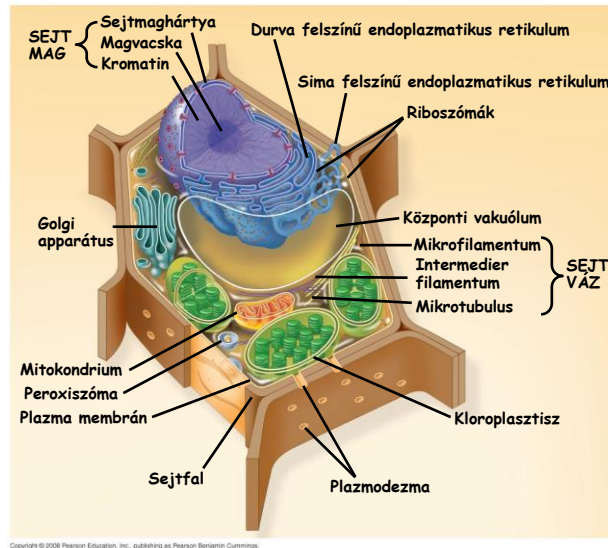




Mi jellemzi a növényeket?

1. A növényekre általában jellemző a **fotoszintézis**.
2. Ennek helyszíne a növényi sejtekben a **kloroplasztisz**.
3. Közös morfológiai sajátosság a sejteket burkoló cellulóz anyagú **sejtfal**.
4. A növényi sejt másik jellegzetes része a **központi vakuólum**.
5. Szaporodásukra általánosan jellemző a **nemzedékváltkozás** (az ivaros és ivartalan forma váltakozása).

A növényi sejtek morfológiája



Vakuólum v. sejtnedvüreg

A citoplazmától **tonoplaszt** (határhártya) határolja el
Mérete az öregedéssel nő

A sejtnedvüreg szerepe:

1. a pillanatnyilag felesleges anyagok **raktározása**
2. ártalmas anyagok gyűjtő- és közömbösítő helye
3. vízfelvétel elősegítése (mivel töményebb a talajoldatoknál) **endozmózis**
4. a sejtek **turgor** állapotának kialakítása
5. a protoplaszt megemésztése pusztuló sejtekben

Vakuólum v. sejtnedvüreg

A sejtnedv anyagai

- ásványi sók: (turgor, endozmózis)
- szénhidrátok (kivéve keményítő!):
 - gyümölcsök (szőlő- és/vagy gyümölcscukor)
 - cukorrépa, cukornád (szacharóz)
 - nektáriumok
- festékanyagok
- alkaloidok: koffein, morfin, kokain, sztrichnin, szkopolamin - (mandragóra), nikotin, lizergsav-dietilamid (LSD), kolchicin
- illóolajok: virágillat, fűszerek (pl. majoránna, kömény, kámfor)
- gyanták (terpentin, tömjén, mirha, kámfor) A borostyán fosszilis gyanta.
- tejnedvek (kaucsukfa, gumifa, ópium).

A növényi sejtfa

A növények protoplasztját veszi körül.

Funkciója:

1. szilárdít (szárazföldi növények elterjedése)
2. ellenáll a turgornyomásnak
3. véd a kórokozókkal, kártevőkkel, mechanikai behatásokkal szemben
4. kapcsolatot biztosít a környezettel (plazmodezma)

Elsődleges sejtfa:

A mitózist követően a sejtosztódás során alakul ki.

Víz (kb.50%); Fehérjék: enzim és szerkezeti; Cellulóz;
Hemicellulóz; Pektin

A növényi sejtfal

Másodlagos sejtfal:

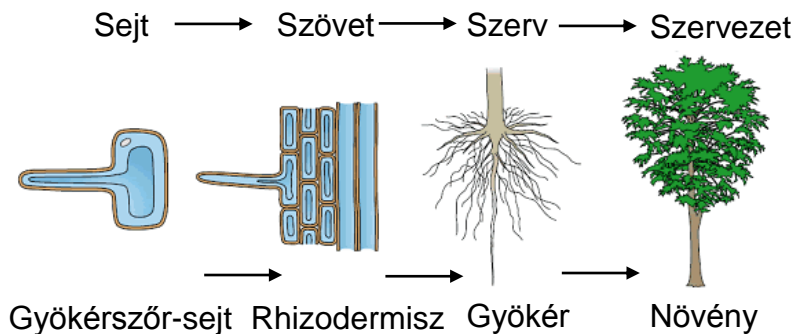
A sejtfal vastagodása a sejt méret végleges kialakulása után.

