

**Subject code: 18K3B04**

**ANATOMY AND EMBRYOLOGY**

**UNIT- III**

Features of wood-Annual rings-Heart wood-Sap wood ,Anomalous secondary growth in Dicot stem – Aristalochia and Boerhaavia, Monocot stem-Dracaena.

**UNIT -IV**

Microsporogenesis : Structure and development of Anther. Development of male gametophyte,Megasporogenesis : Structure and types of ovules. Development of Female gametophyte-Monosporic (Polygonum), Bisporic (Allium), Tetrasporic (Peperomea).

**UNIT-V**

Fertilization, Double Fertilization. Endosperm Nuclear Cellular and Helobial. Development of embryo in monocot and dicot.

**PREPARED BY**

**UNIT III, IV & V**

Dr.S.Gandhimathi & Dr.A.Pauline Fathima Mary ,  
Guest lecturer in Botany,  
K.N.G.Arts College for Women (A).  
Thanjavur.

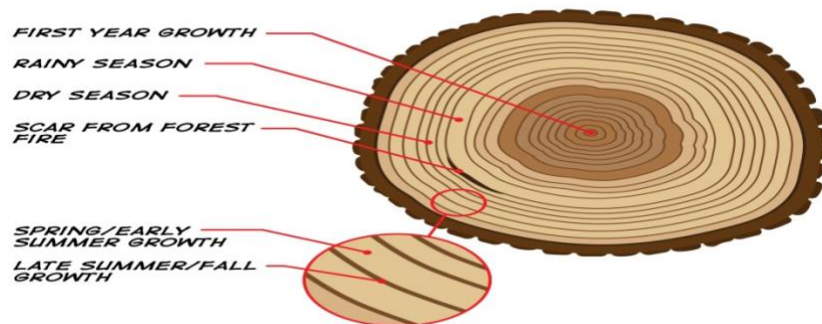
**REFERENCES**

1. Fuller, H.J.and Trippo, o.(1949).college Botany,henry Holt&co.
2. Pandey B.P., (2005) Plant anatomy Botany, S.Chand Company& Ltd.NewDelhi.
3. Vasistha, P.C. (1977). A Text Book of Plant anatomy .S.Nagin and Co., New Delhi.
4. Maheswari, P.C. (1985). An Introduction to the Embryology of Angiosperms.  
Tata McGraw Hill Publishing Co.Ltd. New Delhi.
5. Rogland, A. (2000).Development Botany (Embryology of Angiosperms). Saras Publications,  
Nagercoil.Ltd.

## UNIT- III

### Annual Rings

The activity of the vascular cambium gives rise to annual growth rings. During the spring growing season, cells of the secondary xylem have a large internal diameter; their primary cell walls are not extensively thickened. This is known as early wood, or spring wood. During the fall season, the secondary xylem develops thickened cell walls, forming late wood, or autumn wood, which is denser than early wood. This alternation of early and late wood is due largely to a seasonal decrease in the number of vessel elements and a seasonal increase in the number of tracheids. It results in the formation of an annual ring, which can be seen as a circular ring in the cross section of the stem. An examination of the number of annual rings and their nature (such as their size and cell wall thickness) can reveal the age of the tree and the prevailing climatic conditions during each season.



### Heartwood

**Heartwood**, also called **duramen**, dead, central [wood](#) of trees. Its cells usually contain tannins or other substances that make it dark in colour and sometimes aromatic. Heartwood is mechanically strong, resistant to decay, and less easily penetrated by wood-preservative chemicals than other types of wood. One or more layers of living and functional sapwood cells are periodically converted to heartwood.

No definite relation exists between the annual rings of growth and the amount of sapwood. Within the same species the cross-sectional area of the sapwood is very roughly proportional to the size of the crown of the tree. If the rings are narrow, more of them are required than where they are wide. As the tree gets larger, the sapwood must necessarily become thinner or increase materially in volume. Sapwood is relatively thicker in the upper portion of the trunk of a tree than near the base, because the age and the diameter of the upper sections are less.

When a tree is very young it is covered with limbs almost, if not entirely, to the ground, but as it grows older some or all of them will eventually die and are either broken off or fall off. Subsequent growth of wood may completely conceal the stubs which will however remain as knots. No matter how smooth and clear a log is on the outside, it is more or less knotty near the middle. Consequently, the sapwood of an old tree, and particularly of a forest-grown tree, will be freer from knots than the inner heartwood. Since in most uses of wood, knots are defects that weaken the timber and interfere with its ease of working and other properties, it follows that a

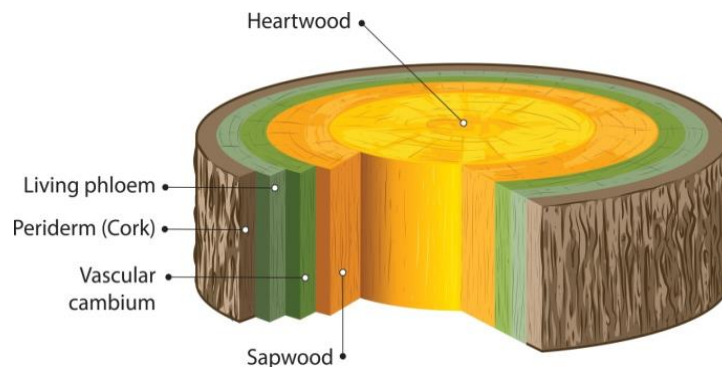
given piece of sapwood, because of its position in the tree, may well be stronger than a piece of heartwood from the same tree.

Different pieces of wood cut from a large tree may differ decidedly, particularly if the tree is big and mature. In some trees, the wood laid on late in the life of a tree is softer, lighter, weaker, and more even-textured than that produced earlier, but in other trees, the reverse applies. This may or may not correspond to heartwood and sapwood. In a large log the sapwood, because of the time in the life of the tree when it was grown, may be inferior in **hardness**, **strength**, and **toughness**.

## Sapwood

Sapwood is also called as alburnum, outer living layers of the secondary wood of trees, which engage in transport of water and minerals to the crown of the tree. The cells therefore contain more water and lack the deposits of darkly staining chemical substances commonly found in heartwood.

Sapwood is thus paler and softer than heartwood and can usually be distinguished in cross sections, as in tree stumps, although the proportions and distinctness of the two types are variable in different species



### **Anomalous Secondary Growth in Aristolochia dicot Stem (With Diagram)!**

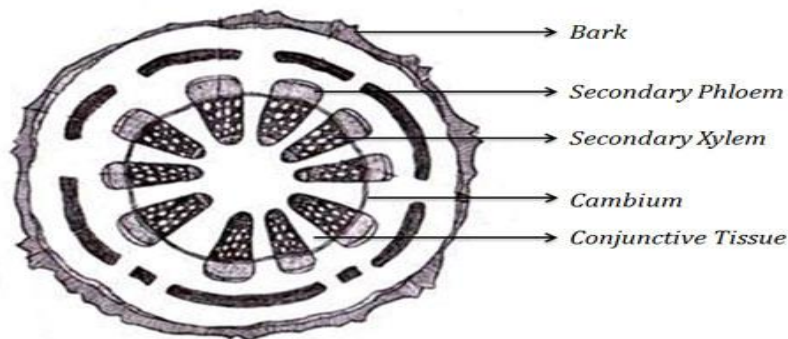
It has been stated that this stem which is a liane, differs from the normal ones in the process of secondary growth. The most striking points of difference are the formation of only parenchymatous medullary rays by the interfascicular cambium, and consequent occurrence of secondary tissues in strands (Fig. 1).

In the primary condition the *Aristolochia* stem has the following structure. Epidermis is uniseriate with cuticularised outer walls. Cortex is differentiated into collenchymatous hypodermis, parenchymatous portion and the starch sheath.

Chloroplasts are present in both collenchyma and parenchyma cells. Continuous bands of sclerenchyma with strongly thickened walls occur. They may be called perivascular fibres, or may be said to form pericycle together with the adjoining parenchyma cells.

Broad medullary rays composed of parenchyma cells occur between the vascular bundles. The central portion of the stem is occupied by a large parenchymatous pith. The vascular bundles remain arranged in a ring. The bundles are distinctly collateral and open ones, with xylem and phloem on the inner and outer sides and having a strip of cambium in between the two.

With commencement of secondary growth in thickness a few parenchymatous cells of the broad medullary rays become meristematic in a line with the fascicular cambium of the vascular bundles. The newly-formed meristem, a secondary meristem, is known as interfascicular cambium.



***Anomalous Secondary Thickening in Aristolochi***

It joins up with the fascicular cambium and thus a continuous cambium ring (Fig. 1 A) is formed. The fascicular cambium, in fact, the cambial zone goes on dividing tangentially and produces secondary xylem and secondary phloem on the inner and outer sides respectively.

Thus the primary xylem and primary phloem are pushed apart from each other. The secondary xylem has the usual elements arranged in vertical and horizontal systems. Metaxylem elements are fairly large in size. Annual rings with early wood and late wood are formed as a result of seasonal activities of the cambium.

The secondary phloem pushes the primary one on the outer side, and the latter usually gets crushed due to the pressure. Bands of sieve tubes and associated cells alternate with bands of parenchyma in the secondary phloem; fibres are absent. On the whole the vascular bundles increase enormously in size due to continued activity of the fascicular cambium.

The interfascicular cambium simply produces parenchyma cells on the outer and inner sides. Thus the medullary rays become increasingly more broad and long. The cells remain arranged in more or less radial rows.

The formation of the secondary tissues brings about profound changes in other portions of the stem. The central pith gets more and more reduced in extent. Distinct disruption in the continuous cylinder of sclerenchyma is caused by the increase, so that the band is ruptured here and there, commonly in front of the medullary rays.

The adjoining parenchyma cells fill up the gaps thus formed. These cells gradually undergo sclerosis and are ultimately transformed into sclereids. They, in fact, repair, so to say, the gaps caused by the onrush of the internal tissues.

The band of hypodermal collenchyma also suffers from pressure and breaks down frequently. The parenchyma cells of the cortex make their way into the breaks and thus occur as strips amongst hypodermal collenchyma.

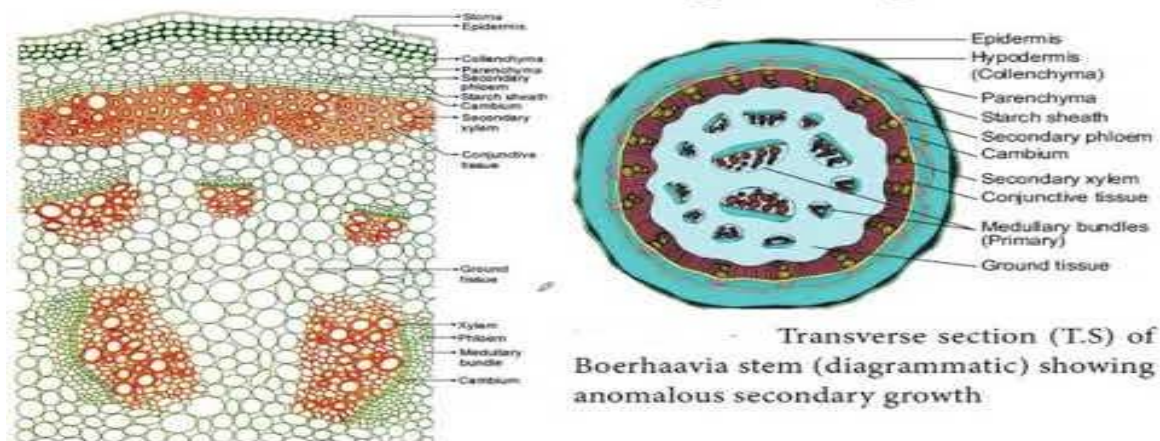
The epidermis gets stretched and ruptures. Periderm develops in the subepidermal layers. Phellogen is formed in patches. They divide and produce a thick layer of cork cells on the outer side and considerable phelloderm on the inner. Lenticels are formed.

### Anamalous secondary growth in dicot stem - *Boerhaavia*

*Boerhaavia* is a member of the Nyctaginaceae and has been described as having C<sub>4</sub> and C<sub>3</sub> physiology and mixed anatomy, with some species showing C<sub>4</sub>; others C<sub>3</sub> type anatomy and related physiology.

The stem in *Boerhaavia* contains well-defined anomalous secondary growth, which is characterized by the presence of successive rings of xylem and phloem. According to **Rajput and Rao, (1998)** The cambium is composed of fusiform initials only, which give rise to **rayless secondary vascular tissues**.

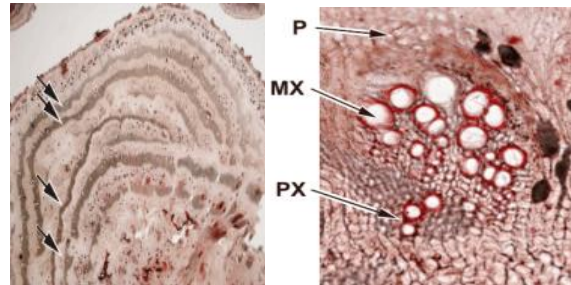
The cambium is described as being **storied** when cell division ceases. Each successive ring of cambium is originated from the **outermost phloem parenchyma cells**.





The cambial ring is functionally segmented into **fascicular** and **interfascicular** regions which produce mostly conducting elements of the xylem and phloem with some parenchyma, the latter to parenchyma cells.

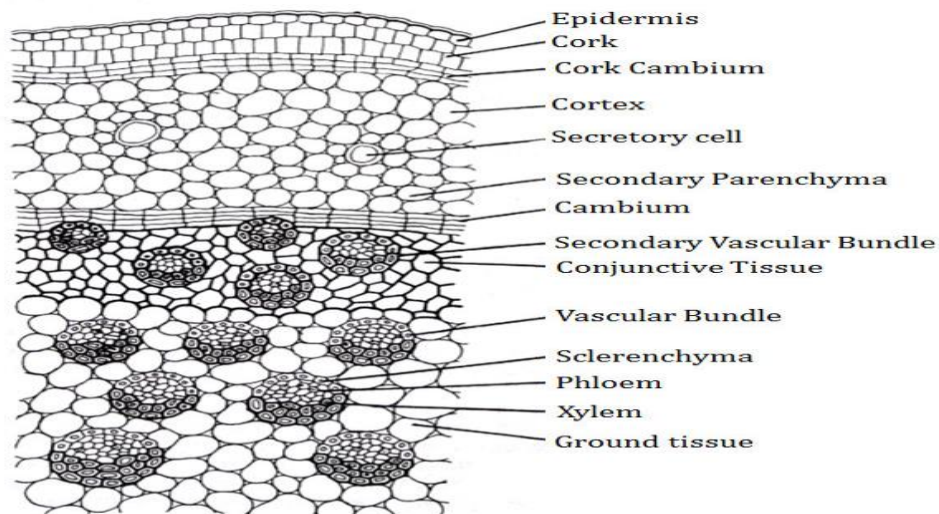
The xylem parenchyma cells develop into **conjunctive tissue** following thickening and lignification of cell walls. In two of the species (*B. verticillata* and *B. rependa*) phloem parenchyma cells also undergo lignification, but in *B. diffusa* parenchyma cells remain primary-walled. Alternate bands of lignified and parenchymatous bands are distinct in the stem.



Cross section of *Boerhaavia* stem and Detail, showing part of the stem, note that the xylem contains **metaxylem (MX)** as well as **protoxylem vessels (PX)**.

### Anomalous secondary growth in monocot stem in *Dracaena*

**Palm trees** are monocots that grow quite tall and thick, yet they lack "normal" secondary growth. *Dracaena* is a monocot but not a true palm, as palms lack the **peripheral secondary thickening meristem** such as is found in *Dracaena* and *Cordyline*. This meristem produces both new vascular bundles and ground tissue (parenchyma). *Dracaena* is an unusual plant, in that the vascular bundles are surrounded by very **prominent fibre bundles**. In this sense, *Dracaena* is not anomalous. The stems undergo a specialized secondary growth, which manifests itself in the production of additional parenchymatous elements. Their later growth pattern is termed **diffuse secondary growth**, and consists mostly of a proliferation of ground parenchyma cells and additional vascular bundles near the periphery.

