ডোথেসিয়াম সম্পূর্ণ বন্ধ্যাকোষে পরিণত হয় এবং কেন্দ্রীয় কলুমেলা গঠন করে। এই কলুমেলা রেণুধরকে যান্ত্রিক শক্তি প্রদান করে এবং জল পরিবহণেও সাহায্য করে। এজন্য কলুমেলাকে ভবিষ্যৎ সংবহন কলার অগ্রদূত রূপে গণ্য করা যেতে পারে।

d) **রেণুধারণ কলার অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে উৎপত্তি ঃ**

রেণুধারণ কলার অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে উৎপত্তি ও ক্যাপসিউলের বহির্দেশের দিকে অবস্থান অতি সহজে রেণু বিদারণ পদ্ধতিকেই নির্দেশ করে।

e) **ক্যাপসিউলের ভিত্তি অঞ্চলে নিবেশিত ভাজক কলার উপস্থিতি ঃ**

ক্যাপসিউলের নিম্নাংশ নিবেশিত ভাজক কলার উৎপত্তি ও অবস্থান স্বাধীনভাবে দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং বৃদ্ধি অনিয়ত। সুতরাং ভাজক কলার উপস্থিতি ভবিষ্যৎ রেণুধরের অনিয়ত বৃদ্ধি ও দীর্ঘস্থায়িত্বকে নির্দেশ করে।

f) **খাড়াভাবে দণ্ডায়মান, বৃহৎ (দীর্ঘ), বেলনাকার ক্যাপসিউল এবং স্ফীত, প্রসারিত পদের উপস্থিতি ঃ**

ক্যাপসিউল খাড়াভাবে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর প্রসারিত, স্ফীত পদের সাহায্যে যুক্ত থাকে এবং শোষণ কার্য সম্পন্ন করে। অনেক সময় রাইজয়েড জাতীয় অঙ্গ পদ থেকে নির্গত হয়ে লিঙ্গাধর উদ্ভিদকে ভেদ করে। এ ঘটনা ভবিষ্যতে যে রেণুধর উদ্ভিদই স্বাবলম্বী ও দীর্ঘস্থায়ী হবে সে দিককে নিদেশ করে।

3.3.8 প্রশ্নাবলি

1. অ্যান্থোসেরসের যৌন জনন অঙ্গের গঠন চিত্রসহ আলোচনা করুন।
2. অ্যান্থোসেরসের রেণুধর উদ্ভিদের গঠন ও বিকাশ চিত্রসহ লিপিবদ্ধ করুন।
3. অ্যান্থোসেরসের শ্রেণীবদ্ধ অবস্থান ও জাতিজনি সম্পর্কে যা জানেন লিখুন।
4. চিত্রসহ অ্যান্থোসেরসের রেণুধর উদ্ভিদের গঠন বর্ণনা করুন। ব্রায়োফাইটার অন্যান্য রেণুধর উদ্ভিদ অপেক্ষা এটা যে উন্নত তা প্রমাণ করুন।
5. অ্যান্থোসেরসের অঙ্গজ ও যৌন জনন অঙ্গগুলির বৈশিষ্ট্য লিপিবদ্ধ করুন।
6. অ্যান্থোসেরসের জীববিজ্ঞান বিষয়ক গুরুত্ব উল্লেখ করুন।
7. গুচ্ছাকার পুংধানী কোন ব্রায়োফাইটা'র কোন গণে উপস্থিত থাকে?
8. ব্রায়োফাইটা'র কোন গণে শল্ক অনুপস্থিত?
9. কোন ক্যাপসিউলে ভাজক কলা উপস্থিত থাকে?
10. সিউডোইলেটার কী? কোথায় পাওয়া যায়?
11. অ্যান্থোসেরসের জননাঙ্গের পরিস্ফুটন ব্যাখ্যা করুন।
12. অ্যান্থোসেরসে — ভ্রূণস্তর থেকে রেণুধারণ কলা উৎপন্ন হয়।
13. কলুমেলা কী? এর উৎপত্তি লিখুন।
14. ইনভলিউকার কী?
15. অ্যান্থোসেরসের রেণুধরের রেণু বিস্তারণ পদ্ধতি আলোচনা করুন।
16. শব্দছকে অ্যান্থোসেরসের জীবনচক্র লিখুন।
17. অ্যান্থোসেরসের লিঙ্গাধর উদ্ভিদে অন্তঃবাসী শৈবালের নাম লিখুন।
18. অ্যান্থোসেরসের রেণুধরের উন্নত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি লিখুন।

3.3.9 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 3.3.3B দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 3.3.5 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 3.3.6 ও 3.3.7 দেখুন
4. অনুচ্ছেদ 3.3.5, 3.3.6 ও 3.3.7 দেখুন।

5. 3.3.3A দেখুন।
6. 3.3.7 দেখুন।
7. অ্যান্থোসেরস।
8. অ্যান্থোসেরস।
9. অ্যান্থোসেরস।
10. 3.3.5 দেখুন।
11. 3.3.3B দেখুন।
12. অ্যাম্পিথেসিয়াম।
13. 3.3.5 দেখুন। এন্ডোথেসিয়াম থেকে।
14. 3.3.5 দেখুন।
15. 3.3.5 দেখুন।
16. চিত্র 3.3.11 দেখুন।
17. নষ্টক।
18. 3.3.5 ও 3.3.7 দেখুন।

3.4 ব্রায়োপসিডা'র (bryopsida) শ্রেণী বিভাগ

সমগ্র ব্রায়োফাইটা'র মধ্যে ব্রায়োপসিডা (Bryopsida) শ্রেণীটি সর্বাপেক্ষা বৃহৎ ও বিস্তৃত। প্রায় 10,000 প্রজাতি 700 গণের অন্তর্ভুক্ত।

ব্রায়োপসিডার শ্রেণীবিভাগ ঃ-

ব্রায়োপসিডা শ্রেণীকে সাধারণতঃ তিনটি উপশ্রেণীতে (sub-class) ভাগ করা হয়েছে, যথাক্রমে ঃ

1. স্ফ্যাগ্‌নিডি (sphagnidae)
2. অ্যান্ড্রিয়েডি (Andreaidae)
3. ব্রায়িডি (Bryidae)

রিমারস (Reimers) 1954 সালে ব্রায়োপসিডা শ্রেণীকে 5টি উপশ্রেণীতে বিভক্ত করেছেন, যথা ঃ-

1. স্ফ্যাগনিডি (Sphagnidae)
2. অ্যানড্রিযেডি (Andreaeidae)
3. ব্রায়িডি (Bryidae)
4. বাক্সবাউমিডি (Buxbaumidae)
5. পলিট্রিকিডি (Polytrichidae)

শোফিল্ড (Schofield) 1985 সালে ব্রায়োপসিডা শ্রেণীকে সাতটি উপশ্রেণীতে বিভক্ত করেন, যথাক্রমে ঃ-

1. অ্যান্ড্রিয়েডি (Andreaidae)
2. স্ফ্যাগনিডি (Sphagnidae)
3. টেক্সাফিডি (Teraphidae)
4. পলিট্রিকিডি (Polytrichidae)
5. বাক্সবাউমিডি (Buxbaumidae)
6. ব্রায়িডি (Bryidae)
7. আর্কিডিডি (Archidiidae)

ব্রায়োপসিডা শ্রেণীর বৈশিষ্ট্য পূর্বেই আলোচনা করা হয়েছে। এই শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত ফিউনারিয়ার (Funaria) জীবনচক্র পরবর্তী পর্যায়ে আলোচনা করা হবে।

উপশ্রেণী ব্রায়িডি (Subclass-Bryidae)

সমগ্র ব্রায়োপসিডার, মধ্যে ব্রায়িডি উপশ্রেণী সর্বাপেক্ষা উন্নত এবং এদের 'আদর্শ মস্' রূপে গণ্য করা হয়। ব্রায়িডি উপশ্রেণীতে মোট 11টি বর্গে 90টি গোত্রের মধ্যে প্রায় 650টি গণে 14,000 প্রজাতিকে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

ব্রায়িডি উপশ্রেণীর অন্তর্গত 'মস' গুলি পৃথিবীপৃষ্ঠে বহুল বিস্তৃত। উদ্ভিদগুলি উভয় গোলার্ধেই বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু পর্যন্ত প্রায় সকল অক্ষাংশ অঞ্চলেই উন্মুক্ত খনিজ পদার্থ সমন্বিত পাথরের গায়ে অথবা মাটিতে দেখা যায়। এমনকি সর্বাপেক্ষা বেশি উচ্চতায় যেখানে গাছ বাঁচতে সক্ষম সেখানেও এদের আধিক্য দেখা যায়। আর্কটিক সমুদ্রে ভাসমান বরফ খণ্ডেও এদের জন্মাতে দেখা যায়। যদিও এদের কিছু কিছু প্রজাতি উষ্ণ প্রস্রবণের ধারে জন্মায় তবুও এদের কেউই অতিরিক্ত তাপমাত্রা সহ্য করতে পারে না। শুকনো আবহাওয়া অঞ্চলে এদের দেখা যায় তবে সেক্ষেত্রে সে সব অঞ্চলে বছরের কোন না কোন এক সময়ে জলীয় বাষ্পপূর্ণ জলবায়ু বা বৃষ্টি আবশ্যিক। বিভিন্ন পরিবেশ, এরা তাদের বাসস্থান হিসাবে গ্রহণ ও মানিয়ে নিতে সক্ষম যথা জল সম্পূর্ণ নিমজ্জিত অবস্থায় (পরিষ্কার হ্রদে এমনকি 20 মিটার গভীরতা

পর্যন্ত) অথবা ভাসমান অবস্থায় অথবা মৃত্তিকাতে (এমনকি নুড়ি পাথরের নীচে উদাঃ অ্যাস্‌চিসমা কানসানাম (Aschisma Kansanum) অথবা পাথরের গায়ে, যেমন Grimmia (গ্রীমিয়া) হিউমাসের ওপরে, গাছের গুঁড়ি ও শাখার ওপরে, (তলা থেকে শীর্ষদেশ পর্যন্ত) অথবা আইসল্যান্ডের (Iceland) লাভা মাটিতে যেমন Rhacomitrium (র‍্যাকোমিট্রিয়াম)।

উত্তর গোলার্ধ এবং ক্রান্তীয় ও নিকটবর্তী ক্রান্তীয় অঞ্চলে বিশেষত যেখানে জলীয়বাষ্প পূর্ণ আবহাওয়া বর্তমান সেখানে ব্রায়িডির সংখ্যা ও বিস্তৃতি সর্বাধিক। এরকম পরিবেশে এরা মাটিতে মোটা নরম কার্পেটের ন্যায় আবরণ তৈরি করে এর গাছের গুঁড়ি আবৃত করে, শাখাতে ফেস্টুন আকারে ঝুলন্ত অবস্থায় বসবাস করে। ব্রায়িডির অন্তর্গত মস্‌গুলি বিভিন্ন রঙের হওয়ার জন্য (যেমন সাদাভ সবুজ, হাল্কা সবুজ, সোনালী সবুজ, বাদামী, লাল, লাল-বেগুনী থেকে কালো এবং প্রায় কালো) বিশেষত পরিণত লিঙ্গা ধর দশায় তারা আকর্ষণীয় দর্শনীয় বস্তু হয়ে উঠে। বেশিরভাগ ব্রায়িডি ছায়াচ্ছন্ন অঞ্চল যেখানে বাষ্পীয় ভবনের হার কম ও যথোপযুক্ত খাদ্য বর্তমান বিশেষত বৃষ্টি বিমুক্ত ভেজা গাছে ও পাতায় অথবা বৃষ্টি ধোয়া ভেজা মাটিতে।

অনেক ব্রায়িডি তাদের প্রয়োজনীয় উপযুক্ত বাসস্থান (substratum) সম্পর্কে নির্দিষ্ট। কিছু প্রজাতি চুনাধিক্য স্থানে আবার কিছু প্রজাতি স্বল্প চুনযুক্ত স্থানে জন্মগ্রহণ করে। আবার কিছু প্রজাতি ছায়াচ্ছন্ন ফাটল অঞ্চলে বা গুহার সম্মুখভাগে জন্ম গ্রহণ করে। কিছু ব্রায়িডি প্রখর আলোকে বা শুধুমাত্র জৈবপদার্থযুক্ত অঞ্চলে জন্মগ্রহণ করে। অনেক সময় কিছু প্রজাতিকে চিরহরিৎ গুল্মজাতীয় উদ্ভিদের মোটা পাতার ওপরে জন্মাতে দেখা যায়। ব্রায়িডির বিস্তৃতি এবং বাসস্থান অন্তহীন। 'পিগমী মস্‌' (Phygmy moss)'কে সর্বাপেক্ষা ক্ষুদ্র মস রূপে গণ্য করা হয় যার উচ্চতা 1-2mm এবং কয়েক সপ্তাহের মধ্যেই তারা তাদের জীবনচক্র সম্পন্ন করে। কিছু আলোপ্রদায়ী মস্‌ যেমন স্কিস্‌টোটেগা (Schistostega) গুহা মস্‌ এবং মিটেনিয়া (Mittenia) গুহার প্রবেশ পথে জন্মগ্রহণ করে এবং সোনালী-সবুজ কিরণে জ্বলতে থাকে। সমস্ত মসের পৃষ্ঠদেশ বাঁকানো লেন্সের মত কোষ দ্বারা গঠিত যেগুলি গুহার অল্প ঔজ্জ্বল্যের আলোক ক্লোরোপ্লাস্টে ঘনীভূত করে সালোকসংশ্লেষ করতে সাহায্য করে।

চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ঃ

1. প্রোটোনিমা ফিতাকৃতি
2. পাতাগুলি বহুকোষী, ঘনভাবে বিন্যস্ত এবং মধ্যশিরাযুক্ত।
3. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ অগ্রস্থ কোষ দ্বারা বৃদ্ধিপ্রাপ্ত হয়।
4. রেণুধারণ কলা ও কলুমেলা 'এন্ডোথেসিয়াম' (Endothecium) নামক ভ্রূণস্তর থেকে উৎপন্ন হয়।
5. সিউডোপোডিয়াম (Pseudopodium) অনুপস্থিত।
6. সিটা খুব উন্নত ধরনের।

7. পরিণত ক্যাপসিউল উন্নত ধরনের ও জটিল।

8. ক্যাপসিউলে পেরিস্টোম (Peristome) দন্ত ও অপারকিউলাম উপস্থিত থাকে।

শ্রেণী বিন্যাস ঃ- ব্রায়িডি উপশ্রেণীতে বিরাট সংখ্যক উদ্ভিদ বর্তমান যাদের মধ্যে প্রচুর ভেদও বর্তমান এবং এর জন্যই ব্রায়িডি উপশ্রেণীর পুনরায় শ্রেণীবিন্যাস প্রয়োজন। বিভিন্ন সময়ে প্রকাশিত বিভিন্ন শ্রেণীবিন্যাসগুলি নিম্নে আলোচনা করা হল।

1. **মুলার** (1849) Muller (1849)

সি মুলার (1849) সমস্ত মসকে নিম্নলিখিত দুটি বিভাগে বিভক্ত করেন যথাক্রমে ঃ

a) **ক্লেইস্টোকারপি** (Cleistocarpi)

সুগঠিত অ্যানিউলাস, পেরিস্টোম দন্ত ও অপারকিউলাম অনুপস্থিত, ক্যাপসিউলের বিদারণ রৈখিক ভাবে বা আবরক কোষের নষ্টের ফলে সাধিত হয়ে থাকে।

b) **স্টিগোকারপি** (Stegocarpi) :

অ্যানিউলাস সমাঙ্গা, অপারকিউলাম সুগঠিত ও পেরিস্টোম দন্তের সাহায্যে রেণু বিদারণ সাধিত হয়।

2. **মিটেন** (Mitten, 1859)

বিজ্ঞানী মিটেন ব্রায়িডিকে দুটি ভাগে ভাগ করেন, যথা ঃ

a) আরথ্রোডন্টি (Arthrodonti) — পাতলা পেরিস্টোম দন্ত যুক্ত।

b) নিমাটোডন্টি (Nematodonti) — ফিতাকৃতি, নিরেট পেরিস্টোম দন্তযুক্ত।

3. **ফিলিবার্ট** (1884 - 1902) Philibert (1884 - 1902) :

মিটেন যদিও বা পেরিস্টোম দন্তের ওপর গুরুত্ব দিয়ে শ্রেণী বিভাগ করেছেন কিন্তু বিস্তারিত আলোচনা করেছেন ফিলিবার্ট। তিনিও মস্‌কে বিভক্ত করেছেন পেরিস্টোম দন্তের ভিত্তিতে নিম্নরূপে ঃ

a) আরথ্রোডন্টি (Arthrodonti)

ক) হ্যাপ্লোলেপিডি (Haplolepidae)

খ) ডিপ্লোলেপিডি (Diplolepidae)

b) নিমাটোডোন্টি (Nematodonti)

ক্যাভারস্‌

Cavers (1910-1911)

ক্যাভারস নিম্নরূপে ব্রায়িডিকে বিভক্ত করেন ঃ

a) নিমাটোডেন্টি (Nematodonti)

1. টেট্রাফিডেলিস (Tetraphidales)

2. পলিট্রিকেলিস (Polytricales)

3. বাক্সবাউমিয়েলিস (Buxbaumiales)

b) আরথ্রোডন্টি (Arthrodonteae)

4. ইউব্রায়েলিস (Eubryales)

সিরিজ (Siries) 1 — হ্যাপ্লোলেপিডি (Haplolepideae) (পেরিস্টোমদন্ত একটি মাত্র বলয়ে সজ্জিত)

সিরিজ 2 হেটারোলেপিডি (Heterolepideae) (পেরিস্টোম দন্ত বিভিন্ন রকমের, হ্যাপ্লোলেপিডাস অথবা ডিপ্ললেপিডাস)

সিরিজ 3 ডিপ্লোলেপিডি (Diplolepideae)

(পেরিস্টোম দন্ত সাধারণতঃ দুটি বলয়ে সজ্জিত; বাইরের এক্সোস্টোম (Exostome) এবং ভিতরের এন্ডোস্টোম (Endostome)

উপসিরিজ 1 এপিক্র্যানয়ডি (Epicranoideae) (এক্স্যাস্টোম দন্ত এন্ডোস্টোমের ওপরে অবস্থিত)

উপসিরিজ 2 মেটাক্র্যানয়ডি (Metacranoideae) এক্সোস্টোম ও এন্ডোস্টোম alternately সজ্জিত। শ্রেণীবিন্যাসের এই পদ্ধতি ক্যাম্পবেল অনুসরণ করেছিলেন এবং ডিক্সন (Dixon) তাঁর শ্রেণীবিন্যাসের ভিত্তিরূপে গ্রহণ করেছেন।

5. ডিক্সন (1932) পদ্ধতি (Dixon – 1932)

ডিক্সন ব্রায়িডি উপশ্রেণীকে নিম্নরূপে ভাগ করেন ঃ A

ক্লান I - নিমাটোডন্টি (Nematodonteae) (পেরিস্টোম দন্ত নিরেট, অনুপ্রস্থে সজ্জিত নয়, ক্যাপসিউলের কেন্দ্রীয় বলয়স্তর কোষ থেকে উৎপত্তি প্রাপ্ত)

পাঁচটি বর্গ (Orders) বর্তমান।

ক্লান II - আরথ্রোডন্টি (Arthrodonteae)

(পেরিস্টোম দন্ত পাত্‌লা পর্দাবৎ, ক্যাপসিউলের একটি মাত্র স্তরের কোষ থেকে উৎপত্তি প্রাপ্ত, অনুপ্রস্থে বিস্তৃত।)

উপক্লান I হ্যাপ্লোলেপিডি (Haplolepideae)

উপক্লান 2 হেটারোলেপিডি (Heterolepideae)

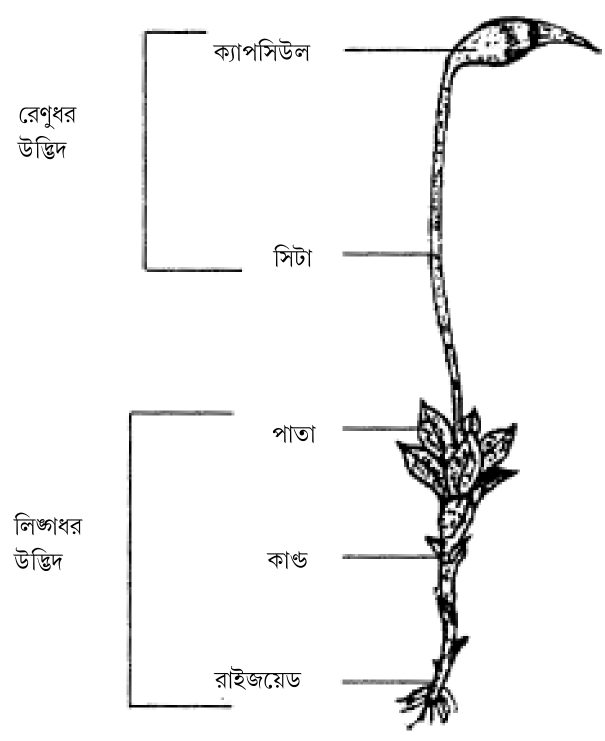
উপক্লান 3 ডিপ্লোলেপিডি (Diplolepideae)

(ছয়টি বর্গ বর্তমান যার মধ্যে একটি হল ফিউনারিয়েলিস)

3.5 ফিউনারিয়া'র (Funaria) জীবনচক্র

3.5.1 বিস্তারণ ও বসতি ঃ ফিউনারিয়া একটি মস্‌জাতীয় উদ্ভিদ। বর্ষাকালে ভেজা প্রাচীরের গায়, গাছের গুঁড়ির ফাটলে, ছায়াচ্ছন্ন, আর্দ্র পরিবেশে, সিক্ত মৃত্তিকায় দলবদ্ধভাবে জন্মায়। ভারতবর্ষে পার্বত্য অঞ্চলের নাতিশীতোষ্ণ পরিবেশে এরা বিস্তৃত থাকে। পৃথিবীর প্রায় সর্বত্রই বিদ্যমান। 117টি প্রজাতির মধ্যে ভারতবর্ষে 15 টি প্রজাতি পাওয়া যায়। তার মধ্যে ফিউনারিয়া হাইগ্রোমেট্রিকা (Funaria hygrometrica) পার্বত্য অঞ্চলের সর্বত্রই পাওয়া যায়।

3.5.2 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ (চিত্র 3.5.1)



চিত্র 3.5.1

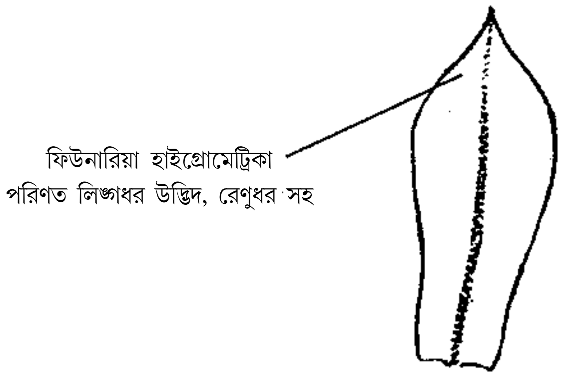
A) বহিঃঅঙ্গাসংস্থান ঃ লিঙ্গাধর উদ্ভিদ প্রধান দুটি অংশে বিভেদিত।

a) শায়িত, সূত্রাকার শাখান্বিত শৈবালের ন্যায় ক্ষণস্থায়ী 'প্রোটোনিমা' এবং

b) খাড়া, ঋজু, পত্রযুক্ত স্থায়ী বিটপ যাকে পত্রাবকাণ্ড বা গ্যামেটোফোর (Gametophore) বলা হয়।

পরিণত অবস্থায় গ্যামেটোফোর স্বাধীন লিঙ্গাধর উদ্ভিদে পরিণত হয়। এই লিঙ্গাধর উদ্ভিদের দেহ ভূনিম্নস্থ স্থূল গ্রন্থিকন্দ (Rhizome) এবং শাখান্বিত পত্রবিশিষ্ট কাণ্ডে বিভেদিত। কাণ্ড সরু, সবুজ, ঋজু, একাক্ষ প্রকৃতির শাখাযুক্ত, সরল ক্ষুদ্র পাতা দ্বারা আবৃত। গ্যামেটোফোর মূলহীন তবে মূলের পরিবর্তে কাণ্ডের নিম্নাংশ থেকে অসংখ্য, বহুকোষী শাখান্বিত রাইজয়েড উৎপন্ন হয়।

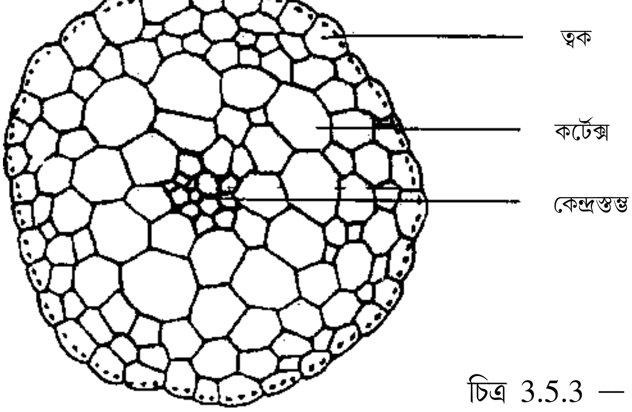
কাণ্ডকে বেষ্টন করে সর্পিলাকারে ঘনসন্নিবিষ্টভাবে পাতা উৎপন্ন হয়। পাতা বৃন্তহীন, অগ্রভাগ সূঁচালো এবং কিনারা মসৃণ। অপরিণত পাতার মধ্যশিরা না থাকলেও পরিণত পাতায় মধ্যশিরা বর্তমান। (চিত্র 3.5.2)



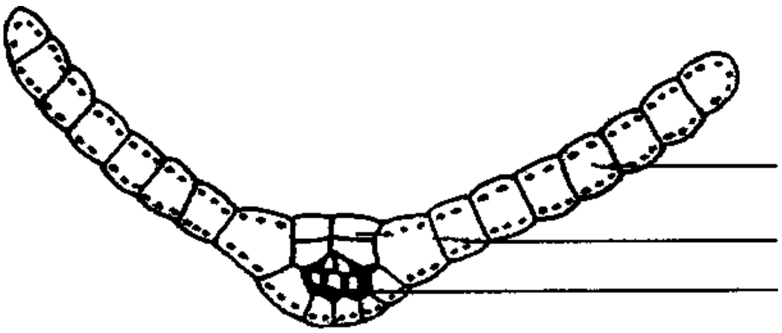
চিত্র 3.5.2 — পাতা

B **অন্তঃঅঙ্গাসংস্থান ঃ**

কাণ্ড ঃ কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ পর্যবেক্ষণ করলে নিম্নলিখিত তিনটি অংশ পরিলক্ষিত হয় যথা ঃ ত্বক (Epidermis) বহিঃস্তর বা কর্টেক্স (Cortex) এবং কেন্দ্রস্তম্ভ বা Central Cylinder. (চিত্র 3.5.3)



চিত্র 3.5.3 — কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র 3.5.4 — পাতার প্রস্থচ্ছেদ

বাইরে একস্তরবিশিষ্ট ত্বক, ক্লোরোফিলপূর্ণ, ত্বকে পত্ররন্ধ্র থাকে না। ত্বকের নীচে থাকে কর্টেক্স প্যারেনকাইমা কোষযুক্ত বহুকোষী স্তর। অপরিণত অবস্থায় কোষগুলিতে ক্লোরোপ্লাস্ট থাকে কিন্তু পরিণত কোষে ক্লোরোপ্লাস্ট অনুপস্থিত। পরিণত কাণ্ডে বহির্কর্টেক্স স্থূল প্রাচীরযুক্ত এবং অন্তঃপ্রাচীরের কোষগুলি পাত্‌লা প্রাচীরযুক্ত। কেন্দ্রস্তম্ভের কোষগুলি আকারে ছোট ও স্থূল প্রাচীরযুক্ত, প্রোটোপ্লাজম বিহীন মৃত কোষের সমষ্টি — এদের 'হাইড্রয়েড' বলে। কেন্দ্রস্তম্ভ সংবহন কলার অগ্রদূতরূপে বিবেচিত হয়।

C) **অগ্রস্থবৃদ্ধি ঃ** একটিমাত্র অগ্রস্থ কোষ দ্বারা অগ্রস্থবৃদ্ধি সম্পন্ন হয়। অগ্রস্থ কোষটি কোষ বিভাজনের তিনটি তল বিশিষ্ট।

3.5.3 জনন ঃ ফিউনারিয়ায় দুই প্রকার জনন পদ্ধতি পরিলক্ষিত হয় যথাক্রমে অঙ্গজ ও যৌন।

A. **অঙ্গাজজনন ঃ** ফিউনারিয়ায় অঙ্গাজনন নিম্নলিখিত প্রকারের মাধ্যমে সম্পন্ন হয়।

a) **প্রাথমিক প্রোটোনেমার সংখ্যাবৃদ্ধি দ্বারা ঃ** প্রাথমিক প্রোটোনেমা ছোট ছোট অংশে বিভক্ত হয়ে নতুন গ্যামেটোফোর গঠন করে।

b) **গৌণ প্রোটোনেমা দ্বারা ঃ** গ্যামেটোফোর থেকে বিচ্যুত কাণ্ড, পাতা বা রাইজয়েড থেকে সূত্রাকার প্রোটোনেমা উৎপন্ন হয় যাকে গৌণ প্রোটোনেমা বলা হয়। এই গৌণ প্রোটোনেমা থেকে নতুন গ্যামেটোফোর' এর উদ্ভব হয়।

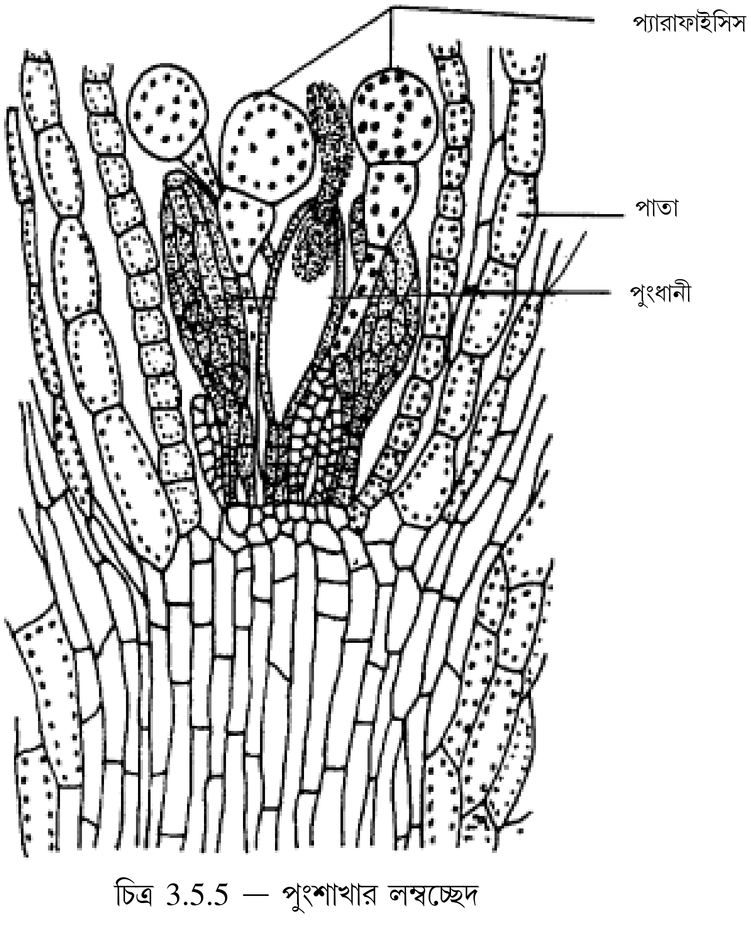
c) **বুলবিল (Bulbil) গঠন দ্বারা ঃ** এগুলি আকারে ক্ষুদ্র, আকারে প্রায় গোলাকার বিশ্রামরত এক প্রকার মুকুল। বুলবিল রাইজয়েডে উৎপন্ন হয়। অনুকূল পরিবেশে বুলবিল থেকে নতুন গ্যামেটোফোর সৃষ্টি হয়। বর্তমানে এই বুলবিল 'টিউবার' নামে পরিচিত।

d) **গেমাদ্বারা (Gemma) ঃ** প্রতিকূল পরিবেশে ফিউনারিয়ার একাধিক প্রজাতিতে রাইজয়েড, পাতা বা কাণ্ডের গায়ে গেমা উৎপন্ন হয়। অনুকূল পরিবেশে এই গেমা থেকে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়।

e) **অ্যাপোস্পোরী (Apospory) ঃ** রেণুস্থলী থেকে সরাসরি প্রোটোনেমাল সূত্র উৎপন্ন যেগুলি পার্শ্বমুকুল উৎপন্নের দ্বারা নতুন গ্যামেটোফোর সৃষ্টি করে। এধরনের গ্যামেটোফোর ডিপ্লয়েড (2n) যেহেতু তারা রেণুস্থলি থেকে সরাসরি মিয়োসিস ব্যতিরেকে উৎপন্ন হয়।

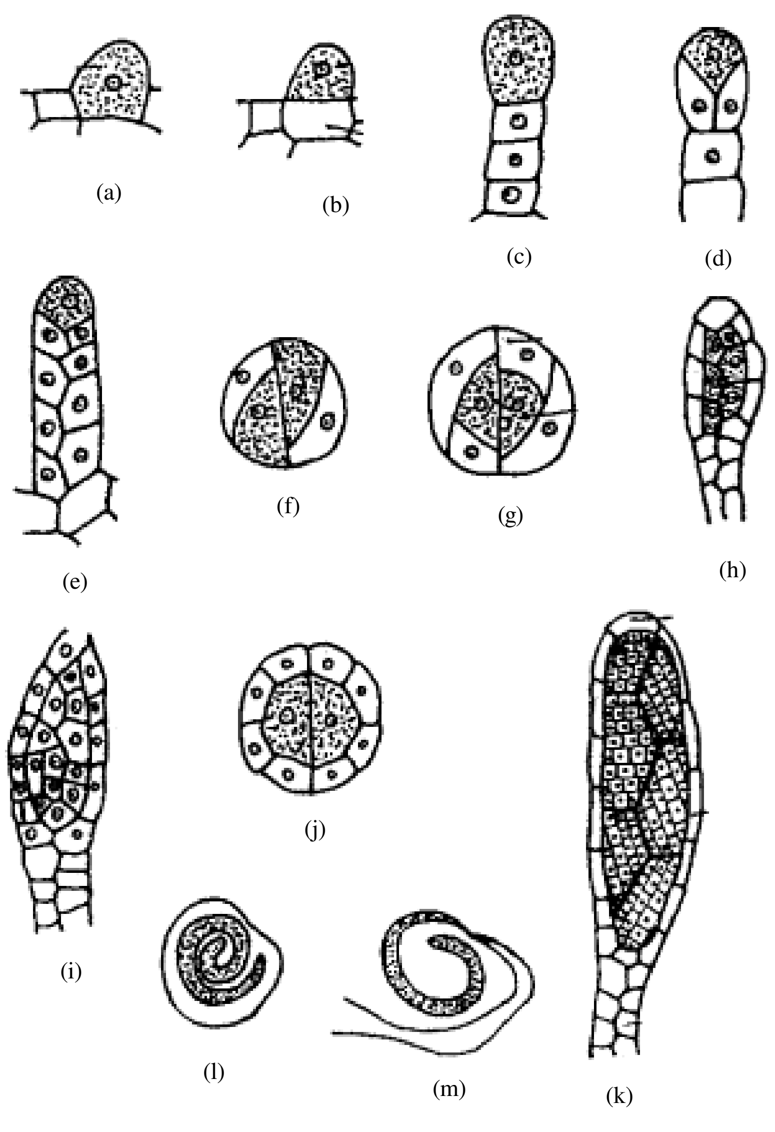
B. **যৌন জনন ঃ** ফিউনারিয়া সহবাসী উদ্ভিদ অথবা মিশ্রবাসী অর্থাৎ পুংধানী ও স্ত্রীধানী একই উদ্ভিদের বিভিন্ন শাখার অগ্রভাগে একগুচ্ছ পুংধানী উৎপন্ন করে যা পুংশাখা নামে পরিচিত। পার্শ্বীয় শাখা স্ত্রীধানী বহন করে যা স্ত্রীশাখা নামে পরিচিত। পরবর্তী কালে পার্শ্বীয় শাখা প্রধান শাখার উর্ধ্বে বৃদ্ধি পায়।

1. **পুংধানী ঃ** (চিত্র 3.5.5) পুংশাখার অগ্রে পুংধানী গুচ্ছাকারে বিন্যস্ত থাকে। পুংশাখার নীচের দিকে পাতাগুলি ক্ষুদ্র এবং ছড়ানো (scattered) কিন্তু অগ্রভাগে তারা ঘনসন্নিবিষ্ট এবং গোলাপ দলের মত প্রসারিত — এদের পেরিগোনিয়াল পত্র বলে। পুরো গঠনটি ফুলের সাথে সাদৃশ্যযুক্ত। ঘনসন্নিবিষ্ট গোলাপ দলাকার স্থানের কেন্দ্র লালচে রঙের। পেরিগোনিয়াল পাতা সহ পুংধানী গুচ্ছকে পেরিগোনিয়াম বলে। পুংধানীগুচ্ছ অসংখ্য পুংধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশায় বর্তমান থাকে। পরিণত পুংধানী থেকে শুক্রাণু উৎপন্ন ও দীর্ঘ সময় ধরে ক্রমশ নির্গত হতে থাকে।



চিত্র 3.5.5 — পুংশাখার লম্বচ্ছেদ

পুংধানীর পরিস্ফুরণ ঃ (চিত্র 3.5.6) পুংধানী শাখার শীর্ষভাগের পৃষ্ঠদেশের একটি মাত্র কোষ প্রারম্ভিক পুংধানী কোষরূপে কাজ করে।



চিত্র 3.5.6 — পুংধানী পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

1. **প্রারম্ভিক পুংধানী** কোষটি আয়তনে বাড়তে থাকে এবং একটি উপবৃদ্ধিতে পরিণত হয়। কোষটি অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে বাইরে একটি ও ভেতরে আর একটি কোষ সৃষ্টি করে। বাইরের কোষটিকে পুংধানী মাতৃকোষ বলা হয় এবং পুংধানীর সব অংশই তৈরি করে। ভেতরের কোষ পুংধানী বৃন্তের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রোথিত অংশ সৃষ্টি করে।

2. **পুংধানী মাতৃকোষ** অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে একটি 2-3 কোষ দ্বারা গঠিত ক্ষুদ্র সূত্র উৎপন্ন করে যা বৃন্তে নিম্নাংশ তৈরি করে। এই সূত্রের অগ্রস্থ কোষে দুটি বিভেদ প্রাচীর সৃষ্টি হয় যেগুলি বাঁদিক, ডানদিকে ক্রমান্বয়ে, দুটি খণ্ড সারি উৎপন্ন করে — এভাবে 5-7 টি খণ্ড উৎপন্ন হয়।

3. এরপর অগ্রস্থ কোষ থেকে 3-4 টি কোষের পিছনের খণ্ডগুলি পৃষ্ঠ সমান্তরাল ভাবে বিভাজিত হয়। পরবর্তীকালে এর ওপরের খণ্ডেও (প্রান্তীয় কোষের দিকে) পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজন হয়। অপরিণত পুংধানীর একেবারে নীচের খণ্ডতে পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজন হয় না — এগুলি পুংধানীর প্রোথিত অংশের ওপরে বৃন্ত তৈরি করে।

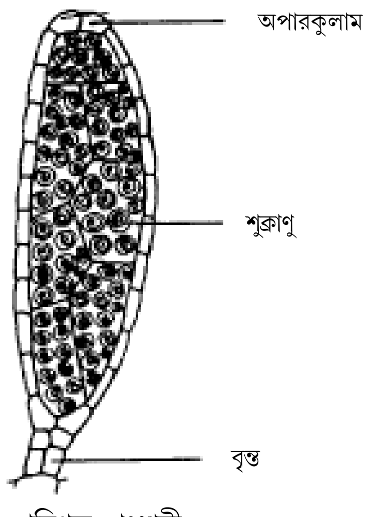
4. পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনের ফলে দুটি অসম আকৃতির কোষ উৎপন্ন হয়। ছোট কোষটি প্রথম **প্রারম্ভিক আবরক কোষ** এবং বড় কোষটি পুনরায় বিভাজন দ্বারা **দ্বিতীয় প্রারম্ভিক আবরক কোষ** ও একটি প্রাথমিক পুংধানী কোষ উৎপন্ন করে।

5. প্রতিটি প্রারম্ভিক আবরক কোষ পৃষ্ঠ সমান্তরাল বিভাজনে সৃষ্ট প্রাচীরের সাথে সমকোণে বিভাজিত (Anticlinal division) তৈরি করে।

6. অগ্রস্থ কোষ **পুংধানীর টুপি** (operculum) তৈরি করে।

7. প্রাথমিক পুংধানী কোষ পুনঃপুনঃ বিভাজন দ্বারা শুক্রাণু মাতৃকোষ উৎপন্ন করে। প্রতিটি শুক্রাণু মাতৃকোষ থেকে দুটি করে শুক্রাণু তৈরি হয়। প্রতি শুক্রাণু দ্বিফ্লাজেলাযুক্ত।

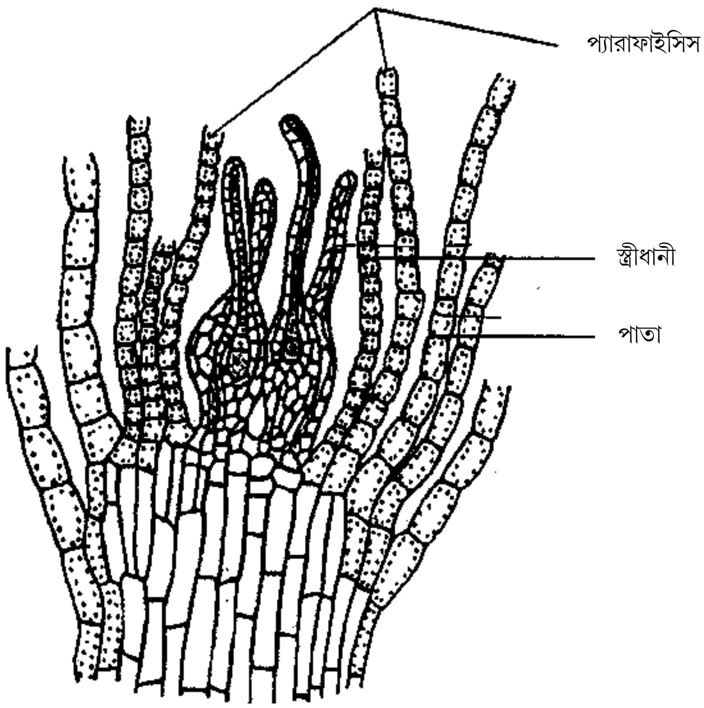
পরিণত পুংধানী ঃ (চিত্র 3.5.7)



চিত্র 3.5.7 — পরিণত পুংধানী

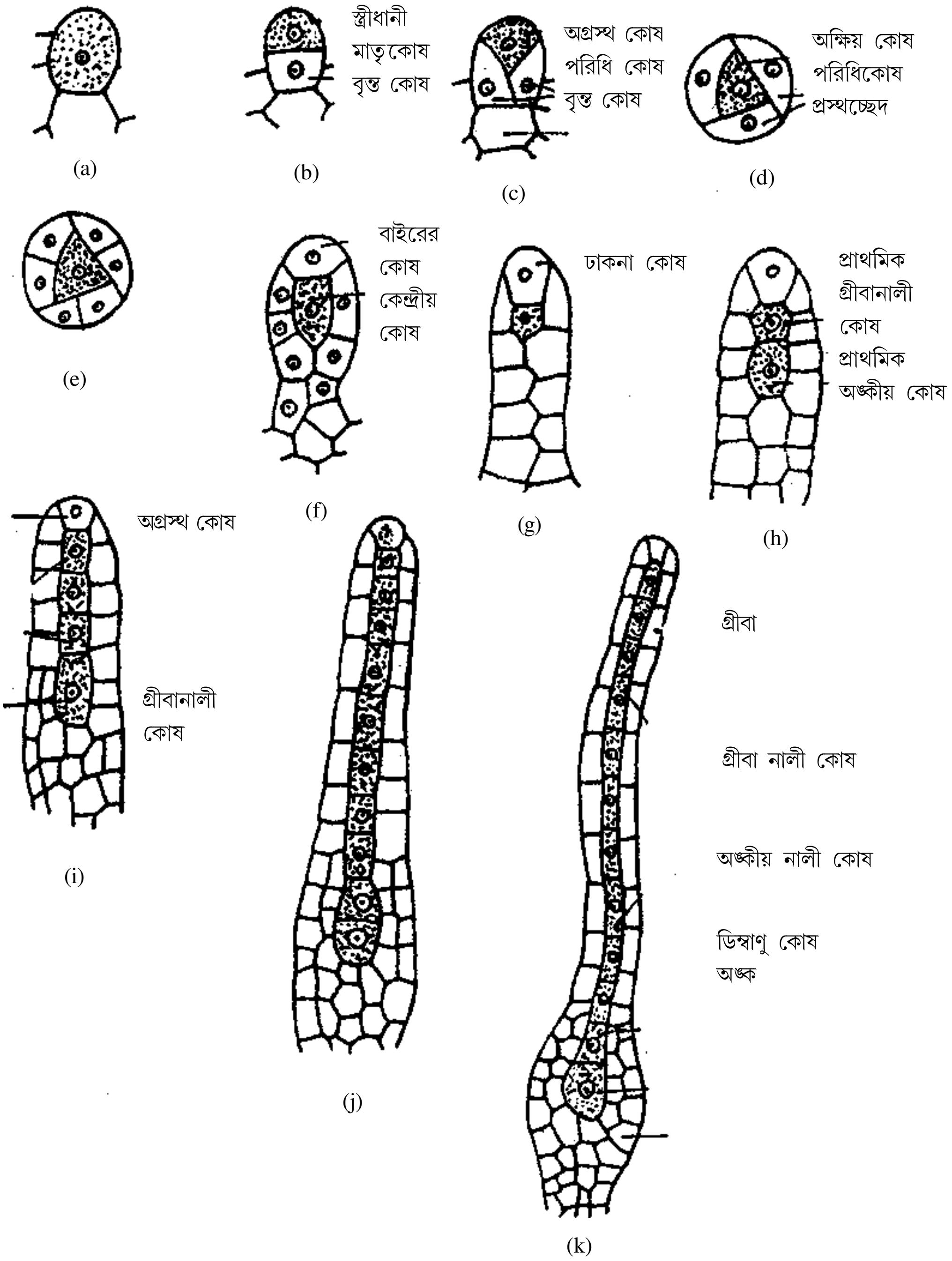
পরিণত পুংধানী গদাকৃতি ও ক্ষুদ্র বৃন্তযুক্ত। পুংধানীর একস্তর বিশিষ্ট বহিরাবরণ বর্তমান। ভেতরে থাকে অসংখ্য শুক্রাণু। পুংধানীর বহিরাবরণের অগ্রপ্রান্তে স্থূল প্রাচীরযুক্ত কোষ বিদ্যমান যাকে অপারকিউলাম বলে। পুংধানী অসংখ্য সবুজবর্ণের খাড়া বহুকোষী, বন্ধ্যা রোম বা প্যারাফাইসিস দ্বারা আবৃত থাকে। প্রতি প্যারাফাইসিসের অগ্রস্থ কোষ ফোলা এবং আকারে বড়। প্যারাফাইসিসের কাজ সঠিক জানা যায়নি। হয়ত পুংধানীকে রক্ষা করে এবং ক্লোরোফিল থাকার জন্য সালোকসংশ্লেষ করে। অনেকে বলেন তারা জল সংরক্ষণে সাহায্য করে এবং ধরে রেখে মিউসিলেজের সিক্ত অবস্থায় পুংধানীকে ভিজিয়ে রাখে, যা শুক্রাণু নির্গমণে বিশেষ প্রয়োজনীয়। সুতরাং প্যারাফাইসিসের পুংধানীকে রক্ষা করা, জল সংরক্ষণ, সালোকসংশ্লেষ ও শুক্রাণু নির্গমনে বিশেষ ভূমিকা আছে বলে বিবেচনা করা হয়। পরিণত পুংধানীর বহিরাবরণ স্তরের কোষগুলি জল শোষণ করে স্ফীত হয়, যার ফলে কোষগুলিতে জলস্ফীতি চাপের সৃষ্টি হয় এবং অপারকিউলাম অংশটি ফেটে যায়। সাথে সাথে পুংধানীর অগ্রপ্রান্তটি বিদীর্ণ হয় এবং শুক্রাণুগুলি বাইরে নির্গত হয়।

2. স্ত্রীধানী ঃ স্ত্রীধানীগুলি স্ত্রীশাখার অগ্রপ্রান্তে পুষ্পবিন্যাসের ন্যায় গুচ্ছাকারে সজ্জিত থাকে। (চিত্র 3.5.8) স্ত্রীধানী ঘিরে যে পাতা থাকে তাকে পেরিকিটিয়াল পাতা বলা হয়। সাধারণ পাতার সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ হওয়ার জন্য এদের পৃথক করা যায় না। এই পেরিকিটিয়াল পাতার সাথেই অঙ্গাঙ্গীভাবে জড়িয়ে থাকে অসংখ্য স্ত্রীধানী ও প্যারাফাইসিস। স্ত্রীশাখার অগ্রস্থ বৃদ্ধি সীমিত, যেহেতু অগ্রস্থ কোষ স্ত্রীধানী উৎপন্নের কাজে ব্যবহৃত হয়ে যায়।



চিত্র 3.5.8 — স্ত্রীশাখার লম্বচ্ছেদ

স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটন ঃ স্ত্রীধানী স্ত্রীশাখার অগ্রে উৎপন্ন হয় এবং অগ্রস্থ কোষ স্ত্রীধানী সৃষ্টিতে ব্যবহৃত হয়ে যায়। (চিত্র 3.5.9)



চিত্র 3.5.9 — স্ত্রীধানীর পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

1. স্ত্রীধানী **প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী** কোষ থেকে উৎপন্ন হয়। বিজ্ঞানী ক্যাম্পবেলের মতানুযায়ী প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষ অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে নীচে **ভিত্তি কোষ** ও ওপরে **অগ্রস্থ কোষ** তৈরি করে।

2. ভিত্তি কোষ বিভাজনের ফলে **স্ত্রীধানীর বৃন্ত** গঠন করে। অগ্রস্থ কোষ স্ত্রীধানী মাতৃকোষরূপে কাজ করে।

3. স্ত্রীধানী মাতৃ কোষে এমনভাবে তিনটি বিভেদ প্রাচীর সৃষ্টি হয় যার ফলে একটি কেন্দ্রীয় **অক্ষীয় কোষকে** ঘিরে **তিনটি পরিধি কোষ** উৎপন্ন হয়। **কেন্দ্রীয় অক্ষীয় কোষটি চারমাত্রিক** এবং যার নীচের দিক সামান্য সূঁচালো।

4. পরিধির তিনটি কোষ বিভাজন দ্বারা স্ত্রীধানীর অঙ্কের একস্তর বিশিষ্ট প্রাচীর তৈরি করে বা পরে দ্বিস্তরে পরিণত হয়।

5. কেন্দ্রীয় অক্ষীয় কোষটি অনুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে ভিতরে **কেন্দ্রীয় কোষ** এবং ওপরে বা বাইরে **প্রাথমিক ঢাকনা** কোষ সৃষ্টি করে।

6. কেন্দ্রীয় কোষ বিভাজন দ্বারা প্রাথমিক **গ্রীবানালী কোষ** ও প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ তৈরি করে।

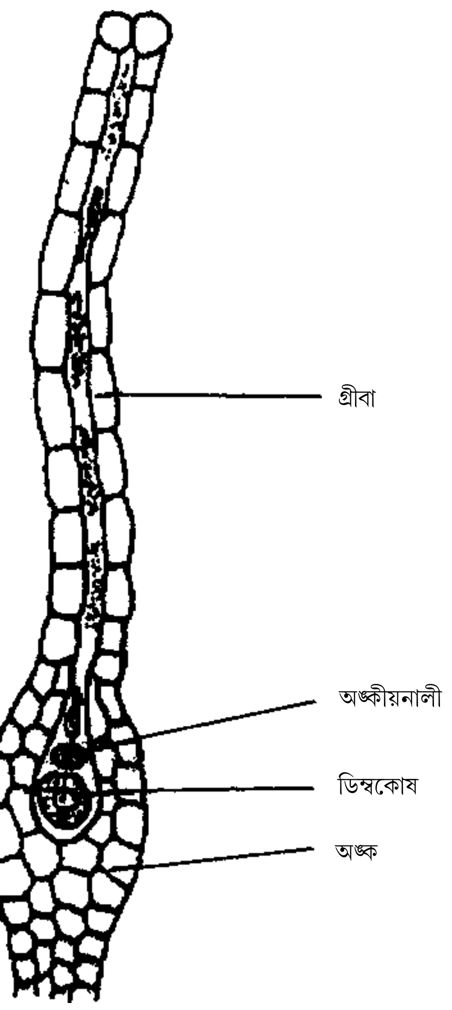
7. প্রাথমিক ঢাক্না কোষ হেপাটিকপসিডা ও অ্যান্থোসেরটপসিডার থেকে অন্যভাবে কাজ করে। এক্ষেত্রে এটি চারটি তলযুক্ত অগ্রস্থ কোষরূপে কাজ করে। চারটি তলের মধ্যে তিনটি পার্শ্বীয় ও একটি নীচের। পার্শ্বীয় কোষের তিনটি সারি গ্রীবা কোষের কাজ করে। এরাই অনুদৈর্ঘ্য বিভাজন দ্বারা গ্রীবার পরিধির দিকে ছয় সারিযুক্ত আবরণ সৃষ্টি করে। স্ত্রীধানীর গ্রীবা এই ছয় সারিযুক্ত কোষ দ্বারা গঠিত আবরণ দ্বারা আবৃত। ভিত্তি সারির খণ্ডগুলি পরবর্তী বিভাজনে অংশগ্রহণ করে না কিন্তু গ্রীবার অক্ষীয় সারিতে বিন্যস্ত গ্রীবানালী কোষ সৃষ্টিতে অংশগ্রহণ করে।

8. প্রাথমিক গ্রীবা নালীকোষ গ্রীবাঅক্ষে গ্রীবানালী কোষের সারি সৃষ্টি করে।

9. প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ বিভাজন দ্বারা একটি **ডিম্বাণুকোষ** ও একটি **অঙ্কীয় নালীকোষ** সৃষ্টি করে।

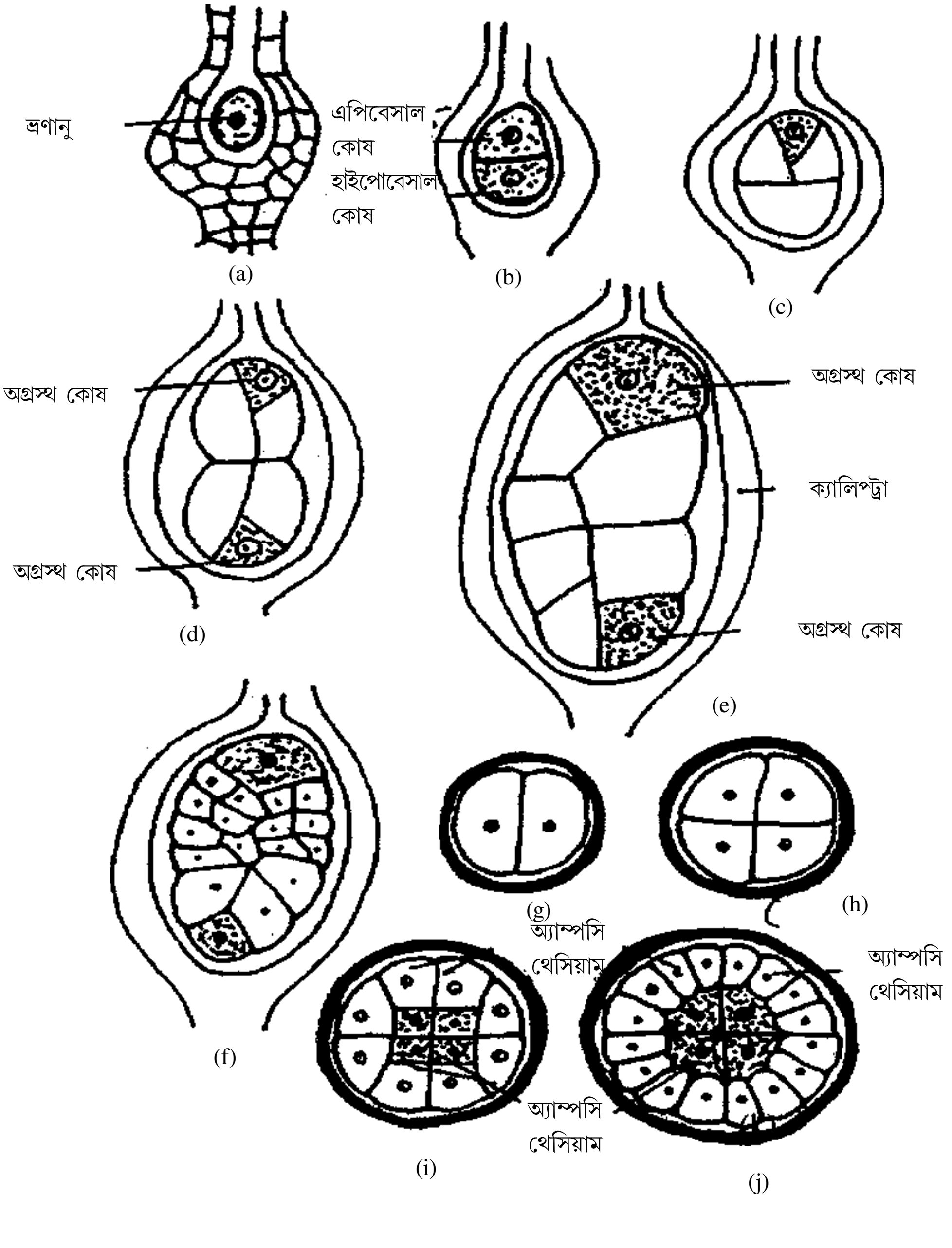
পরিণতস্ত্রীধানী ঃ (চিত্র 3.5.10) স্ত্রীধানী বৃন্তযুক্ত, ফ্লাস্কের ন্যায়, নীচের স্ফীত অংশ অঙ্ক (ventre) এবং ওপরের অংশকে গ্রীবা বলা হয়। গ্রীবা অংশে 6-8 টি গ্রীবানালীকোষ (Neck canal cells) থাকে। অঙ্কতে অঙ্কীয় নালীকোষ ও ডিম্বকোষ বর্তমান থাকে। ডিম্বকোষ পরে ডিম্বাণুতে পরিণত হয়। স্ত্রীধানীর অঙ্কে আবরণ দ্বিস্তরযুক্ত কিন্তু গ্রীবা অঞ্চলে একস্তরযুক্ত। পরিণত অবস্থায় গ্রীবানালী কোষগুলি দ্রবীভূত হয়ে মিউসিলেজযুক্ত পদার্থ দ্বারা পরিপূর্ণ জল শোষণের ফলে স্ফীত হয়ে যায়। গ্রীবার অগ্রস্থ কোষ পরস্পর পৃথক হলে গ্রীবার মধ্য দিয়ে ডিম্বাণু পর্যন্ত একটি পথের সৃষ্টি হয়।

নিষেক ঃ নিষেকের জন জল অবশ্যই প্রয়োজন। শুক্রাণুগুলি জলে ভেসে স্ত্রীধানীর থেকে নিঃসৃত দ্রাক্ষা শর্করা দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে (Chemotactic) শুক্রাণুগুলি অঙ্কের মধ্যে প্রবেশ করে এবং একটি মাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুর সাথে মিলিত হয়ে ভ্রূণাণুর সৃষ্টি হয়।



চিত্র 3.5.10 — পরিণত স্ত্রীধানী

3.5.4 রেণুধর উদ্ভিদের বিকাশ ঃ (চিত্র 3.5.11)



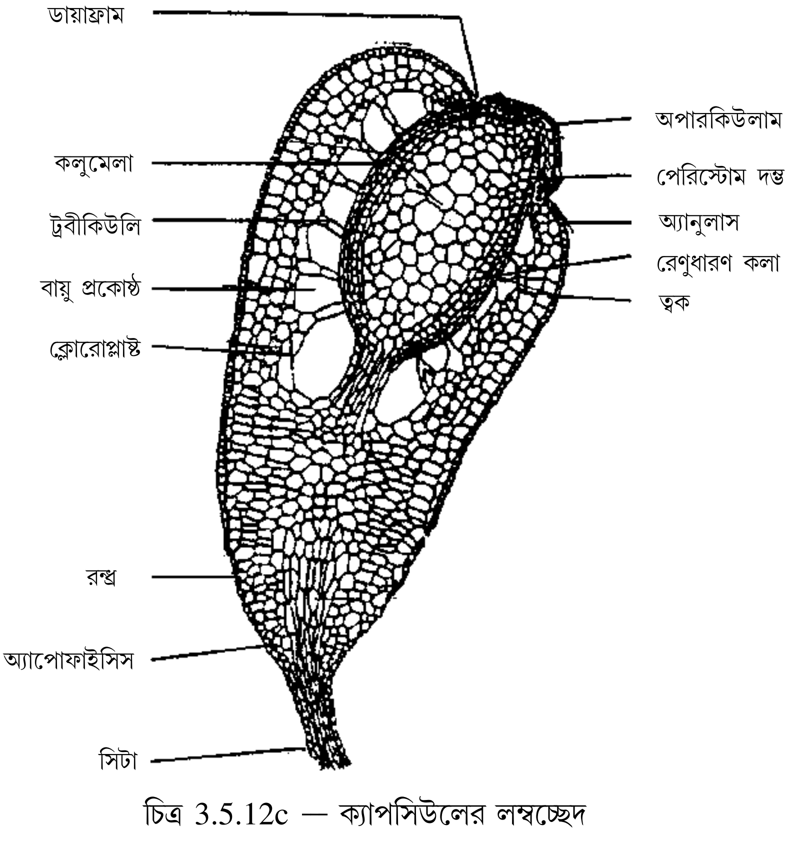
চিত্র 3.5.11 — রেণুধর উদ্ভিদের বিকাশের বিভিন্ন দশা

ভ্রূণাণু রেণুধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। নিষেকের পরে পরেই ভ্রূণাণু অনুপ্রস্থে বিভক্ত হয়ে দুটি কোষযুক্ত ভ্রূণ সৃষ্টি করে। ওপরের কোষকে **এপিবেসাল কোষ** এবং নীচের কোষকে **হাইপোবেসাল কোষ** বলে।

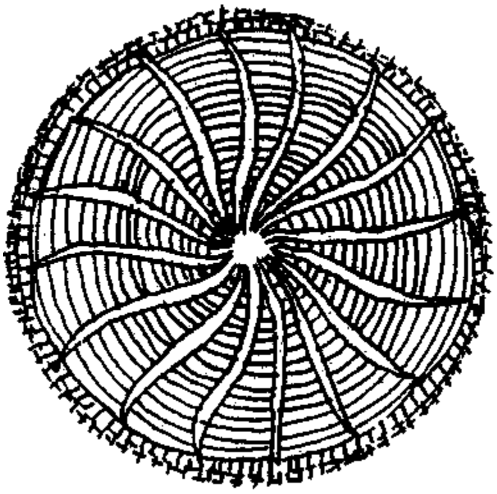
এপিবেসাল ও হাইপোবেসাল কোষ সৃষ্টি হওয়ার সাথে সাথে দুটি অগ্রস্থ কোষও সৃষ্টি হয়ে যায় ফলে রেণুধর উদ্ভিদের পরিস্ফুটনের প্রারম্ভেই দুটি অগ্রস্থ কোষ দুদিকে পরিলক্ষিত হয়। এপিবেসাল কোষ থেকে রেণুধর উদ্ভিদের ক্যাপসুল এবং সিটার ওপরের অংশ তৈরি হয়। হাইপোবেসাল কোষ সিটার নিম্নাংশ ও পদ (foot) সৃষ্টি করে। এপিবেসাল কোষটি পুনঃপুন বিভাজিত হয়ে বহুকোষযুক্ত অংশ গঠন করে। পরবর্তীকালে পৃষ্ঠসমান্তরাল বিভাজনের মাধ্যমে বাইরের অ্যাম্পিথেসিয়াম (Amphithecium) এবং ভিতরের এন্ডোথেসিয়াম (Endothecium) সৃষ্টি করে।

অ্যাম্পিথেসিয়াম ক্যাপসিউল'এর বাইরের ত্বকযুক্ত কোষ গঠন করে আর এন্ডোথেসিয়াম কেন্দ্রীয় কলুমেলা ও বাইরের রেণুধারণ কলার সৃষ্টি করে।

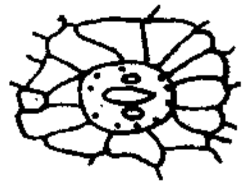
3.5.5 পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ ঃ পরিণত রেণুধর উদ্ভিদে তিনটি অংশ বিদ্যমান ঃ (চিত্র 3.5.12c)



চিত্র 3.5.12c — ক্যাপসিউলের লম্বচ্ছেদ

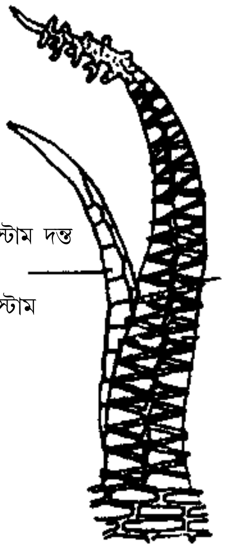


চিত্র 3.5.12e — পেরিস্টোম দন্ত ওপর থেকে

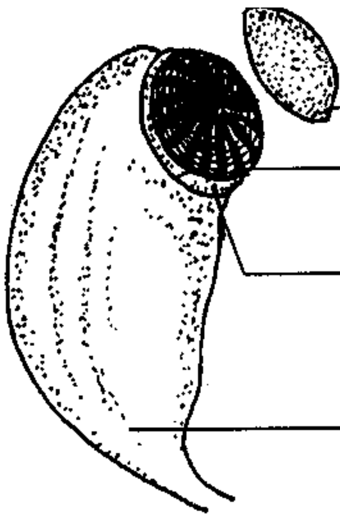


চিত্র 3.5.12d — রন্ধ্র

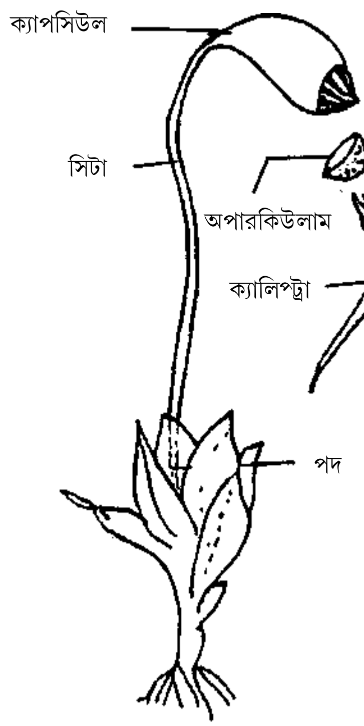
চিত্র 3.5.12g — রেণু



চিত্র 3.5.12f — অন্তঃ এবং বহিঃ
পেরিস্টোম দন্ত



চিত্র 3.5.12b — পরিণত ক্যাপসিউল



চিত্র 3.5.12e — লিঙ্গাধর সহ পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ

a) অগ্রে থলির ন্যায় ক্যাপসিউল (Capsule)

b) মাঝে সরু বৃন্তের ন্যায় সিটা (Seta) এবং

c) নিম্নে-যে অংশ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সাথে বৃন্তদ্বারা যুক্ত থাকে তাকে পদ (foot) বলে। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ জল, খনিজ লবণ পদ মারফত রেণুধরে পাঠায়।

রেণুধর উদ্ভিদের সিটা অংশটি ক্যাপসিউলের নিকট একটু প্রশস্ত থাকে তাকে অ্যাপোফাইসিস (Apophyses) বলে। অ্যাপোফাইসিস ক্যাপসিউল ও সিটাকে যুক্ত করে। অ্যাপোফাইসিসের আবরণী কোষ স্তরে পত্ররন্ধ্র থাকে। সমগ্র রেণুধরটির ক্যাপসুল অংশ বক্র ও ন্যাসপাতি আকৃতির। ক্যাপসিউলের লম্বচ্ছেদে নিম্নলিখিত অংশগুলি বিদ্যমান ঃ

a) **ক্যাপসিউল প্রাচীর** (Capsule wall) :

এই অংশটি ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত, 2-3 স্তর কোষ দ্বারা গঠিত। বাইরের কোষ স্তরটি ত্বক বা Epidermis গঠন করে। ত্বক ছাড়া ভেতরের কোষস্তর ক্লোরোফিলযুক্ত বলে সালোকসংশ্লেষ করতে পারে। অ্যাপোফাইসিস অঞ্চলে কেবলমাত্র রন্ধ্র বর্তমান।

b) **বায়ুপ্রকোষ্ঠ** (Air cavity) :

ক্যাপসিউল প্রাচীর অভ্যন্তরে এবং রেণুধারণ কলাকে আবৃত করে বেলনাকার বায়ু প্রকোষ্ঠ বর্তমান। বায়ুপ্রকোষ্ঠে ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত কোষ দ্বারা গঠিত অসংখ্য সূত্রাকার অনুসূত্র তৈরি করে এদের ট্রবীকিউলি (Trabeculae) বলে।

c) **রেণুথলি** (spore sac) :

রেণুথলি কেন্দ্রীয় বন্ধ্যা অংশ কলুমেলাকে বেষ্টন করে থাকে। রেণুথলির বাইরে ও ভেতরের দিক দুটি পাত্‌লা প্রাচীর যুক্ত কোষ দ্বারা পরিবৃত থাকে। রেণু ধারণ কলা থেকে উৎপন্ন সমস্ত রেণুমাতৃকোষেই মিয়োসিস প্রক্রিয়া সাধিত হয় এবং হ্যাপ্লয়েড (n) রেণু উৎপন্ন করে।

d) **কলুমেলা** (Columella) :

ক্যাপসিউলের কেন্দ্রে অক্ষীয় অংশে অবস্থিত বন্ধ্যা কলার অংশকে কলুমেলা বলে।

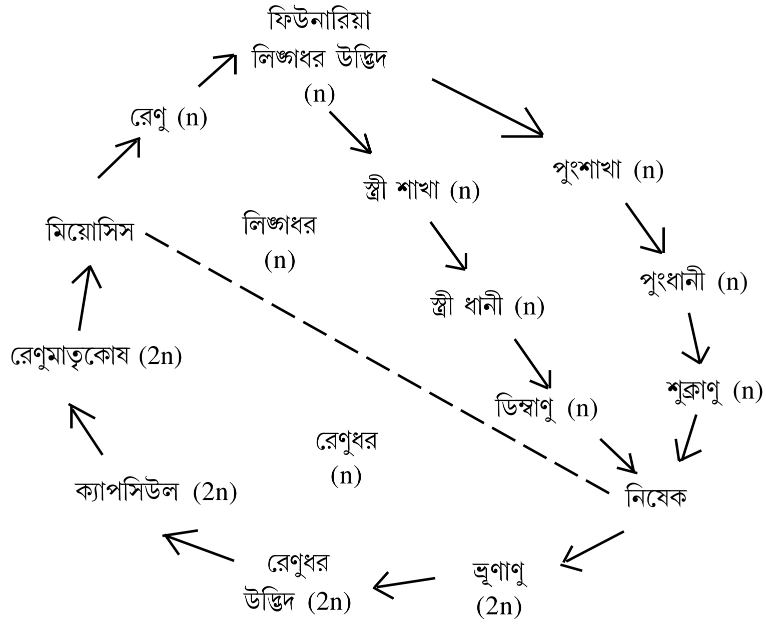
ফিউনারিয়ার ক্যাপসিউলের ওপরে একেবারে মাথায় রয়েছে গোল গম্বুজাকৃতি অপারকিউলাম। অপারকিউলাম ও ক্যাপসিউলের সংযোগস্থলে থাকে খাঁজ কাটা অংশ যেখানে বলয়াকারে বিন্যস্ত থাকে ডায়াফ্রাম (Diaphragm) বা রিম। এর ওপরে আরও একটি বলয়াকার অংশ বর্তমান একে অ্যানুলাস (Annulus) বলে। ক্যাপসিউল পরিণত হলে অপারকিউলাম এই বলয়াকার অংশ থেকে খুলে যায়। অপারকিউলাম অংশ সরালেই পেরিস্টোম (Peristome) নামে দন্ত দেখতে পাওয়া যায়। ফিউনারিয়ায় 32 টি পেরিস্টোম দন্ত দুটি সারিতে বিদ্যামান। বাইরের 16টি বড়, মোটা—এদের এক্সোস্টেম (Exostome) ও ভেতরের 16 টি তুলনামূলকভাবে ছোট ও পাতলা—এদের এন্ডোস্টোম (Endostome) বলে। পেরিস্টোম দন্তের সারি উপরিপন্ন ভাবে অবস্থিত।

রেণুবিদারণ ঃ পরিণত অবস্থায় ক্যাপসিউলটি শুকনো হতে থাকে এবং বলয়াকার অ্যানুলাসটি ভেঙ্গো যায় এবং অপারকিউলাম খুলে যায়। ফলে পেরিস্টোম দন্ত উন্মুক্ত হয়ে যায়। পেরিস্টোম দন্তের সাহায্যে রেণু বাইরে নির্গত হয়।

নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি ঃ

রেণুই লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। রেণু হাওয়ার মাধ্যমে বাহিত হয়ে অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে ফিতাকৃতি প্রোটোনেমা সৃষ্টি করে। একে প্রাথমিক প্রোটোনেমা বলে। এই প্রোটোনেমা থেকে নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ, গ্যামেটোফোর সৃষ্টি হয়।

জীবন চক্র ঃ ফিউনেরিয়ার অসমরূপ জীবনচক্র নিম্নরূপ ঃ (চিত্র 3.5.13)



চিত্র 3.5.13 ফিউনেরিয়ার জীবনচক্র

3.5.6 প্রশ্নাবলি

1. ফিউনারিয়ার লিঙ্গাধর উদ্ভিদের আকৃতি (বাহ্যিক ও আভ্যন্তরীণ) আলোচনা করুন।
2. ফিউনারিয়ার জননাঙ্গের গঠন ও বিকাশ সম্বন্ধে যা জানেন লিখুন।
3. ফিনারিয়ার অঙ্গজ জনন বর্ণনা করুন।
4. চিত্রসহ ফিউনারিয়ার রেণুধর উদ্ভিদের গঠন বর্ণনা করুন।
5. চিত্রসহ ফিউনারিয়ার ক্যাপসিউলের গঠন বর্ণনা করুন।
6. ফিউনারিয়ার জনুঃক্রম আলোচনা করুন।
7. পেরিস্টোম দন্ত কী ও কাজ কী?
8. প্রোটোনেমা কী?
9. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ও পত্রাব কান্ডের পার্থক্য কী?
10. অ্যাপোফাইসিস বলতে কী বোঝেন?
11. ডায়াফ্রাম ও অ্যানুলাস কোন ব্রায়োফাইটে বর্তমান?
12. ট্রাবিকিউলী কী?

3.5.7 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 3.5.2 দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 3.5.3 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 3.5.3A দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 3.5.5 এর নতুন লিঙ্গাধর উদ্ভিদ দেখুন।
9. অনুচ্ছেদ 3.5.2 দেখুন।
10. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন।
11. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন। (ফিউনারিয়ায়)
12. অনুচ্ছেদ 3.5.5 দেখুন।

3.5.8 সারাংশ

এই অংশ পাঠ করে আমরা অ্যান্থোসেরটপসিডা ও ব্রায়োপসিডার শ্রেণীবিভাগ ও তাদের অন্তর্গত পাঠ্যবিষয়ভুক্ত সদস্য অ্যান্থোসেরস ও ফিউনারিয়াস সম্বন্ধে বিস্তারিত জানতে পারলাম। হেপাটিক্স এর তুলনায় Anthoceros এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সরল আর রেণুধর উদ্ভিদ জটিল ও উন্নতমানের লিঙ্গাধর উদ্ভিদে কেবলমাত্র মসৃণ প্রাচীরযুক্ত রাইজয়েড বর্তমান। অন্তর্গঠনে একই রকম কোষ দ্বারা গঠিত। কোষ ক্লোরোপ্লাস্ট ও পাইরিনয়েড যুক্ত। বায়ু প্রকোষ্ঠ বা বায়ুরন্ধ্র অনুপস্থিত। থ্যালাসের অঙ্কদেশে স্লাইমপোর মিউসিলেজযুক্ত গহ্বর বর্তমান। যার মধ্যে Nostoc বাস করে। পুংধানী গুচ্ছাকারে পুংধানী প্রকোষ্ঠে উৎপন্ন হয়। রেণুধর উদ্ভিদে রেণুধারণ কোষের বন্ধ্যাপ্রাপ্তির ফলে অধিক পরিমাণ অঙ্গজ কোষের সৃষ্টি হয়। রেণুধর উদ্ভিদ উন্নতমানের এবং পদ ভাজককলা স্তর ও ক্যাপসিউলে বিভেদিত। রেণুধর উদ্ভিদের বৃদ্ধি অনিয়ত ও সালোক সংশ্লেষকারী। ক্যাপসিউলের মধ্যবর্তী অংশে কলুমেলা থাকে যা এন্ডোথেসিয়াম থেকে উৎপন্ন এবং সংবহন কলার অগ্রদূত রূপে গণ্য করা হয়। রেণুধারণ কলার উৎপত্তি অ্যাম্পিথেসিয়ামের ভেতরের স্তর থেকে হয়। অ্যান্থোসেরসের রেণুধর উদ্ভিদে রেণুবিস্তারণের সুষ্ঠু ব্যবস্থা, খাদ্যের স্বনির্ভরতা, প্রভৃতি নানা বিষয়ে উন্নতি, পরিলক্ষিত হয়।

ব্রায়োপসিডার অন্তর্গত Funaria একটা মস জাতীয় উদ্ভিদ। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ দুটি অংশে বিভেদিত— শায়িত সূত্রাকার শাখান্বিত শৈবালের প্রোটোনিমা এবং খাড়া পত্রযুক্ত স্থায়ী পত্রাবকাণ্ড বা গ্যামেটোফোর যা পরবর্তীকালে লিঙ্গাধর উদ্ভিদে পরিণত হয়। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ 'পাতা' 'কাণ্ড' ও গ্রন্থিকন্দে বিভক্ত। বহুকোষী রাইজয়েড বর্তমান। জনন অঙ্গা পুংধানী ও স্ত্রীধানী একই উদ্ভিদের বিভিন্ন শাখার অগ্রভাগে উৎপন্ন হয়। রেণুধার উদ্ভিদ তিনটি অংশে বিভক্ত পদ, সিটা ও ক্যাপসিউল। ক্যাপসিউল অপরকিউলাম দিয়ে ঢাকা। পেরিস্টোম দন্ত 32 টি — বাইরের 16 টি Exostome, ভেতরের 16 টি Endostome এবং উপরিপন্নভাবে অবস্থিত।

একক 4 ❑ ব্রায়োফাইটার ওপর সাধারণ আলোচনা

গঠন

4.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

4.2 ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি

4.3 ব্রায়োফাইটার ক্যাপসিউলে প্রধান ভ্রূণস্তরের পরিস্ফুটন

4.4 ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদ সম্বন্ধে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

4.5 সারাংশ

4.6 প্রশ্নাবলি

4.7 উত্তরমালা

4.1 প্রস্তাবনা

পূর্বেকার পর্যায়ে (পর্যায় 2 ও 3) আপনার কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের জীবনচক্র সম্বন্ধে একটা ধারণা হয়েছে। এখানে ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি, এই জাতীয় উদ্ভিদের ক্যাপসিউলে প্রধান ভ্রূণস্তরের পরিস্ফুটন এবং আনুষঙ্গিক বিষয় নিয়ে একটি সংক্ষিপ্ত আলোচনা করা হলো।

উদ্দেশ্য ঃ

এই এককটি পাঠ করে আপনি

- ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি বিষয়ে বিভিন্ন মতবাদ সম্বন্ধে ওয়াকিবহাল হবেন।
- বিভিন্ন ব্রায়োফাইটার ক্যাপসিউলে প্রধান ভ্রূণস্তরের পরিস্ফুটন সম্বন্ধে সম্যক ধারণা করতে পারবেন।
- উদ্ভিদ বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখা কিভাবে ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের অধ্যয়নকে প্রভাবিত করেছে সে বিষয়ে প্রয়োজনীয় তথ্য নির্দেশ করতে পারবেন।

4.2 ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি ঃ-

ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি বিতর্কিত এবং এ সম্বন্ধে নানাবিধ মতামত প্রচলিত আছে। শিলীভূত ব্রায়োফাইটার নিদর্শনগুলি ব্রায়োফাইটার উৎপত্তির পথ প্রদর্শক নয়। কার্বনিফেরাস যুগের জীবাশ্মগুলি মস রূপেই বিবেচিত হয়েছে। ডেভেনিয়ান যুগের (360-408 কোটি বছর আগে) **প্যালাভিসিনাইটিস ডেভোনিকাস (Pallavicinites devonicus)** সর্বাপেক্ষা পুরানো লিভারওয়ার্ট রূপে বিবেচিত হয়েছে।

ব্রায়োফাইটার শিলীভূত নিদর্শনের আধিক্য না থাকা হেতু উদ্ভিদবিজ্ঞানীগণ অনুমান করেন যে আজ থেকে 430 কোটি বছর আগে সিলুরিয়ান যুগে ব্রায়োফাইটা এমনই এক পূর্বসূরি থেকে উৎপন্ন হয়েছে যাদের সংবহন কলা যুক্ত উদ্ভিদের সাথে যোগাযোগ বর্তমান ছিল। কিন্তু এ পর্যন্ত ব্রায়োফাইটার এক পর্যায়িক (Monophyletic) উৎপত্তি সম্পর্কে কোন সাধারণ মত বা সিদ্ধান্ত গৃহীত হয় নি। সবুজ শৈবালদের মধ্যে **ক্যারোফাইটাকে (Charophyta)** ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি স্থানরূপে বিবেচনা করা যেতে পারে কারণ ক্যারোফাইটা শৈবালদের মধ্যে একমাত্র যারা ফ্লাভিন সংশ্লেষের সাথে যুক্ত। সবুজ শৈবালদের মধ্যে **কোলিওকিটি** (Coleochalte) কে'ও ব্রায়োফাইটার পূর্বসূরি রূপে বিবেচনা করা যেতে পারে কারণ তারা ফ্লাভিন সংশ্লেষের সাথে যুক্ত না হলেও তাদের জাইগোট (2n) ব্রায়োফাইটার মত লিঙ্গধর উদ্ভিদে স্থিতাবস্থা লাভ করে।

নিম্নলিখিত দুটি চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের ওপর ভিত্তি করে (যেগুলি লিভারওয়ার্ট, মস্ এবং উন্নত উদ্ভিদে বর্তমান কিন্তু হনওয়ার্টে অবর্তমান) অনেকেই মনে করেন যে ব্রাযোফাইটার উৎপত্তি বহুপর্যায়িক (Polyphyletic)। বৈশিষ্ট্য গুলি হল ঃ

1. সুনির্দিষ্ট পত্ররন্ধ্রের (stomata) উপস্থিতি এবং
2. উৎসেচক নিয়ন্ত্রিত ডি-মেথিওনিন ও এল-মেথিওনিনের নির্ধারণ।

আবার যদি লেপ্‌টয়েডস (Leptoids) এবং হাইড্রয়েড্স (Hydroids) সংবহন কলারূপে বিবেচিত হয় তাহলে অন্যান্য ব্রায়োফাইটের থেকে মস্ই উন্নত স্থলউদ্ভিদের নিকটবর্তী রূপে গণ্য হবে। ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি সম্পর্কিত বিতর্কিত ও উত্তরহীন প্রশ্নের জন্য সম্প্রতি বিজ্ঞানীগণ আনবিক ফাইলোজেনেটিক্স (Molecular Phylogenetics) এবং রাইবোজমীয় RNA বিন্যাসের (Ribosomal RNA sequences) ওপর জোর দিয়েছেন। শিলীভূত ব্রায়োফাইটার নিদর্শনগুলি ব্রায়োফাইটার উদ্ভবের পথ প্রদর্শনের সহায়ক না হওয়ার জন্য বিজ্ঞানীগণ এর সাথে অন্যান্য উদ্ভিদের সাদৃশ্য বা বৈসাদৃশ্যের ওপর অধিক পরিমাণে নির্ভরশীল হয়েছিলেন। এরূপ অনুসন্ধানের ফলে ব্রায়োফাইটার উদ্ভবের দুটি পথ 'মতবাদ' রূপে আবিষ্কৃত হয়েছিল যথাক্রমে ঃ 1 টেরিডোফাইটা থেকে ব্রায়োফাইটার নিম্নাভিমুখী উদ্ভব মতবাদ ও

2. শৈবাল হতে ব্রায়োফাইটার ঊর্ধ্বমুখী উদ্ভব মতবাদ।

টেরিডোফাইটা থেকে ব্রায়োফাইটার নিম্নাভিমুখী উদ্ভব মতবাদ ঃ

বিজ্ঞানীগণ এই মতবাদকে নিম্নাভিমুখী (Descending) বলে মনে করেন। টেরিডোফাইটার কিছু কিছু সদস্য নিজস্ব স্বাতন্ত্র্য হারিয়ে ব্রায়োফাইটার সদস্যের ন্যায় জীবনযাত্রা নির্বাহ করে। যে সমস্ত চরিত্রগত বৈশিষ্ট্যে ব্রায়োফাইটা টেরিডোফাইটার সাথে সাদৃশ্যযুক্ত সেগুলি নিম্নরূপ ঃ

1. উভয় দলভুক্ত উদ্ভিদেরই জননাঙ্গের নিকট সাদৃশ্য বর্তমান।

2. **অ্যান্থোসেরসের** রেণুধরের সাথে **স্পোরোগোনাইটিস** (Sporogonites) ও **হরনিওফাইটনের** (Horneophyton) শীর্ষীয় রেণুস্থলীর সাদৃশ্য।

3. উভয় দলভুক্ত উদ্ভিদেরই রঞ্জক পদার্থ, কোষপ্রাচীরের গঠন, সঞ্চিত খাদ্যবস্তু, জনন পদ্ধতি এবং জীবন চক্রের সাদৃশ্য।

ওপরের সাদৃশ্যগুলির ওপর ভিত্তি করে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন বিজ্ঞানী ভিন্ন ভিন্ন অভিমত ব্যক্ত করেছেন ঃ

কিড্স্টোন ও ল্যাঙ এর মতে (Kidston & Lang) 1917 - সাইলোফাইটেলিস (Psilophytales, প্রাচীন টেরিডোফাইটা)-এর রেণুধর মূলহীন, পাতাহীন এবং দ্বিশাখান্বিত ও অগ্রভাগে রেণুস্থলী বহন করে; এরূপ বহিরাকৃতি ব্রায়োফাইটার অ্যান্থোসেরটেলিস (Anthocerotales) 'এর ন্যায়।

তাক্তাজান (Takhtajan, 1953) এঁর মতে — সাইলোফাইটেলিস বর্গভুক্ত হরনিওফাইটন (Horneophyton), স্পোরোগোনাইটিস (sporogonites) প্রভৃতির রেণুস্থলীয় গঠন (কলুমেলা ও রেণুর বিস্তার) **স্ফ্যাগনাম** (**Sphagnum**)-এর সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হওয়ার জন্য সাইলোফাইটোলিসের নিম্নাভিমুখী বিবর্তনের ফলে ব্রায়োফাইটার উদ্ভব হয়েছে বলে মনে করেন।

কাশ্যপ (Kashyap, 1919) এঁর মতে হেপাটিকপসিডার চরিত্রগত বৈশিষ্ট্য টেরিডোফাইটার ন্যায়।

ওয়াল্টন (Walton, 1928) এঁর মতে হেপাটিকপসিডা ও ব্রায়োপসিডার শিলীভূত নিদর্শন ও টেরিডোফাইটার শিলীভূত নিদর্শন (Upper carboniferous) একই স্থানে পাওয়া গেছে।

মস্, লিভারওয়ার্টস এবং অ্যান্থোসেরসের রেণুধরে ক্লোরোফিল এবং প্লাস্টিডের উপস্থিতি, অ্যান্থোসেরসের রেণুধরে ও মস রেণুধরের ক্যাপসিউলের অ্যাপোফাইসিস অঞ্চলে পত্ররন্ধ্রের উপস্থিতির সাহায্যে স্কট (Scott, 1911) প্রমাণ করতে চেয়েছেন যে এক সময় ব্রায়োফাইটার রেণুধর স্বাধীন ও স্থায়ী ছিল এবং ব্রায়োফাইটা আদি স্থলীয় উদ্ভিদ থেকে নিম্নাভিমুখী বিবর্তনের মাধ্যমে উৎপত্তি লাভ করেছে।

শৈবাল হতে ব্রায়োফাইটার উদ্ভব মতবাদ

শৈবালের অনেক চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ব্রায়োফাইটার সাথে সামঞ্জস্য পূর্ণ, যাদের ওপর নির্ভর করে অনেক বিজ্ঞানী (Bower, 1908, Church, 1919, Compbell, 1940, Fritsch, 1945 ও Smith, 1955) ব্রায়োফাইটার উৎপত্তির স্থানস্বরূপ শৈবালকে যুক্তিযুক্ত মনে করেন। এই বৈশিষ্ট্যগুলি হল ঃ

1. উভয়ক্ষেত্রেই শুক্রাণুগুলি সচল ও ফ্লাজেলাযুক্ত।

2. ব্রায়োফাইটার প্রোটোনেমা শৈবালের অঙ্গজ দেহের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ।

3. সালোকসংশ্লেষে অংশগ্রহণকারী রঞ্জক পদার্থের সাদৃশ্য।

4. উভয়ক্ষেত্রেই সংবহনকলা ব্যতীত সমাঙ্গাদেহী উদ্ভিদ বর্তমান।

5. উভয়ক্ষেত্রেই দীর্ঘস্থায়ী দশটি লিঙ্গাধর উদ্ভিদ।

এই মতবাদের সমর্থনে বৈজ্ঞানিকদের যুক্তিগুলি নিম্নরূপ ঃ

বাওয়ার (Bower, 1908)- এঁর মতে জলজ সবুজ শৈবালের বিবর্তনের মাধ্যমে ব্রায়োফাইটার সৃষ্টি হয়েছিল। ক্লোরোফাইসী শ্রেণীভুক্ত শৈবালের বৈশিষ্ট্যগুলি ব্রায়োফাইটার ন্যায় বলে এই মতবাদ সমর্থন পেয়েছিলেন, যেমন - সঞ্চিত খাদ্য স্টার্চ, বর্ণকণিকা সবুজ, সেলুলোজ দ্বারা গঠিত কোষপ্রাচীর।

চার্চ (Church, 1919)- এঁর মতে প্রাচীন শৈবাল জলজ বাসস্থান ত্যাগ করে স্যাঁতস্যাঁতে স্থানে বসতি স্থাপন করে ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদে রূপান্তরিত হয়েছে, বেন্থিক অবস্থা ধীরে ধীরে খাদ্য তৈরিতে সক্ষম (Chlorophyceae, ক্লোরোফাইসী) এবং ফিয়োফাইসীর (Phaeophyceae) 'র মত দেহ গঠন প্রাপ্ত হয়। পরে ধীরে ধীরে বাসস্থানের পরিবর্তন করে অর্ধবায়বীয় স্থানে 'নিম্ন স্থলজ উদ্ভিদের' ন্যায় বসবাস করে, যাদের মধ্যে জলসংবহন তন্ত্র, পত্ররন্ধ্র, মূল, রেণু ইত্যাদি বৈশিষ্ট্য অভিযোজিত হয়েছে। মতবাদটির সমর্থনে কোনরকম শিলীভূত নিদর্শন বা ভূতাত্ত্বিক নিদর্শন সম্পূর্ণ অনুপস্থিত।

পূর্বে আলোচিত দুটি মতবাদের ওপর ভিত্তি করে শোফিল্ড (Schofield, 1985) ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি সংক্রান্ত চারটি তত্ত্বের উল্লেখ করেছেন যথা ঃ

1. প্রথম তত্ত্ব অনুযায়ী ব্রায়োফাইটা সূত্রযুক্ত স্বাদু জলের সবুজ শৈবাল থেকে উৎপত্তি লাভ করেছে। অনুমান করা হয়েছে যে সবুজ শৈবালের সূত্র (filament) এবং ব্রায়োফাইটার প্রোটোনেমা (Protonema) সাদৃশ্যপূর্ণ। কিন্তু কোষতত্ত্বীয় ও জীবরসায়নিক ভাবে উভয়ের মধ্যে পার্থক্য থাকার ফলে এবং শিলীভূত, কোন নিদর্শন না থাকার জন্য মতবাদটি সমর্থনযোগ্য হয়ে ওঠেনি।

2. দ্বিতীয় তত্ত্ব অনুযায়ী ব্রায়োফাইটা এককোষী সবুজ শৈবাল হতে উৎপত্তি লাভ করেছে।

3. তৃতীয় তত্ত্ব অনুযায়ী ব্রায়োফাইটা টেরিডোফাইট থেকে নিম্নাভিমুখী বিবর্তনের ফলে উৎপত্তি লাভ করেছে। এই তত্ত্ব অনুযায়ী ব্রায়োফাইটার সরল রেণুধর হয়তো বা নিম্নশ্রেণীর টেরিডোফাইটার অগ্রস্থ রেণুস্থলী বহনকারী শাখান্বিত রেণুধর হতে গঠনগত সরলীকরণের মাধ্যমে উৎপন্ন হয়েছে। উদাঃ রাইনিওফাইটন (Rhyniophyton)

4. চতুর্থ তত্ত্ব অনুযায়ী সকল স্ত্রীধানীধর (Archegoniatae) উদ্ভিদদের সম্ভাব্য পূর্বসূরি হিসাবে এমনই এক পূর্বসূরি চিহ্নিত করা হয় যাদের অরীয় ভাবে প্রতিসম খাড়া গ্যামেটোফোর বর্তমান। যাদের

থেকে পাতাযুক্ত এবং সমাঙ্গদেহী উভয়ই বিবর্তনের মাধ্যমে উৎপত্তি লাভ করেছে।

ওপরের আলোচনা থেকে আমরা এই সিদ্ধান্তে উপনীত হই যে ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তিস্থান এখনও রহস্যময়।

4.3 ব্রায়োফাইটের ক্যাপসিউলে প্রধান ভ্রূণস্তরের পরিস্ফুটন (Fundamental embyonic layers development in the capsules of Bryophyte

এন্ডোথেসিয়াম (Endothecium) এবং অ্যাম্পিথেসিয়াম Ampithecium) এই দুটি স্তরই হল ব্রায়োফাইটের ক্যাপসিউলে উৎপন্ন প্রধান ভ্রূণস্তর। গণ (Genera) ভেদে তারা বিভিন্ন প্রকার কলা উৎপন্ন করে।

	ক্যাপসিউল প্রাচীর	→	হেপাটিকপসিডা, অ্যানড্রিডি, ব্রায়িডি এবং নোটোথাইলাস (Notothylas) কিছু প্রজাতিতে।
অ্যাম্পিথেসিয়াম থেকে উৎপন্ন —	অথবা		
	আর্কিস্পোরিয়াম এবং ক্যাপসিউল প্রাচীর	→	বেশিরভাগ অ্যান্থোসেরটপসিডা এবং স্প্যাগনিডি।
	আর্কিস্পোরিয়াম	→	হেপাটিকপসিডা এবং নোটোথাইলাসের কিছু প্রজাতিতে।
	অথবা		
এন্ডোথেসিয়াম থেকে উৎপন্ন	কলুমেলা	→	বেশিরভাগ অ্যান্থোসেরটপসিডা এবং স্ফ্যাগনিডি
	অথবা		
	আর্কিস্পোরিয়াম এবং কলুমেলা	→	অ্যানড্রিডি এবং ব্রায়িডি।

আর্কিস্পোরিয়াম ঃ

আর্কিস্পোরিয়ামই হল রেণুধারণ কলার (Sporogenous tissue) প্রথম কোষীর অবস্থা। শ্রেণীভেদে

এর অবস্থান ভিন্ন যেমন হেপাটিকপসিডাতে ক্যাপসিউলের কেন্দ্রস্থলে অথবা অ্যান্থোসেরটপসিডা বা ব্রায়োপসিডাতে কলুমেলা ও ক্যাপসিউল প্রাচীরের মধ্যস্থলে। আর্কিস্পোরিয়াল বিভাজিত ও পুনঃ বিভাজিত হয়ে প্রচুর সংখ্যক রেণুধারণ কলার কোষ উৎপন্ন করে। রেণুধারণ কলার কোষ গণভেদে বিভিন্নরকম কোষ উৎপন্ন করে নিম্নরূপে ঃ

রেণুধারণকলা (Sporogenous tissue) (অবিভক্ত)

i)	রেণুমাতৃকোষ ও পোষককোষ (অস্থায়ী)	→	রিকসিয়ার (Riccia) প্রজাতিতে।
ii)	রেণুমাতৃকোষ ও স্থায়ী পোষককোষ	→	**স্ফেরোকারপস** (Sphaerocarpos) **জিওথ্যালাস (Geothallus)** এবং **রিয়েল্লা (Riella)**।
iii)	রেণুমাতৃকোষ ও ২-৩ টি সর্পিল স্থূলীকরণ যুক্ত ইলেটার	→	বেশিরভাগ মারক্যানসিয়েলিস (Marchantiales) ও জাঙ্গারম্যানিয়েলিস (Jungermanniales)।
(iv)	রেণুমাতৃকোষ + ইলেটার কোষ + অগ্রস্থ টুপির বন্ধ্যাকোষ সমূহ	→	কিছু মারক্যানসিয়েসি ও মারক্যানসিয়া **(Marchantia)**
v)	রেণুমাতৃকোষ + ইলেটার + ইলেটারোফোর (elaterophore)	→	কিছু জাঙ্গারম্যানিয়েলিস যেমন রিকারডিয়া (Riccardia) এবং পেলিয়া **(Pellia)**
vi)	রেণুমাতৃকোষ + সিউডোইলেটার বা ইলেটার	→	অ্যান্থোসেরটপসিডা
vii)	রেণুমাতৃকোষ	→	ব্রায়োপসিডা

4.4 ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদ সম্বন্ধে কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ তথ্য।

ব্রায়োফাইটা—উদ্ভিদবিজ্ঞানের একটি শাখা, বিবর্তনের বিচারে তুলনামূলকভাবে নব্য। ব্রায়োফাইট সম্পর্কে বিজ্ঞান সম্মতভাবে জ্ঞান আহরণ বিজ্ঞানী জে. জে. ডিলেনিয়াসের (J. J. Dillenius) আমল

(1648-1747) থেকে চলে আসছে। এর পর থেকে ঊনবিংশ, বিংশ শতাব্দী, বর্তমান পর্যন্ত বিভিন্ন বিজ্ঞানী শুধুমাত্র ব্রায়োফাইটের বিভিন্ন সদস্যদের শ্রেণী বিন্যাসগতভাবে বিবরণই দেন নি, সুনির্দিষ্ট ভাবে নামকরণের মাধ্যমে উদ্ভিদ বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখার জ্ঞানকে কাজে লাগিয়ে ব্রায়োফাইটা সম্পর্কে নিত্য নতুন বিজ্ঞানসম্মত তথ্য সংগ্রহ করে সঠিক পথে এগিয়ে চলেছেন। উদ্ভিদ বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখা কিভাবে ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের অধ্যয়নকে প্রভাবিত করেছে তা আলোচনা করা হল।

রসায়ন (Chemistry) যদিও ব্রায়োফাইট সম্পর্কে জ্ঞান আহরণ বহুপূর্ব থেকে শুরু হয়েছে তবুও ব্রায়োফাইটে রসায়নের প্রয়োগ কেবলমাত্র 1960 সাল থেকে শুরু হয়েছে। ব্রায়োফাইটের কিছু সদস্যদের মধ্যে এমন কতকগুলি রাসায়নিক পদার্থের উপস্থিতি সন্দেহাতীত ভাবে প্রমাণিত হয়েছে যারা ঐ সমস্ত প্রজাতিদের জীব দ্বারা খাদ্য হিসাবে গ্রহণে বাধা হিসাবে কাজ করে। এর প্রসঙ্গক্রমে এরকমই কিছু রাসায়নিক পদার্থের উপস্থিতি ফ্রুলানিয়া (Frullania) এর কিছু প্রজাতিতে দেখা গেছে যারা অত্যন্ত ক্ষতিকারক চর্মরোগের কারণ।

টারপিনয়েড (Terpenoids) : বিভিন্ন টারপিনয়েডের মধ্যে 'মনো' ও সেসকিউ টারপিনয়েডের উপস্থিতি সাধারণত বিভিন্ন হেপাটিসির (Hepatics) মধ্যে লক্ষ্য করা যায়। এই সেস্‌কিউটারপিনয়েড সাধারণত শ্রেণীবিন্যাসবিদ্যায় সূচক ও ব্রায়োফাইটদের জীব দ্বারা খাদ্য হিসাবে গ্রহণে বাধা হিসেবে কাজ করে। অ্যানিউরা পিঙ্গুইস (Aneura Pinguis) নামক ব্রায়োফাইট থেকে নির্যাসিত 'পিংগুইসোন' (Pinguisone) টারপিনয়েড পতঙ্গাদের ব্রায়োফাইটকে খাদ্য হিসাবে গ্রহণে বাধা সৃষ্টি করে। কিছু ফ্রুলানিয়া (Frullania) প্রজাতির সেকিউটারপিনয়েড যথা — '+ ফ্রুলানলিড' ('+frullanolide)' — ফ্রুলানলিড' (—Frullanolide) চর্মরোগ সৃষ্টি করে।

ফ্ল্যাভোনয়েড (Flavonoid) : এটি মস্‌ ও হেপাটিকস্‌ এ খুব বেশি পরিমাণে পাওয়া যায়। ফ্লাভোন-গ্লাইকোসাইড (Flavon glycosides) ব্রায়োফাইটের মধ্যে সাধারণ ভাবেই বর্তমান থাকে। ডাইহাইড্রোফ্লাভোনয়েড (Dihydroflavonoids) হেপাটিক্‌স 'এ এবং বাই-ফ্লাভোনাইল (biflavonyl) এর উপস্থিতি বিভিন্ন মসে সন্দেহাতীত ভাবে প্রমাণ করা গেছে। এরকম একটি মসের নাম ডাইক্রানাম স্কোপারিয়াম (Dicranum scoparium) সায়নিন রঞ্জক পদার্থ যদিও মস্‌ ও হেপাটিকস্‌দের মধ্যে সাধারণভাবেই বর্তমান তবুও কেবলমাত্র Bryum ও Splacnum এর (ব্রায়াম ও স্প্লাক্‌নাম) মধ্যেই এর উপস্থিতি প্রমাণ করা হয়েছে। স্ফ্যাগ্‌নাম্‌ (sphagnum) থেকে 'অ্যান্থোসায়ানিন থেকে উৎপন্ন স্ফ্যাগনোরুবিন' (Sphagnorubin) নামে আর একটি যৌগের সন্ধান পাওয়া গেছে।

কিছু হেপাটিকসে রেণুর সুপ্ত অবস্থা (Dormancy) বর্ধনকারী বেশ কয়েক দরনের জৈব যৌগের সন্ধান পাওয়া গেছে—যেমন ঃ ডিহাইড্রোস্টিলিন (Dehydrostellene), লুনুলারিক অ্যাসিড (Lunularic acid) ইত্যাদি।

ব্রায়োফাইট থেকে প্রাপ্ত অন্য পদার্থগুলি যেমন অ্যারোমেটিক এস্টার (aromatic esters), alkanes (অ্যালকেন্‌স) অ্যালকানোয়িক অ্যাসিড (Alkanoic acid) স্টার্চ, ক্যারোটিন, মুক্ত শর্করা (free sugar), অ্যালকালয়েড (Alkaloids)– এদের সন্ধান পাওয়া গেছে। **শ্রেণীবিন্যাস বিদ্যাতে গুরুত্ব (Taxonomic**

implication) :

ফেনল ও ফেনলজাত অন্যান্য রাসায়নিক পদার্থ (Phenolic substances) হেপাটিকস' এর বিভিন্ন সদস্যদের শ্রেণীবিন্যাসগতভাবে অবস্থান সুদৃঢ় করে। মারক্যানসিয়েলিস বর্গে 'ফ্লাভোন ও গ্লাইকোসাইডস্' (Flavone-O-glycosides) এবং জ্যাঙ্গারম্যানিয়েলিস বর্গে ফ্লাভোন-সি-গ্লাইকোসাইডস (Flavone-C-glycosides) এর উপস্থিতি অনেক গোত্রকে একত্রীভূত করে যেমন র‍্যাডুলেসী ও 'ম্যাডোথিকেসী = পোরেলেসী' (Radulaceae and 'Madothecaceae = porellaceae) অঙ্গাস্থানিক বৈশিষ্ট্য থেকে রিবোলিয়া হেমিস্ফেরিকা (Reboulia hemissperica) এবং অ্যাস্টেরেল্লা অস্ট্রেলিস (Asterella australis) এই দুটি প্রজাতিকে আলাদাভাবে সনাক্ত করা দুঃসাধ্য কিন্তু ফ্ল্যাভোনয়েড পদার্থের উপস্থিতির ভিত্তিতে সহজেই সম্ভব। এমনকি একই প্রজাতির বিভিন্ন সদস্যের মধ্যেই বিভিন্ন জৈবরাসায়নিক প্রকরণ দেখা যায় যেমন Conocephalum conicum এই প্রজাতির বিভিন্ন ভৌগোলিক বিস্তারণে বিভিন্ন ফ্ল্যাভিনয়েড বর্তমান।

প্রাকৃতিক অজৈব পদার্থের (আকরিক বা খনিজ) সূচক রূপে ব্রায়োফাইটে (Bryophytes as mineral indicators) :

বিভিন্ন ব্রায়োফাইট যে স্থানে জন্মগ্রহণ করে সে স্থানে স্বাভাবিক ঘনত্বের থেকে বেশি ঘনত্বের বিভিন্ন প্রাকৃতিক পরিবেশের পদার্থদের পুঞ্জিত করে। বেরিয়াম, কপার, লেড, স্ট্রোমিয়াম এবং জিঙ্ক এরকমই কিছু পদার্থ যারা বিভিন্ন ব্রায়োফাইটের আশ্রয়স্থলে প্রায় 200 গুণ ঘনত্বে বৃদ্ধি পেয়ে পুঞ্জিত হয়। এমন কিছু মস্ আছে যারা কিছু নির্দিষ্ট আকরিকের ধনাত্মক সূচক হিসাবে কাজ করে যেমন মিলিছোফেরিয়া (Mielichhoferia) - কপার সমৃদ্ধ আশ্রয়স্থলকে নির্দেশ করে।

শারীরবিদ্যা (Physiology) :

জলগ্রহণ ও পরিবহণ (water uptake and movement) :

বেশিরভাগ ব্রায়োফাইটই তাদের প্রয়োজনীয় জল পরিবেশের জলীয় বাষ্প এবং বাকিরা তাদের আশ্রয়স্থল থেকে গ্রহণ করে। বেশিরভাগ ব্রায়োফাইটারাই এক্টাহাইড্রিক জাতীয় (Ectohydric = গ্যামেটোফোরের বহিঃস্তরীয় জল ও খনিজ পদার্থের গ্রহণ); যেমন - জাঙ্গারম্যানিয়েলিস্ স্ফীরোকারপেলিস (sphaerocarpales), মনোক্লিয়েলিস (monocleales) ও অ্যান্থোসেরটী (Anthocerotae)। অন্যরা মিক্সোহাইড্রিক্ জাতীয় (Mixohydric = যারা জল ও খনিজপদার্থ তাদের স্তর দ্বারা গ্রহণ করে এবং দেহের অন্তর্দেশে পরিবহন করে) যেমন ব্রায়িডি (Bryidae), কিছু মারক্যানসিয়েলি (Marchantiales) এবং অনেক মেটজারিয়েলিস (Metzgeriales) বা এন্ডোহাইড্রিক জাতীয় (Endohydric = উন্নত শারীরস্থানিক পরিবহনতন্ত্র যুক্ত যেমন - পলিট্রিকিডি (Polytrichidae)।

মিথোজীবীতা ও মৃতজীবিতা (Symbiosis and saprophytism) :

কিছু হেপাটিক্স বিশেষ ভাবে মেটজারিয়েলিস বর্গের অন্তর্গত সদস্য যেমন ব্লাসিয়া পুসিল্লা

(Blasia pusilla) ও N_2 সংবন্ধনকারী নীলাভ সবুজ শৈবাল (cyanobacterium) দের মধ্যে মিথোজীবীতা পরিলক্ষিত হয়। Nostoc (নষ্টক) কলোনী অন্তঃপরজীবী হয়ে এসমস্ত উদ্ভিদের দেহের গহ্বরে বসবাস করে। বিনিময়ে সংবন্ধীত N_2 'র সাহায্যে হেপাটিকসদের বৃদ্ধির মাত্রা বেড়ে যায়। অ্যান্থোসেরস (Anthoceros) এর ক্ষেত্রেও এ ধরনের মিথোজীবীতা দেখা যায়।

সমগ্র ব্রায়োফাইটের মধ্যে একমাত্র মৃতজীবী ব্রায়োফাইটা হল একটি হেপাটিকস্ (cryptothallus mirabilis) ক্রিপ্টোথ্যালাস মিরাবিলিস। উদ্ভিদটি সম্পূর্ণ ক্লোরোফিলহীন এবং দেহে অন্তঃপরজীবী রূপে ছত্রাক বাসা বাঁধে এবং প্রয়োজনীয় জৈব পদার্থ সরবরাহ করে।

বাস্তব্যবিদ্যা (Ecology) : সপুষ্পক উদ্ভিদদের থেকে ব্রায়োফাইটদের বাস্তব্যবিদ্যাগতভাবে বিরূপ পরিবেশ সহ্য করার ক্ষমতা অনেক বেশি।

বাসস্থানানুযায়ী ব্রায়োফাইট (As substrate colonizers)

ব্রায়োফাইট শক্ত, কঠিন গাছের ছাল, রক ইত্যাদিতে জন্মগ্রহণ করে সাফল্যের সাথে বংশবিস্তারে সক্ষম কিন্তু উন্নত সপুষ্পক উদ্ভিদ সেখানে সম্পূর্ণ অক্ষম। কিছু কিছু ব্রায়োফাইট শুধুমাত্র শক্ত, কঠিন ফাঁকা রকের তলে জন্মলাভ করে যেমন মসেদের মধ্যে অ্যান্ড্রিয়া (Andreaea), হেডুজিয়া (Hedwigia), স্কিসটিডিয়াম (Schistidium), হেপাটিকসদের মদ্যে মারসুপেল্লা (Marsupella) ফ্রুলানিয়া (Frullania), জিমনোমিট্রিয়ন (Gymnomitrion) ইত্যাদি।

অপরপক্ষে জলজ বাসস্থানের বৈচিত্র্য তুলনামূলকভাবে অনেক কম। স্থির জলে ভাসমান প্রজাতিরূপে রিকসিওকারপস্ ন্যাটানস্ (Ricciocarpos natans) এবং নিমজ্জিত জলজ প্রজাতি রূপে (Riccia fluitans) রিকসিয়া ফ্লুইট্যানস্ উল্লেখযোগ্য। উভয় প্রজাতিই হেপাটিকসের অন্তর্গত।

কিছু কিছু ব্রায়াফাইট এমন মুক্ত অঞ্চলে জন্মগ্রহণ করে যে সব অঞ্চল দ্রুত ধাবমান জল দ্বারা আচ্ছাদিত হতে থাকে যেমন Scouleria (স্কোউলারিয়া) ও হাইগ্রোহিপ্নাম (Hygrohypnum) নামক মস্।

স্ফ্যাগ্নাম (sphagnum) একটি অপরিচিত মস্ যে পুকুর বা হ্রদের ধারে সিলিকা সমন্বিত আশ্রয়স্থলে জন্মগ্রহণ করে।

কটোনিউরোন (Cautoneuron) এবং **ড্রেপ্যানোক্লাডাস (Drepanocladus)** জলতলের ওপর ভাসমান জৈব পদার্থ সমৃদ্ধ মাদুরের মত আচ্ছাদন তৈরি করে।

উষ্ণ প্রস্রবণে ক্রেটোনিউরোন (Cratoneuron), ইউক্ল্যাডিয়াম (Eucladium), (verticillatum) ভার্টিসিলেটাম্ প্রভৃতি মস জন্মগ্রহণ করে যারা $CaCO_3$ র সাথে যুক্ত হয়ে কঠিন আচ্ছাদনের সৃষ্টি করে; ধীরে ধীরে যা থেকে রক তৈরি হয়।

অঙ্গারীভূত জলাভূমির উদ্ভিজ্জ পদার্থ সমন্বিত স্থানে (peat-surfaces) ডাইক্র্যানেল্লা ক্রেভিকিউলেটা (**Dicranella creviculata**) এবং **কার্জিয়া (kurzia)** নামক ব্রায়োফাইটা জন্মগ্রহণ

করে।

ব্রায়োফাইট ও বীজউৎপাদক উদ্ভিদদের অনুষঙ্গ (Broyphyte and plant association)

জঙ্গাল অঞ্চলে (Forested site) : জঙ্গাল অঞ্চলে ব্রায়োফাইট জন্মগ্রহণ করে মাটির উপরে জৈববাস্তু সমন্বিত আচ্ছাদনের সৃষ্টি করে যা চারাগাছ সৃষ্টিতে বিশেষ ভূমিকা গ্রহণ করে। ক্রান্তীয় অঞ্চলে (Tropical region) গাছের গুঁড়িতে জন্মগ্রহণ করতে দেখা যায়। উচ্চস্থানে যেখানে জঙ্গাল বলতে ঝোপ্‌ঝাড়, সেখানে মাটির ওপরে পুরু আচ্ছাদন তৈরি করে, গাছের গুঁড়িতে আবরণ তৈরি করে এমনকি ঝুলন্ত অবস্থায়ও (শাখা হতে) বিভিন্ন ব্রায়োফাইট জন্মগ্রহণ করে।

b) **বনাঞ্চল ছাড়া অঞ্চলে** (Non-forested sites) :

বনাঞ্চল নয় এরকম অঞ্চলে সর্বাপেক্ষা বেশি পরিমাণে ব্রায়োফাইট জন্মায় অতি উচ্চস্থানে (Alpine) ও মেরু অঞ্চলের আবহাওয়াতে। এ সকল স্থানে তৃণাচ্ছাদনকারী (Turf) ব্রায়োফাইটদের আধিক্য দেখা যায়। বালিয়াড়ী অঞ্চলে (যেমন আংশিক শুকনো আবহাওয়া যুক্ত অঞ্চল বা সামুদ্রিক অঞ্চল) বিভিন্ন ব্রায়োফাইট তাদের রাইজয়েডের পূর্ণ বিস্তারণের সাহায্যে স্থায়ীভাবে বসবাস করে; এবং ধীরে ধীরে পুরু আচ্ছাদনের সৃষ্টি করে (Turf)।

মনুষ্য বাসস্থান অঞ্চলে ব্রায়োফাইট (Bryophyte in Manmade habitat) :

বাড়ির ছাদের ওপরে বিশেষকরে যেখানে বেশিক্ষণ জলীয়বাষ্প পূর্ণ আবহাওয়া থাকে সে সব স্থানে ব্রায়োফাইট স্থায়ীভাবে বসবাস করে। এসব অঞ্চলে মস্‌-ই প্রধান। যেসকল স্থান জলীয় বাষ্প ধারণ করে সিক্ত অবস্থায় থাকে সে সকল স্থানই ব্রায়োফাইটদের আশ্রয়স্থল হয়ে ওঠে। নুড়ি, পাথর সমন্বিত স্থানও ব্রায়োফাইটের সুআশ্রয়স্থল হয়ে ওঠে; বিশেষ করে মসেদের। পরগাছা, রকে বা মুক্ত মাটিতে জন্মায় এরকম মসেদের মধ্যে **টরটিউলা রুলারিস (Tortula rularis), পলিট্রিকাম জনিপেরিয়াম (Polytrichum juniperinum), গ্রিমিয়া (Grimmia), ইউলোটা** (Ulota) ই প্রধান।

বিভিন্ন আকারে ব্রায়োফাইট দৃশ্যমান। যেমন ক্ষুদ্র তৃণাচ্ছাদনকারী, বালিশ বা কুশনাকার, মাদুরের মত বিস্তৃত আচ্ছাদনকারী, জালের মত, বা মস বল ইত্যাদি।

পরিবেশদূষণ সতর্ককারী ও সূচক হিসাবে ব্রায়োফাইটা (Bryophyte Aspulation indicators and monitoring)

পরিবেশদূষণ সতর্ককারী ও সূচক হিসাবে ব্রায়োফাইট গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। কোন অনুষঙ্গা ছাড়াই বা লাইকেনের সাথে অনুষঙ্গো ব্রায়োফাইট পরিমণ্ডলের শুদ্ধতার সূচক হিসাবে কাজ করে (IAP = Index of Atmosphearic purity)। এক্ষেত্রে এদের সংখ্যা, ঘনত্ববিন্যাস, প্রতিরোধী ক্ষমতা সর্বোপরি হৃষ্টপুষ্টতা ইত্যাদির উপস্থিতির মাত্রা সেই অঞ্চলের দূষণের মাত্রাকে নির্দেশ করে। উপরোক্ত বৈশিষ্ট্যের সাথে দূষণের মাত্রার সম্পর্ক বাস্তানুপাতিক।

দূষণকারকের ওপর অনুভবনশীলতার ওপর ভিত্তি করে ব্রায়োফাইটকে দুভাবে ভাগ করা যায়,

যথা ঃ

ক) ব্রায়োফাইটের সদস্য যারা দূষণকারকের প্রতি খুবই অনুভবনশীল এবং দূষণের ফলে তাদের দেহে নানারকম দৃশ্যমান লক্ষণ প্রকাশ পায়। এধরনের ব্রায়োফাইট খুবই ভালো সূচক রূপে কাজ করে।

খ) ব্রায়োফাইটের সদস্য যারা দূষণকারকদের শোষণ ও পোষণ করে তুলনামূলকভাবে একই স্থানে বসবাসকারী অন্যান্য উদ্ভিদের থেকে।

প্রথম ভাগের সদস্যরা দূষণের ফলে সৃষ্ট তাদের দেহে আঘাতের লক্ষণ প্রকাশের মাত্রা দ্বারা প্রত্যক্ষভাবে প্রমাণ করে সেই স্থানের উপস্থিত দূষণকারকের পরিমাণের মাত্রা কতখানি।

দ্বিতীয় ক্ষেত্রেও বিভিন্ন দূষণকারী ধাতু যেমন লেড, ক্যাডমিয়াম, জিংক, মার্কারী, আর্সেনিক, ক্রোমিয়াম ইত্যাদির প্রতি সর্বাধিক সহ্যক্ষমতা দূষণকে নির্দেশ করে।

কিছু কিছু মস বর্তমান যারা বিভিন্ন ধাতু যেমন লোহা, জিংক, লেড, নিকেল ইত্যাদিকে তাদের দেহে পুঞ্জিভূত করে। অতিরিক্ত নিকেল সমৃদ্ধ স্থানে কিছু মস্ যেমন বয়েসিয়া (weisia), (Grimmia) গ্রিমিয়া, র‍্যাকোমিট্রিয়াম (Rhacomitrium) সাফল্যের সাথে বসবাস করে। কিছু কিছু মস কপার সমৃদ্ধ আশ্রয়স্থলে জন্মগ্রহণ করে এবং এ সমস্ত মস যেখানেই জন্মায় সেখানে কপার সমৃদ্ধতাকে সূচিত করে। এরকম কিছু মস হল ঃ **মিলিছোফেরিয়া ইলংগাটা (Mielichhoferia elongata)**, **মারসিয়া লিগিউলাটা (Merceya ligulata)**, **ড্রিপশন স্ট্র্যাটাস (Dryption stratus)**, **জিম্নোকেলিয়া অ্যাকুইটিলোবা (Gymnocolea acutiloba)**, **সেফালোজিয়েল্লা ফাইলাক্যান্থা (Cephaloziella phyllacantha)** ইত্যাদি।

পিটমস্ স্ফ্যাগনামের (Sphagnum) এর আধিক্য সেই অঞ্চলের বাতাস দূষণের মাত্রা কম নির্দেশ করে। এরকমই আর একটি উচ্চ অনুভব সম্পন্ন বায়ুদূষণ সূচক মস হল **আর্টিকম আনডুলেটাম (Artichum Undulatum)**.

ব্রায়োফাইটের অর্থনৈতিক গুরুত্ব (Economic Importance of Bryophyte)

ব্রায়োফাইটের প্রত্যক্ষ অর্থনৈতিক গুরুত্ব কম হলেও পরোক্ষ গুরুত্ব কোন অংশেই কম নয়। স্ফ্যাগনামের (Sphagnum) প্রত্যক্ষ গুরুত্ব সহ ব্রায়োফাইটের গুরুত্ব নিম্নরূপ ঃ

1. কিছু মসদের তৃণভোজী জন্তুজানোয়র, পাখি ও অন্যান্য জীবজন্তু খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করে।
2. মাটির ওপর আচ্ছাদন সৃষ্টির মাধ্যমে ভূমিক্ষয় রোধ করে।
3. কিছু কিছু মস প্রজাতি দূষিত বাতাস থেকে বিশেষ বিশেষ ধাতু শোষণ ও পুঞ্জিত করণের মাধ্যমে দূষিত বাতাসকে শুদ্ধ করে।
4. স্ফ্যাগ্নামের কিছু প্রজাতি সার্জিক্যাল কিছু কাজে জল শোষণ ও ধারণের জন্য ব্যবহৃত হয় (স্পঞ্জের মত)। স্ফ্যাগ্নাম ম্যাজিল্লানিয়াম (Sphagnum magellanium) তার শুষ্ক ওজনের 24.5 গুণ জল ধারণে সক্ষম।

5. চারাগাছ তৈরি পদ্ধতিতে, গ্রীন হাউসে, শুষ্ক মাটিতে জল ধারণের জন্য, বাহু সংরক্ষণ (Packing), জলীয় বাষ্পের জন্য ফুল সংরক্ষণে (কিছু সময়ের জন্য) স্ফ্যাগ্‌নামের অত্যধিক ব্যবহার হয়।

6. স্ফ্যাগনাম প্রয়োগ করে মাটির P^H, 7এর নীচে রাখা সম্ভব।

7. স্ফ্যাগ্‌নামের জল ধারণ ক্ষমতার সাথে জীবাণু প্রতিরোধী ক্ষমতা থাকার জন্য তুলোর পরিপূরক রূপে ব্যবহার হয়। প্রথম বিশ্বযুদ্ধে বিভিন্ন হাসপাতালে এদের ব্যবহার দেখা গেছে।

8. পিট্ (Peat) জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

4.5 সারাংশ

ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি একটা বিতর্কিত বিষয় এবং এ সম্বন্ধে নানাবিধ মতামত প্রচলিত আছে। সবুজ শৈবালদের সম্ভাব্য পূর্বসূরি হিসাবে অনেকে ধারণা করেন। আবার অনেকে টেরিডোফাইটা জাতীয় উদ্ভিদকেও এর পূর্বসূরি হিসাবে চিহ্নিত করেছেন।

ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদের ক্যাপসিউলের প্রধান যে দুটি ভ্রূণস্তর বিদ্যামান এন্ডোথেসিয়াম (Endothecium) আর অ্যাম্পিথেসিয়াম (amphithecium) তা গণ ভেদে কি কি প্রকারের কলা উৎপন্ন করে তা মনে রাখা দরকার। কখনো বা অ্যাম্পিথেসিয়াম ক্যাপসিউল প্রাচীর সৃষ্টি করে বা অর্কিস্ফোরিয়াম এবং ক্যাপসিউল প্রাচীর গঠন করে। অপরদিকে এন্ডোথেসিয়াম থেকে আর্কিস্পোরিয়াম অথবা শুধু কলুমেলা অথবা আর্কিস্পোরিয়াম এবং কলুমেলা সৃষ্টি হয়।

ব্রায়োফাইটার মধ্যে নানারকম রাসায়নিক পদার্থ বর্তমান। এই সকল রাসায়নিক পদার্থ সমূহের কয়েকটির এ জাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীবিন্যাসের সমস্যার সমাধানে উল্লেখযোগ্য ভূমিকা রয়েছে। পরিবেশ দূষণ রোধেও এ জাতীয় উদ্ভিদের ভূমিকা অবহেলা করা যায় না।

4.6 প্রশ্নাবলি

1. ব্রায়োফাইটার উৎপত্তি সম্বন্ধে আলোচনা করুন।

2. সবথেকে পুরানো লিভারওয়ার্ট এর নাম কী এবং তা কোন যুগের?

3. ব্রায়োফাইটার অন্তর্গত আপনার পাঠ্যবিষয়ভুক্ত গণের মধ্যে এন্ডোথেসিয়াম অ্যাম্পিথোসিয়াম থেকে কী ধরনের কলার উৎপত্তি হয় তা আলোচনা করুন।

4. ব্রায়োফাইটা থেকে কী কী রাসায়নিক পদার্থ পাওয়া গেছে তা আলোচনা করুন।

5. শ্রেণীবিন্যাসের ক্ষেত্রে এই রাসায়নিক পদার্থের গুরুত্ব কতটা তা বিস্তারিত লিখুন।
6. বাস্তব্যবিদ্যার ক্ষেত্রে ব্রায়োফাইটার ভূমিকা কী তা আলোচনা করুন।
7. পরিবেশ দূষণ সতর্ককারী ও সূচক হিসাবে ব্রায়োফাইটার ভূমিকা কী তা লিখুন।
8. ব্রায়োফাইটার অর্থনৈতিক গুরুত্ব আলোচনা করুন।

4.7 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 4.2 দেখুন।
2. Pallavicinites devonicus দেখুন ডেভোনিয়ান যুগের।
3. অনুচ্ছেদ 4.3 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 4.4 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 4.4 এর শ্রেণীবিন্যাস বিদ্যার গুরুত্ব দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 4.4 এর বাস্তব্যবিদ্যা দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 4.4 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 4.4 এর ব্রায়োফাইটের অর্থনৈতিক গুরুত্ব দেখুন।

একক 5 ❑ টেরিডোফাইটা বা ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণীবিন্যাস

5.1 প্রস্তাবনা

5.2 উদ্দেশ্য

5.3 সাধারণ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

5.4 উৎপত্তি

5.5 অন্যান্য অপুষ্পক ও সপুষ্পক উদ্ভিদের সঙ্গে সাদৃশ্য

অনুশীলনী ১

5.6 রেণুধর জনু

5.6.1 রেণুধর উদ্ভিদের বহির্গঠন

5.6.2 রেণুধর উদ্ভিদের অন্তর্গঠন

5.6.3 জনন

অনুশীলনী ২

5.7 লিঙ্গাধর জনু

5.7.1 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

5.7.2 জনন

5.7.3 নিষেক, নিষেক পরবর্তী পরিবর্তন (ভ্রূণবিকাশ) ও নতুন রেণুধর উদ্ভিদ

5.7.4 জীবনচক্র অস্বাভাবিকতা

অনুশীলনী ৩

5.8 শ্রেণীবিন্যাস

5.8.1 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ শ্রেণীবিন্যাসের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস ও পরিচয়

5.8.2 স্পোর্ণ (১৯৬৬) এর প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস

5.8.3 স্পোর্ণ (১৯৬৬) প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস অনুযায়ী ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

5.9 সারাংশ

5.10 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

5.11 উত্তরমালা

5.1 প্রস্তাবনা

উদ্ভিদ জগতে এককোষী ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র ব্যাকটিরিয়া, শ্যাওলা প্রভৃতির মত অপুষ্পক উদ্ভিদ যেমন আছে তেমনি আছে অতিবৃহৎ রেড্ উডের (Red wood) মত সপুষ্পক উদ্ভিদও। আকৃতির এই তারতম্যের সঙ্গো আছে বৈচিত্র্যময় অঙ্গাসংস্থান, অন্তর্গঠন ও জীবনচক্র। অপুষ্পক ও সপুষ্পক এই দুই প্রান্তের মধ্যে যোগসূত্র ঘটায় টেরিডোফাইটা বা ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ। এদের ফুল ও ফল না থাকায় এরা অপুষ্পক উদ্ভিদ আবার সংবহন কলার উপস্থিতি এরা সপুষ্পক উদ্ভিদকে স্মরণ করায়। গঠনগত দিক থেকে এরা ব্রায়োফাইটা ভুক্ত (Bryophyta) উদ্ভিদ গোষ্ঠী থেকে অনেক উন্নত। সংবহন কলা থাকায় ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠীকে সংবহন কলাযুক্ত অপুষ্পক উদ্ভিদ (Vasular cryptogam) বলা হয়। এই উদ্ভিদগোষ্ঠীই প্রকৃতপক্ষে প্রথম সুগঠিত স্বাবলম্বী, স্বভোজী রেণুধর উদ্ভিদ (sporophyte), সুদূর অতীতে সাইলুরিয়ান (Silurian) ভূতাত্ত্বিক কালে এই আদি উদ্ভিদগোষ্ঠীর উৎপত্তি হয় বলে ধারণা করা হয়।

এই একক পাঠকালে আপনি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠীর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য, উৎপত্তি, বহির্গঠন, অন্তর্গঠন, জনন ও জনুঃক্রম সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত ধারণা পাবেন। এছাড়াও এই একক পাঠ করে আপনি উল্লিখিত আদি উদ্ভিদগোষ্ঠীর শ্রেণীবিন্যাসের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস বিশেষ করে স্পোর্ণ (K. R. Sporne), 1966 প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস সম্পর্কে সম্যক অবহিত হবেন।

5.2 উদ্দেশ্য

এই একক পাঠ করে আপনি শিখবেন

- ফার্ণজাতীয় আদি উদ্ভিদগোষ্ঠীর গঠনগত বৈচিত্র, বৈশিষ্ট্য ও জীবনচক্রের স্বাতন্ত্র্য।
- এই উদ্ভিদগোষ্ঠীর শ্রেণীবিন্যাস ও শ্রেণীগত বৈশিষ্ট্য।
- শ্রেণীগত চরিত্রের ভিত্তিতে বিভিন্ন শ্রেণীর উদ্ভিদের মধ্যে সম্বন্ধ নিরূপণ করা এবং বিবর্তন এর পথে এদের কোন্‌টি অনুন্নত বা কোন্‌টি উন্নত তা বিচার করা।

5.3 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সাধারণ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠীকে সর্বপ্রথম স্থলজ সংবহন কলা যুক্ত অপুষ্পক উদ্ভিদ বলা হয়। স্থল ছাড়াও কিছু উদ্ভিদ জলেও থাকে যেমন শুশ্‌নি শাক (Marsilea), অ্যাজোলা, (Azolla) স্যালভিনিয়া (Salvinia) ইত্যাদি। আবার কিছু উদ্ভিদ জঙ্গাল পরিবেশে অন্যান্য উদ্ভিদের ওপর পরাশ্রয়ী হিসেবে জন্মায় যেমন পাইরোসিয়া (Pyrrosia) ও ড্রাইনারিয়া (Drynaria)। মরুভূমির শুষ্ক আবহাওয়ায় নিজেকে যেমন দিব্যি মানিয়ে নিতে পারে সেলাজিনেল্লা লেপিডোফাইলা (Selaginella lepidophylla), সুন্দরবনে লবণ সম্পৃক্ত পরিস্থিতি সামলে নিয়ে বেঁচে থাকে অ্যাক্রোস্টিকাম্ অরিয়াম (Acrostichum Aureum) এর মত ফার্ণ।

বাসস্থানের বিভিন্নতার সঙ্গে তাল মিলিয়ে এই উদ্ভিদ গোষ্ঠীর আছে নানারকম গঠনগত জটিলতা নিম্নলিখিত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলিকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সনাক্তকরণ চরিত্র হিসেবে চিহ্নিত করা হয়।

ক) রেণুধর উদ্ভিদ (sporophyte) জীবনচক্রে প্রধান এবং এটি ডিপ্লয়েড (2n)

খ) উদ্ভিদ দেহ বিরুৎ (যেমন লাইকোপোডিয়াম), গুল্ম (যেমন অ্যাক্রোস্টিকাম) ও বৃক্ষ জাতীয় (যেমন সায়াথিয়া cyathea) হতে পারে। রেণুধর উদ্ভিদ দেহ আদর্শ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত। কয়েকটি ক্ষেত্রে আদর্শ মূল (যেমন স্যালভিনিয়া) ও পাতা (যেমন সাইলোটাম) থাকে না।

গ) উদ্ভিদের শাখা (যেমন সাইলোটাম, লাইকোপোডিয়াম) দ্ব্যগ্র (Dichotomous) ও সিউডোমোনোপোডিয়াল শাখাবিন্যাসযুক্ত (Pseudomonopodia)

ঘ) পাতা ক্ষুদ্র, সূক্ষ্ম (microphyllous) এবং বৃহৎ ও প্রসারিত (meyaphyllous)

ঙ) জল, খনিজ পদার্থ ও সালোকসংশ্লেষিত বস্তু বহনকারী সংবহন কলা বর্তমান। জাইলেম গাত্রে লিগনিন (lignin) জমা হওয়ায় এর দেওয়াল সুদৃঢ় হয়।

চ) এদের দেহে গৌণ বৃদ্ধি ঘটেনা। তবে আইসোটিস্ (Isoetes) ও ট্রি ফার্ণ (cyathea) এ গৌণ বৃদ্ধি ঘটে।

ছ) রেণুস্থলি গুলি রেণুপত্রের (sperophylls) ওপরে বা কক্ষে থাকে এবং কখনও কখনও রেণুপত্রগুলি একত্রিত হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী (Strobilus) গঠন করে (যেমন লাইকোপোডিয়াম, সেলাজিনেল্লা)। কখনও কখনও পরিণত পত্রকের অংকীয় তলে রেণুস্থলী গুচ্ছাকারে সজ্জিত হয়ে রেণুস্থলিগুচ্ছ বা সোরাস্ (Sorus) গঠন করে (যেমন ড্রায়োস্টেরিস্)।

জ) রেণুধর উদ্ভিদ রেণুস্থলিতে উৎপন্ন হ্যাপ্লয়েড (n) রেণু দ্বারা অযৌন জনন সম্পন্ন করে। এবং হ্যাপ্লয়েড বা লিঙ্গাধর জনুর সূচনা করে। একই ধরনের হলে রেণুধর উদ্ভিদকে সমরেণুপ্রসূ

(Homosporous) বলে। (যেমন লাইকোপোডিয়াম) দুটি ভিন্ন ধরনের রেণু উৎপন্ন করলে অসমরেণু প্রসূ (Heterosporous) বলে (যেমন সেলাজিনেল্লা)। ক্ষুদ্রাকৃতি রেণুকে পুংরেণু (microspore) এবং বৃহৎ রেণুকে স্ত্রীরেণু (megaspore) বলে। পুং ও স্ত্রীরেণু অঙ্কুরিত হয়ে যথাক্রমে পুং লিঙ্গাধর ও স্ত্রী লিঙ্গাধর (male gametophyte, female gametophyte) উদ্ভিদ গঠন করে। এই ধরনের প্রোথ্যালাস্ কে ভিন্নবাসী (dioecious) বলে। কিন্তু সমরেণু অঙ্কুরিত বলে একই প্রোথ্যালাসে পুং ও স্ত্রীধানী জন্মায় যাকে সহবাসী (monoecious) বলে।

ঝ) লিঙ্গাধর উদ্ভিদ স্বাধীনজীবী। এগুলি সাধারণত ক্ষুদ্র, চ্যাপ্টা, নলাকৃতি ও বিষমপৃষ্ঠ হয়।

ঞ) পুংধানী গোলাকৃতি এবং তা থেকে দ্বি বা বহু ফ্ল্যাজেল্লা যুক্ত শুক্রাণু উৎপন্ন হয়। স্ত্রীধানী ফ্লাস্কের মতো যা থেকে ডিম্বাণু উৎপন্ন হয়। জলের মাধ্যমে শুক্রাণু স্ত্রীধানীর নিকটবর্তী বলে নিষেক সম্পন্ন হয়। নিষিক্ত ডিম্বাণু ভ্রূণ (embryo) গঠন করে যা রেণুধর ডিপ্লয়েড (2n) জনুর সূচনা করে।

ট) প্রাথমিক অবস্থায় ভ্রূণ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল, পরে মূল, কাণ্ড ও পাতা গঠন করে স্বনির্ভর রেণুধর উদ্ভিদ গঠন করে।

ঠ) জীবনচক্রের সুস্পষ্ট জনুঃক্রম (Alternation of generation) দেখা যায়।

5.4 উৎপত্তি

উদ্ভিদ জীবাশ্ম (fossil) পরীক্ষা করে জানা গেছে আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয় মধ্য সাইলুরিয়ান (miod silurian) ভূতাত্ত্বিক কালে। ঠিক কি ধরনের পূর্বসূরি (ancestor) থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠীর উৎপত্তি হয়েছে তা নিয়ে বিজ্ঞানী মহলে যথেষ্ট তর্ক বিতর্ক হয়েছে। আপাতত বিজ্ঞানীরা এ বিষয়ে দ্বিধাবিভক্ত। একদল মনে করেন ব্রায়োফাইটার মত এই উদ্ভিদগোষ্ঠীও শ্যাওলার থেকে উৎপন্ন হয়েছে। আর একদল মনে করেন ব্রায়োফাইটা হল ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের যোগ্য পূর্বসূরি। এবিষয়ে আমরা বিশদ আলোচনা 9 নং এককে করব।

5.5 অন্যান্য অপুষ্পক ও সপুষ্পক উদ্ভিদের সঙ্গো সাদৃশ্য

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সঙ্গো একধারে যেমন অন্যান্য অপুষ্পক উদ্ভিদ যথা শ্যাওলা ও ব্রায়োফাইটার সাদৃশ্য রয়েছে তেমনি সাদৃশ্য আছে সপুষ্পক উদ্ভিদের সাথেও। আমরা ইতিমধ্যে জেনেছি যে শ্যাওলা বা ব্রায়োফাইটা জাতীয় উদ্ভিদ থেকে সম্ভবত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি হয়েছে। আবার অনেকে মনে

করেন যে এই উদ্ভিদগোষ্ঠীর মধ্যে বর্তমান অসমরেণুপ্রসূতা (Heterospory) অভিব্যক্তিয় পরিবর্তনের মাধ্যমে অবশেষে সপুষ্পক উদ্ভিদে বীজবাহীতা (Seed habit) র সূচনা করে। তাই ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ বিশেষজ্ঞরা (Pteride legists) মনে করেন এই জাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠীর সঙ্গে সংবহনকলা বিহীন অপুষ্পক উদ্ভিদ (শ্যাওলা, ব্রায়োফাইটা) ও সপুষ্পক উদ্ভিদের সাদৃশ্য থাকা খুব স্বাভাবিক।

শ্যাওলার সাথে সাদৃশ্য ঃ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সাথে সবুজ শ্যাওলার সাদৃশ্য আছে বিশেষত নিম্নলিখিত চরিত্রগুলির নিরিখে

(ক) রঞ্জক কণা

(খ) সঞ্চিত খাদ্য

(গ) চররেণু ও গ্যামীটের গঠন।

ব্রায়োফাইটের সাথে সাদৃশ্য ঃ নিম্নলিখিত চরিত্রগুলির বিচারে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ ব্রায়োফাইটার সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত।

ক) কিছু ব্যতিক্রম ছাড়া অধিকাংশ উদ্ভিদই স্থলজ।

খ) লিঙ্গাধর উদ্ভিদ এবং জনন অঙ্গের গঠন ও উৎপত্তি উভয় ক্ষেত্রে প্রায় একই রকম।

গ) উভয় ক্ষেত্রে জনন অঙ্গের আবরক কোষ (jacket cell) বন্ধ্যা।

ঘ) উভয় ক্ষেত্রেই শুক্রাণু ফ্ল্যাজেল্লা যুক্ত।

ঙ) নিষেকের সময় জলের উপস্থিতি প্রয়োজন।

চ) প্রাথমিক অবস্থায় লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীলতা।

ছ) উভয় উদ্ভিদগোষ্ঠীতেই অসমঅঙ্গাসংস্থানযুক্ত (Heteromorphic) জীবনচক্র ও সুস্পষ্ট জনুঃক্রম বর্তমান।

প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে এই দুই উদ্ভিদগোষ্ঠীর মধ্যে সাদৃশ্য থাকলেও ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগোষ্ঠী ব্রায়োফাইটার থেকে গঠনগত দিক দিয়ে অনেক বেশি উন্নত ও জটিল। ব্রায়োফাইটের লিঙ্গাধর দশা স্বাবলম্বী ও প্রকট এবং এখানে রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল এবং ক্ষণস্থায়ী (রেণু উৎপাদনের পর এই দশার সমাপ্তি ঘটে)। অপরপক্ষে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জীবনচক্রে রেণুধর উদ্ভিদ স্বাবলম্বী ও প্রকট কিন্তু লিঙ্গাধর দশা ক্ষণস্থায়ী ও অপ্রকট। অপুষ্পক উদ্ভিদের মধ্যে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ দেহে পৃথক ভাবে মূল, কাণ্ড ও পাতার অস্তিত্ব লক্ষ করা যায়। তাছাড়া এখানে রেণুধর উদ্ভিদে সংবহন কলাতন্ত্র বর্তমান।

সপুষ্পক উদ্ভিদের সাথে সাদৃশ্য

ক) সপুষ্পক ও ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ উভয় ক্ষেত্রেই রেণুধর উদ্ভিদ স্বাবলম্বী ও প্রকট দশা। রেণুধর উদ্ভিদ প্রকৃতমূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত।

খ) উভয় ক্ষেত্রে রেণুধর উদ্ভিদে জাইলেম ও ফ্লোয়েম দ্বারা গঠিত সংবহন কলা বিদ্যমান। তাছাড়া দুটি ক্ষেত্রেই জাইলেম গাত্রে লিগ্‌নিন জমা হয়ে কোষকে সুদৃঢ় করে।

অনুশীলনী - ১

১। শূন্যস্থান পূরণ করুন

ক) ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ ——— ভূতাত্ত্বিক কালে সর্বপ্রথম পৃথিবীতে আবির্ভূত হয়।

খ) ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে ——— দশা স্বাধীনজীবী, ক্ষুদ্র ও অপ্রকট হয়।

গ) সমরেণু অঙ্কুরিত হলে —— প্রোথ্যালাস গঠন করে।

২। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে নিষেকের সময় জলের প্রয়োজন হয় কেন?