Anyagai: ua. mint az elsődleges sejtfal anyagai (> fehérje, < cellulóz) + Lignin, Kallóz, Para (szuberin), Kutin, Viasz stb.

A másodlagos sejtfalvastagodás típusai:

- a mintázat faji sajátosság
 - Centripetális/ a fal befelé vastagodik
 - Centrifugális/ a fal kifelé vastagodik
- más sejtek belsejében keletkezett sejteken (pl.: pollenek, spórák) a könnyebb megtapadást biztosítják

Növényi szövetek és szövetrendszerek



Az osztódó szövetek (merisztémák)

Funkció: Az állandósult szöveteket hozzák létre

Morfológia: Sejtjei kicsik, sejtfaluk vékony, sejtmag nagy.

Helyzet alapján:

csúcs-, oldal- és interkaláris merisztéma

Eredet és funkció alapján:

1. **Ősmerisztéma - promerisztéma:** Az embrió őssejtjeiből erednek.
2. **Elsődleges merisztéma:** A promerisztémasejtek utódai. Elkötelezettek egy-egy szövet irányában.
3. **Másodlagos merisztémák:** A növényi szövetek újra osztódóképessé válásával jönnek létre.

Bőrszövetrendszer

Elsődleges bőrszövet

- Hajtáson: **epidermisz**
- Gyökéren: **rhizodermisz**

Másodlagos vastagodás során:

- Másodlagos bőrszövet: **periderma**
- Harmadlagos bőrszövet: **rhitidóma**

Funkció:

1. **Védelem** a környezeti hatásokkal szemben (UV, mechanikai hatások, magas/alacsony hőmérséklet, savas eső, kártevők/kórokozók stb.)
2. **szabályozás** (vízháztartást és hőmérsékletet)
3. **tápanyagfelvétel** (gyökér)
4. **ingerfelvétel**
5. **kiválasztás** (mirigyek)

Az epidermisz

Morfológia:

1. A sejtek felszínei hullámosak, sejtközötti járatok nincsenek.
2. A sejtfa **kutin** tartalmú. A **kutikularéteg** nagyon ellenálló. Sokszor található a bőrön **viaszréteg** is.
3. Jellegzetes képletei a gázcsere nyílások
4. Egyéb képletek: szőrök, emergenciák stb.

Funkció:

1. **Védelem:** UV sugárzástól, vízvesztéstől, parazitáktól.
2. **Gázcsere, párologtatás, fotoszintézis** (gázcsere nyílás)
3. **Kiválasztás** (mirigyek)

Rhizodermisz

Morfológia:

1. Sejtfalai vékonyak, nagy központi vakuóllummal
2. Gázcsere nyílást nem tartalmaz
3. Nem alakul ki rajta viasz, vagy kutikularéteg
4. Képződményei a sejtek kitüremkedésével képződő **gyökérszőrök**.

Funkció:

1. A víz és ionok felszívása.

Alapszövetszendszer

Az alapszövetek a bőrszövetek és a szállítószövetek közötti teret töltik ki.

Sejtjeik között gyakoriak a sejtközötti járatok.

1. Valódi alapszövetek (**parenchima**)
2. Szilárdító (mechanikai) alapszövetek
3. Kiválasztó és váladéktároló alapszövetek

Parenchima

Morfológia:

1. Élő sejtek, vékony sejtfa
2. Nagyjából egyforma méretű, kevésbé specializálódott sejtek
3. A sejtek közötti kapcsolatban nagy szerepe van a pektinnek.
Könnyen regenerálódnak (dedifferenciáló)

Funkció:

1. Térkitöltő
2. Lágyszárúakban hozzájárul a szilárdításához.
3. Típustól függően
 - (1) Asszimiláció
 - (2) Tápanyagraktározás
 - (3) Víz, (4) levegő tárolása

Szilárdító alapszövetek

Kollenchima:

1. Élő, egyenlőtlenül vastagodott falú sejtekből áll
2. Sejtfallai főleg pektint és cellulózt tartalmaznak
3. Fiatal, növekvő szervekben és lágyszárúak idősebb szerveiben fordul elő.
4. Szélnek vagy más mechanikai hatásnak kitett szövetekben erősebben fejlett.