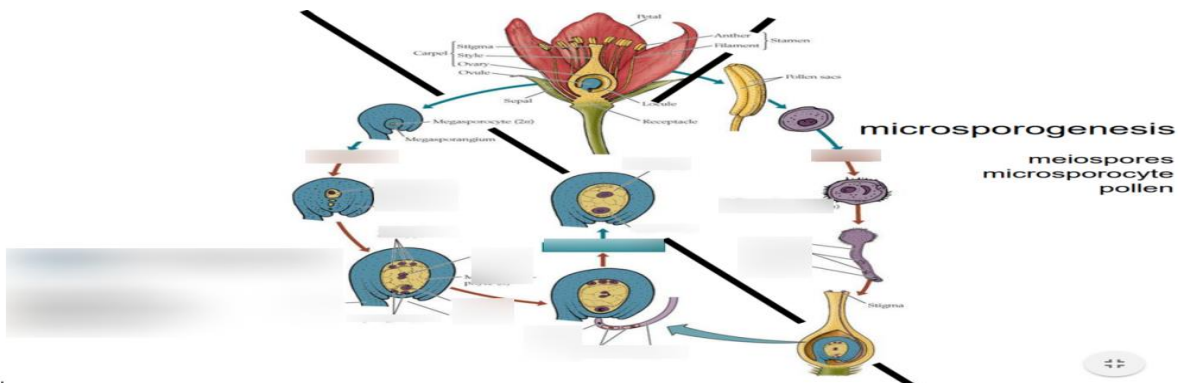


**Anomalous Secondary Thickening in *Dracaena* (Diagram)**

## UNIT-IV

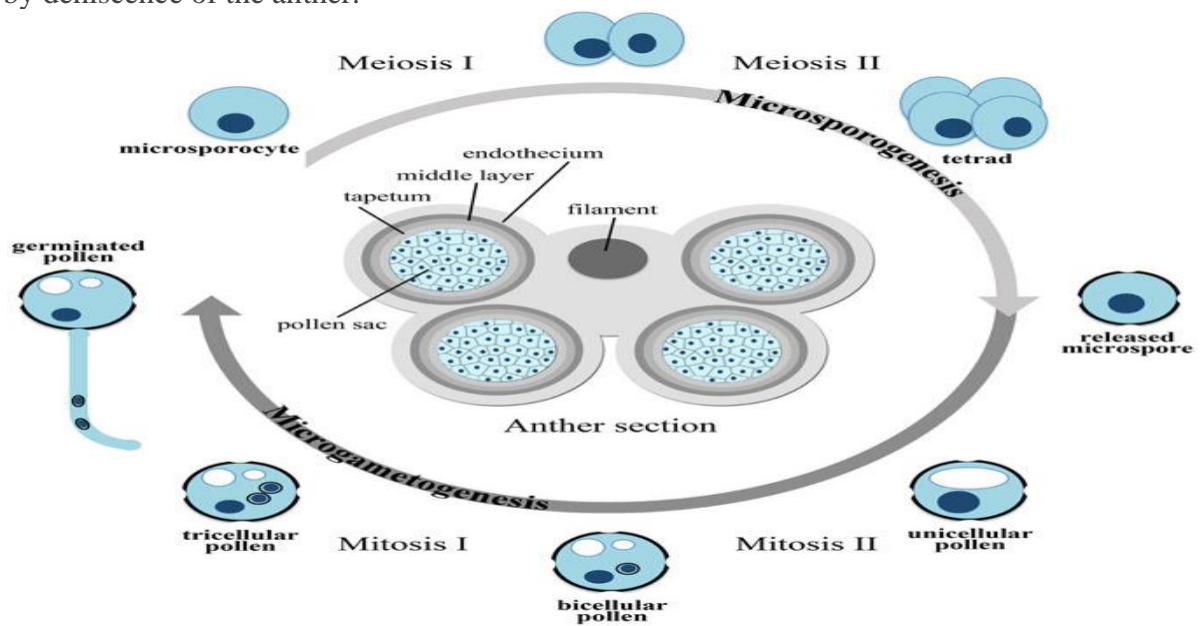
### Microsporogenesis and Microspore

- During the development of the microsporangium, the anther is seen at first as a homogeneous mass of meristematic cells, oblong in cross-section and surrounded by an epidermis (Fig. 404A).
- It then becomes more or less four-lobed and four longitudinal rows of archesporial cells are differentiated. The archesporial cells are marked off from the surrounding cells by their more deeply staining cytoplasm and conspicuous nuclei.
- There may be only one such archesporial cell in each of the four lobes (fig. 404B) as in *Boerhaavia*, etc., or there may be more of them forming a plate (*Ophiopogon*, etc.).
- Longitudinally, also, there may be one to many of them. Each archesporial cell now cuts off a primary parietal cell towards the epidermis and a primary sporogenous cell on the inner side (Fig. 404C).
- The parietal cell now divides by periclinal and anticlinal walls giving rise to several layers of cells forming the wall of the anther while the sporogenous cell usually divides a few times giving rise to a number of microspore or pollen mother cells (Fig. 404D).



- The innermost layer of wall cells directly abutting on the sporogenous tissue forms the tapetum which is a nutritive tissue nourishing the developing microspores (Fig. 404E). The wall cells just below the epidermis form the endothecium which later loses the cell contents, usually becomes fibrous, and forms the dry coat of the mature anther in which the epidermis becomes rather inconspicuous.
- Between the tapetum and the endothecium there are one to three middle layers of cells. The middle layers and the tapetum are usually crushed by the time actual meiosis occurs in the sporogenous cells.

- During microsporogenesis (i.e., development of microspores or pollens) the nucleus of each microspore mother cell undergoes meiosis or reduction division ultimately giving rise to four haploid (i.e., possessing 'n' number of chromosomes) nuclei.
- These four nuclei are arranged tetrahedrally (Fig. 404—H & I) and are soon invested with cell walls. Many variations are known of this typical pattern of meiosis, e.g., in maize a wall is formed across the dyad (2-nucleated condition).
- They are now the microspores or pollens which soon dry up and become powdery while the tapetum becomes absorbed.
- The anther now becomes a dry structure, the partition walls between the sporangia (i.e., loculi) are usually destroyed (Fig. 404J) and the microspores (pollens) are soon liberated by dehiscence of the anther.



- The tapetal cells often become multinucleate and play a great part in the nutrition of the pollens. Sometimes they develop a Plasmodium after disintegration and play a part in the development of the exine of the pollen. Even a part of the sporogenous tissue may break down and serve for nutrition instead of developing spores.
- While the pollens are dry and powdery in most flowers, peculiar conditions are often met with. In *Annona*, *Elodea*, *Typha*, etc., the four spores in a tetrad never separate but form compound pollen grains.
- In the *Mimosaceae* 8 to 64 pollens often aggregate together while in the gynostegium of *Calotropis* and the gynostemium of orchids all the pollens of each anther lobe form a characteristic mass called pollinium (Fig. 405). Each pollinium is provided with a The pollen or the microspore is a very minute structure (0.025 to 0.125 mm in diameter). It is



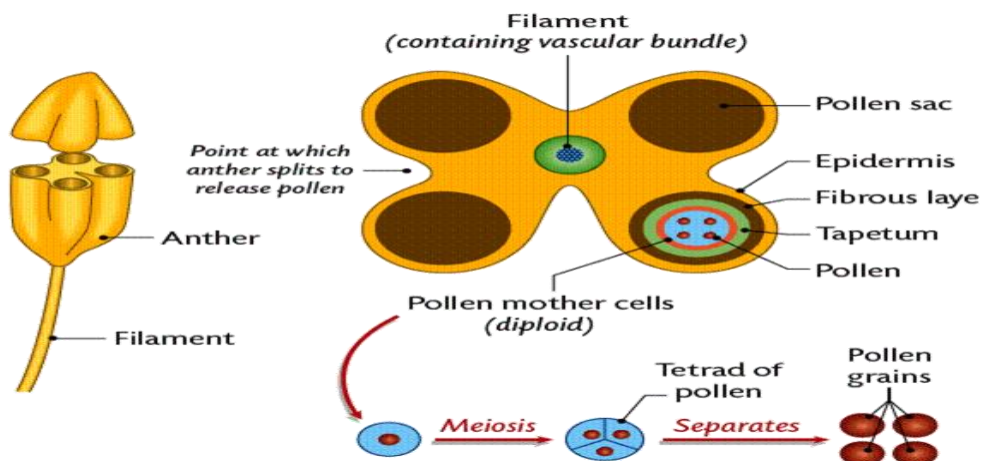
unicellular and usually round although it may be oval, pyramidal, polyhedral, etc. It is provided with two coats—an inner, delicate cellulose layer called intine and an outer tough, cutinised layer called exine or extine. The exine is often sculptured or provided with spines, warts, etc. Occasionally, it is smooth.

- The exine may have a waxy coating to render the pollen more or less waterproof. Very often, there are some definitely thinner, circular spots or slits in the exine called germ pores or slits.
- These weak spots are utilised during the germination of the pollen. The pores are sometimes provided with lids (Fig. 409 B) which open out like valves during germination. Very often, before the pollen is discharged from the anther it becomes binucleate (Fig. 406), the original single nucleus dividing into a tube nucleus and a generative nucleus.
- The latter, with some cytoplasm surrounding it, becomes the generative cell (described later). Sometimes the pollen may even become trinucleate (Fig. 410), as in most cereal crops, by complete development of the male gametophyte even before it is shed. Fig. 407 shows some different forms of mature pollens. Palynology is the science involving the study of pollens.

### Development of Anther:

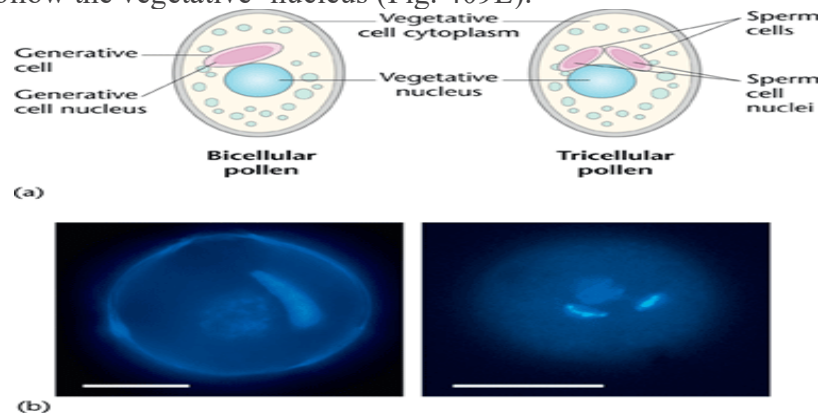
The nucleus of the microspore begins to divide very soon after it is formed. Its division is usually quicker in the warmer climate than in the cooler regions. Such division may begin even before the microspores dissociate from the tetrad condition.

When the pollen is lodged on the stigma, usually its nucleus has already divided. The microspore cell divides into two very equal cells with the smaller cell attached to the wall (Fig. 408A).



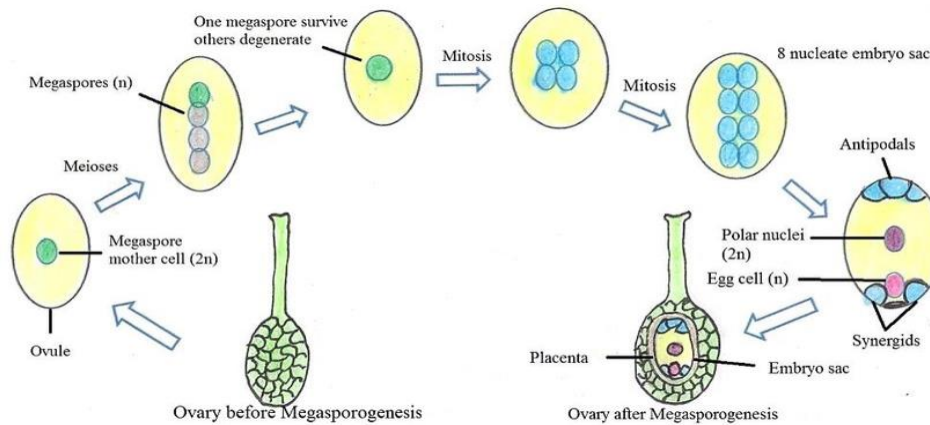
The latter soon loses contact with the wall (Fig. 408 B) and becomes the lens-shaped generative cell floating freely in the cytoplasm of the large vegetative or tube cell (Fig. 409A).

- stalk called caudicle and a sticky base called disc or corpusculum.
- It is then in the binucleate (or two-celled) stage. As the pollen germinates and the pollen tube comes out through a germ pore (Fig. 409B) the vegetative nucleus precedes the generative cell (Fig. 409C).
- The generative cell soon divides mitotically to form two male gametes (Fig. 409 D) and this act is known as spermatogenesis as the male gametes of Angiosperms are equivalent to the ciliated sperms of the lower groups of plants. The gamete nuclei are enveloped in cytoplasmic sheaths, this forming gamete cells. At a later stage the two male gamete cells are seen to follow the vegetative 'nucleus (Fig. 409E).



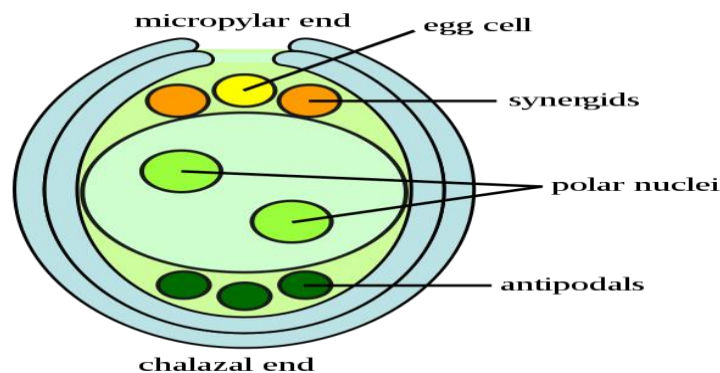
- Soon the vegetative nucleus, which seems to be of no importance being a mere vestigial organ, disappears. As the pollen is the microspore, the contents within the pollen and the pollen tube formed by the germination of the microspore is the male gametophyte of Angiosperms.
- While the male gametophyte, thus, usually develops after the pollen has germinated, there are many instances where it develops within the pollen before the pollen tube is formed and, in some cases, even before pollination. Trinucleate pollens with tube nucleus and two gamete cells are observed in such cases (Fig. 410). Such trinucleate pollen formation is the rule in many plants (e.g., *Portulaca*), specially the cereal crops like wheat, rice, maize of Gramineae and sugarcane of the same family.

**MEGASPOROGENESIS:** The process of formation of megaspore from megaspore mother cell by meiotic division is known as megasporogenesis. This process takes place in ovule. Megasporogenesis can be studied under following heads :



### Structure of ovule (Megasporangium) :

- Ovule is considered to be an integumented megasporangium. The ovule consists of the stalk and the body.
- The stalk is called funicle. One end of the funicle is attached to placenta and the other end to the body of the ovule.



- The point of attachment of funicle with the body is called hilum. Sometimes funicle gets fused with the body of the ovule one side and forms a ridge known as raphe.
- The body of the ovule shows two ends: the basal end, often called the chalazal end and the upper end is called micropylar end.
- The main body of the ovule is covered with one or two envelopes called integuments. These leave an opening at the top of the ovule called micropyle
- The integuments enclose a large *parenchymatous tissue known as nucellus*.

The residual part of nucellus in the mature seed is called perisperm. In the centre of the nucellus is situated a female gametophyte known as embryo sac. Following are the conditions seen in ovule in relation to integuments :

- (i) **Unitegmatic** : Ovule with a single integument, e.g., sympetalous or gamopetalous dicotyledons.
- (ii) **Bitegmatic** : Ovule with two integuments as in polypetalous (Archichlamydeae) dicotyledons and monocotyledons.
- (iii) **Aril** : This is a collar-like outgrowth from the base of the ovule and forms third integument. Aril is found in litchi, nutmeg, etc.
- (iv) **Caruncle** : It is formed as an outgrowth of the outer integument in the micropylar region. Caruncle is common in the ovules of Euphorbiaceae. e.g., Castor (*Ricinus*).
- (v) **Ategmatic** : In some parasites like *Loranthus*, *Viscum*, *Santalum* etc., there is no integument. Such an ovule is called ategmic.

