

Dr. Szepesi Ágnes, Véseiné Dr. Szöllősi Réka,  
Dr. Poór Péter

## A növények felépítése és vegetatív fejlődése

Segédlet a BSc záróvizsgára való felkészüléshez

Jelen tananyag a Szegedi Tudományegyetemen  
készült az Európai Unió támogatásával.

Projekt azonosító: EFOP-3.4.3-16-2016-00014



# A növényi szervezet és a vegetatív szervek alapvető felépítése

Segédlet a BSc záróvizsgára való felkészüléshez

Készítette: Dr. Szepesi Ágnes, Véseiné Dr. Szöllősi Réka, Dr. Poór Péter,

SZTE, 2020

Záróvizsga tétel címe: **A növények felépítése és vegetatív fejlődése.**

*(A növényi szövetek funkció szerinti csoportosítása, sejt- és szövetszintű sajátosságai. A növényi szervezet és a vegetatív szervek alapvető felépítése. A merisztémák típusai és funkcióik. A növényi embrió jellegzetességei, az embriogenezis lépései.)*

Ajánlott irodalom: **Mihalik Erzsébet: Növényanatómiai praktikum** című jegyzetének (Jate Press) és **Laskay Gábor-Mihalik Erzsébet: Növényi sejtbiológia** (Jate Press) valamint **Fehér Attila (szerk.): A növények élete** (<http://eta.bibl.u-szeged.hu/2309/>) tételhez kapcsolódó részei (4.3 és 4.2.1.1 fejezet).

Dr. Poór Péter: A növényi szövetek funkció szerinti csoportosítása, sejt- és szövetszintű sajátosságai. A merisztémák típusai és funkcióik.

Dr. Szepesi Ágnes: A növényi szervezet és a vegetatív szervek alapvető felépítése.

Véseiné Dr. Szöllősi Réka: A növényi embrió jellegzetességei, az embriogenezis lépései.

# A növényi szövetek

A növényi szövetek funkció szerinti csoportosítása, sejt- és szövetszintű sajátosságai

A szövet egy adott funkcióra specializálódott sejtek együttese. Szöveteket származásuk szerint **összetartozó** sejtek, összehangoltan **fejlődő** sejtek és összehangoltan **működő** sejtek alkothatnak. Megkülönböztetünk **egyszerű- és összetett szöveteket**.

A növényi szöveteket két fő csoportra bontjuk: **osztódó- és állandósult szövetekre**.

## Az osztódószövetek (merisztémák)

Jellemzőjük, hogy a növény egész életében megőrzik osztódóképességüket, lokalizáltan működnek és ők hozzák létre az állandósult szöveteket.

### Citológiai sajátosságai:

- A sejtek mérete kicsi
- Alakjuk izodiametrikus
- A sejtek szorosan illeszkednek
- Elsődleges sejtfaik van
- Nagy sejtfaik jellemzi
- Provacuólumok jelenléte
- Proplasztiszok jelenléte
- Kevés ER és mitokondrium

### Csoportosításuk:

A keletkezésük időrendisége alapján:

- 1. Ősmerisztéma (Promerisztéma):** A tengelycsúcson működő és még nem differenciálódott osztódó sejtek (*iniciális sejtek*).
- 2. Primer merisztéma:** Már kezdeti differenciálódást mutató sejtek.
- 3. Szekunder merisztéma:** A már kialakult szövetekből dedifferenciálódással keletkeznek.

### Csoportosításuk:

Az elhelyezkedésük alapján:

- 1. Csúcs (apikális) merisztémák:**  
A tengelycsúcson helyezkednek el (=ős- és primer merisztémák).
- 2. Oldal (laterális) merisztémák:**  
A növényi szerv oldalával párhuzamosan találhatóak (parakambium, kambium).
- 3. Közbeiktatott (interkaláris) merisztémák:**  
A csúcsmerisztémától elvágott merisztémák. Pl. pázsitfűvek szártagjaiban.

## Az állandósult szövetek

### A bőrszövetrendszer

A hajtásos növények testének felületén levő sejtcsoportok összessége a sejtek függelékeivel együtt.

