

**BRYOPHYTES, PTERIDOPHYTES, GYMNOSPERMS AND PALEOBOTANY**

**UNIT-I: BRYOPHYTES**

General characteristics, Classification (Rothmaler, 1951) - Economic importance of Bryophytes. Occurrence, Distribution, Structure and Reproduction of *Riccia*, *Anthoceros* and *Polytrichum* (Development stages not required).

**UNIT-II: PTERIDOPHYTES**

General characteristics and Classification (Sporne, 1962) - Morphology and internal features, reproduction and life cycle of the following genera: *Psilotum*, *Lycopodium* and *Selaginella*.

**UNIT-IV: GYMNOSPERMS**

General characteristics and Classification of Gymnosperms (K. R. Sporne, 1965). Economic importance of Gymnosperms. Morphology, External and internal structure, Mode of reproduction and Life cycle of *Cycas*, *Pinus* and *Gnetum*.

Prepared By

Unit I and II:

Dr. M.Boominathan,  
Assistant Professor in Botany,  
K.N.G.Arts College (W), Thanjavur-7

Unit IV:

Mrs. N.Karthika,  
Assistant Professor in Botany,  
K.N.G.Arts College (W), Thanjavur-7

# UNIT-I

## BRYOPHYTES

- ✓ Bryophytes are **small, non-vascular land plants** that **require water for reproduction**.
- ✓ **Land plants** fall into **two categories**: those that have special tissues to transport water and other materials, called **vascular plants**; and those that do not have specialized tissues, called **non-vascular plants**.
- ✓ **Bryophytes are non-vascular**, so they do not have the right types of tissues to develop roots, stems, or leaves.
- ✓ The term Bryophyta originates from the word '**Bryon**' meaning **mosses** and '**phyton**' meaning **plants**.
- ✓ Bryophyta includes **embryophytes** like mosses, hornworts and liverworts.
- ✓ These are small plants that grow in shady and damp areas.
- ✓ They **don't produce flowers and seeds**, instead, **reproduce through spores**. The study of bryophytes is called **bryology**.
- ✓ Bryophytes are called **amphibians of plants**.

Bryophytes are called "**amphibians of the plant kingdom**" because they are terrestrial plants but require water to complete their life cycle at the time of sexual reproduction.

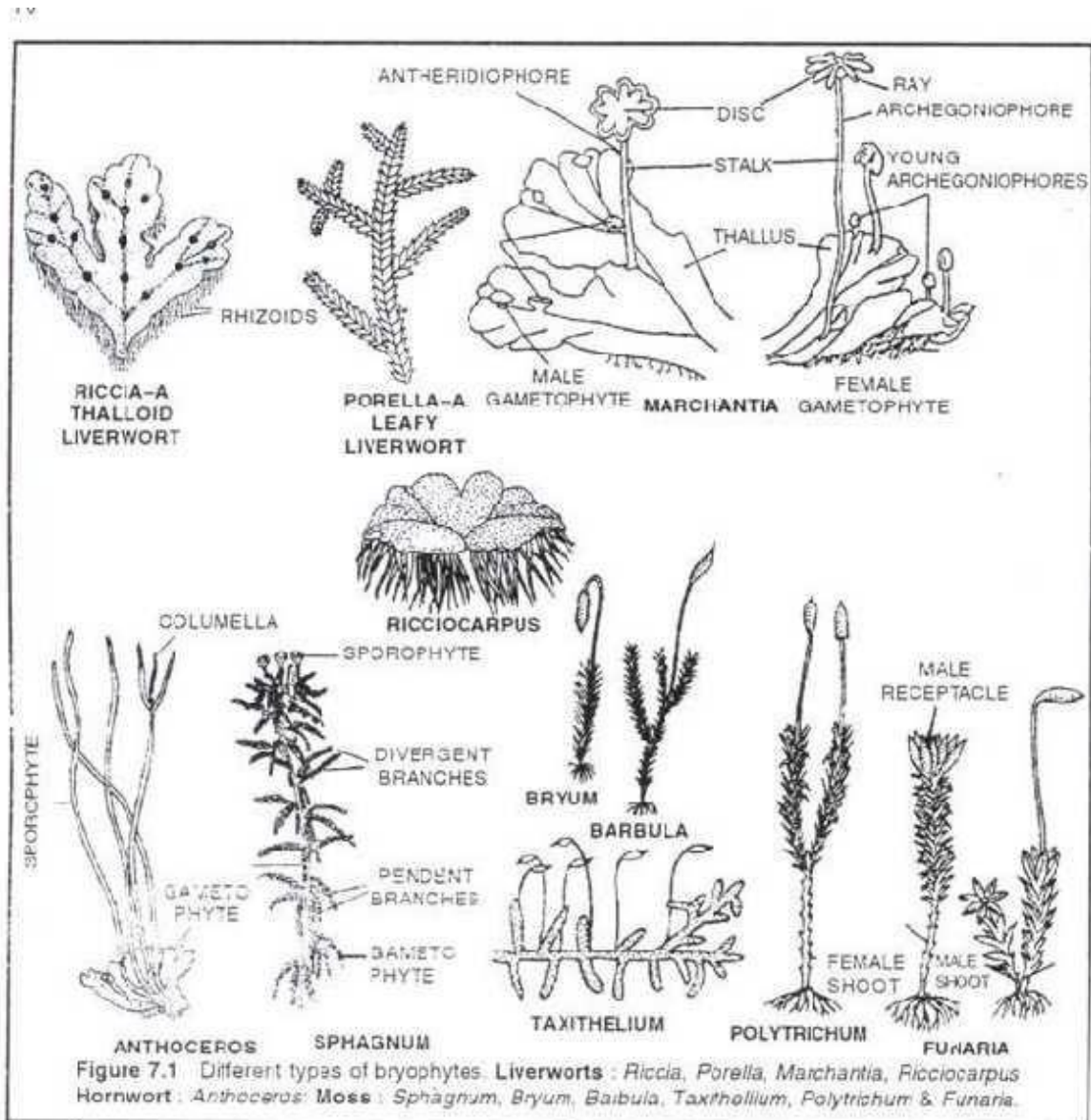
### General Characteristics of Bryophytes:

- Plants occur in damp and shaded areas
- The plant body is **thallus like**, i.e. prostrate or erect
- It is attached to the substratum by **rhizoids**, which are unicellular or multicellular
- They **lack true vegetative structure** and have a root-like, stem-like and leaf-like structure
- Plants **lack the vascular system** (xylem, phloem)
- Bryophytes show **alternation of generation** between **independent gametophyte** with sex organs, which produces sperm and eggs and **dependent sporophyte** which contains spores
- **Main plant body is gametophyte** which is haploid
- The thalloid gametophyte is differentiated into **rhizoids, axis and leaves**
- The **gametophyte bears multicellular sex organs** and photosynthetic
- The antheridium produces **antherozoids**, which are biflagellated
- The shape of an **archegonium** is like a flask and produces one egg
- The antherozoids fuse with egg to form **zygote**
- The zygote develops into a **multicellular sporophyte**
- The sporophyte is **semi-parasitic and dependent on the gametophyte** for its nutrition
- Cells of sporophyte undergo **meiosis to form haploid gametes** which form a gametophyte
- The juvenile gametophyte is known as **protonema**
- The sporophyte is differentiated into foot, seta and capsule

## Classification of Bryophytes:

According to the latest recommendations of **ICBN** (International Code of Botanical Nomenclature), bryophytes have been divided into **three classes**.

1. **Hepaticae** (Hepaticopsida = Liverworts) (thallus leaf like and lobed)
2. **Anthocerotae** (Anthocertopsida= Hornworts) (sporophyte cylindrical and horn-like)
3. **Musci** (Bryopsida= Mosses) (plants growing very densely, forming cushion like growth)



**Fig. 1:** Different forms of bryophytes: **Liverworts** – *Riccia*, *Porella*, *Marchantia*, *Ricciocarpus*; **Hornwort** *Anthoceros*; **Moss**: *Shagnum*, *Bryum*, *Barbula*, *Taxithellium*, *Polytrichum* and *Funaria*.

A) **Hepaticopsida (Liverworts):** The name hepaticopsida comes from the word "hepatic" meaning liver. Liverworts come under this class. Hepaticopsida is further divided into **4 orders**:

1. **Marchantiales (e.g. Riccia, Marchantia)**
2. Sphaerocarpaceae (e.g. Sphaerocarpos)
3. Calobryales (e.g. Calobryum)
4. Jungermanniales (e.g. Pellia)

The main characteristics of the class hepaticopsida are:

- Gametophyte plant is either **thalloid or foliose**
- In **foliose forms**, leaves are without midrib and **dorsiventral**
- **Thalloid forms** are dorsiventral, lobed and **dichotomously branched**
- Each cell of thallus contains many chloroplasts without pyrenoids
- Rhizoids are unicellular, branched and aseptate
- Sex organs are borne dorsally embedded in gametophytic tissues
- The sporophyte is made up of **only capsule (in Riccia) or foot, seta and capsule (in Marchantia)**
- The **columella is absent** in the capsule
- Sporogenous tissues develop from endothecium

### **Reproduction:**

**Asexual reproduction:** It takes place by **fragmentation** or by the formation of **gemmae**. **Gemmae** are produced inside **gemma cups**. Gemmae are **asexual buds**, which are green and multicellular. The gemma cup develops into a new plant after detaching from the parent plant

**Sexual reproduction:** **Antheridium** (male organ) and **archegonium** (female organ) may be present on the same thalli or different thalli. They produce sperm and egg respectively. After fertilisation zygote is formed. The zygote develops into a diploid sporophyte, a few cells of the sporophyte undergo meiosis to form haploid spores.

These spores develop into haploid gametophytes, which are free-living and photosynthetic

**B. Anthocerotopsida (Hornworts):** There are around 300 species present in this class. They are commonly known as hornworts. It has only one order i.e. **Anthocerotales**. Examples: **Anthoceros, Megaceros, Notothylas**.

The main features are:

- The gametophytic body is flat, dorsiventral, simple thalloid without internal differentiation
- Rhizoids are smooth-walled
- Each cell has one chloroplast with pyrenoid

- Sex organs are present dorsally embedded in the thallus
- The sporophyte is differentiated into foot, meristematic zone and capsule
- **Sporogenous tissues** develop from **amphithecium**
- **Pseudoelaters** are present in the **capsule**
- The **columella is present** in the capsule, which originates from the endothecium

### Reproduction:

**Asexual reproduction:** Vegetative propagation is by **fragmentation** of thallus and by **tubers**, which are formed under **unfavourable conditions**

**Sexual reproduction:** They reproduce sexually by **waterborne sperm**, which travel from antheridium to archegonium. A fertilised egg develops into a sporophyte. Sporophyte splits lengthwise to release spores which develop into a gametophyte.

**C. Bryopsida (Mosses):** It is the largest class of Bryophyta with around 1400 species. They are commonly called mosses. Examples: Funaria, Polytrichum, Sphagnum. Bryopsida is further divided into 5 classes:

1. **Bryales**
2. Andriales
3. **Sphaginales**
4. Polytrichales
5. Buxbaumiales

The main features are:

- The **gametophyte** is differentiated into **protonema** and **foliose gametophore**
- Foliose is made up of stem as an axis and leaves without midrib
- Rhizoids are multicellular with oblique septa
- **Sex organs are borne apically on stem**
- **Elaters are absent**
- The **sporophyte** is differentiated into **foot, seta and capsule**
- Sporogenous tissues develop from the endothecium
- **Columella is present**
- **Dehiscence of the capsule takes place by separation of the lid**

**Asexual reproduction:** Asexual reproduction is by **budding** and **fragmentation of secondary protonema**

**Sexual reproduction:** Antheridia and archegonia are present at the apical part of leafy shoots. After fertilization sporophyte is produced, which is more differentiated than liverworts. The gametophyte develops from the spores.

## Economic importance of Bryophytes:

### 1. Protection from soil erosion:

Bryophytes, especially mosses, form dense mats over the soil and prevent soil erosion by running water.

### 2. Soilformation:

Mosses are an important link in plant succession on rocky areas. They take part in binding soil in rock crevices formed by lichens. Growth of Sphagnum ultimately fills ponds and lakes with soil.

### 3. Waterretention:

Sphagnum can retain 18-26 times more water than its weight. Hence, used by gardeners to protect desiccation of the seedling during transportation and used as nursery beds.

### 4. Peat:

It is a dark spongy fossilized matter of Sphagnum. Peat is dried and cut as cakes for use as fuel. Peat used as good manure. It overcomes soil alkalinity and increases its water retention as well as aeration. On distillation and fermentation yield many chemicals.

### 5. As food:

Mosses are good source of animal food in rocky and snow-clad areas.

### 6. Medicinaluses:

Decoction of Polytrichum commune is used to remove kidney and gall bladder stones. Decoction prepared by boiling Sphagnum in water for treatment of eye diseases. Marchantia polymorpha has been used to cure pulmonary tuberculosis.

### 7. Otheruses:

Bryophytes are used as packing material for fragile goods, glass wares etc. Some bryophytes act as indicator plants. For example, Tortell tortusa grow well on soil rich in lime.

## RICCIA

### Systematic Position of Riccia:

|                 |   |                      |
|-----------------|---|----------------------|
| <b>Division</b> | : | <b>Bryophyta</b>     |
| <b>Class</b>    | : | <b>Hepaticopsida</b> |
| <b>Order</b>    | : | <b>Marchantiales</b> |
| <b>Family</b>   | : | <b>Ricciaceae</b>    |
| <b>Genus</b>    | : | <b><i>Riccia</i></b> |

### Distribution and Habitat of Riccia:

Riccia, the most widely distributed genus of family Ricciaceae, is represented by about 200 species (Reimer, 1954). The name Riccia was given in honour of P. F. Ricci, a Florentine politician. Widely distributed in both tropical and temperate regions of the world, this genus is represented in India by about 33 species (Puri, 1973).

However, Srivastava (1964) recorded 29 species from different parts of India. All species are terrestrial and prefer to grow on moist and shady places except Riccia fluitans, which is an aquatic species and occurs floating in still stagnant water or submerged below the surface of standing water.

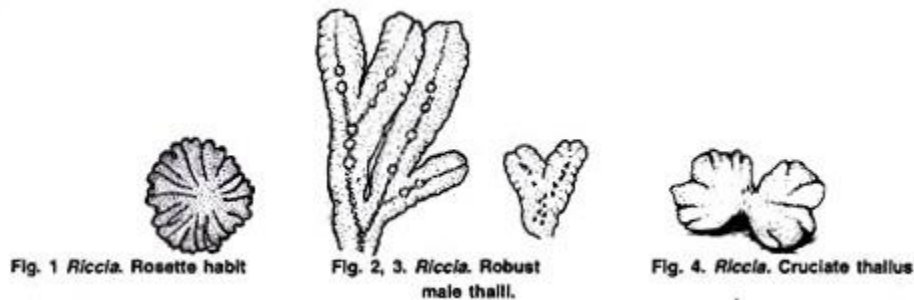
### Some of the common terrestrial Indian species are:

*R. gangetica*, *R. discolor*, (*R. himalayensis*), *R. glauca*, *R. crystallina*, *R. frostii*, *R. hirsuta* and *R. melanospora*. *Riccia gangetica*, *R. kashyapii* and *R. pandei* are endemic species i.e., confined to Indian territory only.

### Gametophytic Phase:

The plant body of *Riccia* is gametophytic and gametophytes are fleshy, prostrate and dichotomously branched. Repeated dichotomy results into a typically rosette like appearance (Figs. 1, 3).

In *Riccia cruciata* only two dichotomy result in a cruciate form (Fig. 4). Each branch of the thallus is linear, wedge-shaped or obcordate. Thallus is 5-7 mm long and 1.2 mm broad in all the terrestrial species. However, in *R. fluitans* it is 30-50 mm long and 1-2 mm broad.



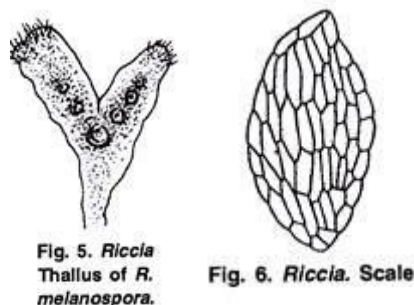
### Dorsal Surface:

The dorsal surface is light green or dark green body, each branch having a thick midrib. It is traversed by a conspicuous median longitudinal groove which ends in a depression at the apical region forming an apical notch.

Growing point is situated in the apical notch. The main function of the mid-dorsal groove is to retain water required for fertilization. Some hairy epidermal outgrowths are also seen in *Riccia melanospora*, though rarely (Fig. 5).

### Ventral Surface:

The ventral surface of thallus bears many scales and rhizoids. Scales are violet coloured, multicellular and one celled thick structures (Fig. 6). The colour of the scale is due to dissolution of the pigment in the cell sap. Scales are arranged all along the margin in a single row. In the apical region they project forward and



In hygrophilous species (species which need a large supply of moisture for their growth) the scales are ephemeral (i.e., short lived) but in xerophilous species the scales are leafy and persistent. In *Riccia crystallina* the scales are inconspicuous and absent. Rhizoids are unicellular and un-branched. They develop as prolongations of the lower epidermal cells.



**They are of two types:**

- (i) Smooth-walled rhizoids
- (ii) Tuberculate rhizoids.

In smooth-walled rhizoids both the inner and outer wall layers are fully stretched while in tuberculated rhizoids the inner wall layer modifies into peg-like or plate-like in growth which projects into the cell lumen (Fig. 7). The main function of rhizoids is to anchor the thallus on the substratum and to absorb water and mineral nutrients from the soil.

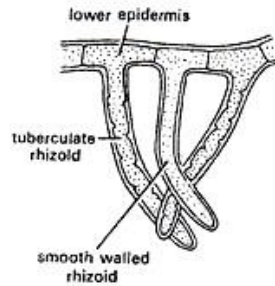


Fig. 7. *Riccia*. Smooth walled and tuberculate rhizoids

In *Riccia fluitans*, the only aquatic species, thallus is long, narrow, ribbon-like and dichotomously branched. Rhizoids and scales are absent (Fig. 8). This species can also grow on soil. In terrestrial species thallus bears many rhizoids and small, colourless or violet scales near the apex (Fig. 9).



Fig. 8. *Riccia fluitans* (water form)



Fig. 9. *Riccia fluitans* (land form)

**Anatomy of the Gametophyte:**

A vertical cross section of the thallus shows two distinct zones, viz., upper photosynthetic zone and lower storage zone (Fig. 10A, B).

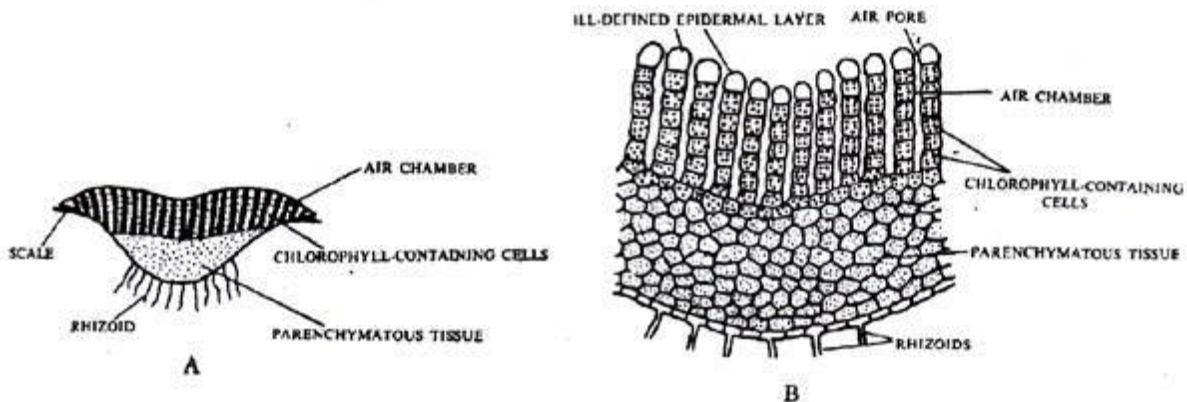


Fig. 10. (A, B) *Riccia*. (A) Transverse section of thallus (diagrammatic); (B) A part cellular.

**Upper Photosynthetic Zone:**

It is green, dorsal on upper region of the thallus. It is made of somewhat vertical rows of un-branched photosynthetic filaments. All the cells of the photosynthetic filament except the uppermost one are isodiametric and possess many discoid chloroplasts. The terminal cells of photosynthetic filaments are large, hyaline and form loose, ill-defined and discontinuous one called thick epidermis.

Photosynthetic filaments are separated from each other by narrow longitudinal vertical canals called air chambers. Each air chamber is bounded by four epidermal cells (e.g., *Riccia glauca*, (Fig. 11) or eight epidermal cells (e.g., *R. vesiculosa*). Each air chamber opens on the dorsal surface by an air pore. Air chambers spaces help in the gaseous exchange.

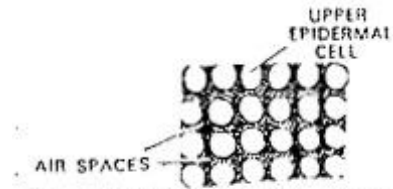


Fig. 11. *Riccia*. Air spaces bounded by epidermal cells (surface view)

In aquatic form of *Riccia fluitans* epidermis is continuous and air chambers are almost completely closed. However, in the terrestrial form of this species each air chamber opens on the upper surface by a small opening (Fig. 12).

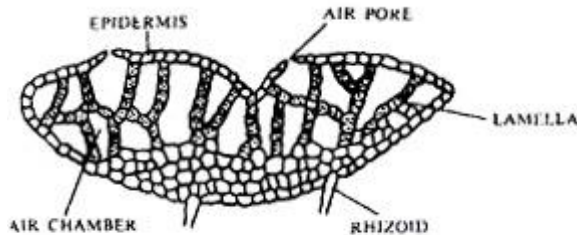


Fig. 12. *Riccia fluitans*. Transverse section of thallus of a land form.

In spongy thallus of *Riccia crystallina* the assimilatory or photosynthetic cells form a loosely- arranged network enclosing large air spaces.

**Lower Storage Zone:**

This zone represents the ventral tissue of the thallus and lies below the photosynthetic zone. It consists of compactly arranged parenchymatous cells. These cells are devoid of chlorophyll and contain starch as reserve food material. The lowermost cell layer of this zone forms the lower epidermis. Some cells of the lower epidermis extend to form the scales and both types of rhizoids.

**Reproduction in Riccia :**

*Riccia* reproduces by vegetative and sexual methods.

### ***Vegetative Reproduction in Riccia:***

**Vegetative reproduction in Riccia is quite common and takes place by the following methods:**

#### **1. Death and decay of the older portion of the thallus:**

The thallus in Riccia is dichotomously branched and the growing point is situated in its apical notch. The basal or the posterior part of the thallus starts rotting or disintegrating due to ageing or drought.

When this process of disintegration or decay reaches up to the place of dichotomy, the lobes of the thallus get separated. Thus detached lobes develop into independent plants by apical growth. It is the most common method of vegetative reproduction in Riccia.

#### **2. By adventitious branches:**

The adventitious branches develop from the ventral surface of the thallus in species like Riccia fluitans. On being detached, these branches develop into new thalli (Fig. 13).



#### **3. By persistent apices:**

Due to prolonged dry summer or towards the end of growing season the whole thallus in some species (e.g., Riccia discolor) dries and gets destroyed except the growing point. Later, it grows deep into the soil and becomes thick. Under favourable conditions it develops into a new thallus. It is more a method of perennation rather than multiplication.

#### **4. By tubers:**

Towards the end of the growing season the apices of the thallus lobes get thickened and form the perennating tubers. These are capable to pass on the unfavorable conditions. On resumption of favourable conditions tubers produce new thalli. Tubers are common in Riccia discolor, R. billardieri, R. perenriis and R. vesicata (Fig. 14).



## 5. By rhizoids:

The apical part of the young rhizoids divides and re-divides to form a gemma like mass of cells in some species (e.g., *Riccia glauca*). These cells contain chloroplast and are capable of developing into new thallus.

### ***Sexual Reproduction in Riccia:***

Sexual reproduction in *Riccia* is oogamous. Male reproductive bodies are known as antheridia and female as archegonia.

Some species of *Riccia* like *R. crystallina*, *R. gangetica*, *R. billardieri* and *R. glauca* are monoecious or homothallic (i.e., both antheridia and archegonia develop on the same thallus) while other species like *R. curtisii*, *R. perssonii*, *R. bischoffii*, *R. frostii*, *R. discolor* are dioecious or heterothallic (i.e., antheridia and archegonia develop on different thalli).

Antheridia and archegonia remain enclosed within the antheridial and archegonial chambers and develop on the dorsal surface of the thallus (Fig. 2, 3). Sex organs develop in acropetal succession (i.e., mature sex organs are present at the posterior end, the young ones towards the apex of the thallus).

In monoecious species alternate groups of antheridia and archegonia develop at a sufficient distance from the growing point. There is no particular time for the development of sex organs, and therefore one can see all the developmental stages in the different sections of the same thallus.

### ***Antheridium:***

#### **Development:**

The development of antheridium starts from a superficial antheridial cell, situated on the dorsal surface of the thallus (Fig. 15 A). It is a few (2-3) cells away from the apical cell.

The antheridial initial enlarges in size, becomes papillate and divides first by a transverse division to form an upper outer cell and a lower basal cell (Fig. 15 B). Basal cell remains embedded in the tissue of thallus, undergoes only a little further development and forms the embedded portion of the antheridial stalk.

Upper cell divides by transverse divisions to form a filament of 4 cells. Upper two cells of the 4 celled filament are known as primary antheridial cells and lower two cells are known as primary stalk cells (Fig. 15 C-E). Primary stalk cells form the stalk of the antheridium. Primary antheridial cells divide by two successive vertical divisions at right angle to each other to form two tiers of four cells each (Fig. 15 F, G).

A periclinal division is laid down in both the tiers of four cells and there is the formation of eight outer sterile jacket initials and 8 inner primary androgonial cells (Fig. 15 H, I).

Jacket initials divide by several anticlinal divisions to form a single layer of antheridial jacket. Primary androgonial cells divide by several repeated transverse and vertical divisions resulting in the formation of large number of small cubical androgonial cells (Fig. 15 K-M). The last generation of the androgonial cells is known as androcyte mother cells.

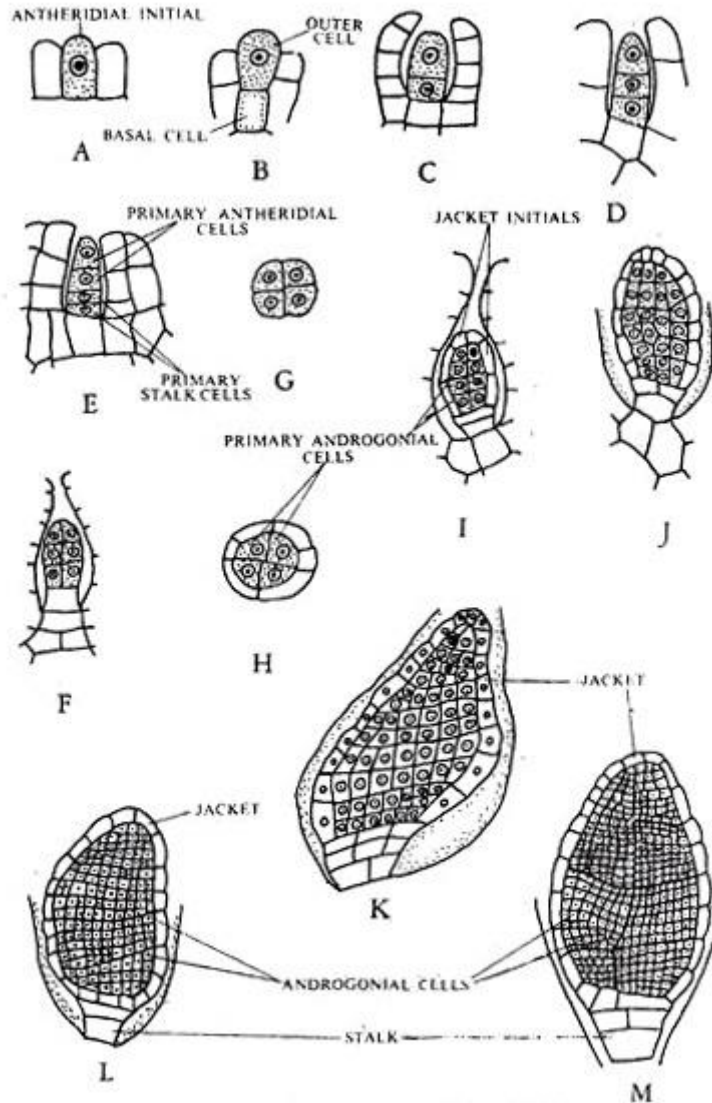


Fig. 15 (A-M) Riccia. Development of antheridium.

### Spermatogenesis:

The process of metamorphosis of androcyte mother cells into antherozoids is called spermatogenesis. It completes within a few minutes. Each androcyte mother cell divides by a diagonal mitotic division to form two triangular cells called androcytes. Both the androcytes remain enclosed in the wall of the androcyte mother cell with one separate wall (Fig. 16 A, B).

Each androcyte has a prominent nucleus and a small extra-nuclear granule called blepharoplast. It lies near the periphery of the protoplast (Fig. 16 C). The androcyte soon loses its triangular shape and becomes somewhat round or oval (Fig. 16 D). Its blepharoplast elongates into a cord and occupies about two-thirds of its part. Simultaneously the nucleus also becomes crescent shaped, homogeneous and ultimately comes in contact with the blepharoplast.

Two large flagella develop from the conspicuously thickened end of the blepharoplast. A small part of the cytoplasm, which is not utilised in the formation of flagella

may remain attached to the posterior end of antherozoid as a small vesicle. Each androcyte thus metamorphosis into an antherozoid (Fig. 16 E-H).

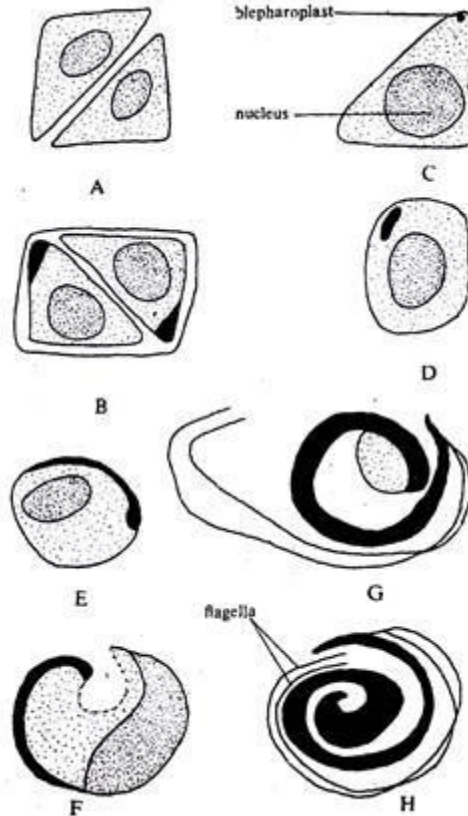


Fig. 16. *Riccia*. Metamorphosis of androcyte into antherozoid.

### **Mature Antheridium:**

A mature antheridium has a short stalk and oval shaped body with a flat base and conical apex (Fig. 15 M). Stalk attaches the antheridium to the base of the antheridial chamber. Antheridium is present singly in an antheridial chamber. A single-layered sterile jacket encloses the mass of androcytes which metamorphoses into antherozoids.

### **Mature Antherozoid:**

A mature antherozoid is unicellular, uninucleate, biflagellate and coiled structure. Both flagella resemble morphologically but differ in function. One flagellum serves for propulsion and the other for rotation and for changes in direction (Fig. 15 H).

### **Dehiscence:**

Water helps in the dehiscence of the antheridium. Antheridial chamber, in which an antheridium lies, communicates with the dorsal surface of the thallus by terminal opening. The cell walls form the semifluid content of the antheridium during the metamorphosis. Mature antherozoids remain free in the semifluid substance in the antheridial cavity.

As water enters in their antheridial chamber, the sterile apical cells of the antheridial jacket enlarge by absorbing water, become softened and ultimately break open. The mature antherozoids along with semifluid mass, come out of the antheridium to the antheridial chamber and then to the dorsal surface of the thallus.

## ***Archegonium :***

### **Development:**

The development of the archegonium starts on the dorsal surface of the thallus from a single superficial cell, which acts as an archegonial initial (Fig. 17 A). This initial enlarges, becomes papillate and first divides transversely into a basal cell and an outer cell (Fig. 17 B).

There is no further division in the basal cell and it forms the embedded portion of the archegonium. The entire archegonium develops from the outer cell. This outer cell divides by three successive intersecting walls or periclinal vertical walls resulting in the formation of three peripheral initials and a fourth median cell, the primary axial cell (Fig. 17 C-E).

Each of the three peripheral initials divides by an anticlinal vertical division forming two cells. In this way the primary axial cell gets surrounded by six cells (Fig. 17 J, M). These cells are called jacket initials. Six jacket initials divide transversely into upper neck initials tier and lower venter initial tier (Fig. 17 G).

Neck initials tier divides by repeated transverse divisions to form a tube-like neck. Neck of the archegonium consists of six vertical rows and each row consists six to nine cells. Venter initial tier also divides by repeated transverse divisions to form a single layer of swollen venter.

Simultaneously the primary axial small cell divides transversely and unequally to form small upper primary cover cell and large lower central cell (Fig. 17 F). The central cell divides into an upper primary neck canal cell and a lower venter cell.

Primary neck canal cell divides by a series of transverse divisions to form four neck canal cells. Primary venter cell divides only once and forms a small venter canal cell and a large egg (Fig. 17 J, K). The primary cover cell divides by two vertical divisions at right angle to one another forming four cover cells which form the mouth of the archegonium.

### **Mature Archegonium:**

A mature archegonium is a flask shaped structure. It remains attached to the thallus by a short stalk. It consists of upper elongated slender neck and basal globular portion called venter.

The neck consists of six vertical rows enclosing four neck canal cells. The venter consists of a single layered jacket. Twelve to twenty cells in perimeter enclose a small venter canal cell and large egg. Four cover cells are present at the top of the neck (Fig. 17 L).



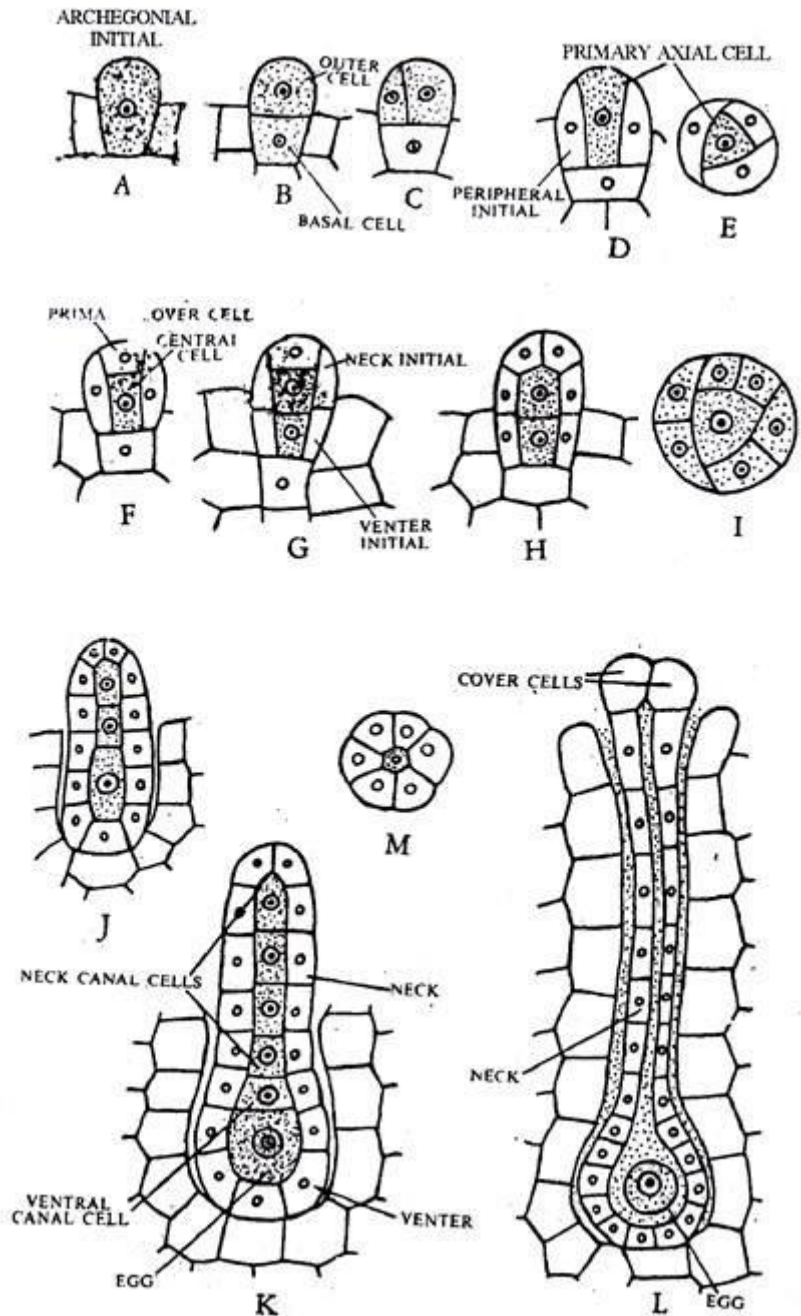


Fig. 17. *Riccia*. Development of archegonium.

### Fertilization in *Riccia*:

Water is essential for fertilization. It enters the antheridial chamber. Apical cells of the antheridial wall get swollen by absorbing water. These cells become softened and finally breakdown to release mass of antherozoids. These antherozoids come up to dorsal surface of the thallus from the antheridial chamber where they swim in the thin film of water and reach the mouth of the neck of the archegonium.

In the mature archegonium the venter canal cell and neck canal cells disintegrate and form a mucilaginous mass. It absorbs water, swells up and comes out of the archegonial



mouth by pushing the cover cells apart. This mucilaginous mass consists of chemical substances such as soluble proteins and certain inorganic salts of potassium.

Many antherozoids enter the archegonial neck because of the chemotactic response and reach up to egg. One of the antherozoids penetrates the egg and fertilization is effected (Fig. 18A-C). The fusion of the nuclei of male and female gamete results in the formation of diploid zygote or oospore. Fertilization ends the gametophytic phase.

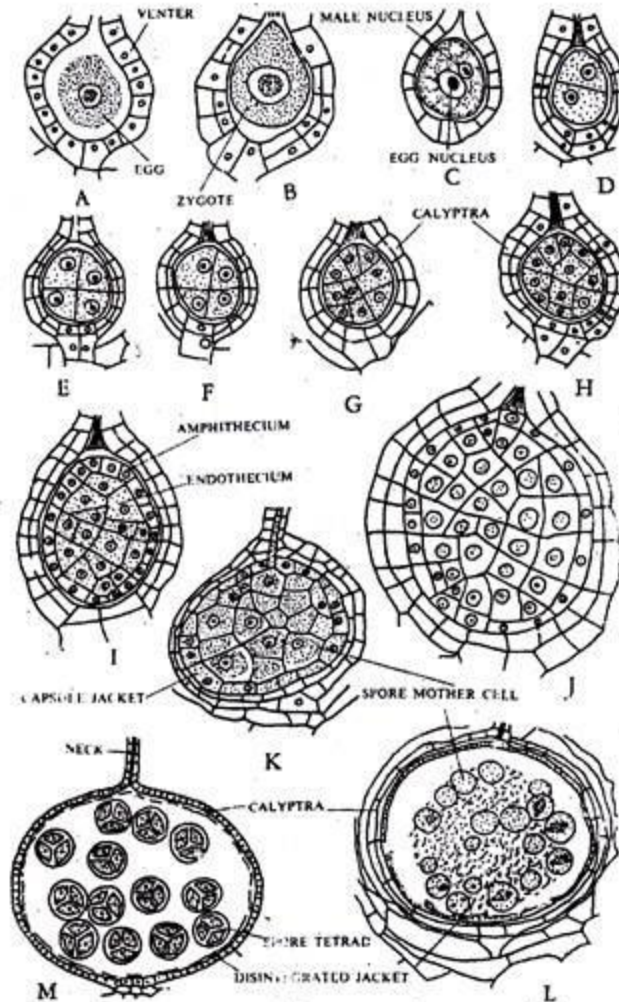


Fig. 18. Riccia. Development of sporogonium.

### ***Sporophytic Phase:***

After fertilization the diploid zygote or oospore enlarges until it completely fills the cavity of the venter of the archegonium. A wall is then secreted around the oospore. The act of fertilization also stimulates the division of the wall of the venter. It divides anticlinally and periclinally to form a two-layered calyptra along the developing sporophyte.

### ***Development of Sporophyte:***

The zygote divides first by a transverse division to form two almost equal sized cells (Fig. 18 D). The second division is at right angle to the first and results in the formation of four cells.

This represents quadrant stage (Fig. 18 E). The next division is also vertical but it is at right angle to the first. An 8-celled stage thus results. It is called octant stage (Fig. 18 D).

The cells of the octant divide in all possible planes to form a spherical mass of 20-40 cells (Fig. 18 E-H).

The cells of the peripheral region divide by a periclinal division to form an outer layer of amphithecium and the central mass of cells called endothecium. The cells of the amphithecium divide only by anticlinal division to form a single-layered sterile jacket or capsule wall. The endothelium forms the archesporium. Its cells divide and re-divide to form a mass of sporogenous cells (sporocytes, Fig. 18 I-L).

According to Pagan (1932), some of the spore mother cells in *Riccia crystallina* fail to produce spores and form abortive nutritive cells called nurse cells. He considered these cells as the fore-runners of elaters found in higher forms of Marchantiales.

### ***Sporogenesis :***

At the time of meiosis, the spore mother cells lie free within the cavity of sporogonium (Fig. 18 L). Spore mother cells undergo meiosis. Nucleus of each spore mother cell divides by two successive divisions to form 4 haploid nuclei.

In first division the chromosome number is reduced to half of the somatic number. The four nuclei migrate to the periphery of the spore mother cell and lie at equal distance from each other. Simultaneously cell walls are formed around each haploid nucleus, thus delimiting four haploid spores.

The spores are tetrahedrally arranged (Fig. 18 M, 20 A, F). However, in *Riccia personii* four spores are iso-bilaterally arranged (Khan, 1953).