### Types of Ovules

Ovules have been separated into six categories based on their shapes:

**(i) Orthotropous or Atropous** : The micropyle, chalaza and funicle are in straight line. This is most primitive type of ovules. e.g., Betel, Piper, *Polygonum*.

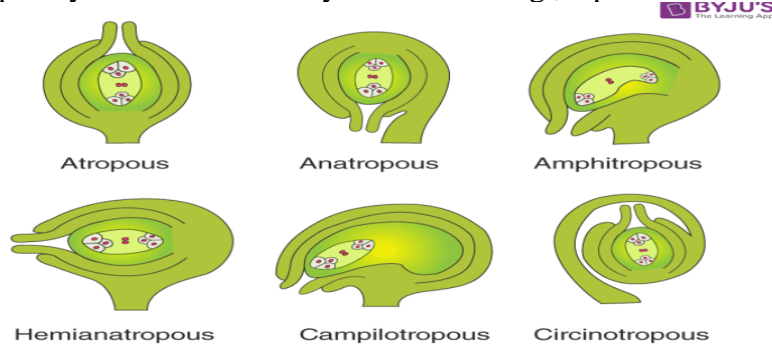
**(ii) Anatropous** : The body of the ovule is completely inverted (turn at 180° angle ) so that micropyle and hilum come to lie very close to each other. e.g., 82% of angiosperm families.

**(iii) Hemianatropous** : Ovule turns at 90° angle upon the funicle or body of ovule is at right angle to the funicle e.g., *Ranunculus*.

**(iv) Campylotropous** : Ovule is curved more or less at right angle to funicle. Micropylar end is bent down slightly. e.g., in members of Leguminosae and Cruciferae.

**(v) Amphitropous** : Curvature of ovule is more and embryo sac becomes curved like horse shoe e.g. *Lemna*, *Poppy*, *Alisma*.

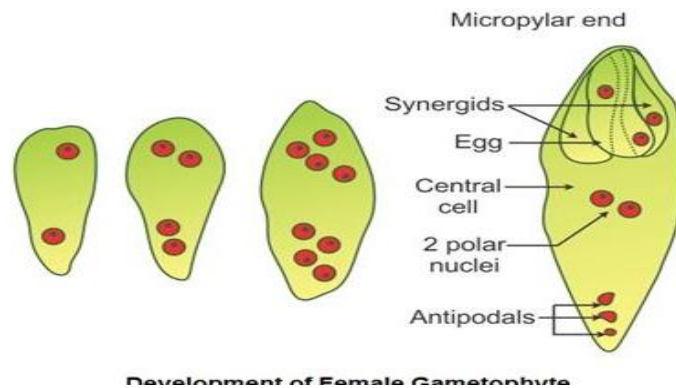
**(vi) Circinotropous** : The ovule is initially orthotropous but becomes anatropous due to unilateral growth of funicle. The growth continues till the ovule once again becomes orthotropous. As a result funicle completely surrounds the body of the ovule e.g., *Opuntia*



**Development of megaspore :** The ovule or the megasporangium develops as a small protuberance of the placental tissue. In the very young ovule a single hypodermal cell is differentiated as archesporium cell. The archesporial cell may directly function as megaspore mother cell (tenuinucellate ovule) or may divide periclinally to form an outer parietal cell and an inner sporogenous cell (crassinucellate ovule).

The sporogenous cell directly behaves as megaspore mother cell (or megasporocyte). The diploid megaspore mother cell enlarges in size and divides by meiosis to form a linear tetrad of four haploid megaspores. Occasionally T-shaped or inverted T-shaped tetrads are also formed. Megaspore is the first cell of female gametophyte. Of the linear tetrad, three megaspores towards the micropyle degenerate. The lowermost, i.e., the chalazal megaspore enlarges and remains functional. It later produces an embryo sac.

**Development of female gametophyte (Megagametogenesis) :** The process of development of female gametophyte or embryo sac from megaspore is called megagametogenesis.



(a) **Egg apparatus :** This is a group of 3 cells situated at the micropylar end. The centrally located cell is called egg cell. On its sides are present two synergids. Egg cell has a large vacuole at its upper end and a prominent nucleus near its lower end. Synergids show a filiform apparatus attached to their upper wall. It is known to attract and guide the pollen tube. Each of the synergids has a vacuole at its lower end and the nucleus at its upper end.

(b) **Polar nuclei :** These are situated in the centre of the embryo sac representing a large binucleate central cell. Generally, both the polar nuclei fuse before fertilization and form a single diploid nucleus called secondary nucleus or definitive nucleus.

(c) **Antipodals :** The three cells situated at the chalazal end are called antipodals. These cells generally degenerate soon after fertilization. Polygonum type occurs in about 70% of angiosperms and is the common type.

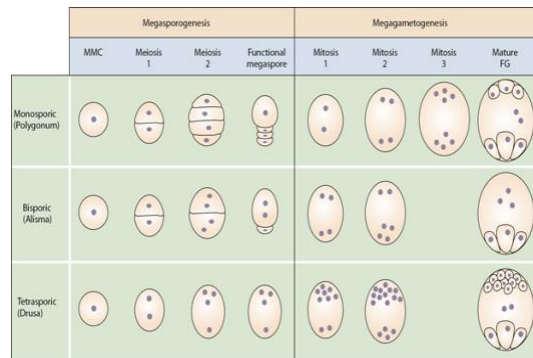


**Based on the number of megaspores, embryo sacs can be divided into three types: monosporic, bisporic, and tetrasporic .**

**(i) Monosporic :** In the **monosporic**, or *Polygonum*-type embryo sac, meiosis of the diploid megaspore mother cell in the nucellus produces four haploid megaspores. Three of the megaspores, usually those at the micropylar end of the nucellus, subsequently undergo programmed cell death, leaving only one functional megaspore.

**(ii) Bisporic type:** In this type two megaspore nuclei take part in embryo sac formation. In **bisporic** embryo sacs, meiosis produces only two megaspores, each containing two haploid nuclei, due to the absence of cytokinesis and cell plate formation following the second meiotic division. The megaspore nearest the micropyle then undergoes programmed cell death, leaving a single functional megaspore with two haploid nuclei.

**(iii) Tetrasporic type:** This type of embryo sac develops from four megaspore nuclei. In **tetrasporic** embryo sacs, cell plates fail to form after both meiotic divisions, resulting in a single four-nucleate megaspore. All three patterns give rise to a single functional megaspore that contains either one (monosporic), two (bisporic), or four (tetrasporic) haploid nuclei. Note that the nuclei of the bisporic and tetrasporic embryo sacs are not genetically identical as they are in monosporic embryo sacs, because they arise from two or four different meiotic products.



**Figure 21.3.A** Three main types of megagametophyte development: monosporic, bisporic, and tetrasporic.

## UNIT -V

### What is Double Fertilization?

Double fertilization is a chief trait of flowering plants. In the phenomena, one female gamete unites with two male gametes. One of the male gametes fertilizes the egg resulting in the formation of a zygote and the other unites with 2 polar nuclei for the formation of an endosperm.

Double fertilization provides stimulus to the plant resulting in the ovarian development to fruits and development of ovules into the seed. When the haploid male gametes and female gametes fuse, the diploid state of the plant is restored.

## Double Fertilization in Angiosperms

Angiosperms are flower-bearing plants and are the most diverse group of terrestrial plants. The flowers form the reproductive part of angiosperms with separate male and female reproductive organs. Each contains gametes – sperm and egg cells, respectively.

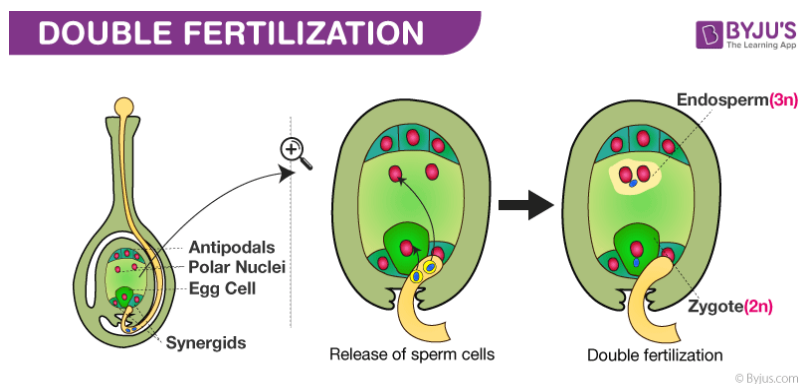
Pollination helps the pollen grains to reach stigma via style. The two sperm cells enter the ovule-synergid cell. This proceeds to fertilization.

In angiosperms, fertilization results in two structures, namely, zygote and endosperm, hence the name “double fertilization.”

Double fertilization is a complex process where out of two sperm cells, one fuses with the egg cell and the other fuses with two polar nuclei which result in a diploid ( $2n$ ) zygote and a triploid ( $3n$ ) primary endosperm nucleus (PEN) respectively.

Since endosperm is a product of the fusion of three haploid nuclei, it is called triple fusion. Eventually, the primary endosperm nucleus develops into the primary endosperm cell (PEC) and then into the endosperm.

The zygote becomes an embryo after numerous cell divisions.



## Double Fertilization

**Development of Embryo in Angiosperms** Once fertilization is completed, embryonic development starts and no more sperm can enter the ovary. The fertilized ovule develops into a seed, and ovary tissues develop as fleshy fruit which encloses the seed.

After fertilization, the zygote divides into the upper terminal cell and lower basal cell. The basal cell develops into suspensor, which helps in the transport of nutrients to the growing embryo. The terminal cell develops into pro-embryo.

## Stages of Embryonic Development In Angiosperms

1. In the first stage of development, the terminal cell divides forming a globular pro-embryo. The basal cell also divides, into a suspensor.
2. The developing embryo attains a heart shape due to the presence of cotyledons.
3. The growing embryo gets crowded and begins to bend.
4. The embryo fills the seed completely.

## Endosperm Significance of Double Fertilization

1. Two products are obtained as a result of double fertilization.
2. There are chances of polyembryony, and the plant has better chances of survival.
3. Double fertilization gives rise to an endosperm that provides nourishment to the developing embryo.
4. It increases the viability of the seeds of angiosperms.
5. It utilizes both the male gametes produced by the pollen grains.

## Endosperm

Endosperm is a tissue inside the seeds of the angiosperms which appears after fertilization. It provides nutrition to the embryo. In angiosperms, endosperms are of three types: nuclear, cellular and helobial endosperm.

### (i) Nuclear type:

In nuclear type of endosperm the first division of primary endosperm nucleus and few subsequent nuclear divisions are not accompanied by wall formation. The nuclei produced are free in the cytoplasm of the embryo sac and they may remain free indefinitely or wall formation takes place later. In the coconut, cell wall formation of endosperm is never found complete. In Areca and Phoenix the endosperm becomes very hard (Fig. 2.29 A).

### (ii) Cellular type:

In this case, there is cytokinesis after each nuclear division of endosperm nucleus. The endosperm, thus, has a cellular form, from the very beginning because first and subsequent divisions are all accompanied by wall formation e.g. *Petunia*, *Datura*, *Adoxa*, etc.

### (iii) Helobial type:

It is an intermediate type between the nuclear and cellular types. The first division is accompanied by cytokinesis but the subsequent ones are free nuclear. The chamber towards micropylar end of embryo sac is usually much larger than the chamber towards chalazal end. A large number of nuclei are formed in the micropylar chamber by free nuclear divisions while the nucleus of the chamber towards chalazal end divides to form a fewer free nuclei or may not divide at all .

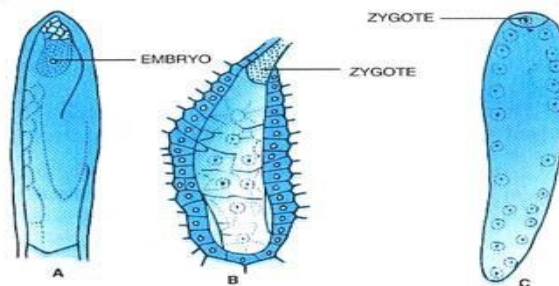
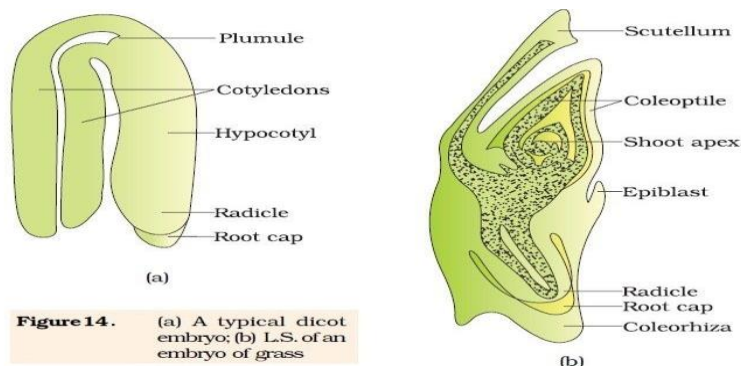


Fig. 2.29. Types of endosperm development. A. Nuclear, B. Helobial and C. Cellular.

## DEVELOPMENT OF DICOT EMBRYO :-

**There are mainly some steps by which all the development are occur are :-**

- Firstly, mature zygote get enlarge in large
- then this zygote Divide Into two cell By unequal division , in which upper Cell called Vasicular cell or primary suspensor cell & Lower cell called primary embryonal cell.
- Now embryonal cell redivide form two cell, And Vasicular cell remain as such , which at last act for absorption.
- Now many division occur in embryonal cell , which form suspensor cell (may be of 6-18 celled) , but woth this one cell remain as such, which enaleges.
- This cell enlarge & divide to form four cell stage called Quardant stage, then 8 cell stage called octant stage , then 16 cell stage called pro-embryo or glomerular embyo.
- The cell with present between suspensor & Pro-embryo called hypophysis cell, which is triangular in shape



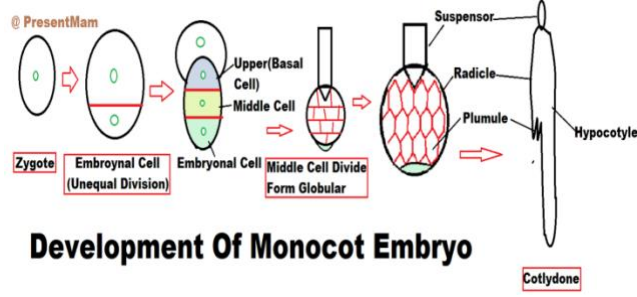
- Now pro-embry slowly converted into heart shaped embryo, which having centrally located meristem cell , which begun to form.
- after that these pro-embryo elongate & get mature to form mature form, which having pleurone at centre , plumule between two cotlydone , dermatogen layer at outer side & pedicle.
- At Last, Fully development two cotlydone formed , which having vasicular cell or Hausterial cell uppermost side, many suspensor cell , then after root cap , two cotlydone in their centre plumule are present & tip of this called embryonal node..
- Distance between Root cap to plumule called hypocotyls.Distance between plumule to embryonal node called epicotyl

## DEVELOPMENT OF MONOCOT EMBRYO :-

**These also occur in many steps as follow are :-**

- Firstly, mature zygote get enlarge in large.
- then this zygote Divide Into two cell By unequal division , in which upper Cell form Suspensor cell , which at micropylar end & another one called emnryonal cell.
- Now Suspensor cell remain such as & embryonal cell divide into three divion which form upper (basal ) cell, middle (basal cell) & Lower embryonal cell or terminal cell,

- Now middle cell divide to form globular like structure , with terminal cell at tip of these globular.
- Some division occur in these globular cell , which form radicle layer, hypocotyl cell layer , plumule cell & at last cotydone which form by terminal cell.
- Now after maturation one cotyledone form having suspensor cell, radicle hypocotyl plumule & one cotyledone.