#### Az epidermisz citológia

##### sajátosságai:

- Általában egy sejtréteg alkotja
- Négy- vagy sokszögletes alakú sejtek
- A sejtek szorosan illeszkednek
- Nagy központi vakuólum
- Nincsenek kloroplasztiszok
- Sejtfaalak kutikulával, viasszal impregnáltak
- Gázcserenyílások (SZTÓMÁK)
- Növényi szőrök (TRICHÓMÁK)

### Az alapszövet-rendszer

A növényi test alapállománya (a bőrszövet zárja körül, szállítóyalábok ágyazódnak bele).

#### Csoportosítása:

##### 1. Valódi (parenchimatikus) alapszövetek

- a) Asszimiláló alapszövet (klorenchima)
- b) Raktározó alapszövet
- c) Víztartó alapszövet
- d) Átszellőztető alapszövet (aerenchima)

##### 2. Szilárdító (mechanikai) alapszövetek

- a) Kollenchimák (élő sejtek)
- b) Szklerenchimák (holt sejtek)

##### 3. Kiválasztó (szekréción) alapszövetek

- a) Intracelluláris
- b) Extracelluláris

### A szállítószövet-rendszer

- A hajtásos növényeknél jelenik meg.
- Összetett szövet.
- Feladata a víz, ionok, tápanyagok transzportja.
- Általában a szállítás irányában megnyúlt sejtek alkotják.

#### Felépítése:

##### 1. Farész (xilém)

- Tracheidák (vízszállító sejtek)
- Trachea (vízszállító csövek)
- Faparenchima sejt
- Farost

##### 2. Háncsrész (floém)

- Rostasejt
- Rostacsótag
- Kísérősejtek
- Háncsparenchima
- Háncsrostok

# A növény általános felépítése

## A növényi szervezet és a vegetatív szervek alapvető felépítése

A növény **apikális-bazális tengelyét** meghatározzák az apikális **hajtás** és a bazális **gyökérzet** szervrendszerek. A növényi test mindkét vegetatív szervrendszere a csúcsmerisztémák által létrehozott ismétlődő egységekből, **modulokból** („**fitomer**”) épül fel. A növényeknek nincsenek egyedi, pótolhatatlan szerveik.

A vegetatív szervek közé tartozik a **gyökér**, **szár** és a **levél**.

A szár a **hajtás tengelye**, ami folyamatos kapcsolatot biztosít a gyökér és a levél között.

A **gyökér** funkciói: **víz- és ásványi anyag felvétel és szállítás, növekedés, rögzítés, raktározás**. Szimbiózis baktériumokkal (*Rhizobium* fajok Fabaceae családdal), gombákkal (mikorrhiza, ektotróf és endotróf mikorrhiza).

A **hajtás** funkciói: **táplálékkészítés (fotoszintézis), védelem, raktározás, légcseré**.

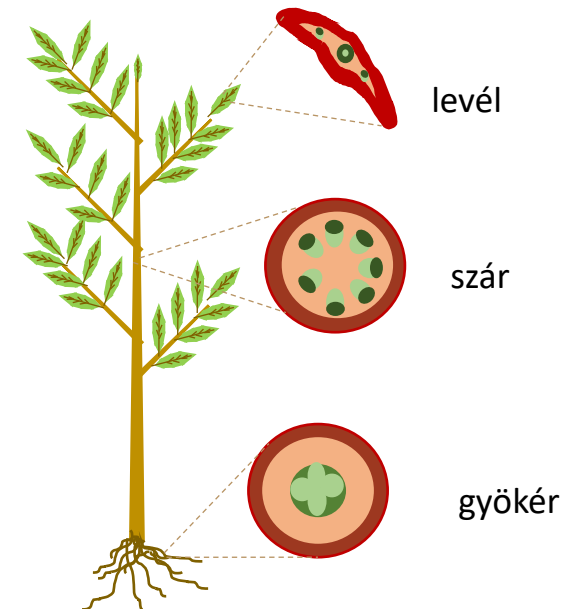
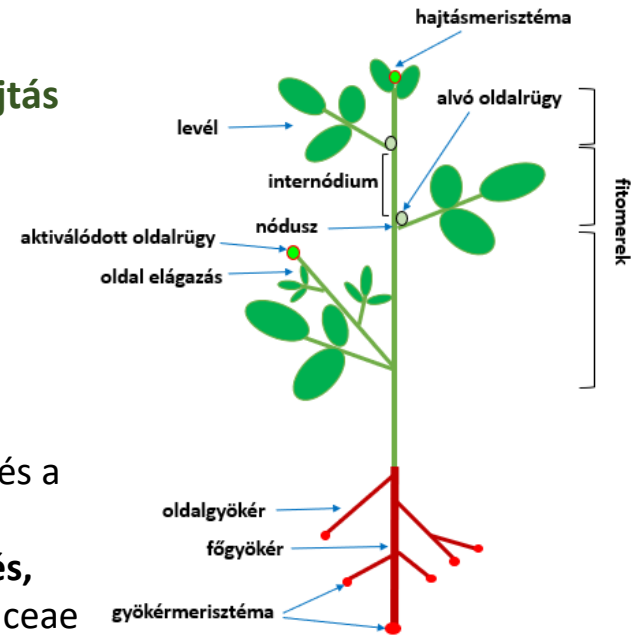
A vegetatív szervek megjelenhetnek járolékosan, valamint módosulhatnak is.