Szklerenchima:

1. Elhalt vagy élő, teljes felületén másodlagosan megvastagodott falú sejtekből áll
2. Gyakran faanyagot (lignin) is tartalmaz.
3. Fásszárú növények, idősebb kétszikűek és egyszikűek szilárdító szöveve.
4. Rostok vagy szklereidák

Kiválasztó alapszövetek

Magányos sejtek, vagy sejtcsoportok.

Funkció:

1. Nem hasznosítható vagy veszélyes anyagok (=exkrétum) eliminálása.
2. Védekezés, csalogatás (szekrétum)

A kiválasztás történhet:

1. Szervezeten belülre!
 - sejteken belülre (vakuólumba)
idioblasztok
 - sejteken kívülre
mirigyek v. sejt közötti járatok
2. Szervezeten kívülre
 - ozmoforák, nektáriumok, hidratodák

Szállítószövetrendszer

Alkotórészei:

- **Farész (xilém):** víz, szervetlen anyagok a gyökér felől
- **Háncsrész (floém):** szerves anyagok az előállítás/raktározás helyétől a felhasználás helyéig

Edénnyalábok

- A szállítószövetrendszer elemei kötegekbe rendeződnek
- **Egyszerű** az edénnyaláb, ha a fa- és a háncselemek külön alkotnak nyalábokat.
- **Nyílt** az edénnyaláb, ha osztódószövetet (kambium) is tartalmaz.

Xilém

1. Vízz szállító sejtek (tracheidák):

- Ferde, lyukacsos harántfalaikkal egymásba nyúló, vastag falú, **elhalt** sejtek.

2. Vízz szállító csövek (tracheák):

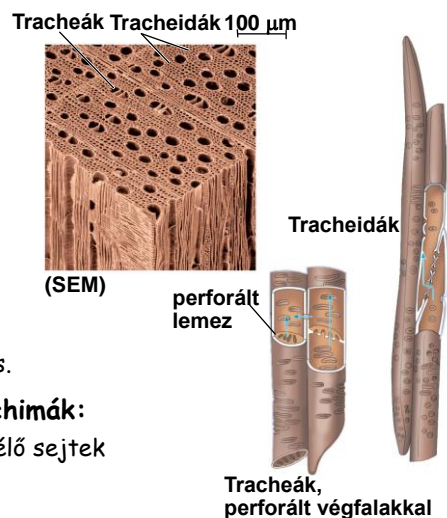
- a köztes sejtfaalak megszűnésével jöttek létre
- nagyobb átmérő (0.05 - 0.08 mm)
- gyűrűs és spirális sejtfaalvastagodás.

3. Faparenchimák, bélsugárparenchimák:

- kisebb átmérőjű, vékony sejtfaalú, élő sejtek
- funkció: szállítás és raktározás

4. Szilárdító farostok, szklereidák:

- vastag falú, élettelen elemek



Floém

1. Rostasejtek

- harasztok, nyitvatermők
- ferde, lyukacsos harántfalaikon keresztül plazmakapcsolatban álló, vastag falú, **élő** sejtek.

2. Rostacsővek

- zárvatermők
- több sejt fúziójával alakul ki
- végfalai rostalemezt alkotnak
- az érett rostacsőben sejtmag feloldódik, csak a fal mellett van citoplazma, közepét sejtnedv és nyálka tölti ki (mixoplazma).

3. Kísérősejtek:

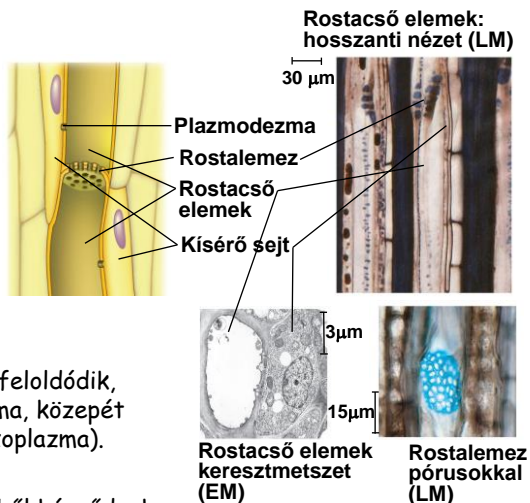
- rostacsőtaggal közös anyasejtből képződnek
- A sejtalkotók mindkét sejtet „kiszolgálják”.