5.6 রেণুধর জনু

শুক্রাণু দ্বারা ডিম্বাণু নিষিক্ত হলে ফলস্বরূপ জাইগোট সৃষ্টির সঙ্গে সঙ্গে ডিপ্লয়েড (2n) রেণুধর জনুর শুরু হয়। এই বহুকোষী নবীন, রেণুধর উদ্ভিদ কিছু সময়ের জন্য লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল হয়। অবশেষে, রেণুধর উদ্ভিদ সম্পূর্ণভাবে শারীরবৃত্তীয় স্বনির্ভরশীলতা অর্জন করে এবং জীবনচক্রে সুগঠিত, স্বাবলম্বী, স্বভোজী অংশ গঠন করে। (চিত্র 5.1)

5.6.1 রেণুধর উদ্ভিদের বহির্গঠন

যে কোনও উদ্ভিদকে সনাক্ত করতে হলে বা একটির সঙ্গে আর একটিকে তুলনা করতে হলে তাদের অঙ্গসংস্থানগত চরিত্রের ওপর নির্ভর করতে হয়। বহির্গঠনগত ও অন্তর্গঠনগত চরিত্র উভয়ই সমান গুরুত্বপূর্ণ।

পূর্বে আলোচনা করা হয়েছে যে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের রেণুধর অংশ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত। পাঠকের সুবিধার্থে প্রথমে অঙ্গজ চরিত্র ও পরে জনন গত চরিত্রগুলি আলোচনা করা হচ্ছে।

মূল ঃ অন্যান্য উদ্ভিদের মত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদেও মূল উদ্ভিদকে মাটির সঙ্গে দৃঢ়ভাবে সংলগ্ন রাখে এবং মাটির রস শোষণ করে। ভ্রূণ অবস্থায় মূল ক্ষণস্থায়ী হয় এবং পরিণত উদ্ভিদে অস্থানিক মূল (adventitions roots) উৎপন্ন হয়। কিছু কিছু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ আছে যেথা মূল থাকেনা, এমনকি ভ্রূণাবস্থাতেও থাকেনা (যেমন সাইলোটাম্, স্যানভিনিয়া; বিলুপ্ত হয়ে যাওয়া রাইনিওপ্‌সিকা শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদ)। এসব ক্ষেত্রে অসংখ্য রাইজয়েড মূলের কাজগুলি সম্পন্ন করে। কখনও কখনও মূলের ওপর বিশেষভাবে রূপান্তরিত অংশ থাকে যা অঙ্গজ জননে সাহায্য করে।

কাণ্ড ঃ কাণ্ড খর্ব, দৃঢ়, ঋজু বা শায়িত গ্রন্থিকাণ্ড বা রাইজোম জাতীয়। এগুলি সাধারণত মাটির মধ্যে শায়িত অবস্থায় বৃদ্ধি পায় যার অগ্রভাগ বক্রাকারে মাটির ওপর উঠে আসে এবং একটি ঋজু অক্ষ

গঠন করে। রাইজোম অংশ ও কাণ্ডের নিম্নাংশ শুকনো, বাদামী রং এর শল্ককেশ বা র‍্যামেন্টা (ramenta) দিয়ে ঢাকা থাকে। রাইজোমের নিম্নাংশ থেকে অস্থানিক মূল উৎপন্ন হয়। কখনও কখনও রাইজোম খণ্ডিত (lobed) হতে পারে (যেমন কার্বনিফেরাস ও ভূতাত্ত্বিক সময়ে দৃষ্ট লেপিডোডেনড্রেন ও বর্তমানে আইসোইটিস্)।

কাণ্ডের যে অংশ মাটির ওপর উঠে এসে ঋজু অক্ষ গঠন করে তার ওপর পাতা জন্মায়। সাইলুরিয়ান ডেকোনিয়ান ভূ-তাত্ত্বিক কালে সৃষ্ট আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের কাণ্ড গাত্র নগ্ন ও মসৃণ ছিল বা পত্রসদৃশ উপাঙ্গ (apandage) দিয়ে ঢাকা ছিল। বর্তমানে সাইলোটাম নামক উদ্ভিদও একই চরিত্র বহন করে।

কাণ্ডের শাখাবিন্যাস দ্ব্যাগ্র (dichotomous) অথবা পার্শ্বীয় (lateral) হয়। দ্ব্যাগ্র শাখাবিন্যাসে দুটি বাহু যদি সমান হয় তাকে সমবাহু দ্ব্যাগ্র (isotomous dichotomy) এবং বাহুদ্বয় অসমান হলে অসমবাহু দ্ব্যাগ্র (anisotomous dichotomy) শাখাবিন্যাস বলে। পার্শ্বীয় শাখা প্রধান শাখাগ্রের নিচে অবস্থিত কাক্ষিক মুকুলের প্রসারণের ফলে উৎপন্ন হয়। এই ধরনের শাখাবিন্যাসকে মোনোপোডিয়াল (monopodial) শাখাবিন্যাসও বলে।

পাতা ঃ ফার্ণজাতীয় রেণুধর উদ্ভিদে পাতা সাধারণত দু'ধরণের হয়, আকৃতিগতভাবে ছোট বা মাইক্রোফিল এবং বড় পালকের মত বা মেগাফিল। মাইক্রোফিল জাতীয় পাতায় একটিমাত্র শাখা নালিকা বান্ডিল থাকে এবং এর সঙ্গে সংশ্লিষ্ট কোনও পত্রাবকাশ (leaf gap) থাকে না কিন্তু মেগাফিলের ক্ষেত্রে পত্রাতিসারী বান্ডিলের (leaf trace) সঙ্গে পত্রাবকাশ (leaf gap) সম্পর্কযুক্ত থাকে। সাধারণতঃ নিম্নশ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে (যেমন সাইলোটাম, লাইকোপোডিয়াম, সেলাজিনেল্লা প্রভৃতি) মাইক্রোফিল জাতীয় পাতা এবং উচ্চশ্রেণীর ফার্ণে (যেমন ড্রায়পটেরিস, পলিপোডিয়াম ইত্যাদি) মেগাফিলজাতীয় যৌগিক পাতা থাকে। মেগাফিল জাতীয় পাতার তরুণ অবস্থায় মুকুল পত্রবিন্যাস (Ptyxis) কুন্ডলিত (circinate) হয়। পত্রকে একটি মধ্যশিরা ও দ্ব্যাগ্র শাখাযুক্ত মুক্ত বা জালিকাকার শিরাবিন্যাস দেখা যায়। অনেকসময় পুরাতন পাতা বিনষ্ট হলে কাণ্ডের ওপর পত্রমূল চিহ্ন (leaf scar) তৈরি হয়। কার্বনিফেরাস ভূতাত্ত্বিক কালে সৃষ্ট লেপিডোডেনড্রোলিস বর্ণভুক্ত উদ্ভিদে বিশেষ বিশেষ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যযুক্ত পত্রমূল চিহ্ন তৈরি হয়।

5.6.2 রেণুধর উদ্ভিদের অন্তর্গঠন

আমরা পূর্বেই আলোচনা করেছি যে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ একমাত্র অপুষ্পক উদ্ভিদগোষ্ঠী যার নালিকা বান্ডিল লিগ্‌নিন প্রাকারযুক্ত জাইলেম এবং ফ্লোয়েম নামক সংবহন কলা দিয়ে তৈরি। এই উদ্ভিদগোষ্ঠীতে জাইলেম, ফ্লোয়েম ও অন্যান্য কলার সজ্জাপদ্ধতির বিভিন্নতা লক্ষ করা যায়।

কেন্দ্রস্তম্ভ বা স্টিলি ও গৌণবৃদ্ধি ঃ

মজ্জা (pith) সমন্বিত বা মজ্জাবিহীন সংবহন কলাসমন্বিত কেন্দ্রীয় অন্তঃশাঁস বা কেন্দ্রস্তম্ভকে স্টিলি বলা হয়। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে গঠনগতভাবে সর্বাপেক্ষা সরল ও অনুন্নত স্টিলিকে প্রোটোস্টিলি

(Protostele) বলে। এইজাতীয় স্টিলিতে মজ্জা থাকে না। এক্ষেত্রে স্টিলির কেন্দ্রে অবস্থিত জাইলেম ফ্লোয়েম পরিবৃত হয়ে থাকতে পারে যাতে জাইলেম কেন্দ্রিক বা হ্যাড্রোসেন্ট্রিক আর উল্টো হলে তাকে ফ্লোয়েম কেন্দ্রিক বা পেন্টোসেট্রিক প্রোটোস্টিলি বলে। উল্লিখিত প্রোটোস্টিলি লুপ্ত হয়ে যাওয়া আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ তথা **কুকসোনিয়া, (cooksonia) রাইনিয়া (Rhynia)** এবং বর্তমানে জীবিত সাইলোটাম ও **মেসিপটেরিস্ (Tmesipteris)** গণে পাওয়া যায়। এসব ক্ষেত্রে প্রোটোস্টিলির আকৃতি গোলাকার হয় এবং একে হ্যাপ্লোস্টিলি (Haplostele) বলা হয়। (চিত্র 5.2 ক) কখনও কখনও বহিরাকৃতি তারকাকৃতি হতে পারে তখন তাকে অ্যাক্টিনোস্টিলি (Actinostele) বলে। (চিত্র 5.2 খ) অ্যারিস্টগোস্টিলি লুপ্ত হয়ে যাওয়া অ্যাস্টোরোজাইলন (Asteroxylon) এর কাণ্ডে, বর্তমানে সাইলেটাম এর ঋজু অক্ষে ও জাইকো পোডিয়ামের কিছু কিছু প্রজাতির কাণ্ডে (লাইকোপোডিয়াম সেরাটাম) দেখা যায়। Lycopodium clavatum এর ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় জাইলেম ভেঙে গিয়ে সমান্তরাল প্লেটের ন্যায় অবস্থান করে। প্রোটোস্টিলির এই বিশেষ রকমকে প্লেক্টোস্টিলি (Plectostele) বলে (চিত্র 5.2গ)।

মজ্জাযুক্ত স্টিলিকে সাইফোনোস্টিলি (Sphone stele) বলে। এই ধরনের স্টিলি প্রোটোস্টিলি থেকে অধিক উন্নত। মজ্জার উৎপত্তি দুইভাবে হতে পারে। ট্র্যাকীড্ (trachid) এর ক্ষয় হয়ে মজ্জায় রূপান্তর ঘটতে পারে অথবা বহির্মজ্জার কলা স্টিলির অক্ষ অধিগ্রহণ করে মজ্জা গঠন করতে পারে। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে সোলেনোস্টিলির (solenostile) উপস্থিতির দ্বিতীয় তত্ত্বটি সমর্থন করে। এই ধরনের স্টিলিতে জাইলেমের উভয়দিক ফ্লোয়েম থাকে তাই একে অ্যাম্পিফ্লোয়িক সাইফোনোস্টিলিও বলে। (চিত্র 5.2ঘ) এই ধরনের স্টিলির সঙ্গে পত্রাভিসারী বান্ডিলের (leaf trace) সঙ্গে পত্রাবকাশ (leaf gap) সংশ্লিষ্ট অবস্থায় থাকে। এই পত্রাবকাশের মধ্য দিয়ে বহির্মজ্জার কলা স্টিলি অক্ষে পৌঁছতে পারে বলে ধারণা করা হয়। (চিত্র 5.2ঙ)

উপর্যুপরি পত্রাবকাশ থাকার ফলে কোনও সোলেনোস্টিলি খণ্ডিত হয়ে ডিক্টিয়োস্টিলি (Dictyostele) গঠন করে (চিত্র 5.2ঙ)। এই ধরনের স্টিলির প্রত্যেকটি খণ্ডকে মেরিস্টিলি (Meristele) বলা হয়।

তুলনামূলকভাবে উচ্চশ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ গোত্র যেমন সারাথিয়েসী, টেরিডেসী, ব্লেক্নেসী ইত্যাদিতে ডিক্টিয়োস্টিলি দেখা যায়। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে এইজাতীয় স্টিলিকে সবচেয়ে উন্নত বলে মনে করা হয়। পলিসাইক্লিক্ স্টিলি (Polycyclic stele) নামে আর একবিশেষ ধরনের স্টিলি আছে যেখানে জাইলেম ও ফ্লোয়েম একের অধিক চক্রাকারে সাজান থাকে (চিত্র 5.2 ছ জ)। পলিপোডিয়েসী গোত্রের কিছু উদ্ভিদে (যেমন প্লাটিসেরিয়াম) এই ধরনের স্টিলি পাওয়া যায়।

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে সাধারণত গৌণ বৃদ্ধি দেখা যায়না। তবে অতীতে বিশেষ করে কার্বনিফেরাস বা অঙ্গারযুগে বৃক্ষবৎ লেপিডোডেনড্রেলিস্ (Lepidodendrales) বর্গভুক্ত উদ্ভিদে গৌণ বৃদ্ধি হত। বর্তমানে আইসোইটিস্ **(Isoetes)** ও বট্রিচিয়ামে **(Botrychium)** বিশেষ রকমের গৌণবৃদ্ধি লক্ষ করা গেছে।

এতক্ষণ আমরা ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের অন্যতম উল্লেখযোগ্য চরিত্র হিসেবে ট্রাকীডের (Tracheid)

উপস্থিতিকে জেনেছি। কিন্তু বর্তমানে কিছু কিছু উদ্ভিদ যেমন সেলাজিনেলা, ইকুইসিটাম, মার্শিলিয়া, টেরিডিয়াম, নথোলিনা থেকে বাহিকা বা ভেস্‌ল (vessel) এর উপস্থিতি প্রমাণিত হয়েছে। উৎপত্তিগতভাবে এগুলি গুপ্তবীজী উদ্ভিদের আদর্শ বাহিকা থেকে আলাদা।

5.6.3 জনন

রেণুধর উদ্ভিদে জনন অঙ্গাজ (vegetative) ও অযৌন (Asexual) পদ্ধতিতে সম্পন্ন হয়।

অঙ্গাজ জনন রাইজোমের ওপর সৃষ্ট বহুকোষী গেমা (যেমন সাইলোটাম) বা কন্দ (tuber) (যেমন ইকুইসিটাম) দ্বারা সম্পন্ন হতে পারে। আবার পরিণত রাইজোমের কোন অংশ শুকিয়ে গেলে নতুন মূল ও পাতা সৃষ্টির পর বিচ্ছিন্ন শাখাগুলি স্বাবলম্বী উদ্ভিদ হিসাবে জীবন শুরু করে। অনেক সময় পাতার বৃন্ত থেকে মুকুল জন্মায় যা নতুন গাছের জন্ম দেয় (যেমন ড্রায়পটেরিস্)।

অযৌন জনন ঃ পরিণত রেণুধর উদ্ভিদ রেণুর মাধ্যমে অযৌন জনন সম্পন্ন করে। মস ও লিভারওয়ার্ট (liverwort) জাতীয় ব্রায়োফাইটে সম্পূর্ণ রেণুধর অংশটি একটিমাত্র রেণুস্থলিতে পরিণত হয়। কিন্তু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদসহ অন্যান্য সংবহন কলাযুক্ত উদ্ভিদ বহুরেণুস্থলিযুক্ত।

আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে যেমন কুক্‌সোনিয়া (Cooksonia), রাইনিয়া (Rhynia) হরনিয়োফাইটনে (Harneophyton) রেণুস্থলী কাণ্ডজ (cauline) ছিল বলে মনে করা হয়। অন্যান্য ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে রেণুস্থলী পাতার সঙ্গো সম্পর্কযুক্ত হয় এবং এই ধরনের রেণুস্থলী বহনকারী রেণুপত্র বা স্পোরোফিল বলে। তুলনামূলকভাবে নিম্নশ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে রেণুপত্রগুলি একসাথে সজ্জিত হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী (strobilus) গঠন করে (যেমন লাইকোপোডিয়াম সেলাজিনেল্লা, ইকুইসিটাম) উচ্চশ্রেণীর ফার্ণে (ড্রায়পটেরিডেসী) পলিপোডিয়েসী গোত্রভুক্ত) কতকগুলি রেণুস্থলী পত্রকের নিম্নতলে নির্দিষ্ট রীতিতে মধ্যশিরার দুপাশে সাজান থাকে। একে সোরাস (sorus) বলে।

ব্যক্তিজনি (ontogeny) ও গঠনগতভাবে রেণুস্থলী দুধরনের হয়। গোয়েবেল ১৮৮০ ইউস্পোরানজিয়াম (Eusporangium) ও লেপ্টোস্পোরানজিয়াম (Leptosporangium)। ইউস্পোরানজিয়াম অনেকগুলি প্রাথমিক কোষ থেকে তৈরি হয়। প্রাথমিক কোষগুলি বিভাজিত হলে বাইরের কোষগুলি রেণুস্থলীর প্রাকার গঠন করে এবং ভেতরের কোষগুলি প্রাথমিক স্পোরেপিনাস কোষ গঠন করে যা পরে রেণুমাতৃকোষে (spore mother cells) পরিণত হয় (চিত্র 5.3 ক, খ)। বেশিরভাগ ইউস্পোরানজিয়ামের প্রাকার দুই বা তার বেশি স্তর যুক্ত হয় (সাইলোটাম, বট্রিচিয়াম), কখনও কখনও একস্তর যুক্ত হতে পারে (লাইকোপোডিয়াম, সেলাজিনেল্লা)। ইউস্পোরানজিয়ামে অসংখ্য ও অনির্দিষ্ট সংখ্যায় রেণু তৈরি হয় এবং রেণুস্থলীর বৃন্তটি (Stalk) ছোট ও দৃঢ় হয়।

লেপ্টোস্পোরানজিয়াম একটিমাত্র রেণুস্থলী প্রাথমিক কোষ থেকে তৈরি হয় (চিত্র 5.3 গ, ঘ)। পরিণত রেণুস্থলীর প্রাকার এক কোষ স্তর যুক্ত হয় এবং রেণুস্থলী বৃন্তটি দৃঢ় হয় না। এই ধরনের রেণুস্থলীতে নির্দিষ্ট সংখ্যায় রেণু তৈরি হয়।

অস্‌মুন্ডেসী গোত্রে গঠনগত ও উৎপত্তিগতভাবে ইউস্পোরানজিয়াম ও লেপ্টোস্পোরানজিয়ামের

মাঝামাঝি এক ধরনের রেণুস্থলী পাওয়া যায়।

উৎপত্তি ও অবস্থান অনুযায়ী সোরাস তিন ধরনের হতে পারে। প্রান্তীয় (Marginal) সোরাস, অন্তঃপ্রান্তীয় (intra marginal) সোরাস এবং উপরিতলীয় (superficial) সোরাস। প্রান্তীয় সোবাসে রেণুস্থলী পাতা বা পত্রকের (pinnule) প্রান্তদেশ থেকে উৎপন্ন হয় (চিত্র 5.4 ক-গ) হাইমেনোফাইলাম ও লিন্ডসিয়াতে এই ধরনের সোরাস পাওয়া যায়। অন্তঃপ্রান্তীয় সোরাসের ক্ষেত্রে পাতা বা পত্রকের নিম্নতলে অবস্থিত অধঃপ্রান্তীয় (sub marginal) কোষগুলি বিভাজিত হয়ে ঢাক্না বা ইন্ডুসিয়ামের মত পর্দা (Indusiam flap) গঠন করে। একে নকল ঢাকনা (false indusium) বলে যা টেরিস, টেরিডিসাম প্রভৃতি ফার্ণে দেখা যায় (চিত্র 5.4 খ-চ)। উপরিতলীয় (superficial or abaxial) সোরাস ও পাতার অধঃপ্রান্তীয় কোষ থেকে তৈরি হয়। এক্ষেত্রে পাতার প্রান্তভাগ কোষগুলি সক্রিয় ভাবে বিভাজিত হওয়ায় সোরাস পাতার প্রান্তভাগ থেকে দূরে সরে যায় (চিত্র 5.4 ছ-ঝ)। মনে করা হয় যে আদি অবস্থায় প্রান্তীয় রেণুস্থলী ক্রমে পত্রক বা পাতার নিম্নভাগে সরে এসে উপরিতলীয় অবস্থায় প্রাপ্ত হয়। এই ঘটনাকে ফাইলেটিক স্লাইড (Phyletic slide) বলা হয় (চিত্র 5.4 ঞ-ঠ)।

সোরাসে রেণুস্থলীর সজ্জাপদ্ধতি তিন ধরনের হয়। রেণুস্থলীগুলি একইসঙ্গো পরিণতি লাভ করলে সংশ্লিষ্ট সোরাসকে সাধারণ বা সিম্পল্ সোরাস (simple) বলে (চিত্র 5.4 ড)। অনেক সময় প্রবীন রেণুস্থলী মাঝে থাকে এবং এদের দুদিকে অপেক্ষাকৃত নবীন রেণুস্থলীগুলি ক্রমান্বয়ে সাজান থাকে তখন এই ধরনের সোরাসকে গ্রেডেট (Gradate) সোরাস বলে। (চিত্র 5.4-ঢ) আবার সোরাসে বিভিন্ন বয়সের রেণুস্থলীগুলি কোনও ক্রম না মেনে মিশ্র অবস্থায় থাকতে পারে, তখন তাকে মিশ্র বা মিক্সড্ (Mixed) সোরাস বলে (চিত্র 5.4 ণ)। সাধারণ বা সিম্পল সোরাসকে আদি প্রকৃতির ও মিশ্র সোরাসকে উন্নত বলে মনে করা হয়।

পরিণত রেণুস্থলী সাধারণত সবৃন্তক হয়। বৃন্তের ওপর অর্ধগোলাকার ক্যাপসিউল (capsule) থাকে। ক্যাপসিউল প্রাকার নিক্ষেপবলয় বা অ্যানুলাস (Annulus) নামে স্থূল কিউটিনযুক্ত কোষস্তর দিয়ে তৈরি। নিক্ষেপবলয় উল্লম্ব, অনুপ্রস্থ বা তির্যক ভাবে থাকতে পারে। নিক্ষেপবলয়ের বিপরীত দিকে কিছু অংশের কোষগুলি পাতলা প্রাকার যুক্ত হয় যাকে ভেদনস্থান (stomium বলে)। পরিণত রেণুস্থলী ক্রমে শুষ্ক হয় এবং তখন নিষেক বলয়ের কোষগুলি বাইরের দিকে পাতলা প্রাচীর কোষের ভেতরের দিকে নত হয়। এই অবস্থায় নিক্ষেপ বলয় সংকুচিত হয়ে ভেদন স্থান বিদীর্ণ হয় ও পরিণত রেণু নিক্ষিপ্ত হয় (চিত্র 5.3 ড)।

অনুশীলনী - ২

১। সঠিক উত্তরটি চিহ্নিত করুন

ক) ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে জাইগোট সৃষ্টির সঙ্গো সঙ্গো কোন্ জনুর শুরু হয়?

(i) লিঙ্গাধর জনু (ii) রেণুধর জনু (iii) দুটোই (iv) নির্দিষ্ট ভাবে বলা সম্ভব নয়।

খ) সোলানোস্টিলি খণ্ডিত হয়ে যে স্টিলি গঠন করে তাকে (i) প্লেক্টোস্টিলি (ii)

অ্যাক্টিনোস্টিলি (iii) ডিক্টিয়োস্টিলি (iv) পলিসাইক্লিক্ স্টিলি বলে।

গ) রেণুস্থলীর যে অংশ রেণুনিক্ষেপ সাহায্য করে তা হল (i) বৃন্ত (ii) নিক্ষেপবলয় (iii) ভেদনস্থান

২। তুলনা করুন।

ক) মাইক্রোফিল ও মেগাফিল

খ) ইউস্পোরানজিয়াম ও লেপ্টোস্পোরানজিয়াম

গ) সাধারণ ও মিশ্র সোরাস

5.7 লিঙ্গাধর জনু

মায়োসিস প্রক্রিয়ায় হ্যাপ্লয়েড (n) রেণু উৎপাদনের সঙ্গে সঙ্গে রেণুধর বা ডিপ্লয়েড (2n) জনুর পরিসমাপ্তি ঘটে এবং লিঙ্গাধর বা হ্যাপ্লয়েড (n) জনুর শুরু হয়। সুতরাং হ্যাপ্লয়েড রেণুই হল লিঙ্গাধর জনুর প্রথম কোষ (চিত্র 5.1)

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে লিঙ্গাধর জনুর উপস্থিতি তুলনামূলকভাবে দীর্ঘস্থায়ী হয় না এবং সমরেণু প্রসূত উদ্ভিদ থেকে যত অসম রেণুপ্রসূ উদ্ভিদের দিকে অগ্রসর হওয়া যাবে তত এই জনুর স্থায়ীত্ব কমতে দেখা যায়। লাইকোপোডিয়াম সহ অন্যান্য সমরেণু প্রসূ উদ্ভিদে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ দীর্ঘস্থায়ী হয় এবং পরিণত হতে কয়েক বছর সময় লাগে। তুলনায় অসংরেণুপ্রসূত উদ্ভিদে লিঙ্গাধর জনু কয়েক ঘণ্টা থেকে কয়েক সপ্তাহ স্থায়ী হতে পারে এবং গঠনগত ভাবেও খুব হ্রাসপ্রাপ্ত হয় (সেলাজিনেল্লা ও আইসোইটিস্)। অনেক ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের লিঙ্গাধর উদ্ভিদে মাইকরিজার (Mycorrhiza) সহাবস্থান দেখা যায় (যেমন সাইলেটাম, লাইকোপোডিয়াম)।

5.7.1 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

অনুকূল পরিবেশে রেণু অঙ্কুরিত হলে রেণুর বহিঃত্বক ফেটে যায় এবং অন্তঃত্বক বহুকোষী সূত্র রূপে বেরিয়ে এসে প্রোটোনিমা গঠন করে। সমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদে রেণুর তিনভাবে অঙ্কুরোদ্গম হতে পারে যেমন (ক) দ্বিমেরু যুক্ত (Bipolar) (খ) ত্রিমেরু যুক্ত (tripolar) ও (গ) অনিয়তাকার (Amorphous) (চিত্র 5.5 ক-গ)। প্রোটোনিমা ক্রমাগত বিভক্ত হয়ে প্রোথ্যালাস (Prothallus) গঠন করে। গঠন ও আকৃতি অনুযায়ী ৭ রকমের প্রোথ্যালাস যেমন (ক) অস্‌মুন্ডা সদৃশ (খ) ম্যারাট্টিয়া সদৃশ (গ) অ্যাডিয়েন্টাম সদৃশ (ঘ) ড্রাইনারিয়া সদৃশ (ঙ) কলিনিয়া সদৃশ (চ) সেরাটপ্‌টেরিস সদৃশ ও (ছ) অ্যাসপিডিয়াম সদৃশ (চিত্র 5.6)। উপরিউক্ত সমরেণুপ্রসূ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের লিঙ্গাধর উদ্ভিদগুলি যেহেতু রেণুর বাইরে সৃষ্টি হয় এদের বহিঃরেণু (Exosporic) জাত বলে।

তুলনামূলকভাবে অসমরেণুপ্রসূত উদ্ভিদে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ রেণুর মধ্যেই সৃষ্টি হয় এবং এভাবে সৃষ্ট লিঙ্গাধর উদ্ভিদকে অন্তঃরেণু (endosporic) জাত বলে।

5.7.2 জনন

সমরেণু জাত প্রোথ্যালাসের সহবাসী (monoecious) অর্থাৎ একই প্রোথ্যালাসের পুং ও স্ত্রীধানী উভয় জনন অঙ্গাই জন্মায়। অসমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদের ক্ষেত্রে ভিন্নবাসী (dioecious) হয় যেখানে পৃথক পৃথক প্রোথ্যালাসের পুংধানী ও স্ত্রীধানী জন্মায়। সাধারণত অক্ষীয় প্রোথ্যালাসে (axial prothallus) পুং ও স্ত্রীধানীগুলি সারা প্রোথ্যালাস গাত্রে ছড়ান থাকে (সাইলোটাম, ওফিয়োগ্লাসাস) কিন্তু বিষমপৃষ্ঠীয় প্রোথ্যালাসে (উচ্চ শ্রেণীর ফার্ণ যেমন ড্রায়পটেরিস) পুংধানীগুলি নিচের দিকে রাইজয়েডের মধ্যে এবং স্ত্রীধানীগুলি ওপরের দিকে অগ্রস্থ খাঁজের নিচে ভাজক অংশে সজ্জিত থাকে (চিত্র 5.6)।

পুংধানী উপরিতলীয় (সাইলোটাম) অথবা প্রোথিত অবস্থায় থাকতে পারে (লাইকোপোডিয়াম, ইকুইজিটাম)। পুংধানীর আবরণ (Jacket) দৃঢ় হয় এবং সাধারণত ১-২ কোষ পুরু প্রাকারযুক্ত হয়। আবরণের যে অংশ দিয়ে শুক্রাণু মুক্ত হয় তাকে অপারকুলাম কোষ (opercular cell) বলে। প্রতি পুংধানীতে শুক্রাণুর সংখ্যা বিভিন্ন রকমের হতে পারে। আইসোইটিসে যেমন মাত্র ৪টি শুক্রাণু সৃষ্টি হয় তেমনি ওফিয়োগ্লসাসে কয়েক হাজার হতে পারে। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে দ্বি-ফ্লাজেল্লা (যেমন লাইকোপোডিয়াম, সেলাজিনেলা) যুক্ত ও বহু-ফ্লাজেলা যুক্ত (সাইলোটাম, ইকুইজিটাম ও অন্যান্য ফার্ণ) শুক্রাণু দেখা যায়।

স্ত্রীধানীর আকৃতি জলের কুঁজোর মত। এর নিচের স্ফীত অংশ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের মধ্যে নিমজ্জিত অবস্থায় থাকে এবং একে অঙ্ক (Ventor) বলে। ওপরের দীর্ঘ প্রক্ষেপিত অংশটিকে গ্রীবা (Neck) বলা হয়। গ্রীবার মধ্যস্থিত স্থানে গ্রীবানালি কোষ (Neck canal cell) ও অঙ্কের মধ্যে অঙ্কনালি কোষ (ventral canal cell) এবং ডিম্বাণু (egg) অবস্থান করে।

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে পুংধানী ও স্ত্রীধানীর উৎপত্তি কিভাবে হয় তা চিত্র 5.7 ক-ঞ এ দেখান হল।

5.7.3 নিষেক, ভ্রূণ বিকাশ ও নতুন রেণুধর উদ্ভিদ

পুংধানী ও স্ত্রীধানী উভয়ে পরিণত হলে নিষেক সম্পন্ন হয়। প্রথমে পরিণত স্ত্রীধানীর গ্রীবা ও অঙ্কীয় নালিকোষগুলি দ্রবীভূত হয়ে একটি নালিপথ সৃষ্টি করে। এই পথে ম্যালিক অম্ল, মিউসিলেভা ও অন্যান্য রাসায়নিক পদার্থ থাকে যার আকর্ষণে শুক্রাণু আকৃষ্ট হয়ে এসে অঙ্ক মধ্যস্থ ডিম্বাণুর সাথে মিলিত হয়। ডিম্বাণু নিষিক্ত হওয়ার পর এর চারধারে পুরু প্রাচীর তৈরি হয় এবং অবশেষে জাইগোট বা আদি ভ্রূণ গঠিত হয়। আদিভ্রূণ উৎপন্ন হওয়ার সঙ্গো সঙ্গো লিঙ্গাধর জনুর পরিসমাপ্তি ঘটে ও রেণুধর জনুর উৎপত্তি সূচিত হয়।

আদিভ্রূণ সৃষ্টি, ভ্রূণের পরিস্ফুরণ থেকে অবশেষে নতুন স্বাবলম্বী রেণুধর উদ্ভিদ সৃষ্টির সমস্ত ঘটনাবলীকে ভ্রূণবিকাশ (Embryogeny) বলে। আদিভ্রূণেই প্রথম বিভাজন প্রস্থচ্ছেদ বা লম্বচ্ছেদ দ্বারা হতে পারে (চিত্র 5.8)। প্রস্থচ্ছেদ বিভাজন সাধারণত নিম্নশ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে ও লম্বচ্ছেদ বিভাজন

লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েট ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে দেখা যায়। ভ্রূণ সৃষ্টির পর নবীন ভ্রূণে দুটো নির্দিষ্ট মেরু থাকে, অগ্রস্থ মেরু (apical pole) (চিত্র 5.8) যা বিটপাগ্র (shoot apex) ও পাতা গঠন করে এবং নিম্নস্থ মেরু (basal pole) যা থেকে ধারক বা সাস্‌পেনসার (suspensor) তৈরি হয়। অগ্রস্থ মেরু যদি স্ত্রীধানীর অঙ্কের দিকে থাকে তখন সেই ভ্রূণকে এন্ডোস্কোপিক (Endoscopic) এবং যদি গ্রীবার দিকে মুখ করে থাকে তাকে এক্সোস্কোপিক (Exoscopic) ভ্রূণ (চিত্র 5.8 ক-খ) বলা হয়। এন্ডোস্কোপিক ভ্রূণ লাইকোপোডিয়াম, সেলাজিনেল্লা, আইসোইটিসে দেখা যায় এবং এক্সোস্কোপিক ভ্রূণ সাইলোটাম, মেসিপটেরিসে দেখা যায়। সাসনেপনসর সাধারণত এন্ডোস্কোপিক ভ্রূণে দেখা যায়।

ভ্রূণকোষগুলির পর পর বিভাজনের পর এগুলি চারটি দুই কোষ বিশিষ্ট কোয়াড্রান্ট (quadrant) এ বিভক্ত হয়। ওপরের কোয়াড্রান্টকে এপিবেসাল কোয়াড্রান্ট বলে যা থেকে বীজপত্র ও মূল তৈরি হয়। নিচের কোয়াড্রান্টকে হাইপোবেসাল কোয়াড্রান্ট বলে যা থেকে পদ (foot) ও কাণ্ড গঠিত হয় (5.8 ঙ - ঞ)।

5.7.4 জীবনচক্রে অস্বাভাবিকতা

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের 'স্বাভাবিক' জীবনচক্রে কখনও কখনও অস্বাভাবিকতা দেখা যায়। এই ধরনের বিচ্যুতি প্রকৃতিতে যেমন দেখা যায় তেমনি পরীক্ষাগারেও সৃষ্টি করা যেতে পারে। অসঙ্গাজনি (apogamy) অরেণুজানি (Apospory) ও অপুংজনি (Rathenogenesis) হল এমন কয়েক ধরনের অস্বাভাবিকতা।

যখন কোনও রেণুধর উদ্ভিদ গ্যামিটের উপস্থিতি বা মিলন ছাড়াই সরাসরি লিঙ্গাধর উদ্ভিদ থেকে সৃষ্ট হয় তখন এই পদ্ধতিকে অসঙ্গাজনি বা অ্যাপোগ্যামি বলে। এইভাবে সৃষ্ট রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদের মত হ্যাপ্লয়েড (n) হয়। হ্যাপ্লয়েড রেণুমাতৃকোষে মায়োসিস না হওয়ায় রেণু তৈরি হয় না। লাইকোপোডিয়াম, টেরিস্, ডাইয়োপটেরিস্ প্রভৃতি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে অসঙ্গাজনি দেখা যায়। কার্বহাইড্রেট, খনিজ পোষণ, আলোর মান ও মাত্রা এবং হর্মোন প্রভৃতি কারণের ওপর অসঙ্গাজনি নির্ভরশীল।

কখন কখনও রেণুধর উদ্ভিদ কোনও রেণু সৃষ্টি না করেই লিঙ্গাধর উদ্ভিদ তৈরি করতে পারে। এই পদ্ধতিকে অরেণুজনি বলে। এভাবে তৈরি লিঙ্গাধর উদ্ভিদ রেণুধর উদ্ভিদের মত ডিপ্লয়েড (2n) হয়। অ্যাডিয়েন্টাম, টেরিডিয়াম প্রভৃতি উদ্ভিদে অরেণুজনি দেখা যায়। রেণুধর উদ্ভিদে ক্ষত, পোষণের অভাব, সুক্রোজ প্রভৃতি অরেণুজনিত (Apospory) কারণ হিসাবে ধরা হয়।

ফার্ণে অপুংজনির মাধ্যমে অনিষিক্ত ডিম্বাণু সরাসরি ভ্রূণ সৃষ্টি করতে পারে। এভাবে সৃষ্ট ভ্রূণ সাধারণত হ্যাপ্লয়েড হয় তবে কখনও কখনও ডিপ্লয়েডও হতে পারে। নার্শিসিয়া নামে ফার্ণের কোনও কোনও প্রজাতিতে অপুংজনি দেখা যায়।

সমরেণুপ্রসূ ফার্ণে স্বাভাবিক ও অস্বাভাবিক জীবনচক্রের ছক চিত্র 5.9 এ দেওয়া হল।

অনুশীলনী - ৩

১। বাম দিকের সঙ্গো ডান দিকের অংশ মেলান।

(ক)	লিঙ্গাধর জনুর প্রথম কোষ	(i)	লাইকোপোডিয়াম
(খ)	সমরেণুজাত প্রোথ্যালাস	(ii)	রেণু
(গ)	অন্তঃরেণু বা এন্ডোস্পোরিক লিঙ্গাধর উদ্ভিদ	(iii)	এন্ডোস্কোপিক ভ্রূণ
(ঘ)	সারপেন্‌সর	(iv)	অসমরেণুপ্রসূতা
(ঙ)	দ্বি-ফ্ল্যাজেল্লাযুক্ত শুক্রাণু	(v)	সহবাসী

২। হ্যাঁ বা না বলুন

(ক) রেণু অঙ্কুরিত হয়ে যে বহুকোষী সূত্রাকার অংশ গঠন করে তাকে প্রোথ্যালাস বলে। হ্যাঁ/না

(খ) অসমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদে লিঙ্গাধর জনু ক্ষণস্থায়ী হয়। হ্যাঁ/না

(গ) মিশ্র সোরাসকে উন্নত বলে মনে করা হয়। হ্যাঁ/না

(ঘ) নিষেকের সময় কিছু কিছু রাসায়নিক পদার্থের উপস্থিতির প্রয়োজন হয়। হ্যাঁ/না

(ঙ) অরেণুজনির মাধ্যমে সৃষ্ট লিঙ্গাধর উদ্ভিদ হ্যাপ্লয়েড হয়। হ্যাঁ/না

5.8 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীবিন্যাস

আমরা ইতিমধ্যে লিখেছি যে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ হল নিম্নশ্রেণীর সংবহন কলাযুক্ত উদ্ভিদ। বর্তমানে পৃথিবীতে প্রায় 12,000 প্রজাতির ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ দেখা যায়। শৈবাল (প্রায় 30,000 প্রজাতি), ছত্রাক (প্রায় 31,00 প্রজাতি) ও ব্রায়োফাইটার (প্রায় 25,000 প্রজাতি) থেকে সংখ্যায় কম হলেও এরা উদ্ভিদ জগতে বিশেষ স্থান অধিকার করে আছে—পৃথিবীর প্রথম স্থলজ সংহবহন কলা যুক্ত উদ্ভিদ হিসাবে। বৈচিত্র্যপূর্ণ চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের জন্য অন্যান্য উদ্ভিদের মত এই উদ্ভিদগোষ্ঠীরও সনাক্তকরণ ও শ্রেণীবিন্যাস করা জরুরী হয়ে পড়ে। নিচে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীবিন্যাসের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস আলোচনা করা হল।

5.8.1 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ শ্রেণীবিন্যাসের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস ও পরিচয়

সোরাসের চরিত্র নির্ভর শ্রেণীবিন্যাস লিনিয়াস (1753) শুরু করেন যা পরবর্তীকালে ডব্লু. জে. হুকার, জে. জি. বেকার (1865-68, 1874) অনুসরণ করেন। কিন্তু শুধুমাত্র সোরাসের চরিত্র নির্ভর শ্রেণীবিন্যাসের অনেক ত্রুটি বিচ্যুতি ক্রমে ধরা পড়ে। ক্রিস্ট (1897), ডিয়েলস্‌ (1899–1900) ক্রিস্টেনসেন (1905–1906, 1938) এবং পরবর্তীকালে বাওয়ার (1923-1928) সোরাস ছাড়াও অন্যান্য চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলির প্রয়োজনীয়তা অনুভব করেন। এই সমষ্টিগত চরিত্রের ওপর নির্ভর করে চিং

(1940) ও কোপ্ল্যান্ড (জেনেরা, ফিলিকাস, 1947) ফার্ণের শ্রেণীবিভাগ করেন। পরবর্তীকালে উদ্ভিদ বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার ক্রমোন্নতির সঙ্গে সঙ্গে ক্রোমোজোম সংখ্যা (ম্যান্টন্, 1950), লিঙ্গধর উদ্ভিদ রেণুর বহির্গঠন (লুগারডন, 1972, 1974; ট্রায়ন ও ট্রায়ন, 1982) ও উদ্ভিদরসায়ন (কুপার ড্রাইভার 1973, 1980) প্রভৃতি চরিত্রকেও শ্রেণীবিন্যাসের ভিত্তি হিসেবে ব্যবহার করা হচ্ছে।

আলোচনার সুবিধার্থে নিচে কেবলমাত্র বিংশ শতাব্দীতে প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাসগুলির সারাংশ তুলে ধরা হল।

১। ই. সি. জেফ্রি (1902)

সংবহন কলা যুক্ত উদ্ভিদ

১) লাইকপ্সিডা (লাইকোপোডিয়াম জাতীয় ও ইকুইজিটাম জাতীয় উদ্ভিদ)

২) টেরপ্সিডা (ফার্ণ, ব্যক্তবীজী ও গুপ্তবীজী উদ্ভিদ)

২। সি. ই. বেসি (1911-1915)

পর্ব ১—৭ থ্যালোফাইটা

পর্ব ৮ ব্রায়োফাইটা

৯ টেরিডোফাইটা (শুধুমাত্র ফার্ণ)

শ্রেণী ১ — ইউস্পোর‍্যানজিয়েটি

শ্রেণী ২ — লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েটি

১০. ক্যালামোফাইটা

শ্রেণী ১ — স্ফেনোফাইলিনি

শ্রেণী ২ — ইকুইজিটিনি

শ্রেণী ৩ — ক্যালানাইটিনি

১১. লেপিডোফাইটা

শ্রেণী ১ — ইলিগিউলেটি

শ্রেণী ২ — লিগিউলেটি

১২. সাইকাডোফাইটা

১৩. স্ট্রবিনোফাইটা

১৪. অ্যান্থোফাইটা

বেসির ব্যবহৃত 'পর্ব' উদ্ভিদ নামকরণের আন্তর্জাতিক নিয়মাবলী (ICBN)-র পরিবন্থী। এখানে 'পর্ব' বিভাগের সমতুল্য।

৩। এ. ইংলার (১৯৩৬)

বিভাগ - আর্চিগোনিয়েটি

উপবিভাগ ১ — ব্রায়োফাইটা

২ — টেরিডোফাইটা

শ্রেণী ১ — সাইলোফাইটিনি

৩ — আরটিকুলেটি

৪ — লাইকোপোডিনি

৫ — সাইলোটিনি

৬ — আইসোইটিনি

৭ — ফিলিসিনি

বিভাগ - এমব্রায়োফাইটা সাইফোনোগ্যাম (সবীজ উদ্ভিদ)

৪। এ. জে. ইম্স (১৯৩৬)

বিভাগ - ট্রাকিওফাইটা

উপবিভাগ - ১ — সাইলপ্সিডা (সাইলোফাইটেলিস ও সাইলোটেলিস)

২ — লাইকপ্সিডা (লাইকোপোডিয়েলিস, সেলাজিনেল্লেনিস্ লেপিডো ডেনড্রেলিস, প্লিউরোমিয়েলিস ও আইসোইটেলিস)

৩—স্ফেনপ্সিডা (হায়েনিয়েলিস, স্ফেনোফাইলেলিস ও ইকুইজিটেলি)

৪— টেরপ্সিডা (ফিলিসিনি, জিমনোস্পার্মি ও অ্যানজিওস্পার্মি)

৫। ও. চিপ্লো (১৯৪২)

উপরাজ্য — এম্ব্রায়োফাইটা

পর্ব — ব্রায়োফাইটা

পর্ব — ট্রাকিওফাইটা

উপপর্ব — সাইলপ্সিডা

শ্রেণী — সাইলোফাইটিনি (সাইলোফাইটেলিস ও সাইলোটেলিস)

উপপর্ব — লাইকপসিডা

শ্রেণী — লাইকোপোডিনি (লাইকোপোডিয়েলিস, সেলাজিনেল্লেলিস লেপিডোডেনড্রেলিস, প্লিউরোমিয়েনিস ও আইসোইটেলিস)

উপপর্ব — স্ফেনপ্সিডা

শ্রেণী — ইকুইজিটিনি (হাইয়েনিয়েলিস, স্ফেনোফাইলেলিস্ ও ইকুইজিটেলিস)

উপপর্ব — টেরপ্সিডা

শ্রেণী — ফিলিসিনি (সিনপ্টেরিডেলিস, ওফিয়োগ্লাসেলিস, ম্যারোট্রিয়েলিস ও ফিলিয়েকলিস)

শ্রেণী — জিম্নোস্পার্মি

শ্রেণী — অ্যানজিওস্পার্মি

৬। এ. এল. তাখতাজান (১৯৫০)

বিভাগ - টেলোথোফাইটা

পর্ব - ১ সাইলপ্লিডা

পর্ব - ২ ব্রায়প্সিডা

পর্ব - ৩ লাইকপ্সিডা

পর্ব - ৪ সেসপ্সিডা

পর্ব - ৫ স্ফেনপ্সিডা

পর্ব - ৬ টেরথ্সিডা

শ্রেণী - ফিলিসিনি, জিম্নোস্পার্মি, অ্যান্জিওস্পার্মি

৭। এ. ইংলার (১৯৫৪)

বিভাগ - টেরিডোফাইটা

শ্রেণী ১ — সাইলো ফাইটপ্সিডা (সাইলোফাইটেলিস)

২— লাইকপসিডা (প্রোটোলেপিডো ডেনড্রেলিস, লাইকোপোডিয়েলিস সেলাজিনেল্লেলিস্ লেপিডোডেনড্রেলিস ও আইসোইটেলিস)

৩ — সাইলোটপ্সিডা (সাইলোটেলিস)

৪ — আরটিকুলেটি (হায়েনিয়েলিস, সিউডোবরনিয়েলিস, স্ফেনোফাইলেলিস ক্যালামাইটেলিস ও ইকুইজিটেলিস)

৫ — ফিলিসেস (উপশ্রেণী - প্রাইমোফিলিসেস, ইউস্পোর‍্যানজিয়েটি, অস্মুনডেসি ও লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েটি।)

৮। জি. এম. স্মিথ্ (১৯৫৫)

বিভাগ - সাইলোফাইটা

শ্রেণী - সাইলোফাইটিনি (সাইলোফাইটেলিস, সাইলোটেলিস)

বিভাগ - লেপিডোফাইটা

শ্রেণী - লাইকোপোডিনি (লাইকোপোডিয়েলিস, সেলাজিনেল্লেলিস, লেপিডোডেনড্রিলিস ও আইসোইটেলিস)

বিভাগ - ক্যালামোফাইটা

শ্রেণী - ইকুইপেটিনি (হায়েনিয়েলিস, স্ফেনোফাইলেলিস, ইকুইজিটেলিস)

বিভাগ - টেরোফাইটা

শ্রেণী-ফিলিসিনি (উপশ্রেণী-প্রাইমোফিলিসেস, ইউস্পোর‍্যানজিয়েটি ও লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েটি)

৯। আর. ই. জি. পিচি সারমোলি (১৯৫৮)

১) লাইকপ্‌সিডা

২) স্নেপ্‌সিডা

৩) নোয়েজেরোথিয়প্‌সিডা

৪) সাইলোটপ্‌সিডা

৫) সাইলোফাইটপ্‌সিডা

৬) ফিলিকপ্‌সিডা

১০। এ. ক্রন্‌কুইষ্ট, এ. তাখ্‌তাজান ও ডব্লু. জিমারম্যান্‌ (১৯৬৬)

উপরাজ্য - থ্যালোবায়োপ্‌টা

উপরাজ্য - এম্‌ব্রায়োবায়োপ্‌টা

বিভাগ — রাইনিয়োফাইটা (= সাইলোফাইটেলিস)

— ব্রায়োফাইটা

— সাইলোটোফাইটা (= সাইলোটেলিস)

— লাইকোপোডিও ফাইটা (= লাইকপ্‌সিডা)

— ইকুইজিটোফাইটা (= স্ফোনোপ স্ফোনোপসিজ)

— পলিপোডিওফাইটা (= ফিলিকপ্‌সিডা)

— পাইনোফাইটা (= জিম্‌নোস্পার্মি)

— ম্যাগ্‌নোলিওফাইটা (= অ্যান্‌জিওস্পার্টি)

১১। কে. আর. স্পোর্ণ (১৯৬৬)

১২। ডি. ডব্লু. বায়ারহারস্‌ট (১৯৭১)

বিভাগ —ট্রাকিওফাইটা

শ্রেণী —রাইনিয়প্‌সিডা

— জস্‌টেরোফাইলপ্‌সিডা

— লাইকোপোডিঅপ্‌সিডা

— ক্ল্যাডোজাইলপ্সিডা

— ইকুইজিটপ্সিডা

— সিনপ্টেরিডপসিডা

— ফিলিকপ্সিডা

— ওফিয়োগ্লাসপ্সিডা

— ম্যারাট্রিঅপ্সিডা

— অ্যানিউরোফাইটপ্সিডা

— সাইকাডপ্সিডা

— কনিফেরপ্সিডা

— নিটপ্সিডা

— অ্যান্জিওস্পার্মপ্সিডা

5.8.2 স্পোর্ন (১৯৬৬) প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস

এই শ্রেণীবিন্যাস ইংলারের সিলেবুস ডারফ্লানজেন ফেমিলিয়েন এর অন্তর্ভুক্ত রাইমার্স (১৯৫৪) কর্তৃক প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাসের কিছুটা পরিবর্তিত রূপ।

ক. শ্রেণী সাইলপ্সিডা*

বর্গ ১. রাইনিয়েলিস্*

বর্গ ২. ট্রাইমেরোফাইটেলিস্*

বর্গ ৩. জস্টেরোফাইলেলিস্*

খ. শ্রেণী - সাইলোটপ্সিডা

বর্গ সাইলোটেলিস

গ. শ্রেণী লাইকপ্সিডা

বর্গ ১. প্রোটোলেপিডোডেন্ড্রেলিস*

২. লাইকোপোডিয়েলিস

৩. লেপিডোডেন্ড্রেলিস*

৪. আইসোইটেলিস

৫. সেলাজিনেল্লেলিস

ঘ. শ্রেণী স্ফেনপ্‌সিডা

বর্গ ১. হায়েনিয়েলিস*

২. স্ফেনোফাইলেলিস*

৩. ক্যালামাইটেলিস*

৪. ইকুইজিটেলিস*

ঙ. শ্রেণী টেরপ্‌সিডা

উপশ্রেণী প্রাইমোফিলিসেস্*

বর্গ ১. ক্ল্যাডোডাইলেসিস*

২. সিনপ্টেরিডেলিস*

উপশ্রেণী ইউস্পোর‍্যান্‌জিয়েটি

বর্গ ১. ম্যারাট্টিয়েলিস্

২. ওফিয়োগ্লসেলিস্

উপশ্রেণী অস্‌মুন্‌ডিডি

বর্গ অস্‌মুন্‌ডেলিস্

উপশ্রেণী লেপ্টোস্পোর‍্যান্‌জিয়েটি

বর্গ ১. ফিলিকেলিস্

২. মারশিলিয়েলিস্

৩. স্যালভিনিয়েলিস্

চ. শ্রেণী. প্রোজিম্‌নোস্পার্মপ্‌সিডা*

বর্গ ১. অ্যানিউরোফাইটেলিস্*

২. প্রোটোপিটিয়েলিস*

৩. আরকেয়প্টেরিডেলিস*

বিঃ দ্রঃ বিলুপ্ত শ্রেণী ও বর্গকে * চিহ্ন দ্বারা চিহ্নিত করা হয়েছে।

5.8.3 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

শ্রেণী সাইলপ্সিডা

বিলুপ্ত, সর্বাপেক্ষা প্রাচীন ও সরল গঠন যুক্ত স্থলজ, আদি সংবহন কলা যুক্ত উদ্ভিদ। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে কেবলমাত্র রেণুধর উদ্ভিদ জানা আছে কিন্তু লায়োনোফাইটন, সিয়াডোফাইটন প্রভৃতি উদ্ভিদে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের খোঁজ পাওয়া গেছে। রেণুধর উদ্ভিদে মূল থাকেনা কিন্তু রাইজোমের ওপর অসংখ্য রাইজয়েড মূলের কাজ করে। রাইজোম থেকে যে ঋজু অক্ষ সৃষ্টি হয় তা সাধারণত দ্ব্যগ্র শাখাবিন্যাসযুক্ত, নগ্ন, মসৃণ বা পত্রসদৃশ ক্ষুদ্র উপাঙ্গা দিয়ে ঢাকা থাকে। স্টিলি অনুন্নত, সরল প্রোটোস্টিলি ধরনের। রেণুস্থলী পুরু প্রাকার মুক্ত ইউস্পোর‍্যান্ডিয়েট প্রকৃতির। রেণুস্থলী দ্ব্যগ্র প্রধান অক্ষের অগ্রভাগে অথবা প্রধান অক্ষ থেকে সৃষ্ট ক্ষুদ্র পার্শ্বীয় শাখাগ্রে অবস্থান করে। সমরেণুপ্রসূ, রেণু ট্রাইলিট যুক্ত।

বর্গ ১. রাইনিয়েলিস (সাইলুরিয়ান - ডেভোনিয়ান)

গোত্র ১. রাইনিয়েসী—গণ এ্যাপ্লাওফাইটন, রাইনিয়া, হরনিয়োফাইটন, ইয়ারাভিয়া

২. কুকসোনি - গণ. কুকসোনিয়া

বর্গ ২. ট্রাইথেরোফাইটেলিস - গণ. ট্রাইথেরোফাইটন, সাইলোফাইটন (ডেভোনিয়ান)

বর্গ ৩. জস্টেরোফাইলেলিস (ডেভোনিয়ান)

গোত্র ১. জস্টেরোফাইলেসী - গণ. জস্টেরোফাইলাম

২. গস্লিংগিয়েসী - গণ. গস্লিংগিয়া, সডনিয়া, কল্যাংপিওফাইটন

শ্রেণী সাইলোটপ্সিডা

রেণুধর উদ্ভিদ মূলবিহীন। রাইজোম ও বায়বীয় অক্ষ দ্ব্যগ্র শাখাযুক্ত; রাইজোম রাইজয়েড যুক্ত যার অভ্যন্তরে অন্তঃকোষীয় ছত্রাকের সাইকরাইজা প্রকৃতি পরিলক্ষিত হয়। শাখা পত্রহীন কিন্তু শাখাপৃষ্ঠে ক্ষুদ্র পার্শ্বীয় উপাঙ্গা সর্পিলাকারে সজ্জিত থাকে। উপাঙ্গা শল্কাকৃতি (সাইলোটাম) বা পত্রাকৃতি (মেসিপ্টেরিস) হতে পারে। রাইজোম ও কাণ্ড প্রোটোস্টিলি যুক্ত হয়, প্রোটোস্টিলি নিরেট বা মজ্জাযুক্ত হতে পারে। ত্রিলতি বা দ্বিলতি বিশিষ্ট রেণুবহন কারী অংশ তিনটি (সাইলোটাম) বা দুটি (মেসিপ্টেরিস) পৃথক রেণুস্থলী যুক্ত সাইন্যান্জিয়াম গঠন করে। সাইন্যান্জিয়াম গুলি অতি ক্ষুদ্র, হ্রাসপ্রাপ্ত পার্শ্বীয় শাখার অগ্রে থাকে। রেণুস্থলী পুরু প্রাকার যুক্ত, ইউস্পোর‍্যান্জিয়েট প্রকৃতির, সমরেণুপ্রসূ। পরিণত প্রোথ্যালাস বর্ণহীন ও ভূনিম্নস্থ। শুক্রাণু বহু ফ্লাজেল্লা বিশিষ্ট।

বর্গ সাইলোটেলিস

গোত্র ১. সাইলোটেসী — গণ. সাইলোটাম

২. মেসিপ্টেরিডেসী — গণ. মেসিপ্টেরিস।

শ্রেণী লাইকপ্‌সিডা

রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত। পাতা ক্ষুদ্র, সূক্ষ্ম (মাইক্রোফাইলাস), একটিমাত্র অশাখ পত্রাভিসারী বাণ্ডিল যুক্ত এবং এর সঙ্গে সংশ্লিষ্ট অবস্থায় পত্রাবকাশ থাকেনা। কাণ্ড সাধারণত প্রোটোস্টিলি যুক্ত (নিরেট বা মজ্জাযুক্ত) হয়। কখনও কখনও বহু স্টিলি যুক্ত (পলিস্টিলিক) বা পলিসাইক্লিস ধরনের হয়। কিছু কিছু গণে গৌণবৃদ্ধি দেখা যায় (কার্বনিফেরাস্ ভূতাত্ত্বিক কালে সৃষ্ট লেপিডোডেন্‌ড্রেলিস বর্গভুক্ত উদ্ভিদে ও বর্তমানে জীবিত আইসোইটিসে)। রেণুস্থলী পুরু প্রাকারযুক্ত, ইউস্পোর‍্যানপ্‌জিয়েট প্রকৃতির, সমরেণুপ্রসূ বা অসমরেণু প্রসূ। রেণুস্থলী সাধারণত রেণুপত্রের উপরি অক্ষীয় ভাবে বা কাছাকাছি সংশ্লিষ্ট অবস্থায় থাকে। শুক্রাণু দ্বি-বা বহু-ফ্লাজেল্লা বিশিষ্ট।

১. বর্গ - প্রোটোলেপিডোডেন্‌ড্রেলিস

গোত্র ১. ড্রেপানোফাইকেসী — গণ. ড্রেপানোফাইকাস*

২. অ্যাস্টেরোজাইলেসী — গণ. অ্যাস্টারোজাইলন*

৩. প্রোটোলেপিডোডেন্‌ড্রেসী — গণ. প্রোটোলেপিডোডেন্‌ড্রন* লেক্‌লারকিয়া।*

২. বর্গ - লাইকোপোডিয়েলিস

গোত্র - লাইকোপোডিয়েসী—গণ লাইকোপোডাইটিস্*, লাইকোপোডিয়াম, ফাইলোগ্লাসয়াম্।

৩. বর্গ- লেপিডোডেন্‌ড্রেলিস

গোত্র ১. লেপিডোডেন্‌ড্রেসী —গণ. লেপিডোডেন্‌ড্রন,* লেপিডোফ্লোয়স*

২. বথ্রোডেন্‌ড্রেসী — গণ. বথ্রোডেন্‌ড্রন*

৩. সিজিল্লারিয়েসী — গণ. সিজিল্লারিয়া*

৪. প্লিউরোথিয়েসী — গণ. প্লিউরোথিয়া*

৪. বর্গ - আইসোইটেলিস্

গোত্র - আইসোইটেসী —গণ. ন্যাথরস্টিয়ানা,* আইসোইটিস্।

৫. বর্গ - সেলাজিনেলেলিস্

গোত্র - সেলাজিনেলেসী —গণ সেলাজিনেলাইটিস্* সেলাজিনেলা।

শ্রেণী স্ফেনপ্‌সিডা

রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত কাণ্ডে সুস্পষ্ট পর্বস্থ পর্বমধ্য বর্তমান। পাতা আরও পত্রবিন্যাসে সজ্জিত থাকে। সাধারণত কাণ্ডে শিরা ও খাঁজ একান্তভাবে সজ্জিত থাকে। কাণ্ড নিরেট বা মজ্জাসহ প্রোটোস্টিলি যুক্ত হয়। কাণ্ডে কর্টেক্সে ভ্যালেকুলার নালিকা ও স্টিলির মধ্যে প্রোটোস্টিলির স্থানে ক্যারিনাল নালিকা থাকে। কিছু কিছু গণে গৌণবৃদ্ধি দেখা যায় যেমন (কার্বনিফেরাস ভূতাত্ত্বিক কালে সৃষ্ট

ক্যালামাইটিস্) রেণুস্থলী পুরু প্রাকারযুক্ত, সমরেণুপ্রসূ বা অসমরেণুপ্রসূ (ক্যালামোস্ট্যাকিস্ আমেরিকানা) হয় রেণুস্থলীধারক অক্ষ বা স্পোর্যান্জিও ফোরের নিম্নে রেণুস্থলী গুলি ছত্রবদ্ধ অবস্থায় থাকে। শুক্রাণু বহুফ্লাজেল্লা যুক্ত হয়।

১. বর্গ —হায়েলিয়েলিস্

গোত্র—হায়েনিয়েসী —গণ হায়েনিয়া*

২. বর্গ—স্ফেনোফাইলেলিস

গোত্র ১-স্ফেনোফাইলেসী — গণ স্ফেনোফাইলাম*, বাওমেনাইটিস*

২-চেইরোস্ট্রবেসী — গণ চেইরোস্ট্রবাস*

৩. বর্গ—ক্যালামাইটেলিস

গোত্র ১ - অ্যাস্টারোক্যালামাইটেসী — গণ অ্যাস্টারোক্যালামাইটিস্*

২ - ক্যালামাইটেসী — গণ ক্যালামাইটিস্* ক্যালামোস্ট্যোকিস্*

৪. বর্গ—ইকুইজিটেলিস

গোত্র - ইকুইজিটেসী — গণ ইকুইজিটাইটিস্*, ইকুইজিটাম।

শ্রেণী টেরপ্সিডা

রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও সর্পিলাকারে সজ্জিত পাতায় বিভেদিত। পাতা বৃহৎ, প্রসারিত (মেগাফাইলাস), বেশিরভাগ ক্ষেত্রে যৌগিক হয় এবং তখন একে ফ্রণ্ড্ বলা হয়। কাণ্ড প্রোটোস্টিলি, সোলানোজিলি ও ডিক্টিতাস্টিলি যুক্ত হয়, কখনও কখনও পলিস্টিলি বা পলিসাইক্লিক স্টিলিও হতে পারে। কিছু কিছু গণে সীমিত গৌণ বৃদ্ধি দেখা যায় (মেন বট্রিচিয়াম্)। রেণুস্থলী পুরু ও পাতলা প্রাকার যুক্ত, সমরেণু বা অসমরেণু প্রসূ হয় বা ফ্রন্ডের ওপর প্রান্তীয়, অন্তঃপ্রান্তীয় বা উপরিতলীয় ভাবে সজ্জিত হয়ে সোরাস গঠন করে। শুক্রাণু বহু ফ্লাজেল্লা যুক্ত হয়।

উপশ্রেণী —প্রাইমোফিলিসেস

বর্গ ১. ক্ল্যাডোজাইলেলিস

গোত্র - ক্ল্যাডোডাইলেসী — গণ ক্ল্যাডোজাইলন

বর্গ ২. সিনপ্টেরিডেলিস

গোত্র - ১—জাইগণ্টেলিডেসী —গণ ইটাপ্টেরিস

২—স্টউরপ্টেরিডেসী—গণ স্টউরপ্টেরিস্

৩—বট্রিয়প্টেরিডেসী—গণ বট্রিয়প্টেরিস্।

উপশ্রেণী —ইউস্পোর্যানজিয়েটি

বর্গ ১. —ম্যারাট্রিয়েলিস

গোত্র ১. - অ্যাস্টারোথিকেসী —গণ সারোনিয়াস

২. - অ্যান্‌জিয়প্টেরিডেসী—গণ অ্যান্‌জিয়প্টেরিস

৩. - ম্যারাট্রিয়েসী — গণ ম্যারাট্রিয়া

৪. - ড্যানিয়েসী — গণ ড্যানিয়া

৫. - ক্রিস্টেনসেনিয়েসী—গণ ক্রিস্টেনসেনিয়া

বর্গ ২. —ওফিয়োগ্লসেলিস

গোত্র —ওফিয়োগ্লসেসী —ওফিয়োগ্লসাম, বট্রিচিয়াম

উপশ্রেণী —অস্‌মুডিডি

বর্গ —অস্‌মুন্‌ডেনিস

গোত্র—অস্‌মুন্ডেসী —গণ অস্‌মুণ্ডা

উপশ্রেণী—লেপ্টোস্পোর্যান্‌জিয়েটি

বর্গ —ফিলিকেলিস

গোত্র ১.সাইজিয়েসী—লাইগোডিয়াম

২. গ্লাইকেনিয়েসী—গ্লাইকেনিয়া

৩. হাইমেনোফাইলেসী—হাইমেনোফাইলাম

৪. ম্যাটোনিয়েসী—ম্যাটোনিয়া

৫. ডিপ্টেরিডেসী—ডিপ্টেরিস

৬. সায়াথিয়েসী—সায়াথিয়া

৭. ডেন্‌স্টিড্‌টিয়েসী—ডেন্‌স্টিড্‌টিয়া

৮. থেলিপ্টেরিডেসী—থেলিপ্টেসি

৯. অ্যাডিয়ান্টেসী—অ্যাডিয়ানটাম্‌

১০. পলিপোডিয়েসী—পলিপোডিয়াম।

বর্গ —মারসিলিয়েলিস

গোত্র ১.সিলুলারিয়েসী—গণ সিলুলারিয়া

২. মারসিলিয়েসী—গণ মারসিলিয়া

বর্গ-৪—স্যালডিনিয়েলিস

গোত্র ১-স্যালডিনিয়েসী —গণ স্যালডিনিয়া

২-অ্যাজোলেসী — গণ অ্যাজোলা।

শ্রেণী —প্রোজিম্‌নোস্পার্মপ্‌সিডা

ডেভোনিয়ান ভূতাত্ত্বিক কালে সৃষ্ট উদ্ভিদ গোষ্ঠী যার গৌণ জাইলেম জিম্‌নোস্পার্ম এর মত এবং ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের মতো জনন পদ্ধতি দৃঢ় কাণ্ড যুক্ত লম্বা বৃক্ষ যার শাখাগ্র নগ্ন অথবা পাতা যুক্ত, উর্বর ও বন্ধ্যা পাতাগুলি সর্পিলাকারে সজ্জিত। সমরেণু বা অসমরেণুপ্রসূ।

১. বর্গ - অ্যানিউরোফাইটেলিস — গণ অ্যানিউরোফাইটন

২. বর্গ - প্রোটোপিটিয়েলিস—গণ প্রোটোপিটিস

৩. বর্গ - আর্কিওপ্‌টেরিডেলিস—গণ আর্কিওপ্‌টেরিস।

5.9 সারাংশ

উদ্ভিদ জগতে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ গোষ্ঠী হল সর্বপ্রথম স্থলজ সংবহনতন্ত্রী অপুষ্পক উদ্ভিদ। সাইলুরিয়ান ভূতাত্ত্বিক কালে এরা সর্বপ্রথম পৃথিবীতে জন্মায়। এদের উৎপত্তি সম্পর্কে প্রামাণ্য তথ্য যা পাওয়া গেছে তার ওপর নির্ভর করে একদল বৈজ্ঞানিক মনে করেন শৈবাল থেকে বিশেষত কিটোফোরেলিস্ বর্গভুক্ত শৈবাল থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। অন্যদল মনে করেন ব্রায়োফাইটা, বিশেষ করে অ্যান্থোসেরস থেকে এদের উৎপত্তি হয়েছে।

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের প্রধান উদ্ভিদ দেহটি স্বাধীন ও স্বাবলম্বী রেণুধর উদ্ভিদ, যা বেশিরভাগ ক্ষেত্রে মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত। সংবহন কলা হিসেবে জাইলেম ও ফ্লোয়েম বর্তমান। স্টিলি প্রোটোস্টিলি সাইফোনোস্টিলি বা পলিস্টিলি ধরনের হয়। এই জনু সমরেণুপ্রসূ বা অসমরেণু প্রসূ হতে পারে, সমরেণু অঙ্কুরোদ্গমের ফলে সহবাসী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ও অসমরেণু ভিন্নবাসী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে। রেণুধর ও লিঙ্গাধর জনু দুটি পরস্পরের সঙ্গো নিয়মিত ভাবে পর্যায়ান্বিত হয়। অবশ্য অরেণুজনি, অসঙ্গাজনি ও অপুংজনির মাধ্যমে স্বাভাবিক জীবনচক্রের থেকে বিচ্যুতি দেখা যায়।

শ্রেণীবদ্ধবিদ্‌রা ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীবিন্যাস বিভিন্ন ভাবে করেছেন যার মধ্যে স্পোন (১৯৬৬) প্রস্তাবিত শ্রেণীবিন্যাস বিশেষ উল্লেখযোগ্য। স্পোর্ণ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদকে ৬ টি শ্রেণীতে যথা সাইলপ্‌সিডা, সাইলোটপ্‌সিডা, লাইকপ্‌সিডা, স্ফেনপ্‌সিডা, টেরপ্‌সিডা ও প্রোজিম্‌নোস্পার্মপ্‌সিডা তে ভাগ করেছেন।

সাইলপসিডা বিলুপ্ত, সর্বাপেক্ষা প্রাচীন, সরল আদি সংবহন কলা যুক্ত, মূলহীন উদ্ভিদগোষ্ঠী, ঋজু অক্ষ দ্ব্যাগ্র শাখা বিন্যাস যুক্ত, নগ্ন বা ক্ষুদ্র উপাঙ্গা দিয়ে ঢাকা, রেণুস্থলী ইউস্পোর্যান্জিয়েট্ প্রকৃতির, সমরেণু প্রসূ (রাইনিয়া, কুকসোনিয়া)

সাইলোটপ্সিডা মূলহীন, দ্ব্যাগ্র শাখাযুক্ত, ক্ষুদ্র উপাঙ্গা দিয়ে ঢাকা, প্রোটোস্টিলি যুক্ত। রেণুবহনকারী অংশ সাইন্যাসসিডা প্রকৃতির, সমরেণুপ্রসূ, শুক্রাণু বহু ফ্লাজেলা যুক্ত (সাইলোটাম মেসিপ্টোরিস) লাইকপ্সিডা তে পাতা জাইক্রোফিল প্রকৃতির, স্টিলি প্রোটোস্টিলি, পলিস্টিলি বা পলিসাইক্লিক প্রকৃতির হয়। রেণুস্থলী রেণুপত্রের উপরি অক্ষীয় তলে থাকে। সমরেণু ও অসমরেণু, প্রসূ হয় (লাইকোপোডিয়াম, সেলাজিনেল্লা)। শুক্রাণু দ্বি-বা বহু ফ্লাজেলা যুক্ত।

স্ফেনপ্সিডার কাণ্ডে সুস্পষ্ট পর্বসন্ধি, পর্ব মধ্য বর্তমান এবং পর্বমধ্যে শিরা ও খাঁজ একান্তভাবে সজ্জিত থাকে ও পাতা আবর্ত পত্রবিন্যাসে সজ্জিত থাকে। কাণ্ডে ভ্যালেকুলার ও ক্যারিনাল নালিকা থাকে। রেণুস্থলীগুলি ধারক অক্ষ স্পোর্যানজিও ফোরের নিচে ছত্রবদ্ধ অবস্থায় থাকে। শুক্রাণু বহু ফ্লাজেল্লা যুক্ত হয়। (ক্যালামাইটিস্, ইকুইজিটাম)

টেরপ্সিডাতে পত্র বৃহৎ, প্রসারিত মেগা ফাইলাস প্রকৃতির। কাণ্ড প্রোটোস্টিলি, সোলানোস্টিলি, ডিক্টিওস্টিলি, পলিস্টিল বা পলিসাইক্লিক মিটলি যুক্ত হয়। রেণুস্থলী ফ্রন্ডের ওপর প্রান্তীয়, অন্তঃপ্রান্তীয় বা উপরিতলীয় ভাবে সজ্জিত হয়ে সোরাস গঠন করে। শুক্রাণু বহু ফ্লাজেল্লা যুক্ত (ওফিওগ্লসাস, ড্রায়প্টেরিস)

প্রোজিমনোস্পার্মপ্সিডা ডেভোনিয়ান কালে সৃষ্ট উদ্ভিদ যার জিম্স্পার্মের ন্যায় গৌণ জাইলেম ও ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদের ন্যায় জনন দেখা যায়। সমরেণু বা অসমরেণু প্রসূ।

5.10 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

১. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন

ক) টেরিডোফাইটার জীবনচক্রে কোথায় মায়োসিস বিভাজন ঘটে?

খ) ফার্ণ প্রোথ্যালাস সহবাসী বা ভিন্নবাসী?

গ) লেপ্টোস্পোর্যান্জিয়েট রেণুস্থলী কাকে বলে? একটি উদাহরণ দিন।

ঘ) প্রোজিম্নোস্পার্মে জিম্নোস্পার্ম চরিত্র কী?

ঙ) রেণুস্থলীধারক অক্ষের উপস্থিতি কোন্ শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদের চরিত্র বহন করে?

২. সংক্ষিপ্ত টীকা লিখুন

ক) অসঙ্গজনি

খ) ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে গৌণবৃদ্ধি

গ) সাইন্যান্জিয়াম

ঘ) ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে শ্রেণীবিন্যাসের ভিত্তি।

ঙ) ক্যারিনাল নালিকা।

5.11 উত্তরমালা

অনুশীলনী—১

১. ক) সাইলুরিয়ান

খ) লিঙ্গাধর

গ) সহবাসী

২. নিষেকের সময় শুক্রাণু জলের মাধ্যমে স্ত্রীধানীর নিকটবর্তী হয় তাই নিষেকের সময় জলের প্রয়োজন হয়।

অনুশীলনী—২

১. (ক) ii (খ) iii (গ) ii

২. (ক) মাইক্রোফিল ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম ও একটিমাত্র শিরা বিশিষ্ট যেখানে পত্রাবকাশ অনুপস্থিত যেমন লাইকোপোডিয়াম।

মেগাফিল জাতীয় পাতা বৃহৎ ও প্রসারিত যেখানে পত্র রেখকের সঙ্গো পত্রাবকাশ বর্তমান। উচ্চশ্রেণীর ফার্ণ যেমন ড্রায়প্টেরিস, পলিপোডিয়ামে দেখা যায়।

(খ) ইউস্পোর্যান্জিয়াম জাতীয় রেণুস্থলী একের অধিক রেণুস্থলী মাতৃকোষ থেকে সৃষ্টি হয় যার প্রাকার ও বৃন্ত সুদৃঢ় হয় এবং রেণুর সংখ্যা অসংখ্য হয় (লাইকোপোডিয়াম) লেপ্টোস্পোর্যান্জিয়াম একটি মাত্র রেণুস্থলী মাতৃকোষ থেকে তৈরি হয় যার প্রাকার এক কোষ স্তর বিশিষ্ট হয় ও রেণুর সংখ্যা নির্দিষ্ট হয়। (টেরিস্)

(গ) সাধারণ সোরাসে রেণুস্থলীগুলি একসঙ্গো পরিণতি লাভ করে (যেমন গ্লাইকেনিয়া)। একে আদি প্রকৃতির সোরাস বলে। মিশ্র সোরাসে রেণুস্থলীগুলি কোনক্রম না মেনে মিশ্র অবস্থায় থাকে। একে উন্নত শ্রেণীর সোরাস বলে মনে করা হয় (পলিপোডিয়াম)

অনুশীলনী—৩

১. (ক) ii (ঘ) iii

(খ) v (ঙ) i

(গ) iv

২. (ক) না (খ) হ্যাঁ

(গ) হ্যাঁ (ঘ) হ্যাঁ

(ঙ) না

সর্বশেষ উত্তরমালা

১. (ক) রেণুমাতৃকোষ থেকে রেণু প্রস্তুত হওয়ার সময় মায়োসিস বিভাজন ঘটে।

(খ) ফার্ণ প্রোথ্যালাস সহবাসী হয়

(গ) একটিমাত্র রেণুস্থলীমাতৃকোষ থেকে সৃষ্ট রেণুস্থলীকে লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েট রেণুস্থলী বলে। পলিপোডিয়াম।

(ঘ) প্রোজিমনোস্পার্মে গৌণ জাইলেম জিম্‌নোস্পার্ম প্রকৃতির যেখানে ট্রাকিডের অরীয় প্রকারে সপাড় কূপ থাকে।

(ঙ) রেণুস্থলী ধারক অক্ষ স্ফেনপ্‌সিডা শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদে দেখা যায়।

২. (ক) অঙ্গাজ জনি ঃ এটি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জীবনচক্রের এক ধরনের অস্বাভাবিকতা। গ্যমীটের উপস্থিতি বা মিলন ছাড়াই লিঙ্গাধর উদ্ভিদ থেকে সরাসরি রেণুধর উদ্ভিদ সৃষ্টির পদ্ধতিকে অসঙ্গাজনি বলে। এই ভাবে সৃষ্টি রেণুধর উদ্ভিদ হ্যাপ্লয়েড (n) হয়। কার্বোহাইড্রেট খনিজ পোষন, হর্মোন ইত্যাদির ওপর অঙ্গাজনি নির্ভরশীল।

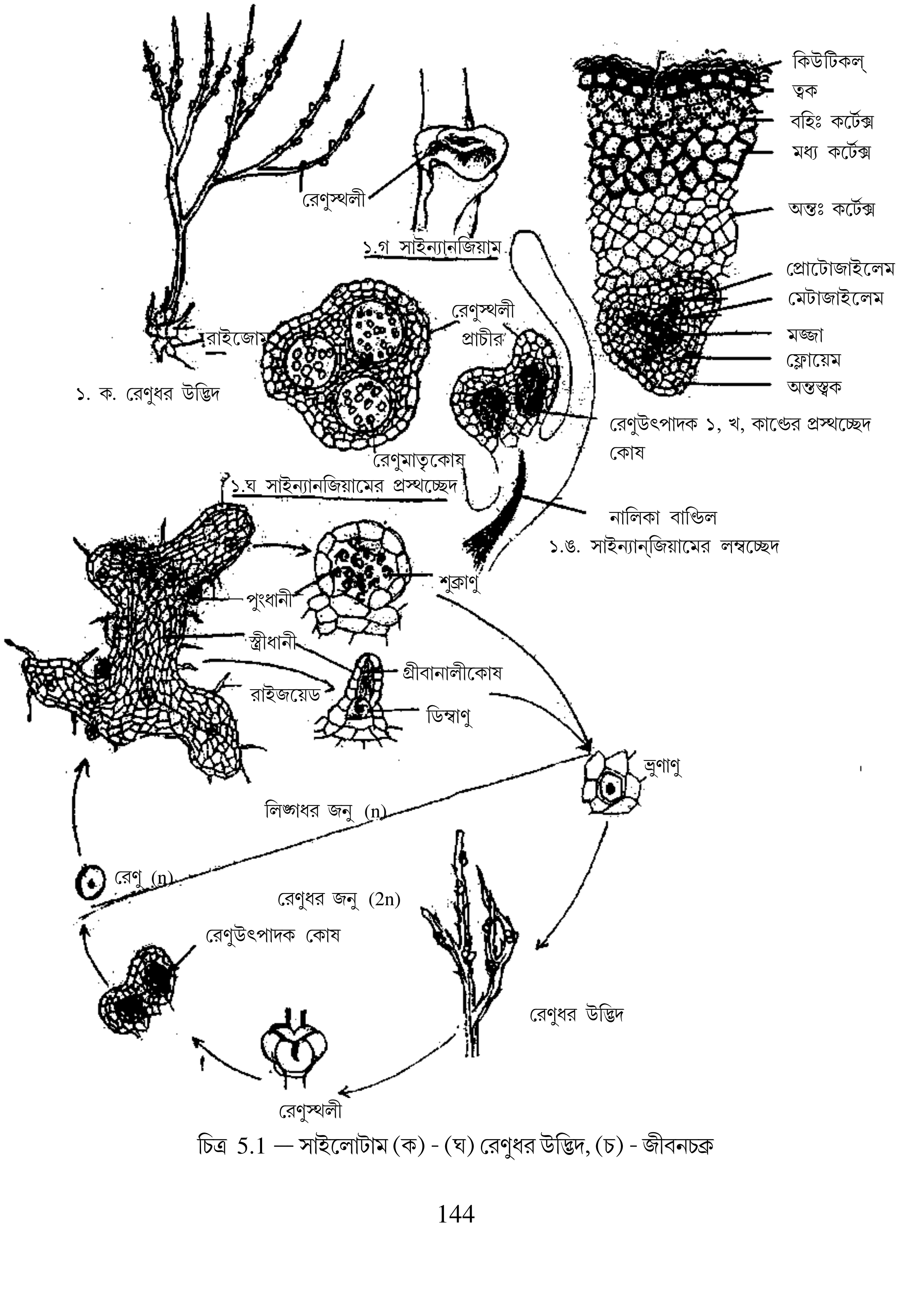
(খ) ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে গৌণবৃদ্ধি ঃ সাধারণত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে গৌণবৃদ্ধি দেখা যায়না। অতীতে কার্বনিফেরাস ভূতাত্ত্বিক কালে লাইকপ্‌সিডা শ্রেণীভুক্ত লেপিডোডেন্‌ড্রেলিম বর্গের ও স্ফেনপ্‌সিডা শ্রেণীর ক্যালমাইটেসী গোত্রভুক্ত উদ্ভিদে গৌণবৃদ্ধি হত। এই গৌণবৃদ্ধির ফলে উপরিউক্ত উদ্ভিদ বৃহদাকার বৃক্ষের আকৃতি লাভ করেছিল। বর্তমানে বট্রিচিয়াম ও আইসোইটিসে গৌণবৃদ্ধি লক্ষ করা যায়।

(গ) সাইন্যান্‌জিয়াম ঃ সাইলোটাম ও মেসিপ্‌টেরিস পরিণত অবস্থায় বায়বীয় কাণ্ডে উদ্ভূত শল্কপত্রের কক্ষে যথাক্রমে, ত্রিলতি ও দ্বিলতি বিশিষ্ট রেণুস্থলী উৎপন্ন হয়। তিনটি বা দুটি স্বল্পবৃন্ত সম্পন্ন রেণুস্থলী এক সঙ্গো অবস্থান করায় এদের সাইন্যান্‌জিয়াম বলা হয়। এগুলি অতি ক্ষুদ্র হ্রাসপ্রাপ্ত পার্শ্বীয় শাখাগ্রে অবস্থান করে বলে মনে করা হয়।

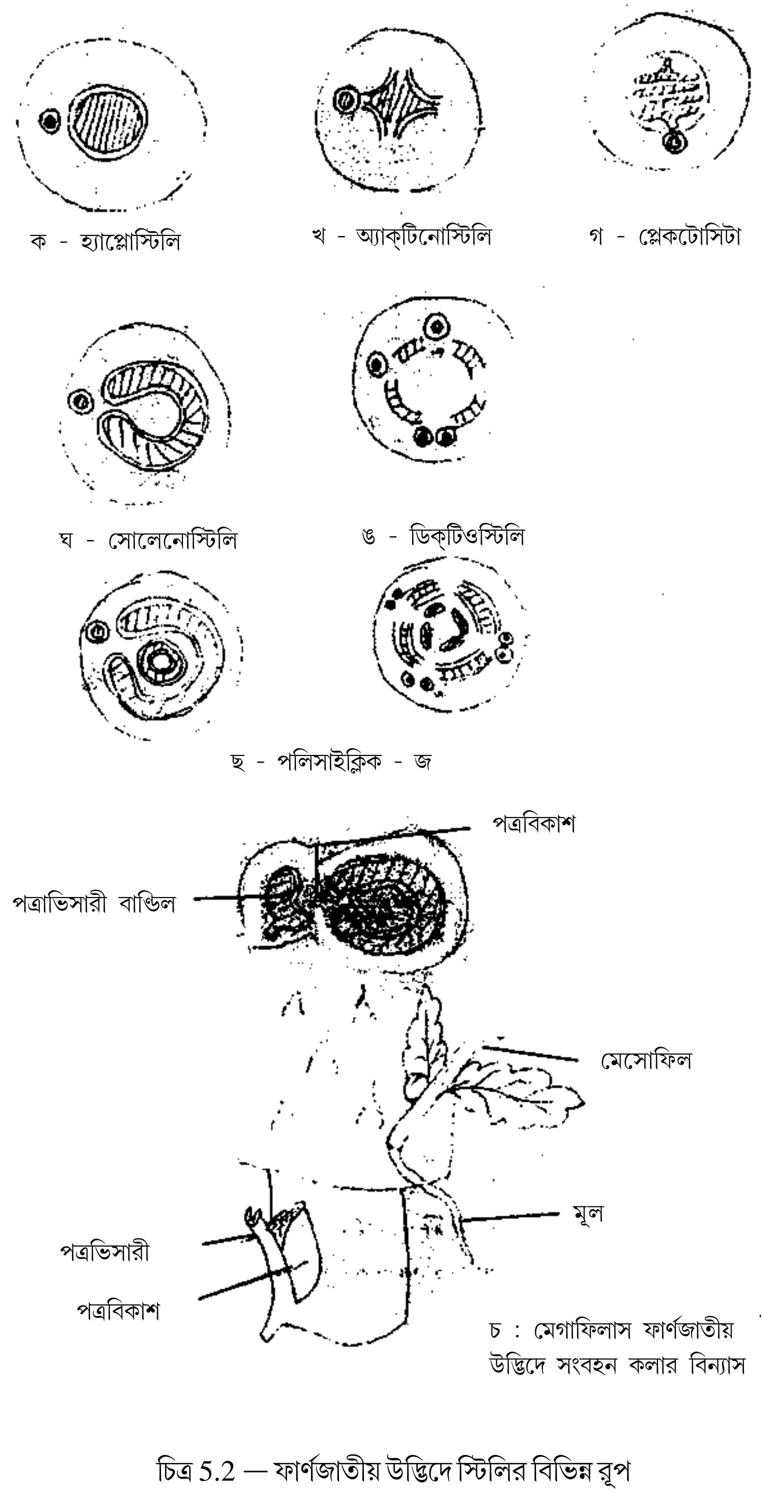
(ঘ) শ্রেণীবদ্ধবিদরা ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের শ্রেণীবিন্যাস সোরাসের চরিত্রের ওপর নির্ভর করে শুরু করেন (লিনিয়াস, 1753 ; হুকার, 1865) পরে উদ্ভিদ বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার উন্নতির সাথে সাথে ক্রোমোজোম সংখ্যা (ম্যান্টন্, 1950), লিঙ্গাধর উদ্ভিদ, রেণুর বহির্গঠন (লুগারডন, 1972) উদ্ভিদ রসায়ন (কুপার ড্রাইভার, 1973) প্রভৃতি চরিত্রকেও শ্রেণীরূপান্তর ভিত্তি হিসেবে ধরা হচ্ছে।

(ঙ) ক্যারিনাল নালিকা ঃ এই নালিকা বেশির ভাগ বিলুপ্ত ও জীবিত স্ফেনপসিডা শ্রেণীভুক্ত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের কাণ্ডে দেখা যায়। কাণ্ডের স্টিলির প্রোটোজাইলেম অংশ নষ্ট হলে এই নালিকা তৈরি হয়। তাই একে প্রোটোজাইলেম নালিকাও বলা হয়। কাণ্ডের পর্বমধ্যে শিরা বরাবর এই নালিকাগুলি দেখা যায় (ক্যালমাইটিস, ইকুইজিটাম)।

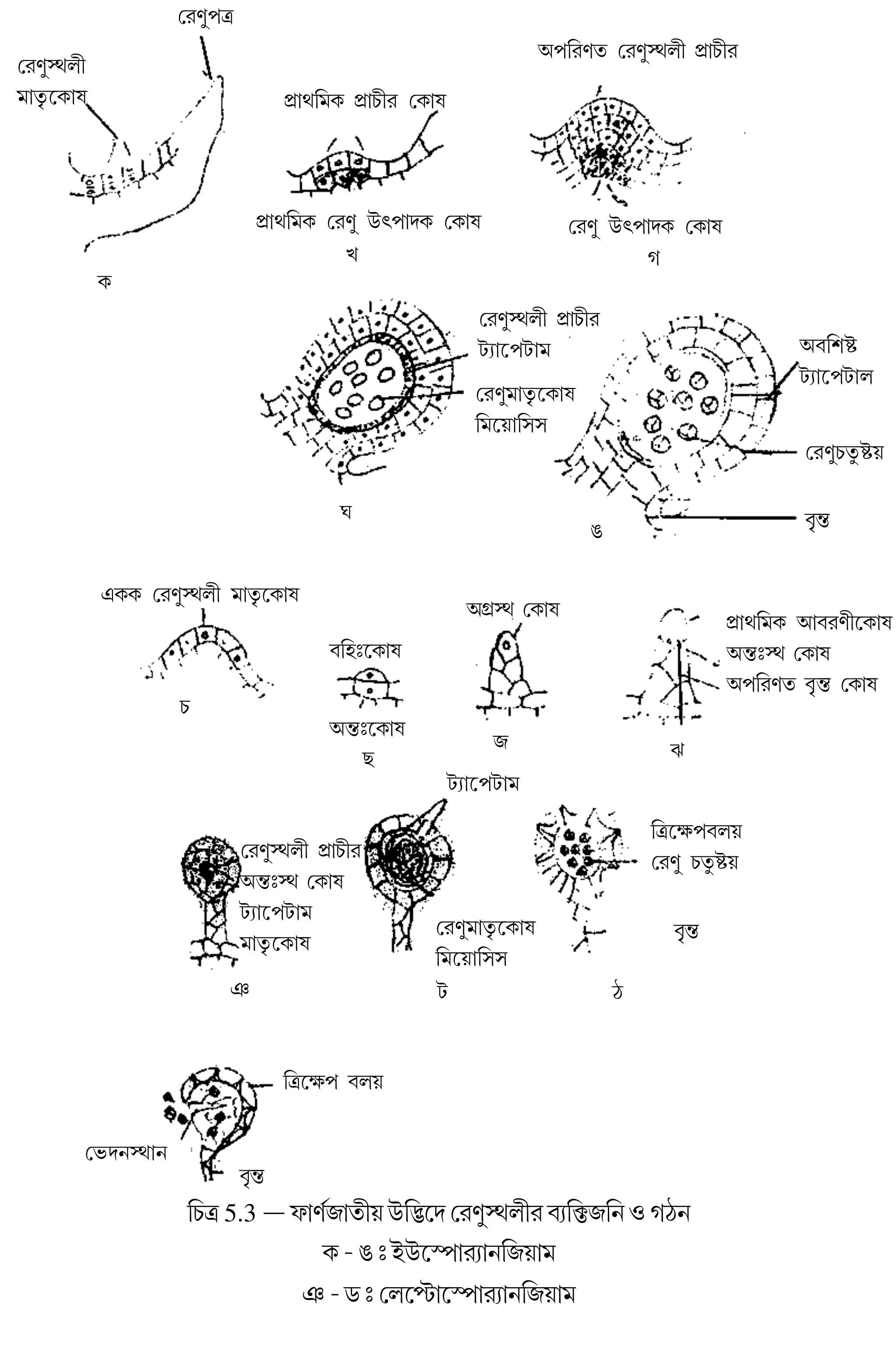
চিত্র 5.1 – 5.9



চিত্র 5.1 — সাইলোটাম (ক) - (ঘ) রেণুধর উদ্ভিদ, (চ) - জীবনচক্র



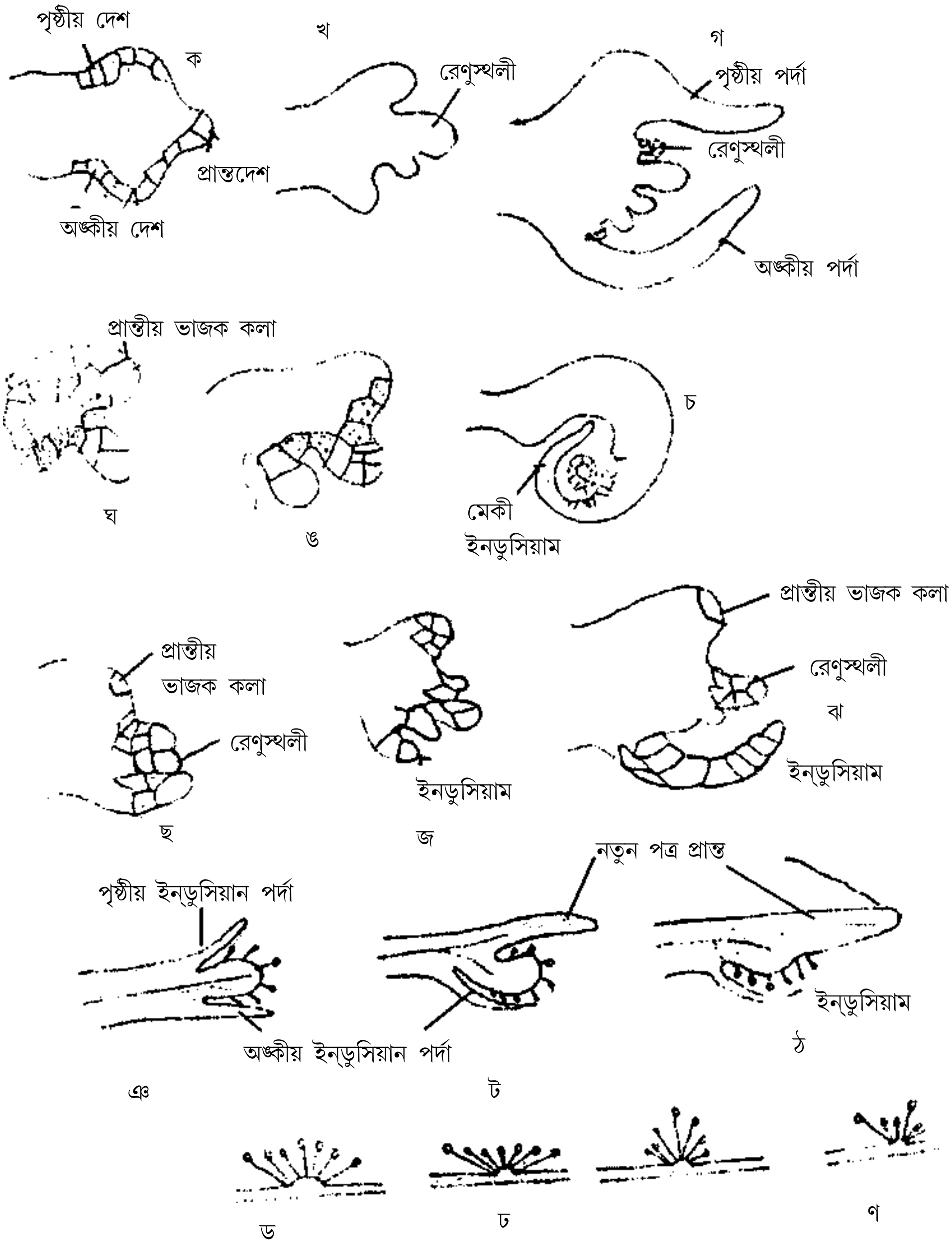
চিত্র 5.2 — ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে স্টিলির বিভিন্ন রূপ



চিত্র 5.3 — ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে রেণুস্থলীর ব্যক্তিজনি ও গঠন

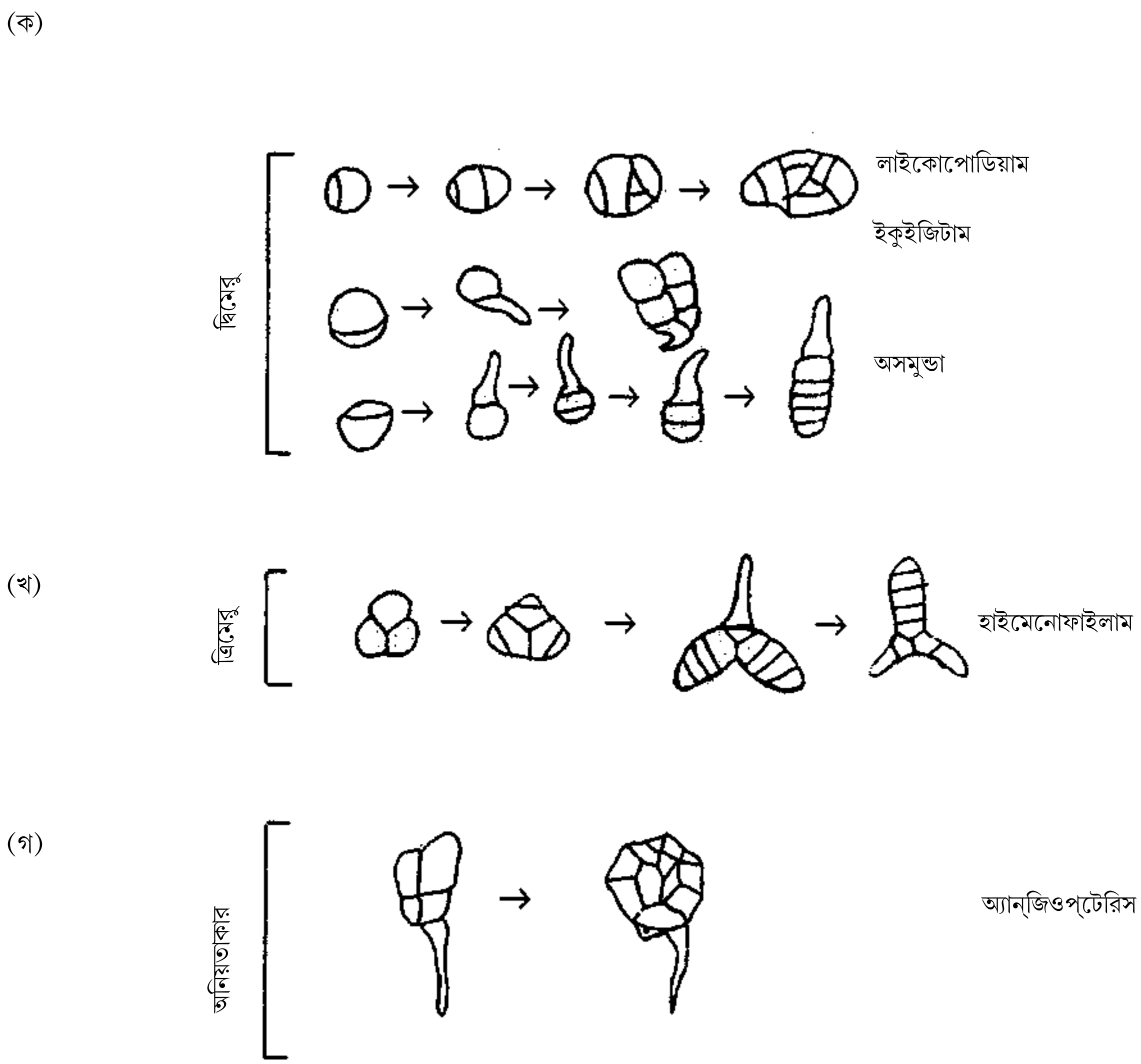
ক - ঙ ঃ ইউস্পোর্যানজিয়াম

ঞ - ড ঃ লেপ্টোস্পোর্যানজিয়াম

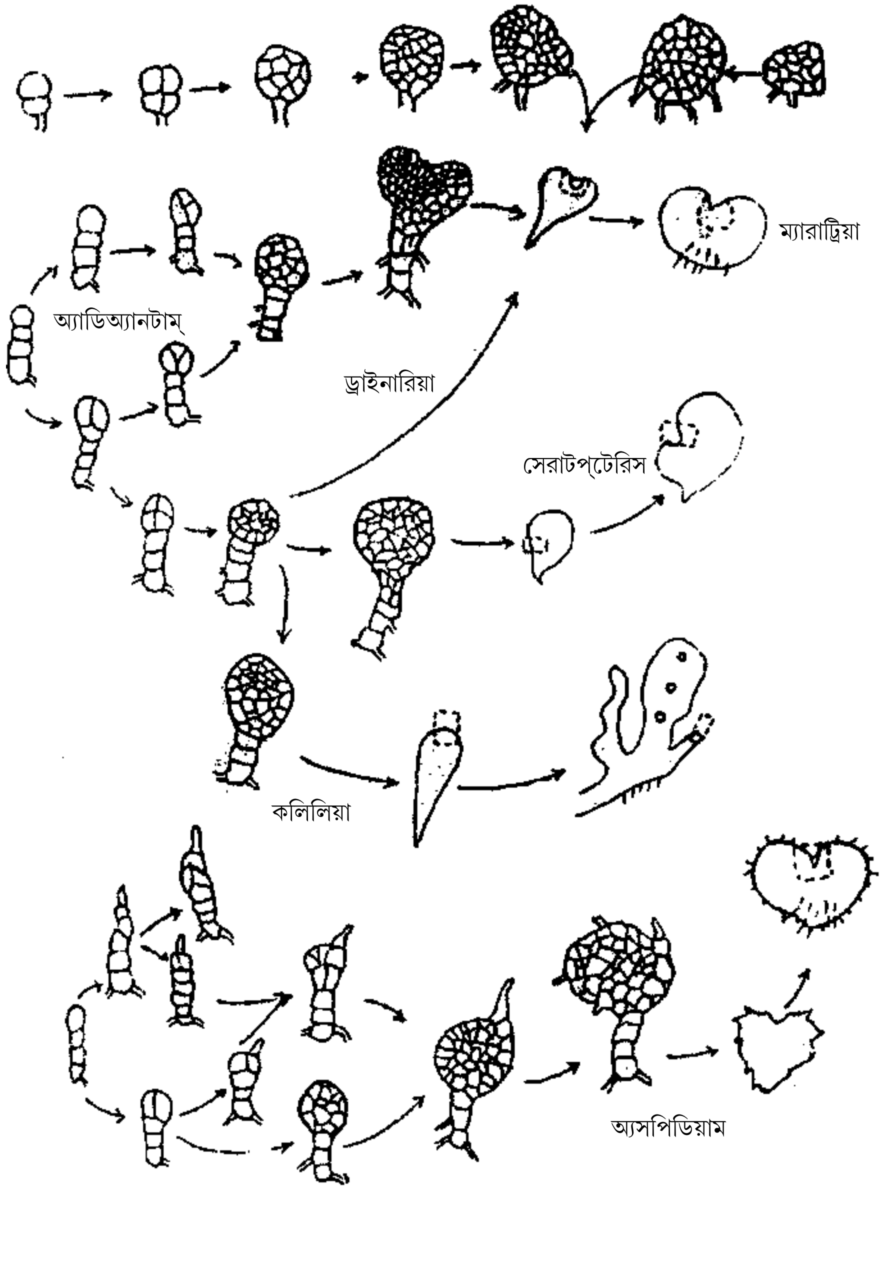


চিত্র 5.4 — বিভিন্ন রকমের ফার্ণে সোরাসের উৎপত্তি ও গঠন

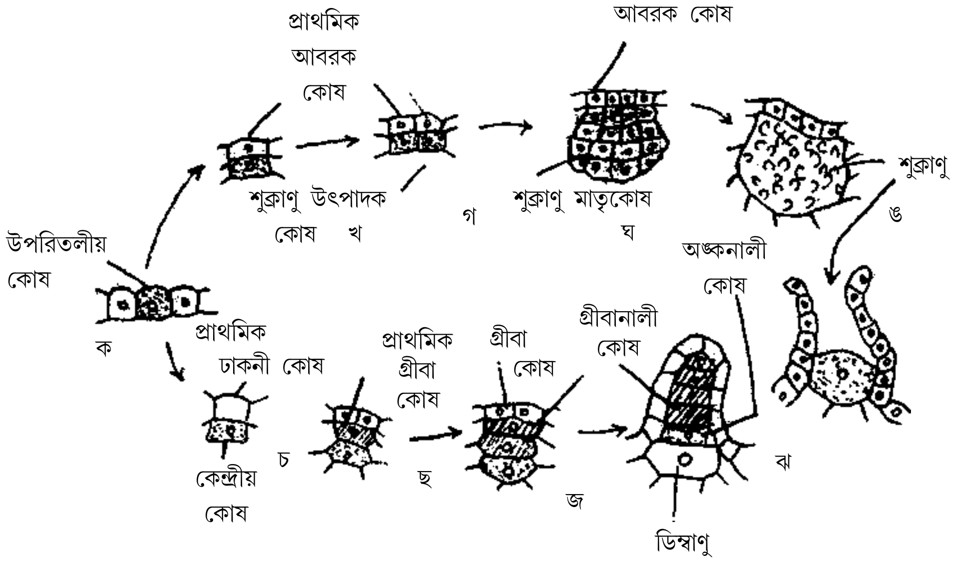
ক - গ ঃ প্রান্তীয় সোরাসের উৎপত্তি (হাইমেনোফাইলাম লিন্‌ডসিয়া)
ঘ - চ ঃ অন্তঃপ্রান্তীয় সোরাসের উৎপত্তি (টেরিস, ক্রিপ্টোগ্রামা)
ছ - ঝ ঃ উপরিতলীয় সোরাসের উৎপত্তি (সিসটস্‌টেরিস)
ঞ - ঠ ঃ ফাইলেস্টিক স্লাইড
ড ঃ সাধারণ সোরাস, ঢ ঃ গ্রেডেট সোরাস, ণ ঃ মিশ্র সোরাস



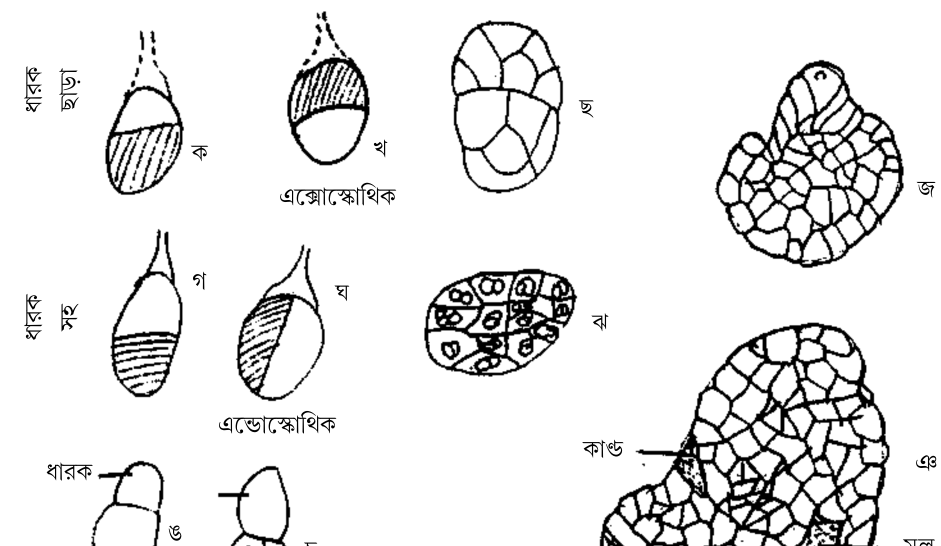
চিত্র 5.5 — সমরেণু প্রসু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে রেণুর বিভিন্ন রকমের অংকুরোদ্গাম।



চিত্র 5.6 — সমরেণুপ্রসু প্রকৃত ফার্ণে বিভিন্ন ধরনের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের পরিস্ফুরণ



চিত্র 5.7 — ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের পুং ও স্ত্রী ধানীর গঠন ও ব্যক্তিজমি



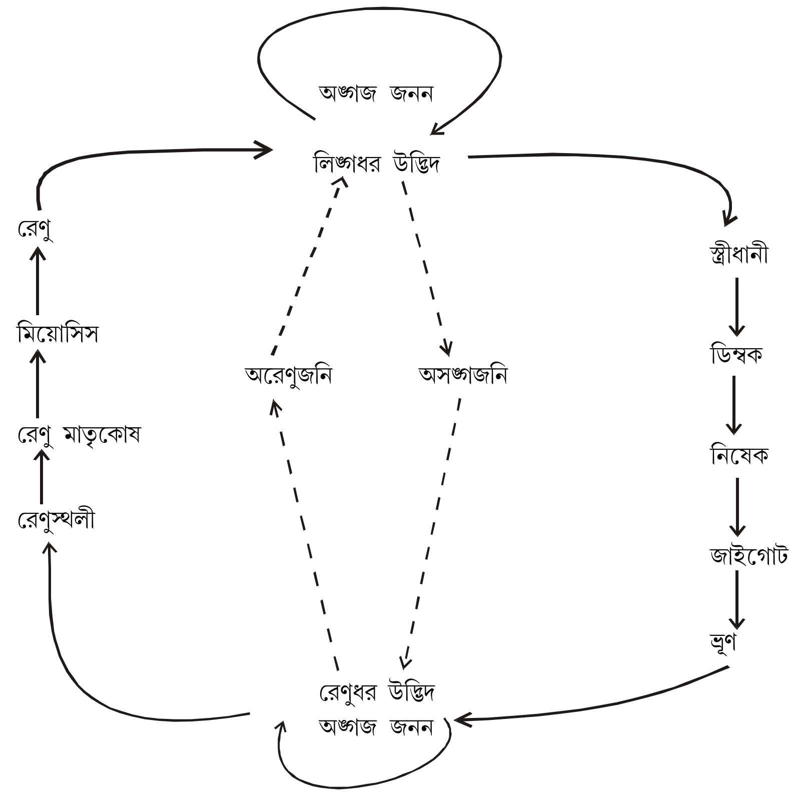
চিত্র 5.8 — ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে ভ্রূণবিকাশ

ক - খ ঃ বিভিন্ন রকমের ভ্রূণবিকাশ

ঙ - চ ঃ ধারক সহ নবীন ভ্রূণ

ছ - জ ঃ প্রক্সোস্কেথিক ভ্রূণরিকাশ (ইকুইজিটাম)

ঝ - ঞ ঃ লেপ্টোস্পোর্যাসজিয়েট ফার্ণে ভ্রূণবিকাশ



চিত্র 5.9 — ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জীবনচক্রে সম্ভাব্য অস্বাভাবিকতা

একক - 6 ❑ সাইলোটাম (Psilotum), লাইকোপোডিয়াম (Lycopodium) ও সেলাজিনেলা'র (Selaginella) জীবনচক্র

6.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

6.2 সাইলোটামের (Psilotum) জীবনচক্র

6.2.1 বসতি

6.2.2 স্বভাব

6.2.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

6.2.4 জনন

6.2.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

6.2.6 নিষেক

6.2.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

6.2.8 জনুঃক্রম

6.2.9 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য

অনুশীলনী— ১

6.3 লাইকোপোডিয়ামের (Lycopodium) জীবন চক্র

6.3.1 বসতি

6.3.2 স্বভাব

6.3.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

6.3.4 জনন

6.3.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

6.3.6 নিষেক

6.3.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

6.3.8 জনুঃক্রম

6.3.9 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য

অনুশীলনী— ২

6.4 সেলাজিনেলার (Selaginella) জীবন চক্র

6.4.1 বসতি

6.4.2 স্বভাব

6.4.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

6.4.4 জনন

6.4.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

6.4.6 নিষেক

6.4.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

6.4.8 জনুঃক্রম

6.4.9 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য

6.5 সারাংশ

6.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

6.7 উত্তরমালা

6.1 প্রস্তাবনা

5 নং এককে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সাধারণ বৈশিষ্ট্য, উৎপত্তি ও শ্রেণীবিন্যাস নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে, এই এককে আলাদা করে সাইলোটাম (Psilotum), লাইকোপোডিয়াম (Lycopodium) ও সেলাজিনেল্লা (Selagenella) এই তিনটি আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্পর্কে বিশদ ভাবে আলোচনা করা হয়েছে। এটি পাঠ করে ুপরিউক্ত উদ্ভিগুলির বসতি, স্বভাব, গঠন, জনন, জনুঃক্রম ইত্যাদি সম্পর্কে সম্যক অবহিত হবেন। সবশেষে এই একক পাঠ করে এই উদ্ভিদগুলিকে সনাক্ত করার জন্য বিশেষ বিশেষ চরিত্রগুলিকেও চিহ্নিত করতে সক্ষম হবেন।

আমরা ইতিমধ্যে শিখেছি যে Psilotum, Lycopodium ও Selaginella হল সরল গঠনযুক্ত আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ যাদের সঙ্গে এদের পূর্বসূরী অতি প্রাচীন সাইলুরিয়ান-ডেভোনিয়ান (Silurian-Devonian)

ভূতাত্ত্বিক কালের আদি সরল সংবহনতন্ত্রী ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের গঠনগত পার্থক্য বিশেষ একটা নেই। এই এককে বোঝা যাবে কি করে এই উদ্ভিদ গোষ্ঠী ক্রমবিকাশের ফলে গঠনগত ও জননগত ভাবে উন্নত হতে হতে অবশেষে প্রকৃত ফার্ণে উন্নীত হয়েছে।

এই তিনটি উদ্ভিদ যদিও প্রকৃত ফার্ণ নয় কিন্তু ফার্ণ এবং এরা প্রায় একসাথে একই স্থানে সহাবস্থান করে। তাই এদের ফার্ণ সহযোগী বলা হয়।

উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে আপনি শিখবেন

- Psilotum, Lycopodium ও Selaginella এই তিন ফার্ণ সহযোগীর বসতি, স্বভাব, গঠনগত বৈচিত্র্য, জনন, জনুঃক্রম
- তিন ফার্ণ সহযোগীর আদি ও উন্নত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি।
- বিশেষ বিশেষ চরিত্র যা উপরিউক্ত উদ্ভিদগুলিকে সনাক্ত করতে সাহায্য করবে

6.2 সাইলোটামের (Psilotum) জীবনক্রম

সাইলোটাম গণটি (Psilotum) জীবনচক্র সাইলোটপসিডা (Psilotopsida) শ্রেণীর অর্ন্তভুক্ত। যেখানে কেবলমাত্র সাইলোটাম ও মেসিপ্টেরিস এই দুটি গণ বাদে সকলেই লুপ্ত। এই শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদেরা মূলবিহীন, দ্যাগ্রশাখা বিন্যাস যুক্ত রেণুধর উদ্ভিদ আনুভূমিক গ্রন্থিকন্দ যুক্ত ও উল্লম্ব শল্কাকার উপাঙ্গা যুক্তু বায়বীয় বিটপ অংশে বিভক্ত, নালিকাবান্ডিল অত্যন্ত সরল, রেণুস্থলীর দেয়াল স্থূল, সমরেণু যুক্ত; লিঙ্গাধরড উদ্ভিদ নালিকাকার ও রেণুধরের গ্রন্থিকন্দের ন্যায়। Psilotum —সাইলোটেলিস (Psilotales) বর্গভুক্ত ও সাইলোটেসি (Psilotaceae) পরিবারভুক্ত। Psilotum এর বেশ কয়েকটি প্রজাতির পরিচয় পাওয়া গেলেও প্রধানত দুটি প্রজাতি সাইলোটাম নুডাম (P.nudum) ও সাইলোটাম ফ্ল্যাসিডাম (P. flaccidum) এর বিভিন্নরূপ মাত্র। প্রথম প্রজাতিটি পৃথিবীর উভয় গোলার্ধের ক্রান্তীয় ও উপক্রান্তীয় অঞ্চলে দেখা যায় এবং দ্বিতীয়টি মালয় থেকে মেক্সিকো পর্যন্ত ক্রান্তীয় অঞ্চলে বিস্তৃত।

6.2.1 বসতি

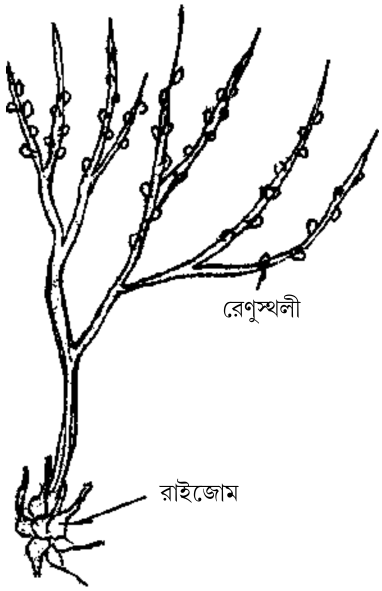
Psilotum nudum স্যাঁতসেঁতে বোদ মাটিতে জন্মায় কখনও কখনও পরাশ্রয়ীরূপে দেখা যায়। কিন্তু P flaccidum সম্পূর্ণভাবে পরাশ্রয়ী বিশেষত বৃক্ষে ফার্ণ ও পাম জাতীয় গাছে এছাড়া বোদ (Humus) মাটিতেও জন্মায়, ভারতবর্ষের মধ্যপ্রদেশে পাঁচমারী ও আসামে এখনও Psilotum দেখা যায়।

6.2.2 স্বভাব

Psilotum একটি রেণুধর, বহুবর্ষজীবী, বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ, 20-100 সেমি পর্যন্ত দীর্ঘ হয়, P. Flaccidum এর চ্যাপ্টা কাণ্ডগুলি আশ্রয়দাতা উদ্ভিদের থেকে ঝুলন্ত অবস্থায় দেখা যায়। রেণুধর উদ্ভিদটি দ্ব্যগ্রশাখা বিশিষ্ট গ্রন্থিকন্দ বোদ মাটির মধ্যে থাকে।

6.2.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

রেণুধর উদ্ভিদ তিনটি অংশে বিভক্ত। প্রতিটি অংশের গঠন নিম্নরূপ (চিত্র 6.1ক) বহির্গঠন



চিত্র 6.1 ক — রেণুধর উদ্ভিদ

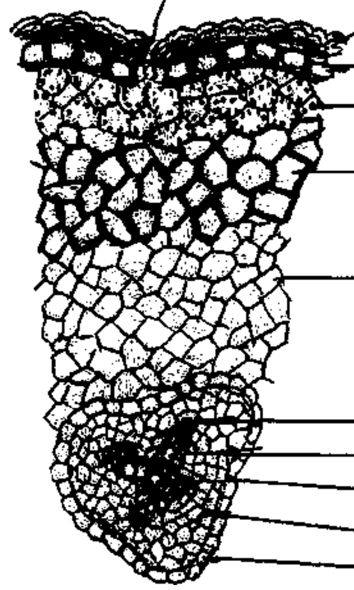
(ক) গ্রন্থিকন্দ—দ্ব্যগ্র শাখা বিন্যাসযুক্ত, বাদামী বর্ণের, মূলহীন, তবে নিম্নাংশ থেকে অসংখ্য রাইজয়েড নির্গত হয়। রাইজয়েডের কাজ হল জলশোষণ ও আশ্রয়দাতা উদ্ভিদের সঙ্গো সংলগ্নীকরণ। এক ধরনের মাইকোরাইজা গঠনকারী ছত্রাক রাইজয়েডের মাধ্যমে গ্রন্থিকন্দের কর্টেক্সে প্রবেশ করে এবং সম্ভবত উদ্ভিদের শারীরবৃত্তীয় কাজের সঙ্গো জড়িত। রাইজোমের যে কোনও শাখাই সবুজ বায়বীয় কাণ্ডের সৃষ্টি করতে পারে।

(খ) বায়বীয় কাণ্ড— বায়বীয় কাণ্ডের নিম্নাংশ বেলনাকার ও দৈর্ঘ্য বরাবর শিরাবিশিষ্ট কিন্তু ঊর্ধ্বাংশ ত্রিকোণাকৃতির এবং ত্রিশিরাবিশিষ্ট।

(গ) পত্রসদৃশ উপাঙ্গ— বায়বীয় কাণ্ডের ঊর্ধ্বাংশে এই ক্ষুদ্রাকার শল্কপত্রের ন্যায় পাতা সিঁড়ির মতো সজ্জিত থাকে। ঊর্ধ্বাংশের শল্কপত্রের কক্ষে সাইন্যান্‌জিয়াম (Synangium) থাকে।

ত্রি-রেণুস্থলী বিশিষ্ট আভ্যন্তরীণ গঠন।

(ক) কাণ্ড—রাইজোমের অগ্রস্থ ভাজক কলা ও বায়বীয় কাণ্ডের অগ্রস্থ একটি মাত্র কোষ ক্রমাগত বিভাজনের ফলে তিন প্রকারের প্রাথমিক কলার সৃষ্টি করে। কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ করলে দেখা যাবে, (চিত্র 6.1 খ)



চিত্র 6.1খ — কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ

সর্ববহিঃস্থ একস্তর বিশিষ্ট লম্বা ত্বক কোষগুলি কিউটিকল্ (Cuticle) সমন্বিত। কাণ্ডের খাঁজ বরাবর অঞ্চলে সহকারী কোষ বিহীন স্টোমাটা (ব্যক্তবীজীর ন্যায়) দেখা যায়। ত্বকের নীচে বিস্তৃত কর্টেক্স তিনটি অঞ্চলে বিভক্ত। ত্বকের ঠিক নীচেই অবস্থিত বহিঃকর্টেক্স অঞ্চলটি লম্বাটে, লতি বিশিষ্ট (Lobed), অন্তর্কোষ রন্ধ্রযুক্ত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। এই কোষগুলি ক্লোরোপ্লাস্ট ও শ্বেতসার যুক্ত হওয়ায় সালোকসংশ্লেষে অংশগ্রহণ করে। মধ্য কর্টেক্সের কোষগুলি উল্লম্বভাবে লম্বা এবং স্থূল প্রাচীর বিশিষ্ট, স্বল্প অন্তকোষীয় রন্ধ্রবিশিষ্ট এবং শ্বেতসার বিহীন বায়বীয় কাণ্ডের নিম্নাংশে এই মধ্য কর্টেক্সের কোষগুলি লিগনিন যুক্ত হয়। পরবর্তী নিম্ন-কর্টেক্স অঞ্চলের কোষগুলির প্রাচীর অপেক্ষাকৃত ভাবে ক্রমশঃ পাতলা হতে থাকে এবং লিগনিন বিহীন হতে থাকে, সঙ্গে সঙ্গে শ্বেতসারের পরিমাণ বাড়তে থাকে।

কর্টেক্স ও নালিকা বাণ্ডিলের মাঝখানে থাকে অন্তস্ত্বক, এটি লম্বাটে, সুস্পষ্ট ক্যাসপেরিয়ান পটি যুক্ত একস্তর কোষ দ্বারা গঠিত, অন্তস্তকের ঠিক নীচেই এককোষ স্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ যুক্ত পেরিসাইকল বর্তমান।

গ্রন্থিকন্দের কেন্দ্রে প্রোটোস্টিলি পরিলক্ষিত হলেও গ্রন্থিকাণ্ড ও বায়বীয় কাণ্ডের সংযোগ স্থল থেকেই স্টিলিতে প্রায় 10 এর কাছাকাছি সংখ্যার রশ্মি দেখা যায়, তবে বায়বীয় অংশের ঊর্ধ্বাংশে এই রশ্মির সংখ্যা 4-5 এর মতন হয়। জাইলেম এর রশ্মি অঞ্চলের অগ্রভাগে অসংগঠিত প্রোটোজাইলেম ট্রাকাইড (সোপানাকার ও

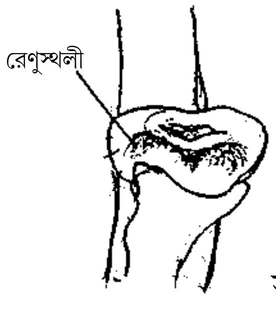
বলয়াকার স্থূলীকরণ যুক্ত) কোষ দ্বারা গঠিত এবং পরবর্তী কোষগুলি সর্পিলাকার স্থূলীকরণ যুক্ত ও সপাড় কূপ বিশিষ্ট কোষ দ্বারা গঠিত অর্থাৎ গ্রন্থিকন্দের প্রোটোস্টিলির জাইলেম ক্রমে একসার্ক (Exarch) সাইফোনোস্টিলিতে পরিণত হয়ে সমগ্র বায়বীয় কাণ্ডজুড়ে বিদ্যমান থাকে। তবে ঊর্ধ্বাংশের বায়বীয় কাণ্ডে অ্যাক্টিনোস্টিলি হিসাবে বিদ্যমান থাকে। পেরিসাইকল এর নীচে, জাইলেম রশ্মির মধ্যবর্তী স্থলে ফ্লোয়েম বর্তমান। ফ্লোয়েমের ক্ষুদ্রাকার কোণাকৃতি কোষগুলি হল সীভকোষ; কালক্রমে এই কোষগুলি প্রাচীর স্থূল ও লিগনিন বিশিষ্ট হয়ে গোলাকার ধারণ করে। সীভ কোষ ক্যালোস্ বিহীন (চিত্র 6.1 খ)।

পত্র সদৃশ উপাঙ্গ ঃ সালোকসংশ্লেষকারী প্যারেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট, P. nudum এ কোনও নালিকা বান্ডিল থাকেনা কিন্তু P.complanatum এর পত্র সদৃশ শল্ক পত্রের গোড়ায় পত্রাভিসারী বান্ডিল দেখা যায়।

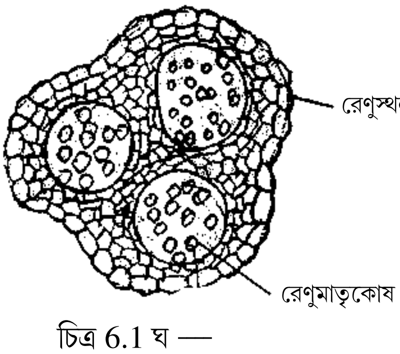
6.2.4 জনন ঃ Psilotum রেণুধর উদ্ভিদে অঙ্গাজ জনন পরিলক্ষিত হলেও জনন প্রধানত রেণু দ্বারা সম্পাদিত হয়।

(ক) অঙ্গাজ জনন P.nudum প্রজাতিতে গেমি বা ব্রুড বডিস (gemmae) নামে গ্রন্থিকাণ্ডের গায়ে অবস্থিত একস্তর বিশিষ্ট ক্ষুদ্র গুটির দ্বারা সংঘটিত হয়। গ্রন্থিকাণ্ড থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে কিংবা গ্রন্থিকাণ্ডে অবস্থান কালীন এগুলি নতুন উদ্ভিদের জন্ম দেয়।

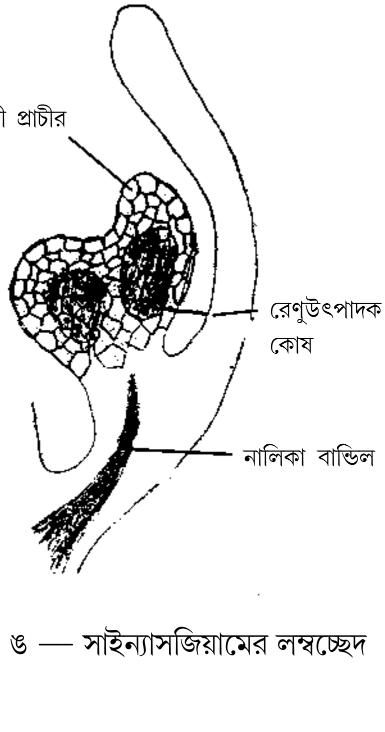
(খ) রেণুদ্বারা জনন ঃ Psilotum এর উৎপাদনকারী অঙ্গা আধুনিক মত অনুযায়ী একটি ত্রি-কক্ষ বিশিষ্ট রেণুস্থলী যা প্রকৃত পক্ষে ত্রি-রেণুস্থলী বিশিষ্ট অঙ্গা এবং একে সাইন্যানজিয়াম বলা হয়। এটি 1-2 মিমি. চওড়া, একটি অতি সংক্ষিপ্ত শাখার আগায়, শল্ক পত্রের কক্ষে, অঙ্কীয় দেশে বিদ্যমান। সাইন্যানজিয়ামের প্রতিটি লতি এক একটি রেণুস্থলী যা পরিণত অবস্থায় কক্ষ বরাবর বিদারিত হয়ে রেণু নির্গমণ করে (চিত্র 6.1 গ-ঙ)



চিত্র 6.1 গ — সাইন্যাসজিয়াম



চিত্র 6.1 ঘ —
সাইন্যাসজিয়ামের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র 6.1 ঙ — সাইন্যাসজিয়ামের লম্বচ্ছেদ

Psilotum এর রেণুস্থলীর অঙ্গাসংস্থানিক প্রকৃতি বিতর্কের বিষয় যেমন - কারো (বাওয়ার, 1908, অন্যান্য) মতে এই সংক্ষিপ্ত বৃন্তযুক্ত সাইন্যানজিয়াম দ্বিশৃঙ্গা (bifid) রেণুপত্রের উপরি অক্ষ থেকে অথবা কক্ষ থেকে উৎপন্ন হয়। বিয়ারহোর্স্ট (Bierhorst) পরীক্ষা করে দেখেন যে প্রারম্ভিক কোষ থেকে তিনটি প্রকোষ্ঠ পৃথকভাবে সৃষ্টি হয়েছে এবং তিনটি প্রকোষ্ঠের নিম্নাংশ পৃথক পৃথক নালিকা বান্ডিল বর্তমান। অতএব রেণুস্থলীর এক একটি প্রকোষ্ঠ এক একটি পৃথক রেণুস্থলী, Psilotum বিভিন্ন ক্লোন পরীক্ষা করে দেখা গেছে Psilotum এর সাইন্যানজিয়াম পূর্বসূরীদের ক্ষুদ্র বৃন্তযুক্ত, পৃথক পৃথক রেণুস্থলী যা অভিব্যক্তির মাধ্যমে বৃন্তের প্রায় বিলুপ্তিকরণের ফলে রেণুস্থলীর একত্রীকরণ হয়ে গঠিত হয়েছে। পূর্বসূরীটি সম্ভবত রাইনিওফাইটার Rhyniophyta র অন্তর্গত রেনালিয়া (Renalia) গণ।

রেণুস্থলী একগুচ্ছ উপরিপন্ন প্রাথমিক কোষের পেরিক্লিনাল এবং অ্যান্টিক্লিনাল বিভাজনের ফলে উৎপন্ন হয়। এখানে ইউস্পোরানজিয়েট (Eusporangiate) ধরনের পরিস্ফুরণ ঘটে, রেণুস্থলীর প্রাচীর 4-5 কোষস্তর বিশিষ্ট যা ভিতরের রেণুউৎপাদনকারী কলা বিভিন্ন তলে বিভাজিত হয়ে রেণু গঠন করে। রেণুস্থলীর প্রাচীর ও রেণুর মাঝখানের অংশ জুড়ে থাকে ট্যাপেটাম, প্রতিটি রেণু দ্বিপার্শ্বীয়ভাবে প্রতিসম, রেণুগাত্র গোল উঁচু অলংকরণ যুক্ত, মনোলিট (যা সাধারণত উচ্চ শ্রেণীর ফার্ণে দেখা যায়)।

6.2.5 **লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ**

রাইজোমের ন্যায় প্রোথালাসটি বর্ণহীন বা ঈষৎ বাদামী বর্ণের, অনিয়মিতভাবে দ্ব্যগ্রশাখা বিন্যাস যুক্ত, বেলনাকার এবং রাইজয়েড যুক্ত। এখানেও ছত্রাকের মাইকোরাইজা যুক্ত সহাবস্থান দেখা যায়। একমাত্র এই উদ্ভিদের লিঙ্গাধর উদ্ভিদেই সংবহন কলা দেখা যায়। স্ত্রীধানী ও পুংধানী একই প্রোথ্যালাসে অবস্থান করে। প্রোথ্যালাসটি এত ক্ষুদ্র যে রাইজোমের ক্ষুদ্রাংশ বলে মনে হয়।

প্রোথ্যালাসের একটি উপরিস্থিত প্রাথমিক কোষের তল সমান্তরাল বিভাজনের ফলে একটি বহিস্থঃ আবরক কোষ (cover cell) ও অন্তস্থ কেন্দ্রীয় কোষ (central cell) উৎপন্ন হয়। আবরক কোষের দুটি অ্যান্টি ক্লিনাল (তল সমকোণী) ও পরপর পেরিক্লিনাল (তল সমান্তরাল) বিভাজনের ফলে চারকোষ সমন্বিত ছয়টি কোষ স্তর (tier), স্ত্রীধানীতে গ্রীবা তৈরি করে। কেন্দ্রীয় কোষ ইতিমধ্যে বিভাজিত হয়ে প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ (Primary ventral cell) ও একটি প্রাথমিক গ্রীবা নালী কোষ (Primary neck canal cell) গঠন করে। প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষটি বিভাজিত হয়ে একটি অঙ্কীয় নালী কোষ ও একটি ডিম্বকোষ তৈরি করে। প্রাথমিক গ্রীবা কোষটির নিউক্লিয়াস বিভাজিত হয় কিন্তু অন্তপর্দা তৈরি হয় না। পরিণত অবস্থায় গ্রীবার নিম্নস্থ কোষটি কিউটিন যুক্ত হয় (চিত্র 6.1)

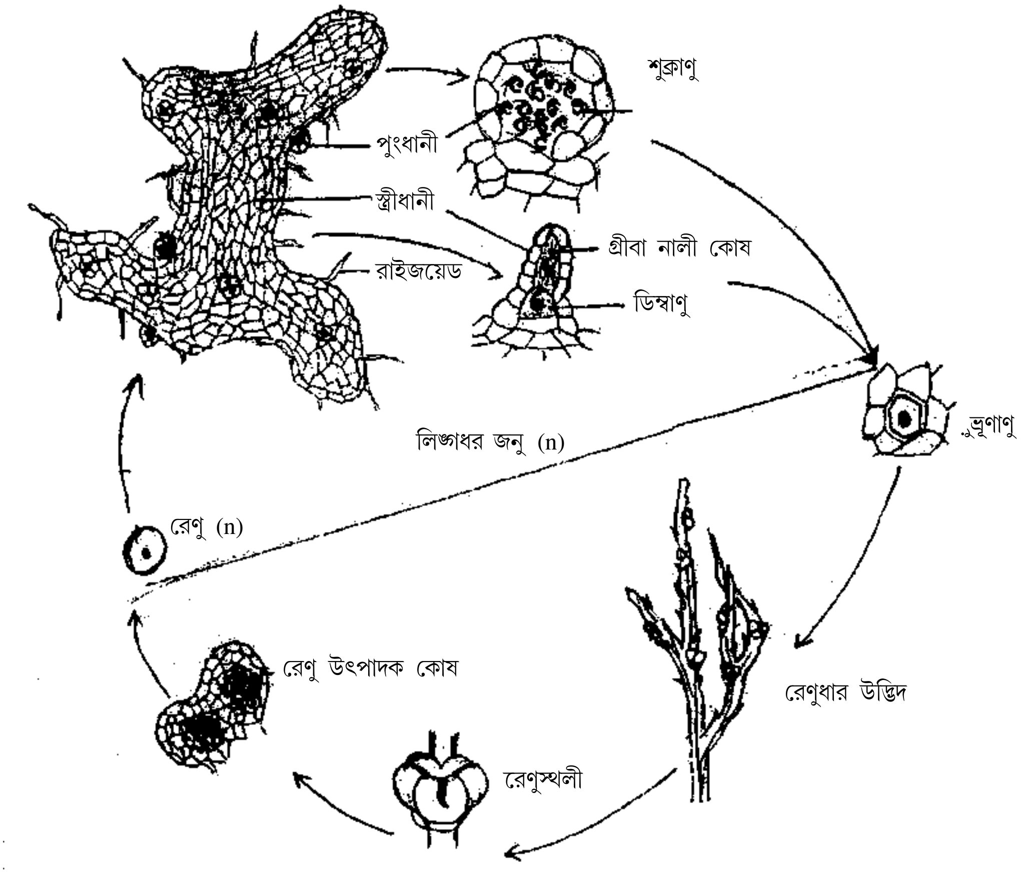
পুংধানীর শুরু হয় ত্বকীয় কোষের পেরিক্লিয়ান বিভাজনের মাধ্যমে। এর ফলে সৃষ্ট বহিস্থ আবরক (Jacket) কোষ প্রাথমিক কোষ, পরপর অ্যান্টিক্লিনাল বিভাজনের ফলে এক কোষ স্তর বিশিষ্ট পুংধানীর প্রাচীর তৈরি করে। অন্তস্থ প্রাথমিক শুক্রাণু উৎপাদন কারী (Spermatogenous) কলা গঠন করে। কোষগুলি বিভিন্ন তলে ক্রমান্বয়ে বিভাজিত হয়ে পরিণত পুংধানী স্ফীত, গোলাকার দেখতে যার মধ্যে অসংখ্য সর্পিলাকার কুণ্ডলীকৃত বহুফ্ল্যাজেলা যুক্ত শুক্রাণু থাকে। পুংধানীর অপারকুলোম কোষ বিনষ্ট হলে শুক্রাণু বাইরে নির্গত হয়।

6.2.6 নিষেক

শুক্রাণু পরিপার্শ্বিক জলীয় পরিবেশে মুক্ত হয়ে স্ত্রীধানীর থেকে নিঃসৃত রাসায়নিক পদার্থের প্রতি আকৃষ্ট হয়ে দ্রবীভূত গ্রীবা নালী ও অঙ্কীয় নালী কোষের মধ্য দিয়ে অনায়াসে ডিম্বাণুর সঙ্গো মিলিত হয়। ভ্রূণাণু গঠিত হয় এবং শুরু হয় রেণুধর জনুর।

6.2.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি ঃ

ভ্রূণাণু বিভাজনের ফলে স্ত্রীধানীর অক্ষের ওপর উল্লম্ব তল বরাবর সৃষ্টি হয় বহিস্থ এপিবেসাল ও অন্তস্থ হাইপো বেসাল কোষ, এপিবেসাল কোষটি ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে পদ (Foot) সৃষ্টি করে এবং হাইপো বেসাল কোষের ক্রমাগত বিভাজনের ফলে প্রথমে গ্রন্থিকন্দ উৎপন্ন হয় এবং তা থেকে অন্যান্য গ্রন্থিকন্দ ও বায়বীয় কাণ্ড উৎপন্ন হয় (চিত্র 6.1b)



চিত্র 6.1.b Psilotum-এর জীবন চক্র

6.2.8 জনুঃক্রম সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য ঃ

সাইলোটামের জীবনচক্রে সুস্পষ্ট জনুঃক্রম বর্তমান। এখানে রেণুধর উদ্ভিদের প্রাধান্য বেশি এবং লিঙ্গাধর জনু ও রেণুধর জনু পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়। রেণু সৃষ্টির সঙ্গো সঙ্গো লিঙ্গাধর জনুর শুরু হয় যার শেষ হয় নিষেকের ফলে জাইগোট সৃষ্টির সঙ্গো সঙ্গো, তখন রেণুধর জনুর সূচনা হয়। (চিত্র 6.1 চ)

6.3.9 (ক) এটি একটি সরলতম জীবিত ফার্ণ অনুরূপ উদ্ভিদ।

(খ) রেণুধর উদ্ভিদটি মূলহীন ও গ্রন্থিকন্দ সমন্বিত।

(গ) গ্রন্থিকন্দের স্টিলি আদি প্রোটোস্টিলি, এবং বায়বীয় কাণ্ডের বহির্মুখী (Exarch) সাইফোনোস্টিলি ও অ্যাক্টিনো স্টিলি দেখা যায়।

(ঘ) রেণুস্থলী ত্রি-লতি সমন্বিত সাইন্যানজিয়াম গঠন করে এবং কাণ্ডের শল্কপত্রের কক্ষে উৎপন্ন হয়।

(ঙ) এটির রেণুস্থলী সমরেণুপ্রসূ, রেণু মনোলিট।

(চ) প্রোথ্যালাস বর্ণহীন এবং ভূনিম্নস্থ, লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদের আকৃতিগত সাদৃশ্য এবং সেই সঙ্গো লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সংবহন কলার উপস্থিতি জীবন চক্রে লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদের সমসংস্থ (Homologonus) হওয়ার ইঙ্গিত দেয়।

Psilotum এর ক্রোমোজোম সংখ্যা n = 52 থেকে 54 ভারত, জামাইকা, অস্ট্রেলিয়ায় টেট্রাপ্লয়েড পাওয়া যায় যেখানে n = 104 এবং সবচাইতে বেশি ক্রোমোজোম পাওয়া গেছে নিউজিল্যান্ডে প্রাপ্ত Psilotum 310এ, যা একটি Hesaploid

অনুশীলনী — 1.