A vegetatív szervek (gyökér, szár, levél) tengelyszervek, melyek **radiális** szöveti felépítésükben **hároms tagolódást** mutatnak.

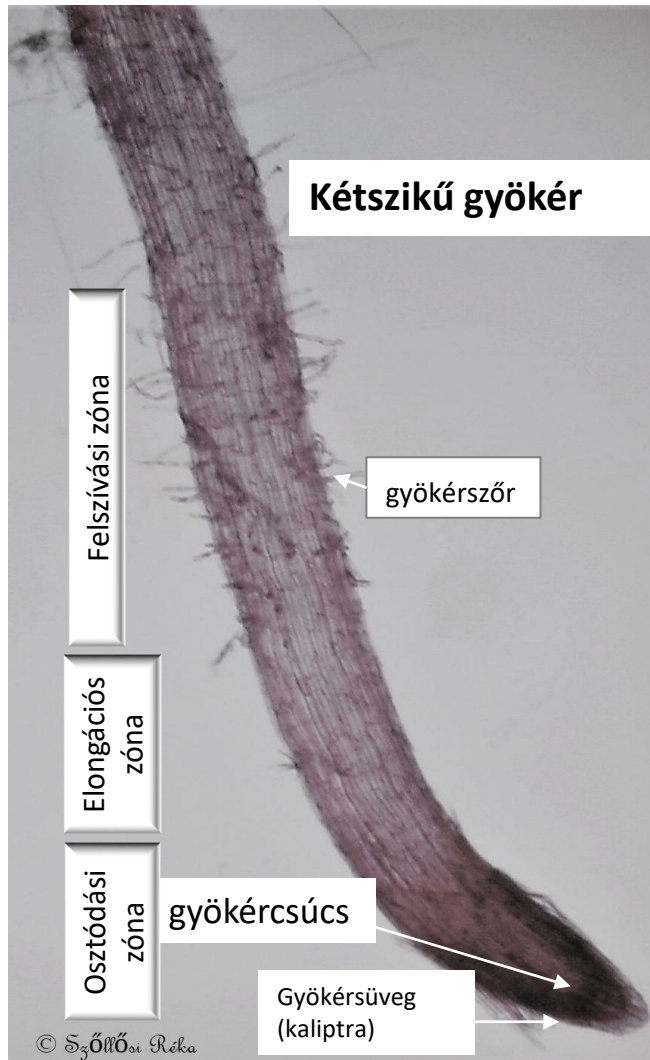
**Bőrszövet (gyökér-rizodermisz, hajtás-epidermisz)**

**Alapszövetek (parenchima)**

**Szállítószövet rendszer (gyökér-egyszerű, hajtás-összetett nyalábok)**



A gyökér esetében a modularitás kevésbé látványos, az oldalgökér merisztémák a gyökér növekedése során a csúcsmerisztémától távol jönnek létre. Saját merisztémájuk lévén az oldalgökerek át tudják venni a főgyökér funkcióját.



### A gyökér funkcionálisan és szerkezetileg 5 zónára osztható.

- **Elágazási zóna**  
Az oldalgökerek a **periciklusból indulnak** fejlődésnek, áthatolva a kortexen.
- **Szállítási zóna**  
Gyökérben mindig **egyszerű szállítóyalábok** vannak, fanyaláb, hánacsnyaláb.
- **Felszívási zóna**  
A **gyökérszőrökön** keresztül történik a víz és ásványi anyagok felvétele. Szimplaszt, apoplaszt, endodermisz, áteresztő sejtek.
- **Elongációs (megnyúlási zóna)**  
A sejtek hosszirányban megnyúltak. A sejtmag a sejt teljes méretéhez viszonyítva kisebb.
- **Ostódási (merisztematikus) zóna**  
A gyökércsúcs osztódó sejteket (**merisztéma**) tartalmaz. Intenzív sejtosztódás miatt a sejt méretéhez képest nagy sejtmag.