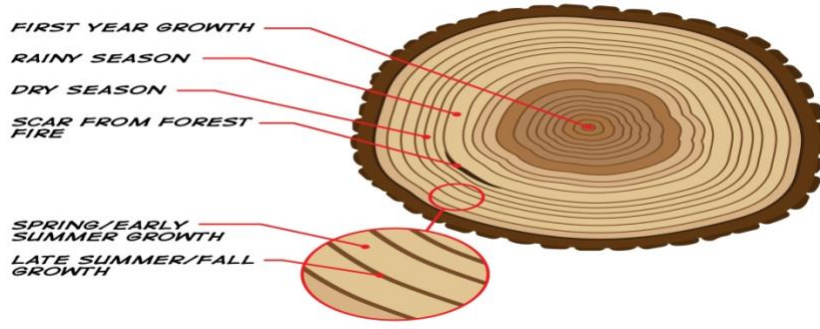
### UNIT- III

### ஆண்டு வளையங்கள்

மரத்தின் இரண்டாம் நிலை மரத்தின் வெளிப்புற வாழ்க்கை அடுக்குகள், மரத்தின் கிரீடத்திற்கு நீர் மற்றும் தாதுக்களைக் ஆண்டு வளையங்கள் வாஸ்குலர் காம்பியத்தின் செயல்பாடு ஆண்டு வளர்ச்சி வளையங்களுக்கு வழிவகுக்கிறது. வசந்த வளரும் பருவத்தில், இரண்டாம் நிலை சைலேமின் செல்கள் ஒரு பெரிய உள் விட்டம் கொண்டவை; அவற்றின் முதன்மை செல் சுவர்கள் விரிவாக தடிமனாக இல்லை. இது ஆரம்ப மரம் அல்லது வசந்த மரம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இலையுதிர் காலத்தில், இரண்டாம் நிலை சைலேம் தடிமனான செல் சுவர்களை உருவாக்கி, தாமதமான மரம் அல்லது இலையுதிர் மரத்தை உருவாக்குகிறது, இது ஆரம்ப மரத்தை விட அடர்த்தியானது.

ஆரம்ப மற்றும் தாமதமான மரத்தின் இந்த மாற்றமானது பெரும்பாலும் கப்பல் கூறுகளின் எண்ணிக்கையில் பருவகால குறைவு மற்றும் ட்ரச்சீட்களின் எண்ணிக்கையில் பருவகால அதிகரிப்பு காரணமாகும். இது வருடாந்திர வளையத்தை உருவாக்குவதில் விளைகிறது, இது தண்டுகளின் குறுக்குவெட்டில் வட்ட வளையமாகக் காணப்படுகிறது. வருடாந்திர மோதிரங்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் அவற்றின் தன்மை (அவற்றின் அளவு மற்றும் செல் சுவர் தடிமன் போன்றவை) பற்றிய ஆய்வு, ஒவ்வொரு பருவத்திலும் மரத்தின் வயது மற்றும் நிலவும் காலநிலை நிலைகளை வெளிப்படுத்தலாம்.



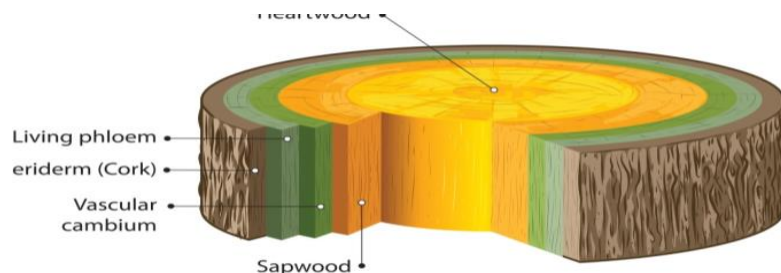


## ஹார்ட்வுட்

ஹார்ட்வுட் , துரமென் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது, இறந்த, மரங்களின் மைய மரம் . அதன் செல்கள் பொதுவாக டானின்கள் அல்லது பிற பொருள்களைக் கொண்டிருக்கின்றன, அவை இருண்ட நிறமாகவும் சில நேரங்களில் நறுமணமாகவும் இருக்கும். ஹார்ட்வுட் இயந்திரத்தனமாக வலுவானது, சிதைவை எதிர்க்கும் மற்றும் பிற வகை மரங்களை விட மரத்தை பாதுகாக்கும் இரசாயனங்கள் மூலம் எளிதில் ஊடுருவுகிறது. ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட அடுக்கு வாழ்க்கை மற்றும் செயல்பாடு சப்வுட் செல்கள் அவ்வப்போது ஹார்ட்வுட் ஆக மாற்றப்படுகின்றன.

## சப்வுட் என்பது

கொண்டு செல்வதில் ஈடுபடும் சப்வுட் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. எனவே செல்கள் அதிக நீரைக் கொண்டிருக்கின்றன, மேலும் ஹார்ட்வுட் இல் பொதுவாகக் காணப்படும் இருண்ட கறை படிந்த இரசாயனப் பொருட்களின் வைப்பு இல்லை. சாப்வுட் இதயம் மரத்தை விட மென்மையாகவும் மென்மையாகவும் இருக்கிறது, மேலும் பொதுவாக மரத்தின் ஸ்டம்புகளைப் போலவே குறுக்குவெட்டுகளிலும் வேறுபடுத்தலாம், இருப்பினும் இரண்டு வகைகளின் விகிதாச்சாரமும் தனித்துவமும் வெவ்வேறு இனங்களில் மாறுபடும்.



## அரிஸ்டோலோச்சியா

பொய்யான இந்த தண்டு இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியின் செயல்பாட்டில் இயல்பானவற்றிலிருந்து வேறுபடுகிறது என்று கூறப்பட்டுள்ளது. வேறுபாட்டின் மிக முக்கியமான புள்ளிகள் இன்டர்ஃபாஸிகுலர் காம்பியத்தால் மட்டுமே பாரன்கிமாட்டஸ் மெடுல்லரி கதிர்களை உருவாக்குவது, மற்றும் அதன் விளைவாக இழைகளில் இரண்டாம் நிலை திசுக்கள் ஏற்படுவது (படம் .1).

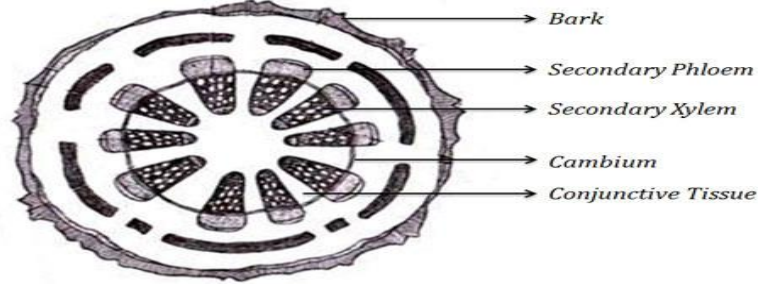
முதன்மை நிலையில் அரிஸ்டோலோச்சியா தண்டு பின்வரும் கட்டமைப்பைக் கொண்டுள்ளது. மேல்தோல் வெளிப்புற சுவர்களுடன் ஒன்றிணைக்கப்படவில்லை. கோர்டெக்ஸ் கோலென்சிமாட்டஸ் ஹைப்போடெர்மிஸ், பாரன்கிமாட்டஸ் பகுதி மற்றும் ஸ்டார்ச் உறை என வேறுபடுத்தப்படுகிறது.

கோலென்சிமா மற்றும் பாரன்கிமா செல்கள் இரண்டிலும் குளோரோபிளாஸ்ட்கள் உள்ளன. வலுவான தடிமனான சுவர்களைக் கொண்ட தொடர்ச்சியான ஸ்க்லரெஞ்சிமாவின் இசைக்குழு ஏற்படுகிறது. அவை பெரிவாஸ்குலர் இழைகள் என்று அழைக்கப்படலாம், அல்லது அருகிலுள்ள பாரன்கிமா உயிரணுக்களுடன் சேர்ந்து பெரிசைக்கிளை உருவாக்குவதாகக் கூறலாம்.

பாரன்கிமா உயிரணுக்களால் ஆன பரந்த மெடுல்லரி கதிர்கள் வாஸ்குலர் மூட்டைகளுக்கு இடையில் நிகழ்கின்றன. தண்டுகளின் மையப் பகுதி ஒரு பெரிய பாரன்கிமாட்டஸ் குழியால் ஆக்கிரமிக்கப்பட்டுள்ளது. வாஸ்குலர் மூட்டைகள் ஒரு வளையத்தில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். மூட்டைகள் தெளிவாக இணை மற்றும் திறந்தவை, உள் மற்றும் வெளிப்புற பக்கங்களில் சைலேமண்ட் புளோம் மற்றும் இரண்டிற்கும் இடையில் காம்பியம் ஒரு துண்டு உள்ளது.

தடிமன் இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியைத் தொடங்குவதன் மூலம், பரந்த மெடுல்லரி கதிர்களின் சில பரன்கிமாட்டஸ் செல்கள் வாஸ்குலர் மூட்டைகளின் பாசிக்குலர் காம்பியத்துடன் ஒரு வரிசையில் மெரிஸ்டெமடிக் ஆகின்றன. புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட மெரிஸ்டெம், இரண்டாம் நிலை மெரிஸ்டெம், இன்டர்ஃபாஸிகுலர் கேம்பியம் என்று அழைக்கப்படுகிறது.

இதனால் தொடர்ச்சியான காம்பியம் வளையம் (படம் 641 ஏ) உருவாகிறது. பாசிசுலர் காம்பியம், உண்மையில், கேம்பியல் மண்டலம் உறுதியான முறையில் பிளவுபட்டு, உள் மற்றும் வெளிப்புற பக்கங்களில் முறையே இரண்டாம் நிலை சைலேம் மற்றும் இரண்டாம் நிலை புளோமை உருவாக்குகிறது.



**Anomalous Secondary Thickening in Aristolochi**

இதனால் முதன்மை சைலேம் மற்றும் முதன்மை புளோம் ஆகியவை ஒருவருக்கொருவர் ஒதுக்கித் தள்ளப்படுகின்றன. இரண்டாம் நிலை சைலேம் செங்குத்து மற்றும் கிடைமட்ட அமைப்புகளில் ஒழுங்கமைக்கப்பட்ட வழக்கமான கூறுகளைக் கொண்டுள்ளது. மெட்டாக்சைலம் கூறுகள் மிகவும் பெரியவை. காம்பியத்தின் பருவகால நடவடிக்கைகளின் விளைவாக ஆரம்ப மரம் மற்றும் தாமதமான மரத்துடன் வருடாந்திர மோதிரங்கள் உருவாகின்றன.

இரண்டாம் நிலை புளோம் முதன்மை ஒன்றை வெளிப்புறத்தில் தள்ளுகிறது, மற்றும் பிந்தையது பொதுவாக அழுத்தம் காரணமாக நசுக்கப்படுகிறது. சல்லடை குழாய்களின் பட்டைகள் மற்றும் அதனுடன் தொடர்புடைய செல்கள் இரண்டாம் நிலை புளோமில் உள்ள பாரன்கிமாவின் பட்டைகள் மூலம் மாற்றுகின்றன; இழைகள் இல்லை. ஒட்டுமொத்தமாக வாஸ்குலர் மூட்டைகள் பாசிக்குலர் காம்பியத்தின் தொடர்ச்சியான செயல்பாட்டின் காரணமாக அளவு பெரிதும் அதிகரிக்கின்றன.

இன்டர்ஃபாஸிசுலர் காம்பியம் வெறுமனே வெளிப்புற மற்றும் உள் பக்கங்களில் பாரன்கிமா செல்களை உருவாக்குகிறது. இதனால் மெடுல்லரி கதிர்கள் பெருகிய முறையில் மேலும் அகலமாகவும் நீளமாகவும் மாறும். செல்கள் அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ ரேடியல் வரிசைகளில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

இரண்டாம் நிலை திசுக்களின் உருவாக்கம் தண்டு மற்ற பகுதிகளில் ஆழமான மாற்றங்களைக் கொண்டுவருகிறது. மையக் குழி மேலும் மேலும்

குறைகிறது. ஸ்க்லரென்சிமாவின் தொடர்ச்சியான சிலிண்டரில் தனித்துவமான இடையூறு அதிகரிப்பால் ஏற்படுகிறது, இதனால் இசைக்குழு இங்கேயும் அங்கும் சிதைந்து போகிறது, பொதுவாக மெடுல்லரி கதிர்களுக்கு முன்னால்.

அருகிலுள்ள பாரன்கிமா செல்கள் இவ்வாறு உருவாகும் இடைவெளிகளை நிரப்புகின்றன. இந்த செல்கள் படிப்படியாக ஸ்க்லரோசிஸுக்கு உட்பட்டு இறுதியில் ஸ்க்லரைட்களாக மாற்றப்படுகின்றன. அவை, உண்மையில், சரிசெய்கின்றன, எனவே, உள் திசுக்களின் உந்துதலால் ஏற்படும் இடைவெளிகளைக் கூறுகின்றன.

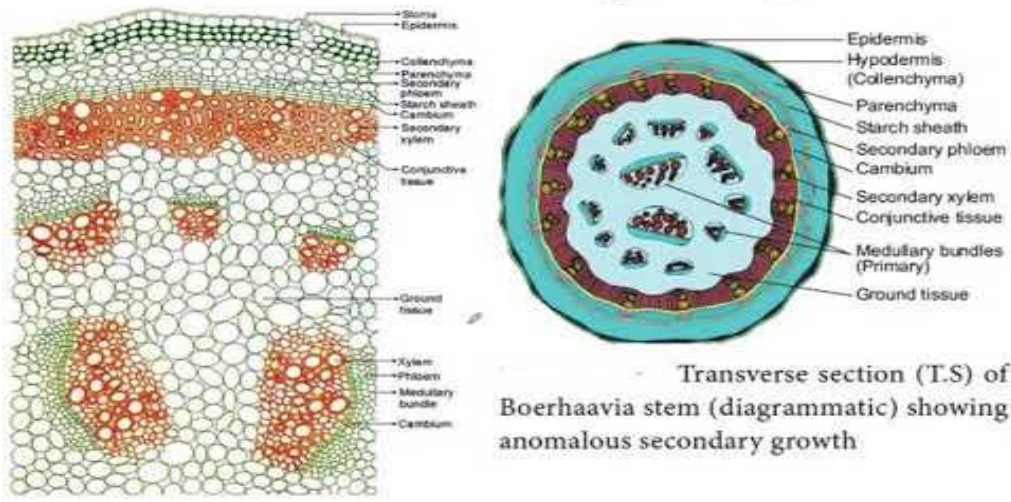
ஹைப்போடெர்மல் கோலென்சிமாவின் குழுவும் அழுத்தத்தால் பாதிக்கப்பட்டு அடிக்கடி உடைகிறது. புறணியின் பாரன்கிமா செல்கள் இடைவெளிகளில் நுழைகின்றன, இதனால் ஹைப்போடெர்மல் கோலென்சைமாவுக்கு இடையில் கீற்றுக்களாக நிகழ்கின்றன.

மேல்தோல் நீண்டு விரிசல் அடைகிறது. புறப்பகுதி அடுக்குகளில் உருவாகிறது. பேலோஜென் திட்டுகளில் உருவாகிறது. அவை வெளிப்புறத்தில் கார்க் செல்கள் அடர்த்தியான அடுக்கையும், உட்புறத்தில் கணிசமான ஃபெலோடெர்மையும் பிரித்து உற்பத்தி செய்கின்றன. லென்டிசல்கள் உருவாகின்றன.