1. এক কথায় উত্তর দিন।

   (ক) একটি পরাশ্রয়ী Psilotum এর প্রজাতির নাম করুন

   (খ) Psilotum এর গ্রন্থিকন্দে কী ধরনের ছত্রাক বাস করে?

   (গ) Psilotum রেণু উৎপাদনকারী অঙ্গাকে কী বলে?

   (ঘ) Psilotum এর সম্ভাব্য পূর্বসূরী কী হতে পারে?

   (ঙ) ভারতবর্ষের কোথায় কোথায় Psilotum দেখা যায়?

2. ঠিক কি ভুল নির্ধারণ করুন

   (ক) Psilotum এর রেণু উৎপাদনকারী অঙ্গাটি ত্রিকক্ষ বিশিষ্ট একটি রেণুস্থলী।

   (খ) Psilotum-এ রেণুস্থলী সমরেণু প্রসূ ও রেণু মনোলিট হয়।

   (গ) Psilotum এর কোনও কোনও প্রজাতিতে মূল থাকে।

(ঘ) অনেক সময় Psilotum এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদে সংবহন কলার উপস্থিতি দেখা যায়।

(ঙ) Psilotum প্রজাতিতে পলিপ্লয়েডি দেখা যায় না।

6.3 লাইকোপোডিয়াম এর জীবনেতিহাস

এই উপএককে আমরা একটি উদ্ভিদ সম্পর্কে আলোচনা করবো যাদের পূর্বসূরীরা (লাইকোপসিডা (Lycopsida) শ্রেণী ভুক্ত) প্রাচীনকালে কার্বনিফেরাস (Carboniferous) যুগে বিশালাকৃতি উদ্ভিদ হিসাবে বিস্তৃতি লাভ করেছিল। এগুলি সমরেণু প্রসূ উদ্ভিদ, যেখানে রেণুপত্রগুলি ঘন বিন্যস্ত হয়ে রেণু মঞ্জরী গঠন করে।

প্রস্তাবনা

লাইকোপোডিয়াম (Lycopodium) লাইকপসিডা (Lycopsida) শ্রেণীভুক্ত, লাইকোপোডিয়ালিস (Lycopodiales) বর্গভুক্ত এবং লাইকোপোডিয়েসি (Lycopodiacease) পরিবারভুক্ত একটি গণ। এই পরিবারভুক্ত অপর জীবিত গণ হল ফাইলোগ্লসাম (Phyloglossum) এবং একটি মাত্র অবলুপ্ত গণ লাইকোপোডাইটিস (Lycopodites) Lycopodium এর বিশাল সংখ্যক প্রজাতি (200টি), বিস্তীর্ণ বসতি ও স্বভাব, বিভিন্ন বৃদ্ধিজ গঠন (Growth form) এবং সর্বোপরি বিভিন্ন প্রজাতির বিভিন্ন ধরনের শারীর সংস্থানগত বিভিন্নতা শ্রেণীবদ্ধ বিদ্দের (Taxonomists) দুটি উপগণে (Subgenera) বিভক্ত করতে বাধ্য করেছে। এগুলি হল, ইউরোষ্ট্যাকিয়া ও রোপালোষ্ট্যাকিয়া তবে আধুনিক ফার্ণতত্ত্ববিদদের মতে চারটি উপগণে বিভক্ত করা যায় যেমন, হুপারজিয়া (Huperzea) উদাহরণ, H. selago ও H.lucidulum, লাইকোপোডিয়াম (Lycopodium) উদাহরণ, L.clavatum, L.obscurum, ডাইফেসিয়াস্টাম (Diphasiastrum) উদাহরণ, D. complanatum, D. digitum লাইকোপোডিয়েল্লা (Lycopodiella) উদাহরণ, L. inundata, L.cernua.

ইউরোষ্ট্যাকিয়া (Urostachya উদাহরণ - Selago,-phlegmaria) (সেলাগো, ফ্লেগমারিয়া) — এরা ঋজু অথবা ঝুলন্ত অশাখ বা দ্ব্যগ্র শাখাবিন্যাস যুক্ত, আইসোফিলাস (পত্র ও রেণুমঞ্জরী পত্র এক) রোপালোষ্ট্যাকিয়া (Rhopalostachya, উদাহরণ - Inundata, clavatum) লতানো, আনুভূমিক কাণ্ডের নীচ থেকে অস্থানিক মূল বের হয়, প্রথমে দ্ব্যগ্র শাখা বিন্যাস যুক্ত হলেও পরে একপার্শ্বীয় শাখা বিন্যাসযুক্ত, অ্যানাইসোপিলাস। উদাহরণ-ইনানডাটা, ক্ল্যাভেটাম, সারন্যুয়াম।

6.3.1 বসতি

মোট 200 টি প্রজাতির মধ্যে বেশিরভাগই ক্রান্তীয় অর্থাৎ গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলে জন্মালেও শীত প্রধান অঞ্চলেও বিদ্যমান। সবচাইতে বেশি দেখা যায় আমেরিকার গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলে ভারতবর্ষে মোট 33টি প্রজাতি পাওয়া যায়। বিশেষত দার্জিলিঙ, নীলগিরি, উটকামন্ড প্রভৃতি পার্বত্য অঞ্চলে। ভারতীয় কয়েকটি

প্রজাতির নাম - লাইকোপোডিয়াম সেলাগো,- সারন্যুয়াম,- অ্যানোটিনাম,- ক্ল্যাভেটাম,- হ্যামিলটনি (Lycopodium selago, L. Cernuum, L. Clavatum, L. Hamiltoni) ইত্যাদি, এর মধ্যে L. Clavatum সহজলভ্য ও সবচেয়ে বিস্তৃত।

6.3.2 স্বভাব

সাধারণভাবে Lycopodium 'ক্লাব মস' (Club moss) বা 'ভূমিজ পাইন'নামে পরিচিত। কিছু কিছু প্রজাতি গুল্ম জাতীয়, কিছু কিছু লতানো (Creeper) এবং কিছু কিছু প্রজাতি অপর উদ্ভিদের ওপর পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ হিসাবে ঝুলন্ত অবস্থায় থাকে (L. Phlegmaria)

6.3.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

রেণুধর উদ্ভিদ ঋজু অথবা শায়িত যা হোক না কেন সব সময়ে দ্ব্যগ্রশাখা বিন্যাসযুক্ত, শাখা গুলি সমান অথবা অসমান যেখানে একটি শাখা অপরটির থেকে বড় হয় এবং অপেক্ষাকৃত ছোট শাখাটি নিয়ত হয়ে কখনও বা রেণুমঞ্জরীতে পরিণত হয় একে অ্যানাইসোটোমাস বলে। এধরনের বৃদ্ধি শায়িত প্রজাতিগুলিতে দেখা যায়।

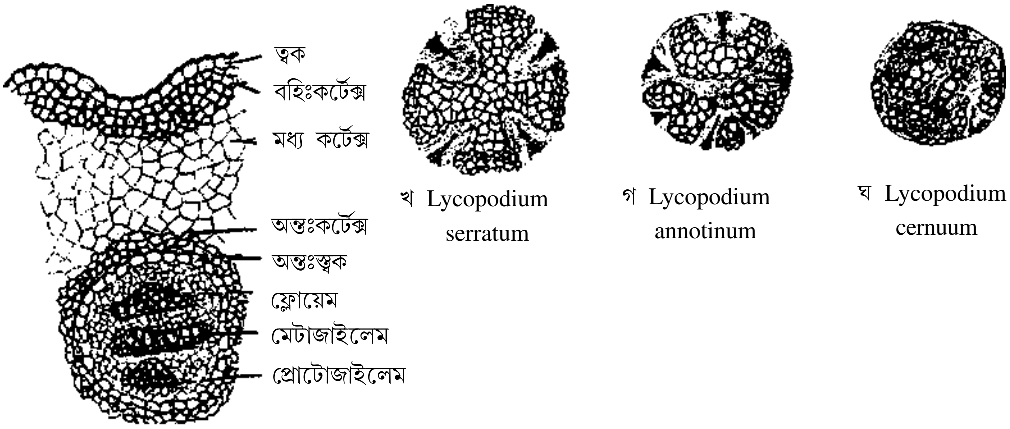
পাতা সরল, ক্ষুদ্র, 2 থেকে 20 মিমি (কোন কোন প্রজাতিতে 25-35 মিমি) অবৃন্তক, ভল্লাকার, পাতার ভিত্তি অংশ প্রশস্ত, পত্রবিন্যাস সর্পিলাকার (Helical) হলেও বিপরীত পত্রবিন্যাসের মতন দেখায়। পাতায় একটি মাত্র শাখাবিহীন শিরা থাকে যা শীর্ষ পর্যন্ত প্রসারিত নয়। এজাতীয় পাতাকে অনুপত্র (Microphyllous) বলা হয়। সাধারণত দুই ধরনের পাতা হয় — সালোক সংশ্লেষকারী অঙ্গজ পত্র এবং রেণুস্থলী বহনকারী রেণুপত্র; কোন কোন প্রজাতিতে (Lycopodium Volubile) বিষম আকৃতির অঙ্গাজ পত্র দেখা যায় বিশেষ করে পার্শ্বীয় নিয়ত শাখায়।

মূল কাণ্ডের নীচ থেকে যেমন — (ইউরোষ্ট্যাকিয়া) কিংবা, কাণ্ডের শায়িত অংশ থেকে যেমন রোপালোষ্ট্যাকিয়া উৎপন্ন হয়। মূলের শাখাবিন্যাস দ্ব্যগ্র।

অন্তর্গঠন

লাইকোপোডিয়ামের কাণ্ড প্রোটোষ্টিলীয়, ক্যাম্বিয়াম বিহীন, কাণ্ডের অগ্রস্থ কোষের খুব নিকটবর্তী একগুচ্ছ প্রোক্যাম্বিয়াল কোষ থেকে জাইলেম ও ফ্লোয়েম তৈরি হয়, এবং প্রোটোডার্ম ও গ্রাউণ্ড মেরিস্টেম থেকে যথাক্রমে ত্বক ও কর্টেক্স তৈরি হয়। কাণ্ডের সর্ববহিস্থ স্তর ষ্টোমাটাযুক্ত। এর পরবর্তী অংশ কর্টেক্স যেখানে বিস্তৃতি ও গঠনগত বিভিন্নতা দেখা যায় কিছু প্রজাতিতে কর্টেক্স শুধুমাত্র প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত (L. selago) আবার কিছু প্রজাতিতে বহিস্থ স্ক্লেরেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট কর্টেক্স, মধ্যস্থ সাধারণ প্যারেনকাইমা যুক্ত ও অন্তস্থ স্ক্লেরেনকাইমা কোষ যুক্ত কর্টেক্স দেখা যায়। কর্টেক্স এর পরবর্তী একস্তর প্যারেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট অন্তস্ত্বক এর ঠিক পরেই শুরু হয়। তবে লাইকোপোডিয়াম সেলাগো ইত্যাদি কয়েকটি প্রজাতিতে অন্তস্ত্বকে নির্দিষ্ট ক্যাসপেরিয় পটি দেখা যায় না। ফার্ণ ব্যতীত অন্য কোনও নিম্ন শ্রেণীর নালিকা বান্ডিল যুক্ত উদ্ভিদে লাইকোপোডিয়ামের ন্যায় প্রাথমিক জাইলেম ও ফ্লোয়েমে এত বিভিন্নতা দেখা যায়না। এমনকি একই প্রজাতিতেও বিভিন্নতা দেখা যায়। পরিণত উদ্ভিদে অ্যাক্টিনোস্টিলী দেখা যায় এবং ফ্লোয়েমের অবস্থান তারকাকৃতি জাইলেম এর খাঁজে দেখা যায় যেমন, — (L. serratum, L. selago ও L. Phlegmaria) L. Clavatum ও L.

annotinum এ জাইলেম ও ফ্লোয়েমের পরস্পর সমান্তরাল প্লেট এর ন্যায় সাজানো থাকে এধরনের স্টিলী কে বলে প্লেকটোস্টিলী। স্টিলীর এই ভাঙ্গান আরও স্পষ্ট হয় লাইকোপোডিয়াম সারন্যুয়াম (L. Cernuum) এ যেখানে জাইলেম ও ফ্লোয়েম একত্রে মিশ্রিত ও পরস্পর যুক্ত থেকে মিশ্র প্রোটোস্টিলী গঠন করে (চিত্র 6.2 ক - ঘ)



চিত্র 62 — ক Lycopodium Clavatum এর কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ

অ্যাক্টিনোস্টিলী ও মিশ্র প্রোটোস্টিলীকে যথাক্রমে আদি ও উন্নত শ্রেণীর প্রোটোস্টিলী বলে গণ্য করা হয়।

লাইকোপোডিয়ামের পাতার প্রস্থচ্ছেদে ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বকে কোনও পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় না। উভয় ত্বকেই পত্ররন্ধ্র বর্তমান যেখানে প্রহরী কোষগুলি সরাসরি প্রোটোডার্ম থেকে উৎপন্ন হয়। ত্বকের মধ্যবর্তী অংশে মেসোফিল কলা গোলাকার বা কৌণিক প্রভৃত অন্তঃকোষীয় রন্ধ্র বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। একটি মাত্র প্রোটোষ্টিলীয় সংবহন নালিকা কাণ্ডের কর্টেক্স থেকে উৎপন্ন হয়।

কাণ্ডের পেরিসাইকল থেকে মূলের সৃষ্টি। প্রস্থচ্ছেদে একস্তর বিশিষ্ট ত্বক ও বহুস্তর বিশিষ্ট কর্টেক্স বিদ্যমান। বহির্কর্টেক্স পুরু প্রাচীর বিশিষ্ট কোষ দ্বারা ও অন্তঃকর্টেক্স পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। জাইলেম নালিকা অর্ধচন্দ্রকার ভাবে সজ্জিত থাকে। অধিকাংশ ক্ষেত্রে জাইলেম মনার্ক (monarch) হলেও কাণ্ডের সঙ্গে সংযুক্তি স্থলে পলিআর্ক (Polyarch) (অনেকগুলি প্রোটোজাইলেম মেরু যুক্ত) হয়।

6.3.4 জনন ঃ

1. অঙ্গাজ জনন ঃ বিভিন্ন প্রজাতিতে বিভিন্ন ধরনের অঙ্গাজ জনন দেখা যায়। এগুলি নিম্নলিখিত কয়েক প্রকারে সম্পন্ন হয়।

(ক) গেমা বা বুলবিল দ্বারা— এগুলি পত্রস্থানে উৎপন্ন হয়। এতে থাকে একটি মুকুল ও পূর্বনির্মিত মূল। কারো কারো মতে গেমা, ক্ষুদ্র অ্যানাইটোমাস শাখার থেকে উৎপন্ন ছোট, বিশেষ শাখামাত্র গেমা উদ্ভিদ দেহ থেকে বিচ্যুত হওয়ার পর অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি করে। যেমন Lycopodium selago ও L. Lucidulum।

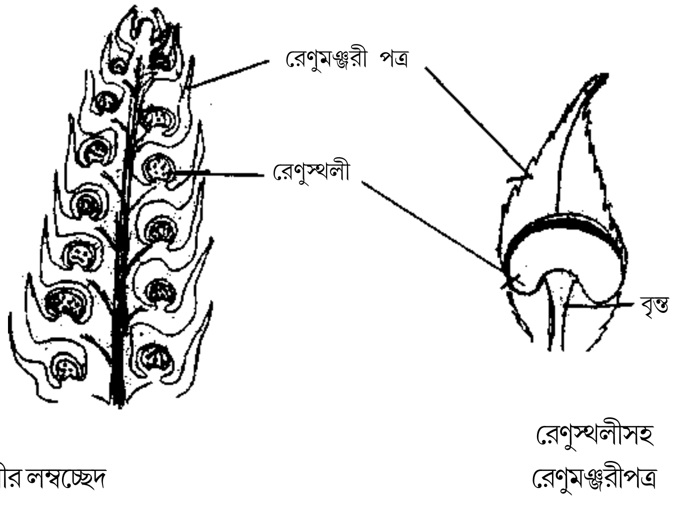
(খ) মূল - টিউবারকিউলস্ - লাইকোপোডিয়াম সারনুয়াম ও র্যামুলোসাম (L. cernuum. L. ramulosum) প্রজাতির মূলের কর্টেক্স কোষ থেকে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র স্ফীত অংশ সৃষ্টি হয় তাকে মূল টিউবারকিউলস বলা হয়। অনুকূল পরিবেশে এটি নূতন উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

(গ) সুপ্ত মুকুলদ্বারা - লাইকোপোডিয়াম ইনানডেটাম (L. inundetum) প্রজাতিতে গ্রন্থিকন্দের অগ্রাংশ ছাড়া অন্য অংশ নষ্ট হয়ে গেলে একটি সুপ্ত অগ্রমুকুল অবশিষ্ট থাকে যা অনুকূল পরিবেশে নতুন গাছ সৃষ্টি করে।

(ঘ) খণ্ডীভবন — লাইকোপোডিয়াম ফ্লেগারিয়াম (L. phlegarium) উদ্ভিদ দেহ খণ্ডীভবনের মাধ্যমে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

2. রেণুদ্বারা জনন ঃ

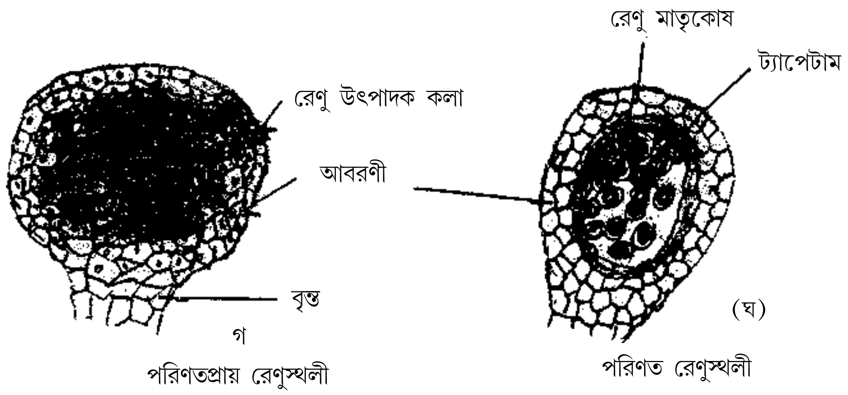
আনুভূমিক কাণ্ড থেকে জননে অংশগ্রহণকারী শাখা খাড়া ভাবে বৃদ্ধি পায়। জননে অংশগ্রহণকারী শাখাটির নীচের দিকে অপেক্ষাকৃতভাবে কম পত্র যুক্ত এবং উর্ধ্বাংশে দ্ব্যগ্রশাখা বিন্যস্ত হয়ে দুই বা ততোধিক রেণুমঞ্জরী গঠন করে (চিত্র 6.3 ক - খ) (L. lucidulum) এবং L. Selage প্রজাতিতে রেণুমঞ্জরী পত্র ও পত্র একই আকৃতির এবং কোনও রেণুমঞ্জরী বা ষ্ট্রবিলাস গঠন করেনা, রেণুউৎপাদিত অঞ্চল কাণ্ডের ওপর একটি অঙ্গাজ পত্র অন্তর অবস্থান করে, তবে রেণুমঞ্জরী পত্র একত্রিত হয়ে একটি নির্দিষ্ট কোণের ন্যায় ষ্ট্রবিলাস গঠন করে। এই রেণুপত্রগুলির অঙ্গাজ পত্র থেকে আকারে ক্ষুদ্র এবং কিনারা খাঁজকাটা প্রতিটি রেণু পত্রের পৃষ্ঠদেশের (Adaxial) ভিত্তি অংশে একটি করে রেণুস্থলী উৎপন্ন হয়। প্রতিটি রেণুস্থালী বৃত্তাকার অথবা উপবৃত্তাকার, প্রজাতি বিশেষে ক্ষুদ্র বৃন্তযুক্ত বা বৃন্তহীন, হলুদ থেকে কমলা রংয়ের।



রেণুমঞ্জরীর লম্বচ্ছেদ

রেণুস্থলীসহ
রেণুমঞ্জরীপত্র

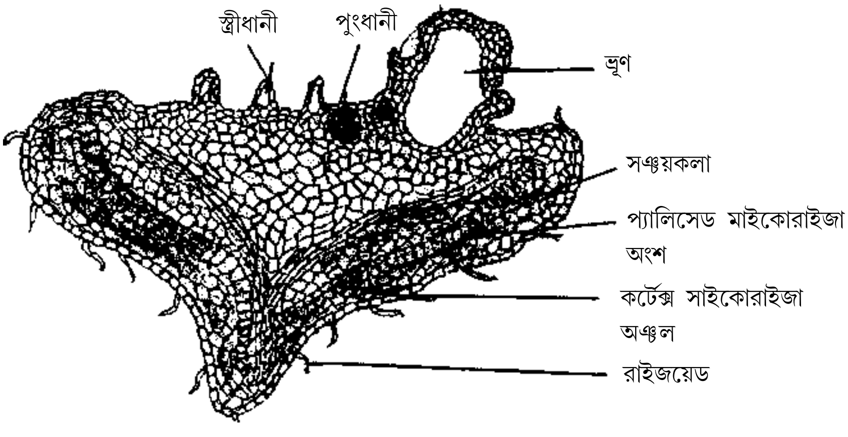
রেণুস্থলীর উৎপত্তি শুরু হয় একগুচ্ছ উপরিতলীয় কোষের তল সমান্তরাল বিভাজনের ফলে, সৃষ্টি হয় বাইরের দিকে বহুকোষ স্তর যুক্ত প্রাচীর। এই প্রাচীর অন্তস্থঃ কোষ স্তরটি ট্যাপেটাম নামক পুষ্টিস্তর গঠন করে (চিত্র- 6.3 গ-ঘ) রেণুস্থলীর ভিতরের অংশ রেণুধারক (Sporogenous) কোষ দ্বারা পূর্ণ। রেণধারক কোষ থেকে রেণুমাতৃকোষ (2n) এবং প্রতিটি রেণুমাতৃ-কোষের মায়োসিস বিভাজনের ফলে রেণুচতুষ্টয় (Sporetetrad) সৃষ্টি হয়। পরিণত রেণুস্থালী একটি লম্বালম্বি দুর্বল রেখা (Stomium) বরাবর ফেটে গিয়ে রেণু বিদারণ ঘটায়, পরিণ রেণু হলুদ, দ্বিস্ত্বক বিশিষ্ট — অন্ত ও বহিঃ বহিস্ত্বকে বিভিন্ন প্রজাতিতে বিভিন্ন ধরনের অলঙ্করণ দেখা যায়, রেণুর ভিতর দিকে অর্থাৎ যেখানে অন্য রেণুর সঙ্গো সংযুক্ত থাকে সেই সম্মুখ ভাগ থেকে ত্রি-রশ্মিযুক্ত শিরা দেখা যায়। রেণুর উৎপাদন ও অঙ্কুরণের সঙ্গো সঙ্গো লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বা হ্যাপলয়েড জনু শুরু হয়।



চিত্র 6.3 — গ - ঘ

6.3.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ

রেণু অঙ্কুরণের সময় বিভিন্ন প্রজাতির ওপর নির্ভর করে উৎপাদনের অনতিবিলম্বেই অথবা একবছর পরেও রেণু অঙ্কুরিত হতে পারে। লিঙ্গাধর উদ্ভিদে প্রভূত বৈচিত্র্য দেখা যায় বিভিন্ন প্রজাতিতে (চিত্র 6.3. ঙ-জ)



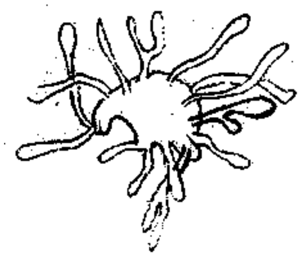
চিত্র 6.3 — ঙ Lycopodium Clavatum এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদের লম্বচ্ছেদ

(i) Lycopodium cernuum, L. inundatum এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদ কোনও কোনও বস্তুর ওপর জন্মে, উদ্ভিদটি ডিম্বাকার, অক্ষীয় - অঙ্কীয় পৃষ্ঠীয় (Axial dorsiventral), ক্ষুদ্র (2-3 mm দৈর্ঘ্য 1.2 mm প্রস্থ), ছোট ছোট সবুজ বায়বীয় শাখা যুক্ত, নিম্নাংশের বর্ণহীন অংশ থেকে ভূনিম্নস্থ অসংখ্য রাইজয়েড সৃষ্টি হয়। (চিত্র - 6.3.5 চ)। উদ্ভিদের গঠনের প্রারম্ভেই একটি অন্তঃপরজীবী ছত্রাক লিঙ্গাধর উদ্ভিদের দেহে নির্দিষ্ট অঞ্চল দখল করে থাকে। প্রোথ্যালাসের বায়বীয় খণ্ডিত অংশের ভিত্তি অংশে স্ত্রী ও পুংধানী জন্মাতে প্রায় সময় লাগে 8 থেকে 12 মাস।

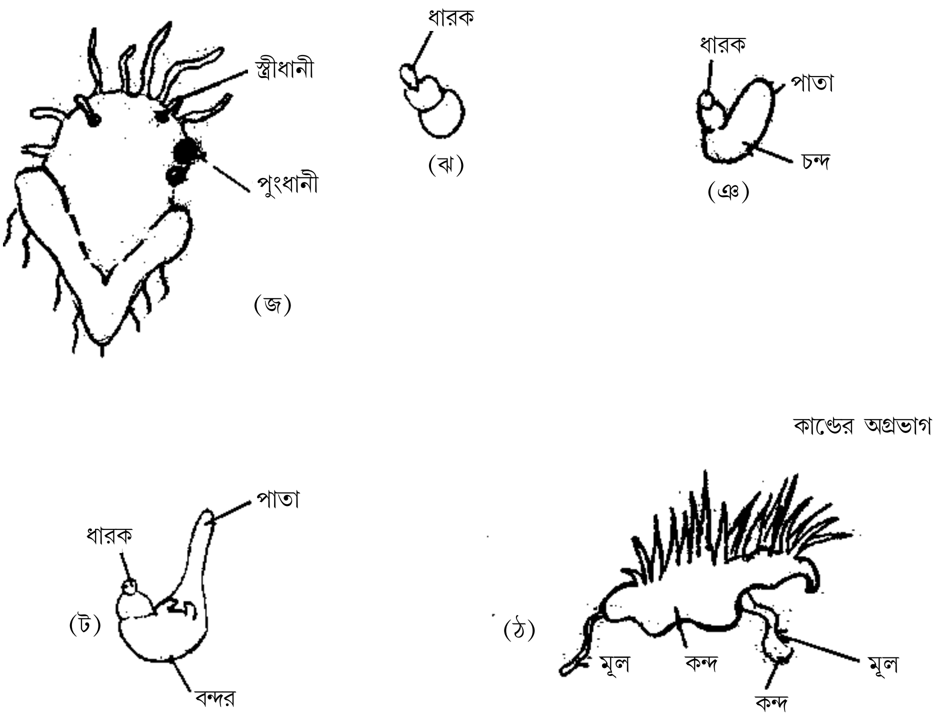
চিত্র 6.3 — চ Lycopodium Cernuum

(ii) Lycopodium clavatum, L. Complanatum প্রভৃতি প্রজাতিতে রেণু অঙ্কুরণের পর 6 - 8 কোষ সমন্বিত কোষ সমষ্টি যুক্ত অবস্থায় প্রায় একবছরের বেশি সময় বিশ্রাম নেয়। এই সময় কোনও অন্তপরজীবী ছত্রাকের অনুপ্রবেশের ফলে পরবর্তী পরিস্ফুরণের দিকে অগ্রসর হতে সমর্থ হয়, এবং এটি সম্পূর্ণভাবে, মাটির নীচে অথবা হিউমাস স্তরের নীচে ঘটে। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ অর্থাৎ প্রোথ্যালাস একটি আখরোটের মত চাক্তির আকৃতির, উপরিতল ভাঁজ যুক্ত, কখনও কখনও বেলনাকৃতির, অথবা গাজরের ন্যায় হতে পারে (চিত্র 6.3 ঙ) প্রোথ্যালাসটি বর্ণহীন বা হলুদ অথবা বাদামী হতে পারে, ভূস্ত্বকের নিকটবর্তী বায়বীয় অংশটিতে ক্লোরোফিল থাকে বলে সবুজ হয়, পরিণত প্রোথ্যালাস 2 সেমি দীর্ঘ পর্যন্ত হয়।

(iii) Lycopodium Phlegmaria প্রভৃতি পরাশ্রয়ী উদ্ভিদের প্রোথ্যালাস মৃতজীবী, হিউমাসে আবৃত আশ্রয়দাতা গাছের কাণ্ডে জন্মায়। প্রোথ্যালাসের কেন্দ্রে ক্ষুদ্র কন্দাল অংশ থেকে সরু, সরু বেলনাকার অংশ সৃষ্টি হয় যার মধ্যে স্ত্রী ও পুংধানী অবস্থান করে (চিত্র, 6.3 ছ)



চিত্র 6.3 — ছ L. Plleimaria



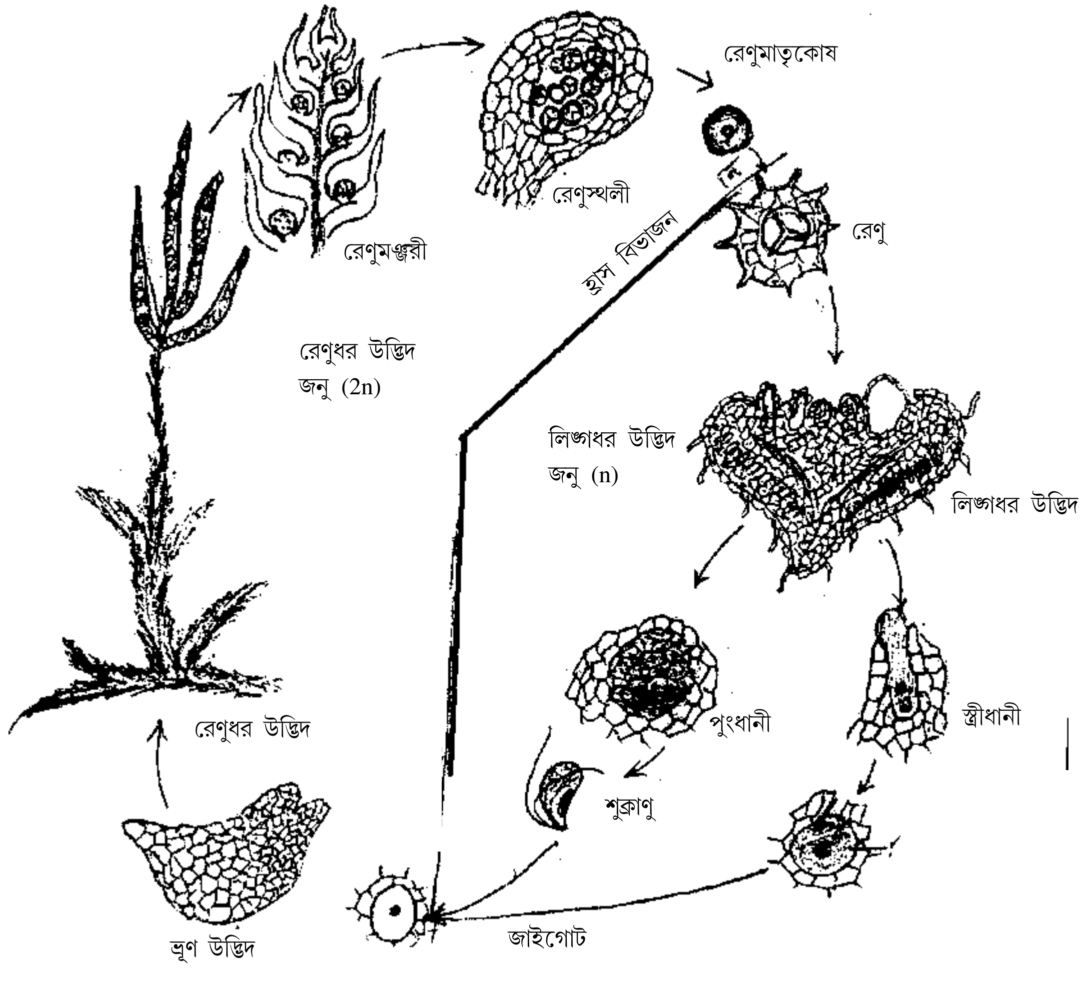
চিত্র 6.3 — ক - ঘ Lycopodium Clavatum এর রেণুমঞ্জরী ও রেণুস্থলী

ঙ - জ Lycopodium - এর বিভিন্ন প্রজাতির লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

ঝ - ঠ Lycopodium এর ভ্রূণের পরিস্ফুটন

লাইকোপোডিয়াম সেলাগো প্রজাতির প্রোথ্যালাস প্রথম ও দ্বিতীয় উভয় প্রকারের সংমিশ্রণ, মাটির ওপরে অথবা নীচে গঠিত হয়।

লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সহবাসী, পুংধানী সৃষ্টি হয় একটিমাত্র ত্বকীয় কোষের আনুভূমিক বিভাজনের দ্বারা। ফলে সৃষ্টি হয় ওপরদিকে একটি প্রাথমিক আবরণীকে এবং নীচে একটি প্রাথমিক পুংধানী কোষ (Primary antheridial inital)। প্রাথমিক আবরণী কোষ এক কোষস্তর বিশিষ্ট আবরণ গঠন করে যার শীর্ষে থাকে একটি ত্রিকোণাকার কোষ। পুংধানী কোষ বার বার বিভাজিত হয়ে শুক্রাণু মাতৃকোষ গঠন করে যা দুই ফ্ল্যাজেলা বিশিষ্ট (ব্রায়োফাইটের ন্যায়) শুক্রাণু তৈরি করে। পুংধানী প্রোথ্যালাসের মধ্যে নিমজ্জিত থাকে এবং ত্রিকোণাকৃতির কোষের বিদারণের মাধ্যমে শুক্রাণু বাইরে মুক্ত হয় (চিত্র 6.4)।



চিত্র 6.4 Lycopodium — এর জীবনচক্র

পুংধানীর ন্যায় স্ত্রীধানী শুরু হয় উপরিতলের স্ত্রীধানী মাতৃকোষের (archegonial initial cell) বিভাজনের দ্বারা ওপরে প্রাথমিক আবরণী কোষ এবং নীচে কেন্দ্রিয় কোষ সৃষ্টি হয়। কেন্দ্রিক কোষটি বিভাজিত হয়ে ওপরে প্রাথমিক নালিকা কোষ এবং নীচে প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ তৈরি হয়। প্রাথমিক নালিকা কোষ বিভাজিত হয়ে সাধারণত চারটি (1- 3 টি) লাইকোপোডিয়াম সারনুয়ামে, 7টি সেলাগো প্রজাতিতে এবং কমপ্ল্যানেটাম এ (16 টি) নালিকা কোষ গঠন করে প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষটি সরাসরি ডিম্বাণুতে পরিণত হয় অথবা বিভাজিত হয়ে অঙ্কীয় নালিকা কোষ ও ডিম্বাণু উৎপন্ন করে, প্রাথমিক আবরণী কোষ বিভাজিত হয়ে 3- 4 উচ্চতা বিশিষ্ট গ্রীবা গঠন করে। পরিণত প্রোথ্যালাসে গ্রীবা অংশ বাইরে প্রসারিত হয়ে থাকে, বাকী অংশ নিমজ্জিত থাকে।

6.3.6 নিষেক

নিষেকের আগেই গ্রীবা নালী কোষ ও অঙ্কীয় নালী কোষ দ্রবীভূত হয়ে মিউসিলেজযুক্ত পদার্থে পরিণত হয় এবং ডিম্বাণুটি পরিণত হয়ে ওঠে মিউসিলেজ জলের সংস্পর্শে স্ফীত হয়ে চাপের সৃষ্টি করলে গ্রীবার অগ্রভাগ উন্মুক্ত হয় এবং সাইট্রিক অ্যাসিড ও সাইট্রেট ক্ষরিত হয় ফলে শুক্রাণুকে আকৃষ্ট করে। আকৃষ্ট একাধিক শুক্রাণু স্ত্রীধানীতে প্রবেশ করলেও একটিমাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুর সঙ্গে মিলিত হয়। নিষিক্ত ডিম্বাণুর চারিদিকে অনতিবিলম্বে প্রাচীর তৈরি হয়ে ভ্রূণাণু গঠন করে। রেণুধর উদ্ভিদের উৎসেচক তড়িৎ সংচলন (Electrophoresis) পদ্ধতিতে দেখা গেছে যে সহবাসী হলেও লাইকোপোডি প্রোথ্যালাসে সাধারণত ইতর নিষেক (Cross - fertilization) দেখা যায়।

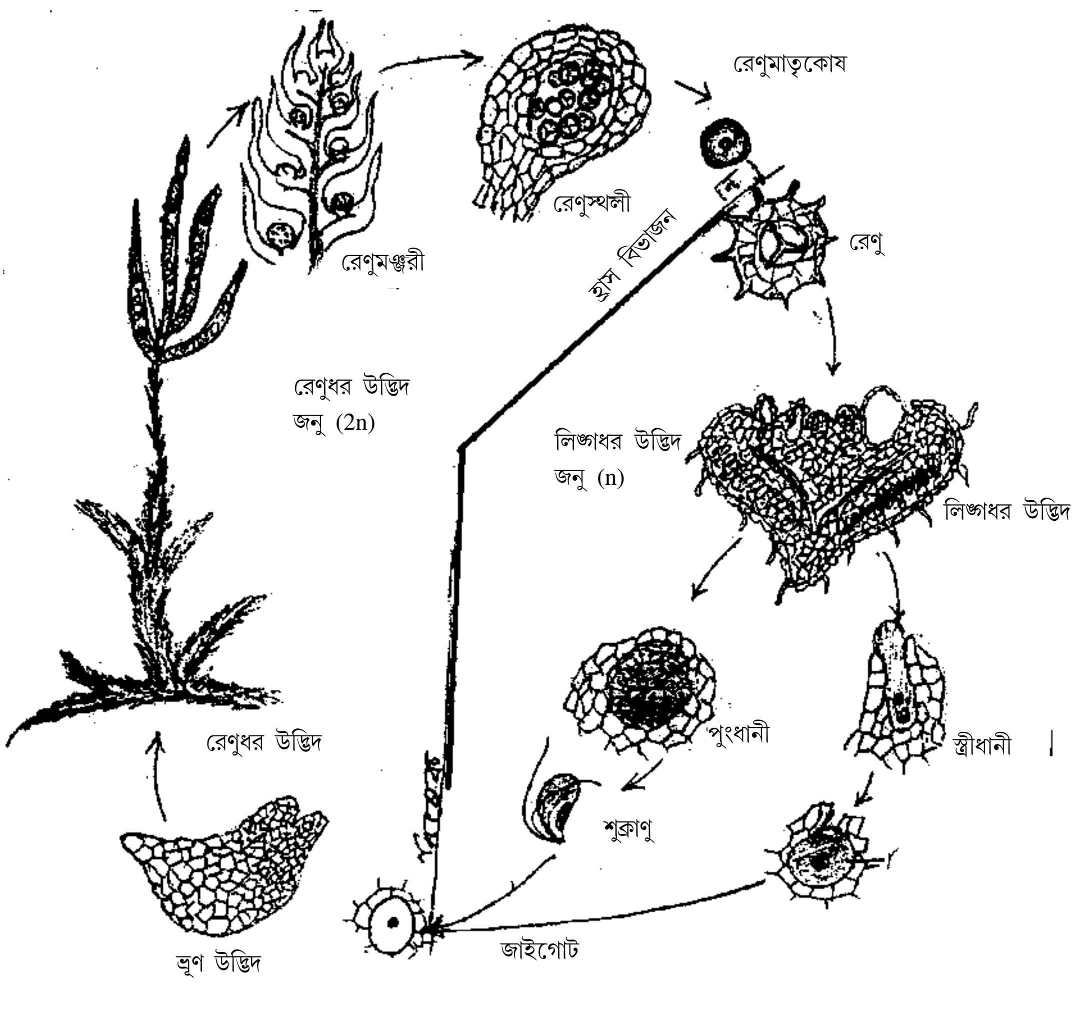
6.3.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

লাইকোপোডিয়ামে ভ্রূণ এন্ডোস্কোপিক অর্থাৎ ভবিষ্যৎ বিটপ এর অগ্রাংশ স্ত্রীধানীর সম্মুখ ভাগের বিপরীত দিকে সৃষ্টি হয়। নিষিক্ত ডিম্বাণু আড়াআড়িভাবে বিভক্ত হয়ে পরের দিকে একটি কোষ যা পুনঃপুন বিভাজিত হয়ে বহুকোষ বিশিষ্ট ভ্রূণ তৈরি করে এবং নীচের কোষটি বিভাজিত হয়ে ধারক গঠন করে, এই অবস্থায় ভ্রূণের ওপরের অংশ থেকে সৃষ্টি হয় ঊর্ধ্বমুখী বিটপের অগ্রাংশ। মূলের উৎপত্তি স্থল বিভিন্ন প্রকারের তবে সাধারণত প্রথম পত্র ও পদ অংশের মধ্যবর্তী অংশ থেকে নির্গত হয়। এই পদ অংশটি শিশু উদ্ভিদ যতদিন শারীরবৃত্তীয় ভাবে স্বয়ংসম্পূর্ণ না হয় ততদিন পোষক (Haustorium) হিসাবে কাজ করে। (চিত্র 6.3 ঝ-ঠ)। কিছু কিছু প্রজাতি (Lycopodium Laterale) স্ফীত প্যারেকাইমা কোষ সমন্বিত প্রোটোকর্ম (Protocorm) তৈরি করে। প্রোটোকর্মে কোনও মূল থাকেনা, পত্র সদৃশ প্রোটোফিল ওপরের অংশে এবং নীচে রাইজয়েড দেখা যায়।

6.3.8 জনুক্রম

ভ্রূণাণু বা জাইগোট এর সৃষ্টি পরই সূচনা হয় রেণুধর উদ্ভিদের ধারাবাহিক পরিস্ফুরণের মাধ্যমে রেণুধর উদ্ভিদ পরিণতি লাভ করে এবং রেণুমঞ্জরী গঠন করে। রেণুমঞ্জরী পত্রের ওপর অথবা পাতার কক্ষে রেণুস্থলীতে রেণু উৎপন্ন হয়। এইখানেই অবসান হয় রেণুধর জনুর (Sporophytic generation)। রেণুস্থলীতে রেণুমাতৃ কোষের মিয়োসিস বিভাজনের দ্বারা রেণু (n) সৃষ্টি হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে লিঙ্গধর উদ্ভিদ (Gametophyte) বা হ্যাপলয়েড জনু শুরু হয়। অনুকূল পরিবেশে রেণুর অঙ্কুরোদ্গম ও সহবাসী প্রোথ্যালাস এর সৃষ্টি হয় যার শীর্ষ

দেশে স্ত্রী ও পুংধানী সৃষ্টি হয়। পুংধানী থেকে উৎপন্ন শুক্রাণু স্ত্রীধানীতে প্রবেশ করে ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে জাইগোট গঠন করে এবং পুনরায় রেণুধর (ডিপ্লয়েড) জনুতে প্রবেশ এইভাবে হ্যাপলয়েড ও ডিপ্লয়েড জনুর সুস্পষ্ট আবর্তন দেখা যায় (চিত্র ঃ 6.4)



চিত্র 6.4 Lycopodium — এর জীবনচক্র

6.3.9 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য

(ক) লাইকোপোডিয়ামের রেণুধর উদ্ভিদটি মৃদগত ও বায়বীয় কাণ্ড সম্পন্ন,

(খ) মূল অস্থানিক এবং পাতা মাইক্রোফিলাস জাতীয়।

(গ) কাণ্ডে বিভিন্ন ধরনের প্রোটোষ্টিলি বিদ্যমান।

(ঘ) শাখা বা কাণ্ডের অগ্রভাগে রেণুপত্র গুলি ঘনসন্নিবিষ্ট হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী গঠন করে।

(ঙ) এটি একটি সমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদ

(চ) বিভিন্ন প্রকারের প্রোথ্যালাস উৎপন্ন করে, লাইকোপোডিয়াম সারনুয়াম, ও ইনানডেটাম প্রজাতিতে আংশিক বায়বীয় ও আংশিক ভূনিম্নস্থ প্রোথ্যালাস দেখা যায়, আবার Lycopodium Clavatum ও L. complanatum প্রজাতিতে বর্ণহীন, ভূনিম্নস্থ কন্দাল প্রোথ্যালাস দেখা যায়।

(ছ) লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সহবাসী।

অনুশীলনী— 2

(1) শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ-

(ক) Lycopodium সাধারণ ভাবে — নামে পরিচিত।

(খ) Lycopodium এর পাতাকে — বলে।

(গ) মিশ্র প্রোটোস্টিলি — প্রজাতিতে দেখা যায়।

(ঘ) Lycopodium Phlegmaria তে — এর মাধ্যমে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়।

(ঙ) Lycopodium এ শুক্রাণু — বিশিষ্ট হয়।

2. এক কথায় উত্তর দিন।

(ক) বর্তমান Lycopodium প্রজাতির পূর্বসূরীরা কোন্ সময় বৃক্ষাকৃতি লাভ করেছিল?

(খ) Lycopodium এ রেণুস্থলী রেণুপত্রের কোন্ অংশে যুক্ত থাকে?

(গ) Lycopodium এর কোন্ প্রজাতিতে রেণুমঞ্জরী গঠিত হয়না?

(ঘ) Lycopodium এর কোন্ প্রজাতির স্ত্রীধানীতে সর্বাধিক নালিকা কোষ দেখা যায়?

(ঙ) প্রোটোকর্ম কী ধরনের কোষ দিয়ে তৈরি হয়?

6.4 সেলাজিনেলার (Selaginalla) জীবনচক্র

সেলাজিনেলা লাইকপসিডা (Lycopsida) শ্রেণীভুক্ত, সেলাজিনেল্যালিস (Selaginallales) বর্গের অন্তর্ভুক্ত যেখানে নালিকা বান্ডিলে কখনও কখনও গৌণ বৃদ্ধি দেখা যায়, কান্ডের থেকে সরাসরি মূল নির্গত না হয়ে বিশেষ শাখার (রাইজোকোর) প্রান্ত থেকে উৎপন্ন হয় এবং পুংরেণু পত্র লিগিউলযুক্ত এই বর্গের অন্তর্গত দুটি পরিবার হল - সেলাজিনেলেসি (Selaginellaceae) ও মিয়াডেসমিয়েসি (Miadesmiaceae) সেলাজিনেলেসি পরিবারের দুটি গণ এর মধ্যে সেলজিনেলাইটিস (Selaginellites) জীবাস্ম (ঊর্ধ্ব কারবোনিফেরাস) এবং সেলাজিনেলা, (Selaginella) যেটি বর্তমানে একটি খুবই সুপরিচিত ও উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদ হিসেবে বর্তমান।

6.4.1 বসতি

প্রায় 700 প্রজাতির Selaginella র পরিচয় পাওয়া গেছে যাদের বেশির ভাগই নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের তবে গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চলেও প্রচুর প্রজাতি ভিজে স্যাঁতসেতে, প্রায়ান্ধকারাচ্ছন্ন জায়গায় বিশেষ করে বনভূমির তলদেশে দেখা যায়, কিছু প্রজাতি, সেলাজিনেলা লেপিডোফাইলা মরুপ্রায় অঞ্চলে পাওয়া যায়, এবং জঙ্গাল অভিযোজন প্রদর্শন করে এরা খরার সময়ে শক্ত বলের ন্যায় গুটিয়ে থাকে এবং অসাধারণ জলশোষণ ক্ষমতার বলে জলের সংস্পর্শে এলেই আবার প্রসারিত হয়ে ভূমিতে বিরাজ করে। এই কারণে এই প্রজাতিকে ‘‘মৃতসঞ্জীবনী উদ্ভিদ’’ (Resurrection Plant) বলা হয়। Selaginella rupestris ও S. Lepidophylla প্রভৃতি প্রজাতি পরাশ্রয়ী উদ্ভিদ হিসাবে জন্মায়।

6.4.2 স্বভাব

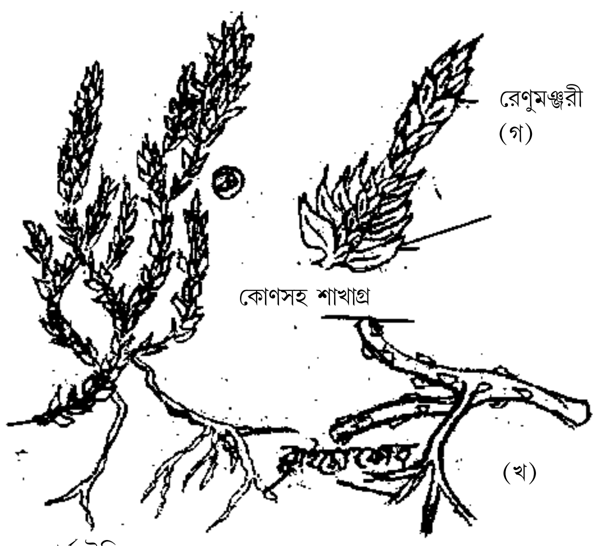
বৃদ্ধিজ স্বভাবের দিক থেকে বিভিন্নতা দেখা যায়। কিছু কিছু প্রজাতি খাঁড়া, উন্নতভাবে একগুচ্ছাকারে থাকে (Selaginella Watsoniti) কিছু প্রজাতি (Selaginella Kraussiana), উদ্ভিদদেহ চ্যাপ্টা, মাটি অথবা গুল্মজাতীয় গাছের ওপর রোহিণীরূপে জন্মে থাকে, আবার কিছু প্রজাতি শক্ত সমর্থ উন্নত কন্দাল বড় পত্রসদৃশ শাখা কাণ্ড বিশিষ্ট হয়। শেযোক্ত দুটি প্রজাতি বিষমপত্রী (anisophylly), সেলাজিনেলারূপেস্ট্রিস ও লেপিডোফাইলা জাঙ্গাল জাতীয়।

6.5.2 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

সেলাজিনেলার রেণুধর উদ্ভিদের কাণ্ডের অগ্রভাগের প্রায় সমদ্বিখণ্ডিকরণের ফলে দুটি বিটপ অক্ষ তৈরি হয় এবং একটি অপরটির ওপর দিয়ে অগ্রসর হয় ফলে কাণ্ড জালকের anisotomous branching সৃষ্টি করে।

বহির্গঠন ঃ

1. কাণ্ড ঃ দীর্ঘ নমনীয়, শাখান্বিত, বিষমপৃষ্ঠ ও শায়িত হলেও মাটির ওপর খাড়াভাবে থাকে। কোন কোন প্রজাতি শাখাবিহীন, কাণ্ড দ্ব্যগ্র শাখান্বিত অংশের শুরুতে গা থেকে অভিকর্ষ অনুকূলবর্তী বর্ণহীন, পত্রহীন দীর্ঘ ও বেলনাকার এক প্রকার উপাঙ্গ বের হয় একে 'রাইজোফোর' বলে। (চিত্র - 6.5 ক,-খ) রাইজোফোর মাটির নীচে বৃদ্ধি পায় এবং অগ্রভাগ থেকে অসংখ্য অস্থানিক মূল উৎপন্ন হয়। রাইজোফোরের অঙ্গাসংস্থানিক গঠন সম্পর্কে মতপার্থক্য আছে। প্রথাগতভাবে এটিকে একটি পত্রহীন বিটপ হিসাবে গণ্য করা হয় কারণ প্রাথমিকভাবে এর অগ্রভাগে কোন মূলত্র থাকেনা এবং কখনও কখনও দেখা গেছে এটি পত্রযুক্ত বিটপে পরিবর্তিত হয় (উইলিয়ামস্, 1937, কুসিক, 1954)। আবার সেলাজিনেলার তিনটি প্রজাতিতে মূলের বিস্তারিত কলা তত্ত্ববিদ্যা (histology) নিরীক্ষণ করে দেখা গেছে প্রাথমিক ভাবে মূলত্র না সৃষ্টি না হলেও মাটির সংস্পর্শে এলেই অগ্রস্থ ভাজক কলার কোষটি অনতিবিলম্বেই বিভাজিত হয়ে মূলত্র তৈরি করে, এবং মূলের দ্ব্যগ্র শাখাবিন্যাসের সূচনা করে। শারীরতত্ত্বগত দিক থেকে রাইজোফোরকে মূল হিসাবে গণ্য করা হয়, সেলাজিনেলা উইলডেনোভিই (Selaginella wildenovii) প্রজাতিতে পরীক্ষা করে দেখা গেছে এটির অঙ্কীয় ভাজক কলা থেকে অভিকর্ষ অনুকূলবর্তী মূল তৈরি হয় এবং পৃষ্ঠীয় ভাজক কলা থেকে বিটপ অংশ, যেহেতু মূলে অক্সিন পরিবহন হয় অগ্রমুখী (Acropetal)। সুতরাং উপরোক্ত আলোচনায় এই সিদ্ধান্তে আসা যায় যে রাইজোফোর আসলে একটি মূল।



চিত্র 6.5 Selaginella-র
ক-গ রেণুধর উদ্ভিদের বহিরাকৃতি

2. পাতা ঃ অসংখ্য ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পাতা কয়েক মিলিমিটার দীর্ঘ আকৃতিতে ডিম্বাকার ভল্লাকার, অথবা মণ্ডলাকার একটি মাত্র শিরা পত্রাগ্র পর্যন্ত পাতা গুলি কাণ্ডের গায়ে চারটি সারিতে বিন্যস্ত। ছোট পাতাগুলি কাণ্ডের ওপরের দিকে দুই সারিতে এবং বড় পাতাগুলি নীচের দিকের দুই সারিতে বিন্যস্ত থাকে প্রতিটি পাতার পৃষ্ঠদেশে পত্রমূলের কাছে জিহ্বার আকারের অভিক্ষিপ্ত অঙ্গ থাকে একে 'লিগিউল' (Ligule) বলা হয়, পরিণত লিগিউল কুঞ্চিত হয়ে প্রায় অদৃশ্য হয়ে যায়।

3. মূল ঃ ভ্রূণমূল ক্ষণজীবী, রাইজোফোরের প্রান্তদেশ থেকে অস্থানিক মূল বের হয়। মূলগুলি দ্বগ্র শাখাবিন্যাস যুক্ত।

আভ্যন্তরীণ গঠন ঃ

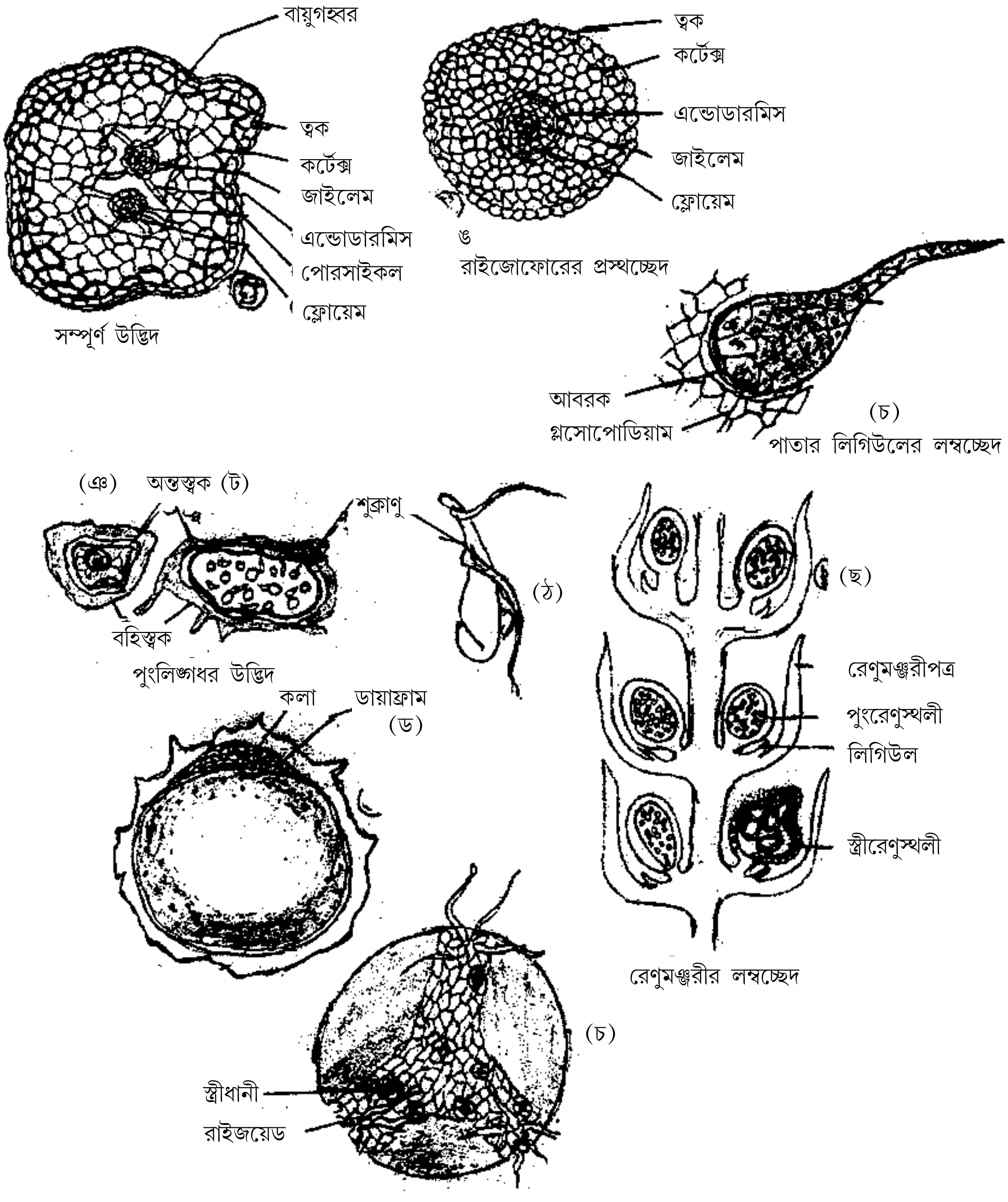
১। কাণ্ড ঃ প্রস্থচ্ছেদে একস্তর সর্ববহিস্থ কিউটিকল্ যুক্ত ত্বকীয়কোষ দেখা যায়। ত্বকে কোনও পত্ররন্ধ্র থাকেনা। ত্বকের নীচে থাকে বহুস্তর বিশিষ্ট কৌণিক প্যারেনকাইমা কলা সমন্বিত কর্টেক্স। বহিঃকর্টেক্স এর কোষ গুলি স্থল প্রাচীর বিশিষ্ট হয়, বিশেষতঃ জাঙ্গাল প্রজাতিতে (Selaginella rupestris ও S. lepidophylla) সম্পূর্ণ কর্টেক্স স্ক্লেরেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। অন্তর্কর্টেক্স কোষান্তর রন্ধ্রবিহীন প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত কর্টেক্সের শেষ স্তর থেকে ট্যাবিকিউলি নামক দীর্ঘকায় কয়েকটি কোষ কর্টেক্সের গহ্বরের মধ্যে কর্টেক্স ও স্টিলীকে সংযুক্ত করে রাখে (চিত্র 6.5 ঘ)। এই কোষগুলি লম্বাটে এবং ক্যাসপিরীয় পটি যুক্ত হওয়ায় এদের রূপান্তরিত এণ্ডোডারমিস কোষ হিসাবে গণ্য করা হয়, গোলাকৃতির কাণ্ডের নালিকা বাণ্ডিল প্রোটোস্টিলীয় হয় এবং বিষম পৃষ্ঠ কাণ্ডের ক্ষেত্রে দুই (S. Kraussiana) বা ততোধিক নালিকা বাণ্ডিল দেখা যায়। Selaginella exalta প্রজাতিতে তিন লতি যুক্ত প্রোটোস্টিলি, অর্থাৎ অ্যাস্টিনোস্টিলি। স্টিলির জাইলেম বহির্মুখী (Exarch), মেটাজাইলেমে সোপানাকার অলংকরণ যুক্ত ট্র্যাকাইড থাকে, একে ঘিরে থাকে প্রোটোজাইলেম, জাইলেমের চারদিক চালুনীচ্ছদা বর্তমান। সীভকোষে প্রতিসারক দানা (Refractive Apherules) যা আসলে প্লাসটিড, পাওয়া যায় Selaginella selaginelloides এ সামান্য গৌণ জাইলেম সৃষ্টি হয়, কিছু কিছু প্রজাতি (S. rupestris, S. densa, S. arizonica) ইত্যাদিতে মেটাজাইলেমে প্রান্ত পর্দা লুপ্ত হয়ে প্রকৃত ভেসেল (true vessel) এর সৃষ্টি করে।

পাতা — পাতার ওপরে ও নীচে একস্তর বিশিষ্ট বর্ণযুক্ত ত্বক থাকে। নিম্নত্বকে পত্ররন্ধ্র থাকে। মধ্যবর্তী অংশে কোষস্তর স্থান বিশিষ্ট মেসোফিল কোষ বর্তমান, সেলাজিনেলা কনসিনা (S. concinna) প্রজাতিতে প্যালিসেড ও স্পঞ্জী প্যারেনকাইমা দেখা যায়। পাতার একটিমাত্র এককেন্দ্রিক সংবহন নালিকা থাকে।

লিগিউলের গোড়ায় কতগুলি ক্যাসপিরিয় পটিযুক্ত আবরক কোষ একগুচ্ছ বড়, ভ্যাকওল যুক্ত কোষকে আবৃত করে রাখে। এদের গ্লসোপোডিয়াম (Glossopodium) (চিত্র - 6.5 চ) আবরক কোষগুলি এন্ডোডারমিসের ন্যায় কাজ করে এবং জলও দ্রবীভূত পদার্থের সঞ্চালনে অংশ গ্রহণ করে।

মূল — মূলের বহিরাবণ একস্তর কোষ বিশিষ্ট ত্বক থেকে মূলরোম নির্গত হয় পরবর্তী অংশ কর্টেক্স যার বাইরের দিকের কয়েকটি স্তরের কোষগুলি অপেক্ষাকৃত স্থূল কোষ প্রাচীর বিশিষ্ট হয়ে অধস্ত্বক গঠন করে। কর্টেক্সের সবশেষ কোষ স্তরটি এন্ডোডারমিস এবং এর ভিতরে 1- 3 কোষস্তর যুক্ত পরিচক্র স্টিলিকে ঘিরে থাকে স্টিলি প্রোটোস্টিলি জাতীয়, একসার্ক জাইলেম দ্বারা গঠিত।

রাইজোফোর — মূলের ন্যায় অন্তর্গঠন যুক্ত তবে ত্বক অপেক্ষাকৃত শক্ত কোষ দ্বারা গঠিত (চিত্র 6.5 চ)



চিত্র 6.5 Selaginella -র

(ঘ) - (চ) রেণুধর উদ্ভিদের অন্তর্গঠন, (ছ) - (ঝ) রেণুমঞ্জরী ও বিভিন্ন অংশ, (ঞ) - (ঠ) পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ (ঙ) - (চ) স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

6.4.4 জনন ঃ— সেলাজিনেলার জনন প্রধানত অঙ্গাজ ও রেণুর দ্বারা সম্পন্ন হয়।

অঙ্গাজ জনন নিম্নলিখিত ভাবে হয়।

(ক) বেশিরভাগ প্রজাতিতে খণ্ডভবন দ্বারা ঘটে।

(খ) কন্দ বা মুকুল দ্বারা অঙ্গাজ জনন সম্পন্ন হয় যেমন - Selaginella chrysocaulos ও S. chrysorhizos প্রজাতিতে।

(গ) কিছু কিছু প্রজাতিতে বুলবিলের (Bulbil) সাহায্যে অঙ্গাজ জনন সম্পন্ন হয়।

রেণুর সাহায্যে জনন— রেণুধর উদ্ভিদের অযৌন জনন রেণুদ্বারা সম্পন্ন হয় সমস্ত প্রজাতিতেই রেণুমঞ্জরী বা কোণ (Cone) সৃষ্টি হয় (চিত্র 6.5. গ) পার্শ্ব শাখার অগ্রভাগে কোণ তৈরি হয়। তবে কিছু কিছু প্রজাতিতে কোণের অগ্রস্থ ভাজক কলা পুনরায় বিভাজিত হয়ে পাতা উৎপন্ন করে। সমস্ত রেণুমঞ্জরী পত্র একই প্রকারের হয় এবং চারটি সারিতে ঘন সন্নিবিষ্ট হয়ে বিন্যস্ত থাকে। Selaginella দুই ধরনের রেণু উৎপন্ন করে, তাই এটি অসমরেণুপ্রসূ, পুংরেণুস্থলী ও স্ত্রীরেণুস্থলী যথাক্রমে পুংরেণুমঞ্জরী পত্র ও স্ত্রীরেণুমঞ্জরী পত্রের কক্ষে সৃষ্টি হয়, সাধারণত রেণুমঞ্জরীর নীচের দিকে স্ত্রীরেণু স্থলী এবং অগ্রভাগে পুংরেণু স্থলী উৎপন্ন হয়। S. kraussiana তে একটি মাত্র স্ত্রীরেণুস্থলী একেবারে নীচের দিকে থাকে (চিত্র - 6.5 ছ)। তিন ধরনের রেণুস্থলীর সজ্জা দেখা যায়।

(ক) নিম্নস্থ স্ত্রীরেণুস্থলী অঞ্চল ও উর্ধ্বাংশে পুংরেণুস্থলী অঞ্চল যুক্ত রেণুমঞ্জরী

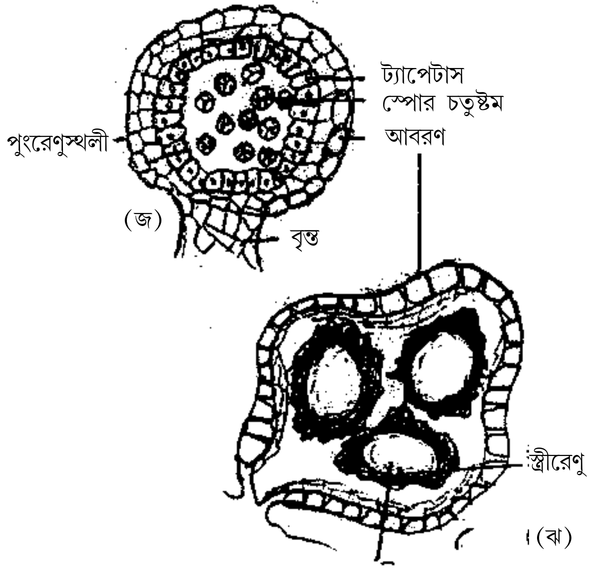
(খ) দুই সারি স্ত্রীরেণুস্থলী ও দুইসারি পুংরেণুস্থলী যুক্ত রেণুমঞ্জরী,

(গ) সম্পূর্ণ রেণুমঞ্জরী পত্রটি স্ত্রী-অথবা পুংরেণুস্থলী যুক্ত।

পরিণত রেণুস্থলী গোলাকার অথবা বৃক্কাকার, লালচে-কমলা রংয়ের। স্ত্রীরেণুস্থলী পুংরেণুস্থলীর চেয়ে বড় এবং খাঁজ যুক্ত অপেক্ষাকৃতভাবে হালকা হলুদ রংয়ের।

রেণুমঞ্জরী পত্রের অক্ষের উপরিতলের কোষ থেকে স্ত্রী ও পুং রেণুস্থলী তৈরি হয়, দুই বা ততোধিক কোষের তল সমান্তরালে বিভাজনের ফলে বাইরের দিকে একসারি কোষ প্রাথমিক প্রাচীর কোষ তৈরি করে এবং ভিতরের দিকের কোষগুচ্ছ প্রাথমিক রেণুউৎপাদক কোষ গঠন করে, প্রাথমিক প্রাচীর কোষের ক্রমাগত অ্যান্টি ক্লিনাল ও পেরিক্লিনাল বিভাজনের ফলে দ্বিস্তর বিশিষ্ট প্রাচীর তৈরি করে, প্রাথমিক রেণুউৎপাদক কোষের পেরিক্লিনাল বিভাজনের ফলে বাইরের দিকে ট্যাপেটাম স্তর গঠন করে এবং ভিতরে কোষ বিভাজনের মাধ্যমে রেণুউৎপাদক কোষ গঠন করে। মিয়োসিস বিভাজনের ঠিক আগেই এক একটি রেণুমাতৃ কোষ ট্যাপেটাস স্তর যুক্ত গোলাকৃতি ধারণ করে। (চিত্র 6.5.জ) পুং রেণুস্থলীর বেশির ভাগ রেণুমাতৃকোষে মিয়োসিস বিভাজনের ফলে রেণুচতুষ্টয় গঠন করে, অন্যদিকে স্ত্রীরেণুস্থলীর একটি মাত্র রেণুমাতৃকোষ মিয়োসিস বিভাজনে অংশ গ্রহণ করে যার মধ্যে R.N.A সমৃদ্ধ ঘন সাইটোপ্লাজম থাকে, এবং অকার্যকরী রেণুমাতৃকোষ গুলিতে বড় বড় কোষ গহ্বর ও প্রচুর পরিমাণে শ্বেতসার জমা হয়। ক্যালোস (Callose) স্তর বিশিষ্ট কার্যকরী স্ত্রীরেণুমাতৃ কোষের মিয়োসিস বিভাজনের ফলে চারটি স্ত্রীরেণু গঠিত হয়। (চিত্র 6.5 ঝ) অকার্যকরী রেণুমাতৃকোষগুলি বিলুপ্ত হয়ে যায়। শুকিয়ে গেলে পূর্বস্থলীর প্রাচীরের চাপে রেণুস্থলী ফেটে গিয়ে রেণু বাইরে বের হয়ে আসে।

রেণু সৃষ্টির সঙ্গো সঙ্গো রেণুধর উদ্ভিদের পরিসমাপ্তি ঘটে ও লিঙ্গাধর জনুর শুরু হয়।



চিত্র 6.5 Selaginella -র

(জ) - (ঝ) রেণঞ্জরী ও বিভিন্ন অংশ

প্রান্ত লিপি ঃ অসমরেণুপ্রসূতাকে বীজবাহিতা বা সিড্ হ্যাবিট (Seed habit) এর প্রাথমিক ধাপ হিসেবে মনে করা হয়। সেলাজিনেলা বীজবাহী হওয়ার লক্ষ্যে কিছুটা এগিয়েছে মনে করা যেতে পারে। এর (i) অসমরেণুপ্রসূতা (ii) স্ত্রী রেণুস্থলীর মধ্যে স্ত্রীরেণুর স্থায়ী অবস্থান (iii) স্ত্রীরেণুস্থলীর মধ্যে একটিমাত্র স্ত্রীরেণুর পরিস্ফুরণ ইত্যাদি চরিত্র গুলি এ বিষয়ে উল্লেখযোগ্য। এ বিষয়ে বিশদ আলোচনা ৪নং এককে করা হয়েছে।

6.4.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ

স্ত্রী ও পুং রেণুস্থলীতে থাকাকালীন রেণুর অঙ্কুরোদ্গম ঘটে। অসমরেণুপ্রসূ হওয়ায় সেলাজিনেলাতে দুই প্রকারের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উৎপত্তি হয়।

পুংরেণুস্থলীর অরীয় ও কৌণিক বহিপ্রাচীরের স্থূলীভবন ঘটে এবং অন্তঃপ্রাচীর প্রসারিত ও ধ্বংস প্রাপ্ত হয়। পুংরেণুর বিভাজনের একটি ছোট প্রোথ্যালীয় কোষ এবং বড় প্রারম্ভিক পুংধানী কোষের সৃষ্টি হয় এবং এটির বারংবার বিভাজনের ফলে একটি বাইরের দিকে আবরকস্তর চারটি প্রাথমিক শুক্রাণু উৎপাদক কোষকে ঘিরে থাকে (চিত্র 6.5. ঞ-ট)। প্রাথমিক শুক্রাণুউৎপাদক কোষের বিভাজনের ফলে ও রূপান্তরিত হয়ে 128-164টি দ্বিফ্ল্যাজেলা বিশিষ্ট শুক্রাণু সৃষ্টি হয় (চিত্র 6.5.ঠ) এবং প্রাচীর বিনষ্ট হয়ে বাইরে বের হয়ে আসে। তিন ধরনের রেণু বিদারণ হয়। কিছু কিছু প্রজাতিতে নিষ্ক্রিয় রেণুবিদারণ হয়, দ্বিতীয় প্রকারের (রেণু প্রক্ষেপণ) বল প্রয়োগের মাধ্যমে হয়। কিছু প্রজাতিতে রেণুস্থলীর প্রাচীর বিদরিত হয়ে পশ্চাৎমুখী হয় এবং সমগ্র রেণুস্থলী রেণুসহ প্রক্ষিপ্ত হয়।

স্ত্রীরেণুস্থলীতে থাকাকালীন স্ত্রীরেণুর পরিস্ফুরণ শুরু হয় এবং মিয়োসিস বিভাজনের পরেই স্ত্রীরেণু চারদিকে

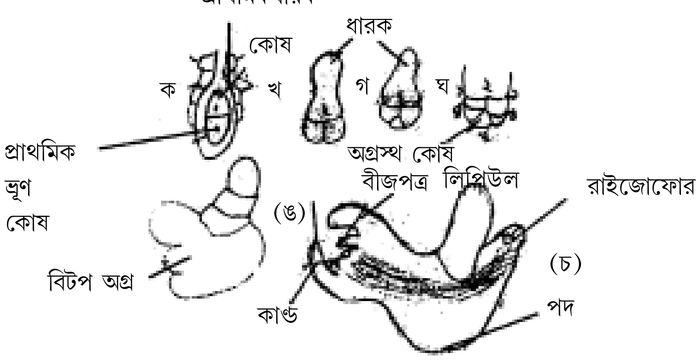
বহিস্ত্বক শক্ত স্থূল কণ্টক যুক্ত ও শিরা যুক্ত অন্তস্ত্বক পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট। প্রথমাবস্থাতেই প্রতিটি স্ত্রীরেণুতে বড় গহ্বর তৈরি এবং শীঘ্রই নিউক্লিয়াসের অবাধ বিভাজন শুরু হয়, ফলে গহ্বর ঘিরে একটি পাতলা নিউক্লিয়াস বিশিষ্ট সাইটোপ্লাজমীয় স্তর গঠন করে। ক্রমে নিউক্লিয়াস গুলি প্রাচীর বিশিষ্ট হয়। স্ত্রীরেণুর মধ্যে একটি ত্রি শৈলীশিরা বিশিষ্ট (Triradiate ridges) অঞ্চলে এর সৃষ্টি হয় যার অগ্রস্থ অঞ্চল থেকে নিউক্লিয়াসের প্রাচীর তৈরি হয়ে কোষ গঠন শুরু করে ক্রমশঃ নীচের দিকে অগ্রসর হয়, নীচের কোষগুলি ওপরের কোষ অপেক্ষা বড় হয় ও খাদ্যবস্তু সঞ্চিত রাখে। এইভাবে উপর্যুপরি কোষপ্রাচীর সৃষ্টি হওয়ায় স্ত্রীরেণু প্রাচীরে চাপ সৃষ্টি হয় এবং বিদীর্ণ হয়ে কোষীয় অংশ অনাবৃত হয়ে সূর্যালোকের সংস্পর্শে সবুজ রং ধারণ করে। এই প্রোথ্যালাসটি মাটিতে নিক্ষিপ্ত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গে অসংখ্য রাইজয়েড সৃষ্টি হয়। প্রোথ্যালাসের অগ্রভাগে স্ত্রীধানী তৈরি হয় (চিত্র 6.5. ড-ঢ)। উপরিতলের একটি মাত্র কোষ থেকে শুরু করে পূর্ণাঙ্গ অবস্থায় আটটি কোষ বিশিষ্ট গ্রীবা সৃষ্টি করে। গ্রীবার মধ্যে একটি মাত্র গ্রীবা নালী কোষ থাকে, অঙ্কে থাকে একটি অঙ্কীয় নালী কোষ এবং একটি ডিম্বকোষ।

6.4.6 নিষেকঃ

স্ত্রীধানী পরিণত হলে গ্রীবা নালী কোষ ও অঙ্কীয় নালী কোষ বিনষ্ট হয়ে সরু নালীর সৃষ্টি করে। স্ত্রীধানীর ডিম্বাণু সৃষ্টি হয় ডিম্বকোষের প্রাচীর বিলুপ্ত হয়ে, স্ত্রীলিঙ্গধর উদ্ভিদের ওপর অথবা কাছাকাছি অঞ্চলে থাকাকালীন পুংলিঙ্গধর উদ্ভিদের পরিণতি লাভ হয় এবং প্রাচীর বিদীর্ণ হয়ে শুক্রাণু বের হয়ে আসে এবং জলের সাহায্যে স্ত্রীধানীর কাছে পৌঁছায় এবং একটিমাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুর সঙ্গে মিলিত হয়ে নিষেক সম্পন্ন করে। নিষেকের পরে ডিম্বাণুটি প্রাচীর বেষ্টিত হয়ে ভ্রূণাণু গঠন করে এবং শুরু হয় ডিপ্লয়েড বা রেণুধর জনু।

6.4.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

ভ্রূণাণুর প্রথমে আনুভূমিক বিভাজন ঘটে। ওপরের কোষ ধারক এবং নীচের কোষটি ভ্রূণ প্রারম্ভিক কোষ লম্বালম্বি ভাবে বিভক্ত হয়ে পুনরায় বিভক্ত হয়ে চারটি কোষ গঠন করে (চিত্র - 6.6 ক-ঘ)। এইভাবে পুনঃপুন আনুভূমিক বিভাজনে ভ্রূণটি সমকোণে বৃদ্ধি পায় এবং এক জোড়া পাতা পাশ থেকে সৃষ্টি হয় এবং নীচ থেকে মূল সৃষ্টি হয়। এই ভাবে নতুন রেণুধর উদ্ভিদ লিঙ্গাধর উদ্ভিদকে ঘিরে স্বাধীন ভাবে বাড়তে শুরু করে, রাইজোফোরের থেকে অস্থানিক মূল সৃষ্টি হয়। (চিত্র 6.6 ঙ-চ) লক্ষণীয় বিষয় হল, সেলাজিনেলায় দুটি বীজপত্র এমনকি একটি বীজপত্রাব কাণ্ড (Hypocotyl) দেখা যায় যা কোনও ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদে দেখা যায় না।

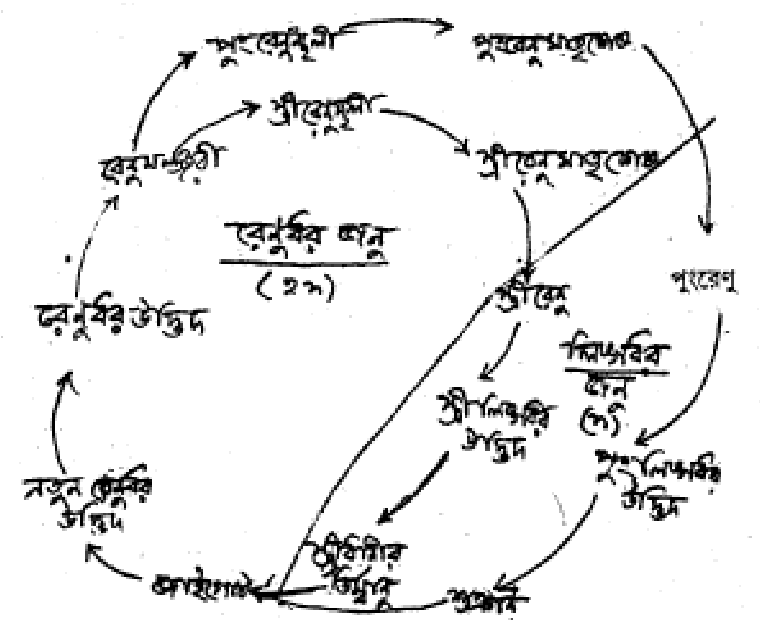


চিত্র 6.6

(ক) - (চ) Selaginella-র ভ্রূণের পরিস্ফুরণ

6.4.8 জনুঃক্রম

নিষেকের ফলে ভ্রূণাণু গঠনের সঙ্গো সঙ্গো শুরু হয় রেণুধর জনুর সূচনা, ভ্রূণাণু পরিস্ফুরণের মধ্য দিয়ে পরিণতি লাভ করে ও কাণ্ডের অগ্রভাগে রেণুমঞ্জরীপত্র সৃষ্টি করে। রেণুমঞ্জরীতে দুই ধরণের রেণুস্থলী গঠিত হয়। পুংরেণুস্থলীতে অসংখ্য পুংরেণু মাতৃকোষ (2n) এবং স্ত্রীরেণুস্থলীতে কয়েকটি মাত্র স্ত্রীরেণু মাতৃকোষ (2n) গঠন করে। মিয়োসিস বিভাজনের ফলে পুং ও স্ত্রী রেণুমাতৃকোষের থেকে যথাক্রমে চারটি করে পুংরেণু ও স্ত্রীরেণু গঠিত হয় এবং লিঙ্গাধর জনুর সূচনা করে। উপযুক্ত পরিবেশে পুংরেণু ও স্ত্রীরেণু অঙ্কুরিত হয়ে পৃথক পৃথক লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের মধ্যে তৈরি হয় দ্বিফ্ল্যাজেলা বিশিষ্ট শুক্রাণু (n), স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপরিভাগে অবস্থিত স্ত্রীধানীর মধ্যস্থিত ডিম্বাণুর (n) সঙ্গো মিলিত হওয়ার সঙ্গো সঙ্গো লিঙ্গাধর জনুর অবসান ঘটে, সৃষ্টি হয় ভ্রূণাণু (2n) (চিত্র 6.7)



চিত্র 6.7 Selaginella — এর জীবনচক্র

6.4.9 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য ঃ

(ক) সেলাজিনেলার উদ্ভিদদেহ কাণ্ড, মূল ও পত্রে বিভক্ত, কাণ্ড থেকে পত্রহীন বর্ণহীন রাইজোফোর নামক বিশেষ উপাঙ্গ সৃষ্টি হয়।

(খ) পাতার পৃষ্ঠদেশে লিগিউল নামে ঝিল্লিসদৃশ, জিহ্বার ন্যায় অঙ্গ থাকে।

(গ) কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদে ট্র্যাবাগিউলি নামে ক্যাস্বিয়ান পটিযুক্ত এক প্রকার দীর্ঘাকার কোষ কর্টেক্সের মধ্যস্থ গহ্বর ও স্টিলিকে সংযুক্ত করে, যা এন্ডোডারমিস বলে বিবেচনা করা হয়।

(ঘ) সুস্পষ্ট, ঘনসন্নিবিষ্ট রেণুমঞ্জরী কাণ্ডের অগ্রভাগে থাকে।

(ঙ) রেণুমঞ্জরীতে স্ত্রী ও পুং রেণুস্থলী পৃথক পৃথক রেণুমঞ্জরীপত্রে অবস্থান করে এবং যথাক্রমে স্ত্রীরেণু ও পুংরেণু গঠন করে। সুতরাং এটি একটি অসমরেণুপ্রসূ ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদ।

(চ) লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ভিন্নবাসী, দুই প্রকার লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।

6.5 সারাংশ

Psilotum, Lycopodium ও Selaginella বিভিন্ন শ্রেণীর ফার্ণের সাথে একই জায়গায় পাওয়া যায় তাই এদের ফার্ণ সহযোগী বলা হয়। এরা আদি শ্রেণীর টেরিডোফাইটা এবং বসতি, স্বভাব, গঠনগত বৈচিত্র্য, জনন-সব দিক থেকে পরস্পরের থেকে স্বতন্ত্র।

Psilotum গণটি সাইলোটপসিডা শ্রেণী সাইলোটেসী পরিবারভুক্ত। Psilotum nudum ও P. flaccidum এই দুটি প্রজাতি দেখা যায়। প্রথমটি ক্রান্তীয় ও উপক্রান্তীয় অঞ্চলে ও দ্বিতীয়টি ক্রান্তীয় অঞ্চলে পরাশ্রয়ী রূপে ফার্ণ ও পাম (Palm) জাতীয় গাছে দেখা যায়। রেণুধর উদ্ভিদটি মূলহীন, গ্রন্থিকন্দ সমন্বিত গ্রন্থিকন্দ আদি প্রেটোস্টিলী যুক্ত এবং বায়বীয় কাণ্ড বহির্মুখী সাইফোনোস্টিলী ও অ্যাক্টিনোস্টিলি যুক্ত হয়। বায়বীয় কাণ্ডে শল্ক পত্র সদৃশ উপাঙ্গ থাকে। রেণুস্থলী ত্রিলতি যুক্ত সাইন্যানজিয়াম গঠন করে যা শল্ক পত্রের কক্ষে উৎপন্ন হয়। রেণুস্থলী সমরেণুপ্রসূ, রেণু মনোটিল। প্রোথ্যালাস বমহীন, ভূনিম্নস্থ। লিঙ্গাধর উদ্ভিদে সংবহন কলার উপস্থিতি দেখা যায়। লিঙ্গাধর ও রেণুধর উদ্ভিদের বাহ্যিক ও আভ্যন্তরীণ সাদৃশ্য এই দুই জনুর সমসংস্থ হওয়ার ইঙ্গিত দেয়। ক্রোমোজোম সংখ্যা n = 52-54, n = 104 (টেট্রাপ্লয়েড), n = 210 (হেক্সাপ্লয়েড) দেখা যায়।

Lycopodium লাইকপলিডা শ্রেণীভুক্ত ও লাইকোপোডিয়মী পরিবারভুক্ত একটি গণ যা সাধারণভাবে ক্লাব মস, বা ভূমিজ লাইন নামে পরিচিত। প্রায় ২০০ টির বেশি প্রজাতি গ্রীষ্ম প্রধান ও শীত প্রধান অঞ্চলে বিস্তৃত যার 33 টি প্রজাতি পাওয়া যায় ভারতবর্ষের পার্বত্য অঞ্চলে। লাইকোপোডিয়ামের পূর্বসূরীরা কার্বনিফেরাস যুগে বিশালাকৃত বৃক্ষ হিসেবে বিস্তৃতি লাভ করেছিল। রেণুধর উদ্ভিদটি মৃদগত বায়বীয় কাণ্ড যুক্ত। মূল অস্থানিক

এবং পাতা মাইক্রোফিলাস জাতীয়। কাণ্ডে বিভিন্ন ধরনের প্রোটোস্টিলি দেখা যায়। শাখা বা কাণ্ডের অগ্রভাগে রেণুপত্রগুলি ঘনসন্নিবিষ্ট হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী গঠন করে, রেণুস্থলী রেণুপত্রের পৃষ্ঠদেশে অবস্থান করে সমরেণুপ্রসু, রেণু ট্রাইলিট। প্রোথ্যালাস বিভিন্ন প্রকারের যেমন আংশিক বায়বীয়, আংশিক ভূনিম্নস্থ (Lycopodium) বা বর্ণহীন ভূনিম্নস্থ কন্দাল (L. Clavatum) প্রোথ্যালাস দেখা যায়। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সহবাসী।

Selaginella গণটিও লাইকপসিডা শ্রেণীভুক্ত কিন্তু সেলাজিনেলেসী পরিবারভুক্ত। প্রায় 700 প্রজাতির সেলাজিনেলা এ পর্যন্ত জানা গেছে যার বেশির ভাগই নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলের বনভূমির তলদেশে জন্মায়, কয়েকটি প্রজাতি মরুপ্রায় অঞ্চলে জন্মায়। রেণুধর উদ্ভিদ কাণ্ড, মূল ও পত্রে বিভক্ত। কাণ্ড থেকে পত্রহীন, বর্ণহীন রাইজোফোর নামক উপাঙ্গ সৃষ্টি হয়। পাতা সমপত্রী বা বিষমপত্রী হয়। পাতার পৃষ্ঠদেশে লিগিউল নামে ক্ষুদ্র জিহ্বার ন্যায় অঙ্গ থাকে। কাণ্ডে ট্রাবাকিউলি নামে ক্যাসপিরিয়ান পটিযুক্ত দীর্ঘ কোষ থাকে যা কর্টেক্স ও স্টিলিকে সংযুক্ত করে এবং এবং একে এণ্ডোডার্মিস বলে মনে করা হয়। সেলাজিনেলা অসমরেণুপ্রসু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ এবং এর রেণুমঞ্জরীতে পুং ও স্ত্রী রেণুস্থলী পৃথক পৃথক রেণুপত্র মঞ্জরীতে অবস্থান করে। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ভিন্নবাসী, এখানে পৃথক পৃথক স্ত্রী ও পুং লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি হয়।

6.6 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

১. শূন্যস্থান পূরণ করুন

(ক) Selaginella তে পাতার পৃষ্ঠদেশে জিহ্বার আকারের যে অভিক্ষিপ্ত অঙ্গ থাকে তাকে — বলে।

(খ) Selaginella র — প্রজাতিতে প্রকৃত ভেসেল পাওয়া যায়।

(গ) Selaginella গণের কাণ্ডে যে পত্রহীন, দীর্ঘ, অভিকর্ষ অনুকূলবর্তী উপাঙ্গ বের হয় তাকে — বলে।

(ঘ) হেক্সাপ্রলয়েড Psilotum হ্যাপ্লয়েড ক্রোমোজোম সংখ্যা n = —

(ঙ) প্রোটোকর্ম যুক্ত Lycopodium এর প্রজাতিতে পত্র সদৃশ অংশগুলিকে — বলে।

২. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন

(ক) Psilotum এর রেণুসৃষ্টিকারী অংশকে সাইন্যানজিয়াম বলার যৌক্তিকতা কতটা?

(খ) Lycopodium এর বিভিন্ন প্রজাতিতে স্টিলির বিভিন্নতার অভিব্যক্তিগত গুরুত্ব কী?

(গ) অঙ্গাসংস্থান গত ভাবে Selaginella র রাইজোফোরকে কী বলা হয়?

6.7 উত্তর মালা

অনুশীলনী — 1

1. (ক) Psilotum flaccidum

   (খ) মাইকোরাইজা গঠনকারী ছত্রাক

   (গ) সাইন্যান্‌জিয়াম

   (ঘ) রাইনিওফাইটার অন্তর্গত রেনালিয়া

   (ঙ) মধ্যপ্রদেশের পাঁচমারী ও আসাম অঞ্চলে।

2. (ক) ভুল

   (খ) ঠিক

   (গ) ভুল

   (ঘ) ঠিক

   (ঙ) ভুল

অনুশীলনী — 2

1. (ক) ‘ক্লাব মস’ বা ‘ভূমিজ পাইন’

   (খ) মাইক্রোফিল

   (গ) Lycopodium cernuum

   (ঘ) খণ্ডীভবন

   (ঙ) দুই ফ্ল্যাজেলা

2. (ক) ডেভোনিয়ান ও কার্বনিফেরাস

   (খ) পৃষ্ঠদেশে

   (গ) Lycopodium lucidulum ও L. Selago

   (ঘ) Lycopodium complanatum

   (ঙ) স্ফীত প্যারেনকাইমা

সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

1. (ক) লিগিউল

(খ) Selaginella rupestris. S. densa. S arizonica ইত্যাদি

(গ) রাইজোফোর

(ঘ) 2 = 210

(ঙ) প্রোটোফিল

2. (ক) Psilotum রেণুস্থলীর অঙ্গাসংস্থানিক প্রকৃতি বিতর্কের বিষয়। কেউ মনে করেন এটি তিন প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট রেণুস্থলী আবার অন্যরা মনে করেন প্রত্যেকটি প্রকোষ্ঠ এক একটি পৃথক রেণুস্থলী সুতরাং এটিকে সাইন্যান্জিয়াম বলা যুক্তিসংগত। বিয়ারহোট পরীক্ষা করে দেখেন যে প্রারম্ভিক কোষ থেকে তিনটি প্রকোষ্ঠ পৃথক ভাবে সৃষ্টি হয়েছে এবং প্রত্যেকটি প্রকোষ্ঠের নিম্নাংশে পৃথক পৃথক নালিকা বান্ডিল বর্তমান। এছাড়াও Psilotum এর বিভিন্ন ক্লোন পরীক্ষা করে প্রমাণিত হয়েছে যে সাইলোটামের সাইন্যান্জিয়াম এর সম্ভাব্য পূর্বসূরীদের (রাইনিফাইটার অন্তর্ভুক্ত Renalira) ক্ষুদ্র বৃন্ত যুক্ত পৃথক রেণুস্থলীর অভিব্যক্তির ফলে বৃন্তের ক্রমাবলুপ্তি ও রেণুস্থলীর একত্রীকরণ হয়ে গঠিত হয়েছে।

(খ) Lycopodium এর বিভিন্ন প্রজাতিতে এমনকি একই প্রজাতির উদ্ভিদের বিভিন্ন অঙ্গে প্রোটোস্টিলীর বিভিন্নতা দেখা যায়। Lycopodium serratum, L. Selago, L. Phlegmaria প্রজাতিতে অ্যাক্টিনোস্টিলি দেখা যায়। অ্যাক্টিলোস্টিলির তারাকৃতি কেন্দ্রীয় জাইলেম স্তম্ভ ভেঙ্গে গিয়ে সমান্তরাল প্লেট এর ন্যায় সজ্জিত হয়ে প্লেক্টোস্টিলি গঠিত হয় যা Lycopodium Clavatum এ দেখা যায়। L. cernuum এ এই জাইলেম ও ফ্লোয়েম প্লেটগুলির আরও ভাঙন ও মিশ্রণের ফলে মিশ্র প্লেটোস্টিলী গঠন করে। বিভিন্ন ধরনের প্রোটোস্টিলির মধ্যে হ্যাপ্লোস্টিলি ও অ্যাক্টিনোস্টিলিকে আদি শ্রেণীর, মিশ্র প্রোটোস্টিলিকে উন্নত এবং প্লেক্টোসিলিকে এই দুটির মাঝামাঝি শ্রেণীর বলে মনে করা হয়।

(গ) রাইজোফোরের অঙ্গাসংস্থানিক গঠন সম্পর্কে বিভিন্ন মত আছে। সাধারণভাবে এটিকে একটি পত্রহীন বিটপ বলে মনে করা হয় কারণ এর অগ্রভাগে কোনও মূলত্র থাকেনা আবার কখনও কখনও এটি পত্রযুক্ত বিটপে পরিণত হয়। অবশ্য বিস্তারিত কলাতত্ত্ববিদ্যা নিরীক্ষণ করে দেখা গেছে প্রাথমিক ভাবে মূলত্র সৃষ্টি না হলেও মাটির সংস্পর্শে এলেই অগ্রস্থ ভাজক কলার কোষটি বিভাজিত হয়ে মূলত্র তৈরি করে। শারীরতত্ত্বগত দিক থেকেও রাইজোফোরকে মূল হিসেবে গণ্য করা হয়। Selaginella wildenovii প্রজাতিতে পরীক্ষা করে দেখা গেছে এটির অঙ্কীয় ভাজক কলা থেকে অভিকর্ষ অনুকূলবর্তী মূল তৈরি হয় এবং পৃষ্ঠীয় ভাজক কলা থেকে বিটপ অংশ। দেখা গেছে এতে অক্সিন পরিবহণ অগ্রন্মুখী। যেহেতু মূলে অক্সিন পরিবহন অগ্রন্মুখী হয় সুতরাং এই চরিত্র রাইজোফোর যে আসলে মূল তা প্রমাণ করে।

একক 7 ❑ ইকুইজিটাম (Equisetum), মার্সিলিয়া (Marsilea), ও টেরিস (Pteris) এর জীবন ইতিহাস।

7.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

7.2 ইকুইজিটামের (Equisetum) জীবনচক্র

7.2.1 বসতি

7.2.2 স্বভাব

7.2.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

7.2.4 জনন

7.2.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

7.2.6 নিষেক

7.2.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

7.2.8 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য

7.2.9 অনুশীলনী — 1

7.3 মার্সিলিয়া (Marsilea) জীবনচক্র

7.3.1 বসতি

7.3.2 স্বভাব

7.3.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

7.3.4 জনন

7.3.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

7.3.6 নিষেক

7.3.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

7.3.8 সনাক্ত করণ বৈশিষ্ট্য

7.3.9 অনুশীলনী — 2

7.4 টেরিস (Pteris) র জীবন চক্র

7.4.1 বসতি

7.4.2 স্বভাব

7.4.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

7.4.4 জনন

7.4.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

7.4.6 নিষেক

7.4.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

7.4.8 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য

7.5. সারাংশ

7.6 অনুশীলনী — 3

7.7 উত্তরমালা

7.1 প্রস্তাবনা

6 নং এককে আপনাকে আদি গোষ্ঠীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ সাইলোপ্‌সিডা শ্রেণীভুক্ত Psilotum এবং লাইকোপসিডা শ্রেণীভুক্ত Lycopodium ও Selaginella র জীবন ইতিহাস সম্পর্কে কিছুটা ধারণা দেওয়া হয়েছে। এই এককে আপনি অপেক্ষাকৃত উন্নত শ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ যথা স্ফেনপসিডা শ্রেণীভুক্ত Equisetum এবং ফিলিকপসিডা বা টেরপ্‌সিডা শ্রেণীভুক্ত Marsilea ও Pteris এর জীবন ইতিহাস সম্পর্কে জ্ঞাত হবেন। Equisetum হল স্ফেনপসিডা শ্রেণীর অন্তর্গত একমাত্র জীবিত গণ। Marsilea আংশিক বা পূর্ণ জলজ ফিলিকপ্‌সিডা শ্রেণীভুক্ত ফার্ণ জাতীয় গণগুলির অন্যতম এবং Pteris একটি স্থলজ ফার্ণ। উপরিউক্ত তিনটি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদেরই অল্পবিস্তর অর্থনৈতিক গুরুত্ব রয়েছে। Equisitum একটি পরিচিত ভেষজ ও খনিজ (সোনা) নির্দেশক। Marsilea ও Pteris এরও ভেষজ গুণ আছে তবে Marsilea শাক (শুশ্‌নি শাক) হিসেবে আমাদের কাছে বেশি পরিচিত। অর্থনৈতিক গুরুত্ব ছাড়াও এ ধরনের ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদ, উদ্ভিদ বির্বতনের কয়েকটি বিশেষ ধারার প্রতিনিধিত্ব করছে। সুতরাং এই এককটি পড়ে আপনি একদিকে যেমন এই তিনটি গণের জীবনেতিহাস সম্পর্কে অবহিত হবেন অন্যদিকে এদের গুণাবলী সম্পর্কেও জানবেন।

উদ্দেশ্য

এই এককটি পাঠ করে নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে অবহিত হবেন

- Equisetum, Marsilea ও Pteris এর জীবনচক্র, বসতি, স্বভাব গঠন, জনন ইত্যাদি বিষয়ে জ্ঞান লাভ করবেন।
- উপরিউক্ত তিনটি গণের সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য গুলি চিহ্নিত করে গণগুলিকে প্রকৃতিতে সরাসরি সনাক্ত করতে সক্ষম হবেন।
- বিশেষ বিশেষ সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য গুলির সাহায্যে গণগুলির নিজেদের মধ্যে অথবা ইতিমধ্যে পাঠ করা অন্যান্য গণের সঙ্গো পারস্পরিক সম্পর্ক স্থাপন করতে সমর্থ হবেন।

7.2 ইকুইজিটাম (Equisetum) এর জীবন চক্র

Equisetum স্ফেনোপসিডা (Sphenopsida) শ্রেণীভুক্ত, ইকুইজিটেলিস (Equisetalis) বর্গভুক্ত এবং ইকুইজিটেসি (Equisetaceae) পরিবারের অন্তর্গত একমাত্র জীবিত গণ। অপর গণটি অর্থাৎ ইকুইজিটাইটিস (Equisetites) একটি জীবাশ্ম। ইকুইজিটামের মোট 32 টি প্রজাতির কথা জানা গেছে যাদের মধ্যে 9 টি বৃটিশ দ্বীপ অঞ্চলে বিস্তার লাভ করেছে এবং 'হর্সটেল' নামে (Horse tails) সমধিক প্রচারিত। প্রায় সারা পৃথিবীতে Equisetum এর বিস্তৃতি। কেবলমাত্র অস্ট্রেলিয়া ও নিউজিল্যান্ড ছাড়া।

7.2.1 বসতি

সাধারণত ভিজে, স্যাঁতসেতে জলাভূমির ধারে, ক্ষেতের ধারে সেচভূমির কাছে জন্মায়, কিছু কিছু প্রজাতি শুষ্ক, সাধারণ মাটিতে জন্মাতে দেখা যায়, কোন কোন ক্ষেত্রে চাষীদের উদ্বেগের কারণ হয়ে ওঠে কারণ কিছু কিছু প্রজাতির কাণ্ড নিঃসৃত বিষাক্ত পদার্থ চাষের প্রভূত ক্ষতি সাধন করে। কোস্টারিকার (CostaRica) কিছু কিছু প্রজাতি মানব দেহে বৃক্কের অসুখে ঔষধ হিসাবে ব্যবহৃত হয়। আমেরিকার ইন্ডিয়ানরা ইকুইজিটাম এর নির্যাস পেটের অসুখে ব্যবহার করে এবং কৃ-মিনাশক ও চোখ পরিষ্কার করার জন্যও ব্যবহার করে থাকে। কিছু কিছু প্রজাতি মাটিতে খনিজ অনুসন্ধানে সাহায্য করে, এই ধরনের উদ্ভিদেরা খনিজ পদার্থ, এমনকি সোনাও (4½ আউন্স/টন উদ্ভিদ) সঞ্চয় করতে পারে।

কিছু কিছু বিশেষজ্ঞের মতে দুটি উপ প্রজাতি বর্তমান (Equisetum) ও হিপ্পোকিট্ (Hippochaete) ভারতবর্ষে হিমালয় সংলগ্ন পার্বত্য অঞ্চলে ও অন্যান্য নদী উপত্যকায় Equisetum এর জন্ম। ভারতীয় প্রজাতির মধ্যে (Equisetum arvense), (E. debilie), (E. elangatum) ইত্যাদি উল্লেখযোগ্য।

7.2.2 স্বভাব

Equisetum বহুবর্ষজীবী, বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ, রেণুধর উদ্ভিদে একটি বায়বীয় এবং একটি ভূনিম্নস্থ কন্দাল অংশ আছে। অধিকাংশ প্রজাতির দৈর্ঘ্য এক মিটারের মধ্যে হয়। তবে ইকুইজিটাম স্কিরপয়ডিস (E. scirpoides) এর দৈর্ঘ্য কয়েক সেন্টিমিটার আবার দঃ আমেরিকার ইকুইজিটাম জাইগ্যানসিয়াম (E. Gigantium) প্রায় 12 মিটার পর্যন্ত লম্বা হয়।

7.2.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

রাইজোম বহুবর্ষজীবী, আনুভূমিক, মাটির উপরিতলের প্রায় এক মিটার নীচে বিস্তৃত, নির্দিষ্ট পর্ব ও পর্বমধ্য বর্তমান। কক্ষে ছোট কাক্ষিক শল্কপত্র মিলিত হয়ে আবরণ গঠন করে এবং দুটি কক্ষে মধ্যবর্তী স্থল থেকে শাখা মুকুল নির্গত হয়ে বায়বীয় কাণ্ডের সৃষ্টি করে অথবা ছোট ছোট গোলাকৃতি কন্দ (Tuber) গঠন করে যা অঙ্গজ জননে সাহায্য করে। রাইজোমের কক্ষ থেকে অস্থানিক মূল নির্গত হয় যা কেবল মাত্র একটি বর্ধনশীল ঋতুতে বৃদ্ধি পায়, (চিত্র, 7.1)

কাণ্ড — কাণ্ডের উপরিতল খস্‌খসে, কাণ্ডের খাঁজ অথবা শিরা বরাবর এক বা দুই লম্বালম্বি সারিতে পত্ররন্ধ্রে বর্তমান। কোন কোন প্রজাতিতে সিলিকা জমা হয়ে ছোট ছোট গুটির আকারে উপরিত্বকে ছড়ানো থাকে যেমন ইকুইজিটাম আর ভেন্‌স্ (E. arvense) অথবা সমানভাবে অবস্থিতও থাকে। কোষের প্রাচীরে খুব অল্প লিগনিন থাকে বলে সিলিকাস্তর গঠন অত্যাবশ্যকীয় কারণ এটি কাণ্ডের দৃঢ়তা প্রদান করে এবং খাড়া হয়ে বৃদ্ধিতে সাহায্য করে, তাছাড়া জীবাণুর ও অন্যান্য আক্রমণকারীর হাত থেকে রক্ষা করা ও জল সংরক্ষণেও সিলিকার ভূমিকা আছে। প্রতিটি কাণ্ড পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত। পর্ব থেকে নির্দিষ্ট সংখ্যক পাতা নির্গত হয়।

কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ করলে কতকগুলি সুনির্দিষ্ট শিরা বর্তমান, বহিস্ত্বকীয় কোষের প্রাচীর প্রভূত পরিমাণে সিলিকা স্তরবিশিষ্ট। উপগণ হিপোকিটিতে পত্ররন্ধ্রে নিমজ্জিত অবস্থায় থাকে, দুটি প্রহরী কোষকে ঘিরে রাখে বেশ কিছু সহায়ক কোষ। বহিস্ত্বকের নীচেই কর্টেক্স তিনটি অংশে বিভক্ত। বহিঃকর্টেক্স কোলেনকাইমা কলা এবং অপেক্ষাকৃতভাবে পাতলা প্রাচীর যুক্ত ক্লোরেনকাইমা কলা দিয়ে গঠিত। প্রজাতি অনুযায়ী এই দুই প্রকারের কলা বিভিন্ন ভাবে ছড়ানো থাকে। ইকুইজিটাম হায়েমেল (E. heymale) ইত্যাদি কয়েকটি প্রজাতিতে কাণ্ডের খাঁজের নীচে কোলেনকাইমা অতিরিক্ত পরিমাণে বৃদ্ধি পায়। ক্লোরেনকাইমা স্তরের নীচে অন্তকর্টেক্স এর মাঝে মাঝে দুটি শিরার মধ্যবর্তী অঞ্চলে, বড় বড় দৈর্ঘ্য বরাবর বায়ু গহ্বর থাকে। তাকে ভ্যালিকুলার নালী বলে। প্রজাতি বিশেষে একটি অন্তস্ত্বক সংবহন নালিকাকে বেষ্টন করে থাকে অথবা আরো একটি অন্তস্ত্বক নালিকা বান্ডিলের নীচের দিকে থাকতে পারে (ইকুইজিটাম সিলভাটিকাম) (E. sylvaticum) এর রাইজোম। ইকুইজিটাম হায়েমেল, (E.heymale) নামক প্রজাতিতে এন্ডোডারমিস প্রতিটি সংবহন নালিকাকে ঘিরে থাকে। পেরিসাইকল থাকতেও পারে অথবা নাও থাকতে পারে, এবং কোষগুলি কখনও কখনও স্টার্চ পূর্ণ থাকে, নালিকা বান্ডিল বলয়াকারে সজ্জিত, ছিদ্রযুক্ত এক্টোফ্লোফিল সাইফোনোস্টিলী নালিকা বান্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় এবং বদ্ধ। জাইলেম এনডার্ক, প্রোটোজাইলেমের নীচে মক্যারিনাল নালি বা প্রোটোজাইলেম নালি। পাঁচটি প্রজাতিতে ভেসেল পাওয়া গেছে। প্রোটোফ্লোয়েম ছোট, কেন্দ্রাতিগভাবে বিন্যস্ত, মেটাফ্লোয়েমের প্রান্তীয় তীর্যক প্রাচীরে ক্যালোস সমৃদ্ধ সীভ ছিদ্র বর্তমান, সীভ উপাদান গুপ্তবীজী উদ্ভিদের ন্যায়, পরিণত কাণ্ডের কেন্দ্রে মজ্জা একটি জলপূর্ণ গহ্বর (কেন্দ্রীয় গহ্বর) (চিত্র 7.2 ক, খ, গ)

মূল — প্রাথমিক মূল একবর্ষজীবী, পরবর্তীকালে পর্ব থেকে উৎপন্ন মূল স্থায়ী হয়। মূলের বহিঃকর্টেক্স কখন কখন পুরু প্রাচীর বিশিষ্ট হয় এবং অন্তঃকর্টেক্স পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট। জাইলেম ত্রি-অথবা চতুশিরা (Tri or tetrarch) ক্ষুদ্র মূলে দ্বি শিরা বিশিষ্ট। এন্ডোডারমিস ও পেরিসাইক্ল সমকেন্দ্রিক যা সমুৎসজাত হওয়ার ইঙ্গিত বহন করে।

শল্ক পত্র — সরল, ক্ষুদ্র শল্কবৎ, পরিণত অবস্থায় বাদামী, বর্ণের প্রতি পর্বে পাতাগুলি পরস্পর যুক্ত হয়ে আবরক গঠন করে এবং একমাত্র অগ্রভাগ মুক্ত থাকে। প্রতিটি পাতায় একটিমাত্র মধ্যশিরা বর্তমান, অল্প ক্লোরোপ্লাস্ট যুক্ত ও স্টোমাটা থাকলেও সালোক সংশ্লেষে অংশ গ্রহণ করেনা।

7.2.4 জনন ঃ

Equisetum এর জনন অঙ্গাজ ও রেণুদ্বারা সম্পন্ন হয়। অঙ্গাজ জনন —এটি স্ফীত কন্দের সাহায্যে ঘটে, কন্দগুলির বাইরের অংশ স্ক্লেরেনকাইমা দিয়ে গঠিত শক্ত কন্দের কাণ্ড থেকে বিচ্ছিন্ন করণের মাধ্যমে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়।

রেণুদ্বারা জনন —রেণুর উদ্ভিদের কাণ্ডের সাধারণ কাণ্ড অথবা একটি নির্দিষ্ট ক্লোরোপ্লাস্ট বিহীন অক্ষ রেণুমঞ্জরী গঠন করে। প্রতিটি রেণুমঞ্জরী একটি অক্ষ এবং বৃত্তাকারে সজ্জিত বৃন্তযুক্ত, বৃত্তাকার চাকতির ন্যায় (Peltate) রেণুস্থলীধর নিয়ে গঠিত হয়, রেণুস্থলীধর গুলি দেখতে ছাতার ন্যায়, (5 - 10) টি রেণুস্থলী রেণুস্তলীধরের নীচের তলে ঝুলন্ত অবস্থায় বর্তমান। রেণুস্থলীধরের অগ্রভাগে চ্যাপ্টা চাক্তির ন্যায় বহুভুজাকার অংশটি একটি অপরটির সঙ্গে পরস্পর যুক্ত থেকে রেণুস্থলীগুলিকে তৈরি হওয়ার সময় বিশেষভাবে রক্ষা করে। রেণুমঞ্জরীর প্রাথমিক গঠন পর্বে অ্যানুলাস নামে একটি রিং-এর ন্যায় প্রবর্ধক রেণুস্থলীর বিশেষ সুরক্ষায় অংশ গ্রহণ করে। পরিণত রেণুস্থলীর বিদারণ লম্বালম্বি দাগ বরাবর ঘটে। (চিত্র 6.3 ক, খ, গ) রেণুমঞ্জরীর অক্ষের পার্শ্বে অবস্থিত ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন রেণুস্থলীধর প্রাথমিক কোষের Sporangiophore Primordia) উপরিভাগে কেন্দ্রে অবস্থিত একটি প্রাথমিক রেণুস্থলী কোষের পেরিক্লিনীয় বিভাজনের ফলে রেণুস্থলীর সৃষ্টি হয়। ভিতরের স্তরের কোষের বিভিন্ন তলে বিভাজনের ফলে রেণুউৎপাদক কলার সৃষ্টি করে। বাইরের কোষস্তরের ক্রমাগত তলসমকোণী ও তল সমান্তরাল বিভাজনের ফলে সারিবদ্ধ কোষ স্তর তৈরি হয় যার একেবারে বাইরের একস্তর কোষ রেণুস্থলীর প্রাচীর গঠন করে ও ভিতরের স্তরটি রেণুউৎপাদক কলা গঠন করে। রেণুউৎপাদক কলার 2 - 3 স্তর কলা মিয়োসিসের পূর্বেই ট্যাপেটাম গঠন করে এবং কিছু কিছু রেণুউৎপাদক কোষও ধ্বংস প্রাপ্ত হয়ে বহু নিউক্লীয়াস সমৃদ্ধ ট্যাপেটাম গঠন করে (চিত্র 7.4 ক, খ, গ) কেবল মাত্র এক তৃতীয়াংশ রেণুউৎপাদক কোষ রেণুমাতৃকোষ গঠন করে। মিয়োসিস বিভাজনের ফলে রেণুমাতৃকোষ রেণুচতুষ্টয় গঠন করে। ইকুইজিটামের রেণুগুলি একই আকৃতির হওয়ায় এরা সমরেণু প্রসূ (Homosporous)।

7.2.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

লিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ হল রেণু। রেণুর নিঃসরণের ফলে চারটি এককেন্দ্রিক স্তর গঠন করে। একেবারে ভিতরে নরম সেলুলোজ নির্মিত ইনটাইন (intine) তার বাইরে শক্ত একসাইন (Exine)। এই দুটি স্তর আবার পাতলা নরম কিউটিকল্‌জনিত স্তর দিয়ে ঢাকা থাকে এবং তার বাইরে এপিস্পোর নামে আর

একটি পর্দা থাকে। এই এপিস্পোর সর্পিলাকারে বিভক্ত হয়ে চারটি ফিতার আকৃতি ইলেটার (Elater) গঠন করে যেগুলির সম্মুখভাগ চ্যাপ্টা চামচের ন্যায়, এবং রেণুর সঙ্গে একটিমাত্র বিন্দুতে সংযুক্ত থাকে। ইলেটারগুলি জলের সংস্পর্শে গুটিয়ে থাকে এবং জলের অভাব ঘটলে খুলে যায়। ইলেটারের কাজ সঠিক জানা না গেলেও অনুমান করা যায় যে এটি সঙ্কোচন ও প্রসারণের দ্বারা রেণু বিদারণে সাহায্য করে। (চিত্র 7.3 গ)

নদী বা জলাশয়ে ধারে জলা জায়গায় রেণুর অঙ্কুরণের ফলে লিঙ্গধর উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। প্রথম বিভাজনের রেণুটি একটি বৃহৎ ও একটি ক্ষুদ্র কোষে বিভক্ত হয়। ছোট কোষটির ক্লোরোপ্লাস্ট বিনষ্ট হয়ে রাইজয়েড এবং বড় কোষটি ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে প্রোথ্যালাস গঠন করে। (চিত্র 7.5 ক, খ)

প্রোথ্যালাস দেখতে চ্যাপ্টা, অনিয়তাকার, প্রচুর ক্লোরোপ্লাস্ট সমৃদ্ধ ও অনেকগুলি চাক্তির ন্যায় ওপরদিকে উল্লম্বভাবে বৃদ্ধিপ্রাপ্ত অংশ নিয়ে গঠিত। এই উল্লম্ব ফিতার মতন অংশগুলির অগ্রভাগে পুংধানী উৎপন্ন হয় এবং নীচের খাঁজে স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয়। সুতরাং এটি একটি সমরেণু প্রসূ ও সহবাসী উদ্ভিদ (চিত্র 7.7 ক, খ, গ)

কিন্তু বিজ্ঞানী স্কাট্জ (1928) দেখেন যে অনুপযুক্ত পরিবেশে ইকুইজিটাম আরভেন্স (E. arvense) এর প্রোথ্যালাসগুলির আকৃতি ছোট হয়ে যায় এবং কেবলমাত্র পুংধানী গঠন করে। কিন্তু উপযুক্ত পরিবেশে অর্ধেক প্রোথ্যালাস বড় এবং স্ত্রীধানী যুক্ত হয় এবং নিষেক কার্য সম্পন্ন না হলে পুংধানীর সৃষ্টি করে। বাকী অর্ধেক প্রোথ্যালাস সব সময় পুংধানী গঠন করে, সুতরাং দেখা যাচ্ছে কিছু কিছু প্রজাতিতে কিছু প্রজনন গত ও পারিপার্শ্বিক অবস্থা (তাপ, আলো, আর্দ্রতা ও খাদ্যের সরবরাহ) 50% প্রোথ্যালাস-এ শুধু পুংধানী ও 50% প্রোথ্যালাসে স্ত্রীধানী পরে প্রয়োজনানুসারে পুংধানীর সৃষ্টি করে, একে প্রারম্ভিক অসমরেণুপ্রসূতা (Incipient heterospory) বলে। বিজ্ঞানী সল্টিস 1988 উৎসেচক ইলেক্ট্রো ফোরেসিসের মাধ্যমে গবেষণা লব্ধ ফলের থেকে দেখান যে এই প্রজাতিতে স্বপরাগ যোগ খুবই বিরল, স্ত্রী ও পুংধানী উভয়ই থ্যালাসের ওপরিভাগে ভাজক কলা থেকে উৎপন্ন হয়। পুংধানী প্রাথমিক কোষ (Autheridium initial) পেরিক্লিনীয় (তল সমান্তরাল) বিভাজনের ফলে একটি বহিস্থ প্রাথমিক আবরক কোষ ও অন্তস্থ প্রাথমিক শুক্রাণু উৎপাদক কোষ গঠন করে। প্রাথমিক আবরক কোষ বাইরের দিকে এক কোষস্তর বিশিষ্ট আবরণ তৈরি করে, এই আবরণের অগ্রভাগে একটি ত্রিকোণাকৃতির ঢাকনি কোষ থাকে। প্রাথমিক শুক্রাণু উপপাদক কোষ থেকে অসংখ্য শুক্রাণু মাতৃকোষ উৎপন্ন হয়। প্রতি শুক্রাণু মাতৃকোষ দুটি করে শুক্রাণু (Spermatozoid) গঠন করে। পুংধানীর আবরণী বিনষ্ট হলে বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণুগুলি বাইরে নিক্ষিপ্ত হয়।

প্রাথমিক স্ত্রীধানী কোষের একই ভাবে পেরিক্লিনীয় বিভাজনের ফলে প্রাথমিক ঢাকনি কোষ (cover cell) এবং কেন্দ্রীয় কোষ গঠিত হয়। ঢাকনি কোষ 3 - 4 কোষ উচ্চতা ও 4 কোষ ব্যাসযুক্ত গ্রীবা গঠন করে। কেন্দ্রীয় কোষ প্রস্থ বরাবর বিভক্ত হয়ে প্রাথমিক নালিকা কোষ ও প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ গঠন করে। প্রথমোক্ত কোষটি বিভাজিত হতে পারে বা নাও পারে। অঙ্কীয় কোষ ক্ষুদ্র অঙ্কীয় কোষ গঠন করে। প্রথমোক্ত কোষটি বিভাজিত হতে পারে বা নাও পারে। অঙ্কীয় কোষ ক্ষুদ্র অঙ্কীয় নালিকাকোষ ও বড় ডিম্বাণু কোষে বিভক্ত হয়। পরবর্তীকালে নালিকা কোষ ও অঙ্কীয় নালিকা কোষ বিনষ্ট হয়ে শুক্রাণুর প্রবেশ পথ তৈরি হয়।

7.2.6 নিষেক

পরিণত অবস্থায় শুক্রাণুগুলি ফ্লাজেলার সাহায্যে স্ত্রী ধানীতে প্রবেশ করে এবং কেবলমাত্র একটি শুক্রাণু ডিম্বাণুর সঙ্গো মিলিত হয়ে জাইগোট গঠন করে।

7.2.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

Equisetum ও একটি প্রোথ্যালাস থেকে একাধিক রেণুধর উদ্ভিদ সৃষ্টি হয় যা অন্য ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদে দেখা যায় না। প্রতিটি জাইগোট প্রস্থ বরাবর ও সমকোণে বিভক্ত হয়ে চতুষ্টয় গঠন করে কিন্তু কাণ্ড, মূল, বীজপত্র ইত্যাদি গঠন করেনা, পদ বা ধারকও গঠন করেনা। ভ্রূণের নীচের অংশ পদ থেকে মূল বের হয় এবং পুরো ওপরের অংশটি বিটপ গঠন করে। প্রথম তিনটি শল্ক পত্র সহ পত্রাবরণ কাণ্ডকে ঘিরে আবির্ভূত হয়। শীঘ্রই এই আবরণ ভেদ করে কাণ্ড বের হয়ে আসে এবং নীচ দিক থেকে মূল নির্গত হয়।

7.2.8 সনাক্ত করণ বৈশিষ্ট্য

(ক) রেণুধর উদ্ভিদ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত

(খ) ভূনিম্নস্থ কাণ্ড গ্রন্থিকন্দ সমন্বিত, বায়বীয় কাণ্ড উর্বর ও বন্ধ্যা দুই রকমের হয়।

(গ) শাখা ও পাতা কাণ্ডে আবর্তাকারে সজ্জিত থাকে।

(ঘ) কাণ্ড শক্ত বহু শিরা বিশিষ্ট সিলিকা সমন্বিত, প্রস্থচ্ছেদে সাইফোনোস্টিলীয় নালিকা বাণ্ডিল দেখা যায়। কাণ্ডে ভ্যাসিকিউলার ও ক্যারিনাল নালী বর্তমান।

(ঙ) রেণুস্থলীধর রেণুমঞ্জরী অক্ষের সঙ্গো সমকোণে অবস্থিত ষড়ু জাকৃতির বৃন্তযুক্ত আকৃতি বিশিষ্ট অংশ। রেণুগুলি সমরেণুপ্রসূ।

(চ) রেণুগুলির চারিদিকে বেষ্টন করে থাকে চারটি ফিতার মতন ইলেটার।

(ছ) প্রোথ্যালাস সবুজ রঙের, সহবাসী বা ভিন্নবাসী উভয়ই হতে পারে।

7.2.9 অনুশীলনী — 1.

শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ-

(ক) Equisetum এর কোষ প্রাচীরে — স্তর এর দৃঢ়তা প্রদান করে।

(খ) উপগণ হিপোকিটিতে (Hippochaete) পত্ররন্ধ্র — অবস্থায় থাকে।

(গ) Equisetum এর কাণ্ডে অন্তকর্টেক্সের মাঝে অবস্থিত বায়ুগহ্বরকে — নালী বলে।

(ঘ) Equisetum এ কাণ্ডের প্রতি পর্বে পাতাগুলি পরস্পর যুক্ত হয়ে — গঠন করে।

(ঙ) Equisetum রেণুমঞ্জরীর গঠনগত একককে — বলে।

(ii) সঠিক উত্তরটি সনাক্ত করুণ ঃ-

(ক) রেণুস্থলীধরগুলি দেখতে (i) গোলকের (ii) পিরামিডের (iii) ছাতার ন্যায়।

(খ) বিশেষ পরিবেশে ইকুইজিটাম আরবেন্‌স (E.arvense) এ (i) অসমরেণুপ্রসূতা (ii) প্রারম্ভিক অসমরেণু প্রসূতা (iii) সমরেণু প্রসূতা দেখা যায়।

(গ) Equisetum স্পোরের এপিস্পোর (Epispore) বিভক্ত হয়ে (i) 2টি (ii) 4টি (iii) 1 টি ফিতার আকৃতি ইলেটার গঠন করে।

7.3 মার্সিলিয়ার জীবন চক্র

মার্সিলিয়া (Marsilea) প্রজাতিটি মার্সিলিয়েলিস (Marsileales) বর্গের এ একটি মাত্র পরিবারের (মার্সিলিয়েসি) Marsileacea) তিনটি প্রজাতির একটি পিলুলেরিয়া (Pilularia) এবং রেগনোলিডিয়াম (Regenllidium) অপর দুটি প্রজাতি, বিজ্ঞানী ওয়ালেস (1984) এর মতে রাসায়নিক পদার্থের বিচারে এই পরিবারের সদস্যরা আদি লেপ্টোস্পেরেনজিয়েট অর্থাৎ হাইমেনোফাইলেসির খুব কাছাকাছি ফার্ণ, সারা পৃথিবী জুড়ে প্রায় 70 টি প্রজাতি ছড়িয়ে আছে যার মধ্যে মাত্র 9 টি প্রজাতি ভারতে দেখা যায়। এদের মধ্যে ইজিপ্‌টিয়াকা (M. aegyptiaca), ব্র্যাকিকারপা (M. brachycarpa), Marsilea minuta, M. quadrifolia ইত্যাদি প্রজাতির নাম উল্লেখযোগ্য।

7.3.1 বসতি

সমগ্র পৃথিবী জুড়ে বিস্তৃতি হলেও পৃথিবীর উষ্ণ অঞ্চলেই প্রধানত দেখা যায়। Marsilea একটি জলজ ফার্ণ এবং পুকুর, ডোবা, নালা ও শীতল জলাভূমিতে জন্মায়, কোন কোন প্রজাতি জল ও স্থল দুই পরিবেশেই জন্মায় (মার্সিলিয়া কনডেনসাটা) (M.condensata)। কিছু কিছু প্রজাতি শুষ্ক মাটিতেও জন্মে যেমন মার্সিলিয়া ইজিপ্‌টিয়াকা, (M.aegyptiaca)

7.3.2 স্বভাব

এটি একটি গ্রন্থিকন্দবিশিষ্ট বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ, উদ্ভিদের কাণ্ডটি মাটির ওপর অথবা কিছুটা নীচে লতিয়ে অবস্থান করে।

7.3.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন

বহির্গঠন

রাইজোম—উদ্ভিদদেহ একটি মাটির ওপর লতানো, নলাকৃতি রাইজোম নিয়ে গঠিত। রাইজোম মাটির ওপর উপযুক্ত পরিবেশে অনির্দিষ্টভাবে বৃদ্ধি পায় এবং প্রায় 25 মিটার পর্যন্ত লম্বা হতে পারে। রাইজোম পর্ব

ও পর্বমধ্যে বিভক্ত, পর্ব অঞ্চল সামান্য স্ফীত এবং সেখান থেকে মূল ও পাতা উৎপন্ন হয়। স্থলজ প্রজাতি গুলির তুলনায় জলজ প্রজাতিগুলির পর্বমধ্য বেশি দীর্ঘ হয়। (চিত্র 7.7)

পাতা — মার্সিলিয়ার পাতাগুলি রাইজোমের পর্বের ওপরদিকে দুই সারিতে একান্তর ভাবে বিন্যস্ত থাকে। শিশু অবস্থায় পাতাগুলি মুকুল-পত্র বিন্যাস (Vernation) কুন্ডলিত (Circinnate) প্রকৃতির হয়। পরিণত পাতাগুলি দীর্ঘ বৃন্তযুক্ত যৌগিক। প্রতিটি পত্র 3, 5, 6, 7 বা 8 টি পত্রক যুক্ত। পত্রকগুলির আকৃতি বিভিন্ন প্রকারের হয় —ডিম্বাকার, বিডিম্বাকার। পত্রক কিনারা মসৃণ অথবা দন্তক (Marsilea minuta), শিরাবিন্যাস বন্ধ জালিকাকার পত্রকগুলিতে সুপ্ত চলন (Sleeping movement) দেখা যায়।

মূল — রাইজোমের নীচের তলে পর্ব থেকে মূল নির্গত হয়। তবে পর্বমধ্য থেকেও মূল নির্গত হতে পারে। (চিত্র 7.7)

আভ্যন্তরীণ গঠন

রাইজোম — প্রস্থচ্ছেদে তিনটি অঞ্চল দেখা যায় - ত্বক, কর্টেক্স ও কেন্দ্রীয় স্টিলি। ত্বক একস্তর বিশিষ্ট, অবিচ্ছেদ্য, পত্ররন্ধ্রবিহীন। কর্টেক্স কতকগুলি অঞ্চলে বিভক্ত, বহিস্তর কর্টেক্স ঘনসন্নিবিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ বিশিষ্ট। পরবর্তী কর্টেক্স স্তর এ্যারেনকাইমা বিশিষ্ট কলা দ্বারা গঠিত। বড় বড় বায়ু গহ্বরগুলি প্যারেনকাইমার প্রাচীর দ্বারা আলাদা করা থাকে। এর ঠিক পরেই কয়েক স্তর পুরু প্রাচীর বিশিষ্ট স্ক্লেরেনকাইমা স্তর দেখা যায়। একেবারে ভিতরের স্তরটি আবার প্যারেনকাইমা দ্বারা গঠিত এবং এখানে কিছু কিছু ট্যানিন সমৃদ্ধ কোষ দেখা যায়। কেন্দ্রীয় নালিকা বান্ডিল অ্যাম্ফিফ্লোরিক সাইফোনো স্টিলি। স্টিলির একেবারে বাইরে একস্তর বহিঃ এন্ডোডারমিস ও একস্তর বহিঃ পেরিসাইকল এবং কয়েকস্তর বহিঃ ফ্লোয়েম বর্তমান। এর পর থাকে কয়েকস্তর জাইলেম বাহিকা। জাইলেমের পর পুনরায় কয়েকস্তর অন্তঃফ্লোয়েম একস্তর অন্ত পেরিসাইকল ও একস্তর অন্তঃ এণ্ডোডারমিস থাকে। স্টিলির মাঝখানে একেবারে ভিতরে থাকে মজ্জা। মজ্জার কোষগুলি বসতি অনুযায়ী বিভিন্ন প্রজাতিতে বিভিন্ন হয়ে থাকে। স্থলজ প্রজাতিতে স্ক্লেরেনকাইমা সমৃদ্ধ এবং জলজ প্রজাতিতে প্যারেনকাইমা সমৃদ্ধ। জাইলেম প্রোটো এবং মেটা জাইলেমে বিভক্ত হতেও পারে নাও হতে পারে (M. quadri folia) এবং যদি হয় তবে বহির্মুখী অথবা মেসার্ক হয় (M. aegyptiaca) (চিত্র 7.8)।

পাতা —পত্রবৃন্তের প্রস্থচ্ছেদ করলে সর্ববহিস্থ একস্তর ত্বক দেখা যায়। কর্টেক্স দুটি অঞ্চলে বিভক্ত - সর্ববহিস্থ এরেনকাইমা যুক্ত অঞ্চল এবং অন্তস্থ প্যারেনকাইমা কলা যুক্ত অঞ্চল। এই অন্তস্থ অঞ্চলটি শ্বেতসার ও ট্যানিন যুক্ত। নালিকা বান্ডিলে 'V' আকৃতির জাইলেম ফ্লোয়েম, পেরিসাইকল ও এন্ডোডারমিস পরিবৃত হয়ে থাকে।

পত্র ফলক দ্বিখণ্ডিত, জাঙ্গাল প্রজাতির পাতায় ঊর্ধ্ব নিম্ন ত্বক মেসোফিল কলাকে ঘিরে থাকে, উপরিত্বকের দিকে একস্তর প্যালিসেড ও একস্তর স্পঞ্জি প্যারেনকাইমা থাকে। নালিকা বান্ডিল এককেন্দ্রিক - কেন্দ্রে জাইলেম অবস্থিত এবং চারিদিকে ফ্লোয়েম পরিবৃত কেবলমাত্র জলজ প্রজাতিতে উপরিত্বকে পত্ররন্ধ্র থাকে এবং শুধু স্পঞ্জী প্যারেনকাইমা থাকে, তবে জাঙ্গাল প্রজাতিতে নিমজ্জিত (Sunken) পত্ররন্ধ্র থাকে।

মূল — মূলেও সবচেয়ে বাইরে একস্তর ত্বকীয় কোষ। কর্টেক্স বহিস্থ এরেনকাইমা মধ্যস্থ প্যারেনকাইমা এবং একেবারে ভিতরে স্ক্লেরোটিক অঞ্চল এই তিনটি অঞ্চলে বিভেদিত। স্টিলি একস্তর এন্ডোডারমিস্ একস্তর পেরিসাইকল ফ্লোয়েম বেষ্টিত জাইলেম নিয়ে গঠিত। জাইলেম বহির্মুখী, দুটি প্রোটোজাইলেম ও একটি মেটাজাইলেম নিয়ে গঠিত। Marsilea quadrifolia, M. drummondii ও M. hirsuta প্রভৃতি প্রজাতিতে ভেসেল দেখা যায়।

জনন ঃ—

রেণুধর উদ্ভিদের অঙ্গজ জনন ও রেণুদ্বারা জনন কার্য সম্পাদিত হয়, অঙ্গজ জনন - Marsilea hirsuta, M. minuta ইত্যাদি প্রজাতিতে গ্রন্থিকন্দের শাখায় পত্র কোরকের ন্যায় ছোট ছোট কন্দের সৃষ্টি করে। এগুলি বহুদিন জীবিত থাকে এমনকি একবছর পরে, অনুকূল পরিবেশে অঙ্কুরিত হয়ে নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

রেণুদ্বারা জনন ঃ—

সাধারণত Marsilea বা জনন অঙ্গ শীতের শেষে যখন পুকুর ইত্যাদি শুকিয়ে আসে তখন দেখা দেয়। মার্সিলিয়া পুং ও স্ত্রী রেণু গঠন করে বলে এটি অসমরেণুপ্রসূ এবং প্রত্যেক প্রকারের রেণু নিজ নিজ রেণুস্থলীতে গঠিত হয়ে স্পোরো কার্প (Sporocarp) নামে একটি বিশেষ অঙ্গ গঠন করে। প্রতিটি স্পোরোকার্পের একটি ছোট বৃন্ত থাকে। স্পোরোকার্পগুলি পাতার বৃন্তের ওপর পর পর সাজানো থাকে অথবা কোন কোন প্রজাতিতে অনেকগুলি স্পোরোকার্পের বৃন্ত গোছা হয়ে একটি সাধারণ বৃন্ত গঠন করে পত্রবৃন্তের সঙ্গে লাগানো থাকে। প্রতিটি স্পোরোকার্প দ্বিরেণুস্থলী বিশিষ্ট (Bisporangiate), সাধারণত রোমশ হাল্কা সবুজ রংয়ের হয় তবে পরিণত অবস্থায় শক্ত ও বাদামী বর্ণের হয়। স্পোরোকার্পের বৃন্তটি যেখানে স্পোরোকার্পের সঙ্গে সংলগ্ন হয় সেখানে একটি পটি মতন র‍্যাফি (Raphe) থাকে এবং র‍্যাফির প্রান্তে দুটি ছোট শৃঙ্গ (Horn) থাকে। এইখান থেকে নালিকা বান্ডিল স্পোরোকার্পে প্রবেশ করে এবং পত্রকদ্বয়ের মধ্যশিরার ন্যায় অবস্থান করে দুপাশে পর পর শাখাশিরা উৎপন্ন করে। সুতরাং স্পোরোকার্প একটি দ্বি কপাটিকা যুক্ত অঙ্গ।

স্পোরোকার্পের প্রতিটি কপাটিকার প্রান্ত দেশের দিকে একসারি করে দুই সারিতে লম্বা সোরাস (Sorus) অবস্থিত। প্রতিটি সোরাস একটি নরম ইন্ডুসিয়াম বিশিষ্ট। পরিস্ফুরণগত দিক থেকে প্রতিটি সোরাস গ্রেডেট (Gradatetype) ধরনের, অর্থাৎ স্ত্রীরেণুস্থলী প্রথমে গঠিত হয় তারপর পুংরেণুস্থলীর গঠন কার্য শুরু হয়।

উল্লম্ব লম্বচ্ছেদে (Vertical longitudinal section) একটি ত্রিকোষস্তর বিশিষ্ট দেওয়াল দেখা যায় যার বহিস্তর পত্ররন্ধ্র বিশিষ্ট। এর পরেই থাকে একটি জিলেটিন যুক্ত আবরণ, সোরাইগুলি লম্বভাবে ছেদ হওয়ায় কেবলমাত্র একটি কপাটিকা দেখা যায়। দুই সারি পুংরেণুস্থলী ও একসারি স্ত্রীরেণুস্থলী এবং সোরাই ঘিরে ইন্ডুসিয়াম দেখা যায় (চিত্র 7.9. ক)

আনুভূমিক ছেদে (Horizontal section) দুটি কপাটিকার সোরাই গুলি দেখা যায়। ত্রিকোষস্তর বিশিষ্ট দেওয়াল এবং জিলোটিন যুক্ত দুটি অঞ্চল দুই কোণে বর্তমান, সোরাইগুলি ইন্ডসিয়াম আবরণ দ্বারা আবৃত এবং প্রতিটি সোরাস পার্শ্বস্থ দুটি পুংরেণুস্থলী এবং শীর্ষস্থ একটি বড় স্ত্রী রেণুস্থলী দ্বারা গঠিত।

উল্লম্ব আনুভূমিক ছেদে (Vertical transverse section) দুটি কপাটিকা ছেদিত হয়। (চিত্র 7.9 খ)

এক্ষেত্রে জিলেটিন যুক্ত অঞ্চল যে কোনও একটি কোণে বর্তমান, প্রতিটি সোরাস এক একটি কপাটিকাকে বোঝায়। এটি ইন্ডুসিয়া যুক্ত। একটু ওপর দিকের ছেদনে শুধু পুংরেণুস্থলী এবং গভীর ছেদনে একসারি স্ত্রীরেণুস্থলী দেখা যায়।

স্পোরোকার্প পরিণত হলে রেণুগুলির অঙ্কুরোদ্গম হতে পারে তবে স্পোরোকার্প মুক্ত না হলে অঙ্কুরোদগম হয়না। সাধারণত 1-3 বছর স্পোরোকার্পের বিদারণ হতে সময় লাগে। স্পোরোকার্প প্রচুর জল শোষণের ফলে ফুলে উঠে বিদারিত হয় এবং কয়েক মিনিটের মধ্যে একটি কেঁচোর ন্যায় জিলেটিন যুক্ত অঙ্গ (Sorophore) যার গায়ে সোরাইগুলি লাগানো থাকে, বের হয়ে আসে সোরোফোরের জিলেটিন অঞ্চল অতিরিক্ত জল শোষণের ফলে সোরাইগুলি বাইরের দিকে ঠেলে বেরিয়ে আসে এবং এটি স্পোরোকার্পের 10-15 গুণ লম্বা আকৃতি ধারণ করে, ইন্ফুসিয়াসের বাইরের মিউসিলেজ আবরণ জল শোষণের ফলে বিদারিত হয় এবং রেণুগুলি বাইরে বেরিয়ে আসে। (চিত্র 7.9 গ)

পুং ও স্ত্রী রেণুস্থলী গোলাকার, দীর্ঘ ও ক্ষুদ্র বৃন্তযুক্ত, অ্যাকুলাসবিহীন একস্তর কোষদ্বারা পরিবেষ্ঠিত যার ভিতরে 2-3 স্তর বিশিষ্ট ট্যাপেটাম ও রেণুধারণ কলা বর্তমান। পুংরেণুস্থলীতে 16 টি সক্রিয় রেণুমাতৃকোষের মিয়োসিস বিভাজনের ফলে 64 টি পুংরেণু উৎপন্ন করে। স্ত্রীরেণুস্থলীতে একটি ছাড়া সমস্ত মাতৃকোষ বিনষ্ট হয়ে যায়। এই স্ত্রীরেণুমাতৃকোষের মিয়োসিস বিভাজনের ফলে 4 টি স্ত্রীরেণু গঠন করে।

7.3.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ—

পুংরেণু পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। এটি গোলাকার অস্পষ্ট শৈলশিরা সমন্বিত, অগ্রভাগ কৌণিক আকৃতির, 0.06 - 0.075 মি. মি. দ্বিস্তর কেন্দ্রে অবস্থিত নিউক্লিয়াস শ্বেতসার পূর্ণ সাইটোপ্লাজম দ্বারা আবৃত। পুংরেণুর নিউক্লিয়াস প্রথমে অসম বিভাজনের ফলে একটি বড় প্রাথমিক অ্যানথেরিডিয়াল কোষ এবং নীচে অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র প্রোথ্যালীয় কোষ গঠন করে। প্রাথমিক আনথেরিডিয়াল কোষ তির্যকভাবে বিভক্ত হয়ে দুটি অ্যান্থেরিডিয়াল কোষ গঠন করে যেগুলির প্রতিটি একটি করে পুংধানীর সৃষ্টি করে। প্রথমে অ্যান্থেরিডিয়াল কোষটি পেরিক্লিনীয় বিভাজনের ফলে কেন্দ্রীয় প্রাথমিক অ্যানড্রোগোনীয় কোষ ও জ্যাকেট কোষ গঠন করে প্রতিটি প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনীয় কোষ 16 টি অ্যান্থারো জয়েড গঠন করে (চিত্র 7.10 ক,-গ) অ্যান্থারোজয়েডগুলি দেখতে বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত কর্কস্ক্রু এর ন্যায়। পরিণত অবস্থায় জ্যাকেট কোষ বিলুপ্ত হয়ে অ্যান্থারোজয়েড নিঃসরণ করে। (চিত্র 7.10 ঘ)

স্ত্রীরেণু ডিম্বাকার, প্যাপিলাযুক্ত, চারটি স্তর বিশিষ্ট। মেগাস্পোর মাত্র 5 মিনিট জলে সিক্ত হয়ে রেণুর প্রাচীর ফুলে উঠে জিলেটিন পরিবৃত হয় ও প্রসারিত হয়, প্যাপিলা সৃষ্টি করে এবং রেণুস্থলীর প্রাচীর নষ্ট হয়ে যায়। স্ত্রীরেণুর আবরণের মধ্যে তরল জিলেটিন পদার্থ থাকে এবং কাছাকাছি অঞ্চলে শুক্রাণু থাকলে জিলেটিনের মধ্যে আবদ্ধ হয় বলে একে 'স্পার্ম লেক' বলা হয়।

স্ত্রীরেণু প্রথমে প্রস্থবরাবর বিভাজিত হয়ে প্যাপিলার কাছে একটি ছোট কোষ ও একটি বড় বেসাল কোষে গঠন করে। প্যাপিলা কোষ থেকে সমগ্র স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়। এটির ক্রমাগত বিভাজনের ফলে একটি কেন্দ্রীয় কোষ ও তাকে ঘিরে পরিধিকোষ সৃষ্টি করে। কেন্দ্রীয় কোষ বিভাজনের ফলে একটি বেসালকোষ গঠন করে

যা প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষ হিসাবে কাজ করে এবং অপর কোষটি লম্ব ও প্রস্থভাবে বিভক্ত হয়ে কিছু অঙ্গাজকলা গঠন করে। প্রারম্ভিক স্ত্রীধানী কোষটি পেরিক্লিনীয় বিভাজনের ফলে ও পরে প্রাথমিক ঢাকনি কোষ নীচে কেন্দ্রীয় কোষ গঠন করে। কেন্দ্রীয় কোষ বিভাজিত হয়ে প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ গঠন করে। শেষোক্ত কোষটি বিভাজিত হয়ে অঙ্কীয় নালি কোষ ও ডিম্বাণু গঠন করে।

পরিণত স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদের কলা দ্বারা গঠিত টুপি থাকে যা একটি মাত্র স্ত্রীধানীকে ঢেকে রাখে ও একটি বেসাল কোষ থাকে। বেসাল কোষটি সাধারণত বিভাজিত হয় না তবে অ্যামাইটোসিস পদ্ধতিতে কখনও কখনও বিভাজিত হয় (যেমন Marsilea drummondi) এবং লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ও ভ্রূণ উদ্ভিদের জন্য খাদ্য সঞ্চয় করে।

7.3.6 নিষেক

পরিণত অবস্থায় শুক্রাণু নির্গত হয়ে স্ত্রীধানীতে প্রবেশ করে এবং একটি মাত্র শুক্রাণু ডিম্বাণুর সঙ্গো মিলিত হয়ে নি.কে সম্পন্ন করে। নিষেকের পর ডিম্বাণুটি প্রাচীর বেষ্টিত হয়ে উস্পোর বা জাইগোট গঠন করে এবং রেণুধর উদ্ভিদের সূচনা করে। (চিত্র 7.11 ক-গ)

7.3.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি

জাইগোটের প্রথম বিভাজন লম্বভাবে হয় এবং প্রতিটি কোষ আবার প্রস্থ বরাবর বিভাজিত হয়ে চতুষ্টয় গঠন করে। কোষ চতুষ্টয় বিভাজিত অষ্টক সৃষ্টি করে। বর্ধনশীল ভ্রূণকে ঘিরে লিঙ্গাধর উদ্ভিদের থেকে ক্যালিপট্রা নামে একটি রক্ষণশীল আবরণ তৈরি হয়। 4 - 5 দিনের মধ্যে নতুন রেণুধর উদ্ভিদের প্রাথমিক মূল ও পাতার সৃষ্টি হয়।

7.3.8 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য ঃ—

(ক) Marsilea একটি জলজ ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদ।

(খ) উদ্ভিদটি মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত কাণ্ড গ্রন্থিকন্দ বিশিষ্ট, যৌগিক চতুর্ফলকযুক্ত পত্র।

(গ) গ্রন্থিকন্দের স্টিলি অ্যাম্পিফ্লোরিক সাইফোনোস্টিলি।

(ঘ) দুই প্রকারের রেণুস্থলী (পুং ও স্ত্রী রেণুস্থলী) স্পোরোকার্প নামে বিশেষ জনন অঙ্গো অবস্থান করে।

(ঙ) Marsilea অসমরেণু প্রসূ।

(চ) পুংরেণুস্থলী থেকে উৎপন্ন পুংরেণু থেকে পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ এবং স্ত্রী রেণুস্থলী থেকে উৎপন্ন স্ত্রীরেণু থেকে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ তৈরি হয়।

7.3.9 অনুশীলনী — 2

(i) একটি শব্দে উত্তর দিন ঃ—

(ক) Marsilea র পত্রকগুলিতে কী ধরনের জলন দেখা যায়?

(খ) Marsilea র রাইজোমে কী ধরনের কেন্দ্রীয় নালিকা বান্ডিল দেখা যায়?

(গ) Marsilea র রেণুস্থলী ধারক অঙ্গাটির নাম কী?

(ii) ঠিক অথবা ভুল নির্ধারণ করুন ঃ—

(ক) Marsilea র সোরাস ইন্ডুসিয়াম যুক্ত।

(খ) সোরাসে পুং রেণুস্থলী প্রথমে গঠিত হয়।

(গ) Marsilea র কিছু কিছু প্রজাতিতে ভেসেল দেখা যায়।

7.4 টেরিস (Pteris) এর জীবনচক্র ঃ—

টেরিস (Pteris) গণটি লেপ্টোস্পোর‍্যানজিওপসিডা (Leptosporangiopsida) শ্রেণীর অন্তর্ভুক্ত ফিলিকেলিস (Filicales) বর্গের, টেরিডেসী (Pteridaceae) গোত্রভুক্ত একটি স্থলজ ফার্ণ।

7.4.1 বসতি

Pteris একটি অতিপরিচিত, সুবিস্তৃত ফার্ণ। এটি পৃথিবীর গ্রীষ্মপ্রধান ও উপগ্রীষ্ম প্রধান অঞ্চলের শীতল, ভেজা, ছায়াচ্ছন্ন অঞ্চলে প্রচুর দেখতে পাওয়া যায়, প্রায় 250 টি প্রজাতির মধ্যে টেরিস ভিটাটা (Pteris vittata), টেরিস ক্রেটিয়া (Cretica), টেরিস স্টেনোফাইলা, (P.stenophyla) টেরিস কোয়াড্রিওরিয়েটা, (P. quadriaurita) টে রিস লংগিফোলিয়া (p. longifolia) ইত্যাদি ভারতীয় প্রজাতি সমধিক বিস্তৃত।

7.4.2 স্বভাব ঃ—

উদ্ভিদটির আংশিক আনুভূমিক গ্রন্থিকন্দটি বক্রভাবে মাটিতে বৃদ্ধি পেয়ে একটি ঋজু অংশ গঠন করে একে কডেক্স (Caudex) বলে। Pteris cretica প্রজাতিটির গ্রন্থিকন্দ শাখান্বিত, খর্ব, দৃঢ় ও প্রায় ঋজু।

7.4.3 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন ঃ—

উদ্ভিদদেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত। কাণ্ড খর্ব, দৃঢ় ও শাখাহীন গ্রন্থিকন্দ, গ্রন্থিকন্দটি বাদামী রংয়ের শল্ক দিয়ে ঢাকা থাকে, এগুলিকে র‍্যামেন্টা (Ramenta) বলা হয়। গ্রন্থিকন্দের উপর ঘনসন্নিবিষ্ট ভাবে অসংখ্য অস্থানিক, সরু, শাখান্বিত মূল বর্তমান (চিত্র 7.12 ক)

টেরিসের পাতা সাধারণত সচূড় পক্ষল, কিছু কিছু ক্ষেত্রে অঙ্গুলাকার (digitate)। পত্রফলক শল্ক দ্বারা আবৃত, নিম্নের ও অগ্রের পত্রকগুলি মধ্যাংশের পত্রকগুলির তুলনায় অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র, ফলে সমগ্র পত্রটি একটি মাকুর আকৃতি লাভ করে। পত্রকগুলি অবৃন্তক, ভল্লাকার, নীচের দিকে চওড়া ও ওপরদিকে ক্রমশ সরু হয়ে গেছে। প্রতিটি পত্রকে একটি মধ্যশিরা থেকে দুই পাশে দুটি শাখাশিরা কিছুটা অগ্রসর হয়ে দুই ভাগে বিভক্ত হয়ে পত্রফলকের কিনারা পর্যন্ত বিস্তৃত হয়েছে। এই ধরনের শিরাবিন্যাসকে মুক্ত ফারকেট (Open furcate) বলা হয়। পত্রফলক খসখসে হয়। অপরিণত যৌগপত্র গুলির কুণ্ডলিত মুকুল পত্র বিন্যাস (Circinuate Vernation) দেখা যায়। (চিত্র 7.12 খ)

আভ্যন্তরীণ গঠন ঃ—

গ্রন্থিকন্দ - গ্রন্থিকন্দের প্রস্থচ্ছেদে একস্তর প্যারেনকাইমা বিশিষ্ট ত্বক বর্তমান, এটি কিউটিকল দ্বারা আবৃত। পরবর্তী অংশ কর্টেক্স দুই ভাগে বিভক্ত, বাইরের দিকে স্ক্লেরেনকাইমা কোষ গঠিত বহিঃকর্টেক্স এবং ভিতরের দিকে প্যারেনকাইমা কোষ গঠিত অন্তর্কর্টেক্স স্টিলির গঠন বিভিন্ন প্রজাতিতে বিভিন্ন এমনকি একই প্রজাতিতে বিভিন্ন হতে পারে। Pteris grandiflora, P. vittata প্রজাতিতে সোলেনোস্টিলি কিন্তু সরল ডিক্‌টিওস্টিলি দেখা যায় P. cretica এবং P. vittata কচি গ্রন্থিকন্দে, P. biaurita র কচি অংশের গোড়ায় মিশ্র প্রোটোস্টিলি কিন্তু অগ্রভাগে সোলেনোস্টিলি তবে মূল গ্রন্থিকন্দে ডিক্‌টিওস্টিলি দেখা যায়। P. vittata র অগ্র অংশে সংবহন নালিকা পরিবর্তিত হয়ে ডাইসাইক্লিক ডিক্‌টিওস্টিলিতে পরিণত হয়। সংবহন নালিকাগুলি হ্যাড্রোসেন্ট্রিক অর্থাৎ জাইলেমকে বেষ্টন করে থাকে ফ্লোয়েম (চিত্র 7.13 ক)। স্টিলির মাঝখানে

প্যারেনকাইমা কোষ গঠিত মজ্জা বা Pith থাকে।

মূল — অস্থানিক মূলের প্রস্থচ্ছেদে সর্ববহিস্থ একস্তর ত্বক। বিস্তৃত কর্টেক্স দুই ভাগে বিভক্ত —বহিঃকর্টেক্স পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা এবং অন্তঃকর্টেক্স 2 - 3 কোষস্তর বিশিষ্ট স্ক্লেরেনকাইমা দ্বারা গঠিত, অন্তঃকর্টেক্সের ঠিক পরেই একস্তর ক্যাসপিরিয়ান পটি বিশিষ্ট এন্ডোডারমিস এবং পরবর্তী পেরিসাইকল জাইলেম ও ফ্লোয়েমকে ঘিরে থাকে। জাইলেম এক্সার্ক, (Exarch, diarch) ডাইআর্ক। (চিত্র 7.13)

পত্রক — পত্রকের উর্ধ্ব ও নিম্নত্বকের মধ্যে অর্ধ্বস্কের কোষগুলি অপেক্ষাকৃত বড়, নিম্নত্বকে পত্ররন্ধ্র বর্তমান। মেসোফিল কলা প্যালিয়েড ও স্পঞ্জি প্যারেনকাইমায় বিভক্ত থাকতেও পারে বা নাও থাকতে পারে। মধ্যশিরা অঞ্চলে একটি মাত্র এককেন্দ্রিক নালিকা বান্ডিল এন্ডোডারিমিস দিয়ে পরিবৃত থাকে এবং হ্যাড্রোসোন্ট্রিক।

পত্র অক্ষ — এটিতে একটি মাত্র C-আকৃতির Pteris vittata অথবা U - আকৃতির অথবা V-আকৃতির পত্র অবকাশ (Leaf gap) দেখা যায়। জাইলেমে দুটি অক্ষসংলগ্ন আংটার মত অংশ থাকে। এতে ত্বক, কর্টেক্স, হাইপোডারমিস এবং স্টিলী আছে। সংবহননালিকা হ্যাড্রোসেন্ট্রিক এবং জাইলেম এক্সার্ক।

7.4.4 জনন ঃ

জনন দুই প্রকারের অঙ্গাজ এবং রেণুদ্বারা সম্পন্ন হয়।

অঙ্গাজ জনন - গ্রন্থিকন্দের বর্দ্ধিষ্ণু অংশের বৃদ্ধি এবং পরিণত অংশ ক্রমশ বিনষ্ট হয়ে দুটি শাখায় বিভক্ত হয়। অনুকূল পরিবেশে দুটি শাখা থেকে দুটি নতুন উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়।

রেণুদ্বারা জনন — টেরিসের জনন রেণুদ্বারা সম্পাদিত হয়, রেণুস্থলীতে রেণু উৎপন্ন হয়। রেণুস্থলীগুলি গুচ্ছাকারে পত্রকের নীচের দিকে বাঁকানো প্রান্তদেশের দুইপাশে সাজানো থাকে এবং সোরাসের সৃষ্টি করে। সোরাস সিনোসোরাস ধরনের এবং বাঁকানো পত্র কিনারা দিয়ে আবৃত থাকে বলে এটিকে মেকি ইন্ডুসিয়াম বলা হয়। রেণুস্থলীর রিসেপটাকল উৎপত্তিগত ভাবে অন্তঃ কিনারা গত (intramarginal)। Pteris biaurita র পাতার অঙ্কীয় পৃষ্ঠে বহুকোষীয়, লম্বা রোম বর্তমান। সোরাসের মধ্যে নবীন ও পরিণত রেণুস্থলী অবিন্যস্ত অবস্থায় সাজানো থাকে অর্থাৎ কোনও নির্দিষ্ট বিন্যাস পদ্ধতি অনুসরণ করেনা, এই ধরনের সোরাসকে মিশ্র সোরাস (Mixed sorus) (চিত্র 7.14 ক) প্রতিটি রেণুস্থলীতে লম্বা বৃন্ত থাকে এবং উল্লম্ব অ্যানুলাসটি রেণুস্থলীর বাইরের এক অংশ গঠন করে এবং কিউটিনযুক্ত শক্ত কোষ দিয়ে গঠিত। এই আবরণীর অন্য অংশে পাতলা কোষ প্রাচীর যুক্ত বিশেষ ভেদক স্থান বা স্টোমিয়াম (Stomium) থাকে (চিত্র 7.14 খ) আবরণীর ভিতরে রেণুউৎপাদক কোষ থেকে 16 টি রেণুমাতৃকোষ সৃষ্টি হয়, যা পরবর্তী কালে রেণু গঠন করে। রেণুস্থলীগুলি একটি মাত্র প্রারম্ভিক কোষ থেকে জন্মায় অর্থাৎ লেপ্টোস্পোর্যানজিয়েট জাতীয়।

রেণু সৃষ্টির পর রেণুস্থলীর জল সঞ্চয় ক্ষমতা ক্রমশ হ্রাস পেতে থাকে ফলে রেণুস্থলী শুষ্ক হয়ে অ্যানুলাস সঙ্কুচিত হয় এবং অ্যানুলাস সোজা হয়ে ভিতরে চাপ সৃষ্টি করে। ফলত স্টোমিয়াম অংশ বিদীর্ণ হয়ে রেণুগুলি বাইরে ছড়িয়ে পড়ে। রেণু সমজাতীয়, রেণুরন্ধ্র ত্রিধাবিভক্ত। (চিত্র ঃ 7.14 গ)

7.4.5 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন ঃ

16 টি রেণুমাতৃকোষ থেকে মিয়োসিস প্রক্রিয়ায় বিভাজিত হয়ে 64টি রেণু উৎপন্ন করে, রেণুগুলি প্রায় ত্রিকোণাকৃতির হয় এবং ত্রিশিরা বিশিষ্ট। রেণুর প্রাচীর মোটা, অন্ত ও বহিঃত্বক বিশিষ্ট, পেরিস্পোরবিহীন, বহিস্ত্বক শক্ত, পিঙ্গাল এবং বিভিন্ন ভাবে অলংকৃত।

অনুকূল উষ্ণতা ও আর্দ্রতায় রেণুর বহিঃপ্রাচীর বিদীর্ণ হয় এবং একটি নিউক্লিয়াস বিশিষ্ট প্রোটোপ্লাজম বাইরে বেরিয়ে এসে ছোট্ট একটি নলাকৃতির থ্যালাস কোষ গঠন করে। ক্রমশ এই কোষটি থেকে একটি নিউক্লিয়াস যুক্ত রাইজয়েড কোষ প্রাথমিক রাইজয়েড গঠন করে, থ্যালাস কোষটি বারবার প্রস্থ বরাবর বিভক্ত হয়ে সবুজ ফিতার মতন আকৃতি ধারণ করে। এই ফিতার মতন অংশের একটি বা দুটি অগ্র কোষ বিভাজিত হয়ে চাকতির আকৃতি ধারণ করে। পরবর্তী কালে এই ছোট চাক্তিটির চারিদিকে বিভাজনের ফলে এককোষস্তর বিশিষ্ট বড় চাক্তির আকার ধারণ করে ক্রমে চাকতিটি ঘিরে একসারি প্রান্তীয় ভাজক কলার এবং পাশের কোষগুলি অধিক বিভাজনের ফলে চাক্তির অগ্রভাগে খাঁজের সৃষ্টি হয় এবং প্রোথ্যালাস গঠন করে।

প্রোথ্যালাসের পশ্চাৎভাগ থেকে গৌণ রাইজয়েড গঠিত হয়। প্রোথ্যালাসটির কোষগুলি পাতলা প্রাচীর বিশিষ্ট এবং সাইটোপ্লাজম অনেকগুলি চাক্‌তির ন্যায় ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত। ক্লোরোপ্লাস্ট ও রাইজয়েড থাকায় এটি স্বভোজী প্রোথ্যালাস সহবাসী, জনন অঙ্গগুলি অঙ্কদেশে অবস্থিত। পুংধানী পশ্চাৎভাগে রাইজয়েডের মধ্যে উৎপন্ন হয়। স্ত্রীধানী অগ্রভাগের খাঁজের ঠিক নীচের অংশে দলবদ্ধভাবে উৎপন্ন হয়। স্ত্রীধানীর গ্রীবা পুংধানীর দিকে বাঁকানো থাকে। (চিত্র 7.15 ক-গ)

পুংধানী ছোট, অবৃন্তক, গোলাকার, পুংধানীর প্রাচীর তিনটি আংটির ন্যায় (ring cell) কোষ দ্বারা গঠিত, এবং নীচে একটি বৃন্তকোষ বর্তমান। প্রাচীরের ভিতর 32 টি বহুফ্ল্যাজেলা বিশিষ্ট শুক্রাণু গঠিত হয়। প্রোথ্যালাসের উপরিতলে একটি কোষের আনুভূমিক বিভাজনের সঙ্গে পুংধানী সৃষ্টি শুরু হয়। নীচের দিকে বেসাল (Basal) কোষ ও ওপরের কোষটি অ্যান্‌থেরিডিয়াল ইনিশিয়াল (Initial)। শেষোক্ত কোষটি বিভক্ত হয়ে ওপরদিকে কেন্দ্রীয় কোষ এবং নীচে প্রথম নলাকৃতি কোষ গঠন করে। কেন্দ্রীয় কোষটি বক্র ভাবে বিভক্ত হয়ে বাইরের আবরক কোষ (Jacket cell) এবং প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনীয় কোষ গঠন করে। আবরক কোষের পেরিক্লীনীয় (তল সমান্তরাল) বিভাজনের ফলে পুংধানীর প্রাচীর তৈরি হয়। প্রাথমিক অ্যান্ড্রোগোনীয় কোষটি বারবার বিভাজিত হয়ে 16 টি শুক্রাণু মাতৃকোষ গঠন করে।

স্ত্রীধানী দলবদ্ধভাবে অগ্রবর্তী খাঁজের নীচে অবস্থান করে। স্ত্রীধানী দেখতে ঘটির আকৃতির, নীচের দিক গোলাকৃতির ভেন্টার এবং একটি নাতিদীর্ঘ সরু গ্রীবা নিয়ে গঠিত। ভেন্টার প্রোথ্যালাসের কলায় নিমজ্জিত থাকে। ভেন্টারের প্রাচীর নেই এবং ডিম্বাণু ও অঙ্কীয় নালি কোষ নিয়ে গঠিত, গ্রীবা প্রোথ্যালাসের তলের ওপরে প্রক্ষিপ্ত থাকে। প্রোথ্যালাসের ওপর একটি মাত্র আনুভূমিকভাবে বিভক্ত হয়ে ওপর দিকে প্রাথমিক ঢাকনি কোষ এবং নীচে কেন্দ্রীয় কোষের মাতৃকোষ গঠন করে। নীচের কোষটি বিভাজিত হয়ে তিনটি কোষ গঠন করে ওপরে প্রাথমিক ঢাক্‌নি কোষ, মাঝে কেন্দ্রীয় কোষ এবং নীচে বেসাল কোষ। ঢাক্‌নি কোষ দুটি পর্দা দ্বারা চারটি কোনাকুনি সাজানো প্রাথমিক গ্রীবা কোষ গঠন করে, ইতিমধ্যে কেন্দ্রীয় কোষ দুটি ভাগে বিভক্ত হয়ে ওপরে প্রাথমিক গ্রীবা নালি কোষ এবং নীচে প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ তৈরি করে। প্রাথমিক গ্রীবা কোষ বিভক্ত হয়ে 3 - 5 কোষ বিশিষ্ট গ্রীবা গঠন করে। গ্রীবা নালি কোষ ক্রমে দ্বিনিউক্লিয়াস বিশিষ্ট হয়। প্রাথমিক অঙ্কীয় কোষ বিভক্ত হয়ে ওপর দিকে অপেক্ষাকৃত ছোট অঙ্কীয় নালি কোষ এবং নীচের দিকে ডিম্বাণু কোষ গঠন করে। গ্রীবা কোষ গুলির অসম বৃদ্ধির ফলে এটি বেঁকে যায়।

7.4.6 নিষেকঃ

প্রোথ্যালাসের নীচের তলে জলের আধিক্য ঘটলে নিষেক কার্য শুরু। নিষেকের আগেই পরিণত স্ত্রীধানীর অঙ্কীয় নালি কোষ ও গ্রীবা নালি কোষ বিনষ্ট হয়ে মিউসিলেজ ও স্যালিক অ্যাসিড সমন্বিত পথের সৃষ্টি করে । ম্যালিক অ্যাসিডের (malic acid) প্রতি আকৃষ্ট হয়ে একটি বহুফ্ল্যাজেলা যুক্ত শুক্রাণু গ্রীবা নালি পথে অগ্রসর হয়ে অবশেষে ডিম্বাণুর সঙ্গে মিলিত হয়। নিষিক্ত ডিম্বাণুর চারিদিকে একটি শক্ত প্রাচীর তৈরি হয় এবং উস্পোর বা জাইগোট গঠিত হয়, সঙ্গে সঙ্গে নতুন রেণুধর জনুর সূচনা হয়।

7.4.7 নতুন রেণুধর উদ্ভিদের সৃষ্টি ঃ

জাইগোট প্রথমে স্ত্রীধানীর অক্ষ বরাবর লম্বালম্বিভাবে দুটি অসম কোষে বিভক্ত হয়। প্রোথ্যালাসের ওপরদিকে ছোট কোষটি এপিবেসাল ও নীচের বড় কোষটি হাইপোবেসাল কোষ। কোষ দুটি আবার সমকোণে বিভক্ত হয়ে চতুষ্টয় দশার সৃষ্টি করে। আরো পরবর্তী বিভাজনের ফলে যথাক্রমে 16 ও 32 কোষ সমন্বিত অবস্থা সৃষ্টি করে। (চিত্র 7.16 ক - গ) 32 কোষ সমন্বিত ভ্রূণের সম্মুখস্থ উপরি অষ্টক থেকে বিটপ সৃষ্টি হয়, নিম্ন অষ্টক থেকে পাতা নির্গত হয়। পশ্চাৎবর্তী উপরি অষ্টক থেকে মূল এবং নিম্ন অষ্টক থেকে পদ গঠিত হয়। ভ্রূণের বৃদ্ধির সঙ্গে প্রোথ্যালাস শুকিয়ে যায় এবং মাটিতে প্রোথিত হয়ে উদ্ভিদ টিকে ধরে রাখে। (চিত্র 7.16 ঘ - চ)।

7.4.8 সনাক্তকরণ বৈশিষ্ট্য ঃ—

(ক) এটি একটি স্থলজ ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদ।

(খ) কাণ্ড গ্রন্থিকন্দ যুক্ত যা র‍্যামেন্টা নামে এক প্রকার শুষ্ক শল্কপত্র দিয়ে ঢাকা থাকে।

(গ) পাতা যৌগিক

(ঘ) কাণ্ড ডিক্‌টিওস্টিলি যুক্ত এবং পত্র অবকাশ বিশিষ্ট,

(ঙ) পত্রকের নীচের দলে বাঁকানো কিনারায় রেণুস্থলী একত্রিত হয়ে সোরাস গঠন করে। সোরাস সিনোসোরাস জাতীয়, মিশ্র সোরাস গোষ্ঠী ভুক্ত, সোরাসের অবস্থান অন্তঃকিনারায় (intramarginal)

(চ) রেণুস্থলীর উৎপত্তি লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েট জাতীয়।

(ছ) প্রোথ্যালাস সবুজ রংয়ের ও হৃদপিন্ডাকার, সহবাসী, স্বভোজী।

7.5 সারাংশ

স্ফেনপ্‌সিডা শ্রেণীভুক্ত একমাত্র জীবিত গণ হল Equisetum বা হর্সটেল। অস্ট্রেলিয়া ও নিউজিল্যান্ড ছাড়া প্রায় সারা পৃথিবীতে এটি বিস্তৃত। ভারতবর্ষে হিমালয় সংলগ্ন পার্বত্য অঞ্চলে ও নদী উপত্যকায় এদের বিভিন্ন প্রজাতি দেখা যায়। এটি একটি বহুবর্ষজীবী, বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ। রেণুধর উদ্ভিদে একটি ভূনিম্নস্থ কন্দল অংশ ও একটি বায়বীয় অংশ আছে যা পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত। পর্বমধ্যে খাঁজ ও শিরা একান্তর ভাবে সজ্জিত থাকে। উপরিত্বকে সিলিকাস্তর থাকায় এটি উদ্ভিদকে দৃঢ়তা প্রদান করে। কাণ্ডের বহির্মজ্জা অংশে ভ্যাসেকুলার নালী ও নালিকা বান্ডিলের প্রোটোজাইলেম অংশে ক্যারীনাল নালি বা প্রোটোজাইলেম নালি থাকে। ইকুইজিটামে জনন স্ফীত কন্দ (অঙ্গজ) ও রেণুদ্বারা সম্পন্ন হয়। রেণুমঞ্জরীতে অনেকগুলি বৃত্তাকার চাকতির ন্যায় রেণুস্থলী দণ্ড (Sporangiophore) সজ্জিত থাকে এবং এদের প্রত্যেকের নীচের তলে ঝুলন্ত অবস্থায় রেণুস্থলী থাকে। রেণু একই আকৃতির (সমরেণুপ্রসূ), রেণুর বাইরে এপিস্পোর নামে একটি পর্দা থাকে যা বিভক্ত হয়ে চারটি

ফিতার মত ইলেটার গঠন করে যা রেণুবিস্তারে সাহায্য করে। কিছু কিছু প্রজাতিতে প্রারম্ভিক অসমরেণুপ্রসূতা (Incipient heterospory) দেখা যায়। প্রোথ্যালাস সবুজ রং এর, সহবাসী বা ভিন্নবাসী হতে পারে এবং একটি প্রোথ্যালাস থেকে একাধিক রেণুধর উদ্ভিদ সৃষ্টি হয়। ইকুইজিটামের ভেষজ হিসেবে ব্যবহার ছাড়াও এর কিছু কিছু প্রজাতি খনিজ (সোনা) অনুসন্ধানে সাহায্য করে।

Marsilea একটি জলজ ফার্ণ যা পৃথিবীর উষ্ণ অঞ্চলে ডোবা, নালা ও জলাভূমিতে জন্মায়। সারা পৃথিবীতে প্রায় 70 টি প্রজাতি আছে যার মধ্যে 9 টি প্রজাতি ভারতে দেখা যায়। এটি একটি গ্রন্থিকন্দ বিশিষ্ট বীরুৎ জাতীয় উদ্ভিদ যেখানে পাতাগুলি পর্বের ওপরদিকে দুই সারিতে একান্তর ভাবে বিন্যস্ত থাকে। কাণ্ডে বহির্কর্টেক্স স্তর অ্যারেনকাইমা কলা দিয়ে তৈরি যা কাণ্ডে প্রবতা (Buyoyancy) আনতে সাহায্য করে। কেন্দ্রীয় নালিকা বাণ্ডিল অ্যাম্ফিফ্লোরিক সাইফোনোস্টিলি জাতীয়। রেণুধর উদ্ভিদে অঙ্গজ জনন ও রেণুদ্বারা জনন কার্য হয়। অসমরেণুপ্রসূ, পুং ও স্ত্রীরেণুস্থলী স্পোরোকার্প নামে একটি দ্বিকপাটিকা যুক্ত বিশেষ অঙ্গের মধ্যে অবস্থান করে। স্পোরোকার্পে প্রতিটি কপাটিকার প্রান্তদেশে দুই সারিতে সোরাই অবস্থিত; সোরাই ইন্ডুসিয়াম যুক্ত ও পরিস্ফুরণগতভাবে গ্রেডেট ধরনের। স্পোরোকার্পের দুই কোণে জিলেটিন যুক্ত অঞ্চল থাকে যা পরিণত অবস্থায় স্পোরোকার্পের বিদারণ ও রেণুবিস্তারে সাহায্য করে।

Pteris একটি ফিলিকেলিস বর্গের টেরিডেসী গোত্রভুক্ত একটি অতিপরিচিত স্থলজ ফার্ণ বা পৃথিবীর গ্রীষ্মপ্রধান, উপগ্রীষ্ম প্রধান অঞ্চলের শীতল, ভেজা, ছায়াচ্ছন্ন অঞ্চলে প্রচুর দেখা যায়। উদ্ভিদদেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভেদিত; কাণ্ড খর্ব, দৃঢ়, শাখাহীন গ্রন্থিকাণ্ড যা বাদামী শল্ক (র‍্যামেন্টা) দিয়ে ঢাকা থাকে। পাতা যৌগিক, অপরিণত পাতায় মুকুল পত্র বিন্যাস দেখা যায়। কাণ্ড ডিক্‌টিওস্টিলি যুক্ত এবং পত্রাবকাশ বিশিষ্ট। রেণুধর উদ্ভিদে অঙ্গজ ও রেণুদ্বারা জনন কার্য হয়। পত্রকের নিচের তলে বাঁকানো কিনারায় রেণুস্থলী একত্রিত হয়ে সিনোসোরাস গঠন করে। পরিস্ফুরণগত ভাবে সোরাস মিশ্রজাতীয় (Mixed)। সোরাস বাঁকানো পত্রকিনারা দিয়ে ঢাকা থাকে বলে এটিকে মেকী ইন্ডুসিয়াম বলে। রেণুস্থলীর উৎপত্তি লেপ্টোস্পোর‍্যানজিয়েট জাতীয়; সমরেণু প্রসূ, রেণুরন্ধ্র ত্রিধাবিভক্ত। প্রোথ্যালাস সবুজ রং এর, হৃৎপিণ্ডাকার, সহবাসী।

7.6 অনুশীলনী — 1

---

i) সঠিক উত্তরটি চিহ্নিত করুন ঃ-

(ক) Pteris এর সোরাসকে (i) সরল (ii) গ্রেডেট (iii) মিশ্র সোরাস বলে।

(খ) Pteris এ রেণুস্থলী (i) বহু (ii) 1 টি (iii) 4 টি প্রারম্ভিক কোষ থেকে সৃষ্টি হয়।

(গ) Pteris এ স্টিলির গঠন (i) সোলানোস্টিলি (ii) ডিক্‌টিওস্টিলি (iii) সোলানোস্টিলি ও ডিক্‌টিওস্টিলি হয়।

2. সংক্ষিপ্ত উত্তর দিন ঃ-

(ক) মেকি ইন্ডুসিয়াম কী? কোথায় পাওয়া যায়?

(খ) সোরোফোর কাকে বলে? এর কাজ কী?

(গ) Equisetum এর কোষ প্রাচীরে সিলিকা আস্তরণ অত্যাবশ্যকীয় কেন?

7.7 উত্তরমালা

অনুশীলনী — ১

(i) ক) সিলিকা

খ) নিমজ্জিত

গ) ভ্যালেকুলার

ঘ) আবরক

ঙ) রেণুস্থলীধর

(ii) ক— (iii)

খ— (ii)

গ— (ii)

অনুশীলনী— 2

(i) ক— সুপ্ত চলন

খ— অ্যাম্পিফ্লোরিক সাইফোনোস্টিলি

গ— স্পোরোকার্প

(ii) ক— ঠিক

খ— ভুল

গ— ঠিক

অনুশীলনী—৩

(i) ক— (iii)

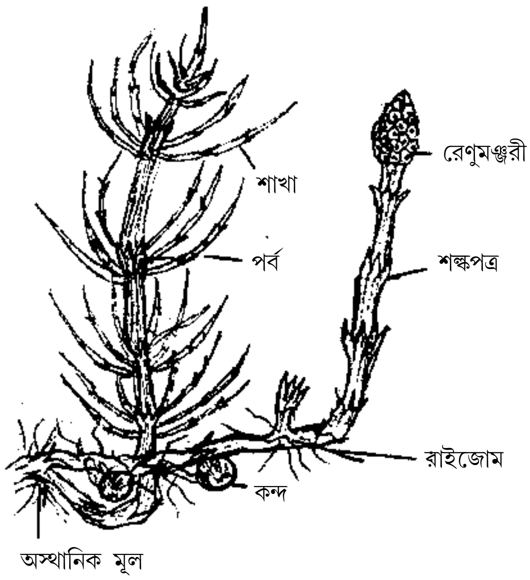
খ— (ii)

গ— (iii)

(ii) ক — ফার্ণে অনেকসময় রেণুস্থলীগুলি গুচ্ছাকারে পত্রকের নীচের দিকে বাঁকানো প্রান্তদেশের দুই পাশে সাজানো থাকে ও সোরাস (সিনোসোরাস) গঠন করে। এই ধরনের সোরাস বাঁকানো পত্র কিনারা দিয়ে আবৃত থাকে এবং ইন্ডুসিয়ামের মত কাজ করে তাই একে মেকি ইন্ডুসিয়াম বলে। এধরনের ইন্ডুসিয়াম Pteris এ দেখা যায়।

2. খ) Marsilea র পরিণত স্পোরোকার্প অঙ্কুরোদ্গমের উপযুক্ত হলে এটি প্রচুর জল শোষণের ফলে ফুলে ফুলে উঠে বিদারিত হয় এবং কয়েক মিনিটের মধ্যে একটি কেঁচোর ন্যায় জিলেটিন যুক্ত অঙ্গ গঠন করে যার গায়ে সোরাসগুলি লাগানো থাকে। একে সোরোফোর বলে। সোরোফোরের জিলেটিন যুক্ত অংশ জল শোষণ করলে সোরাসগুলি বাইরের দিকে বেরিয়ে আসে এবং অবশেষে রেণুস্থলী বিদারণের ফলে রেণুর বিস্তার ঘটে।

গ) Equisetum কোষ প্রাচীরে খুব অল্প লিগ্‌নিন থাকে। তাই কাণ্ডে দৃঢ়তা প্রদান ও খাড়া হয়ে বেড়ে ওঠার জন্য কোষ প্রাচীরে সিলিকার আস্তরণ হওয়া জরুরী। তাছাড়া জীবাণু ও অন্যান্য আক্রমণকারীর হাত থেকে রক্ষা করা ও জল সংরক্ষণেও সিলিকার ভূমিকা আছে বলে মনে করা হয়।

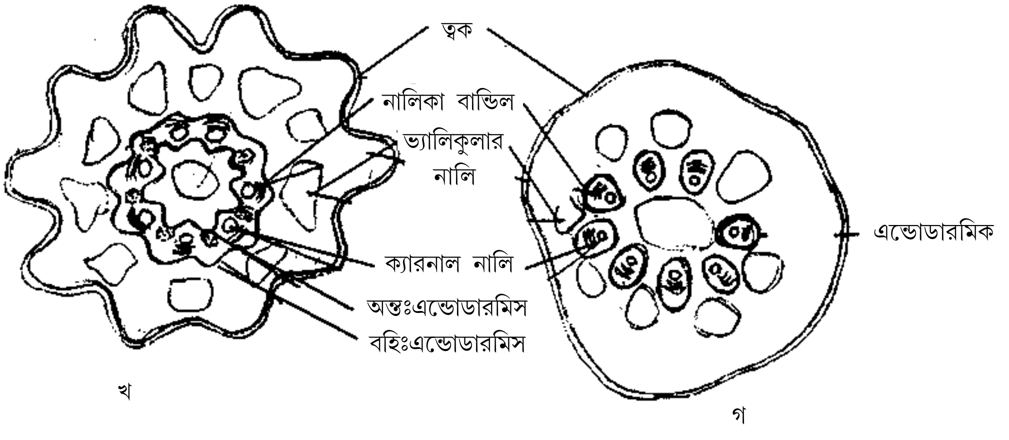


চিত্র নং 7.1 Equisetum arrvense-এর রেণুধর উদ্ভিদ

ক

চিত্র নং 7.2 Equisetum-এর কাণ্ড ও রাইজোমের রেখাঙ্কিত প্রস্থচ্ছেদ

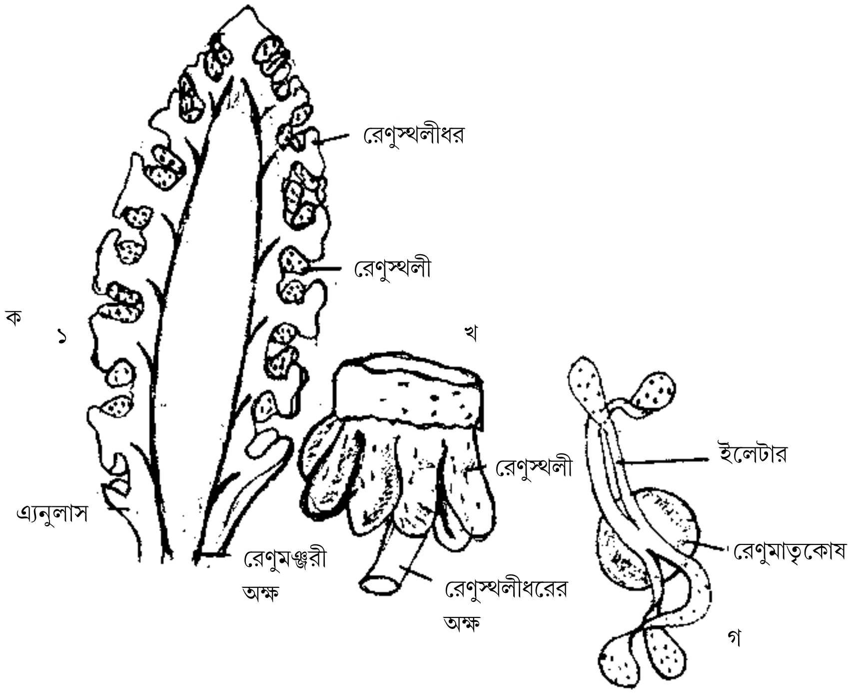
(ক) ইকুইজিটাম সিলভাটিকাম এর বায়বীয় কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র নং 72 Equisetum-এর কাণ্ড ও রাইজোমের রেখান্বিত প্রস্থচ্ছেদ

(খ) ইকুইজিটাম সিলভাটিকাম এর রাইজোমের প্রস্থচ্ছেদ

(গ) ইকুইজিটাম হাইয়েমেল রে রাইজোমের প্রস্থচ্ছেদ



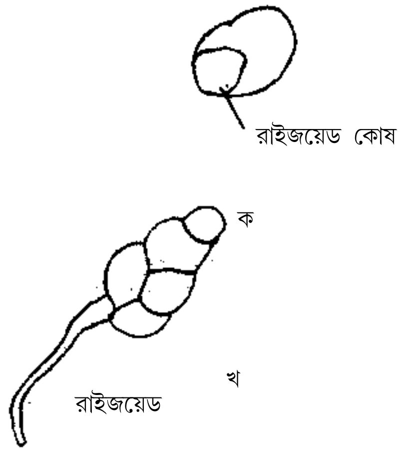
চিত্র নং 7.3 রেণুমঞ্জরীর বিভিন্ন অংশ

(ক) রেণুমঞ্জুরীর লম্বচ্ছেদ

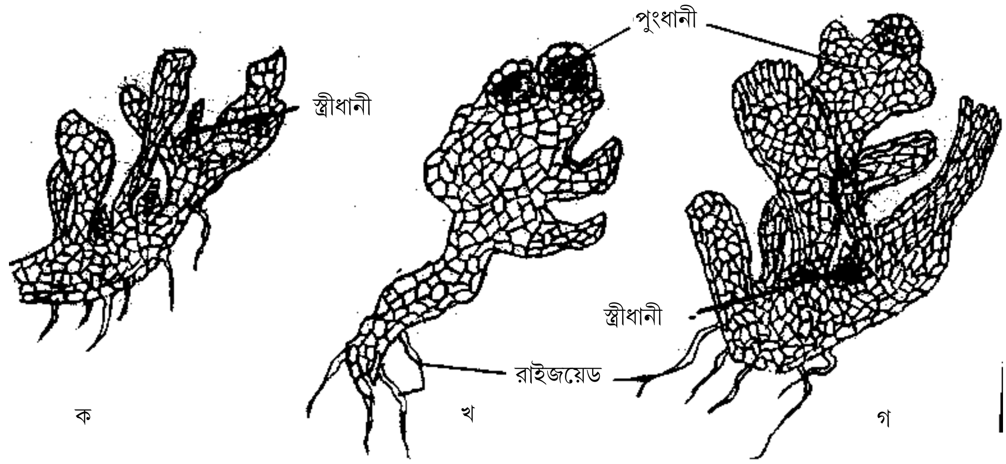
(খ) রেণুস্থলী সমন্বিত একটি রেণুস্থলীধর

(গ) ইলেটার সমন্বিত অকুণ্ডলিত রেণু

চিত্র নং 7.4 Equisetum-এর রেণুস্থলীর পরিস্ফুরণ



চিত্র নং 7.5 ক, খ Equisetum -এর রেণুর অঙ্কুরোদ্গাম

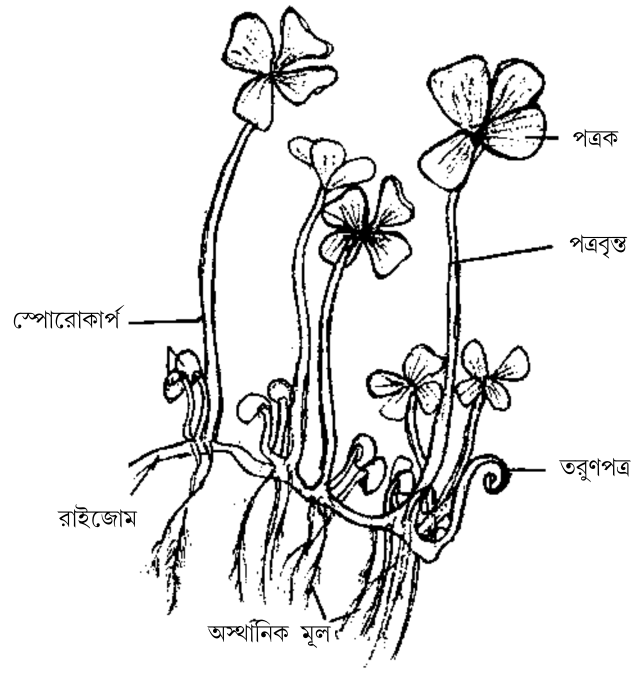


চিত্র নং 7.6 Equisetum-এর সহবাসী ও ভিন্নবাসী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

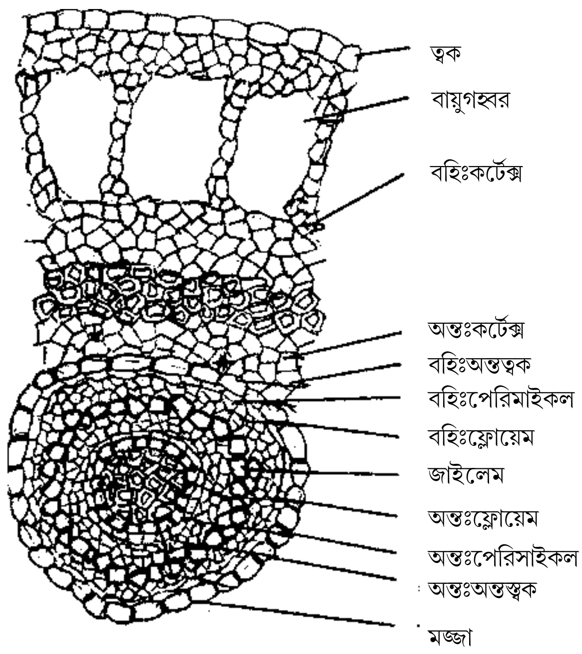
(ক) স্ত্রীধানী সমন্বিত লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

(খ) পুংধানী সমন্বিত লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

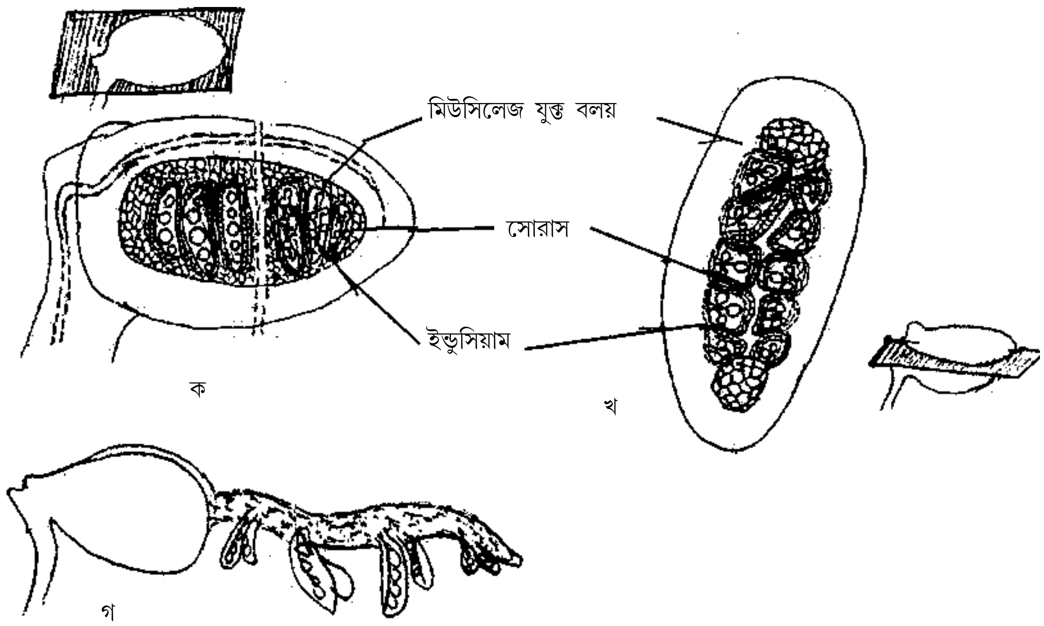
(গ) স্ত্রী ও পুংধানী সমন্বিত সহবাসী লিঙ্গার উদ্ভিদ



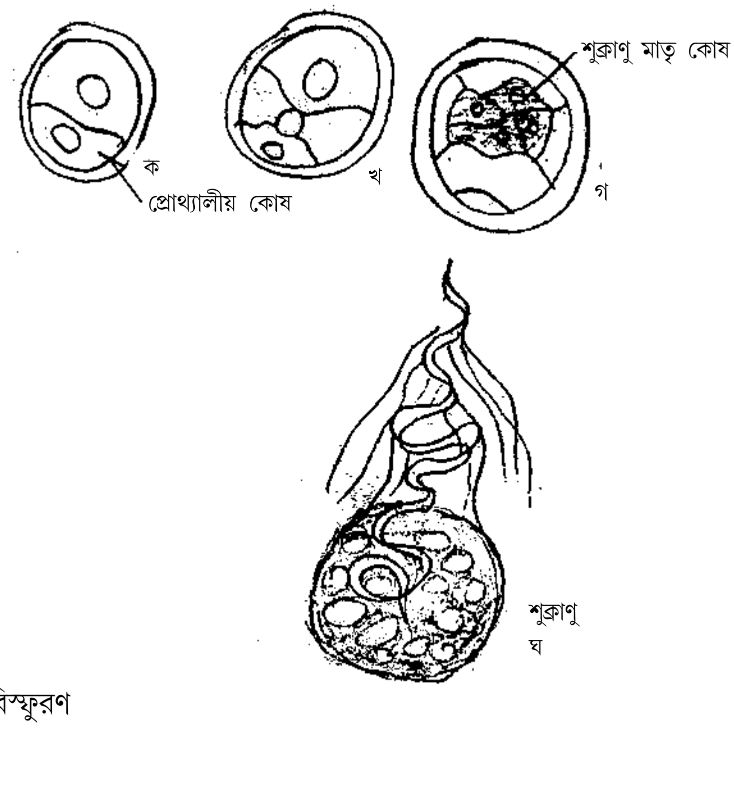
চিত্র নং 7.7 Marsilea-এর রেণুধর উদ্ভিদ



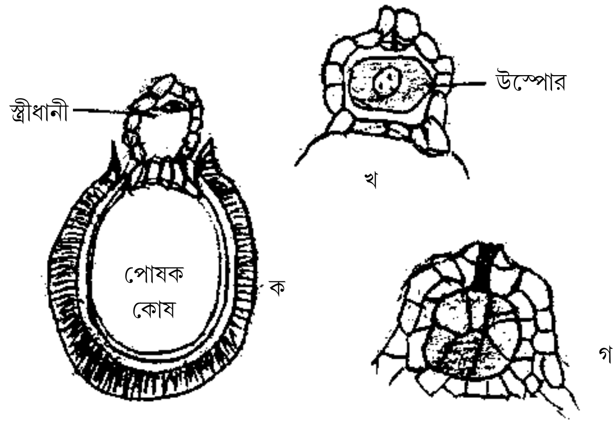
চিত্র নং 7.8 Marsilea-এর কাণ্ডের রেখাঙ্কিত প্রস্থচ্ছেদ



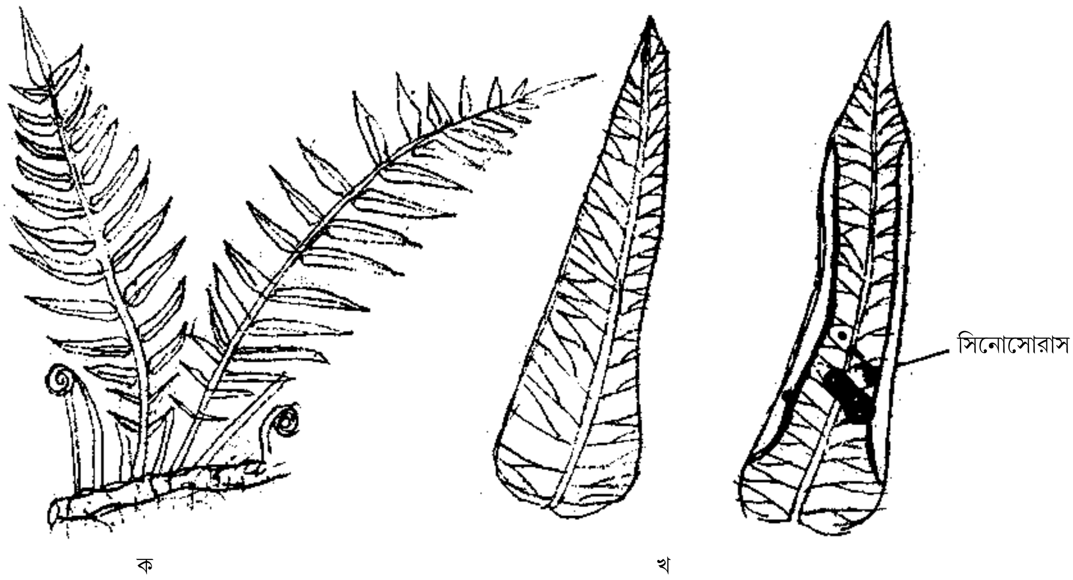
চিত্র নং 7.9 ক. স্পোরোকার্পের উল্লম্ব লম্বচ্ছেদ, খ. স্পোরোকার্পের উল্লম্ব প্রস্থচ্ছেদ, গ. স্পোরোকার্পের বিদারণ



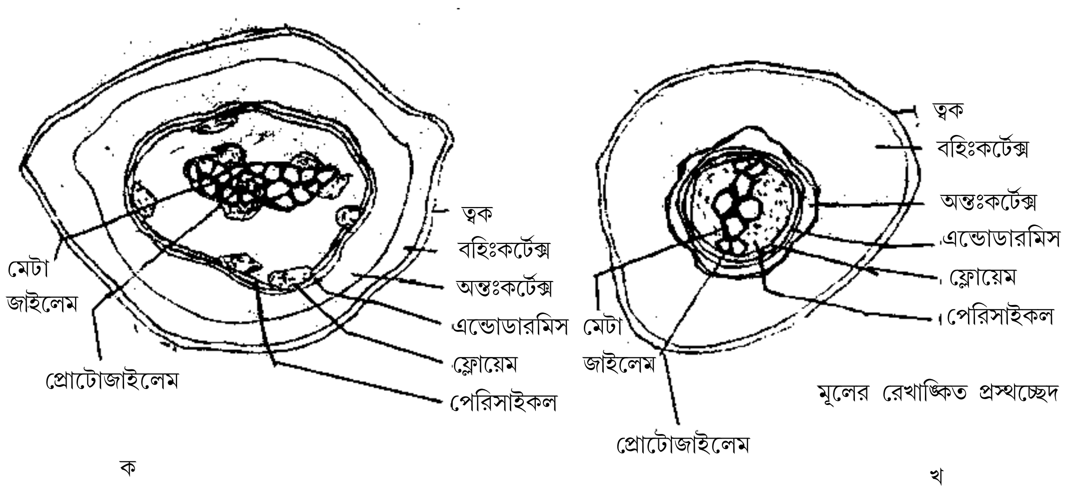
চিত্র নং 7.10 পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের পরিস্ফুরণ (ক, খ, গ) ও পূর্ণাঙ্গ শুক্রাণু (ঘ)



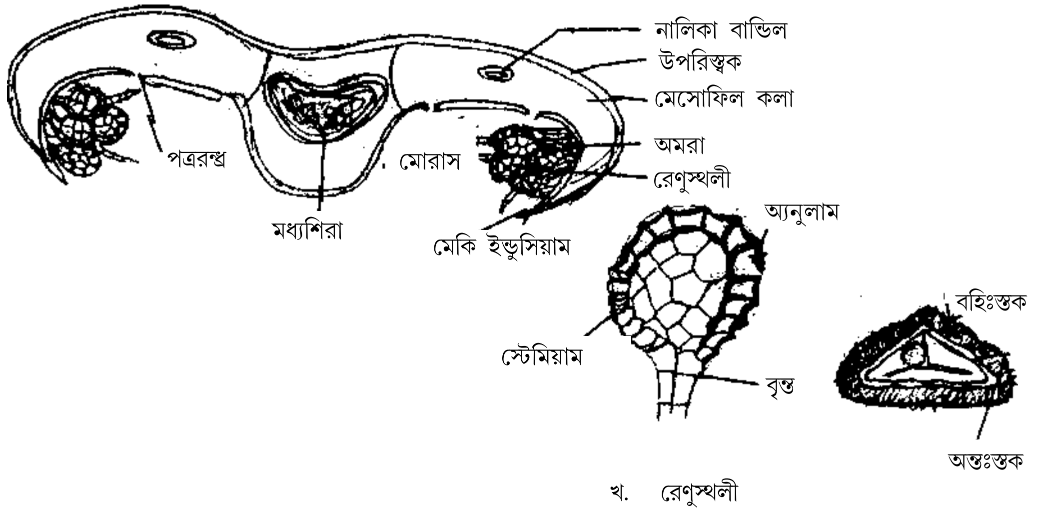
চিত্র নং 7.11 ভ্রূণের পরিস্ফুরণ (ক-গ)



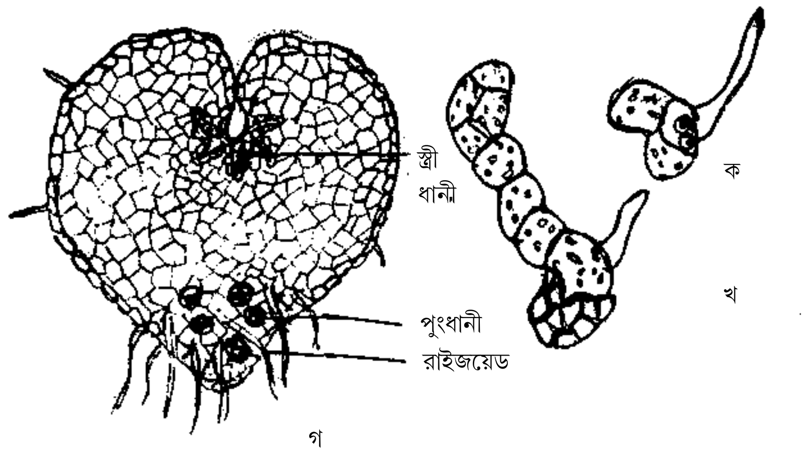
চিত্র নং 7.12 ক. Pleric রেণুধর উদ্ভিদ, খ. পত্রক ও সিনোসোরাস



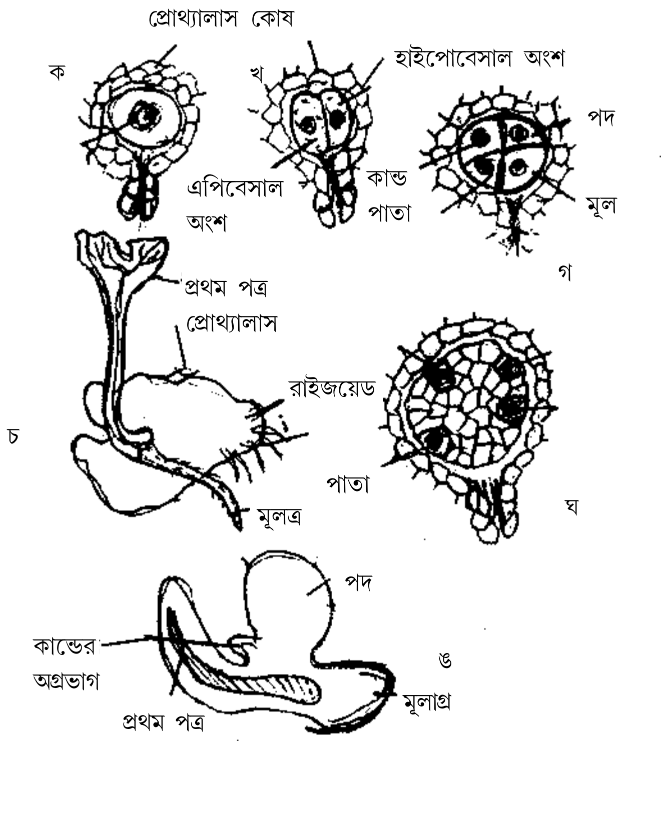
চিত্র নং 7.13 রাইজোমের রেখাঙ্কিত প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র নং 7.14 ক. সোরাসের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র নং 7.15 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের পরিস্ফুরণ (ক - গ)



চিত্র নং 7.16 ভ্রূণ পরিস্ফুরণের বিভিন্ন দশা (ক - ঙ)

একক 8 ❑ কয়েকটি বিলুপ্ত আদি ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদের পরিচয় ঃ

8.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

8.2 গণ রাইনিয়া (Rhynia)

8.2.1 ভূতত্ত্বীয় বয়স ও ভৌগোলিক বিস্তৃতি

8.2.2 রেণুধর উদ্ভিদ

8.2.2.1 আগ্লাওফাইটন মেজর (Aqlaophyton major) [= রাইনিয়া মেজর, Rhynia major]

8.2.2.2 রাইনিয়া গাইন- ভয়ানী (Rhynia gwynne - vaughani)

8.2.3 লিঙ্গাধর উদ্ভিদ

অনুশীলনী — 8.1

8.3 গণ লেপিডোডেন্ড্রন (Lepidodendron)

8.3.1 উদ্ভিদ জগতে স্থান

8.3.2 বহির্গঠন

8.3.3 অন্তর্গঠন

8.3.4 জনন অঙ্গা

অনুশীলনী — 2

8.4 গণ লেপিডোকারপণ (Lepidocarpon)

8.4.1 গঠন

8.4.2 লেপিডোকারপণ কি ডিম্বক ?

অনুশীলনী — 3

8.5 গণ ক্যালামাইটিস (Calamites)

8.5.1 গঠন

8.5.1.1 মূল

8.5.1.2 কাণ্ড

8.5.1.3 পাতা

8.5.2 মঞ্জরী

8.5.2.1 ক্যালামোস্ট্যাকিস (Calamostachys)

8.5.2.2 প্যালিওস্ট্যাকিয়া (Palaeostachya)

8.5.2.3 মাজোস্ট্যাকিস (Mazostachys)

8.5.2.4 ক্যালামোকারপণ (Calamocarpon)

8.5.3 ক্যালামাইটিস ও বীজবাহিতা (Seed habit)

অনুশীলনী — 4

8.6 গণ আর্কেওপ্টেরিস (Archaeopteris)

8.6.1 ঐতিহাসিক পটভূমিকা

8.6.2 উদ্ভিদ জগতে স্থান ও ভূতাত্ত্বিক বয়স

8.6.3 গঠন

8.6.3.1 পাতা

8.6.3.2 কাণ্ড

8.6.3.3 জনন

8.6.4 Archaeopteris এর গুরুত্ব,

8.7 সারাংশ

8.8 প্রান্তীয় প্রশ্নাবলী

8.9 উত্তরমালা

8.1 প্রস্তাবনা ঃ

প্রথম স্থলজ নালিকা বান্ডিলযুক্ত উদ্ভিদের উৎপত্তিকে উদ্ভিদরাজ্যের প্রাচীন, দীর্ঘ বিবর্তন ইতিহাসের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ ঘটনা বলে মনে করা হয়। সম্ভাব্য জলজ পরিবেশের পূর্বসুরী থেকে এদের সৃষ্টি হয়েছিল বলেই বেশিরভাগ বৈজ্ঞানিক মনে করেন। জল থেকে স্থলে আসার পর সম্পূর্ণ নতুন পরিবেশে মানিয়ে নেওয়ার জন্য প্রাথমিক স্থলজ উদ্ভিদগুলির কিছু কিছু গঠনগত ও রাসায়নিক পরিবর্তন হয়, (যেমন মূল ও জল শোষণ তন্ত্র লিগনিন যুক্ত জল ও খনিজ পরিবহনকারী কলা, গ্যাসীয় আদান প্রদানের জন্য নির্দিষ্ট রন্ধ্র বিশুষ্কীভবন

রোধ করার ব্যবস্থা ইত্যাদি) এই আদি উদ্ভিদগুলি স্থলজ পরিবেশে নিজেদের মানিয়ে নেওয়ার পর আস্তে আস্তে গঠনগত ভাবে জটিল থেকে জটিলতর হয় এবং বিভিন্ন গোষ্ঠীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি করে।

আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগুলির পেলিওজোয়িক অধিযুগের (Palaeozoic) সিলুরিয়ান (Silurian) মহাযুগে (প্রায় 40 কোটি বছর পূর্বে) উৎপত্তি হয়েছিল বলে মনে করা হয়। একমাত্র জীবাশ্ম থেকে এদের সম্পর্কে সম্যক ধারণা করা যায়। 5 ও 3 নং এককে আমরা বিভিন্ন গোষ্ঠীর অন্তর্ভুক্ত জীবিত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ সম্পর্কে জানতে পেরেছি। বর্তমান এককে আমরা বিলুপ্ত কয়েকটি আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ সম্পর্কে জানব।

উদ্দেশ্য ঃ এই এককে অতি প্রাচীন রাইনিয়া (Rhynia) লিপিডোডেনড্রন, (Lepidodendron) লেপিডোকারপণ, (Lepidocarpon) ক্যালামাইটিস (Calamites) ও আর্কেওপ্টেরিস (Archaeopteris) এর বৈশিষ্ট্য নিয়ে আলোচনা করা হবে। রাইনিয়া থেকে ধারণা পাওয়া যাবে প্রাথমিক স্থলজ নালিকা বান্ডিলযুক্ত উদ্ভিদগুলি গঠনগত ভাবে কেমন ছিল। বর্তমানে জীবিত লাইকোপোডিয়াম (Lycopodium) ও ইকুইজিটামের (Equisetum) পূর্বসূরীরা কেমন ছিল তার সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা হবে Lepidodendron, Lepidocarpon ও Calamites এর বৈশিষ্ট্যগুলি জানলে। আর Archaeopteris এ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ ও ব্যক্তজীবী উদ্ভিদের চরিত্রের সমাহার হওয়ায় এদের ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পূর্বসূরী বলে ধারণা করা হয়। সুতরাং এদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে জানতে পারলে কিভাবে অপুষ্পক ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ থেকে সপুষ্পক ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছিল সে সম্পর্কে কিছুটা ধারণা পাওয়া যায়।

8.2 রাইনিয়া (Rhynia)

Rhynia অতিপ্রাচীন আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগুলির অন্যতম। কিড্স্টন ও ল্যাং (1917-1921) প্রাথমিকভাবে Rhynia র দুটি প্রজাতি যথা রাইনিয়া গাইন-ভয়ানী, (R gwynne - Vaughani), রাইনিয়া মেজর (R. major) এর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করেন। পরবর্তীকালে ডি. এস্ এড্ওয়ার্ডস (1986) মনে করেন যে Rhynia major আসলে একটি নালিকা বান্ডিলহীন উদ্ভিদ। সুতরাং Rhynia র একমাত্র প্রজাতি R. gwynne-Vaughani বর্তমান, যার উদ্ভিদরাজ্যে স্থান নিম্নরূপ।

শ্রেণী ঃ রাইনিওপসিডা (Phyniopsida)

গোত্র ঃ রাইনিয়েসী (Rhyniaceae)

গণ ঃ রাইনিয়া (Rhynia)

প্রজাতি ঃ রাইনিয়া গাইন-ভয়ানী (R. gnynne-Vaughani)

8.2.1 ভূতত্ত্বীয় বয়স ও ভৌগোলিক বিস্তৃতি ঃ

কিড্সস্টন ও ল্যাং (1917 - 1921) স্কটল্যান্ডের রাইনি (Rhynie) প্রদেশের 'রাইনি চার্ট (Rhynie-

Chert) স্তর থেকে এই উদ্ভিদ জীবাশ্মগুলি আবিষ্কার করেন। এই স্তরের ভূতত্ত্বীয় বয়স পুরাজীবীয় (পেলিওজোয়িক) অধিযুগের নিম্ন ডেভোনিয়ান (Lower Devonian) উপযুগ বলে মনে করা হয়। এই উদ্ভিদের দেহাংশগুলি খনিজপৃক্ত জীবাশ্ম (Permineralized) অবস্থায় আগ্নেয়গিরির ভস্মের মধ্যে প্রোথিত অবস্থায় পাওয়া গেছে। এ থেকে ধারণা করা হয় যে উদ্ভিদগুলি আগ্নেয়গিরি সংলগ্ন জলাভূমির পীট (Peat) স্তরে সংরক্ষিত হয়েছিল।

8.2.2 **রেণুধর উদ্ভিদ ঃ**

মূলহীন, রাইজোম যুক্ত উদ্ভিদ। কাণ্ড দ্বিধাবিভক্ত, পত্রহীন বা পাতার ন্যায় ক্ষুদ্র, উপাঙ্গাযুক্ত, প্রোটোস্টিলিযুক্ত। রেণুস্থলী প্রান্তীয়, পুরু প্রাচীরযুক্ত, সমরেণুপ্রসূ, রেণুরন্ধ্র ত্রিধাবিভক্ত (Trilete)। কিড্স্টন ও ল্যাং (1917 - 1921) উপরিউক্ত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যযুক্ত Rhynia র দুটি প্রজাতি (রাইনিয়া মেজর ও রাইনিয়া গাইন-ভয়ানী) বর্ণনা করেন।

8.2.2.1 রাইনিয়া মেজর (Rhynia major)

একটি বিরুৎ, প্রায় 50 সে.মি উচ্চ, শায়িত গ্রন্থিকাণ্ড ও ঋজু বায়বীয় অক্ষে (কাণ্ড) বিভক্ত, গ্রন্থিকাণ্ড মূলহীন কিন্তু রাইজয়েড যুক্ত এবং ঋজু কাণ্ড মসৃণ, দ্ব্যগ্র বিন্যাসযুক্ত (চিত্র - 8.1 ক)। শাখাগ্রে উপবৃত্তাকার রেণুস্থলী দেখা যায় যার মধ্যে ত্রিধাবিভক্ত রেণুরন্ধ্র যুক্ত সমরেণু বর্তমান। কিড্স্টন ও ল্যাং (1917 - 1921) এই উদ্ভিদের সংবহনতন্ত্র জাইলেম ও ফ্লোয়েম যুক্ত প্রোটোস্টিলি ধরনের বলে বর্ণনা করেন যার প্রোটোজাইলেম কেন্দ্রমুখী (Centrarch) এবং জাইলেম ট্রাকিডের প্রাচীরের বৃদ্ধি বলায়াকার (চিত্র 8.1 খ) সম্প্রতি ডি. এস. এড্ওয়ার্ডস (1986) Rhynia major এর সংবহনতন্ত্রে ট্রাকিডের অনুপস্থিতি প্রমাণ করেছেন যার ওপর ভিত্তি করে তিনি এই উদ্ভিদটিকে পরিবহনতন্ত্রহীন কিন্তু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জনুঃচক্র যুক্ত উদ্ভিদ বলে অভিহিত করেছেন। যথার্থ কারণেই এড্ওয়ার্ডস Rhynia major এর নতুন নাম করে (এগ্লাওফাইটন মেজর) (Aglaophyton major) সুপারিশ করেছেন।

8.2.2.2 রাইনিয়া গাইন-ভয়ানী (Rhynia gwynne-vaughani)

অপেক্ষাকৃত ছোট বিরুৎ, প্রায় 20 সে. মি. লম্বা। শায়িত গ্রন্থিকাণ্ড Aglaophyton এর ন্যায় দ্ব্যগ্র বিন্যাসযুক্ত, মূলহীন, রাইজয়েড যুক্ত কিন্তু ঋজু বায়বীয় অক্ষ ভিন্ন ধরনের, কাণ্ডের ওপর অর্ধগোলাকার উপাঙ্গা এবং পার্শ্বীয় শাখা (Lateral branch) বর্তমান পার্শ্বীয় শাখাগুলিকে অস্থানিক বলে মনে করা হয়। এই শাখাগুলির স্টিলি প্রধান অক্ষীয় স্টিলির সাথে সংযুক্ত অবস্থায় থাকতো না। তাই অনেকে মনে করেন যে এই শাখাগুলি মাতৃউদ্ভিদ থেকে আলাদা হয়ে নতুন স্বাবলম্বী রেণুধর উদ্ভিদ তৈরি করে অঙ্গজ জননে সাহায্য করতো। (চিত্র 8.1 ঘ)

সংবহনতন্ত্র প্রোটোস্টিলি যুক্ত এবং এর পরিচক্র ও অন্তস্ত্বক স্পষ্ট নয়। ট্রাকিডের প্রাচীরের বৃদ্ধি বলয়াকার। জাইলেমকে ঘিরে থাকতো কয়েকস্তর ফ্লোয়েমের মত কলা।

বায়বীয় কাণ্ডের বহির্ভাগ একস্তর আবরণী দিয়ে ঢাকা থাকে যা কিউটিকলের সঙ্গো তুলনা করা যেতে পারে। বহিঃস্ত্বক দুটি অঞ্চলে বিভক্ত—বাইরের কোষ ঘন সন্নিবদ্ধ, পত্ররন্ধ্রযুক্ত এবং ভিতরের কোষ গোলাকার, সবুজকণাযুক্ত ও মাঝে মাঝে বায়ু গহ্বর যুক্ত। পত্ররন্ধ্র, বায়ু গহ্বর ও সবুজকণার উপস্থিতি প্রমাণ করে যে এই উদ্ভিদের কাণ্ড সালোক সংশ্লেষ ক্ষম ছিল। (চিত্র 8.1 ঘ)

রেণুস্থলী ডিম্বাকার বা লম্বাটে। প্রাচীর বহুসারিবদ্ধ। ভিতরের দিকে ক্ষীণ প্রাচীরযুক্ত পোষক কলার মত কোষ (Tapetum) ও বাইরের দিকে থাকতো পুরু কোষ যুক্ত রেণুস্থলীর প্রাচীর। রেণু বিস্তারের পর রেণুস্থলী বৃন্তচ্যুত হত। রেণু চতুষ্টয় অজস্র, রেণু সমজাতীয়, পুরু কিউটিন আবরণযুক্ত, রেণুরন্ধ্র ত্রিধাবিভক্ত (চিত্র 8.1 ঙ)

8.2.3 লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ঃ

Rhynia র লিঙ্গাধর দেহ সম্পর্কে এখনও স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়নি। লিয়ঁ (1957) মনে করেন অঙ্কুরিত রেণুনালিকার শীর্ষে যে বহুকোষী গঠন দেখা যায়, তা লিঙ্গাধর দেহ হতে পারে। মার্কার (1958) এর মতে Rhyniaর দেহের কিছু অংশ খুব সম্ভবত গ্রন্থিকাণ্ড হল লিঙ্গাধর দেহ। পন্থ (1962) মনে করেন যে Rhynia র জনুঃক্রম সমজাতীয় এবং সম্ভবত ক্ষুদ্রতম প্রজাতি Rhynia gwynne-vaughani বড় প্রজাতি R. major-এর লিঙ্গাধর দেহ। পন্থ তাঁর মতবাদের সপক্ষে বলেছেন যে R. gwynne-vaughani প্রজাতির অর্ধগোলাকার স্ফীত অংশগুলি জনন অঙ্গা এবং পার্শ্বীয় শাখাগুলি নবীন রেণুধর উদ্ভিদ হতে পারে। ফরাসী বিজ্ঞানী লেমন (1968) পন্থের মতবাদ সমর্থন করেন। তিনি R. gwynne-vaughani প্রজাতির অর্ধগোলাকার স্ফীত অংশগুলির লম্বচ্ছেদ করে স্ত্রীধানীর উপস্থিতি প্রমাণ করেন। বায়ারহর্স্ট (1971) অবশ্য স্ত্রীধানীর মত গঠনগুলিকে হাইডাথোডের (hydathode) এর সঙ্গো তুলনা করেছেন।

পরবর্তীকালে রেমী ও রেমী (1980) শোয়েৎজার (1981) রাইনি চার্ট এর যে স্তর থেকে রাইনিয়ার প্রজাতি আবিষ্কৃত হয়েছিল সেখান থেকেই পুংধানী ও স্ত্রীধানী যুক্ত উদ্ভিদ আবিষ্কার করেছেন। লায়োনোফাইটন (Lyonophyton) ও সিয়াডো ফাইটন (Sciadophyton) হল এমনতর লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উদাহরণ। বিজ্ঞানীরা মনে করেন এই ধরনের উদ্ভিদের রেণুধর ও লিঙ্গাধর দেহ সমজাতীয় (homologous) সালোকসংশ্লেষ ক্ষম এবং সংবহন কলা যুক্ত।

অনুশীলনী — 1

1. সঠিক উত্তরটিতে ✓ চিহ্ন দিন

ক) Rhynia র প্রজাতির ভূতত্ত্বীয় বয়স হল

i) নিম্ন সিলুরিয়ান ii) উচ্চ সিলুরিয়ান iii) নিম্ন ডেভোনিয়ন

iv) নিম্ন কার্বনিফেরাস

খ) Rhynia gwynne- vaughani র কাণ্ডে

i) পত্র রন্ধ্র ii) বায়ুগহ্বর iii) সবুজ কণা iv) সব কয়টির উপস্থিতি কাণ্ডের সালোকসংশ্লেষ ক্ষমতা প্রমাণ করে।

গ) এডওয়ার্ডস যে প্রাথমিক চরিত্রের ভিত্তিতে Rhynia major এর নতুন নামকরণ করেন তা হল

i) মূলহীনতা ii) বৃহদাকৃতি iii) ট্রাকিডের অনুপস্থিতি

iv) রেণুস্থলীর গঠন।

2. এক কথায় উত্তর দিন।

ক) কে প্রথম Rhynia gwynne-vaughani কে R. major এর লিঙ্গধর উদ্ভিদ বলে অনুমান করেন?

খ) Rhynia major এর নতুন নাম কী?

গ) নালিকা বান্ডিল যুক্তি স্থলজ উদ্ভিদ পৃথিবীতে সর্বপ্রথম কোন্ সময় আবির্ভূত হয় বলে মনে করা হয়?

8.3 লেপিডোডেনড্রন (Lepidodendron)

উচ্চ কার্বোনিফেরাস (Upper carboniferous) উপযুগে লাইকপ্সিডা (Lycopsida) শ্রেণীভুক্ত একধরণের বৃহৎ বৃক্ষ ইউরোপ ও উত্তর আমেরিকায় জন্মাত যাদের মধ্যে Lepidodendron অন্যতম। 1820 সালে ষ্টার্নবার্গ এই উদ্ভিদের কাণ্ডের গায়ের পত্রমূল আবিষ্কার করেন। প্রসঙ্গাতঃ উল্লেখযোগ্য যে ষ্টার্ণবার্গের এই আবিষ্কার পুরা উদ্ভিদবিদ্যার সর্বপ্রথম সিদ্ধ প্রকাশিত — তথ্য বলে মনে করা হয়। লেপিডোডেনড্রেসি (Lepidodendraceae) গোত্রভুক্ত অন্যান্য গণ যাদের বৈশিষ্ট্যাবলী Lepidodendron এর মতন তারা হল লেপিডোফ্লোয়স, (Lepidophloios) প্যারালাইকোপোডাইটিস (Paralycopodites) এবং ডায়াফোরোডেনড্রন (Diaphorodendron)। এই উদ্ভিদগুলি দ্বি-মেরু বৃদ্ধি প্রাপ্ত (bipolar growth) হয়, অর্থাৎ উদ্ভিদের প্রধান অক্ষ উভয়দিকেই শাখান্বিত হয়। বায়বীয় অংশের শাখাগুলি দ্ব্যগ্র বা সিউডোমোনোপোডিয়াল (Pseudomonopodial) হয়। যার অগ্রভাগের পাতা ও রেণুমঞ্জরী থাকে। উদ্ভিদের গ্রন্থিকাণ্ডযুক্ত নিম্নভাগ দ্ব্যগ্র শাখা বিশিষ্ট হয়ে ভূমি সংলগ্ন জল সংবহনতন্ত্র তৈরি করে। কাণ্ড অনুপত্র আবৃত এবং পত্রক্ষত যুক্ত, স্টিলি একাধিক বাহুযুক্ত প্রোটোস্টিলি বা মজ্জাযুক্ত প্রোটোস্টিলি বহির্মজ্জা স্টিলির তুলনায়

বড়, গৌণবৃদ্ধি স্টিলির অভ্যন্তরে সীমাবদ্ধ, পাতা সূঁচের ন্যায় লিগিউলযুক্ত, রেণুস্থলী একই মঞ্জরী বহু অসমরেণুপ্রসূ।

8.3.1 উদ্ভিদজগতে স্থান ঃ

শ্রেণী — লাইকপ্সিডা (Lycopsida)

বর্গ — লেপিডোডেনড্রালিস (Lepidodendrales)

গোত্র — লেপিডোডেনড্রেসি (Lepidodendraceae)

গণ — লেপিডোডেনড্রন (Lepidodendron)

উদ্ভিদদেহের বিভিন্ন অংশের (Organ genus) নামে ঃ

কাণ্ড ও শাখা ঃ লেপিডোডেনড্রন (Lepidodendron)

মূল : ষ্টিগম্যারিয়া (Stigmaria)

অণুপত্র : সাইপেরাইটিস (Cyperites)

মঞ্জরী : অ্যাক্ল্যামাইডোকারপন (Achlamydocarpon)

লেপিডোষ্ট্রবাস (Lepidostrobus)

রেণু :

পুংরেণু : লাইকোস্পোরা (Lycospora)

স্ত্রীরেণু : ট্রাইলিটিস (Triletes)

8.3.2 বহির্গঠন ঃ

পত্রমোচী বৃক্ষ, কোনও কোনও ক্ষেত্রে 40 থেকে 50 মিটারের মতন উচ্চ এবং প্রস্থে 1 বা তারও বেশি। উদ্ভিদদেহ দ্বিমেরু বৃদ্ধিপ্রাপ্ত। মূলতন্ত্র বা রাইজোমর্ফ কাণ্ডের ন্যায় সিউডোমনোপোডিয়াল বা দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট হয়। রাইজোমর্ফের প্রধান অক্ষ প্রাথমিকভাবে চারটি শাখায় বিভক্ত হয় যা দুটি উপর্যুপরি দ্ব্যগ্র শাখা বিন্যাসের ফলে উৎপন্ন হয় বলে মনে করা হয়। রাইজোমর্ফের ওপর ক্ষত চিহ্ন দেখে মনে করা হয় মূলগুলি সর্পিলাকারে সজ্জিত ছিল। রাইজোমর্ফের অরগ্যান-গণ হল ষ্টিগমারিয়া যার একটি সুপ্রচলিত প্রজাতি হল ষ্টিগমারিয়া ফিকয়ডিস (Stigmaria ficoides) (চিত্র 8.2 ক)

কাণ্ড দ্ব্যগ্র শাখা-প্রশাখাযুক্ত, নিম্নে অশাখ ও পত্রমূল পরিবৃত। অণুপত্র একশিরাল, সরল, রেখাকার বা

সূচ্যাকার 15 - 18 সেমি. এমনকি 1 মিটার পর্যন্ত লম্বা হতে পারে। বিজ্ঞানীরা মনে করেন যে অপেক্ষাকৃত পুরাতন কাণ্ডে লম্বা পাতাগুলি থাকতো যা কার্যক্ষমতা (সালোক সংশ্লেষ করার ক্ষমতা) হারানোর ফলে ঝরে পড়তো। ক্ষুদ্রাকার পাতাগুলি কাণ্ড শীর্ষে শাখাগুলিতে থাকতো এবং সালোক সংশ্লেষে সক্ষম ছিল। বড় অণুপত্রগুলি ঝরে পড়ার ফলে কাণ্ডে অণুপত্রমূলগুলি কুশাণের মত ক্ষত বা দাগ সৃষ্টি করতো। অনুপত্রমূলগুলির চরিত্র এই উদ্ভিদের সনাক্তকরণে সাহায্য করে। এগুলি রম্বাস আকৃতির অর্থাৎ উল্লম্ব মাত্রা আনুভূমিক মাত্রা থেকে বেশি। পত্রমূলের চিহ্ন (Leaf Scar) রম্বাসের উপরিভাগে দেখা যায় যার মধ্যভাগে গোলাকার নালিকা বান্ডিলের চিহ্ন (Vascular bundle scar) থাকে। এর একটু নীচে দুদিকে দুটি ত্রিকোণাকৃতির চিহ্ন বা প্যারিক্নস্ (Parichnos) থাকে, পত্রমূল চিহ্নের ঠিক ওপরে থাকে গোলাকার লিগিউল চিহ্ন। দুটি অতিরিক্ত প্যারিক্নস্ চিহ্ন পত্রমূল চিহ্নের নীচে থাকে যাদের পত্রনিম্ন (infrafoliar) প্যারিকনস্ বলে (চিত্র 8.2 খ)। প্যারিক্নস ক্ষীণ তন্তু দিয়ে গঠিত এবং সম্ভবতঃ পাতা থেকে কাণ্ডে বায়ু সঞ্চালনে সাহায্য করতো।

8.3.3 অন্তর্গঠন ঃ

কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদে মজ্জাযুক্ত প্রোটোস্টিলি দেখা যায় যেখানে মজ্জার বাইরে বহির্মুখী প্রাথমিক জাইলেম লক্ষ করা যায়। প্রাথমিক জাইলেম সোপানাকার ট্রাকিডযুক্ত মেটাজাইলেম দ্বারা গঠিত। স্টিলির গৌণবৃদ্ধি ঘটে ভাজক কলার সক্রিয়তার ফলে, ভাজক কলার কার্য একমুখী (Unifacial) হওয়ায় এটি শুধু গৌণ জাইলেম তৈরি করে কিন্তু কোনও গৌণ ফ্লোয়েম তৈরি করেনা। গৌণ জাইলেমের চারিদিকে প্যারেনকাইমার একটি বলয় তৈরি হয়। এগুলি বিভাজনক্ষম যা অবশেষে গৌণ কর্টেক্স বা পেরিডার্ম তৈরি করে। গৌণ কর্টেক্সের পরিমাণ গৌণ জাইলেম অপেক্ষা বেশি থাকে। ফলে গৌণ কর্টেক্সের ওপরই যান্ত্রিক সহায়তার জন্য এই উদ্ভিদ বেশি নির্ভরশীল ছিল। এই অস্বাভাবিক নির্ভরশীলতাই এই উদ্ভিদের অবলুপ্তির অন্যতম প্রধান কারণ হিসাবে পরিগণিত হয়। (চিত্র 8.2 গ)।

পাতা প্রস্থচ্ছেদে চ্যাপ্টা-রম্বাস আকৃতির হয়। পাতার নিম্নতলে দুটি খাঁজ দেখা যায়। এই খাঁজগুলির মধ্যে সমান্তরাল কয়েকটি সারিতে পত্ররন্ধ্র সারিবদ্ধভাবে সাজানো দেখা যায়। পাতার অধস্ত্বক অঞ্চলে পাতলা প্রাচীরযুক্ত মেসোফিল কলা বর্তমান। মধ্যভাগে নালিকা বান্ডিলকে ঘিরে বান্ডিল আবরণী বিদ্যমান (চিত্র : 8.2 ঘ)

8.3.4 জনন অঙ্গ ঃ

Lepidodendron এর রেণুপত্রগুলি একত্রিত হয়ে মঞ্জরী গঠন করে। এই মঞ্জরী মোনোস্পোর্যানজিয়েট বা একই ধরনের রেণুপত্র দিয়ে গঠিত। পুংমঞ্জরী লেপিডোস্ট্রোবাস (Lepidostrobus) প্রায় 35 সেমি. লম্বা এবং 8 সেমি. চওড়া হতে পারে, তবে বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই 8 থেকে 20 সেমি. লম্বা হয়। এখানে রেণুপত্রগুলি কেন্দ্রীয় অক্ষের চারপাশে সর্পিলাকারে সাজানো থাকে। রেণুস্থলী তার দৈর্ঘ্য বরাবর উর্বর পত্রের বৃন্তের উপরিভাগে (Adaxial) যুক্ত থাকে। রেণুস্থলীর বিপরীতে লিগিউল অবস্থিত। পুংরেণু ক্ষুদ্র প্রস্থে 20 - 30 মাইক্রোমিটার

(un), লাইকোস্পোরা জাতীয় (Lycospora).

স্ত্রী-রেণুমঞ্জরীর দেহাঙ্গ হল অ্যাক্লামাইডোকারপন (Achlamydocarpon) (চিত্র 8.2. ঙ) গণ ভুক্ত।

স্ত্রী-রেণুস্থলীর প্রাচীর বহু কোষস্তর বিশিষ্ট, এখানে রেণুস্থলীর বৃন্তের দুপাশে অতি ক্ষীণ পার্শ্বীয় ফলক দেখা যায়। যাকে ফার্ণের সঙ্গে তুলনাগত ভাবে রক্ষাকারী ডিম্বক ত্বকের সঙ্গে তুলনা করা হয়।

সুসংরক্ষিত স্ত্রী-রেণুস্থলীতে কখনও কখনও স্ত্রী-লিঙ্গাধর উদ্ভিদ পাওয়া গেছে। কোনও কোনও ক্ষেত্রে লিঙ্গাধর উদ্ভিদে প্রোথিত অবস্থায় স্ত্রী-ধানীর উপস্থিতি লক্ষ করা গেছে। (ফিলিপস্ 1979)

অনুশীলনী — 2

1. এক কথায় উত্তর দিন।

   ক) Lepidodendron উদ্ভিদের কোন্ অংশে সর্বপ্রথম আবিষ্কৃত হয়?

   খ) Lepidodendron রাইজোমর্ফে (stigmaria) মূলগুলি কীভাবে সজ্জিত ছিল?

   গ) Lepidodendron এর স্ত্রী-রেণুমঞ্জরীর অরগ্যান গণ (Organ genus) এর নাম কী?

   ঘ) Lepidodendron কোন্ শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদ?

   ঙ) Lepidodendron কাণ্ডে কী আকৃতির পত্রক্ষত দেখা যায়?

2. শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

   ক) পত্রমূল চিহ্নের ঠিক ওপরে থাকে গোলাকার — চিহ্ন।

   খ) কাণ্ডে ভাজক কলার কার্য — হওয়ায় এটি শুধু পৌণ জাইলেম তৈরি করে।

   গ) Lepidodendron কাণ্ডে গৌণ — এর পরিমাণ গৌণ জাইলেম অপেক্ষা বেশি হয়।

   ঘ) স্ত্রী-রেণুস্থলীর বৃন্তের দুপাশে অতি ক্ষীণ — দেখা যায়।

   ঙ) Lepidodendron উদ্ভিদে — জাতীয় পুংরেণু দেখা যায়।

8.4 লেপিডোকারপণ (Lepidocarpon) :

লেপিডোডেনড্রেসী (Lepidodendraceae) গোত্রভুক্ত লেপিডোফ্লোয়স (Lepidophloios) গণের স্ত্রী-রেণুপত্রের অরগ্যান গণ হল লেপিডোকারপণ। ঐ পর্যন্ত কেবলমাত্র স্ত্রী-রেণুবাহী মঞ্জরী পাওয়া গেছে যা

থেকে মনে হয় Lepidophloios এর স্ত্রী ও পুং মঞ্জরী আলাদা ছিল এবং সম্ভবত একই বৃক্ষে উৎপন্ন হতো। ফিলিপস্ (1979) মনে করেন যে মঞ্জরীগুলি বৃক্ষ সংলগ্ন অবস্থায় থাকাকালীন রেণুপত্রগুলি মঞ্জরী অক্ষ থেকে আলাদা হয়ে মাটিতে পড়ত এবং সম্ভবত এদের বিস্তারে সাহায্য করত।

8.4.1 গঠন ঃ

স্ত্রী রেণুপত্রগুলি 4 - 5 সেমি. লম্বা সম্ভবত কেন্দ্রীয় অক্ষের চারপাশে সর্পিলাকারে বিন্যস্ত। রেণুপত্র বৃন্তযুক্ত এবং দুদিকে স্ফীত হয়ে পার্শ্বীয় ফলক (Lateral lamina) গঠন করে (চিত্র 8.3 ক)। রেণুস্থলী তার দৈর্ঘ্য বরাবর উর্বর পত্রের বৃন্তের উপরিভাগে (adaxial) যুক্ত, পরিণত স্ত্রীরেণুস্থলী পার্শ্বীয় ফলক দ্বারা প্রায় সম্পূর্ণ আবৃত থাকত; শুধুমাত্র অরীয়ভাবে প্রসারিত একটি ছিদ্রকে পার্শ্বীয় ফলকহীন অংশ বলে মনে করা হয়। কার্যগতভাবে পার্শ্বীয় ফলককে ডিম্বক আবরণীর (Integurment) সঙ্গে তুলনা করা হয়, কিন্তু উৎপত্তিগতভাবে ভিন্ন হওয়ায় একে ছদ্ম আবরণী (Psendointegurment) বলা হয়।

রেণুস্থলীর মধ্যে একটি উর্বর ও তিনটি অনুর্বর স্ত্রীরেণু থাকত। রেণু বৃহৎ, প্রায় 10 মি. মি. বা বেশি লম্বা, সিস্টোস্পোরাইটিস জাতীয়।

পরিণত স্ত্রী-রেণুস্থলীর ভেতরেই সংক্ষিপ্ত স্ত্রীলিঙ্গাধরদেহ আবদ্ধ থাকত। স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদে গভীরভাবে প্রোথিত অবস্থায় একটি স্ত্রীধানীর উপস্থিতি প্রমাণিত হয়েছে। অনেক সময় স্ত্রীরেণুর মধ্যে সংবাহী কলাযুক্ত ভ্রূণ সংরক্ষিত অবস্থায় পাওয়া গেছে। বহিঃত্বকে সমপ্রবণ ভাঁজযুক্ত (Isoclinally folded) কলার উপস্থিতি এটির ভ্রূণ অবস্থা প্রমাণ করে (ফিলিপস্, 1979)। ভাঁজযুক্ত অংশ ভ্রূণের পৃষ্ঠতল বৃদ্ধি করে তার শোষণক্ষমতা বৃদ্ধি করতো।

8.4.2 লেপিডোকারপণ (Lepidocarpon) কি ডিম্বক?

লেপিডোকারপেসি (Lepidocarpaceae) গোত্রের যে সব গণে পার্শ্বীয় পত্রক দেখা যায় তাদের মধ্যে (Lepidocarpon) এ এদের উপস্থিতি সুস্পষ্ট যেখানে এটি একটি রক্ষণাত্মক আবরণী হিসাবে কাজ করে। এ্যাবট 1963 মনে করেন লেপিডোকারপসিস্ (Lepidocaropsis) নামক গণ থেকে বিবর্তনের ফলে অবশেষে ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের ডিম্বর্কের উৎপত্তি হতে পারে। Lepidocarpon কে এদের মাঝে অন্তর্বর্তী পর্যায় হিসাবে মনে করা যায় (চিত্র 8.3 খ - ঙ)

বিবর্তনগতভাবে Lepidocarpon ডিম্বকের (Ovule) প্রায় সব কটি চরিত্রই বহন করে। আপাত ভাবে লম্বচ্ছেদে Lepidocarpon স্ত্রী রেণুস্থলী ও ব্যক্তবীজী ডিম্বক একই রকম। উভয়ই ডিম্বকত্বক বিশিষ্ট (Integumented) উভয়েরই স্ত্রীধানী যুক্ত অন্তঃরেণু (Endosporic) স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ এবং উভয়েরই পুংলিঙ্গা ধর উদ্ভিদ প্রবেশের উপযোগী ‘‘ডিম্বকরন্ধ্র’’ (Micropyle) বর্তমান। এই ডিম্বকরন্ধ্রের প্রকৃতি ও গঠন ব্যক্তবীজী ডিম্বকের মত নয় বলে মনে করা হয়। রামানুজম ও ষ্টুয়ার্ট (1969) Lepidocarpon স্ত্রী রেণুস্থলীকে বিদারী (Dehiscent) বলে মনে করেন, যার বিদারণের ফলে স্ত্রীধানীগুলিকে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপরে উন্মুক্ত অবস্থায় দেখা যায়। এই প্রকার স্ত্রীরেণুস্থলীর বিদারণ গুপ্তবীজী উদ্ভিদে অবর্তমান। ফলে এখানে শুক্রাণু কখনও

সরাসরি স্ত্রীধানীর সংস্পর্শে আসতে পারেনা। সুতরাং Lepidocarpon বিদারী চরিত্রটি ছাড়া ডিম্বকের প্রায় সব চরিত্রই বহন করে। এবং বীজবাহী অবস্থায় (Seed habit) বিবর্তনের অনেকটা পথ অতিক্রম করেছিল বলে মনে করা হয়।

অনুশীলনী — 3

1. শূন্যস্থান পুরণ করুন ঃ

ক) — গণের স্ত্রীরেণুপত্রের অরগ্যান গণ হল Lepidocarpon

খ) Lepidocarpon এর পার্শ্বীয় ফলককে কার্যগতভাবে — সঙ্গে তুলনা করা হয়।

গ) — ভাঁজযুক্ত কলার উপস্থিতি স্ত্রীরেণুর মধ্যে ভ্রূণাবস্থা প্রমাণ করে।

ঘ) Lepidocarpon এ স্ত্রীরেণু — জাতীয়

ঙ) Lepidocarpon এ রেণুস্থলী — তাই স্ত্রীধানী লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর উন্মুক্ত অবস্থায় থাকে।

8.5 ক্যালামাইটিস (Calamites) :

ক্যালামাইটিস (Calamites) স্ফেনপ্সিডা (Sphenopsida) শ্রেণীভুক্ত, ইকুইজিটালিস (Equisetales) বর্গের ক্যালামাইটেসি (Calamitaceae) গোত্রের অন্তর্গত গণ। 1784 খৃষ্টাব্দে সাকার্ড সর্বপ্রথম এই নামটি ব্যবহার করেন। এই গণের বেশির ভাগ প্রজাতি পুরাজীবীয় Palaeozoic অধিযুগের কার্বনিফেরাস (Carbboniferous) যুগের শিলাস্তর থেকে পাওয়া গেছে।

8.5.1 গঠন ঃ

গুল্ম বা বৃক্ষ 10 মিটার বা বেশি উচ্চ, চিরহরিৎ, গ্রন্থিকাণ্ড পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত, বায়বীয় কাণ্ড থেকে অপেক্ষাকৃত মোটা, মূল অস্থানিক গ্রন্থিকাণ্ডে পর্বে পর্বে চক্রাকারে থাকে। বায়বীয় কাণ্ড গ্রন্থিকাণ্ড থেকে উৎপন্ন হয়। বায়বীয় কাণ্ডের প্রকৃতি অনুসারে এই গণকে পাঁচটি উপগণে বিভক্ত করা যায়।

i) **ক্যালামাইটিনা (Calamitina)** — মুখ্যকাণ্ড ঋজু, মোটা, পর্বে পর্বে চক্রাকারে খর্বকার শাখা, মাঝে মাঝে দু'একটা শাখা সবল ও দীর্ঘতর

ii) **ক্রুশি ক্যালামাইটিস (Crucicalamites)** — কাণ্ড নিম্নে অশাখ উর্ধ্বাংশে 2, 3টি শাখা বার বার বিভক্ত হয়ে ঝোপের আকৃতি ধারণ করে (চিত্র 8.4 ক)

iii) **স্টাইলোক্যালামাইটিস (Stylocalamites)** — প্রতিটি পর্বে কেবল মাত্র কয়েকটি অবিন্যস্তভাবে শাখা ছড়ানো থাকে।

iv) **মেসোক্যালামাইটিস (Mesocalamites)** — বৃক্ষ জাতীয় কিন্তু প্রাথমিক নালিকা বান্ডিল পর্বে একান্তর নয়।

v) **ডিপ্লোক্যালামাইটিস (Diplocalamites)** — প্রত্যেক পর্বে একজোড়া শাখা প্রতিমুখ তির্যকভাবে বিন্যস্ত থাকে।

8.5.1.1 মূল ঃ

মূলের খনিজপৃক্ত (permineralized) জীবাশ্মের নাম অ্যাস্ট্রোমায়েলন (Astromyelon) মূলের মধ্যভাগে মজ্জা থাকে। প্রাথমিক জাইলেম বহির্মুখী, ক্যারিনাল গহ্বর (Carinal canal) অনুপস্থিত; কিন্তু বহির্মজ্জায় বায়ু গহ্বর থাকে। গৌণ বৃদ্ধি খুবই সীমিত (চিত্র 8.4 খ - গ)

8.5.1.2 কাণ্ড ঃ

কাণ্ডের খনিজপৃক্ত জীবাশ্মের নাম আরথ্রোপিটিস (Arthropitys) পর্বমধ্যের প্রস্থচ্ছেদে একটি বড় মজ্জা থাকে যার কোষ নষ্ট হয়ে মাঝখানে একটি গহ্বরের সৃষ্টি করে। একে ঘিরে সাইফনোস্টিলির জাইলেম ও ফ্লোয়েম এবং অন্তর্মুখী (Endarch) প্রোটোজাইলেম থাকে। ইকুইজিটামের মত প্রোটোজাইলেম কলা বিনষ্ট হয়ে বলয়াকারে ক্যারিনাল গহ্বর সৃষ্টি করে। প্রোটোজাইলেমের প্রাচীরের বৃদ্ধি বলয়াকার বা সর্পিলাকার ও মেটাজাইলেমের সোপানাকার বা কূপাঙ্কিত।

গৌণবৃদ্ধি হয় ভাজক কলা (Cambium) দিয়ে। ভাজককলা একমুখী (Unifacial) তাই শুধুমাত্র গৌণ জাইলেম তৈরি হয়, কিন্তু কোনও গৌণ ফ্লোয়েম তৈরি হয় না। গৌণ জাইলেমের প্রাচীর সপাড় কূপাঙ্কিত (Bordered pitted) গৌণ জাইলেম অঞ্চল মজ্জা রশ্মি দিয়ে (Rays) বিভক্ত বহির্মজ্জায় গহ্বরের সৃষ্টি হয় যাকে ভ্যালেকুলার গহ্বর (Vallecular Canal) বলা হয়। গৌণ বৃদ্ধির সঙ্গে সঙ্গে পেরিডার্ম তৈরি হতে শুরু করে এবং পরিণত অবস্থায় তা কয়েক সে.মি. পুরু হয়। (চিত্র 7.4 ঘ - ঙ)

8.5.1.3 পাতা ঃ

পাতা বিযুক্ত অথবা নিম্নাংশের পার্শ্বদেশে যুক্ত এবং পর্বে গুচ্ছাকারে সজ্জিত থাকে। পাতা বিভিন্ন গণে বিভক্ত যেমন এনুলারিয়া (Annularia) ও এস্টেরো ফাইলিটিস (Asterophyllites)। এনুলারিয়ার পাতা একশিরাল, রেখাকার বা চমসাকার, কয়েক মি. মি. থেকে কয়েক সে.মি. দীর্ঘ এবং প্রতি চক্রে 8 - 20 টি পাতা

প্রধান অক্ষের সঙ্গো তীর্যকাকারে সজ্জিত থাকে (চিত্র 8.4 চ)

এস্টেরোফাইলিটিসের (Asterophyllites) পাতা সূচাকার, 5 মি.মি. থেকে 4 সে.মি. দীর্ঘ, এবং প্রতি চক্রে প্রায় 40 টি পাতা প্রধান অক্ষের সাথে সমকোণে সজ্জিত থাকে। (চিত্র 8.4 ছ)

পাতাগুলি প্রস্থচ্ছেদে ত্রিভুজাকৃতি বা আয়তাকার। বহিস্ত্বক পত্ররন্ধ্র যুক্ত। কেন্দ্রে একটি পরিবহন তন্ত্র বর্তমান। পরিবহনতন্ত্র ও বহিস্ত্বকের মাঝামাঝি জায়গায় প্যালিয়েড কোষ থাকে। এ থেকে অনুমান করা হয় যে পাতাগুলি সালোকসংশ্লেষ ক্ষম ছিল।

8.5.2 মঞ্জরী ঃ

মঞ্জরীর গঠন বৈচিত্র্য থাকায় এদের নানা গণে বিভক্ত করা হয়। ক্যালামোস্ট্যাকিস (Calamostachys), প্যালিওস্ট্যাকিয়া (Palaeostachya), মাজোস্ট্যাকিস (Mazostachys) ও ক্যালামোকার পণ (Calamocarpon), হল প্রধান মঞ্জরী গণ। কোনও কোনও মঞ্জরী বেশ বড় আকৃতির হয়, 12 সে.মি. দৈর্ঘ্যে ও 4 সে.মি. প্রস্থে আবার কোনও মঞ্জরী বেশ ছোট, 2.6 সে.মি. দৈর্ঘ্যে ও 4 মি.মি. প্রস্থে হয়। আকৃতি যাই হোক প্রতিটি মঞ্জরী গণে মঞ্জরীপত্র (Bracts) ও রেণুস্থলী দণ্ড (Sporangiophores) আলাদা আলাদা চক্রে (Verticels) একান্তরভাবে সাজান থাকে। মঞ্জরীগুলি ইউরোপ ও উত্তর আমেরিকার কার্বনিফেরাস (Carboniferous) যুগের শিলাস্তর থেকে পাওয়া গেছে।

8.5.2.1 ক্যালামোস্ট্যাকিস (Calamostachys) :

এই ধরনের মঞ্জরীতে মঞ্জরীপত্র চক্র ও রেণুস্থলী দণ্ডের চক্র আলাদা। রেণুস্থলীদণ্ডগুলি মঞ্জরীঅক্ষের সঙ্গো সমকোণে সজ্জিত থাকে। বিভিন্ন প্রজাতিতে মঞ্জরীপত্র ও রেণুস্থলী দণ্ডের সংখ্যার তারতম্য হতে পারে। সাধারণত প্রতি চক্রে 6-18 টি রেণুস্থলীদণ্ড এবং 10-45 টি মঞ্জরীপত্র থাকে। প্রতিরেণুস্থলীদণ্ডের অন্তিম শাখার শীর্ষে সাধারণত 4 টি ঝুলন্ত রেণুস্থলী থাকে। এখানে মঞ্জরীপত্র বান্ডিল (Bract trace) মঞ্জরী অক্ষ থেকে সমকোণে প্রসারিত হয়ে সরাসরি মঞ্জরীপত্রে প্রবেশ করে। রেণুস্থলী দণ্ডে ও একইভাবে বান্ডিল প্রবেশ করে। রেণুস্থলী প্রাচীর পাতলা সাধারণত এককোষ স্তর বিশিষ্ট। ক্যালামোস্ট্যাকিস বাইনেয়ানা (Calamostachy's binneyana) সমরেণু প্রসূ বলে মনে করা হয় (গুড, 1975)। এই সমরেণুগুলি তিনটি কুণ্ডলিকৃত (Circinnately coiled) ইলেটার (Elater) যুক্ত হয় এবং ইলেটেরাইটিস (Elaterities) নামে পরিচিত। ইলেটারগুলি সহজে রেণু গাত্র থেকে আলাদা হয়ে যায়। এই ইলেটারহীন সমরেণু ক্যালামোস্পোরা (Calamospora) নামে পরিচিত (চিত্র 8.4 জ)

8.5.2.2 প্যালিওস্টাকিয়া (Palaeostachya) :

প্যালিওস্ট্যাকিয়া (Palaeostachya) মঞ্জরীতে রেণুস্থলীদণ্ডগুলি মঞ্জরীপত্রের অক্ষে প্রায় 45^0 কোণ করে সজ্জিত থাকে। রেণুস্থলীদণ্ডের এই বিশেষ অবস্থান ছাড়া প্যালিওস্ট্যাকিয়া মঞ্জরীর চরিত্রগুলি (Calamostachys) মঞ্জরীর মত। প্যালিওস্ট্যাকিয়া এনড্রুসী (Palaeostachya andrewsii) প্রজাতিতে দেখা গেছে যে রেণুস্থলী দণ্ড বান্ডিল (Sporangiophore trace) পর্ব থেকে বার হয়ে উর্ধমুখী হয়ে পর্বমধ্যে প্রবেশ করে তারপর আবার নিম্নমুখী হয়ে নিচের রেণুস্থলী দণ্ডে প্রবেশ করে। প্যালিওস্ট্যাকিয়া ডেকাকনিয়া (Palaeostachya decacenema) প্রজাতিতে রেণুস্থলী দন্ড বান্ডিল পর্ব থেকে তির্যক কোণে বার হয়ে সরাসরি রেণুস্থলীতে প্রবেশ করে।

বিভিন্ন প্রজাতিতে মঞ্জরী পত্র ও রেণুস্থলী দণ্ডের সংখ্যার তারতম্য হতে পারে। Palaeostachya decaenema প্রজাতিতে প্রতি চক্রে 14 - 24 টি মঞ্জরী পত্র এবং 6 - 13 টি রেণুস্থলীদণ্ড দেখা যায়। সুতরাং এখানে মঞ্জরী পত্র ও রেণুস্থলী দণ্ড প্রায় 2 : 1 অনুপাতে পাওয়া যায়। প্যালিওস্ট্যাকিয়া এনড্রুসীতে মঞ্জরীর প্রতি চক্রে 18 - 30 টি মঞ্জরী পত্র এবং 12 - 20 টি রেণুস্থলী দণ্ড দেখা যায়। এই প্রজাতির মঞ্জরী অসমরেণুপ্রসূ। স্ত্রীরেণু আকারে বড়, 235 - 345 মিলি. মাইক্রন আয়তন কিন্তু পুংরেণু ছোট, আয়তনে 56 - 110 মিলি মাইক্রন হয় (চিত্র 8.4)

8.5.2.3 মাজোস্ট্যাকিস (Mazostachys)

এই মঞ্জরীতে মঞ্জরী পত্র ও রেণুস্থলী দণ্ডের বিন্যাস অন্যদের থেকে আলাদা। এখানে রেণুস্থলী দণ্ডগুলি মঞ্জরী পত্র চক্রের নীচে বলয়াকারে সজ্জিত থাকে। প্রতি চক্রে 12 টি মঞ্জরী পত্র ও 6 টি রেণুস্থলী দণ্ড দেখা যায় সুতরাং এখানেও মঞ্জরীপত্র এবং রেণুস্থলীদণ্ডের 2 : 1 অনুপাত পরিলক্ষিত হয়। এই মঞ্জরীতে মঞ্জরী পত্র এবং রেণুস্থলীদণ্ডের 2 টি ঝুলন্ত রেণুস্থলী দেখা যায়। গঠনগত ভাবে মাজোস্ট্যাকিসের সঙ্গো সিঙ্গুলারিয়া (Cingularia) ধরনের মঞ্জরীর বেশ মিল পাওয়া যায়। প্রসঙ্গত উল্লেখ্য যে সিঙ্গালারিয়া (Cingularia) মঞ্জরীর প্রতি রেণুস্থলী দণ্ডে 4 টি ঝুলন্ত রেণুস্থলী দেখা যায় এবং রেণুস্থলীদণ্ডের অগ্রভাগ দ্ব্যগ্রভাবে বিভক্ত (চিত্র 8.4 ঞ)

8.5.2.4 ক্যালামোকারপণ (Calamocarpon)

এই মঞ্জরীতে রেণুস্থলী ক্যালামোস্ট্যাকিস (Calamostachys) মঞ্জরীর মত সমকোণে মঞ্জরীপত্রের সঙ্গো একান্তভাবে সজ্জিত থাকে। মঞ্জরীপত্র ও রেণুস্থলীদণ্ডের সংখ্যা 1 : 1 অনুপাতে থাকে। প্রতিটি রেণুস্থলী দণ্ডে 4 টি রেণুস্থলী থাকে। Calamocarpon এ অসমরেণুতার সর্বাধিক প্রকাশ হয়েছিল বলে মনে করা হয়।

স্ত্রীরেণুস্থলী 2 – 3 মি.মি. লম্বা হয় যার মধ্যে একটি কার্যকরী স্ত্রীরেণু থাকে। স্ত্রীরেণুর চারদিকে এক কোষস্তর বিশিষ্ট বহিস্ত্বক ও অনুর্বর কলার (Sterile tissue) আবরণী থাকে। কোনও কোনও স্ত্রী রেণুস্থলীর মধ্যে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়েছে। Calamocarpon মঞ্জরীর মধ্যে ইলেটারাইটিস (Elaterites) ধরনের রেণু দেখা গেছে (গুড ও টেলর, 1974) (চিত্র 8.4 ত)।

8.5.3. ক্যালামাইটিস (Calamites) ও বীজবাহিতা ঃ

ক্যালামাইটেসী (Calamitaceae) গোত্রের রেণুর আকৃতিগত বৈচিত্র্য উল্লেখযোগ্য। একই রেণুস্থলীর রেণুদের আকৃতিগত বৈষম্য থাকতে পারে (যেমন Calamostachys binneyana)। আবার একই মঞ্জরীর কয়েকটি রেণুস্থলীতে অন্যগুলি থেকে কম সংখ্যক রেণু থাকতে পারে যারা ক্ষুদ্র রেণুর থেকে অন্ততঃ তিনগুণ বড় (যেমন Calamostachys americana) এই অবস্থাকে প্রাথমিক অসমরেণু অবস্থা (anisospory) বলা হয়। এই অবস্থার শেষ পর্যায় দেখা যায় Calamocarpon মঞ্জরীতে যেখানে, রেণুস্থলীতে স্ত্রীরেণুর সংখ্যা হ্রাসপ্রাপ্ত হতে হতে একটি কার্যকরী এককে পরিণত হয়। যদিও এখানে Lepidodedren এর মত কোনও ডিম্বকত্বকের ন্যায় কোনও গঠন তৈরি হয়না, তবুও ক্যালামাইটেসি গোত্রের অসমরেণুপ্রসূতার বিবর্তনকে লেপিডোডেন্‌ড্রেসি গোত্রের সমান্তরাল বলে মনে করা হয়। প্রসঙ্গাত উল্লেখযোগ্য যে অসমরেণুপ্রসূতা, স্ত্রী রেণুস্থলীতে স্ত্রীরেণুর সংখ্যাহ্রাস এবং স্ত্রীরেণুর মধ্যে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপস্থিতি প্রভৃতি ঘটনাগুলিকে উন্নত শ্রেণীর উদ্ভিদের বিবর্তনের কয়েকটি উল্লেখযোগ্য ধাপ বলে মনে করা হয়।

অনুশীলনী — 4

1. সঠিক উত্তরটি পছন্দ করুন ঃ

ক) Calamites এর উপগণ যেখানে প্রত্যেক পর্বে একজোড়া শাখা প্রতিমুখ তির্যকপন্নভাবে বিন্যস্ত থাকে তা হল (i) Diplocalamites (ii) Mesocalamites (iii) Stylocalamites (iv) Calamitina

খ) Calamites এর কাণ্ডে প্রোটোজাইলেম হল (i) অন্তর্মুখী, (ii) বহির্মুখী (iii) মধ্যমুখী (মেসার্ক) (iv) কোনওটি নয়।

গ) যে মঞ্জরীতে রেণুস্থলীদণ্ড মঞ্জরী অক্ষের সঙ্গো সমকোণে সজ্জিত থাকে তা হল (১) Palaeostachiya (২) Mazostachys (৩) Calamostachys (৪) সব কয়টি।

ঘ) Calamocarpon মঞ্জরীতে মঞ্জরীপত্র ও রেণুস্থলী দণ্ডের সংখ্যা যে অনুপাতে থাকে তা হল (i) 2 : 1. (ii) 1 : 1, (iii) 1 : 2 (iv) 3 : 1

ঙ) (i) অসমরেণুপ্রসূতা (ii) স্ত্রীরেণুস্থলীতে স্ত্রীরেণুর সংখ্যা হ্রাস (iii) স্ত্রীরেণুর মধ্যে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপস্থিতি (iv) সব কয়টি চরিত্রকে উন্নত শ্রেণীর বিবর্তনের উল্লেখযোগ্য ধাপ

বলে মনে করা হয়।

2. শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

ক) Calamostachys এ ইলেটারহীন সমরেণুকে — বলে।

খ) Asteroplyllites এর পাতা প্রধান অক্ষের সাথে — সজ্জিত থাকে।

গ) Arthropitys কান্ডে — কলা বিনষ্ট হয়ে ক্যারিনাল গহ্বর সৃষ্টি করে।

ঘ) Calamites মূলের অরগ্যান গণের নাম —।

ঙ) Mazostachys এর প্রতি রেণুস্থলী দণ্ডে — টি ঝুলন্ত রেণুস্থলী দেখা যায়।

8.6 আর্কেওপটেরিস (Archaeopteris)

পুরাউদ্ভিদ বিদ্যার সঙ্গে সম্পর্কযুক্ত বিভিন্ন আবিষ্কারের মধ্যে আর্কেওপটেরিসের (Archaeopteris) আবিষ্কারকে বিশেষ তাৎপর্যপূর্ণ বলে মনে করা হয়। 1960 সালে চার্লস বেক এর এই আবিষ্কারের ফলে উদ্ভিদ জগতে প্রোজিম্নোস্পারমপস্সিডা (Progymnospermopsida) নামে একটি নতুন শ্রেণীর উদ্ভব হয়।

8.6.1 ঐতিহাসিক পটভূমিকা ঃ

1960 সালে বেকের চাঞ্চল্যকর আবিষ্কারের পূর্বে Archaeopteris কে উচ্চ ডেভোনিয়ান (Upper Devonian) সময়ের ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের যৌগিক পাতা বলে মনে করা হত। সেই সময় ক্যালিক্সাইলন (Callixylon) নামে একটি কাণ্ড যে শিলাস্তর থেকে Archaeopteris পাওয়া গেছে সেই স্তর থেকে আবিষ্কৃত হয়েছিল এই কাণ্ডে পিক্নোজাইলিক (Pycnoxylic) ধরনের গৌণ জাইলেম এবং ট্রাকিড গাত্রের অরীয় দেওয়ালে (Radial wall) গোলাকার, সপাড় কূপের উপস্থিতি এটির কলিফার জাতীয় ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পরিচিতি প্রমাণ করে। সৌভাগ্যবশতঃ বেক যে নমুনাটি পান সেটি Archaeopteris এর পাতা যুক্ত একটি কাণ্ড ছিল। কাণ্ডের অন্তর্গঠন পরীক্ষা করে ব্যক্তিবীজী উদ্ভিদের বিশেষ করে Callixylon এর গৌণ জাইলেমের সব চরিত্র পাওয়া যায়। সুতরাং বেক এমন একটি উদ্ভিদের ধারণা দিলেন যার ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের মত চরিত্র বিশিষ্ট কাণ্ড ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের চরিত্র যুক্ত পাতা ও উর্বর অংশ বহন করে। এই ধরনের চরিত্রযুক্ত উদ্ভিদ সেই সময় অজানা ছিল। সুতরাং বেক প্রোজিমনোস্পার্ম (Progymnosperum) নামে এক নতুন শ্রেণীর উদ্ভিদের সন্ধান দিলেন যে গুলিকে ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পূর্বসূরী বলে মনে করা হয়।

ডসন Archaeopteris নামটি সর্বপ্রথম 1871 সালে ব্যবহার করেন। তাই সঙ্গত কারণেই বেক এই উদ্ভিদটিকে পুনর্নির্মাণ (Reconstruction) করার সময় সম্পূর্ণ উদ্ভিদটির নাম Archaeopteris রাখেন।

8.6.2 উদ্ভিদ জগতে স্থান ও ভূতাত্ত্বিক বয়স ঃ

শ্রেণী ঃ প্রোজিম্‌নোস্পার্মপ্‌সিডা (Progymnospermopsida)

শ্রেণী ঃ আর্কেওপটেরিডেলিস (Archaeopteridales)

শ্রেণী ঃ আর্কেওপটেরিডেসী (Archaeopteridaceae)

গণ ঃ আর্কেওপটেরিস (Archaeopteris)

ভূতাত্ত্বিক বয়স ঃ উচ্চ ডেভোনিয়ান (Upper Devonian) নিম্ন কার্বনিফেরাস (Lower Carboni Ferous) শিলাস্তর, উত্তর আমেরিকা ও রাশিয়া।

8.6.3 গঠন ঃ

মহীরুহ, প্রায় 20 মি. লম্বা। কাণ্ড সরল, দীর্ঘ, প্রস্থে প্রায় 1.5 মি. শীর্ষে পাতাযুক্ত শাখা প্রশাখা (চিত্র 8.5 ক)

8.6.3.1 পাতা ঃ

পাতা ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের ফলকের মত, প্রায় 1 মিটার লম্বা, প্রায় যৌগিক, দ্বিপক্ষল (Bipinnate)। পাতার অঙ্গাসংস্থান বিভিন্ন ধরনের হয়। আর্কেওপটেরিস ফিসিলিস (Archaeopteris fissilis) প্রজাতিতে পত্রকগুলি দ্ব্যগ্র শাখা বিন্যাস যুক্ত (চিত্র 8.5. ক), রেখাকার। এই রেখাকার প্রশাখাগুলির অসম্পূর্ণ সংযুক্তির (Syngenesis or webbing) ফলে খণ্ডিত শীর্ষ চ্যাপ্টা পত্রকের সৃষ্টি হয় (যেমন আর্কেওপটেরিস মাসিলেন্টা) (A. macilenta)। আর্কেওপটেরিস হ্যালিয়ানা (A. halliana) ও আ. অবটিউসা (A. obtusa) প্রজাতিতে রেখাকার প্রশাখাগুলির পাশাপাশি পূর্ণ সংযুক্তির ফলে সৃষ্টি হয় অখণ্ডিত, প্রায় মসৃণ ফলক। ফলক বহু শিরাল, শিরা দ্বিধাবিভক্ত (চিত্র 8.5 খ)।

পাতার বিন্যাস সর্পিল এবং পাতার মূলদেশ অক্ষলগ্ন (Decurrent)। সর্পিল পাতা অনেক প্রজাতিতে চার সারি বদ্ধ (four-ranked)। পত্রক প্রতিসম (Opposite) ভাবে বিন্যস্ত এবং অনুর্বর বা উর্বর হতে পারে।

8.6.3.2 কাণ্ড ঃ

কাণ্ড সবল এবং শীর্ষে শাখাপ্রশাখাযুক্ত। প্রস্থচ্ছেদে কাণ্ডের মাঝখানে মজ্জা দেখা যায়। মজ্জাকে ঘিরে থাকে মুখ্য জাইলেম যা মেসার্ক ধরনের হয়। মুখ্য জাইলেম সর্পিলাকার, জালিকাকার বা কূপযুক্ত ট্রাকিড দিয়ে তৈরি।

গৌণ জাইলেম অরীয়ভাবে বিন্যস্ত ট্রাকিড ও সরু মজ্জারশ্মি দিয়ে তৈরি। Archoeopteris এর গৌণ জাইলেমে কনিফার জাতীয় ব্যক্তজীবী উদ্ভিদে পাওয়া যায় এই ধরনের মজ্জারশ্মি ট্রাকিড (Ray tracheid) ও দেখা যায়।

ট্রাকিডের অরীয় দেওয়ালে গোলাকার সপাড় কূপ এক বিশেষ সজ্জাবিন্যাসে বিন্যস্ত থাকে। একসঙ্গো প্রায় 6-20 টি কূপ 2 - 3 টি লম্বালম্বি সারিতে বিন্যস্ত থাকে। কাণ্ডের উপরিউক্ত অন্তর্গঠনের সঙ্গো কনিফার জাতীয় ব্যক্তজীবী উদ্ভিদের অন্তর্গঠনের মিল খুবই তাৎপর্যপূর্ণ (চিত্র 8.5 গ - ঘ)।

8.6.3.3 জনন ঃ

Archaeopteris এর উর্বর পাতা অসংখ্য রেণুস্থলী বহন করে। রেণুস্থলীগুলি পাতার পৃষ্ঠদেশে দুই সারিতে সজ্জিত থাকে। রেণুস্থলীর বিদারণ লম্বালম্বি ভাবে হয় (চিত্র 8.5 ঙ)।

Archaeopteris এ অসমরেণু প্রসূতা সর্বপ্রথম আর্নল্ড (1939) লক্ষ করেন। অসমরেণু প্রসূতা অন্তত তিনটি প্রজাতি যথা আ. ল্যাটিফোলিয়া (A. Latifolia), আ. হ্যালিয়ানা (A. halliana) ও আ. ম্যাসিলেন্টা (A. macilenta) তে পাওয়া গেছে। স্ত্রীরেণুস্থলী পুংরেণুস্থলী থেকে অপেক্ষাকৃতভাবে বেশি চওড়া। প্রতি স্ত্রীরেণুস্থলীতে 8 - 16 টি স্ত্রীরেণু থাকে এবং স্ত্রীরেণু আয়তনে 300 মিলি মাইক্রন হয়। প্রায় একশত বা তার বেশি পুংরেণু পুংরেণুস্থলী থেকে পাওয়া গেছে এবং প্রতিটি পুংরেণু আয়তনে 30 মিলি মাইক্রন বিহারী স্পোরাইটিস (Biharisporites) গণ (Archaeopteris) এর স্ত্রীরেণুগণ হিসেবে পরিচিত।

যদিও বর্তমানে মাত্র কয়েকটি প্রজাতিতে অসমরেণুপ্রসূতা জানা গেছে, ফিলিপস ও তাঁর সহযোগীবৃন্দ (1972) মনে করেন আরও ব্যাপক অনুসন্ধানের ফলে (Archaeopteris) এর সব প্রজাতি যে অসমরেণুপ্রসূ ছিল তা প্রমাণিত হতে পারে।

8.6.4 আর্কেওপটেরিসের গুরুত্ব ঃ

Archaeopteris এর চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি থেকে দেখা যায় যে এর কিছু কিছু চরিত্র কর্ণিফার জাতীয় ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের মত যেমন, পিক্নোক্সাইসিক ধরনের গৌণ কাষ্ঠল অংশ, একই তলে বিন্যস্ত পার্শ্বীয় শাখা (Lateral branch system), সর্পিলাকারে সজ্জিত পাতা ইত্যাদি। অনেকে মনে করেন যে Archaeopteris এ যৌগিক পাতার বিবর্তনের শুরু হয়।

সুতরাং ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের বিবর্তনে Archaeopteris তথা প্রোজিম্‌নোস্পার্মপসিডা। (Progymnospermopsida) অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ স্থান গ্রহণ করেছে। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের বিবর্তনেতিহাসেও এই শ্রেণীর উদ্ভিদের স্থান যথেষ্ট তাৎপর্যপূর্ণ কারণ উদ্ভিদ জগতে একমাত্র এদেরই বিবর্তনের মাধ্যমে ব্যক্তজীবী ও তারপর গুপ্তবীজী উদ্ভিদে বিবর্তিত হওয়ার সম্ভাবনা ছিল।

ঠিক কোন্ ধরনের উদ্ভিদ থেকে ব্যক্তজীবী উদ্ভিদের এই পূর্বসূরী (প্রোজিম্‌নোস্পার্ম) দের উৎপত্তি হল সে সম্পর্কে কোনও সঠিক ধারণা পাওয়া যায়নি। কেউ কেউ মনে করেন ট্রাইমেরোফাইটপ্‌সিডা

(Trimerophytopsida) শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদরা হল Archaeopteris ও তার আত্মীয়দের সম্ভাব্য পূর্বসূরী (চ্যালোনার, 1972)।

8.7 সারাংশ ঃ

Rhynia আদি নালিকা বান্ডিলযুক্ত স্থলজ উদ্ভিদ গুলির অন্যতম যার ভূতত্ত্বীয় বয়স পুরাজীবীয় (Palaeozoic) অধিযুগের নিম্ন ডেভোনিয়ান উপযুগ। স্কটল্যান্ডের 'রাইনি চাট' স্তর থেকে এরা আবিষ্কৃত হয় তাই এদের কিড্স্টন ও ল্যাং (1917 - 1921) এরূপ নামকরণ করেন। উদ্ভিদগুলি আগ্নেয়গিরি সংলগ্ন জলাভূমিতে জন্মাত বলে প্রমাণ পাওয়া গেছে। প্রাথমিক ভাবে Rhynia গণের দুটি প্রজাতি R. major ও R. gwynne-vaughani জানা ছিল, কিন্তু এড্ওয়ার্ডস (1986) R. major এ ট্রাকিডের অনুপস্থিতি প্রমাণ করেন এবং এর নতুন নাম Aglaophyton সুপারিশ করেন যাকে তিনি পরিবহণতন্ত্রহীন কিন্তু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জনুঃক্রম যুক্ত উদ্ভিদ বলে অভিহিত করেছেন। Rhynia gwynne- vaughani রেণুধর ছোট বিরৎ, গ্রন্থিকান্ড দ্ব্যগ্র শাখাবিন্যাস যুক্ত, মূলহীন, রাইজয়েডযুক্ত, বায়বীয় অক্ষে অর্ধগোলাকার উপাঙ্গ ও পার্শ্বীয় শাখা থাকে। সংবহন তন্ত্র প্রোটোস্টিলি যুক্ত। রেণুস্থলী ডিম্বাকার, রেণু সমজাতীয়, রেণুরন্ধ্র ত্রিধাবিভক্ত, রাইনিয়ার লিঙ্গাধর দেহ সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়নি। পন্থ (1962), লেমন্ (1968) মনে করেন R. gwynne-vaughani প্রজাতিটি হল R. major এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদ। তাঁরা R. gwynne- vaughani র বায়বীয় অক্ষে স্ফীত অংশগুলিকে জনন অঙ্গ বলে বর্ণনা করেছেন। পরবর্তীকালে রেমী ও রেমী (1989) শোয়েৎজার (1981) রাইনি চার্চের যে স্তর থেকে Rhynia র, প্রজাতি পাওয়া গিয়েছিল সেখান থেকে পুংধানী ও স্ত্রীধানী যুক্ত কিছু লিঙ্গাধর উদ্ভিদ আবিষ্কার করেছেন, সিয়াডোফাইটন (Sciadophyton) ও লায়োনোফাইটন (Lyonophyton) হল এমনতর উদ্ভিদের উদাহরণ।

উচ্চ-কার্বনিফেরাস উপযুগে লাইকপ্লিডা শ্রেণীভুক্ত একধরনের বৃক্ষ ইউরোপ ও আমেরিকায় জন্মাত যাদের মধ্যে Lepidodendron অন্যতম। 1820 সালে স্টার্নবার্গ এই উদ্ভিদের কান্ডের গায়ের পত্রমূল আবিষ্কার করেন। একই গোত্রভুক্ত অন্যান্য গণ যাদের বৈশিষ্ট্যাবলী Lepidodendron এর মত তারা হল লেপিডোফ্লোয়স (Lepidophloios), প্যারা লাইকোপোডাইটিস (Paralycopodites) ও ডায়াফোরোডেনড্রন (Diaphorodendron)। এই সব উদ্ভিদগুলি 40 - 50 মি. উচ্চ এবং দ্বিমেরুবৃদ্ধি (Bipolar growth) প্রাপ্ত হয়। বায়বীয় অংশের শাখাগুলি দ্ব্যগ্র বা সিউডোমোনোপোডিয়াল শাখা বিন্যাস যুক্ত হয় যার অগ্রভাগে পাতা ও রেণু মঞ্জরী থাকে গ্রন্থিকান্ড যুক্ত নিম্নভাগও দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট হয়। কান্ড অনুপত্র আবৃত ও পত্রক্ষত যুক্ত। পত্রক্ষতে নালিকা বান্ডিল চিহ্ন, প্যারিক্নস্ চিহ্ন, লিগিউল চিহ্ন ইত্যাদি থাকে। স্টিলি একাধিক বাহুযুক্ত প্রোটোস্টিলি বা মজ্জাযুক্ত প্রোটোস্টিলি। গৌণ কর্টেক্সের পরিমাণ গৌণ জাইলেম অপেক্ষা বেশি থাকে। পাতা সূচের ন্যায় লিগিউলযুক্ত, রেণুস্থলী মঞ্জরীবদ্ধ, অসমরেণুপ্রসূ। যান্ত্রিক সহায়তার জন্য এই উদ্ভিদের গৌণ কর্টেক্সের ওপর অত্যধিক নির্ভরশীলতাকে অনেকে এদের অবলুপ্তির অন্যতম প্রধান কারণ হিসেবে মনে করেন।

লেপিডোডেন্ড্রেসী গোত্রভুক্ত লেপিডোফ্লোয়স (Lepidophloios) গণের স্ত্রীরেণুপত্রের অরগ্যান গণ হল লেপিডোকারপণ (Lepidocarpon)। স্ত্রী রেণু পত্র বৃন্তযুক্ত এবং দুদিকে স্ফীত হয়ে পার্শ্বীয় ফলক গঠন করে, যা রেণুস্থলীকে প্রায় সম্পূর্ণভাবে আবৃত করে। কার্যগত ভাবে পার্শ্বীয় ফলককে ডিম্বক আবরণীর সঙ্গে তুলনা করা হয় কিন্তু উৎপত্তিগত ভাবে ভিন্ন হওয়ায় একে ছন্দ আবরণী বলে। রেণুস্থলীর মধ্যে একটি উর্বর ও তিনটি অনুর্বর সিস্টোস্পোরাইটিস (Cystosporites) জাতীয় স্ত্রী রেণু থাকত। অনেক সময় স্ত্রী রেণুর মধ্যে ভ্রূণের উপস্থিতি দেখা যায়। বিবর্তনগত ভাবে (Lepidocarpon) শুধুমাত্র বিদারী চরিত্র ছাড়া ডিম্বকের প্রায় সব কটি চরিত্র বহন করে এবং বীজবাহী অবস্থায় বিবর্তনের অনেকটা পথ অতিক্রম করেছিল বলে মনে করা হয়।

Calamites গণটি স্ফেনপসিডা শ্রেণীভুক্ত, ইকুইজিটালিস বর্গের ক্যালামাইটিসি গোত্রের অন্তর্ভুক্ত যার বেশিরভাগ প্রজাতি পুরাজীবীয় অধিযুগের কার্বনিফেরাস যুগের শিলাস্তর থেকে পাওয়া গেছে। গুল্ম বা বৃক্ষ, পর্ব ও পর্বমধ্যে বিভক্ত, বায়বীয় কাণ্ডের প্রকৃতি অনুসারে এই গণকে পাঁচটি উপগণে বিভক্ত করা হয়। কাণ্ডে বহির্মজ্জায় ভ্যালেকুলার গহ্বর এবং প্রোটোজাইলেম অংশে ক্যারিনাল গহ্বর দেখা যায়। কাণ্ডে একমুখী ভাজক কলা দ্বারা গৌণ বৃদ্ধি হয়। পাতা পর্বে গুচ্ছাকারে সজ্জিত থাকে। এদের সংখ্যা, আকৃতি, সজ্জাপদ্ধতি বিভিন্ন রকমের হয়। মঞ্জরীর গঠন বৈচিত্র্য থাকায় এদের নানা গণে বিভক্ত করা হয়। মঞ্জরীতে মঞ্জরীপত্র ও রেণুস্থলী দণ্ড আলাদা আলাদা চক্রে একান্তর ভাবে সাজান থাকে। এই গণে রেণুর আকৃতিগত বৈচিত্র উল্লেখযোগ্য। এখানে প্রাথমিক অসমরেণু অবস্থা (Anisospory) থেকে শুরু করে আদর্শ অসমরেণুপ্রসূতা (Hederospory) পর্যন্ত দেখা যায়। চার্লক বেক 1980 সালে উচ্চডেভোনিয়ান — নিম্ন কার্বনিফেরাস শিলাস্তর থেকে Archaeopteris বর্ণনা করেন। উদ্ভিদটি একটি লম্বা বৃক্ষ যা একাধারে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের চরিত্রযুক্ত পাতা ও উর্বর অংশ বহন করে আবার অন্যদিকে ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের কাণ্ডের গৌণ জাইলেমের বৈশিষ্ট্যগুলি বহন করে। সেই সময় এই ধরনের মিশ্র চরিত্রযুক্ত উদ্ভিদ অজানা ছিল। তাই বেক এই উদ্ভিদটিকে প্রোজিম্নোস্পার্মপসিডা নামে এক নতুন শ্রেণীভুক্ত করলেন যেগুলিকে ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের পূর্বসূরী বলে মনে করা হয়।

8.8 প্রান্তীয় প্রশ্নাবলি

i) এক কথায় উত্তর দিন।

ক) Archaeopteris কে আবিষ্কার করেন?