The haploid number of chromosomes is 8 in species like *Riccia arvensis*, *R. campbelliana*, *R. donnelleii*, *R. sorocarpa* and *R. trichocarpe*. However, in species like *R. austini* and *R. California* it is 9 (Siler, 1934). In India a in polyploid species *gaugetica* Udar and Chopra (1957) reported 24 (n) and 48 (In) chromosomes number.

### ***Mature Sporogonium:***

A mature sporogonium is represented only by spherical spore sac or capsule. It lacks foot and seta (Fig. 19). It has a single-layered capsule wall which encloses spores. There are no elaters. A bilayered calyptra forms a protective covering around the capsule.

The capsule wall and inner layer of calyptra break down before the spore mother cells divide to form the spores. After meiosis the mass of spores lies free in the outer layer of calyptra and mature sporogonium has no diploid structure. The newly formed young gametophyte remains enclosed with in the old gametophyte (Fig. 18 M; 19).

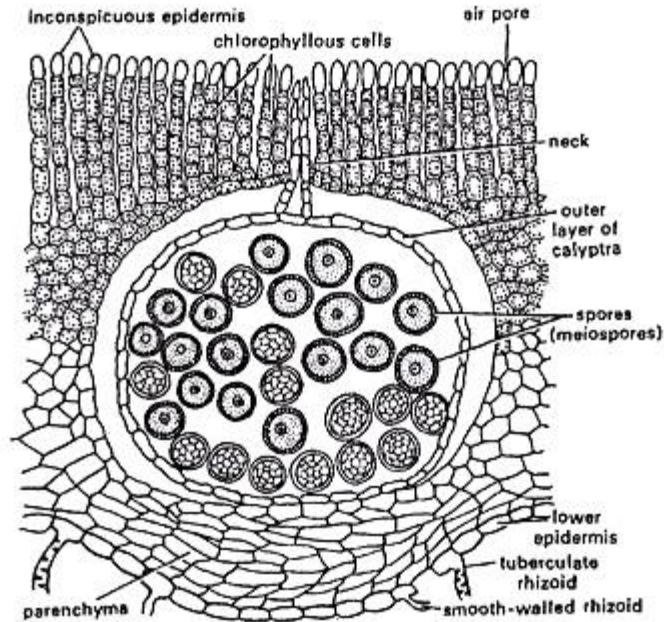


Fig. 19. *Riccia*. Transverse section of thallus passing through mature sporogonium.

**Dispersal of Spores:**

Spores are not immediately dispersed in *Riccia*. There is no special method of dispersal, Spores remain inside the thallus for one year or so and disperse after the death and decay of the calyptra and surrounding tissue.

**The Spore:**

Spores are very small (0.05-0.12 mm in diameter). They are haploid uninucleate and pyramidal in shape (Fig. 20 G). Each spore remains surrounded by three layers i.e., an outermost ornamented cutinised layer called exosporium, the middle layer called mesosporium (differentiated into 3 concentric zones) and the innermost layer called the endosporium. The endosporium is made up of cellulose and pectose (Beer, 1906).

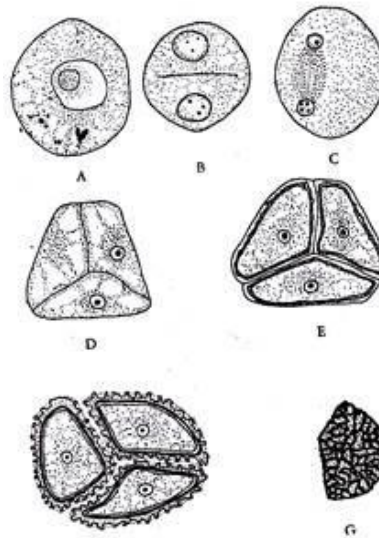


Fig. 20. *Riccia*. Sporogenesis

### **Germination of Spores and Formation of Young Gametophyte:**

Light, low temperature and water is essential for spore germination. According to Campbell (1918) the exosporium and mesosporium rupture at the triradiate mark and the endosporium comes out in the form of a tubular outgrowth called the germinal (Fig. 21 A—C).

Germinal tube is filled with cytoplasm which contains albumin granules, chloroplasts and oil granules. The germ tube elongates rapidly to form a club-shaped structure because the content of the cytoplasm move to the distal end. At the end it divides by a transverse division to form a small cell (Fig. 21 D).

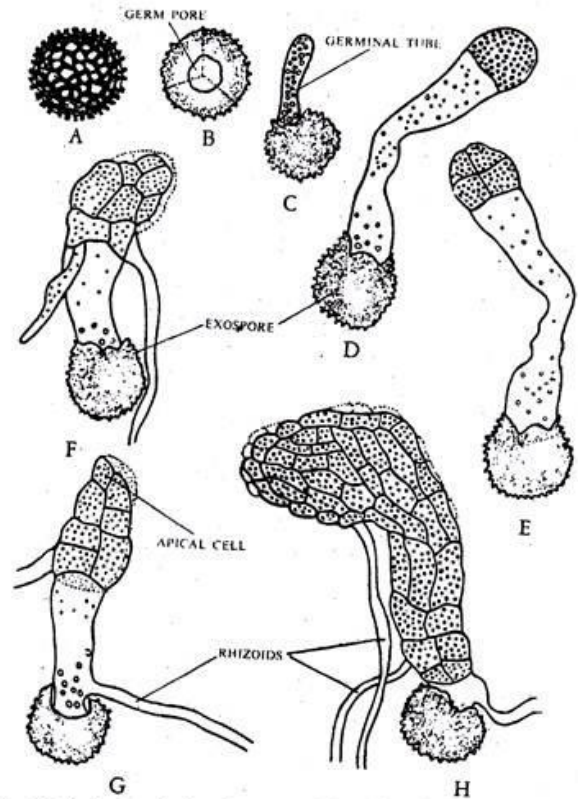


Fig. 21. *Riccia*. Germination of spore and formation of young gametophyte.

It again divides by a transverse division which is parallel to first division. Both these cells divide by two vertical divisions at right angle to one another and form two tiers of four cells each. This represents octant stage (Fig. 21 E). The distal tier of four cells of the octant stage functions as an apical cell with 2 cutting faces. It cuts a number of cells on its left and right side to form the multicellular thallus (Fig. 21 G, H).

Along with these divisions the first rhizoid develops at the base of the germ tube. Many rhizoids develop later on from the multicellular thallus and fix it on the soil (Fig. 22 A, H).

Formation (rhizoids is affected by light intensity (Chopra and Sood, 1973). Rhizoids develop in the light i medium intensity (2000 Lux). In *Riccia crustissi* two spores of a tetrad develop into male thalli and two spores develop into female thalli (Mc Allister, 1928).

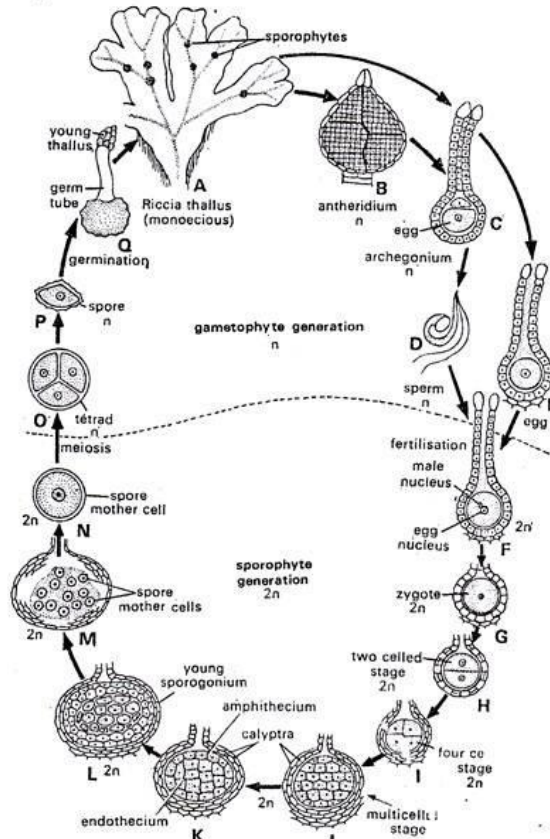


Fig. 22. *Riccia*. Diagrammatic life cycle.

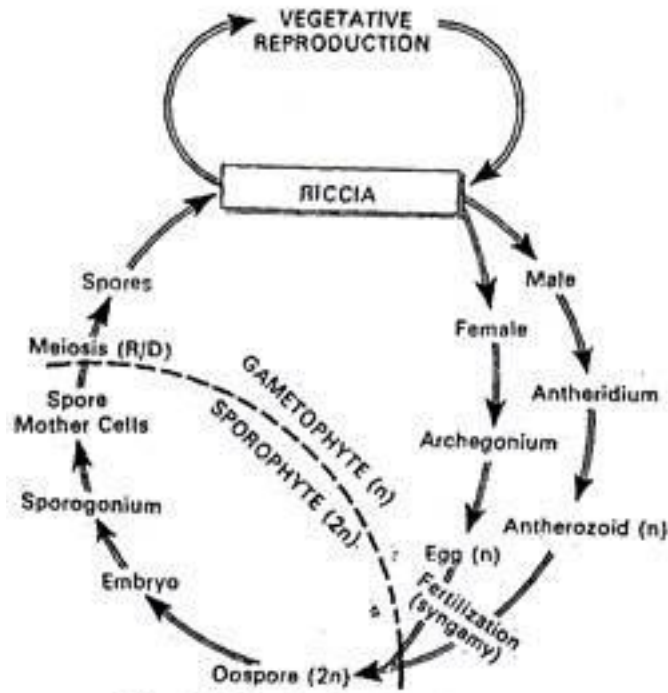


Fig. 23. *Riccia*. Graphic life cycle

ANTHOCEROS



### Systematic Position of Anthoceros:

|                 |   |                          |
|-----------------|---|--------------------------|
| <b>Division</b> | : | <b>Bryophyta</b>         |
| <b>Class</b>    | : | <b>Anthocerotopsida</b>  |
| <b>Order</b>    | : | <b>Anthocerotales</b>    |
| <b>Family</b>   | : | <b>Anthocerotaceae</b>   |
| <b>Genus</b>    | : | <b><i>Anthoceros</i></b> |

### Distribution and Habitat of Anthoceros:

Anthoceros is represented by about 200 species. All species are terrestrial and cosmopolitan in distribution. The species grow in very moist and shady places like slopes, rocks or sides of the ditches. Some species are found growing on decaying wood (Cavers, 1911). Unlike other bryophytes Anthoceros is usually not well adapted to resist dry conditions. In India Anthoceros is represented by about 25 species. Out of these three species of Anthoceros viz., *A. himalayensis*, *A. erectus* and *A. chambensis* are commonly found growing in the Western Himalayan region at an altitude of 5000-8000 feet (Kashyap, 1915). These species are also found growing in Mussoorie, Kulu, Manali, Kumaon, Chamba valley, Punjab, Madras and in plains of South India.

Mehra and Handoo (1953) reported *A. himalayensis* and *A. erectus* from Simla, Nainital and Dalhousie. Some other species of Anthoceros and their places of occurrence are—*A. dixitii*, *A. sahyadrensis* (Poona and neighbouring hills), *A. crispulus* (Lucknow), *A. assamicus* (Assam), *A. shvianandani* (Kerala) etc. The species of Anthoceros may be perennial (*A. himalayensis*) or annual (*A. erectus*).

### Gametophytic Phase of Anthoceros:

#### **External Features:**

*The gametophytic plant body is thalloid, dorsiventral, prostrate, dark green in colour with a tendency towards dichotomous branching. Such branching results into an orbicular or semi orbicular rosette like appearance of the thallus.*

The thallus is bilobed (*A. himalayensis*, Fig. 1 A) or pinnately branched (*A. hallii*) or spongy with large number of sub-spherical spongy bodies like a gemma (*A. gemmulosus* fig. 1 C) or raised on a thick vertical stalk like structure (*A. erectus*, fig 1. B).

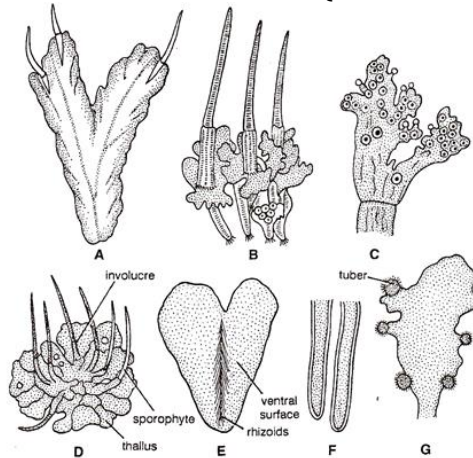


Fig. 1. (A-F). *Anthoceros*. External features (A) *A. himalayensis*, (B) *A. erectus*, (C) *A. gemmulosus*, (D) *A. crispulus* (dorsal surface), (E) Ventral surface, (F) Smooth-walled rhizoids, (G) Thallus with tubers.

**Dorsal Surface:**

The dorsal surface of the thallus may be smooth (*A. laevis*) or velvety because of the presence of several lobed lamellae (*A. crispulus*) or rough with spines and ridges (*A. fusiformis*). It is shining, thick in the middle and without a distinct mid rib (Fig. 1 D).

**Ventral Surface:**

The ventral surface bears many unicellular, smooth-walled rhizoids (Fig. 1 E, F). Their main function is to anchor the thallus on the substratum and to absorb water and mineral nutrients from the soil. Tuberculated rhizoids, scales or mucilaginous hairs are absent. Many small, opaque, rounded, thickened dark bluish green spots can be seen on the ventral surface. These are the mucilage cavities filled with *Nostoc* colonies.

In the month of September and October the mature thalli have erect, elongated and cylindrical sporogonia. These are horn like and arise in clusters. Each sporogonium is surrounded by a sheath like structure on its base. It is called involucre (Fig. 1 D).

**Internal Structure:**

The vertical transverse section (V. T. S.) of the thallus shows a very simple structure. It lacks any zonation (Fig. 2 A, B). It is uniformly composed of thin walled parenchymatous cells. The thickness of the middle region varies in different species.

It is 6-8 cells thick in *A. laevis*, 8-10 cells thick in *A. punctatus* and 30-40 cells thick in *A. crispulus*. The outer most layer is upper epidermis. The epidermal cells are regularly arranged, smaller in size and have large lens shaped chloroplasts. In *A. hallii* the epidermal layer is not distinguishable.

Each cell of the thallus contains a single large discoid or oval shaped chloroplast. Each chloroplast encloses a single, large, conspicuous body called pyrenoid, a characteristic feature of class *Anthocerotopsida* (Fig. 2 C, D). 25-300 disc to spindle shaped bodies aggregate to form pyrenoid.

The number of chloroplasts per cell also varies in different species. In *A. personi* each cell has two chloroplasts and in *A. hallii* the number may be even four. The nucleus lies in the close vicinity of the chloroplast near the pyrenoid (Fig. 2 D). Sometimes the chloroplast enfolds

The air chambers and air pores are absent in *Anthoceros*. However, in a few species intercellular cavities are present on the lower surface of the thallus. These cavities are formed due to break down of the cells (schizogenous).

The cavities are filled with mucilage and are called mucilage cavities. These cavities open on the ventral surface through stoma like slits or pores called slime pores (Fig. 2 B). Each slime pore has two guard cells with thin walls (Fig. 2 F). The guard cells are non-functional and do not control the size of the pore.

The pore remains completely open. These pores are formed by the partial separation of two adjacent cells. The slime pores represent the vestigial remnants of a previously existing aerating system. With the maturity of the thallus the mucilage in the cavities dries out.

It results in the formation of air filled cavities. The blue green algae *Nostoc* invades these air cavities through slime pores and form a colony in these cavities. The presence of *Nostoc* colonies in the thallus of *Anthoceros* is beneficial for the growth of gametophyte is not definitely known.

Pierce (1906) assumed that the thalli without Nostoc grow better than the ones containing the endophytic algae. However, according to Rodgers and Stewart (1977) it is a symbiotic association.

The thallus supplies carbohydrates to the Nostoc and the latter, in turn, adds to nitrate nutrients by fixing atmospheric nitrogen. The lowermost cell layer is lower epidermis. Some cells of the lower epidermis extend to form the smooth-walled rhizoids (Fig. 2 B).

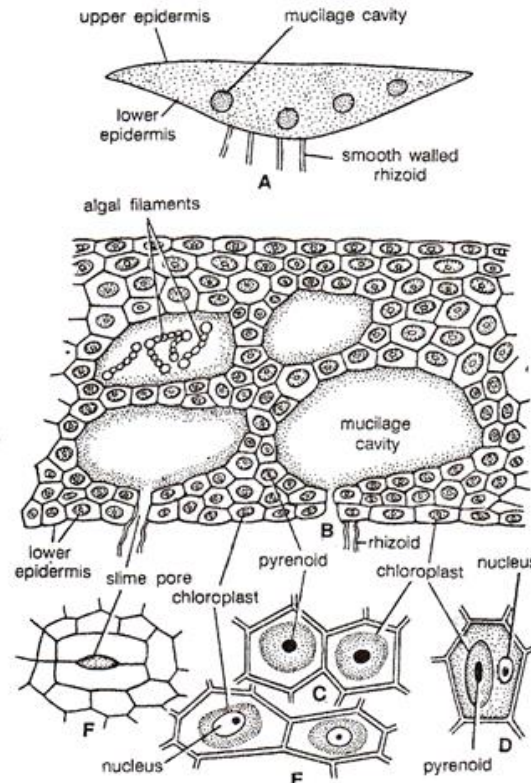


Fig. 2. (A-F). *Anthoceros*. Internal structure of the thallus. (A) Vertical transverse section (V.T.S.) of thallus (diagrammatic), (B) V.T.S. of thallus (a part cellular), (C) Cells showing chloroplast and pyrenoid, (D) cells showing chloroplast, pyrenoid and nucleus, (E) Parenchymatous cells with chloroplast and nucleus, (F) Surface view of slime pore.

### Reproduction in Anthoceros:

Anthoceros reproduces by vegetative and sexual methods.

#### Vegetative Reproduction

It takes place by the following methods:

##### 1. By death and decay of the older portion of the thallus or fragmentation:

The older portion of the thallus starts rotting or disintegrates due to ageing or drought. As it reaches up to the place of dichotomy, the lobes of the thallus get separated. Thus, detached lobes develop into independent plants by apical growth. This method is not so common in *Anthoceros* as in liverworts.

##### 2. By tubers:

Under unfavorable conditions or prolonged drought, the marginal tissues of the thallus get thickened and form the perennating tubers. (Fig. 1 G). Their position varies in different species. They may develop behind the growing points (*A. laevis*) or along the



margins of the thallus (*A. hallii*, *A. pearsoni*). In *A. himalayensis* the tubers are stalked and develop along the margins on the ventral surface of the thallus.

The tubers have outer two to three layers of corky hyaline cells which enclose the tissue containing oil globules, starch grains and aleurone granules. They are capable to pass on the unfavorable conditions. On resumption of favourable conditions tubers produce new thalli.

### **3. By buds;**

In some species of *Anthoceros* like *A. glandulosus*, *A. propaguliferus*, *A. formosae* many multicellular stalked structures develop along the margins of the dorsal surface of the thallus. These structures are called gemmae. When detached from the parent thallus, each gemma develops into new plant.

### **4. By persistent growing apices:**

Due to prolonged dry summer or towards the end of the growing season, the whole thallus in some species of *Anthoceros* (*A. pearsoni*, *A. fusiformis*) dries and gets destroyed except the growing point. Later it grows deep into the soil and becomes thick under unfavorable conditions. It develops into new thallus. It is more a method of perennation than multiplication.

### **5. By apospory:**

In *Anthoceros*, unspecialized cells of the many parts of the sporogonium (for e.g., intercalary meristematic zone, sub epidermal and sporogenous region of the capsule) form the gametophytic thallus. This phenomenon is called apospory (Schwarzenbach, 1926, Lang, 1901). The thalli are diploid but normal in appearance e.g., *A. laevis*.

### **Sexual reproduction:**

Sexual reproduction is oogamous. Male reproductive bodies are known as antheridia and female as archegonia. Some species of *Anthoceros* like *A. longii*, *A. gollani*, *A. fusiformis*, *A. punctatus*, *A. crispulus* and *A. himalayensis* are monoecious while some species like *A. erectus*, *A. chambensis*, *A. hallii*, *A. pearsoni* and *A. laevis* are dioecious. The monoecious species are protandrous i.e., antheridia mature before archegonia.

### **Antheridium:**

#### **Structure:**

A mature antheridium has a stalk and club or pouch like body. The stalk attaches the antheridium to the base of the antheridial chamber. Stalk may be slender and composed of four rows of cells (e.g., *A. punctatus*, *A. erectus*, Fig. 3 I) or more massive (e.g., *A. laevis* Fig. 3 J). A single or a group of two to four or more antheridia are present in the same antheridial chamber (Fig. 3 H). A single layered sterile jacket encloses the mass of androcytes which metamorphosis into antherozoids.

In some species for e.g., *A. punctatus* and *A. erectus* jacket layer is formed of four tier of cells. Each tier appears to be composed of elongated rectangular cells (Fig 3 I). In *A. laevis* and *A. himalayensis* jacket is composed of many relatively smaller and less regularly arranged cells (Fig. 3 1).

The cells of the upper most tiers are triangular with a narrow end towards the apex (Fig. 3 J). Each cell of the jacket consists plastids. At maturity these plastids change their colour from green to red to bright orange. Young antheridia are, therefore, green and mature one turn bright orange or reddish.

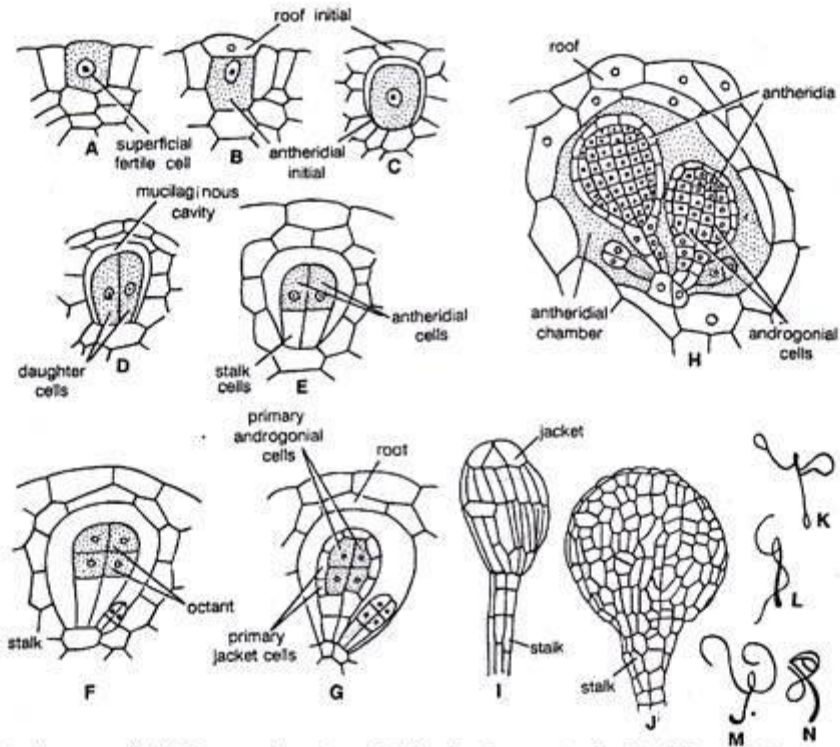


Fig. 3. (A-N) *Anthoceros*. (A-H) Successive stages in the development of antheridium, (I) Mature antheridium of *A. punctatus* (J) Mature antheridium of *A. laevis*, (K, L) Antherozoids of *A. laevis*, (M, N) Antherozoids of *A. punctatus*.

### The Antherozoid:

A mature antherozoid is unicellular, uninucleate, bi-flagellated and has a linear body. The flagella are of almost the same length as the body (Fig. 3 K, L). Proskauer (1948) observed that in the body of antherozoids show some degree of residual curvature (Fig. 3 M, N).

### Development:

The development of the antheridium starts from a superficial dorsal cell. This cell never becomes papillate. It divides by periclinal division into an outer roof initial and inner antheridial initial (Fig. 3 A, B). Unlike the class Hepaticopsida (e.g., *Marchantia*), the antheridium develops from the inner cell.

Therefore, the antheridium is endogenous in origin. Soon after the division a mucilaginous filled space develop between the antheridial initial and roof initial. (Fig. 3 C).

The roof initial divides by periclinal divisions followed by many anticlinal divisions to form two layered roof of the antheridial chamber. The antheridial initial either directly develops into a single antheridium (e.g., *A. pearsoni*) or it may divide vertically into two, four or sometimes more daughter cells (e.g., *A. erectus*).

Each of the daughter cells functions as antheridial initial. The antheridial initial divides by two vertical divisions at right angle to each other to form four cells (Fig. 3 D). At this stage the young antheridium consists four cells.

All the four cells divide by transverse division to form eight cells, arranged in two tiers of four cells each (Fig. 3 E). The cells of the lower tier are called stalk cells. These cells divide and re-divide by transverse divisions to form multicellular stalk of the antheridium.

The four cells of the upper tier form the body of the antheridium. These cells divide by transverse division to form eight cells (Fig. 3 F).

Each cell of the octant divides by a curved periclinal division to form the eight outer primary jacket cells and eight inner primary androgonial cells (Fig. 3 G). Primary androgonial cells divide by several repeated transverse and vertical division resulting in the formation of large number of small cubical androgonial cells.

The last generation of androgonial cells is known as androcyte mother cells. Each androcyte mother cell divides by a diagonal mitotic division to form the two triangular cells called androcytes.

The protoplast of each androcyte metamorphosis into bi-flagellated antherozoid. In some species secondary antheridia develop later from the stalk of the older one. Therefore, in more advanced stages the antheridial group inside a single antheridial chamber consists varying number of antheridia in different stages of development (Fig. 3 H).

#### **Dehiscence of Antheridium:**

Water helps in the dehiscence of the antheridium. As the antheridia mature the roof of the antheridial chamber breaks down irregular, exposing the antheridia in a cup like chamber. The antheridia absorb water and the uppermost tier of triangular cells fall apart releasing a mass of antherozoids.

After dehiscence the antheridium loses turgor and collapses. It is followed by another antheridia to converge towards the opening in the roof and in this way a continuous stream of antherozoids is possible. It explains the formation of large number of sporophytes Hornworts. (fig 4).

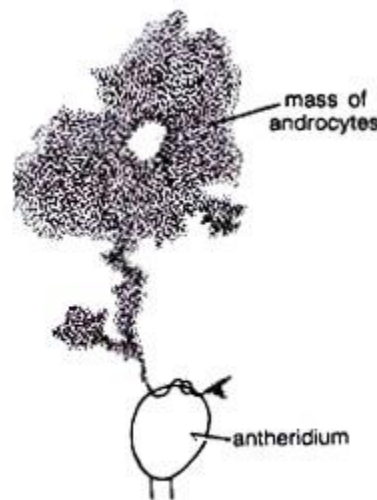


Fig. 4. *Anthoceros*. Dehiscence of antheridium.

#### **Archegonium:**

Archegonia develop in the flesh of the thallus on dorsal surface. The place of an archegonium on a thallus can be identified by the presence of a mucilage mound (Fig. 5).

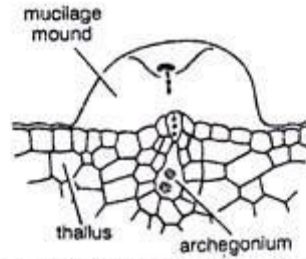


Fig. 5. *Anthoceros*. Mature archegonium with mucilage mound.

### Structure:

A mature archegonium consists of two to four cover cells, an axial row of four to six neck canal cells, a venter canal cell and an egg. The jacket layer is not distinct from the other vegetative cells like other Bryophytes (Fig. 6 G, H).

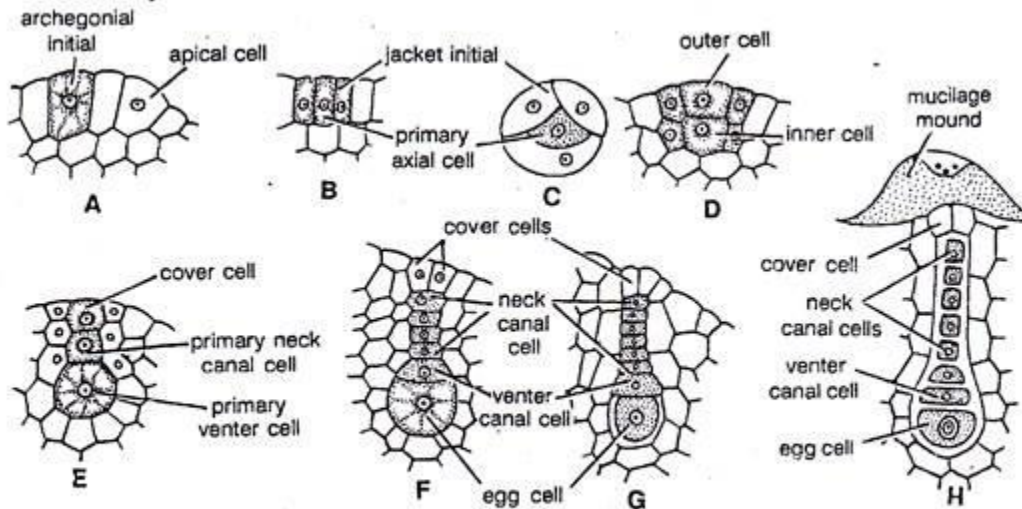


Fig. 6. (A-H). *Anthoceros*. Development of archegonium. (A-H). Successive stages in the development of archegonium.

### Development:

The development of the archegonium starts on the dorsal surface of the thallus from a single superficial cell which acts as an archegonial initial (Fig. 6 A). It can be differentiated from other cells by its dense protoplasm.

The archegonial initial may divide by transverse division to form an upper primary archegonial cell and lower primary stalk cell (e.g., *A. crispulus*, *A. gemmulosus*) or it may directly functions as primary archegonial cell (e.g., *A. erectus*).

The primary archegonial cell divides by three successive intersecting walls or periclinal vertical walls to form the three peripheral initials or jacket initials and a fourth median cell, the primary axial cell (Fig. 6 B, C). Jacket initials divide by transverse divisions to form into two tiers of three cells each. The cells of the upper tier divide by anticlinal division to form six cells.

These cells divide transversely to form a jacket of six rows of sterile neck cells. The three cells of the lower tier divide by transverse and vertical divisions to form venter wall.

Since the archegonium is embedded in the thallus, it is difficult to trace the development of the cells and to distinguish them from the vegetative cells (Fig. 6).

The primary axial cells divide by a transverse division to form an outer cell and inner (central) cell (Fig. 6 D). The outer cell divides by a transverse division to form terminal cover initial and inner primary neck canal cell (Fig. 6 E).

The inner cell directly functions as primary venter cell and divide only once to form upper small venter canal cell and a lower large egg. Primary neck canal cell divides by series of transverse divisions to form four to six neck canal cells. Cover initial divided by one two vertical division to form two to four rosette like cover cell at the tip of the neck (fig 6 G, H).

### **Fertilization:**

Water is essential for fertilization. In the mature archegonium, the venter canal cell, neck canal cells disintegrate and form a mucilaginous mass. It absorbs water, swells up and becomes out of the archegonial neck by pushing the cover cells apart. This mucilaginous mass becomes continuous with the mucilage mound and in this way an open passage down to egg is formed.

The mucilaginous mass consists of chemical substances. Many antherozoids caught in the mucilage enter in the archegonial neck because of the chemotactic response, reach upto the egg, and fertilization is effected. Prior to fertilization, egg enlarges and fills the cavity of the venter. Fusion of both male and female nuclei results in the formation of diploid zygote or oospore. Fertilization ends the gametophytic phase.

### **Sporophytic Phase:**

After fertilization the diploid zygote or oospore still enlarges in size and fills the cavity of the venter of the archegonium. It secretes an outer cellulose wall.

### **Development of Sporophyte:**

The first division of the zygote (Fig. 7 A, B) is vertical. In other Bryophytes the first division of the zygote is transverse. This is the important difference in the development of sporophyte of Hornworts and rest 'of the Bryophytes.

The second division is transverse (Fig. 7 C) and is so oriented that the upper two cells are usually longer than the lower two (quadrant stage). All the four cells divide by vertical walls to produce eight cells (octant stage). The eight cells are arranged in two tiers of four cells each.

Further development of the sporophyte varies in different species. In *A. erectus* the lower tier of four cells of octant stage form the foot while the seta and capsule are formed from the upper tier of four cells.

In majority of the species like *A. fusiformis*, *A. pearsoni* and *A. himalayensis* upper tier of four cells divide by transverse division to form three tiers of four cells each (Fig. 7 D). The lowermost tier forms the foot, the middle tier forms the meristematic zone or intermediate zone and uppermost tier develops into the capsule.

The four cells of the lower tier divide by irregular divisions to form broad, bulbous foot, made up of parenchymatous cells. In some species (e.g., *A. punctatus*) the superficial cells of the foot form a palisade layer of cells while in some species (e.g., *A. laevis*, *A. himalayensis*) the superficial layer grows into haustoria like projections.

The uppermost tier of four cells which forms the capsule divide by one to two transverse divisions to form two to three tiers of cells.

It is followed by periclinal division to form an outer layer of amphithecium and the central mass of cells called endothecium (Fig. 7 F). The entire endothecium develops into the

sterile columella. In young sporophyte it is made of four cells but in mature sporophyte it is made of sixteen vertical rows (Fig. 8 D, E) of cells (4 x 4).

The amphithecium divides by a periclinal division to differentiate into an outer sterile layer of jacket initials and inner fertile layer (Fig. 7 A).

The cells of the jacket initials divide by anticlinal and periclinal divisions to form four to six layered capsule wall. The outermost layer of the capsule wall is called epidermis (Fig. 8 A). It is characterised by the presence of stomata (Fig. 8 F). The cells of the inner layers of capsule wall have chloroplast.

In young sporophyte the archesporium over arches the columella (Fig. 7 G). The archesporium may single layered in thickness throughout in its further development (e.g., *A. erectus*) or become two layered (e.g., *A. pearsoni*) or two to four layered (e.g., *A. hallii*).

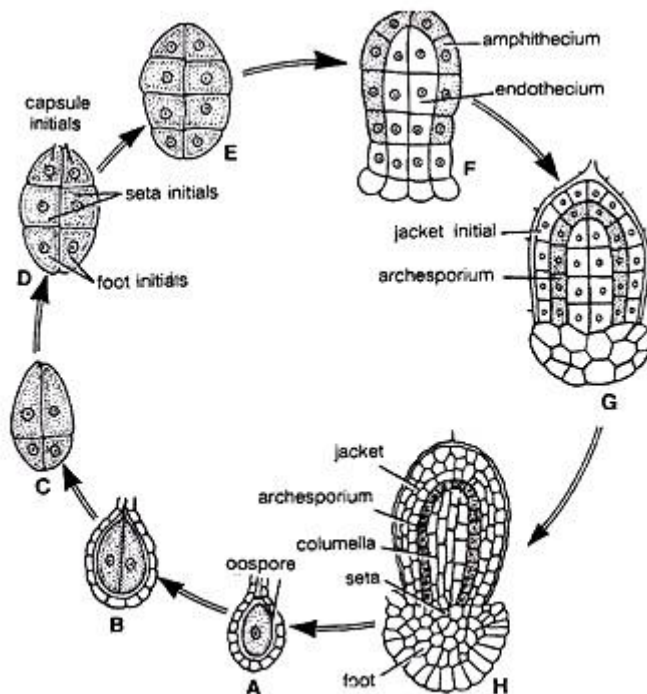


Fig. 7. (A-H). *Anthoceros*. Successive stages in the development of sporophyte.

On maturity the archesporium gives rise to two types of cells: spore mother cells and elater mother cells. These cells are arranged in alternate manner one above the another (Fig. 8 A).

Spore mother cells are spherical or oval with dense cytoplasm and large nuclei. These cells divide by meiotic divisions to form spore tetrads (Fig. 8 A). Elater mother cells are elliptical with small nuclei. These cells divide mitotically to form four celled elaters.

The four cells of the elaters may remain attached to each other or may break into 1-celled, 2-celled or 3-celled units. The broken units are called pseudo elaters. (The elaters are without thickening bands and therefore, called pseudo elaters, Fig. 8 A). By the activity of the meristematic zone various tissues of the capsule are continuously produced so that it becomes elongated.

The young sporophyte of the *Anthoceros* is surrounded by a fleshy covering or sheath. It is called involucre (Fig. 8 A). It is developed partly from the tissue of the archegonium and partly from the tissue of the gametophytic thallus. In young stages the sporophyte is completely surrounded by involucre.



### Structure of Mature Sporogonium:

The mature sporophyte consists of a bulbous foot and a smooth, slender, erect, cylindrical structure called capsule. Capsule varies in length from two to fifteen centimeter in different species. The sporogonium appears like a 'bristle' or 'horn', hence, the species are called 'hornwoits' (Fig. 1 A, 8 A).

### Internal structure:

A mature sporogonium can be differentiated into three parts viz., the foot, seta and the capsule.

### Foot:

It is bulbous, multicellular and made up of a mass of parenchymatous cells. It acts as a haustorium and absorbs food and water from the adjoining gametophytic cells for the developing sporophyte (Fig. 8 A).

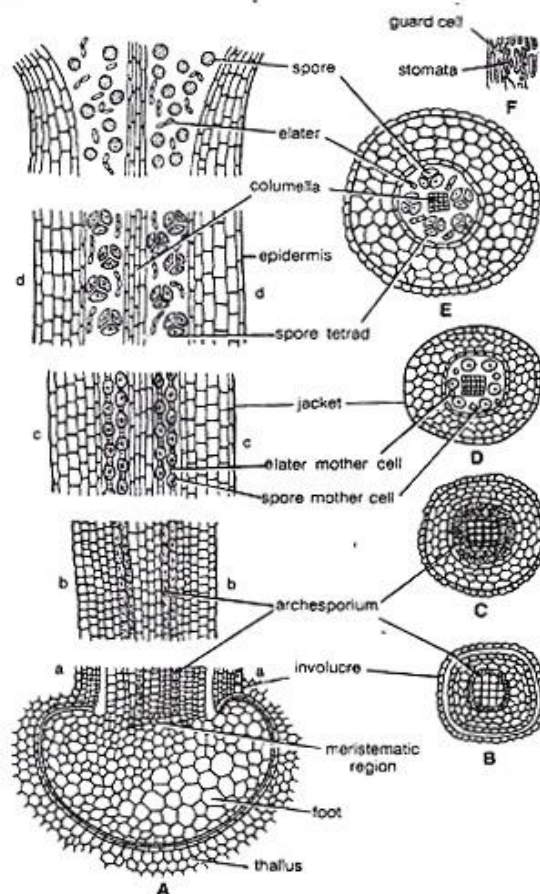


Fig. 8. (A-F) *Anthoceros*. Internal structure of the sporogonium (A) Longitudinal Section (L.S.) through the mature sporogonium. (B) Cross section of the sporogonium at a-a level, (C) cross section of the sporogonium at b-b level, (D) cross section of the sporogonium at c-c level, (E) Cross section of the sporogonium at d-d level, (F) Structure of stomata from the epidermis of sporogonium wall.

### Meristematic Zone or Intermediate Zone or Intercalary Zone:

Seta is represented by meristematic zone. This is present at the base of the capsule and consists meristematic cells. These cells constantly add new cells to the capsule at its base.

The presence of meristem at the base enables the capsule to grow for a long period and form spores. It is a unique feature of *Anthoceros* and is not found in any other bryophyte. We are able to see different stages of development from base upwards in the sporogonium of *Anthoceros* (Fig. 8 A).

### **Capsule:**

**Its internal structure can be differentiated into following parts:**

#### **Columella:**

It is central sterile part, extending nearly to its tip. It is endothelial in origin. In young sporophyte it consists of four vertical rows of cells but in mature sporophyte it is made up of 16 vertical rows of cells (4 x 4). In a transverse section these cells appear as a solid square (Fig. 8 D, E). It provides mechanical support, functions as water conducting tissue and also helps in dispersal of spores.

#### **Archegonium:**

It is present between the capsule wall and the columella. It extends from base to the top of the capsule. It originates from the inner layer of amphithecium. In young sporophyte it over arches the columella (a feature in contrast to liverworts).

In a few species of *Anthoceros* for e.g., *A. crenatifrons*, *A. hawaiiensis* and *A. erectus*, the archegonium may remain one cell in thickness throughout its further development.

However, in *A. pearsoni* and *A. himalayensis* it may become two layered thick a little above the base. In *A. hallii* it may even become two to four cells in thickness (Fig. 8 A, a-a). In upper part of the capsule it is differentiated into sporogenous tissue which produces spores and pseudo elaters.

Pseudo elaters may be unicellular or multicellular, branched or un-branched and may consist more or less elongated cells (Fig. 9 A-D). The spiral thickenings are absent (characteristic of *Anthoceros*) but in *A. physocladus* the cells have long and thick walls with extremely reduced lumen (Pande, 1960). In some species of *Anthoceros* their secondary walls possess helical thickenings (Proskauer, 1960).

#### **Capsule wall:**

It consists of four to six layers of cells, of which the outermost layer is epidermis (Fig. 8 A, d-d). The cells of the epidermis are vertically elongated and have deposit of cutin on their walls. The continuity of epidermis is broken by the presence of stomata. The stomata are oriented vertically with the axis of the sporogonium and are widely separated from each other.

Each stoma consists a pore surrounded by two guard cells (Fig. 8 F). The cells of the inner layers have intercellular spaces and contain chloroplast. Thus, the sporogonium is partially self-sufficient to synthesize its own organic food but partially it depends on the gametophyte for the supply of water and mineral nutrients.

#### **Dehiscence of the capsule:**

Capsule dehisces basipetally i.e., from apex to base. As the capsule matures, its tip becomes brownish or black. Vertical lines of dehiscence appear in the jacket layer (Fig. 9 E). The dehiscence of the capsule is usually by two longitudinal lines, occasionally it is by single line (Fig. 9 F) or rarely by four lines. The capsule wall dries and shrinks at maturity.

Consequently narrow slits appear in the capsule wall all along the shallow grooves (line of dehiscence), which gradually widen and extend, towards the base. (In *A. crispulus* capsule splits first along one line of dehiscence and it is followed by splitting along other line of dehiscence). It results in the formation of two valves of the capsule wall (Fig. 9 G).