## போயர்ஹேவியா

போயர்ஹேவியா நைக்டாகினேசியின் உறுப்பினராகும், மேலும் சி 4 மற்றும் சி 3 உடலியல் மற்றும் கலப்பு உடற்கூறியல் கொண்டதாக விவரிக்கப்பட்டுள்ளது, சில இனங்கள் சி 4 ஐக் காட்டுகின்றன ; மற்றவர்கள் சி 3 வகை உடற்கூறியல் மற்றும் தொடர்புடைய உடலியல். போயர்ஹேவியாவில் உள்ள தண்டு நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட முரண்பாடான இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியைக் கொண்டுள்ளது, இது சைலேம் மற்றும் புளோமின் அடுத்தடுத்த மோதிரங்கள் இருப்பதால் வகைப்படுத்தப்படுகிறது. ராஜ்புத் மற்றும் ராவின் கூற்றுப்படி , (1998) காம்பியம் பியூசிஃபார்ம் முதலெழுத்துகளால் மட்டுமே ஆனது, இது கதிர்வீச்சு இரண்டாம் நிலை வாஸ்குலர் திசுக்களை உருவாக்குகிறது . உயிரணுப் பிரிவு நிறுத்தப்படும்போது கேம்பியம் மாடி என்று விவரிக்கப்படுகிறது. காம்பியத்தின்

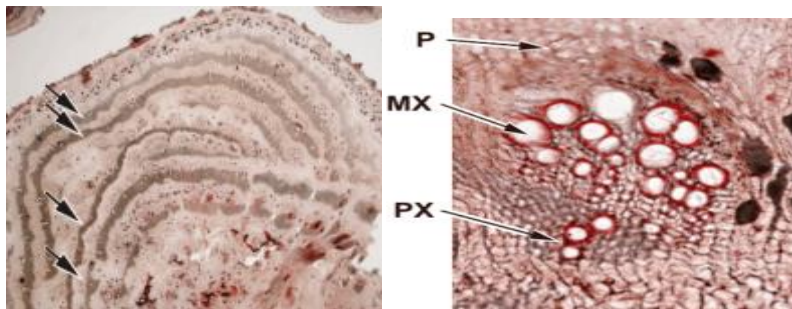
ஒவ்வொரு தொடர்ச்சியான வளையமும் வெளிப்புற புளோம் பாரன்கிமா உயிரணுக்களிலிருந்து உருவாகின்றன .



கேம்பியல் வளையம் செயல்பாட்டு ரீதியாக பாசிக்குலர் மற்றும் இன்டர்ஃபாஸிகுலர் பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது, இது பெரும்பாலும் சைலேம் மற்றும் புளோமின் கூறுகளை சில பாரன்கிமாவுடன் நடத்துகிறது, பிந்தையது பாரன்கிமா செல்கள். செல் சுவர்களின் தடித்தல் மற்றும் லிக்னிஃபிகேஷனைத் தொடர்ந்து சைலேம் பாரன்கிமா செல்கள் இணைந்த திசுக்களாக உருவாகின்றன. இரண்டு இனங்களில் (பி. வெர்டிசில்லட்டா மற்றும் பி. ரெபெண்டா) புளோம் பாரன்கிமா செல்கள் லிக்னிஃபிகேஷனுக்கு உட்படுகின்றன,

ஆனால் பி.டிஃபுசாபாரன்கிமா செல்கள் முதன்மை சுவராகவே இருக்கின்றன. லிக்னிஃபைட் மற்றும் பாரன்கிமாட்டஸ் பட்டையின் மாற்று பட்டைகள் தண்டு வேறுபடுகின்றன.

விரிவாக, தண்டுகளின் பகுதியைக் காண்பிக்கும், சைலேமில் மெட்டாக்சைலம் (எம்எக்ஸ்) மற்றும் புரோட்டாக்சைலம் பாத்திரங்கள் (பிஎக்ஸ்) உள்ளன என்பதைக் கவனியுங்கள்.

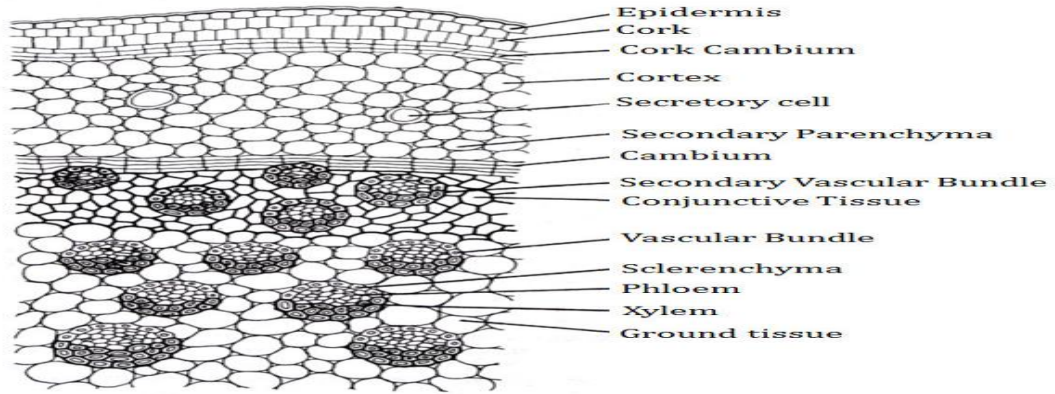




சைலெம் பாத்திரங்களின் கூறுகள் எளிமையான துளையிடும் தட்டுடன் குறுகலானவை. புளோமில் சல்லடை குழாய் உறுப்பினர்கள் மற்றும் தொடர்புடைய துணை செல்கள் உள்ளன.

### டிராகேனா

பனை மரங்கள் மிகவும் உயரமான மற்றும் அடர்த்தியான வளரும் மோனோகோட்டுகள், ஆனால் அவை "சாதாரண" இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சியைக் கொண்டிருக்கவில்லை. *டிராகேனா* ஒரு மோனோகோட் ஆனால் உண்மையான பனை அல்ல, ஏனெனில் உள்ளங்கைகளுக்கு *டிராகேனா* மற்றும் *கோர்டைலைன்போன்றவற்றில்* காணப்படும் புற இரண்டாம் நிலை தடித்தல் மெரிஸ்டெம் இல்லை. இந்த மெரிஸ்டெம் புதிய வாஸ்குலர் மூட்டைகள் மற்றும் தரை திசு (பாரன்கிமா) இரண்டையும் உருவாக்குகிறது. *டிராகேனா* ஒரு அசாதாரண தாவரமாகும், அதில் வாஸ்குலர் மூட்டைகள் மிக முக்கியமான ஃபைபர் மூட்டைகளால் சூழப்பட்டுள்ளன. இந்த அர்த்தத்தில், *டிராகேனா* முரண்பாடாக இல்லை.



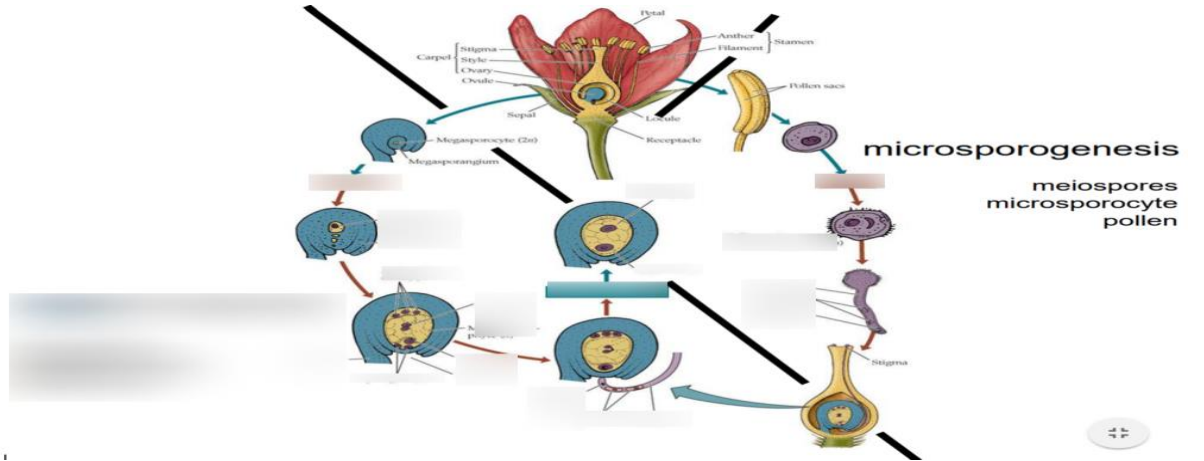
**Anomalous Secondary Thickening in *Dracaena* (Diagram)**

தண்டுகள் ஒரு சிறப்பு இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சிக்கு உட்படுகின்றன, இது கூடுதல் பரன்கிமேட்டஸ் கூறுகளின் உற்பத்தியில் தன்னை வெளிப்படுத்துகிறது. அவற்றின் பிற்கால வளர்ச்சி முறை பரவலான இரண்டாம் நிலை வளர்ச்சி என அழைக்கப்படுகிறது, மேலும் இது பெரும்பாலும் தரை பரன்கிமா செல்கள் மற்றும் சுற்றளவுக்கு அருகிலுள்ள கூடுதல் வாஸ்குலர் மூட்டைகளின் பெருக்கத்தைக் கொண்டுள்ளது.

### UNIT- IV

## மைக்ரோஸ்போரோஜெனெஸிஸ் மற்றும் மைக்ரோஸ்போர்

- மைக்ரோஸ்போரங்கியத்தின் வளர்ச்சியின் போது, மகரந்தம் முதலில் மெரிஸ்டெமடிக் கலங்களின் ஒரேவிதமான வெகுஜனமாகவும், குறுக்குவெட்டில் நீள்வட்டமாகவும், ஒரு மேல்தோல் சூழப்பட்டுள்ளது (படம் 404 ஏ).
- பின்னர் அது அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ நான்கு-மடங்காக மாறும் மற்றும் வளைவு உயிரணுக்களின் நான்கு நீளமான வரிசைகள் வேறுபடுகின்றன. வளைவு செல்கள் சுற்றியுள்ள உயிரணுக்களிலிருந்து அவற்றின் ஆழமான கறை படிந்த சைட்டோபிளாசம் மற்றும் வெளிப்படையான கருக்களால் குறிக்கப்படுகின்றன.
- போயர்ஹேவியா போன்றவற்றில் உள்ள நான்கு லோப்களில் (அத்தி. 404 பி) ஒவ்வொன்றிலும் இதுபோன்ற ஒரே ஒரு வளைவு கலங்கள் மட்டுமே இருக்கலாம், அல்லது அவற்றில் அதிகமானவை ஒரு தட்டு (ஓபியோபோகன் போன்றவை) உருவாக்குகின்றன.



- நீளமாக, அவர்களில் பலருக்கு ஒன்று இருக்கலாம். ஒவ்வொரு ஆர்க்கஸ்போரியல் கலமும் இப்போது ஒரு முதன்மை பேரியட்டல் கலத்தை மேல்தோல் மற்றும் உள் பக்கத்தில் ஒரு முதன்மை ஸ்போரோஜெனஸ் கலத்தை வெட்டுகிறது (படம் 404 சி).
- பேரியட்டல் செல் இப்போது பெரிக்லினல் மற்றும் ஆன்டிக்லினல் சுவர்களால் பிரிக்கப்படுகிறது, இது பல அடுக்குகளின் செல்கள் மகரந்தச் சுவரை

உருவாக்குகிறது, அதே நேரத்தில் ஸ்போரோஜெனஸ் செல் பொதுவாக சில மடங்கு பிரித்து பல மைக்ரோஸ்போர் அல்லது மகரந்த தாய் செல்கள் உருவாகிறது (படம் 404 டி).

- ஸ்போரோஜெனஸ் திசுக்களில் நேரடியாகச் செல்லும் சுவர் உயிரணுக்களின் உட்புற அடுக்கு டேபட்டத்தை உருவாக்குகிறது, இது வளரும் மைக்ரோஸ்போர்களை வளர்க்கும் ஒரு சத்தான திசு ஆகும் (படம் 404 இ). மேல்தோலுக்குக் கீழே உள்ள சுவர் செல்கள் எண்டோடெசியத்தை உருவாக்குகின்றன, இது பின்னர் உயிரணு உள்ளடக்கங்களை இழந்து, பொதுவாக இழைகளாக மாறி, முதிர்ச்சியடைந்த மங்கையின் உலர்ந்த கோட்டை உருவாக்குகிறது, இதில் மேல்தோல் மிகவும் தெளிவற்றதாகிறது.
- டேபட்டத்திற்கும் எண்டோடெசியத்திற்கும் இடையில் ஒன்று முதல் மூன்று நடுத்தர அடுக்குகள் உள்ளன. ஸ்போரோஜெனஸ் செல்களில் உண்மையான ஒடுக்கற்பிரிவு ஏற்படும் நேரத்தால் நடுத்தர அடுக்குகள் மற்றும் டேபட்டம் பொதுவாக நசுக்கப்படுகின்றன.
- மைக்ரோஸ்போரோஜெனெஸிஸின் போது (அதாவது, மைக்ரோஸ்போர்கள் அல்லது மகரந்தங்களின் வளர்ச்சி) ஒவ்வொரு மைக்ரோஸ்போர் தாய் கலத்தின் கரு ஒடுக்கற்பிரிவு அல்லது குறைப்புப் பிரிவுக்கு உட்படுகிறது, இறுதியில் நான்கு ஹாப்ளாய்டுகளுக்கு வழிவகுக்கிறது (அதாவது, 'n' குரோமோசோம்களின் எண்ணிக்கையைக் கொண்ட) கருக்கள் .

இந்த நான்கு கருக்கள் டெட்ராஹெட்ரலாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன (படம் 404 - H & I) மற்றும் விரைவில் செல் சுவர்களுடன் முதலீடு செய்யப்படுகின்றன. ஒடுக்கற்பிரிவின் இந்த வழக்கமான முறையைப் பற்றி பல வேறுபாடுகள் அறியப்படுகின்றன, எ.கா., மக்காச்சோளத்தில் சாயல் முழுவதும் ஒரு சுவர் உருவாகிறது (2-நியூக்ளியேட்டட் நிலை). அவை இப்போது மைக்ரோஸ்போர்கள் அல்லது மகரந்தங்களாக இருக்கின்றன, அவை விரைவில் காய்ந்து தூள் ஆகின்றன, அதே நேரத்தில் டேபட்டம் உறிஞ்சப்படும்.

மகரந்தம் இப்போது உலர்ந்த கட்டமைப்பாக மாறும், ஸ்ப்ராங்கியா (அதாவது லொகுலி) க்கு இடையிலான பகிர்வு சுவர்கள் பொதுவாக அழிக்கப்படுகின்றன (படம் 404 ஜே) மற்றும் மைக்ரோஸ்போர்கள் (மகரந்தங்கள்) விரைவில் மகரந்தத்தின் சிதைவால் விடுவிக்கப்படுகின்றன.

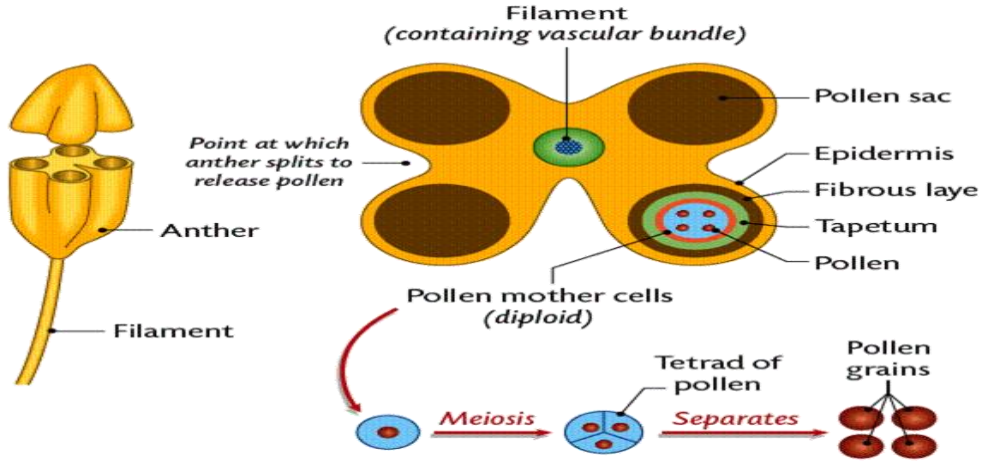
டேபல் செல்கள் பெரும்பாலும் மல்டிநியூக்ளியேட்டாக மாறி மகரந்தங்களின் ஊட்டச்சத்தில் பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன. சில நேரங்களில் அவை சிதைந்தபின் ஒரு பிளாஸ்மோடியத்தை உருவாக்கி, மகரந்தத்தின் வெளியேற்றத்தின் வளர்ச்சியில் ஒரு பங்கை வகிக்கின்றன. ஸ்போரோஜெனஸ் திசுக்களின் ஒரு பகுதி கூட உடைந்து வித்திகளை வளர்ப்பதற்கு பதிலாக ஊட்டச்சத்துக்காக சேவை செய்யலாம்.