খ) Archaeopteris এ ট্রাকিডের কোন দেওয়ালে গোলাকার, সপাড় কূপ সজ্জিত থাকে?

গ) Archaeopteris এর কাণ্ডের অন্তর্গঠন কী জাতীয় ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের মত?

ii) শূণ্যস্থান পূরণ করুন

ক) Archaeopteris এর স্ত্রীরেণুগণ — নামে পরিচিত।

খ) Archaeopteris এর অন্তত — টি প্রজাতিতে অসমরেণুপ্রসূতা জানা গেছে।

গ) — শ্রেণীভুক্ত উদ্ভিদেরা হল Archaeopteris ও তার আত্মীয়দের সম্ভাব্য উত্তরসূরী।

iii) সংক্ষেপে উত্তর দিন

ক) কী ভাবে প্রমাণ করা যায় যে Rhynia আগ্নেয়গিরি সংলগ্ন অঞ্চলে জন্মাত?

খ) Rhynia major এর নতুন নামকরণ কেন করা হয়েছে?

গ) Lepidocarpon উদ্ভিদে গৌণ কর্টেক্সের গুরুত্ব কী?

ঘ) Lepidocarpon একটি ডিম্বকের কোন্ কোন্ চরিত্র বহন করে?

ঙ) বেক এর আবিষ্কারের বৈজ্ঞানিক গুরুত্ব কতটা?

iv) একটি প্রাথমিক চরিত্রের ভিত্তিতে তুলনা করুন

ক) অ্যাক্ল্যামাইডোকারপণ (Achlamydocarpon) ও লেপিডোকারপণ (Lepidocarpon)

খ) ক্যালামোস্ট্যাকিস (Calamostachys) প্যালিওস্ট্যাকিয়া (Palaeostachya)

গ) স্টাইলোক্যালামাইটিস (Stylocalamities) ও ডিপ্লোক্যালামাইটিস (Diplocalamites)

ঘ) এগ্লাওফাইটন মেজর (Aglaophyton major) রাইনিয়া গাইন ভয়ানী (Rhynia gwynne - Vaughani)

ঙ) ইলেটারইটিস (Elaterites) ও ক্যালামোস্পোরা (Calamospora)

8.9 উত্তরমালা

অনুশীলনী — ১

i) ক)—(iii) (ii) ক—পন্থ (1926)

খ)—(iv) খ—অগ্লাওফাইটন (Aglaophyton)

গ)—(iii) গ—সিলুরিয়ান মহাযুগ

অনুশীলনী — 2

i) ক)—কাণ্ডের গায়ের পত্রমূল

খ)—সর্পিলাকারে

গ)—আক্লামাইডোকারপণ (Achlamydocarpon)

ঘ)—লাইকপসিডা

ঙ)—রন্ধ্রাস

ii) ক)—লিগিউল

খ)—একমুখী

গ)—কর্টেক্স

ঘ)—পার্শ্বীয় ফলক

ঙ)—লাইকোস্পোরা (Lycospora)

অনুশীলনী—3

i) ক)—লেপিডোফ্লোয়স (Lepidophloios)

খ)—ডিম্বক আবরণী

গ)—সমপ্রবণ

ঘ)—সিস্টোস্পোরাইটিস (Cystosporites)

ঙ)—বিদারী

অনুশীলনী— 4

i) ক)—(1)

খ)—(7)

গ)—(3)

ঘ)—(2)

ঙ)—(4)

ii) ক)—ক্যালামোস্পোরা (Calamospora) (গ)— প্রোটোজাইলেম

খ)—সমকোণ (ঘ)—অ্যাস্ট্রোমায়েলন (Astromyelon)

ঙ)—২টি

প্রান্তীয় প্রশ্নাবলি

1) ক) চার্লস বেক

খ) অরীয়

গ) কনিফার

2) ক) বিহারী স্পোরাইটিস (Biharisporites)

খ) 3 টি

গ) ট্রাইমেরোফাইটপসিডা

3) ক) 7 Rhynia গণভুক্ত উদ্ভিদের দেহাংশগুলি খনিজপৃক্ত জীবাশ্ম অবস্থায় আগ্নেয়গিরির ভস্মের মধ্যে পাওয়া গেছে। এ থেকে ধারণা করা হয় যে উদ্ভিদগুলি আগ্নেয়গিরি সংলগ্ন জলাভূমির পীট (Peat) স্তরে সংরক্ষিত হয়েছিল।

খ) পূর্বে Rhynia major কে সংবহনতন্ত্র যুক্ত আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ বলে মনে করা হয়। ১৯৮৬ সালে ডি. এস. এডওয়ার্ডস এই প্রজাতির পুনঃবর্ণনা করার সময় এতে ট্রাকীডের অনুপস্থিতি প্রমাণ করেন। এই পর্যবেক্ষমের ওপর নির্ভর করে এডওয়ার্ডস এই উদ্ভিদটিকে পরিবহণতন্ত্রহীন কিন্তু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জনুঃক্রম যুক্ত বলে অভিহিত করেন এবং যথার্থ কারণেই এটির নতুন নামকরণ আগ্লাওফাইটন মেজর (Aglaophyton major) করেন।

গ) Lepidodendron কাণ্ডে গৌণ কর্টেক্সের পরিমাণ গৌণ জাইলেম অপেক্ষা বেশি থাকে। ফলে যান্ত্রিক সহায়তার জন্য এই উদ্ভিদ গৌণ কর্টেক্সের ওপর বেশি নির্ভরশীল ছিল। এই অস্বাভাবিক নির্ভরশীলতা এই উদ্ভিদের অবলুপ্তির অন্যতম কারণ হিসাবে মনে করা হয়।

ঘ) আপাতদৃষ্টিতে Lepidocarpon স্ত্রী রেণুস্থলী ও ব্যক্তবীজী ডিম্বক একই ধরনের। উভয়ই ডিম্বকত্বক বিশিষ্ট, উভয়েরই স্ত্রীধানীযুক্ত অন্তঃরেণু (Endosporic) স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ এবং উভয়েরই ডিম্বক রন্ধ্র (Microphyle) বর্তমান। অবশ্য এই ডিম্বক রন্ধ্রের গঠন ও প্রকৃতি ব্যক্তবীজী ডিম্বকের মত হয় বলে মনে করা হয়।

ঘ) বেক আবিষ্কৃত Archaeopteris চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি থেকে দেখা যায় যে এটি কিছু কিছু কনিফার জাতীয় ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের চরিত্র বহন করে। অনেকে মনে করেন যে এই গণ থেকেই যৌগিক পাতার বিবর্তনের শুরু হয়। সুতরাং, ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের বিবর্তনে আর্কেওপটেরিস তথা প্রোজিম্নোস্পার্মপসিডা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ স্থান গ্রহণ করে। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের বিবর্তন ইতিহাসেও এই শ্রেণীর উদ্ভিদের স্থান যথেষ্ট তাৎপর্যপূর্ণ কারণ উদ্ভিদজগতে একমাত্র এদেরই বিবর্তনের মাধ্যমে ব্যক্তবীজী ও পরে গুপ্তবীজী উদ্ভিদে বিবর্তিত হওয়ার সম্ভাবনা ছিল।

4) ক) Lepidocarpon এ রেণুপত্র বৃন্তযুক্ত এবং দুদিকে স্ফীত হয়ে পার্শ্বীয় ফলক (Lateral lamina) গঠন করে এবং পরিণত রেণুস্থলীকে প্রায় সম্পূর্ণ আবৃত করে। Achlamydocarpon এ পার্শ্বীয় ফলক অনুপস্থিত অথবা অতি ক্ষীণ।

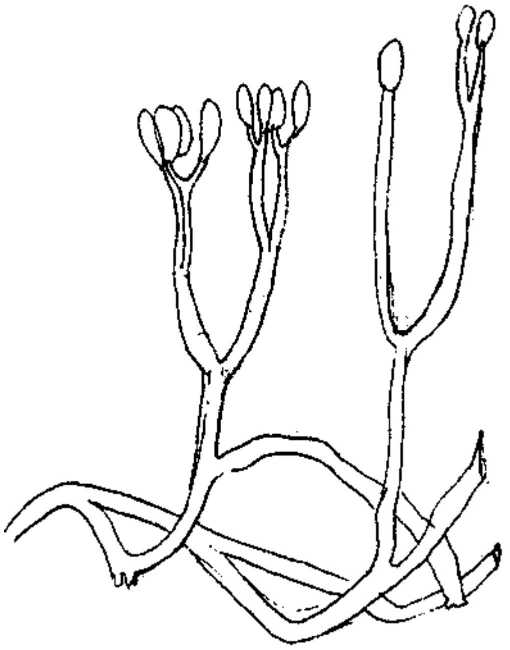
খ) Calamostachys মঞ্জরীতে রেণুস্থলীদণ্ডগুলি মঞ্জরী অক্ষের সঙ্গে সমকোণে সজ্জিত থাকে।

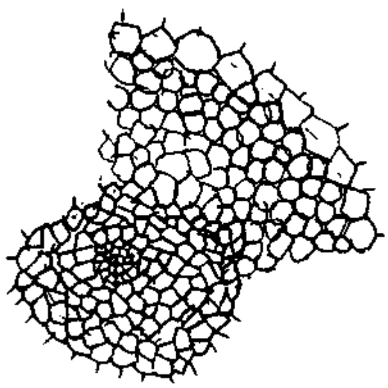
কিন্তু প্যালিওস্ট্যাকিয়া মঞ্জরীতে রেণুস্থলীদণ্ডগুলি মঞ্জরীপত্রের অক্ষে প্রায় 45° কোণ করে সজ্জিত থাকে।

গ) Stylocalamites এ প্রতিটি পর্বে কেবলমাত্র কয়েকটি অবিন্যস্তভাবে শাখা ছড়ানো থাকে কিন্তু Diplocalamites এ প্রত্যেক পর্বে একজোড়া শাখা প্রতিমুখ তির্যকপন্নভাবে বিন্যস্ত থাকে।

ঘ) Rhynia gwynne-vaughani র সংবহনতন্ত্রে সন্দেহাতীতভাবে ট্রাকিডের উপস্থিতি প্রমাণিত হয়েছে কিন্তু Aglaophytpon major এ ট্রাকিডের অনুপস্থিতি প্রমাণিত হয়েছে।

ঙ) Elaterites সমরেণুগণটি তিনটি কুণ্ডলিকৃত ইলেটারযুক্ত হয়। ইলেটারগুলি রেণুগাত্র থেকে আলাদা হয়ে গেলে এই ইলেটারহীন সমরেণুকে Calamospora বলা হয়।

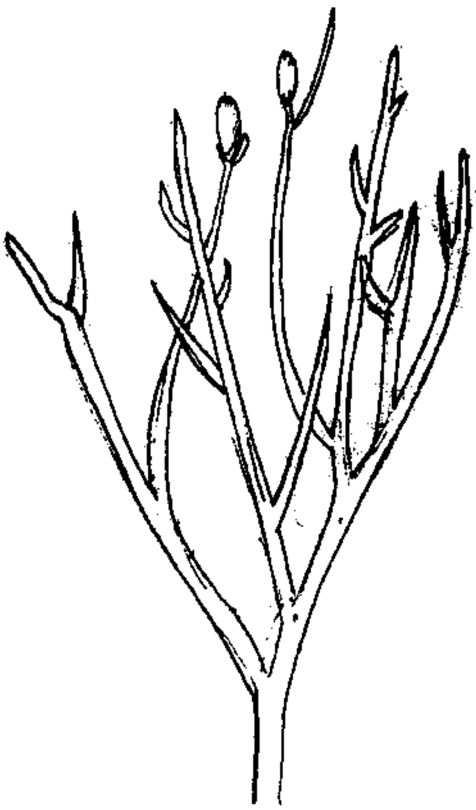




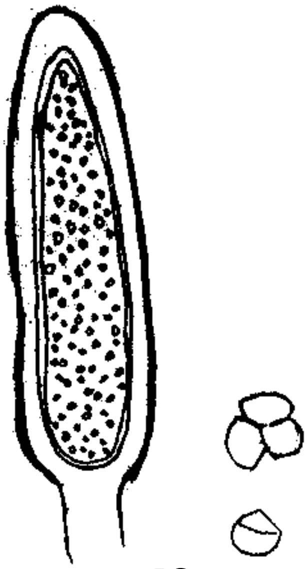
খ. Aglaophyton major-এর কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ

গ. পত্ররন্ধ্র

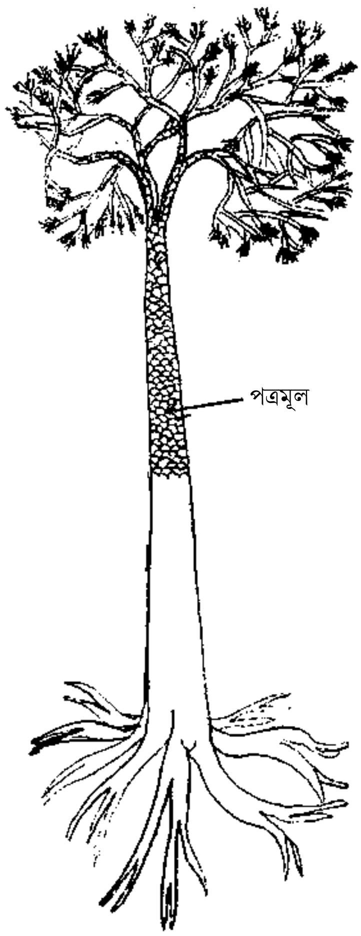
চিত্র নং 8.1 ক. Aglaophyton major (= Rhynia major) -এর রেণুধর উদ্ভিদ

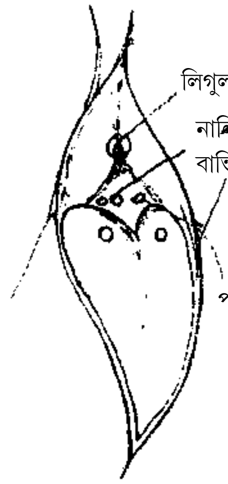


ঘ. Rhynia gwynne Uanghami -র
রেণুধর উদ্ভিদ



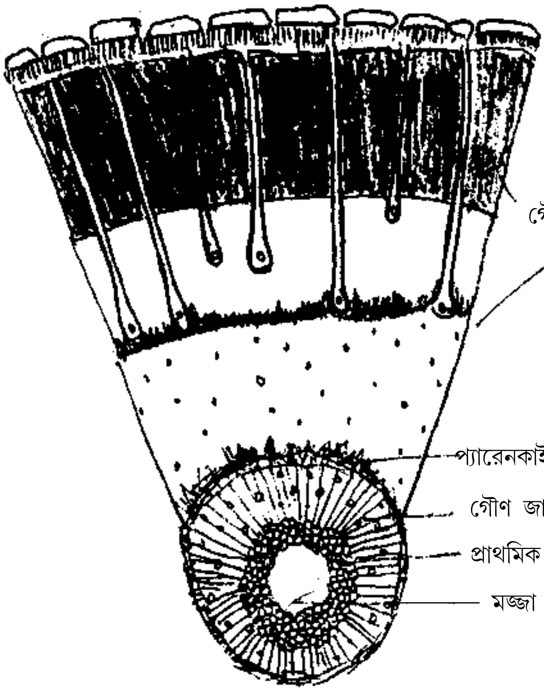
ঘ. Rhynia -র রেণুস্থলীর প্রস্থচ্ছেদ ও রেণু
চতুঃষ্টয়



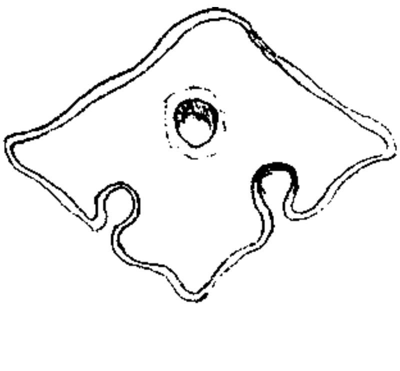


খ. কাণ্ডের পত্রমূল

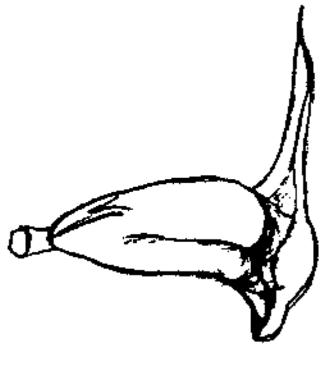
চিত্র নং 8.2 ক. Lepidodendron বৃক্ষ, গোড়ায় স্টিগমারিয়া মূল।



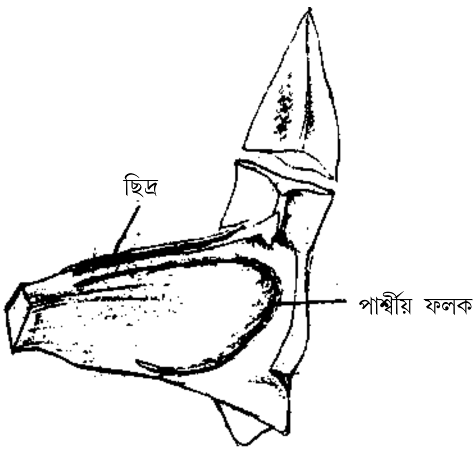
চিত্র নং 8.2 গ. Lepidodendron কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র নং 8.2 ঘ. Lepidodendron
পাতার প্রস্থচ্ছেদ



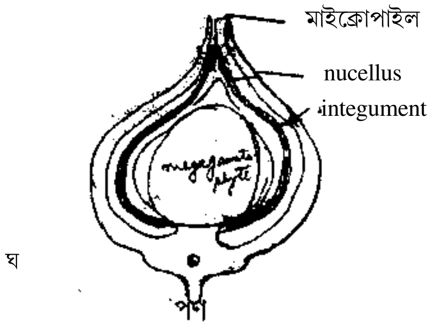
চিত্র নং 8.2 ঙ. Lepidodendron
এর স্ত্রীরেণুপত্র - অ্যাক্লাইডোকারপণ।

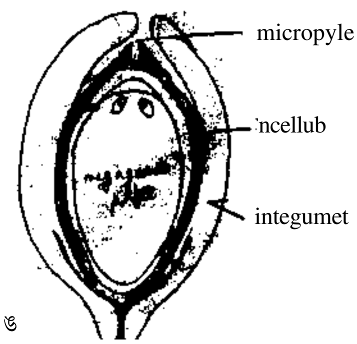


চিত্র নং 8.3 ক. Lepidodendron স্ত্রীরেণুপত্রের বহির্গঠন

চিত্র নং 8.3 খ. লেপিডোকারপোপসিস ল্যান্সিওলেটার স্ত্রীরেণু পত্রের প্রস্থচ্ছেদ (Lepidocarpopsis lanceolatus)

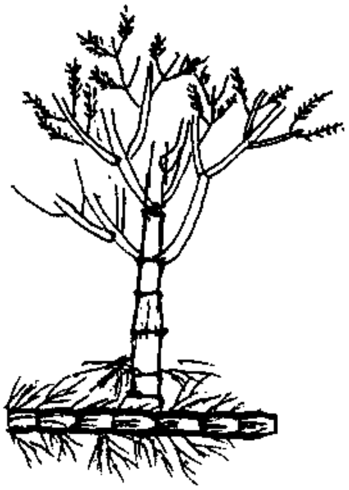
চিত্র নং 8.3 গ. লেপিডোকারপোপসিস সেমিএ্যালাটা (L. senialata) পার্শ্বীয় ল্যামিনা আংশিক ঢাকা



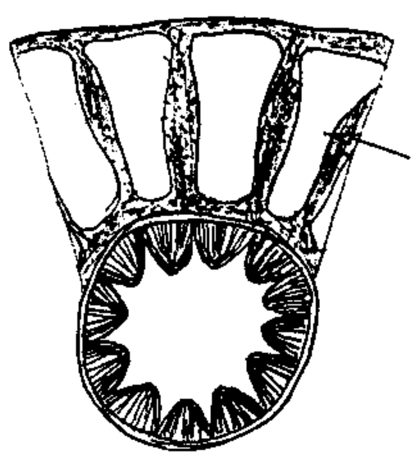


চিত্র নং 8.3 ক - ঙ লেপিডোকারপণ ল্যোম্যাক্সি (Lepidocarpon lomaxi) স্ত্রীরেণুপত্রের প্রস্থচ্ছেদ

ব্যাক্তবীজী উদ্ভিদের ডিম্বকের লম্বচ্ছেদ

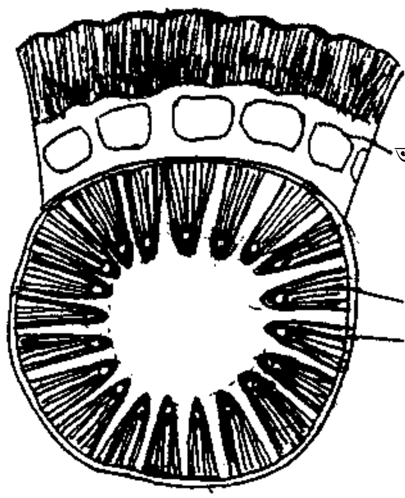


চিত্র নং 8.4 ক Calamites উপগণের
রেণুধর দেহ।



চিত্র নং 8.4 খ Astromyelon মূলের
প্রস্থচ্ছেদ

চিত্র নং 8.4 গ প্রাথমিক ও গৌণ জাইলেম

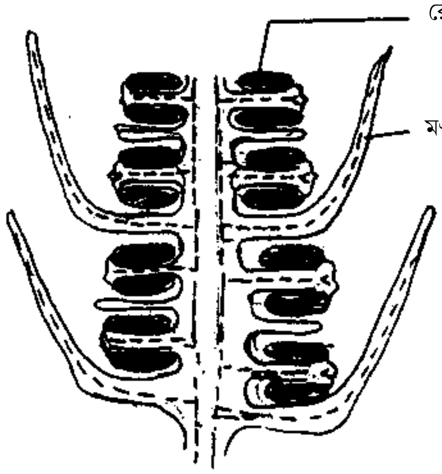


চিত্র নং 8.4 ঘ. Calamites কাণ্ডের
প্রস্থচ্ছেদ

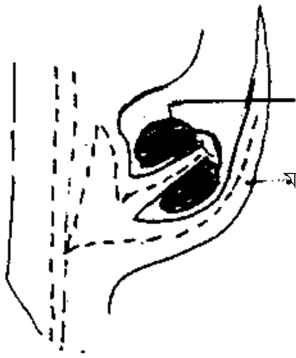
চিত্র নং 8.4 ঙ. বর্ধিত ক্যারিনাল
গহ্বর

চিত্র নং 8.4 চ. Annularia

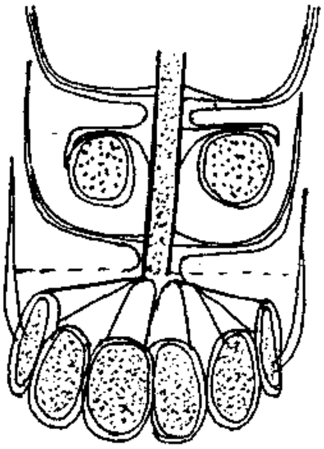
চিত্র নং 8.4 ছ. Asterophullites



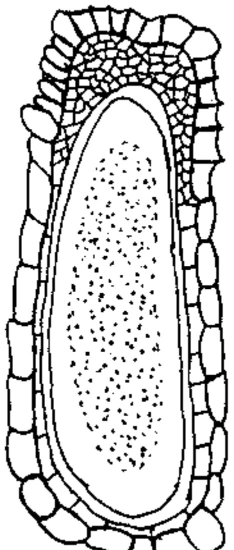
চিত্র নং 8.4 জ. লম্বচ্ছেদ Calacostachya মঞ্জরী



চিত্র নং 8.4 ঝ. লম্বচ্ছেদে Palacostachya মঞ্জরী

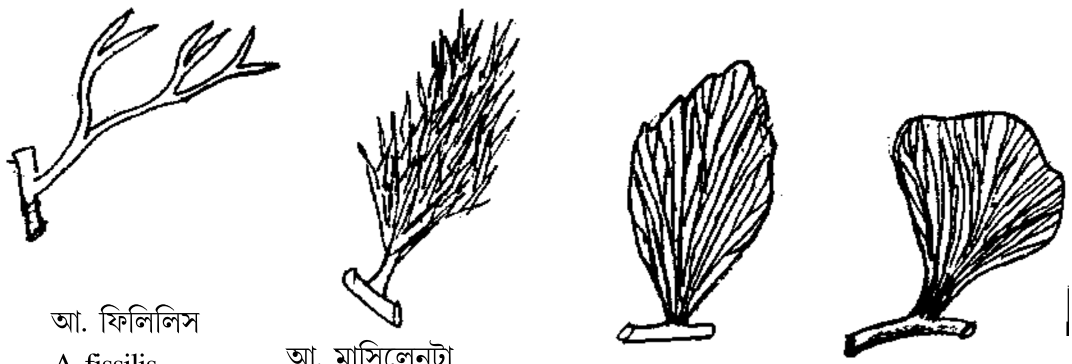


চিত্র নং 8.4 ঞ. লম্বচ্ছেদে Mazostachys মঞ্জরী

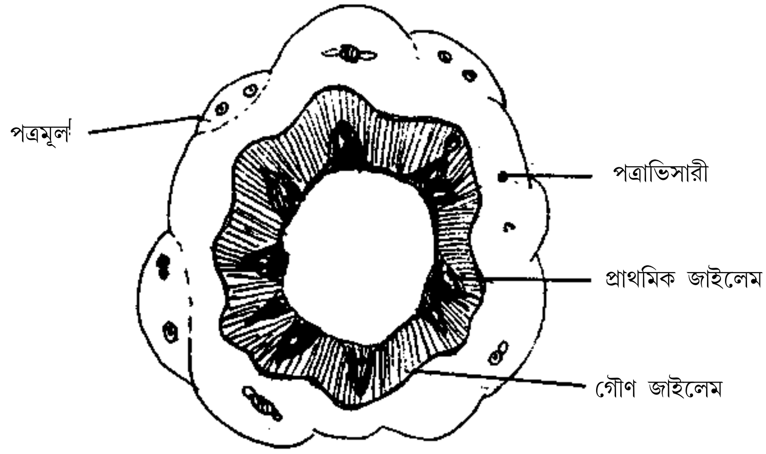


চিত্র নং 8.4 ত. Calamocarpon স্ত্রীরেণুস্থলী

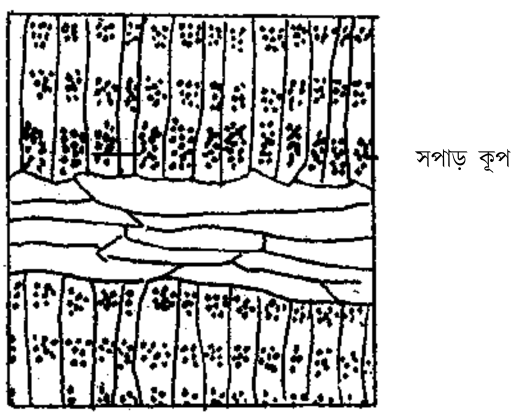
চিত্র নং 8.5 ক. Archaeopteris -এর শাখায়িত কাণ্ড



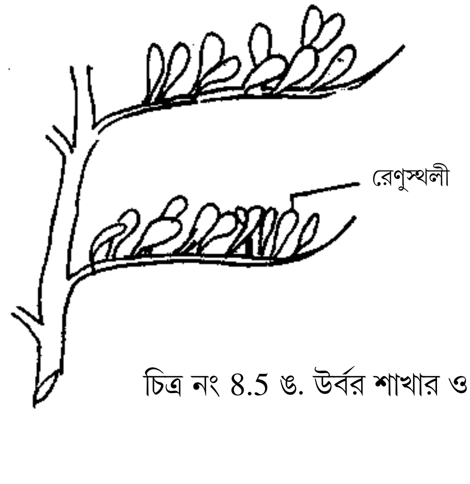
চিত্র নং 8.5 খ. Archaeopteris -এর বিভিন্ন প্রজাতির ফলকের বহির্গঠন



চিত্র নং 8.5 গ. কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র নং 8.5 ঘ. কাণ্ডে ট্রাকিডের অরীয় দেওয়ালে বিন্যস্ত সপাড় কূপ



চিত্র নং 8.5 ঙ. উর্বর শাখার ওপর সারিবদ্ধ রেণুস্থলী

একক 9 ❑ অসমরেণুপ্রসূতা ও বীজবাহিতা ঃ

9.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

9.2 অসমরেণু প্রসূতা ও বীজ বাহিতা

9.3 সারাংশ

9.4 প্রশ্নাবলি

9.5 উত্তরমালা

9.1 প্রস্তাবনা ঃ

টেরিডোফাইটা জাতীয় অপুষ্পক উদ্ভিদের সাধারণ ভাবে রেণু দ্বারা জনন সম্পন্ন হয়। একই ধরনের রেণু উৎপন্ন হতে পারে যাকে (Honaspory) সমরেণু বলা হয়, অথবা দুই ধরনের রেণু উৎপন্ন হতে পারে যাকে অসমরেণু (Heterospory) বলা হয়। এদের মধ্যে কিছু রেণু আকারে ছোট এবং অঙ্কুরিত হয়ে পুং লিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে, আর কিছু আকারে বড় স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে।

এই অসমরেণুপ্রসূতা থেকে পরবর্তীকালে বীজ গঠনের একটা প্রবণতা পরিলক্ষিত হয় এবং বিবর্তনের নানা ধাপে তা অধুনালুপ্ত এবং জীবিত উদ্ভিদের মধ্যে দেখা যায়। তবে অবশেষে কেনই বা এই জাতীয় উদ্ভিদ সপুষ্পক উদ্ভিদের মত প্রকৃত বীজ গঠন করতে অক্ষম হয় তার আলোচনা এই এককের অন্তর্গত।

উদ্দেশ্য ঃ-

এই এককটি অধ্যয়ন করে আমরা নিম্নলিখিত বিষয়গুলি জানতে পারবো। —

- হেটেরোস্পোরি (Heterospory) এবং হোমোস্পোরি (Homospory) অথবা অসমরেণুপ্রসূ ও সমরেণুপ্রসূ কাকে বলে।
- এদের মধ্যে পার্থক্য কী?
- অসমরেণুপ্রসূতার উদ্ভব।
- জীবাশ্ম ও জীবিত উদ্ভিদে কোন কোন গণে তা পরিলক্ষিত।
- এই প্রসঙ্গো আমরা Selaginella উদ্ভিদে অসমরেণুপ্রসূতার বৈশিষ্ট্যও আলোচনা করবো।

9.2 অসমরেণুপ্রসূতা ও বীজবাহিতা (Heterospory and seed habit)

বীজ বিকাশের বিবর্তন সংবহন কলা সমন্বিত উদ্ভিদের বিবর্তন ইতিহাসে একটু গুরুত্বপূর্ণ ঘটনা। অধুনালুপ্ত ও জীবিত উদ্ভিদসমূহ নির্দেশ করে যে, বীজ উৎপাদনের ক্ষমতাযুক্ত স্থলজ উদ্ভিদরাই স্থলজ উদ্ভিদের মধ্যে সর্বাপেক্ষা সফল উদ্ভিদ। একটি বীজ হল সম্পূর্ণ পূর্ণতা প্রাপ্ত ডিম্বক। সুতরাং বীজ হিসাবে পরিগণিত হতে হলে ডিম্বককে নিষেক প্রাপ্ত হয়ে ভ্রূণ সমন্বিত হতে হবে। জীবাশ্মের ক্ষেত্রে, যদিও, কোন একটি ডিম্বক নিষেকপ্রাপ্ত অথবা নিষেকপ্রাপ্ত নয়—তা জানা খুবই দুষ্কর কারণ ভ্রূণ কখনই জীবাশ্মে পরিণত হয় না। ঠিক এই কারণের জন্যই জীবাশ্মবিদ্‌দের কাছে 'বীজ' এবং 'ডিম্বক' শব্দ দুটি বিনিময়ে।

সাধারণভাবে এটা ধারণা করা হয় যে বীজ বিকাশের বিবর্তনে অসমরেণুপ্রসূতা একটি গুরুত্বপূর্ণ পূর্ববর্তী ধাপ। এ ব্যাপারে সেলাজিনেলা (Selaginella) নিঃসন্দেহে অসমরেণুপ্রসূ অবস্থার একটি প্রকৃষ্ট উদাহরণ যেখানে একই উদ্ভিদে যথেষ্ট বৈসাদৃশ্য সম্পন্ন দুইপ্রকারের রেণু উৎপন্ন হয়—পুংরেণু (Microspore) এবং স্ত্রীরেণু (Megaspore), আকারে দুই প্রকার ভিন্ন রেণু উৎপন্ন হওয়ার সাথে নিশ্চিত ভাবে লিঙ্গাধরের লিঙ্গ নির্ধারণ সম্পর্কযুক্ত, যেমন মাইক্রোস্পোর পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ ও মেগাস্পোর (আকারে বড়) স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে। রেণুধর উদ্ভিদে রেণুস্থলীর ভেতর রেণুমাতৃকা সৃষ্টির পর অসমরেণুপ্রসূতা রেণুধরের বৈশিষ্ট্যে একটি নতুন সংযোজিত বৈশিষ্ট্য।

বিলুপ্ত উদ্ভিদের জীবাশ্ম নিদর্শন অনুসারে অতীত কালে টেরিডোফাইটায় অসমরেণুপ্রসূ দশা প্রসারিত ছিল এবং অনুমান করা হয় যে অসমরেণুপ্রসূ দশা সমরেণু প্রসূ দশা থেকেই বিবর্তিত। আর্কিয়প্‌টেরিস ন্যাসিলেন্টা (Archaeopteris nacilenta) একটি সমরেণুপ্রসূ জীবাশ্ম উদ্ভিদ রূপে গণ্য করা হয়েছিল কিন্তু সযত্নে পুনরানুসন্ধানে দেখা গেছে যে, এই উদ্ভিদটি অসমরেণুপ্রসূ। চল্‌তি প্রথানুযায়ী সমআকৃতির রেণু অঙ্কুরিত হয়ে সহবাসী (Monoecious) রেণু বহিস্বকীয় (Exosporic) লিঙ্গাধরের উদ্ভব ঘটায় কিন্তু রেণুবহিস্বকীয় ভিন্নবাসী (Dioecious) লিঙ্গাধরের উদ্ভবও সম্ভব—যা অতীতকালে উদ্ভাবিত হয়েছে। এবং এই ঘটনাকে অসমরেণুপ্রসূ দশা সৃষ্টির বিবর্তনে প্রথম ধাপ রূপে বিবেচনা করা যেতে পারে।

দ্বিতীয় ধাপে এমন একটি অবস্থাকে বিবেচনা করা হয় যেখানে একই রেণুস্থলীর ভেতরে মাইক্রো এবং মেগাস্পোর উপস্থিত থাকে।

তৃতীয় ধাপ এমনই একটি অবস্থার সমন্বয় যেখানে একই উদ্ভিদের কিছু রেণুস্থলী মাইক্রোস্পোর এবং কিছু রেণুস্থলী মেগাস্পোর ধারণ করে। সমগ্র অসমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদের মধ্যে একটি সাধারণ ধারা বর্তমান, যে ধারায় এই উদ্ভিদের মধ্যে মেগাস্পোরের সংখ্যা হ্রাসের প্রবণতা দেখা যায়; এমনকি বহু মেগাস্পোর থেকে হ্রাসপ্রাপ্ত হয়ে কেবলমাত্র একটি কার্যকর মেগাস্পোর উৎপন্ন করে। এইরূপ বিবর্তনের নিদর্শন স্বতন্ত্র ভাবে লাইকপসিডা (Lycopsida) স্ফেনপ্‌সিডা (Sphenopsida) এবং ফিলিকপ্‌সিডা (Filicopsida) য় পাওয়া যায়।

সমরেণুপ্রসূ দশা থেকে শুরু করে বিবর্তনের মাধ্যমে অসমরেণুপ্রসূ দশা উদ্ভবের বিভিন্ন ধাপগুলি নিম্নরূপ :-

i) কিছু রেণুস্থলীতে উৎপন্ন মোট রেণুর সংখ্যার ধীরে ধীরে হ্রাসপ্রাপ্তি।

ii) হ্রাসপ্রাপ্ত রেণুর আকার বৃদ্ধি।

iii) কিছু রেণুস্থলীর রেণু হ্রাসপ্রাপ্তির সাথে সাথে হ্রাসপ্রাপ্ত রেণুর ধ্রুবক হয় এবং একই রেণুস্থলীর সকল হ্রাস প্রাপ্ত রেণুর আকার একই হয়।

iv) সহবাসী লিঙ্গাধর থেকে ভিন্নবাসী লিঙ্গাধরে পরিবর্তন।

v) বহিস্বকীয় (Exosporic) লিঙ্গাধর থেকে অন্তস্বকীয় লিঙ্গাধরে পরিবর্তন।

সেলাজিনেলা (Selaginella) অসমরেণুপ্রসূ, সংবহু কলাযুক্ত, অপুষ্পক উদ্ভিদদের মধ্যে একটি প্রকৃষ্ট উদাহরণ বেং নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যের জন্য বীজ বিকাশের বিবর্তনের ধারায় অভিগমন করে।

i) সেলাজিনেলা অসমরেণুপ্রসূ।

ii) মেগারেণুস্থলীর মধ্যে বর্তমান থাকায় মেগাস্পোর অঙ্কুরিত হতে শুরু করে এবং মেগারেণুস্থলী থেকে মেগারেণুর নিষ্ক্রমণের সময় প্রজাতি অনুসারে বিভিন্ন হয়।

iii) সেলাজিনেলা রূপেস্ট্রিস (S. rupestris) এবং সে মনোস্পোরা (S. monospora) তে মেগাস্পোরের সংখ্যা কমতে কমতে একটিতে পরিণত হয়।

iv) সেলাজিনেলা রূপেস্ট্রিস (S. rupestris) তে মেগাস্পোর কখনই পরিত্যক্ত হয় না পরিবর্তে মেগাস্পোরানজিয়ামের ভেতরেই নিষেক, ভ্রূণের পরিস্ফুরণ এমন কি রাইজোফোর, কাণ্ড এবং বীজপত্র তৈরি হয়; এবং এর মাধ্যমে জনিতৃ উদ্ভিদের সাথে সংযোগ রক্ষা করে যা গুপ্তবীজী উদ্ভিদের জরায়ুজ অঙ্কুরোদ্গমের পদ্ধতিকে নির্দেশ করে। কিন্তু চরম সমালোচনা মূলক বিশ্লেষণে দেখা গেছে যে, সেলাজিনেলা (Selaginella) এবং মারসিলিয়া (Marsilea), র মত অপুষ্পক, সংবহন কলাযুক্ত অসমরেণুপ্রসূ উদ্ভিদেরা বীজ বিকাশে অসফল হয়েছে কারণ ঃ

i) মেগারেণুস্থলীর ঘিরে ইন্টেগুমেন্ট (Integument) নামক সংরক্ষণ মূলক আবরণ অবর্তমান।

ii) মেগারেণুস্থলীর ভেতরে মেগারেণুর স্থায়ী ভাবে অবস্থান প্রতিষ্ঠিত হয় নি।

iii) মেগারেণু ও মেগারেণুস্থলীর মধ্যে কলাস্থানিক সংযোগ অনুপস্থিত।

iv) ভ্রূণ পরিস্ফুটনের পর বিশ্রম দশা অনুপস্থিত।

'অসমরেণুপ্রসূ' —এই ঘটনাটির বিশেষ জীবজ প্রাধান্য বর্তমান, কারণ স্ত্রী লিঙ্গাধর উদ্ভিদসহ একটি বৃহৎ মেগাস্পোর পুষ্টির জন্য রেণুধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরশীল। 'অসমরেণু প্রসূতা' বীজ বিকাশের বিবর্তনের প্রারম্ভিক অবস্থা — নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যগুলি এই মন্তব্যের সপক্ষে পরিচয় বহন করে।

i) দুই ধরনের রেণু উৎপাদন (অসমরেণুপ্রসূতা)।

ii) মেগারেণুস্থলীর ভেতরেই মেগারেণু অবস্থান ও অঙ্কুরোদ্গম, ডিম্বাণু নিষিক্তকরণ এবং ভ্রূণ উৎপাদন।

iii) একটি মেগা রেণুস্থলীর ভেতরে কেবলমাত্র একটি মেগারেণুর উৎপত্তি।

সেলাজিনেলাতে (Selaginella) মেগালিঙ্গাধর সহ মেগারেণু মেগারেণুস্থলীর ভেতর অবস্থান করে। কিছু কিছু ক্ষেত্রে নিষেকের পরে নবগঠিত ভ্রূণ লিঙ্গাধর সহ—সমস্ত গঠনটি, আবরণ যুক্ত (Integumented) মেগারেণুস্থলী জনিতৃ উদ্ভিদ থেকে খসে পড়ে। এই ধরনের গঠনকে 'আদি বীজ' (Primitive seed) রূপে বিবেচনা করা যেতে পারে। বীজ হল একটি পরিণত আবরণযুক্ত (Integumented, = বহিরাবরণ) মেগারেণুস্থলী যা পরিপক্ক অবস্থায় ফেটে যায় না। যদিও সেলাজিনেলা (Selaginella) বীজ বিকাশের বিবর্তনের ধারার একটি প্রারম্ভিক প্রকৃষ্ট উদাহরণ কিন্তু এখানে প্রকৃত বীজের বির্বতন ঘটে নি। অন্যদিকে জীবাশ্ম প্রমাণাদি সমরেণুপ্রসূ (Homosporous pteropsida) থেকে বীজের বিকাশকে সমর্থন করে।

মধ্য ডেভোনিয়ান (Devonian) যুগের পূর্ব পর্যন্ত সমস্ত সংবহন কলাযুক্ত উদ্ভিদেরা সমরেণুপ্রসূ (Chauleria) আবিষ্কৃত হয়। উচ্চ ডেভোনিয়া যুগে আর্কিওপটেরিস (Archaeopteri's) অসমরেণুপ্রসূর একটি সদৃশ্য উদ্ভিদ আবিষ্কৃত হয়েছে। চাউলেরিয়া' তে, একই রেণুস্থলীতে উভয় রেণু যথা মাইক্রো ও মেগা রেণু বর্তমান, অপর একটি উচ্চ ডেভোনিয়ানে প্রাপ্ত জীবাশ্ব উদ্ভিদ বারিনেফাইটন সাইট্রুলিফর্মি (Barinophyton citrulliforme)' তে একই রেণুস্থলীতে উভয় রেণুর মিশ্রণ অবস্থায় উপস্থিতি পাওয়া গেছে। এই অবস্থাটি দুটি রেণুর মধ্যে স্বাতন্ত্র্য বজায় রেখে হেটারোস্পোরির বিবর্তন ধারাকে নির্দেশ করে।

অসমরেণুপ্রসূ দশার সৃষ্টির পর ডিম্বকসৃষ্টির বিবর্তনে বেশ কিছু বিবর্তন মূলক ঘটনা ঘটেছে যেমন,

i) একটি মাত্র কার্যকরী মেগারেণুর উৎপত্তি এবং মেগারেণুস্থলীর মধ্যে তার অবস্থান।

ii) রন্ধ্রসহ বহিরাবরণ (ত্বক = Integument) সৃষ্টি।

iii) অন্তঃস্বকীয় (Endosporic) মাইক্রো লিঙ্গাধর থেকে পরাগ নালির উৎপত্তি।

iv) ফেটে যায় না এমন মেগা রেণুস্থলী সহ অন্তঃস্বকীয় মেগালিঙ্গাধরের উৎপত্তি।

v) পরাগরেণু গ্রহণের জন্য শীর্ষদেশে ফেটে যায় না এমন ভ্রূণ পোষক কলার (Nucellus) সম্প্রসারণ।

উচ্চ ডেভোনিয়ান থেকে প্রাপ্ত আর্কিওস্পারমা আরনল্ডি (Archaeosperma arnoldii) একটি কিউপিউল যুক্ত (Cupulate) আদি ডিম্বক সমন্বিত অঙ্গ। আদি ডিম্বক (Pre-ovule) হল এমনই একটি ডিম্বক সদৃশ গঠন যা সুগঠিত ডিম্বক রন্ধ্রহীন, আংশিক একত্রিভূত বা অমিশ্রিত বহিরাবরণ লতি যুক্ত (Integumentary lobes) মেগারেণুস্থলী। বীজ বিকাশের বিবর্তন ধারায় বহিরাবরণের (Integument) উৎপত্তি খুবই গুরুত্বপূর্ণ। লেপিডোকারপণ (Lepidocarpon) এবং মায়াডেসমিয়া (Miadesmia)' তে রেণুপত্রের কিছু অংশ 'বহিরাবরণ' (Integument) তৈরিতে পরিবর্তিত হয়েছে। টিলোম গুচ্ছ '(Telome trusses) থেকে বহিরাবরণ তৈরির নজির ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে বর্তমান।

স্ফেনপ্সিডাতে (Sphenopsida) ক্যালামোকারপণ (Calamocarpon) ক্যালামোস্ট্যাকিস্

(Calemostachys) এবং প্যালিও স্ট্যাকিস (Palaeostachys) অসমরেণুপ্রসূতা প্রদর্শন করে।

ওপরের আলোচনা থেকে এটা প্রতীয়মান হয় যে, 'অসমরেণুপ্রসূতা' উদ্ভিদ জগতে অনেক পূর্বকাল থেকেই চলে আসছে এবং অসমরেণুপ্রসূতা থেকে বীজ বিকাশের বিবর্তনে পরিবেশের প্রভাব যে গুরুত্বপূর্ণ অংশ গ্রহণ করেছে একথা বিবেচনার মধ্যে এসেই যায়।

সেলাজিনেলা (Selaginella), (Isoetes) আইসো-ইটিস, মার্সিলিয়া (Marsilea) এবং স্যালভিনিয়া (Salvinia) প্রভৃতি গণের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশাগুলি নির্দেশ করে যে 'অসমরেণুপ্রসূতা' উৎপন্নের কোন সাধারণত্ব নেই। কিছু কিছু ক্ষেত্রে মিয়োসিসের পূর্ব অবস্থায় অসমরেণুপ্রসূতার সূত্রপাত হয় আবার কোন কোন ক্ষেত্রে মিয়োসিসের পরে এর সূত্রপাত হয়।

সেলাজিনেলা (Selaginella) 'র ওপর বিজ্ঞানী গোবেল (Goebel ; 1905) এবং মারসিলিয়া (Marsilea) 'র ওপর বিজ্ঞানী, সাথুক (Shattuck ; 1910)' এঁদের গবেষণা মূলক সিদ্ধান্ত নির্দেশ করে যে, অসমরেণুপ্রসূতার উৎপত্তিতে পুষ্টি প্রভাবক বিশেষ ভূমিকা গ্রহণ করে। কিছু রেণু তাদের অবলুপ্তির মাধ্যমে বাকিদের পুষ্টি জোগায় যাতে তারা আকারে বড় হয়ে কার্যকরী হয়।

যদিও সেলাজিনেলা (Selaginella) বীজ বিকাশের বিবর্তনে সুদূরপ্রসারী ভূমিকা গ্রহণ করেছে তবুও সম্পূর্ণ ও সুগঠিত বীজ এদের মধ্যে পাওয়া যায় না কারণ বীজের গুরুত্বপূর্ণ ও অত্যাবশ্যকীয় বৈশিষ্ট্যসকল এদের মধ্যে অনুপস্থিত।

9.3 সারাংশ ঃ

বীজবিকাশের বিবর্তন একটা গুরুত্বপূর্ণ ঘটনা। জীবাশ্ম ও জীবিত উদ্ভিদের মধ্যে এটা পরিলক্ষিত হয়। এই ঘটনার প্রথম ধাপ অসমরেণুপ্রসূতা। সেলাজিনেলা (Selaginella) এই অবস্থা পূরণ করে। মধ্য ডিভোনিয়ান যুগেও কিছু জীবাশ্মে অসমরেণুপ্রসূতা দেখা যায়। কিন্তু তারা প্রকৃত বীজ গঠন করতে অক্ষম হয়। যদিও এইরূপ অপ্রকৃত বীজ এর সাথে প্রকৃত বীজ এর আপাত দৃষ্টিতে অনেক মিল রয়েছে কিন্তু এরা গুপ্তবীজী উদ্ভিদের বীজের সঙ্গে তুলনীয় নয়। কেবলমাত্র এই কথাই বলা যায় যে বিবর্তনের নানা ধাপ অতিক্রম করেও টেরিডোফাইটার মত অপুষ্পক উদ্ভিদে আমরা বীজ গঠনের কোন উদাহরণ দেখতে পাইনা।

9.4 প্রশ্নাবলি

i) অসমরেণুপ্রসূতা বা হেটারোস্পোরি কাকে বলে?

ii) হেটারোস্পোরি ও হোমোস্পোরির মধ্যে পার্থক্য কী?

iii) আপনার পঠিত লাইকোপসিডার কোন গণে অসমরেণুপ্রসূতা দেখা যায়?

iv) অসমরেণুতা থেকে কী ভাবে বীজবাহিতার দিকে বিবর্তন এগিয়েছে বর্ণনা করুন।

9.5 উত্তরমালা ঃ-

উত্তর ঃ i) টেরিডোফাইটার মধ্যে অনেক গণে দুই ধরনের রেণু উৎপন্ন হয়— একটি মাইক্রোস্পোর আর অপরটিকে মেগাস্পোর — এরা ভিন্ন আকারের মাইক্রোস্পোর পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে আর মেগাস্পোর স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে। এই রূপ দুই ভিন্ন আকারের এবং দুই ভিন্ন ধরনের উদ্ভিদ গঠন প্রকৃতিকে বলা হয় অসমরেণুপ্রসূতা বা হেটারোস্পোরি।

i) হোমোস্পোরের ক্ষেত্রে রেণুস্থলীতে একই ধরনের রেণু উৎপন্ন হয়।

ii) সিলেবাসের অন্তর্ভুক্ত লাইকপসিডার অন্তর্গত সেলজিনেলাতে অসমরেণু প্রসূতা দেখা যায়

iii) অনুচ্ছেদ 9.3 দেখুন।

একক 10 ❑ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি ও বিবর্তন

10.1 প্রস্তাবনা

উদ্দেশ্য

10.2 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি ঃ বিভিন্ন তত্ত্ব

10.2.1 শৈবাল থেকে উৎপত্তি গত তত্ত্ব

10.2.2 ব্রায়োফাইটা থেকে উৎপত্তি গত তত্ত্ব

অনুশীলনী— 1

10.3 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের বিবর্তন

10.3.1 টিলোম তত্ত্ব

10.3.2 উর্বর পাতা ও রেণুস্থলীর বিবর্তন

10.3.3 টিলোম মতবাদের গুরুত্ব

অনুশীলনী— 2

10.4 সারাংশ

10.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

10.6 উত্তরমালা।

10.1 প্রস্তাবনা ঃ

উদ্ভিদরাজ্যে বিভিন্ন শ্রেণীর উদ্ভিদের উৎপত্তির তত্ত্বগত অনেক সমস্যা আছে। কিছু কিছু তত্ত্বের ক্ষেত্রে বিজ্ঞানীদের অনুমান শক্তি এমনকি কল্পনা শক্তিরও সাহায্য নিতে হয়েছে। সময়ের সাতে সাথে অনেক তত্ত্বের উৎপত্তি হয়েছে এবং প্রত্যেকটি তত্ত্বের নিজস্ব গুণ ও সীমাবদ্ধতা আছে। ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তিগত তত্ত্বগুলির ক্ষেত্রেও এর ব্যতিক্রম হয়নি। বর্তমানে এই উদ্ভিদ হতে পারে। স্বল্প পরিসরে সব কয়টি তত্ত্বের সবিস্তারে আলোচনা করা সম্ভব নয়, তাই এই এককে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তির কেবলমাত্র গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্বগুলি আলোচনা করা হবে। উৎপত্তির পর স্থলজ আদি, সরল ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগুলি বিবর্তনের মাধ্যমে কিভাবে বিভিন্ন রকমের গঠনগত বৈচিত্রের উদ্ভব ঘটিয়ে উন্নত শ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে উন্নীত হয়েছে সে বিষয়েও এই এককে আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য ঃ

পূর্ব গঠিত এককগুলি থেকে আমরা জানতে পেরেছি যে প্রাথমিক আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ মধ্য-উচ্চ সিলুরিয়ান যুগে পৃথিবীতে আবির্ভূত হয়েছিল প্রথম স্থলজ সংবহন কলা যুক্ত উদ্ভিদ হিসেবে। আশ্চর্যজনক ভাবে এই শ্রেণীর উদ্ভিদের সুনির্দিষ্ট কোনও পূর্বসূরীর জীবাশ্ম এখনও পর্যন্ত পাওয়া যায়নি। সুতরাং এদের উৎপত্তিগত বিভিন্ন মতবাদগুলি জীবিত ও জীবাশ্ম, ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের তুলনামূলক অঙ্গাসংস্থানিক চরিত্র নির্ভর কিছু অনুমান বললে অত্যুক্তি হয় না। বর্তমান এককে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদগুলির সম্ভাব্য পূর্বসূরী কোন্ কোন্ শ্রেণীর উদ্ভিদ হতে পারে এবং কেন তা নিয়ে আলোচনা করা হবে। এছাড়াও, সরল আদি শ্রেণীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ কিভাবে জটিলতা প্রাপ্ত হল তা নিয়েও আমরা আলোচনা করব। এই প্রসঙ্গে প্রস্তাবিত বিভিন্ন মতবাদ গুলির গুণাগুণ সম্পর্কেও একটি ধারণা দেওয়া হবে।

10.2 ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি ঃ বিভিন্ন তত্ত্ব

ঠিক কি ধরনের উদ্ভিদ থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে সে বিষয়ে মতবিরোধ বহুদিনের। তবে বিজ্ঞানীরা এ ব্যাপারে মোটামুটি দু ভাগে ভাগ হয়ে গেছেন। একদল মনে করেন এগুলি শৈবাল থেকে উদ্ভূত হয়েছে। অন্যদল মনে করেন ব্রায়োফাইটা হল ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্ভাব্য যোগ্য পূর্বসুরী।

10.2.1 শৈবাল থেকে উৎপত্তিগত তত্ত্ব ঃ-

এই তত্ত্বের প্রধান প্রতিপাদ্য বিষয় হল যে শৈবাল থেকে সংবহন কলা যুক্ত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। অবশ্য ঠিক কি ধরনের শৈবাল থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ সৃষ্টি হয়েছে সে বিষয়ে বিজ্ঞানীদের মধ্যে ঐক্যমত নেই। একদল মনে করেন শৈবাল থেকে বহু ধারায় (Polyphyletic) ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি হয়েছে। অন্যরা অবশ্য একটি নির্দিষ্ট ধারায় (monophyletic) বিবর্তনে বিশ্বাসী। নিচে বিভিন্ন বিজ্ঞানী প্রস্তাবিত প্রকল্পের সারাংশ দেওয়া হল।

ক) চার্চের প্রকল্প ঃ চার্চ (1919) তাঁর লেখা বিখ্যাত বৈজ্ঞানিকপ্রবন্ধ "Thallasiophyta and the subaerial transmigration" এ বিস্তারিত ভাবে কিভাবে স্থলজ সংবহন কলাযুক্ত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হল তা আলোচনা করেছেন। তিনি পলিফাইলেটিক বিবর্তন বাদের পথিকৃৎ ছিলেন। তাঁর মতে থ্যালাসিওফাইটা (Thallasiophtyta) নামে একধরনের প্রকল্পিত (Hypothetical) সামুদ্রিক আগাছা থেকে স্থলজ উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। এই প্রকল্পের প্রধান প্রতিপাদ্য বিষয়গুলি হল (i) সুদূর অতীতে কোন এক সময় পৃথিবী পৃষ্ঠের বেশিরভাগ অংশই সমুদ্র পরিবৃত ছিল। (ii) এই সমুদ্রে বিভিন্ন রকমের সামুদ্রিক উদ্ভিদের মধ্যে অধিকাংশ উদ্ভিদ ছিল ভাসমান (iii) পরবর্তীকালে ভূতত্ত্বীয় কারণে সমুদ্রতল উত্থিত হতে থাকে এবং ক্রমে স্থলভাগ সৃষ্টি হয়। ফলে ভাসমান উদ্ভিদ (Plankton) থেকে মাটি আঁকড়ে থাকা (Benthic) উদ্ভিদের উদ্ভব হয়। (iv) নতুন স্থলজ পরিবেশ মানিয়ে নেওয়ার জন্য ক্রমে মূল, পাতা, সংবহনতন্ত্র ইত্যাদি সৃষ্টি হয়।

এই প্রকল্পের সীমাবদ্ধতা গুলির মধ্যে একটি হল ভূতত্ত্ববিদদের মধ্যে পৃথিবী সৃষ্টির পর প্রথমে স্থল এবং পরে সমুদ্রের উদ্ভব হয়। দ্বিতীয়টি হল প্রকল্পিত থ্যালাসিওফাইটা ও আদি স্থলজ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে সম্পূর্ণ ভিন্ন রঞ্জক পদার্থের (Pigments) উপস্থিতি।

খ) গ্রেগাসের প্রকল্প ঃ শাখা বিন্যাসের প্রকৃতির ওপর এটি প্রতিষ্ঠিত। 1955 সালে গ্রেগাস ব্রায়োফাইট ও টেরিডোফাইটের উৎপত্তি ক্লোরোফাইসি, কিওফাইসি ও রোডোফাইসি এই তিন ধরনের শৈবাল থেকে হয়েছে বলে উল্লেখ করেন, তিনি মসজাতীয় ব্রায়োফাইটের উৎপত্তি ক্লোরোফাইসি ও লিভারওয়ার্ট অর্থাৎ থ্যালয়েড ব্রায়োফাইটের উৎপত্তি কিওফাইসি থেকে হয়েছে মনে করেন। একই ভাবে রাইনিয়া এবং হর্নিওফাইটন (Horneophyton) ক্লোরোফাইসি এবং সাইলেটাম (Psitotum) ও মেসিপ্টেরিস (Tmesipteris) ফিওফাইসি থেকে উৎপন্ন হয়েছে। এক্ষেত্রে কোনও রকম ফাইলোজেনেটিক সম্বন্ধকে ধরা হয়নি।

গ) অ্যান্ড্রিউর প্রকল্প ঃ অ্যান্ড্রিউ (1947) বরাবরই ফাইলো জেনেটিক উৎপত্তির ওপর বিশ্বাসী। তার আবিষ্কৃত কয়েকটি সামুদ্রিক জীবাশ্ম শৈবালে নেমাটোথ্যালাস, (Nematothallus) এবং প্রোটোশ্যালভিনিয়া (Protosalvinia) অনেকগুলি স্থলবাসী অভিযোজন লক্ষ করেন, এর থেকে ধারণা জন্মে কতকগুলি শৈবালের শ্রেণী স্বাধীনভাবে স্থলভাগ অধিগ্রহণের চেষ্টা শুরু হয় যারা পরবর্তীকালে বিভিন্ন শ্রেণীর ভাসকুলার উদ্ভিদের জন্ম দেয়। তার মতে সাইলোফাইটা, লাইকোফাইটা ইত্যাদি শ্রেণীর টেরিডোফাইটের অংগসংস্থানিক বিভিন্নতার জন্য এদের বিভিন্ন ধরনের উৎপত্তি দায়ী।

ঘ) লেকলার্কের প্রকল্প ঃ এটি প্যালিও প্যালিনোলজি ঘটিত অনুসন্ধানের ওপর প্রতিষ্ঠিত। লেকলার্ক (1954, 1956) ভাস্কুলার উদ্ভিদের একটি পলিফাইলেটিক উৎসের কথা বলেন। স্থলজ উদ্ভিদের উৎস প্রিক্যাম্ব্রিয়ান (Precambrian) যুগের কোন এক সময়ে প্রোথিত ছিল, যার প্রমাণ মেলে অরডোভিসিয়ান (Ordovician) ও ক্যাম্ব্রিয়ান (Cambrian) যুগে প্রাপ্ত কিছু স্থলজ উদ্ভিদের জীবাশ্ম রেণু থেকে তাঁর মতে ডিভোনিয়ান যুগের পূর্বে প্রাপ্ত রাইনিয়ার মত সরল সাইলোফাইট থেকে জটিলতর উদ্ভিদের উৎপত্তি ঘটেছে। পরবর্তীকালে অ্যাক্সেলরড 1959 মতবাদকে সমর্থন করে আরও কিছু প্যালিওপ্যালিনোলজি দ্বারা আবিষ্কৃত কিছু তথ্যাদির দ্বারা এই মতবাদকে সুবিস্তৃত করে।

মার্কার 1961 যিনি শৈবাল উৎস-এ বিশ্বাসী, তিনটি প্রধান অভিব্যক্তিগত পথ দেখান—(ক) রাইনিয়েসি, সাইলোটেসি এবং অফিওগ্লসেসি খ) ব্রায়োফাইট (গ) স্ফেনপ্সিডা (ঘ) লাইকপসিডা (ঙ) টেরোপ্সিডা (টেরিডোস্পার্ম সহ), লেকলার্কের সঙ্গে তিনি সহমত হয়ে বলেন রাইনিয়েসি সরলতম কারণ এখানে সংক্ষেপ করণ সবচাইতে বেশি, কিন্তু আদিমতম বলে নয়।

ঙ) ল্যামের প্রকল্প ঃ ল্যাম 1955 এর মতে ভাস্কুলার উদ্ভিদের উৎস দ্বি-ফাইলোজেনেটিক। থ্যালোফাইটা থেকে দুটি স্বাধীন পথে অর্থাৎ সাইলপসিডা এবং লাইকপ্সিডা অগ্রসর হয় ক্যাম্ব্রিয়ান যুগে। সাইলপসিডা তিনটি দলে অর্থাৎ স্ফেনপ্সিডা, (Sphenopsida), টেরিপ্সিডা (Pteropsida) ও সাইকাডপসিডায় (Cycadopsida) বিভক্ত হয়েছে। সাইকাডপসিডা থেকে সৃষ্টি হয়েছে প্রোটো অ্যানজিওস্পার্ম এবং অ্যানজিও স্পার্ম, লাইকপ্সিডা অংশ থেকে সৃষ্টি হয়েছে কনিফারোপ্সিডা (Coniferopsida)।

উপরোক্ত মতবাদের বিপক্ষে দুটি বিষয় হল— (১) কনিফারোপ্‌সিডের উৎস হিসাবে লাইকপ্‌সিডকে মনে করা একটি সুদূর প্রসারী কল্পনার অবতারণা (২) ক্যাসুয়ারিনাকে (Casuarina) ব্যক্তবীজীতে অধিগ্রহণ যোগ্য নয়।

চ) মেহরার প্রকল্প ঃ পি. এন মেহরার (1968) মতে স্থলজ উদ্ভিদের পূর্বপুরুষ সবুজ শৈবালের মধ্যে অবস্থিত। পলিফাইলেটিক উৎসের পরিপন্থী তিনি। তার মতে বিভিন্ন শ্রেণীর টেরিডোফাইট শুরুতেই বিভিন্ন পথে অগ্রসর হলেও তারা একটি সাধারণ শ্রেণী থেকে উৎপত্তি লাভ করে। তিনি কিটোফোরা (Chaetophora) জাতীয় শৈবাল থেকে উদ্ভূত একটি প্রকল্পিত প্রোটোআরচিগোনিয়েটি (Protoarchaegoniatae) কে উৎস হিসাবে চিহ্নিত করেন, যার থেকে সাইলোফাইটেসি ও লাইকোপোডিসেসি দুটি ধারা উদ্ভূত হয়েছে।

ছ) ফ্রিট্‌সের প্রকল্প ঃ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের মোনোফাইলেটিক বিবর্তন বাদ গুলির মধ্যে ফ্রিট্‌সের (1945) মতবাদ হল অন্যতম। তিনি মনে করেন হেটেরোট্রাইকাস (Heterotrichus) (যে উদ্ভিদদেহ অনুভূমিক ও খাড়া অংশে বিভক্ত) ধরনের সবুজ শ্যাওলা থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। এই প্রকল্পে কিটোফোরেলিস (chaetophorales) বর্গভুক্ত সবুজ শ্যাওলাকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্ভাব্য উত্তরসূরী বলে মনে করা হয়েছে।

10.2.2 ব্রায়োফাইটা থেকে উৎপত্তিগত তত্ত্ব ঃ

ব্রায়োফাইটা থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে এমন ধারণার যাঁরা বিশ্বাসী তাঁরা এই দুটি উদ্ভিদ গোষ্ঠীর মধ্যে বেশ কয়েকটি চরিত্রগত মিলের ওপর ভিত্তি করে তাঁদের তত্ত্ব উপস্থাপনা করেছেন। এমনই কয়েকটি চরিত্র হল (ক) লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন (খ) জনন অঙ্গের গঠন (গ) স্ত্রীধানীর মধ্যে আবরিত (Encapsulated) ভ্রূণ ও আংশিক পরজীবী হিসেবে রেণুধর উদ্ভিদের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরতা ও (ঙ) অসমরূপী (Heteromorphic) ধরনের জীবনচক্র ও জনুঃক্রম।

বাওয়ার (1935) ও জিমারম্যান (1930, 1938) এর মতে একটি প্রকল্পিত আদি আর্চিগোনিয়েট (Archegoniate) থেকে দুটি অভিসারী পথে ব্রায়োফাইটা ও ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে।

ক্যাম্বেল (1896) ও স্মিথ (1955) মনে করেন বর্তমানে জীবিত কোনও ব্রাযোফাইটা গোষ্ঠী বিশেষতঃ অ্যান্থোসেরোটেলিস (Anthocerolates) বর্গভুক্ত ব্রায়োফাইটা থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি হয়েছে। (চিত্র 10.1)।

অ্যান্থোসেরস (Anthoceros) জাতীয় উদ্ভিদকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্ভাব্য পূর্বসূরী মনে করার প্রসঙ্গে এদের রেণুধর উদ্ভিদের অনির্দিষ্ট বৃদ্ধি ও উন্নত আত্তীকরণীয় কলার উপস্থিতি উল্লেখযোগ্য। এই তত্ত্বের প্রবক্তারা মনে করেন অ্যান্থোসেরস জাতীয় রেণুধরে ভাজক কলা যদি স্থান পরিবর্তন করে ওপর প্রান্তে অবস্থান করে তাহলে দ্ব্যগ্র শাখা তৈরি হতে পারে এবং রেণু উৎপাদন ঐ শাখার প্রান্তে সীমাবদ্ধ থাকতে পারে। এই ভাবে সৃষ্ট দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট রেণুধরের কেন্দ্রীয়কলুমেলা যদি সংবাহী কলায় পরিণত হয় তাহলে খুব সহজেই সাইলোফাইটা (Psilophyta) জাতীয় আদি ফার্ণ জাতীয় উদ্ভিদের রেণুধরের সঙ্গে এর মিল খুঁজে পাওয়া

যাবে। ক্যাম্পবেল (1924) অনুকূল পরিবেশে জন্মেছে এমন অ্যান্থোসেরসের রেণুধরের উপরিভাগে রেণুর উপস্থিতি ও কেন্দ্রীয় কলুমেলার সংবহন কলায় পরিবর্তন লক্ষ করেছেন। স্মিথ (1955) অ্যান্থোসেরস এবং ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের জনন অঙ্গ ও ভ্রূণের গঠনগত মিল পেয়েছেন। (চিত্র 10.2.1) উপরিউক্ত তথ্যগুলিকে ব্রায়োফাইটা থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তিগত প্রকল্পের সপক্ষে যুক্তি হিসেবে গণ্য করা হয়।

অনুশীলনী—১

সঠিক উত্তরটি চিহ্নিত করুন।

ক) কিটোফোরেলিস (chaetophorales) বর্গভুক্ত সবুজ শ্যাওলাকে যার মতবাদের ভিত্তিতে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্ভাব্য উত্তরসূরী বলে মনে করা হয় তা হল।

i) চার্চ ii) গ্রেগাস iii) ফ্রিটস iv) লেকলার্ক

খ) কোন্ চরিত্রগত মিলের ওপর ভিত্তি করে ব্রায়োফাইটাকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের পূর্বসূরী বলে মনে করা হয়?

i) লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ও জনন অঙ্গের গঠন ii) আংশিক পরজীবী হিসেবে রেণুধর উদ্ভিদের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের ওপর নির্ভরতা iii) স্ত্রীধানীর মধ্যে আবরিত ভ্রূণ iv) সব কয়টি।

গ) চার্চ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তিগত যে বিবর্তনবাদের পথিকৃৎ ছিলেন তা হল (i) পলিফাইলেটিক (Polyphyletic) ii) মোনোফাইলেটিক (Monophyletic) iii) ডাই ফাইলেটিক iv) ডাই ফাইলেটিক (Diphyletic) iv) প্যারা ফাইলেটিক (paraphyletic)

10.3 রেণুধর উদ্ভিদের বিবর্তন ঃ

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের রেণুধর দেহের বিভিন্ন অংশের পারস্পরিক সম্পর্ক নিয়ে উদ্ভিদ বিজ্ঞানীদের মধ্যে মতভেদ আছে। রাইনিওফাইটা আবিষ্কারের ফলে অক্ষই যে উদ্ভিদ দেহের একক তা প্রমাণিত হয়। বাওয়ার (1908) রেণুধর উদ্ভিদ দেহকে অক্ষ হিসেবে মানলেও পাতাকে উপাঙ্গ বলে মনে করেন। লিগ্নিয়ার (1903, 1908) আদি কাণ্ডকে একটি দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট পত্রহীন নলাকার অক্ষের (Phylloid) পরিণত হয়। কান্ডের নিচের অংশ আসলে মৃদ্গত উপাঙ্গ যা মূলে এবং বায়বীয় অংশের উপরিভাগ রেণুস্থলীতে রূপান্তরিত হয়। পরবর্তীকালে জিমারম্যান (1930, 1959, 1965) পূর্বে উপস্থাপিত মতবাদগুলির একটি সুসংহত রূপ দিতে টিলোম মতাবাদের (Tilome Theory) প্রবর্তন করেন।

10.3.1 টিলোম মতবাদ ঃ

জিমারম্যান তাঁর মতবাদ প্রতিষ্ঠিত করতে গিয়ে Rhynia কে আদর্শ আদি স্থলজ সংবহনকলা যুক্ত উদ্ভিদের উদাহরণ হিসেবে ব্যবহার করেছেন। এই মতবাদে তিনি বলেন যে রাইনিয়ার দ্বিধাবিভক্ত রেণুধরটি আসলে 'টিলোম' (Telome) ও মেসোম (Mesome) নামে দুটি অঙ্গসংস্থানিক একক দিয়ে তৈরি (চিত্র (10.3) দ্বিধাবিভক্ত রেণুধর অক্ষের যে কোন অন্তিম প্রত্যঙ্গাকে 'টিলোম' বলে যা বায়বীয় বা মৃদ্‌গত হতে পারে। সুতরাং দ্বিধাবিভক্ত শাখা দুটি টিলোম হলে শাখার উৎপত্তি স্থান থেকে নিচের অবিভক্ত অংশ মেসোম বলে গণ্য হবে। টিলোম গুচ্ছাকারে থাকলে তাকে টিলোম গুচ্ছ (Telome truss) বলে। টিলোম মুক্ত অথবা যুক্ত হয়ে সংযুক্ত টিলোম বা সিনটিলোম (Syntelome) গঠন করে।, কার্যগতভাবে টিলোম দুধরনের যথা উর্বর (Fertile) ও বর্ধী (Vegetative)। উর্বর টিলোমের শাখাগ্রে রেণুস্থলী এবং বর্ধী টিলোম পাতার মত উপাঙ্গযুক্ত (Phylloid) হয়।

জিমারম্যান মনে করেন Rhynia ধরনের আদি উদ্ভিদ থেকে বিভিন্ন ফার্ণজাতীয় গোষ্ঠীর উৎপত্তি পাঁচটি বিবর্তনগত মৌলিক প্রক্রিয়ার (Elementary process) মাধ্যমে ঘটেছিল। মৌলিক প্রক্রিয়াগুলি হল যথাক্রমে (ক) সমতলীকরণ (Planation) (খ) অসমবৃদ্ধি (Overtopping) (গ) অন্তবক্রতা (Incurvation) (ঘ) সংযুক্তি (Syngenesis/webbing) ও (ঙ) হ্রস্বীকরণ (Reduction) (চিত্র - 10.4)।

অসমবৃদ্ধি ঃ প্রাথমিকভাবে আদি রেণুধরের শাখা দ্ব্যগ্র বিন্যাসযুক্ত, সমান ও চারদিকে বিস্তৃত ছিল। এরপর অসমবৃদ্ধির ফলে দুটি শাখার একটি সবল ও ঋজু অক্ষে পরিণত হয়, অন্য শাখাটি পার্শ্ববর্তী খর্বশাখায় পরিবর্তিত হয় এবং ধীরে ধীরে ছদ্ম একাক্ষ কল্প (Pseudomonopodial) অক্ষ (যেমন Psilophyton) তৈরি হয়।

হ্রস্বীকরণ ঃ খর্ব হওয়ার ফলে দুটি সমশাখা, অসম হয়ে পড়ে এবং ক্রমাগত হ্রস্বীকরণের ফলে সূচ্যাকার পত্র (microphyll) ও অবৃন্তক রেণুগুলীর উৎপত্তি সূচিত হয়। (চিত্র 10.4.5, 10.5 ক - ঘ)

সমতলীকরণ ঃ আদি অবস্থায় চারিদিকে ছড়িয়ে থাকা শাখা প্রশাখা ক্রমশ একই তলে আসতে থাকে এবং এদের মধ্যে সংযুক্তির (Syngenesis) প্রবণতা তৈরি হয়। (চিত্র 10.4 খ)

সংযুক্তি ঃ সমতলীকরণের ফলে একই তলে বিস্তৃত শাখাগুলি পাশাপাশি সংযুক্ত হলে তাকে সংযুক্তি বলে। শাখাগুলি সাধারণত প্যারেনকাইমা দ্বারা যুক্ত হয়ে চ্যাপ্টা প্রত্যঙ্গের সৃষ্টি করে। হাঁসের পায়ের পাতার ন্যায় এই চ্যাপ্টা প্রত্যঙ্গের সাদৃশ্য থাকায় একে ওয়েবিং (Webbing) ও বলে। (চিত্র 10.4 গ)

বক্রীকরণ ও অন্ত বক্রতা ঃ কোনও কোনও শাখার একদিকে কোষের বৃদ্ধি বেশি হওয়ার ফলে বিপরীত দিকে

বেঁকে রেণুস্থলী অক্ষের দিকে নেমে আসে। তখন একে বক্রীকরণ বলে। Equisetum এর রেণুস্থলীর (Sporangiophore) এই পদ্ধতিতে সৃষ্টি হয়েছে বলে ধারণা করা হয়। (চিত্র 10.4 চ, 10.5 ঙ - চ)

10.3.2 উর্বর পাতা ও রেণুস্থলীর বিবর্তন ঃ

মৌলিক প্রক্রিয়াগুলি এককভাবে অথবা একের অধিক-একসাথে কার্যকরী হলে বিভিন্ন গোষ্ঠীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের রেণুপত্র, রেণুস্থলী ইত্যাদি তৈরি হয়েছে বলে মনে করা হয়।

Lycopsida গোষ্ঠীয় উদ্ভিদে ক্রমাগত হ্রস্বীকরণের ফলে সূচ্যাকার অণুপত্রের (Microphyllous) সৃষ্টি হয়। 2 জোড়া টিলোমের একজোড়া উর্বর ও পার্শ্ববর্তী অন্যজোড়া অনুর্বর। উর্বর টিলোম দুটি শীর্ষদেশ দুটি রেণুস্থলীতে পরিবর্তিত হয় যা পরবর্তী ধাপে যুক্ত হয়ে হ্রস্ববৃন্ত যুক্ত একটি রেণুস্থলীতে পরিণত হয়। পার্শ্ববর্তী অনুর্বর শাখাদুটিও পাশাপাশি যুক্ত হয়ে রেণুপত্র গঠন করে। রেণুস্থলীর বৃন্তটি হ্রস্ব হওয়ার ফলে রেণুস্থলীটি রেণুপত্রের ওপর যুক্ত বলে মনে হয়। (চিত্র 10.6.a)

বিভিন্ন জীবাশ্ম থেকে হ্রস্বীকরণের এই মতবাদ সমর্থিত হয়। ডেভোনিয়ান (Devonian) যুগের Protolepidodendron ও Leclercqia প্রভৃতি জীবাশ্মের পাতা দ্বিধাবিভক্ত বা ত্রিধাবিভক্ত হয়। হ্রস্বীকরণের ফলে ক্রমশ এই অবস্থা থেকে বর্তমানের অবিভক্ত সূচ্যাকার অণুপত্র তৈরি হয়েছে বলে জিমারম্যান মনে করেন।

প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য যে বাওয়ার (1908) তাঁর উপবৃদ্ধি মতবাদে (Enation theory) বলেছেন যে আদি উদ্ভিদের মসৃণ অক্ষ থেকে ক্রমশ উপান্ত বা উপবৃদ্ধির (Enation) সৃষ্টি হয় যার মধ্যে পরবর্তীকালে পরিবাহী কলা গঠিত হয় ও অবশেষে অণুপত্র গঠন করে। জীবাশ্ম থেকেও এই মতবাদের সমর্থন মেলে। কুকসোনিয়া (Cooksonia) জাতীয় আদি উদ্ভিদের মসৃণ অক্ষ ছিল। পরবর্তীকালে রাইনিয়া গইন ভয়ানী, (Rhynia gwynne-vaughani) সাইলোফাইটন (Psilophyton) প্রভৃতি উদ্ভিদে সংবাহী কলা হীন উপবৃদ্ধি গঠিত হয় যা অবশেষে বর্তমান লাইকোপোডিয়ামের (Lycopodium) মত অণুপত্রে পর্যবসিত হয়। (চিত্র 9.6.b)

Pteropsida গোষ্ঠীর উন্নত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে বৃহৎ পত্র (Megaplyll) ও উর্বর পত্রের উৎপত্তিতে অসমবৃদ্ধি, সমতলীকরণ ও সংযুক্তি মৌলিক প্রক্রিয়াগুলি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। অসমবৃদ্ধির ফলে প্রাথমিক দ্ব্যগ্র বিন্যাসযুক্ত শাখার একটি সবল ঋজু অক্ষ রূপে প্রতিষ্ঠিত হয়, অন্যটি পাশ্ববর্তী খর্ব শাখায় পরিবর্তিত হয়। পার্শ্ববর্তী খর্ব শাখাগুলি ক্রমে সমতলীকরণ ও সংযুক্তির ফলে অনুর্বর ও উর্বর পাতায় রূপান্তরিত হয়। (চিত্র 10.5, i-l, 10.6.c) ফার্ণের উর্বর পাতায় অন্তঃবক্রতার (incurvation) জন্য কোনও একদিকে কোষের বৃদ্ধি বেশি হয় এবং বিপরীত দিকে বেঁকে যাওয়ায় রেণুস্থলী ক্রমে ক্রমে পাতার নিচে স্থানান্তরিত হয়। (চিত্র 10.5, m-p) এই একই পদ্ধতিতে বক্রীকরণ Sphenopsida গোষ্ঠীভুক্ত উদ্ভিদের রেণুস্থলীধর গঠনে সাহায্য করে। (চিত্র 10.5, e-f)

10.3.3 টিলোম মতবাদের গুরুত্ব

টিলোম মতবাদের সার্বভৌমত্ব (Universality/Hologenetic) এর গুরুত্ব প্রমাণ করে। এই মতবাদ প্রদত্ত তত্ত্ব অনুযায়ী ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের প্রায় সব কয়টি গোষ্ঠীভুক্ত রেণুধর উদ্ভিদের অনুর্বর, উর্বর সকল অঙ্গের বিবর্তন কেমন ভাবে হয়েছে যে সম্পর্কে একটি সম্যক ধারণা পাওয়া যায়। তুলনামূলকভাবে অন্য মতবাদগুলির সীমাবদ্ধতা অনেক। যেমন, উপবৃদ্ধি তত্ত্বে (Enation Theory) বাওয়ার কেবলমাত্র Lycopsida গোষ্ঠীর অণুপত্র ও উর্বর পত্রের বিবর্তন সম্পর্কে বিশ্বাসযোগ্য তথ্য সরবরাহ করেছেন। অন্যান্য গোষ্ঠীর উদ্ভিদ অঙ্গের বিবর্তন এই তত্ত্ব অনুযায়ী বিশ্লেষণ করা সম্ভব নয়।

খ) টিলোম মতবাদের সাহায্যে আদি স্থলজ পরিবাহী উদ্ভিদের রেণুদেহের গঠনের যুক্তিগ্রাহ্য বিবরণ দেওয়া যায়। এই মতবাদই প্রথম একটি বিষয়ে আলোকপাত করে যে আদি রেণুধরটি আসলে একটি দ্বিধাবিভক্ত পত্রহীন অক্ষ যার মৃদ্‌গত অংশ মূলে ও বায়বীয় অংশ কান্ডে, পত্র উর্বর অংশে পরিবর্তিত হয়।

গ) টিলোম মতবাদে জীবন্ত ও অশ্মীভূত আদি স্থলজ পরিবাহী উদ্ভিদের মধ্যে বিবর্তনগত সম্পর্ক (Phylogenetic) স্থাপনের চেষ্টা করা হয়। বস্তুত এই মতবাদ অঙ্গাসংস্থান ভিত্তিক হলেও এর গুরুত্ব বিবর্তনেতিহাসে কম নয়।

সাম্প্রতিক কালের কিন্তু পুরাউদ্ভিদ বিদ্যার আবিষ্কার টিলোম মতবাদের কিছু সীমাবদ্ধতার দিকে ইঙ্গিত করে। জিমারম্যান যখন এই মতবাদ উপস্থাপিত করেন তখন ডেভোনিয়ান যুগের Rhynia কে আদর্শ আদি স্থলবাসী পরিবাহী উদ্ভিদ বলে মনে করেন। পরে আরও সরল অঙ্গাসংস্থান যুক্ত Cocksonia গণ পূর্ববর্তী সিলুরিয়ান যুগ থেকে আবিষ্কৃত হয়। আমরা জানি Cocksonia র রেণুধরটি দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট, পত্রহীন এবং শাখাগ্রে প্রান্তীয় রেণুস্থলীযুক্ত। বর্তমানে নিম্ন ডেভোনিয়ান যুগ (Lower Devonian) থেকে কিছু গণ আবিষ্কৃত হয়েছে যেমন Renalia যেখানে রেণুস্থলী পার্শ্বীয় শাখাগ্রে থাকে। অসমবৃদ্ধি ও হ্রস্বীকরণ কিভাবে আদি রেণুধরের পার্শ্বীয় শাখাগ্রে রেণুস্থলী তৈরি করতে সাহায্য করে Renalia হল তার সম্ভাব্য উদাহরণ। আশা করা যায় আগামী দিনে পুরাউদ্ভিদ বিদ্যার নতুন নতুন আবিষ্কার টিলোম মতবাদের পুনর্মূল্যায়ন করবে।

অনুশীলনী— 2

শূন্যস্থান পূরণ করুন ঃ

ক) টিলোম প্রকল্প অনুযায়ী — মৌলিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে লাইকপ্‌সিডা (Lycopsida) উদ্ভিদের সূচ্যাকার (Microphyll) পাতার সৃষ্টি হয়।

খ) বাওয়ার ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের পাতাকে — বলে মনে করেন।

গ) টিলোম প্রকল্পের সব থেকে উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হল এর —।

ঘ) — উপবৃদ্ধি তত্ত্বের প্রবর্তন করেন।

ঙ) Equisetum ও রেণুস্থলীধর — মৌলিক প্রক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি হয়।

10.4 সারাংশ ঃ

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি কি জাতীয় উদ্ভিদ থেকে এবং কিভাবে হয়েছে তা নিয়ে বিজ্ঞানীরা দুরকম মত পোষণ করেন। একদল মনে করেন শৈবাল ও আর একদল মনে করেন ব্রায়োফাইটা থেকে সম্ভবত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। শৈবাল থেকে উৎপত্তিগত তত্ত্ব হিসেবে চার্চ, গ্রেগাস, অ্যানড্রিউ, লেকলার্ক, ল্যাম, মেহরা, ও ফ্রিটস প্রবর্তিত প্রকল্পগুলি উল্লেখযোগ্য। ব্রায়োফাইটা থেকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে এমন ধারণায় যাঁরা বিশ্বাসী তাঁদের মধ্যে বাওয়ার এবং জিমারম্যান মনে করেন একটি প্রকল্পিত আদি আর্চিগোনিয়েট (Archegoniate) থেকে দুটি অভিসারী পথে ব্রায়োফাইটা ও ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। আবার ক্যাম্পবেল ও স্মিথ এর মতে Anthocerotales বর্গভুক্ত ব্রায়োফাইটা থেকে ফার্মজাতীয় উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে।

ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তির পর আদি উদ্ভিদ থেকে বিভিন্ন ফার্ণজাতীয় গোষ্ঠীর উৎপত্তি বিভিন্ন তত্ত্বের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা যায় যার মধ্যে টিলোম তত্ত্ব সর্বাধিক গ্রহণযোগ্য। এই তত্ত্ব অনুযায়ী আদি রেণুধর গুলি টিলোম ও মেসোম নামে দুটি অঙ্গসংস্থানিক একক দিয়ে তৈরি। আদি উদ্ভিদ থেকে বিভিন্ন গোষ্ঠীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের উৎপত্তি বিবর্তনগত পাঁচটি মৌলিক প্রক্রিয়ার (Elementary process) মাধ্যমে ঘটেছিল বলে এই তত্ত্বের প্রবক্তারা মনে করেন। মৌলিক প্রক্রিয়াগুলি হল সমতলীকরণ, অসমবৃদ্ধি, অন্তবক্রতা, সংযুক্তি ও হ্রস্বীকরণ। এগুলি একক ভাবে অথবা কয়েকটি একসাথে বিবর্তন প্রক্রিয়ায় অংশ নেয়।

টিলোম মতবাদের সাহায্যে আদিম স্থলবাসী পরিবাহী রেণুধর উদ্ভিদের গঠন সম্পর্কে একটি যুক্তিগ্রাহ্য ধারণা পাওয়া যায় এবং এর সাহায্যে জীবন্ত ও অশ্মীভূত আদি স্থলজ পরিবাহী উদ্ভিদের মধ্যে বিবর্তনগত সম্পর্ক স্থাপন সহজে করা যায়। সর্বোপরি এই মতবাদের সার্বভৌমত্ব অর্থাৎ ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের প্রায় সব কয়টি গোষ্ঠীর রেণুধরের উর্বর, অনুর্বর অঙ্গোর বিবর্তন ধারা এই তত্ত্বের সাহায্যে বিশ্লেষণ করা সম্ভব।

10.5 সর্বশেষ প্রশ্নবলি ঃ

সংক্ষেপে উত্তর দিন

ক) Anthoceros জাতীয় উদ্ভিদকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্ভাব্য পূর্বসূরী বলে মনে করার কারণ কী?

খ) চার্চ প্রবর্তিত প্রকল্পের প্রধান প্রতিপাদ্য বিষয় গুলি কী কী?

গ) টিলোম কাকে বলে? কার্যগতভাবে এটিকে কয় ভাগে ভাগ করা যায়?

ঘ) উন্নত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে বৃহৎপত্রের উৎপত্তি কীভাবে হয়েছে বলে মনে করা হয়?

ঙ) টিলোম মতবাদের সার্থকতা কোথায়?

10.6 উত্তরমালা

অনুশীলনী — 1

ক) iii খ) iv গ) i

অনুশীলনী — 2

ক) হ্রস্বীকরণ (খ) উপবৃদ্ধি বা উপাঙ্গ (গ) সার্বভৌমত্ব ঘ) বাওয়ার (ঙ) বক্রীকরণ

সর্বশেষ প্রশ্নাবলি ঃ

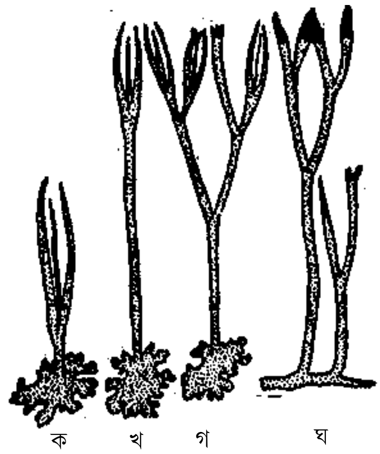
(ক) Anthoceros জাতীয় উদ্ভিদকে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের সম্ভাব্য পূর্বসূরী হিসেবে মনে করার প্রসঙ্গো এদের রেণুধর উদ্ভিদে অনির্দিষ্ট বৃদ্ধি ও উন্নত আত্তীকরণীয় কলার উপস্থিতি উল্লেখযোগ্য। ক্যাম্বেল মনে করেন এই রেণুধরের ভাজককলা স্থান পরিবর্তন করে যদি ওপর প্রান্তে অবস্থান করে তাহলে দ্ব্যগ্র শাখার উৎপত্তি ও পরে শাখাগ্রে রেণু উৎপাদন সীমাবদ্ধ থাকতে পারে। এভাবে সৃষ্ট দ্ব্যগ্র শাখাবিশিষ্ট রেণুধরে যদি কেন্দ্রীয় কলুমেলা সংবাহী কলায় পরিণত হয় তাহলে সহজেই সাইলোফাইটা জাতীয় আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের রেণুধরের সঙ্গো এর স্পষ্ট মিল খুঁজে পাওয়া যেতে পারে।

(খ) চার্চ মনে করেন থ্যালাসিওফাইটা (Thallasiophyta) নামে একধরনের প্রকল্পিত সামুদ্রিক আগাছা থেকে স্থলজ উদ্ভিদের সৃষ্টি হয়েছে। এই প্রকল্পের প্রধান প্রতিপাদ্য বিষয়গুলি হল (ক) সুদূর অতীতে পৃথিবীপৃষ্ঠের বেশিরভাগ অংশ সমুদ্রে নিমজ্জিত ছিল (খ) এই সমুদ্রের অধিকাংশ উদ্ভিদ ভাসমান অবস্থায় ছিল (গ) পরবর্তীকালে সমুদ্রতল, উত্থিত হওয়ায় স্থলভাগের সৃষ্টি হয় এবং মাটি আঁকড়ে থাকা স্থলজ উদ্ভিদ জন্মাতে শুরু করে, (ঘ) নতুন স্থলজ পরিবেশ মানিয়ে যাওয়ার জন্য ক্রমে মূল, পাতা, সংবহন তন্ত্র ইত্যাদির সৃষ্টি হয়।

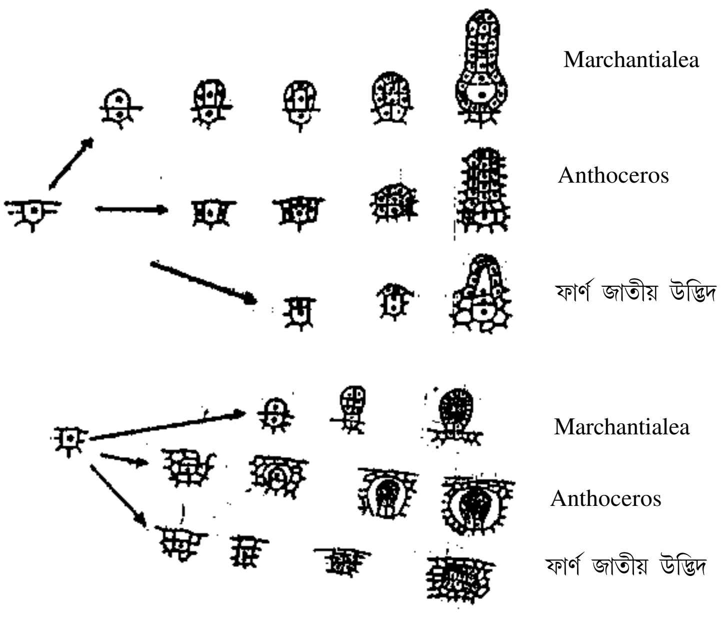
(গ) দ্বিধাবিভক্ত রেণুধর অক্ষের যে কোন অন্তিম প্রত্যঙ্গাকে টিলোম বলে। এই অঙ্গাসংস্থানিক এককটি বায়বীয় অথবা মৃদগত হতে পারে। কার্যগতভাবে টিলোমকে দু ভাগে ভাগ করা যায় যথা উর্বর ও বর্ধী টিলোম। উর্বর টিলোমের শাখাগ্রে রেণুস্থলী এবং বর্ধী টিলোমে পাতার মত উপাঙ্গ (Phylloid) থাকে।

(ঘ) Pteropsida গোষ্ঠীর ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে বৃহৎ পত্র ও উর্বর পত্রের উৎপত্তিতে অসমবৃদ্ধি, সমতলীকরণ ও সংযুক্তি এই মৌলিক প্রক্রিয়াগুলি উল্লেখযোগ্য ভূমিকা গ্রহণ করে। অসমবৃদ্ধির ফলে প্রাথমিক দ্ব্যগ্র বিন্যাসযুক্ত শাখার একটি সরল ঋজু অক্ষরূপে প্রতিষ্ঠিত হয় এবং অন্যটি পার্শ্ববর্তী খর্ব শাখায় রূপান্তরিত হয়। পার্শ্ববর্তী খর্ব শাখাগুলি ক্রমে সমতলীকরণ ও সংযুক্তির ফলে অনুর্বর ও উর্বর পত্রে পরিণত হয়।

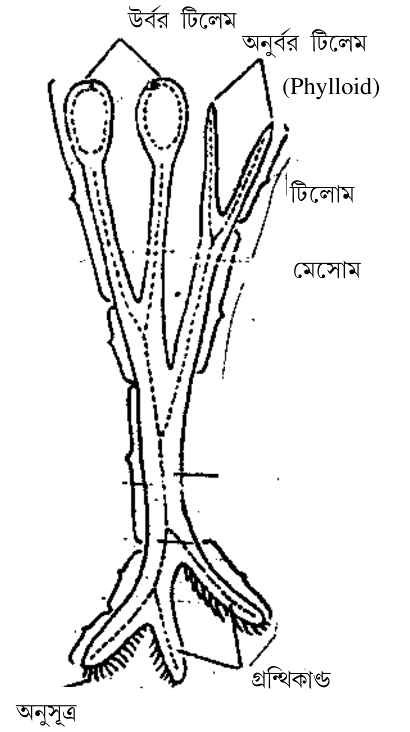
(ঙ) টিলোম তত্ত্বের সার্বভৌমত্ব সর্বজনবিদিত। এই তত্ত্ব অনুযায়ী ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদের প্রায় সব কয়টি গোষ্ঠীভুক্ত রেণুধর উদ্ভিদের অনুর্বর, উর্বর অঙ্গোর বিবর্তন কেমন ভাবে হয়েছে সে সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়। এই তত্ত্বের সাহায্যে আদিম স্থলবাসী পরিবাহী রেণুধর উদ্ভিদের যুক্তিগ্রাহ্য গঠন পাওয়া যায়। সর্বোপরি এই তত্ত্বের ভিত্তিতেই সর্বপ্রথম জীবন্ত ও অশ্মীভূত আদি স্থলজ পরিবাহী উদ্ভিদের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপনের চেষ্টা করা হয়। সুতরাং এই তত্ত্বটি অঙ্গাসংস্থান ভিত্তিক হলেও এর গুরুত্ব বিবর্তনেতিহাসেও যথেষ্ট।



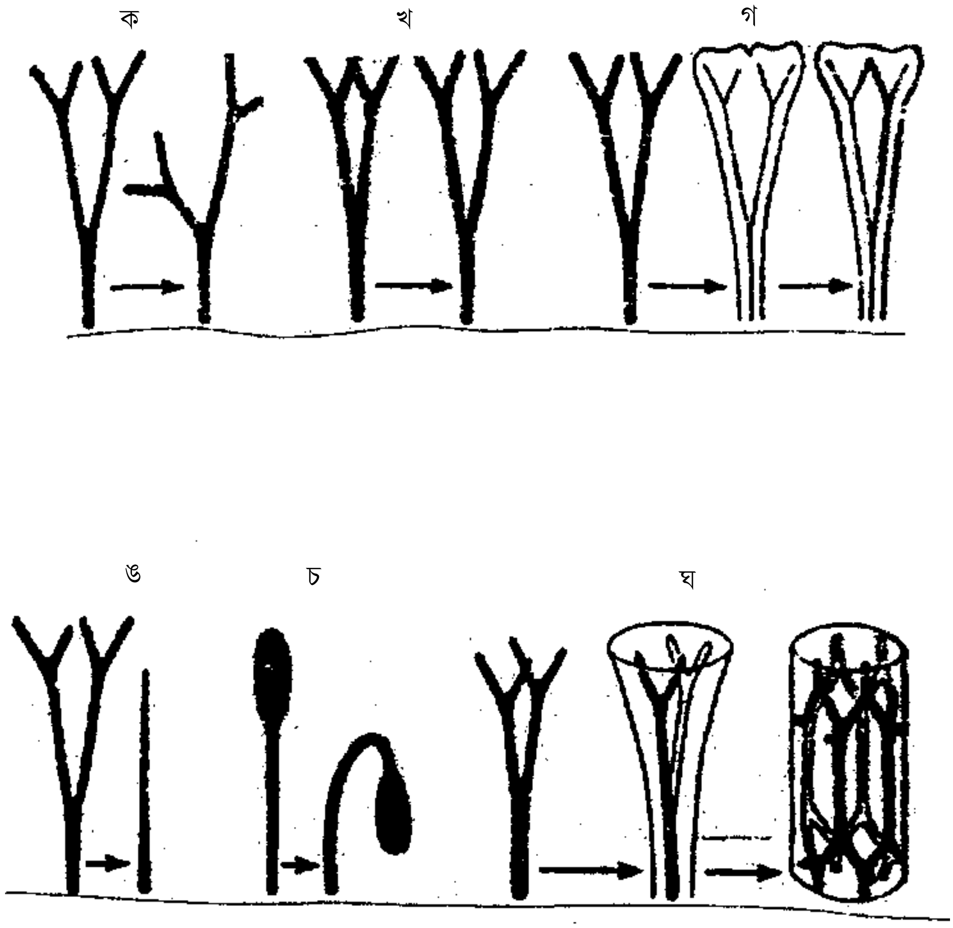
চিত্র 10.1 Anthoceros জাতীয় রেণুধর থেকে Psilophuton জাতীয় আদি স্থলজ পরিবাহী উদ্ভিদের উৎপত্তি (স্থিথের প্রকল্প অনুযায়ী)



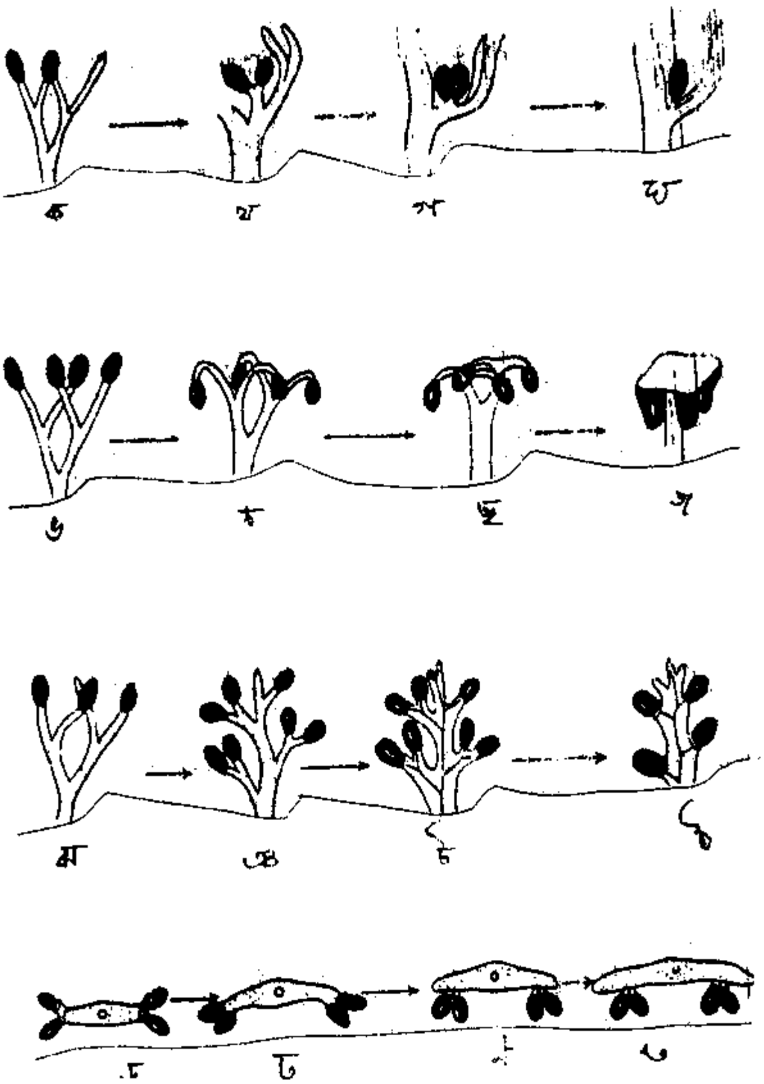
চিত্র 10.2 ক, খ Marchantiales, Anthocers ও ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে (ক) স্ত্রীধানী ও পুংধানীর (খ) পরিস্ফুরণের বিভিন্ন দশার মধ্যে মিল



চিত্র 10.3 Rynia জাতীয় আদি ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদে টিলোমের অবস্থান



চিত্র 10.4 — টিলোম মতবাদ অনুসারে উদ্ভিদদেহে বিবর্তনের পাঁচটি মূল ধারা। ক - অসমবৃদ্ধি, খ - সমতলীকরণ, গ - সংযুক্তি (পাতায়), ঘ - সংযুক্তি (কাণ্ডে), ঙ - হ্রস্বীকরণ, চ - বক্রীকরণ।



ক ঃ উর্বর ও অনুর্বর টিলোমের পাশাপাশি অবস্থান।

খ-গ ঃ মেসোমের হ্রস্বীকরণ ও রেণুস্থলীর সংখ্যাহ্রাস।

ঘ ঃ পত্রাকার ফাইলয়েডের কক্ষে রেণুস্থলীর অবস্থান যেমন Lycopside.

ঙ ঃ দুজোড়া উর্বর টিলোম।

চ, ছ ঃ টিলোমের অন্তবক্রতা ও তারপর পাশাপাশি অবস্থান

জ ঃ টিলোমের সংযুক্তি যেমন Sphenopsida.

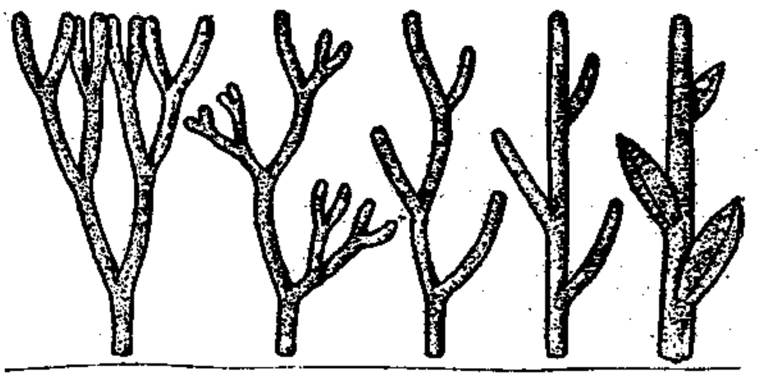
ঝ,ঞ ঃ অসমবৃদ্ধির ফলে পক্ষল রেণুপত্রের উৎপত্তি

ট ঃ মেসোমের পাশাপাশি সংযুক্তি।

ঠ ঃ রেণুপত্রের ধারে রেণুস্থলীর বিন্যাস।

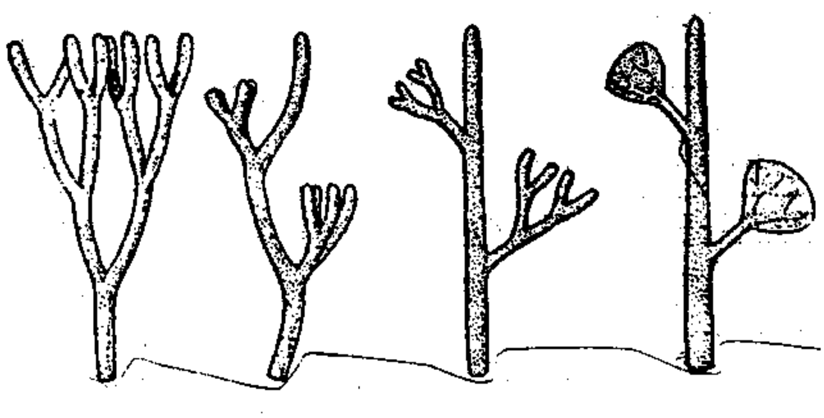
ড-ত ঃ উর্বর পত্রে অসমবৃদ্ধির ফলে অন্তবক্রতা ও রেণুস্থলীর পাতার নীচে স্থানপরিবর্তন যেমন Pteroplyte.

চিত্র 10.5 — জিমারম্যানের মতানুযায়ী উর্বরপত্রের উৎপত্তি।



ক. টিলেমি মতবাদ অনুসারে অনুপত্রের উৎপত্তি

খ. উপবৃদ্ধি মতবাদ অনুসারে অনুপত্রের উৎপত্তি



গ. টিলেমি মতবাদ অনুসারে বৃহৎ পত্রের উৎপত্তি

চিত্র 10.5 — উর্বর, অনুর্বর পত্র ও অক্ষের উৎপত্তি।

একক 11 ❑ জিমনোস্পার্মের বৈশিষ্ট্য ও শ্রেণিবিন্যাস (Characteristics of Gymnosperms and their Classification)

গঠন

11.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

11.2 A. জিমনোস্পার্মের বৈশিষ্ট্য

B. টেরিডোফাইটার সঙ্গে জিম্‌নোস্পার্মের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

C. জিম্‌নোস্পার্ম ও গুপ্তবীজীর সঙ্গে সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য

11.3 জিম্‌নোস্পার্মের শ্রেণিবিন্যাস

11.4 সারাংশ

11.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

11.6 উত্তরমালা

11.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

পৃথিবীতে যত রকমের উদ্ভিদ আছে, তারা কোনো না কোনো বিভাগের অন্তর্ভুক্ত। আমরা আগের এককগুলিতে পড়েছি যে উদ্ভিদজগৎ নানা বিভাগে বিভক্ত। এদের মধ্যে একশ্রেণি আছে যারা অপুষ্পক বা বীজহীন আর অন্যরা সপুষ্পক বা সবীজ উদ্ভিদ। আমরা পূর্ববর্তী একক-এ শৈবাল, ছত্রাক ব্রায়োফাইটা ও টেরিডোফাইটা সম্বন্ধে জানতে পেরেছি। এরা সকলেই বীজহীন বা অপুষ্পক অর্থাৎ ক্রিপটোগ্যামস (Crytogams) এই একক এবং পরবর্তী কয়েকটি একক-এ আমরা ব্যক্তবীজী বা জিমনোস্পার্ম (Gymnosperm) জাতীয় সবীজ উদ্ভিদ বিষয়ে পাঠ করব। সবীজ বা সপুষ্পক বা ফ্যানেরোগ্যামস দলভুক্ত উদ্ভিদরা বীজ গঠন করে। ফলের উপস্থিতি বা অনুপস্থিতির উপর সপুষ্পক উদ্ভিদদের দুইটি বিভাগে ভাগ করা হয়েছে। জিম্‌নোস্পার্ম বা ব্যক্তবীজী—যাদের ফল হয় না এবং বীজগুলি অনাবৃত থাকে—অর্থাৎ বীজগুলি স্ত্রীরেণু পত্রের উপর সরাসরি বিন্যস্ত থাকে। অপর বিভাগ অ্যান্‌জিওস্পার্ম বা গুপ্তবীজী—যাদের ফল গঠিত হয় এবং বীজগুলি ফলের মধ্যে থাকে বা আবৃত অবস্থায় থাকে। সুতরাং জিমনোস্পার্ম হল ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ বা টেরিডোফাইটা ও গুপ্তবীজী মধ্যবর্তী স্থানে অবস্থিত।

300 খ্রি. পূর্বাব্দে থিওফ্র্যাসটাস Theopharastus) এর সময় থেকে প্রচলিত গ্রীক শব্দ জিমনোস্পার্মা থেকে (Gymnosperma) উদ্ভব জিমনোস্পার্ম জাতীয় উদ্ভিদ ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ রূপে পরিচিত—যার মানে "উন্মুক্ত বীজ"। এই গোষ্ঠীর উদ্ভিদ অতি প্রাচীন। ভূতত্ত্বীয় সময় (Geological Era) অনুযায়ী এদের আবির্ভাব ঘটেছিল প্যালিওজোইক (Palaeozoic) যুগ থেকে। ক্রমশ মেসোজোইক (Mesozoic) যুগে পর্যাপ্ত প্রাধান্য লাভ করে ধীরে ধীরে অবলুপ্তির পথে এগিয়ে যায়। বর্তমান যুগে সবীজ উদ্ভিদের মধ্যে এদের সংখ্যা তুলনামূলকভাবে কম। নাতিশীতোষ্ণ এবং গ্রীষ্মপ্রধান অঞ্চল থেকে শুরু করে সুমেরু অঞ্চল পর্যন্ত এদের বিস্তার।

ভারতবর্ষের পশ্চিম ও পূর্ব হিমালয় অঞ্চলে ব্যক্তবীজীদের নানা প্রজাতি জন্মায়। এরা প্রধানত স্থলজ। দীর্ঘ, কাষ্ঠল, বহুবর্ষজীবী ও বেশিরভাগ চিরহরিৎ। *Sequoia sempervirens* (California অথবা Coast red wood) সর্বাপেক্ষা লম্বা উদ্ভিদ—যার উচ্চতা প্রায় 112m। অপরদিকে সব থেকে ক্ষুদ্রতম ব্যক্তবীজী হচ্ছে *Zamia pygmaea*—এমটা সাইকাড যার পাতা কেবলমাত্র 4-5cm লম্বা। এবং সব থেকে বিশাল এবং প্রাচীন বা প্রবীণতম উদ্ভিদ হল *Sequoiadendron giganteun* ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের অর্থনৈতিক গুরুত্ব খুবই মূল্যবান।

উদ্দেশ্য

1. এই এককটি পাঠ করে আপনি জিমনোস্পার্ম এর শ্রেণিবিন্যাস সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
2. জিমনোস্পার্ম-এর বৈশিষ্ট্য কিরূপ তা বুঝতে পারবেন।
3. টেরিডোফাইটার সঙ্গে জিম্‌নোস্পার্মের সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য জানতে পারবেন।
4. জিমনোস্পার্ম ও গুপ্তবীজীর মধ্যে কী কী সাদৃশ্য ও বৈসাদৃশ্য তা এই একক-এ পাবেন।

11.2 A. জিম্‌নোস্পার্মের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Gymnosperms)

1. প্রায় সকল জিম্‌নোস্পার্মই স্থলজ; উত্তর ও পূর্ব ভূখণ্ডের নাতিশীতোষ্ণ ও গ্রীষ্ম প্রধান অঞ্চলে পাওয়া যায়।
2. প্রধান উদ্ভিদ দেহ রেণুধর যা মূল কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত, দীর্ঘ, কাষ্ঠল বহুবর্ষজীবী, চিরহরিৎ শাখাহীন অথবা শাখাযুক্ত।
3. সংবহনকলা বর্তমান। নিটেলিস (Gnetales) ছাড়া জাইলেমে ট্র্যাকিয়া ও ফ্লোয়েমে সঙ্গীকোষ অনুপস্থিত।
4. পাতা দুরকমের শল্কপত্র (scale leaf) ও পর্ণপত্র (foliage leaf)।
5. ফুল বর্তমান ও একলিঙ্গ, সাধারণত পুষ্পপুট (perianth) বা সাহায্যকারী স্তবক (বৃতি, দলমণ্ডল ইত্যাদি) থাকে না।
6. পুংপুষ্প পুংরেণু পত্র (microsporophyll) এবং স্ত্রীপুষ্প স্ত্রীরেণুপত্র (megasporophyll) দ্বারা গঠিত।
7. রেণুপত্রগুলি একত্রিত হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী বা কোন অথবা স্ট্রবাইলাস (stobilus) গঠন করে।
8. রেণু দুই প্রকারের ও অসম (heterosporous)।
9. পরাগযোগ বাতাসের মাধ্যমে ঘটে থাকে, সরাসরি নগ্ন ডিম্বকের ডিম্বকরন্ধ্রে এসে পড়ে।
10. অসমরেণুপ্রসূ হওয়ার ফলে দুরকমের লিঙ্গাধর (gametophyte) উদ্ভিদ যেমন, পুং ও স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠন করে।
11. পুংজননকোষ বা শুক্রাণু ফ্ল্যাজেলবিহীন নিশ্চল অথবা ফ্ল্যাজেলযুক্ত সচল।
12. স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদে এক বা একাধিক স্ত্রীধানী (archegonium) বর্তমান।
13. স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদে শস্যকলা (endosperm tissue) বর্তমান এবং তা নিষেকের আগেই গঠিত হয় এবং হ্যাপ্লয়েড প্রকৃতির।
14. জিমনোস্পার্মে ডিম্বাশয় থাকে না বলে ফল গঠিত হয় না এবং বীজগুলি মুক্ত অবস্থায় থাকে।
15. জনুক্রম অসম আকৃতির এবং পর্যায়ক্রমে ও নিয়মিতভাবে ঘটে এবং সুস্পষ্ট।

B. টেরিডোফাইটার সঙ্গে জিমনোস্পার্মের সাদৃশ্য (Similarities of Gymnosperms with Pteridophytes)

1. প্রধান উদ্ভিদদেহ রেণুধর এবং মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত, অসমরেণু-প্রসূ এবং অসমআকৃতির জীবনচক্র বর্তমান।
2. সংবহন কলা বর্তমান। নিটেলিস ব্যতীত জাইলেম ট্র্যাকিয়া বিহীন এবং ফ্লোয়েম-এ সঙ্গীকোষ অনুপস্থিত।
3. কোনো কোনো ক্ষেত্রে (যেমন সাইকাডস-এ) যৌগিক পাতার কুণ্ডলিত বা সারসিনেট (circinate) মুকুল-পত্র বিন্যাস হয় (vernation)।
4. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ক্ষুদ্র ও হ্রাসপ্রাপ্ত হয় এবং রেণু আবরণের মধ্যেই পরিস্ফুটিত হয়ে থাকে।
5. নিটাম (*Gnetum*) ব্যতীত লিঙ্গাধর উদ্ভিদের স্ত্রীধানী বর্তমান।
6. নিটাম ব্যতীত ভ্রূণের পরিস্ফুটন অবাধ নিউক্লীয় বিভাজনের (free nuclear division) দ্বারা সংঘটিত হয়।
7. সাইকাস (Cycas) ও গিন্‌গো (Ginkgo) তে টেরিডোফাইটার মতো শুক্রাণু বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত ও সচল।
8. সুস্পষ্ট জনুক্রম বর্তমান।

টেরিডোফাইটার সঙ্গে জিম্‌নোস্পার্মের বৈসাদৃশ্য (Dissimilarities of Gymnosperms with Pteridophytes)

1. বেশিরভাগ টেরিডোফাইটা সমরেণুপ্রসূ আর জিম্‌নোস্পার্ম সকলেই অসমরেণুপ্রসূ।
2. টেরিডোফাইটায় অস্থানিক মূল বর্তমান। জিম্‌নোস্পার্ম-এ সুস্পষ্ট প্রধান মূলের উপস্থিতি।
3. জিম্‌নোস্পার্ম বীজ গঠন করে। টেরিডোফাইটায় কোনো বীজ উৎপাদন হয় না।
4. জিম্‌নোস্পার্মের সুস্পষ্ট গৌণ বৃদ্ধি বর্তমান। কিন্তু টেরিডো্‌ফাইটার ক্ষেত্রে গৌণ বৃদ্ধি হয় না।
5. জিম্‌নোস্পার্মে পরাগ নালিকা (pollen tube) সৃষ্টি হয়, কিন্তু টেরিডোফাইটায় তা নেই।
6. জিম্‌নোস্পার্মে স্ত্রী-লিঙ্গাধর, রেণুধরের মধ্যেই স্থায়ীভাবে অবস্থিত এবং তা আবার স্ত্রীরেণুস্থলী বা নিউসেলাসে (nucellus) স্থায়ীভাবে অবস্থান করে।
7. জিম্‌নোস্পার্মে স্ত্রীধানী বা আর্কেগোনিয়ামে গ্রীবা নালিকোষ অনুপস্থিত। কখনো কখনো অঙ্কীয় নালিকোষের সম্পূর্ণ অবলুপ্তি হয়। কিন্তু টেরিডোফাইটায় তা উপস্থিত। নিটামে স্ত্রীধানী সম্পূর্ণ অনুপস্থিত।
8. জিম্‌নোস্পার্মে ডিম্বক, ডিম্বকত্বক দ্বারা আবৃত থাকে। কিন্তু টেরিডোফাইটায় এইরূপ ডিম্বক ত্বক অনুপস্থিত।

C. জিম্‌নোস্পার্ম বা ব্যক্তিবীজী ও অ্যান্‌জিওস্পার্ম বা গুপ্তবীজী-র মধ্যে সাদৃশ্য ঃ (Similarities of Gymnosperms with Angiosperms) :

1. উভয় ক্ষেত্রেই গুল্ম বা কাষ্ঠল জাতীয় উদ্ভিদ।
2. মূলতন্ত্র সুস্পষ্ট ও সুগঠিত।

3. গৌণবৃদ্ধি বর্তমান।
4. বীজ গঠিত হয়।
5. অসমরেণু প্রসূ।
6. লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ক্ষুদ্র, হ্রাসপ্রাপ্ত ও রেণু আবরণের মধ্যেই পরিস্ফুটিত হয়।
7. পরাগনালিকা উপস্থিতি।
8. ডিম্বক ডিম্বকত্বক দ্বারা আবৃত এবং উপরে লম্বা নলাকৃতির ছিদ্র (ডিম্বকরন্ধ্র) বা মাইক্রোপাইল (micropyle) বর্তমান।

ব্যক্তজীবী ও গুপ্তবীজী'র বৈসাদৃশ্য (Dissimilarities of Gymnosperms with Angiosperms) :

1. ব্যক্তবীজী বীরুৎ জাতীয় হয় না, কিন্তু বেশিরভাগ গুপ্তবীজী বীরুৎ জাতীয়।
2. ব্যক্তবীজীর ফুলগুলি একলিঙ্গ ও সাধারণত পুষ্পপুট থাকে না। গুপ্তবীজীর ক্ষেত্রে ফুল একলিঙ্গ বা উভলিঙ্গ দুই প্রকারের হয় ও পুষ্পপুট যুক্ত বা পুষ্পপুট বিহীন হতে পারে।
3. ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের ডিম্বাশয় থাকে না, ফলে ডিম্বক অনাবৃত থাকে, এবং স্ত্রীরেণুপত্রের উপর বিন্যস্ত থাকে। গুপ্তবীজীতে ডিম্বক ডিম্বাশয়ের মধ্যে অবস্থান করে।
4. ব্যক্তবীজীতে স্ত্রীরেণুপত্র অর্থাৎ গর্ভপত্র, গর্ভমুণ্ড, গর্ভদণ্ড ও গর্ভাশয়ে বিভেদিত থাকে না কিন্তু গুপ্তবীজীতে গর্ভপত্র, গর্ভমুণ্ড, গর্ভদণ্ড ও গর্ভাশয়ে বিভেদিত থাকে।
5. নিটাম (*Gnetum*) ছাড়া ব্যক্তবীজীর জাইলেমে ট্রাকিয়া ও ফ্লোয়েমে সঙ্গীকোষ অনুপস্থিত কিন্তু গুপ্তবীজীতে এসব বর্তমান।
6. ব্যক্তবীজীতে পরাগযোগের সময় পরাগরেণুগুলি সরাসরি বায়ুর দ্বারা বাহিত হয়ে ডিম্বকের ডিম্বকরন্ধ্রে স্থানান্তরিত হয়। গুপ্তবীজীর ক্ষেত্রে পরাগযোগের সময় পরাগরেণুগুলি বিভিন্ন বাহকের মাধ্যমে গর্ভপত্রের গর্ভমুণ্ডের উপর এসে পড়ে।
7. নিটাম ছাড়া ব্যক্তবীজীতে পরিণত পুংলিঙ্গা ধরে দুটি বা একটি প্রোথ্যালীয় কোষ, একটি বৃন্তকোষ, একটি নালিকা নিউক্লিয়াস ও দুটি পুং নিউক্লিয়াস বা ফ্লাজেলযুক্ত শুক্রাণু বর্তমান থাকে। কিন্তু গুপ্তবীজীতে পরিণত পুংলিঙ্গাধার অনেক বেশি হ্রাসপ্রাপ্ত, প্রোথ্যালীয় কোষ, বৃন্তকোষ অনুপস্থিত থাকে, পুংলিঙ্গাধরে শুধুমাত্র দুটি পুং নিউক্লিয়াস ও একটি নালি নিউক্লিয়াস বর্তমান থাকে।
8. নিটাম ছাড়া অন্যান্য ক্ষেত্রে স্ত্রীধানী বা আর্কিগোনিয়াম উপস্থিত, গুপ্তবীজীর ক্ষেত্রে কোনো স্ত্রীধানী থাকে না।
9. ব্যক্তবীজীর স্ত্রীলিঙ্গাধর প্রধানত মনোস্পোরিক অথবা টেট্রাস্পোরিক যেমন নিটামের ক্ষেত্রে, বহুকোষী গুপ্তবীজীর ক্ষেত্রে স্ত্রীলিঙ্গাধর মনোস্পোরিক (monosporic) বাইস্পোরিক (bisporic) বা টেট্রাস্পোরিক (tetrasporic) হয়। কোষযুক্ত কলা থাকে না।
10. গুপ্তবীজীতে নিষেকের পরে শস্যকলা গঠিত হয় এবং তা ট্রিপ্লয়েড (3n) কিন্তু ব্যক্তবীজীর ক্ষেত্রে নিষেকের পূর্বেই শস্যকলা গঠিত হয় এবং তা হ্যাপ্লয়েড (n) প্রকৃতির।
11. ব্যক্তবীজীতে দ্বিনিষেক সম্পূর্ণ অনুপস্থিত।
12. গুপ্তবীজীতে জাইগোট নিউক্লিয়াসের যুক্ত বিভাজন হয় না কিন্তু ব্যক্তবীজীতে তা অবাধে হয়ে থাকে।

11.3 জিম্‌নোস্পার্মের শ্রেণিবিন্যাস

জিম্‌নোস্পার্মের মধ্যে জীবিত ও অবলুপ্ত দুধরনের উদ্ভিদই বর্তমান। তাই শ্রেণিবিন্যাসের ক্ষেত্রে সমস্যা দেখা যায়। অনেকে কেবলমাত্র জীবিত অথবা শুধুই অবলুপ্ত উদ্ভিদদের নিয়ে শ্রেণিবিন্যাস করেছেন। অপরদিকে উভয় গোষ্ঠী নিয়েও শ্রেনিবিন্যাস করা হয়েছে। তাই বিভিন্ন সময় নানা রকম শ্রেণিবিন্যাসের উপস্থাপনা করা হয়েছে।

1935 খ্রিস্টাব্দে সি. জে. চেম্বারলেন (C. J. Charmberlain) সমগ্র জিম্‌নোস্পার্মকে অঙ্গাসংস্থান ও শারীরস্থানগত বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে দুটি প্রধান বিভাগে ভাগ করেছেন।

I. সাইকাডোফাইটা (Cycadophyta)

II. কনফেরোফাইটা (Conferophyta)

ডি. ডি. পন্থ (D. D. Pant) 1957 খ্রিস্টাব্দে জিম্‌নোস্পার্মকে তিনটি বিভাগে বিভক্ত করেন।

বিভাগ-I সাইকাডোফাইটা

শ্রেণি 1 : **টেরিডোস্পার্মোপ্‌সিডা** (Pteriodospermopsida)

বর্গ : 1 লাইজিনোপ্‌টেরিডেলিস (Lyginopteridales)

বর্গ : 2 মেডুলোসেলিস (Medullosales)

বর্গ : 3 গ্লসোপ্‌টেরিডেলিস (Glossopteridales)

বর্গ : 4 পেল্টাস্পারমেলিস (Peltaspermales)

বর্গ : 5 ক্যারিস্টোস্পারমেলিস (Corystospermales)

বর্গ : 6 কিটোনিয়েলিস (Caytoniales)

শ্রেণি 2 : **সাইকাডোপসিডা** (Cycadopsida)

বর্গ : 1 সাইকাডেলিস (Cycadales)

শ্রেণি 3 : **পেন্টোজাইলোপসিডা** (Pentoxylopsida)

বর্গ : 1 পেন্টোজাইলেলিস (Pentoxylales)

শ্রেণি 4 : **সাইকাডিঅয়ডিঅপসিডা** (Cyadeoideopsida)

বর্গ : 1 সাইকাডিঅয়ডেলিস (Cycadeoidales)

বিভাগ- II ক্ল্যামাইডোস্পারমোফাইটা (Chlamydospermophyta)

শ্রেণি 1 : **নিটোপসিডা** (Gnetopsida)

বর্গ : 1 নিটেলিস (Gnetales)

বর্গ : 2 ওয়েলউইটজ্‌সিয়েলিস (Welwitschiales)

বিভাগ- III কনিফেরোফাইটা (Conferophyta)

শ্রেণি 1 : **কনিফেরোপসিডা** (Coniferopsida)

বর্গ : 1. করডাইটেলিস (Condaitales)

বর্গ : 2. কনিফেরালিস (Coniferales)

বর্গ : 3. গিন্‌গোয়েলিস (Ginkgoales)

শ্রেণি 2 : **এফিড্রোপসিডা** (Ephedropsida)

বর্গ : 1. এফিড্রেলিস (Ephedrales)

শ্রেণি 3 : **জেকানোভস্‌কিয়োপসিডা** (Czekanowskiopsida)

বর্গ : 1 জেকোনোভস্‌কিয়োলিস (Czekanowskiales)

শ্রেণি 4 : ট্যাক্সোপ্‌সিডা (Taxopsida)

বর্গ : 1 ট্যাক্সোলিস (Taxales)

স্পোর্‌ন (K. R. Sporne) 1965-এ জিম্‌নোস্পার্মকে তিনটি শ্রেণিতে বিভক্ত করেছেন।

শ্রেণি I. **সাইকাডোপসিডা** (Cycadoposida)

বর্গ : 1. টেরিডোপরিম্যালিস (Pteridospermales)

বর্গ : 2. বেনিট্রিটেলিস (Bennettitales)

বর্গ : 3. পেন্টোজাইলেলিস (Pentoxylales)

বর্গ : 4. সাইকাডেলিস (Cycadales)

শ্রেণি II. **কনিফেরোপসিডা** (Coniferopsida)

বর্গ : 1. কর্ডাইটেলিস (Cordaitales)

বর্গ : 2. কনিফেরেলিস (Coniferales)

বর্গ : 3. ট্যাক্সোলিস (Taxales)

বর্গ : 4. গিনগোয়েলিস (Ginkgoales)

শ্রেণি III. **নিটোপ্‌সিডা** (Gnetopsida)

বর্গ : 1. নিটোলিস (Gnetales)

শ্রেণিগত চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য

শ্রেণি I : সাইকাডোপসিডা :

1. উদ্ভিদগুলি আকারে ছোটো, শাখাবিহীন, পত্রগুলি যৌগিক ও পক্ষল।
2. কাণ্ডের অন্তর্গঠনে বিস্তৃত মজ্জা : স্বল্প পরিমাণ কোমল কাষ্ঠ : স্থূল কর্টেক্স বর্তমান।
3. রেণুপত্রগুলি কোণ বা শঙ্কু (cone) গঠন করে। পুং ও স্ত্রী রেণু পত্রে বিভেদিত।
4. পুং গ্যামেট বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

শ্রেণি II : কনিফেরোপসিডা :

1. উদ্ভিদগুলি আকারে বড়ো, কাণ্ড শাখাবিশিষ্ট। পত্রগুলি সরল, সূচ্যাকার বা প্রসারিত।
2. কাণ্ডের অন্তর্গঠনে স্বল্প মজ্জা : ঘন ও স্থূল কাষ্ঠ। স্বল্পস্থান জুড়ে কর্টেক্স।
3. রেণুপত্রগুলি কোন (cone) বা শঙ্কু গঠন করে, পুং কোণ সরল ও স্ত্রীকোণ যৌগিক প্রকৃতির।
4. পুং গ্যামেট ফ্ল্যাজেলা বিহীন

শ্রেণী III : **নিটোপসিডা :**

1. উদ্ভিদগুলি আকারে স্বল্পদীর্ঘ হতে পারে এবং কাষ্ঠল লতানো বা বৃক্ষ জাতীয়। শাখান্বিত পত্রগুলি সরল প্রকৃতির ও অভিমুখ পদ্ধতিতে সজ্জিত।
2. কাণ্ডের অন্তর্গঠন বৃহৎমজ্জা, সংযুক্ত সমপার্শ্বীয় ও মুক্ত নালিকা বান্ডিল চক্রাকারে সাজানো। ট্রাকিয়া বা ভেসেল বর্তমান।
3. রেণুপত্রগুলি জটিল শঙ্কু গঠন করে।
4. পুষ্পপুট বর্তমান।

11.4 সারাংশ

বীজ বহনকারী উদ্ভিদের মধ্যে জিমনোস্পার্ম এক গুরুত্বপূর্ণ স্থান অধিকার করে আছে। এদের ব্যক্তবীজী বলা হয়। কারণ এদের ফল হয় না এবং বীজগুলি অনাবৃত থাকে। অপুষ্পক উদ্ভিদ টেরিডোফাইটা এবং সপুষ্পক গুপ্তবীজী উদ্ভিদ অ্যান্জিওস্পার্মের মধ্যবর্তী স্থানে এর অবস্থান। তাই নিজস্ব চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য ছাড়া টেরিডোফাইটা ও অ্যান্জিওস্পার্মের সঙ্গো সম্পর্ক বর্তমান।

11.5 সর্বশেষ প্রশ্নাবলি

1. জিম্নোস্পার্মের প্রধান বৈশিষ্ট্যগুলি উল্লেখ করুন।
2. জিম্নোস্পার্মের সঙ্গো টেরিডোফাইটার কী কী সাদৃশ্য তা বর্ণনা করুন।
3. জিম্নোস্পামের সঙ্গো গুপ্তবীজী উদ্ভিদের কি কি মিল রয়েছে তা উল্লেখ করুন।
4. স্পোরণ (K. R. Sporne) 1965 অনুযায়ী জিম্নোস্পার্মের শ্রেণিবিন্যাস বর্ণনা করুন এবং শ্রেণিগত বৈশিষ্ট্য আলোচনা করুন।
5. সর্বাপেক্ষা লম্বা উদ্ভিদ (ব্যক্তবীজী) এর নাম লিখুন।
6. ক্ষুদ্রতম ব্যক্তিবীজী উদ্ভিদের নাম লিখুন।
7. সব থেকে বিশাল উদ্ভিদ কোনটি?