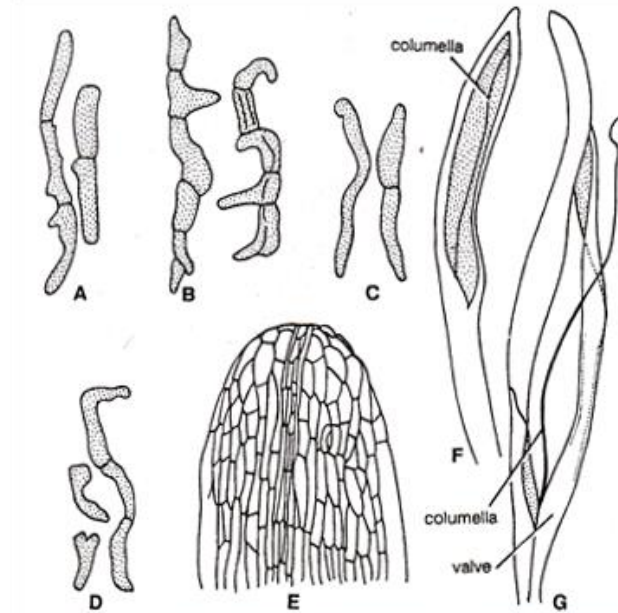


Fig. 9. (A-G). *Anthoceros* (A-D). Pseudoelaters of different species, (E). Apex of the capsule with line of dehiscence, (F) Single line of dehiscence, (G) Bivalved dehiscence.

Still attached at the tip and exposing the columella is the mass of spores and pseudo elaters. The two valves thus separated, diverge and twist hygroscoically. The pseudo elaters also dry out, twist and help to loosen the spores. Thus, the twisting of the valves and the movement of the pseudo elaters in the exposed spore mass helps in the shedding of the spores. Air currents also help in the dispersal of spores.

#### **Structure of Spore:**

The spores are haploid, uninucleate, semicircular with a conspicuous triradiate mark (Fig. 10 A).

Each spore remains surrounded by two wall layers. The outermost layer is thick ornamented and is known as exospore. It varies in colour from dark brown to black (e.g., *A. punctatus*) or yellowish (e.g., *A. laevis*). The inner layer is thin and is known as endospore. Wall layers enclose colourless plastids, oil globules and food material.

#### **Germination of spore and formation of young gametophyte:**

Under favourable conditions the spores germinate immediately in *A. erectus* and *A. punctatus* (Mehra and Kachroo, 1962).

However, in *A. fusiformis* the spores undergo a resting period of few weeks or months before germination (Campbell, 1928). At the time of germination spore absorbs water and swells up Exospore ruptures at the triradiate mark and endospore comes out in the form of a tube. It is called germ tube (Fig. 10 B).

Contents migrate into the germinal tube where the colourless plastids turn green. Two successive transverse walls are laid down at the tip of a the germinal tube resulting in the formation of three celled filament (Fig. 10 C, D). The upper cell divides by a vertical division (Fig. 10 E) followed by similar vertical division in the lower cell (quadrant stage Fig. 10 F).

These four cells again divide by a vertical division at right angle to first to form eight cells (octant stage). This octant stage is known as sporeling. The **o.tal** tier of four cells

function as apical cells and form the new gametophyte. First rhizoid develops as an elongation of any cell of the young thallus (Fig- 10 G, H). As the growth proceeds, the mucilage slits appear on the lower surface and these slits are infected by Nostoc.

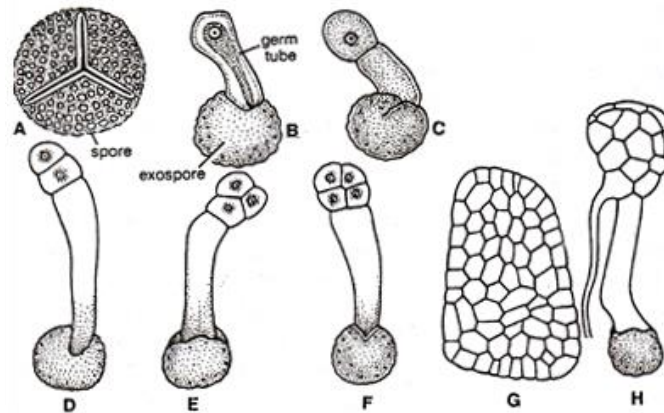


Fig. 10. (A-H). *Anthoceros*. Successive stages in the germination of spore and formation of gametophyte.

### **Alternation of Generation:**

The life cycle of *Anthoceros* shows regular alternation of two morphologically distinct phases. One of these generations is haplophase and the other is diplophase.

### **Haplophase or gametophytic phase:**

In *Anthoceros* this phase is dominant and produces the sex organs. Sex organs produce gametes to form a diploid zygote.

### **Diploid phase of sporophytic phase:**

Zygote develops into sporophyte. In *Anthoceros* sporophyte is represented by foot, meristematic zone and capsule. The sporophyte produces the spores in the capsule. The spores on germination produce the gametophyte.

So, in *Anthoceros*, two morphologically distinct phases (haplophase and diplophase) constitute the life cycle. The life cycle of this type which is characterised by alternation of generation and sporogenic meiosis is known as heteromorphic and diplohaplontic. (Fig. 11,12).

### **Affinities of *Anthoceros* or Primitive and Advanced Characters of *Anthoceros*:**

The thallus of *Anthoceros* shows both primitive and advanced characters. *Anthoceros* on one hand forms a connecting link with the Chlorophyceae (green algae), liverworts, mosses and on the other hand it is linked with primitive Pteridophytes.

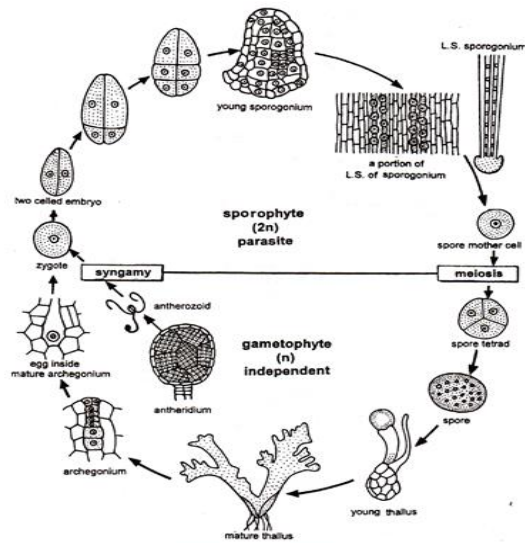


Fig. 11. *Anthoceros*. Diagrammatic life cycle.

## POLYTRICHUM

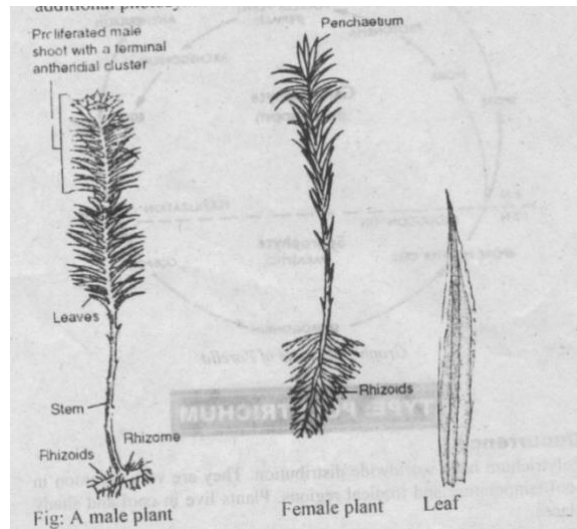
### Occurrence

Polytrichum have worldwide distribution. They are very common in cool temperature and tropical regions. Plants live in cool and shady places.

### General structure

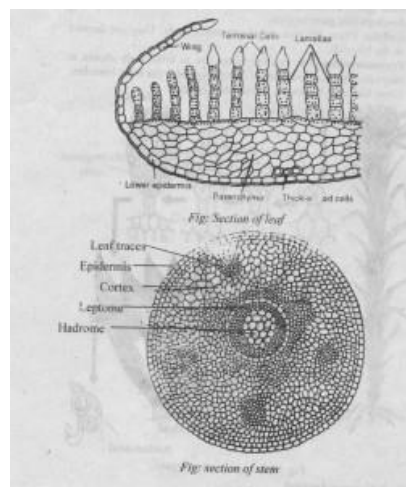
The main plant body is gametophyte. The adult plant consists of two parts: rhizome and upright leafy shoot.

1. **Rhizome:** It is horizontal portion and grows underground. It bears three rows of small brown or colourless leaves. It also bears rhizoids. The cells are rich in protoplasm and oil globules.
2. **Upright leafy shoot:** The leafy shoots are much longer. It is the most conspicuous part of the plant. It arises from rhizome. These branches consist of central axis. These branches bear large leaves arranged spirally.
3. **Leaves:** Leaves have broad bases. Leaves in the upper portion are green. But the lower ones are brown. Each leaf has a broad, colourless sheathing leaf base and narrow distal limb. The mid-rib forms the major part of the leaf. These leaves possess extra photosynthetic tissue in the form of closely set vertical plates of green cells. These are known as lamellae. Green lamellae act as additional photosynthetic tissue.



**Leaf:** Polytrichum have complex internal structure. The mid-rib region is thick. But the margins are only one cell thick. The lower surface is bounded by epidermis. One or two layers of sclerenchymatous tissues are present above the epidermis. The central tissue of leaf is composed of thin-walled parenchymatous tissues. Above this are again sclerenchymatous cells. The upper surface is formed of a layer of large cells from which arise numerous lamellae. This upper portion is the main photosynthetic region of the leaf.

**Stem:** The T.S. of stem shows three regions: medulla, cortex and epidermis. The medulla is again differentiated into two zones: central zone and peripheral zone. The cortex consists of thick-walled cells. The innermost layer of cortex around the conducting strands is known as a **mantle**. Its cells contain starch grain. Epidermis is present over the cortex.

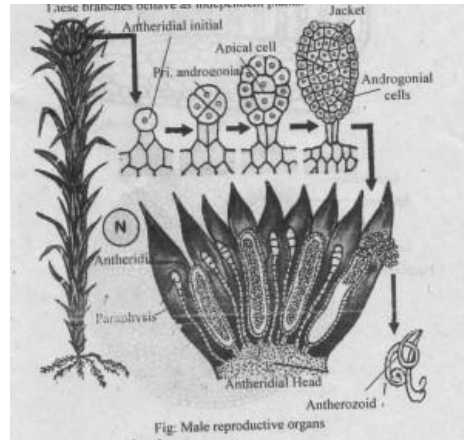


## Life cycle

### Vegetative reproduction

Vegetative reproduction takes place by following methods:

1. **Protonema:** The spores germinate to form protonema. Several buds grow on the protonema. Each bud by of its apical cell develops into gametophyte.
2. These are also called vegetative buds. They are formed on the rhizoids.
3. **Fragmentation:** The rhizome gives rise to erect leafy shoots at intervals. Death or breaking of shoots separates the erect branches. These branches behave as independent plants.



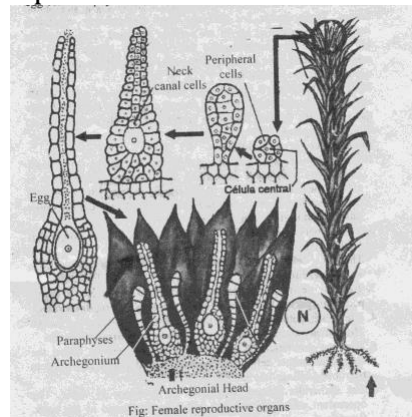
### Sexual reproduction

Polytrichum is dioecious. Antheridia archegonia occur on different plants.

#### Antheridial head

The antheridia are borne in the axillary clusters at the tips of leafy stems. They are surrounded by a rosette of leaves called **perigonial leaves**. These leaves are different from the ordinary vegetative leaves. The perigonial leaves are spirally arranged. The antheridia are produced in groups in the axils of these leaves. Thus the antheridial head have different antheridial groups. **Paraphyses** also occur among the antheridia.

Mature antheridium is club-shaped. It is composed of a short stalk and a club-shaped body. Jacket is present around the capsule. Inside the jacket are present androcyte mother cells. They give rise to biflagellate sperms.



### **Development of archegonium**

1. Any apical cell in the apical region acts as an **archegonial initial**. The archegonial initial enlarges. It divides by a transverse division to form lower **primary stalk cells** and upper **archegonial mother cell**.
2. The primary stalk cell forms a massive stalk. The archegonial mother cell forms the main body of archegonium. It undergoes three vertical divisions to form three peripheral cells surrounding an axial cell.
3. Three peripheral cells divide to form 2-3-layered jacket around the venter. The axial cell divides transversely to form inner central cell and outer apical cell.
4. Central cell forms upper small venter canal cell and lower large egg cell. Apical cell divides to form long neck which consists of 6 vertical rows of cells. The cells cut off from the base form neck canal cells.

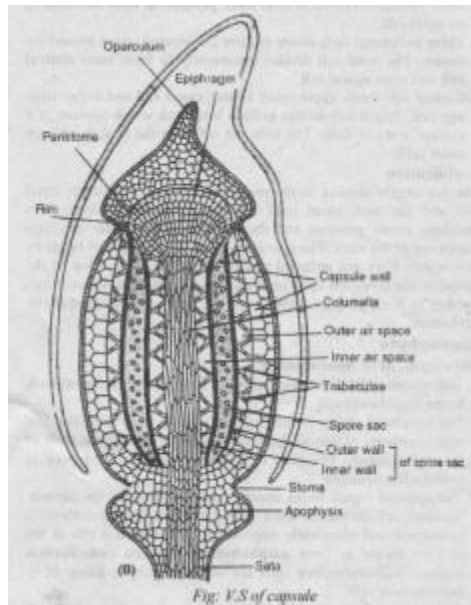
### **Fertilization:**

The sex organs dehisce in the presence of water. The venter canal cell and the neck canal cells dissolve to form mucilage. This mucilage exerts pressure and the neck opens out. The mucilage comes out of the neck. The sperms reach the archegonial heads by rain water. They are attracted towards the archegonia. One of the sperm swims down the open neck and reaches the base. It fuses with the egg to form oospore. Oospore is the first stage of sporophytic generation.

### **Sporophyte**

#### Development of Sporogonium

1. The oospore divides transversely to form upper (epibasal) and lower (hypobasal) cell.
2. The hypobasal region forms foot and lower part of seta. The foot region consists of thin-walled cells. It is embedded in the stalk of the archegonium. The cells of the seta are larger and poor in cytoplasmic contents.
3. The epibasal region forms upper portion of seta and the capsule. Epibasal cell divides to form young embryo. Young embryo is cylindrical and completely surrounded by calyptra. Cells of the embryo divide to form amphithecium and the endothecium regions. 8-amphithecium cells are surrounded by a group of 4-endothecium cells.
4. Endothecium forms central conducting strands of apophysis. It forms columella and spore sac of theca. It also forms membranous tissues of the operculum. The outermost layer of endothecium forms archesporium or spore mother cells. These cells divide meiotically to form haploid spores.
5. The amphithecium divides to form seven rings of cells. These cells give rise to spongy tissues and epidermis of apophysis. They also form outer wall of theca.



### Structure of Mature Sporogonium (Sporophyte)

The mature sporogonium is differentiated into foot, seta and capsule. **Foot:** The foot is buried deep in the tissue of gametophyte. It is absorptive in function. It consists of thin-walled narrow cells containing dense cytoplasm.

**Seta:** The seta is several inches long. It carries the capsule high into the air. It also conducts water and food. It consists of epidermis, cortex and central conducting strands.

**Capsule:** The upper part is capsule. It is differentiated into three regions: apophysis, theca and operculum.

**1. Apophysis:** It is the lower part of capsule. It is continuous with the seta. It is in the form of a swollen ring-like protuberance. Its cells are thin-walled, green and loosely arranged. The apophysis is the main photosynthetic region of the capsule.

**2. Theca:** It is the middle part of the capsule. It is four-lobed. Its wall is several layered. The outermost layer is epidermis. Trabecular air spaces are present inside the wall layers. These spaces have filaments of thin-walled elongated cells containing chloroplasts. Outer spore sac **wall** is present internal to outer trabecular spaces. This is followed by spore-sac proper. Then 2-layered inner spore-sac wall is present. Then inner trabecular air space is present. The centre is occupied by solid **columella**. All the sporogenous cells are fertile and form spores after reduction division.

**3. Operculum:** This is the uppermost part of the capsule. It is conical. The operculum is covered by **calyptra**. The calyptra forms a hairy structure. So Polytrichum is also known as **hair moss**. A constriction is present between operculum and theca. A **rim or diaphragm** is present at the base of this constriction. The columella of the theca is continuous into the operculum. It expands into a fan-shaped **epiphragm**. **Peristome** is present in the form of a thick rim. It bears a number of rigid teeth. The epiphragm fills the space inside the ring of peristome teeth and is attached to their tips. Peristome teeth arise from the rim or diaphragm.

### Dispersal of spores

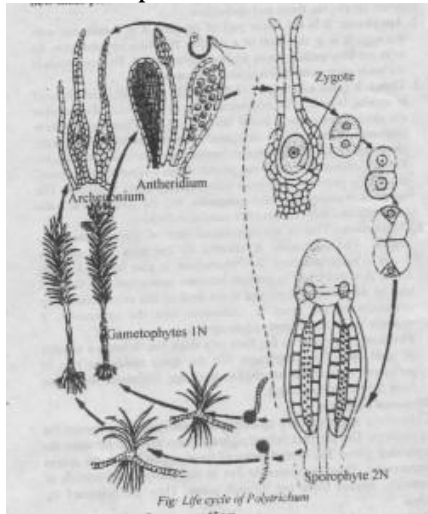
Cells of the epiphragm dry up during dry conditions. It separates the operculum. The calyptra falls. Epiphragm also dries up between the peristome pores. The central tissue of theca

region except the spores degenerates. Thus the spores lie free in the centre of the capsule at maturity. Spores come out through pores. They are dispersed by wind.

### Structure and germination of spores

The spores are yellow. Each spore is uninucleate and has two wall layers. The outer layer is **exosporium** (exine). The inner layer is **endosporium**. The spore germinates under favourable conditions.

Exosporium ruptures and endosporium comes out. It forms protonema. Protonema develops many buds. These buds produce new moss plants.

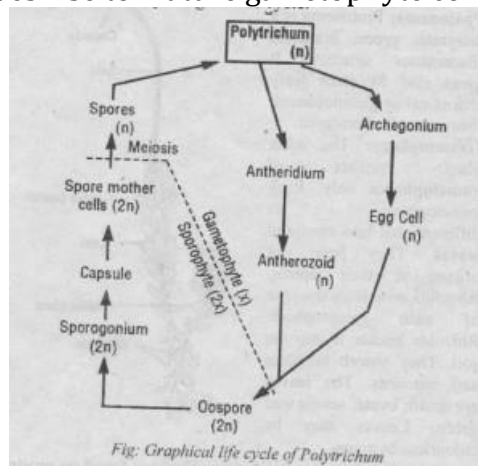


### Alternation of generation

Polytrichum shows heteromorphic alternation of generation.

**3. Gametophyte:** The plant body is gametophytes. Gametophyte is haploid. It develops antheridia and archegonia. Antheridia produce antherozoids and archegonium produces egg. Antherozoids fuse with egg to produce diploid oospore.

**4. Sporophyte:** The oospore is the first stage of sporophyte generation. It is diploid generation. Sporophyte has three parts: foot, seta and capsule. Haploid spores are produced in the capsule by meiosis. Spore is the first stage of gametophyte. Spores germinate to produce protonema stage. It gives rise to mature gametophyte completing the life cycle.





# UNIT II

**PTERIDOPHYTES**

Before the flowering plants, the landscape was dominated with plants that looked like ferns for hundreds of millions of years. Pteridophytes show many characteristics of their ancestors. Unlike most other members of the [Plant Kingdom](#), pteridophytes don't reproduce through seeds, they reproduce through spores instead.

A **pteridophyte** is a vascular plant (with xylem and phloem) that disperses spores. Because **pteridophytes** produce neither flowers nor seeds, they are sometimes referred to as "cryptogams", meaning that their means of reproduction is hidden.

### **Pteridophyta Characteristics**

#### **1. Pteridophytes are considered as the first plants to be evolved on land:**

It is speculated that life began in the oceans, and through millions of years of evolution, life slowly adapted on to dry land. And among the first of the plants to truly live on land were the Pteridophytes.

#### **2. They are cryptogams, seedless and vascular:**

Pteridophytes are seedless, and they reproduce through spores. They contain vascular tissues but lack xylem vessels and phloem companion cells.

#### **3. The plant body has true roots, stem and leaves:**

They have well-differentiated plant body into root, stem and leaves.

#### **4. Spores develop in sporangia:**

The sporangium is the structures in which spores are formed. They are usually homosporous (meaning: one type of spore is produced) and are also heterosporous, (meaning: two kinds of spores are produced.)

**Read More:** Sporulation

#### **5. Sporangia are produced in groups on sporophylls:**

Leaves that bear the sporangia are termed as sporophylls. The tip of the leaves tends to curl inwards to protect the vulnerable growing parts.

#### **6. Sex organs are multicellular:**

The male sex organs are called antheridia, while the female sex organs are called archegonia.

#### **7. They show true alternation of generations:**

The sporophyte generation and the gametophyte generation are observed in Pteridophytes. The diploid sporophyte is the main plant body.

### **CLASSIFICATION OF PTERIDOPHYTES**

- According to the older taxonomists, vascular cryptogams in to two divisions: Pteridophyta and Spermatophyta.
- With the discovery of some fern like, seed bearing fossil plants the distinction between the two divisions Pteridophyta and Spermatophyta has been eliminated.
- All the vascular plants are placed in a single division, Tracheophyta. Now the plant kingdom includes, only three divisions – Thallophyta, Bryophyta and Tracheophyta.

- Eams divided the vascular plants or tracheophyta in to four main groups. Psilopsida, Lycopsida, Sphenopsida and Pteropsida.

a. Psilopsida includes Psilophytales and Psilotales.

b. Lycopsida includes Lycopodiales, Selaginellales, Lepidodendrales, Isoetales.

c. Sphenopsida includes Hyeniales, Sphenophyllales and Equisetales.

d. Pteropsida includes Filicineae, Gymnosperamae, Angiospermae

- Tippo in his classification of Vascular plants gives “Tracheophyta”, the rank of phylum, which is subdivided into four subphyla: Psilopsida, Lycopsida, Sphenopsida and Pteropsida.

- In accordance with the International Code of Nomenclature Wardlaw suggested the rank of subdivisions for the four groups. According to the recommendations of ICBN, the name of the division should end in the suffix-Phyta, of a sub division in Phytina and of a class in opsida. On this basis, Smith divided the vascular cryptogams into four divisions – Psilophyta, Lepidophyta, Calamophyta and Pterophyta.

- According to Bierhorst, taxon subdivision has been deleted and redivided the division Tracheophyta into 14 classes.

- **Sporne** proposed the following classificatio for the vascular cryptogams. He recognised six classes in pteridophytes.

- **Class A: Psilopsida**

Orders: Rhyniales

Trimerophytales

Zosterophyllales

- **Class B: Psilotopsida**

Order: Psilotales

- **Class C: Lycopsida**

Orders: Protolepidodendrales

Lycopodiales

Lepidodendrales

Isoetales

Selaginellales

- **Class D: Sphenopsida**

Orders: Hyeniales

Sphenophyllales

Calamitales

Equisetales

- **Class E: Pteropsida:**

Sub-class: Primofilices

Orders: Cladoxylales

Coenopteridales  
Sub-class: Eusporangiate  
Orders: Marattiales  
Ophioglossales  
Sub-class: Osmundidae  
Order: Osmundales  
Sub-class: Leptosporangiateae  
Order: Filicales  
Marseliales  
Salviniales  
**Class F: Progymnospermopsida**  
Orders: Aneurophytales  
Protopityales  
Archaeopteridales

***Salient Features of Psilotum:***

- i. The sporophytes are dichotomously branched with an underground rhizome and upright branches.
- ii. The upright branches are leafless.
- ii. Rhizoids present instead of roots.
- iv. Stem have a relatively simple vascular cylinder.
- v. The sporangia are borne in groups (trilocular) and form synangia.
- vi. Spores produced are all alike (homosporous).
- vii. The development of gametophyte is exosporic and form monoecious subterranean gametophyte.
- viii. The development of embryo is exoscopic.

**Sporophyte:**

The plant body of *Psilotum* is sporophytic branched rhizome system and dichotomously branched, slender, upright, green aerial systems (Fig. 7.11 A) that bears small appendages and synangia (singular: synangium).

**Aerial Stem:**

Any one of the rhizome tips may turn upward and undergo several dichotomies to give rise to a green aerial shoot (Fig. 7.11 A). The aerial shoots are slender, generally erect but may be pendent in epiphytes (*P. flaccidum*). They are perennial and become shrubby by repeated dichotomies and sometimes attain a height up to one meter.

The aerial axis may be cylindrical at base, furrowed in the upper parts (wavy in C.S.), but somewhat flattened with three longitudinal ridges (triangular in C.S.) at the top. The basal part of the aerial axes is smooth but the distal part bears small, scaly appendages and synangia (Fig. 7.1 IB, C).

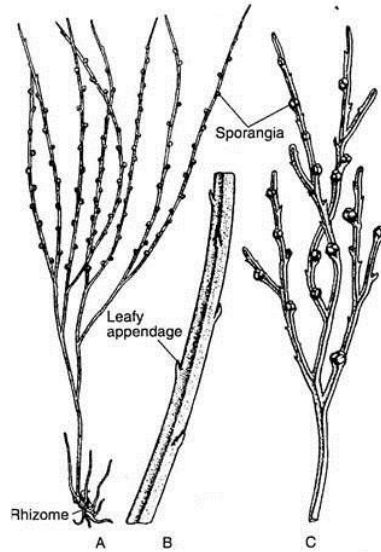


Fig. 7.11 : *Psilotum nudum* : A. A sporophyte plant, B. An enlarged part of stem showing scaly appendage, C. A fertile twig

The aerial stems are photosynthetic and the general appearance is xerophytic although the plants grow in very moist environment.

In T.S., the aerial system is covered by an epidermis, followed by extensive cortical areas, single-layered endodermis and stele. The stele is siphonostelic in the basal part which becomes actinostelic in the younger branches (Fig. 7.12 & 7.13). The epidermis is single-layered, in which the outer tangential cell walls are heavily cutinised and covered by a layer of cuticle. The epidermis is broken regularly by stomata (Fig. 7.12). The stomata of *Psilotum* do not have subsidiary cells.

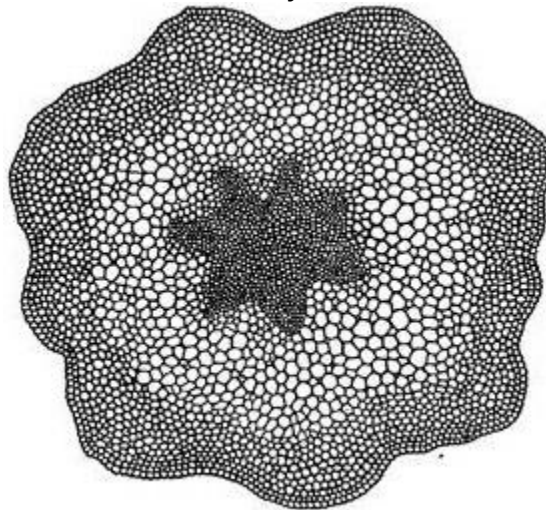


Fig. 7.12 : T.S. of stem of *Psilotum nudum*

The cortex is extensive and is divisible into three regions (Fig. 7.13). The outer portion (chlorenchymatous) directly beneath the epidermis consists of elongated, lobed chlorophyllous cells with intercellular spaces. This region is two- to five-layered thick and the cells are full of chloroplasts and starch grains.

Internal to this zone, there is a middle cortex of 4 to 5 layers of vertically elongated thick-walled sclerenchymatous cells without intercellular spaces. The walls of these cells apparently become lignified in the lower portion of the aerial stem.

These tissues provide mechanical support to the plant. Further inwards, there is a broader zone of parenchymatous cells (the inner cortex), the cell walls of which become thinner and thinner towards the centre. These cells are without intercellular space but contain more starch grains.

The cortical tissue is bounded inwardly by a single-layered endodermis whose vertically elongated cells have a conspicuous casparian bands on the radial and end walls.

The centre of the stem is occupied by a ridged or flattened cylinder of primary xylem with protoxylem elements at the tip of each ridge. This cylinder may have as many as ten ridges near the transition region from rhizome to aerial stem. Fewer ridges are present in the more distal parts of the aerial stem. A single-layered parenchymatous pericycle is present just below the endodermal layer. The phloem is internal to the pericycle and located between the ridges of the xylem.

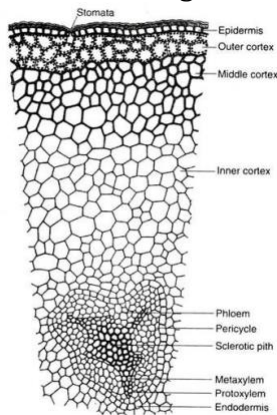


Fig. 7.13 : An enlarged view of a segment of T.S. of *Psilotum nudum* stem

At the extreme base, the stem is protostelic (actinostelic). In the middle portion the stele is siphonostelic as the centre of the xylem is occupied by a patch of elongated sclerenchymatous cells (sclerotic pith).

### **Rhizome:**

The basal subterranean branched rhizome is generally hidden beneath the soil or humus. It bears numerous rhizoids, instead of roots, which perform the functions of absorption and anchorage.

In T. S., the rhizome reveals an outermost epidermis, cortex, endodermis, pericycle and stele (Fig. 7.14). The epidermis is indistinct and gives rise to 2-celled rhizoid. The cortex is extensive, parenchymatous and differentiated into outer, middle and inner layers.

The outer cortical layer is characterised by the presence of intracellular endophytic mycorrhiza. The cells of middle cortex are large with starch grains, while the cells of the inner cortex are often dark brown in colour because of the presence of phlobaphene (an oxidative product of tannins).

The stele is protostelic (haplostele or actinostele) and is surrounded by a well-defined endodermal layer with conspicuous casparian bands on the radial walls.



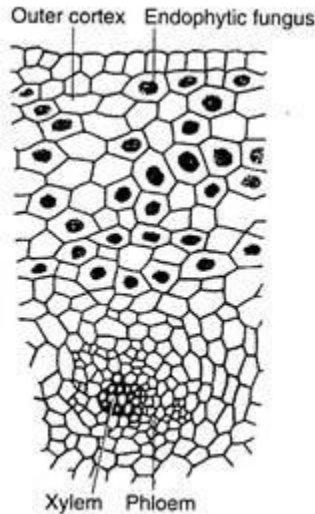


Fig. 7.14 : T.S. of rhizome of *Psilotum nudum*

### Appendages:

These are small scale-like structures helically arranged on the upper part of the aerial system. Internally, the appendage is composed of parenchymatous photosynthetic cells, bounded by a single-layered cutinised epidermis. There is no stomata in the appendages. There is no vascular trace in the appendages of *P. nudum*, although minute leaf traces originate from stele in *P. flaccidum* which fade out in cortex.

### Reproduction in *Psilotum* :

The *Psilotum* reproduces vegetatively as well as by spores.

#### i. Vegetative Reproduction:

The sporophyte as well as gametophyte of *Psilotum* (e.g., *P. nudum*) propagate vegetatively through the production of Gemmae (Fig. 7.15). They are small, multicellular and ovoid structures developing on surface of rhizome (in sporophytic plant body) or prothallus (in the gametophyte).

After detachment from the parent body, gemmae of sporophyte may germinate to form a subterranean shoot, while the gemmae of prothallus, on germination, form a new prothallus.

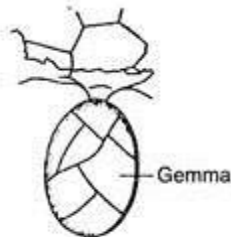


Fig. 7.15 : A gemma of *Psilotum*

#### ii. Reproduction by Spores:

##### Spore-Producing Structure:

At maturity, many of the dichotomously branched aerial shoots become fertile and produce trilobular sporangia known as synangia (Fig. 7.11C & 7.16A, B). The mature

synangium is generally a three-lobed structure (Fig. 7.17A) and each lobe of the synangium corresponds to a sporangium.

The synangia located at the tip of very short axis, measuring 1-2 mm in diameter and closely associated with a forked, foliar appendage (Fig. 7.1 7B). At maturity, the synangium exhibits loculicidal dehiscence.

**Development of Sporangium:**

The mode of development of each sporangium of the synangium of *Psilotum nudum* is of eusporangiate type. Each sporangium develops from a group of superficial initial cells which divide periclinally to produce primary wall initials and primary sporogenous cells.

A sporangial wall of four or five layers is produced through repeated periclinal and anticlinal divisions of the primary wall initials. The sporogenous tissue is produced from repeated divisions of primary sporogenous cells in various planes.

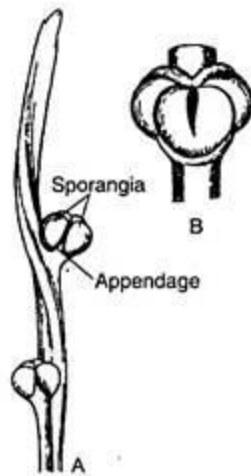


Fig. 7.16 : *Psilotum nudum* : A. A part of fertile axis bearing sporangia with bifid appendages, B. A trilocular synangia showing dehiscence

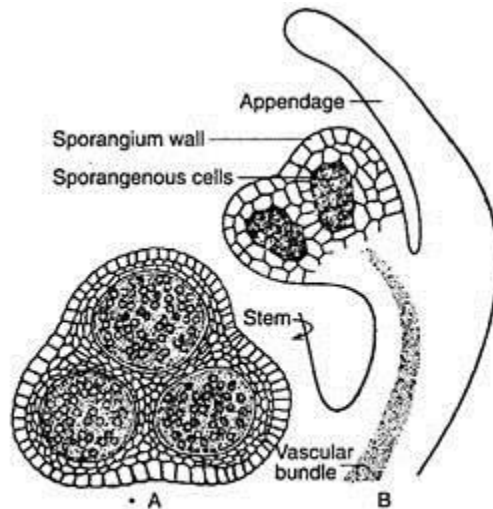


Fig. 7.17 : *Psilotum nudum* : A. T.S. of synangium, B. V.S. of fertile axis through a synangium

Further development of sporangenous tissue gives rise to spore mother cells and numerous spores are produced as a result of meiosis of the spore mother cells. The spores are of equal size and shape (i.e., homosporous), bilaterally symmetrical, colourless and kidney-shaped with monolete aperture.

### Gametophyte:

The mature gametophyte shows a striking similarity with a piece of sporophytic rhizome (Fig. 7.18A). It grows as saprophyte with an associated fungus. Spores germinate exosporically to form the gametophyte. The mature gametophytes are brown, cylindrical, subterranean, radially symmetrical and usually dichotomously branched, but may sometimes become irregular. The surface of the gametophyte is covered by long unicellular, brownish rhizoids. The gametophyte grows by means of apical meristem (Fig. 7.18A).

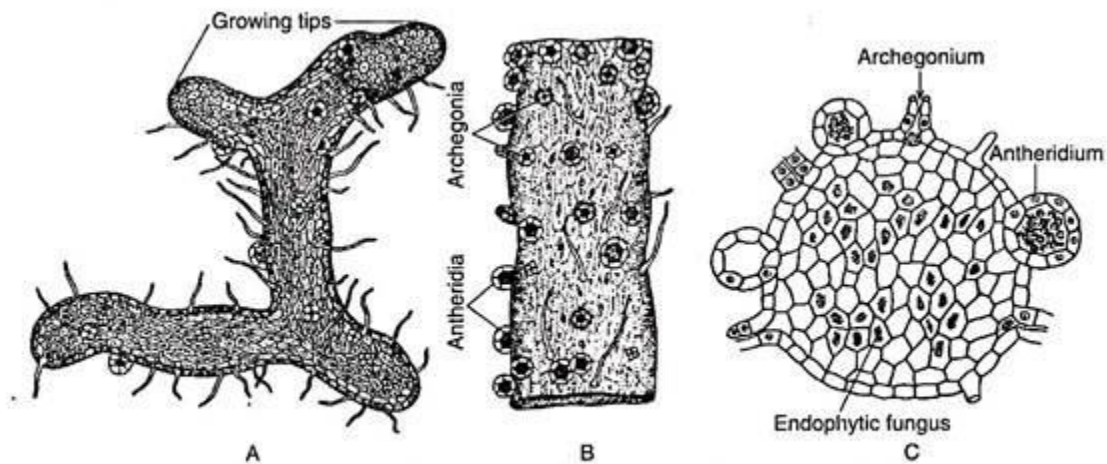


Fig. 7.18 : *Psilotum nudum* : A. A gametophyte, B. An enlarged portion of the gametophyte showing sex organs and rhizoids, C. T.S. of gametophyte

In T.S., the gametophyte reveals cutinised peripheral cells which encloses many-layered thin-walled parenchymatous cells (Fig. 7.1 8C). Many of the internal parenchyma cells are filled with the hyphi of a symbiotic fungus. It has been observed that in the gametophyte of tetraploid *P. nudum*, the centre is occupied by xylem with annular, scalariform and reticulate tracheids, surrounded by phloem and an endo- dermis.

Thus, *Psilotum* is the only plant in the plant kingdom where the vascular tissues develop in the gametophytic generation. The external resemblance of the sporophytic rhizome and gametophyte, coupled with the presence of vascular tissue in the gametophyte, supported the homologous theory on the origin of alternation of generations.

### Sex Organs:

The gametophytes of *Psilotum* are monoecious (i.e., homothallic). Sex organs i.e., antheridia and archegonia, are superficial and scattered over the surface of the gametophyte (Fig. 7.18A-C). Generally, antheridia are more in number than archegonia.

### Antheridium:

The antheridium develops from a single superficial cell (antheridial initial) of the prothallus. The periclinal division of the superficial cell produces an outer jacket initial and an inner primary androgonial cell (Fig. 7.19A, B).

The outer jacket initial undergoes repeated anticlinal divisions and forms a single-layered jacket. The inner primary androgonial cell divides in various planes and produces a mass of developing androgonial cells, the last generation of which are the androcytes (Fig. 7.19C-F). At this stage, the antheridium projects above surface of the prothallus as a minute protuberance. Each androcyte eventually becomes a spirally-coiled, multiflagellate antherozoid (Fig. 7.19G) and escapes by the disintegration of the opercular cell.

**Archegonium :**

The archegonium is also developed from a single superficial cell (archegonial initial) of the prothallus. The initial cell undergoes periclinal division to form an outer primary cover cell and an inner central cell (Fig. 7.20A, B). The anticlinal divisions followed by periclinal divisions of the outer cover cell produces a long projecting neck arranged in four vertical rows of cells with four to six cells in each row.

The central cell divides transversely to form an upper primary neck canal cell and a lower primary venter cell. The nucleus of the primary neck canal cell divides to form two neck canal nuclei and generally this division is not accompanied by wall formation resulting into a binucleate neck canal cell. The primary venter cell divides transversely to produce a large egg and a small ventral canal cell (Fig. 7.20C-F).

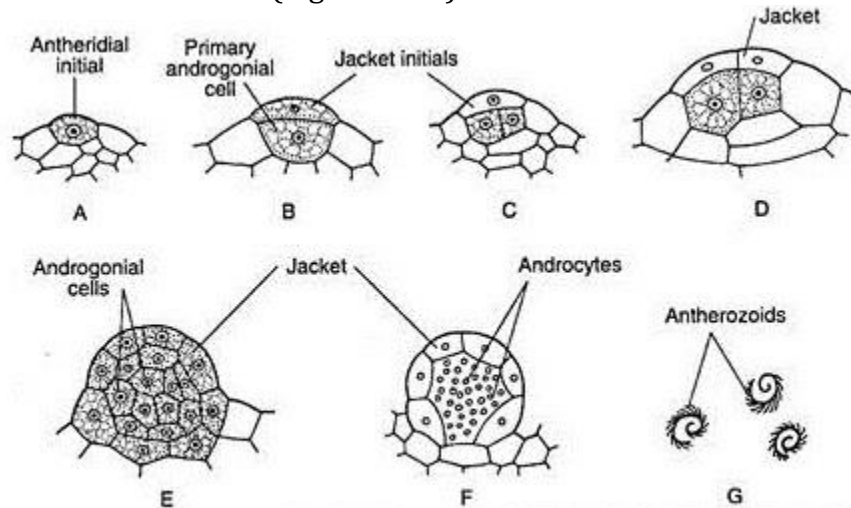


Fig. 7.19 : *Psilotum nudum* : A–E. Stages in the development of antheridium, F. A mature antheridium, G. Antherozoids

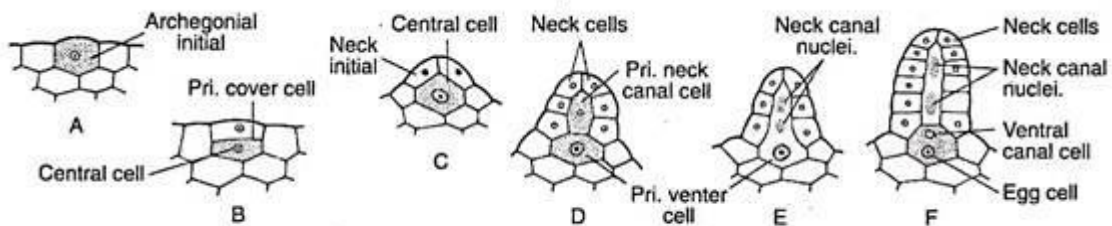


Fig. 7.20 : *Psilotum nudum* : A–E. Stages in the development of archegonium, F. A mature archegonium

**Fertilisation:**

At maturity, the cell wall of the lower tier of neck cells becomes thick walled and cutinized. The apical tier, however, breaks away in presence of water and the mucilaginous contents of the neck cells are released. Thus, a free passage is formed for the entry of the

antherozoids. Fertilisation is accomplished by the union of a multiflagellate sperm and egg, resulting in the formation of a diploid zygote.