மகரந்தங்கள் பெரும்பாலான பூக்களில் உலர்ந்த மற்றும் தூள் நிறைந்ததாக இருக்கும்போது, விசித்திரமான நிலைமைகள் பெரும்பாலும் அனுமதிக்கப்படுகின்றன. அன்னோனா, எலோடியா, டைபா போன்றவற்றில், டெட்ராட்டில் உள்ள நான்கு வித்திகளும் ஒருபோதும் பிரிக்காது, ஆனால் கூட்டு மகரந்த தானியங்களை உருவாக்குகின்றன.

மிமோசீயில் 8 முதல் 64 மகரந்தங்கள் பெரும்பாலும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து கலோட்ரோபிஸின் கினோஸ்டீஜியத்திலும், மல்லிகைகளின் கினோஸ்டீமியத்திலும் ஒவ்வொரு மகரந்த மடலின் அனைத்து மகரந்தங்களும் பொலினியம் (படம் 405) என்று அழைக்கப்படுகின்றன. ஒவ்வொரு பொலினியத்திற்கும் காடிகல் என்று அழைக்கப்படும் ஒரு தண்டு மற்றும் வட்டு அல்லது கார்பஸ்குலம் எனப்படும் ஒட்டும் அடித்தளம் வழங்கப்படுகிறது.

மகரந்தம் அல்லது மைக்ரோஸ்போர் மிக நிமிட அமைப்பு (0.025 முதல் 0.125 மிமீ விட்டம்). இது ஓவல், பிரமிடு, பாலிஹெட்ரல் போன்றதாக இருக்கலாம் என்றாலும் இது ஒற்றை மற்றும் பொதுவாக வட்டமானது. இது இரண்டு கோட்டுகளுடன் வழங்கப்படுகிறது-உள், மென்மையான செல்லுலோஸ் அடுக்கு என்டெய்ன் மற்றும் வெளிப்புற கடினமான, வெட்டுப்படுத்தப்பட்ட அடுக்கு எக்ஸைன் அல்லது எக்ஸ்டைன்

என அழைக்கப்படுகிறது. எக்ஸைன் பெரும்பாலும் சிற்பமாக அல்லது முதுகெலும்புகள், மருக்கள் போன்றவற்றுடன் வழங்கப்படுகிறது. எப்போதாவது, அது மென்மையானது.



மகரந்தத்தை அதிகமாகவோ அல்லது குறைவாகவோ நீர்ப்புகா செய்ய எக்ஸினுக்கு மெழுகு பூச்சு இருக்கலாம். மிக பெரும்பாலும், கிருமி துளைகள் அல்லது பிளவுகள் எனப்படும் எக்ஸைனில் நிச்சயமாக மெல்லிய, வட்ட புள்ளிகள் அல்லது பிளவுகள் உள்ளன.

மகரந்தத்தின் முளைப்பின் போது இந்த பலவீனமான புள்ளிகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. துளைகள் சில நேரங்களில் இமைகளுடன் வழங்கப்படுகின்றன (படம் 409 பி) அவை முளைக்கும் போது வால்வுகள் போல திறக்கப்படுகின்றன. மிக பெரும்பாலும், மகரந்தம் மகரந்தத்திலிருந்து வெளியேற்றப்படுவதற்கு முன்பு அது இரு அணுக்கருவாக மாறுகிறது (படம் 406), அசல் ஒற்றை கரு ஒரு பிளவு-ஒரு குழாய் கரு மற்றும் ஒரு உருவாக்கும் கரு.

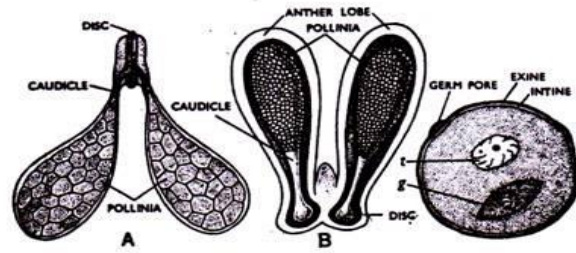


FIG. 405. Pollinia of A. *Calotropis* and B. *Orchid*. FIG. 406. A binucleate pollen showing tube nucleus (t) and generative cell (g).

பிந்தையது, அதைச் சுற்றியுள்ள சில சைட்டோபிளாஸ்டன், உருவாக்கும் கலமாக மாறுகிறது (பின்னர் விவரிக்கப்பட்டுள்ளது). சில நேரங்களில் மகரந்தம் ட்ரைநியூக்ளியேட் ஆகலாம் (படம் 410), பெரும்பாலான தானிய பயிர்களைப் போலவே, ஆண் கேமியோபைட்டின் முழுமையான வளர்ச்சியால் அது சிந்தப்படுவதற்கு முன்பே. படம் 407



முதிர்ந்த மகரந்தங்களின் சில வெவ்வேறு வடிவங்களைக் காட்டுகிறது. மகரந்தங்களின் ஆய்வு சம்பந்தப்பட்ட அறிவியல் தான் பாலினாலஜி.

### ஆண் கேம்டோபைட்டின் வளர்ச்சி:

மைக்ரோஸ்போரின் கரு உருவாகியவுடன் மிக விரைவில் பிரிக்கத் தொடங்குகிறது. அதன் பிரிவு பொதுவாக குளிரான பகுதிகளை விட வெப்பமான காலநிலையில் விரைவாக இருக்கும். மைக்ரோஸ்போர்கள் டெட்ராட் நிலையிலிருந்து விலகுவதற்கு முன்பே இத்தகைய பிரிவு தொடங்கலாம்.

மகரந்தம் களங்கத்தில் பதிவாகும்போது, வழக்கமாக அதன் கரு ஏற்கனவே பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. மைக்ரோஸ்போர் செல் சுவருடன் இணைக்கப்பட்ட சிறிய கலத்துடன் இரண்டு சமமான கலங்களாக பிரிக்கிறது (படம் 408 ஏ).

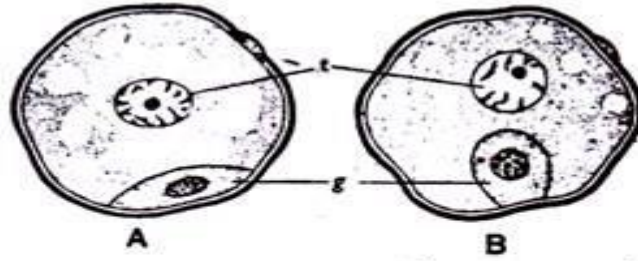


FIG. 408. Early stages of the development of the male gametophyte. A. The first division: t=tube nucleus, g=generative cell attached to wall. B. Later condition of the above: generative cell is detaching itself from the wall.

பிந்தையது விரைவில் சுவருடனான தொடர்பை இழக்கிறது (படம் 408 பி) மற்றும் பெரிய தாவர அல்லது குழாய் கலத்தின் சைட்டோபிளாஸில் சுதந்திரமாக மிதக்கும் லென்ஸ் வடிவ உருவாக்கும் கலமாக மாறுகிறது (படம் 409 ஏ).

பின்னர் அது இரு அணுக்கரு (அல்லது இரண்டு செல்) கட்டத்தில் உள்ளது. மகரந்தம் முளைத்து, மகரந்தக் குழாய் ஒரு கிருமி துளை வழியாக வெளிவருகிறது (படம் 409 பி) தாவரக் கருவானது உற்பத்தி உயிரணுக்கு முன்னால் (படம் 409 சி).

ஜெனரேடிவ் செல் விரைவில் இரண்டு ஆண் கேமட்களை உருவாக்குகிறது (படம் 409 டி) மற்றும் இந்த செயல் ஸ்பெர்மடோஜெனெசிஸ் என்று அழைக்கப்படுகிறது, ஏனெனில் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் ஆண் கேமட்கள் தாவரங்களின் கீழ் குழுக்களின் சிலியட்

விந்தணுக்களுக்கு சமமானவை. கேமட் கருக்கள் சைட்டோபிளாஸ்மிக் உறைகளில் மூடப்பட்டுள்ளன, இது கேமட் செல்களை உருவாக்குகிறது. பின்னர் ஒரு கட்டத்தில் இரண்டு ஆண் கேமட் செல்கள் தாவர 'கருவை (படம் 409 இ) பின்பற்றுவதைக் காணலாம்.

வெறும் வெஸ்டிஷியல் உறுப்பு என்பதால் எந்த முக்கியத்துவமும் இல்லை என்று தோன்றும் தாவரக் கரு விரைவில் மறைந்துவிடும். மகரந்தம் மைக்ரோஸ்போர் என்பதால், மகரந்தத்திற்குள் உள்ள உள்ளடக்கங்களும், மைக்ரோஸ்போரின் முளைப்பால் உருவாகும் மகரந்தக் குழாயும் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் ஆண் கேமோட்டோபைட் ஆகும்.

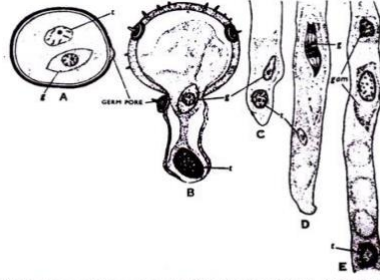


FIG. 409. Development of the male gametophyte and spermatogenesis. A. Binate stage. B. Intine coming out through a germ pore as a pollen tube forcing open the valvular lid. C. Tip of a pollen tube at a later stage. D. Spermatogenesis or division of the generative cell to form two male gametes. The tube nucleus is ahead. E. Pollen tube developed further showing two male gametes and tube nucleus. (A, C, D & E are stages in water hyacinth after Gengoux). (t=tube or vegetative nucleus; g=generative cell; gm=male gamete).

ஆகவே, மகரந்தம் முளைத்தபின் ஆண் கேமோட்டோபைட் உருவாகும்போது, மகரந்தக் குழாய் உருவாவதற்கு முன்பும், சில சந்தர்ப்பங்களில், மகரந்தச் சேர்க்கைக்கு முன்பும் மகரந்தத்திற்குள் அது உருவாகும் பல நிகழ்வுகள் உள்ளன. குழாய் கரு மற்றும் இரண்டு கேமட் செல்கள் கொண்ட முக்கோண மகரந்தங்கள் அத்தகைய சந்தர்ப்பங்களில் காணப்படுகின்றன (படம் 410). இத்தகைய முக்கோண மகரந்த உருவாக்கம் பல தாவரங்களில் (எ.கா., போர்டுலகா), குறிப்பாக கோதுமை, அரிசி, கிராமினியின் மக்காச்சோளம் மற்றும் ஒரே குடும்பத்தின் கரும்பு போன்ற தானிய பயிர்களாகும்.

### மெகாஸ்போரோஜெனெஸிஸ்

இது பாலியல் இனப்பெருக்கத்திற்கு முக்கியமான கேமட்-உற்பத்தி செய்யும் பாலியல் உறுப்புகளைக் கொண்டிருக்கும் கருமுட்டையின் ஒரு பகுதியாகும். பெண் கேமியோபைட்டில் இணைக்கப்படாத குரோமோசோம்களின் ஒரு தொகுப்பு உள்ளது, அதாவது இது ஹாப்ளாய்டு. இது பொதுவாக கரு சாக் அல்லது மெகாகமேட்டோபைட் என்று அழைக்கப்படுகிறது

வழக்கமாக முதன்மை ஆர்க்கஸ்போரியல் செல் என அழைக்கப்படும் ஒற்றை

ஹைப்போடெர்மல் ஆரம்பமானது நுசெல்லஸின் உச்சியில் வேறுபடுகிறது. முதன்மை ஆர்கஸ்போரியல் செல் வெளிப்புற முதன்மை பேரியட்டல் செல் அல்லது முதன்மை சுவர் செல் மற்றும் உள் முதன்மை ஸ்போரோஜெனஸ் செல் என பெரிக்கலினலாக பிரிக்கிறது.

முதன்மை பேரியட்டல் செல் பிரிக்கலாம் அல்லது பிரிக்கக்கூடாது. முதன்மை ஸ்போரோஜெனஸ் செல் நேரடியாக மெகாஸ்பூர் தாய் கலமாக செயல்படுகிறது. மெகாஸ்பூர் தாய் செல் நான்கு மெகாஸ்போர்களை உருவாக்குவதற்கு ஒடுக்கற்பிரிவு பிரிவுக்கு உட்படுகிறது. இவ்வாறு உருவாகும் நான்கு மெகாஸ்போர்கள் ஒரு நேரியல் டெட்ராட் அமைக்கும் அச்ச வரிசையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். வழக்கமாக டெட்ராட்டின் ஒரு மெகாஸ்பூர் மட்டுமே செயல்படுகிறது மற்றும் மற்ற மூன்றின் இழப்பில் வளர்கிறது, இது சிதைந்துவிடும். செயல்பாட்டு மெகாஸ்போர் கருவளையத்தை பெரிதாக்குகிறது மற்றும் உருவாக்குகிறது.

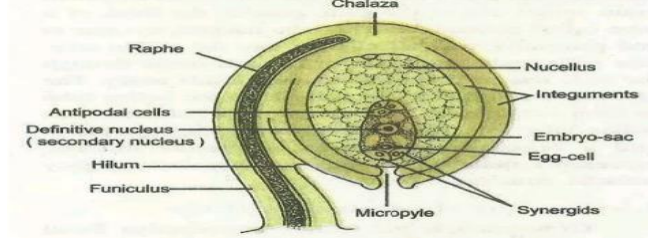
### கருவின் கட்டமைப்பு

கருமுட்டை ஒரு ஊடாடும் மெகாஸ்போரங்கியம். இதில் தண்டு மற்றும் உடல் உள்ளது. நாங்கள் தண்டு ஒரு வேடிக்கை என்று அழைக்கிறோம். ஃபனிகலின் ஒரு முனை நஞ்சுக்கொடியுடன் ஒரு இணைப்பைக் கொண்டிருக்கிறது, மற்றொரு முனை அதன் உடலுடன் ஒரு இணைப்பைக் கொண்டுள்ளது.

இருப்பினும், ஃபனிகல் மற்றும் உடல் இணைக்கும் இடம் ஹிலம் ஆகும். பல முறை ஃபனிகல் கருமுட்டையின் உடலுடன் ஒரு பக்கமாக இணைந்து, ஒரு ரபே என்று நாம் அழைக்கும் ஒரு பாறைகளை உருவாக்குகிறது.

கருமுட்டையின் உடலில் 2 முனைகள் உள்ளன, அவை அடித்தள முனை மற்றும் மற்றொன்று மேல் முனை நாம் மைக்ரோபைலர் முடிவு என்றும் அழைக்கிறோம்.

கருமுட்டையின் பிரதான உடலில் 1 அல்லது 2 உறைகள் உள்ளன. இவை கருமுட்டையின் மேல் பகுதியில் ஒரு திறப்பை விட்டு விடுகின்றன, இதை மைக்ரோபைல் என்று அழைக்கிறோம். இந்த நுணுக்கங்கள் ஒரு பெரிய பாரன்கிமாட்டஸ் திசுவை நாம் நுசெல்லஸ் என்று அழைக்கின்றன.



**கரு**

கருவில் முட்டை-கருவியின் மூன்று புரோட்டோபிளாஸ்ட்கள் உள்ளன. முட்டை-எந்திரத்தை உருவாக்கும் மூன்று உயிரணுக்களில், ஒன்று முட்டை செல் (பெண் கேமட்), மற்ற இரண்டு சினெர்கிட்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன. விரிவாக்கப்பட்ட முட்டை செல், சினெர்கிட்களுக்குக் கீழே உள்ளது. சலாசல் முடிவில் மூன்று ஆன்டிபோடல் செல்கள் உள்ளன. இந்த ஆன்டிபோடல் செல்கள் திட்டவட்டமான செயல்பாட்டைக் கொண்டிருக்கவில்லை, விரைவில் ஒழுங்கற்றதாகிவிடும். கருவின் மையத்தில் இரண்டாம் நிலை கரு உள்ளது.

**கருமுட்டை வகைகள்**

ஆறு வகையான கருமுட்டைகள் உள்ளன.

**1. ஆர்த்தோட்ரோபஸ் அல்லது அட்ரோபஸ் கருமுட்டை (ஆர்த்தோ-நேராக, வெப்பமண்டல - திருப்பம்)**

கருமுட்டையின் உடல் நிமிர்ந்து அல்லது நேராக உள்ளது. ஹிலம், சலாசா மற்றும் மைக்ரோபைல் ஒரு நேர் கோட்டில் அமைந்துள்ளது எ.கா. பலகோணம்.