11.6 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 11.2 দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 11.2 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 11.2 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 11.3 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 11.1 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 11.1 দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 11.1 দেখুন।

একক 12 ❑ সাইকাস (*Cycas*), পাইনাস (*Pinus*) এবং নিটাম (*Gnetum*) এর জীবনচক্র (Life Cycle)

গঠন

12.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

12.2 সাইকাস (*Cycas*) এর জীবন চক্র

12.3 পাইনাস (*Pinus*) এর জীবন চক্র

12.4 নিটাম (*Gnetum*) এর জীবন চক্র

12.5 সারাংশ

12.6 প্রশ্নাবলি

12.7 উত্তরমালা

12.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

এই একক-এ জিম্নোস্পার্ম-এর অন্তর্গত তিনটি শ্রেণির সদস্যদের সম্বন্ধ জানতে পারবেন। উদাহরণ স্বরূপ তিনটি গণকে বেছে নেওয়া হয়েছে যাতে আপনারা তিনটি শ্রেণির বিষয়ে ধারণা করতে পারেন।

উদ্দেশ্য

এই অংশ পাঠ করে আপনি সাইকাডোপ্‌সিডার অন্তর্গত সাইকাস (*Cycas*), কনিফেরোপসিডার অন্তর্গত পাইনাস (*Pinus*) এবং নিটোপ্‌সিডার অন্তর্গত নিটাম (*Gnetum*) এর জীবন চক্র অর্থাৎ তাদের বহিরাকৃতি, অন্তর্গঠন, জনন ও জনুঃক্রম সম্পর্কে বিস্তারিত জ্ঞান লাভ করতে পারবেন। এছাড়া এদের অর্থনৈতিক উপকারিতা সম্বন্ধেও জানতে পারবেন।

12.2 Cycas এর জীবনচক্র : সাইকাডেলিস (Cycadales)

সাইকাডেলিস বর্গের অন্তর্গত অবলুপ্ত (extinct) এর জীবিত উদ্ভিদ (extant) বর্তমান। এই উদ্ভিদ গোষ্ঠী আপার ট্রায়াসিক (Upper Triassic) যুগে উদ্ভব হয়ে মধ্য মেসোজোয়িক (Middle Mesozoic) যুগে উন্নতির সর্বোচ্চ শিরে পৌঁছিয়ে জুরাসিক (Jurrasic) ও ক্রিটেসিয়াস (Cretaceous) যুগে সবিস্তার করে পরবর্তী কালে ধীরে ধীরে অবলুপ্ত হয়ে গেছে। বর্তমানে এই বর্গে মাত্র 11টি গণ এবং প্রায় 100 টি প্রজাতি। এই গণ (Genera) গুলির নাম যথাক্রমে ডিউয়ুন-*Dioon*, সেরাটজ্যমিয়া-*Ceratozamia*, জ্যামিয়া-*Zamia*, চিগুয়া-*Chigua* ও মাইক্রোসাইকাস-*Microcycas*, পশ্চিম গোলার্ধে-Western Hemisphere-এ বিস্তৃত; সাইকাস-*Cycas*, ম্যাক্রোজ্যামিয়া-*Macrozamia*, লেপিডজ্যামিয়া-*Lepidozamia*, এনসেফালারটস- *Encephalartos*, স্টানগেরিয়া-*Stangeria* এবং বাওয়েনিয়া-*Bowenia*, পূর্ব গোলার্ধে-Eastern Hemisphere-এ বিস্তৃত।

এককালে পৃথিবীব্যাপী এদের বিস্তার ছিল কিন্তু বর্তমানে এরা মধ্য আমেরিকা, দক্ষিণ আফ্রিকা, অস্ট্রেলিয়া ও ভারত সহ পূর্ব এশিয়ায় বিস্তৃত রয়েছে। আমরা পরবর্তী পর্যায় সাইকাস (Cycas) গণটিকে নিয়ে বিস্তারিত আলোচনা করব।

সাইকাস (*Cycas*)

(Systematic Position)

বর্গ ঃ সাইকাডেলিস (Cycadales)

গোত্র ঃ সাইকাডেসি (Cycadace)

গণ ঃ সাইকাস (Cycas)

12.2.1 বিস্তার :

ভারতবর্ষে *Cycas* এর চারটি প্রজাতি জন্মায়। উত্তর-পূর্বাঞ্চল ও দক্ষিণে এই প্রজাতিগুলি বিস্তৃত।

1. *Cycas beddomei Dyer* — পূর্ব অন্ধ্রপ্রদেশ ও তামিলনাড়ুর কাডাপ্পা জেলা (Cuddapah District)
2. *C. pectinata Griff* — বিহার, সিকিম, আসাম, (খাসিয়া পর্বত) ও মণিপুরে বিস্তৃত।
3. *C. circinalis Linn* — পূর্ব উড়িষ্যা, অন্ধ্রপ্রদেশের পশ্চিমঘাট অঞ্চল ও শ্রীলঙ্কা পর্যন্ত বিস্তৃত।
4. *C. rumph*ü *Miq.* — আন্দামান ও নিকোবর দ্বীপপুঞ্জ।

এছাড়া নিম্নোক্ত প্রজাতিগুলি বাগানে লাগানো হয়—শোভাবৃদ্ধির জন্য

5. **C. revoluta* Thunb. — চীন ও জাপানে জন্মায়।
6. **C. siamensis* Miq. — বার্মা দেশের প্রজাতি।

* ভারতবর্ষে এই প্রজাতি দুটি বাগানের শোভাবর্ধনকারী (ornamental) গাছ রূপে দেখা যায়।

12.2.2 রেণুধর উদ্ভিদ (Sporophyte)

বহিরাকৃতি : সাইকাস একটি ক্ষুদ্র কাষ্ঠল বৃক্ষ অনেকটা পাম গাছ বা বৃক্ষ-ফার্ণের (tree fern) এর মতো দেখতে। ফলে একে "পাম-ফার্ণ" ও বলা হয়। উদ্ভিদ দেহ মূল, কাণ্ড ও পাতায় বিভক্ত। (চিত্র 12.2.1a)

(a) কাণ্ড (stem) : কাণ্ড স্থূল কন্দের ন্যায়, (যাকে গুঁড়িকাণ্ড বলা যায়) স্তম্ভাকার, শাখাবিহীন এবং কাণ্ড স্থায়ী পত্রমূল দ্বারা আচ্ছাদিত থাকে। শাকাবিহীন কাণ্ডের অগ্রভাগে মুকুটের ন্যায় পর্ণ পত্রগুলি বিন্যস্ত থাকে। (চিত্র 12.2.1a)

(b) পাতা (leaf) : পাতাগুলি দুই প্রকারের—বাদামি বর্ণের শল্ক পত্র (scale leaves) এবং বৃহদাকার সবুজ পক্ষল যৌগপত্র বা বর্ণপত্র (foliage leaves). পর্ণ পত্রগুলি কাণ্ডের অগ্রভাগে সর্পিলাকারে বিন্যস্ত থাকে। পর্ণ পত্রগুলি

চিত্র : 12.2.1a সাইকাসের স্ত্রী উদ্ভিদ

পক্ষল যৌগ পত্র (pinnately compound leaves) শক্ত, দীর্ঘাকার। পত্রগুলি স্থূল ও চর্মবৎ, অবৃন্তক, একটি মাত্র মধ্যশিরা, কোনো শিরা বা উপশিরা নেই। ফার্ণ-এর ন্যায় অপরিণত পত্রকগুলির মুকুল—পত্রবিন্যাস কুণ্ডলিত (circinate ptyxis) (চিত্র 12. 1. 1b)

চিত্র : 12.2.1b কুন্তলিত মুকুল পত্রবিন্যাস

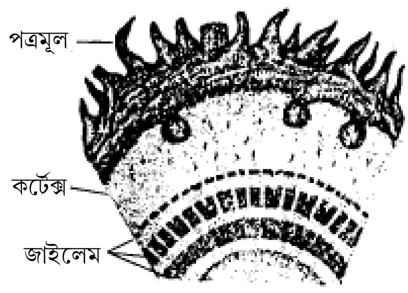
চিত্র : 12.2.1c কোরালয়েড মূল

(c) মূল (root) : সাইকাসে স্বাভাবিক প্রধান মূল বর্তমান। তবে এটা স্বল্পস্থায়ী। পরবর্তীকালে কতকগুলি পার্শ্বীয় মূল উৎপন্ন হয় যা কি না অভীগ অভিকর্ষবৃত্তি (negatively geotropic) অর্থাৎ মাটির উপর উঠে আসে এবং অসংখ্য দ্ব্যপ্রশাখা সৃষ্টি করে। মাটির উপরে উঠে আসা এই সকল দ্ব্য-প্রশাখাবিশিষ্ট মূলগুলি বিকৃত রূপ ধারণ করে এবং প্রবাল বা coral এর ন্যায় দেখতে লাগে এবং কোরালয়েড মূল (coralloid root) নামে অভিহিত হয়। মূলের গাত্রদেশে লেন্টিসেল (lenticel) বর্তমান। এই মূলগুলির মধ্যে ব্যাক্‌টিরিয়া ও নীলাভ সবুজ শৈবাল অ্যানাবিনা (*Anabaena cycadacearum*) প্রবেশ করে। (চিত্র 12.2.1c)

2. **অন্তর্গঠন** (Internal structure) (চিত্র 12.2.2a)

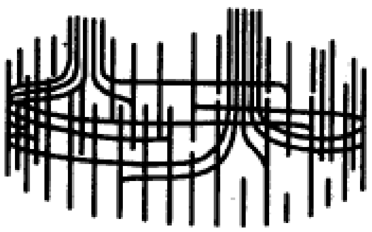
(a) **কাণ্ড :** কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদে নিম্নরূপ অংশগুলো বর্তমান যেমন, ত্বক, স্থূল কর্টেক্স, স্টিলি ও বিস্তৃত মজ্জা।

(i) **ত্বক :** একেবারে বাইরের স্তরকে **ত্বক** বা **এপিডারমিস** বলা হয়। এক স্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। কোষগুলির বাইরের প্রাচীর কিউটিকল যুক্ত। গৌণ বৃদ্ধির ফলে **পেরিডার্ম** গঠিত হয়।



চিত্র : 12.2.2a
সাইকাস কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদের একাংশ

(ii) **কর্টেক্স :** বিশাল পরিধি নিয়ে গঠিত কর্টেক্স। পাতলা প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত কয়েকটি স্তর। এর মধ্যে প্রচুর মিউসিলেজ পূর্ণ গহ্বর দেখা যায়। কর্টেক্সের মধ্যে গার্ডেলিং পত্রাভিসারী (girdling leaf trace) সাইকাসের একটি বৈশিষ্ট্য (চিত্র 12.2.2b)



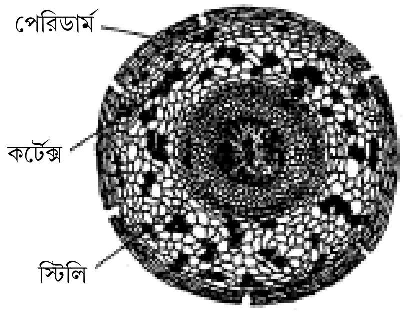
চিত্র : 12.2.2b
সাইকাসের গার্জেলিং পত্রাভিসারী

(iii) **স্টিলি :** কাণ্ডের মধ্যবর্তী অঞ্চলকে স্টিলি বলা হয়। এই অংশ ভ্যাস্কুলার বান্ডিল বা নালিকা বান্ডিল দ্বারা গঠিত। নালিকা বান্ডিল সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় এবং মুক্ত। জাইলেমএন্ডার্ক কেন্দ্রে অবস্থিত বিস্তৃত মজ্জা বর্তমান এবং তাকে ঘিরে নালিকা বান্ডিলগুলি একটি বলয়ে অবস্থিত। ফলে স্টিলি সাইফোনোস্টিলিক প্রকৃতির (siphonostelic type) বা ইউসিটিলি (eustele)। নালিকা বান্ডিলের অন্তর্গত ফ্যাসিকিউলার (fascicular) অর্থাৎ প্রাথমিক ক্যাম্বিয়াম ক্ষণস্থায়ী। ফলে গৌণ ক্যাম্বিয়াম কর্টেক্সের বাইরের দিকে পর্যায়ক্রমে সৃষ্টি হয়। ওই

ক্যাম্বিয়াম বাইরের দিকে গৌণ ফ্লোয়েম এবং ভেতরের দিকে গৌণ জাইলেম বলয় উৎপন্ন করে। এই পদ্ধতির পুনরাবৃত্তি ঘটার ফলে একান্তভাবে বিন্যস্ত জাইলেম ও ফ্লোয়েম বলয় সৃষ্টি হয়। ফলে অনেকগুলো গৌণ ক্যাম্বিয়াম উৎপন্ন হয় যার থেকে এককেন্দ্রীয় (concentric নালিকা বান্ডিল সৃষ্টি হয়।

এন্ডোডার্মিস্ বা পরিচক্র খুব সুস্পষ্ট নয়। জাইলেমে কোনো ট্র্যাকিয়া ও ফ্লোয়েমে কোনো সঙ্গী-শেষ থাকে না।

নালিকা—বান্ডিলগুলির অন্তর্বর্তী স্থানে প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত মজ্জাবংশ (medullary rays) বর্তমান।



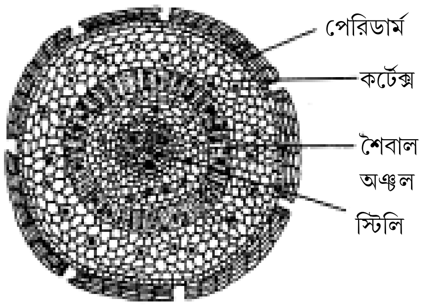
চিত্র : 12.2.3a সাইকাসের স্বাভাবিক মূলের প্রস্থচ্ছেদ

(b) মূল : সাইকাসের মূলের প্রস্থচ্ছেদে নিম্নলিখিত অংশগুলি পরিলক্ষিত — (চিত্র 12.2.3a)

(i) **ত্বক** বা **এপিব্লেমা** — এক স্তরবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত যার থেকে মূলরোম নির্গত হয়।

(ii) **কর্টেক্স** — বহু স্তরবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। এই অংশে মিউসিলেজ গহ্বর বিদ্যমান।

(iii) **অন্তস্ত্বক বা এন্ডোডার্মিস** — কর্টেক্সের ভিতরের স্তর — এক কোষ স্তর বিশিষ্ট—পিপার ন্যায় আকৃতি ও ক্যাসপেরিয়ান পট্টি বর্তমান।



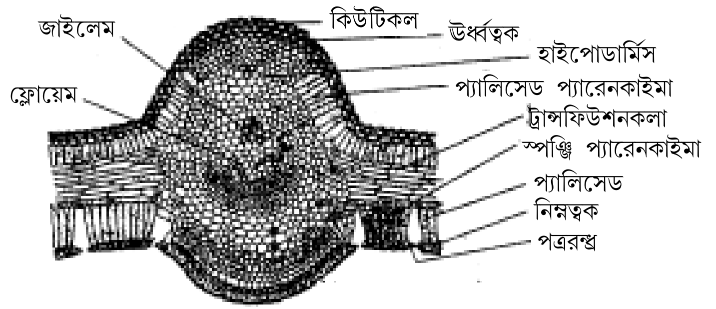
চিত্র : 12.2.3b সাইকাসের কোরালয়েড মূলের প্রস্থচ্ছেদ

(iv) **পরিচক্র বা পেরিসাইকেল** — অন্তস্ত্বকের ভেতরের এক কোষ স্তরবিশিষ্ট পরিচক্র বর্তমান।

(v) **স্টিলি** — নালিকা বান্ডিল দ্বারা গঠিত। নালিকা বান্ডিলগুলি অরীয়, জাইলেম এক্সার্ক, টেট্রাক (tetrarch) মধ্যবর্তী অঞ্চলে মজ্জা বর্তমান। সাধারণত প্রথমের দিকে গৌণ বৃদ্ধি ঘটে।

কোরালয়েড মূল স্বাভাবিক মূল এর মত কিন্তু এই ক্ষেত্রে কর্টেক্সের মধ্যে এক বা একাধিক স্তর বিশিষ্ট পুরু শৈবালের অঞ্চল (alagal zone) দেখা যায়। এই অংশ নীলাভ-সবুজ শৈবাল *Nostoc* এবং *Anabaena cycadacearum* থাকে। সাধারণত গৌণ বৃদ্ধি স্বল্প বা হয়ই না। (চিত্র 12.2.3b)

(c) পত্রক : সাইকাসের পত্রকের প্রস্তচ্ছেদে নিম্নলিখিত অংশগুলি দেখা যায় : (চিত্র 12.2.4a)



চিত্র : 12.2.4a সাইকাসের পত্রকের প্রস্থচ্ছেদ

(i) **ত্বক** বা **এপিডার্মিস** — কিউটিনযুক্ত ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বক বর্তমান, প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। নিম্নত্বকে নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র (Sunken Stomata) বর্তমান। ঊর্ধ্বত্বক অবিচ্ছিন্ন।

(ii) **অধস্ত্বক** বা **হাইপোডার্মিস** — উর্দ্ধত্বকের নিচে অবস্থিত এক বা দুই স্তর বিশিষ্ট স্ক্লেরেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।

(iii) **মেসোফিল** — উভয় দিকেই বর্তমান এবং ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বকের মধ্যবর্তী অঞ্চলে বিদ্যমান। উপরের দিকে প্যালিসেড (palisade) প্যারেনকাইমা ও নিচের দিকে স্পন্‌জি (spongy) প্যারেনকাইমা অবস্থিত। দুই প্রকার ক্লোরোপ্লাস্ট পূর্ণ।

(iv) **ট্রান্সফিউশন কলা** — প্যালিসেড ও স্পন্‌জি প্যারেনকাইমার মধ্যবর্তী স্থানে ত্বকের সঙ্গে সমান্তরালভাবে বিন্যস্ত, অনুপ্রস্থে দীর্ঘায়িত ও বর্ণহীন ট্রান্সফিউশন (transfusion) কলা বর্তমান। সম্ভবত এরা পার্শ্বীয় সংবহন সম্পন্ন করে।

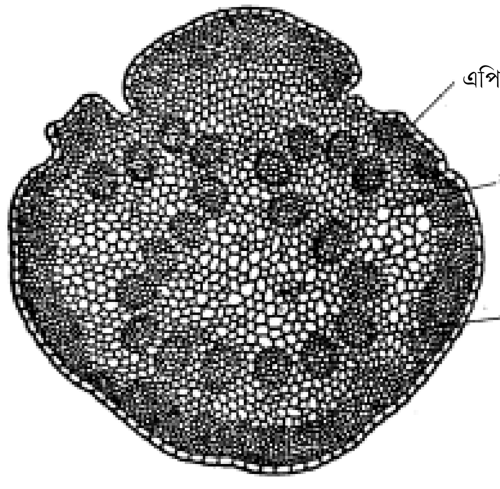
(v) **নালিকা বান্ডিল** — পত্রকের মধ্যশিরায় একটিমাত্র নালিকা বান্ডিল বর্তমান। স্ক্লেরেনকাইমা কোষযুক্ত আবরণ দ্বারা আবৃত। জাইলেম মেসার্ক (mesarch) প্রকৃতির এবং ঊর্ধ্বত্বকের দিকে অবস্থিত, ফ্লোয়েম নিম্নত্বকের দিকে অবস্থান করে। সাইকাসের পত্রকের অভ্যন্তরীণ গঠন জাঙ্গল উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্য বহন করে।

(a) পত্রক শক্ত চর্মাবৃত।

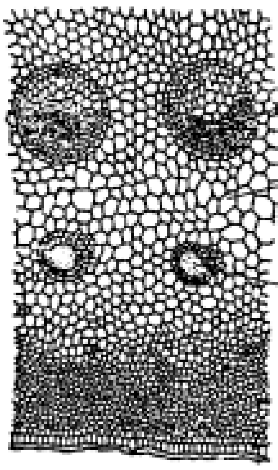
(b) স্থূল কিউটিকলযুক্ত ত্বক্।

(c) স্থূল প্রাচীর বিশিষ্ট স্ক্লেরেনকাইমা হাইপোডারমিস।

(d) নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্রের উপস্থিতি বাষ্পায়নের হার কমতে সাহায্য করে।



চিত্র : 12.2.4b সাইকাসের র‍্যাকিসের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র : 12.2.4c সাইকাসের র‍্যাকিসের প্রস্থচ্ছেদের আংশিক অংশ (বর্ধিত)

(e) শাখাহীন মধ্যশিরা।

(f) ট্রান্সফিশন কলা বর্তমান।

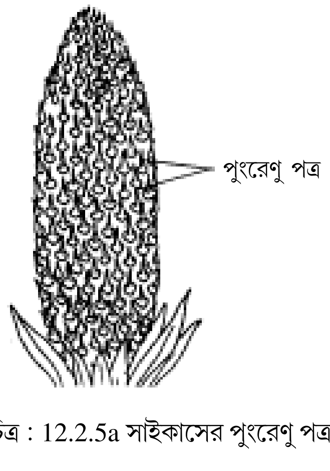
(g) পত্রকসহ সমগ্র উদ্ভিদদেহে মিউসিলেজ নালিকা সৃষ্টি হয়; জলসংরক্ষণই এদের কাজ (water reservoir) সাইকাসের পত্রবৃন্তের বা র‍্যাকিসের প্রস্থচ্ছেদে বহুসংখ্যক মুক্ত সমপার্শ্বীয় নালিকা বান্ডিল দেখা যায়। (চিত্র 12,2,4b, 12.2.4c)।

3. **জনন** (Reproduction)

(a) **অঙ্গজ জনন** : রেণুধর উদ্ভিদের অঙ্গাজ জনন গুঁড়িকাণ্ডের উপর উদ্ভূত অস্থানিক মুকুল বা বুলবিলের (bulbil) এর সাহায্যে ঘটে।

(b) **যৌন জনন :** সাইকাস ভিন্নবাসী (dioecious) কারণ এদের পুংজনন এবং স্ত্রীজনন অঙ্গাগুলি ভিন্ন ভিন্ন উদ্ভিদদেহে উৎপন্ন হয়। পুষ্পগুলি একলিঙ্গা। পুংপুষ্প পুংরেণুপত্র (microsporophyll) এবং স্ত্রীপুষ্প স্ত্রীরেণুপত্র দ্বারা গঠিত হয়। পুংরেণু পত্রগুলি একত্রে গুচ্ছাকারে সজ্জিত থাকে এবং শঙ্কু বা কোণ (cone) তৈরি করে যাকে পুংরেণুপত্রমঞ্জরি বলা হয় (made cone or strobilus) স্ত্রীরেণু পত্রগুলি আলগাভাবে বিন্যস্ত থাকে, কোণ গঠন করে না। ফলে সাইকাসে কোনো স্ত্রীপত্রমঞ্জরি গঠিত হয় না।

(i) **পুংরেণু পত্রমঞ্জরী** — (Male cone or strobilus) : পুংরেণু পত্রমঞ্জরী কাষ্ঠল, ঘনবিন্যস্ত, বেলনাকার বা ডিম্বাকার, দৈর্ঘ্যে প্রায় 40-50 cm পর্যন্ত হয়ে থাকে। এটি কাণ্ডের অগ্রভাগে জন্মায় কিন্তু পার্শ্বমুকুলের বৃদ্ধির ফলে কাণ্ডের পার্শ্বদেশে অবস্থান করে। পুংরেণু পত্রমঞ্জরীর একটি করে কেন্দ্রীয় অঙ্গ বর্তমান যার উপর অসংখ্য পুংরেণুপত্র সর্পিলাকারে সজ্জিত থাকে। অগ্রমুখভাগে রেণুপত্র চ্যাপ্টা, কিলাকার (wedge shaped) ও কাষ্ঠল। এর সরু ভিত্তি অংশটি বন্ধ্যা এবং উপরের চ্যাপটা অংশটি উর্বর। এই উর্বর অংশের উপরে অ্যাপোফাইসিস (apophysis) নামক বিস্তৃত বন্ধ্যা অংশ বর্তমান। পুংরেণু পত্রের নিম্ন পৃষ্ঠে অসংখ্য এককোষী পুংরেণুস্থলী দলবদ্ধভাবে অবস্থান করে সোরাস (sorus) গঠন করে। প্রতিটি সোরাসে 2-6 রেণুস্থলী বর্তমান থাকে। পুং রেণুস্থলীগুলির উৎপত্তি ইউস্পোরানজিয়েট প্রকৃতির। পুং রেণুস্থলীগুলি রোমের সঙ্গো মিশ্রিত থাকে। পুংরেণুস্থলী একটা খুব ছোট্ট বৃন্তযুক্ত যে কোনো একপ্রান্তে এক প্রকোষ্ঠ বিশিষ্ট। ডিম্বাকার, বহুস্তরযুক্ত একটা আবরণ আছে এবং আবরণের ভেতরের স্তর ট্যাপেটাম (tapetum) বা পোষক স্তর গঠন করে। এর মধ্যে থাকে রেণুধারণ কলা (sporogenous tissue) রেণুধারণ কলা পরবর্তীকালে পুংরেণুমাতৃকোষে (microspore mother cell) এ পরিণত হয় এবং প্রতিটি মাতৃকোষ মায়োসিস বিভাজন দ্বারা 4টি হ্যাপ্লয়েড (n) পুংরেণু (microspores) বা পরাগরেণু সৃষ্টি করে। প্রতিটি পুংরেণুস্থলীতে অসংখ্য পুংরেণু থাকে। পরিণত পুংরেণুস্থলী ফাটল দ্বারা বিদীর্ণ হয় এবং পুংরেণুগুলি বাইরে নির্গত হয়। (চিত্র 12.2.5a-c)

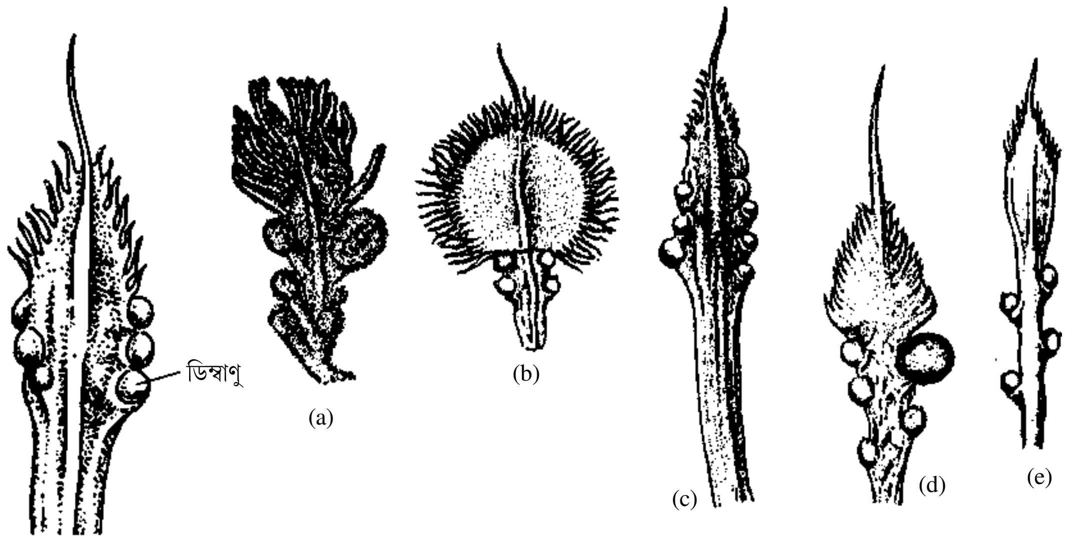


চিত্র : 12.2.5a সাইকাসের পুংরেণু পত্রমঞ্জরী

চিত্র : 12.2.5b সাইকাসের স্ত্রী উদ্ভিদ

চিত্র : 12.2.5c সোরাস

(ii) স্ত্রীরেণু পত্রমঞ্জরী — (Ovulate of female cone or strobilus) : (megasporophyll) (চিত্র 12. 2. 6a-b)

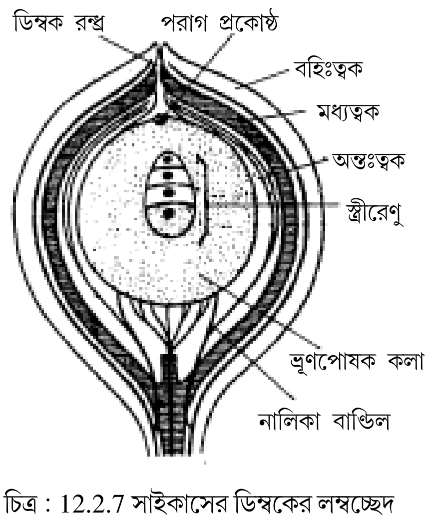


চিত্র : 12.2.6a
সাইকাসের স্ত্রীরেণু পত্র

চিত্র : 12.2.6b সাইকাসের বিভিন্ন প্রজাতির মেগাস্পোরোফিল
(a) *C. revoluta*, (b) *C. pectinata*, (c) *C circinalis*, (d) *C. rumphii*, (e) *C. beddomei*

সাইকাসে স্ত্রীরেণুপত্রগুলি ঘন বিন্যস্ত কোনোপ্রকার কোণ (cone) গঠন করে না। কাণ্ডের অগ্রভাগে সর্পিলাকারে স্ত্রীরেণুপত্রগুলি অগ্রমুখভাবে সজ্জিত থাকে। দৈর্ঘ্য প্রায় 15-20 cm পর্যন্ত হয়ে থাকে। প্রতিটি স্ত্রীরেণুপত্র পাতার মতো দেখতে, পিঙ্গাল বর্ণের, রোম দ্বারা আচ্ছাদিত। অগ্রভাগ পক্ষলভাবে খাঁজকাটা। এই বন্ধ্যা অংশের আকৃতি বিভিন্ন প্রজাতিতে বিভিন্ন রকমের। প্রতিটি স্ত্রীরেণুপত্রের নীচে বৃন্তের ন্যায় অংশের দুপাশে 1–5 জোড়া ডিম্বক বা স্ত্রীরেণুস্থলী বিন্যস্ত থাকে। অপরিণত অবস্থায় ডিম্বক সবুজ বর্ণের। পরিণত অবস্থায় লালবর্ণের হয় এবং রোম দ্বারা আচ্ছাদিত।

প্রতিটি ডিম্বক উর্ধ্বমুখী (orthotropous) দৈর্ঘ্য প্রায় 6cm। প্রতিটি পরিণত ডিম্বক একটা স্থূল ডিম্বক ত্বক (integument) দ্বারা আবৃত থাকে। এর ভেতরে ভ্রূণপোষক কলা (nucellus) বর্তমান। ভ্রূণপোষক কলা বা nucellus ডিম্বকরন্ধ্রের অংশ ব্যতীত। ডিম্বকত্বক তিনটি স্তরে বিভক্ত (a) বহিস্তর রসালো, স্থূল—sarcotesta (b) মধ্যস্থ কঠিন প্রস্তরবৎ স্তর sclerotesta এবং (b) মধ্যস্থ কঠিন প্রস্তরবৎ স্তর sclerotesta এবং (b) অন্তস্থ রসালো স্থূল স্তর endotesta। ডিম্বকত্বক ভ্রূণপোষক কলাকে প্রায় সম্পূর্ণ আবৃত করে থাকে, কেবল মাত্র উপরের মুক্ত ডিম্বকরন্ধ্র ছাড়া। ডিম্বকরন্ধ্রের মধ্য বরাবর ভ্রূণপোষক কলা উদ্গত হয়ে একটি চক্ষুর আকার বা পাখির ঠোঁটের মতো আকৃতি গঠন করে যাকে ভ্রূণপোষক চঞ্চু (nucellar beak) বলে। (চিত্র 12.2.7)।

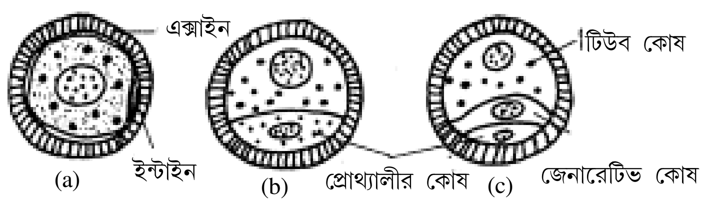


চিত্র : 12.2.7 সাইকাসের ডিম্বকের লম্বচ্ছেদ

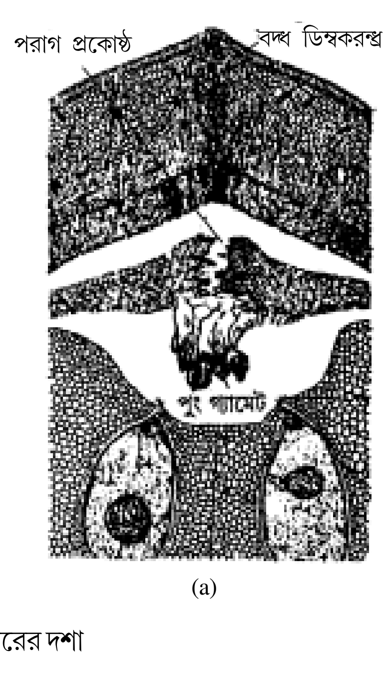
এই চঞ্চুর নীচে একটি প্রকোষ্ঠ উৎপন্ন হয় যাকে পরাগ প্রকোষ্ঠ (pollen chamber) বলে। পরাগযোগের পরে পরাগরেণু সঞ্চিত হয়। নিউসেলাস বা ভ্রূণপোষক কলার মধ্যে স্ত্রীরেণু মাতৃকোষ (megaspore mother cell) মায়োসিস বিভাজনের ফলে চারটি হ্যাপ্লয়েড স্ত্রীরেণু (megaspore) উৎপন্ন করে। এই চারটি স্ত্রীরেণুর মধ্যে কেবল মাত্র একটা স্ত্রীরেণু সক্রিয় থাকে, অন্য তিনটি নষ্ট হয়ে যায়।

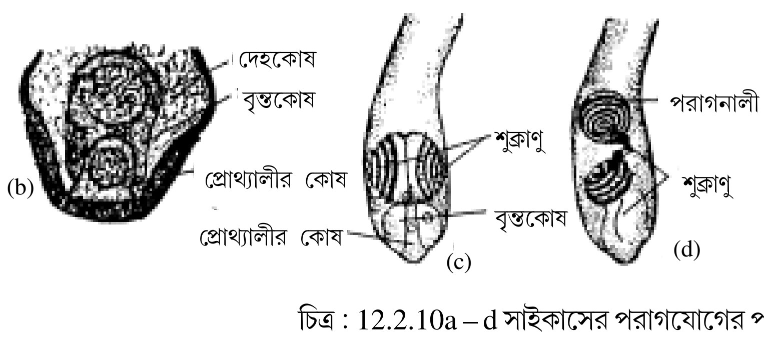
12.2.3 লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন

A. **পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ :** (Male gametophyte) পুংরেণুই পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। পুংরেণু গোলাকার এবং দুটো করে আবরণ বর্তমান। বাহিরের আবরণ এক্সাইন (exine) এবং ভিতরের আবরণ ইন্টাইন (intine)। পুংরেণুস্থলীর মধ্যেই পুংরেণু অঙ্কুরিত হয়। পুংরেণুর নিওক্লিয়াসটি বিভক্ত হয়ে প্রথমে একটি ছোটো প্রোথ্যালীয় কোষ (prothallial cell) এবং বড়ো পুংধানী বা অ্যান্থেরিডিয়াল কোষ (Antheridial cell) গঠন করে। অ্যান্থেরিডিয়াল শেষটি পুনরায় বিভাজিত হয়ে প্রোথ্যালীয় কোষ সংলগ্ন একটি ছোটো জনন কোষ (generative cell) এবং একটি বড়ো নালি কোষ (tube cell) উৎপন্ন করে। এই তিনটি কোষবিশিষ্ট অবস্থায় পুংরেণুর পরাগযোগ ঘটে এবং পুংরেণু পুংরেণুস্থলী থেকে নির্গত হয় এবং বায়ুতাড়িত হয়ে ডিম্বকের ডিম্বকরন্ধ্রে স্থানান্তরিত হয়। এখানে পুংরেণুগুলি ডিম্বকরন্ধ্র থেকে নিঃসৃত মিউসিলেজে আটকে থাকে। ক্রমে এই মিউসিলেজ শুকিয়ে গেলে রেণুগুলি পরাগ কক্ষে প্রবেশ করে। এখানে নালি কোষের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ঘটে ও একটি দীর্ঘ শাখা যুক্ত পরাগ নালিকা তৈরি হয় এবং পরাগ নালিকাটি ভ্রূণকোষে প্রবেশ করে। অপর দিকে জনন কোষটি বিভক্ত হয়ে একটি বৃন্ত কোষ (stalk cell) ও একটি দেহ কোষ (body cell) তৈরি করে। বৃন্ত কোষটি নিষ্ক্রিয়, দেহ কোষটি বিভক্ত হয়ে দুটি বৃহৎ বহু ফ্ল্যাজেলা যুক্ত শুক্রাণু গঠন করে। (সাইকাসে সর্বাপেক্ষা বৃহদাকার সচল শুক্রাণুর উদাহরণ)। সাইকাস রিভোলিউটায় এর 180-210 µm (চিত্র 12.2.8a-c) পর্যন্ত মাইক্রো মেসারমেন্ট (micro measurement) করা হয়েছে। (চিত্র 12.2.10a-d)



চিত্র : 12.2.8a – c সাইকাসের পুংলিঙ্গা ধরের বিভিন্ন দশা

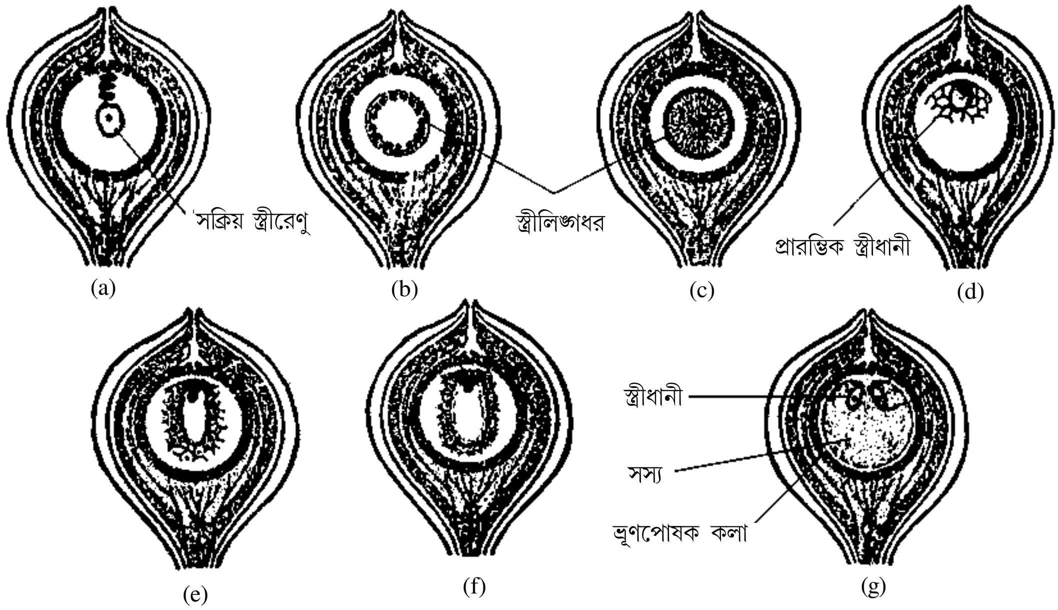




চিত্র : 12.2.10a – d সাইকাসের পরাগযোগের পরের দশা

B. স্ত্রীলিঙ্গধর উদ্ভিদ : (Female gametophyte) স্ত্রীরেণুই স্ত্রীলিঙ্গধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ এবং তা মনোস্পোরিক (monosporic)। স্ত্রীরেণুকোষটি বড়ো এবং আবরণ দ্বারা আবৃত থাকে। নিউক্লিয়াস অবাধ নিউক্লীয় (free nuclear) বিভাজন দ্বারা বহু সংখ্যক নিউক্লিয়াস সৃষ্টি করে। ক্রমে কোষের কেন্দ্রে ভ্যাকুল দেখা যায় ও নিউক্লিয়াসগুলি পরিধির দিকে বিন্যস্ত থাকে। পরবর্তীকালে পরিধির দিক থেকে কোষ প্রাচীর গঠিত হয় এবং ধীরে ধীরে তা কেন্দ্রের দিকে অগ্রসর হয় এবং শেষ পর্যন্ত স্ত্রীরেণুর ভিতরে কোষীয় কলায় পূর্ণ হয়ে যায়। নিষেকের পূর্বে গঠিত স্ত্রীলিঙ্গাধরের এই কলাকে সস্য কলা (endospern) বলা হয়। এবং তা হ্যাপ্লয়েড (n) প্রকৃতির। এই সস্যকলায় দুরকমের কোষ দেখা যায়। ডিম্বকরন্ধ্রের দিকে কোষগুলি ছোটো থাকে এবং এখানেই 2-4 স্ত্রীধানী উৎপন্ন হয়। নীচের দিকে কোষগুলি বড়ো এবং তাতে প্রচুর স্টার্চদানা থাকে।

ডিম্বকরন্ধ্রের দিকে অবস্থিত সস্যকলার কয়েকটি কোষ প্রান্তিক স্ত্রীধানী কোষ (archegonial initial) এ অভিহিত হয়। প্রথমে এই কোষটি অণুপ্রস্থে বিভাজিত হয়ে একটি **প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ** (neck initial) এবং একটি কেন্দ্রীয় কোষ (central cell) গঠন করে। Neck initial থেকে দুটি গ্রীবা কোষ (neck cell) এবং কেন্দ্রীয় কোষটি বিভাজিত হয়ে একটি কেন্দ্রীয় অঙ্কীয় নিউক্লিয়াস (ventral canal nucleus) এবং ডিম্বাণু নিউক্লিয়াস (egg nucleus) গঠন করে। এদের মধ্যে কোনো কোষ প্রাচীর থাকে না। পরিণত স্ত্রীধানী দুইটি গ্রীবা কোষ, একটি অঙ্কীয় নালি নিউক্লিয়াস এবং একটি ডিম্বাণু নিউক্লিয়াস দ্বারা গঠিত। Cycas এর স্ত্রীধানীতে গ্রীবা নালি কোষ অনুপস্থিত। নিষেকের আগে অঙ্কীয় নালি নিউক্লিয়াস নষ্ট হয়ে যায়। সাধারণত, স্ত্রীধানীগুলি স্ত্রীধানী প্রকোষ্ঠে (archegonial chamber) অবস্থান করে। (চিত্র 12.2.9a-g)



চিত্র : 12.2.9a-g সাইকাসের স্ত্রীলিঙ্গাধরের বিভিন্ন দশা

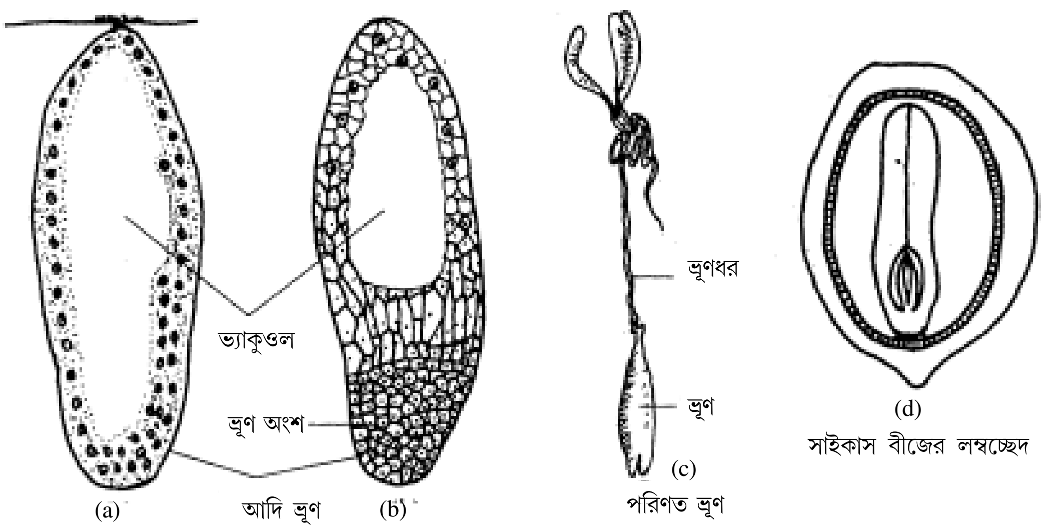
নিষেক (Fertilization) : পরাগরেণুগুলি বায়ু প্রবাহে ডিম্বকের ডিম্বক রন্ধ্রে প্রবেশ করে। পরাগনালিকা ভ্রূণপোষক কলা বিনষ্ট করে স্ত্রীলিঙ্গাধরের স্ত্রীধানীর দিকে অগ্রসর করে এবং অগ্রভাগে নষ্ট হয়ে যায়। যার ফলে

সক্রিয় সচল শুক্রাণুগলি স্ত্রীধানীর গ্রীবা পথে অগ্রসর হতে থাকে এবং একটি শুক্রাণু একটি ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। নিষেকের ফলে ডিপ্লয়েড ভ্রূণাণু (zygote) অথবা উস্পোর (oospore) এর উৎপত্তি হয়।

12.2.4 রেণুধর গঠন : (Development of new sporophyte) এই প্রক্রিয়াটি পর্যায়ক্রমে ঘটে থাকে :

1. নিষেকের পরে ভ্রূণাণুটি ক্রমশ বড়ো হতে থাকে এবং নিউক্লিয়াসটি অবাধ নিউক্লিয় বিভাজনের ফলে অসংখ্য নিউক্লিয়াস উৎপন্ন করে, যা সাইটোপ্লাজমের মধ্যে বিক্ষিপ্তভাবে বিন্যস্ত থাকে এবং কেন্দ্রে একটা বৃহৎ গহ্বরের সৃষ্টি হয়। যার ফলে নিউক্লিয়াসগুলি পরিধির দিকে সরে যায়। ডিম্বকরন্ধ্রের অপেক্ষা ডিম্বকমূলের দিকে নিউক্লিয়াসের সংখ্যা অধিক।
2. ডিম্বক মূলের দিকের কোষীয় অংশ থেকে ভ্রূণ গঠিত হয় বলে একে আদি-ভ্রূণ (proembryo) বলা হয়।
3. ভ্রূণমূলের প্রান্তদেশ থেকে কোষ প্রাচীর গঠিত হতে শুরু করে এবং ক্রমশ উপরের দিকে অগ্রসর হয়। আদি ভ্রূণের ভিত্তিদেশের কোষগুলি আকাশে ক্ষুদ্র সংখ্যায় অধিক এবং ঘন সাইটোপ্লাজমবিশিষ্ট। ভিত্তিদের এই অংশ থেকেই ভ্রূণের উৎপত্তি ঘটে।
4. ভ্রূণগঠনকারী উপরের কোষগুলি খুব দ্রুত লম্বা হয়ে ভ্রূণধর (suspensor) নামক লম্বা ও কুণ্ডলিত অংশ সৃষ্টি করে।
5. ভ্রূণধরের অগ্রভাগে দুইটি সুস্পষ্ট বীজপত্রসহ (cotyledens) ভ্রূণের সৃষ্টি হয়।
6. ভ্রূণটি ভ্রূণাণু আবরণ ভেদ করে সস্যকলার মধ্যে থেকে পুষ্টি সংগ্রহ করে।
7. ভ্রূণটি ডিম্বকের মধ্যে ধীরে ধীরে বৃদ্ধি হতে থাকে এবং ভ্রূণসহ ডিম্বকটি ক্রমশ বীজে পরিণত হয়।

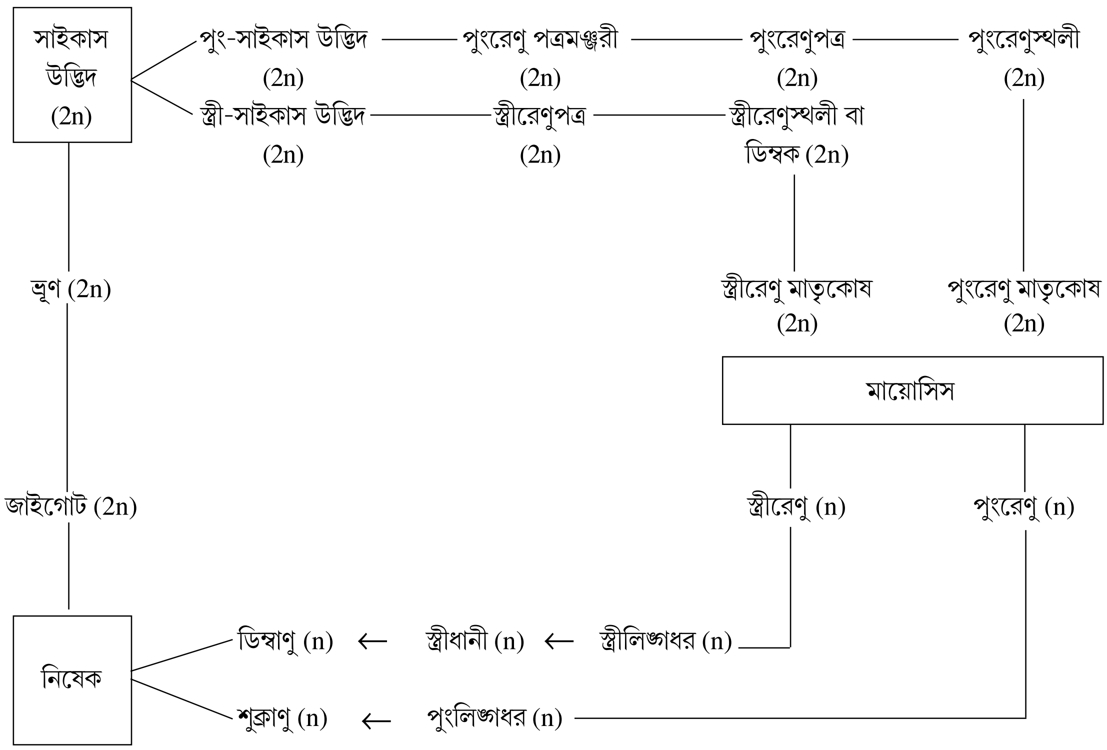
সাইকাসের পরিণত বীজ রসালো, লাল বা কমলা পিঙ্গল বর্ণের ও সুমিষ্ট গন্ধযুক্ত, পাখিদের আকৃষ্ট করে এবং বীজের বিস্তার পাখির সাহায্যে ঘটে। বীজ মাটিতে পড়ে এবং সরাসরি মৃদবর্তী প্রক্রিয়া অঙ্কুরিত হয়ে নতুন রেণুধর উদ্ভিদ সৃষ্টি করে। (চিত্র 12.2.11a-d)



চিত্র : 12.2.11a-d সাইকাসের নতুন রেণুধর ও পরিণত বীজ

12.2.5 জনুক্রম (Life cycle) :

সাইকাসের জীবন-চক্রে স্বতন্ত্র ডিপ্লয়েড (2n) রেণুধর ও হ্যাপ্লয়েড (n) লিঙ্গাধর জনুর জনুক্রম দেখা যায়। (চিত্র 12.2.12)



চিত্র : 12.2.12 সাইকাসের জীবন চক্র

12.2.6. সাইকাসের ফার্ণ বৈশিষ্ট্য : সাইকাসের জীবন চক্রে নিম্নলিখিত ফার্ণ বৈশিষ্ট্য দেখা যায় :

1. কাণ্ডে পত্রমূলের আচ্ছাদন।
2. পাতা পক্ষল যৌগ, মুকুল পত্রবিন্যাস কুণ্ডলিত স্ত্রীরেণুপত্র।
3. স্ত্রীরেণু পত্রে র‍্যামেন্টা।
4. কাণ্ডের অন্তর্গঠন বড়ো মজ্জা ও কর্টেক্স।
5. পাতা ও পত্রফলকের মধ্যশিরায় মেসার্ক ভ্যাসকুলার বান্ডিল।
6. সাইকাস অসমরেণু প্রসূ। কতকগুলি ফার্ণে এই বৈশিষ্ট্য বর্তমান।
7. কোনো কোনো প্রজাতি (C. revoluta) স্ত্রীরেণু পত্রের আকৃতি অনেকটা পক্ষল পাতার মতো।
8. পুংরেণুস্থলী সোরাস গঠন করে।
9. শুক্রাণু অসংখ্য ফ্ল্যাজেলাযুক্ত।
10. স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদে স্ত্রীধানী বর্তমান।

12.2.7. সাইকাস পাতার জাঙ্গল অভিযোজন

1. পাতার পত্রকগুলি শক্ত, কর্কশ, চর্মবত।
2. পত্রক ত্বকে (বহিঃ) শক্ত মোটা কিউটিকলের আবরণ।
3. ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বকের অভ্যন্তরে মোটা অধিস্তকের উপস্থিতি।
4. নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র নিম্ন ত্বকে বর্তমান।
5. শাখাবিহীন মধ্যশিরা।
6. প্রাথমিক ও গৌণ ট্রান্সফিউশন কলার উপস্থিতি।
7. মিউসিলেজপূর্ণ নালিকা।

12.2.8. সাইকাসের অর্থনৈতিক গুরুত্ব :

1. মাদুর প্রস্তুতে সাইকাসের পাতা ব্যবহৃত হয়। 2. সাইকাসের কচি বিটপ ও বীজ সবজিজাত খাদ্যরূপে ব্যবহার করে। 3. জাপানের লোকেরা সাইকাসের গুঁড়ি কাণ্ড ও বীজ থেকে ''স্যাগো'' নামে একপ্রকার শ্বেতসার প্রস্তুত করে। 4. মালাবারে সাইকাসের বীজ থেকে ময়দা তৈরি করা হয় যা ''indum podi'' নামে পরিচিত এবং কেক ও খাদ্যবস্তু প্রস্তুত করা হয়। 5. সাইকাসের নানা প্রজাতি বাগানে শোভা দেয়। 6. সাইকাস পেক্টিনাটা কাণ্ডের পাউডারের মতো গুঁড়ো আসাম অঞ্চলে শ্যাম্পু হিসেবে ব্যবহৃত হয় যা চুলের গোড়ার রোগ মুক্ত করে। 7. সাইকাস রিভোলিউটার কচি পাতার রস রক্ত বমি (blood vomit) রোধ করে। 8. সাইকাস রামফীর পরাগ (pollen grains) মাদক দ্রব্য (narcotic) হিসেবে মনে করা হয়।

12.3 পাইনাস-এর জীবনচক্র : কনিফেরেলিস (Coniferales)

ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের মধ্যে কনিফেরেলিস বর্গভুক্ত উদ্ভিদরা সর্বাধিক গুরুত্বপূর্ণ স্থান অধিকার করে আছে। এই বর্গের অন্তর্গত অবলুপ্ত এবং জীবিত উদ্ভিদ বর্তমান। কার্বনিফেরাস (Carboniferous) ও পার্মিয়ান (Permian) যুগে উদ্ভব হয়ে জুরাসিক যুগে বিস্তৃতির সর্বাপেক্ষা অধিক ঘটিয়েছিল এবং বর্তমান যুগে সুবিশাল চিরহরিৎ অরণ্য সৃষ্টি করে। প্রধানত নাতিশীতোষ্ণ অঞ্চলে এদের ব্যাপক বিস্তৃতি। ভারতবর্ষের হিমালয় ও নিকটবর্তী অঞ্চলে এরা বনাঞ্চল সৃষ্টি করে।

বর্তমানে এই বর্গে 7টি গোত্র আছে—তার মধ্যে পাইনেসি (*Pinaceae*) একটা গোত্র। এই গোত্রে 10টি গণ, এই গণগুলি যথাক্রমে অ্যাবিস (*Abies*), ক্যাথায়া (*Cathaya*), সেড্রাস (*Cedrus*), কেটেলিরিয়া (*Keteleeria*), ল্যারিক্স (*Larix*), পাইসিয়া (*Picea*), পাইনাস (*Pinus*), সিউডোল্যারিক্স (*Pseudolarix*), সিউডোসুগা (*Pseudotsuga*) এবং সুগা (*Tsuga*) বর্তমান—যার মধ্যে পাইনাস (*Pinus*) গণ নিয়ে আমরা আলোচনা করব।

উদ্ভিদজগতে স্থান (Systematic Position)

গণ	:	পাইনাস প্রজাতি (*Pinus* sp.)
গোত্র (family)	:	পাইনেসি (Pinaceae)
বর্গ (order)	:	কনিফেরেলিস (Coniferales)
শ্রেণি (class)	:	কনিফেরফসিডা (Coniferopsida)
পর্ব (division)	:	কনিফেরফাইটা (Coniferophyta)

12.3.1. বিস্তারণ (Distribution)

প্রায় 100টি প্রজাতিসহ পাইন নাতিশীতোষ্ণ (temperate) অঞ্চল হতে উপ তুষারীয় (sub-alpine) অঞ্চল পর্যন্ত বিস্তৃত বৃক্ষ। সাধারণত এদের উত্তর গোলার্ধে বেশি দেখা যায়। অত্যুচ্চ পার্বত্য অঞ্চলে প্রচুর পরিমাণে জন্মে চিরহরিৎ অরণ্যের বলয় (forest belt) সৃষ্টি করে। উত্তর-পশ্চিম ও উত্তর-পূর্ব হিমালয়ের বিভিন্ন উচ্চতায় ভারতবর্ষে প্রাপ্ত পাইনাসের বিভিন্ন প্রজাতিগুলি নিম্নরূপ :

1500 – 3000m উচ্চতায় : পাইনাস উয়ালিচিয়ানা (*Pinus wallichiana*)

অরুণাচল প্রদেশের অরণ্যভূমিতে 1500m উচ্চতায় নীল পাইন (the blue pine) নামে পরিচিত : পাইনাস আরমাঁদি (*Pinus armandi*)

1830m – 3600m উচ্চতায় (উত্তর-পশ্চিম হিমালয়ে) : পাইনাস জিরারডিয়ানা (*Pinus gerardiana*)

800m – 2000m উচ্চতায় (আসামের অরণ্যভূমিতে) : পাইনাস ইনসুলারিস (*Pinus insularis*)

460m – 1500m উচ্চতায় সাধারণভাবে চির (chir) পাইন নামে পরিচিত : পাইনাস রক্সবারঘি (*Pinus roxburghii*)

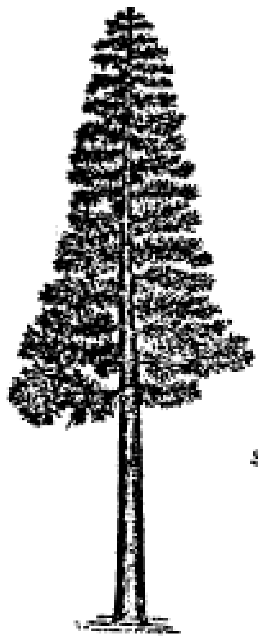
আন্দামান ও নিকোবর দ্বীপপুঞ্জের 150m উচ্চতায় : পাইনাস মারকুসি (*Pinus merkusii*)

12.3.2 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of the Sporophyte) :

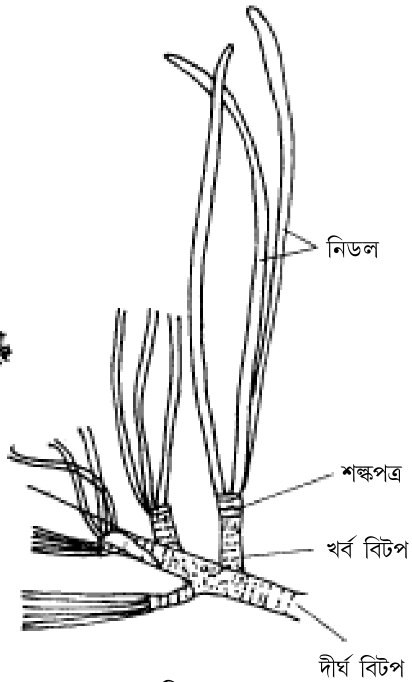
1. **বহিরাকৃতি (External morphology) :** (চিত্র : 12. 3. 1a-b)

পাইনাস দৃঢ়, প্রধান মূলতন্ত্রসহ একটি দীর্ঘ, চিরহরিৎ অত্যুচ্চ বৃক্ষ। বয়স বৃদ্ধির সাথে সাথে সুদৃঢ়তর অস্থানিক মূলসমূহ বের হয়ে প্রধান মূলটিকে প্রায় অকর্মণ্য করে দেয়। উচ্চতায় **পাইনাস রক্সবারঘি** প্রায় 30.5 মিটার পর্যন্ত হতে পারে। এদের শাখাবিন্যাস পিরামিডাকৃতির। পাতা সূঁচের আকারের, এবং কাণ্ডের উপর সর্পিলভাবে সজ্জিত থাকে।

a) কাণ্ড (Stem) : প্রধান কাণ্ডটি বিশাল, বেলনাকার (cylindrical) ও সুদৃঢ়, শাখা-প্রশাখাযুক্ত। বৃহৎ আকৃতির একটি অগ্রমুকুলের সাহায্যে কাণ্ডটি দৈর্ঘ্যে বৃদ্ধি পায়। কাণ্ডের শাখাবিন্যাস অনিয়তাকার কিন্তু একাক্ষ (Monopodial) প্রকৃতির



চিত্র : 12.3.1a
পাইনাস বৃক্ষ



চিত্র : 12.3.1b
দীর্ঘ বিটপের উপর খর্ব বিটপ

কারণ এক্ষেত্রে শাখাগুলি একটি মাত্র অক্ষ (Axis) হতে উৎপন্ন হয়। কাণ্ডে দুপ্রকারের বিটপ জন্মে—অনির্দিষ্ট আকারে দীর্ঘ বিটপ বা লং শুট (Long shoot) ও নির্দিষ্ট আকারের খর্ব বিটপ বা ডোয়ার্ফ শুট (Dwarf shoot)। দীর্ঘাকার বিটপ শল্কপত্র বহন করে, এবং ওইসব শল্কপত্রের কক্ষ হতে খর্বাকার বিটপের উৎপত্তি হয়। প্রজাতি অনুসারে খর্বাকার বিটপের উপর সংক্যায় দুই হতে পাঁচ পর্যন্ত সুঁচের আকারের, সবুজ রংয়ের পাতা একত্রে প্রকাশ পায়। এদেরকে পাইনের নিড্‌ল (needles) বলে। ওই বিটপগুলির নীচে কতকগুলি শল্ক দেখা যায়। খর্ব বিটপগুলি নির্দিষ্ট সময়ে ঝরে পড়ে (Deciduous) এবং এর ফলে প্রতি বছরই নতুন খর্ব বিটপের সৃষ্টি হয়। খর্ব বিটপের অগ্রভাগে পুংপুষ্পগুলি একত্রিত হয়ে 'পুং কোণ' (Male cone) সৃষ্টি করে। সমরূপে দীর্ঘ বিটপে 'স্ত্রীকোণ' (female cone) দেখা যায়।

(b) **পাতা** (Leaf) : পাইনাসের পাতাগুলি দুই প্রকারের। যথা—ক্ষুদ্রাকার, সূক্ষ্ম, পাতলা শল্কবৎ ও বাদামি বর্ণের এবং সূচ্যাকৃতি, সবুজবর্ণের সরল পর্ণপত্র। দৈর্ঘ্যে পর্ণপত্রগুলি 8-25 cm পর্যন্ত হয়। সবুজবর্ণের পর্ণপত্রগুলিই পাইনাসের প্রধান সালোকসংশ্লেষকারী অঙ্গ।

(c) **মূল** (Leaf) : পাইনাসের দৃঢ় ও শাখা প্রশাখাযুক্ত একটি প্রধান মূল বর্তমান। মূলে মূলরোম অল্প পরিমাণে গঠিত হয়। বয়স বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে প্রধান মূলটি অস্থানিক মূল তৈরি হওয়ার ফলে দুর্বল হয়ে পড়ে। মূলে বহিঃভোজী (ectotrophic) মাইকোরাইজা বর্তমান থাকে।

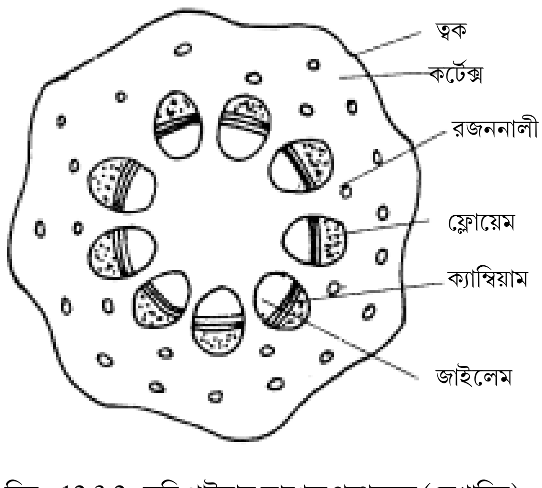
2. **অভ্যন্তরীণ গঠন (Internal structure) :**

(a) **কাণ্ডের আভ্যন্তরীণ গঠন (Internal structure of Stem) :** (চিত্র 12.3.2a-c)

কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ করলে, বাহির হতে ভিতরের দিকে পর্যায়ক্রমে নিম্নলিখিত অংশগুলি দেখা যায়।

এপিডারমিস (Epidermis) : অন্যান্য কলাগুলিকে ঘিরে রাখে এমন একটি এককোষী স্তর। কিউটিন (**cutin**) যুক্ত ও প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা এই স্তরটি গঠিত।

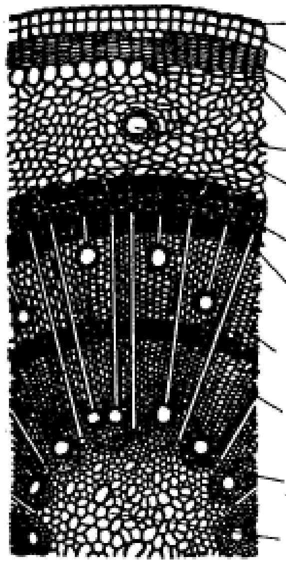
কর্টেক্স (Cortex) : কাণ্ডের অনেকখানি অংশ জুড়ে, বহুস্তরযুক্ত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। এদের স্থানে স্থানে দীর্ঘ রজন নালি (Resin Duct) বর্তমান থাকে। এপিডারমিসের পর কয়েকটি স্তর স্ক্লেরেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। একত্রে এদের হাইপোডারমিস (Hypodermis) বলে।



চিত্র : 12.3.2a কচি পাইনাস কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ (রেখাচিত্র)

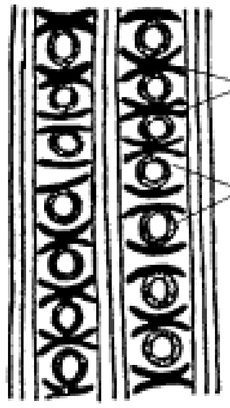
এন্ডোডারমিস্ (Endodermis) : কর্টেক্স ও স্টিলির মধ্যবর্তী সরু এককোষ স্তর বিশিষ্ট অংশ।

নালিকা বান্ডিল (Vascular bundles) : সংযুক্ত, সমপার্শ্বীয় ও মুক্ত প্রকৃতির নালিকা বান্ডিলগুলি পরস্পর হতে প্রাথমিক মেড্যুল্লারী রেজ (Primary medullary rays) দ্বারা বিচ্ছিন্ন থাকে। জাইলেম বাহিকা (Trachea) থাকে না। মজ্জার নিকটবর্তী প্রোটোজাইলেম সর্পিলাকার ট্রাকাইড (Tracheids) ও মেটাজাইলেম সপাড় কূপ (বর্ডারড পিট) নিয়ে সৃষ্ট। প্রাথমিক কাষ্ঠল কলায় রেজি ক্যানেল বা রজন নালি থাকে। ফ্লোয়েম (pholem)



চিত্র : 12.3.2b দুই বছর পুরানো পাইনাস কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ

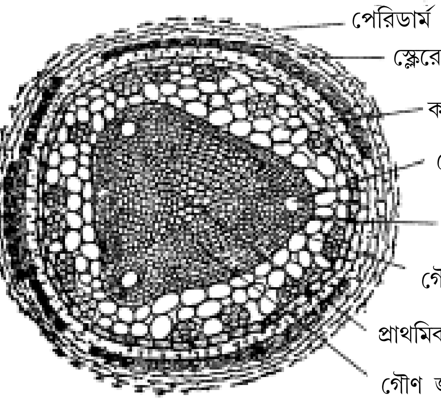
সীভ নল (sieve tube) ও প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। সীভ নল কৌণিকাকার ও তার পার্শ্বপ্রাচীরে সীভ প্লেট (sieve plate) থাকে। ফ্লোয়েমে সঙ্গীকোষ (companian cell) থাকে না। গৌণবৃদ্ধির ফলে স্থল কাষ্ঠ বা জাইলেজ অঞ্চলে বর্ষবলয়গুলি (annual rings) ধীরে ধীরে উৎপন্ন হয়। কর্ক ক্যাম্বিয়ামের গোল অংশ হাইপোডারমিসে দেখা যায়, এবং পরবর্তী স্তরে এটি পেরির্ডাম (periderm)-এ রূপান্তরিত হয়। ট্রাকাইডের গাত্রদেশে একসারিবদ্ধ পিটগুলির উপরে ও সীডে মোটা সেলুলোজ স্তরের সৃষ্টি হয় --- পূর্বে এদের 'বারস অফ স্যানিও (Bars of Sanio) বলা হত; এখন এরা ক্র্যাসুলি (crassulae) নামে পরিচিত। কেন্দ্রস্তম্ভের মধ্যস্থলে অবস্থিত প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত মজ্জা বা pith বর্তমান থাকে।



চিত্র : 12.3.2c পাইনাস গৌণ কাষ্ঠাল কলার লম্বচ্ছেদ

(b) **মূলের অভ্যন্তরীণ গঠন (Internal Structure of the Root)** (চিত্র 12.3.3)

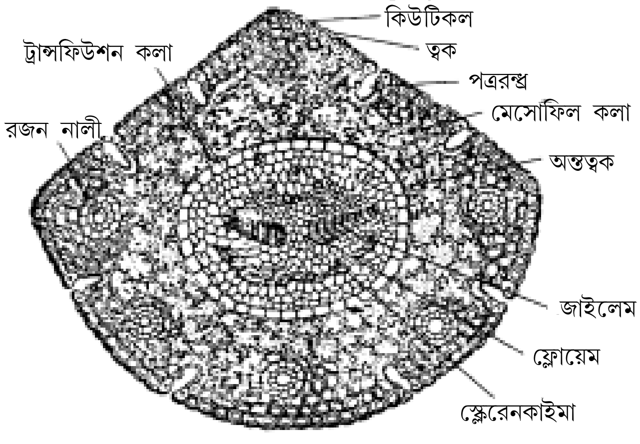
মূলের প্রস্থচ্ছেদে এপিব্লেমা, কর্টেক্স ও স্টিলি অংশগুলি দেখা যায়। প্রোটোজাইলে এক্সার্ক ও ইংরাজি 'ওয়াই' ('Y') এর আকৃতিবিশিষ্ট এবং এর দুটি শাখার মাঝখানে একটি রজন নালি অবস্থিত। অরীয় (Radial) ধরনের সজ্জিত নালিকাবান্ডিলের জাইলেম ও ফ্লোয়েমের (প্রতিটি সংখ্যায় 2-4) উপরের স্তরগুলি যথাক্রমে পেরিসাইকল (Pericycle), এন্ডোডারমিস (Endodermis) ও কর্টেক্স (Cortex)। গৌণবৃদ্ধির ফলে, গৌণ কাষ্ঠ কলা ও ফ্লোয়েম কলার সৃষ্টি হয়। পেরিসাইকেলের বাইরে পেরিডাম সৃষ্টির ফলে এপিব্লেমা বল্কলে রূপান্তরিত হয়।



চিত্র : 12.3.3 পাইনাস মূলের প্রস্থচ্ছেদ

(c) **পাতার অভ্যন্তরীণ গঠন (Internal Structure of the Leaf) :** (চিত্র 12.3.4)

সালোকসংশ্লেষকারী পাতার আকার সূঁচের মতো এইসব পাতার দেহের বাহ্যিক সীমারেখা প্রস্থচ্ছেদে ত্রিকোণাকার এবং নিম্নলিখিত অংশগুলি দেখা যায়। এপিডারমিস (Epidermis) : একস্তর বিশিষ্ট এবং প্রচুর পরিমাণে ক্যাটিক্‌ল থাকার জন্য শক্ত হয়। নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র (Sunken Stomata) স্ক্লেরেনকাইমা কোষ দ্বারা



চিত্র : 12.3.4 পাইনাসের সূচ্যাকার পাতার প্রস্থচ্ছেদ

গঠিত হাইপোডারমিস বা অধস্তক পর্যন্ত বিস্তৃত প্রতিটি রন্ধ্রের নীচে মেসোফিল পর্যন্ত বিস্তৃত একটি করে সুস্পষ্ট শ্বাস-গহ্বর (Respiratory Cavity) বর্তমান।

হাইপোডারমিস (Hypodermis) : দুই-তিন স্তর বিশিষ্ট স্কেরেনাকাইমা কোষ দ্বারা তৈরি।

মেসোফিল কলা (Mesophyll tissue) : অনেকগুলি স্তর নিয়ে বহু কোণবিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। ক্লোরোপ্লাস্টে পূর্ণ। এদের সেল্যুলোজ প্রাচীর অদ্ভুত ধরনের ভেতরের দিকে খাঁজকাটা (peculiarly infolded) অবস্থায় থাকে। এরূপ মেসোফিল কলাকে কুঞ্চিত মেসোফিল (Plicate mesophyll) বা আর্মড প্যালিসেড (Armed palisade tissue) বলে। বিচ্ছিন্নভাবে রজন নালি মেসোফিল ছড়ানো থাকে।

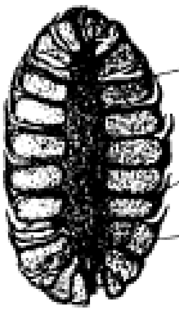
নালিকা বান্ডিল (Vascular Bundles) : একস্তর বিশিষ্ট এন্ডোডারমিস দ্বারা বেষ্টিত নালিকাবান্ডিলের সংখ্যা দুই। প্রতিটি বান্ডিলে জাইলেম উপরিভাগে ও ফ্লোয়েম নিম্নভাগে থাকে। ফ্লোয়েমের নীচে একাধিক স্ক্লেরেনকাইমা কোষ থাকে। বান্ডিল দুটি ট্রান্সফিউশন কলা (Transfusion tissue) নামে একধরনের বিশেষ কলার মধ্যে নিহিত থাকে। এই ট্রান্সফিউশন কলা দু ধরনের—অ্যালবুমেনযুক্ত কোষ (Albuminous cells) এবং ট্রাকাইডাল কোষ (Tracheidal cells)। এদের কাজ খাদ্য দ্রব্য ও জলা দ্রব্য চলাচলে সাহায্য করা। পাতার অভ্যন্তরীণ গঠনে জঙ্গাল উদ্ভিদের কয়েকটি বৈশিষ্ট্য আছে, যেমন, কিউটিকলযুক্ত এপিডারমিস, নিমজ্জিত পত্ররন্ধ্র ও স্ক্লেরেনকাইমা (Sclerenchyma) কোষ দ্বারা গঠিত হাইপোডারমিস বা অধস্তক।

3. **জনন (Reproduction) :** পাইনাসে কোনো অঙ্গাজ জনন ঘটে না। পাইনাস (*Pinus*) সহবাসী (monoecious) রেণুধর (sporophytic) উদ্ভিদ পুং ও স্ত্রী-কোন বা স্ট্রবিলাস (strobilus) একই উদ্ভিদ দেহে দেখা যায় (চিত্র 12.3.5)।

A. **পুংরেণুপত্রমঞ্জরী (Male strobillus) :** (চিত্র 12.3.5, 12.3.6a-6c)

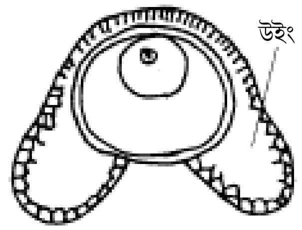
কতকগুলি পুংরেণুপত্র একত্রিত হয়ে পুং কোণ সৃষ্টি করে। এই কোণগুলি একত্রিত অবস্থায় খর্ব বিটপের স্থান অকির করে অবস্থিত থাকে। প্রতিটি পুংরেণুপত্রমঞ্জরী সরল, গোলাকার, ঘনবিন্যস্ত এবং দৈর্ঘ্যে 2-3 cm হয়। একটি পুস্পক্ষ (thalamus) বা কেন্দ্রীয় অক্ষ (Central axis) এর

চিত্র : 12.3.5 পাইনাসের দীর্ঘ বিটপের উপর বিন্যস্ত স্ত্রীরেণুপত্র মঞ্জরী ও পুংরেণু পত্রমঞ্জরী



চিত্র : 13.3.6a পুংরেণু পত্রমঞ্জরীর লম্বচ্ছেদ

চিত্র : 12.3.6b সাইক্রোস্পোরোফিল



চিত্র : 12.3.6c পাইনাসের রেণু

উপর পুংরেণুপত্রগুলি (Microsporophyll) সর্পিল (Spirally arranged) ভাবে সজ্জিত থাকে। পুংরেণুপত্রের নিম্নভাগে একট ছোটো বৃন্ত বর্তমান যা পাতাসদৃশ অংশটিকে বহন করে। এই প্রসারিত অংশের অগ্রপ্রান্তটি উপরদিকে সামান্য বাঁকানো থাকে। প্রতিটি পুংরেণুপত্রের ওইরূপ প্রসারিত অংশের নিম্নতলে এবং বৃন্তের নিকট দুটি অবৃন্তক পুংরেণুস্থলী (Microsporangia) পাশাপাশিভাবে অবস্থান করে। পুংরেণুস্থলীগুলি আয়তাকার এবং এদের প্রাচীর কয়েকস্তর যুক্ত। পুংরেণুস্থলী প্রাচীরের ভেতরে চারদিকে পোষকস্তর (Tapetum) দ্বারা পরিবৃত থাকে। পোষকস্তর রেণুধারণ কলা (sporogenous tissue)-কে আবৃত করে রাখে।

রেণুধারণকলার প্রতিটি পুংরেণু মাতৃকোষ (microspore mother cell) মায়োসিস বিভাজন দ্বারা হ্যাপ্লয়েড (n) ক্রোমোজোম সমন্বিত 4টি পুংরেণু উৎপন্ন করে।

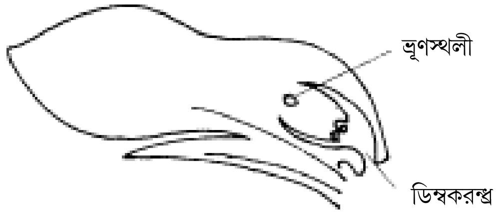
প্রতিটি পুংরেণুর কোষ প্রাচীর দুই স্তর যুক্ত বহিস্ত্বক (Exine) এবং অন্তস্ত্বক (Intine)। বহিস্ত্বক হতে দুই পাশে দুটি বেলনাকার পক্ষ (wing) উৎপন্ন হয় যার সাহায্যে পুংরেণু বায়ুপ্রবাহে ভেসে বেড়ায়। প্রতি পুংরেণু ডিম্বাকার, একনিউক্লিয়াসযুক্ত ও পিঙ্গালবর্ণের। পুংরেণুস্থলী প্রাচীর লম্বালম্বি বিদীর্ণ করে পুংরেণুগুলি বাইরে নির্গত হয় এবং বায়ু দ্বারা বিস্তার লাভ করে।

B. স্ত্রীরেণুপত্রমঞ্জরী (Female Strobilus or Cone) : (চিত্র : 12.3.5, 12.3.7a-7c)

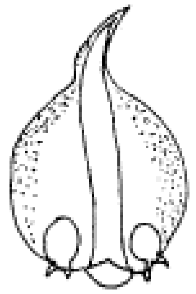
পাইনাসের স্ত্রীরেণুপত্রমঞ্জরী দীর্ঘ বিটপের উপর বিন্যস্ত শল্কপত্রের কক্ষে 1-4টি উৎপন্ন হয় এবং পুংকোণ অপেক্ষা দীর্ঘতরকার স্থায়ী হয়। দের উৎপত্তি ও বিকাশ বেশ জটিল। বিটপের অগ্রভাগে লাল ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পাতা দেখা যায়—পরে যারা সবুজবর্ণে রূপান্তরিত হয়। এই রূপান্তরের সাথে সাথে স্ত্রীকোণ নিজস্ব আকৃতি লাভ করে। একটি কেন্দ্রীয় অক্ষের উপর কতকগুলি মঞ্জরীপত্র (Bracts) সর্পিলাকারে সজ্জিত থাকে। প্রতিটি মঞ্জরীপত্রের কক্ষে আবার একটি করে মোটা, কাষ্ঠল, শল্কের মতো ডিম্বকধর শল্ক (Ovuliferous scales) থাকে। প্রতিটি ডিম্বকধর শল্কের উপরের দিকে দুটি অধোমুখ (Anatropous) ডিম্বক (Ovule) অবস্থিত। সমগ্র স্ত্রীরেণুপত্রমঞ্জরীটি এই কারণে একটি যৌগ অঙ্গ (Compound organ) বলে বিবেচিত হয়।

প্রতিটি ডিম্বক, ডিম্বকস্তর দ্বারা বেষ্টিত ভ্রূণপোষক কলা দ্বারা গঠিত। ডিম্বকরন্ধ্র অঞ্চল ব্যতীত ডিম্বকত্বকটি ভ্রূণপোষকের সমগ্র অংশের সাথে যুক্ত থাকে এবং ত্রিস্তরযুক্ত। ডিম্বকত্বকটি (Integument)

চিত্র : 12.3.7a স্ত্রীরেণু পত্রমঞ্জরীর লম্বচ্ছেদ



চিত্র : 12.3.7b শল্কসহ ডিম্বকের ছেদ



চিত্র : 12.3.7c ডিম্বকধর শল্ক সহ দুইটি ডিম্বক

ভ্রূণপোষককলা ছাড়িয়ে গিয়ে একটি লম্বা, সরু ডিম্বকরন্ধ্রনালি (Micropylar tube)-এর সৃষ্টি করেছে। ডিম্বকত্বকের একেবারে শেষ প্রান্তে ডিম্বকরন্ধ্র (Micropyle)-টি অবস্থিত।

ডিম্বকের ভ্রূণপোষক কলার মধ্যে একটি স্ত্রীরেণু মাতৃকোষ (Megaspore mother cell) উৎপন্ন করে। ওই মাতৃকোষটি মিয়োসিস বিভাজনের দ্বারা 4টি হ্যাপ্লয়েড স্ত্রীরেণু (Megaspore) সৃষ্টি করে। রৈখিক সারিতে বিন্যস্ত 4টি স্ত্রীরেণুর মধ্যে ডিম্বকমূলের নিকটবর্তী স্ত্রীরেণুটি আকারে বৃহৎ ও সক্রিয়। বাকি তিনটি স্ত্রীরেণু নষ্ট হয়ে যায়। সক্রিয় স্ত্রীরেণুটি স্ত্রীলিঙ্গাধর অর্থাৎ ভ্রূণস্থলী (Embryo Sac) গঠন করে।

ডিম্বকধর শল্কের বহিরাকৃতি (Morphology of the Ovuliferous scale) :

ডিম্বকধর শল্কের প্রকৃতি সম্পর্কে বিভিন্ন রকমের অভিমত বিভিন্ন বিজ্ঞানী পোষণ করেছেন—ফলে এই অংশটি এখনও সংশয়ের কেন্দ্রবিন্দু বলে পরিচিত। কয়েকটি অভিমত সংক্ষেপে নিম্নে আলোচিত হল :

ব্রাউন (Brown, 1827) — ব্র্যাক্ট (Bract) এর অক্ষ হতে উদ্ভূত দুটি উন্মুক্ত ডিম্বক বহনকারী আবরণহীন ডিম্বকরূপে ডিম্বকধর শল্ককে বর্ণনা করেছেন।

ডিক্সন (Dickson, 1860) — একে স্ত্রীরেণুপত্র বা গর্ভপত্রের শল্ক বলে মত প্রকাশ করেছেন।

ফন মোল (Von Mohl, 1871) — এঁর মতে, এরা কাক্ষিক মুকুলের প্রথম দুটি পাতা, যাদের ভেতরের বা পশ্চাদপ্রান্তের অংশে জুড়ে যায়, তাদের ভেতর অংশ বাইরে প্রসারিত হয়ে ডিম্বকধর শল্ক গঠন করে।

চেলাকভস্কি (Celakovsky, 1879) — মনে করেন যে, ডিম্বকের বহিস্থ স্তবকটি জুড়ে ডিম্বকধর শল্ক গঠিত হয়েছে।

বেসি (Bessey, 1902)— ডিম্বকের ডিম্বকমূল অংশ বৃদ্ধি পেয়ে ডিম্বকধর শল্কের উদ্ভবের সপক্ষে মত প্রকাশ করেন।

চেম্বারলেন (Chamberlain, 1934) — পরিবর্তিত বিটপ (Modified shoot) রূপে ডিম্বকধর শল্ককে চিহ্নিত করেন।

ফ্লোরিন (Florin, 1951) — পার্শ্বীয় বিটপের পরিবর্তিত অংশরূপে এবং রেণুপত্র নয় বলে ডিম্বকধর শল্ককে বর্ণনা করেছেন।

ফস্টার এবং গিফোর্ড (Foster and Gifford, 1959) — পাতার মতো ডিম্বক বহনকারী খর্বাকার বিটপ হতে শল্কের উদ্ভব বলে মনে করেন। কোনোও যৌগ মাতৃঅংশের বন্ধ্যা ও উর্বর অংশের সংযুক্তি ও প্রতিস্থাপনের ফলে ডিম্বকধর শল্ক বর্তমানের আকৃতি লাভ করেছে।

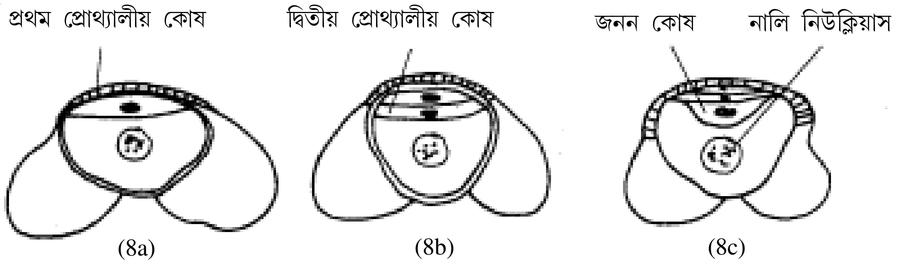
ফ্লোরিন ও ফস্টার গিফোর্ড-এর মতবাদ অধিকতর গ্রহণযোগ্য বলে বর্তমানে অনেকে মনে করেন।

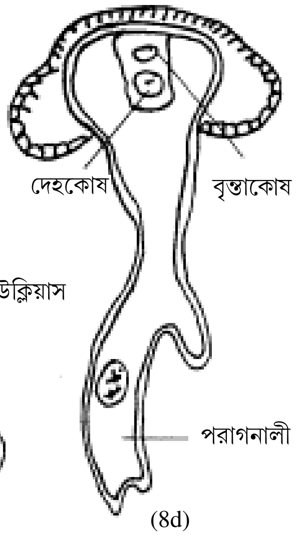
12.3.3. লিঙ্গাধর (Gametophytes) :

পুংরেণু ও স্ত্রীরেণু যথাক্রমে পুং ও স্ত্রী-লিঙ্গাধরের প্রথম কোষ।

A. **পুংলিঙ্গাধর (Male gametophyte) :** (চিত্র : 12. 3. 8a-8d)

পুংরেণু পুংরেণুপত্রমঞ্জরীর মধ্যেই বিকাশলাভ করে। পুংরেণু নিউক্লিয়াসটি বিভক্ত হয় এবং একটি প্রাচীরাবৃত হয়ে অন্তস্তকের সাথে সংলগ্ন থেকে একটি ক্ষুদ্র প্রথম প্রোথ্যালিয়াল কোষ (first prothallial cell)-এর সৃষ্টি করে। অপর বৃহৎ কোষটি অনুরূপ প্রথায় অসমানভাবে বিভক্ত হয়ে দুটি কোষ গঠন করে—প্রথম





চিত্র : 12.3.8a-8d পুংলিঙ্গাধরের পরিস্ফুটনের দশা

প্রোথ্যালীয়কোষ সংলগ্ন দ্বিতীয় প্রোথ্যালীয়কোষ (Second prathalial cell) ও অপেক্ষাকৃত বড়ো পুংধানী কোষ (Antheridial cell)। প্রথম ও দ্বিতীয় প্রোথ্যালীয় কোষ বিনষ্ট হয়ে যায় এবং পুংধানী কোষটি স্থায়ী হয়। এই কোষটি আবার বিভক্ত হয়ে একটি জনন কোষ (Generative cell) ও একটি বৃহৎ নালি কোষ (Tube cell) গঠন করে। এরপর পুংরেণুগুলি 4 কোষবিশিষ্ট পুংরেণুস্থলী হতে নির্গত হয় ও বায়ুর সাহায্যে চারিদিকে ছড়িয়ে পড়ে।

পুংরেণু সংখ্যাধিক্যের জন্য বনভূমির উপরিভাগ রেণু দ্বারা পূর্ণ হয়ে যায়, এবং সংলগ্ন বায়ুমণ্ডল এক ধরনের হালকা হলুদ রংয়ের তথাকথিত 'মেঘে' ঢেকে যায়। এই প্রক্রিয়াকে সালফার সাওয়ার (Sulphur shower) বা গন্ধক বৃষ্টি বলে। বেশিরভাগ পুংরেণুই বিনষ্ট হয়ে যায়। যে অল্প সংখ্যক রেণু বিনষ্ট না হয়ে স্ত্রী-কোণ-এর উপরিভাগে পৌঁছায়, তারাই অঙ্কুরিত হয়। এ সময় ডিম্বকরন্ধ্র হতে

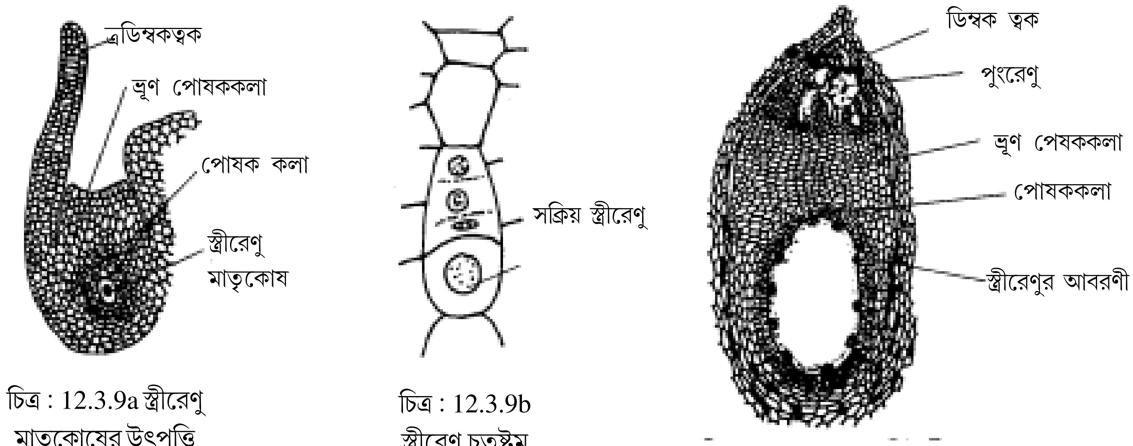
এক বিন্দু স্বচ্ছ পরাগযোগ বিন্দু নির্গত (pollination drop) হয়; প্রতিটি ডিম্বকধর শল্ক তার প্রতিবেশীর নিকট হতে কিঞ্চিত দূরে সরে যায়। পুংরেণুগুলি পরাগবিন্দুতে আবদ্ধ হয়ে পড়ে এবং পরাগ প্রকোষ্ঠে প্রবেশ করে। এই অবস্থায় শল্কগুলি পুনরায় বন্ধ হয়ে স্ত্রীকোণকে একটি দৃঢ় কোণের আকৃতি প্রদান করে। পুংরেণুগুলি স্ত্রীকোণের মধ্যে একবছরেরও বেশি সময় আবদ্ধ থেকে পরবর্তী শীতকালে অঙ্কুরিত হয়।

অঙ্কুরিত হবার সময় পুংরেণুর অন্তস্ত্বক প্রসারিত ও নলের আকারে বর্ধিত হয়ে পরাগনালিকা (Pollen tube)-এর সৃষ্টি করে। এটি কার্বোহাইড্রেট দ্বারা পূর্ণ থাকে এবং এর অগ্রভাগ শাখান্বিত হয়। জেনারেটিভ কোষ দুভাগে বিভক্ত হয়ে উপরিভাগে বৃন্ত কোষ (Stalk cell) ও নিম্নভাগে দেহ কোষ (Body cell)-এর সৃষ্টি করে। দেহ কোষ হতে দুটি পুং নিউক্লিয়াসের উৎপত্তি হয়। বৃন্ত কোষটি নষ্ট হয়ে যায়।

B. **স্ত্রীলিঙ্গাধর (Female gametophyte) :** (চিত্র : 12. 3. 9a-c)

ডিম্বক ভ্রূণপোষক কলার অভ্যন্তরে একটি স্ত্রীরেণু মাতৃকোষ নরম কোষ (Spongy cells) দ্বারা আবৃত থাকে। এই কোষগুলি পুষ্টি জোগায়। মায়োসিস বিভাজনের ফলে একটি স্ত্রীরেণু মাতৃকোষ হতে 4টি স্ত্রীরেণু উৎপন্ন হয়। এদের মধ্যে উপরের তিনটি নষ্ট হয়ে যায় ও নীচেরটি কার্যক্ষম থাকে।

স্ত্রীরেণু নিউক্লিয়াসটি' আকারে দ্রুত বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং অবাধ নিউক্লিয় (free nuclear) বিভাজনের দ্বারা বহুসংখ্যক মুক্ত নিউক্লিয়াস উৎপন্ন করে এবং তারা স্ত্রীরেণুর সাইটোপ্লাজমে বিক্ষিপ্তভাবে বিন্যস্ত থাকে। এরপর স্বচ্ছ স্ত্রীরেণুতে তরল পদার্থপূর্ণ একটি বৃহৎ কেন্দ্রীয় গহ্বর সৃষ্টি হওয়ায় সমগ্র মুক্ত নিউক্লিয়াস সমেত সাইটোপ্লাজম স্ত্রীরেণু প্রাচীরের ভেতরের গায়ে সরে যায়। এই মুক্ত নিউক্লিয়াসগুলির মধ্যে কোষপ্রাচীর অভিকেন্দ্রিকভাবে (centripetally) গঠিত হয়। এবং স্ত্রীরেণুর মধ্যে একটি নিরেট কলার সৃষ্টি হয়। এইরূপ কলাকে সস্যকলা (Endosperm tissue) বলে। প্রকৃতপক্ষে এটিই যথার্থ স্ত্রীলিঙ্গাধর।



চিত্র : 12.3.9a স্ত্রীরেণু মাতৃকোষের উৎপত্তি

চিত্র : 12.3.9b স্ত্রীরেণু চতুষ্টম

চিত্র : 12.3.9c মুক্ত নিউক্লীয় দশা

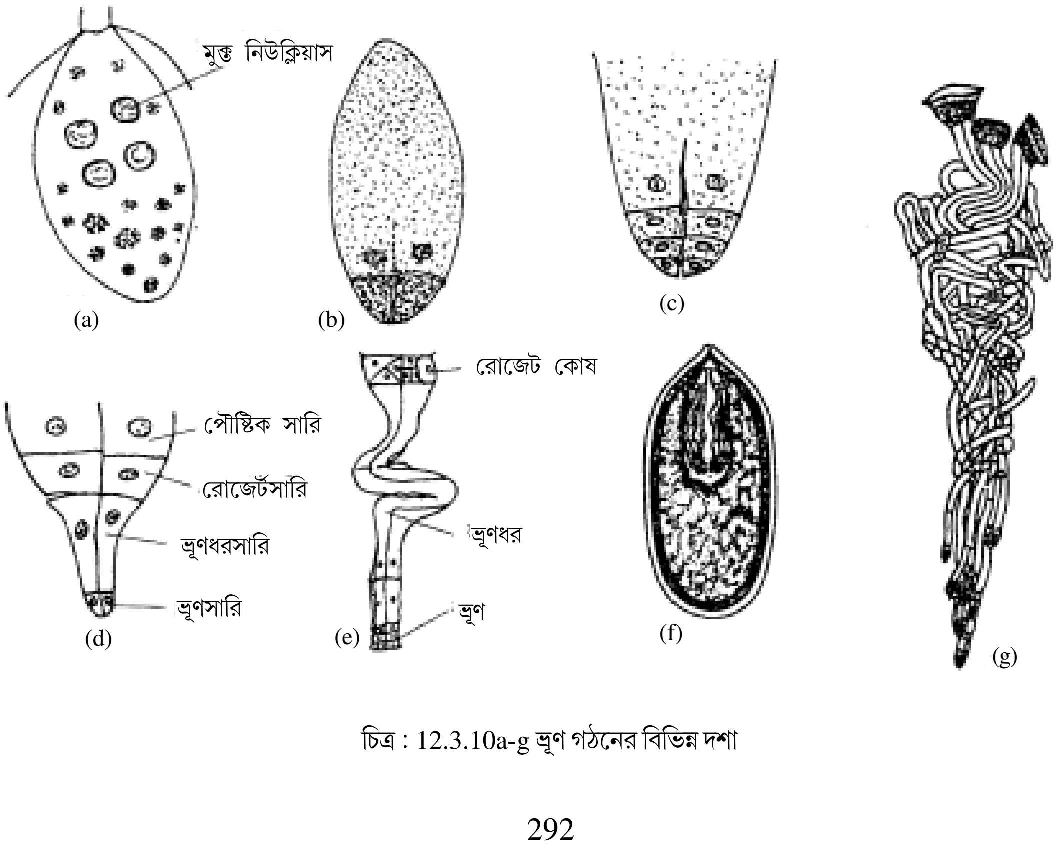
চিত্র : 12.3.9a-c পাইনাস ডিম্বকের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

এই অবস্থায় সস্যের উপরিভাগে ডিম্বকরন্ধ্রের দিকে কয়েকটি আর্কিগোনীয় প্রারম্ভিক (Archegonial initials) এর উদ্ভব হয়। বাকি সস্যটি পুষ্টিসাধনের কাজে নিয়োজিত থাকে। প্রতিটি আর্কিগোনীয় প্রারম্ভিক দুভাগে বিভক্ত হয়ে উপরিভাগে প্রারম্ভিক গ্রীবা (Neck initial) ও নিম্নভাগে কেন্দ্রীয় কোষ (central cell)এর সৃষ্টি করে। এই প্রারম্ভিক গ্রীবা কোষ হতে বিভাজনের ফলে কালক্রমে দুই সারিতে চারটি কোষ নিয়ে 8টি কোষের সৃষ্টি হয়। কেন্দ্রীয় কোষের বাইরে একটি আর্কিগোনীয় আবরণ (Archegonial jacket) উৎপন্ন হয় এবং এর নিউক্লিয়াস দুটি নিউক্লিয়াসে বিভক্ত হয়ে দুটি কোষ সৃষ্টি করে। অল্পক্ষণ স্থায়ী অঙ্কীয় নালি কোষ (Ventral Canal cell) এবং ডিম্বাণু (Egg cell) এইভাবে সৃষ্ট হয়। গ্রীবায় কোনো গ্রীবানালিকোষ থাকে না।

নিষেক (Fertilization) : নিষেককালে পরাগনালি স্ত্রীধানীর গ্রীবায় পৌঁছালে তা বিদীর্ণ হয় এবং পুং নিউক্লিয়াসগুলি নির্গত হয়। পুংনিউক্লিয়াসগুলি ডিম্বাণুর চারপাশে অবস্থান করে। ডিম্বকের নিউক্লিয়াসটি আকারে বড়ো হয়। একটি পুংনিউক্লিয়াস ডিম্বাণুর সাথে মিলিত হয় ও অন্য নিউক্লিয়াসগুলি বিনষ্ট হয়ে যায়। মিলিত দুটি নিউক্লিয়াস কোষ প্রাচীর সৃষ্টি করে একটি উস্পোর (Oospore)-এর সৃষ্টি করে।

ভ্রূণ (Enbryogeny) : (চিত্র 12. 3. 10a-g)

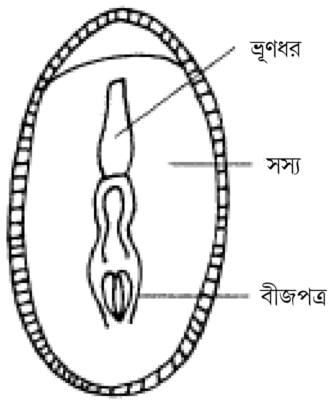
উস্পোর নিউক্লিয়াসটি প্রথমে দুটি ও পরে চারটি নিউক্লিয়াসে বিভক্ত হয়। নিউক্লিয়াস চারটি আয়তনে বৃদ্ধি পায় এবং আর্কিগোনিয়াসের তলদেশে একসারিতে সজ্জিত থাকে। এই অবস্থায়, নিউক্লিয়াসগুলি দুবার বিভক্ত হয়ে 16টি কোষবিশিষ্ট আদিভ্রূণ (Pro-embryo)-তে পরিণত হয়। এই আদিভ্রূণে 4টি স্তর থাকে ও উহার প্রতিটি স্তরে 4টি করে কোষ থাকে। নীচের দিক হতে উপরের দিকের তিনটি ভ্রূণধর স্তর (Suspensor tier)



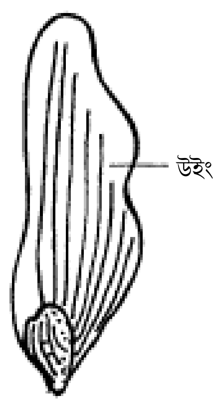
চিত্র : 12.3.10a-g ভ্রূণ গঠনের বিভিন্ন দশা

এবং তার উপরের স্তরটিকে রোসেটি (Rosette tier) বলে। সর্বপেক্ষা উপরের দিকে অবস্থিত শেষ বাইরের দিকে কোনোও প্রাচীর না থাকায় সেটিকে উন্মুক্ত স্তর (Open tier) অথবা পৌষ্টিক স্তর (Nutritive tier) বলে। ভ্রূণস্তরের চারটি কোষ হতে চারটি ভ্রূণ উৎপন্ন হয়। ভ্রূণধর কোষগুলি দীর্ঘ হয়ে ভ্রূণকে স্ত্রীলিঙ্গাধরের মধ্যে প্রবিষ্ট করিয়ে এর পুষ্টি সাধনে সহায়তা করে। এরূপ একাধিক ভ্রূণ সৃষ্টির প্রক্রিয়াকে বহুবীজ ভ্রূণতা (Polyembryone) বলে। ডিম্বকত্বকের স্তর তিনটি বীজের আবরণী গঠন করে। ভ্রূণপোষক কলার অবশিষ্টাংশ স্ত্রীলিঙ্গা ধরের ডিম্বকরন্ধ্রের দিকে একটি শুষ্ক অংশ রূপে অবস্থান করে—একে পরিভ্রূণ (Perisperm) বলে। একটি পরিণত ভ্রূণে ভ্রূণমূল (Radicle), ভ্রূণপত্রাবকাণ্ড (Hypocotyle) ও অনেকগুলি বীজপত্র (Cotyledons) দেখা যায়। কটিলেডন-এর মধ্যবর্তী অংশে ভ্রূণমূল (Plumule) থাকে।

12.3.4. নতুন রেণুধরের উদ্ভব (Development of new sporophyte) : (চিত্র : 12. 3. 11, 12) পাইনাসের বীজ একবৎসর বিশ্রামলাভের পর অঙ্কুরিত হয়। বীজ পরিণত হলে, শল্ক পত্রগুলিসহ স্ত্রী-কোণ শুষ্ক ও শক্ত অবস্থাপ্রাপ্ত হয়। শল্কগুলি ধীরে ধীরে খুলে যায় এবং পরিণত বীজগুলি নির্গত হয়ে বায়ুপ্রবাহে কাগজের মতো শুষ্ক পক্ষের সাহায্যে ভেসে যায়। এই বীজ অনুকূল পরিবেশে মৃদাভেদী (Epigeal) পদ্ধতিতে অঙ্কুরিত হয়ে প্রত্যেকে একটি করে নতুন পাইনাস উদ্ভিদ সৃষ্টি করে।



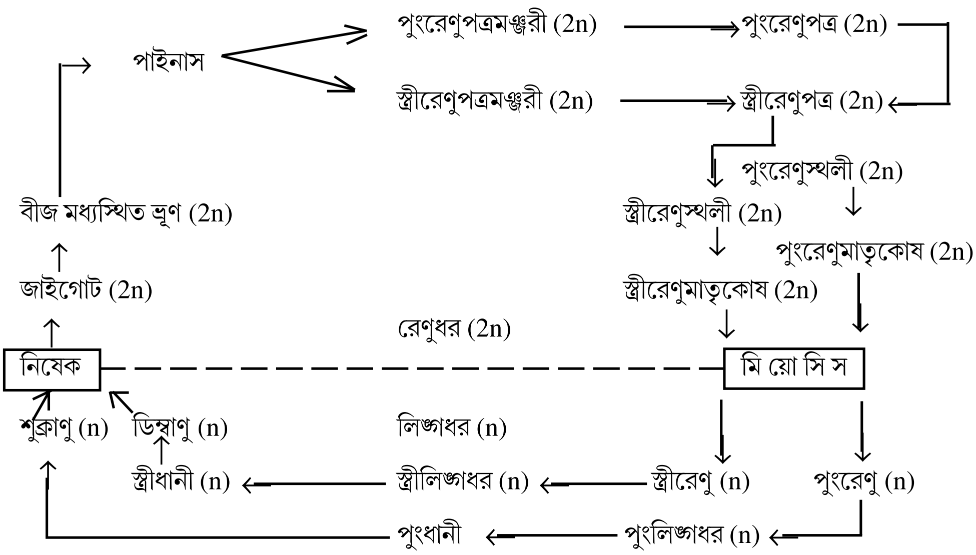
চিত্র : 12.3.11
পাইনাস বীজের লম্বচ্ছেদ



চিত্র : 12.3.12
পাইলামের বীজ

12.3.5. জনুক্রম (Life cycle)

পাইনাসের জীবন চক্রে জনুক্রম সুস্পষ্টভাবে লক্ষ করা যায়। চিত্র 12. 3. 13



চিত্র : 12.3.13 পাইনাসের জীবন চক্র

12.3.6 পাইনাসের অর্থনৈতিক গুরুত্ব

1. ***Pinus*** থেকে উন্নত মানের কাঠ পাওয়া যায়—যা গৃহ নির্মাণে, আসবাবপত্র তৈরি করতে, খুঁটি, প্যাকিং বাক্স, দেশলাই-বাক্স, পেন্সিল তৈরি করতে ব্যবহার করা হয়।
2. ***Pinus roxburghii*** বা চির (Chir) নামে যে প্রজাতি পরিচিত তা থেকে মিথাইল অ্যালকোহল, তার্পিন তৈল এবং রজন পাওয়া যায়।
3. ***P. gerardiana***-র বীজ (Chilgoza) ভেজে খাওয়া হয়। এই বীজ থেকে একপ্রকার তৈল পাওয়া যায়, যা ক্ষতস্থানের চিকিৎসায় ব্যবহার করা হয়।
4. ***P. wallichiana***-র কাঠ খুব ভালো।
5. ***P. insularis*** এর পাতা ও কাঠ থেকে তৈল প্রস্তুত করা হয়, যা জ্বালানি হিসাবে ব্যবহৃত হয়।
6. ***P. edulis***-র বীজ মানুষ খাদ্যরূপে গ্রহণ করে।
7. ***P. khasya***-র কাঠ জ্বালানির কাজে ব্যবহার হয়।
8. ***P. palustris*** ও ***P. sylvestris***-এর পাতা থেকে যে তন্তু পাওয়া যায় তা কুশন (cushions) বালিশ ও তোষক গদি (mattresses) তৈরির স্টাফ (stuffing material) কাজে লাগে।

12.4 নিটাম (Gnetum) এর জীবন চক্র : নিটেলিস (Gnetales)

উদ্ভিদজগতে স্থান (Systematic position)

শ্রেণি (class)	—	নিটপসিডা (Gnetopsida)
বর্গ (order)	—	নিটেলিস (Gnetales)
গোত্র (family)	—	নিটেসি (Gnetaceae)
গণ (Genus)	—	নিটাম (*Gnetum*)

12.4.1. বিস্তার (Distribution)

নিটেলিস বর্গে তিনটি গোত্রের (ইফেড্রাসী— Ephedraceae, ওয়েল উইস্‌চিয়েসিও— Welwitschiaceae ও নিটেসি (gnetaceae) মধ্যে নিটেসি একটি।, এই গোত্রে গণের সংখ্যা মাত্র একটি, নিটাম (*Gnetum*)। নিটাম গণে প্রায় চল্লিশটি প্রজাতি বর্তমান। আর্দ্র গ্রীষ্মপ্রধান অরণ্যে এদের দেখা যায়। দক্ষিণ আমেরিকা, পশ্চিম আফ্রিকা, ভারতবর্ষ ও চীন দেশে এরা প্রচুর পরিমাণে জন্মে। ভারতবর্ষে নিটামের পাঁচটি প্রজাতি জন্মে :

1. নিটাম নেমোন (*Gnetum gnemon*) আসামের বনভূমিতে (শিব সাগর, নাগাপর্বত, কুংগাবা অঞ্চল ও গোলঘাট অঞ্চলে) দেখা যায়।

2. নিটাম উলা (*Gnetum ula*)—দক্ষিণ ভারতের অরণ্যভূমিতে (কেরালা, নীলগিরি), পশ্চিমঘাট (প্রায় খাণ্ডালার নিকটবর্তী অঞ্চলে ও কুর্গে) এবং অন্ধ্রপ্রদেশের গোদাবরী জেলায় জন্মায়।

3. নিটাম কন্ট্রাকটাম (Gnetum contractum) নীলগিরি, কর্ণাটক, কেরালা, তামিলনাড়ু (কুনুর) বনাঞ্চলে দেখা যায়।

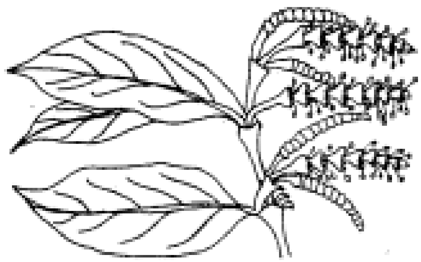
4. নিটাম ল্যাটিফলিয়াম (G. latifolum)— আন্দামান ও নিকোবর অঞ্চলে দেখা যায়।

5. নিটাম মন্টানাম (G. montanum)— সিকিম, দার্জিলিং, উড়িষ্যার ময়ূরভঞ্জ, খাসিয়া ও জয়ন্তিয়া পার্বত্য অঞ্চলে জন্মায়।

12.4.2 রেণুধর উদ্ভিদের গঠন (Sporophytic plant)

1. **বহিরাকৃতি (External morphology) :** চিত্র 12.4.1

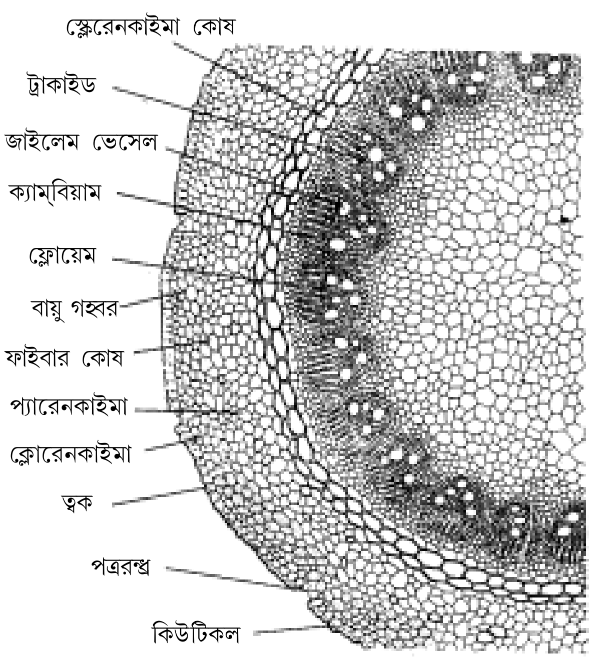
স্বভাবে নিটাম দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের মতো বৃক্ষ, কাষ্ঠললতা, বা গুল্ম প্রকৃতির হয়। কাণ্ড বেলনাকার শাখাযুক্ত ও দীর্ঘাকার। দীর্ঘাকার কাণ্ডগুলি ছোটো ছোটো কাণ্ড বহন করে একে স্বপুষ্পক উদ্ভিদের আকৃতি প্রদান করে। পর্ব হতে পাতা উৎপন্ন হয়—এরা আবর্তকার বা অভিমুখ তির্যকপন্ন (oppo-site decussate) রূপে সজ্জিত থাকে। পাতা সরল, বৃহৎ, ডিম্বাকার, অনুপপত্রী, ক্ষুদ্র বৃন্তযুক্ত ও একশিরাল জালিকার শিরাবিন্যাস যুক্ত। কাণ্ডে দুই ধরনের শাখা দেখা যায়— দীর্ঘাকার শাখাকে অসীম বৃদ্ধিসম্পন্ন বিটপ ও স্বল্প দৈর্ঘ্যের শাখাকে সীমিত বৃদ্ধিসম্পন্ন বিটপ বলে। দীর্ঘ লতানো কাষ্ঠল উদ্ভিদের নিম্নভাগে সাধারণত পাতা দেখা যায় না। মূলগুলি স্বাভাবিকভাবে উৎপন্ন প্রধান মূল, শাখাযুক্ত।



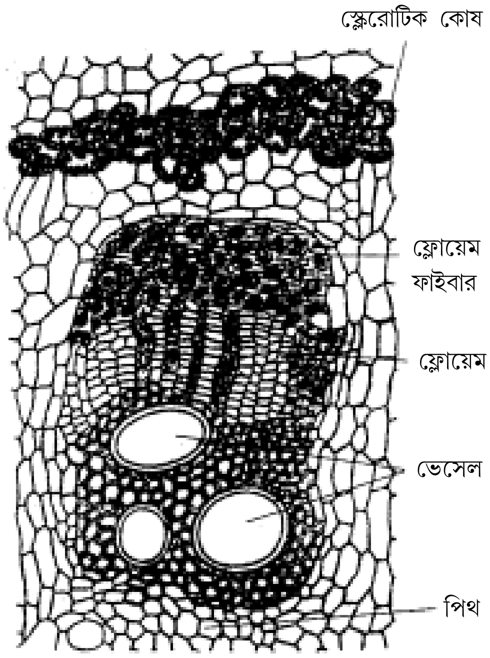
চিত্র : 12.4.1 নিটামের বিটপের অংশ

2. **অন্ত অঙ্গাসংস্থান (Internal Structure) :**

   (a) **কাণ্ড** (Stem) : আভ্যন্তরীণ গঠন দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডের মতো। প্রস্থচ্ছেদে বাইরে হতে ভেতরের দিকে নিম্নলিখিত অংশগুলি দেখা যায়। (চিত্র 12. 4. 2a-b)



চিত্র : 12.4.2a নিটামের কাণ্ডের প্রস্তচ্ছেদ



চিত্র : 12.4.2b নালিকা বান্ডিল (নিটাম)

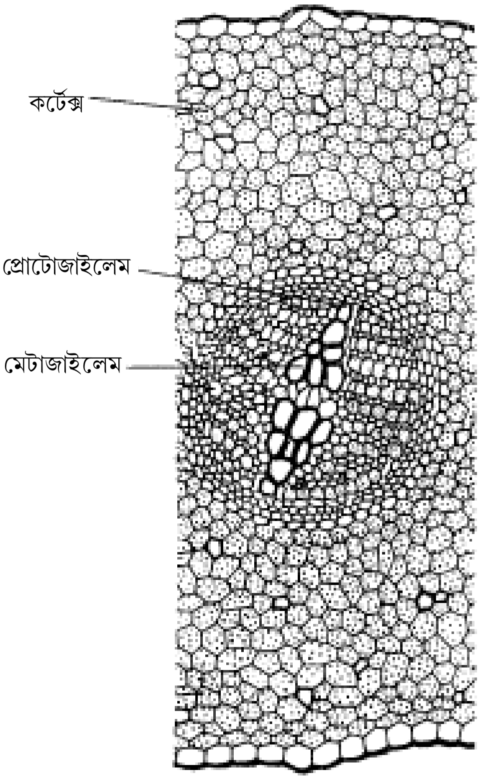
এপিডারমিস (Epidermis) : এক স্তর বিশিষ্ট চতুর্ভুজ কোষ দ্বারা গঠিত। কিউটিনের আবরণযুক্ত। এই স্তরে পত্ররন্ধ্র বা স্টোমাটা (stomata) দেখা যায়।

কর্টেক্স (Cortex) : বহু স্তরবিশিষ্ট অনেকগুলি গোলাকার কোষ কর্টেক্স গঠন করে। প্যারেনকাইমা শ্রেণির কোষগুলি ক্লোরোপ্লাস্টযুক্ত। এই স্তরের অনেক স্থানে স্ক্লেরাইড (scleride) কোষ একত্রিত হয়ে স্পিকিউলার কোষচক্র (spicular cell ring) গঠন করে।

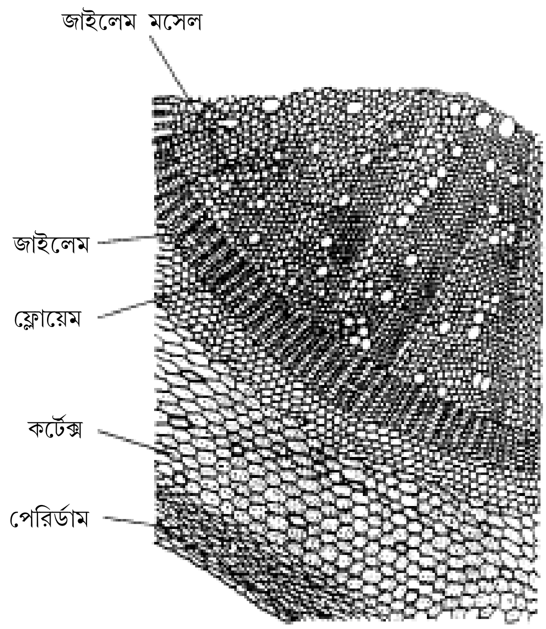
এন্ডোডারমিস (Endodermis) : কচি বা অপরিণত কাণ্ডে এন্ডোডারমিস ও পরিচক্র পৃথক করা যায় না।

ভ্যাস্কুলার বান্ডিল (Vascular bundle) : সংখ্যায় অনেক, চক্রকারে সজ্জিত, সমপার্শ্বীয় (collateral), মুক্ত (open) প্রকৃতির। সিভ টিউব (sieve tube), প্যারেনকাইমা ও ফাইবার (fibre; তন্তু) নিয়ে ফ্লোয়েম গঠিত জাইলেম এন্ডার্ক এবং এতে ট্রাকিয়া দেখা যায়। প্রাইমারি মেডুলারি রশ্মি (primary medullary rays) দ্বারা বান্ডিল পৃথক করা থাকে। মজ্জা গোলাকার প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত। গৌণ বৃদ্ধির ফলে গৌণ কাষ্ঠের (secondary wood) অনেকগুলি চক্র গঠন করে। এপিডারমিস পেরিডামে রূপান্তরিত হলেও লেন্টিসেল দেখা যায় না। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডের মতো নিটামের কাণ্ডের গৌণ বৃদ্ধি ক্যাম্বিয়ামের সক্রিয়তার ফলে ঘটে।

(b) **মূল** (Root) : মূলের প্রস্থচ্ছেদে একস্তর বিশিষ্ট প্যারেনকাইমা কোষের এপিব্লেমা (Epiblema), বহু স্তর বিশিষ্ট কর্টেক্স (স্টার্চের দানা ও তন্তু সমন্বিত), বহু স্তরযুক্ত এন্ডোডারমিস ও পরিচক্র ও ডায়ার্ক, অবীয় নালিকা বান্ডিল দেখা যায়। মূলে গৌণ বৃদ্ধি বর্তমান। (চিত্র : 12.4. 3a-b)

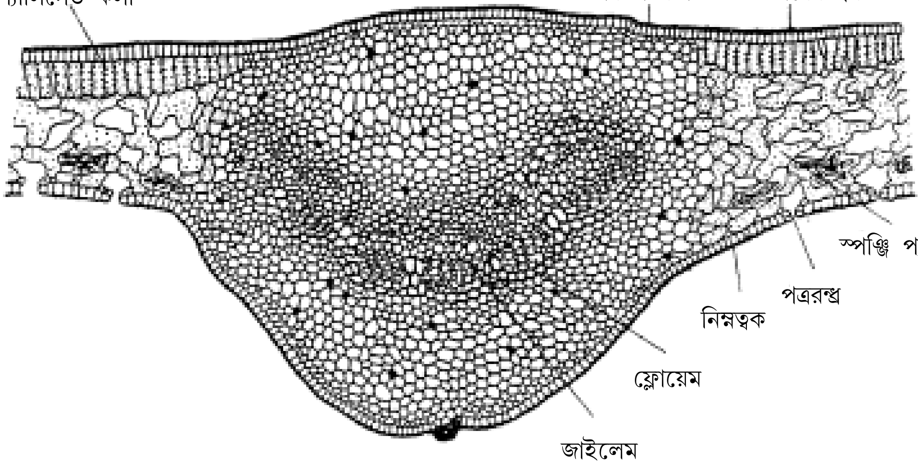


চিত্র : 12.4.3a নিটামের মূলের প্রস্থচ্ছেদ



চিত্র : 12.4.3b নিটামের মূলের প্রস্থচ্ছেদ (গৌণ বৃদ্ধিসহ)

(c) **পাতা** (Leaf) : পাতার প্রস্থচ্ছেদে দুটি এপিডারমিস (উপরে ও নীচে) কিউটিনযুক্ত ও নিম্নভাগে পত্ররন্ধ্র দেখা যায়। মেসোফিল কলা প্যালিসেড ও স্পঞ্জি কলায় বিভেদিত। এই স্তরে ল্যাটেক্স কোষ থাকে। মধ্যশিরা অঞ্চলে নালিকা বান্ডিলগুলি সমপার্শ্বীয় ও এন্ডার্ক। চিত্র : 12.4.4

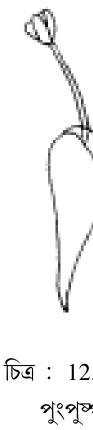


চিত্র : 12.4.4 নিটামের পাতার প্রস্থচ্ছেদ

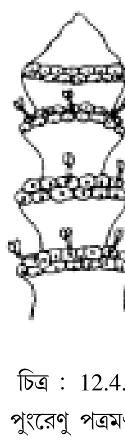
3. জনন (Reproduction) : নিটাম সাধারণত ভিন্নবাসী উদ্ভিদ। পুং ও স্ত্রী রেণুপত্রগুলি ভিন্ন ভিন্ন গাছে থাকে এবং অনেকগুলি রেণুপত্র একটি দণ্ডের চারদিকে বিন্যস্ত হয়ে রেণুপত্রমঞ্জরী গঠন করে। এই মঞ্জরী শঙ্কুর মতো দেখায়, এবং তাদের যথাক্রমে পুং শঙ্কু (Male Cone) ও স্ত্রী শঙ্কু (Female Cone) বলে। মঞ্জরীগুলি পাতার কক্ষে বা কাণ্ডের আগায় দেখা যায়। কাণ্ডের আগায় একাধিক মঞ্জরী থাকতে পারে। মঞ্জরী বৃদ্ধির সাথে সাথে পাতাগুলি কখনও বা ঝরে পড়ে। মঞ্জরীগুলো প্যানিকল (Panicle) অথবা ক্যাট্‌কিন (Catkin) প্রকৃতির পুষ্পবিন্যাসের মতো সজ্জিত থাকে।

A. পুংরেণুপত্রমঞ্জরী (Male strobilus) : প্রধান দণ্ডের উপরে কিছুদূর পরপর চক্রাকারে কতকগুলো মঞ্জরী (Bract) অভিমুখ তির্যকভাবে (opposite dicusate) সাজানো থাকে। প্রতিটি চক্রের মঞ্জরী পত্রগুলি যুক্ত হয়ে একটি কলার (collar) তৈরি করে। একটি পুংরেণু পত্রমঞ্জরীতে এরকম অনেকগুলো কলার থাকে। প্রতিটি কলারের কক্ষে অর্থাৎ পুংরেণুপত্রগুলি 3-6 বলয়ে উৎপন্ন হয়।

প্রতি পুংপুষ্পে দুটি সংযুক্ত পুষ্পপুট (Perianth) একটি বৃন্ত ও বৃন্তের আগায় দুটি পরাগধানী (anther) থাকে। প্রতি পরাগধানীতে একটি পুংরেণুস্থলী দেখা যায় ও এখানে প্রতি রেণুমাতৃকোষ (microspore mother



চিত্র : 12.4.5b
পুংপুষ্প

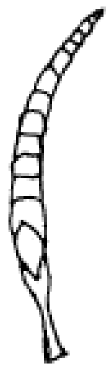


চিত্র : 12.4.5a
পুংরেণু পত্রমঞ্জরী

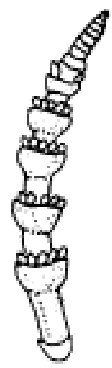
cell) থেকে মায়োসিস বিভাজনের চারটি করে পুংরেণুর উৎপত্তি হয়। পরাগধানীর পরিণত অবস্থায় তা বিদীর্ণ করে পুংরেণু বাইরে আসে। সুতরাং প্রতিটি পরাগধানীতে এইভাবে অসংখ্য পক্ষবিহীন (wingless) পুংরেণু উৎপন্ন হয়। (চিত্র : 12.4.5a-b)

B. **স্ত্রীরেণুপত্রমঞ্জরী (Female Strobilus or cone) :** নিটামের স্ত্রীরেণুপত্রমঞ্জরীর গঠনও পুংরেণু-পত্রমঞ্জরীর মতো তবে প্রতি কলারের উপরে মাত্র একটি আবর্তে কতকগুলি ডিম্বক দেখা যায়। কখনও বা মূলদণ্ডের শীর্ষেও এক বা একাধিক ডিম্বক থাকে। ডিম্বকগুলির মধ্যে মাত্র কয়েকটি পরিণত হয়, বাকিগুলি নষ্ট হয়ে যায়।