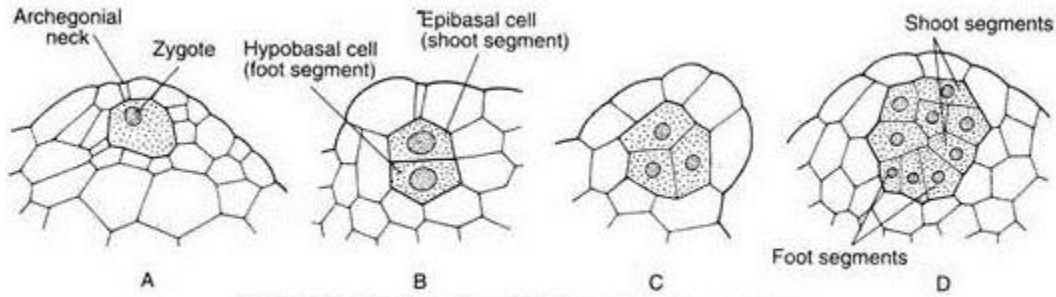


Fig. 7.21 : *Psilotum nudum* : A-D. Stages in early embryogeny

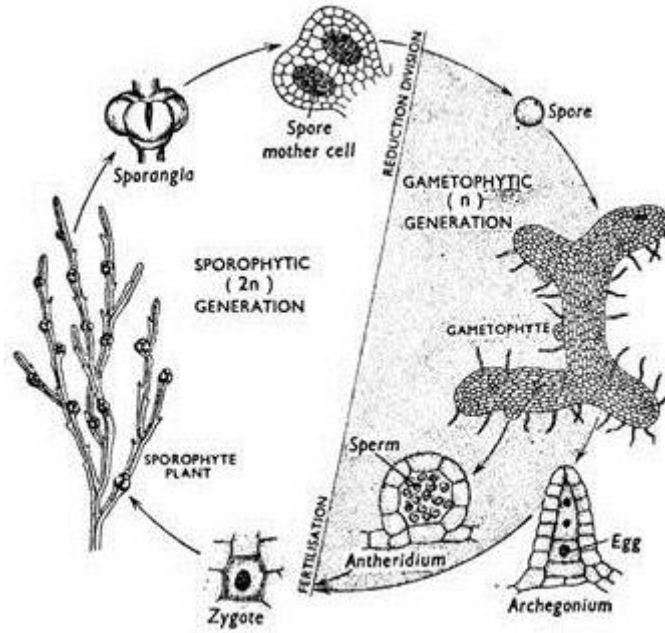


Fig. 7.22 : Life cycle of *Psilotum*

### Embryo (New Sporophyte):

The diploid zygote is the mother cell of the sporophytic generation. The first division of the zygote is transverse, forming an outer epibasai cell (directed towards the neck of the archegonium) and an inner hypobasal cell (directed towards the base of the archegonium) (Fig. 6.21 A-D).

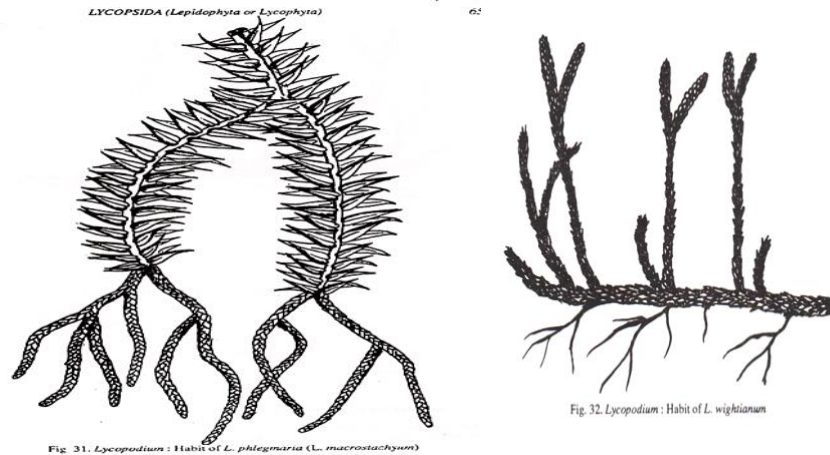
The apical epibasai cell ultimately gives rise to the sporophytic branch system (aerial and underground), while the lower hypobasal cell produces the foot. This type of embryogeny where the shoot forming apical cell is directed outward (towards the neck of the archegonium) is called exoscopic mode of embryo development.

The foot anchors the young sporophyte securely to the gametophyte and absorbs nutrients until the sporophyte becomes physiologically independent.

### Occurrence and Distribution of *Lycopodium*:

*Lycopodium* is popularly called the club moss. Among the genera of the family it enjoys widest distribution though its preference is to tropical and sub-tropical forests. It is not uncommon to find *Lycopodium* growing in arctic and temperate regions.

The genus consists of about 180 species of which 33 are found in India. Some of the common Indian species are *L. phlegmaria*, (Fig.31). *L. wightianum*, (Fig.32) *L. hamiltonii*, *L. lucidulum* etc. Most of the species of *Lycopodium* prefer to grow in cool moist humus rich soil. Some of them like *L. phlegmaria* are epiphytes growing in the humus packets of trees.



### **External Morphology of *Lycopodium*:**

The herbaceous plant body is sporophytic. Usually they may have either prostrate stem with erect leafy branches or weak pendent stem (epiphytes).

**The plant body is distinctly differentiated into following three regions (Fig. 1 A-C):**

- (i) Stem,
- (ii) Roots, and
- (iii) Leaves.

#### **(i) Stem:**

In the sub-genus *Urostachya* stem is erect (terrestrial) or pendent (epiphytic) and may be branched (dichotomously) or unbranched. In the sub-genus *Rhopalostachya* the stem is prostrate with erect branches. First the branching is dichotomous and later on becomes monopodial.

#### **(ii) Root:**

Usually small, adventitious roots are present. In the sub-genus *Urostachya* roots originate only from the base of the stem (not arising from the whole length of the stem). In some species e.g., *L. selago* etc. the roots arise endogenously from pericycle of the stem, do not penetrate the cortex of the stem but turn downward through the cortex and finally emerge only at the base of the stem.

Due to this reason a T. S. of stem usually shows roots within the cortex and are known as cortical roots (inner roots). In sub-genus *Rhopalostachya* also roots are adventitious and arise all along the underside of the prostrate portion of the stem.

#### **(iii) Leaves:**

Leaves are simple, sessile, small in size, eligulate and possess a single unbranched midrib and are known as microphylls. Usually the leaves are spirally arranged (e.g., *L. clavatum*) but may be arranged in whorls (e.g., *L. cernuum*) or pairs (e.g., *L. alpinum*).



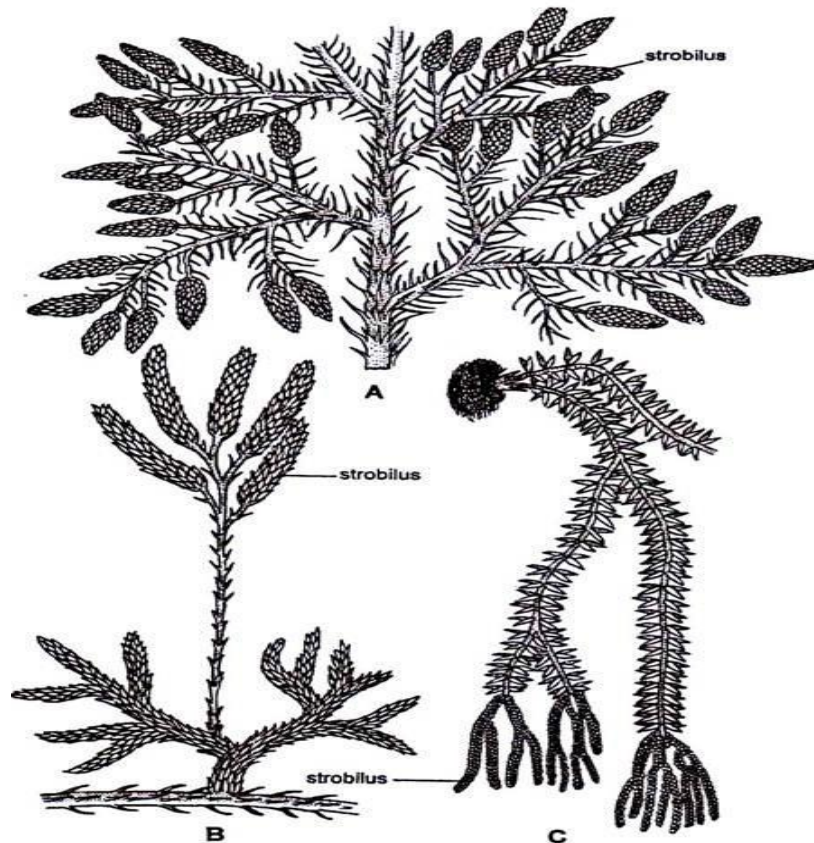


Fig. 1 (A-C). *Lycopodium*. Sporophyte with strobili : A. *L. cernuum* (terrestrial), B. *L. clavatum* (terrestrial), C. *L. phlegmaria* (epiphytic)

### ***Internal Structure of Lycopodium:***

#### **(a) Stem:**

**A transverse section (T.S.) of the stem of Lycopodium is somewhat circular in outline and can be differentiated into following three regions:**

#### **1. Epidermis:**

It is the outermost covering layer comprising of single cell in thickness. The epidermis is cutinised on the outer side and interrupted at places by the presence of stomata.

#### **2. Cortex:**

Inner to the epidermis is present a wide zone of cortex which shows a great variation in its structure in different species.

#### **Usually four types of cortex are recognized:**

(i) The whole of the cortex is made up of parenchymatous cells with small or large intercellular spaces (e.g., *L. selago*). Such cortex is called homogeneous.

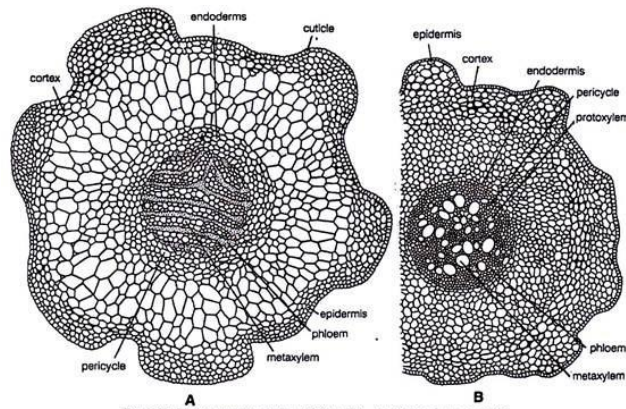


Fig. 2 (A-B). *Lycopodium* : T.S. of Stem A. *L. clavatum*, B. *L. cernuum*

It is made up of only primary xylem and primary phloem. It is a protostele i.e., pith is absent and the stele is situated in the centre. The arrangement of xylem and phloem tissues is different in different species and the stele is also named differently.

In case of *L. serratum*, *L. phlegmaria* etc. the xylem is star shaped with a protoxylem situated at the periphery (protoxylem exarch Fig. 3 A). In *L. annotinum* in actinostele the furrows in the xylem are much more and show stellate arrangement (Fig. 3B).

The phloem lays in the space between the xylem rays. This type of stele is known as actinostele. In case of *L. clavatum*, *L. volubile* etc. xylem appears to be in the form of separate plates arranged somewhat parallel, with phloem in between them.

This type of stele is known as plectostele (Fig. 2 A, 3 C). In case of *L. cernuum*, *L. drummondii* etc. xylem and phloem are uniformly distributed i.e. it appears as if strands of xylem are embedded in the phloem. This type of stele is known as mixed protostele (Fig. 2 B, 3 D).

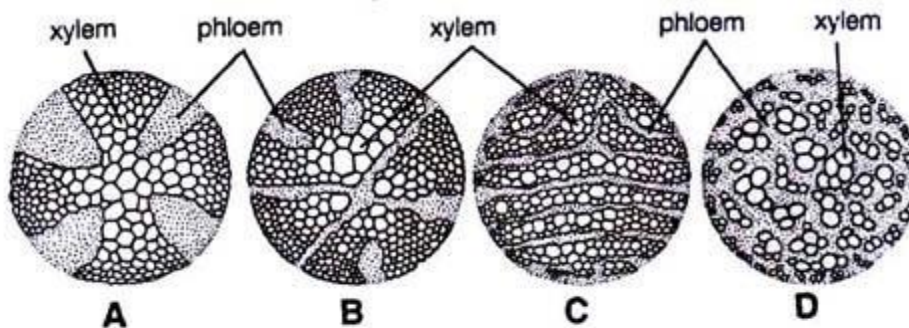


Fig. 3 (A-D). *Lycopodium* : Various types of steles in stem : A. Actinostele, B. Stellate shaped, C. Plectostele, D. Mixed protostele

The protoxylem is usually exarch in all the cases. Xylem is usually composed of tracheids and phloem of sieve tubes and phloem parenchyma. Cambium is absent hence there is no secondary growth i.e., no formation of secondary xylem and secondary phloem.

### (b) Root:

**The roots are adventitious.**

A transverse section (T.S.) of the aerial root of *Lycopodium* is somewhat circular in outline and shows the following internal structure:

#### (i) Epidermis:

It is the outermost covering layer and is only one cell thick. The cells are thin walled. Epidermis is provided with numerous root hairs present in pairs (characteristic of *Lycopodium*).

**(ii) Cortex:**

Just below the epidermis is present a wide zone of cortex. It is differentiated into outer sclerenchyma and inner parenchyma. The outer one gives the mechanical strength to the root.

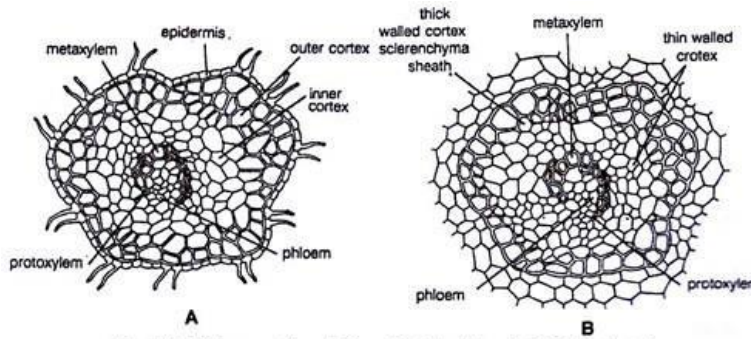


Fig. 4 (A-B). *Lycopodium* . T. S. root : A. Aerial root, B. Cortical root

**(iii) Stars:**

It may be di-, tetra-, or polyarch. In prostrate species it is polyarch i.e., having 6-10 plates of xylem arranged radially (star shaped). The xylem is exarch. The phloem is present between the radiating arms of xylem. In erect or pendent species stele is diarch or tetrarch. In *L. selago*, *L. serratum* it is diarch and xylem is C, U or crescent shaped. The phloem is present between the 2 ends of xylem, only in one group.

The cortical roots are exactly similar in their internal structure to that of aerial roots, except that the epidermis and root hairs are absent.

The xylem is composed of tracheid and phloem of sieve tubes and phloem parenchyma. The endodermis and pericycle are indistinct structure at maturity. Pith and cambium are absent.

**(c) Leaf:**

**T. S. of the leaf shows epidermis, mesophyll tissue and a single median vascular bundle:**

**1. Epidermis:**

It is the outermost surrounding layer and is only one cell in thickness. The cells of epidermis are parenchymatous and cutinised on their outer side. The epidermis is also interrupted by the presence of stomata. In homophyllous (isophyllous) species the stomata are present on outer as well as inner epidermis (amphistomatic) but in heterophyllous (anisophyllous) species the stomata are mostly restricted on the lower epidermis (hypostomatic).



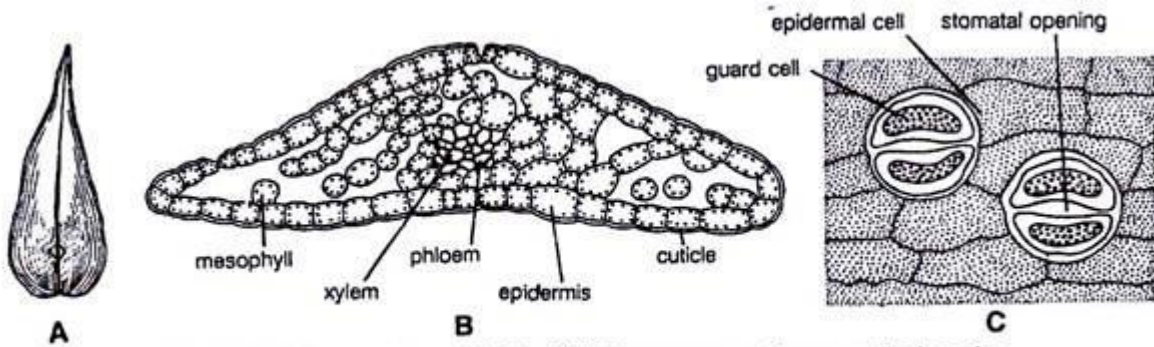


Fig. 5. (A-C). Lycopodium : (A) A leaf, (B) Transverse section or vertical section (T.S. or V.S.) of leaf, (C) stomata on leaf surface.

## 2. Mesophyll:

It occupies a wide zone between the epidermis and the vascular bundle. It is usually made up of thin walled chlorenchymatous cells which may be with or without intercellular spaces.

## 3. Vascular bundle:

In the centre of the leaf is situated only a single concentric vascular bundle made up of only xylem and phloem. The vascular bundle is surrounded on all sides by a sclerenchymatous sheath.

### *Reproduction in Lycopodium:*

Lycopodium reproduces by two methods vegetatively and by spores.

#### 1. Vegetative reproduction:

It takes place by the following methods:

##### (i) Gemmae or bulbils:

In a few species like *L. selago*, *L. lucidulum* etc. certain buds like structures known as gemmae or bulbils are usually produced in large number on new stem tips annually. The morphological nature of gemmae is still not fully known. The gemmae when fall on ground, develop root primordia and soon form the root.

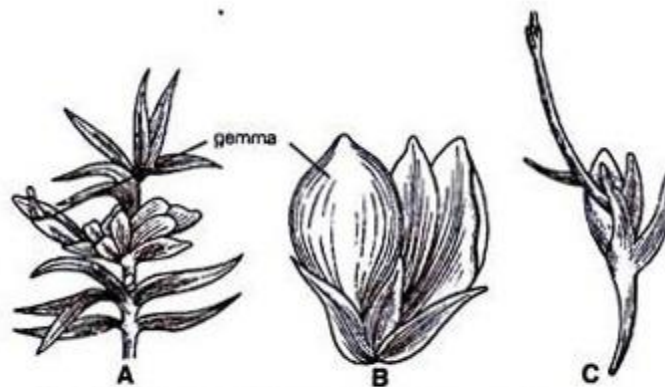


Fig. 6 (A-C) Lycopodium : Vegetative reproduction : (A) Stem bearing gemma, (B) A gemma, (C) A germinating gemma.

##### (ii) Death and decay:

Species with creeping stem reproduces vegetatively by the death and decay of older parts of the stem up to the point of branching. This separates the branches which later on grow independently.

**(iii) Resting buds:**

In *L. inundatum* the whole of the plant body except the growing tip of rhizome is dead during winter. This tip portion of the rhizome acts as resting bud which in the coming spring resumes growth and develops into a new plant.

**(iv) Fragmentation:**

In several epiphytic species fragments of the plant body are capable of giving rise to new plants.

**2. Sexual Reproduction:**

**Spore Producing Organs:**

Lycopodium is a sporophytic plant and reproduces sexually. The plants are homosporous i.e., produces only one type of spores (without differentiation of mega- and microspores). These spores are produced in sporangia which, in turn, are produced on fertile leaves known as sporophylls. Usually the sporophylls are grouped together to form a compact structure known as strobili (Sing. strobilus) which are terminal structures (Fig. 1 A).

**Strobilus (Reproductive organ):**

In the primitive species of the sub-genus *Urostachya* every leaf on the plant is a sporophyll or at least potentially so and the fertile and sterile zones alternate. The sporophylls are loosely arranged. In species of *Rhopalostachya* and in some species of *Urostachya* the leaves of the apical portion of the branches only bear sporangia and are called sporophylls. The rest behave as vegetative leaves.

The sporophylls may be of the same size or of different size from the foliage leaves in different species. The arrangement of sporophylls is same on the central axis as that of the vegetative leaves on the stem i.e., spiral, whorled or decussate etc.

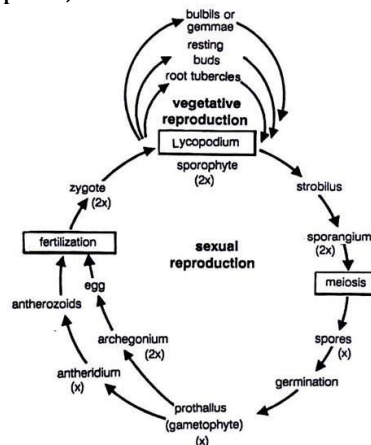


Fig. 15. *Lycopodium* : Schematic representation of life cycle

**Occurrence and Distribution of Selaginella:**

Selaginella is commonly called the spike moss. It includes over seven hundred species and reported practically from all parts of the world. Majority of the species occur in tropical rain forests and form a characteristic undergrowth on the ground in humid shady habitats. The temperate species grow on the shady sides of the hills.

A few members are xerophytic e.g. *S. lepidophylla* and *S. rupestris*. These grow on dry rocky cliffs or on soils that are sandy and periodically become dry. Some of the members (e.g. *S. oregana*) are epiphytic.

About seventy species of *Selaginella* have been reported from India. Some of the common species are *S. chrysocaulos*, *S. pallidissima*, *S. rupestris*, *S. kraussiana* etc. Panigrahi and Chowdhuri (1962) have done considerable amount of work on the distribution of *Selaginella* in India.

### ***Sporophyte of Selaginella:***

#### **Habit:**

Species of *Selaginella* are diverse in their habit. The plant body may be creeping (*S. kraussiana* Fig.59) Sub erect (*S. trachyphylla*) or erect (*S. erythropus*). *S. alligaus* is a climber. In size also there is a great amount of variation ranging from few centimeters (*S. selaginoides*) to several meters (*S. willdenovii*, *S. pentagona* etc.)

Some xerophytic species are capable of withstanding extreme periods of drought. During unfavourable season they roll up into a ball and open up during favourable season into a normal plant. These are called resurrection plants.

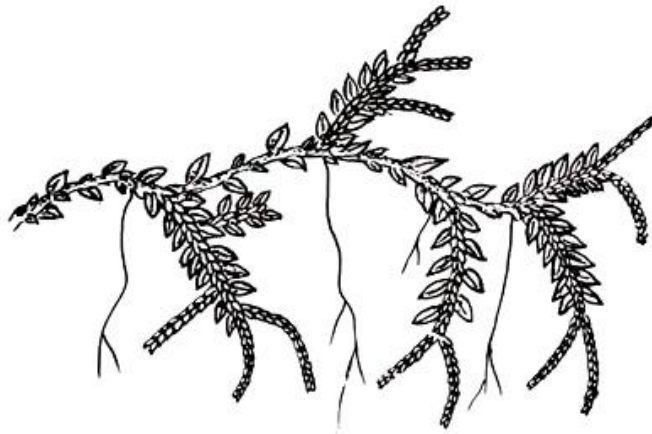


Fig. 59. *Selaginella* : Habit of *S. kraussiana*

#### **Morphology of the Plant:**

The stem is soft, herbaceous and branched. It is prostrate (heterophyllum) erect or sub-erect (homeophyllum). The branching may be dichotomous or lateral. On the stem are found the leaves which are small measuring a few mm in size. The arrangement of the leaves is spiral in the section Homeophyllum. In Heterophyllum the dimorphic leaves are arranged in four longitudinal rows.

Of these, two rows comprise smaller leaves and opposite to them lie two rows of larger leaves. The leaves are simple and lanceolate to oval in shape. In all the species the leaves on their adaxial surface bear a membranous outgrowth – the ligule. The ligule has a basal region called the glassopodium which is placed in a depression called the ligular pit.

The ligule may be tongue shaped, fan shaped or lobed. A ligule arises from the leaf surface quite early in the ontogeny. The function of the ligule is not well understood. It may be a secretory structure secreting water or mucilage.



## Internal Structure:

### 1. Stem:

A transverse section (Fig.61) of the stem shows three main regions namely epidermis, cortex and stele. Epidermis is single layered. The cells are closely packed and there are no stomata.

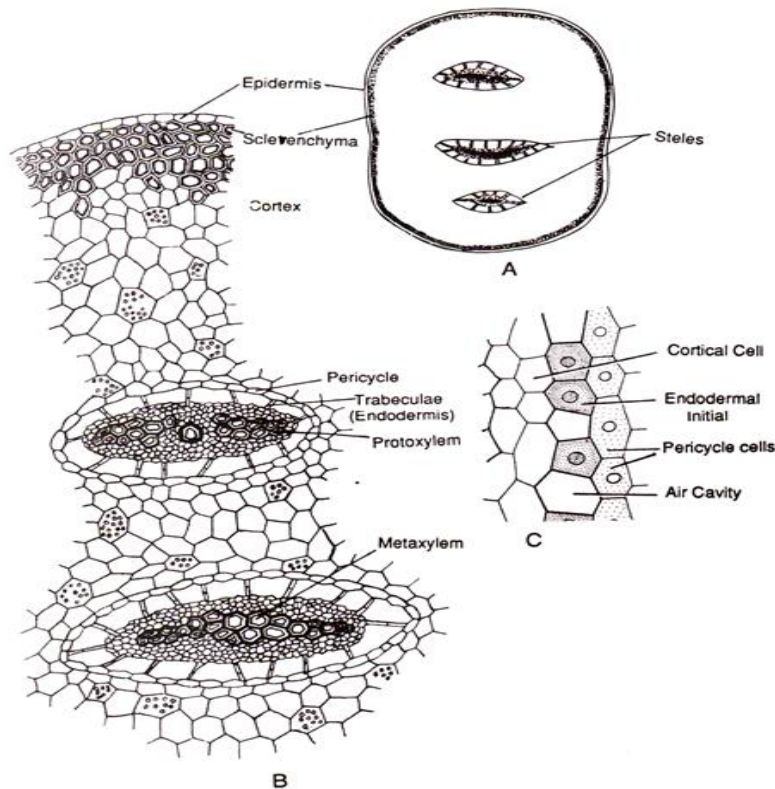


Fig. 61. *Selaginella* : Internal Structure of Stem  
A. Ground Plan, B. A Sector enlarged, C. Development of Trabeculae (early stages);  
Note the normal endodermal cells

There is some amount of variation in the composition of cortex. It may be wholly parenchymatous as in the stems of some delicate species (*S.flabellate*) or partially sclerenchymatous with the hypodermal region is occupied by sclerenchyma (*S. kraussiana*). In some xerophytic species like *S. rupestris* and *S. lepidophylla* the cortex is mostly sclerenchymatous.

The stele is protostelic, it has an outermost endodermis followed by pericycle and vascular tissues. The endodermis in *Selaginella* is rather peculiar. It is called trabecular because of the radially elongated nature. In some species such as *S. rupestris* and *S. lepidophylla*, the endodermis is normal as in other plants. But in a majority of the species the endodermal cells get detached laterally.

At that time a lacuna is formed between the cortex and the stele due to the rapid enlargement of the inner cortical cells than the vascular tissue. The endodermal cells are stretched radially to keep contact between the stele and the cortex. Sometimes these trabeculae (endodermal cells) undergo transverse divisions to form short filaments. In spite of the radial elongation casparian thickenings are clearly noticeable.

The stele shows considerable among of diversity in different species of Selaginella. Usually the stem is traversed by a single stele which is flattened like a ribbon. In some species (*S. kraussiana*), the stem has more than one independent stele (poly-stele). Sometimes as many as sixteen steles have been recognized running parallelly in the stem. At the region of the branching however all steles converge to give a monostelic appearance.

## 2. Root:

A root in a transverse section (Fig.62) reveals an epidermis, cortex and stele. The epidermis is made up of a single layer of cells. Some of the cells give rise to root hairs. There is variation in the composition of the cortex.

In *S. willdenovii*, the cortex consists of a few layers of hypodermal sclerenchyma, the rest being parenchymatous. In *S. densa* the entire cortex is thick walled. It is also possible that in some species the cortex may be wholly parenchymatous.

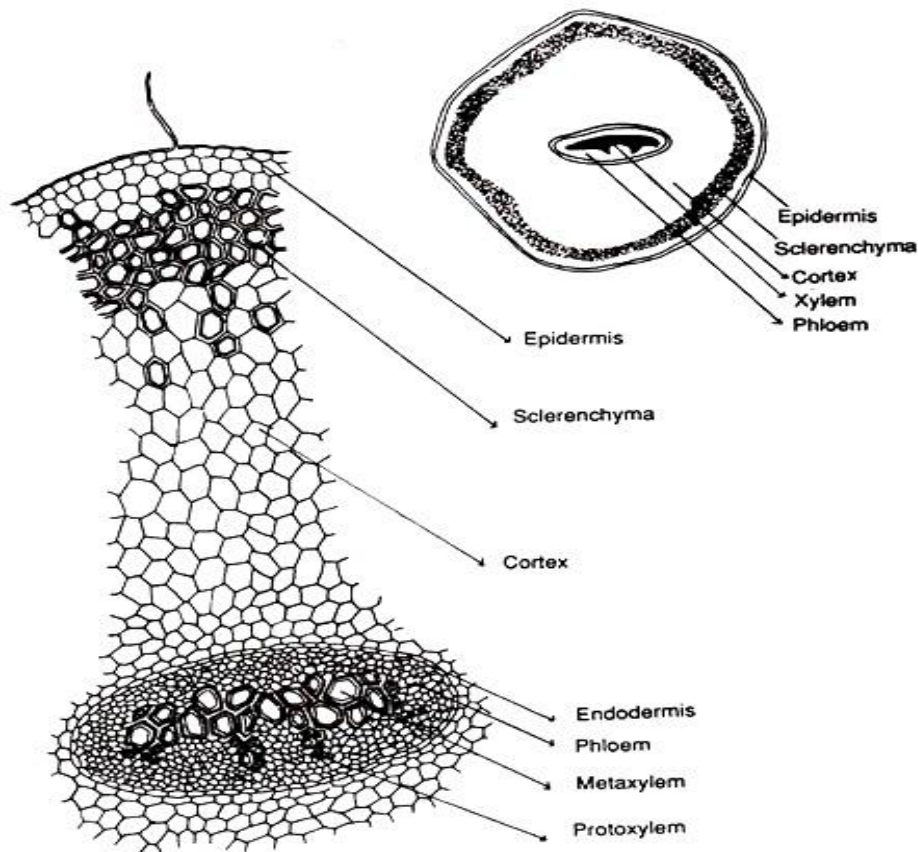


Fig. 62. *Selaginella* : Internal Structure of Root  
A. Ground Plan, B. A Sector enlarged

The stele is protostelic with monarch and exarch xylem. Surrounding the xylem is the phloem. The pericycle is one to three layered. The endodermis may or may not be well defined. In *S. densa* and some other species there is a well-developed endodermis. The endodermis may or may not show the trabecular nature. According to Webster and Steves (1963), trabeculae of the root are not endodermal, instead they represent the inner cortical cells.

### 3. Rhizophore:

There is a close similarity between the root and the rhizophore in the anatomy. The rhizophore is always monostelic irrespective of the fact whether the stem is polystelic or monostelic. The stele is always a protostele with some variations in the architecture of xylem. The xylem is usually monarch and exarch.

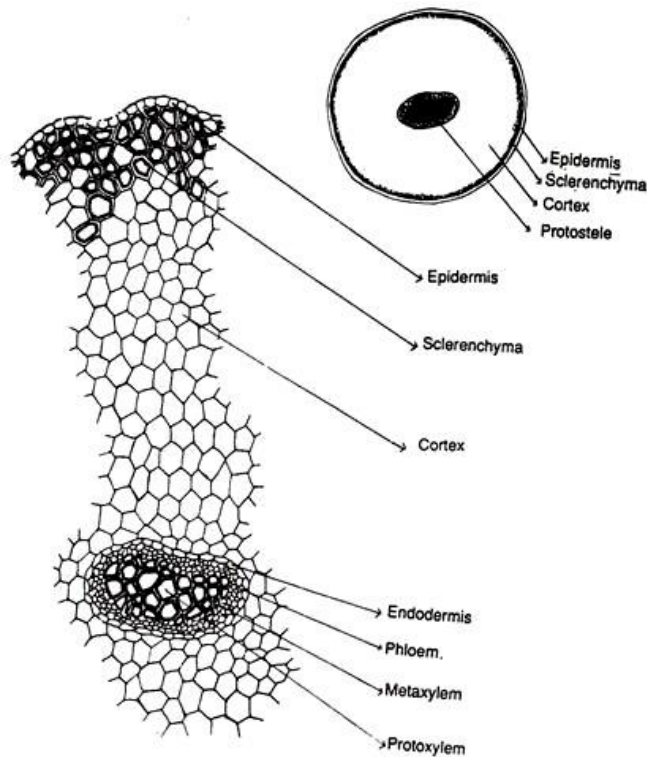


Fig. 63. *Selaginella* : Internal Structure of Rhizophore  
A. Ground Plan, B. A Sector enlarged

### 4. Leaf:

Internally the leaf shows epidermis, mesophyll, and a vascular bundle. The upper and lower epidermis are made up of a single layer of cells. The leaves may be hypostomatic or amphistomatic. The mesophyll is usually undifferentiated being composed of isodiametric cells with intercellular spaces. In *S. concinna* there is a distinct palisade parenchyma below the upper epidermis.

The mesophyll cells contain a variable number of chloroplasts. In *S. willdenovii* there are two and in *S. martensii* there is a single cup shaped chloroplast the chloroplast structure reveals the presence of many pyrenoid like bodies.

This type of chloroplast with a pyrenoid is something unusual and recalls the features seen in Anthocerotales and green algae. The vascular bundle is concentric having a central xylem surrounded by the phloem.

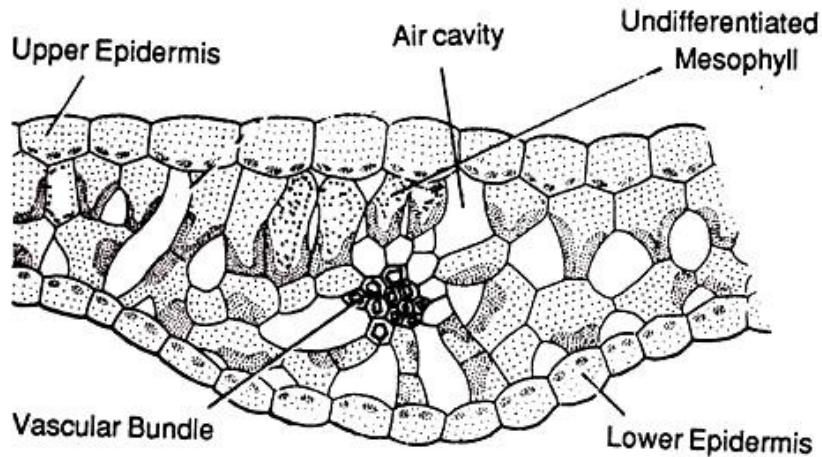


Fig. 64. *Selaginella* : T.S. of Leaf

### 5. Ligule:

Anatomically the- ligule shows many thin walled cells with highly vacuolated protoplasts in the glossopodium. The glossopodium is surrounded by a sheath called the glossopodial sheath.

*S. kraussiana* and *S. rupestris* the sheath cells show casparian strips possibly indicating their endodermal nature. Above the glossopodium, the ligule narrows down and is extended into a long process. The cells at this region are polygonal and filled with dense cytoplasm.

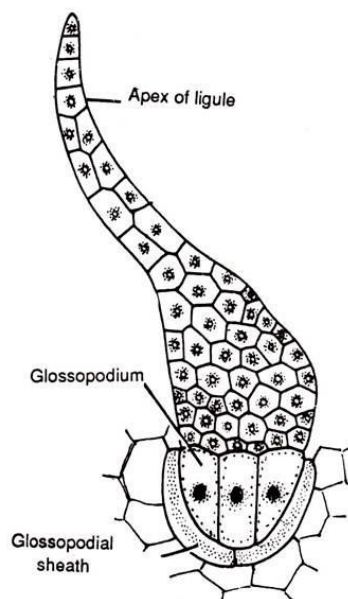


Fig. 65. *Selaginella* : A Ligule enlarged

## Reproduction:

The sporophyte reproduces by vegetative propagation as well as by spore production.

### (1) Vegetative Propagation:

This takes place by the following methods:

#### (i) Fragmentation:

This is seen in species like *S. rupestris* which grow under humid conditions. Here the trailing branches of the stem develop adventitious branches, sever their connection from the mother plant and develop into new individuals.

#### (ii) Tubers:

These may be underground or aerial. In *S. chrysorrhizos* they are formed at tips of the underground branches that arise from the stem. In *S. chrysocaulos* the tubers are formed at the tips of ordinary vegetative branches.

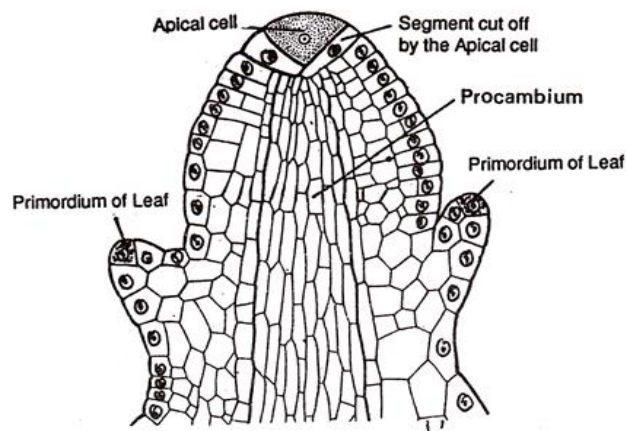


Fig. 66. *Selaginella* : Structure of Shoot Apex

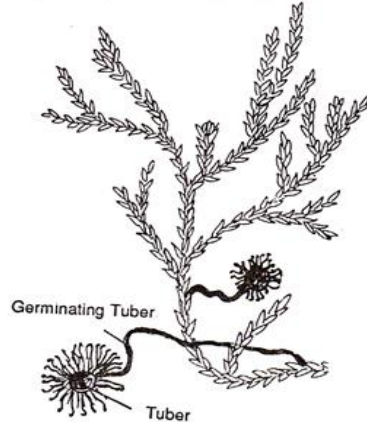


Fig. 67. *Selaginella* : Plant Body of *S. Chrysorrhizos* with Tubers



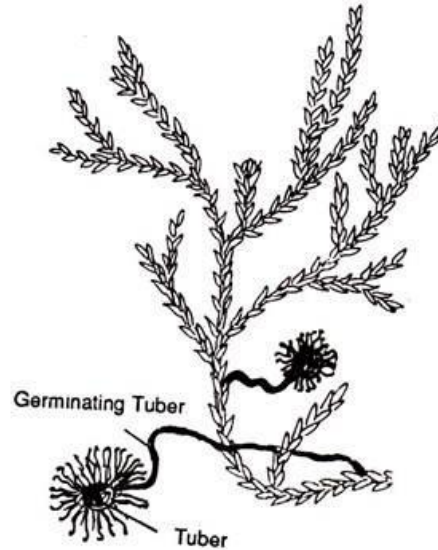


Fig. 67. *Selaginella* : Plant Body of *S. Chrysorrhizos* with Tubers

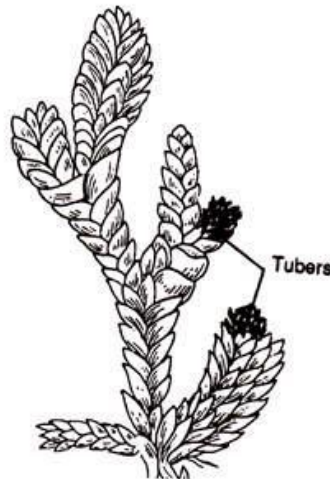


Fig. 68. *Selaginella* : Plant Body of *S. chrysocaulos* with Tubers in Aerial Branches

## (2) Spore Bearing Organs:

The spore bearing organs viz., the sporophylls are aggregated into strobili, at the tips of the branches. *Selaginella* is heterosporous and usually in the strobili both megasporophylls and micro-sporophylls are formed (*S. kraussiana*). But in species like *S. grassilis* each strobilus has only one type of a sporophyll.

Even when the strobilus consists of two types of sporophylls there is considerable variety in their distribution. In *S. organa*, one side of the strobilus has micro-sporophylls and the other side megasporophylls. In *S. kraussiana* there is a single megasporophyll at the base and the rest are micro-sporophylls. In some instances the tip of the strobilus may continue to grow and produce a vegetative shoot (Fig. 69).



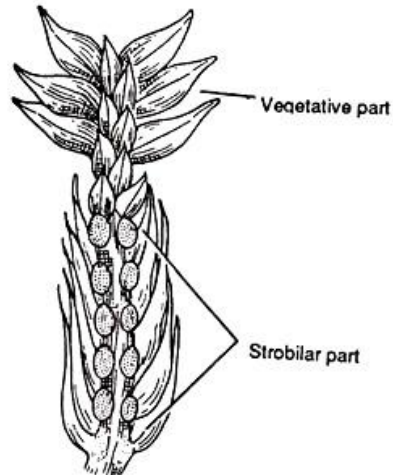


Fig. 69. *Selaginella* : Apex of Strobilus Growing into a Vegetative Shoot

Quansah and Thomas (1985) have studied the strobilus morphology in 14 West African and 20 South American species of *Selaginella*. According to them vertical/oblique projections occur on the adaxial surface of the sporophylls and these are given the name 'sporophyll-pterix'

A long section of the strobilus (Fig.70) shows a central axis on which are spirally arranged sporophylls. Each sporophyll bears a single stalked sporangium arising in its axil or a little above.

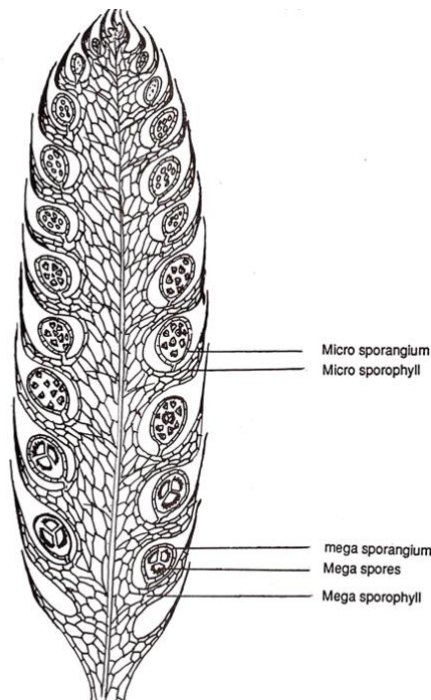


Fig. 70. *Selaginella* : L.S. of Strobilus (megasporangia at the base and microsporangia at the top)

There are two types of sporangia, namely, mega-sporangia and microsporangia. The mega-sporangia have less number of larger spores which develop into female gametophytes,

whereas the microsporangia have large number of smaller spores which develop into male gametophytes.