A gyökérszőrök az epidermális tirchoblasztok alsó részének kitérkedései, melyek hasonló mechanizmussal növekednek, mint ahogyan a pollentömlő (csúcsi növekedés, „tip growth”).

A gyökércsúcsot parenchimatikus **védősapka**, **gyökérsüveg** (kaliptra) védi. Mucigél, sztatolitok, **pozitív gravitropizmus**.

A növényben az auxin a hajtás felől a gyökércsúcs felé áramlik és a gyökér merisztémában magas koncentrációt ér el. Az auxin grádiense összefügg a gyökér fejlődési zónáinak kialakulásával. Oldalgökerek lokális auxin maximumoknál inicializálódnak a periciklusban a xilém pólusnál (egyszikűekben a floém pólusnál).

# A hajtás

## A növényi szervezet és a vegetatív szervek alapvető felépítése

A hajtás esetében a csúcsmerisztéma által létrehozott **fitomer** egységek egy szártagból (**nódusz** és **internódium**), egy vagy több **oldalszervből** (pl. **levélből**), valamint egy **alvó oldalrügyből** állnak. Az oldal(axilláris) rügyek aktiválódva új hajtásokká fejlődnek.

**A hajtásrendszer elágazási típusai: csúcsi (villás) elágazás** (a csúcsmerisztéma elkülönült sejtcsoportjai két egyenlő vagy nem egyenlő méretű hajtást hoznak létre, ez ismétlődhet; a hajtások síkba rendeződnek vagy hengerpalástot képeznek). Csúcs alatti elágazás (a domináns tengely levélhómalji (axilláris) rügyei hajtanak ki; monopodiális (korlátlan a tengelyek növekedése és elágazása) vagy szimpodiális (korlátozott)).

**Apikális dominancia:** lényege, hogy a csúcsi domináns hajtás merisztéma működése megakadályozza az alatta fejlődő axilláris rügyek kihajtását. Ha a csúcsrügyet eltávolítjuk vagy inaktíválódik, a nyugvó rügyek oldalhajtásokká fejlődnek. Az apikális dominanciát a hajtáscsúcstól a hajtás alapja felé transzportálódó **auxin tartja fenn**, citokininnel és strigolaktonnal kölcsönhatásban. A hajtáselágazást ezen keresztül befolyásolja pl. a fény- és a tápanyagellátottság.

## Szár típusok

**Lágyszár** (dudvaszár): 1 vagy 2 éven át élő, puha állományú, tövén fásodó szár (szalmaszár, nádszár, palkaszár, tőszár, tőkocsány).

**Fás szár:** éveken át fejlődő, másodlagos vastagodású, hosszú szártagú, évgűrűs szerkezetű szár. A nyitvatermők mindegyike, a kétszikűek többsége fás szárú, az egyszikűek közül csak a pálmák (pálmaszár: egyenletes vastagodású, levélkoronát viselő, ált. ágatlan).

### Lágyszárú-szállítónyalábok

**Összetett szállítónyalábok:** szárban, levélben

**koncentrikus**

**kollaterális**



leptocentrikus hadrocentrikus

kollaterális zárt kollaterális nyílt

farész

hánrcsész

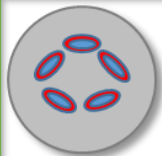
nyalábkambium

További típusok:

Bikollaterális és kollaterális záródó nyaláb

### Sztéle típusok (lágyszárúak)

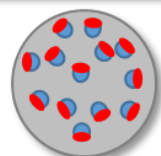
A szállítónyalábok jellegzetes elrendeződése alapján:



diktiosztéle



eusztéle



ataktosztéle

További típusok:

haplosztéle, aktinosztéle, plektosztéle, szifonosztéle

### Fásszárú- fatörzs, gyűrűs szerkezet



#### Kambium:

oldalmerisztéma, amely a másodlagos szállítóelemeket hoz létre.