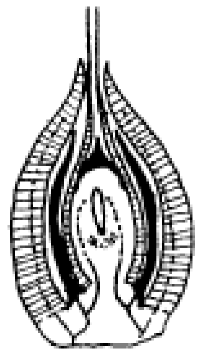
প্রতিটি ডিম্বক (স্ত্রীপুষ্প) সবৃন্তক বা অবৃন্তক হতে পারে। তিনটি আবরণ দ্বারা আবৃত একটি ভ্রূণ পোষক কলার দ্বারা গঠিত। প্রতি আবরণে পৃথক নালিকা বান্ডিল থাকে। বাইরের স্থূল আবরণকে পুষ্পপুট বলা হয়, (রসালো ও স্থূল); মধ্যস্থলের আবরণকে বহিঃডিম্বকত্বক (outer integument) এবং ভেতরের আবরণকে অন্তঃডিম্বকত্বক (inner integument) বলে। অন্তঃডিম্বকত্বক ভ্রূণপোষক কলাকে আবৃত করে রাখে। এই কলার সাথে যুক্ত ডিম্বক রন্ধ্রনালি। কোনো কোনো প্রজাতিতে ভ্রূণরন্ধ্রের নীচে ভ্রূণপোষকের কিছু কিছু কোষ নষ্ট হয় একটি পরাগঘর (Pollen chamber) তৈরি করে। এর নীচে ভ্রূণপোষকের কে বা একাধিক স্ত্রীরেণুমাতৃকোষ দেখা যায়। তবে একটি ছাড়া বাকিগুলি নষ্ট হয়ে যায়। এই কোষের নিউক্লিয়াস মায়োসিস বিভাজনে 4টি হ্যাপ্লয়েড তথা মেগাস্পোর সৃষ্টি করে। এগুলি পৃথক না হয়ে একটি কোষের মধ্যেই থাকে। একে সিনোস্ত্রীরেণু (coeno-megaspore) বলে। এটিই স্ত্রীলিঙ্গাধরের আদি অবস্থা। নিটামের ক্ষেত্রে মায়োসিস বিভাজনে উৎপন্ন 4টি মেগাস্পোরই স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ গঠনে অংশগ্রহণ করে, এই কারণে নিটামের স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদটি চতুঃরেণু সম্পন্ন (Tetrasporic)। চিত্র : 12.4.6a-d



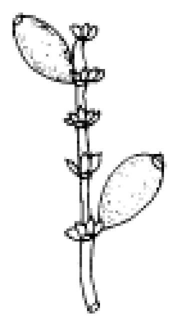
চিত্র : 12.4.6a অপরিণত স্ত্রীরেণু পত্রমঞ্জরী



চিত্র : 12.4.6b পরিণত স্ত্রীরেণু পত্রমঞ্জরী



চিত্র : 12.4.6c স্ত্রীপুষ্পের লম্বচ্ছেদ

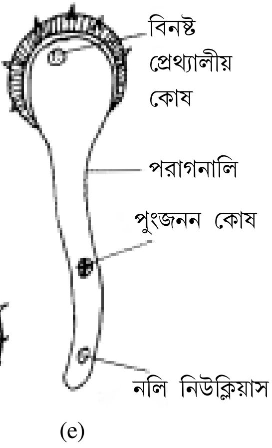


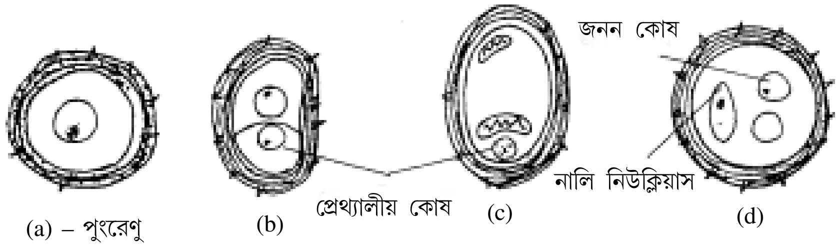
চিত্র : 12.4.6d পরিণত বীজসহ স্ত্রীপুষ্পমঞ্জরী

12.4.3. লিঙ্গাধর উদ্ভিদের গঠন (Structure of the Gametophyte)

A. **পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ** (Male gametophyte) : পুংরেণুই পুংলিঙ্গাধর জনুর প্রথম কোষ। বাতাসে ভেসে এই রেণু ডিম্বকে পৌঁছে সেখানে অঙ্কুরিত হয়। প্রথমে রেণুকোষ বিভক্ত হয়ে একটি ছোটো

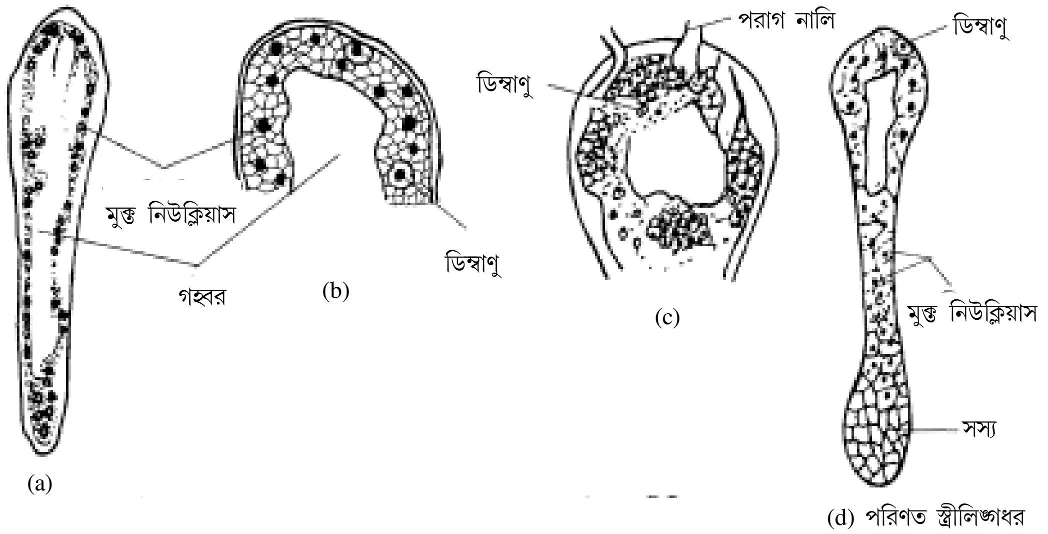
প্রোথ্যালীয় কোষ এবং একটি বড়ো কোষের উৎপত্তি হয়। পরে বড়ো কোষের নিউক্লিয়াস বিভক্ত হয়ে একটি **জনন নিউক্লিয়াস** ও একটি **নালি নিউক্লিয়াস** তৈরি হয়। পরে জনন নিউক্লিয়াসের চারপাশের কিছু সাইটোপ্লাজমসমেত একটি জনন কোষাধারে পরিণত হয়। এই অবস্থায় পুংরেণু বাতাসে ভেসে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ গিয়ে পরাগযোগ ঘটায়। চিত্র : 12. 4. 7a-e





চিত্র : 12.4.7a-e নিটামের পুংলিঙ্গাধরের পরিস্ফুটনের নানান দশা

B. **স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ** (Female gametophyte) : নিটামের স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ টেট্রাস্পোরিক এবং এর পরিস্ফুটন সম্পূর্ণরূপেই স্ত্রীরেণুস্থলীর মধ্যে সম্পন্ন হয়। স্ত্রীলিঙ্গাধরের আদিকোষে 4টি নিউক্লিয়াস থাকে। এই কোষ বড়ো হওয়ার সাথে সাথে তার নিউক্লিয়াস থেকে অবাধ নিউক্লিয় বিভাজনে অনেকগুলো নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয়। নিউক্লিয়াসগুলি একটি কেন্দ্রীয় গহ্বরে চারপাশে প্রান্তীয় সাইটোপ্লাজমে অবস্থান করে। ক্রমে এই কোষের নীচের দিকে প্রাচীরের উদ্ভব হয়ে সস্য কলার (n) সূত্রপাত হয় (নিষেকের পূর্বেই)। সস্যকলা লিঙ্গাধরের পুষ্টিতে সহাযতা করে। উপরের দিকের নিউক্লিয়াসগুলি মুক্ত অবস্থায় থাকে এবং কয়েকটি নিউক্লিয়াস আকারে বড়ো হয়ে ডিম্বাণুতে পরিণত হয়। নিটামের স্ত্রীধানীর কোনো নির্দিষ্ট গঠন বা অঙ্গা নেই। (চিত্র : 12. 4. 8a-d)

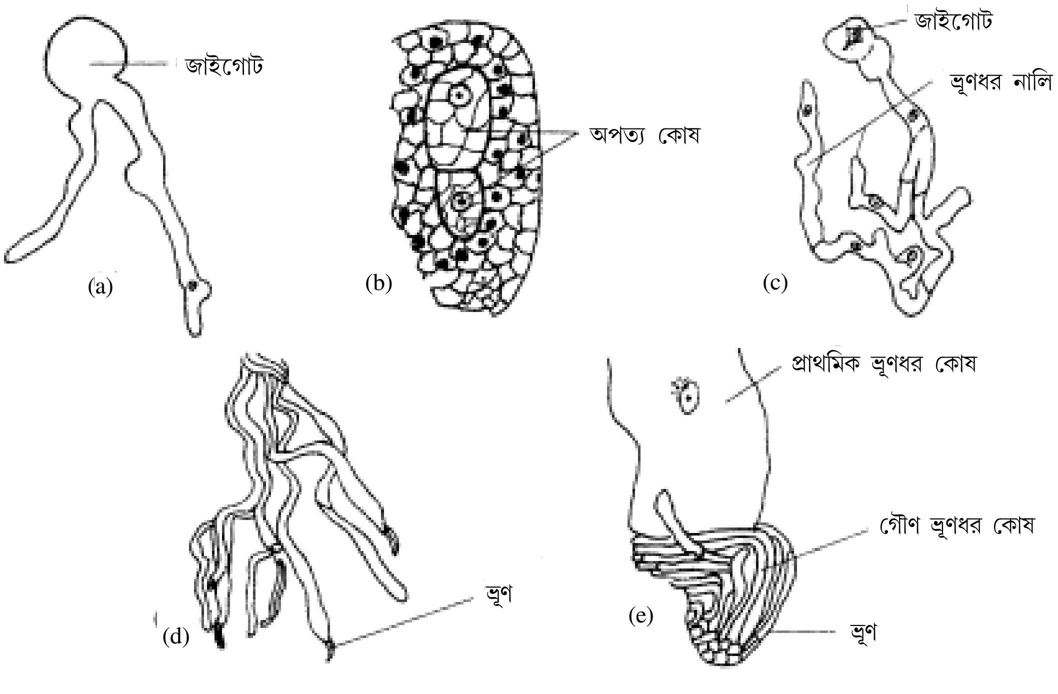


চিত্র : 12.4.8a-d নিটামের স্ত্রীলিঙ্গাধরের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা

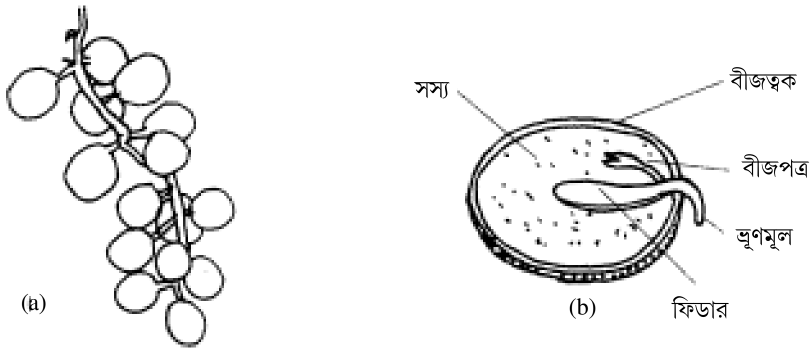
নিষেক : পরাগযোগের পরে ডিম্বকরন্ধ্রনালির মুখ বন্ধ হয়ে যায় ও পুংরেণুগুলো পরাগঘরে আবদ্ধ থাকে। এখানে পুংরেণু অঙ্কুরিত হয়ে লম্বা পরাগনালিকা গঠন করে ও তা ভ্রূণপোষকের কলার মধ্যে প্রবেশ করে। নালিকার মাথার দিকে থাকে নালি নিউক্লিয়াস ও তার পিছনে থাকে জনন কোষাধার। ক্রমে এই জনন কোষাধার বিভক্ত হয়ে দুটি পুংজননকোষের সৃষ্টি করে। শেষ পর্যন্ত নালি নিউক্লিয়াস ও প্রোথ্যালীয় কোষ নষ্ট হয়ে যায় এবং নালিকা মুখ থেকে পুংজননকোষ দুটি স্ত্রীলিঙ্গাধরে প্রবেশ করে দুটি ডিম্বাণুকে নিষিক্ত করে। কাজেই নিটামে দ্বিনিষিক্তকরণ (Double fertilization) হয়ে থাকে। কখনো কখনো একটি ডিম্বাণু নিষিক্ত হয়, অন্যটি নষ্ট হয়ে যায়।

নিষেকের পরে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের উপরের অংশের মুক্ত নিউক্লিয়াসগুলির চারদিকে প্রাচীরের উদ্ভব হতে থাকে ও ধীরে ধীরে নিষিক্ত ডিম্বাণু বা উস্পোরের চারদিকে সস্যর গঠন সম্পূর্ণ হয়। কাজেই দেখা যায়, নিটামে নিষেকের আগে সস্যকলার গঠনের সূত্রপাত হলেও নিষেকের পরেই তা সম্পূর্ণ হয়ে প্রকৃত সস্যের সৃষ্টি হয় (চিত্র : 12. 4. 8a-d)

12.4.4. নূতন রেণুধর উদ্ভিদের গঠন : নিষেকের পর জাইগোটটি আকারে বৃদ্ধি পেতে থাকে এবং সুস্পষ্ট একটি নিউক্লিয়াস সমেত সাইটোপ্লাজম দ্বারা পূর্ণ হয়। জাইগোট নিউক্লিয়াসটি দুটি অপত্যকোষে বিভক্ত হয়। অপত্য কোষ দুটি ক্রমশ দীর্ঘ হয় এবং প্রাথমিক ভ্রূণধর নালি তৈরি করে। দুটি ভ্রূণধর নালি একসাথে পরিস্ফুটিত হয় না। প্রতিটি নালি অগ্রপ্রান্তে একটি ক্ষুদ্র কোষে বিভক্ত হয়। পরে এই ক্ষুদ্র কোষটি প্রস্থ ও দৈর্ঘ্যে বিভাজিত হয়ে 4টি কোষবিশিষ্ট (quartet) বা আদিভ্রূণ সৃষ্টি করে। আদি ভ্রূণের অগ্রস্থ কোষ দুটি থেকে অনেক কোষের



চিত্র : 12.4.9a-e ভ্রূণের পরিস্ফুটনের বিভিন্ন দশা



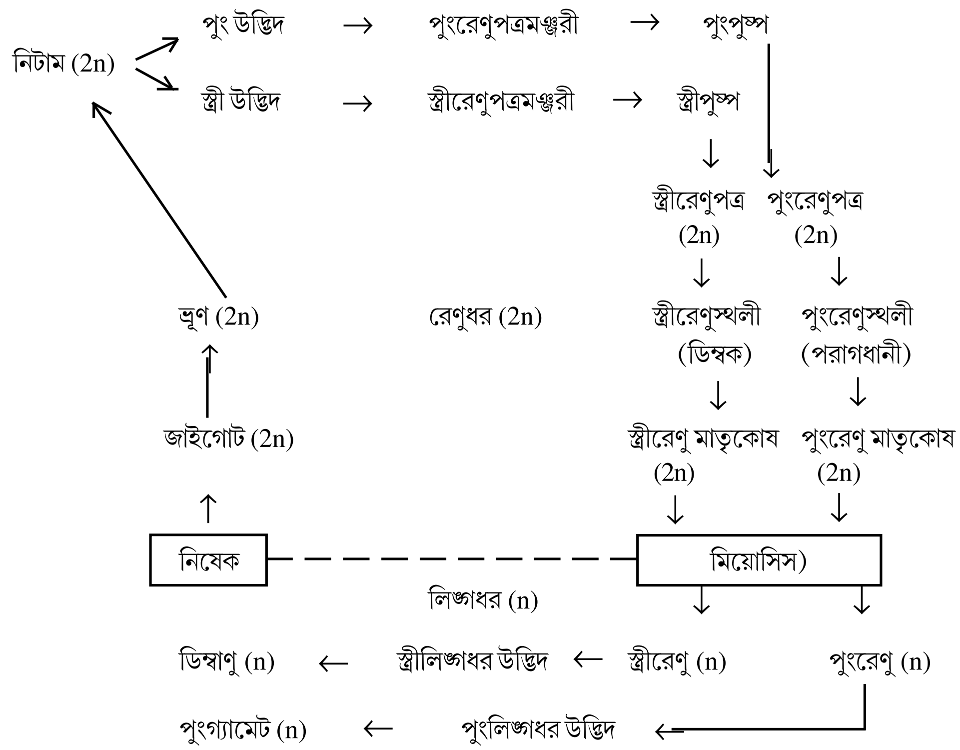
চিত্র : 12.4.10a নিটামের বীজের গুচ্ছ, 10b নিটামের অঙ্কুরোদ্গমরত বীজের লম্বচ্ছেদ

সমন্বয়ে গোলাকার প্রকৃতি ভ্রূণ সৃষ্টি হয়। আদি ভ্রূণধরের অপর দুটি কোষ বিভক্ত হয়ে গৌণ-ভ্রূণধর গঠন করে (Secondary Suspensor)। গৌণ ভ্রূণধর সস্য কলাকে ভেদ করে বৃদ্ধি পায়, ফলে ভ্রূণকে সস্যের মধ্যে নিহিত রাখে—ভ্রূণসহ গৌণ পোষকের সস্যের মধ্যে এরূপ বৃদ্ধির ফলে ভ্রূণ সস্য থেকে পুষ্টি সংগ্রহ করে। পরিণত ভ্রূণে মূলত্র দ্বারা আবৃত মূল, 2টি বীজপত্র, একটি কাণ্ডের অগ্র ও বৃহদাকার একটি চোষক অঙ্গ (feeder) থাকে। বীজগুলি ডিম্বাকার, সবুজ বা লাল রঙের। 3টি স্তর (বাইরের ও বিভাজনের রসালো, মধ্যস্তর কঠিন) দ্বারা আবৃত থাকে। মৃদবর্তী (hypogeal) অঙ্কুরোদ্গমের সাহায্যে নতুন রেণুধর তৈরি হয়। চিত্র : 12.4.9a-e, 12. 4.10a, b

নিটাম (Gnetum) ব্যক্তবীজী (Gymnosperm) উদ্ভিদ হলেও তার মধ্যে এমন কিছু চরিত্র দেখা যায় যেগুলি গুপ্তবীজী (angiosperm) বৈশিষ্ট্য অর্থাৎ বিবর্তনের বিচারে নিটামের এই চরিত্রগুলি উন্নতমানের এবং চরিত্রগুলি হল :

1. নিটাম কাষ্ঠল লতানো উদ্ভিদ। আবার কোনো কোনো প্রজাতির ছোটো বৃক্ষ বা গুল্মও হয়ে থাকে।
2. বড়ো বড়ো পক্ষল যৌগপত্র, জালিকাকার শিরাবিন্যাস। পাতার পত্রবিন্যাস অভিমুখ তির্যকপথ।
3. গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মতো নিটামের জাইলেমে সপাড় ক্যাপযুক্ত ট্রাকাইড ও বাহিকা অর্থাৎ ট্রাকিয়ার দ্বারা গঠিত।
4. নিটামের রেণুপত্রমঞ্জরী দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের প্যানিকল (Panicle) পুষ্পবিন্যাসের সমতুল্য।
5. পুংপুষ্প, স্ত্রীপুষ্প উভয়ের মধ্যেই পুষ্পপুট (Perianth) দেখা যায়। পুষ্পপুট গুপ্তবীজীর বৈশিষ্ট্য।
6. নিটামের ডিম্বকের ডিম্বকত্বকটি বর্ধিত হয়ে ডিম্বকরন্ধ্রনালি (micropylar tube) গঠন করে। এরূপ ডিম্বকরন্ধ্রনালিকে গুপ্তবীজী উদ্ভিদের গর্ভপত্রের গর্ভদণ্ডরূপে গণ্য করা হয়।
7. নিটামের স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ টেট্রাস্পোরিক।
8. স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদে স্ত্রীধানীর অস্তিত্ব থাকে না। পরিবর্তে ডিম্বাণুমুক্ত অবস্থায় থাকে।
9. নিষেকের পরে সস্যকলার গঠন সম্পূর্ণ হয়।
10. পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ খুবই হ্রাসপ্রাপ্ত (Reduced) হয় এবং গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মতো বৃন্ত কোষহীন।
11. গুপ্তবীজী উদ্ভিদের মতো জাইগোট নিউক্লিয়াসের প্রথম বিভাজনটি প্রস্থপ্রাচীর গঠনের মাধ্যমে শুরু হয়।
12. কাণ্ড ও পাতার অন্তর্গঠন দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ গঠনের মতো।

12.4.5. জনুক্রম



চিত্র : 12.4.11 নিটামের জীবনচক্র

নিটামের অর্থনৈতিক গুরুত্ব :

1. *G. gnemon, G. ula,* ও *G. latifolium*-এর বীজগুলি শুকনো ভেজে (roasted) খাদ্য হিসাবে গ্রহণ করা যায়।
2. G. gnemon-এর কচি পাতা অথবা স্ট্রবিলি (strobilli) সবজি (vegetable) হিসেবে খাওয়া হয়ে থাকে।
3. G. gnemon-এর ছাল (Bark) দড়ি বা মাছ ধরার জাল তৈরির কাজে লাগে। এই প্রজাতি থেকে প্রাপ্ত উদ্ভিদদেহের তন্তুগুলি কাগজ তৈরির কাজে লাগে।
4. *G. ula*-র থেকে উৎপাদিত তেল প্রদীপ-এর তেল হিসেবে জ্বালানো হয় (illumination) এবং এই তেল বাতের (rheumatism) ব্যথার মালিশ হিসেবে ব্যবহার হয়। কখনো কখনো রান্নার তেলের কাজে লাগে।

12.5 সারাংশ

এই এককে জিম্নোস্পার্ম এর অন্তর্গত তিনটি শ্রেণির এক এক সদস্যদের জীবন চক্র বিষয়ে জ্ঞান লাভ করেছি। সাইকাডোপসিডার মধ্যে *Cycas*, কনিফেরোপসিডার মধ্যে *Pinus* এবং নিটোপসিডার মধ্যে *Gnetum* এর বিষয়ে জানতে পেরেছি। এদের মধ্যে *Gnetum* সর্বাপেক্ষা উন্নত এবং অনেক বৈশিষ্ট্যে গুপ্তবীজী উদ্ভিদের সঙ্গো সাদৃশ্য মেলে। তুলনামূলকভাবে *Cycas* সর্বাপেক্ষা কম উন্নত। *Cycas*-এর জীবনচক্রে ফার্ণের বৈশিষ্ট্য দেখা যায়।

12.6 প্রশ্নাবলি

1. *Cycas*-এর জীবন চক্র বর্ণনা করুন।
2. *Cycas*-এর ফার্ণ বৈশিষ্ট্য আলোচনা করুন।
3. *Cycas*-এর বহিরাকৃতি বর্ণনা করুন।
4. *Cycas*-এর কাণ্ড, মূল ও পাতার অন্তর্গঠন বর্ণনা করুন।
5. কোরালয়েড মূল কাকে বলে? তার বৈশিষ্ট্য কি।
6. *Cycas*-এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বর্ণনা করুন।
7. *Cycas*-এর রেণুধারণকারী অঙ্গের বর্ণনা করুন।
8. *Pinus*-এর বহিরাকৃতি বর্ণনা করুন।
9. *Pinus*-এর অন্তর্গঠন বর্ণনা করুন।
10. 'Sulphur shower'-কাকে বলে? আলোচনা করুন।
11. *Pinus*-এর কোণ-এর বর্ণনা করুন।
12. *Pinus*-এর লিঙ্গাধর উদ্ভিদ বর্ণনা করুন।
13. *Cycas, Pinus*-ও *Gnetum* এর ভারতীয় প্রজাতির বিস্তার লিখুন।
14. *Gnetum* এর গুপ্তবীজী বৈশিষ্ট্য উল্লেখ করুন।
15. *Pinus*-এর ভ্রূণ গঠন বর্ণনা করুন।
16. ট্রান্সফিউশন কলা কাকে বলে? আপনার পাঠ্য কোন কোন গণে দেখা যায় তা বর্ণনা করুন।
17. বহুভ্রূণবীজতা কাকে বলে? কোথায় পাওয়া যায়।
18. *Cycas, Pinus or Gnetum*-এর তুলনামূলক আলোচনা করুন? কোনটা সর্বাপেক্ষা উন্নত তা বলুন?
19. জিম্‌নোস্পার্ম-এ ভেসেল কোথায় পাওয়া যায়?
20. জিম্‌নোস্পার্ম-এর সস্যকলা সম্পর্কে মন্তব্য করুন?

12.7 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 12.2. দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 12.2.6 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 12.2.2 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 12.2.2 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 12.2.2 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 12.2.3 দেখুন।
7. অনুচ্ছেদ 12.2.2 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 12.3.2 দেখুন।
9. অনুচ্ছেদ 12.3.2 দেখুন।

10. অনুচ্ছেদ 12.3.3 দেখুন।
11. অনুচ্ছেদ 12.3.2 দেখুন।
12. অনুচ্ছেদ 12.3.3 দেখুন।
13. অনুচ্ছেদ 12.2.1, 12.3.1, 12.4.1 দেখুন।
14. অনুচ্ছেদ 12.4.4 দেখুন।
15. অনুচ্ছেদ 12.3.3 দেখুন।
16. অনুচ্ছেদ 12.2.2, 12.3.2, 12.4.2 দেখুন।
17. অনুচ্ছেদ 12.3.3 দেখুন।
18. অনুচ্ছেদ 12.2, 12.3, 12.4 দেখুন।
19. নিটাম-এ ভেসেল বা ট্রাকিয়া পাওয়া যায়।
20. জিম্‌নোস্পার্ম-এ সস্যকলা নিষেকের আগে গঠিত হয় এবং হ্যাপ্লয়েড প্রকৃতির। কিন্তু নিটামের ক্ষেত্রে সস্যকলা আংশিক নিষেকের আগে গঠিত হয় এবং আংশিক নিষেকের পরে। তবে সর্বক্ষেত্রে হ্যাপ্লয়েড। গুপ্তবীজী বা এর ক্ষেত্রে সস্যকলা নিষেকের পরে গঠিত হয় এবং সকল ক্ষেত্রে তা ট্রিপ্লয়েড প্রকৃতির।

একক 13 ❑ লাইজিনোপ্‌টেরিস, উইলামসোনিয়া ও কর্ডাইটিস (Lyginopteris, Williamsania & Cordaites)

গঠন

13.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

13.2 লাইজিনোপ্‌টেরিস (Lyginopteris)

13.3 উইলামসোনিয়া (Williamsonia)

13.4 কর্ডাইটিস (Cordaites)

13.5 সারাংশ

13.6 প্রশ্নাবলি

13.7 উত্তরমালা

13.7 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

ভূতত্ত্বীয় নিদর্শন থেকে আমরা জানি যে জিম্‌নোস্পার্ম জাতীয় উদ্ভিদের সূচনা বহুকোটি বছর আগে, সেই প্যালিওজোইক যুগে। মেসোজোইক যুগে প্রাধান্য পেয়ে, পর্যাপ্ত বিস্তার লাভ করে ধীরে ধীরে অবলুপ্তির পথে এগিয়ে গেছে। তাই বর্তমান যুগে আমরা সেই সব উদ্ভিদ আর দেখতে পাইনা। কিন্তু তাদের অবশিষ্ট অংশ থেকে গেছে জীবাশ্ম রূপে। ওই সকল উদ্ভিদের সামগ্রিক বা দেহের অংশ বিশেষ বর্তমানে পরিবর্তিত অবস্থায় ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন স্তরে পাওয়া যায় যাদের ফসিল বা জীবাশ্ম বলে। প্রস্তরীভূত অবস্থায় তারা ভূপৃষ্ঠে সংরক্ষিত হয়ে আছে, এবং মাটি খনন করে পাওয়া যায়। এইরূপ নানাবিধ ফসিল পাওয়ার পরে তাদের অংশগুলিকে যুক্ত করা হয় এবং প্রাগৈতিহাসিক যুগে বিদ্যমান সমগ্র উদ্ভিদটিকে পুনর্গঠন (reconstruction) করা হয়। এই রকম পুনর্গঠিত উদ্ভিদ হল *Lyginopters, Williamsonia* আর *Cordaites* যাদের সম্বন্ধে আমরা বিস্তারিত আলোচনা করব।

উদ্দেশ্য— এই একক পাঠ করে

1. পুনর্গঠিত উদ্ভিদ এর বহিরাগত আকৃতি, অন্তর্গঠন ও জনন সম্বন্ধে জানতে পারবেন।
2. এই উদ্ভিদগুলো কোন যুগের তা জানতে পারবেন এবং তাতে আপনার ধারণা হবে যে সেই যুগে কী ধরনের উদ্ভিদ ছিল।
3. উদ্ভিদ জগতের অভিব্যক্তি সম্বন্ধে সুস্পষ্ট ধারণা হবে।

13.2 লাইজিনোপটেরিস (*Lyginopteris*)

উদ্ভিদ জগতে স্থান— (*Systematic position*)

শ্রেণি : *টেরিডোস্পার্মোপসিডা* (*Pteridospermopsida*)

শ্রেণি : *সাইকাডোফিলিকেলিস* (*Cycadofilicales*)

গোত্র : *লাইজিনোপটেরিডেসি* (*Lyginopteridaceae*)

গণ : *লাইজিনোপ্‌টেরিস* (*Lyginopteris*)

13.2.1 বিস্তৃতি : সাইকাডোফিলিকেলিস বর্গের গণগুলি প্যালিওজোয়েফ ও মেসোজোয়েক ইরার (Era) জীবাশ্ম। লাইজিনোপ্‌টেরিস কার্বনিফেরাস যুগের উদ্ভিদ।

13.2.2 নামকরণ : *Lyginopteris oldhamia* নামে যে উদ্ভিদটির নামকরণ করা হয়, তা খণ্ড, খণ্ড, অংশ নিয়েই পুনর্গঠিত। বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন খণ্ড আবিষ্কৃত হয় এবং ভিন্ন ভিন্ন নামে পরিচিত হয়। যেমন—

কাণ্ড — *Lyginopteris Oldhamia*

পাতা বা ফ্রন্ড — *Sphenopteris hoeninghausi*

বৃন্ত — *Rachiopteris aspera*

মূল — *Kaloxylon hookeri*

পুংধানী — *Crossotheoa* ও *Telangium*

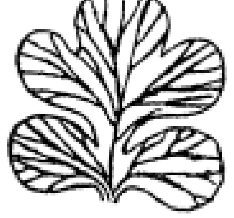
কিউপুল — *Calymatotheca hoeninghausi*

বীজ — *Lagenostoma lomaxi*

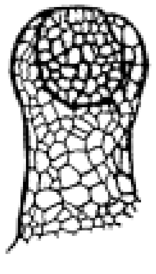
13.2.3 রেণুধর উদ্ভিদ (*sporophyte*) :

Lyginopteris প্রধানত পেট্রিফায়েড রূপে পাওয়া যায় কোল বল (coal ball) এর মধ্যে কয়লাখনি অঞ্চলে যেমন, Lancashire এবং *Yorkshire*-এর খনিগুলিতে। উদ্ভিদ কাণ্ড দীর্ঘ 2mm-4 cm in diameter রোহিণী প্রকৃতির কাণ্ড শাখান্বিত। পাতা বা ফ্রন্ড (frond) কাণ্ডের উপর সর্পিলাকারে সজ্জিত। পাতা দ্বি অথবা ত্রিপক্ষল, বৃন্ত দ্বিধাবিভক্ত (forked) এবং ক্যাপিটেট (capitate) গ্ল্যান্ড বর্তমান। মূল অস্থানিক 7mm পর্যন্ত diameter। কিছু কিছু পাতা রেণুধর বা রেণুস্থলী অথবা কিউপুল যুক্ত বীজ বহন করে।

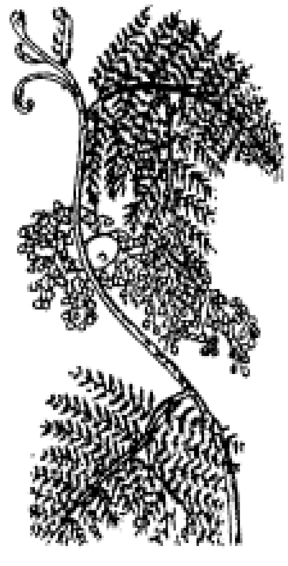
ক্যাপিটেট গ্ল্যান্ড মূল ব্যতীত সকল অঙ্গে বর্তমান এবং এর উপস্থিতির জন্য Oliver & Scott (1904) পুনর্গঠন করতে সক্ষম হয়েছিলেন এবং ‘‘Seed Ferns’’ রূপে প্রতিস্থাপিত করেন। চিত্র. 13.2.1, 13.2.2a, 13.2.2b.



চিত্র : 13.2.2a পাতা



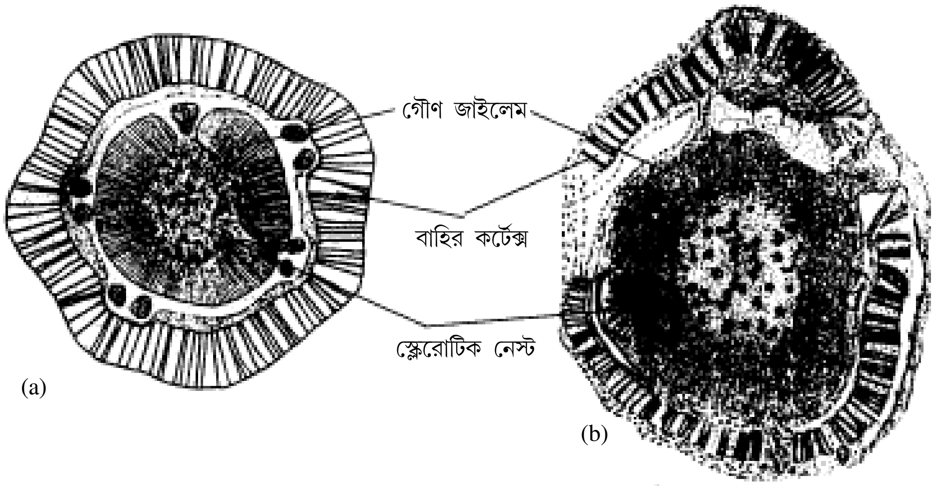
চিত্র : 13.2.2b ক্যাপিটেট গ্ল্যান্ড



চিত্র : 13.2.1 পুনর্গঠিত উদ্ভিদ

A. কাণ্ডের অন্তর্গঠনএ — কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ নিম্নরূপ (চিত্র 13.2.3a-b)

1. কেন্দ্রে প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত মজ্জা, যার মধ্যে স্টোন কোষ একত্রিত হয়ে স্ক্লেরোটিক নেস্ট (sclerotic nests) গঠন করে।



চিত্র : 13.2.3a - b কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ (কোষীয়)

2. মজ্জাকে ঘিরে রয়েছে মেসার্ক প্রকৃতির প্রাথমিক জাইলেম (primary xylem)।

3. প্রাথমিক জাইলেমের বাইরে রয়েছে গৌণ জাইলেম (secondary xylem) বা কাষ্ঠল কলা (wood) বহুসারি সমন্বিত পিটযুক্ত ট্রাকাইড এবং স্ক্যালারিফর্ম, ট্র্যাকাইড দ্বারা গঠিত।

4. গৌণ জাইলেমকে বেষ্টন করে অবস্থান করছে ক্যাম্বিয়াম। ক্যাম্বিয়াম বাইফেসিয়াল (bifacial) অর্থাৎ উভয় দিকেই সে গৌণ কলা গঠন করে। গৌণ ফ্লোয়েম অপেক্ষা গৌণ জাইলেম সহজেই সংরক্ষিত হয়। গৌণ ফ্লোয়েম কলা দ্রুত নষ্ট হয়ে যায় তাই অন্তর্গঠনে এই কলা সহজে নজরে পড়ে না এবং ভালো সংরক্ষণও হয় না।

5. এই অংশের বাইরে রয়েছে বৃহৎ কর্টেক্স-দুইভাগে বিভক্ত বাহিরের কর্টেক্স আর ভিতরের কর্টেক্স স্তর। বাইরের কর্টেক্স এ অরীয়ভাবে সজ্জিত রয়েছে স্ক্লেরেনকাইমা ব্যান্ড আর ভিতরের কর্টেক্স প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত।

6. অনেক ক্ষেত্রে পেরিডার্ম দেখা যায়।

B. পাতার অন্তর্গঠন : পাতার অন্তর্গঠন নিম্নরূপ—

1. ঊর্ধ্ব ও নিম্নত্বক বর্তমান

2. ঊর্ধ্বত্বক কিউটিকলযুক্ত

3. মেসোফিল কলা প্যালিসেড ও স্পোঞ্জীতে বিভেদিত;

4. পত্ররন্ধ্র নিম্নত্বকে বর্তমান।

C. মূলের অন্তর্গঠন

1. গৌণ বৃদ্ধি বর্তমান,

2. জাইলেম, ফ্লোয়েম অরীয়—ট্রাই আর্ক থেকে পলিআর্ক

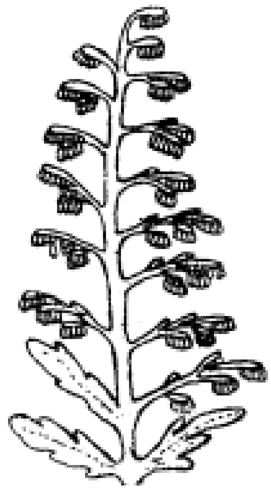
3. জাইলেম এক্সার্ক (exarch)

D. বৃন্তেরঅন্তর্গঠন—বৃন্তের অন্তর্গঠনে সংবহন কলা v, y অথবা w আকার ধারণ করে। জাইলেম, ফ্লোয়েম দ্বারা আবৃত (চিত্র 13.2.4)।

চিত্র : 13.2.4 বৃন্তের প্রস্থচ্ছেদ

13.2.4. জনন অঙ্গ (Reproductive structures) : রেণুধর উদ্ভিদের পাতা পুং এবং স্ত্রীরেণু পত্র বহন করে।

A. পুংরেণুস্থলী *Crossotheca* নামে পরিচিত (discovered by Kidston 1905, 1906)। উর্বর পত্রক চামচাকার (spathulate) দেখতে এবং প্রত্যেক অংশের তলার দিকে প্রায় 20 টা ঝুলন্ত (pendant) দ্বি-কক্ষযুক্ত পুংরেণুস্থলী বর্তমান। এটা দেখতে হেয়ার ব্রাশ (hair brush) এর মতো। পুংরেণু তিনটি শৈলশিরা সমন্বিত অর্থাৎ ট্রাইলিট (চিত্র 13.2.5a-b)।

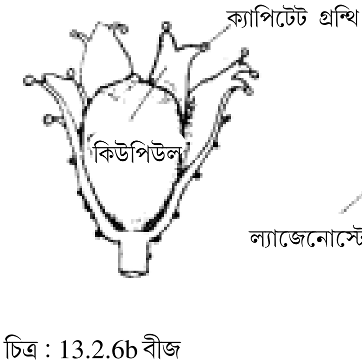


চিত্র : 13.2.5a পুংরেণু পত্র

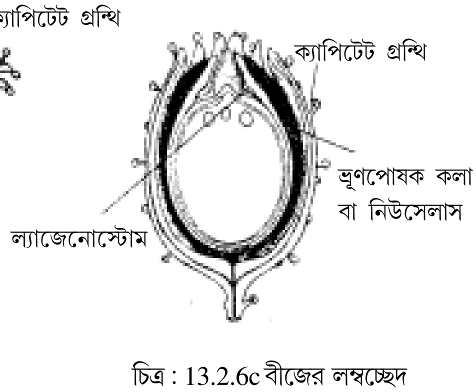
চিত্র : 13.2.5b পুংরেণুস্থলী

B. **স্ত্রীরেণুপত্র বা** (*Lagenostoma*) : Oliver & Scott (1903) আবিষ্কার করেন। ভূতাত্ত্বিক বলেন আপার কার্বনিফেরাস (Upper Carboniferous) যুগের উদ্ভিদাংশ। বীজ বা ওভিউল, কিউপিউল (cupule) দ্বারা আবৃত। কিউপিউল টিউলিপ (tulip) আকৃতির। পরিণত অবস্থায় 8-10 খণ্ডে বিভক্ত। কিউপিউল ক্যাপিটেট গ্রন্থি দ্বারা আচ্ছাদিত। কিউপিউল-এর মাঝখানে একটা ঊর্ধ্বমুখ (orthotropous) প্রকৃতির পিপাকৃতি ডিম্বক (ovule) বর্তমান। ভ্রূণ পোষক কলা (nucellus), ডিম্বক ত্বক দ্বারা আবৃত কেবল মাত্র উপরের অংশ যেখানে একটি ছোটো ছিদ্র গঠিত হয় যাকে ডিম্বকরন্ধ্র (micropyle) বলা হয়। এর উপরেই (pollen chamber) পরাগ কক্ষ থাকে। এই কক্ষটি জটিল। এই অংশে একটি ফ্ল্যাস্ক আকারের sclerotic কলা গঠিত হয় নিউসেলাস থেকে। এর ফলে একটা কক্ষ উৎপন্ন হয় যাকে ল্যাজেনোস্টাম (Lagenostome) বলে। এই অংশে ট্রাইলিট (trilete) পরাগ রেণু জমা হয় (চিত্র 13.2.6a-d)।

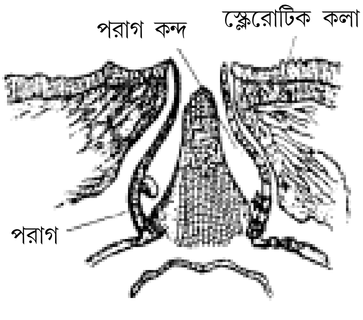
চিত্র : 13.2.6a স্ত্রীরেণুপত্র



চিত্র : 13.2.6b বীজ বা ওভিউল



চিত্র : 13.2.6c বীজের লম্বচ্ছেদ



চিত্র : 13.2.6d বীজের উপরের অংশ

13.3 উইলামসোনিয়া (**Williamsonia*)

উদ্ভিদ জগতে স্থান— (*Systematic position*)

শ্রেণি : সাইকাডপ্‌সিডা (*Cycadopsida*)

বর্গ : সাইকাডিয়ইডেলিস (*Cycadeoidales*)

গোত্র : উইলামসোনিয়েসি (*Williamsoniaceae*)

গণ : উইলামসোনিয়া (*Williamsonia*)

13.3.1 বিস্তৃতি :

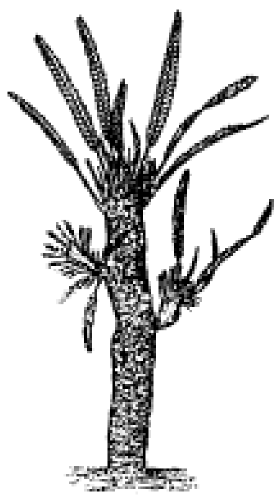
ট্রায়াসিক থেকে ক্রিটেসিয়েস যুগে এদের বিস্তৃতি, তবে জুরাসিক যুগে এরা প্রাধান্য পেয়েছে এবং সর্বাপেক্ষা বেশি ছিল। ভারতবর্ষে উচ্চ জুরাসিক যুগে, রাজমহল পাহাড়ে এদের পাওয়া যায়।

13.3.2 নামকরণ (Nomenclature) :

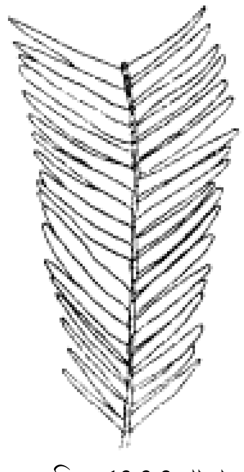
প্রথমে *Zamia gigas* নামে উইলিয়ামসন (1870) আবিষ্কার করেন ইয়র্কশায়ার (*Yorkshire*) এর জুরাসিক যুগ থেকে। পরবর্তীকালে তা *Williamsonia gigas* নামে পরিচিত হয়। পাতা *Ptilophyllum cutchense, Otozamites*, কাণ্ড *Bucklandia indica*, পুংপুষ্প *Weltrichia*, স্ত্রীপুষ্প *Williamsonia* 1932 সালে অধ্যাপক বীরবল সাহানী (Prof. Birbal Sahni) *Williamsonia sewardiana* নামে উদ্ভিদটিকে পুনর্নির্মাণ করেন। এটিই ভারতবর্ষের প্রথম পুনর্নির্মাণ করা জীবাশ্ম উদ্ভিদ (reconstructed fossil plant)।

13.3.3 রেণুধর উদ্ভিদ (sporophyte) :

পুনর্গঠিত উদ্ভিদটি আকারে ছোটো। 1.5-2m লম্বা স্তম্ভাকার কাণ্ড। যাকে বেষ্টন করে রয়েছে স্থায়ী পত্রমূল, সর্পিলাকার সজ্জিত। কাণ্ডের অগ্রভাগে রয়েছে একগুচ্ছ পিনেট পাতা যা Ptilophyllum নামে পরিচিত। পাতায় সমান্তরাল শিরাবিন্যাস বর্তমান, সূঁচালো শল্ক পত্রও দেখা যায়। পার্শ্বীয় শাখা উর্বর বা বন্ধ্যা প্রকৃতির। পার্শ্বীয় শাখার গোড়া সংকুচিত এবং ধারণা করা হয় যে এই শাখাগুলো আলাদা হয়ে গিয়ে অঙ্গজ জনন এর কাজ করে। পুনর্গঠনে পার্শ্বীয় শাখা স্ত্রীরেণু পত্রমঞ্জরী বহন করেছে দেখানো হয়েছে কারণ পুংপুষ্প কীভাবে গাছে ছিল তা সঠিক ভাবে জানা নেই (চিত্র : 13.3.1, 13.3.2)।



চিত্র : 13.3.1 পুনর্গঠিত উদ্ভিদ



চিত্র : 13.3.2 পাতা
Ptilophyllum

A. কাণ্ডের প্রস্থচ্ছেদ— কাণ্ডের অন্তর্গঠনে সাইকাডোফাইট এর বৈশিষ্ট্য বর্তমান।

1. বাইরে রয়েছে বেষ্টিত পত্রমূল। এর কারণে কাণ্ডের পরিলেখ অমসৃণ ও ঢেউখেলানো।

2. কেন্দ্রে মজ্জা উপস্থিত।

---

*Williamsonia নিয়ে সর্বপ্রথম study করা শুরু করেন Williamson (1870)।

3. প্রাথমিক জাইলেম এন্ডার্ক।

4. গৌণ জাইলেম বর্তমান/ট্রাকাইড সোপানাকার।

5. গার্ডলিং (girdling) পত্রাভিসারী অনুপস্থিত।

13.3.4 জনন অঙ্গ (Reproductive structures) :

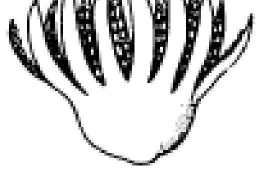
উর্বর পার্শ্বীয় শাখা 'ফুল' বা কোণ (cone) ধারণ করে। একলিঙ্গা বিশিষ্ট স্ত্রী-জনন অঙ্গ বহন করে। মাঝখানে রয়েছে সম উত্তাল অর্ধগোলাকার পুষ্পাকার বা রিসেপট্যাকল (receptacle)। এর উপর একান্তরভাবে বিন্যস্ত রয়েছে দীর্ঘ বৃন্তযুক্ত ডিম্বক এবং ইন্টারসেমিনাল স্কেল বা শল্ক (interseminal scale)। সম্পূর্ণ কোণটা মঞ্জরী পত্র বা bract দ্বারা আবৃত থাকে। ডিম্বক উর্ধ্বমুখী (orthotropous) নিউসেলাস ডিম্বকত্বক দ্বারা আবৃত থাকে, ডিম্বক রন্ধ্র ব্যতীত। ডিম্বকত্বক লম্বা মাইক্রোপাইলার নল গঠন করে। ইন্টার সেমিনাল স্কেলগুলি সমভাবে সজ্জিত থাকে ও একটা রক্ষা আবরণ হিসাবে কাজ করে। স্ত্রী জনন অঙ্গ Williamsonia নামে অভিহিত করা হয় (চিত্র 13.3.3a-b)।

চিত্র : 13.3.3a
স্ত্রী-জনন অঙ্গ

চিত্র : 13.3.3b
স্ত্রী-পুষ্প বা ডিম্বক

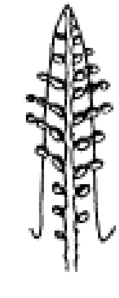
Weltrichia নামে পুংজনন অঙ্গা পরিচিত এবং নানা প্রজাতি বর্তমান। পুংরেণু পত্রগুলি আবর্তাকারে সজ্জিত। নীচের অংশ যুক্ত হয়ে পেয়ালাকৃতি আকার ধারণ করে, উপরের দিকে যুক্ত থাকে। প্রায় 20-30 পুংরেণু পত্র থাকে। প্রত্যেক পুংরেণু পত্র পার্শ্বীয় পত্রক বহন করে যা পরবর্তীকালে সাইন্যানজিয়াম ধারণ করে। পুংরেণু মনোকলপেট (monocolpate) প্রকৃতির (চিত্র 13.3.4a-e)।

চিত্র : 13.3.4a
পুংজনন অঙ্গা
Weltrichia spectabilis



চিত্র : 13.3.4b
পুং জনন অঙ্গা
Weltrichia whitbiensis

চিত্র : 13.3.4c
পুং জনন অঙ্গা
Weltrichia santalensis



চিত্র : 13.3.4d
সাইন্যানজিয়াম সহ পুংরেণুপত্র
Weltrichia spectabilis

চিত্র : 13.3.4e
সাইন্যানজিয়াম সহ পুংরেণুপত্র
Weltrichia whitbienties

Williamsonia-র পরিণত বীজগুলি (Sharma, 1970) সবৃন্তক, দ্বিবীজপত্রী এবং সস্যল (endospermic)। বীজত্বক সুস্পষ্ট, ভিতরের অংশ প্যারেনকাইমা কোষ দ্বারা গঠিত ও ভ্যাসকুলার অংশযুক্ত।

13.4 কর্ডাইটিস (*Cordaites*)

উদ্ভিদ জগতে স্থান— (*Systematic position*)

শ্রেণি : *কনিফেরোপসিডা* (*Coniperopsida*)

বর্গ : *কর্ডাইটেলিস* (*Cordaitales*)

গোত্র : *কর্ডাইটেসি* (*Cordaitaceae*)

গণ : *কর্ডাইটিস্* (*Cordaites*)

13.4.1 বিস্তৃতি :

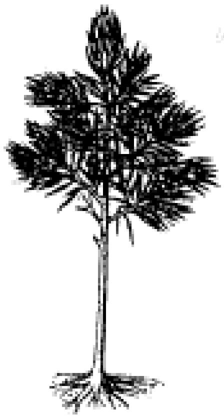
কর্ডাইটেলিস বর্গের উদ্ভিদরা পারমোকার্বোনি ফেরাস (Permo Carboniferous) যুগে উদ্ভব হয়ে জ্যুরাসিক যুগে নিঃশেষ হয়ে যায়। কার্বোনিফেরাস যুগে এই সকল উদ্ভিদ বিশাল বনভূমি সৃষ্টি করেছিল। সাইবেরিয়া, চীন, ভারতবর্ষ, অস্ট্রেলিয়া, দক্ষিণ আফ্রিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, আইওয়া এবং কানসাস এর পারমোকার্বোনিফেরাস যুগে এদের প্রাচুর্য ছিল।

13.4.2 নাম করণ (Nomenclature) :

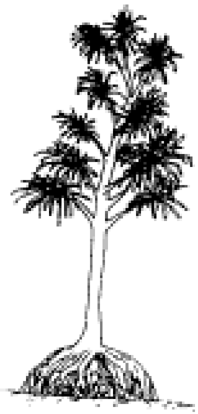
কর্ডাইটিস প্রথমে পাতার নামকরণ করা হয়। পরবর্তীকালে সমগ্র উদ্ভিদটিই এই নামে অভিহিত করা হয়। কাণ্ড—কর্ডাইজাইলন (*Cordaioxylon*), ডাডোজাইলন (*Dadoxylon*), মেসোজাইলন (*Mesoxylon*) নামে পরিচিত। মূলকে অ্যামাইলন (*Amyelon*) স্রবিলাসকে কর্ডাটিঅ্যানসাস (*Cordaitanthus*) মজ্জাকে আরটিসিয়া (*Artisia*) এবং বীজকে কর্ডাইকারপাস (*Cordaicarpus*) বলা হয়।

13.4.3 রেণুধর উদ্ভিদ : Scott (1909) এই উদ্ভিদটির বিভিন্ন অংশ একত্রিত করে পুনর্গঠন করেন ও নিম্নরূপ দেন। বিশালবৃক্ষ জাতীয় উদ্ভিদ, উচ্চতায় প্রায় 30m এবং ব্যাসে প্রায় 1m অগ্রভাগে সর্পিলাকারে সজ্জিত সরল পাতা, যার কক্ষে শাখা উৎপন্ন হয় অর্থাৎ অগ্রভাগ শাখান্বিত। পাতা সরল, সূঁচালো, শক্ত, বৃন্তবিহীন, মধ্যশিরাবিহীন। শিরাবিন্যাস সমান্তরাল প্রকৃতির। শাখা বহন করে পুং ও স্ত্রীজনন অঙ্গ। মূল বর্তমান, এবং অনেক দূর পর্যন্ত বিস্তৃত।

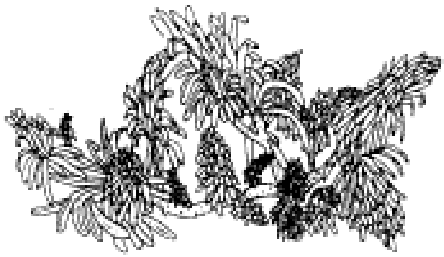
পরবর্তীকালে Cridland (1964) এর পুনর্গঠন করেন একটা 5m উচ্চতার উদ্ভিদ যার ঠেস মূল (Stilt roots) বর্তমান ম্যানগ্রোভ এর মতো। ফলে ধারণা করা হয় যে এই জাতীয় উদ্ভিদের বসতি সামুদ্রিক অঞ্চলে ছিল। যেমন বর্তমানে ম্যানগ্রোভ জাতীয় উদ্ভিদ আছে। পরবর্তীকালে গবেষণা অনুযায়ী ধারণা করা হয়েছে যে অন্তত একটা প্রজাতি বিরুৎ জাতীয়। পাতার আকারের উপর ভিত্তি করে Cordaites কে তিন প্রকারে ভাগ করা যায়। প্রসারিত পাতা যুক্ত ইউকর্ডাইটিস (Eu-Cordaites), ভল্লাকার বা ল্যান্সসিয়োলেট পাতা যুক্ত ডরি কর্ডাইটিস (Dory-Cordaites) এবং সরু পাতা যুক্ত বা পোয়া কর্ডাইটিস (Poa Cordaites) (চিত্র 13.4. 1a-e)। পাতার অন্তর্গঠনে স্থূল কিউটিকলযুক্ত উর্ধ্বত্বক বর্তমান। এর নীচে স্থূল প্রাচীরযুক্ত স্ক্লেরেনকাইমা হাইপোডারমিস। হাইপোডারমিস নালিকা বান্ডিল পর্যন্ত প্রসারিত। মেসোফিল কলা প্যালিসেড ও স্পঞ্জিতে স্পষ্টভাবে বিভেদিত নয়। নিম্নত্বকে হ্যাপ্লোচেলিক পত্ররন্ধ্র বর্তমান (চিত্র 13.4.2)। কাণ্ড অনেক নামে পরিচিত



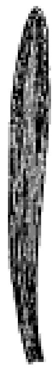
চিত্র : 13.4.1a
পুনর্গঠিত উদ্ভিদ
(Scott, 1909)



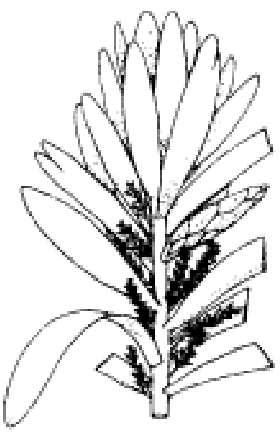
চিত্র : 13.4.1b পুনর্গঠিত উদ্ভিদ
(Cridland, 1964)



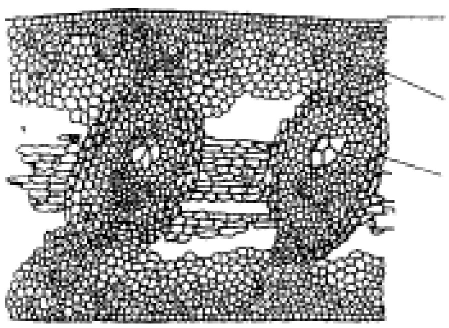
চিত্র : 13.4.1c বিরুৎ জাতীয় প্রজাতি



চিত্র : 13.4.1e পাতা

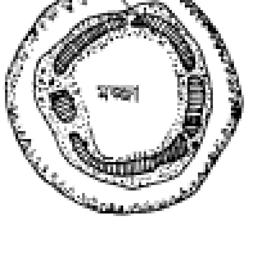


চিত্র : 13.4.1d পাতা ও পুষ্পবিন্যাসের একাংশ

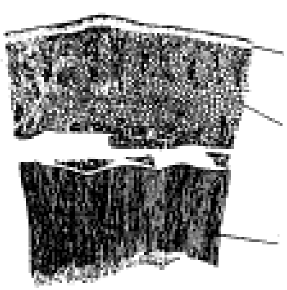


চিত্র : 13.4.2 পাতার প্রস্থচ্ছেদ

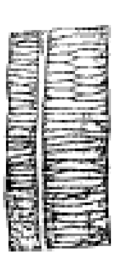
চিত্র : 13.4.3c কাণ্ডের লম্বচ্ছেদ



চিত্র : 13.4.3a Cordaixycon
কাণ্ডের প্রস্তচ্ছেদ

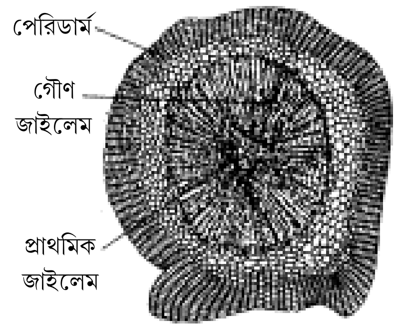


চিত্র : 13.4.3b কাণ্ডের
প্রস্তচ্ছেদ (কোষীয়)



চিত্র : 13.4.3d Artisia
মজ্জা কাষ্ঠ

যথা, *Dadoxylon, Cordaixylon, Mesoxylon* ইত্যাদি। প্রস্তচ্ছেদে কাণ্ডের কেন্দ্রস্থলে বিশাল মজ্জা থাকে, যাকে ঘিরে রয়েছে প্রাথমিক জাইলেম তারপর গৌণ কাষ্ঠাল কলা- পিক্নোজাইলিক (*pycnoxylic*) প্রকৃতির। প্রাথমিক জাইলেম এন্ডার্ক মজ্জা কাষ্ঠ (cast) রূপে সংরক্ষিত (*Artisia*) নামকরণ করা হয়েছে (চিত্র 13.4.3a-d)। মূলকে *Amyelon* বলা হয়। অন্তর্গঠনে মাঝখানে 2-4 এক্সার্ক প্রোটোজাইলেন বর্তমান। তার বাইরে রয়েছে গৌণ জাইলেম এবং পেরিডার্ম (চিত্র 13.4.4)।

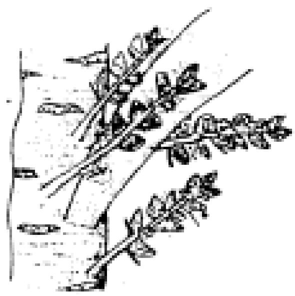


চিত্র : 13.4.4 Amyelon
মূলের প্রস্তচ্ছেদ

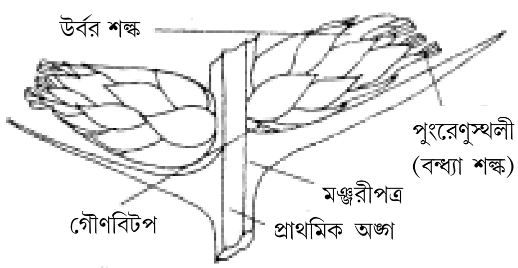
13.4.4 জনন অঙ্গা :

জনন অঙ্গা একলিঙ্গা এবং একে স্ট্রোবিলাস বা পুষ্পবিন্যাস বলা হয়।

পুং এবং স্ত্রীজনন অঙ্গাকে (Cordaitanthus) বলা হয়। জনন অঙ্গা একটি প্রাথমিক অঙ্গোর উপর বিন্যস্ত থাকে। প্রাথমিক অঙ্গা গৌণ বিটপ (secondary shoot) ধারণ করে মঞ্জরী পত্রের কক্ষে। গৌণ বিটপ এর বৃদ্ধি নিয়ত এবং সর্পিলাকারে বহন করে শল্ক বা scale. বেশিরভাগ শল্ক বন্ধ্যা, কেবল মাত্র উপরের কয়েকটি থাকে উর্বর এবং পুংরেণুস্থলী অথবা ডিম্বক ধারণ করে (চিত্র 13.4.5a-b)।

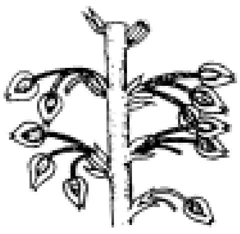

চিত্র : 13.4.5a
Cordaitnthus স্ট্রোবিলাম

পুংজনন অঙ্গা— *Cordaitanthus concinnus* নামে পরিচিত। গৌণ বিটপে 25-40 শল্ক বর্তমান এবং 5-10 থাকে উর্বর। প্রতিটি উর্বর শল্ক 6টা করে পুংরেণুস্থলী ধারণ করে। রেণুস্থলীর মধ্যে পুংরেণু বিদ্যমান (চিত্র 13.4.5b)।



চিত্র : 13.4.5b *Cordaitanthus*
পুংজনন অঙ্গা

স্ত্রী জনন অঙ্গা— *Cordaitanthus pseudofluitans* স্ত্রী জনন অঙ্গোর নাম। গঠনে পুংজনন অঙ্গোর মতোই। গৌণ বিটপ 16-20 সর্পিলাকারে সজ্জিত শল্ক দ্বারা গঠিত। 4-6 শল্ক উর্বর এবং প্রতিটির অগ্রভাগে একটা করে বিদ্যমান। ডিম্বক প্ল্যাটিস্পারমিক (platyspermic) ডিম্বকের মধ্যে নিউসেলাস আছে। এবং তা ইনটেগুমেন্ট


চিত্র : 13.4.6a *Cordaitanthus*
স্ত্রীজনন অঙ্গা

চিত্র : 13.4.6b
Cordaites বীজ

চিত্র : 13.4.6c
Mitrospermum-এর লম্বচ্ছেদ

দ্বারা আবৃত কেবল মাত্র মাইক্রোপাইল ছাড়া যেখানে লম্বা মাইক্রোপাইলার নালি গঠন করে। বীজ ঝুলন্ত অবস্থায় থাকে। পরিণত বীজকে Cordaicarpus বলা হয়। এছাড়া Cardiocarpus, Mitrospermum, Samaropsis নামেও বীজ আছে (চিত্র 13.4.6a-c)।

13.5 সারাংশ

Lyginopteris, Williamsonia এবং *Cordaites* তিনটি নামকরা পুনর্গঠিত জীবাশ্ম উদ্ভিদ। বিভিন্ন অঙ্গা একত্রিত করে বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক বিভিন্ন সময় তা পুনর্নির্মাণ করেছেন। এদের মধ্যে *Lyginopteris* এবং *Cordaites* প্রধানত প্যালিওজোইক যুগের উদ্ভিদ আর *Williamsonia* মেসোজোইক যুগের।

13.6 প্রশ্নাবলি

1. Lyginopteris oldhamia কে, কবে পুনর্গঠন করেন? তার বিভিন্ন খণ্ডিত অংশের নাম লিখুন। এটা কোনযুগের উদ্ভিদ?
2. পুনর্গঠিত রেণুধর উদ্ভিদের বর্ণনা করুন।
3. Lyginopteris এর কান্ডের অন্তর্গঠন বর্ণনা করুন।
4. Lyginopteris এর জনন অঙ্গোর বর্ণনা করুন।
5. Williamsonia sewardiana কে, কবে পুনর্গঠন করেন? কোন যুগে এদের পাওয়া যায়। ভারতবর্ষে কোন যুগ এবং স্থান থেকে এদের পাওয়া গেছে?
6. পুনর্গঠিত Williamsonia রেণুধর উদ্ভিদের বর্ণনা দিন।
7. Williamsonia-এর জনন অঙ্গোর বর্ণনা করুন।
8. Cordaites কোন যুগের উদ্ভিদ? উদ্ভিদটি পুনর্গঠন করা হয় কোন কোন খণ্ডিত অংশ থেকে?
9. Cordaites এর বিভিন্ন পুনর্গঠন এর বর্ণনা দিন।
10. Cordaites এর পাতা কয় প্রকারের তা বর্ণনা করুন।
11. Cordaites এর কাণ্ড, পাতা ও মূলের অন্তর্গঠন বর্ণনা করুন।
12. Cordaites এর জনন অংশের বর্ণনা দিন।

13.7 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 13.2.2, 13.2.3 দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 13.2.3 দেখুন।
3. অনুচ্ছেদ 13.2.3 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 13.2.4 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 13.3.1, 13.3.2 দেখুন।
6. অনুচ্ছেদ 13.3.3 দেখুন।

7. অনুচ্ছেদ 13.3.4 দেখুন।
8. অনুচ্ছেদ 13.4.1, 13.4.2 দেখুন।
9. অনুচ্ছেদ 13.4.3 দেখুন।
10. অনুচ্ছেদ 13.4.3 দেখুন।
11. অনুচ্ছেদ 13.4.3 দেখুন।
12. অনুচ্ছেদ 13.4.4 দেখুন।

একক 14 ❑ জিম্‌নোস্পার্মের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন

গঠন

14.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

14.2 পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন

14.3 স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন

14.4 সারাংশ

14.5 প্রশ্নাবলি

14.6 উত্তরমালা

14.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

ব্যক্তবীজী উদ্ভিদে প্রধান উদ্ভিদদেহ রেণুধর। লিঙ্গাধর উদ্ভিদ হ্রাসপ্রাপ্ত ও সীমিত হয় এবং রেণুধরের উপর নির্ভরশীল। ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ অসমরেণুপ্রসূ হওয়াতে সবসময় দুই ধরনের লিঙ্গাধর উদ্ভিদের উৎপত্তি হয়—পুং ও স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ।

অধিকাংশ ক্ষেত্রে স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদটি বহুকোষী এবং প্রায় সকল ক্ষেত্রে স্ত্রীধানী বহন করে। পুং লিঙ্গাধর উদ্ভিদ ক্ষুদ্র এবং নিশ্চল ফ্ল্যাজেলাবিহীন অথবা ফ্ল্যাজেলাযুক্ত সচল শুক্রাণু উৎপন্ন করে। স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদে সস্য কলা নিষেকের পূর্বেই গঠিত হয় এবং হ্যাপ্লয়েড প্রকৃতির হয়। নিম্নে ব্যক্তবীজী উদ্ভিদ এর লিঙ্গাধর দশা নিয়ে আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য :

এই একক পাঠ করে আপনি ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের লিঙ্গাধর দশা কিরূপ তার সুস্পষ্ট ধারণা হবে। পুং লিঙ্গাধর এবং স্ত্রীলিঙ্গাধর দশার বিভিন্ন শ্রেণিতে কী ধরনের পরিবর্তন হয় তা জানতে পারবেন। এই পরিবর্তন বিবর্তনের কোন পথে চলছে এবং কোন গণ উন্নত তার সম্বন্ধেও ধারণা হবে। সর্বশেষে গুপ্তবীজীর বৈশিষ্ট্যগুলি কোন গণ এ প্রকটভাবে দেখা যাবে।

14.2 পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ এর বিবর্তন

পুংরেণুই পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। পুংরেণুগুলি বহিত্বক (exine) এবং অন্তত্বক্ (intine) দ্বারা আবৃত থাকে। পুংরেণুস্থলীর মধ্যেই পুংরেণুর অঙ্কুরোদ্গম শুরু হয়। এই অনুচ্ছেদে আমাদের পঠিত জীবিত গণের মধ্যে বিবর্তনের ধারা নিয়েই আলোচনা করব। যদিও তাতে আমাদের সম্পূর্ণ ধারণা হবে না, কারণ অন্যান্য গণের মধ্যে কি পরিবর্তন ঘটছে তা জানা না থাকলে বিবর্তন সম্পর্কে সম্পূর্ণ ছবিও বোঝা যাবে না। এই আলোচনায় আমরা অবলুপ্ত গণদের অন্তর্ভুক্ত করব না, কারণ এই সব ক্ষেত্রে লিঙ্গাধর উদ্ভিদ সহজে জীবাশ্মে পরিণত হয় না।

Cycas এ পুংরেণু আকৃতিতে গোলাকার। পুংরেণুর নিউক্লিয়াস বিভক্ত হয়ে একটা ছোটো স্থায়ী প্রোথ্যালীয়

কোষ (*prothallial cell*) এবং একটি বড়ো পুংধানী কোষ (*antheridial cell*) গঠন করে। পুংধানী কোষটি পুনরায় বিভাজিত হয়ে প্রোথ্যালীয় কোষ সংলগ্ন একটি জনন কোষ (*generative cell*) এবং একটি বড়ো নালি কোষ (*tube cell*) গঠন করে। এইরূপ তিনটি কোষ বিশিষ্ট অবস্থায় পুংরেণুগুলি পুংরেণুস্থলী থেকে নির্গত হয়ে বায়ুর দ্বারা বাহিত হয়ে চতুর্দিকে ছড়িয়ে পড়ে এবং ডিম্বকরন্ধ্রে স্থানান্তরিত হয়। পুংলিঙ্গাধরের পরবর্তী পরিস্ফুটন পরাগযোগের পর সম্পন্ন হয়। ডিম্বকরন্ধ্রে নালি কোষ দীর্ঘাকার পরাগনালি গঠন করে এবং জনন কোষ বিভাজিত হয়ে একটি **বৃন্ত কোষ** (stalk cell) এবং একটি **দেহ কোষ** (body cell) গঠন করে। বৃন্তকোষটি নিষ্ক্রিয়, দেহ কোষ সক্রিয় এবং বিভক্ত হয়ে দুইটি বৃহৎ সর্পিলাকারে প্যাঁচানো বহুফ্ল্যাজেলাযুক্ত শুক্রাণু (sperm) উৎপন্ন করে। সুতরাং *Cycas* এ কেবলমাত্র একটা প্রোথ্যালীয় কোষ হয় এবং শুক্রাণুগুলি সচল ফ্ল্যাজেলাযুক্ত।

Pinus এর ক্ষেত্রে পুংরেণুগুলি দুইটি ডানা যুক্ত। পুংরেণুর নিউক্লিয়াসটি বিভক্ত হয়ে দুইটি অসমান কোষের সৃষ্টি করে। প্রথমটি ছোটো প্রথম প্রোথ্যালীয় কোষ (*first prothallial cell*) এবং পরেরটি বড়ো। এই কোষটি আবারও অসমানভাবে বিভক্ত হয়ে দুইটি কোষ গঠন করে দ্বিতীয় প্রোথ্যালীয় কোষ (*second prothallial cell*) এবং পুংধানী কোষ (*autheridial cell*) প্রোথ্যালীয় কোষ দুইটি শীঘ্রই নষ্ট হয়ে যায়। অর্থাৎ *Pinus* এ দুইটি প্রোথ্যালীয় কোষ উৎপন্ন হয়। পুংধানী কোষ পরবর্তীকালে বিভাজিত হয়ে একটি জনন কোষ (*generative cell*) এবং একটি নালি কোষ উৎপন্ন করে। চারটি কোষ বিশিষ্ট অবস্থায় পুংরেণুগুলি পুংরেণুস্থলী থেকে নির্গত হয়ে বায়ুর মাধ্যমে ছড়িয়ে পড়ে ও ডিম্বকের ডিম্বকরন্ধ্রে এসে পৌঁছয়। এখানে নালিকোষ দীর্ঘ পরাগনালি তৈরি হয়ে জনন কোষ একটি বৃন্ত কোষ ও একটি দেহ কোষে বিভাজিত হয়। পরবর্তীকালে নিষেকের ঠিক আগে দেহ কোষটি দুইটি নগ্ন, নিশ্চল পুংকোষে বা শুক্রাণুতে বিভক্ত হয়।

Gnetum এর ক্ষেত্রেও পুংরেণু পুংলিঙ্গাধরের প্রথম কোষ। পুংরেণুর নিউক্লিয়াসটি বিভক্ত হয়ে একটি ছোটো প্রোথ্যালীয় কোষ (*prothallial cell*) গঠন করে এবং পরবর্তীকালে পুংলিঙ্গাধর গঠনে এর আর কোনো কাজ থাকে না এবং বিনষ্ট হয়ে যায়। অন্য বড় আকৃতির নিউক্লিয়াসটি পুনরায় বিভাজিত হয়ে নালি এবং জনন কোষ সৃষ্টি করে। এই তিনটি কোষের দশায় পরাগযোগ ঘটে। ডিম্বকরন্ধ্র পরবর্তী পরিস্ফুটন ঘটে। পরাগনালি উৎপন্ন হয় এবং জনন কোষটি দুইটি অচল নগ্ন পুংগ্যামেট বা পুংকোষ সৃষ্টি করে। প্রোথ্যালীর কোষটি পরবর্তীকালে বিনষ্ট হয়। নিটামে কোনো বৃন্তকোষ গঠিত হয় না।

এই তিনটি গণ *Cycas, Pinus* ও *Gnetum*-এ আমরা বিবর্তনের একটা ধারা দেখতে পারছি। *Cycas* এ একটা প্রোথ্যালীয় কোষ বর্তমান এবং তা স্থায়ী। আবার *Cycas* এ আপনারা দেখতে পারছেন যে শুক্রাণু বৃহৎ, সচল এবং বহু ফ্ল্যাজেলাযুক্ত যেমন নিম্নশ্রেণির উদ্ভিদে থাকে। *Pinus* এ যদিও দুইটি প্রোথ্যালীয় কোষ উৎপন্ন হচ্ছে কিন্তু তা শীঘ্রই বিনষ্ট হয়ে যায়। অপরদিকে *Pinus* এ শুক্রাণু নগ্ন, অচল ও ফ্ল্যাজেলাবিহীন— উন্নত বৈশিষ্ট্যের লক্ষণ। অবশেষে *gnetum* এ আপনারা আরও বেশি উন্নত বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করবেন এবং গুপ্তবীজীর সঙ্গো অনেক ক্ষেত্রে সাদৃশ্য রয়েছে। এখানে কোনো বৃন্ত কোষ থাকে না যেমন গুপ্তবীজীতে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদ *Cycas* অপেক্ষা *Pinus* অপেক্ষা *Gnetum* বহু ক্ষেত্রেই উন্নত এবং *Gnetum* অনেকটা গুপ্তবীজীর বৈশিষ্ট্য বহন করছে।

14.3 স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন

সকলক্ষেত্রেই স্ত্রীরেণুই স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের প্রথম কোষ। স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদ মনোস্পোরিক (যেমন *Cycas* এবং *Pinus* এ) অথবা টেট্রাস্পোরিক (যেমন *Gnetum*) হতে পারে। স্ত্রীলিঙ্গাধর পরিস্ফুটন স্ত্রীরেণুস্থলীর মধ্যেই

হয়। *Cycas* এবং *Pinus* এর ক্ষেত্রে সক্রিয় স্ত্রীরেণুটি আকারে বড়ো হয় এবং নিউক্লিয়াসটি অবাধ নিউক্লীয় (free nuclear) বিভাজন পদ্ধতিতে ক্রমাগত বিভাজিত হয়ে অসংখ্য নিউক্লিয়াস উৎপন্ন করে। নিউক্লিয়াসগুলি সাইটোপ্লাজমের মধ্যে অবস্থান করে। এর পর স্ত্রীরেণুর কেন্দ্রস্থলে একটি গহ্বরের সৃষ্টি হয়, ফলে মুক্ত নিউক্লিয়াসগুলি পরিধির দিকে অবস্থান করে। এরপর কোষ প্রাচীর গঠিত হতে থাকে পরিধির দিক থেকে শুরু করে ক্রমশ কেন্দ্রের দিকে এবং অবশেষে কেন্দ্রস্থ গহ্বরের বিলুপ্তি ঘটে। ফলে স্ত্রীলিঙ্গাধরটি কোষীয় কলায় পূর্ণ হয়ে যায়। এই কলাকে সস্য কলা বলা হয়। ব্যক্তবীজীর এই সস্যকলা নিষেকের পূর্বেই গঠিত হয় এবং এটি হ্যাপ্লয়েড প্রকৃতির।

Gnetum এ স্ত্রীলিঙ্গাধর টেট্রাস্পোরিক অর্থাৎ চারটি স্ত্রীরেণু নিউক্লিয়াস সক্রিয়। ক্রমান্বয়ে বিভাজিত হয়ে বহু সংখ্যক মুক্ত নিউক্লিয়াস গঠন করে। এই নিউক্লিয়াসগুলি স্ত্রীলিঙ্গাধরের মধ্যবর্তী একটা গহ্বরের চারিদিকে ছড়িয়ে থাকে। পরবর্তীকালে কোষ প্রাচীর গঠিত হয় নিম্নভাগ থেকে এবং ক্রমান্বয়ে উপরের দিকে প্রসারিত হয়। কিন্তু সম্পূর্ণ কোষ তৈরি হয় না। উপরের অংশে কিছু মুক্ত নিউক্লিয়াস থাকে। সেগুলো আকারে বৃহৎ হয়ে ডিম্বাণু গঠন করে। তাই নিটামে কোনো স্ত্রীধানী থাকে না। এটা একটা বিশেষ গুপ্তবীজী বৈশিষ্ট্য। এরপর নিষেকের ফলে ভ্রূণ গঠন করে। নিষেকের পর উপরের অংশে যে মুক্ত নিউক্লিয়াস ছিল তা কোষ প্রাচীর গঠন করে। তাই নিটামে সস্য আংশিক নিষেকের আগে এবং বাকিটা নিষেকের পরে গঠিত হয়। এই ক্ষেত্রের নিটাম অনেকটাই গুপ্তবীজীর বৈশিষ্ট্য বহন করে। যেমন, রেণুধর উদ্ভিদ গুল্ম অথবা বৃক্ষ—বেশির ভাগই কাষ্ঠল রোহিণী। কাণ্ডবেষ্টক। পাতা বড়ো, সম্পূর্ণ জালিকাকার শিরাবিন্যাসযুক্ত। দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদের কাণ্ডের মতো এই ক্ষেত্রেও কাণ্ডের গৌণবৃদ্ধি ক্যাম্বিয়ামের সক্রিয়তার ফলে ঘটে। জাইলেমে ট্যাকিয়া বা ভেসিল থাকে। তিন নিউক্লিয়াসযুক্ত অবস্থায় পুংরেণু পরাগস্থলী থেকে বাইরে আসে। এই তিনকোষযুক্ত অবস্থায় পরাগযোগ বায়ু ও পতঙ্গের দ্বারা ঘটে। স্ত্রীলিঙ্গাধর টেট্রাস্পোরিক। স্ত্রীধানী অনুপস্থিত। নিটামের সস্য কোষীয়, যদিও সস্য কলা আংশিক নিষেকের আগে ও নিষেকের পরে সম্পন্ন হয়ে থাকে। হ্যাপ্লয়েড (n) ও ডিপ্লয়েড (2n) উভয় প্রকৃতির। নিটামের ডিম্বকের ডিম্বকত্বকটি বৃদ্ধি পেয়ে ডিম্বকরন্ধ্র নালি (micropylar tube) গঠন করে।

তুলনামূলক ভাবে তিনটি গণ বিশ্লেষণ করলে আপনারা দেখবেন যে *Cycas, Pinus* এর তুলনায় *Gnetum* অনেক ক্ষেত্রে উন্নত এবং গুপ্তবীজীর বৈশিষ্ট্য লক্ষ করা যায়।

14.4 সারাংশ

সমগ্রভাবে আপনাদের পাঠ্য তিনটি গুণ এ পুং ও স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন লক্ষ করলে দেখা যাবে যে উভয় ক্ষেত্রেই *Cycas, Pinus* এর তুলনায় *Gnetum* অনেক বেশি উন্নত ও গুপ্তবীজী বৈশিষ্ট্য বহন করে।

14.5 প্রশ্নাবলি

1. জিম্‌নোস্পার্মের পুংলিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন আলোচনা করুন। কোনটা বেশি উন্নত?
2. জিম্‌নোস্পার্মের স্ত্রীলিঙ্গাধর উদ্ভিদের বিবর্তন আলোচনা করুন এবং কোনটা উন্নত তা উল্লেখ করুন।

14.6 উত্তরমালা

1. অনুচ্ছেদ 14.2 দেখুন।
2. অনুচ্ছেদ 14.3 দেখুন।

একক 15 ❑ জীবাশ্ম সম্পর্কে সংক্ষিপ্ত ধারণা

গঠন

15.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
15.2 জীবাশ্মের সংজ্ঞা
15.3 জীবাশ্ম চর্চার সংক্ষিপ্ত ইতিহাস
15.3.1 পুরাউদ্ভিদবিদ্যার ইতিহাস
15.4 জীবাশ্মবাহী শিলার প্রকৃতি
15.5 অশ্মীভবনের ধরন ও জীবাশ্মের প্রকার
15.6 জীবাশ্মীকরণ পদ্ধতি ও সংরক্ষণের শর্তসমূহ
15.7 জীবাশ্মের নামকরণ
15.8 জীবাশ্ম থেকে জীবদেহের পুনর্গঠন
15.9 জীবাশ্ম পরীক্ষার বিভিন্ন পদ্ধতি
15.10 জীবাশ্মের গুরুত্ব
15.11 সারাংশ
15.12 প্রশ্নাবলি ও উত্তরমালা

15.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

পৃথিবীতে আদিম প্রাণের চিহ্নই জীবাশ্ম বা ফসিল (fossil)। এগুলি যেন সুপ্রাচীন পৃথিবীর আত্মকথার এক একটি পাতা। জীবাশ্মবাহী পাথরগুলো হল হারিয়ে যাওয়া অতীত ইতিহাসের সাক্ষী। এগুলি একদিকে যেমন বলে দেয় উদ্ভিদ ও প্রাণীজগতের উৎপত্তি অবলুপ্তি কিংবা ক্রমবিকাশের কথা, তেমনি জানতে সাহায্য করে সমুদ্র, মহাদেশ, মেরুপ্রদেশের প্রাচীন অবস্থান কেমন ছিল। এমনকি, প্রাচীন পৃথিবীর বিভিন্ন সময়ে পরিবেশের বিভিন্ন খুঁটিনাটি বিষয় সম্পর্কের অনেক তথ্য জীবাশ্ম থেকে পাওয়া যায়।

উদ্দেশ্য : জীবশ্ম সম্পর্কে মানুষ চিরকৌতূহলী। প্রাচীন পৃথিবীর হারিয়ে যাওয়া জীবনের অনুসন্ধানে এখন প্রধান সহায় হল জীবাশ্ম। এই এককটি পাঠ করে আপনারা জীবাশ্মের সংজ্ঞা, প্রকার, এদের নামকরণ, জীবাশ্মীকরণের পদ্ধতি এবং জীবশ্মের গুরুত্ব সম্পর্কে সম্যক অবহিত হবেন।

15.2 জীবাশ্মের সংজ্ঞা

বিভিন্ন প্রাকৃতিক পদ্ধতিতে াটির নীচে চাপা পড়া প্রাণী বা উদ্ভিদের দেহাবশেষকে 'fossil' বা জীবাশ্ম বলা হয়। ফসিল কথাটির উৎপত্তি হয়েছে লাতিন কথা 'ফসিলিস' (fossilis) থেকে যার মানে হল খুঁড়ে বার করা। তাই

রোমান সাম্রাজ্যের সময় থেকে অষ্টাদশ শতক পর্যন্ত জীবাশ্ম বলতে বোঝাত যা কিছু মাটি খুঁড়ে পাওয়া যেত তাকেই। এখন অবশ্য জীবাশ্ম বলতে ভূতাত্ত্বিক যুগের প্রাণের চিহ্নকেই বোঝায় যার মধ্যে পড়ে উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহাবশেষ ও তাদের জৈবিক কর্মের চিহ্ন। জৈবিক কর্মের চিহ্ন বলতে আদিম প্রাণীর পায়ের ছাপ, সুড়ঙ্গ বা গর্ত, চলাফেরার দাগ এবং দৈহিক বিক্রিয়াজাত পদার্থ ইত্যাদিকে বোঝায়।

বিজ্ঞানী শফ্ (Schopf, 1975) জীবাশ্মকে হোলোসিন (holocene) ভূস্তরীয় কাল সারণীর নবীনতম উপযুগ যা আজ থেকে 10,000 বছর অতীতকে বোঝায় বা তার থেকে বেশি প্রাচীন প্রাণের অস্তিত্বের প্রামাণ্য চিহ্ন হিসেবে বর্ণনা করেছেন। পুরাউদ্ভিদবিদ স্টুয়ার্ট ও রথওয়েল (Stewart ও Rothwell, 1992) জীবাশ্মকে প্রাচীন প্রাণের প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ প্রমাণ বলে অভিহিত করেছেন। এখানে উদ্ভিদ ও প্রাণীর দেহাবশেষকে প্রত্যক্ষ প্রমাণ এবং তাদের জৈবিক কর্মের চিহ্নকে পরোক্ষ প্রমাণ হিসেবে মনে করা হয়।

অনেক বিজ্ঞানী চার হাজার খ্রিস্টপূর্ব পর্যন্ত সময়কে জীবাশ্মের সীমারেখা হিসেবে মনে করেন। পরবর্তী কালের জীবাশ্মকে পরাজীবাশ্ম (subfossil) বলা যেতে পারে। এদের নিয়ে গবেষণা কিছুটা জীববিদ্যা, কিছুটা নৃতত্ত্ব (anthropology) বা প্রত্নতত্ত্বের (archaeology) আওতার মধ্যে পড়ে।

15.3 জীবাশ্মচর্চার সংক্ষিপ্ত ইতিহাস

জীবাশ্মের বিজ্ঞানভিত্তিক চর্চার শুরু হয় ইউরোপে অষ্টাদশ শতাব্দীর শেষভাগে। ব্রিটেনের উইলিয়াম স্মিথ (William Smith, 1769-1839) এবং ফ্রান্সের ব্যারন কুভিয়ের (Gorges Baron Cuvier, 1769-1832) সর্বপ্রথম জীবাশ্মচর্চা শুরু করেন। স্মিথ সর্বপ্রথম শিলাস্তর বিন্যাসে (stratigraphy) জীবাশ্মের প্রয়োগ বিষয়ক গবেষণা করেন। তাঁর মতে প্রতিটি শিলাস্তরে কিছু বিশেষ জীবাশ্ম থাকে যা স্তরটিকে ঊর্ধ্বে ও অধস্তর থেকে পৃথক করতে সাহায্য করে।

কুভিয়ের জীবিত প্রাণীর অঙ্গসংস্থানের সঙ্গে অশ্মীভূত প্রাণীর তুলনামূলক বিচার করে তাদের পুনর্গঠন করেন যা থেকে প্রমাণিত হয় যে অতীতে এমন সব প্রাণীরা ছিল যারা অবলুপ্ত হলেও তাদের দেহগঠন বর্তমান প্রাণীদের মতোই ছিল। তাই গবেষণা থেকে বর্তমান প্রাণী ও উদ্ভিদের সঙ্গে অতীতের জীবকুলের তুলনা করার পথ প্রশস্ত হয়।

15.3.1 পুরাউদ্ভিদবিদ্যার ইতিহাস

1820 খ্রিস্টাব্দে স্টার্নবার্গ (Sternberg), সর্বপ্রথম পুরাউদ্ভিদবিদ্যা (Palaeobotany) সম্বন্ধে বই প্রকাশ করেন এবং এই বছরটিকে উদ্ভিদ জীবাশ্মের দ্বিপদ নামকরণের সূচনার তারিখ বলে গণ্য করা হয়। পরে ব্রনিয়ার্ট (Brongniart, 1828), তাঁর গ্রন্থে ভূতাত্ত্বিক কাল অনুযায়ী পুরাউদ্ভিদকে শ্রেণিবদ্ধ করেছেন। যেমন (1) ক্রিপ্টোগামের (Cryptogam) যুগ, (2) ফার্ণ ও কনিফারদের যুগ, (3) সাইকাডদের যুগ এবং (4) গুপ্তবীজীদের যুগ। সময়ের সঙ্গে সঙ্গে উদ্ভিদদেহের গঠনশৈলী যে সরল থেকে ক্রমশ জটিলতর হয়েছে তার স্পষ্ট প্রমাণ এখানে আমরা পাই। ক্রমে ক্রমে পুরাউদ্ভিদবিজ্ঞানীরা অশ্মীভূত উদ্ভিদের অন্তর্গঠন, বিবর্তন, পুরাভৌগোলিক পরিবেশ সম্বন্ধে কৌতূহলী হতে থাকেন। এই সব বিষয়ের ওপর কিছু গ্রন্থও প্রকাশিত হয়। লেখকদের মধ্যে গোয়েপার্ট (Goeppert, 1836) সম লাউবাক (Solms-Laubach, 1887), জাইলার (Zeiller, 1900), পোটোনিয়ে (Potonie, 1921) প্রভৃতি অন্যতম উল্লেখযোগ্য। পরবর্তীকালে আর্নল্ড (Arnold, 1947),

এনড্রিউজ (Andrews, 1947), ডেলিভোরিয়াস (Delevoryas, 1952), চ্যালোনার (Chaloner, 1958), স্টুয়ার্ট (Stewart, 1978), টেলর (Taylor, 1982) প্রমুখ পৃথিবী বিখ্যাত পুরাউদ্ভিদবিদগণের গবেষণালব্ধ ফল আধুনিক পুরাউদ্ভিদবিদার সূচনা করে এবং উদ্ভিদবিদ্যার এই শাখাটি আন্তর্জাতিক প্রতিষ্ঠা ও স্বীকৃতি লাভ করে। ভারতবর্ষ কয়লাসহ অনান্য গণ্ডোয়ানা ভূস্তর সমৃদ্ধ হওয়ায় স্বভাবতই এর ওপর গবেষণার উৎসাহ তৈরি হয়। ভারতীয় ভূতাত্ত্বিক সর্বেক্ষণ (Geological Survey of India) এর প্রতিষ্ঠা হওয়ার পর এই বিভাগের ভূতাত্ত্বিক ওলধাম ও মরিস (Oldham & Morris, 1863), ফাইস্টম্যানটেল (Feistmantel, 1876) ভারতীয় নিম্ন গণ্ডোয়ানার (Lower Gondwana) উদ্ভিদকুল সম্পর্কে বহু প্রামাণ্য তথ্য প্রকাশ করেন যার মাধ্যমে ভারতীয় পুরাউদ্ভিদবিদ্যার সূত্রপাত হয়েছে বলে মনে করা হয়।

অবশ্য ভারতে পুরাউদ্ভিদবিদ্যার অগ্রগতি ও বিস্তারের সূচনা করেন অধ্যাপক বীরবল সাহনি (1918-1953)। তিনি লক্ষ্ণৌতে একটি পুরাউদ্ভিদবিদ্যা গবেষণাগারের (Birbal Sahni Institute of Palaeobotany) প্রতিষ্ঠা করেন যেখানে আজও পুরাউদ্ভিদবিদ্যার বিভিন্ন বিষয় নিয়ে নিয়মিত গবেষণা হয়। পশ্চিমবঙ্গো কলিকাতা বিশ্ববিদ্যালয় থেকে পুরাউদ্ভিদবিদ্যার সূত্রপাত করেন অধ্যাপক অমিয় কুমার ঘোষ। রেণু জীবাশ্মের সাহায্যে সর্বপ্রথম তিনিই ভারতবর্ষে কয়লাস্তর বিন্যাসের চেষ্টা করেন (Ghosh & Sen, 1948)। এছাড়াও তিনি ও তাঁর সহযোগীরা ভারতের কেমব্রিয়ান স্তর (Cambrian) থেকে উদ্ভিদের সম্ভাব্য সংবাহী কলা যুক্ত দেহাংশ ও রেণু আবিষ্কার করেন (Ghosh & Bose. 1952)।

বর্তমানে বীরবল সাহানী পুরাউদ্ভিদবিদ্যা গবেষণাগার ও ভারতীয় ভূতাত্ত্বিক সর্বেক্ষণ (Geological Survey of India) ও. এন. জি. সি. (Oil and Natural Gas Commission) ওয়াদিয়া ইনস্টটিউট অফ্ হিমালয়ান জিওলজি এবং বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়ের (যেমন কলিকাতা, বিশ্বভারতী, বর্ধমান, কলাণী, এলাহাবাদ, নাগপুর, লক্ষ্ণৌ, যোধপুর, ওসমানিয়া, কুরুক্ষেত্র ইত্যাদি) পুরাউদ্ভিদবিদ্যা গবেষণাগারে এই বিষয়ের ওপর নিয়মিত গবেষণা হয়। উপরিউক্ত গবেষণাগারগুলিতে বিভিন্ন সময়ে এম. এন. বোস, কে. আর. সুরঙ্গো, বিষ্ণু মিত্রে, দিব্যদর্শন পন্থ, সি. জি. কে. রামানুগম, বি. ডি. শর্মা প্রমুখ বিখ্যাত পুরাউদ্ভিদবিদগণ গবেষণা করেছেন এবং ভারতীয় পুরাউদ্ভিদবিদ্যাকে সমৃদ্ধ করেছেন।

1954 খ্রিস্টাব্দে আন্তর্জাতিক পুরাউদ্ভিদবিদ্যা সংস্থার (International organization of Palaeobotany) প্রতিষ্ঠা হয়। এই সংস্থা থেকে পৃথিবীর বিভিন্ন প্রান্ত থেকে পুরাউদ্ভিদবিদ্যার বিভিন্ন বিষয়ের ওপর গবেষণালব্ধ ফল প্রকাশিত হয়।

15.4 জীবাশ্মবাহী শিলার প্রকৃতি

প্রান্তলিপি

শিলা (rock) ভূত্বকের প্রাথমিক উপাদান। এক বা একাধিক খনিজ পদার্থ (mineral) নিয়ে তৈরি হয় শিলা। শিলা তিন রকমের হয় (1) আগ্নেয় শিলা (igneous rock), (2) পাললিক শিলা (Sedimentary rock) ও (3) রূপান্তরিত শিলা (Meta morphic rock)।

পাললিক শিলাস্তর জীবাশ্ম সংরক্ষিত হওয়ার জন্য আদর্শ। সাধারণত মিহি কাদাপাথর বা বেলে পাথরে সংরক্ষণ নুড়ি পাথর যুক্ত শিলার থেকে ভালো হয় সমুদ্রজাত (marine) পাথরের স্তর মিষ্টজল জাত (freshwater) পাথরের তুলনায় সুবিন্যস্ত ও মিহি প্রকৃতির হয়। তাছাড়া সমুদ্রজাত স্তরে চুনের পরিমাণ

আগ্নেয় শিলা পৃথিবীর অভ্যন্তরে থাকা তরল শিলা বা ম্যাগমা (magma) আগ্নেয়গিরির জ্বালামুখ বা ভূমিজ ফাটল দিয়ে বেরিয়ে এসে জমাট বেঁধে তৈরি হয়। যেমন গ্রানাইট। নদীবাহিত পলি স্তরে স্তরে জমা হয়ে স্তরীভূত হয়ে পাললিক শিলা তৈরি করে। যেমন, বেলেপাথর (sandstone) চুনাপাথর (limestone)। আবার প্রচণ্ড তাপ চাপের ফলে আগ্নেয় ও পাললিক শিলা রূপান্তরিত হয়। যেমন নিস্ (gneiss), মার্বেল (marble) ইত্যাদি।

বেশি থাকে যা আসলে সমুদ্রজাত জীবের দেহাবশেষ থেকে আসে। বেলেপাথর (sandstone) ও শেল (shale) পাথর তৈরির উপাদান আসে উঁচু জায়গা বা উপত্যকার ক্ষয়জাত দ্রব্য হিসেবে নদীস্রোত দিয়ে জমা পড়ে নদীমুখে। অনেক সময় নদীমুখে ছোটো ছোটো বদ্বীপের সৃষ্টি হয়। পুরাজীবীর সময়ে (palaeozoic era) এই রকম সৃষ্টি বদ্বীপেই নিউইয়র্ক ও পেনসিলভানিয়া অঞ্চলে ছিল Archaeopteris বা Lepidodendron দের অরণ্য। অনেকসময় আগ্নেয়গিরির লাভাস্তর ক্ষয়ে গিয়ে যে স্তর সঞ্চিত হয় তার মধ্যে জীবাশ্মের সংরক্ষণ হয়। এভাবেই ভারতবর্ষের দাক্ষিণাত্য (Deccan trap) ও রাজমহল (Rajmahal trap) ট্র্যাপের সৃষ্টি হয়েছে বলে মনে করা হয়। উষ্ণপ্রস্রবণের জলে যে খনিজ থাকে তাতেও জীবাশ্ম সংরক্ষিত হয়, যেমন স্কটল্যান্ডের বিখ্যাত রাইনিচার্ট স্তর (Rhynie chert)।

15.5 অশ্মীভবনের ধরন (modes of fossilization) ও জীবাশ্মের প্রকার (kinds of fossils)

ভিন্ন ভিন্ন অশ্মীভবনের ধরন অনুযায়ী জীবাশ্ম বিভিন্ন রকমের হয়। এগুলি উদ্ভিদ বা প্রাণীর দেহাংশ, তার ছাপ অথবা দৈহিক বিক্রিয়াজাত পদার্থও হতে পারে। উৎপত্তিগতভাবে জীবাশ্মকে নিম্নলিখিতভাবে ভাগ করা যায়।

অশ্মীভবনের ধরন	জীবাশ্মের প্রকার	উদাহরণ
1. সিমেন্টেশনের (cementation) ফলে উদ্ভিদ/প্রাণীর উপরিতলের (surface preservation by cementation or authigenic preservation)।	(ক) মুদ্রিত বা ছাপ (impression) (খ) শাঙ্খবীয় বা অনুকৃতি জীবাশ্ম (cast)। (গ) মোল্ড (mould)।	ক্যালামিটিস (Calamites) কান্ডের ছাপ, স্টিগমারিয় (Stigmaria) মূলের অনুকৃতি।
2. জীবদেহের শক্ত অংশের সংরক্ষণ (hard part preservation or duripartic preservation)।		স্ট্রোমাটোলাইট জাতীয় চুনাপাথর (stromatolite) এবং ডায়াটম জাত মাটি (diatomite)।
3. অঙ্গারীভূত পিষ্ট অবস্থায় সংরক্ষণ (coalified compression)।		লিগনাইট (lignite), কয়লা (coal)।

অশ্মীভবনের ধরন	জীবাশ্মের প্রকার	উদাহরণ
4. জীবকোষের খনিজপৃক্ত সংরক্ষণ (Cellular permineralization)।	(ক) পেট্রিফেকসান (petrifaction)।	রাইনিয়া (Rhynia), ড্যাডোজাইলন (Dadoxylon), কয়লা গোলক (coal ball)।
	(খ) সমীকরণ (mummification)	
	(i) বরফের মধ্যে সংরক্ষণ।	প্লিস্টোসিন উপযুগে জমাট বাঁধা অতিকায় হাতি (mammoth)।
	(ii) অ্যামবারের (amber) মধ্যে সংরক্ষণ।	অশ্মীভূত রজনের (resin) মধ্যে আটকে থাকা কীটপতঙ্গ।

আকৃতিগত ভাবে জীবাশ্ম দুই ধরনের হয়। দৃশ্যমান (megafossil) জীবাশ্ম যেগুলির চারিত্রিক বৈশিষ্ট্য খালি চোখে বোঝা যায়। যেমন গ্লসপটেরিস (Glossopteris) পাতা। খালি চোখে দেখা যায় না এমন জীবাশ্মকে অণুজীবাশ্ম (microfossil) বলে। কেবলমাত্র অণুবীক্ষণযন্ত্রেই এদের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যগুলি বোঝা যায়। যেমন—পরাগরেণু রেণু, শৈবাল ইত্যাদি।

এছাড়াও জীবকোষের অভ্যন্তরস্থ রাসায়নিক যেমন প্রিসটেন (pristane) ফাইটেন (phytane), লিগ্‌নিস্, কিউটিন প্রভৃতি সংরক্ষিত হয়। এদের রাসায়নিক জীবাশ্ম (chemical fossil) বলে। অনেক সময় জৈব কার্বন মাটির নীচে তাপ ও চাপের ফলে পরিবর্তিত হয়ে অদ্রাব্য কেরোজেনে (kerogen) রূপান্তরিত হয় যা থেকে অবশেষে খনিজ তৈল পাওয়া যায়। সম্প্রতি বিজ্ঞানীরা (Golenberg, 1995) জীবাশ্ম থেকে অবিকৃত D.N.A. আবিষ্কার করেছেন।

কখনও কখনও জীবদেহের অংশ বিশেষ কারণে সম্পূর্ণভাবে শিলীভূত হয় না। এরকম অসম্পূর্ণভাবে অস্মীভূত দেহাংশকে উপজীবাশ্ম (subfossil) বলে। আবার প্রাণীর জৈবিক কর্মের চিহ্ন যেমন পায়ের ছাপ, চলাফেরার দাগ, সুড়ঙ্গা বা গর্ত। এরাও জীবাশ্মের আওতায় আসে। এদের ট্রেস ফসিল (trace fossil) বা ইক্‌নো ফসিল (ichno fossil) বলে। অনেকসময় পাথরের ফোকরে কোনো ছাপ উদ্ভিদ বা প্রাণী দেহের অংশ বলে ভ্রম হয়। এদের মেকি জীবাশ্ম (pseudo fossil) বলে।

1. সিমেন্টেশনের ফলে উদ্ভিদ/প্রাণীর উপরিতলের সংরক্ষণ :

(ক) **ছাপ (Impression) :** অশ্মীভবনকারী জীবদেহ বা দেহাংশ যদি চ্যাপটা ও দ্বিমাত্রিক (two dimensional) হয় (যেমন পাতা), অস্মীভূত হয়ে সেগুলি ছাপ (impression) জীবাশ্ম তৈরি করে। এতে যেহেতু জৈব কার্বন থাকে না এই জীবাশ্মে অন্তর্গঠন সম্পর্কে কিছু জানা যায় না। কিন্তু জীবদেহাংশের উপরিতলের প্রকৃতি যেমন পাতার শিরা উপশিরার বিন্যাস পদ্ধতি ইত্যাদি সম্পর্কে জানা যায়।

(খ) **ছাঁচ (mould) :** ত্রিমাত্রিক (three dimensional) জীব দেহাংশ (যেমন কাণ্ড বা বীজ) ভূস্তরে নিমজ্জিত হওয়ার পর তা অবলুপ্ত হলে ভূমিস্তরে এটি ও জীব দেহাংশের ত্রিমাত্রিক negative এর ক্ষত একটি ফাঁপা (hollow) স্থান সৃষ্টি করে একে ছাঁচ বলে। এই ছাঁচে জীব দেহাংশের বহির্ভাগের চরিত্রগুলি (যেমন কাণ্ডের উপরিভাগে পত্রমূল বা বীজ বা ফল ত্বকের কারুকার্য ইত্যাদি) শুধুমাত্র সংরক্ষিত হয়।

(গ) **শাঙ্খবীয় বা অনুকৃতি (cast) :** উপরিউক্তভাবে ছাঁচ তৈরি হওয়ার পর পরবর্তীকালে ওই ফাঁপা অংশটি

পলিস্তর দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়ে আসল জীবদেহের মতো (positive replica) দেখতে জীবাশ্ম তৈরি করে থাকে। অনুকৃতি (cast) বলে স্বাভাবিকভাবেই এই জীবাশ্মতেও কোনো অন্তর্গঠন সংরক্ষিত হয় না।

2. **জীবদেহের শক্ত অংশের সংরক্ষণ :** কোনো কোনো সামুদ্রিক শৈবালের ও নীলাভ সবুজ শৈবালের চুন ক্ষরণকারী আবরণ থাকে। পরবর্তীকালে আবরণটি শক্ত হয়ে অধিকাংশ ক্ষেত্রেই দেহাকৃতি রক্ষা করে কিন্তু নরম অংশটি অবলুপ্ত হয়। স্ট্রোমাটোলাইটিস (stromatolites) জাতীয় চুনাপাথর বা ডায়াটম জাত মাটি (diatomite) এভাবেই সংরক্ষিত হয়। চুন অধঃক্ষেপণকারী শৈবালের (Ca-precipitating algae, যেমন Dasycladaceae, Coccolithophoraceae গোত্রভুক্ত শৈবাল) দেহাংশও এইভাবে সংরক্ষিত হয়।

3. **অঙ্গারীভূত পিষ্ট অবস্থায় সংরক্ষণ :** জীব দেহাংশ ভূমিস্তরে পৌঁছাবার পর তার ওপর ক্রমাগত পলিস্তর জমতে শুরু করে। ওপরের পলিস্তরের অত্যধিক চাপের ফলে দেহকোষের দেওয়ালগুলি চুপসে যায় ফলে জৈবকোষের জলীয়, গ্যাসীয় ও দ্রবণীয় অংশগুলি কমতে থাকে এবং ধীরে ধীরে অঙ্গারে পরিবর্তিত হতে থাকে। এই জীবাশ্ম থেকে আকৃতি, শিরাবিন্যাস, পত্রকিনারা ও বোঁটার উপস্থিতি/অনুপস্থিতি ইত্যাদি দেখা যায়। জৈব কার্বন থাকার ফলে এই জীবাশ্মের বিশ্লেষণ পদ্ধতি (maceration technique) সাহায্যে পাতার বহিস্তরের কোষের আকৃতি, সজ্জা, রোম ও পত্ররন্ধ্র ইত্যাদি সম্পর্কে তথ্য পাওয়া যায়। লিগনাইট (lignite) ও কয়লা (coal) পিষ্ট জীবাশ্মের উৎকৃষ্ট উদাহরণ।

4. **কোষের খনিজপৃক্ত সংরক্ষণ :** জীবকোষের মধ্যে খনিজ পদার্থ অনুপ্রবিষ্ট হয়ে তৈরি হয় এই জীবাশ্ম। খনিজপৃক্ত জলে জীব দেহাংশ নিমজ্জিত হওয়ার পর বাইরে থেকে প্রবিষ্ট যৌগিক পদার্থের ওপর কোষ অভ্যন্তরস্থ কিছু বিজারকের (reducing agent যেমন হিউমিক অ্যাসিড, হাইড্রোজেন সালফাইড) সমন্বয়ের ফলে দ্রাব্য যৌগ (যেমন সিলিকেট) অদ্রাব্য যৌগে (সিলিকাতে) পরিণত হয়। এই অদ্রাব্য যৌগগুলি কোষপ্রাচীর ও অন্তঃকোষীয় গহ্বরে (intercellular space) জমা হয়ে একটি মজবুত গৌণ কাঠামো গঠন করে। কোষগুলি খনিজপৃক্ত হওয়ায় এরূপ জীবাশ্ম অন্তর্গঠন পর্যবেক্ষণ করার পক্ষে উৎকৃষ্ট।

খনিজপৃক্ত জীবাশ্ম দু'ধরনের। পেট্রিফেকশন (Petrifaction) ও সমীকরণ (mummificatioan)।

(ক) **পেট্রিফেকশন :** এই পদ্ধতিতে কোষ প্রাচীর ও আন্তঃকোষীয় গহ্বর খনিজ পৃক্ত হয়ে কোষের সুষ্ঠু সংরক্ষণের সাহায্য করে। খনিজটি সিলিকা হতে পারে। ক্রিপোক্রস্টালাইন (cryptocrystalline) ও এমরফাস (Amorphous) সিলিকা এখানে সংরক্ষণে সাহায্য করে। যেমন রাইনি চার্ট ও গানফ্লিন্ট চার্ট। কোষ যদি চুর্নক (calcified) সম্পৃক্ত হয় তখন কয়লা গোলক (coal ball) তৈরি হয়। অঙ্গার যুগের (Carboniferous) উদ্ভিদের অন্তর্গঠন বেশির ভাগ ক্ষেত্রে কয়লা গোলক থেকেই জানা গেছে। লৌহ পাইরাইট (pyrite) ফসফেট (phosphate) প্রভৃতিও জীবকোষে অনুপ্রবিষ্ট হতে পারে। তবে সাইরাইট অস্বচ্ছ হওয়ায় এরূপ জীবাশ্মের অন্তর্গঠন পর্যবেক্ষণ করতে অনেক সময় অসুবিধে হয়।

(খ) **সমীকরণ :** সমীকরণ পদ্ধতিতে সৃষ্ট জীবাশ্মও দু'ধরনের হতে পারে।

(i) বরফের মধ্যে সংরক্ষণ : এই ধরনের জীবাশ্মে, জীবদেহের তরল কলা দ্রুত ঠাণ্ডায় জমে গিয়ে সূক্ষ্ম কেলাসিত বরফ কলা (microcrystalline ice) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়। অত্যধিক ঠাণ্ডায় যেভাবে আমরা খাদ্যদ্রব্য সংরক্ষণ করি তার সঙ্গে এই পদ্ধতির তুলনা করা যেতে পারে। প্লিস্টোসিন উপযুগে জমাট বাঁধা অতিকায় ম্যামথ (mammoth) হাতি ম্যাসটোডন (mastodon) ও গণ্ডার এই ধরনের জীবাশ্মের আদর্শ উদাহরণ।

(iii) রজনের মধ্যে সংরক্ষণ : গাছের নিঃসৃত রজনের (resin) মধ্যে ছোটোখাটো কীটপতঙ্গ, রেণু, ফুল প্রভৃতি আটকে গিয়ে আস্তে আস্তে তার মধ্যে নিমজ্জিত হয় বেং বিশুষ্কীকরণের ফলে (dehydration) অবিকৃতভাবে সংরক্ষিত হয়ে অ্যামবার (amber) পথে জীবাশ্ম গঠন করে। এই পদ্ধতিটি জলহীন (dehydrated) উদ্ভিদ ও প্রাণী দেহাংশের কানাডা বালসামে (canada balsam) আবৃত করে সংরক্ষণ করার সঙ্গো তুলনীয়।

15.6 জীবাশ্মীকরণ পদ্ধতি ও সংরক্ষণের শর্তসমূহ

জীবদেহ অশ্মীভূত হয় ভৌতিক (physical) ও জৈব রাসায়নিক (organo chemical) এই দুটি প্রক্রিয়ার মাধ্যমে। জৈব পদার্থের দ্রুত পরিবহন (transportation) ও নিমজ্জন (immersion) এবং জলাশয়ের (basin) প্রকৃতি, গঠন, জলের গভীরতা প্রভৃতি হল উল্লেখযোগ্য ভৌতিক (physical) প্রক্রিয়ার অন্যতম। জীব-দেহাংশের দ্রুত পরিবহন জলস্রোতের তীব্রতার ওপর নির্ভর করে। দেহকোষের সংরক্ষণ নির্ভর করে। জলাশয়ের জলের প্রকৃতির ওপর। জল নিস্তরঙ্গ হলে (যেমন উপহ্রদ ও হ্রদে) দেহাংশ সহজে ডুবে যায় এবং সংরক্ষণ ত্বরান্বিত করে অগভীর জল বা তরঙ্গসংকুল অবস্থা সংরক্ষণের পরিপন্থী। সুপেয় জলের (fresh water) তুলনায় লবণাক্ত জলে জীবদেহে ছত্রাকের সংক্রমণ কম হয় ফলে লবণাক্ত জলে জীবদেহের সংরক্ষণ ভাল হয়, অনেক সময় জলে অক্সিজেনের স্বল্পতাও ছত্রাকের বৃদ্ধি রোধ করে।

পলিস্তরের গভীরতা ও পলির প্রকৃতির ওপর সংরক্ষণ নির্ভরশীল। মিহি পলি নুড়িপাথর মিশ্রিত পলি অপেক্ষা ভালো। নুড়িপাথর মিশ্রিত পলিতে ঘর্ষণের ফলে জীবদেহাংশের ক্ষতি হয়।

উপরিউক্ত ভৌতিক প্রক্রিয়াগুলির সঙ্গো সঙ্গো চলে বিভিন্ন প্রকারের রাসায়নিক প্রক্রিয়া। জলে দ্রবীভূত সিলিকেট, ফসফেট, কার্বনেট প্রভৃতি যৌগ দেহকোষে প্রবিষ্ট হয়ে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং মজবুত কাঠামো তৈরি করে যা ওপরের স্তরের ক্রমবর্ধমান চাপ থেকে কোষগুলিকে রক্ষা করে। কখনও কখনও কোষের সেলুলোজ ও লিগামিন অঙ্গারীভূত হয়। বহিস্তকে কিউটিকল ও রেণুর বহিঃস্তর (exine) অবিকৃত থাকে। রেণু প্রাচীরে স্পোরোপোলেলিন (sporopollenin) নামক এক যৌগ থাকে যা রেণুর আকৃতি ও প্রকৃতি অক্ষুণ্ণ রাখতে সাহায্য করে। পলিস্তরের সাথে জীব দেহাংশ বহুদূর পর্যন্ত পরিবাহিত হলে সেগুলি ভেস্তে যাওয়ার সম্ভাবনা থাকে ফলে ত্রুটিযুক্ত জীবাশ্ম তৈরি হয়। আদর্শ জীবাশ্ম সংরক্ষণের জন্য জীব দেহাংশের স্বল্প দূরত্ব পরিবহন বা কোনোরকম পরিবহন না হলে (in situ) ভালো হয়।

অনেক সময় জীবাশ্ম সুসংরক্ষিত হওয়ার পর পৃথিবীর অভ্যন্তরের ধ্বংসাত্মক কার্যাবলী যেমন গিরিজনিত কার্যাবলী (organic activities) ইত্যাদির ফলে ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

15.7 জীবাশ্মের নামকরণ

জীবদেহের বৈচিত্র্যের মতো এদের নামেরও বৈচিত্র্য আছে। প্রজাতির দ্বিপদ নামকরণ লিনিয়ুস (Linnaeus, 1753) তাঁর প্রজাতি সম্বন্ধীয় গ্রন্থে সর্বপ্রথম ব্যবহার করেন। জীবাশ্মের ক্ষেত্রে দ্বিপদ নামের শুরু স্টার্নবার্গের গ্রন্থ প্রকাশিত হওয়ার তারিখ 1820 সাল থেকে। জীবন্ত ও জীবাশ্মের প্রয়োগ ভিন্ন হলেও নামকরণের আন্তর্জাতিক বিধি একই রকমের।

বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই জীবাশ্ম পাওয়া যায় বিচ্ছিন্ন অঙ্গা প্রত্যঙ্গা হিসেবে। খুব কম ক্ষেত্রেই জীবের সম্পূর্ণ জীবাশ্ম পাওয়া গেছে। বিচ্ছিন্ন অঙ্গা প্রত্যঙ্গোর ক্ষেত্রে দুই রকম গণ ব্যবহার অনুমোদিত হয়েছে। একটি অরগ্যান গণ বা অঙ্গাজগণ (organ genus) যা ব্যবহৃত হয় একটি বা একাধিক সম্বন্ধযুক্ত অত্যঙ্গোর ক্ষেত্রে এবং যেগুলিকে নির্দিষ্ট চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যাবলির ওপর নির্ভর করে একটি নির্দিষ্ট গোত্রভুক্ত করা যায়। যেমন টিলোফাইলাম (*Ptilophyllum*) উইলিয়ামসোনিয়া (*Williamsonia*) প্রভৃতি অঙ্গাজগণ যাদের উইলিয়ামসোনিয়েসী (*Williamsoniaceae*) গোত্রভুক্ত করা যায়।

অন্যটি ফর্মগণ (form genus) যা ব্যবহৃত হয় সেই সব প্রত্যঙ্গোর ক্ষেত্রে যাদের পারস্পরিক সম্পর্ক অজ্ঞাত, ফলে এদের নির্দিষ্ট কোনও গোত্রভুক্ত করা সম্ভব হয় না। এরূপ গণ কৃত্রিম, কিন্তু স্বরূপ প্রমাণিত হলে এদের অন্য স্বাভাবিক গণে স্থানান্তরিত করা যায়। যেমন সাইপেরাইটিস (*Cyperites*) গণ, এই গণটি লেপিডোডেন্‌ড্রেলিস বর্গীভূত গোত্রের লেপিডোডেন্‌ড্রেসি (Lepidodendraceae), সিজিলরিয়েসি (Sigillariacae) ও বোথ্রোডেন্‌ড্রেসি (Bothrodendraceae) যে কোনও গণের পাতার চরিত্র বহন করে। সুতরাং এই গণটিকে বিশ্বাসযোগ্যভাবে নির্দিষ্ট কোনও গোত্রভুক্ত করা যায় না।

ফর্ম ও অরগ্যান গণের নাম ও আদর্শ (type) ভিত্তিক হতে হবে। সুতরাং বিবরণের সময় আদর্শ সংগ্রহের সুনির্দিষ্ট উল্লেখ প্রয়োজন। নামকরণের সময় যাতে প্রত্যঙ্গাটির প্রকৃতি সম্পর্কে জানা যায় সে বিষয়ে নজর রাখা দরকার। যেমন নামের শেষে -ফাইলাম (-phyllum) থাকলে পাতা, -কার্পাস (-carpus), কার্পন থাকলে বীজ বা ফল, -ওজাইলন (oxylon) থাকলে গৌণ কাষ্ঠল অংশ নির্দেশ করবে। কোনও একটি জীবের প্রায় সব কয়টি অঙ্গাজগণ সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা তৈরি হওয়ার পর সম্পূর্ণ উদ্ভিদ বা প্রাণীটি দেখতে কেমন ছিল সে সম্পর্কে মোটামুটি একটা ধারণা তৈরি হয়। পুনর্গঠনের (reconstruction) এই ধাপ পর্যন্ত, পৌঁছাবার পর পুরাজীববিদ প্রাচীনত্বের বিধি এ (rule of priority) সর্বাধিক প্রাচীন (সালের পর) বৈধ প্রকাশিত যে কোনও অঙ্গাজগণের নামে সম্পূর্ণ জীবটির গণের নামকরণ করতে পারেন। এই পরিস্থিতিতে অঙ্গাজ গণটি স্বাভাবিক প্রাকৃতিক গণের (natural genus) সমতুল্য।

পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে নামকরণের বিধি জীবন্ত ও অশ্মীভূত অংশের একই প্রকারের। নিম্ন ও উচ্চ সকল পদকেই ট্যাকসন (taxon) নামে অভিহিত করা যায়। সকল নামই লাতিন ভাষায় গঠিত হবে বা নামটিকে লাতিনের মতো করে নিতে হবে। প্রতিটি প্রজাতি পর্যায়ক্রমে অনেকগুলি পদের অন্তর্গত।

যেমন প্রজাতি → গণ → গোত্র → পর্ব → শ্রেণি → বিভাগ। এই পদ পর্যায়ক্রমের পরিবর্তন বৈধ নয়।

যে কোনো বৈধ নামের জন্য

(1) আদর্শভিত্তিক (type) হওয়া,

(2) স্বীকৃত ভাবে প্রকাশিত হওয়া, একাধিক নাম থাকলে,

(3) সর্বপ্রাচীন নামটি গ্রহণ করা ও নামটি

(4) লাতিন ভাষায় গঠিত হওয়া প্রয়োজন।

জীবের প্রজাতি, গণ ও পর্বের যিনি উদ্‌ভাবক তাঁর নামই জীবটির নামের শেষে উল্লেখিত হবে। অনেক সময় পথের উদ্‌ভাবক নামটির পাশে তাঁর নাম মুদ্রিত নাও করে থাকতে পারেন এক্ষেত্রে তাঁর নামের শেষে ‘ex’ যুক্ত করে যিনি পরবর্তী কালে নামটি মুদ্রিত করছেন তার নামটির উল্লেখ করতে হবে। কেউ যদি নামকরণে কোনও সংশোধন করেন তাহলে উদ্‌ভাবকের নামের পরে ‘emend’ কথাটির ও তারপর সংশোধকের নাম বসাতে হবে।

15.8 জীবাশ্ম থেকে জীবদেহের পুনর্গঠন (Reconstruction)

জীবাশ্মবিদরা বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই জীবদেহের সম্পূর্ণ দেহাবশেষের জীবাশ্ম পান না। সাধারণত উদ্ভিদ বা প্রাণীদেহের বিভিন্ন অংশ আলাদা আলাদাভাবে বিভিন্ন জায়গা থেকে পাওয়া যায়। উদ্ভিদদের ক্ষেত্রে মূল, কাণ্ড, পাতা, বীজসহ অন্যান্য উর্বর অংশ এবং প্রাণীর ক্ষেত্রে শিলীভূত হাড়—হাত, পা, শ্রেণিচক্র, পাঁজর, কশেরুকার অংশ, করোটি, দাঁত, কিম বা সলাশ্ম (Caprolite) বিজ্ঞানীরা সর্বপ্রথম এই খণ্ডাংশগুলির বিশদ চরিত্র বিশ্লেষণ করেন যার ওপর নির্ভর করে আস্তে আস্তে গড়ে ওঠে একটি সম্পূর্ণ উদ্ভিদ বা প্রাণীদেহের অবয়ব। অবশ্য তার আগে এই প্রজাতির অন্যান্য নমুনা এবং কনিষ্ঠ সম্পর্কের অন্য প্রজাতির পর্যালোচনা প্রয়োজন।

জীবদেহের খণ্ডাংশগুলির পুনর্নির্মাণের সময় যেসব প্রামাণ্য তথ্যের (evidence) সাহায্য নেওয়া হয় তাদের মোটামুটি দু'ভাবে ভাগ করা যায় (i) প্রত্যক্ষ প্রমাণ। (ii) পরোক্ষ প্রমাণ।

প্রত্যক্ষ প্রমাণ : অশ্মীভূতজীবের খণ্ডাংশগুলির মধ্যে জৈব সংযোগ (organic connection) থাকলে সেগুলি যে একই উদ্ভিদ বা প্রাণীদেহের তা প্রমাণ করা সহজ হয়। পুনর্নির্মাণে এই ধরণের প্রত্যক্ষ প্রমাণকে সবথেকে বিশ্বাসযোগ্য বলে মনে করা হয়। আর্কেওপটেরিস (*Archaeopteris*) উদ্ভিদের পুনর্নির্মাণের আগে (*Archaeopteris*) বলতে একটি বিচ্যুত (dispersed) টেরিডোকাইটের শাখা ও ক্যালিজাইলন (*Callixylon*) কে একটি জিম্‌নোস্পার্মের কাণ্ড বলে মনে করা হত। চার্লস বেক (Charles Beck, 1960) সর্বপ্রথম এই দুটি অংশের মধ্যে জৈব সংযোগ প্রমাণ করেন যা থেকে প্রোজিমপোস্পার্ম (Progymposperm) ধারণা প্রতিষ্ঠিত হয়।

পরোক্ষ প্রমাণ : পরোক্ষ প্রমাণগুলির মধ্যে

(ক) সঙ্গী জীবাশ্মসমূহ

(খ) গঠনগত মিল

(গ) পরাগ সংযোগগত কিছু চরিত্র যা থেকে প্রমাণ করা যায় জীবাশ্মগুলি একই উদ্ভিদভুক্ত ইত্যাদি অন্যতম।

অনেক সময় কোনও জীবাশ্মের পুনর্নির্মাণে তার সঙ্গী জীবাশ্মগুলির উপস্থিতি ও সংখ্যা উল্লেখযোগ্য ভূমিকা নেয়। যেমন মেডুলোসা নোয়ি (*Medullosa noei*) কাণ্ডের জীবাশ্মের সাথে প্রচুর পরিমাণে অ্যালিথপ্‌টেরিস্ (*Alethopteris*) পাতা, প্যাচিটেষ্টা (*Pachytesta*) বীজ ইত্যাদি পাওয়া যায়। যদিও এগুলির মধ্যে কোনও জৈব সংযোগ পাওয়া যায়নি কিন্তু বিভিন্ন জায়গায় এই উদ্ভিদঅংশগুলির নিয়মিত উপস্থিতি এগুলি যে একই উদ্ভিদের বিভিন্ন অংশ তা প্রমাণ করে। অবশ্য এ ধরনের পরোক্ষ প্রমাণ ভিত্তিক পুনর্নির্মাণ সংশয়ের ঊর্ধ্বে নয়।

আবার অঙ্গসংস্থানগত ভাবে ভিন্ন উদ্ভিদ অংশের অন্তর্গঠনগত মিলের ওপর ভিত্তি করে তাদের মধ্যে জৈব সংযোগ প্রমাণ করা যায়। Oliver ও Scott (1904) কার্বনিফেরাস যুগের *Lagenostoma lomaxi* বীজের উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য হিসেবে ক্যাপিটেট গ্রন্থির (capitate gland) উপস্থিতির কথা উল্লেখ করেন। একই সঙ্গে তাঁরা (*Lyginopteris oldhamia*) উদ্ভিদের কাণ্ড ও পাতার মধ্যে একই ধরনের গ্রন্থির উপস্থিতি লক্ষ্য করেন। যার ওপর ভিত্তি করে অবশেষে এই উদ্ভিদ অংশগুলির জৈবিক সংযোগ প্রমাণিত হয়। ডিম্বকের রেণুরন্ধ্রের মধ্যে পাওয়া রেণুর উপস্থিতি ওই রেণুবাহী অংশটির সাথে ডিম্বকবাহী অংশটির জৈব সংযোগ প্রমাণ করে। অনেক সময় জীবাশ্ম জীব দেহ খণ্ডাংশগুলির মধ্যে কোনও নির্দিষ্ট একটি অংশের অনুপস্থিতি পুনর্নির্মাণে সাহায্য করে।

15.9 জীবাশ্ম পরীক্ষার বিভিন্ন পদ্ধতি

উত্তমরূপে সংরক্ষিত যে কোনও জীবাশ্মের বহির্গঠন ছাড়াও অন্তর্গঠনের পর্যবেক্ষণও সম্ভব। তার আগে বিভিন্ন যান্ত্রিক ও রাসায়নিক পদ্ধতির মাধ্যমে অশ্মীভূত দেহাংশগুলিকে অণুবীক্ষণ যন্ত্র দিয়ে পরীক্ষার উপযোগী করে তোলা হয়।

খনিজপৃক্ত (petrified) কাণ্ডের বা অন্য উদ্ভিদ অংশের প্রস্থচ্ছেদ ও লম্বছেদের জন্য ব্যবহৃত পাথর কাটা যন্ত্রের সাহায্যে পাতলা অংশ কেটে নিয়ে ঘষে ঘষে ক্ষীণ করে তা অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা করা হয় (thin section method)। শিলার প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন রকমের অম্ল (acid) ও ক্ষার (alkali) ব্যবহার করে শিলাকে গলিয়ে তা থেকে উদ্ভিদ অণুজীবাশ্ম (plant microfossil, যেমন, রেণু, কিউটিকল, ট্রাকিড প্রভৃতি) পৃথক করা হয় (maceration method)। এভাবে লিগ্‌নাইট ও কয়লার মধ্যে আবদ্ধ অণুজীবাশ্মকে সাধারণত পৃথক করা হয়। অপেক্ষাকৃত নবীন পিট্ (peat) বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে এই পদ্ধতির একটু অদলবদল করা হয়। এক্ষেত্রে এসিটোলিসিস acetolysis; acetic anhydride ও cone.H_2So_4, 9 : 1 অনুপাতে) পদ্ধতির সাহায্য নেওয়া হয়। এছাড়াও লিগ্‌নাইট ও কয়লার টুকরো ভালোভাবে মসৃণ করে তা পাথরের অন্তর্গঠন পরীক্ষার উপযোগী অণুবীক্ষণ যন্ত্রের (petrographic microscope) পতিত আলোর (reflected light) সাহায্যে পরীক্ষা করে কয়লা ইতাদির মধ্যে প্রোথিত উদ্ভিদ অণুজীবাশ্মগুলির আকৃতি প্রকৃতি সম্পর্কে জানা যায়।

কর্তন পদ্ধতি (Thin section method) : প্রথমে খনিজপৃক্ত জীবাশ্মের পছন্দমতো অংশ পাথরকাটা যন্ত্রের সাহায্যে কাটা হয়। এরপর কর্তিত তল দুটি যন্ত্র পরিচালিত লোহার চাদরের ওপর (section grinding macline) কার্বরান্ডাম চূর্ণ (carborndum powder) ও জলের সাহায্যে মসৃণ করা হয়। কিছুটা মসৃণ হওয়ার পর টুকরোটিকে অ্যারালডাইট (*araldite*) ও হার্ডেনার (*hardener*) নামক দুটি রাসায়নিক মিশ্রণ দিয়ে একটি কাচখণ্ডে আটকে দেওয়া হয়। ভালোভাবে আটকে যাওয়ার পর জীবাশ্মখণ্ডটিকে পুনরায় কার্বরান্ডাম চূর্ণ দিয়ে কাচের চাদরের ওপর মসৃণ করা হয় যতক্ষণ না কোষসহ অন্যান্য অন্তর্গঠন স্পষ্ট হয়। অবশেষে এটিকে কানাডা বালসাম (canada balsam) দিয়ে ক্ষীণ কাচখণ্ড (cover slip) দিয়ে আবৃত করে অণুবীক্ষণ যন্ত্রে পরীক্ষা করা হয়।

যান্ত্রিক কর্তন পদ্ধতিতে অনেকটা জীবাশ্ম নষ্ট হয় তাই বর্তমানে রাসায়নিক কর্তন পদ্ধতি বা পিল পদ্ধতির (Peel method) সাহায্য নেওয়া হয় যেখানে একটি জীবাশ্মখণ্ড থেকে অনেকগুলি ক্ষীণ কর্তিত অংশ পাওয়া যায়।

রাসায়নিক কর্তন বা পিল পদ্ধতি (Peel method) : এই পদ্ধতিতে জীবাশ্মের টুকরোটি কেটে উপরিউক্ত পদ্ধতি অনুযায়ী মসৃণ করা হয়। এরপর মসৃণ অংশটির ওপর শিলার প্রকৃতি অনুযায়ী অ্যাসিডের পাতলা আস্তরণ দেওয়া হয়। (কার্বনেট যুক্ত পাথর হলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড এবং সিলিকাযুক্ত হলে হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড ব্যবহার করা হয়)। মসৃণতলটি অমসৃণ হলে অ্যাসিড ভালো করে ধুয়ে নিতে হয় এবং তারপর পিল দ্রবণের পাতলা আস্তর দেওয়া হয়। ভালোভাবে শুকিয়ে যাওয়ার পর পিল স্তরটি আস্তে আস্তে তুলে নিয়ে তারপর সেটিকে কানাডা বালসাম দিয়ে ক্ষীণ কাচখণ্ড দিয়ে আবৃত করা হয়।

বিশ্লেষণ পদ্ধতি (Maceration method) : কয়লা বা এজাতীয় শিলাকে চূর্ণ করে তার মধ্যে সিলিকা থাকলে তা দূর করার জন্য সর্বপ্রথম হাইড্রোক্লোরিক অ্যাসিড দেওয়া হয়। পাতিত জল দিয়ে বারবার ধুয়ে নিয়ে

তারপর এতে ঘন নাইট্রিক অ্যাসিড (HNO_3) ও পটাশিয়াম ক্লোরেট (এর বদলে সোডিয়াম ক্লোরেটও ব্যবহার করা চলে) দিয়ে জারিত করা হয়। জারণ বিক্রিয়া সম্পন্ন হলে ভাল করে পরিশ্রুত জল দিয়ে ধুয়ে নিতে হয়। এরপর জারিত অ্যাসিড যুক্ত অংশে 10 ভাগ কস্টিক পটাশের (10% KOH) দ্রবণ দেওয়া হয়। নির্দিষ্ট ছাকনিতে দ্রবণটি ছেঁকে নিয়ে পরিস্রুত জল দিয়ে সেন্ট্রিফিউজ মেশিনে ক্রমাগত ধুয়ে নিতে হয়। ক্ষার যুক্ত হলে গ্লিসারিন দ্রবণে (50%) এটিকে সংরক্ষণ করা হয়।

15.10 জীবাশ্মের গুরুত্ব

জীবাশ্ম তার সৌন্দর্য ও চেহারার বৈচিত্র্যে প্রাগৈতিহাসিক মানুষকেও আকৃষ্ট করেছিল। আদি প্রস্তরযুগের মানুষ প্রিয়জনের সমাধিতে সুন্দর সুন্দর সামুদ্রিক জীবাশ্ম সাজিয়ে মৃতের প্রতি শ্রদ্ধা জানাত। মধ্যযুগের নানা প্রবাদে ও জনশ্রুতিতে জীবাশ্মের দৈবশক্তি ও দ্রব্যগুণের কথা শোনা যায়। আর শালগ্রাম শিলার কথা কে না জানে? এরা অ্যামোনাইট (Ammonite) নামে এক ধরনের সামুদ্রিক প্রাণীর জীবাশ্ম। মিশরের মরুপ্রদেশে এদের দেবরাজ জুপিটার হিসেবে ও আমদের দেশে নারায়ণ হিসেবে পুজা করা হয়। অশ্মীভূত রজন বা অ্যামবারের (amber) মধ্যে হৃদযন্ত্র, মস্তিষ্কের অনেক রোগ নিরাময়ের দ্রব্যগুণ আছে বলে মনে করা হয়। রেড ইন্ডিয়ানরা আরিজোনার জীবাশ্ম পার্কের পাথর হয়ে যাওয়া বিশাল গাচের গুঁড়িগুলিকে দৈত্যদানোর হাত বলে ভাবত, এত গেল জীবাশ্ম সম্পর্কে মানুষের অদ্ভুত সব ধারণা, বিশ্বাস, দ্রব্যগুণ ইতাদি।

বর্তমানে জীবাশ্মবিদ্যা, বিশেষ করে পুরাউদ্ভিদবিদ্যা বা উদ্ভিদজীবাশ্মবিদ্যার প্রভূত উন্নতি হয়েছে। শ্রেণিবিন্যাস (Taxomony), বাস্তুবিদ্যা (Ecology), জৈব রসায়ন (Biochemistry), উদ্ভিদ রোগবিদ্যা (Plant Pathology) প্রভৃতি উদ্ভিদবিদ্যার বিভিন্ন শাখা ভূবিদ্যা (Geology), ভূগোল (Geography) পুরাতত্ত্ববিদ্যা (Archaeology) প্রভৃতি অন্যান্য শাখার সঙ্গো উদ্ভিদ জীবাশ্মবিদ্যার সরাসরি সংযোগ প্রমাণিত হয়েছে। এই শাখাটির গুরুত্ব নীচে সংক্ষেপে আলোচনা করা হল।

1. জীবের উৎপত্তির আলোচনায় দেখা গেছে যে পৃথিবীতেই ভৌত ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় জৈব যৌগ তৈরি হয়েছিল যা থেকে জীবের উৎপত্তি ঘটেছে। জীবাশ্ম থেকেই জানা যায় এই প্রাণের সৃষ্টির রহস্য প্রাথমিক জীব কেমন ছিল, কেমন করে অক্সিজেন (O_2) ও ওজোন তৈরি হল, প্রোক্যারিউট (Prokryote) থেকে ইউক্যারিওটের (Eukaryote) উৎপত্তি হল ইত্যাদি।
2. উদ্ভিদ জীবাশ্ম থেকে ভূতত্ত্বীয় সময়কালে বিভিন্ন উদ্ভিদগোষ্ঠীর উদ্‌বর্তন ও বিবর্তন সম্পর্কে সম্যক ধারণা পাওয়া যায়।
3. উদ্ভিদ জীবাশ্ম থেকে অতীতে বিভিন্ন উদ্ভিদের উৎপত্তি ও বিলুপ্তির একটি সম্ভাব্য পরিসংখ্যান পাওয়া যায়। নতুন প্রজাতির উদ্ভবের চেয়ে প্রজাতি বিলোপের হার যে অনেক বেশি তা প্রমাণিত হয়েছে।
4. উদ্ভিদ জীবাশ্ম থেকেই আমরা জানতে পারি কিভাবে অতীতে হালকা উদ্ভিদ ক্রমে ক্রমে স্থলে স্থানান্তরিত হয়েছিল এবং স্থলে অভিযোজিত হওয়ার জন্য বিভিন্ন চরিত্র যেমন সংবাহী কলার উপস্থিতি, কিউটিন ও লিগ্‌নিনের উপস্থিতি, গ্যাসীয় আদান প্রদানের জন পত্ররন্ধ্র প্রভৃতি স্থলজ উদ্ভিদে তৈরি হয়েছিল, সে সম্পর্কেও একটি সুস্পষ্ট ধারণা পাওয়া যায়।
5. কোন নতুন উদ্ভিদ জীবাশ্মের আবিষ্কার অনেক সময় প্রচলিত ধারণা বদলে দেয়। যেমন চার্লস বেক

(Charles Beck, 1960) *Archaeopteris* উদ্ভিদ জীবাশ্ম আবিষ্কার করার পর প্রোজিম্‌নোস্পার্ম (Progymnosperm) নামে এক নতুন উদ্ভিদগোষ্ঠী সম্পর্কে ধারণার সূচনা হয়।

6. মহাদেশীয় বিচ্যুতি (Continental Drift) তত্ত্ব প্রতিষ্ঠা করার সময় জার্মান বিজ্ঞানী ওয়েগনার (Wegner, 1910) উদ্ভিদ জীবাশ্মকে অন্যতম প্রামাণ্য তথ্য হিসেবে ব্যবহার করেন। ওয়েগনার মনে করেন গণ্ডোয়ানা (Gondwana) প্রকৃতই একটি অতি মহাদেশ (Super continent) ছিল। পরে এটির বিভিন্ন মহাদেশগুলি (যেমন, অস্ট্রেলিয়া, আফ্রিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, ভারতবর্ষ, অ্যান্টার্কটিকা ইত্যাদি) ভাগ হয়ে একে অন্যের থেকে দূরে সরে গেছে। বর্তমানে এই মহাদেশগুলির পার্মিয়ান (Permian) যুগের ভূস্তর থেকে গ্লাসপ্‌টেরিস (Glossopteris flora) উদ্ভিদরাজির উপস্থিতি প্রমাণ করে সে সেই সময়ে মহাদেশগুলি একত্রিত অবস্থায় ছিল।
7. উদ্ভিদ জীবাশ্ম ভূতাত্ত্বিক সময়ের উদ্ভিদের বিস্তার ও পরিবেশ সম্বন্ধে অবহিত করে এবং প্রত্নভৌগোলিক (Palaeogeography) অবস্থা পুনর্গঠনে বিশেষ সহায়তা করে।
8. ভূস্তরের প্রাচীনতা নির্ধারণে বিশেষ সাহায্য করে। এক্ষেত্রে কিছু সূচক জীবাশ্মের (index fossil) সাহায্য নেওয়া হয়। যেমন *Dicroidium* উদ্ভিদ জীবাশ্মের উপস্থিতি সাধারণত ট্রায়াসিক (Triassic) যুগ চিহ্নিত করে।
9. উদ্ভিদ জীবাশ্ম, বিশেষত উদ্ভিদ অণু জীবাশ্ম (microfossil) প্রাচীন সমুদ্রতট (palaeo shore line) নির্ধারণে সাহায্য করে। অনেক সময় গিরিজনি (Orogeny), হিমপর্যায় (glacial) বা হিমবিরতির (interglcial) সময় সমুদ্রের উপরিতলের (sea-level) পরিবর্তন ঘটে যা অনুজীবাশ্মের সাহায্যে নির্ধারণ করা যায়।
10. উদ্ভিদ জীবাশ্ম ভূস্তর বিন্যাসে অপরিহার্য; আন্তর্জাতিক কালস্তরীয় একক (Chronostratigraphic unit) ও আঞ্চলিক জীবস্তরীয় একক (Biostratigrphic unit) গঠনে সাহায্য করে। দুই বা ততোধিক বিচ্ছিন্ন স্তরের পারম্পর্য নির্ণয়ে সাহায্য করে এবং স্বাভাবিকভাবেই খনিজ সম্পদ (কয়লা, পেট্রোলিয়াম) প্রভৃতি অনুসন্ধানে সাহায্য করে।
11. প্রাগৈতিহাসিক যুগে মানুষের বিভিন্ন উদ্ভিদের ব্যবহার সম্পর্কে আমরা জানতে পারি। গুহাবাসী মানুষ ক্রমে ক্রমে কীভাবে চাষ আবাদ শুরু করল সেই বিষয়ে অনেক কিছু আমরা উদ্ভিদ জীবাশ্ম থেকে জানতে পারি। প্রত্নউদ্ভিদবিদ্যার এক গবেষণা থেকে আমরা জানতে পেরেছি যে অতীতে মানুষ রিঠার (*Sapindus*) শ্যাম্পু হিসেবে ব্যবহার জানত।
12. অনেক সময় পুরারেণুবিদ্যা (palacopalynology) অপরাধীকে ধরতে সাহায্য করে। Erdtman (1969) এই বিষয়ের সাহায্য নিয়ে অস্ট্রিয়ার ভিয়েনাতে একটি যুগের কেসের সমাধান করেছিলেন।
13. অনেক সময় উদ্ভিদ জীবাশ্মে নিউক্লিক অ্যাসিড প্রায় অবিকৃত অবস্থায় সংরক্ষিত হয়। Golenberg (1990) সর্বপ্রথম টার্সিয়ারি যুগের ম্যাগনোলিয়া (Magnolia) পাতার অঙ্গারীভূত পিষ্ট জীবাশ্ম (coalified compression) থেকে ক্লোরোপ্লাসটিড জিন rbc পৃথক করেন। এই আবিষ্কার প্রমাণ করে যে নিউক্লিক অ্যাসিডও সংরক্ষিত হতে পারে এবং একটি নতুন শাখা পুরাজিনবিদ্যার (Palaeogenetics) সূচনা হয়।

15.11 সারাংশ

ভূতাত্ত্বিক যুগের প্রাণের চিহ্নকে জীবাশ্ম বলে। প্রাচীন পৃথিবীর হারিয়ে যাওয়া জীবনের অনুসন্ধানে প্রধান সহায় হল জীবাশ্ম। ভূস্তরের বিভিন্ন শিলাস্তরের মধ্যে পাললিক শিলাস্তর জীবাশ্ম সংরক্ষিত হওয়ার পক্ষে আদর্শ ভৌত ও জৈব রাসায়নিক— এই দুটি প্রক্রিয়ার মাধ্যমে সাধারণত জীব দেহাংশ অস্মীভূত হয়। ভৌত পক্রিয়ার মধ্যে জৈব পদার্থে দ্রুত পরিবহন, নিমজ্জন, জলের গভীরতা প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য। রাসায়নিক শর্তগুলির অন্যতম প্রধান হল জলে দ্রবীভূত সিলিকেট, ফসফেট কার্বনেট প্রভৃতির উপস্থিতি যা দেহকোষে প্রবিষ্ট হয়ে অধঃক্ষিপ্ত হয় এবং জীবাশ্মের মজবুত কাঠামো তৈরি করে।

অশ্মীভবনের ধরন অনুযায়ী চার রকমের সংরক্ষণ হতে পারে, যেমন (ক) সিমেন্টেশনের ফলে জীবদেহের উপরিতলের সংরক্ষণ (ছাপ, অনুকৃতি ও মোল্ড), (খ) জীবদেহের শক্ত অংশের সংরক্ষণ (গ) অঙ্গারীভূত পিষ্ট অবস্থায় সংরক্ষণ ও (ঘ) জীবকোষের খনিজপৃক্ত সংরক্ষণ (পেট্রিফেকশন ও সমীকরণ)। আকৃতিগতভাবে জীবাশ্ম দৃশ্যমান ও অতিক্ষুদ্র অনুজীবাশ্ম হয়। জীবকোষের অভ্যন্তরস্থ রাসায়নিক সংরক্ষিত হয়ে রাসায়নিক জীবাশ্ম তৈরি করে। আবার প্রাণীর জৈবিক কর্মের চিহ্ন (চলাফেরার চিহ্ন) সংরক্ষিত হলে সেগুলিও জীবাশ্মের আওতায় আসে, এদের ট্রেস ফসিল বলে।

জীবাশ্ম ও জীবন্ত জীবদেহের নামকরণের আন্তর্জাতিক বিধি একই রকমের। জীবাশ্মের ক্ষেত্রে দ্বিপদ নামকরণের শুরু 1820 সাল থেকে। যেহেতু বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই বিচ্ছিন্ন অঙ্গ প্রত্যঙ্গের জীবাশ্ম পাওয়া যায় তাই জীবাশ্মের নামকরণে দুইরকম গণের ব্যবহার সিদ্ধ। নির্দিষ্ট চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যের ওপর ভিত্তি করে বিচ্ছিন্ন অঙ্গা গুলিকে কোনও নির্দিষ্ট গোত্রভুক্ত করা গেলে তাদের অঙ্গাজগন এবং নির্দিষ্ট কোনও গোত্রভুক্ত না করা গেলে বলে ফর্মগণ। একটি জীবের সব কয়টি অঙ্গ সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা তৈরি হলে পুরাজীববিদ জীবটির সম্ভাব্য সম্পূর্ণ অবয়ব পুনর্গঠন করেন। জীবাশ্মবিদ্যার সঙ্গো বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার সরাসরি যোগ রয়েছে বলে মনে করা হয়। পৃথিবীতে প্রাণের উন্মেষ থেকে শুরু করে জীবের উদ্‌বর্তন, বিবর্তন, বিভিন্ন সময়ে তাদের উৎপত্তি, বিলুপ্তির পরিসংখ্যান আমরা জীবাশ্ম অনুসন্ধানের মাধ্যমে জানতে পারি। এছাড়া ভূতাত্ত্বিক সময়ের পরিবেশ, প্রত্নভৌগোলিক অবস্থার পুনর্গঠন, ভূস্তরের প্রাচীনতা ও পারস্পর্য নির্ধারণ, খনিজ সম্পদ তথা জীবাশ্ম জ্বালানির অনুসন্ধানে জীবাশ্মের গুরুত্ব অপরিসীম।

15.13 প্রান্তীয় প্রশ্নাবলি ও উত্তরমালা

1. সঠিক উত্তরটিতে (✓) টিক চিহ্ন দিন
   - (a) যে বছরটিকে উদ্ভিদ জীবাশ্মের দ্বিপদ নামকরণের সূচনার তারিখ বলে গণ্য করা হয় তা হল (i) 1753, (ii) 1720, (iii) 1820, (iv) 1920
   - (b) জীবাশ্ম সংরক্ষিত হওয়ার জন্য সবচেয়ে আদর্শ শিলাস্তর হল (i) পাললিক (ii) আগ্নেয় (iii) রূপান্তরিত (iv) কোনওটি নয়।
   - (c) ভারতে পুরাউদ্ভিদবিদ্যার অগ্রগতি ও বিস্তারের সূচনা করেন (i) বীরবল সাহানি (ii) ফাইস্টম্যানটেল (iii) অমিয় কুমার ঘোষ (iv) শফ।

(d) জীবাশ্মের অন্তর্গঠন পর্যবেক্ষণ করার পক্ষে উৎকৃষ্ট সংরক্ষণ হল (i) অঙ্গারীভূত পিষ্ট অবস্থায় সংরক্ষণ (ii) অনুকৃতি (iii) কোষের খনিজপৃক্ত সংরক্ষণ (iv) ছাঁচ

(e) উদ্ভিদ জীবাশ্মের নামের শেষে –oxylon থাকলে তা উদ্ভিদটির যে অংশ নির্দেশ করবে তা হল (i) পাতা (ii) বীজ (iii) মূল (iv) গৌণ কাষ্ঠল অংশ।

2. (a) অশ্মীভবনের ধরন অনুযায়ী জীবাশ্ম কত প্রকারের হয়?