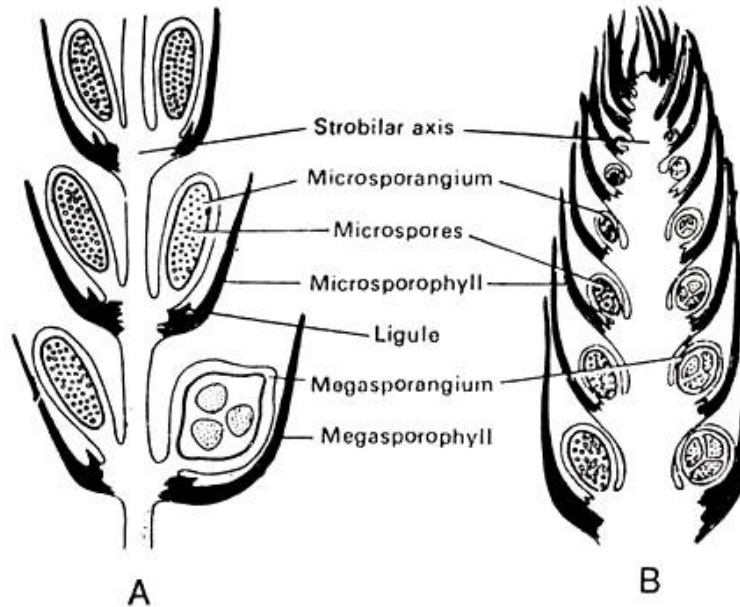


Fig. 71. *Selaginella* : L.S. of Strobili showing variety in Sporangial Arrangement  
A. *S. kraussiana*, B. *S. inaequalifolia*

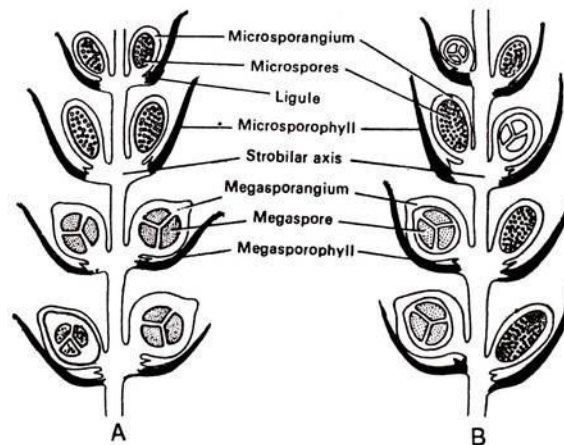


Fig. 72. *Selaginella* : L.S. of Strobili showing variety in Sporangial Arrangement (contd.)  
A. *S. rupestris*, B. *S. martensii*

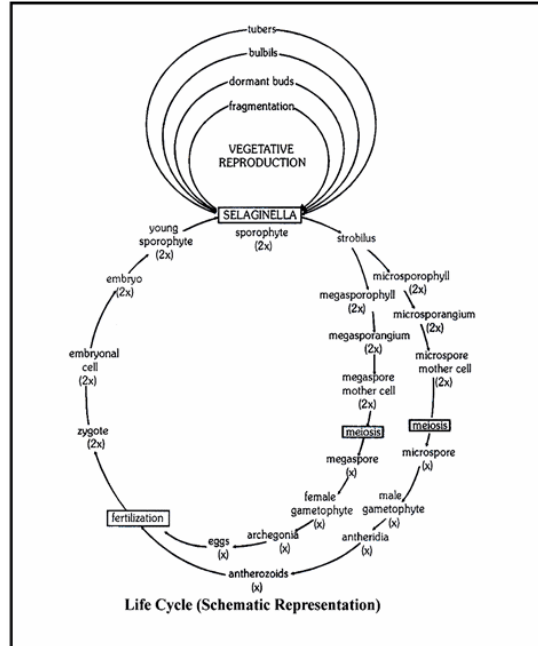
### Fertilization:

The mature archegonia are embedded in the gametophytic tissue. The ventral canal cell and the neck canal cell degenerate leaving only the egg. Fertilization may take place when the mega-gametophytes are on the soil or when they are still within the mega-sporangia. The antherozoids swim in a thin film of moisture and fertilize the egg.

### Embryogeny:

The first division of the zygote is transverse. This results in the formation of an upper epibasal cell and a lower hypo-basal cell. The entire epibasal cell develops into a suspensor. The hypo-basal cell contributes to all the parts of the embryo. Embryogeny is thus said to be

endoscopic. Further development varies in different species. In *S. martensii*, the hypo-basal cell gives rise to stem apex, cotyledon, foot and root. The epibasal cell forms several cells all of which form a long suspensor pushing the developing embryo deep into the gametophyte. The hypo-basal cell divides vertically followed by another vertical division to form a quadrant of cells.



# UNIT IV

What are Gymnosperms?

The word “Gymnosperm” comes from the Greek words “gymnos”(naked) and “sperma”(seed), hence known as “Naked seeds.” Gymnosperms are the seed-producing plants, but unlike angiosperms, they produce seeds without fruits. These plants develop on the surface of scales or leaves, or at the end of stalks forming a cone-like structure. Gymnosperms belong to kingdom ‘Plantae’ and sub-kingdom ‘Embryophyta’. The fossil evidence suggested that they originated during the Paleozoic era, about 390 million years ago. Basically, gymnosperms are plants in which the ovules are not enclosed within the ovary wall, unlike the angiosperms. It remains exposed before and after fertilisation, and before developing into a seed. The stem of gymnosperms can be branched or unbranched. The thick cuticle, needle-like leaves, and sunken stomata reduce the rate of water loss in these plants.

The family of gymnosperms consist of conifers, the cycads, the gnetophytes, and the species of Gynkgo phyta division and Ginkgo biloba.

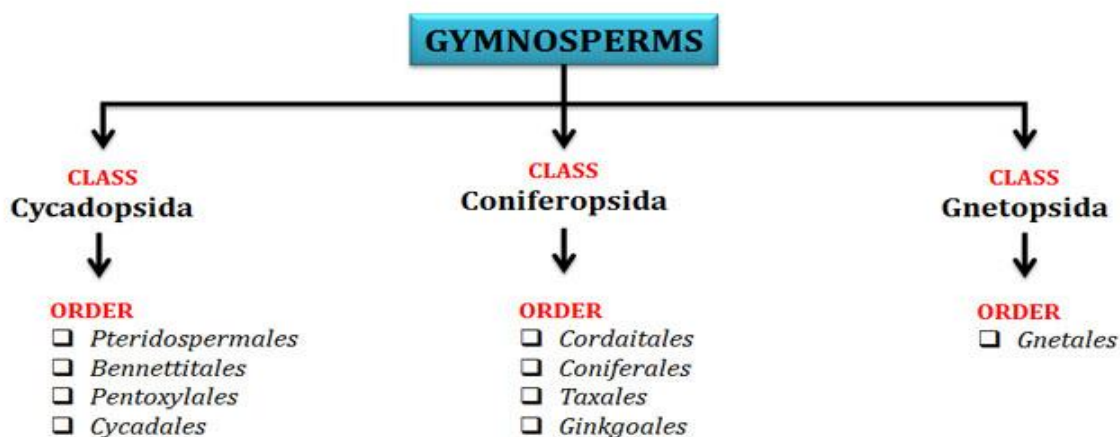
Let us have an overview of the characteristics, examples, classification and examples of gymnosperms.

Characteristics of Gymnosperms:

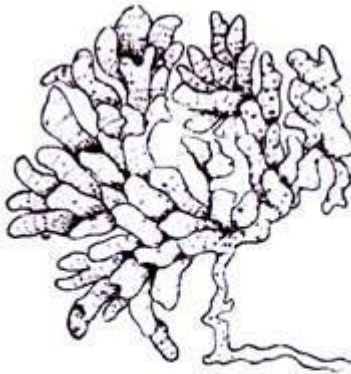
Following are the important characteristics of gymnosperms:

1. They do not produce flowers.
2. Seeds are not formed inside a fruit. They are naked.
3. They are found in colder regions where snowfall occurs.
4. They develop needle-like leaves.
5. They are perennial or woody, forming trees or bushes.
6. They are not differentiated into ovary, style and stigma.
7. Since stigma is absent, they are pollinated directly by the wind.
8. The male gametophytes produce two gametes, but only one of them is functional.
9. They form cones with reproductive structures.
10. The seeds contain endosperm that stores food for the growth and development of the plant.
11. These plants have vascular tissues which help in the transportation of nutrients and water.
12. Xylem does not have vessels, and the phloem has no companion cells and sieve tubes.

#### Classification of Gymnosperms by K.R. Sporne (1965)



**Cycas** is a palm-like, evergreen plant (Fig. 8.8). Prior to the anatomical studies of the stem of *Cycas revoluta* by Brongniart (1829), the *Cycas* was actually considered a palm. The plant body consists of a columnar aerial trunk with a crown of pinnately compound leaves as its top. Roots in *Cycas* are of two types, i.e., normal tap roots forming a tap root system, and coralloid roots. Normal tap-roots are positively geotropic, grow deep into the soil and generally possess no root hairs. Their function is to fix the plant in the soil and to absorb water and other minerals. From the normal roots develop some lateral branches near the ground surface. These lateral roots get infected with some bacteria, fungi and algae, and are called coralloid roots (Fig. 8.9). They grow- first horizontally in the soil and become swollen at their tips. They divide repeatedly to form big bunches of greenish or brownish structures, which are coral like in appearance. They divide dichotomously, come out of the soil on the ground surface and are phototrophic in nature. Young plants bear more coralloid roots than the older ones.



**Fig. 8.9.** *Cycas*. A bunch of coralloid roots

Recently, Pant and Das (1990) reported non-coralloid aerial roots in *Cycas circinalis*, *C. revoluta* and *C. rumphii*. The characteristic algal zone of coralloid roots is absent in these roots. These are positively geotropic, adventitious and develop from the lower sides of leaf bases or bulbils when they are still attached to the plant.

**Stem:**

The stem is thick, woody and usually un-branched. It is tuberous when young but columnar, erect and stout at maturity. Branching in stem (Fig. 8.10) is also not rare after the plants have reached a certain age. The aerial part of the trunk remains covered by a thick armour of large and small rhomboidal leaf bases.

These occur regularly in alternate bands (Fig. 8 .11). The larger leaf bases represent the bases of foliage leaves, while the smaller ones are the bases of scaly leaves in male plants and scales and megasporophylls in female plants. The age of the plant can be calculated by counting the number of crowns of leaves and megasporophylls which are produced every year.



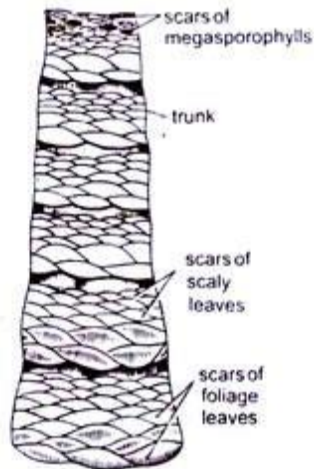


Fig. 8.11. *Cycas circinalis* Basal part of columnar trunk

Among all *Cycas* species, *C. media* is tallest, attaining a height up to 20 metres. Regarding the age of *Cycas*, the plants can survive for a long period. *C. circinalis*, if allowed to grow undisturbed, may attain an age of 100 years or even more.

#### **Leaves:**

Two types of leaves are present in *Cycas*. These are green, assimilatory or foliage leaves, and scaly leaves or cataphylls.

#### **1. Foliage Leaves or Assimilatory Fronds:**

These are green, large, pinnately compound and stout leaves with a spiny petiole and large, strong rachis. They are produced at the apex of the stem in the form of crown. The rachis bears many leaflets.

With the help of a transversely expanded rhomboidal leaf base, a leaf remains attached with the stem. Two rows of strong and stiff spines are present on the petiole. These spines gradually transform into two rows of pinnae towards the upper side of the leaf (Fig. 8.12).

Pant (1953) reported many abnormalities in *Cycas* leaves. Author, along with two of his colleagues, also reported many abnormalities in the vegetative parts of an year-old plant of *Cycas circinalis* growing in the Botanical Garden of Meerut College, Meerut.

*Cycas* leaf is very large and may reach up to 3 metres in length in some species such as *C. thourarsii*. Two rows of pinnae on the leaves may be alternate or opposite. The number of pinnae varies in different species. As many as hundred pairs of pinnae may be present in a mature leaf.

Each pinna is sessile, elongated, ovate or lanceolate in shape with a spiny or acute apex. Pinnae are repeatedly and deeply dichotomized in *C. micholitzii* (Fig. 8.13). Each pinna or of leaflet contains a midrib without any lateral branching.

Forking of the midvein of the leaflet has been reported in *C. circinalis* by author in 1976. Margins of the leaflets are revolute in *C. revoluta* and *C. beddomei*, while in *C. rumphii* and *C. circinalis* they are flat.

#### **2. Scaly Leaves or Cataphylls:**

These are dry, brown-coloured, somewhat triangular leaves with their one end pointed. They are present at the apex of the stem and remain covered with several ramental hairs (Fig. 8.15).

### 3. Anatomy of Vegetative Parts of Cycas:

#### (i) Normal Root (Young):

It is circular in outline and resembles structurally with dicotyledons (Fig. 8.16). Outermost layer is epiblema or exodermis, which surrounds the large parenchymatous cortex. Epiblema consists of tangentially elongated cells. From some of its cells arise root hairs.

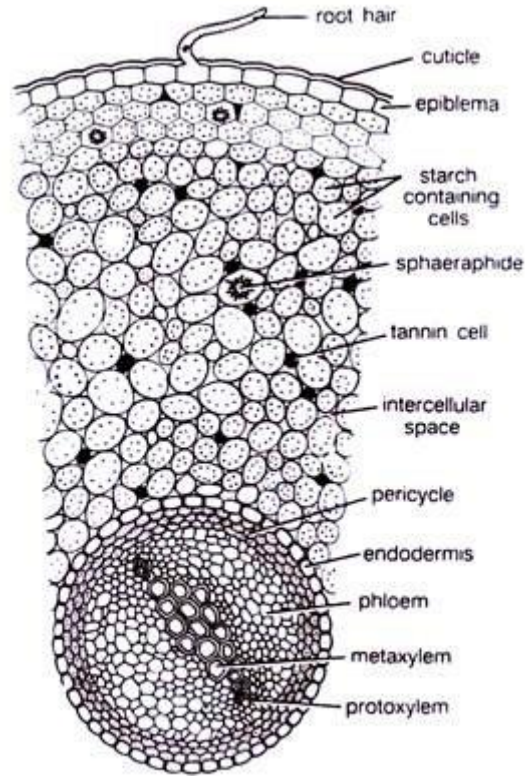


Fig. 8.16. *Cycas revoluta*. T.S. normal root (Young)

The pericycle cells also become meristematic and form a complete cambial ring.

The secondary xylem consists of radial rows of tracheids separated by parenchymatous cells. The crushed primary phloem is present in the form of dark streaks outside the secondary phloem. The secondary xylem is monoxyletic and contains many multiseriate rays.

Periderm starts to develop in the cortex of old roots. Some of the cells of the outermost cortical region start to become meristematic and function as cork cambium. It cuts cork towards outer side and secondary cortex towards inner side. Cork cells are dead and remain filled with suberin. Cycas roots often show two layers of periderm (Fig. 8.17).

Epiblema is ruptured and there are no root hairs in the older roots.

#### (iii) Coralloid Root:

**Anatomically, the coralloid roots (Fig. 8.18) resemble normal roots except some under mentioned differences:**

1. The secondary vascular tissue in coralloid roots is either totally absent or poorly-developed.
2. The cortex is wider in comparison with the normal root.
3. Presence of a greenish algal-zone in the middle of the cortex. But according to Chaudhary and Akhtar (1931) the algal-zone is not of universal occurrence in the coralloid roots of Cycas. It may

be absent in such coralloid roots which go very deep in the soil. According to these workers only those coralloid roots are negatively geotropic which are infected by algal members.

Algal-zone consists of radially elongated, large, thin-walled cells having large intercellular spaces occupied by algae. Life (1901) opined that these spaces are formed because of the retardation of growth of such cells which are already infected by fungi and bacteria.

Such infected cells cannot keep pace with the neighbouring cells, and a tension is produced which results in the formation of air spaces by breaking of certain cells. These spaces are further widened by the algal infection. But according to Chaudhary and Akhtar (1931) the alga is mainly responsible for the formation of these large intercellular spaces.

**Following members have been reported from the algal zone of coralloid roots:**

Anabaena cycadae, Nostoc punctiforme, Oscillatoria, Azotobacter, Pseudomonas radiculicola and even a few fungi. According to Kubitzki (1990) blue green algae or Cyanobacteria (Anabaena, Nostoc and Calothrix) may rarely be present intracellularly (i.e. inside the cell) in the coralloid roots of Cycas. He opined that these algae fix nitrogen and promote the growth of host plant.

Due to the presence of blue-green algal members and some nitrogen-fixing bacteria, the function assigned to the coralloid roots is chiefly the nitrogen fixation. The presence and structure of endodermis, pericycle and vascular bundles in the coralloid roots are similar to that of normal roots. The xylem is exarch and triarch.

**(iv) Stem:**

Similar to root, the stem of Cycas also resembles internally with a dicotyledonous stem.

**(v) Leaf Traces:**

The leaf traces remain scattered in the cortical region of the stem and constitute the vascular supply to the leaves from the main vascular cylinder. Normally, there are four leaf traces which form the vascular supply to the leaf. Two of these are direct traces, while the remaining two are girdle traces (Fig. 8.23).

The direct traces originate from the vascular cylinder lying in front of the leaf base while the girdle traces develop from the vascular cylinder lying opposite to that of direct traces. They proceed together and curve soon in opposite directions, and by girdling round the vascular cylinder they enter in the leaf base.

In the cortical region the girdle traces also remain connected with other leaf traces. At the time of their entrance in the petiole, the leaf trace bundles subdivide and form many petiole bundles. Such type of unique girdle traces of Cycas, which also occur in Magnoliaceae, show a close relationship of Cycadales of Gymnosperms and Magnoliaceae of dicotyledons.

**(vi) Secondary Growth:**

It is similar to that of dicotyledons. In the beginning, Cycas is monoxyletic, i.e. contains a single ring of vascular bundles. But one or more concentric rings of vascular bundles appear outside the primary ring of bundles in the older stems showing polyxylic condition (Fig. 8.24)

**(vii) Rachis:**

The outline of transverse section is rhomboidal in the basal region of the rachis, biconvex in the middle and roughly cylindrical at the tip region or at the apex of the rachis. Two arms of the bases of leaflets are present on the rachis, one on each side (Fig. 8.25).

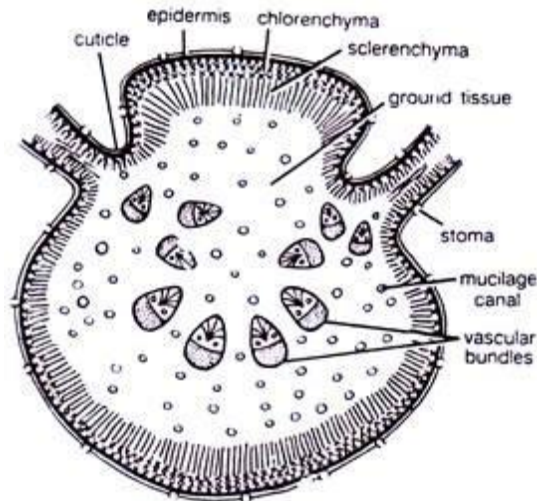


Fig. 8.25. *Cycas*. T.S. rachis (diagrammatic).

**(a) Vascular Bundles At the Base of Rachis:**

Only the centrifugal xylem is well-developed in the vascular bundles (Fig. 8.27A). Its protoxylem faces towards the centre showing endarch condition. Centripetal xylem is not developed.

**(b) Vascular Bundles In the Middle of Rachis:**

Both centripetal as well as centrifugal xylem are present showing diploxylic condition (Fig. 8.27B). Centripetal xylem is present just opposite to the protoxylem of the centrifugal xylem.

**(c) Vascular Bundles At the Apex of Rachis:**

Centripetal xylem is well-developed, triangular and exarch (Fig. 8.27C). Centrifugal xylem is much reduced and present in the form of two patches lying one on each side of the protoxylem elements of centripetal xylem. Centrifugal xylem is totally absent at the extreme tip of the rachis.

**(viii) Leaflet:**

*Cycas* leaflets are large, tough, thick and leathery. In a vertical section the leaflet is differentiated into a swollen midrib portion and two lateral wings (Figs. 8.28, 8.29). In *C. revoluta* and *C. beddomei* the wings are curved downward or revolute at the margins but in *C. circinalis*, *C. rumphii*, *C. pectinata* and *C. siamensis* the margins are flat.

**4. Reproduction in *Cycas*:**

**(i) Vegetative Reproduction:**

The most common method of vegetative propagation in *Cycas* is by bulbils. The bulbils develop from the axil of the scaly leaves. They are more or less oval structures with a broad base narrowing towards the apex. Several scaly leaves are arranged spirally and compactly over a dormant stem in a bulbil (Fig. 8.30).

On detachment from the stem, a bulbil starts germination by producing many roots towards the lower side and a leaf towards the upper side. A bulbil from male plant will develop only into the male plant, while from the female plant will form only the female plant because *Cycas* is a strictly dioecious plant.

## (ii) Sexual Reproduction:

Cycas is strictly dioecious, i.e. male and female sex organs are borne on separate plants. After several years of vegetative growth the plants start to form sex organs. Generally, Cycads of more than 10 years of age produce the sex organs.

The male plants develop male cones or male strobili bearing microsporophyll's, while the female plants produce a loose collection of megasporophylls. The male cone is terminal while the megasporophylls are produced in succession with the leaves at the top of the stem.

### Male Reproductive Structures:

#### 1. Male Cone:

The male cone (Fig. 8.31) or male strobilus is a large, conical or ovoid, compact, solitary and shortly-stalked structure, which is generally terminal in position. It sometimes attains a length of as much as 1.5 metre. In the centre of the cone is present a cone axis (Fig. 8.32).

Several perpendicularly attached microsporophyll's are arranged around the cone axis in closely set spirals. At the base of male cone are present many young leaves. All the microsporophyll's in a male cone are fertile except a few at its basal and apical parts.



Fig. 8.31. Cycas. A single male cone.

## Pinus::

1. Pinus is a large, perennial, evergreen plant.
2. Branches grow spirally and thus the plant gives the appearance of a conical or pyramidal structure.
3. Sporophytic plant body is differentiated into roots, stem and acicular (needle-like) leaves (Fig. 26).

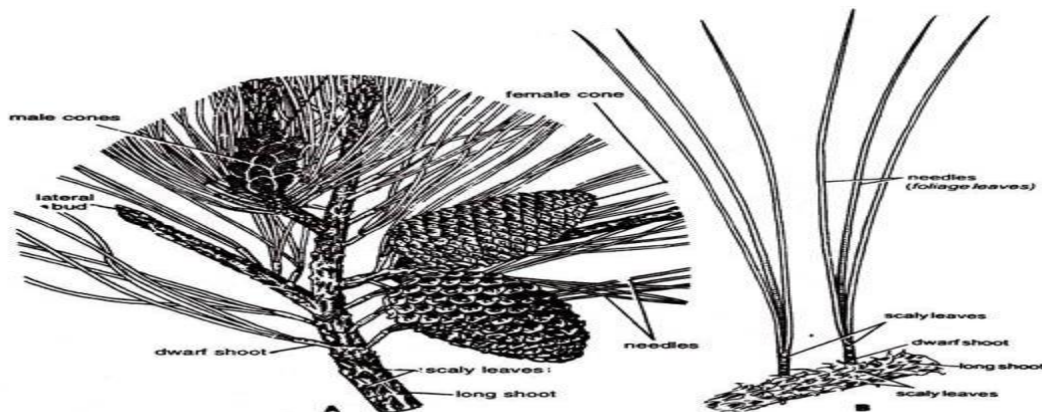


Fig. 26. Pinus gerardiana. A, Branch of a mature plant bearing male and female cones; B, A part of stem showing two types of shoots.

4. A tap root with few root hair is present but it disappears soon. Later on many lateral roots develop, which help in absorption and fixation.
5. The ultimate branches of these roots are covered by a covering of fungal hyphae called ectotrophic mycorrhiza.
6. The stem is cylindrical and erect, and remains covered with bark. Branching is monopodial.
7. Two types of branches are present: long shoots and dwarf shoots. These are also known as branches of unlimited and limited growth, respectively.
8. Long shoots contain apical bud and grow indefinitely. Many scaly leaves are present on the long shoot.
9. Dwarf shoots are devoid of any apical bud and thus are limited in their growth. They arise on the long shoot in the axil of scaly leaves.
10. A dwarf shoot (Fig. 27) has two scaly leaves called prophylls, followed by 5-13 cataphylls arranged in 2/5 phyllotaxy, and 1-5 needles.

#### Anatomy of Different Parts of Pinus:

Cut thin sections of different parts of the plant (Young root, old root, young long shoot, old long shoot, T.L.S. wood, R.L.S. wood, young dwarf shoot, old dwarf shoot and needle), stain them separately in a safranin-fast green combination, mount in glycerine and study. Also compare your preparations with the permanent slides shown to you in the laboratory.

2. Outermost single-layered, thick-walled epidermis is heavily cuticularized and followed by multilayered cortex.
3. A few outer layers of cortex are sclerenchymatous, and some inner layers are parenchymatous.
4. In the inner layers of cortex are present many resin canals.
5. The stele is eustelic or polyfascicular endarch siphonostele.
6. Vascular bundles are conjoint, collateral, open and endarch, and resemble greatly with that of a dicot stem. 5-10 vascular bundles are arranged in a ring.
7. Endodermis and pericycle are indistinguishable.
8. Narrow xylem rays connect the cortex and pith.
9. Endarch xylem consists of only tracheids.
10. Phloem is present on the ventral side and consists of sieve cells, sieve plates, phloem parenchyma and some albuminous cells.
11. Intrafascicular cambium is present in between the xylem and phloem.
12. Many leaf traces are also present.
13. A small parenchymatous pith is present in the centre of stem.

#### **Radial Longitudinal Section (R.L.S.) of Wood:**

In R.L.S., the stem is cut along the radius, and so the pith is also visible.

#### **Following other details are visible:**

1. It is bounded externally by cork, cork cambium, secondary phloem and crushed primary phloem.
2. Bordered pits surrounded by bars of Sanio in tracheids are seen in surface view.
3. Uniseriate medullary rays run horizontally.
4. In the xylem region thick medullary ray cells are surrounded by ray tracheids (Fig. 34).
5. Thin-walled ray parenchyma is also present.
6. Xylem is separated from phloem with the help of cambium.
7. Albuminous cells are present in medullary ray in the phloem region.
8. Phloem consists of sieve tubes, sieve plates and phloem parenchyma.
9. Pith is present.



### Male Cone:

Separate a male cone from the cluster, study its structure, cut its longitudinal section, study the structure of a single microsporophyll, and also prepare a slide of pollen grains and study.

1. The male cones develop in clusters (Fig. 39) in the axil of scaly leaves on long shoot.
2. They replace the dwarf shoots of the long shoot.
3. Each male cone is ovoid in shape and ranges from 1.5 to 2.5 cm. in length (Fig. 40).

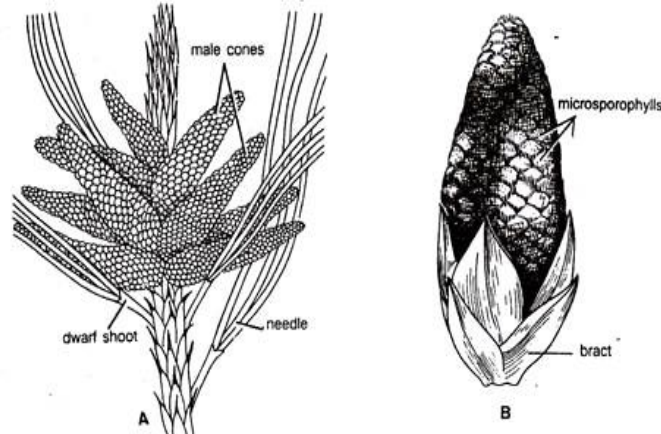


Fig. 40. *Pinus wallichiana*. A, A cluster of male cones; B, A single male cone.

4. A male cone (Fig. 41) consists of a large number of microsporophylls arranged spirally on the cone axis.
5. Each microsporophyll is small, membranous, brown-coloured structure.
6. A microsporophyll (Fig. 41) is comparable with the stamen of the flower of angiosperms because it consists of a stalk (=filament) with a terminal leafy expansion (= anther), the tip of which is projected upwards and called apophysis.
7. Two pouch-like microsporangia (= pollen sacs) are present on the abaxial or undersurface of each microsporophyll. In each microsporangium are present many microspores (= pollen grains).
8. Each microspore or pollen grain is a rounded and yellow-coloured, light, uninucleate structure with two outer coverings, i.e., thick outer exine and thin inner intine (Fig. 42).
9. The exine protrudes out on two sides in the form of two balloon-shaped wings. Wings help in floating and dispersal of pollen grains.
10. Wings help in floating and dispersal of pollen grains.
11. A few microsporophylls of lower side of cone are sterile. Sporangia are also not present on the adaxial surface of each microsporophyll of the male cone.

### Female cone:

Observe the external features and longitudinal section of a young female cone and also study 1st year, 2nd year and 3rd year female cones.

1. Female cone develops either solitary or in groups of 2 to 4.
2. They also develop in the axil of scaly leaves on long shoots (Fig. 43) like male cones.
3. Each female cone is an ovoid, structure when young but becomes elongated or cylindrical at maturity.

### GNETALES

Gnetales comprise three extant genera (*Ephedra*, *Gnetum*, *Welwitschia*) that are morphologically very distinct. The phylogenetic position of the group is uncertain. It was sometimes placed close to the angiosperms, but has recently been associated with the conifers. *Ephedra* and *Gnetum* include trees, shrubs, vines and climbers with proliferate branching and decussate or whorled phyllotaxis. *Welwitschia* is unusual in having a very condensed, unbranched stem and two persistent leaves that grow for the entire life of the plant. The plants are mostly dioecious, rarely monoecious. The ovules and microsporophylls are terminal borne in small compound, unisexual cones. The mature seeds are small to large. The microsporangia are borne in synangia. *Ephedra* is xerophytic and *Welwitschia* extreme xerophytic, while *Gnetum* is tropical genus with a wider ecological range inhabiting moist to rather dry environments. The fossil history of Gnetales is poorly known but Gnetales pollen occurs abundantly in Early Cretaceous sediments. In the Yixian Formation remnants of Gnetales are relatively common and several taxa have been described. Among these are *Eragmsites cbangh* and *Liaoxia chenii* (Fig. 241) that was assigned to the extinct genus *Ephedrites* (Guo and Wu, 2000), and *Chaoyangia liangii* (Fig. 242) assigned to the extinct genus *Gurvanella* (Sun et al., 2001). They are all closely similar to *Ephedra* in their vegetative morphology, but some (e.g., *Gurvanella*) are distinguishable from *Ephedra* in the ovulate structures.

#### Mitochondrial Genome Evolution

Linda Bonen, in *Advances in Botanical Research*, 2012

##### 3.3.2 Plant-to-plant horizontal transfer of introns

There is an interesting case in the gymnosperm, *Gnetum gnemonoides*, where an extra copy of *nad1* intron 2 and flanking exons is present in its mitochondrial genome and it appears to be of a flowering plant (asterid) origin (Won & Renner, 2003). Similarly, in *Hedychium coronarium*, a ginger family monocot, the fourth intron of *nad1* (containing *matr*) is present in two copies, one trans-splicing (native) and the other cis-splicing (Hao, Richardson, Zheng, & Palmer, 2010). The latter appears to be of eudicot origin, thus reflecting of eudicot-to-monocot gene transfer. Moreover, comparisons of their *matR* sequences led to the conclusion that the foreign copy is chimeric, having undergone subsequent gene conversion events. This illustrates the complex evolutionary history that mobile introns may have, especially in highly recombinogenic genomes. Are Vessels in Seed Plants Evolutionary Innovations to Similar Ecological Contexts?

Taylor S. Feild, in *Vascular Transport in Plants*, 2005

#### Extant Gnetalian Biology

Gnetales are comprised of three major lineages, with *Ephedra* at the base followed by a clade of consisting of *Welwitschia* and *Gnetum* (Bowe et al., 2000; Chaw et al., 2000; Magallon and Sanderson, 2002). Although molecular phylogenies draw Gnetales as a coherent group, the three gnetalian lineages are wildly divergent in ecology and morphology (Gifford and Foster, 1989; Price, 1996).

*Ephedra* contains approximately 35 species of sun-loving and arid-adapted prostrate and profusely branched shrubs as well as a few species occur as scandent (vinelike) shrubs (Price, 1996; Lev-Yedan, 1999). *Ephedra* occurs in temperate dry and desert regions of Asia, Europe, northern Africa, western North America, and South America. Photosynthetic stems are the primary sites of carbon gain in many *Ephedra* species, but small scalelike leaves occur in a few species (Price, 1996).

*Welwitschia*, consisting of a single species, is also desert-dwelling, confined to dry, coastal deserts (0 to 100 mm yr<sup>-1</sup> rainfall) in Angola and Namibia (Henschel and Seely,

2000). *Welwitschia*'s growth habit is, with no exaggeration, unparalleled among all living plants. It occurs as a short, woody, unbranched stem and a massive woody concave crown bearing two huge strap-shaped leaves that function as the permanent photosynthetic organs and last potentially for several centuries (Gifford and Foster, 1989).

*Gnetum* (35 species) inhabits a variety of humid, tropical lowland, riparian, and swamp rainforests (> 1000 m above sea level) of South East Asia, Papua New Guinea, Fiji, the Americas (i.e., South America and as far north as Costa Rica), and Africa (Croat, 1970; Markgraf, 1951, 1965, 1972). *Gnetum* bears remarkably angiosperm-like leaves, consisting of a broad, entire-margined lamina with pinnate-reticulate venation and multiple vein orders (Arber and Parkin, 1908; Markgraf, 1951; Rodin, 1966). The majority of *Gnetum* species are large woody climbers, producing xylem from multiple cambia (Carlquist, 1996). Some *Gnetum* vines ascend high into the canopies of dense riparian vegetation and lowland forest trees; other species occur as low scramblers in open, fire-burnt pastures and disturbed forest edges (Markgraf, 1951, 1965, 1972; T. S. Feild, unpublished field observations, 2002). Two *Gnetum* taxa (i.e., *G. gnemon*, widespread in the Indo-Pacific; *G. costatum*, from eastern Papua New Guinea and the Solomon Islands), that form sun-exposed medium-sized subcanopy trees in lowland rainforest and riverine gallery forests (typically 7 to 15 m, as high as 20 m) (Markgraf, 1951) possess some peculiar liana-like features. In addition to the occasional production of scandent branches, older trees (stems > 15 cm diameter at breast height) of *G. gnemon* develop additional anomalous cambia in the bark that are akin to multiple cambia of lianoid *Gnetum* species (Carlquist, 1996; T. S. Feild and L. Balun, unpublished data, 2002). Interestingly, molecular phylogenetic analyses indicate that tree-forming *Gnetum* species are well nested among *Gnetum* climbers, suggesting that arborescence is secondarily derived (Won and Renner, 2003).

Evolution and Diversity of Woody and Seed Plants

Michael G. Simpson, in *Plant Systematics* (Third Edition), 2019

#### GNETALES—GNETOPHYTES

The Gnetales or gnetophytes, also referred to as the Gnetopsida or Gnetophyta, are an interesting group containing three extant families: Ephedraceae (consisting solely of *Ephedra*, with ca. 40 species), Gnetaceae (consisting solely of *Gnetum* [including *Vinkarella*], with ca. 30 species), and the *Welwitschiaceae* (monospecific, consisting of *Welwitschia mirabilis*). The Gnetales has often been thought to be the sister group to the angiosperms, the two groups united by some obscure features, possibly including whorled, somewhat “perianth-like” microsporophylls in structures that may resemble flowers (see Chapter 6). However, as reviewed earlier, recent molecular studies have placed the Gnetales within the conifers, sister either to the Pinopsida or to the Cupressopsida (Figure 5.1).

The Gnetales are united by (among other things) the occurrence of (1) striate pollen (Figure 5.26A); and (2) vessels with porose (porelike) perforation plates (Figure 5.26B), as opposed to scalariform (barlike) perforation plates in basal angiosperms (see Chapter 6). The vessels of Gnetales were derived independently from those of angiosperms. The reproductive structures in various Gnetales show some parallels to the flowers of angiosperms.

Species of *Gnetum* of the Gnetaceae are tropical vines (rarely trees or shrubs) with opposite (decussate), simple leaves (Figure 5.27A), looking like an angiosperm but, of course, lacking true flowers. *Welwitschia mirabilis* of the *Welwitschiaceae* is a strange plant native to deserts of Namibia in southwestern Africa. An underground caudex bears only two leaves (Figure 5.27B), these becoming quite long and lacerated in old individuals. Male and seed cones are born on axes

arising from the apex of the caudex (Figure 5.27C–G). Ephedra of the Ephedraceae is a rather common desert shrub (Figure 5.28) and can be recognized by the photosynthetic, striate stems and the very reduced scale-like leaves, only two or three per node. Pollen or seed cones may be found in the axils of the leaves (Figure 5.24; see family description). See Kubitzki (1990a,b,c,d) for information on the Gnetales.

Recently, the occurrence of a type of **double fertilization** was verified in species of the Gnetales. Double fertilization in Ephedra entails the fusion of each of two sperm cells from a male gametophyte with nuclei in the archegonium of the female gametophyte. One sperm fuses with the egg nucleus and the other fuses with the ventral canal nucleus. In fact, the fusion product of sperm and ventral canal cell may even divide a few times mitotically, resembling angiospermous endosperm (Chapter 6), but this does not persist. Thus, double fertilization, which has long been viewed as a defining characteristic of the angiosperms alone, was recently interpreted as a possible apomorphy of the Gnetales and angiosperms together (formerly called the “Anthophytes”). This notion is rejected with the current acceptance of seed plant relationships as seen in Figure 5.1, in which the Gnetales are nested within the conifers. Thus, double fertilization in the Gnetales and angiosperms presumably evolved independently.

**Ephedraceae**—Mormon Tea family (type Ephedra, after Greek name for Hippuris, which resembles Ephedra). 1 genus/35–45 species (Figure 5.28).

The Ephedraceae consist of xeromorphic, usu. dioecious, shrubs, vines, or small trees. The **stems** underground are often rhizomatous; young aerial stems are narrow, striate, and photosynthetic. The **leaves** are reduced, being sessile, simple, opposite or in whorls of 3 [4], deltoid to subulate (usu. scale-like, becoming non-photosynthetic). The **pollen cones** are axillary on aerial shoots, each consisting of an axis bearing several pairs of decussate bracts (lowermost bracts usu. sterile); most upper bracts subtend a stalk-like microsporangiophore (also termed a microsporophyll) bearing 2–8 apical synangia. Each synangium contains 2 [4] poricidally dehiscent microsporangia; within the bract of the cone, the microsporangiophores are basally enclosed by two, connate bracteoles (sometimes termed a “perianth”). **Pollen** is striate, not saccate; the exine is shed after pollination (so male gametophytes are “naked”). The **seed cones** are axillary on aerial shoots, each consisting of an axis with 2–8 pairs of bracts (the lowermost bracts sterile, sometimes fleshy). The cones bear 1–3 ovules, one in the axil of each of the upper bracts. Each ovule is enveloped by two tissue layers: an outer layer (sometimes termed an “outer envelope”), usually interpreted as a pair of connate bracteoles, and an inner layer, the integument, which forms an apical “micropylar tube” that protrudes from the outer layer and receives the pollen. The mature **seeds** are gen. 1 or 2 per cone, either dry and winged or fleshy and colored; the **embryo** has 2 cotyledons. Plants are wind pollinated, although some are insect visited, obtaining a nectar-like secretion from the micropyle. Calcium oxalate crystals occur in intercellular spaces of the wood.

Members of the Ephedraceae are distributed in s.w. North America, w. South America, n. Africa, and Eurasia. Economic importance includes a traditional use as a tea (Mormon tea) in s.w. North America. The seeds of some species are edible. Some species are used medicinally for various ailments; “ma huang” (from *E. sinica*) has been used in China for many centuries. The alkaloid ephedrine has (among others) appetite suppression, anti-asthma, and stimulant properties and has been used in weight loss products (but now largely banned because of harmful side effects). Some

species are used as cultivated ornamentals. See Kubitzki (1990a), Price (1996), and Rydin et al. (2004) for information on the morphology and phylogeny of the group.

The Ephedraceae are distinguished in being mostly **dioecious shrubs, vines, or small trees** with **narrow, striate, photosynthetic** aerial stems, the leaves **scale-like, opposite or whorled**, the pollen cones with decussate bracts subtending **microsporangiohores**, each bearing apical **synangia** and subtended by an **outer bract and two, inner connate bracteoles**, the seed cones bearing 1–3 ovules, each ovule subtended by a bract and enclosed by an **outer layer (“envelope”) of connate bracteoles** and an **inner integument**, the latter forming a protruding **pollination tube**, the seeds winged or fleshy.

w of angiosperm radiation in the Cretaceous, Wing and Boucher (1998) concluded that diversification of angiosperm families was much faster in the second than in the first part of the Cretaceous. In fact, fossils of many extant families have now been found in Cretaceous-aged

# UNIT-I



பிரையோபைட்டுகள்

பிரையோபைட்டுகள் சிறிய, வாஸ்குலர் அல்லாத நில தாவரங்கள், அவை இனப்பெருக்கம் செய்ய நீர் தேவைப்படுகின்றன. Plants நில தாவரங்கள் இரண்டு வகைகளாகின்றன நீர் மற்றும் : பிற பொருட்களை கொண்டு செல்ல சிறப்பு திசுக்களைக் கொண்டவை, அவை வாஸ்குலர் தாவரங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன; மற்றும் வாஸ்குலர் அல்லாத தாவரங்கள் எனப்படும் சிறப்பு திசுக்கள் இல்லாதவை.