**Ritidóma:** harmadlagos bőrszövet, héjkéreg

**Évgűrű:** fatest 1 év alatti gyarapodása

**Bélszövet:** a sztéle központi részét kitöltő parenchima

Az apikális-bazális tengely mentén végig futó laterális merisztémák (vaszkuláris ill. parakambium), sugár irányú növekedést (vastagodást) eredményeznek. Ezt a növekedést nevezzük **másodlagos vastagodásnak**.

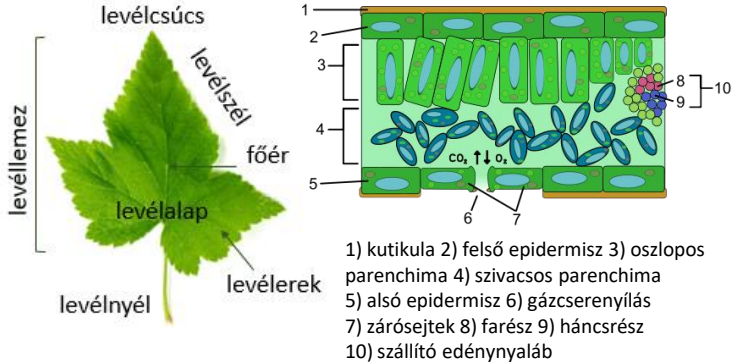
## Módosult szárak

**Föld alatti:** pl. gyöktörzs, gumó, tarack, hagyma

**Föld feletti:** lágycsák (inda, kacs, levél alakú szár) vagy elfásodóak (tövis).

A levél a szár korlátolt növekedésű lemezes függeléke. A levélkezdemények a hajtáscsúcs iniciális gyűrűjén fajra jellemző eloszlásban jelennek meg (levélállás=**fillotaxis**). A fillotaxist a hajtáscsúcsban termelődő **auxin önerősítő áramlása** határozza meg (kanalizációs elmélet).

### Kétszikű levél részei és keresztmetszete



A mérsékelt égövi növények **gyakran dorziventrális** vagy bifaciális levél struktúrával rendelkeznek. A lomblevelek epidermisze ált. egy többrétegű levélbelső (mezofillum, paliszád azaz oszlopos ill. szivacsos parenchyma) fog közre. A mezofillumba **kollaterális zárt edénynyalábok** ágyazódnak. Farészük többnyire a színi (**adaxiális**) oldal, hánrcsészük pedig a fonáki (**abaxiális**) oldal felé esik.

A vegetatív (lomb) levelet jellemzi a viszonylagosan nagy felület, a kiterjedt intercelluláris rendszer, a **fotoszintézis**hez, **gázcseré**hez, és **párologtatás**hoz való alkalmazkodás.

Az epidermisz sejtek is alapvető fontosságúak a levél funkciói számára. Sejtjeit három fő típusba sorolhatjuk: a kirakósjáték-szerűen egymásba kapcsolódó **alapsejtek**, a **levélszőrök** (trichómák), és a **légcserenyílások** zárósejtjei.

A **levelek erezte** összekapcsolódó szállítónyalábok hálózata. Alapvetően három fő típust különböztetünk meg: a **villás** (ősi típus), a főeres **hálószerű** (legtöbb kétszikű) és a **párhuzamos** (számos egyszikű) erezetet. Kialakításában az auxin kanalizáció játszik szerepet.

### Levelek morfológiai csoportosítása

#### Alak és levél felülete alapján

- lapos (dorziventrális vagy izolaterális)
- hengeres

#### Mezofillum parenchima típusa szerint

- homogén: csak szivacsos parenchyma
- heterogén: szivacsos és paliszád parenchyma

#### Összettség szerint:

- egyszerű: levéllemeze lehet osztott, de az egyes részek nem különülnek el

- összetett (tenyeresen, szárnyasan) levél lemeze teljesen elkülönülő részekre, levélkékre tagolódik

#### Alak szerint:

- ár alakú, tűlevél, lándzsás, ovális, tojásdad, nyilas stb.

#### Levéllemez szerint:

- ép, osztott, szeldelt, hasadt, karéjos stb.