(b) জীবাশ্ম সংরক্ষণের শর্তগুলি কী কী?

(c) জীবাশ্মের নামকরণ কীভাবে করা হয়?

(d) জীবাশ্ম থেকে সম্পূর্ণ জীবদেহের পুনর্গঠন কীভাবে করা হয়?

(e) জীবাশ্ম অনুসন্ধানের গুরুত্ব কী?

উত্তরমালা

1. (a) (iii)

(b) (i)

(c) (i)

(d) (iii)

(e) (iv)

2. (a) 15.5 দ্রষ্টব্য

(b) 15.6 দ্রষ্টব্য

(c) 15.7 দ্রষ্টব্য

(d) 15.8 দ্রষ্টব্য

(e) 15.10 দ্রষ্টব্য

একক 16 ❑ ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি ও ভূতত্ত্বীয় অতীতে বিভিন্ন উদ্ভিদের উৎপত্তি ও বিস্তার

গঠন

16.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
16.2 ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি
16.2.1 আপেক্ষিক সময় সারণি
16.2.2 বিশুদ্ধ সময় সারণি
16.3 জীব বিবর্তনের ঘড়ি বা ক্যালেন্ডার
16.4 ভূতত্ত্বীয় অতীতে জীবাশ্মের অনুক্রম
16.5 সারাংশ
16.6 প্রশ্নাবলি
16.7 উত্তরমালা

16.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

যে কোনও ঘটনার অনুক্রম জানার জন্য সময়ের একটি মাপকাঠির দরকার হয়। সময় পরিমাপের একক হিসেবে সেকেন্ড, মিনিট, ঘণ্টা, দিন, মাস, বছর প্রভৃতি আমাদের পরিচিত। অল্প সময়ের ব্যবধান পরিমাপের জন্য এগুলি ব্যবহার করা হয়, কিন্তু ভূবিজ্ঞানের ঘটনাবলির পরম্পরা নির্ণয়ে স্বাভাবিকভাবেই এই মাপকাঠি উপযোগী নয়। ভূবিজ্ঞানীদের ধারণা আজ থেকে প্রায় 460 কোটি বছর আগে পৃথিবীর জন্ম হয়েছিল। কাজেই এর উল্লেখযোগ্য ঘটনাবলির অনুক্রম লক্ষ বা কোটি বছরের হিসেবে করা হয়। তাই পৃথিবীর সৃষ্টি থেকে বর্তমান কাল পর্যন্ত সময়ের যে বিস্তার তাকে কয়েকটি সুবিধাজনক বিভাগে বিভক্ত করার প্রয়োজনেই ভূতত্ত্বীয় সময় সারণির অবতারণা।

উদ্দেশ্য : এই একক পাঠ করে আপনি

- ❑ জন্মাবধি আজ পর্যন্ত পৃথিবীর বয়সকে কতগুলি সময় বিভাগে ভাগ করা হয়েছে তা জানতে পারবেন।
- ❑ বিভিন্ন সময় বিভাগে উদ্ভূত উদ্ভিদকুল সম্পর্কে সম্যক ধারণা পাবেন।
- ❑ সময়ের সঙ্গে সঙ্গে বদলে যাওয়া জীবনের বৈচিত্র্য আর বিবর্তনের ধারাগুলি সম্পর্কে অবহিত হবেন।

16.2 ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি

পৃথিবীর সৃষ্টি হয়েছিল প্রায় 460 কোটি বছর পূর্বে। তখন থেকে আজ পর্যন্ত সময়কালকে কয়েকটি সময় বিভাগে ভাগ করা হয়েছে যা ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি (Geological time scale)

ভূতত্ত্বীয় সময় মানদণ্ড একদিনে রচিত হয়নি। অষ্টাদশ শতকের মাঝামাঝি পৃথিবীর শিলাস্তরগুলিকে

শিলা ও জীবাশ্মের ভিত্তিতে চারভাগে ভাগ করা হয়েছিল যার কার্যকারিতা খুব সীমিত ছিল। পরবর্তীকালে 'সুপারপজিসন তত্ত্ব' (Principle of Superposition), জীবাশ্ম গোষ্ঠীতত্ত্ব (Principle of Faunal Assemblage) প্রভৃতি ভূস্তরবিদ্যার মূলতত্ত্বগুলি প্রতিষ্ঠিত হওয়ার পর সময় মানদণ্ড পরিমার্জিত ও পরিবর্ধিত হয়েছে।

এডাম সেজউইক্ ও রডরিক মার্চিসন (1830) সর্বপ্রথম বয়স অনুযায়ী স্তরানুক্রমে নামকরণ শুরু করেন। 1835 সালে এঁরা ব্রিটেনের ওয়েলশ অঞ্চলের পাললিক (Sedimentary) শিলাগুলিকে ক্যামব্রিয়ান (Cambrian) ও সিলুরিয়ান (Silurian) নামে বিভক্তি করেন। দুবছর পর সেজউইক আরও একটি নতুনতর স্তরের নাম ডেভোনিয়ান (Devonian) রাখেন, পরে কয়েকটি বিশেষ শিলাস্তরের অবস্থান নিয়ে দুই বন্ধু সেজইউক ও মার্চিসনের মধ্যে বিবাদ বাধে। ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি রচনাকালে এই বিবাদ 'সেজউইক মার্চিসন বিবাদ' নামে পরিচিত। তাঁদের জীবদ্দশায় এই বিবাদের নিষ্পত্তি হয়নি। তাঁদের মৃত্যুর পর ওই সমস্যাযুক্ত স্তরগুলিকে অর্ডোভিসিয়ান (Ordovician) নামে একটি নতুন বিভাগে ফেলা হয়। প্রাচীনত্বের দিক থেকে অর্ডোভিসিয়ান আগে হলেও সময় মানদণ্ডে এর প্রতিষ্ঠা অনেক পরে হয়েছে যা প্রমাণ করে সময় মানদণ্ডের বিকাশ ও পরিবর্ধন সুশৃঙ্খলভাবে হয়নি।

16.2.1 ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি (Relative time scale)

এই সময় মানদণ্ডে পৃথিবীর গত 60 কোটি বছরের ঘটনা বা ইতিহাস লিপিবদ্ধ করা হয়েছে। পাললিক শিলায় সংরক্ষিত সর্বপ্রাচীন, সুস্পষ্ট ও সন্দেহাতীত যে জীবাশ্ম পাওয়া যায় তা থেকে শুরু করে পরবর্তীকালের বিভিন্ন জীবাশ্মের ক্রমপর্যায়ে আবির্ভাবের ওপর ভিত্তি করে এই সময় মানদণ্ড বা সারণি রচিত হয়েছে।

প্রাচীনত্বের দিক থেকে ভূতত্ত্বীয় সময় সারণিকে দুটি সুবিশাল মহাকল্প বা ইওন (Eon) যথা গুপ্তজীবী বা ক্রিপ্টোজোয়িক (গ্রিক Kryptos শব্দের অর্থ গুপ্ত বা গোপন) ও ব্যক্তজীবী বা ফ্যানারোজারিক (গ্রিক Phaneros এর অর্থ ব্যক্ত বা সুস্পষ্ট এবং Zoe কথার অর্থ জীবন) এ ভাগ করা হয়। এই মহাকল্পগুলি বিভিন্ন অধিকল্প বা এরায় (Era) বিভক্ত। প্রাণের প্রাচুর্য আর তার প্রমাণ হিসেবে সন্দেহাহীত জীবাশ্ম দেখা যায় প্রায় 60 কোটি বছর আগে। তখন থেকে আজ পর্যন্ত সে সময়ের বিস্তার তাকে ব্যক্তজীবী মহাকল্প বলা হয়। গুপ্তজীবী মহাকল্পকে প্রাক্-কেমব্রিয়ান (Pre-cambrian) এবং আর্কিয়ান বা অ্যাজোয়িক (জীবনহীন) অধিকল্পের ভাগ করা হয়েছে। কেউ কেউ একে আর্কিওজোয়িক (জীবনোন্মেষ অবাত অণুজীবীয়) এবং প্রোটোরোজোয়িক (সবাত অণুজীবীয়) বিভাগে বিভক্ত করেছেন।

এই মহাকল্পের আগের প্রায় 400 কোটি বছর অর্থাৎ পৃথিবীর বয়সের প্রায় আশি শতাংশ সময় জুড়ে আছে গুপ্তজীবী মহাকল্প। এই মহাকল্প জীবনের উন্মেষ ও ক্রমবিকাশের এক দীর্ঘ ইতিহাস লিপিবদ্ধ করা আছে। তবে এদের প্রায় সবই অণুজীবাশ্ম যাদের শুধুমাত্র অণুবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যেই শনাক্ত করা সম্ভব। A

ব্যক্তজীবী মহাকল্পে জীবনের বৈচিত্র্য আর বিবর্তনের ধারা অনুসরণ করে একে তিনটি অধিকল্পে (Era) যথা পুরাজীবীয় (Palaeozoic), মধ্যজীবীয় (Mesozoic) ও নবজীবীয় (Caenozoic) ভাগ করা হয়েছে। প্রতিটি অধিকল্প একাধিক কল্পে (Period) বিভক্ত। কল্পগুলি ভূতাত্ত্বিক সময়ের মূল বিভাগ বলা চলে। মোট এগারটি কল্প চিহ্নিত আছে। পুরাজীবীয় অধিকল্পে কেমব্রিয়ান (Cambrian), অর্ডোভিসিয়ান (Ordovician), সিলুরিয়ান (Silurian), ডেভোনিয়ান (Devonian), কার্বনিফেরাস (Carboniferous)

সময়ের ব্যাপ্তি মিলিয়ন বছরের মাপে	আনুমানিক সময় মিলিয়ন বছরের মাপে						
Duration (m.y.)	Began (m.y.)ago	মহাকল্প (Eon)	অধিকল্প (Era)	কল্প (Period)		উপকল্প (Epoch)	উল্লেখযোগ্য ভূতত্ত্বীয় ঘটনাবলি ও বিভিন্ন জীবগোষ্ঠীর আবির্ভাব, বিকাশ ও বিলুপ্তি
Last 5.000 years		ব্যক্তজীবী (PHANEROZOIC)	নবজীবীয় (Cenozoic)	কোয়াটারনারি (Quaternary)		অধুনা (Recent/Holocene)	আধুনিক উদ্ভিদ ও প্রাণীকুল।
25	25-					প্লাইস্টোসিন (Pleistocene)	মহাদেশীয় হিমবাহের অগ্র-পশ্চাৎ সঞ্চালনের ফলে উদ্ভিদকুলের পুনর্বিন্যাস। উলি ম্যামথ্ ও বাইসনের উপস্থিতি। আধুনিক মানুষের আবির্ভাব।
4.5	7-			টারসিয়ারি (Tertiary)	উচ্চ টারসিয়ারি (Neocene)	প্লায়োসিন (Pliocene)	আন্দিস প্রভৃতি পর্বতের উচ্চতাবৃদ্ধি জনিত আবহাওয়া পরিবর্তনের ফলে তৃণভূমির সৃষ্টি। হাতি, উট, ঘোড়ার উপস্থিতি।
19	26-					মায়োসিন (Miocene)	পৃথিবীব্যাপী মহাদেশীয় ভূখণ্ডের সঞ্চালনের ফলে আল্পস, হিমালয় প্রভৃতি পর্বতের উচ্চতা বৃদ্ধি। তাপমাত্রার হ্রাস।
12	38-				নিম্ন টারসিয়ারি (Palaeocene)	অলিগোসিন (Oligocene)	মৃদু ঠান্ডা আবহাওয়া। উচ্চ অক্ষাংশ জায়গায় মেটাসিকোয়া সারসিডিফাইলামের উপস্থিতি। বেড়াল, কুকুর ও জলহস্তীর আবির্ভাব।
16	54-					ইয়োসিন (Eocene)	নাতিশীতোষ্ণ, আর্দ্র আবহাওয়ায় উত্তর ও দক্ষিণ গোলার্ধে ঘন অরণ্যের সৃষ্টি। প্রায় সবরকমের আধুনিক উদ্ভিদের উপস্থিতি। ঘোড়ার আবির্ভাব।
11	64-					প্যালিওসিন (Paleocene)	ম্যাগনোলিয়েসী, লরেসী ও জাগ্‌লানডেসি গোত্রভুক্ত গুপ্তবীজী উদ্ভিদের প্রাচুর্য।
76	141-		মধ্যজীবীয় (Mesozoic)	ক্রীটেশান (Cretaceous)		উচ্চ নিম্ন	নিম্ন ক্রীটেশাসে প্রথম সপুষ্পক গুপ্তবীজী উদ্ভিদের উন্মেষ। একবীজপত্রী ও দ্বিবীজপত্রী উদ্ভিদ। প্রথম আমরা যুক্ত স্তন্যপায়ী প্রাণী। ডাইনোসরের বিলুপ্তি।
54	195-			জুরাসিক (Jurassic)		উচ্চ মধ্য নিম্ন	মৃদু আবহাওয়া। গিংগো, কনিফার, সাইকাস্ সাইকাডিয়য়েডের প্রাচুর্য। উচ্চশ্রেণির পতঙ্গ ও পাখির বিকাশ। ডাইনোসরের প্রাচুর্য।
30	255-			ট্রায়াসিক (Triassic)		উচ্চ মধ্য নিম্ন	শুষ্ক আবাহওয়া। সাইকাস ও গিংগো জাতীয় উদ্ভিদের বিকাশ। গ্লসপ্‌টেরিসের সংখ্যা হ্রাস। ডাইনোসরের বিকাশ প্রথম স্তন্যপায়ী প্রাণী।
55	280-		পুরাজীবীয় (Paleozoic)	পারমিয়ান (Permian)		উচ্চ নিম্ন	দক্ষিণ গোলার্ধে ঠান্ডা ও শুষ্ক আবহাওয়া। গ্লসপ্‌টেরিস, জাতীয় উদ্ভিদের বিকাশ। বৃক্ষরূপ লাইকোপড ও স্ফেনপ্‌সিডের বিলুপ্তি।
45	325-			কার্বনিফেরাস (Carboniferous)	পেনসিলভিনিয়ান (Pennsylvanian)	উচ্চ মধ্য নিম্ন	উষ্ণ ও আর্দ্র আবহাওয়ায় জন্মানো মস, লাইকোপড, স্ফেনপ্‌সিড ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ। কনিফারের উৎপত্তি।
20	345-				মিসিসিপিয়ান (Mississippian)	উচ্চ নিম্ন	উষ্ণ আবহাওয়া। আদি ফার্ণ, বীজবাহী ফার্ণ, বৃক্ষরূপ লাইকোপড ও ক্যালামাইটের প্রাচুর্য। ডানাযুক্ত পতঙ্গের উৎপত্তি।
50	395-			ডেভোনিয়ান (Devonian)		উচ্চ মধ্য নিম্ন	আর্দ্র ও শুষ্ক আবহাওয়া। সপুষ্পক গুপ্তবীজী উদ্ভিদ ছাড়া সবরকম সংবহনকলা যুক্ত উদ্ভিদের বিকাশ। কিছু উদ্ভিদে অসমরেণুপ্রসূতা ও বীজ বাহীতার প্রকাশ। লিভারওয়ার্ট ও ছত্রাক। মাছের বিকাশ। প্রথম উভচর।
40	435-			সিলুরিয়ান (Silurian)		উচ্চ নিম্ন	মৃদু উষ্ণ আবহাওয়া। সংবহন কলাযুক্ত স্থলজ উদ্ভিদের আবির্ভাব। প্রথম শ্বাসযন্ত্রযুক্ত প্রাণী, ব্রাকিওপেড ও কোরাল।
65	500-			অর্ডোভিসিয়ান (Ordovician)		উচ্চ নিম্ন	মৃদু উষ্ণ আবহাওয়া। সবুজ ও লোহিত শৈবালের প্রাচুর্য। প্রথম মেরুদণ্ডী প্রাণী। গ্রাপটোলাইট, নটিলয়েড প্রভৃতি অমেরুদণ্ডী প্রাণীর প্রাচুর্য।
70	570-			কেমব্রিয়ান (Cambrian)		উচ্চ মধ্য নিম্ন	উষ্ণ আবহাওয়ায় সমুদ্র জলে নীলাভ সবুজ, সবুজ ও লোহিত শৈবালের প্রাচুর্য্য। সামুদ্রিক অমেরুদণ্ডী প্রাণীর প্রাচুর্য। প্রথম ট্রাইলোবাইট ও ফোরমিনিফেরা।
4,130	4700-	গুপ্তবীজী (Cryptozoic)	প্রাক্‌কেমব্রিয়ান ও আর্কিয়ান (Precambrian Archaean)				উষ্ণ আবহাওয়া; ব্যাকটেরিয়া, নীলাভ সবুজ, ও লোহিত শৈবাল। পৃথিবীর জন্ম।

চিত্র 16.1 আন্তর্জাতিক ভূ-তত্ত্বীয় সময়সারণি ও বিভিন্ন জীবগোষ্ঠীর আবির্ভাব ও বিকাশ

ও পারমিয়ান (Permian) নামে ছয়টি কল্প। মধ্যজীবীয় অধিকল্পে ট্রায়াসিক (Triassic), জুরাসিক (Jurassic), ক্রীটেশাস (Cretaceous) নামে তিনটি কল্প এবং নবজীবীয় অধিকল্পে টার্শিয়ারি (Tertiary) ও কোয়াটারনারি (Quaternary) নামে দুটি কল্প বর্তমান। এই কল্পগুলি আবার বিভিন্ন উপকল্পে (Epoch) বিভক্ত (চিত্র : 16.1)

16.2.2 বিশুদ্ধ সময় সারণি (Absolute time scale)

সরাসরি বছরের মাপে পৃথিবীর বয়স বা পৃথিবীর বিভিন্ন স্তরের বয়স নির্ধারণ করে যে সময় সারণি প্রস্তুত করা হয় তা হল বিশুদ্ধ সময় সারণি। এইভাবে ভূস্তরের বয়স নির্ধারণের প্রচেষ্টা উনবিংশ শতাব্দী থেকে শুরু হয়েছে। সর্বপ্রথম একজন ইংরেজ ভূবিদ ব্যাড্‌লি পলিমাটির (sediments) অবক্ষেপণিক হারের (depositional rate) সঙ্গে শিলাস্তরের মোট বেধ (thickness) গুণ করে কেমব্রিয়ান থেকে আধুনিক কাল পর্যন্ত সময়ের বিস্তার প্রায় 75 কোটি বছর স্থির করেন। আসল বয়সের সঙ্গে এই বিরাট তফাতের কারণ হল যে তিনি শিলাস্তরের গাঠনিক অসঙ্গাতি বা ছেদ (unconformity) গুলিকে হিসেবের মধ্যে ধরেননি। পরবর্তীকালে একজন আইরিশ ভূবিদ জলি সমুদ্রজলে লবণতার হার মেপে সমুদ্রের বয়স প্রায় 9.5 কোটি বছর স্থির করেন। প্রতি বছর সমুদ্রজলে লবণতা বৃদ্ধির হার জানা থাকলে আদি সমুদ্রের শূন্য লবণতা থেকে বর্তমান সমুদ্রের লবণতা আসতে এরকম সময় লাগারই কথা। অগ্রদূত হিসেবে এই ভূবিদদের উদ্ভাবনী শক্তি প্রশংসনীয় কিন্তু গৃহীত অঙ্গীকারগুলি ত্রুটিপূর্ণ থাকায় এঁরা নির্দিষ্ট লক্ষ্যে পৌঁছাতে পারেননি। এরপর লর্ড কেলভিন ভূতাপের ক্রমবৃদ্ধির হার মেপে পৃথিবীর বয়স 2-3 কোটি বছর নির্ণয় করেন। বস্তুত তাঁর হিসেব নির্ভুল হলেও অঙ্গীকার ভুল থাকায় এই হিসাব স্থায়ী হয়নি। তাঁর ধারণা ছিল পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ তাপ পৃথিবীর গরম অবস্থায় উৎপত্তির জন্য। যেহেতু তখনও তেজস্ক্রিয়তা (Radioactivity) আবিষ্কৃত হয়নি পৃথিবীর অভ্যন্তরেই যে তার নিজস্ব তাপজননের প্রক্রিয়া আছে তা কেলভিনের অজানা ছিল।

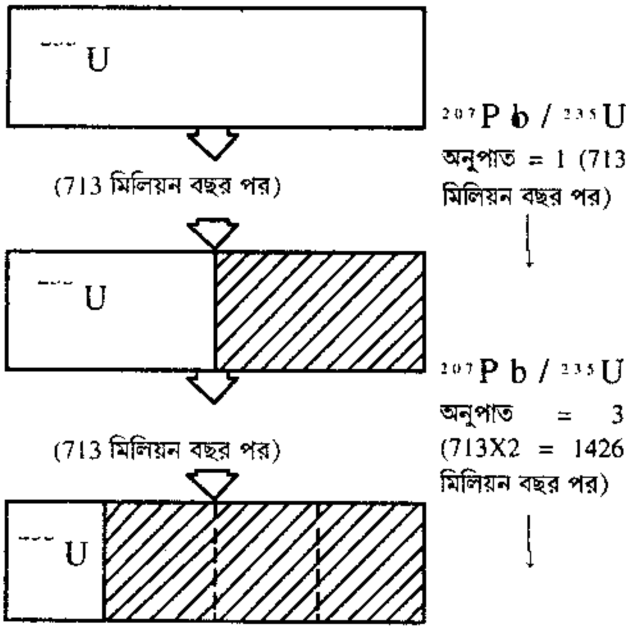
গাঠনিক অসঙ্গাতি ভূস্তরের অবক্ষেপ কোথাও অবিচ্ছিন্ন হয়নি। তারা একাধিক ছেদ বা অবক্ষেপ বিরতি বিভক্ত। এই বিরতিকে গাঠনিক অসঙ্গাতি বলে।

তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কারের সঙ্গে সঙ্গে পৃথিবীর বয়স নির্ধারণে এক বৈপ্লবিক পরিবর্তন আসে। ভূস্তরে তেজস্ক্রিয় মৌলিক পদার্থ (radioactive elements) সম্বলিত অনেক খনিজ পদার্থ (mineral) আছে। এই খনিজ পদার্থগুলি কেলাসিত (crystallisation) হবার সময় মৌলিক পদার্থগুলি এর মধ্যে অঙ্গীভূত হয়। সময়ের পরিপ্রেক্ষিতে এদের ভাঙ্গানের সাহায্যে বয়স নির্ধারণ করা হয়। এই মৌলিক পদার্থগুলির পারমাণবিক নিউক্লিয়াইগুলি অস্থির (unstable) থাকায় এরা নিয়মিত ভাবে এক বিশেষ হারে সুস্থির (stable) মৌল পদার্থে ভেঙে যায়। যেমন চাপ, তাপ ও অন্যান্য অবস্থা উপেক্ষা করে ইউরেনিয়াম অত্যন্ত শ্লথ হারে সীসা (Lead) ও হিলিয়ামে পরিণত হয়। এক গ্রাম ইউরেনিয়াম প্রতি দশ লক্ষ বছরে (1 মিলিয়ন) ভেঙে 1/7000 গ্রাম সিসায় পরিণত হয়। সুতরাং কোনো শিলায় যদি ইউরেনিয়াম সিসার অনুপাত নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যায় তাহলে ওই শিলার প্রকৃত বয়স নির্ধারণও সম্ভব। স্বাভাবিকভাবেই সেই শিলাস্তরে যদি কোনো জীবাশ্ম থাকে তাহলে তার বয়সও নির্ধারিত হয়ে যায়। এভাবেই আপেক্ষিক ভূতত্ত্বীয় সময় সারণির পাশাপাশি

1896 সালে হেনরি বেকেরেল তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কার করেন। 1900 সালে ক্যুরি দম্পতি পিচব্লেন্ড থেকে সর্বপ্রথম রেডিয়াম নিষ্কাশন করেন।

বিশুদ্ধ সময়ের হিসেব দেওয়া সম্ভব হয়েছে (চিত্র : 16.1)। উত্তরোত্তর গবেষণার ফলে এই সময় মানদণ্ডের প্রতি নির্ভরশীলতা বাড়ছে।

তেজস্ক্রিয় খনিজ পদার্থের একটি উল্লেখযোগ্য চরিত্র হল এদের অর্ধজীবন (half life) যা বিভিন্ন সময় নির্ধারণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়। অর্ধজীবন হল একটি নির্দিষ্ট সময় যার মধ্যে একটি অস্থির খনিজ পদার্থের মূল পরিমাণের অর্ধেক ক্ষয় হয়ে বাকি অর্ধেক অবশিষ্ট থাকে। সুতরাং এরকম কোন খনিজের প্রথম অর্ধজীবন পর মূল পরিমাণের ½ অবশিষ্ট থাকবে, দ্বিতীয় অর্ধজীবন ¼ পর অংশ, তৃতীয় অর্ধজীবন পর $\frac{1}{8}$ অংশ অবশিষ্ট থাকবে। প্রতিটি তেজস্ক্রিয় পদার্থের নিজস্ব অর্ধজীবন আছে। যেমন ইউরেনিয়াম 235 অর্ধজীবন 713 মিলিয়ন বছর (1 মিলিয়ন = 10 লক্ষ বছর)। কোনও নমুনাতে যদি 50 শতাংশ ইউরেনিয়াম 235 এবং বাকি 50 শতাংশ সুস্থির অবশেষ লেড্ 207 (সিসা) পাওয়া যায় তাহলে নমুনাটির বয়স হবে 713 মিলিয়ন বছর। যদি দেখা যায় 25 শতাংশ ইউরেনিয়াম 235 এবং 75 শতাংশ লেড্ 207 অবশিষ্ট আছে তাহলে বুঝতে হবে তেজস্ক্রিয় নিউক্লিয়াসটি দুটি অর্ধজীবন অতিক্রম করেছে এবং নমুনাটির বয়স হবে 1426 মিলিয়ন বছর (চিত্র : 16.2)।



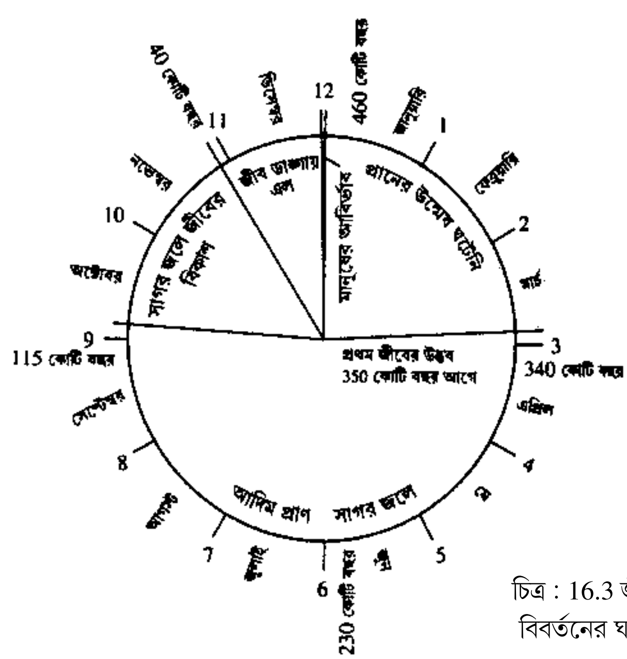
চিত্র : 16.2 তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের ফলে ইউরেনিয়াম 235 (^{235}U) থেকে সিসা 207 (^{207}Pb) এর উৎপত্তি

যে সব আইসোটোপের অর্ধজীবন অনেক বেশি তাদের সাহায্যে অনেক প্রাচীন বয়স নির্ধারণ করা যায়। ইউরেনিয়াম (U-235 : অর্ধজীবন 713 মিলিয়ন বছর; U-238 : অর্ধজীবন 4510 মিলিয়ন বছর), পটাশিয়াম (পটাশিয়াম 40 - আরগন 40 : অর্ধজীবন 1300 মিলিয়ন বছর), রুবিডিয়াম (রুবিডিয়াম 87-স্ট্রনসিয়াম 87 : অর্ধজীবন 47000 মিলিয়ন বছর) প্রভৃতি পদ্ধতিগুলি ব্যবহার করে প্রাচীন ভূস্তর ছাড়াও বহির্বিশ্ব থেকে আসা উল্কার বয়স এমনকি চাঁদ থেকে আনা শিলার বয়সও নির্ধারণ করা সম্ভব হয়েছে।

উপরিউক্ত আইসোটোপগুলির তুলনায় কারবন - 14 আইসোটোপের অর্ধজীবন খুব কম (5730 বছর)। ফলে কয়েকটি অর্ধজীবন পার হওয়ার পর সংরক্ষিত জৈব পদার্তে (উদ্ভিদ বা প্রাণী) C-14 আর পরিমাপযোগ্য অবস্থায় থাকে না। তাই 50,000 বছর বা তার বেশি বয়সের জীবাশ্মের বয়স নির্ধারণ এই পদ্ধতির দ্বারা নির্ভুলভাবে করা যায় না। সাম্প্রতিক ভুতত্ত্বীয় ঘটনাবলি বিশেষ করে কোয়াটারনারি কল্পের শেষ ভাগে ঘটে যাওয়া তুষার, প্লাবন, সামুদ্রিক তলের পরিবর্তন, জীবের বিস্তার ইত্যাদির নির্ধারণে এবং প্রত্নতাত্ত্বিক গবেষণায় এই পদ্ধতির ব্যবহার অপরিহার্য।

16.3 জীব বিবর্তনের ঘড়ি বা ক্যালেন্ডার

ভূতাত্ত্বিক সময়ের হিসেবে প্রাণের উন্মেষ বিকাশের অনুক্রম একনজরে দেখে নেবার জন্য পৃথিবীর সৃষ্টিকাল থেকে বর্তমান পর্যন্ত সময়ের বিস্তারকে একটি বার্ষিক ক্যালেন্ডার বা ঘড়ির মতো রূপ দেওয়া হয়েছে। নববর্ষের প্রথম মুহূর্তে যদি পৃথিবীর সৃষ্টি হয়ে থাকে, প্রথম প্রাণ ও জীবের উন্মেষ হয় মার্চের শেষে এবং সাগরজলে এদের বিকাশ চলতে থাকে নভেম্বর পর্যন্ত। নভেম্বর শেষ সপ্তাহে প্রথম স্থলভাগে জীবের প্রসার ঘটে। এই ক্যালেন্ডার অনুযায়ী আধুনিক মানুষের আবির্ভাব ঘটে 31 ডিসেম্বর সায়াহ্নে (চিত্র : 16.3)।



চিত্র : 16.3 জীব বিবর্তনের ঘড়ি

16.4 ভূতত্ত্বীয় অতীতে জীবাশ্মের অনুক্রম

প্রায় 460 কোটি বছর আগে পৃথিবীর জন্মলগ্ন থেকে আজ পর্যন্ত বিবর্তনের ধারা অনুসরণ করে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন রকমের জীবের সৃষ্টি ও বিকাশ হয়েছিল। তাদের মধ্যে কেউ কেউ বিলুপ্ত হয়ে গেছে কেউ বা নতুন পরিবর্তিত পরিবেশে নিজেকে মানিয়ে নিয়ে আজও টিকে আছে। এই পাঠ্যাংশে আমরা সময়ের অগ্রগতির সঙ্গে শুধুমাত্র উদ্ভিদকুলের বৈচিত্র্য ও তার পরিবর্তন আলোচনা করব।

পৃথিবীতে প্রাণের সঞ্চার কীভাবে হয়েছে তা নিয়ে মতপার্থক্য আছে। কেউ কেউ মনে করেন বহির্বিশ্ব থেকে উল্কা বা ধূলিকণার সাথে প্রাণ এসেছে। অনেকের মতে এই পৃথিবীর পরিমণ্ডলেই প্রাণের উদ্ভব ও ক্রমবিকাশ হয়েছে। এঁদের মতে আদি পৃথিবীর পরিমণ্ডলে ছিল হাইড্রোজেন, নাইট্রোজেন, মিথেন, অ্যামোনিয়া ও জলীয় বাষ্পের প্রাচুর্য। এইসব গ্যাসের মিশ্রণে আকাশের বিদ্যুৎ পাতে তৈরি হয়েছিল নিউক্লিক অ্যাসিডের মূল উপাদানগুলি যা সাগরজলে ঘনীভূত হয়। ক্রমে অজৈব প্রক্রিয়ায় প্রস্তুত এই জৈব উপাদনগুলি থেকে আদি এককোষী জীবের জন্ম হয়। মুক্ত অক্সিজেন না থাকায় এই বর্ণহীন অবাত অনুজীবীরা রাসায়নিক বিশ্লেষণ দ্বারা প্রয়োজনীয় শক্তি আহরণ করত। পরে কিছু কিছু অনুজীবী নিজেদের খাবার নিজেরা তৈরি করতে শুরু করল। ক্লোরোফিল ঘটিত এই সালোকসংশ্লেষের ফলে প্রচুর মুক্ত অক্সিজেন জল ও বাতাসকে সম্পৃক্ত করে তুলল। এরপর ধীরে ধীরে তৈরি হল ওজোন গ্যাস (O_3) স্তর। ক্রমে এই ওজোনস্তরে ক্ষতিকর অতিবেগুনী রশ্মি ও অন্যান্য মহাজাগতিক রশ্মি আটকে পড়ায় জল ও স্থলভাগ উন্নততর জীবের বাসযোগ্য হল।

প্রাক্-কেমব্রিয়ান (Pre-Cmbrian) : প্রাক্‌কেমব্রিয়ান সময়ের মহাসমুদ্রের অগভীর জলে বিভিন্ন রকমের অনুজীবীদের আবির্ভাব ও বিকাশ হয়েছিল। এইসব নীলাভ সবুজ ব্যাকটেরিয়া সাগরজল থেকে চুলের অধঃক্ষেপ ঘটিয়ে স্তরে স্তরে বালি ও পলি দিয়ে একধরনের শিরাকৃতি গঠন করত। এদের স্ট্রোমাটোলাইট (Stromatolite) বলা হয়। পৃথিবীর সবচেয়ে পুরানো স্ট্রোমাটোলাইট পাওয়া গেছে পশ্চিম অস্ট্রেলিয়ার 'নর্থ পোল' অঞ্চলে আর আফ্রিকার জিম্বাবোয়েতে, এদের বয়স প্রায় 350 কোটি বছর। ভারতের সিংভূম অঞ্চলে 280 কোটি বছরের স্ট্রোমাটোলাইট সম্প্রতি পাওয়া গেছে। স্ট্রোমাটোলাইটের সূক্ষ্মচ্ছেদ (Thin Section) অণুবীক্ষণ যন্ত্রের নীচে দেখলে বিভিন্ন রকমের এককোষী বা বহুকোষী ফিতাকৃতি নীলাভ সবুজ ব্যাকটিরিয়ার উপস্থিতি দেখা যায়। বর্তমানে অস্ট্রেলিয়ার শার্ক বে (Shark Bay) অঞ্চলে এই স্ট্রোমাটোলাইট জীবন্ত অবস্থায় পাওয়া যায়।

Eobacterium Archaeospheroides, Animkiea, Gunflintia, Huroniospora, Glenobotrydion, Kakabakia, Eozygion, Palaeolyngbya, Cephalophytarion প্রভৃতি অণুজীবাশ্মের নাম এ বিষয়ে উল্লেখযোগ্য।

যে সব প্রাচীন ভূস্তর থেকে অণুজীবাশ্মের হদিশ মিলেছে তারা হল (ক) গ্রীনল্যান্ডে ইসুয়া শ্রেণির পাললিক শিলা (380 কোটি বছর পুরনো), পশ্চিম অস্ট্রেলিয়ার ওয়ারাউনা শ্রেণি (350 কোটি বছর), আফ্রিকার অনভারওয়াকট শ্রেণি, দক্ষিণ আফ্রিকার সোয়াজিল্যান্ড শ্রেণি (335 কোটি বছর), ফিগ ট্রি শ্রেণি (320 কোটি বছর), গানফ্লিন্ট লৌহ সংঘ (200 কোটি বছর), বিটার স্প্রিং চার্ট (90 কোটি বছর) প্রভৃতি।

প্রসঙ্গত উল্লেখযোগ্য যে এই জীবাশ্মগুলির অধিকাংশেরই বর্তমান কালের শৈবালের সঙ্গে আশ্চর্য্য সাদৃশ্য রয়েছে। যেমন গানফ্লিন্ট চার্ট শিলাস্তর থেকে Animkeia নামে যে ফিতাকৃতি শৈবাল পাওয়া গেছে তা আধুনিক Oscillatoria নামক নীলাভ সবুজ শৈবালের সঙ্গে তুলনীয়।

কেমব্রিয়ান (Cambrian) : ব্রিটেনের ওয়েলশ প্রদেশের প্রাচীন নাম 'কেমব্রিয়া'। ওই প্রদেশের এক শিলাস্তরকে সর্বপ্রথম ইংরাজ ভূবিজ্ঞানী অ্যাডাম সেজইউক এই নামে চিহ্নিত করেন।

সবাত অণুজীবাশ্মদের দেহ গঠনে জটিলতার সূত্রপাত হয় সম্ভবত কেমব্রিয়ানে। এই জটিল দেহযুক্ত শৈবালদের দেহের চারদিকে চুন ($CaCO_2$) জমে শক্ত খোলকে পরিণত হত। সবুজ ও লোহিত শৈবালের অনেক প্রজাতিরই এরকম জল থেকে চুন বিশ্লেষণ করার ক্ষমতা ছিল যা সামুদ্রিক চুনাপাথর সৃষ্টি করত। সবুজ শৈবালদের অন্তর্গত গোত্র ডেসিক্ল্যাডেসি (Dasycladaceae), সোলানোপোরেসি (Solanoporaceae) এবং লোহিত শৈবালদের অন্তর্গত কোরালিনেসি গোত্রভুক্ত প্রজাতির নাম এ বিষয়ে উল্লেখযোগ্য। এছাড়াও বহুরকমের এককোষী, গোলাকার মসৃণ বা অলঙ্কৃত অণুজীবাশ্ম যেমন ডাইনোফ্ল্যাজেলেট (Dinoflagellate), এক্রিটার্ক (Acritarch), তাসমানাইটিস (Tasmanites) প্রভৃতি কেমব্রিয়ান শিলাস্তর থেকে পাওয়া গেছে। ভারতের কাশ্মীর ও স্পিতি অঞ্চলে কেমব্রিয়ান কল্পের শিলাস্তর ও জীবাশ্ম দেখা যায়।

অর্ডোভিসিয়ান (Ordovician) : চার্লস ল্যাপওয়ার্থ ওয়েলশ প্রদেশের 'অর্ডোভিস' উপজাতির নামানুসারে এই কল্পের শিলাস্তর চিহ্নিত করেন। কেমব্রিয়ান কল্পের মতো অর্ডোভিসিয়ান কল্পেও সমুদ্র জলে নীলাভ সবুজ, সবুজ ও লোহিত শৈবালের আধিক্য দেখা যায়। চুন বিশ্লেষণের ক্ষমতা নেই এমন সূত্রাকার, অবিভক্ত শৈবালের (যেমন : *Mackiella, Rhynchartia*) উপস্থিতি এ সময় দেখা যায়। সম্ভাব্য অগভীর সমুদ্র বা

হ্রদে বসবাসকারী *Geminella, Palaeoedogonium, Palaeoclosterium* নামক সূত্রাকার সবুজ শৈবালও পাওয়া গেছে।

সিলুরিয়ান (Silurin) : ওয়েলশের প্রাচীন 'সিলুর' উপজাতিয় নামানুসারে ইংরাজ ভূবিজ্ঞানী মার্চিসন ইংল্যান্ডের সীমান্ত অঞ্চলে কতগুলি শিলাস্তরকে সিলুরিয়ান কল্পের অন্তর্ভুক্ত করেন। ভারতে কাশ্মীর ও স্পিতি উপত্যকায় এবং অরুণাচল প্রদেশে এই শিলাস্তর ও জীবাশ্ম পাওয়া যায়।

সময়ের সঙ্গে সঙ্গে জলজ জীব ধীরে ধীরে স্থলে স্থানান্তরিত হতে শুরু করে। এই ঘটনাটি নিঃসন্দেহে জীব বিবর্তনে এক গুরুত্বপূর্ণ পদক্ষেপ। স্থলের নতুন পরিবেশে মানিয়ে নেওয়ার জন্য জলজ উদ্ভিদগুলির কয়েকটি অভিযোজনের প্রয়োজন হয়। এগুলি হল জল সংবহনের জন্য পরিবাহী কোষের উপস্থিতি, গ্যাসীয় আদানপ্রদানের জন্য সছিদ্র গঠন কৌশল উদ্ভাবন, জল-বায়ু রোধী গাত্রত্বকের সৃষ্টি এবং প্রজননের জন্য উন্নততর কারিগরি। ফলে সৃষ্টি হয় লিগনিনযুক্ত ট্রাকিড ও অন্যান্য পরিবাহী কোষ দিয়ে তৈরি কেন্দ্রস্তম্ভ বা স্টিলি যা উদ্ভিদের জলসংবহনের কাজ করে। বায়ুর আদান প্রদানের জন্য উদ্ভিদগাত্রে তৈরি হয় স্টোমাটা। জল-বায়ুরোধী কিউটিকল দিয়ে তৈরি হয় গাত্রাবরণ। এছাড়া রেণুবাহী অঙ্গ মাটি থেকে কিছু দূরে অবস্থান করতে লাগল যা সহজে বায়ুবাহী হয়ে বিস্তার লাভ করতে পারে আর রেণুগুলির আবরণ তৈরি হল প্রায় অবিনাশী স্পোরোপোলেনিন (Sporopollenin) নামক এক জটিল পদার্থে।

উচ্চ সিলুরিয়ান শিলাস্তর থেকে প্রাপ্ত *Cooksonia* কে প্রথম আবির্ভূত স্থলজ সংবাহী কলা যুক্ত উদ্ভিদ বলা হয়। উদ্ভিদটি খর্বাকৃতি, পত্রহীন, ক্রমদ্বিখণ্ডিত শাখাযুক্ত, কয়েক সেন্টিমিটার দীর্ঘ ও প্রস্থে মাত্র 1-1.5 মিমি। এই ধরনের আর একটি উদ্ভিদের উদাহরণ হল *Steganotheca*।

ডেভোনিয়ান (Devonian) : সেজউইক ও মার্চিসন ইংল্যান্ডের ডেভনশায়ার অঞ্চলের কিছু শিলাস্তরকে 'ডেভোনিয়ান' কল্পের অন্তর্ভুক্ত করেন। ভারতের স্পিতি, লাহুল, জানস্কর, কাশ্মীর প্রভৃতি অঞ্চলে এই শিলাস্তর ও জীবাশ্ম পাওয়া যায়।

এই সময়ে কিছু উপজলজ বেলাবাসী উদ্ভিদ যেমন *Prototaxites, Parka, Nematothallus* এর আবির্ভাব হয়। এদের জলজ ও স্থলজ উদ্ভিদের অন্তবর্তী অবস্থা বলে মনে করা হয়। পরবর্তী পর্যায়ের উদ্ভিদগুলিতে লিগ্‌নিন যুক্ত ট্রাকিডের উপস্থিতি দেখতে পাওয়া যায়। স্কটল্যান্ডের রাইনি উপত্যকার চার্টজাতীয় শিলাস্তরে প্রাপ্ত *Rhynia, Horneophyton, Renalia* প্রভৃতি গণগুলি এর উদাহরণ। আস্তে আস্তে ক্ষুদ্র উপাঙ্গ (appendages) ও অনুপত্র যুক্ত উদ্ভিদের সৃষ্টি হল। *Zosterophyllum, Sawdonia, Discalis, Asteroxylon* প্রভৃতি এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য। এসব উদ্ভিদে উপাঙ্গ বা অনুপত্রে সংবহনকলা পৌঁছায়নি। ধীরে ধীরে সংবহন কলা যুক্ত হয়ে পাতার আবির্ভাব হয় উন্নততর লাইকপসিড জাতীয় উদ্ভিদে। একই সঙ্গে স্ফেনপ্‌সিড জাতীয় উদ্ভিদের উন্মেষ হয় এই সময়ে। ডেভোনিয়ান কল্পে ট্রাইমেরোফাইটেসি গোত্রভুক্ত *Trimerophyton, Psilophyton* ও *Pertica* গণগুলির উপস্থিতি গুরুত্বপূর্ণ। এগুলিকে উচ্চশ্রেণির উদ্ভিদের পূর্বসূরী বলে মনে করা হয়। ডেভোনিয়ান কল্পে বীজবাহী ফার্ন ও আদি ব্যক্তবীজী উদ্ভিদের (Progymnosperm) উৎপত্তি হয়। আদি ব্যক্তবীজীদের মধ্যে *Archaeopteris, Aneurophyton, Triloboxylon* প্রভৃতির নাম উল্লেখযোগ্য। এই সময় বিভিন্ন উদ্ভিদে অসমরেণুপ্রসূতার উদ্ভব হয় যা ভবিষ্যতের বীজবাহিতার সূচনা করে।

ছত্রাকের সন্দেহাতীত উপস্থিতি এই সময়ে দেখা যায়। উতমাইসেটিসের (Oomycetes) অন্তর্গত গণ Palaeomyces ছত্রাকের সূত্রাকার হাইফা Rhynia, Horneophyton প্রভৃতির দেহের মধ্যে পাওয়া গেছে। এছাড়া সমাঙ্গদেহী ব্রায়োফাইটা Pallavicinites devonicus এর উপস্থিতিও প্রমাণিত হয়েছে।

কার্বনিফেরাস (Carboniferous) : ডেভোনিয়ানের পরবর্তী কল্পে প্রচুর কয়লা ও কার্বন যৌগের উৎপত্তি হয় তাই একে কার্বনিফেরাস কল্প বলে। উত্তর আমেরিকায় এটি দুইভাগে বিভক্ত। নিম্ন কার্বনিফেরাসকে মিসিসিপিয়ান ও উচ্চ কার্বনিফেরাসকে পেন্‌সিলভানিয়ান বলে। ভারতবর্ষে হিমালয়ের কাশ্মীর, স্পিতি, নেপাল ও অরুণাচলে কার্বনিফেরাস শিলাস্তর ও জীবাশ্ম আছে। ইউরোপ ও আমেরিকায় এই কল্পের শিলাস্তরে সবচেয়ে বেশি কয়লা পাওয়া যায়। ভারতের কয়লাসম্পদ প্রধানত পার্মিয়ান কল্পের।

লাইকোফাইটা ও স্ফেনোফাইটাদের অন্তর্ভুক্ত বৃক্ষরা উচ্চ ডেভোনিয়ান থেকে নিম্ন কার্বনিফেরাস সময় পর্যন্ত আধিপত্য করেছিল। *Lepidodendron, Bothrodendron, Sigillaria* প্রভৃতি হল গৌণবৃদ্ধিযুক্ত লাইকোফাইটার উদাহরণ। স্পেনোফাইটাদের মধ্যে অন্যতম হল *Sphenophyllum, Calamites* প্রভৃতি গণ। কিছু ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ যাদের ইউস্পোরানজিয়েট (Eusporangiate) বা লেপ্টোস্পোরানজিয়েট (*Leptosporangiate*) কোনও দলেই ফেলা যায় না এদের উৎপত্তি এসময় হয়েছিল। যেমন *Zygopteris, Cladoxylon, Tedelia* প্রভৃতি। কার্বনিফেরাস বা অঙ্গারযুগকে বলা হয় 'ফার্ণের যুগ'। কেননা এই সময়কার ভূস্তরে ফার্ণজাতীয় পাতার প্রাচুর্য ছিল। তবে পরবর্তী সময়ে প্রমাণিত হয়েছে যে এদের অধিকাংশই বীজবাহী ফার্ণ। এই সময়কার উল্লেখযোগ্য কয়েকটি ফিলিকপ্‌সিডা শ্রেণিভুক্ত গণ হল *Eoangiopteris, Psaronius* প্রভৃতি।

কার্বনিফেরাস কল্পের অরণ্যে প্রচুর বীজবাহী ফার্ণ (Pteridosperm) ছিল। এগুলি আসলে নগ্নবীজীর উদ্ভিদ এবং এদের মধ্যে সাইকাড ও ফার্ণ উভয়েরই কিছু কিছু বৈশিষ্ট্য লক্ষ্য করা যায়। *Lyginopteris, Medullosa, Calamopitys, Callistophyton* প্রভৃতি গণগুলি হল বীজবাহী ফার্ণের উদাহরণ।

পারমিয়ান (Permian) : রাশিয়ার পার্ম প্রদেশের কিছু শিলাস্তরের নামকরণের সময় 1891 খ্রিস্টাব্দে মার্চিসন 'পারমিয়ান' শব্দটি প্রথম ব্যবহার করেন। ভারতবর্ষে মহানদী, গোদাবরী প্রভৃতি নদীর অববাহিকায় এই শিলাস্তর প্রচুর পাওয়া যায়। উদ্ভিদের বিপুল প্রসার ও কয়লাসম্পদ এই কল্পের বিশেষত্ব। এইসব শিলাস্তর (*Glossopteris*) গোষ্ঠীর উদ্ভিদ জীবাশ্ম পাওয়া যায়। দক্ষিণ গোলার্ধের গন্ডোয়ানা (Gondwna) কয়লা যুগের প্রধান গাছপালাসমূহকে সামগ্রিকভাবে Glossopteris ফ্লোরা বলে। এদের মধ্যে যেমন *Glossopteris, Gangamopteris, Palaeovittaria, Macroteniopteris, Euryphyllum* প্রভৃতি বীজবাহী ফার্ণের প্রজাতি ছিল, তেমনি অন্যান্য গোষ্ঠীর উদ্ভিদও ছিল। অন্যান্য নগ্নবীজীদের মধ্যে *Cordaites, Rhipidopsis, Buriadia* উল্লেখযোগ্য। এছাড়াও লাইকোফাইটা শ্রেণিভুক্ত *Cyclodendron* এবং স্ফেনোফাইটা শ্রেণিভুক্ত *Schizoneura, Phyllotheca, Ranigajia* ও ফার্ণ *Sphenopteris, Pecopteris* এর জীবাশ্ম পাওয়া গেছে। এরা পারমিয়ান কল্পে ঘন বৃষ্টি বিধৌত সবুজ বনানীর জন্ম দিয়েছিল সমগ্র গন্ডোয়ানা মহাদেশে।

ট্রায়াসিক (Triassic) : জার্মান ভূবিজ্ঞানী আলবার্তি 1834 খ্রিস্টাব্দে ট্রায়াসিক মহাযুগের নামকরণ করেন। ট্রায়াসিক কথাটির অর্থ হল ত্রিস্তরীয়। তিনটি বিভিন্ন শিলাস্তরগোষ্ঠীর সামগ্রিক নাম এটি।

ভারতের স্পিতি অঞ্চলে, কাশ্মীর এবং উপদ্বীপীয় ভারতে মধ্য গন্ডোয়ানা শিলাগোষ্ঠীতে ট্রায়াসিক স্তর রয়েছে। নগ্নবীজী উদ্ভিদ বিশেষত সাইকাস গোষ্ঠীভুক্ত প্রাচুর্য এসময় দেখা যায়।

ট্রায়াসিক হল পরিবর্তিত পরিস্থিতিতে জীবকুলের মানিয়ে নেওয়া বা পুনর্গঠনের মহাযুগ। পুরাজীবীয় অধিযুগ থেকে মধ্যজীবীয় অধিযুগের উত্তরণকালে পৃথিবী উষ্ণ হয়ে ওঠে। বৃষ্টিপাতও তখন ছিল সীমিত। এই পরিবেশে পৃথিবী থেকে *Glossopteris* জাতীয় উদ্ভিদেরা বিনষ্ট হয়ে যায় এবং প্রতিকূল পরিস্থিতি সামলে নিয়ে নতুন উদ্ভিদকুলের বিস্তার ঘটে। এদের মধ্যে প্রধান *Dicroidium* নামে এক বীজবাহী ফার্ণ বা টেরিডোস্পার্ম। তাই ট্রায়াসিক কল্পের উদ্ভিদগোষ্ঠীকে *Dicroidium* উদ্ভিদকুল বলা হয়। টেরিডোস্পার্ম ছাড়া বিভিন্ন কনিফার, সাইকাড, সাইকাডিয়েড ও গিঙ্কগোফাইট এর উদয় এসময়েই ঘটে যাদের বিপুল বিস্তার ঘটে পরবর্তী জুরাসিক ও ক্রিটেশাস কল্পে। *Dicroidium* ছাড়া অন্যান্য উল্লেখযোগ্য টেরিডোস্পার্ম উদ্ভিদ হল *Lepidopteris, Thinnfeldia, Pachypteris, Cycadopteris* ইত্যাদি। উল্লেখযোগ্য ফার্ন গোত্র যাদের জীবাশ্ম প্রচুর পরিমাণে পাওয়া গেছে তা হল Marattiaceae, Osmundaceae, Gleicheniaceae, Cyatheaceae, Dicksoniaceae, Dipteridaceae এবং Matoniaceae।

জুরাসিক (Jurassic) : জার্মান বিজ্ঞানী আলেকজান্ডার হামবোল্ট 1799 খ্রিস্টাব্দে এই কল্পের নামকরণ করেন ফ্রান্স ও সুইজারল্যান্ডের জুরা পর্বতের নামানুসারে। ভারতের কাশ্মীর স্পিতি অঞ্চলে, কচ্ছের সমুদ্র উপকূলে, বিহারের রাজমহল পাহাড়ে এবং রাজস্থানে এই কল্পের শিলাস্তর পাওয়া যায়।

এইসময়ে নগ্নবীজীয় উদ্ভিদের বিশেষ করে সাইকাড গোষ্ঠীর উদ্ভিদদের প্রাচুর্য দেখা যায়। অনেক সময় এই কল্পকে 'Age of Cycads' বলা হয়। প্রাণীদের মধ্যে এই সময় সারা পৃথিবীর দখলদারি নিয়েছিল অতিকায় ডাইনোসরেরা।

উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদকুলের মধ্যে অন্যতম হল পেন্টোজাইলেসী গোত্রভুক্ত *Pentoxylon*, উইলিয়ামসোনিয়েসী গোত্রভুক্ত *Williamsonia,* সাইকাডেলিস অন্তর্ভুক্ত *Nilssonia, Anomozamites, Pterophyllum, Otozamites* এবং গিঙ্গাগোয়েসী বর্ণভুক্ত *Baiera* ও *Ginkgo*র বিভিন্ন প্রজাতি। Araucariaceae, Pinaceae, Taxodiaceae গোত্রের অনেক গণেরও প্রাচুর্য ওই সময় দেখা যায়।

ক্রিটেশাস (Cretaceous) : ক্রিটেশাস কথাটি লাটিন 'ক্রেটা' শব্দ থেকে এসেছে যার অর্থ চক বা খড়িমাটি। ফরাসি ভূবিজ্ঞানী দ্য হ্যালয় এই কল্পটির সর্বপ্রথম নামকরণ করেন। পৃথিবীর প্রায় সব মহাদেশেই এই কল্পের শিলাস্তর রয়েছে যার মধ্যে প্রচুর জীবাশ্ম পাওয়া যায়। ভারতবর্ষে হিমালয়ের লাদাখ অঞ্চলে, তিরুচিরাপল্লী, পণ্ডিচেরী, নর্মদা উপত্যকা, সৌরাষ্ট্র ও আসাম অঞ্চলে এই শিলাস্তর পাওয়া যায়। ঊর্ধ্ব গন্ডোয়ানা শিলাগোষ্ঠীর উপরের অংশেও স্বাভাবিকভাবেই এই কল্পের জীবাশ্মবাহী শিলাস্তর পাওয়া যায়।

জুরাসিক কল্প শেষ হয় আজ থেকে প্রায় সাড়ে বারো কোটি বছর আগে। এসময় পৃথিবীর আবহাওয়া বৃষ্টিসিক্ত হয়ে ওঠে। ফলে অজস্র নতুন প্রাণী ও উদ্ভিদের আগমন ঘটে। এই সময়ের সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য ঘটনা হল পুষ্পিত উদ্ভিদের উপস্থিতি। অবশ্য অনেকে মনে করেন জুরাসিক কল্পে সপুষ্পক উদ্ভিদের উদ্ভব হয়েছিল। (যেমন চীনের জুরাসিক কল্প থেকে পাওয়া *Archaefructus liangaonensis* কিন্তু এদের সন্দেহাতীত উপস্থিতি দেখা

যায় ক্রিটেশাস কল্পেই। প্রকৃতপক্ষে, উৎপত্তি যখনই হোক, পুষ্পিত উদ্ভিদের ব্যাপক বিস্তার এবং বৈচিত্র্য নিম্ন ক্রিটেশাসেই দেখা যায়। *Proteaephyllum, Vitiphyllum, Celastrophyllum, Plantaginopsis* প্রভৃতি নিম্ন ক্রিটেশাস পুষ্পিত উদ্ভিদের উদাহরণ। ঊর্ধ্ব ক্রিটেশাস কল্পে পুষ্পিত উদ্ভিদের সংখ্যা দ্রুত বেড়ে যায়। উদাহরণ হিসেবে *Betulites, Populites, Araliopsoides* প্রভৃতির নাম করা যেতে পারে। এই সময়ে উদ্ভিদ জগতের সিংহভাগ পুষ্পিত উদ্ভিদের দখলে চলে যায়। এদের মধ্যে কানাডা, গ্রীনল্যান্ড, আমেরিকা যুক্তরাষ্ট্র, ইউরোপ ও এশিয়া ভূখণ্ডে পাওয়া যায় *Populus, Cercidiphyllum, Quercus* (ওক) *Juglans* (আখরোট), *Platanus, Aristolochia, Ficus* (বট জাতীয়) *Magnolia, Cinnamomum* (তেজপাতা জাতীয়), *Vitis* (আঙ্গুর জাতীয়), *Nymphaea* (শালুক জাতীয়) প্রভৃতি গাছপালা।

এই সময়ে পত্রজীবাশ্মের বৈচিত্র্যের সাথে পরাগরেণুরও বৈচিত্র্য লক্ষ করা যায়।

টার্শিয়ারি (Tertiary) : গিওভাগ্নি আদুইনা এই কল্পের নামকরণ করেন। পৃথিবীর প্রায় সব দেশেই এই কল্পের শিলাস্তর রয়েছে। স্তন্যপায়ী প্রাণীর সর্বাধিক বিস্তার এই সময় হয় তাই এটিকে স্তন্যপায়ী প্রাণীদের কল্প বলা হয়। বর্তমানে যে সব প্রাণী ও উদ্ভিদ রয়েছে এই শিলাস্তরের জীবাশ্মে তাদের সাদৃশ্য রয়েছে। ভারতবর্ষে প্রাচীনতম ফুলের জীবাশ্ম আবিষ্কৃত হয় মধ্যভারতের মোহগাঁওকালান অঞ্চলে ডেকান ইনটারট্রাপিয়ান শিলাস্তর থেকে। অধ্যাপক বীরবল সাহানির নামানুসারে এটির নামকরণ করা হয় Sahnianthus।

কোয়াটারনারি (Quaternary) **:** নবীনতম এই কল্পের বিস্তার মাত্র 20 লক্ষ বছর পূর্ব থেকে আজ পর্যন্ত। এর দুটি বিভাগ। নীচেরটির নাম প্লাইস্টোসিন। এই সময়ে আধুনিক মানুষের পুর্বসূরিদের দেখা মেলে। পরবর্তী প্লাইস্টোসিন যুগে উপর্যুপরি হিমযুগের কবলে পড়ে গাছপালার সংখ্যা ও বৈচিত্র্য ক্রমে হ্রাস পায়।

প্লাইস্টোসিনের উপরে রয়েছে হলোসিন বা আধুনিক উপকল্প। আধুনিক উপকল্পের শুরু আজ থেকে দশ হাজার বছর আগে। আজকের মানুষ হলোসিন যুগের প্রত্যন্তে দাঁড়িয়ে।

16.5 সারাংশ

পৃথিবী জন্ম হয়েছে আজ থেকে প্রায় 460 কোটি বছর আগে। এই সময়ের মাঝে ঘটে যাওয়া ঘটনাবলি কয়েক কোটি বা লক্ষ বছরের হিসেবে মাপা হয় এবং এই সুবিশাল সমরে বিস্তারকে কতগুলি সুবিধাজনক ভাগে ভাগ করা হয়।

ভূবিজ্ঞানের আপেক্ষিক বিচারে পৃথিবীর জন্মলগ্ন থেকে অদ্যাবধি সময়কে দুটি মহাকল্প যথা গুপ্তজীবী (Kryptozoic) ও ব্যক্তজীবী (Phanerozoic) মহাকল্পে ভাগ করা হয়। সৃষ্টির সময় থেকে 400 কোটি বছর অর্থাৎ পৃথিবীর বয়সের প্রায় আশি শতাংশ জুড়ে আছে গুপ্তজীবী মহাকল্প আর বাকি 60 কোটি বছর নিয়ে ব্যক্তজীবী মহাকল্প। জীবনের বৈচিত্র্য ও বিবর্তনের ধারা অনুসরণ করে ব্যক্তিজীবী মহাকল্পকে প্রাচীন প্রাণবিশিষ্ট (Palaeozoic), মাঝারি প্রাণবিশিষ্ট (Mesozoic) এবং আধুনিক প্রাণবিশিষ্ট (Cenozoic) অধিকল্পে ভাগ করা হয়েছে। অধিকল্পগুলিকে আবার কল্প ও কল্পকে উপকল্পে বিভক্ত করা হয়েছে। প্যালিওজোয়িক অধিকল্পে ছয়টি কল্প যথা ক্যাম্ব্রিয়ান, অর্ডোভিসিয়ান, সিলুরিয়ান, ডেভোনিয়ান, কার্বনিফেরাস ও পারমিয়াম, মেসোজোয়িক অধিকল্পে তিনটি কল্প যেমন ট্রায়াসিক, জুরাসিক ও ক্রিটেশাস আর সেনোজোয়িক অধিকল্পে আছে টার্শিয়ারি ও কোয়াটারনারি কল্প। টারশিয়ারি কল্পে পাঁচটি ও কোয়াটারনারিতে দুটি উপকল্প আছে।

পৃথিবীর চূড়ান্ত বয়স নির্ধারণের চেষ্টা বিভিন্ন পদ্ধতির সাহায্যে করা হয়েছে তার মধ্যে সবচেয়ে নির্ভরযোগ্য

হল শিলাস্তরে উপস্থিত তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরিবর্তনের হার। ইউরেনিয়াম (^{238}U), থোরিয়াম (^{234}Th) পটাশিয়াম (^{40}K), রুবিডিয়াম (^{87}Rb), কার্বন (^{14}C) প্রভৃতি হল এমন তেজস্ক্রিয় পদার্থের উদাহরণ।

পৃথিবীর সৃষ্টির পর প্রথম একশো কোটি বছর কোনও প্রাণের অস্তিত্ব ছিল না। প্রাণের প্রথম প্রকাশ ঘটে সাগরজলে নীল সবুজ ব্যাকটিরিয়ার চেহারায়। তারপর ধীরে ধীর সালোকসংশ্লেষকারী শৈবালের উৎপত্তি হলে সাগরজলে অক্সিজেনের পরিমাণ বাড়তে থাকে যা ক্রমে সাগরজল সম্পৃক্ত করে আবহমণ্ডলে ছড়িয়ে পড়ল এবং আবহমণ্ডলের বাইরে ওজোন গ্যাসের আচ্ছাদনও তৈরি হল। এসবই ঘটে গুপ্তজীবী মহাকল্পে। সিলুরিয়ান কল্পে সর্বপ্রথম জলজ উদ্ভিদ জল থেকে ডাঙায় এসে ডাঙার আবহাওয়ায় নিজেদের মানিয়ে নিতে শুরু করল। দেখা দিল *Cooksonia* জাতীয় সংবাহী কলাযুক্ত উদ্ভিদ। ডেভোনিয়ান কল্পে ডাঙার গাছপালা বেড়ে গেল, তৈরি হল বনভূমি। বীজবাহী ফার্ণ দেখা দিল। কার্বনিফেরাস কল্পে সারা পৃথিবীতে ঠাণ্ডা আবহাওয়া ছিল, ধীরে ধীরে কয়লার স্তর তৈরি হল। পারমিয়ান কল্পে শীতলতা কমল এবং গণ্ডোয়ানা মহাদেশে *Glossopteris* এর গাছপালার ঘন অরণ্য গড়ে উঠল যা এই মহাদেশের কয়লা সম্পদের উৎস।

মেসোজোয়িক অধিকল্পে তিনটি কল্প। ট্রায়াসিক ও জুরাসিক কল্পে শুকনো আবহাওয়ার উপযোগী সাইকাস জাতীয় উদ্ভিদ ও ডাইনোসরের প্রাধান্য দেখা দিল। ক্রিটেশাস কল্পে এল প্রথম পুষ্পিত উদ্ভিদ। এরপর সেনোজোয়িক অধিকল্প। এই অধিকল্পে বর্তমানে সবরকম উদ্ভিদ গোষ্ঠীরই বিকাশ ঘটেছিল বলে মনে করা হয়। মায়োসিন উপকল্পে হিমালয় গড়ে উঠল। অরণ্য কমে গিয়ে ঘাসজমি বেড়ে যাওয়ায় স্তন্যপায়ী জীবের বিপুল প্রসার ঘটল। প্লায়োসিনে আদি মানুষের আবির্ভাব। পরবর্তী কোয়াটারনারি উপকল্পে আধুনিক মানুষের পূর্বপুরুষেরা দেখা দিল এবং ধীরে ধীরে সারা পৃথিবীতে ছড়িয়ে পড়ল।

16.6 প্রশ্নাবলি

1. সঠিক উত্তরটি চিহ্নিত করুন।
   - (ক) পৃথিবী সৃষ্টির আনুমানিক কত বছর পর জীবনের উন্মেষ হয়েছিল?
     (i) 100 লক্ষ (ii) 100 কোটি (iii) 1000 লক্ষ (iv) এক কোটি।
   - (খ) ভূতত্ত্বীয় সময়সারণিতে সময়ের নবীনতম একক হল
     (i) মহাকল্প (ii) অধিকল্প (iii) কল্প (iv) উপকল্প।
   - (গ) চূড়ান্ত ভূতাত্ত্বিক সময় নির্ধারণের সবচেয়ে নির্ভরযোগ্য পদ্ধতি হল (i) সমুদ্রজলে লবণের পরিমাণ (ii) পৃথিবীর উত্তপ্ত অবস্থা থেকে শীতল হবার সময় পর্যন্ত প্রয়োজনীয় সময় (iii) পাললিক শিলাস্তরের সঞ্চয়ের হার (iv) শিলাস্তর তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরিবর্তনের হার।
   - (ঘ) জীবের আবির্ভাব প্রথম হয়েছিল (i) স্থলে (ii) জলে (iii) বহির্বিশ্বে।
2. শূন্যস্থান পূরণ করুন :
   - (ক) ভূতত্ত্বীয় অতীতে সন্দেহাতীতভাবে পৃথিবীতে পুষ্পিত উদ্ভিদের উপস্থিতি .... কল্পে প্রমাণিত হয়েছে।
   - (খ) লিগ্নিন সংবাহী কলাযুক্ত স্থলজ উদ্ভিদের একটি প্রাচীনতম উদাহরণ হল ....।
   - (গ) সাইকাস জাতীয় উদ্ভিদ ও ডাইনোসরের যুগ্ম প্রাধান্য .... কল্পে দেখা যায়।

3. পুরাজীবীয় (Palaeozoic) অধিকল্পের বিভিন্ন কল্পের নাম লিখুন ও সেই সময়ের বিশেষ বিশেষ উদ্ভিদকুলের বিবর্তনের ধারা বর্ণনা করুন।
4. ভূতত্ত্বীয় সময় সারণি কাকে বলে? এর মানদণ্ড কীভাবে নির্ধারিত হয়। সংক্ষেপে আপেক্ষিক ও বিশুদ্ধ সময় সারণি ব্যাখ্যা করুন।
5. সংক্ষেপে জীব বিবর্তনের ঘড়ি বা ক্যালেন্ডার চিত্রসহযোগে বর্ণনা করুন।

16.7 উত্তরমালা

1. (ক) (ii), (খ) (iv), (গ) (iv), (ঘ) (ii)
2. (ক) ক্রিটেশাস (খ) Cooksonia (গ) জুরাসিক
3. অনুচ্ছেদ 16.4 দেখুন।
4. অনুচ্ছেদ 16.2 দেখুন।
5. অনুচ্ছেদ 16.3 দেখুন।

একক 17 ❑ গন্ডোয়ানা মহাদেশ

গঠন

17.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য
17.2 নামকরণ
17.3 উৎপত্তি
17.4 ভারতবর্ষে গন্ডোয়ানাস্তরের ভৌগোলিক বিন্যাস
17.5 গন্ডোয়ানাস্তরের শ্রেণিবিভাগ
17.6 নিম্ন গন্ডোয়ানা
17.7 ভারতীয় নিম্ন গন্ডোয়ানাতে সামুদ্রিক পরিবেশ
17.8 হিমালয় অঞ্চলে নিম্ন গন্ডোয়ানার বিস্তৃতি
17.9 উচ্চ গন্ডোয়ানা
17.10 গন্ডোয়ানার জলবায়ু ও পরিবেশ
17.11 প্রশ্নাবলি
17.12 উত্তরমালা

17.1 প্রস্তাবনা ও উদ্দেশ্য

জীবাশ্ম জ্বালানী আমাদের আধুনিক সভ্যতার অগ্রগতি বজায় রেখেছে। কয়লা ও খনিজ তেল এদের মধ্যে উল্লেখযোগ্য। কয়লা আসলে পাথরের স্তরে সঞ্চিত ও রূপান্তরিত উদ্ভিদের দেহাবশেষ। ইউরোপ ও আমরিকায় কার্বনিফেরাস শিলাস্তরে বেশি কয়লা পাওয়া গেলেও ভারতের কয়লাসম্পদ প্রধানত পার্থিয়ান গন্ডোয়ান মহাযুগের। গন্ডোয়ানা হল দক্ষিণ গোলার্ধের এক প্রাচীন সুবৃহৎ মহাদেশ যেখানে Glossopteris উদ্ভিদকুলের বিকাশ হয়েছিল। এই সুপ্রাচীন মহাদেশের উৎপত্তি, ব্যাপ্তি, শ্রেণিবিভাগ, বৈশিষ্ট্যপূর্ণ উদ্ভিদরাজি ও পরিবেশ ইত্যাদি বিষয়গুলি নিয়ে এই এককটির অবতারণা।

উদ্দেশ্য : গন্ডোয়ানা মহাদেশের বিভিন্ন বিষয়ের ওপর বহুদিন যাবৎ বহু বিজ্ঞানী গবেষণা করেছেন এবং স্বভাবতই এই মহাদেশটি সম্পর্কে অনেক তথ্য জানা গেছে। এই এককটি পাঠ করে আপনি নিম্নলিখিত বিষয়গুলি সম্পর্কে অবহিত হবেন।

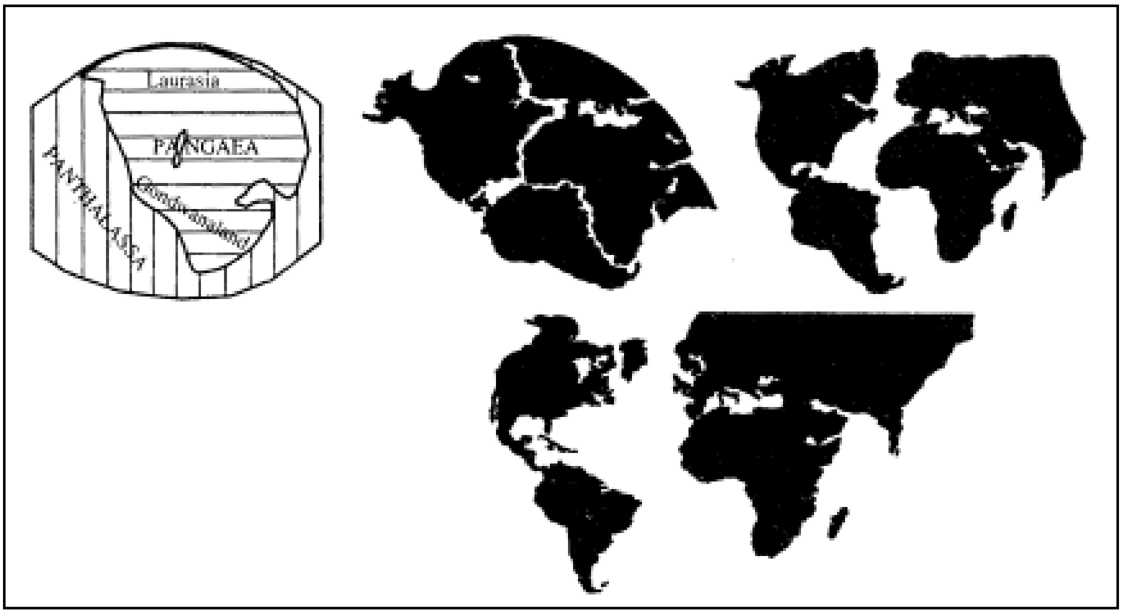
- গন্ডোয়ানা মহাদেশের উৎপত্তি ও ব্যাপ্তি
- ভৌগোলিক বিন্যাস
- শ্রেণিবিভাগ
- উদ্ভিদকুল
- পরিবেশ

17.2 নামকরণ

গন্ডোয়ানা মহাদেশের স্তরবিনাস খুবই বৈশিষ্ট্যপূর্ণ। এর প্রথম সন্ধান পাওয়া যায় মধ্যভারতে। এই অঞ্চলটি মধ্যপ্রদেশের 'গন্ড' উপজাতি অধ্যুষিত ছিল তাই সর্বপ্রথম Medlicott (1872) এই স্তরগুলিকে গন্ডোয়ানা নামে অভিহিত করেন, কিন্তু Fiestmantel 1876 সালে এটি মুদ্রিত করে বিজ্ঞান সমাজে প্রকাশ করেন।

17.3 উৎপত্তি

গন্ডোয়ানা মহাদেশের উৎপত্তি সম্পর্কে প্রামাণ্য ধারণা সর্বপ্রথম পাওয়া যায় যখন জার্মান বিজ্ঞানী Alfred Wegner 1910 সালে মহাদেশীয় সঞ্চারণ (Continental drift) তত্ত্ব উপস্থাপিত করেন। এই তত্ত্ব অনুযায়ী Palaeozoic ও তার পূর্বে Pangaea নামে একটি সুবৃহৎ ভূখণ্ড ছিল যাকে ঘিরে ছিল Panthalassa নামে বিশাল জলরাশি। প্রায় 200 মিলিয়ন বছর আগে (অর্থাৎ Jurassic কল্পে) এই বিশাল ভূখণ্ডটির ভাঙন শুরু হয় ফলে উত্তর গোলার্ধে Laurasia ও দক্ষিণ গোলার্ধে Gondwana Land (চিত্র : 17.1) নামে দুটি বিশাল মহাদেশের সৃষ্টি হয়।



চিত্র : 17.1 Wegner এর মহাদেশীয় সঞ্চালন তত্ত্ব অনুযায়ী ভূতত্ত্বীয় অতীতের বিভিন্ন সময়ে মহাদেশগুলির বিভিন্ন অবস্থান।

এদের মাঝে ছিল টেথিস নামে এক প্রাচীন সমুদ্র পরে Laurasia ভেঙে Eurasia ও North America তে বিভক্ত হয় আর Gondwanaland বিভাজিত হয় বর্তমানের আফ্রিকা, দক্ষিণ আমেরিকা, অস্ট্রেলিয়া, ভারতবর্ষ, মাদাগাস্কার ও অ্যান্টার্কটিকা প্রভৃতি মহাদেশে। এই মহাদেশগুলি সর্বদা সঞ্চারমান ছিল বলে মনে করা হয়। ফলে বিভিন্ন সময়ে এগুলি কখনও একটি অপরটির কাছাকাছি এসেছে অথবা দূরে সরে গেছে।

17.4 ভারতবর্ষে গন্ডোয়ানাস্তরের ভৌগোলিক বিন্যাস

উপদ্বীপীয় (Peninsular) ভারত ও তার বাইরে হিমালয় অঞ্চলে গন্ডোয়ানা স্তর সুবিস্তৃত। এদের মধ্যে গুরুত্বপূর্ণ অঞ্চলগুলি প্রধানত দামোদর, শোন, মহানদী, নর্মদা, কৃষ্ণা, গোদাবরী, কাবেরী নদীর উপত্যকায় অবস্থিত।

হিমালয় অঞ্চলে কাশ্মীর Salt Range, দার্জিলিং, ভুটান ও অরুণাচল প্রদেশে শুধুমাত্র নিম্ন গন্ডোয়ানার স্তর পাওয়া যায়।

17.5 গন্ডোয়ানাস্তরের শ্রেণিবিভাগ

গন্ডোয়ানাস্তরের শ্রেণিবিভাগ একটি বহু বিতর্কিত বিষয় Oldham (1893), Cotter (1917), Fox (1931) প্রভৃতি ভূবিজ্ঞানীরা গন্ডোয়ানা স্তরের দ্বিধাবিভক্তির (যথা নিম্ন ও উচ্চ গন্ডোয়ানা) সমর্থক। আবার Fiestmantel (1880), Vredenberg (1910) ও ওয়াদিয়া (1953) ত্রিধাবিভক্ত শ্রেণিবিভাগের (নিম্ন, মধ্য ও উচ্চ গন্ডোয়ানা) প্রবর্তন করেন। মধ্য গন্ডোয়ানা (Middle Gondwana) সম্পর্কে ধারণার শুরু হয় দক্ষিণ রেওয়া, বিশেষ করে পারশোরা (Parsora) ও দইগাঁও (Daigaon) থেকে সংগৃহীত জীবাশ্ম থেকে। এই স্তরটির বৈশিষ্ট্যপূর্ণ জীবাশ্মটি হল *Dicroidium*। Fiestmantel (1882) এই স্তরটিকে অন্তর্বর্তী ভূস্তর (transitional bed) হিসেবে পাঁচেতের (panchet) সঙ্গে মধ্য গন্ডোয়ানায় অন্তর্ভুক্ত করেন।

Cotter প্রবর্তিত দ্বিধাবিভক্ত শ্রেণিবিভাগ (1917)

- উচ্চ গন্ডোয়ানা
  - Umia-Jabalpur শ্রেণি
    - Umia — নিম্ন ক্রিটেশাস
    - Jabalpur — মধ্য ও উচ্চ লায়াস
  - Mahadeva শ্রেণি
    - Kota — নিম্ন ও লাইট
    - Rajmahal — লায়াস

——— অসংগতি ———

- নিম্ন গন্ডোয়ানা
  - Panchet শ্রেণি
    - Parsora ও Maleri — উচ্চ ট্রায়াসিক ও রিয়াটিক
    - Panchet — নিম্ন ট্রায়াসিক
  - Damuda শ্রেণি
    - Raniganj — উচ্চ পারমিয়ান
    - Ironstone shale — মধ্য পারমিয়ান
    - Barakar — নিম্ন পারমিয়ান
  - Talchir শ্রেণি
    - Karharbari — উচ্চ কার্বনিফেরাস
    - Talchir — উচ্চ কার্বনিফেরাস

Wadia (1953) প্রবর্তিত ত্রিধাবিভক্ত শ্রেণিবিভাগ

- উচ্চ গন্ডোয়ানা
  - Umia শ্রেণি — উচ্চ জুরাসিক ও নিম্ন ক্রিটেকাস
  - Jabalpur শ্রেণি — উচ্চ জুরাসিক
  - Rajmahal শ্রেণি — নিম্ন জুরাসিক
  - Kota শ্রেণি — লায়াস

——— অসংগতি ———

- মধ্য গন্ডোয়ানা
  - Maleri ও Parsora শ্রেণি — কিউপার রিয়াটিক
  - Mahadev বা Panchmari শ্রেণি — মুসেলকাক
  - Panchet শ্রেণি — বুনটার
- নিম্ন গন্ডোয়ানা
  - Damuda শ্রেণি — উচ্চ পারমিয়ান
  - Talchir শ্রেণি — উচ্চ কার্বনিফেরাস

পরবর্তীকালে Robinson (1967) পারমিয়ান ও ট্রায়াসিক সময়ের উদ্ভিদ সমাবেশেরর স্বাতন্ত্র্যের ওপর গুরুত্ব দেন এবং দ্বিধাবিভক্ত শ্রেণিবিভাগকে সমর্থন করেন। ভারতীয় ভূতাত্ত্বিক সর্বেক্ষণ (Geological Survey of India) দ্বিধাবিভক্ত শ্রেণি বিভাগের সমর্থক। পূর্বের দ্বিধাবিভক্ত শ্রেণিবিভাগ (যেমন Cotter, 1917) থেকে Robinson (1967) প্রবর্তিত শ্রেণিবিভাগটি একটু আলাদা। পূর্বের শ্রেণিবিভাগ অনুযায়ী উদ্ভিদ সমাবেশের সুনির্দিষ্ট পরিবর্তন Panchet শ্রেণির ওপরে দেখান হয় কিন্তু Robinson প্রবর্তিত শ্রেণিবিভাগে এই পরিবর্তন Panchet শ্রেণির নীচে দেখানো হয়।

17.6 নিম্ন গন্ডোয়ানা

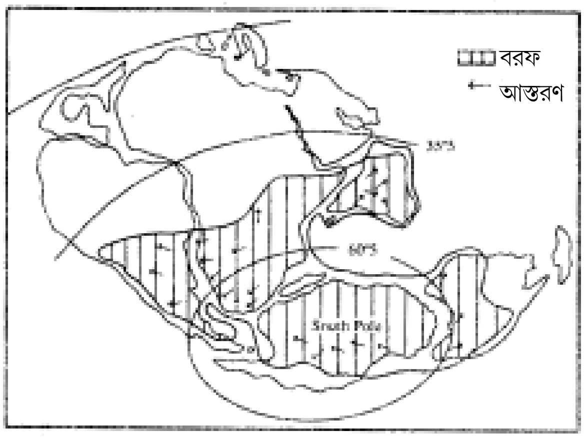
ভারতে নিম্ন গন্ডোয়ানা স্তরকে দুটি শ্রেণিতে যথা তালচির (Talchir) ও দামুদা (Damuda) ভাগ করা হয়। তালচির শ্রেণিভুক্ত শিলাসংঘের (Formation) নাম হল তালচির সংঘ (Talchir Formation) এবং দামুদা শ্রেণিভুক্ত সংঘগুলি যথাক্রমে বরাকর সংঘ (Barakar Formation) লৌহ শিলাসংঘ (Ironstone Formation) বা কুলটি সংঘ (Kulti Formation) ও রানীগঞ্জ সংঘ (Raniganj Formation)। তালচির ও কুলটি সংঘ ছাড়া বাকি শিলাসংঘগুলি কয়লা প্রধান স্তর (সারণি : 17.1)।

সারণি : 17.1 ভারতীয় নিম্ন গন্ডোয়ানা স্তর ও তার বৈশিষ্ট্যপূর্ণ উদ্ভিদ সমাবেশ

ভূতাত্ত্বিক বয়স	উদ্ভিদ সমাবেশ	দামোদর উপত্যকা	নর্মদা উপত্যকা	মহানদী উপত্যকা	গোদাবরী উপত্যকা
উচ্চ পারমিয়ান	*Glossopteris conspicua* *G. retifera zone* *Cyclodendron zone*	রানিগঞ্জ সংঘ কুল্‌টি সংঘ (লৌহ শিলা সংঘ)	বিডারি সংঘ মোটুর সংঘ	কামথি সংঘ ?	কামথি সংঘ মোটুর সংঘ
নিম্ন পারমিয়ান	*Glossopteris* *-Walkommiella zone* *Gondwanidum* *-Buriadia zone* *Gangamopteris zone* *Noeggerathiopsis-* *Paranocladus zone*	বরাকর সংঘ কারহারবাড়ী সংঘ তালচির সংঘ	বরাকর সংঘ কারহারবাড়ী সংঘ তালচির সংঘ	বরাকর সংঘ কারহারবাড়ী সংঘ উমারিয়া সামুদ্রিক স্তর তালচির সংঘ মনেন্দ্রগড় সামুদ্রিক স্তর	বরাকর সংঘ — তালচির সংঘ

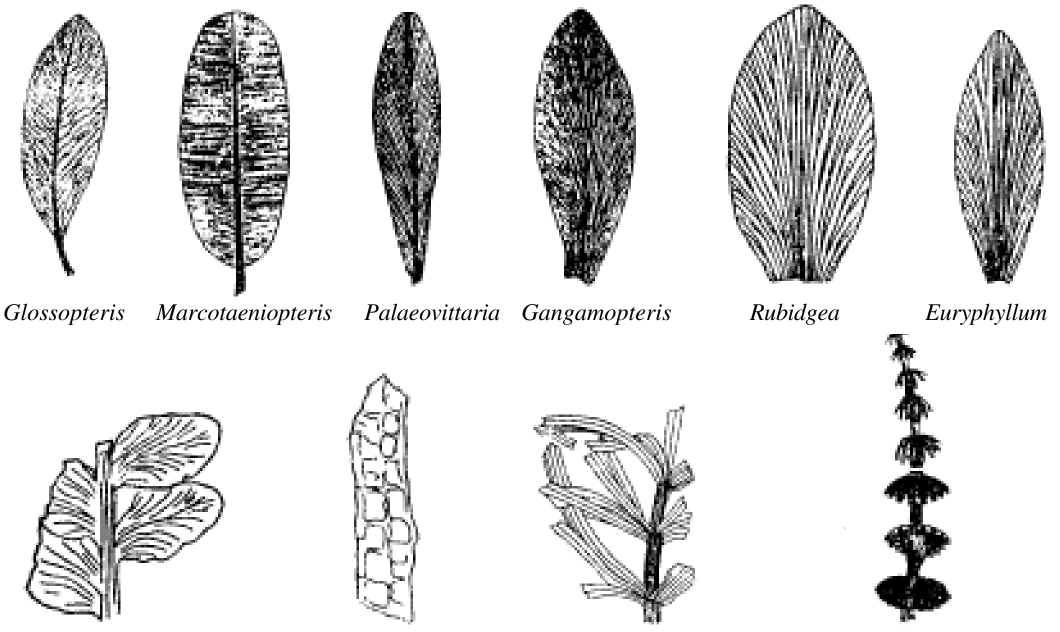
17.6.1 তালচির সংঘ (Talchir Formation) : ভারতবর্ষে এই শিলাসংঘের স্তরটি সর্বপ্রথম উড়িষ্যার তালচির থেকে আবিষ্কৃত হয়। এই স্তরটির বিশেষত্ব হল যে এটি প্রায় 20-30 মিটার পুরু গন্ডশিলা (Baulder) দিয়ে তৈরি এবং তাই একে তালচির গন্ডশিলা স্তর (Talchir boulder bed) বা তালচির টিলাইট (Talchir tillite)ও বলে। গন্ডশিলাগুলি সাধারণত হিমবাহের (glacier) সঞ্চালনের ফলে সৃষ্টি হয়। সুতরাং তালচির

সংঘের হৈমশিলাস্তর হিম যুগের (ice age) প্রমাণ দেয়। এই ধরনের হৈমশিলাস্তর ভারতবর্ষ ছাড়া দক্ষিণ গোলার্ধের অন্যান্য মহাদেশেও দেখা যায় কারণ এই মহাদেশগুলি তখন সংযুক্ত অবস্থায় ছিল। পুরাভৌগোলিক পুনর্গঠনের (Palaeogeographic reconstruction) মাধ্যমে প্রমাণিত হয়েছে যে Permian সময়ে গন্ডোয়ানাল্যান্ড (Gondwanaland) নামক সুপ্রাচীন মহাদেশটি দক্ষিণ মেরুর কাছাকাছি অবস্থিত ছিল (চিত্র 17.2)। বৈশিষ্ট্যপূর্ণ উদ্ভিদ ও প্রাণীকুলের ওপর ভিত্তি করে তালচির সংঘের বয়স ঊর্ধ্ব কার্বনিফেরাস (Upper Carbonifours) থেকে নিম্ন পারমিয়ান (Lower Permian) বলে মনে করা হয়।



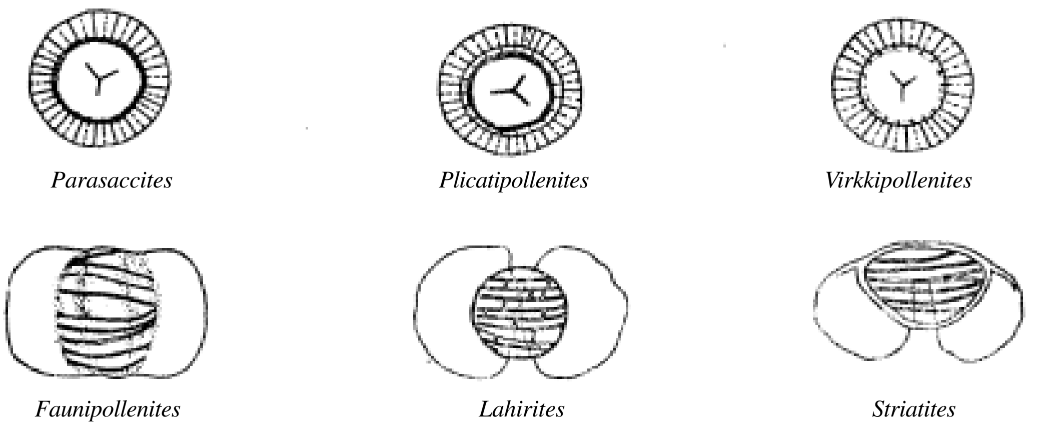
চিত্র : 17.2 উচ্চ কার্বনিফেরাস ও নিম্ন পারমিয়ান সময়ে গন্ডোয়ানাল্যান্ডের বিভিন্ন অংশে বরফ আস্তরণের অবস্থান।

উদ্ভিদকুল : সাধারণত নিম্ন গন্ডোয়ানার উদ্ভিদ সমাবেশে *Glossopteris* পাতার প্রাধান্য দেখা যায় কিন্তু তালচির সংঘের তুষার যুগে প্রাধান্য দেখা যায় *Gangamopteris Cyclopteroides* এর যার পাতার সুনির্দিষ্ট মধ্যশিরা নেই। অবশ্য *Glossopteris indica* ও *Vertebraria indica*-র উপস্থিতি এখানে দেখা যায়। এছাড়া *Noeggerathiopsis hislopi* নামক প্রাচীন কনিফারের পাতা ও বীজ *Cordaicarpus, Samaropsis* তালচির সংঘ থেকে পাওয়া গেছে (চিত্র : 17.4)।



চিত্র : 17.4 ভারতীয় নিম্ন গন্ডোয়ানার উদ্ভিদকুল

তালচির সংঘের শিলাস্তর থেকে পাতা, মূল ও বীজ ছাড়া কিছু কিছু নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্যযুক্ত পরাগ রেণু পাওয়া গেছে। এখানে একথলিযুক্ত (monosaccate) পরাগরেণুর প্রাধান্য দেখা যায় (যথা Parasaccites, Plicatipollenites, Virkkipollenites), তুলনায় ট্রাইলিট (trilete) মোনোলিট (monolete) স্পোরয় ও দ্বিথলিযুক্ত রেণুর সংখ্যা কম (চিত্র : 17.5)।



চিত্র : 17.5 ভারতীয় নিম্ন গন্ডোয়ানার চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যযুক্ত পরাগ রেণু জীবাশ্ম

17.6.2. কারহারবাড়ী সংঘ (Karharbari Formation) : দামুদা শ্রেণির সর্বনিম্নস্থ স্তরটি হল কারহারবাড়ী সংঘ। এই স্তরটি প্রধানত বেলেপাথর, কন্‌গ্লোমারেট (Conglomerate), শেল ও কয়লা দিয়ে তৈরি।

উদ্ভিদকুল : এই সংঘে কয়লাস্তরের উপস্থিতি ওই সময়ে অরণ্য যে গভীর ছিল তা প্রমাণ করে। এই স্তর থেকে জলবায়ু ক্রমশ উষ্ণ ও আর্দ্র হওয়ার ফলে এই অরণ্যের সূত্রপাত হয়। প্রাপ্ত উদ্ভিদগুলি হল *Gangamoptoris cyclopteroides, G. angustifolia; Glossopteris communis, G. indica, Noeggerathiopsis hislopi, N. indica, Samaropsis sp, Cordaicarpus sp.*

এই সংঘে সর্বপ্রথম আবির্ভূত হয় যে উদ্ভিদগুলি সেগুলি হল *Shizoneura wardii, Gondwanidium validium, G. indicum, Callipteridium sp, Gangamopteris clarkeqna, G. gondwanensis, Noeggerathiopsis zeilleri, N. indica, Euryphyllum whittianum, Ginkgophyton haydeni, Buriadia heterophyla,, Psygmophyllum sp, Rubidgea laceolata.*

এই স্তরটি থেকে তালচির সংঘের মতো একথলিযুক্ত পরাগ রেণুর (*Parasaccites*, *Virkkipollenites*) প্রাধান্য দেখা গেছে। Trilete স্পোর *Callumispora* কে এই সংঘের রেণু সূচক জীবাশ্ম বলে মনে করা হয়।

17.6.3. বরাকর সংঘ (Barakar Formation) : এই সংঘটির নামকরণ বিহারের রানিগঞ্জ কয়লাখনি অঞ্চলে বরাকর নদীর নামে করা হয়েছে। প্রায় 1700 মিটার পুরু এই স্তরটি কন্‌গ্লোমারেট (Conglomerate), বেলেপাথর (Sandstone), শেল (Shale) ও কয়লা দিয়ে তৈরি।

উদ্ভিদকুল : আবহাওয়া ক্রমশ উষ্ণ ও আর্দ্র হওয়ার দরুন বরাকর সংঘে ঘন অরণ্যানীর সৃষ্টি হয় যার ফলে যথেষ্ট পুরু কয়লার স্তর (55-60 মিটার) আমরা এই সংঘে দেখতে পাই।

Glossopteris উদ্ভিদের প্রাচুর্য ছাড়াও নিম্নলিখিত উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদগুলি এই সংঘ থেকে আবিষ্কৃত হয়েছে। *Schizoneura gondwanensis, Phyllotheca indica, P. sahnii, Neomariopteris polymorpha, Gangamopteris cyclopteriodes, Glossopteris angustifolia, G. brownii, G. communis, G. indica, Rhabdotaenia damaeoides, Walkomiella P. Pseudoctenis sp. Barakaria* sp. এই উদ্ভিদগুলির মধ্যে শুধুমাত্র এই সংঘে সীমাবদ্ধ প্রজাতি গুলি হল *Stellotheca robusta, Pseudoctenis ballii, Rhipidopsis ginkgoides, Walkomiella indica, Barakaria dichotoma* ইত্যাদি। এই স্তরে দ্বিস্থলিযুক্ত রেখিত পরাগের (Striate disaccate; যেমন *Striatopo docarpites, Striatites*) প্রাধান্য দেখা যায়। Trilete ও monolete রেণু পাওয়া যায় কিন্তু এক থলিযুক্ত পরাগ বিরল।

17.6.4. লৌহশিলা বা কুল্‌টি সংঘ (Kulti Formation) : এই সংঘটি প্রায় 500 মিটার পুরু বেলেপাথর ও লালচে বাদামী শেল (shale) দিয়ে তৈরি তাই একে লৌহশিলা সংঘ বা Irostone shale Formation বলে। কার্যকরী কয়লার কোনও স্তর এখানে পাওয়া যায় না বলে এটিকে ঊষর সংঘ বা Barren Measures ও বলা হয়।

উদ্ভিদকুল : এ পর্যন্ত খুব কম উদ্ভিদ জীবাশ্ম এই সংঘটি থেকে আবিষ্কৃত হয়েছে। সম্ভবত আবহাওয়ার প্রতিকূলতা এই সময়ে ঘন অরণ্য সৃষ্টির প্রতিবন্ধক হয়ে দাঁড়িয়েছিল। ফলে বরাকর সংঘের ঘন সবুজ বনানীর অনেক প্রজাতি এখানে খাপ খাওয়াতে পারেনি। বরাকর থেকে কুল্‌টি পর্যন্ত তাদের বিবর্তনগত মাত্রা অব্যাহত রাখতে পেরেছে এমন কয়েকটি প্রজাতি হল *Neomariopteris huhesii, Glossopteris angustifolia, G. communis, G. indica, Rhabdotaenia danaeoides* প্রভৃতি।

একটি বৃক্ষরূপী লাইকোফাইট (arborescent lycophyte) *Cyclodendron leslei* হল এই সংঘের সূচক জীবাশ্ম। বড়ো জীবাশ্মের অণুজীবাশ্মও এই সংঘে বিরল। একথলিযুক্ত *Densipollenites* পরাগটিকে পরাগরেণুবিদরা (Palaeopalynologist) বা এই সংঘের অণুজীবাশ্ম সূচক হিসেবে মনে করেন।

17.6.5. রানিগঞ্জ সংঘ (Raniganj Formation) : নিম্ন গন্ডোয়ানার সর্বকনিষ্ঠ সংঘটি হল রানিগঞ্জ সংঘ। প্রায় 1000 মিটার পুরু এই শিলাসংঘটিতে বেলেপাথর, শেল ও কয়লার স্তর চক্রবৎ আবর্তিত হয়। দক্ষিণভারতে গোদাবরী উপত্যকায় ও ছিন্দওয়ারার নর্মদা উপত্যকায় এই শিলাসংঘটি যথাক্রমে কামথি (Kamthi) সংঘ ও বিজোরি (Bijori) সংঘের সাথে তুলনীয়।

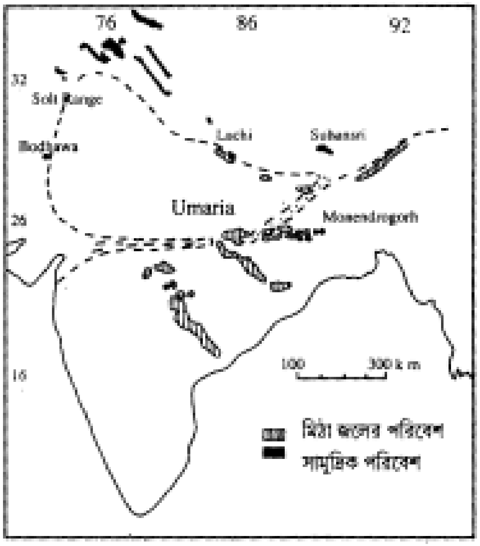
উদ্ভিদকুল : কার্যকরী কয়লাস্তরের উপস্থিতি থেকেই এটা স্পষ্ট যে রানিগঞ্জ সংঘের স্তরীভবনের সময় সেখানে ঘন অরণ্য ছিল। পাথরের রকম দেখে মনে করা হয় এই অরণ্য নদীখাত ও অগভীর হ্রদের কাছাকাছি ছিল।

এই সময়ে আমরা Glossopteris উদ্ভিদের বিভিন্ন প্রজাতির সর্বাধিক বিকাশ দেখতে পাই। এই সংঘের চারিত্রিক বৈশিষ্ট্যযুক্ত উদ্ভিদগুলি হল *Pecopteris affinis, Ptychocarpus srivastavae, Raniganjia bengalensis, Belemnopteris woodmasonii, Gangamopteris hughesii, G. indica, Glossopteris arberi, G. cordata, G. euryneura, G. tortuosa, Palaeovittaria kurzii, Taeniopteris* sp, *Glossotheca* sp., *Eretonia* sp., *Pterophyllum* sp, *Rhipidopsis* sp। এছাড়া

বেশ কিছু কনিফার জাতীয় উদ্ভিদের গৌণকাষ্ঠল অংশ আবিষ্কৃত হয়েছে। যেমন, *Dadoxylon* এর বিভিন্ন প্রজাতি, *Kaokoxylon* sp, *Damudoxylon, Trigonomyelon* sp., *Megaporoxylon* sp ইত্যাদি।

17.7 ভারতীয় নিম্ন গন্ডোয়ানাতে সামুদ্রিক পরিবেশ

ভারতবর্ষের কোনও কোনও নিম্ন গন্ডোয়ানা স্তরের মধ্যে সামুদ্রিক পরিবেশের উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া গেছে। মধ্যপ্রদেশের উমারিয়া ও মনেন্দ্র গড়ে কয়েকমিটার পুরু চুনাপাথর স্তর থেকে কিছু কিছু সামুদ্রিক ঝিনুক জাতীয় প্রাণীর জীবাশ্ম পাওয়া গেছে। প্রাণী জীবাশ্মগুলির মধ্যে *Productus spiriferina, Reticularia, Eurydesma, Aviculapecten* প্রভৃতি উল্লেখযোগ্য। তালচির শিলসংঘের ঠাণ্ডা সামুদ্রিক পরিবেশে এই প্রাণীগুলি বাস করত বলে মনে করা হয়। এই বিশেষ সামুদ্রিক পরিবেশটিকে প্রাচীন টেথিস সাগরের পরিবর্ধিত অংশ বলে অনেকে মনে করেন যার প্রমাণ সিকিমেও পাওয়া যায় (চিত্র 17.3)।



চিত্র : 17.3 পারমিয়ান সময়ে উপদ্বীপীয় ভারতের বিভিন্ন অংশে সামুদ্রিক পরিবেশের উপস্থিতি

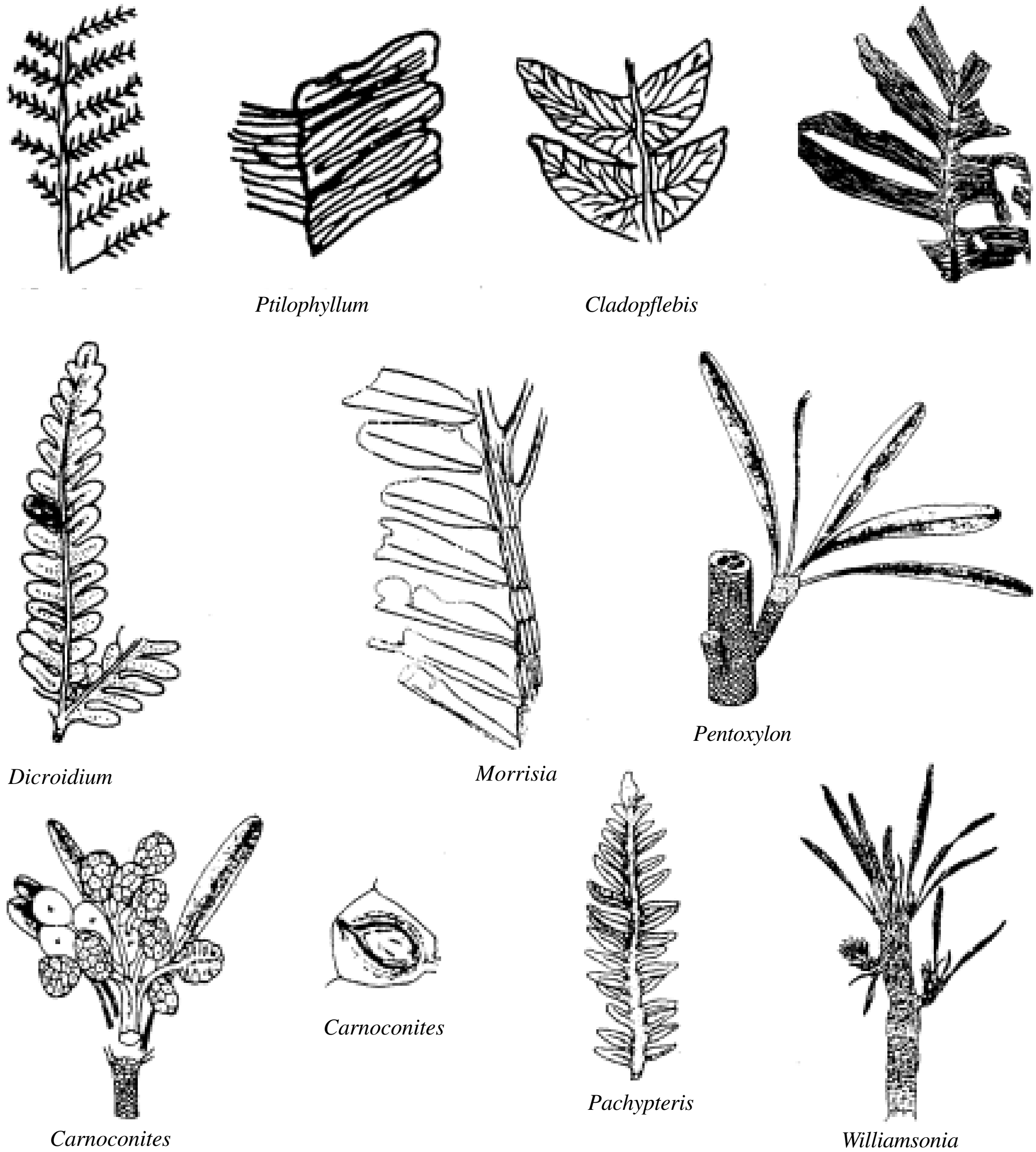
17.8 হিমালয় অঞ্চলে নিম্নগন্ডোয়ানার বিস্তৃতি

ভারতবর্ষের উপদ্বীপীয় অঞ্চলে নিম্নগন্ডোয়ানার যেসব শিলাস্তর পাওয়া গেছে তার কিছু হিমালয় অঞ্চল থেকে প্রাপ্ত শিলাস্তরের সঙ্গে তুলনীয়। পশ্চিমবঙ্গের দার্জিলিং জেলা, সিকিমের রংগিত উপত্যকা, অরুণাচল প্রদেশের কামেং, সিয়াং ভোল ও ভুটানে এমন শিলাস্তর আবিষ্কৃত হয়েছে। উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদ জীবাশ্ম হল *Glossopteris indica, G.. communis, G. damudica, Gangamopteris cyclopterides, Vertebraria indica, Phyllotheca* sp, *Schizoneura* sp., উদ্ভিদ জীবাশ্মগুলি দামুদা শ্রেণিভুক্ত বলে মনে করা হয়। কোথাও কোথাও (সিকিম ও অরুণাচলে) সামুদ্রিক পরিবেশের প্রভাবও লক্ষ করা গেছে।

17.9 উচ্চ গন্ডোয়ানা (Upper Gondwana)

নিম্ন গন্ডোয়ানা স্তরীভবন শেষ হওয়ার পর উচ্চ গন্ডোয়ানা স্তরের সৃষ্টি কোনও কোনও জায়গায় একনাগাড়ে হয়েছে আবার কোনও জায়গায় তা হয়নি। পারমিয়ান ট্রায়াসিক অন্তর্বর্তী সময়ে আস্তে আস্তে *Glossopteris* উদ্ভিদকুলের সংখ্যা হ্রাস হতে হতে ক্রমে অবলুপ্তি ঘটে। জায়গা করে নেয় নতুন এক উদ্ভিদ সমাবেশ যা উচ্চ গন্ডোয়ানা উদ্ভিদকুল হিসেবে পরিচিত। *Lepidopteris-Dicroidium* উদ্ভিদ সমাবেশকে উচ্চ গন্ডোয়ানা শ্রেণির নিচের অংশের বৈশিষ্ট্যযুক্ত বলে মনে করা হয় আর ওপরের অংশের বৈশিষ্ট্যযুক্ত হল Ptilophyllum উদ্ভিদকুল।

শাস্ত্রী (1979) ভারতীয় উচ্চ গন্ডোয়ানার উদ্ভিদকুলকে 7টি উদ্ভিদ সমাবেশে ভাগ করেছেন। নিম্ন ট্রায়ালিকে উদ্ভিদ সমাবেশ I (Flora I), মধ্য ট্রায়াসিকে উদ্ভিদ সমাবেশ II ও III (Flora II, III), উচ্চ ট্রায়াসিকে *Dicroidium-Noeggerathiosis* উদ্ভিদ সমাবেশ, নিম্ন-মধ্য-জুরাসিকে *Dictyozamites-Pterophyllum* উদ্ভিদ সমাবেশ, উচ্চ জুরাসিকে *Pagiophyllum-Brachyphyllum* উদ্ভিদ সমাবেশ এবং নিম্ন ক্রিটেশাসে *Weichselia-Onychiopsis* উদ্ভিদ সমাবেশ দেখা যায় (চিত্র : 17.6), (সারণি : 17.2)।



চিত্র : 17.6 ভারতীয় উচ্চ গন্ডোয়ানার উদ্ভিদকুল

সারণি : 17.2 ভারতীয় উচ্চ গন্ডোয়ানা স্তর ও তার বৈশিষ্ট্যপূর্ণ উদ্ভিদ সমাবেশ

	বয়স	উদ্ভিদ সমাবেশ		দামোদর উপত্যকা		সাতপুরা অঞ্চল	শোন-মহানদী উপত্যকা	গোদাবরী-প্রাণহিতা উপত্যকা
	নিম্ন ক্রিটেশাস	*Weichselia-*	রাজমহল সংঘ	লাভা প্রবাহ	জব্বলপুর গ্রুপ			গাংপুর সংঘ
		Onychiopsis zone						
	উচ্চ জুরাসিক	Pagiophyllum-		নিপানিয়া স্তর		জব্বলপুর স্তর		
		Brachyphyllum zone						
উচ্চ গন্ডোয়ানা	নিম্ন-মধ্য	*Dictyozamites-*		লাভা প্রবাহ				মোটুর সংঘ
	জুরাসিক	*Pterophyllum zone*		নিম্ন জীবাশ্ম স্তর		চাওগাঁও স্তর		কোটা সংঘ
				দুবরাজপুর সংঘ		অসংগতি	পারসোরা সংঘ	ধর্মরাম সংঘ
	উচ্চ ট্রায়াসিক	*Dicroidium-*		মহাদেব সংঘ		বাগ্‌রা	পালি সংঘ	ম্যালেরি সংঘ
		Noeggerathiopsis zone				কনগ্লোমারেট		
	মধ্য ট্রায়াসিক	উদ্ভিদ সমাবেশ III		অসংগতি		ডেনওয়া ক্লে		ভিমাসরম সংঘ
		উদ্ভিদ সমাবেশ II			মহাদেব গ্রুপ			ইয়েরপল্লি সংঘ
	নিম্ন ট্রায়াসিক	উদ্ভিদ সমাবেশ I		পাঞ্চেত সংঘ		পাঁচমারি বেলেপাথর	কামথি সংঘ	কামথি সংঘ
	পারমিয়ান	নিম্ন গন্ডোয়ানা		রানিগঞ্জ সংঘ		বিজরী সংঘ		
		উদ্ভিদ সমাবেশ						

17.9.1. উচ্চ গন্ডোয়ানা স্তরবাহী অঞ্চল : ভারতবর্ষের বিভিন্ন অঞ্চলে উচ্চ গন্ডোয়ানার স্তর দেখা যায় তাদের মধ্যে দামোদর নদী উপত্যকা, সাতপুরা অববাহিকা, রাজমহল পাহাড়, মহানদী-শোন নদী উপত্যকা, গোদাবরী অববাহিকা উল্লেখযোগ্য।

সাতপুরা অববাহিকা : নিম্ন গন্ডোয়ানার কামথি সংঘের (Kamthi Formation) ওপর লাল রং এর পুরু স্তরটিকে মহাদেব গ্রুপ (Mahadeva Group) বলে। এই স্তরটি সাধারণত লৌহযুক্ত বেলেপাথর ও কনগ্লোমারেট দিয়ে তৈরি। মহাদেব গ্রুপের (Mehadeva Group) তিনটি শিলাস্তর হল যথাক্রমে পাঁচমারী বেলেপাথর (Panchmari Sandstone), ডেনওয়া কাদাপাথর (Denwa clay) ও বাগ্‌রা কনগ্লোমারেট (Bagra conglomerate)। মহাদেব গ্রুপের স্তর থেকে *Glossopteris, Vertebraria, Pecopteris*, বিভিন্ন কনিফারের বীজ প্রভৃতি আবিষ্কৃত হয়েছে।

মহাদেব গ্রুপের ওপরে রয়েছে জব্বলপুর গ্রুপের স্তর (Jabalpur Group)। প্রধানত বেলেপাথর দিয়ে তৈরি এই স্তরগুলির মধ্যে প্রাচীন নদী প্রবাহের প্রমাণ পাওয়া যায়। এই গ্রুপের স্তরটিকে তিনটি ভাগে (Changaon Beds, Jabalpur Beds ও Bamsa Beds) ভাগ করা যায়। জব্বলপুরের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ উদ্ভিদ জীবাশ্মগুলি হল *Hausmannia dichotoma, Alethopteris lobifolia, Ptilophyllum jabalpurensis, Onychiopsis paradoxum, Nipaniophyllum hirsutum*।

এছাড়া Marattiales, Gleicheniaceae, Dicksoniaseae শ্রেণিভুক্ত ফার্ণ ও Araucarriaceae, Cupressaceae, Podocarpaceae শ্রেণিভুক্ত কণিফার জাতীয় উদ্ভিদেরও অনেক জীবাশ্ম পাওয়া গেছে।

দামোদর উপত্যকা অববাহিকা : এই অববাহিকা পাঞ্চেত সংঘ (Panchet Formation) দিয়ে উচ্চ গন্ডোয়ানার স্তরের শুরু যা নিম্ন গন্ডোয়ানার রানীগঞ্জ সংঘের স্তরের ওপর অবস্থিত। এই স্তরটি সাধারণত অভ্র যুক্ত মোটাদানার বেলেপাথর ও লাল নদী বাহিত কাদাপাথর দিয়ে তৈরি। পাঞ্চেত সংঘের স্তর থেকে অনেক উদ্ভিদ ও প্রাণীর জীবাশ্ম পাওয়া গেছে। উদ্ভিদ জীবাশ্মের মধ্যে *Glossopteris, Shizoneura, Pecopteris, Taeniopteris* অন্যতম। মেরুদণ্ডী প্রাণী জীবাশ্মগুলি হল *Amblypteris* (মাছ), *Pachygonia* (উভচর), *Lystrosaurus* (সরীসৃপ)। এছাড়া অনেক অমেরুদণ্ডী প্রাণীর দেহাবশেষ ও (Cyzicus, Estheriella) পাওয়া গেছে। মেরুদণ্ডী প্রাণী জীবাশ্মের বয়স অনুযায়ী এই সংঘটির বয়স নিম্ন ট্রায়াসিক বলে মনে করা হয়।

রাজমহল পাহাড় : বিহারের রাজমহল পাহাড়ের দুবরাজপুর গ্রামে নিম্ন গন্ডোয়ানার বরাকর সংঘের শিলাস্তরের ওপর সরাসরির প্রায় 150 মিটার পুরু বেলেপাথর ও কনগ্লোমোরেট দিয়ে তৈরি স্তর পাওয়া গেছে যেটি দুবরাজপুর সংঘ (Dubrajpur Formation) নামে পরিচিত। এই শিলাস্তরটির বয়স উচ্চ ট্রায়াসিক বলে মনে করা হয়।

দুবরাজপুর সংঘের শিলাস্তরের ওপর পুরু লাভা প্রবাহের (trap flows) স্তর এবং কাদাপাথর, বেলেপাথর ও শেলের যে অন্তঃস্তর (inter trappean) পাওয়া যায় তাকে রাজমহল সংঘ বলে। লাভা প্রবাহের মধ্যবর্তী অন্তঃস্তরগুলির মধ্যে সাধারণত উদ্ভিদ জীবাশ্মগুলি পাওয়া তাই এই স্তরটিকে রাজমহল উদ্ভিদ জীবাশ্ম স্তর (Rajmahal Plant Beds)। বলে 1.5 থেকে 8 মিটার পর্যন্ত পুরু প্রায় 15 টি এমন অন্তঃস্তরের সন্ধান মিলেছে। জীবাশ্মের রকম অনুযায়ী এই স্তরটিকে নিম্ন উদ্ভিদ জীবাশ্ম স্তর (Lower Plant Beds) ও নিপানিয়া উদ্ভিদ জীবাশ্ম স্তরে (Nippania Plant Beds) ভাগ করা হয়।

রাজমহল উদ্ভিদ জীবাশ্ম-স্তর থেকে প্রায় 45টি গণভুক্ত 116টি প্রজাপতি উদ্ভিদ আবিষ্কৃত হয়েছে। নিম্ন উদ্ভিদ জীবাশ্ম স্তর ও দুবরাজপুর সংঘের ওপর অংশ থেকে *Dictyozamites Pterophyllum* নামক *Cycas* জাতীয় উদ্ভিদ সমাবেশ পাওয়া যায়। নিপানিয়া স্তরটিতে ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ ও কনিফারের প্রাধান্য যুক্ত Pagiophyllum-Brachyphyllum উদ্ভিদ সমাবেশ আবিষ্কৃত হয়েছে। রাজমহল ও জব্বলপুরের জীবাশ্মবাহী স্তরগুলিকে সমসাময়িক মনে করা হয়। এই সময়ে জলবায়ুর উষ্ণতা ও আর্দ্রতার জন্য ঘন অরণ্যের সৃষ্টি হয়েছিল। লাইকোপোডিয়ালিস, ইকুইজিটালিস, ফিলিক্যালিস বর্গভুক্ত ফার্ণজাতীয় উদ্ভিদ বর্গ এবং সাইকাডেসিল, সাইকাডিয়ডিয়ালিস, কনিফেরালিস, গিংগোয়েলিস ও সেন্টেডাইলেলিস বর্ণভুক্ত গুপ্তজীবী উদ্ভিদ এই অরণ্যের সিংঘভাগ দখল করেছিল। উল্লেখযোগ্য উদ্ভিদ প্রজাতিগুলি হল *Equisetites, rajmahalensis, Cladophlebis srivastavae, Tinpaharia sinuosa, Nilssonia rajmahalensis, Otozamites bengalensis, Pentoxylon sahnii, Nipaniophyllum raoi, Carnocontes laxum, Shnia nipahiensis, Gleichenites gleichenoides, Marattiopsis macrocurpa* প্রভৃতি। বৈশিষ্ট্যযুক্ত উদ্ভিদকুলের উপস্থিতির ওপর নির্ভর করে রাজমহল সংঘের বয়স নিম্ন জুরাসিক থেকে নিম্ন ক্রিটেশাস বলে মনে করা হয়। তেজস্ক্রিয়মিতি ভিত্তিক রাজমহল লাভা প্রবাহের বয়স অ্যালবিয়ান (Albian) বলে মনে করা হয়।

মহানদী শোন উপত্যকা অববাহিকা : এই অববাহিকায় উচ্চ পারমিয়ান নিম্ন ট্রায়াসিক কামথি সংঘের ওপরে বেলেপাথর ও লাল কাদাপাথর দিয়ে তৈরি যে শিলা সংঘটি দেখা যায় তা হল পালি সংঘ (Pali Formation)। এই স্তরটি থেকে *Glossopteris communis, G. indica, Vertebraria, indica* প্রভৃতি নিম্ন গন্ডোয়ানার

বৈশিষ্ট্যযুক্ত জীবাশ্ম পাওয়া গেছে বলে রবিনসন (1967) পলি সংঘটিকে নিম্ন গন্ডোয়ানাভুক্ত করেন। কিন্তু প্রাণীজীবাশ্মের তথ্য অনুযায়ী এটির উচ্চ ট্রায়াসিক বয়স নির্দিষ্ট করা হয়েছে।

পলি শিলাসংঘের ওপর বেগুনি ও লাল রং এর মোটা দানার বেলে পাথরের যে পুরু স্তর পাওয়া যায় তাকে পারশোরা সংঘ (Parsora Formation) বলে। এই স্তরটিতে *Dicroidun* উদ্ভিদ সমাবেশের প্রাধান্য দেখা গেছে। সাতপুরা অববাহিকার মহাদেশ গ্রুপের শিলাস্তরের সঙ্গো এই সংঘের শিলাস্তরের খুব মিল দেখা যায়।

প্রাণহিতা গোদাবরী অববাহিকা : এই অববাহিকায় নিম্ন গন্ডোয়ানার কামথি সংঘের ওপর উচ্চ গন্ডোয়ানার ছয়টি শিলাসংঘের স্তর দেখা যায়। এগুলি যথাক্রমে ইয়েরাপল্লী সংঘ (Yerapalli Formation), ভিমাসরম সংঘ (Bhimasaram Formation), ম্যালেরি সংঘ (Maleri Formation), ধর্মরাম সংঘ (Dharmaram Formation), কোটা সংঘ (Kota Formation) ও গাংপুর সংঘ (Gangpur Formation) উদ্ভিদ ও প্রাণী জীবাশ্মের প্রাধান্য কোটা সংঘে দেখা যায়। আবিষ্কৃত উদ্ভিদ জীবাশ্মের মধ্যে *Equisetites, Sphenopteris, Hausmannia, Coniopteris Otozamites, Pagiophyllum, Araucarites, Elatocladus* ইত্যাদি অন্যতম। উদ্ভিদ সমাবেশ থেকে এই শিলাসংঘের বয়স নিম্ন জুরাসিক বলে অনুমান করা হয়। পরের নবীন শিলাস্তরটি হল গাংপুর সংঘ যেখানে *Pagioplyllum, Brahyphyllum, Weichselia, Onychiopsis* উদ্ভিদ সমাবেশের প্রাধান্য দেখা যায়। এই সংঘটির নির্ধারিত বয়স উচ্চ জুরাসিক থেকে নিম্ন ক্রিটেশাস।

17.10 গন্ডোয়ানার জলবায়ু ও পরিবেশ

সুবিশাল গন্ডোয়ানা মহাদেশটির বিভিন্ন অংশ বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন রকমের জলবায়ু ও পরিবেশের সম্মুখীন হয়েছিল, পারমোকার্বনিফেরাসে গন্ডোয়ানা লরেসিয়ার সঙ্গো যুক্ত ছিল এবং জলবায়ু ছিল শীতল নাতিশীতোষ্ণ। পারমিয়ানের প্রারম্ভেই তুষারযুগ শুরু হয় যার প্রমাণ আমরা তালচির সংঘের গন্ডশিলা স্তরে পাই। পরে কারহারবাড়ী ও বরাকর সংঘে ক্রমশ শীতলতা কমতে থাকে, কুলটি সংঘে উষ্ণতা ও আর্দ্রতা বাড়তে শুরু করে এবং অবশেষে রানিগঞ্জ সংঘে উষ্ণ, আর্দ্র জলবায়ু ঘন অরণ্যের সৃষ্টি করে বলে মনে করা হয়। উদ্ভিদকুলের ওপর এই তাপমাত্রা ও আর্দ্রতার প্রভাব স্পষ্ট লক্ষ্য করা যায়। তালচির, কারবারবাড়ীর হিমশীতল আবহাওয়ায় আমরা *Glossopteris* জাতীয় উদ্ভিদের প্রাধান্য খুব একটা দেখতে পাইনা। যে কয়টি প্রজাতি পাওয়া গেছে তাদের পাতার মধ্যে আমরা সরু শিরা জালিকা (mesh) দেখতে পাই। তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা বাড়ার সঙ্গো সঙ্গো এই শিরা জালিকাগুলি চওড়া হতে থাকে। বরাকর ও রানিগঞ্জ সংঘে আবিষ্কৃত *Glossoptertis* এর প্রজাতিগুলির বেশির ভাগ পাতার মধ্যে আমরা এই ধরনের শিরাবিন্যাস দেখতে পাই। রেণুথলি (pollen sac) বা রেণু রেখার (striation) সঙ্গোও তাপমাত্রার প্রভাব উপেক্ষা করা যায় না। তালচির, কারহারবাড়ী সংঘের শিলাস্তরগুলিতে একথলি যুক্ত পরাগের প্রাধান্য দেখা গেছে যা বরাকর বা তার থেকে নবীন সংঘগুলিতে কদাচিৎ দেখা যায়। আবার দ্বিথলিযুক্ত অরেখিত (non striate) পরাগের প্রাধান্য আমরা তালচির, কারহারবাড়ী স্তরে পাই। কিন্তু রেখিত (striate) রেণুর প্রাধান্য দেখা যায় বরাকর ও রানিগঞ্জ শিলাস্তরে।

সার্বিকভাবে, ভারতীয় উপদ্বীপীয় নিম্ন গন্ডোয়ানার স্তর গ্রস্ত উপত্যকার অগভীর জলে সঞ্চিত হয়েছে Glossopteris অরণ্যের অবশেষ। কখনও বা নদী বাহিত হয়ে সঞ্চিত হয়েছে কোনও হ্রদে। পূর্ব হিমালয়ের সিকিম, অরুণাচল প্রদেশে এবং মধ্যভারতের উমারিয়া ও মনেন্দ্রগড় অঞ্চলে তালচির সমসাময়িক সামুদ্রিক