பிரையோபைட்டுகள் வாஸ்குலர் அல்லாதவை, எனவே அவை வேர்கள், தண்டுகள் அல்லது இலைகளை உருவாக்க சரியான வகை திசுக்களைக் கொண்டிருக்கவில்லை.

பிரையோபிட்டா என்ற சொல் பாசிகள் என்று பொருள்படும் 'பிரையன்' மற்றும் தாவரங்களை குறிக்கும் 'பைட்டன்' என்ற வார்த்தையிலிருந்து உருவானது.

பிரையோபைட்டாவில் பாசி, ஹார்ன்வார்ட்ஸ் மற்றும் லிவர்வார்ட்ஸ் போன்ற கருக்கள் உள்ளன.இவை நிழல் மற்றும் ஈரமான பகுதிகளில் வளரும் சிறிய தாவரங்கள்.அவை பூக்கள் மற்றும் விதைகளை உற்பத்தி செய்யாது, அதற்கு பதிலாக, வித்திகளின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன.பிரையோபைட்டுகளின் ஆய்வு பிரையாலஜி என்று அழைக்கப்படுகிறது .

பிரையோபைட்டுகள் தாவரங்களின் நீர்வீழ்ச்சிகள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.பிரையோபைட்டுகள் தாவர இராச்சியத்தின் நீர்வீழ்ச்சிகள் என்று " அழைக்கப்படுகின்றன, ஏனெனில் அவை நிலப்பரப்பு தாவரங்கள், ஆனால் பாலியல் இனப்பெருக்கம் நேரத்தில் அவற்றின் வாழ்க்கைச் சுழற்சியை முடிக்க நீர் தேவைப்படுகிறது.பிரையோபைட்டுகளின் பொதுவான பண்புகள்:ஈரமான மற்றும் நிழலாடிய பகுதிகளில் தாவரங்கள் ஏற்படுகின்றன

தாவர உடல் தாலஸ் போன்றது, அதாவது புரோஸ்டிரேட் அல்லது நிமிர்ந்தது • இது ரைசாய்டுகளால் அடி மூலக்கூறுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது, அவை யூனிசெல்லுலர் அல்லது பல்லுயிர் • அவை உண்மையான தாவர அமைப்பைக் கொண்டிருக்கவில்லை மற்றும் வேர் போன்ற, தண்டு போன்ற மற்றும் இலை போன்ற அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன • தாவரங்களுக்கு வாஸ்குலர் அமைப்பு இல்லை சைலேம்), புளோம்(

பிரையோபைட்டுகள் பாலியல் உறுப்புகளுடன் சுயாதீனமான கேமோட்டோபைட்டுக்கு இடையில் தலைமுறையின் மாற்றத்தைக் காட்டுகின்றன, இது விந்து மற்றும் முட்டைகளை உருவாக்குகிறது மற்றும் வித்திகளைக் கொண்டிருக்கும் சார்பு ஸ்போரோஃபைட்டிரதான தாவர உடல் கேம்ஃபோஃபைட் ஆகும், இது ஹாப்ளாய்டு ஆகும்

தல்லாய்ட் கேமோட்டோபைட் ரைசாய்டுகள், அச்சு மற்றும் இலைகளாக வேறுபடுகிறது.கேமோட்டோபைட் பலசெல்லுலர் பாலியல் உறுப்புகள் மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.ஆன்டெரிடியம் ஆன்டிரோசாய்டுகளை உருவாக்குகிறது, அவை இருமடங்காக உள்ளன.ஒரு ஆர்க்கிகோனியத்தின் வடிவம் ஒரு குடுவை போன்றது மற்றும் ஒரு முட்டையை உருவாக்குகிறது

ஆன்டெரோசாய்டுகள் முட்டையுடன் உருகி ஒரு ஜைகோட்டை உருவாக்குகின்றன.ஜிகோட் ஒரு பல்லுயிர் ஸ்போரோஃபைட்டாக உருவாகிறது.ஸ்போரோஃபைட் அரை ஒட்டுண்ணி மற்றும் அதன் ஊட்டச்சத்துக்காக கேமோட்டோபைட்டை சார்ந்துள்ளது.ஸ்போரோஃபைட்டின் செல்கள் ஒடுக்கற்பிரிவுக்கு உட்பட்டு ஹெப்ளோயிட் கேமட்களை உருவாக்குகின்றன, அவை கேமோட்டோபைட்டை உருவாக்குகின்றன • சிறார் கேமோட்டோபைட் புரோட்டோனெமா என அழைக்கப்படுகிறது Sp ஸ்போரோஃபைட் கால் செட்டா மற்றும் காப்ஸ்யூல் என வேறுபடுத்தப்படுகிறது.

பிரையோபைட்டுகளின் வகைப்பாடு:

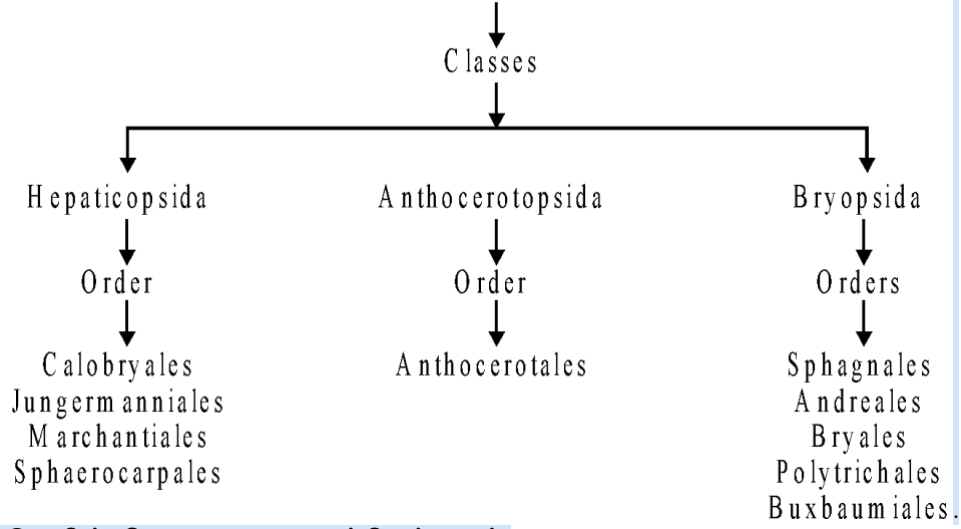
பிரையோபைட்டுகளின் வகைப்பாடு:ஐசிபிஎன் இன்டர்நேஷனல் கோட் ஆஃப் இன் சமீபத்திய பரிந்துரைகளின்படி (பொட்டானிக்கல் பெயரிடல், பிரையோபைட்டுகள் மூன்று வகுப்புகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

1. ஹெபடிகே தாலஸ் இலை போன்றது மற்றும்) (லிவர்வார்ட்ஸ் = ஹெபடிகேப்ஸிடா (மடல்

2. அந்தோசெரோட்டா ஸ்போரோஃபைட்) (ஹார்ன்வார்ட்ஸ் = அந்தோசெர்டோப்சிடா (உருளை மற்றும் கொம்பு போன்றது

3. மஸ்கி தாவரங்கள் ம) (மோஸஸ் = பிரையோப்சிடா)ிகவும் அடர்த்தியாக வளர்ந்து, வளர்ச்சி போன்ற குவியலை உருவாக்குகின்றன

## BRYOPHYTA



பிரையோபைட்டுகளின் பொருளாதார முக்கியத்துவம்:

1. மண் அரிப்பிலிருந்து பாதுகாப்பு: பிரையோபைட்டுகள், குறிப்பாக பாசிகள், மண்ணின் மீது அடர்த்தியான பாய்களை உருவாக்கி, தண்ணீரை ஓடுவதன் மூலம் மண் அரிப்பைத் தடுக்கின்றன.

2. மண் உருவாக்கம்: பாறைகள் நிறைந்த பகுதிகளில் தாவரங்களின் அடுத்தடுத்து பாசிகள் ஒரு முக்கியமான இணைப்பாகும். லைகன்களால் உருவாக்கப்பட்ட பாறை பிளவுகளில் மண்ணை பிணைப்பதில் அவை பங்கேற்கின்றன. ஸ்பாக்னமின் வளர்ச்சி இறுதியில் குளங்களையும் ஏரிகளையும் மண்ணால் நிரப்புகிறது.

3. நீர் வைத்திருத்தல்: ஸ்பாக்னம் அதன் எடையை விட 18-26 மடங்கு அதிகமான தண்ணீரைத் தக்க வைத்துக் கொள்ளலாம் எனவே, தோட்டக்காரர்கள் போக்குவரத்தின் போது நாற்று வறட்சியைப் பாதுகாக்கப் பயன்படுத்துகின்றனர் மற்றும் நர்சரி படுக்கைகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறார்கள்.

4. கரி: இது ஸ்பாக்னமின் இருண்ட பஞ்சுபோன்ற புதைபடிவ விஷயம் கரி உலர்த்தப்பட்டு எரிபொருளாக பயன்படுத்த கேக்குகளாக வெட்டப்படுகிறது. கரி நல்ல உரமாக ரசாயனங்களை அளிக்கிறது.

5. உணவாக: பாறைகள் மற்றும் பனி மூடிய பகுதிகளில் பாசிகள் விலங்கு உணவின் நல்ல மூலமாகும்.

6. மருத்துவ பயன்கள்: பாலிட்ரிச்சம் கம்யூனின் காபி தண்ணீர் சிறுநீரகம் மற்றும் பித்தப்பை கற்களை அகற்ற பயன்படுகிறது. கண் நோய்களுக்கு சிகிச்சையளிக்க ஸ்பாக்னத்தை நுரையீரல் தண்ணீரில் கொதிக்க வைத்து காபி தண்ணீர் தயாரிக்கப்படுகிறது. காசநோயை குணப்படுத்த மார்ச்சான்டியா பாலிமார்பா பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது.

7. பிற பயன்கள்: உடையக்கூடிய பொருட்கள், கண்ணாடி பொருட்கள் போன்றவற்றிற்கான பொதி பொருளாக பிரையோபைட்ஸ் வில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. சில பிரையோபைட்டுகள் காட்டி தாவரங்களாக செயல்படுகின்றன. உதாரணமாக, டோர்டெல் டார்டுசா சுண்ணாம்பு நிறைந்த மண்ணில் நன்றாக வளரும்.

## ரிச்சியா

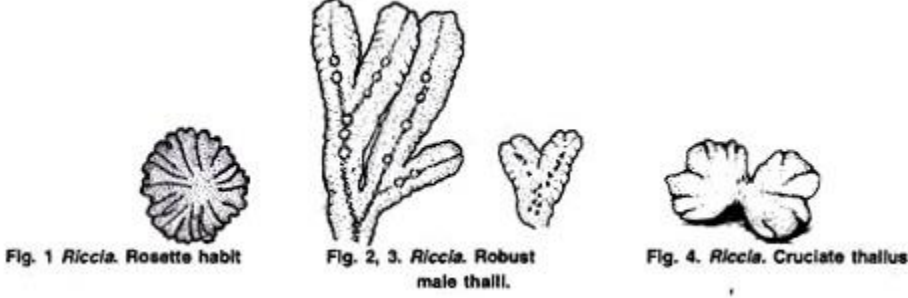
ரிச்சியாவின் விநியோகம் மற்றும் வாழ்விடம்:

ரிச்சியாசி குடும்பத்தின் மிகவும் பரவலாக விநியோகிக்கப்பட்ட இனமான ரிச்சியா சுமார் 200 இனங்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது (ரீமர், 1954). புளோரண்டைன் அரசியல்வாதியான பி.எ.ஃப். ரிச்சியின் நினைவாக ரிச்சியா என்ற பெயர் வழங்கப்பட்டது. உலகின் வெப்பமண்டல மற்றும் மிதமான மண்டலங்களில் பரவலாக விநியோகிக்கப்படும் இந்த இனமானது இந்தியாவில் சுமார் 33 இனங்கள் (பூரி, 1973) மூலம் குறிப்பிடப்படுகிறது.

இருப்பினும், ஸ்ரீவாஸ்தவா (1964) இந்தியாவின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்து 29 இனங்கள் பதிவு செய்துள்ளார். அனைத்து உயிரினங்களும் நிலப்பரப்பு மற்றும் ரிச்சியா ஃப்ளூட்டான்களைத் தவிர ஈரமான மற்றும் நிழலான இடங்களில் வளர விரும்புகின்றன, இது ஒரு நீர்வாழ் உயிரினம் மற்றும் இன்னும் தேங்கி நிற்கும் நீரில் மிதக்கிறது அல்லது நிற்கும் நீரின் மேற்பரப்பிற்கு கீழே மூழ்கிவிடும்.

பொதுவான நிலப்பரப்பு இந்திய இனங்கள் சில:

ஆர். கங்கேட்டிகா, ஆர். டிஸ்கலர், (ஆர். ஹிமாலயென்சிஸ்), ஆர். கிள la கா, ஆர். படிக, ஆர். ஃப்ரோஸ்டி, ஆர். ஹிரசுட்டா மற்றும் ஆர். மெலனோஸ்போரா. ரிச்சியா கன்ஜெடிகா, ஆர். காஷ்யபி மற்றும் ஆர். பாண்டே ஆகியவை உள்ளூர் இனங்கள், அதாவது, இந்திய எல்லைக்குள் மட்டுமே.



முதுகெலும்பு மேற்பரப்பு:

முதுகெலும்பு மேற்பரப்பு வெளிர் பச்சை அல்லது அடர் பச்சை உடல், ஒவ்வொரு கிளையிலும் அடர்த்தியான நடுப்பகுதி உள்ளது. இது ஒரு வெளிப்படையான சராசரி நீளமான பள்ளம் மூலம் பயணிக்கிறது, இது ஒரு மந்தநிலையில் முடிவடைகிறது.

வளரும் புள்ளி நுனி உச்சியில் அமைந்துள்ளது. கருத்தரிப்பதற்குத் தேவையான நீரைத் தக்கவைத்துக்கொள்வதே நடுப்பகுதியில் உள்ள பள்ளத்தின் முக்கிய செயல்பாடு. ரிச்சியா மெலனோஸ்போராவிலும் சில ஹேரி எபிடெர்மல் வளர்ச்சிகள் அரிதாகவே காணப்படுகின்றன (படம் 5).

பல் மேற்பரப்பு:

தாலஸின் வென்ட்ரல் மேற்பரப்பு பல செதில்கள் மற்றும் ரைசாய்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. செதில்கள் வயலட் நிறம், பலசெல்லுலர் மற்றும் ஒரு செல் தடிமனான கட்டமைப்புகள் (படம் 6). கலத்தின் நிறத்தில் நிறமி கரைவதால் அளவின் நிறம் ஏற்படுகிறது. செதில்கள் ஒரு வரிசையில் விளிம்புடன் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். நுணுக்கமான பிராந்தியத்தில் அவை முன்னோக்கி மற்றும்

ஹைக்ரோபிலஸ் இனங்களில் (அவற்றின் வளர்ச்சிக்கு அதிக ஈரப்பதம் தேவைப்படும் இனங்கள்) செதில்கள் காலமற்றவை (அதாவது, குறுகிய காலம்) ஆனால் ஜீரோபிலஸ் இனங்களில் செதில்கள் இலை மற்றும் தொடர்ந்து இருக்கும். ரிச்சியா படிகத்தில் செதில்கள் தெளிவற்றவை மற்றும் இல்லாதவை. ரைசாய்டுகள் ஒற்றை மற்றும் கிளைத்தவை. அவை கீழ் மேல்தோல் உயிரணுக்களின் நீட்சியாக உருவாகின்றன.

அவை இரண்டு வகைகளாகும்:

- (i) மென்மையான சுவர் கொண்ட ரைசாய்டுகள் (ii) காசநோய் ரைசாய்டுகள்.

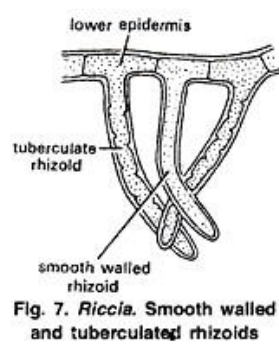


Fig. 7. *Riccia*. Smooth walled and tuberculate rhizoids

கேமடோபைட்டின் உடற்கூறியல்:

தாலஸின் செங்குத்து குறுக்குவெட்டு இரண்டு தனித்துவமான மண்டலங்களைக் காட்டுகிறது, அதாவது, மேல் ஒளிச்சேர்க்கை மண்டலம் மற்றும் குறைந்த சேமிப்பு மண்டலம் (படம் 10 ஏ, பி).

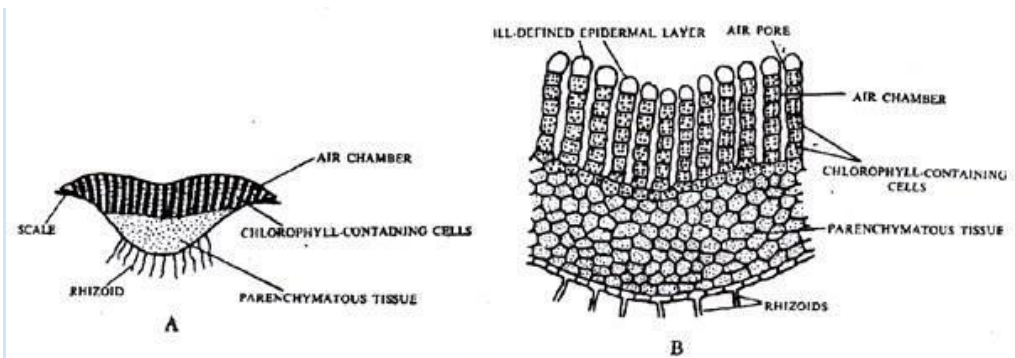


Fig. 10. (A, B) *Riccia*. (A) Transverse section of thallus (diagrammatic); (B) A part cellular.

மேல் ஒளிச்சேர்க்கை மண்டலம்:

இது பச்சை நிறமானது, தாலஸின் மேல் பகுதியில் உள்ளது. இது கிளைக்காத ஒளிச்சேர்க்கை இழைகளின் ஓரளவு செங்குத்து வரிசைகளால் ஆனது. ஒளிச்சேர்க்கை இழைகளின் அனைத்து உயிரணுக்களும் ஐசோடைமெட்ரிக் மற்றும் பல டிஸ்காய்டு குளோரோபிளாஸ்ட்களைக் கொண்டுள்ளன. ஒளிச்சேர்க்கை இழைகளின் முனைய செல்கள் பெரியவை, ஹைலின் மற்றும் தளர்வான, தவறான வரையறுக்கப்பட்ட மற்றும் இடைவிடாத ஒரு செல் தடிமனான மேல்தோல் ஆகும்.

ஒளிச்சேர்க்கை இழைகள் காற்று அறைகள் எனப்படும் குறுகிய நீளமான செங்குத்து கால்வாய்களால் ஒருவருக்கொருவர் பிரிக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு காற்று அறையும் நான்கு எபிடெர்மல் செல்கள் (எ.கா., ரிச்சியா கிள 1a கா, (படம் 11) அல்லது எட்டு எபிடெர்மல் செல்கள். குறைந்த சேமிப்பு மண்டலம்:

இந்த மண்டலம் தாலஸின் வென்ட்ரல் திசுவைக் குறிக்கிறது மற்றும் ஒளிச்சேர்க்கை மண்டலத்திற்கு கீழே உள்ளது. இது சுருக்கமாக ஒழுங்கமைக்கப்பட்ட பாரன்கிமாட்டஸ் செல்களைக் கொண்டுள்ளது. இந்த செல்கள் குளோரோபில் இல்லாதவை மற்றும் ஸ்டார்ச் இருப்பு உணவுப் பொருட்களாக உள்ளன. இந்த மண்டலத்தின் கீழ் செல் அடுக்கு கீழ் மேல்தோல் உருவாகிறது. கீழ் மேல்தோலின் சில செல்கள் செதில்கள் மற்றும் இரண்டு வகையான ரைசாய்டுகளையும் உருவாக்குகின்றன.

ரிச்சியாவில் இனப்பெருக்கம்:

ரிச்சியா தாவர மற்றும் பாலியல் முறைகளால் இனப்பெருக்கம் செய்கிறார்.

ரிச்சியாவில் தாவர இனப்பெருக்கம்:

ரிச்சியாவில் தாவர இனப்பெருக்கம் மிகவும் பொதுவானது மற்றும் பின்வரும் முறைகளால் நடைபெறுகிறது:

1. தாலஸின் பழைய பகுதியின் இறப்பு மற்றும் சிதைவு:



ரிச்சியாவில் உள்ள தாலஸ் இருவகைகளாக கிளைத்திருக்கிறது மற்றும் வளர்ந்து வரும் புள்ளி அதன் நுனிப்பகுதியில் அமைந்துள்ளது. வயதான அல்லது வறட்சி காரணமாக தாலஸின் அடிப்பகுதி அல்லது பின்புற பகுதி அழுகுவோ அல்லது சிதறவோ தொடங்குகிறது.

இந்த சிதைவு அல்லது சிதைவு செயல்முறை இருவேறுபட்ட இடத்தை அடையும் போது, தாலஸின் மடல்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட லோப்கள் சுயாதீனமான தாவரங்களாக உருவாகின்றன. ரிச்சியாவில் தாவர இனப்பெருக்கம் செய்வதற்கான பொதுவான முறை இது.

2. சாகச கிளைகளால்:

ரிச்சியா ஃப்ளூட்டன்ஸ் போன்ற உயிரினங்களில் தாலஸின் வெண்ட்ரல் மேற்பரப்பில் இருந்து சாகசக் கிளைகள் உருவாகின்றன. தடுத்து வைக்கப்பட்டவுடன், இந்த கிளைகள் புதிய தாலியாக உருவாகின்றன (படம் 13).

3. தொடர்ச்சியான வேண்டுகோள்களால்:

நீடித்த வறண்ட கோடை காரணமாக அல்லது வளரும் பருவத்தின் முடிவில் சில உயிரினங்களில் (எ.கா., ரிச்சியா டிஸ்கொலர்) முழு தாலஸும் காய்ந்து வளர்ந்து வரும் புள்ளியைத் தவிர அழிக்கப்படுகிறது. பின்னர், அது மண்ணில் ஆழமாக வளர்ந்து தடிமனாகிறது. சாதகமான சூழ்நிலையில் இது ஒரு புதிய தாலஸாக உருவாகிறது. இது பெருக்கத்தை விட வற்றாத ஒரு முறை.

4. கிழங்குகளால்:

வளரும் பருவத்தின் முடிவில், தாலஸ் லோப்களின் குரல்கள் தடிமனாகி, வற்றாத கிழங்குகளை உருவாக்குகின்றன. இவை சாதகமற்ற நிலைமைகளை கடக்கும் திறன் கொண்டவை. சாதகமான நிலைமைகளை மீண்டும் தொடங்கும்போது கிழங்குகளும் புதிய தாலியை உருவாக்குகின்றன. ரிச்சியா டிஸ்கொலர், ஆர். பில்லார்டரி, ஆர். பெரென்ரிஸ் மற்றும் ஆர். வெசிகேட்டாவில் கிழங்குகள் பொதுவானவை (படம் 14).

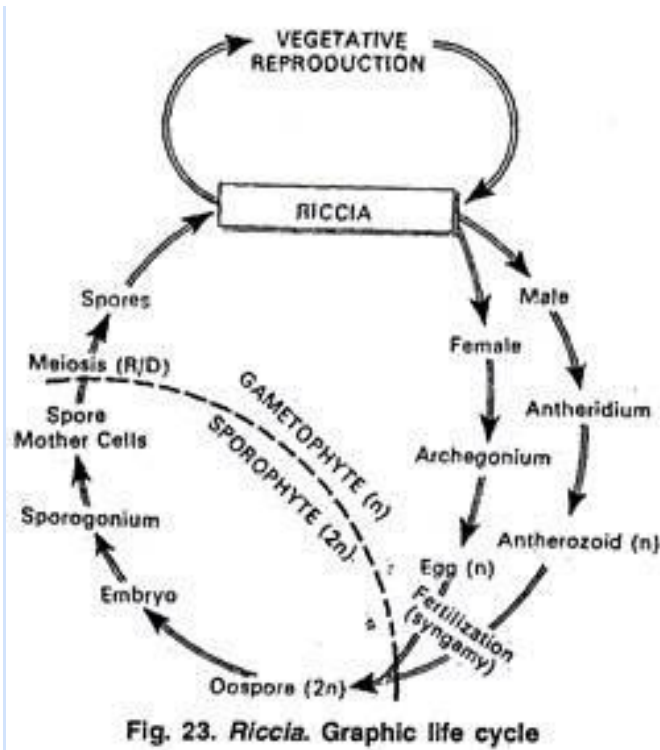
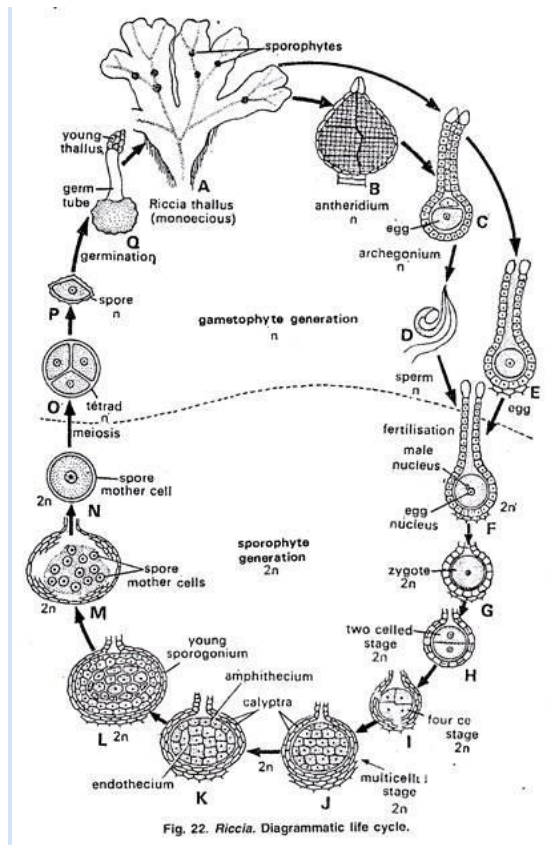
5. ரைசாய்டுகளால்:

இளம் ரைசாய்டுகளின் நுனிப்பகுதி சில இனங்களில் (எ.கா., ரிச்சியா கிள la கா) உயிரணுக்களின் நிறை போன்ற ஒரு ஜெம்மாவை உருவாக்க பிரித்து மீண்டும் பிரிக்கிறது. இந்த செல்கள் குளோரோபிளாஸ்ட்டைக் கொண்டிருக்கின்றன, மேலும் அவை புதிய தாலஸாக வளரக்கூடியவை.

ரிச்சியாவில் பாலியல் இனப்பெருக்கம்:

ரிச்சியாவில் பாலியல் இனப்பெருக்கம் என்பது ஓகாமஸ் ஆகும். ஆண் இனப்பெருக்க உடல்கள் ஆந்தெரிடியா என்றும் பெண் ஆர்க்கெகோனியா என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

ஆர். கிரிஸ்டாலினா, ஆர். கன்ஜெடிகா, ஆர். பில்லார்டரி மற்றும் ஆர். கிளால் போன்ற சில இனங்கள் மோனோசியஸ் அல்லது ஹோமோடாலிக் (அதாவது, அன்ஹெரிடியா மற்றும் ஆர்க்கிகோனியா இரண்டும் ஒரே தாலஸில் உருவாகின்றன) அதே நேரத்தில் ஆர். கர்டிசி, ஆர். பெர்சோனி, ஆர். பிஸ்கோ.பி, ஆர். ஃப்ரோஸ்டி, ஆர். டிஸ்கொலர் ஆகியவை டையோசியஸ் அல்லது ஹீட்டோரோடாலிக் (அதாவது, வெவ்வேறு தாலியில் ஆன்டெரிடியா மற்றும் ஆர்க்கிகோனியல் வளர்ச்சி). ஆன்டெரிடியா மற்றும் ஆர்க்கிகோனியா ஆகியவை ஆன்டெரிடியல் மற்றும் ஆர்க்கிகோனியல் அறைகளில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன மற்றும் தாலஸின் முதுகெலும்பு மேற்பரப்பில் உருவாகின்றன (படம் 2, 3). அக்ரோபெட்டல் அடுத்தடுத்து பாலியல் உறுப்புகள் உருவாகின்றன (அதாவது, முதிர்ச்சியடைந்த பாலியல் உறுப்புகள் பின்புற முடிவில் உள்ளன, சிறுவர்கள் தாலஸின் உச்சியை நோக்கி).





## அன்டோசெரோஸ்

அந்தோசெரோஸின் விநியோகம் மற்றும் வாழ்விடம்:

அந்தோசெரோஸ் சுமார் 200 இனங்களால் குறிக்கப்படுகிறது. அனைத்து உயிரினங்களும் நிலப்பரப்பு மற்றும் விநியோகத்தில் காஸ்மோபாலிட்டன். சரிவுகள், பாறைகள் அல்லது பள்ளங்களின் பக்கங்கள் போன்ற மிகவும் ஈரமான மற்றும் நிழலான இடங்களில் இனங்கள் வளர்கின்றன. சில இனங்கள் அழுகும் மரத்தில் வளர்ந்து காணப்படுகின்றன (கேவர்ஸ், 1911). மற்ற பிரையோபைட்டுகளைப் போலல்லாமல், வறண்ட நிலைமைகளை எதிர்ப்பதற்கு அந்தோசெரோஸ் பொதுவாக நன்கு பொருந்தாது.

இந்தியாவில் அந்தோசெரோஸ் சுமார் 25 இனங்களால் குறிப்பிடப்படுகிறது. இந்த மூன்று இனங்களில் அந்தோசெரோஸ், ஏ. ஹிமாலயென்சிஸ், ஏ. எரெக்டஸ் மற்றும் ஏ. சாம்பென்சிஸ் ஆகியவை பொதுவாக மேற்கு இமயமலைப் பகுதியில் 5000-8000 அடி உயரத்தில் வளர்ந்து வருகின்றன (காஷ்யப், 1915). இந்த இனங்கள் முசோரி, குலு, மணாலி, குமாவோன், சம்பா பள்ளத்தாக்கு, பஞ்சாப், மெட்ராஸ் மற்றும் தென்னிந்தியாவின் சமவெளிகளிலும் வளர்ந்து காணப்படுகின்றன.

மெஹ்ரா மற்றும் ஹேண்டூ (1953) சிம்லா, நைனிடால் மற்றும் டல்ஹௌசியைச் சேர்ந்த ஏ. ஹிமாலயென்சிஸ் மற்றும் ஏ. அந்தோசெரோஸின் வேறு சில இனங்கள் மற்றும் அவை நிகழும் இடங்கள் - A. டிக்சிட்டி, ஏ. சஹாயட்ரென்சிஸ் (பூனா மற்றும் அண்டை மலைகள்), ஏ. மிருதுவான (லக்னோ), ஏ. அசாமிகஸ் (அசாம்), ஏ. ஷ்வியானந்தனி (கேரளா) போன்றவை. அந்தோசெரோஸின் இனங்கள் வற்றாத (ஏ. ஹிமாலயென்சிஸ்) அல்லது ஆண்டு (ஏ. erectus).

வெளி அம்சங்கள்:

கேமோட்டோபிடிக் தாவர உடல் தாலாய்டு, டார்சிவென்ட்ரல், புரோஸ்டிரேட், அடர் பச்சை நிறத்தில் இருவேறுபட்ட கிளைகளை நோக்கிய போக்கு கொண்டது. இத்தகைய கிளைகள் தாலஸின் தோற்றம் போன்ற ஒரு சுற்றுப்பாதை அல்லது அரை சுற்றுப்பாதை ரொசெட்டாக மாறுகின்றன.

தாலஸ் பிலோபட் (ஏ. ஹிமாலயென்சிஸ், படம் 1 ஏ) அல்லது மிகச்சிறிய கிளைத்த (ஏ. ஹல்லி) அல்லது ஜெம்மா (ஏ. ஜெம்முலோசஸ் அத்தி. 1 சி) போன்ற ஏராளமான துணை கோள பஞ்சு உடல்களுடன் பஞ்சுபோன்றது அல்லது தடிமனாக வளர்க்கப்படுகிறது அமைப்பு போன்ற செங்குத்து தண்டு (ஏ. எரெக்டஸ், அத்தி 1. பி).

முதுகெலும்பு மேற்பரப்பு:

தாலஸின் முதுகெலும்பு மேற்பரப்பு மென்மையானது (ஏ. லேவிஸ்) அல்லது வெல்வெட்டியாக இருக்கலாம், ஏனெனில் பல மடல் லேமல்லை (ஏ. மிருதுவான) அல்லது முதுகெலும்புகள் மற்றும் முகடுகளுடன் (ஏ. பியூசி.பார்மிஸ்) கரடுமுரடானது. இது பிரகாசிக்கிறது, நடுவில் தடிமனாகவும், ஒரு தனித்துவமான நடுப்பக்க விலா இல்லாமல் (படம் 1 டி).

வென்ட்ரல் மேற்பரப்பு:

வென்ட்ரல் மேற்பரப்பு பல ஒற்றை, மென்மையான-சுவர் ரைசாய்டுகளைக் கொண்டுள்ளது (படம் 1 இ, எ.பி). அவற்றின் முக்கிய செயல்பாடு தாலஸை அடி மூலக்கூறில் நங்கூரமிடுவதும், மண்ணிலிருந்து நீர் மற்றும் தாது ஊட்டச்சத்துக்களை உறிஞ்சுவதும் ஆகும். காசநோய் ரைசாய்டுகள், செதில்கள் அல்லது மியூசிலஜினஸ் முடிகள் இல்லை. வென்ட்ரல் மேற்பரப்பில் பல சிறிய, ஒளிபுகா, வட்டமான, அடர்த்தியான இருண்ட நீல பச்சை புள்ளிகள் காணப்படுகின்றன. இவை நோஸ்டாக் காலனிகளால் நிரப்பப்பட்ட சளி குழிவுகள்.

செப்டம்பர் மற்றும் அக்டோபர் மாதங்களில் முதிர்ந்த தாலிக்கு நிமிர்ந்த, நீளமான மற்றும் உருளை ஸ்போரோகோனியா உள்ளது. இவை கொம்பு போன்றவை மற்றும் கொத்தாக எழுகின்றன. ஒவ்வொரு ஸ்போரோகோனியமும் அதன் அடிவாரத்தில் ஒரு உறை போன்ற அமைப்பால் சூழப்பட்டுள்ளது. இது ஈடுபாடு (படம் 1 டி) என்று அழைக்கப்படுகிறது.

உள் கட்டமைப்பு:

தாலஸின் செங்குத்து குறுக்குவெட்டு பிரிவு (வி. டி.எஸ்.) மிகவும் எளிமையான கட்டமைப்பைக் காட்டுகிறது. இதற்கு எந்த மண்டலமும் இல்லை (படம் 2 ஏ, பி). இது ஒரே மாதிரியாக மெல்லிய சுவர் பரன்கிமாடஸ் கலங்களால் ஆனது. நடுத்தர பிராந்தியத்தின் தடிமன் வெவ்வேறு இனங்களில் வேறுபடுகிறது.

இது ஏ.லெவிஸில் 6-8 செல்கள் தடிமனாகவும், ஏ.பங்டேட்டஸில் 8-10 செல்கள் தடிமனாகவும், ஏ. மிருதுவாக 30-40 செல்கள் தடிமனாகவும் இருக்கும். வெளிப்புற பெரும்பாலான அடுக்கு மேல் மேல்தோல் ஆகும். எபிடெர்மல் செல்கள் வழக்கமாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன, அளவு சிறியவை மற்றும் பெரிய லென்ஸ் வடிவ குளோரோபிளாஸ்ட்களைக் கொண்டுள்ளன. ஏ. ஹல்லியில் மேல்தோல் அடுக்கு வேறுபடுவதில்லை.

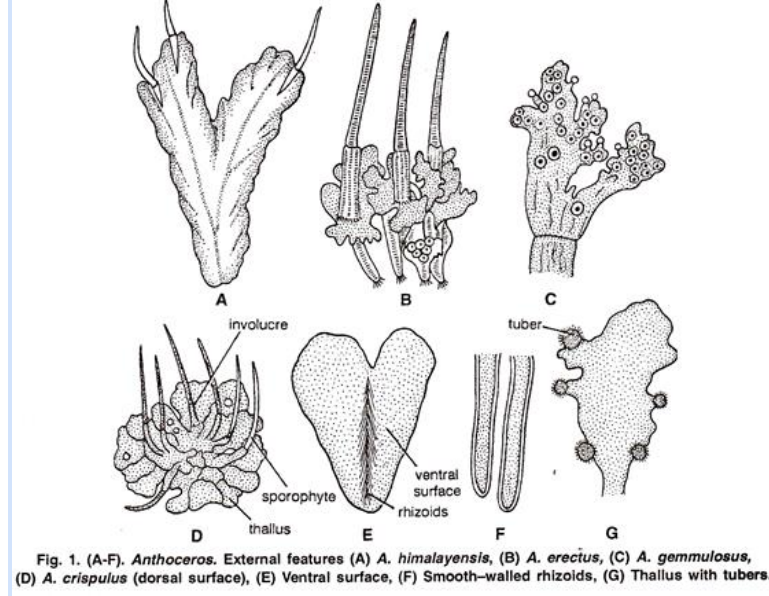


Fig. 1. (A-F). *Anthoceros*. External features (A) *A. himalayensis*, (B) *A. erectus*, (C) *A. gemmulosus*, (D) *A. crispulus* (dorsal surface), (E) Ventral surface, (F) Smooth-walled rhizoids, (G) Thallus with tubers.

அந்தோசெரோஸில் இனப்பெருக்கம்:

அந்தோசெரோஸ் தாவர மற்றும் பாலியல் முறைகளால் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

தாவர இனப்பெருக்கம்

இது பின்வரும் முறைகளால் நடைபெறுகிறது:

1. தாலஸ் அல்லது துண்டு துண்டின் பழைய பகுதியின் மரணம் மற்றும் சிதைவு மூலம்:

வயதான அல்லது வறட்சி காரணமாக தாலஸின் பழைய பகுதி அழக ஆரம்பிக்கிறது அல்லது சிதறுகிறது. இது இருவேறுபட்ட இடத்தை அடையும் போது, தாலஸின் மடல்கள் பிரிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு, பிரிக்கப்பட்ட மடல்கள் நுனி வளர்ச்சியால் சுயாதீன தாவரங்களாக உருவாகின்றன. லிவர்வார்ட்ஸைப் போல அந்தோசெரோஸில் இந்த முறை மிகவும் பொதுவானதல்ல.

2. கிழங்குகளால்:

சாதகமற்ற சூழ்நிலைகளில் அல்லது நீடித்த வறட்சியின் கீழ், தாலஸின் விளிம்பு திசுக்கள் தடிமனாகி, வற்றாத கிழங்குகளை உருவாக்குகின்றன. (படம் 1 ஜி). அவற்றின் நிலை வெவ்வேறு இனங்களில் வேறுபடுகிறது. அவை வளர்ந்து வரும் புள்ளிகளுக்கு (ஏ. லெவிஸ்) பின்னால் அல்லது தாலஸின் விளிம்புகளில் (ஏ. ஹல்லி, ஏ. பியர்சோனி) உருவாகலாம். ஏ. ஹிமாலயென்சிஸில் கிழங்குகளும் தண்டு மற்றும் தாலஸின் வென்ட்ரல் மேற்பரப்பில் விளிம்புகளுடன் உருவாகின்றன.

கிழங்குகளில் இரண்டு முதல் மூன்று அடுக்கு கார்க்கி ஹைலீன் செல்கள் உள்ளன, அவை எண்ணெய் குளோபில்ஸ், ஸ்டார்ச் தானியங்கள் மற்றும் அலியுரோன் துகள்கள்

ஆகியவற்றைக் கொண்டிருக்கும் திசுக்களை மூடுகின்றன. அவர்கள் சாதகமற்ற நிலைமைகளை கடக்க வல்லவர்கள். சாதகமான நிலைமைகளை மீண்டும் தொடங்கும்போது கிழங்குகளும் புதிய தாலியை உருவாக்குகின்றன.

3. மொட்டுகளால்;

ஏ. கிளாண்டுலோசஸ், ஏ. பிரபுலி:பெரஸ், ஏ. ஃபார்மோசே போன்ற அந்தோசெரோஸின் சில இனங்களில், தாலஸின் முதுகெலும்பு மேற்பரப்பின் ஓரங்களில் பல பல்லுயிர் தண்டு கட்டமைப்புகள் உருவாகின்றன. இந்த கட்டமைப்புகள் ஜெம்மா என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பெற்றோர் தாலஸிலிருந்து பிரிக்கப்படும்போது, ஒவ்வொரு ஜெம்மாவும் புதிய தாவரமாக உருவாகிறது.

4. தொடர்ந்து வளர்ந்து வரும் குரல்களால்:

நீடித்த வறண்ட கோடை காரணமாக அல்லது வளரும் பருவத்தின் முடிவில், அந்தோசெரோஸ் (ஏ. பியர்சோனி, ஏ. ஃபியூசி:பார்மிஸ்) சில இனங்களின் முழு தாலஸும் வளர்ந்து, வளர்ந்து வரும் புள்ளியைத் தவிர அழிக்கப்படுகிறது. பின்னர் அது மண்ணில் ஆழமாக வளர்ந்து சாதகமற்ற சூழ்நிலையில் தடிமனாகிறது. இது புதிய தாலஸாக உருவாகிறது. இது வற்றாத ஒரு முறை, பின்னர் பெருக்கல்.

5. அபோஸ்பரி மூலம்:

அந்தோசெரோஸில், ஸ்போரோகோனியத்தின் பல பகுதிகளின் பிரிக்கப்படாத செல்கள் (எ.கா., இண்டர்கலரி மெரிஸ்டெமடிக் மண்டலம், காப்ஸ்யூலின் துணை எபிடெர்மல் மற்றும் ஸ்போரோஜெனஸ் பகுதி) கேமோட்டோபிடிக் தாலஸை உருவாக்குகின்றன. இந்த நிகழ்வு அபோஸ்போரி என்று அழைக்கப்படுகிறது (ஸ்வார்சன்பாக், 1926, லாங், 1901). தாலி டிப்ளாய்டு ஆனால் தோற்றத்தில் சாதாரணமானது எ.கா., ஏ. லேவிஸ்.