**2. உடற்கூறியல் கருமுட்டை (அனா - பின்தங்கிய அல்லது மேல், வெப்பமண்டல - திருப்பம்)**

வளர்ச்சியின் போது கருமுட்டையின் உடல் முற்றிலும் தலைகீழாக மாறும், இதனால் மைக்ரோபைல் ஹிலம் (எ.கா.) காமோபெட்டாலே உறுப்பினர்களுக்கு மிக அருகில் உள்ளது.

**3. ஹெமி-அனாட்ரோபஸ் அல்லது ஹெமிட்ரோபஸ் கருமுட்டை**

கருமுட்டையின் உடல் சரியான கோணங்களில் ஃபனிகலுக்கு நேர்மாறாக வைக்கப்படுகிறது. மைக்ரோபைல் மற்றும் சலாஸா ஒரு நேர் கோட்டில் உள்ளன. எ.கா. ரான்குலஸ் .

#### 4. கம்பிலோட்ரோபஸ் கருமுட்டை (கம்பிலோஸ் - வளைந்த)

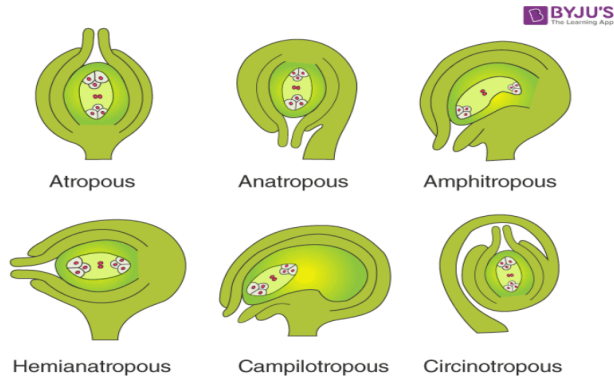
கருமுட்டையின் உடல் வளைந்திருக்கும் அல்லது வளைந்திருக்கும், இதனால் மைக்ரோபைல் மற்றும் சலாஸா ஒரே நேர் கோட்டில் பொய் சொல்லாது. எ.கா. லெகுமினோசா .

#### 5. ஆம்பிட்ரோபஸ் கருமுட்டை

கருமுட்டையின் வளைவு மிகவும் உச்சரிக்கப்படுகிறது மற்றும் கருவும் வளைந்திருக்கும் எ.கா. எ.கா. அலிஸ்மாசி, மற்றும் புட்லோமேசி .

#### 6. சர்க்கினோட்ரோபஸ் கருமுட்டை

நுசெல்லஸும் அச்சும் ஆரம்பத்தில் ஒரே வரிசையில் உள்ளன, ஆனால் ஒரு பக்கத்தில் விரைவான வளர்ச்சி காரணமாக, கருமுட்டை உடற்கூறியல் ஆகிறது. வளைவு மேலும் தொடர்கிறது மற்றும் மைக்ரோபைல் மீண்டும் மேல்நோக்கி சுட்டிக்காட்டுகிறது (எ.கா.) ஓபன்ஷியா .



பலகோணம் வகை மெகாகமெட்டோபைட் வளர்ச்சியிலிருந்து விலகல்கள் பின்வரும் உருவவியல் அளவுகோல்களை அடிப்படையாகக் கொண்டவை:

1. கரு சாக் உருவாவதில் பங்கேற்கும் மெகாஸ்போர் அல்லது மெகாஸ்பூர் கருக்களின் எண்ணிக்கை.
2. மெகாஸ்பூர் மற்றும் கேமோட்டோபைட் உருவாகும் போது நிகழும் மொத்த பிரிவுகளின் எண்ணிக்கை.
3. முதிர்ச்சியடைந்த கரு சாக்கில் கருக்களின் எண்ணிக்கை மற்றும் ஏற்பாடு மற்றும் அவற்றின் பிளேயிட் நிலை.

மெகாஸ்போர்களின் எண்ணிக்கையின் அடிப்படையில், கரு சாக்குகளை மோனோஸ்போரிக், பிஸ்போரிக் மற்றும் டெட்ராஸ்போரிக் என மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

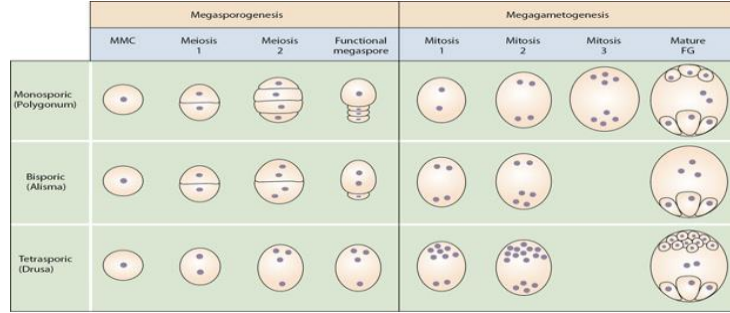
**மோனோஸ்போரிக்** , அல்லது பலகோணம் - வகை கரு சாக்கில், நுசெல்லஸில் உள்ள டிப்ளாய்டு மெகாஸ்போர் தாய் கலத்தின் ஒடுக்கற்பிரிவு நான்கு ஹாப்ளோயிட் மெகாஸ்போர்களை உருவாக்குகிறது. மெகாஸ்போர்களில் மூன்று, வழக்கமாக நுசெல்லஸின் மைக்ரோபிலர் முனையிலுள்ளவை, பின்னர் திட்டமிடப்பட்ட உயிரணு மரணத்திற்கு உட்படுகின்றன, ஒரே ஒரு செயல்பாட்டு மெகாஸ்போரை மட்டுமே விட்டு விடுகின்றன.

**பிஸ்போரிக்** - கரு சாக்குகளில், ஒடுக்கற்பிரிவு இரண்டு மெகாஸ்போர்களை மட்டுமே உருவாக்குகிறது, ஒவ்வொன்றும் இரண்டு ஹாப்ளோயிட் கருக்களைக் கொண்டுள்ளது, சைட்டோகினைசிஸ் இல்லாததால் மற்றும் இரண்டாவது ஒடுக்கற்பிரிவு பிரிவைத் தொடர்ந்து செல் தட்டு உருவாக்கம். மைக்ரோபைலுக்கு அருகிலுள்ள மெகாஸ்போர் பின்னர் திட்டமிடப்பட்ட உயிரணு மரணத்திற்கு உட்படுகிறது, இது ஒரு செயல்பாட்டு மெகாஸ்போரை இரண்டு ஹாப்ளோயிட் கருக்களுடன் விட்டுவிடுகிறது.

**டெட்ராஸ்போரிக்** - கரு சாக்கில், இரு ஒடுக்கற்பிரிவுகளுக்குப் பிறகு செல் தகடுகள் உருவாகத் தவறிவிடுகின்றன, இதன் விளைவாக ஒரு நான்கு-நியூக்ளியேட் மெகாஸ்போர் உருவாகிறது. மூன்று வடிவங்களும் ஒன்று (மோனோஸ்போரிக்), இரண்டு (பிஸ்போரிக்) அல்லது நான்கு (டெட்ராஸ்போரிக்) ஹாப்ளாய்டு கருக்களைக் கொண்ட ஒரு செயல்பாட்டு மெகாஸ்போரை உருவாக்குகின்றன. பிஸ்போரிக் மற்றும் டெட்ராஸ்போரிக் கரு சாக்கின் கருக்கள் மோனோஸ்போரிக் கரு சாக்குகளில் இருப்பதால் அவை மரபணு ரீதியாக ஒத்ததாக இல்லை என்பதை நினைவில் கொள்க,



ஏனெனில் அவை இரண்டு அல்லது நான்கு வெவ்வேறு ஒடுக்கற்பிரிவு தயாரிப்புகளிலிருந்து உருவாகின்றன.



வலை படம் 21.3.A மெகாமெட்டோபைட் வளர்ச்சியின் மூன்று முக்கிய வகைகள்: மோனோஸ்போரிக், பிஸ்போரிக் மற்றும் டெட்ராஸ்போரிக்.

## UNIT – IV

### இரட்டை கருத்தரித்தல் என்றால் என்ன?

இரட்டை கருத்தரித்தல் என்பது ஒரு பெண் கேமோட்டோபைட்டை இரண்டு ஆண் கேமோட்டோபைட்டுகளுடன் இணைப்பதைக் குறிக்கிறது.

### இரட்டை கருத்தரித்தல்

இரட்டை கருத்தரித்தல் என்பது பூக்கும் தாவரங்களின் முக்கிய பண்பாகும். நிகழ்வுகளில், ஒரு பெண் கேமட் இரண்டு ஆண் கேமட்களுடன் ஒன்றிணைகிறது. ஆண் கேமட்களில் ஒன்று முட்டையை உரமாக்குகிறது, இதன் விளைவாக ஒரு ஜிகோட் உருவாகிறது, மற்றொன்று 2 துருவ கருக்களுடன் ஒரு எண்டோஸ்பெரம் உருவாகிறது.

இரட்டை கருத்தரித்தல் ஆலைக்கு ஊக்கத்தை அளிக்கிறது, இதன் விளைவாக பழங்களுக்கு கருப்பை வளர்ச்சி மற்றும் விதைக்குள் கருப்பைகள் உருவாகின்றன. ஹாப்ளாய்டு ஆண் கேமட்கள் மற்றும் பெண் கேமட்கள் உருகும்போது, தாவரத்தின் டிப்ளாய்டு நிலை மீட்டமைக்கப்படுகிறது.

### ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் இரட்டை கருத்தரித்தல்

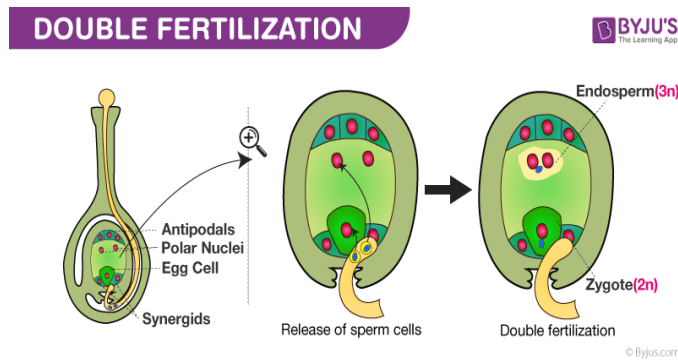
ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்கள் மலர் தாங்கும் தாவரங்கள் மற்றும் அவை பூமியின் தாவரங்களின் மிகவும் மாறுபட்ட குழு ஆகும். மலர்கள் ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் இனப்பெருக்க

பகுதியை தனி ஆண் மற்றும் பெண் இனப்பெருக்க உறுப்புகளுடன் உருவாக்குகின்றன. ஒவ்வொன்றிலும் முறையே விந்து மற்றும் முட்டை செல்கள் உள்ளன. மகரந்தச் சேர்க்கை மகரந்த தானியங்களை பாணி வழியாக களங்கத்தை அடைய உதவுகிறது. இரண்டு விந்து செல்கள் கருமுட்டை-சினெர்கிட் கலத்திற்குள் நுழைகின்றன. இது கருத்தரித்தல் வரை செல்கிறது.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில், கருத்தரித்தல் ஜிகோட் மற்றும் எண்டோஸ்பெர்ம் ஆகிய இரண்டு கட்டமைப்புகளில் விளைகிறது, எனவே இதற்கு “இரட்டை கருத்தரித்தல்” என்று பெயர்.

இரட்டை கருத்தரித்தல் என்பது ஒரு சிக்கலான செயல்முறையாகும், அங்கு இரண்டு விந்தணுக்களில், ஒன்று முட்டை கலத்துடன் இணைகிறது, மற்றொன்று இரண்டு துருவ கருக்களுடன் இணைகிறது, இதன் விளைவாக முறையே டிப்ளாய்டு ( $2n$ ) ஜைகோட் மற்றும் ஒரு ட்ரிப்ளோயிட் ( $3n$ ) முதன்மை எண்டோஸ்பெர்ம் நியூக்ளியஸ் (PEN) உருவாகின்றன.

எண்டோஸ்பெர்ம் மூன்று ஹாப்ளாய்டு கருக்களின் இணைப்பின் தயாரிப்பு என்பதால், இது மூன்று இணைவு என்று அழைக்கப்படுகிறது. இறுதியில், முதன்மை எண்டோஸ்பெர்ம் கரு முதன்மை எண்டோஸ்பெர்ம் கலமாக (பி.இ.சி) உருவாகிறது, பின்னர் எண்டோஸ்பெர்மாக உருவாகிறது. ஜைகோட் பல உயிரணுப் பிரிவுகளுக்குப் பிறகு கருவாகிறது.



### ஆஞ்சியோஸ்பெர்மில் கருவின் வளர்ச்சி

கருத்தரித்தல் முடிந்ததும், கரு வளர்ச்சி தொடங்குகிறது, மேலும் விந்தணுக்கள் கருப்பையில் நுழைய முடியாது. கருவுற்ற கருமுட்டை ஒரு விதையாக உருவாகிறது,

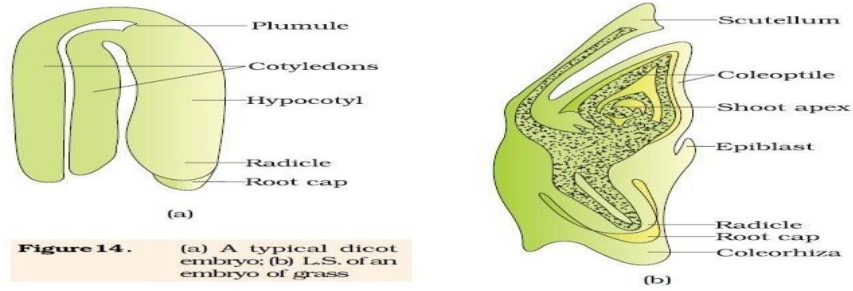
மற்றும் கருப்பை திசுக்கள் சதைப்பற்றுள்ள பழுமாக உருவாகின்றன, இது விதைகளை உள்ளடக்கியது.

கருத்தரித்த பிறகு, ஜைகோட் மேல் முனைய செல் மற்றும் கீழ் அடித்தள கலமாக பிரிக்கிறது. அடித்தள செல் சஸ்பென்சராக உருவாகிறது, இது வளர்ந்து வரும் கருவுக்கு ஊட்டச்சத்துக்களை கொண்டு செல்ல உதவுகிறது. முனைய கலமானது சார்பு கருவாக உருவாகிறது.

கருவின் வளர்ச்சியில் பல்வேறு நிலைகள் உள்ளன.

ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் கரு வளர்ச்சியின் நிலைகள்

1. வளர்ச்சியின் முதல் கட்டத்தில், முனைய செல் ஒரு உலகளாவிய சார்பு கருவை உருவாக்குகிறது. அடித்தள கலமும் ஒரு சஸ்பென்சராக பிரிக்கிறது.
2. கோட்டிலிடான்கள் இருப்பதால் வளரும் கரு இதய வடிவத்தை அடைகிறது.
3. வளர்ந்து வரும் கரு கூட்டமாகி வளைந்து செல்லத் தொடங்குகிறது.
4. கரு விதை முழுவதுமாக நிரப்புகிறது.



இரட்டை கருத்தரிப்பின் முக்கியத்துவம் பின்வருமாறு:

1. இரட்டை கருத்தரிப்பின் விளைவாக இரண்டு தயாரிப்புகள் பெறப்படுகின்றன.
2. பாலிம்பரியோனியின் வாய்ப்புகள் உள்ளன, மேலும் ஆலை உயிர்வாழ சிறந்த வாய்ப்புகள் உள்ளன.
3. இரட்டை கருத்தரித்தல் வளரும் கருவுக்கு ஊட்டச்சத்தை வழங்கும் எண்டோஸ்பெர்முக்கு வழிவகுக்கிறது.
4. இது ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களின் விதைகளின் நம்பகத்தன்மையை அதிகரிக்கிறது.
5. இது மகரந்த தானியங்களால் உற்பத்தி செய்யப்படும் ஆண் கேமட் இரண்டையும் பயன்படுத்துகிறது.

**ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம்களில் எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ச்சியில் மூன்று வகைகள் உள்ளன.**

அணு, செல்லுலார் மற்றும் ஹெலோபியல் (வலை படம் 21.6.ஏ) . மிகவும் பொதுவானதாக இருக்கும் இலவச அணு வகைகளில் , முதன்மை எண்டோஸ்பெர்ம் கருமைய சுவர் உருவாக்கப்படாமல் மீண்டும் மீண்டும் பிரித்து மத்திய செல் சைட்டோபிளாஸிற்குள் ஏராளமான இலவச கருக்களை உருவாக்குகிறது (படம் 21.6.A பார்க்கவும்). அதே நேரத்தில் ஒரு மைய வெற்றிடம் தோன்றுகிறது, இது கருக்களை கோனோசைடிக் கலத்தின் சுற்றளவில் தள்ளுகிறது. பின்னர் வெற்றிடம் அளவு குறைந்து, கருக்கள் மற்றும் சைட்டோபிளாசம் பெருகும்போது இறுதியில் மறைந்துவிடும். இறுதியாக, மல்டிநியூக்ளியேட் சைட்டோபிளாசம் செல்லுலரைஸ் ஒரு பல்லுயிர் திசுக்களை உருவாக்குகிறது. சில சந்தர்ப்பங்களில், தேங்காயைப் போலவே, செல்லுலரைசேஷன் முழுமையடையாது.

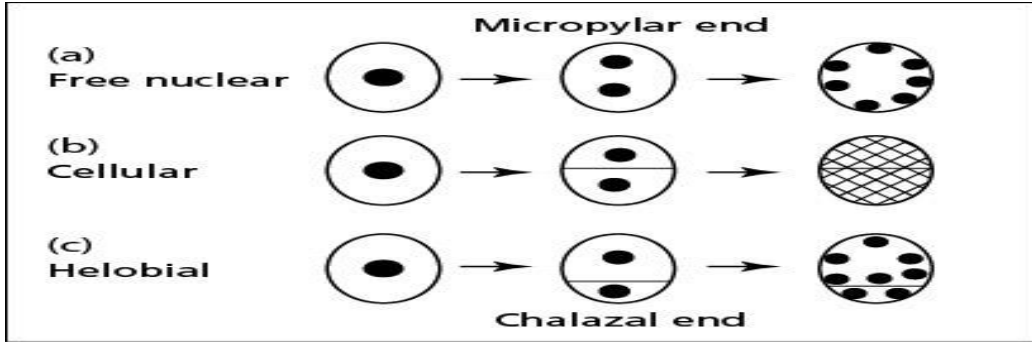
### செல்லுலார் வகை

செல்லுலார் வகை எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ச்சியில், அணுசக்தி பிரிவுகள் அனைத்தும் செல் சுவர் உருவாக்கத்துடன் உள்ளன, இதனால் எண்டோஸ்பெர்ம் ஆரம்பத்தில் இருந்தே செல்லுலார் ஆகும் (வலை படம் 21.6.A [b] ஐப் பார்க்கவும்). செல்லுலார் எண்டோஸ்பெர்ம் கொண்ட தாவரங்களின் எடுத்துக்காட்டுகளில் *இம்பேடியன்ஸ்* , *டதுரா* மற்றும் *பெட்ரூனியா* ஆகியவை அடங்கும்.

### ஹெலோபியல் வகை

எண்டோஸ்பெர்ம் வளர்ச்சியின் ஹெலோபியல் வகை என்பது அணு மற்றும் செல்லுலார் வகைகளுக்கு இடையில் ஒரு அரிதான, இடைநிலை வடிவமாகும் (வலை படம் 21.6.A [c] ஐப் பார்க்கவும்). ஹெலோபியல் வகை எண்டோஸ்பெர்ம் கொண்ட பெரும்பாலான தாவரங்களில், முதன்மை எண்டோஸ்பெர்ம் கருவின் முதல் பிரிவு ஒரு கிடைமட்ட சுவரை உருவாக்குவதோடு சேர்ந்துள்ளது. கரு சாக்கின் மைக்ரோபிலர் முனையில் உள்ள செல் பின்னர் பல சுற்று இலவச அணுக்கரு பிளவுகளுக்கு உட்படுகிறது, அதே நேரத்தில் சலாசல் முனையில் உள்ள கலத்தில் உள்ள கருக்கள் ஒன்று அல்லது இரண்டு முறை மட்டுமே

பிரிக்கவோ அல்லது பிரிக்கவோ நிறுத்தப்படலாம். அஸ்போடெலஸ் (அஸ்போடெல்), மஸ்கரி (திராட்சைபதுமராகம்), சாக்ஸிஃப்ராகா மற்றும் எச்சியம் (போ ரேஜ்) உள்ளிட்ட பல்வேறு ஆஞ்சியோஸ்பெர்ம் வகைகள் ஹெலோபியல் வகை எண்டோஸ்பெர்மை வெளிப்படுத்துகின்றன. மூன்று வகையான எண்டோஸ்பெர்மின் (ஃபிலாய்ட் மற்றும் ப்ரீட்மேன் 2000) பல வகைகளை சமீபத்திய ஆய்வுகள் அங்கீகரித்தன.



படம் 21.6.A மூன்று பாரம்பரியமாக அங்கீகரிக்கப்பட்ட எண்டோஸ்பெர்ம் வகைகள்.

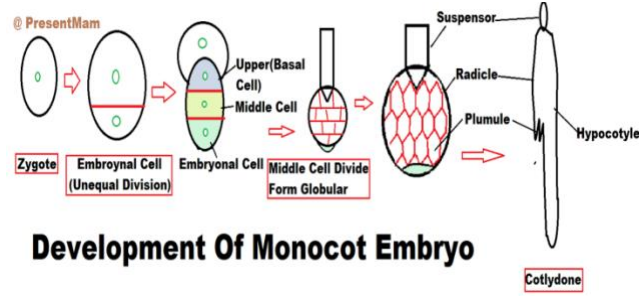
## மோனோகோட் எம்பரியோவின் வளர்ச்சி

### புரோம்பிரியோ நிலை

- ஒப்பிடும்போது முதிர்ச்சியடைந்த விதையில் மோனோகாட்கள் மிகவும் சிக்கலான கரு அமைப்பைக் கொண்டுள்ளன.
- டிகோட்கள், ஆனால் ஆரம்பகால கரு வளர்ச்சி டிகோட்களைப் போன்றது.
- மோனோகாட்களில் கரு வளர்ச்சியின் நிலைகளில் புரோம்பிரியோ, குளோபுலர், ஸ்கட்டெல்லர் ஆகியவை அடங்கும்.மற்றும் கோலியோப்டிலர் நிலைகள்.
- கருத்தரிப்பைத் தொடர்ந்து, முதல் உயிரணுப் பிரிவு சமச்சீரற்றது மற்றும் ஒரு நுனிக்கு வழிவகுக்கிறது.மற்றும் சோளத்தில் அடித்தள செல் (ஜியா மேஸ்). நுனி உயிரணு அடித்தளத்தை விட வேகமாக பிரிக்கிறது.செல் மற்றும் இறுதியில் கரு இருக்கும்.

### உலகளாவிய நிலை

உலகளாவிய கட்டத்தில் உள்ள புரோம்பிரியோ சஸ்பென்சர் என்பதைத் தவிர, டிகோட்களைப் போன்றது ஒற்றை அல்லது இரட்டை வரிசை கலங்கள் அல்ல, மேலும் அவை வேறுபடுகின்றன.பூகோளத்தின் பிற்பகுதியில், வெளிப்புற மேல்தோல் அடுக்கு தெளிவாகத் தெரிகிறது மற்றும் செல்கள் ஒரு குழு புரோம்பிரியோவின் ஒரு பக்கம் மிக வேகமாக பிரிக்கிறது.இவை கரு அச்சுக்கு வழிவகுக்கும்.



### ஸ்கட்டெல்லர் நிலை

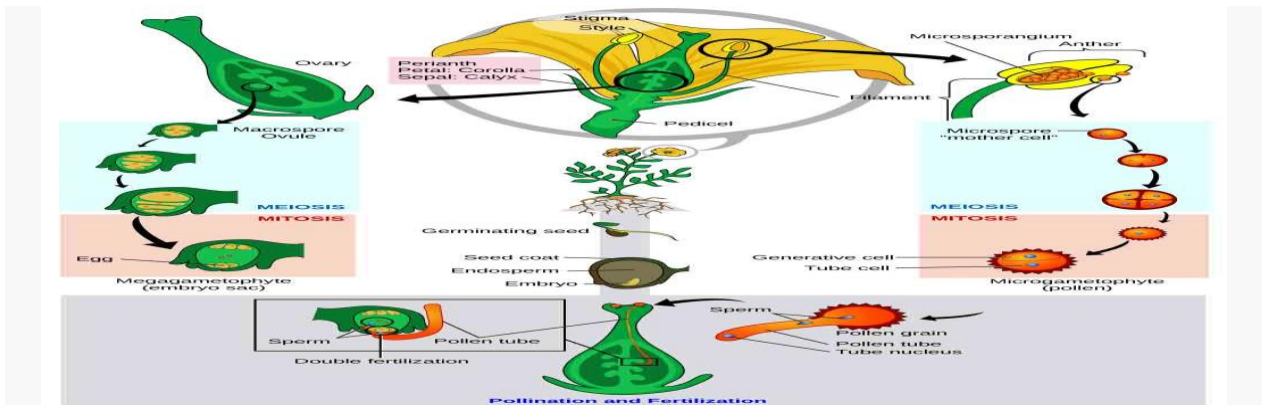
கோட்டிலிடனின் எச்சம் வளர்ச்சியின் ஸ்கட்டெல்லர் கட்டத்தில் காணப்படுகிறது. மோனோகாட்கள் டிகோட் கருவில் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள ஜோடி கோட்டிலிடான்களை 2 ஆக குறைத்துள்ளன. ஒற்றை மாற்றியமைக்கப்பட்ட கோட்டிலிடன் ஸ்கட்டெல்லம் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஸ்கட்டெல்லம் எண்டோஸ்பெர்ம் மற்றும் கரு அச்சுக்கு இடையில் கடத்தும் திசுக்களாக செயல்படுகிறது.

### கோலியோப்டிலர் நிலை

கரு அச்சு பிளம்யூல் (ஷூட்) மற்றும் ரேடிகல் என வேறுபடுகிறது. மோனோகோட்களில், கரு அச்சில் படப்பிடிப்பைச் சுற்றியுள்ள ஒரு சிறப்பு திசு உள்ளது மற்றும் முளைக்கும் போது தோன்றுவதற்கு வேர் திசு. இவை முறையே கோலியோப்டைல் மற்றும் கோலியோரிசா.

பூக்கும் தாவரங்களில் கருவின் அமைப்பு, வகைகள் மற்றும் வளர்ச்சி

ஒரு ஜிகோட் அல்லது ஓஸ்போரிலிருந்து முதிர்ச்சியடைந்த கருவின் வளர்ச்சியின் போது ஏற்படும் மாற்றங்களின் கூட்டுத்தொகை மொத்தம் ஆகும்.





## டைகோட் கருவின் வளர்ச்சி

ஐகோட் நேர்மாறாக பிரித்து இரண்டு செல் புரோம்பிரியோவை உருவாக்குகிறது. மைக்ரோபைலை நோக்கிய செல் பாசல் செல் என்றும் மற்றொன்று முனைய செல் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.

அடித்தள செல் பல குறுக்குவெட்டுப் பிரிவுகளுக்கு உட்பட்டு நீண்ட சஸ்பென்சரை உருவாக்குகிறது. முனைய கலமானது நீளமாக இரண்டு முறை பிரித்து நான்கு செல்களை உருவாக்குகிறது. முனைய கலத்தின் இந்த நான்கு செல் நிலை குவாட்ரண்ட் நிலை என்று அழைக்கப்படுகிறது. நான்கு நிலைகளின் நான்கு செல்கள் இப்போது நேர்மாறாகப் பிரிந்து நான்கு கலங்களின் இரண்டு அடுக்குகளில் அமைக்கப்பட்ட எட்டு கலங்களின் ஆக்டன்ட் கட்டத்தை உருவாக்குகின்றன. கீழ் அடுக்கு தண்டு முனை மற்றும் கோட்டிலிடான்களை உருவாக்குகிறது, அதே சமயம் மேல் அடுக்கு ஹைபோகோடைல் உருவாவதற்கு பொருந்தும்.

இதைத் தொடர்ந்து எட்டு வெளிப்புற செல்கள் மற்றும் எட்டு உள் செல்கள் உருவாக ஆக்டேன் செல்களில் பெரிக்லினல் பிரிவு உள்ளது. எட்டு வெளிப்புற செல்கள் டெர்மடோஜனை உருவாக்குகின்றன, அவை எதிரெதிர் முறையில் பிரிக்கப்பட்டு மேல்தோல் உருவாகின்றன செல்கள் periblem மற்றும் plerome ஐ உருவாக்குகின்றன. கோர்டெக்ஸ் வளிமண்டலத்திலிருந்து உருவாகிறது மற்றும் இருந்து திருடுகிறது பிளேரோம். ஆறு முதல் பத்து கலங்களின் நீண்ட இடைநீக்கத்தை உருவாக்க அடித்தள செல் பல முறை பிரிக்கிறது. வளரும் கருவுக்கு மிக அருகில் உள்ள சஸ்பென்சரின் மிகக் குறைந்த செல் ஹைப்போபிஸிஸ் என்று அழைக்கப்படுகிறது. ஹைப்போபிஸிஸ், தொடர்ச்சியான பிளவுகளால், ரூட் தொப்பி, மேல்தோல் மற்றும் வேரின் புறணி ஆகியவற்றிற்கு வழிவகுக்கிறது.

ஹைபோகோடைல் மற்றும் கோட்டிலிடனின் மேலும் விரிவாக்கம் கோட்டிலிடன்களின் வளைவை ஏற்படுத்துகிறது. இந்த கட்டத்தில் கரு ஒரு குதிரை-காலணி வடிவ அமைப்பாக தோன்றுகிறது. முதிர்ந்த கருவில், தண்டு முனை முனையம் மற்றும் இரண்டு கோட்டிலிடன்கள் பக்கவாட்டு நிலையை ஆக்கிரமிக்கின்றன.

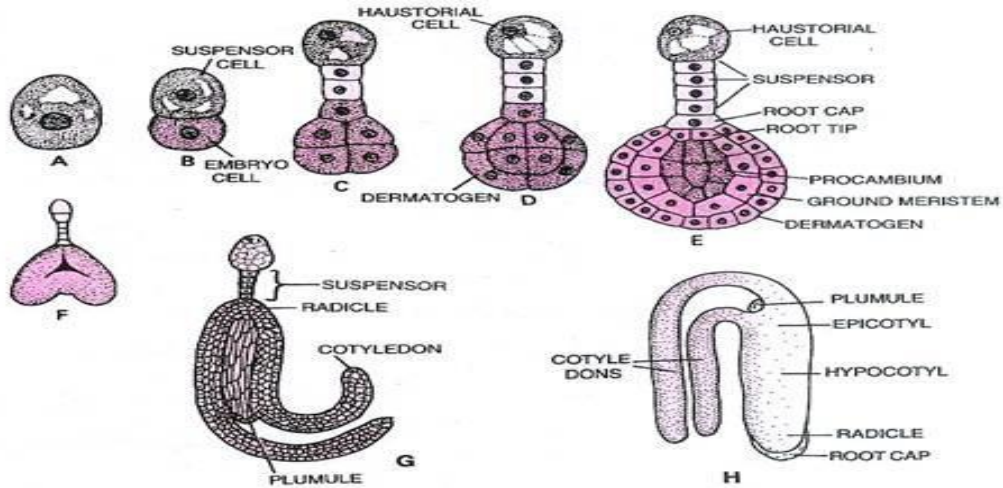


Fig. 2.30. Stages in the development of a dicot embryo. A, Zygote or oospore. B, Division of zygote into suspensor and embryo cells. C, Formation of suspensor and embryo octant. D, Periclinal divisions of embryo octants to form outer dermatogen. E, Globular embryo showing regions of radicle, procambium, ground meristem and dermatogen. F, Heart-shaped embryo. G, Mature dicotyledonous embryo. H, a typical dicot embryo.