#### Levélszél szerint:

- fűrész, fogas, csipkés

#### Levelek funkcionális

**típusai:**  
sziklevel  
allevél  
lomblevél  
fellevél  
viráglevelek

#### Módosult levelek:

**Reprodukció**  
**Raktározás**  
**Védelem**  
**Figyelem felkeltés**

#### Levelek alkalmazkodása:

##### Száraz élőhelyek:

-vastag, bőrszerű, kevés vagy rejtett sztóma, sok levélszőr, vízmegtartás (szukkulens)

##### Vizinövények:

.-kevés xilém és floém, egységes mezofillum, levegővel telt járatok, terek

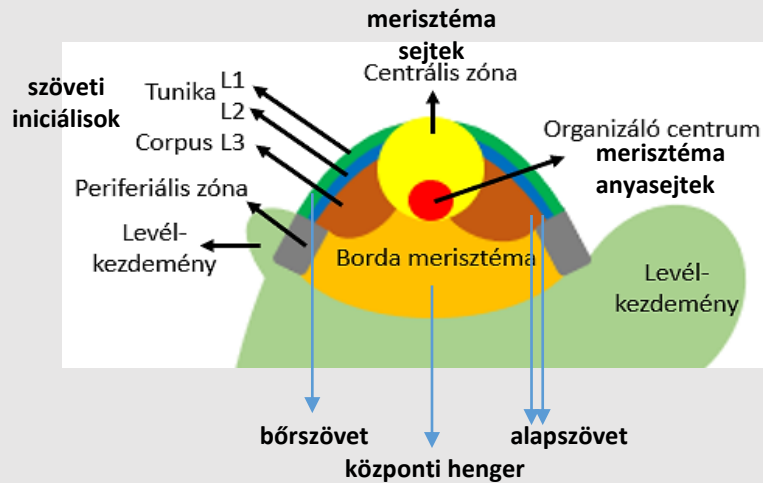


# A vegetatív merisztémák

# A merisztémák típusai és funkcióik

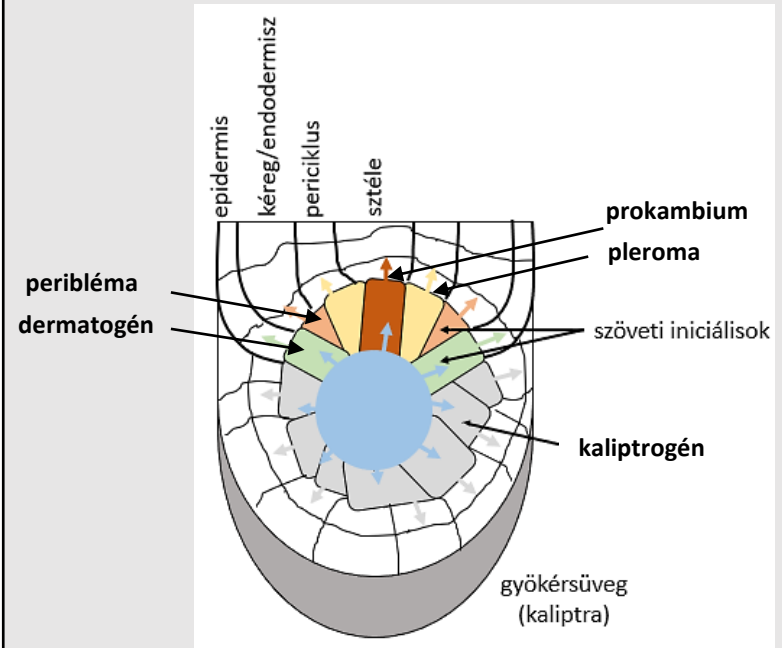
Az növények növekedése folyamatos és egész életük során új szerveket hoznak létre. Ezt a folyamatosan működő szervképző régióknak, az osztódó szövetet tartalmazó csúcs merisztémáknak köszönhetik.

## A hajtásmerisztéma szerveződése



A felszín közeli három sejtréteg alkotja a tunikát (L1, L2, L3). Az L1 réteg sejtszövege epidermisz sejtszövegekké differenciálódnak, az L2 és L3 sejtszövege mezofillum sejtszövegekké fejlődnek. Ezek a rétegek klonális eredetűek, egy-néhány iniciális sejtől fejlődnek a felületre merőleges (antiklinális) osztódások révén. A tunika alatt a korpusz (test) található, amelyben random irányú osztódások zajlanak. A merisztéma központjában van egy ritkán osztódó sejtekből álló csoport (organizáló centrum). A szöveti iniciális őssejteket tartalmazó centrális zónát az ún. perifériális zóna sejtjei veszik körül. A perifériális zónában intenzív sejtosztódások zajlanak. Itt indul el a levélkezdemények (primordiumok) fejlődése. A nyugalmi zóna alatt helyezkedik el a borda merisztéma, amiből a központi henger szövetei képződnek.