பாலியல் இனப்பெருக்கம்: பாலியல் இனப்பெருக்கம் என்பது oogamous. ஆண் இனப்பெருக்க உடல்கள் ஆந்தெரிடியா என்றும் பெண் ஆர்க்ககோனியா என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. ஏ. லாங்கி, ஏ. கோலானி, ஏ. ஃபுலி:பார்மிஸ், ஏ. பங்டடஸ், ஏ. மிருதுவான மற்றும் ஏ. ஏ. லேவிஸ் டையோசியஸ். மோனோசியஸ் இனங்கள் புரோட்டான்ட்ரஸ், அதாவது ஆர்க்ககோனியாவுக்கு முன்பு முதிர்ச்சியடைகின்றன.

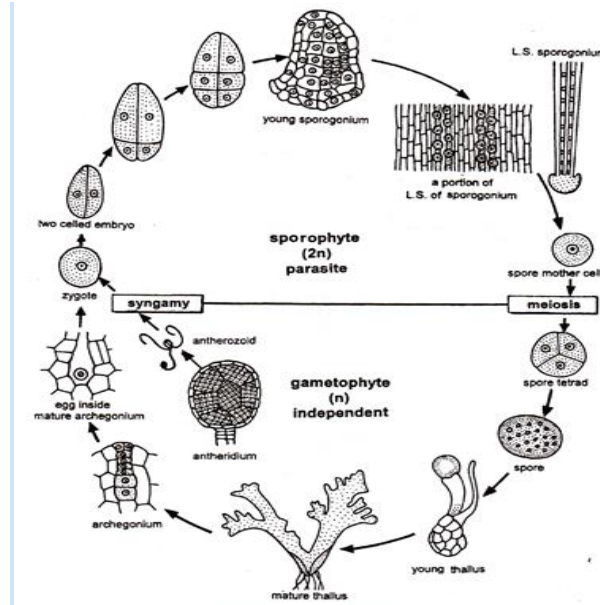


Fig. 11. *Anthoceros*. Diagrammatic life cycle.

## பாலிட்ரிச்சம்

### நிகழ்வு

பாலிட்ரிச்சம் உலகளாவிய விநியோகத்தைக் கொண்டுள்ளது. குளிர்ந்த வெப்பநிலை மற்றும் வெப்பமண்டல பகுதிகளில் அவை மிகவும் பொதுவானவை. தாவரங்கள் குளிர்ந்த மற்றும் நிழலான இடங்களில் வாழ்கின்றன.

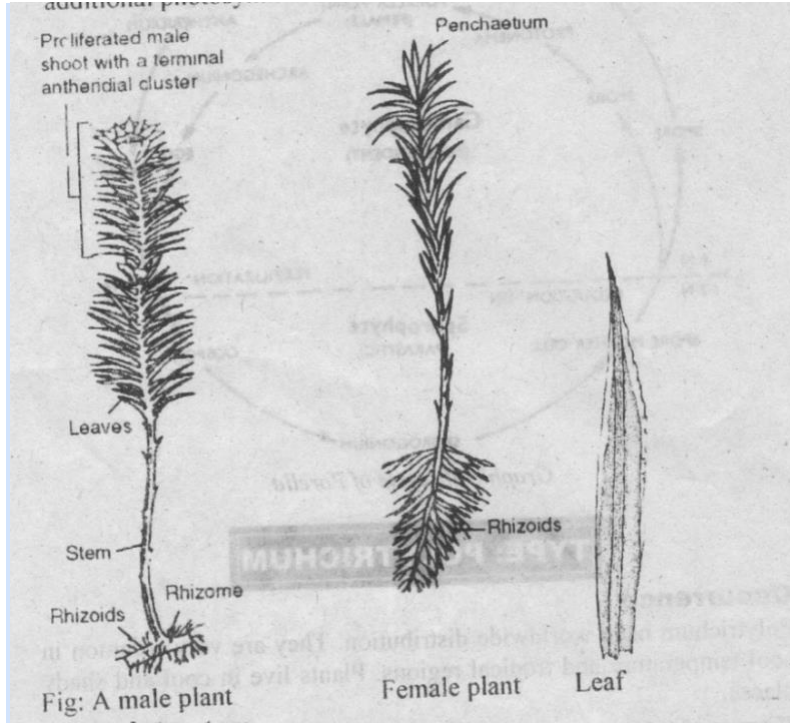
### பொது அமைப்பு

முக்கிய தாவர உடல் கேமோட்டோபைட் ஆகும். வயதுவந்த ஆலை இரண்டு பகுதிகளைக் கொண்டுள்ளது: வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு மற்றும் நிமிர்ந்த இலை படப்பிடிப்பு.

1. வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு: இது கிடைமட்ட பகுதி மற்றும் நிலத்தடியில் வளரும். இது சிறிய பழுப்பு அல்லது நிறமற்ற இலைகளின் மூன்று வரிசைகளைக் கொண்டுள்ளது. இது ரைசாய்டுகளையும் தாங்குகிறது. செல்கள் புரோட்டோபிளாசம் மற்றும் எண்ணெய் குளோபில்ஸில் நிறைந்துள்ளன.

2. நிமிர்ந்த இலை படப்பிடிப்பு: இலை தளிர்கள் மிக நீளமாக இருக்கும். இது தாவரத்தின் மிகவும் வெளிப்படையான பகுதியாகும். இது வேர்த்தண்டுக்கிழங்கிலிருந்து எழுகிறது. இந்த கிளைகள் மைய அச்சைக் கொண்டுள்ளன. இந்த கிளைகள் சுழல் முறையில் அமைக்கப்பட்ட பெரிய இலைகளைத் தாங்குகின்றன.

3. இலைகள்: இலைகளுக்கு அகலமான தளங்கள் உள்ளன. மேல் பகுதியில் உள்ள இலைகள் பச்சை நிறத்தில் இருக்கும். ஆனால் கீழானவை பழுப்பு நிறத்தில் இருக்கும். ஒவ்வொரு இலைக்கும் அகலம் உண்டு. நிறமற்ற உறை இலை அடிப்படை மற்றும் குறுகிய தூர மூட்டு. நடுப்பகுதியில் விலா எலும்பின் முக்கிய பகுதியை உருவாக்குகிறது. இந்த இலைகள் பச்சை கலங்களின் நெருக்கமாக அமைக்கப்பட்ட செங்குத்து தகடுகளின் வடிவத்தில் கூடுதல் ஒளிச்சேர்க்கை திசுக்களைக் கொண்டுள்ளன. இவை லேமல்லே என்று அழைக்கப்படுகின்றன. பச்சை லேமல்லே கூடுதல் ஒளிச்சேர்க்கை திசுக்களாக செயல்படுகிறது.



இலை: பாலிட்ரிச்சம் சிக்கலான உள் அமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. நடு விலா எலும்பு பகுதி தடிமனாக உள்ளது. ஆனால் விளிம்புகள் ஒரே ஒரு செல் தடிமனாக இருக்கும். கீழ் மேற்பரப்பு மேல்தோல் மூலம் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒன்று அல்லது இரண்டு அடுக்குகள் ஸ்கலரெஞ்சிமாட்டஸ் திசுக்கள் மேல்தோலுக்கு மேலே உள்ளன. இலையின் மைய திசு மெல்லிய சுவர் பரன்கிமாடஸ் திசுக்களால் ஆனது. இதற்கு மேலே மீண்டும் ஸ்கலரெஞ்சிமாட்டஸ் செல்கள் உள்ளன. மேல் மேற்பரப்பு பெரிய உயிரணுக்களின் அடுக்கால்



உருவாகிறது, அவற்றில் இருந்து ஏராளமான லேமல்வே எழுகிறது. இந்த மேல் பகுதி இலையின் முக்கிய ஒளிச்சேர்க்கை பகுதி.

தண்டு: தி டி.எஸ். தண்டு மூன்று பகுதிகளைக் காட்டுகிறது: மெடுல்லா, கோர்டெக்ஸ் மற்றும் மேல்தோல். மெடுல்லா மீண்டும் இரண்டு மண்டலங்களாக வேறுபடுத்தப்படுகிறது: மத்திய மண்டலம் மற்றும் புற மண்டலம். புறணி தடிமனான சுவர் செல்களைக் கொண்டுள்ளது. நடத்தும் இழைகளைச் சுற்றியுள்ள புறணி உட்புற அடுக்கு ஒரு மேன்டில் என்று அழைக்கப்படுகிறது. அதன் உயிரணுக்களில் ஸ்டார்ச் தானியங்கள் உள்ளன. புறணி மேல் புறணி உள்ளது.

வாழ்க்கைச் சுழற்சி

தாவர இனப்பெருக்கம்

பின்வரும் முறைகளால் தாவர இனப்பெருக்கம் நடைபெறுகிறது:

1. புரோட்டோனெமா: வித்துகள் முளைத்து புரோட்டோனெமா உருவாகின்றன. புரோட்டோனெமாவில் பல மொட்டுகள் வளரும். ஒவ்வொரு மொட்டு அதன் நுனிப்பகுதியின் மூலம் கேமோட்டோபைட்டாக உருவாகிறது.
2. இவை தாவர மொட்டுகள் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. அவை ரைசாய்டுகளில் உருவாகின்றன.
3. துண்டு துண்டாக: வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு இடைவெளியில் நிமிர்ந்த வியா மற்றும் தளிர்களை உருவாக்குகிறது. மரணம் அல்லது தளிர்கள் உடைப்பது நிமிர்ந்த கிளைகளை பிரிக்கிறது. இந்த கிளைகள் சுயாதீன தாவரங்களாக செயல்படுகின்றன.

பாலியல் இனப்பெருக்கம்

பாலிட்ரிச்சம் டையோசியஸ் ஆகும். வெவ்வேறு தாவரங்களில் ஆன்டெரிடியா ஆர்க்கிகோனியா ஏற்படுகிறது.

முன்புற தலை

இலை தண்டுகளின் நுனிகளில் அச்சுக் கொத்துகளில் ஆன்டெரிடியா பிறக்கிறது. அவை பெரிஜோனியல் இலைகள் எனப்படும் இலைகளின் ரொசெட்டால் சூழப்பட்டுள்ளன. இந்த இலைகள் சாதாரண தாவர இலைகளிலிருந்து வேறுபட்டவை. பெரிஜோனியல் இலைகள் சுழல் முறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த இலைகளின் அச்சுகளில் குழுக்களாக ஆன்டெரிடியா உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இதனால் ஆன்டெரிடியல் தலை வெவ்வேறு ஆன்டெரிடியல் குழுக்களைக் கொண்டுள்ளது. ஆன்டெரிடியாவிலும் பாராஃபைஸ்கள் ஏற்படுகின்றன.

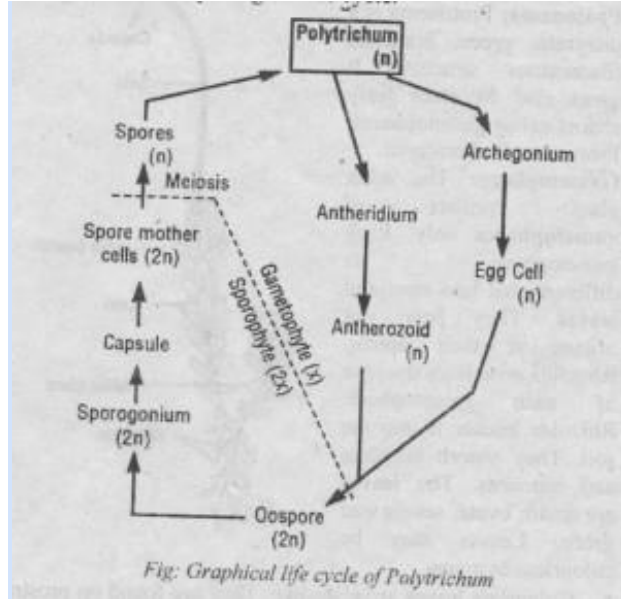
ஆர்க்கிகோனியத்தின் வளர்ச்சி

1. நுனிப்பகுதியின் எந்தவொரு நுண்குழாயும் ஒரு தொல்பொருள் தொடக்கத்தில் செயல்படுகிறது. தொல்பொருள் ஆரம்ப விரிவாக்கம். இது ஒரு குறுக்குவெட்டுப் பிரிவால் பிரிக்கப்பட்டு குறைந்த முதன்மை தண்டு செல்கள் மற்றும் மேல் தொல்பொருள் தாய் உயிரணுக்களை உருவாக்குகிறது.
2. முதன்மை தண்டு செல் ஒரு பெரிய தண்டு உருவாகிறது. ஆர்க்கிகோனியல் தாய் செல் ஆர்க்கிகோனியத்தின் முக்கிய உடலை உருவாக்குகிறது. இது மூன்று செங்குத்துப் பிரிவுக்கு உட்பட்டு ஒரு அச்சு கலத்தைச் சுற்றியுள்ள மூன்று புற செல்களை உருவாக்குகிறது.
3. மூன்று புற செல்கள் பிரிக்கப்பட்டு வென்டரைச் சுற்றி 2-3 அடுக்கு ஜாக்கெட்டை உருவாக்குகின்றன. அச்சு உயிரணு நேர்மாறாகப் பிரிந்து உள் மையக் கலத்தையும் வெளிப்புற நுண்குழாயையும் உருவாக்குகிறது.
4. Central செல் மேல் சிறிய வென்டர் கால்வாய் செல் மற்றும் காதலன் பெரிய முட்டை கலத்தை உருவாக்குகிறது. செங்குத்து வரிசைகள் 6 செங்குத்து வரிசைகளைக் கொண்ட நீண்ட கழுத்தை உருவாக்குகின்றன. செல்கள் அடிப்படையிலான நுரை கழுத்து கால்வாய் கலங்களிலிருந்து துண்டிக்கப்படுகின்றன.

கருத்தரித்தல்:

பாலியல் உறுப்புகள் தண்ணீரின் முன்னிலையில் அழிகின்றன. வென்டர் கால்வாய் செல் மற்றும் கழுத்து கால்வாய் செல்கள் கரைந்து சளி உருவாகின்றன. இந்த சளி அழுத்தம் கொடுக்கிறது மற்றும் கழுத்து திறக்கிறது. கழுத்தில் இருந்து சளி வெளியே வருகிறது. விந்தணுக்கள் மழை நீரால் தொல்பொருள் தலைகளை அடைந்தன. அவை ஆர்க்கிகோனியாவை நோக்கி ஈர்க்கப்படுகின்றன. விந்தணுக்களில் ஒன்று திறந்த கழுத்தில் கீழே நீந்தி அடித்தளத்தை

அடைகிறது. இது முட்டையுடன் உருகி ஓஸ்போரை உருவாக்குகிறது. ஓஸ்போர் ஸ்போரோஃப்டிக் தலைமுறையின் முதல் கட்டமாகும்.





# UNIT – II

## டெரிடோஃபைட்டுகள்

பூக்கும் தாவரங்களுக்கு முன்பு, நிலப்பரப்பு நூற்றுக்கணக்கான மில்லியன் ஆண்டுகளாக ஃபெர்ன்ஸ் போல தோற்றமளிக்கும் தாவரங்களால் ஆதிக்கம் செலுத்தியது. ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகள் அவற்றின் முன்னோர்களின் பல பண்புகளைக் காட்டுகின்றன. தாவர இராச்சியத்தின் மற்ற உறுப்பினர்களைப் போலல்லாமல், ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகள் விதைகள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்யாது, அவை வித்திகளின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. ஒரு ஸ்டெரிடோஃபைட் என்பது வாஸ்குலர் ஆலை (சைலேம் மற்றும் புளோமுடன்) வித்திகளை சிதறடிக்கும். ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகள் பூக்களையோ விதைகளையோ உற்பத்தி செய்யாததால், அவை சில நேரங்களில் "கிரிப்டோகாம்கள்" என்று அழைக்கப்படுகின்றன, அதாவது அவற்றின் இனப்பெருக்கம் வழிமுறைகள் மறைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஸ்டெரிடோஃபிட்டா பண்புகள்

**1.** நிலத்தில் பரிணாமம் அடைந்த முதல் தாவரங்களாக ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகள் கருதப்படுகின்றன:

பெருங்கடல்களில் வாழ்க்கை தொடங்கியது என்று ஊகிக்கப்படுகிறது, மேலும் மில்லியன் கணக்கான ஆண்டுகள் பரிணாம வளர்ச்சியின் மூலம், வாழ்க்கை மெதுவாக வறண்ட நிலத்திற்கு ஏற்றது. நிலத்தில் உண்மையிலேயே வாழ்ந்த முதல் தாவரங்களில் ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகள் இருந்தன.

**2.** அவை கிரிப்டோகாம்கள், விதை இல்லாத மற்றும் வாஸ்குலர்:

ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகள் விதை இல்லாதவை, அவை வித்திகளின் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. அவை வாஸ்குலர் திசுக்களைக் கொண்டிருக்கின்றன, ஆனால் சைலேம் பாத்திரங்கள் மற்றும் புளோம் துணை செல்கள் இல்லை.

**3.** தாவர உடலில் உண்மையான வேர்கள், தண்டு மற்றும் இலைகள் உள்ளன:

அவை வேர், தண்டு மற்றும் இலைகளாக நன்கு வேறுபடுத்தப்பட்ட தாவர உடலைக் கொண்டுள்ளன.

**4.** ஸ்போரங்கியாவில் வித்திகள் உருவாகின்றன:

ஸ்போரங்கியம் என்பது வித்திகளை உருவாக்கும் கட்டமைப்புகள் ஆகும். அவை வழக்கமாக ஓரினச்சேர்க்கை கொண்டவை (பொருள்: ஒரு வகை வித்து உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது) மேலும் அவை பலவகைப்பட்டவை, (பொருள்: இரண்டு வகையான வித்திகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.)

மேலும் படிக்க: ஸ்போரேலேஷன்

**5.** ஸ்போரங்கியா ஸ்போரோபில்ஸில் குழுக்களாக உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன:

ஸ்போரங்கியாவைத் தாங்கும் இலைகள் ஸ்போரோபில்ஸ் என்று அழைக்கப்படுகின்றன. இலைகளின் நுனி பாதிக்கப்படக்கூடிய வளரும் பகுதிகளைப் பாதுகாக்க உள்நோக்கி சுருண்டுவிடும்.

**6.** பாலியல் உறுப்புகள் பலசெல்லுலர்:

ஆண் பாலின உறுப்புகளை ஆன்டெரிடியா என்றும், பெண் பாலியல் உறுப்புகள் ஆர்க்கோனியா என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.

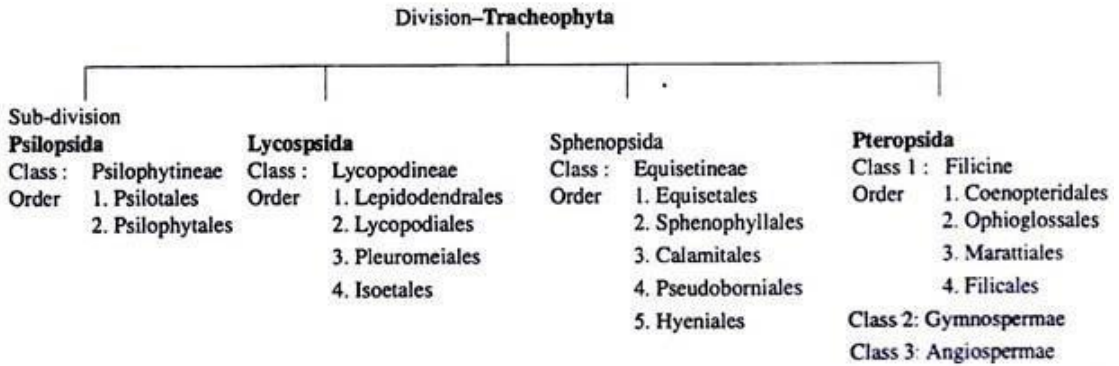
**7.** அவை தலைமுறைகளின் உண்மையான மாற்றத்தைக் காட்டுகின்றன:

ஸ்பெரோஃபைட் தலைமுறை மற்றும் கேமோட்டோபைட் தலைமுறை ஆகியவை ஸ்டெரிடோஃபைட்டுகளில் காணப்படுகின்றன. டிப்ளாய்டு ஸ்போரோஃபைட் முக்கிய தாவர உடலாகும்.

ஸ்டெரிடோபைட்டுகளின் வகைப்பாடு

- ❖ பழைய வகைபிரிப்பாளர்களின் கூற்றுப்படி, வாஸ்குலர் கிரிப்டோகாம்கள் இரண்டு பிரிவுகளாக உள்ளன: ஸ்டெரிடோஃபிட்டா மற்றும் ஸ்பெர்மடோஃபிட்டா.
- ❖ சில ஃபெர்ன் போன்றவற்றைக் கண்டுபிடித்ததன் மூலம், விதை தாங்கும் புதைபடிவ தாவரங்கள் ஸ்டெரிடோஃபிட்டா மற்றும் ஸ்பெர்மடோஃபிட்டா ஆகிய இரு பிரிவுகளுக்கு இடையிலான வேறுபாடு நீக்கப்பட்டன.

- ❖ அனைத்து வாஸ்குலர் தாவரங்களும் டிராச்சியோபிட்டா என்ற ஒற்றை பிரிவில் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இப்போது தாவர இராச்சியம் அடங்கும், தல்லோபிட்டா, பிரையோபிட்டா மற்றும் ட்ரச்சியோபிட்டா ஆகிய மூன்று பிரிவுகள் மட்டுமே.
- ❖ ஈம்ஸ் வாஸ்குலர் தாவரங்கள் அல்லது ட்ரச்சியோபிட்டாவை நான்கு முக்கிய குழுக்களாகப் பிரித்தது. சைலோப்சிடா, லைகோப்சிடா, ஸ்பெனோப்சிடா மற்றும் ஸ்டெரோப்சிடா.
- ❖ சைலோப்சிடாவில் சைலோபிடேல்ஸ் மற்றும் சைலோட்டேல்ஸ் ஆகியவை அடங்கும்.
- ❖ லைகோப்சிடாவில் லைகோபோடியல்ஸ், செலகினெல்லெல்ஸ், லெபிடோடென்ட்ரேல்ஸ், ஐசோட்டேல்ஸ் ஆகியவை அடங்கும்.
- ❖ ஸ்பெனோப்சிடாவில் ஹைனியல்ஸ், ஸ்பெனோபில்லேல்ஸ் மற்றும் ஈக்விசெட்டல்ஸ் ஆகியவை அடங்கும்.
- ❖ ஸ்டெரோப்சிடாவில் ஃபிலிசினீ, ஜிம்னோஸ்பெராமே, ஆஞ்சியோஸ்பெர்மே ஆகியவை அடங்கும்.
- ❖ டிப்போ தனது வாஸ்குலர் தாவரங்களின் வகைப்பாட்டில் "டிராச்சியோபிட்டா", பைலமின் தரத்தை அளிக்கிறார், இது நான்கு துணைப்பிரிவுகளாக பிரிக்கப்பட்டுள்ளது: சைலோப்சிடா, லைகோப்சிடா, ஸ்பெனோப்சிடா மற்றும் ஸ்டெரோப்சிடா.
- ❖ சர்வதேச பெயரிடலின் விதிமுறைக்கு இணங்க வார்ட்லா நான்கு குழுக்களுக்கான துணைப்பிரிவுகளின் தரத்தை பரிந்துரைத்தார். ஐ.சி.பி.என் இன் பரிந்துரைகளின்படி, பிரிவின் பெயர் பைட்டாவில் உள்ள துணைப் பிரிவின் மற்றும் ஒப்சிடாவில் ஒரு வகுப்பின் பின்னொட்டு-பைட்டாவில் முடிவடைய வேண்டும். இந்த அடிப்படையில், ஸ்மித் வாஸ்குலர் கிரிப்டோகாம்களை சைலோபிட்டா, லெபிடோபைட்டா, கலாமோபிட்டா மற்றும் ஸ்டெரோபிட்டா என நான்கு பிரிவுகளாகப் பிரித்தார்.
- ❖ பியர்ஹோர்ஸ்ட்டின் கூற்றுப்படி, டாக்ஸன் துணைப்பிரிவு நீக்கப்பட்டு, டிராச்சியோபிட்டா பிரிவை 14 வகுப்புகளாக மறுபகிர்வு செய்யப்பட்டுள்ளது.
- ❖ வாஸ்குலர் கிரிப்டோகாம்களுக்கு ஸ்போர்ன் பின்வரும் வகைப்படுத்தலை முன்மொழிந்தார். அவர் ஸ்டெரிடோபைட்டுகளில் ஆறு வகுப்புகளை அங்கீகரித்தார்.



சைலோட்டத்தின் முக்கிய அம்சங்கள்:

நான். ஸ்போரோபைட்டுகள் நிலத்தடி வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு மற்றும் நிமிர்ந்த கிளைகளுடன் இருவகைகளாக கிளைக்கப்பட்டுள்ளன.

ii. நிமிர்ந்த கிளைகள் இலை இல்லாதவை.

ii. வேர்களுக்கு பதிலாக ரைசாய்டுகள் உள்ளன.

iv. தண்டு ஒப்பீட்டளவில் எளிமையான வாஸ்குலர் சிலிண்டரைக் கொண்டுள்ளது.

v. ஸ்ப்ராங்கியா குழுக்களாக (டிரைலோஸ்குலர்) பிறந்து சினாங்கியாவை உருவாக்குகிறது.

vi. உற்பத்தி செய்யப்படும் விதைகள் அனைத்தும் ஒரே மாதிரியானவை (ஓரினச்சேர்க்கை).

vii. கேமோட்டோபைட்டின் வளர்ச்சி எக்ஸ்போஸ்போரிக் மற்றும் மோனோசியஸ் சப்டெர்ரேனியன் கேம்டோபைட்டை உருவாக்குகிறது.

viii. கருவின் வளர்ச்சி எக்ஸோஸ்கோபிக் ஆகும்.  
ஸ்போரோஃபைட்:

சைலோட்டமின் தாவர உடல் ஸ்போரோஃபைட் கிளைத்த வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு அமைப்பு மற்றும் இருவகையான கிளை, மெல்லிய, நிமிர்ந்த, பச்சை வான்வழி அமைப்புகள் (படம் 7.11 ஏ) சிறிய பிற்சேர்க்கைகள் மற்றும் சினாங்கியா (ஒற்றை: சினாங்கியம்) ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது.

வான்வழி தண்டு:

வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு உதவிக்குறிப்புகளில் ஏதேனும் ஒன்று மேல்நோக்கி திரும்பி பல இருவகைகளுக்கு உட்பட்டு பச்சை வான்வழி படப்பிடிப்புக்கு வழிவகுக்கும் (படம் 7.11 ஏ). வான்வழி தளிர்கள் மெல்லியவை, பொதுவாக நிமிர்ந்து நிற்கின்றன, ஆனால் எபிபைட்டுகளில் (பி. ஃப்ளாசிடம்) பதக்கமாக இருக்கலாம். அவை வற்றாதவை மற்றும் மீண்டும் மீண்டும் இருவகைகளால் புதர்களாகின்றன, சில சமயங்களில் ஒரு மீட்டர் வரை உயரத்தை அடைகின்றன.

வான்வழி அச்ச அடிவாரத்தில் உருளையாக இருக்கலாம், மேல் பகுதிகளில் (சி.எஸ். அலை அலையானது) உரோமமாக இருக்கலாம், ஆனால் மேலே மூன்று நீளமான முகடுகளுடன் (சி.எஸ். இல் முக்கோண) ஓரளவு தட்டையானது. வான்வழி அச்சுகளின் அடிப்பகுதி மென்மையானது, ஆனால் தொலைதூர பகுதி சிறிய, செதில் பின்னிணைப்புகள் மற்றும் சினாங்கியா ஆகியவற்றைக் கொண்டுள்ளது (படம் 7.1 ஐபி, சி).

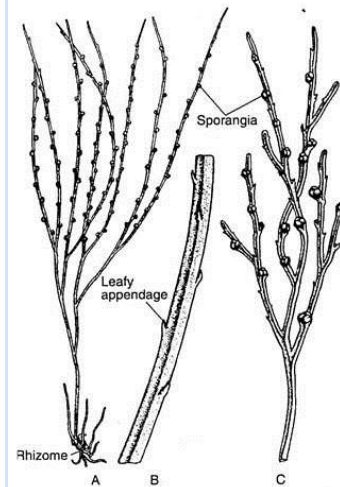


Fig. 7.11 : *Psilotum nudum* : A. A sporophyte plant, B. An enlarged part of stem showing scaly appendage, C. A fertile twig

வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு:

அடித்தள பூமிக்கு அடியில் கிளைத்த வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு பொதுவாக மண் அல்லது மட்கியத்தின் கீழ் மறைக்கப்படுகிறது. இது வேர்களுக்குப் பதிலாக ஏராளமான ரைசாய்டுகளைக் கொண்டுள்ளது, அவை உறிஞ்சுதல் மற்றும் நங்கூரத்தின் செயல்பாடுகளைச் செய்கின்றன.

டி.எஸ். இல், வேர்த்தண்டுக்கிழங்கு வெளிப்புற மேல்தோல், புறணி, எண்டோடெர்மிஸ், பெரிசைக்கிள் மற்றும் ஸ்டெல் ஆகியவற்றை வெளிப்படுத்துகிறது (படம் 7.14). மேல்தோல் தெளிவற்றது மற்றும் 2 செல் ரைசாய்டுக்கு வழிவகுக்கிறது. புறணி வெளிப்புற, நடுத்தர மற்றும் உள் அடுக்குகளாக வேறுபடுகிறது.

வெளிப்புற கார்டிகல் அடுக்கு இன்ட்ராசெல்லுலர் எண்டோஃபைட் மைக்கோரிசாவின் முன்னிலையால் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. நடுத்தர கோர்டெக்ஸின் செல்கள் ஸ்டார்ச் தானியங்களுடன் பெரியவை, அதே நேரத்தில் உட்புறப் புறணியின் செல்கள் பெரும்பாலும் அடர் பழுப்பு நிறத்தில் இருப்பதால் புளோபாபீன் (டானின்களின் ஆக்ஸிஜனேற்ற தயாரிப்பு) இருப்பதால்.

சைலோட்டமில் இனப்பெருக்கம்:

சைலோட்டம் தாவர ரீதியாகவும் வித்திகளாலும் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

தாவர இனப்பெருக்கம்:

ஸ்போரோஃபைட் மற்றும் சைலோட்டமின் கேமோட்டோபைட் (எ.கா., பி. நுடம்) ஜெம்மியின் உற்பத்தி மூலம் தாவர ரீதியாக பரவுகின்றன (படம் 7.15). அவை சிறிய, மல்டிசெல்லுலர் மற்றும் ஒவய்டு கட்டமைப்புகள், அவை வேர்த்தண்டுக்கிழங்கின் மேற்பரப்பில் (ஸ்போரோஃபைட் தாவர உடலில்) அல்லது புரோட்டாலஸ் (கேமோட்டோபைட்டில்) உருவாகின்றன. பெற்றோர் உடலில் இருந்து பிரிந்த பிறகு, ஸ்போரோஃபைட்டின் ஜெம்மா ஒரு பூமிக்கு அடியில் படப்பிடிப்புக்கு முளைக்கக்கூடும், அதே நேரத்தில் முளைக்கும் போது புரோட்டாலஸின் ஜெம்மா ஒரு புதிய புரோட்டாலஸை உருவாக்குகிறது.

ii. வித்திகளால் இனப்பெருக்கம்:

வித்து உற்பத்தி செய்யும் அமைப்பு:

முதிர்ச்சியடையும் போது, இரு கிளைகளில் கிளைத்த வான் தளிர்கள் வளமானவையாகி, சினாங்கியா என அழைக்கப்படும் முக்கோண ஸ்ப்ராங்கியாவை ஊக்குவிக்கின்றன (படம் 7.11 சி & 7.16 ஏ, பி). முதிர்ந்த சினாங்கியம் பொதுவாக மூன்று-மடங்கு அமைப்பு (படம் 7.17 ஏ) மற்றும் சினாங்கியத்தின் ஒவ்வொரு மடலும் ஒரு ஸ்ப்ராங்கியத்துடன் ஒத்திருக்கிறது.

மிகக் குறுகிய அச்சின் நுனியில் அமைந்துள்ள சினாங்கியா, 1-2 மிமீ விட்டம் அளவிடும் மற்றும் ஒரு முட்கரண்டி, ஃபோலியார் இணைப்புடன் நெருக்கமாக தொடர்புடையது (படம் 7.17 பி). முதிர்ச்சியில், சினானேஜியம் லோகூலிசிடல் டிஹெசென்ஸை வெளிப்படுத்துகிறது.

பாலியல் உறுப்புகள்:

சைலோட்டமின் கேமோட்டோபைட்டுகள் மோனோசியஸ் (அதாவது, ஹோமோடாலிக்). பாலியல் உறுப்புகள் அதாவது, ஆன்டெரிடியா மற்றும் ஆர்க்கிகானியா ஆகியவை மேலோட்டமானவை மற்றும் கேமோட்டோபைட்டின் மேற்பரப்பில் சிதறடிக்கப்படுகின்றன (படம் 7.18A-C). பொதுவாக, ஆர்க்கிகோனியாவை விட ஆந்தெரிடியா எண்ணிக்கையில் அதிகம். அந்தெரிடியம்:

புரோதல்லஸின் ஒற்றை மேலோட்டமான கலத்திலிருந்து (ஆன்டெரிடியல் ஆரம்ப) ஆன்டெரிடியம் உருவாகிறது. மேலோட்டமான கலத்தின் பெரிக்லினல் பிரிவு வெளிப்புற ஜாக்கெட் ஆரம்ப மற்றும் உள் முதன்மை ஆண்ட்ரோகோனியல் கலத்தை உருவாக்குகிறது (படம் 7.19 ஏ, பி).

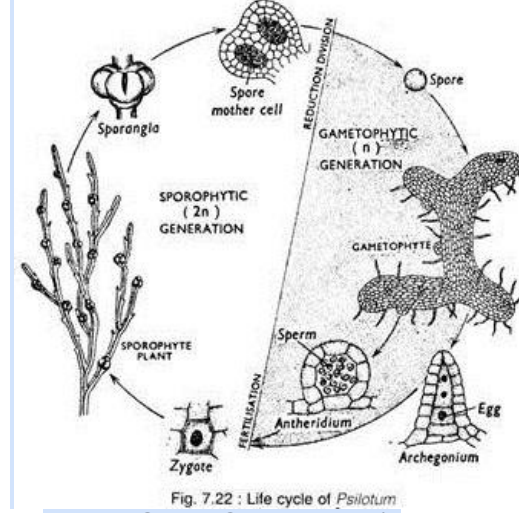
வெளிப்புற ஜாக்கெட் ஆரம்பத்தில் மீண்டும் மீண்டும் ஆன்டிக்லினல் பிளவுகளுக்கு உட்படுகிறது மற்றும் ஒற்றை அடுக்கு ஜாக்கெட்டை உருவாக்குகிறது. உட்புற முதன்மை ஆண்ட்ரோகோனியல் செல் பல்வேறு விமானங்களில் பிரிக்கப்பட்டு வளர்ந்து வரும் ஆண்ட்ரோகோனியல் செல்களை உருவாக்குகிறது, இதன் கடைசி உருவாக்கம் ஆண்ட்ரோசைட்டுகள் (படம் 7.19 சி- எஃப்).

இந்த கட்டத்தில், புரோட்டாலஸின் மேற்பரப்பிற்கு மேலே உள்ள ஆன்டெரிடியம் ஒரு நிமிட முன்மாதிரியாக செயல்படுகிறது. ஒவ்வொரு ஆண்ட்ரோசைட்டும் இறுதியில் ஒரு சுழல்-சுருண்ட, மல்டிஃப்ளாஜலேட் ஆன்டெரோசாய்டு (படம் 7.19 ஜி) ஆக மாறி, ஒப்பர்குலர் கலத்தின் சிதைவால் தப்பிக்கிறது.

ஆர்க்கிகோனியம்:

ஆர்க்கிகோனியம் புரோட்டாலஸின் ஒற்றை மேலோட்டமான கலத்திலிருந்து (ஆர்க்கிகோனியல் ஆரம்ப) உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. ஆரம்ப கலமானது வெளிப்புற முதன்மை கவர் கலத்தையும் உள் மைய உயிரணுவையும் உருவாக்குவதற்கு பெரிக்லினல் பிரிவுக்கு உட்படுகிறது (படம் 7.20 ஏ, பி). வெளிப்புற கவர் கலத்தின் பெரிக்லினல் பிளவுகளைத் தொடர்ந்து வரும் ஆன்டிக்லினல் பிளவுகள் ஒவ்வொரு வரிசையிலும் நான்கு முதல் ஆறு செல்கள் கொண்ட நான்கு செங்குத்து வரிசைகளில் அமைக்கப்பட்ட ஒரு நீண்ட திட்ட கழுத்தை உருவாக்குகின்றன. மைய உயிரணு நேர்மாறாகப் பிரிந்து மேல் முதன்மை கழுத்து கால்வாய் கலத்தையும் குறைந்த முதன்மை வென்டர் கலத்தையும் உருவாக்குகிறது. முதன்மை கழுத்து கால்வாய் கலத்தின் கரு இரண்டு கழுத்து கால்வாய் கருக்களை உருவாக்குகிறது மற்றும் பொதுவாக இந்த பிரிவு சுவர் உருவாவதற்கு இடமளிக்காது, இதன் விளைவாக இரு அணு கழுத்து கால்வாய் கலமாக மாறுகிறது. முதன்மை வென்டர் செல் ஒரு பெரிய முட்டை மற்றும் ஒரு சிறிய வென்டர்ல் கால்வாய் கலத்தை உருவாக்க குறுக்குவெட்டு பிரிக்கிறது (படம் 7.20 சி- எஃப்).

கருத்தரித்தல்: முதிர்ச்சியில், கழுத்து உயிரணுக்களின் கீழ் அடுக்கின் செல் சுவர் தடிமனான சுவராகவும் வெட்டப்பட்டதாகவும் மாறும். எவ்வாறாயினும், நுனி அடுக்கு நீரின் முன்னுரிமையில் பிரிந்து, கழுத்து உயிரணுக்களின் சளி உள்ளடக்கங்கள் வெளியிடப்படுகின்றன. இதனால், ஆன்டி ரோசாய்டுகளின் நுழைவுக்கு ஒரு இலவச பத்தியில் உருவாகிறது. கருத்தரித்தல் ஒரு மல்டி-ப்ளாஜலேட் விந்து மற்றும் முட்டையின் ஒன்றிணைப்பால் செய்யப்படுகிறது, இதன் விளைவாக ஒரு டிப்ளோயிட் ஜிகோய் உருவாகிறது.

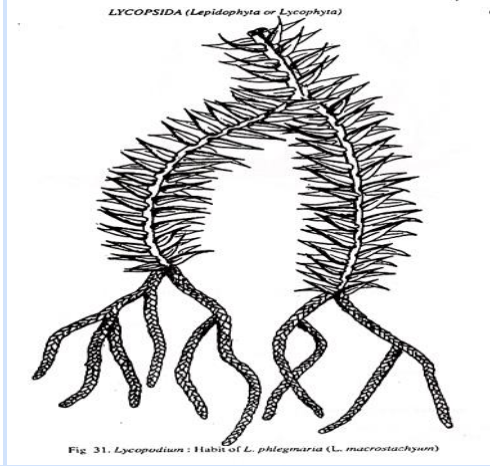


## லைகோபோடியம்

லைகோபோடியத்தின் நிகழ்வு மற்றும் விநியோகம்:

லைகோபோடியம் பிரபலமாக கிளப் பாசி என்று அழைக்கப்படுகிறது. குடும்பத்தின் வகைகளில் இது பரவலான விநியோகத்தைப் பெறுகிறது, இருப்பினும் அதன் விருப்பம் வெப்பமண்டல மற்றும் துணை வெப்பமண்டல காடுகளுக்கு ஆர்க்டிக் மற்றும் மிதமான பகுதிகளில் லைகோபோடியம் வளர்வது வழக்கமல்ல.

இந்த இனத்தில் சுமார் 180 இனங்கள் உள்ளன, அவற்றில் 33 இனங்கள் இந்தியாவில் காணப்படுகின்றன. பொதுவான இந்திய இனங்கள் சில எல். ஃபெட்மேரியா, (படம் 31). எல். வைட்டியம், (படம் 32) எல். ஹாமில்டோனி, எல். லூசிடுலம் போன்றவை. லைகோபோடியத்தின் பெரும்பாலான இனங்கள் குளிர்ந்த ஈரப்பதமான மட்கிய வளமான மண்ணில் வளர விரும்புகின்றன. எல். பிளெக்மரியா போன்ற சோரி மரங்களின் மட்கிய பாக்கெட்டுகளில் வளரும் எபிபைட்டுகள்.



லைகோபோடியத்தின் வெளிப்புற உருவவியல்:

குடலிறக்க தாவர உடல் ஸ்போரோஃபிடிக் ஆகும். வழக்கமாக அவை நிமிர்ந்த இலைக் கிளைகளுடன் புரோஸ்டிரேட் தண்டு அல்லது பலவீனமான பதக்க தண்டு (எபிபைட்டுகள்) இருக்கலாம்.



தாவர உடல் பின்வரும் மூன்று பகுதிகளாக வேறுபடுகிறது (படம் 1 ஏ-சி):

(i) தண்டு,

(ii) வேர்கள், மற்றும்

(iii) இலைகள்.

(i) தண்டு:

துணை இனத்தில் யூரோஸ்டாச்சியா தண்டு நிமிர்ந்து (நிலப்பரப்பு) அல்லது பதக்கத்தில் (எபிஃபைடிக்) உள்ளது, மேலும் அவை கிளைத்திருக்கின்றன (இருவகை) அல்லது பிரிக்கப்படாதவை. ரோபாலோஸ்டாச்சியா என்ற துணை இனத்தில் தண்டு நிமிர்ந்த கிளைகளுடன் சிரம் பணிந்துள்ளது. முதலில் கிளை என்பது இருவேறுபட்டது, பின்னர் ஏகபோகமாகிறது.