## A gyökérmerisztéma szerveződése



A gyökércsúcsban a legintenzívebb osztódás a csúcstól bizonyos távolságra (attól kb. 1 mm-re) az osztódási zónában található. Az osztódási zóna néhány sejtje azonban ritkábban osztódik és a környezeti hatásokkal szemben is ellenállóbb. Ez a nyugalmi centrum (quiescent center), melynek sejtjei ritkán osztódnak. A nyugvó sejteket szöveti iniciális sejtek (őssejtek) veszik körül, az elsődleges merisztémák szerveződésének megfelelő módon: Sztéle iniciálisok (pleróma): a periciklust és a szállító szöveteket hozzák létre; Kéreg-endodermisz iniciálisok (peribléma): az endodermisz és a kéreg sejtjeit hozzák létre; Epidermisz/oldalsó gyökérsüveg iniciálisok (dermokaliptrogén): a bőrszövetet és a gyökérsüveg oldalsó részét hozzák létre; Kolumella iniciálisok (kaliptrogén): antiklinálisan és periklinálisan is osztódva a gyökérsüveg központi részét hozzák létre

Szekunder hajtásmerisztémát citokinin, gyökérmerisztémát auxin hormonnal lehet indukálni.

A csúcsmerisztémák középpontjában található sejtek (organizáló- ill. nyugvó központ) egy specifikus transzkripciósfaktort termelnek, amely a szomszédos (ős)sejtek differenciálódását gátolja, ugyanakkor a saját génkifejeződését receptor kináz aktiválás révén gátolja. Ez tartja fenn a merisztéma funkcióját és egyben korlátozza a méretét, lehetővé téve a távolabbi sejtek differenciálódását.

**Definíció:** Az embriogenezis folyamán az **egysejtű zigóta soksejtű embrióvá** alakul át, melyből az új növényegyed fejlődik ki a sporofiton nemzedék képviselőjeként (sporofiton nemzedék: a zigótától a spóráképzésig tart).

A növények egyedfejlődése túlnyomóan „**posztembrionális**” jellegű, a növényi embrió nem rendelkezik a kifejlett organizmusra jellemző szervekkel. Növényi embrió aszexuális úton is képződhet (apomixis, szomatikus embriogenezis)

**Embryophyta** növények: mohák → zárvatermők

**Harasztok** embriója: **unipoláris** (csak hajtáscsúcs!, a gyökerek hajtás eredetűek), nincs nyugalmi állapota az embriónak

**Magasabbrendűek** embriója: **bipoláris** (gyököcske + rügyecske), van nyugalmi fázisa az embriónak.

**Kétszikű embriogenezis (*Arabidopsis thaliana* - Crucifer/Onagrad típus):**

Az embrió morfogenezisének főbb lépései: a szövetek sugárirányú elrendeződése; kialakul az apikális-bazális tengely; megjelennek az elsődleges merisztémák; kialakulnak a sziklevelek.

- **a zigóta polaritása** meghatározza az embrió **apikális-bazális tengelyét**  
(**aszimmetrikus osztódás**: apikális sejt → proembrió, bazális sejt → szuszpenzor)
- **2, 4, 8 sejtes állapot** (→ a proembrió 2 sejtrétege, felső-alsó régiók)
- **16 sejtes** (a külső sejtréteg (*protoderma*) → **radiális szimmetria**)
- **gömb stádium** (az embrió belső sejtjei létrehozzák az *alapszövet* és a *vaszkuláris szövet prekurzor* sejtjeit; differenciálódik a szuszpenzor legfelsőbb sejtjéből a **hipofiziális sejt** → gyökér merisztéma)
- **szív stádium** (fejlődő sziklevelek + hajtás merisztéma)
- **torpedó stádium** (sziklevelek **megnyúlása**, szuszpenzor elhal)
- kialakul az **érett embrió**, majd az osztódások leállnak (→ **nyugalmi fázis, dormancia**)

Az **auxin szintézis/transzport folyamatok**nak fontos szerepe van az embrió morfogenezisében, már a zigóta aszimmetrikus osztódásától kezdődően.