(ii) வேர்:

பொதுவாக சிறிய, சாகச வேர்கள் உள்ளன. துணை இனத்தில் யூரோஸ்டாச்சியா வேர்கள் தண்டுகளின் அடிப்பகுதியில் இருந்து மட்டுமே உருவாகின்றன (தண்டு முழு நீளத்திலிருந்து எழுவதில்லை). சில உயிரினங்களில் எ.கா., எல். சிலாகோ முதலியன வேர்கள் தண்டுகளின் பெரிசைக்கிளிலிருந்து எண்டோஜெனீஸாக எழுகின்றன, தண்டுகளின் புறணிக்குள் ஊடுருவாமல் புறணி வழியாக கீழ்நோக்கி திரும்பி இறுதியாக தண்டுகளின் அடிப்பகுதியில் மட்டுமே வெளிப்படுகின்றன.

இந்த காரணத்தினால் ஒரு டி.எஸ். தண்டு வழக்கமாக புறணிக்குள் வேர்களைக் காட்டுகிறது மற்றும் அவை கார்டிகல் வேர்கள் (உள் வேர்கள்) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. துணை இனத்தில் ரோபாலோஸ்டாச்சியாவும் வேர்கள் சாகசமானது மற்றும் தண்டுகளின் புரோஸ்டிரேட் பகுதியின் அடிப்பகுதியில் எழுகின்றன.

(iii) இலைகள்:

இலைகள் எளிமையானவை, காம்பற்றவை, அளவு சிறியவை, தகுதி மற்றும் ஒரு பிரிக்கப்படாத மையப்பகுதியைக் கொண்டிருக்கின்றன மற்றும் அவை மைக்ரோஃபில்ஸ் என அழைக்கப்படுகின்றன. வழக்கமாக இலைகள் சுழல் முறையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும் (எ.கா., எல். கிளாவட்டம்) ஆனால் அவை சுழல்களில் (எ.கா., எல். செர்னூம்) அல்லது ஜோடிகளில் (எ.கா., எல். அல்பினம்) ஏற்பாடு செய்யப்படலாம்.

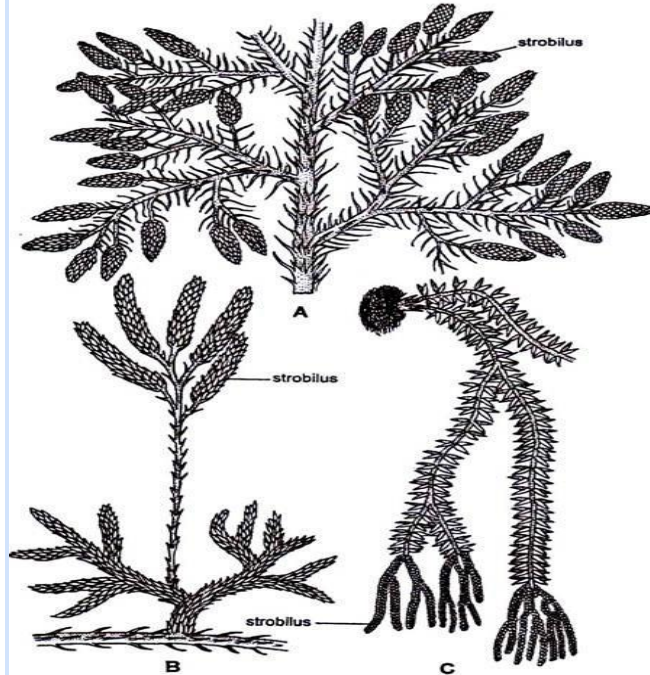


Fig. 1 (A-C). *Lycopodium*. Sporophyte with strobili: A. *L. cernuum* (terrestrial), B. *L. clavatum* (terrestrial), C. *L. phlegmaria* (epiphytic)

லைகோபோடியத்தின் உள் அமைப்பு:

(அ) தண்டு:

லைகோபோடியத்தின் தண்டுகளின் ஒரு குறுக்குவெட்டு பிரிவு (டி.எஸ்.) வெளிப்புறத்தில் ஓரளவு வட்டமானது மற்றும் பின்வரும் மூன்று பகுதிகளாக வேறுபடுத்தப்படலாம்:

1. மேல்தோல்:

இது தடிமன் கொண்ட ஒற்றை கலத்தை உள்ளடக்கிய வெளிப்புற மூடும் அடுக்கு ஆகும். மேல்தோல் வெளிப்புறத்தில் வெட்டப்பட்டு, ஸ்டோமாட்டா இருப்பதால் இடங்களில் குறுக்கிடப்படுகிறது.

2. புறணி:

மேல்தோலுக்கு உட்புறம் கார்டெக்ஸின் பரந்த மண்டலம் உள்ளது, இது வெவ்வேறு உயிரினங்களில் அதன் கட்டமைப்பில் பெரும் மாறுபாட்டைக் காட்டுகிறது.

பொதுவாக நான்கு வகையான புறணி அங்கீகரிக்கப்படுகிறது:

(i) புறணி முழுவதுமே சிறிய அல்லது பெரிய இடைவெளிகளுடன் (எ.கா., எல். சிலாகோ) பரேன்சிமாட்டஸ் கலங்களால் ஆனது. இத்தகைய புறணி ஒரேவிதமானதாக அழைக்கப்படுகிறது.

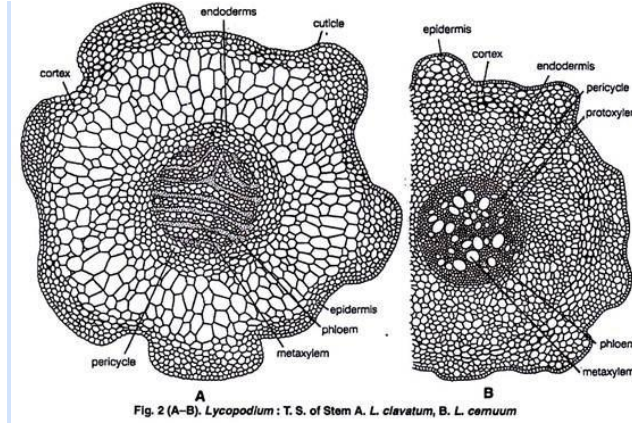


Fig. 2 (A-B). Lycopodium : T.S. of Stem A. L. clavatum, B. L. cernuum

(ஆ) வேர்:

வேர்கள் சாகசமானது.

லைகோபோடியத்தின் வான்வழி வேரின் ஒரு குறுக்குவெட்டு பிரிவு (டி.எஸ்.) வெளிப்புறத்தில் ஓரளவு வட்டமானது மற்றும் பின்வரும் உள் கட்டமைப்பைக் காட்டுகிறது:

(i) மேல்தோல்:

இது வெளிப்புற மூடிமறைக்கும் அடுக்கு மற்றும் ஒரே ஒரு செல் தடிமன் கொண்டது. செல்கள் மெல்லிய சுவர். ஜோடிகளில் (லைகோபோடியத்தின் சிறப்பியல்பு) ஏராளமான வேர் முடிகளுடன் மேல்தோல் வழங்கப்படுகிறது.

(ii) புறணி:

மேல்தோல் கீழே ஒரு புறணி புறணி உள்ளது. இது வெளிப்புற ஸ்க்லரென்சிமா மற்றும் உள் பாரன்சிமா என வேறுபடுத்தப்படுகிறது. வெளிப்புறம் வேருக்கு இயந்திர வலிமையைக் கொடுக்கிறது.

லைகோபோடியத்தில் இனப்பெருக்கம்:

லைகோபோடியம் தாவர ரீதியாகவும் வித்திகளால்வும் இரண்டு முறைகள் மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

1. தாவர இனப்பெருக்கம்:

இது பின்வரும் முறைகளால் நடைபெறுகிறது:

(i) ஜெம்மா அல்லது பல்புகள்:

எல். செலாகோ, எல். ஜெம்மியின் உருவவியல் தன்மை இன்னும் முழுமையாக அறியப்படவில்லை. ஜெம்மா தரையில் விழும்போது, ரூட் ப்ரிமோடியாவை உருவாக்கி விரைவில் வேரை உருவாக்குகிறது.

(ii) மரணம் மற்றும் சிதைவு:

ஊர்ந்து செல்லும் தண்டு கொண்ட இனங்கள், தண்டுகளின் பழைய பகுதிகளின் இறப்பு மற்றும் சிதைவால் கிளைகள் வரை தாவர ரீதியாக இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இது பின்னர் சுயாதீனமாக வளரும் கிளைகளை பிரிக்கிறது.

(iii) ஓய்வு மொட்டுகள்:

L. inundatum இல் வளர்ந்து வரும் வேர்த்தண்டுக்கிழங்கின் நுனி தவிர தாவர உடல் முழுவதும் குளிர்காலத்தில் இறந்துவிட்டது. வேர்த்தண்டுக்கிழங்கின் இந்த முனை பகுதி ஓய்வெடுக்கும் மொட்டாக செயல்படுகிறது, இது வரவிருக்கும் வசந்த காலத்தில் வளர்ச்சியைத் தொடங்கி புதிய தாவரமாக உருவாகிறது.

(iv) துண்டு துண்டாக:

பல எபிஃபைடிக் இனங்களில் தாவர உடலின் துண்டுகள் புதிய தாவரங்களை உருவாக்கும் திறன் கொண்டவை.

2. பாலியல் இனப்பெருக்கம்:

வித்து உற்பத்தி செய்யும் உறுப்புகள்:

லைகோபோடியம் ஒரு ஸ்போரோஃப்டிக் ஆலை மற்றும் பாலியல் ரீதியாக இனப்பெருக்கம் செய்கிறது. தாவரங்கள் ஓரினச்சேர்க்கை கொண்டவை, அதாவது, ஒரு வகை வித்திகளை மட்டுமே உற்பத்தி செய்கின்றன (மெகா மற்றும் மைக்ரோஸ்போர்களை வேறுபடுத்தாமல்). இந்த வித்திகள் ஸ்ப்ராங்கியாவில் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன, அவை ஸ்போரோபில்ஸ் எனப்படும் வளமான இலைகளில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. வழக்கமாக ஸ்போரோபில்ஸ் ஒன்றாக தொகுக்கப்பட்டு ஸ்ட்ரோபிலி (சிங். ஸ்ட்ரோபிலஸ்) எனப்படும் ஒரு சிறிய கட்டமைப்பை உருவாக்குகின்றன, அவை முனைய கட்டமைப்புகள் (படம் 1 ஏ).

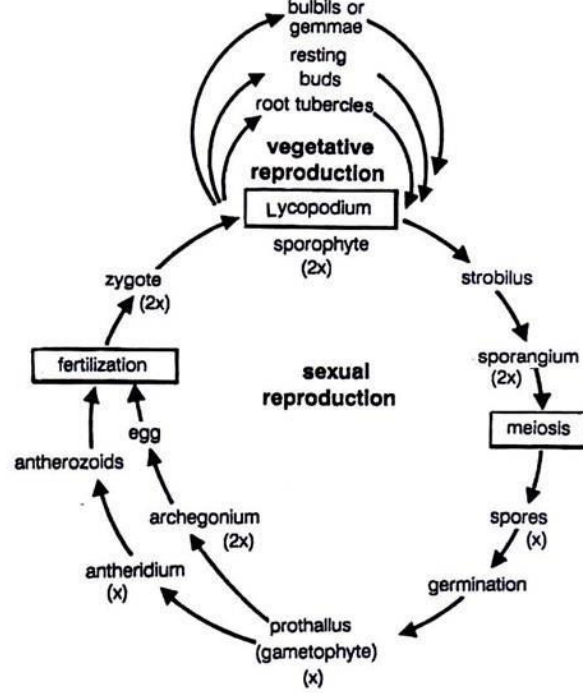


Fig. 15. *Lycopodium* : Schematic representation of life cycle

செலகினெல்லாவின் நிகழ்வு மற்றும் விநியோகம்:

செலகினெல்லா பொதுவாக ஸ்பைக் பாசி என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது ஏழு நூறுக்கும் மேற்பட்ட உயிரினங்களை உள்ளடக்கியது மற்றும் உலகின் அனைத்து பகுதிகளிலிருந்தும் நடைமுறையில் தெரிவிக்கப்பட்டுள்ளது. பெரும்பான்மையான இனங்கள் வெப்பமண்டல மழைக்காடுகளில் நிகழ்கின்றன மற்றும் ஈரப்பதமான நிழலான வாழ்விடங்களில் தரையில் ஒரு சிறப்பியல்பு வளர்ச்சியை உருவாக்குகின்றன. மிதமான இனங்கள் மலைகளின் நிழல் பக்கங்களில் வளர்கின்றன.

ஒரு சில உறுப்பினர்கள் ஜெரோஃப்டிக் எ.கா. எஸ். லெபிடோபில்லா மற்றும் எஸ். ரூபெஸ்ட்ரிஸ். இவை வறண்ட பாறைக் குன்றின் மீது அல்லது மணல் நிறைந்த மண்ணில் வளர்ந்து அவ்வப்போது வறண்டு போகின்றன. உறுப்பினர்களில் சிலர் (எ.கா. எஸ். ஆர்கனா) எபிஃபைடிக்.

சுமார் எழுபது வகையான செலகினெல்லா இந்தியாவில் இருந்து பதிவாகியுள்ளது. எஸ். கிரிசோகாலோஸ், எஸ். பாலிடீஸ்மா, எஸ். ரூபெஸ்ட்ரிஸ், எஸ்.

செலகினெல்லாவின் ஸ்போரோஃபைட்:

பழக்கம்:

செலகினெல்லாவின் இனங்கள் அவற்றின் பழக்கத்தில் வேறுபட்டவை. தாவர உடல் ஊர்ந்து செல்லலாம் (எஸ். க்ராஸியானா படம் .59) துணை நிமிர்ந்து (எஸ். டிராச்சிபில்லா) அல்லது நிமிர்ந்து (எஸ். எரித்ரோபஸ்). எஸ். அல்லிகாஸ் ஒரு ஏறுபவர். அளவிலும் சில சென்டிமீட்டர் (எஸ். செலகினாய்டுகள்) முதல் பல மீட்டர் வரை (எஸ். வில்டெனோவி, எஸ். பெண்டகோனா போன்றவை) பெரிய அளவிலான மாறுபாடு உள்ளது.

சில ஜீரோஃப்டிக் இனங்கள் வறட்சியின் தீவிர காலங்களைத் தாங்கும் திறன் கொண்டவை. சாதகமற்ற பருவத்தில் அவை ஒரு பந்தாக பங்கு வகிக்கின்றன மற்றும் சாதகமான பருவத்தில் ஒரு சாதாரண தாவரமாக திறக்கப்படுகின்றன. இவை உயிர்த்தெழுதல் தாவரங்கள் என்று அழைக்கப்படுகின்றன.



Fig. 59. *Selaginella* : Habit of *S. kraussiana*

தாவரத்தின் உருவவியல்:

தண்டு மென்மையானது, குடலிறக்கம் மற்றும் கிளைத்தவை. இது புரோஸ்டிரேட் (ஹீட்டோரோபில்லம்) நிமிர்ந்து அல்லது துணை நிமிர்ந்து (ஹோமியோபில்லம்). கிளை இருவகை அல்லது பக்கவாட்டாக இருக்கலாம். தண்டு மீது சில மிமீ அளவு சிறியதாக இருக்கும் இலைகள் காணப்படுகின்றன. இலைகளின் ஏற்பாடு ஹோமியோபில்லம் என்ற பிரிவில் சூழல் ஆகும். ஹேட்டோரோபில்லத்தில் இருவகை இலைகள் நான்கு நீளமான வரிசைகளில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இவற்றில், இரண்டு வரிசைகள் சிறிய இலைகளைக் கொண்டிருக்கின்றன, அவற்றுக்கு நேர்மாறாக இரண்டு வரிசைகள் பெரிய இலைகளைக் கொண்டுள்ளன. இலைகள் எளிமையானவை மற்றும் ஈட்டி வடிவிலிருந்து ஓவல் வடிவத்தில் இருக்கும். எல்லா உயிரினங்களிலும் அவற்றின் அடாக்ஸியல் மேற்பரப்பில் உள்ள இலைகள் ஒரு சவ்வு வளர்ச்சியைத் தாங்குகின்றன - லிகுல். லிகுவேலில் கிளாசோபோடியம் என்று அழைக்கப்படும் ஒரு அடிப்படை பகுதி உள்ளது, இது லிகுலர் குழி என்று அழைக்கப்படும் மனச்சோர்வில் வைக்கப்படுகிறது.

லிகுல் நாக்கு வடிவமாகவோ, விசிறி வடிவமாகவோ அல்லது மடலாகவோ இருக்கலாம். ஒன்டோஜெனியின் ஆரம்பத்தில் இலை மேற்பரப்பில் இருந்து ஒரு லிகுல் எழுகிறது. லிகுலின் செயல்பாடு சரியாக புரிந்து கொள்ளப்படவில்லை. இது நீர் அல்லது சளி சுரக்கும் ஒரு சுரப்பு கட்டமைப்பாக இருக்கலாம்.

உள் கட்டமைப்பு:

1. தண்டு:

தண்டு ஒரு குறுக்குவெட்டு பிரிவு (படம் 61) மேல்தோல், புறணி மற்றும் ஸ்டீல் ஆகிய மூன்று முக்கிய பகுதிகளைக் காட்டுகிறது. மேல்தோல் ஒற்றை அடுக்கு ஆகும். செல்கள் நெருக்கமாக நிரம்பியுள்ளன மற்றும் ஸ்டோமாட்டா இல்லை.

2. வேர்:

ஒரு குறுக்கு பிரிவில் உள்ள ஒரு வேர் (படம் 62) ஒரு மேல்தோல், புறணி மற்றும் ஸ்டீல்லை வெளிப்படுத்துகிறது. மேல்தோல் உயிரணுக்களின் ஒற்றை அடுக்கால் ஆனது. சில செல்கள் வேர் முடிகளுக்கு வழிவகுக்கும். புறணி அமைப்பில் மாறுபாடு உள்ளது.

எஸ். வில்டெனோவியில், புறணி ஹைப்போடெர்மல் ஸ்க்லெரோசிமாவின் சில அடுக்குகளைக் கொண்டுள்ளது, மீதுமுள்ளவை பாரன்கிமாட்டஸ் ஆகும். எஸ். டென்சாவில் முழு



புறணி தடிமனான சுவர் கொண்டது. சில உயிரினங்களில் புறணி முற்றிலும் பரன்கிமாடஸாக இருக்கலாம்.

3. ரைசோஃபோர்:

உடற்கூறியல் வேர் மற்றும் ரைசோஃபோருக்கு இடையே நெருங்கிய ஒற்றுமை உள்ளது. தண்டு பாலிஸ்டெலிக் அல்லது மோனோஸ்டெலிக் என்பதைப் பொருட்படுத்தாமல் ரைசோஃபோர் எப்போதும் மோனோஸ்டெலிக் ஆகும். ஸ்டைல் எப்போதும் சைலேமின் கட்டமைப்பில் சில மாறுபாடுகளைக் கொண்ட ஒரு புரோட்டோஸ்டைல் ஆகும். சைலேம் பொதுவாக மன்னர் மற்றும் எக்சார்ச் ஆகும்

4. இலை:

உட்புறத்தில் இலை மேல்தோல், மீசோபில் மற்றும் ஒரு வாஸ்குலர் மூட்டை ஆகியவற்றைக் காட்டுகிறது. மேல் மற்றும் கீழ் மேல்தோல் உயிரணுக்களின் ஒற்றை அடுக்கால் ஆனது. இலைகள் ஹைப்போஸ்டோமேடிக் அல்லது ஆம்பிஸ்டோமேடிக் இருக்கலாம். மீசோபில் பொதுவாக வேறுபடுத்தப்படாதது, இடைவெளிகளுடன் கூடிய ஐசோடைமெட்ரிக் கலங்களால் ஆனது. எஸ். கான்சினாவில், மேல் மேல்தோல் கீழே ஒரு தனித்துவமான பாலிசேட் பாரன்கிமா உள்ளது. மீசோபில் செல்கள் மாறி எண்ணிக்கையிலான குளோரோபிளாஸ்ட்களைக் கொண்டுள்ளன. எஸ். வில்டெனோவியில் இரண்டு உள்ளன,

5. லிகுல்:

உடற்கூறியல் ரீதியாக லிகுல் குளோசோபோடியத்தில் அதிக வெற்றிட புரோட்டோபிளாஸ்ட்களுடன் பல மெல்லிய சுவர் செல்களைக் காட்டுகிறது. குளோசோபோடியம் குளோசோபோடியல் உறை எனப்படும் உறை மூலம் சூழப்பட்டுள்ளது.

இனப்பெருக்கம்:

ஸ்போரோஃபைட் தாவர பரவல் மற்றும் வித்து உற்பத்தி மூலம் இனப்பெருக்கம் செய்கிறது.

(1) தாவர பரப்புதல்:

இது பின்வரும் முறைகளால் நடைபெறுகிறது:

(i) துண்டு துண்டாக:

ஈரப்பதமான சூழ்நிலையில் வளரும் எஸ். டிரைபெஸ்ட்ரிஸ் போன்ற உயிரினங்களில் இது காணப்படுகிறது. இங்கே தண்டுகளின் பின்னால் வரும் கிளைகள் சாகசக் கிளைகளை உருவாக்குகின்றன, தாய் ஆலையிலிருந்து அவற்றின் தொடர்பைத் துண்டித்து புதிய நபர்களாக உருவாகின்றன.

(ii) கிழங்குகளும்:

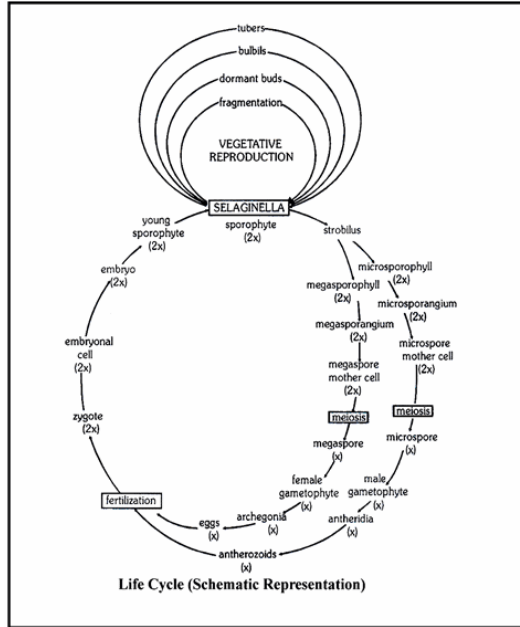
இவை நிலத்தடி அல்லது வான்வழி இருக்கலாம். எஸ். கிரிசோரிஹைசோஸில் அவை தண்டு இருந்து எழும் நிலத்தடி கிளைகளின் குறிப்புகளில் உருவாகின்றன. எஸ். கிரிசோகாலோஸில் கிழங்குகளும் சாதாரண தாவரக் கிளைகளின் நுனியில் உருவாகின்றன.

(2) வித்து தாங்கும் உறுப்புகள்:

கிளைகளின் உதவிக்குறிப்புகளில், வித்து தாங்கும் உறுப்புகள், ஸ்போரோபில்ஸ் ஸ்ட்ரோபிலியாக ஒருங்கிணைக்கப்படுகின்றன. செலகினெல்லா ஹீட்டோரோஸ்போரஸ் மற்றும் வழக்கமாக ஸ்ட்ரோபிலியில் மெகாஸ்போரோபில்ஸ் மற்றும் மைக்ரோ-ஸ்போரோபில்ஸ் இரண்டும் உருவாகின்றன (எஸ். கிராஸ்ஸியானா). எஸ். புருசிலிஸ் போன்ற இனங்களில் ஒவ்வொரு ஸ்ட்ரோபிலஸிலும் ஒரே ஒரு ஸ்போரோபில் உள்ளது.

கருத்தரித்தல்:

முதிர்ந்த ஆர்க்கிகோனியா கேமோட்டோபிடிக் திசுக்களில் பதிக்கப்பட்டுள்ளது. வென்ட்ரல் கால்வாய் செல் மற்றும் கழுத்து கால்வாய் செல் ஆகியவை முட்டையை மட்டுமே விட்டுச் செல்கின்றன. மெகா-கேமோட்டோபைட்டுகள் மண்ணில் இருக்கும்போது அல்லது அவை மெகா-ஸ்ப்ராங்கியாவுக்குள் இருக்கும்போது கருத்தரித்தல் நடைபெறலாம். ஆன்டெரோசாய்டுகள் ஈரப்பதத்தின் மெல்லிய படத்தில் நீந்தி முட்டையை உரமாக்குகின்றன.



# UNIT IV



ஜிம்சொஸ்வபர்ம்களின் முக்கிபை பண்புகள் பின்ருமாறு:

1. அறை பூக்கறள உற்பத்தி வசய்தில்றை.
2. ஒரு பழத்திற்குள் ைிறதகள் உருவைகில்றை. அைர்கள் நிரண்ணமாக இருக்கிறார்கள்.
3. பைப்வபாழிவு ஏற்படும் குளிர்ந்த பகுதிகளில் அறை காணப்படுகின்றை.
4. அறை ஊசி சபான்ற இறைகறள உருவைக்குகின்றை.
5. அறை ைற்றாத அல்ைது மரத்தாைைறை, மரங்கள் அல்ைது புதர்கறள உருவைக்குகின்றை.
6. அறை கருப்பற, பாணி மற்றும் களங்கம் ைை சைறுபடுதில்றை.
7. களங்கம் இல்ைாததால், அறை சநரடிைைக காற்றிைைல் மகரந்தச் சசர்க்கறக வசய்தைப்படுகின்றை.
8. ஆண் சகசமாட்சடாறபட்டுகள் இரண்டு சகமட்கறள உருவைக்குகின்றை, ைஆல் ைஅற்றில் ஒன்று மட்டுசம வசைல்படுகிறது.
9. அறை ைஇப்வபருக்க கட்டறமப்புகளுடன் கூம்புகறள உருவைக்குகின்றை.
10. ைிறதகளில் எண்சடாஸ்வபர்ம் உள்ளது, இது தாைரத்தின் ைளர்ச்சி மற்றும் ைளர்ச்சிக்கு உணறை சசமிக்கிறது.
11. இந்த தாைரங்கள் ைைஸ்குைர் திசுக்கறளக் வகாண்டுள்ளை, அறை ஊட்டச்சத்துக்கள் மற்றும் நீரின் சபாக்குைரத்திற்கு உதவுகின்றை.
12. றசசைமுக்கு பாத்திரங்கள் இல்றை, மற்றும் புசளாமுக்கு துறண வசல்கள் மற்றும் சல்ைறட குழாய்கள் இல்றை. ஜிம்சொஸ்வபர்ம்களின் ைைறகப்பாடு ஸ்சபார்ன் (1965) ஜிம்சொஸ்வபர்ம்கறள 3 ைைகுப்புகள், 9 ஆர்டர்கள் மற்றும் 31 குடும்பங்களாக ைைறகப்படுத்திைது. ைைகுப்புகள்
  - i) றசக்காசடாஸ்பிடா
  - ii) சகாைிைவசராப்சிடா
  - iii) க்வைட்சடாப்சிடா. றசகஸ் - ஸ்சபாசராை்ப்டிக் ைைழ்க்கறக சுழற்சி: றசக்காக்களின் தாைர உடல் ஸ்சபாசராை்ப்டிக் ஆகும். றசகஸ் ஆறை இரண்டு தைத்துமைை தறைமுறறகள் ஸ்சபாசராை்ப்டிக் மற்றும் சகசமாட்சடாபிடிக் ஆகிைைற்றறக் வகாண்டுள்ளது. ஸ்சபாசராைறபட் ைைத்திகளின் மூமைப் பாலிைல் ைைிைைைக ைஇப்வபருக்கம் வசய்கிறது. பாலிைல் ைஇப்வபருக்கம்:தாைரங்கள் றடசைசிைஸ், ஸ்சபாராங்கிைை ஸ்சபாசராபில்ஸில் பிறக்கின்றை, அறை ஒன்றிறணந்து கூம்புகள் அல்ைது ஸ்ட்சராபிலிைற உருவைக்குகின்றை. றசக்காக்களின் கூம்புகள் ஸ்டைில் முறைமைாகும். ஆண் ைஇப்வபருக்க உறுப்புகள் அல்ைது ஆண் கூம்பு அல்ைது ஸ்டாமிசைட் ஸ்ட்சராபிைஸ்: றசக்காக்களின் ஆண் கூம்புகள் கிைீத்தின் றமைத்தில் தைத்திைைைக நிகழ்கின்றை. இது வூடி, ஆப்பு ைைடிமைைது, அப்பட்டமாக 50 வச.மீ.
- ஜிம்சொஸ்வபர்ம்களில் மிகப்வபரிை ைஇப்வபருக்க கட்டறமப்புகளில் ஆண் றசக்காஸ்உள்ளது. ஒவ்வைாரு ஆண் கூம்புக்கும் ஒரு அச்ச உள்ளது, அதில் ஸ்சபாசராபில்ஸ் சுழல் முறறையில் அறமக்கப்பட்டிருக்கும். ஸ்சபாசராபில் றமக்கராஸ்சபாசராபில்ஸ் அல்ைது மகரந்தங்கள் என்று அறழக்கப்படுகிறது,

அறை ஒவ்வொன்றும் தட்றடைாைறை, கீசழ குறுகி, சமசை மைட்டு டைட்டு அசபாபிஸிஸாக டைிாிைறடகின்றை. றமக்சராஸ்சபாரங்கிைா (மகரந்தப் றபகள்) மூன்று முதல் ஆறு அறிைப்பட்ட றமக்சராசசாரிைின் குழுக் குழுக்களில் பிறக்கின்றை. அறை டைிாிைறடகின்றை. றமக்சராஸ்சபாரங்கிைம் என்பது பை அடுக்கு சுைர்கறளக் வகாண்ட டைகளாைிை அல்ைது முட்றட டைடிை உடைாகும். இதில் ஏராளமாை றமக்சராஸ்சபார்கள் அல்ைது மகரந்த தாைிைங்கள் உள்ளை. றமக்சராஸ்சபாரங்கிைம் மற்றும் றமக்சராஸ்சபார்களின் டைளர்ச்சி: றமக்சராஸ்சபாராங்கிைம் றமக்சராஸ்சபாசராபிலின் ஒற்றற றைப்பாவடர்மல் கைத்திலிருந்து உருைாகிறது. ஆரம்ப கைமாைது வைளிப்புற மைட்டு அல்ைது முதன்றம டைிரணு மற்றும் உள் முதன்றம ஸ்சபாரவஜைஸ் வசல் ஆர்க்கிசகாைிைமாக வபரிக்கலிைிக்காக பிரிக்கிறது. முதன்றம சுைர் வசல் மீண்டும் மீண்டும் வபரிக்கலிைிகல் மற்றும் ஆன்டிகிைிகல் பிளவுகளால் பிரிக்கிறது மற்றும் ஒரு ஸ்ப்ராங்கிைம் சுைர் தடிமன்களில் பை வசல்கள் உருைாக்கப்படுகின்றை, அறை சமல்சதால் மூைம் மூடப்பட்டுள்ளை. முதன்றம ஸ்சபார்கைஸ் வசல் பிரித்து, வபரிை அளைிைாை ஸ்சபாரவஜைஸ் வசல்கள் அல்ைது டைித்து தாய் வசல்கறள உருைாக்குகிறது. ஸ்சபாசராஜிைஸ் திசுக்களின் சுற்றளையில் இருந்து சடபட்டம் சைறுபடுகிறது. டைளர்ச்சிைாைது ஸ்சபாசராவஜைஸ் கைத்தறத சுற்றிலும், டைித்து தாய் டைிரணுக்களாகவும் தைிறமப்படுத்தப்படுை்தால், அறை சடபட்டமின் ஒழுங்கின்றமைால் உருைாகும் ஒரு சத்தாை ஊடகத்தில் மிதக்கத் வதாடங்குகின்றை. டைித்து தாய் வசல்கள் குறறப்பு பிரிவு (மிசைாசிஸ்) மூைம் பிரிக்கப்படுகின்றை, அதன்பிறகு எளிை பிரிவு நான்கு றமக்சராஸ்சபார்கள் அல்ைது மகரந்த தாைிைங்கறள உருைாக்குகிறது. இதைால் றமக்சராஸ்சபார்கள் உருைாகின்றை, அறை டைிைளாய்டு மற்றும் ஆண் சகசமாட்சடாறபட்டின் முதல் கைமாகக் கருதப்படுகின்றை.

வபண் டைிப்பவருக்க உறுப்புகள் அல்ைது வபண் கூம்பு அல்ைது டைைிக்கைட் ஸ்ட்சராபிைஸ்: ஜீைஸ் றசக்காஸ் அதன் அண்டைிைப்பின் ஸ்ட்சராபிைஸில் டைிசித்திரமாைது, ஏவைைில் இது றடம் காம்பாக்ட் கூம்பு ஸ்ட்சராபிைஸ் அல்ை, டைஆல் வமக்சராபிைஸின் ஒரு வராவசட் அக்சராபீட்டல் அடுத்தடுத்து சுழல் முறறையில் எழுகிறது மற்றும் ஒரு சராவசட்டில் தண்டு மீது தளர்ைாக அறமக்கப்பட்டிருக்கும், பசுறமைாக இருக்கும் சாதாரண கிாீடம் தண்டு நுைிறைச் சுற்றி வசல்கிறது. அபிகல் வமரிஸ்வடம் பாதிக்கப்படாமல் உள்ளது மற்றும் எதிர்காை இறைகள் மற்றும் ஸ்சபாசராபில்றஸ உருைாக்கும் டைைையில் வதாடர்ந்து டைளர்ந்து டைுகிறது. பசுறமைாக இறைகளின் சுழல்களுக்கு கீசழ அளைிைாை இறைகளின் சுழல்கள் உள்ளை. இதைால் வமகாஸ்சபாசராபில்ஸ் அளைிைாை இறைகறள மாற்றி, உருைைிைல் டைிைைாக டைைற்றுக்கு சமமாைறை என்பது வதளிைாகிறது

. றசக்காக்களின் வமகாஸ்சபாசராபில்ஸ் வபரிைறை மற்றும் அறை அப்பாைிைாக இறைகறளக் காட்டுகின்றை. ஒவ்வொரு

வமகாஸ்சபாசராபில் பழுப்பு நிற பால்சமட் ஆகும், இது சிவ ஓலைகள் அல்து தண்டு மீது வமகாஸ்சபாரங்கிமை வகாண்டது. றசசிஸின் கருமுட்றடகள் தாரை இராச்சிதத்தில் மிகவ்பரிறை. வமகாஸ்சபாரங்கிமை அல்து ஓல்: றசக்காக்களின் ஒவ்வொரு கருமுட்றடயும் ஒற்றற பாரிை ஊடாடறைக் வகாண்டிருக்கின்றை, இது றமக்சராஃறபல் உருைாகும் ஒரு குறுகிை கடந்து வசல்லும் ஸ்ழி தைர, சமல் முறைையில் தைர, பரன்கிமாடஸ் திசுக்களின் கருறைச் சுற்றி உள்ளது. Ovule இன் முக்கிை உடல் றமக்வகல்ைஸ் அல்து வமகாஸ்சபாரங்கிமை முறறைாது. நன்கு ளர்ந்த கருமுட்றடைல் உள்ள ஊடாடல்கள் மூன்று அங்கீகரிக்கப்பட்ட அடுக்குகறளக் வகாண்டிருக்கின்றை, வைளிப்புற மற்றும் உள் ஒளிரும் அடுக்கு எளிை கடிமைமை மற்றும் ளைற்றுக்கிறடசை மிகவும் சிக்கைை கல் அடுக்கு. கருமுட்றடைன் ூஸ்குைர் ஸ்ழங்கல் நறடமுறறையில் சீராைது. ூஸ்குைர் இறழுகள் வமஸ்ராச் றசசைமால் ளைறை. றமக்சகைஸின் உச்சிையில் நுவசல் அல்து வகாக்கு உள்ளது, இது றமக்சராறபலுக்குள் கட்டாைப்படுத்தப்படுகிறது. மகரந்தச் சசர்க்ககக்குப் பிறகு மகரந்த தாைிைங்கள் அல்து றமக்சராஸ்சபார்கள் சசகரிக்கும் மகரந்த அறறறை உருைாக்க வகாக்கின் றமைம் வைற்றுத்தைமாகிறது. மகரந்த அறற றமக்சராஃறபலுடன் ஒன்றிறணகிறது. நுவசல்ைர் திசுக்களுக்குள் ஆழமாைது ஒற்றற சைஜ் கரு ஆகும். ஓல் மற்றும் வமகாஸ்பூர் கைத்தின் ளர்ச்சி: கருமுட்றட வமகாஸ்பிசராபில் ூிளிம்புகளில் உள்ள வமரிஸ்வடமடிக் கைங்களின் றைப்பாடர்மல் வைகுஜைமாக எழுகிறது. வசல்கள் ூிறரைாகப் பிரிந்து நுவசல்ைறஸ உருைாக்குகின்றை. இந்த வசல்கள் வசைல்படுத்தப்படுகின்றை மற்றும் ளர்ந்து ூருைது எல்ைா பக்கங்களிலிருந்தும் ூிறரைாக முதலீடு வசய்கிறது. நுணுக்கத்தின் அடிப்பகுதியில் இருந்து தூண்டுதல் சபான்ற ஒரு ூறளைம் எழுகிறது மற்றும் றமக்சராறபல் சமசை தைர தைர அறத உரக்கச் சுற்றி ூருகிறது. இப்பாது நுவசல்ைர் திசுக்களுக்குள் ஆழமாை வதளிைைை கருறைக் வகாண்ட ஒரு வசல் வமகாஸ்பூர் தாய் வசல் என்று அறழக்கப்படுகிறது, இது ூழக்கமாை ூழிையில் இரண்டு முறற பிரிக்கிறது, முதல் பிரிவு குறறப்பு பிரிவு மற்றும் இரண்டாைது வமகாஸ்சபாரின் சநரிைல் வடடராட் உருைாக்க சாதாரண பிரிவு. இவ்ைாறு உருைாக்கப்பட்ட நான்கு வமகாஸ்சபார்கள் ளைற்றகையில் ூாப்ளாய்டு மற்றும் வபண் சகமசடாறபட்டின் முதல் வசல்கள் (கரு, எண்சடாஸ்வபர்ம்ஸ் மற்றும் ஆர்க்கிசகாைிைை).

ஜிம்சைஸ்வபர்ம்களின் வபாருளாதார முக்கிைத்துமை :

1. ளைங்கார மதிப்பு: பை ஜிம்சைஸ்வபர்ம்கள் ளைங்கார தாரைங்களாக ூளர்க்கப்படுகின்றை, எ.கா., றசக்காஸ், அர uc காரிைை, துஜா சபான்றறை. 2. உணவு மதிப்பு: நான். சி. சுழற்சி, சி. ரம்பி சபான்றறற்றின் தண்டு மற்றும் புறணி ஆகிைைற்றிலிருந்து வபறப்பட்ட 'சாசகா' ஸ்டார்ச். ii. றசக்காஸ் ரம்பி, டிைைன் எட்யூல் சபான்ற ூிறதகளிலிருந்து வபறப்பட்ட 'ுிறத ஸ்டார்ச்' இது மாைாக தைாரிக்கப்பட்டு சாப்பிடுைதற்கு முன்பு சறமக்கப்படுகிறது. iii. பிைஸ் வஜரார்டிைைைை (சில்சகாசா) ூிறதகள் உண்ணக்கூடிைறை. iv. என்வசபைர்சடாஸின் தண்டு குழிைிலிருந்து தைாரிக்கப்பட்ட 'காஃபிர

வராட்டி'. v. காய்கறிகளாக சறமத்த றசக்காஸின் இளம் இறைகள். 3.மருத்துவை மதிப்பு:நான். ஆஸ்துமா, இருமல், சளி, மூச்சுக்குழாய் அழற்சி சபான்றைற்றுக்கு சிகிச்சறசளிக்கப் பைன்படுத்தப்படும் எவபட்ராடைிலிருந்து எடுக்கப்படும் எவபட்ாின் (ஆல்கைய்டு). ii. எவபட்ராடைின் டிஞ்சர் ஒரு இதை தூண்டுதல் ஆகும். iii. றசகாஸ் வரவாலுட்டாடைின் இளம் இறைகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் சாறு இரத்த ாந்தி மற்றும் ாய்வு குணப்படுத்த பைன்படுகிறது.

4. வதாழில்துறற பைன்பாடு: நான். பறச-றசக்காஸ் கம் பிசின், பாம்பு கடித்தலுக்காை மாற்று மருந்து மற்றும் வீரிமை மிக்க புண்கறளப் பைன்படுத்துகிறது.

ii. டாடைின்கள் - சதால் வதாழிலில் பைன்படுத்தப்படும் அர uc சகரிடைா, பிடைஸ், சீக்கசாடைா சபான்றைற்றின் பட்றடகளிலிருந்து எடுக்கப்படும் டாடைின்கள்.

iii. கைடா பால்சம் - இது அபீஸ் பால்சமிடைாடைிலிருந்து வபறப்பட்ட டர்வபண்டன் மற்றும் டைரிடைல் தைாரிப்புகளில் வபருகிடைரும் ஊடகமாகப் பைன்படுத்தப்படுகிறது.

iv. அம்பர் (புறதபடிடை பிசின்) - பிடைஸ் சுகிடைி:வபராடைிலிருந்து வபறப்பட்டது. லுட் ஆ:ப் பிடைஸ் கதவுகள், கம்பங்கள், ாிட்டங்கள், ரைில்சை சைகன் தறரறையும் பைன்படுத்துகிறது.

v. சபாசடாகார்பஸிலிருந்து தைாரிக்கப்பட்ட ஒட்டு பைறக.

vi. பிடைஸ், பிசிடா, அசபஸ், க்வைட்டம் சபான்றைற் vi. பிடைஸ், பிசிடா, அசபஸ், க்வைட்டம் சபான்றைற்றின் மரக் கூழிலிருந்து வசய்தித்தாள்கள், எழுதுதல் மற்றும் அச்சிடும் லைஆணங்கள் சபான்றறை தைாரிக்கப்படுகின்றறை.

vii. றசக்காட்களின் இறைகள் கூறடகள், பாய்கள், வதாப்பிகள், ாிளக்குமாறு சபான்றைற்றறத் தைாரிக்கப் பைன்படுகின்றறை. viii. றசகாஸ் மற்றும் சமக்கசராசாமிடைாடைின் இறைகளிலிருந்து வபறப்பட்ட இறழுகள் தறைறைண்கள் திணிக்கவும் வமத்தறத தைாரிக்கவும் பைன்படுத்தப்படுகின்றறை.