4. Háncsparenchima, bélsugárparenchima:

- vékony sejtfalú, élő sejtek,
- szállító és raktározó funkció.

5. Szilárdító háncsrostok:

- vastag falú, nem élő,
- ipari rostok (len, kender)



Ellenőrző kérdések

1. A növényi sejtek morfológiája (elsősorban a speciális szervek: színtest, vakuólum, sejtfa)
2. A növényi szövetek (felsorolás, jellemzés)
3. Alapszövetek (típusok, funkciók, jellemzés)
4. Bőrszövetek (epidermisz, rhizodermisz, mirigyek)
5. Szállítószövetek (xylém, floém)

Növényi szervek

A növények a szervezetük felépítéséhez nélkülözhetetlen anyagokat a földből és a levegőből nyerik.

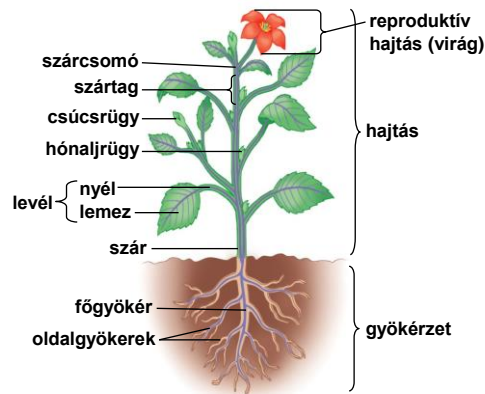
A szerveik ennek megfelelően alakultak ki.

Föld feletti rész: hajtás

Föld alatti rész: gyökérzet

Hajtásos növények:

harasztok, a nyitva- és a zárwatermők



A gyökér

Funkció:

1. a növény rögzítése
2. víz- és ásványianyag-felvétel
3. raktározás
4. egyéb funkciók (módosult gyökerek):
raktározógyökér, gyökérgumó, szívógyökér, gyökérgumó, légzőgyökér, léggöyökér

Eredet szerint:

Rendes gyökerek:

- A gyököcske (radikula) csúcsmerisztémájából

Járulékos gyökerek:

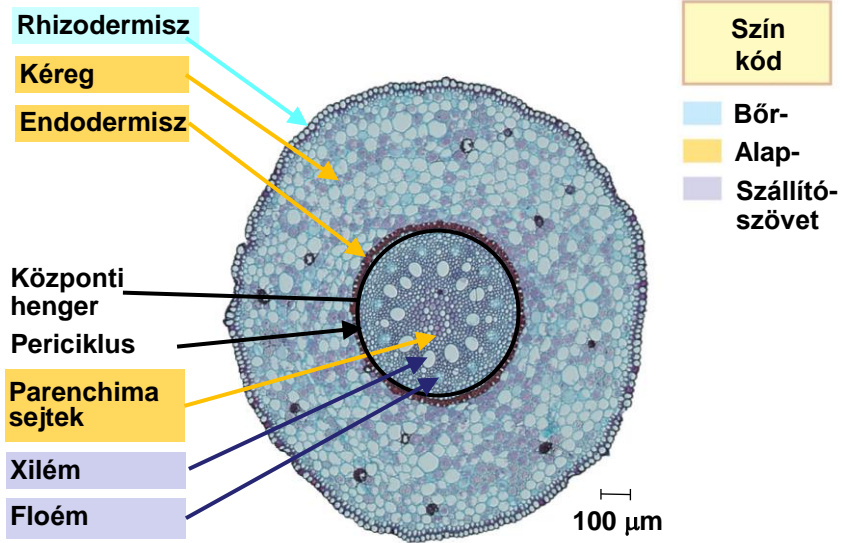
- Másodlagos merisztémákból fejlődnek.

Gyökérettípusok:

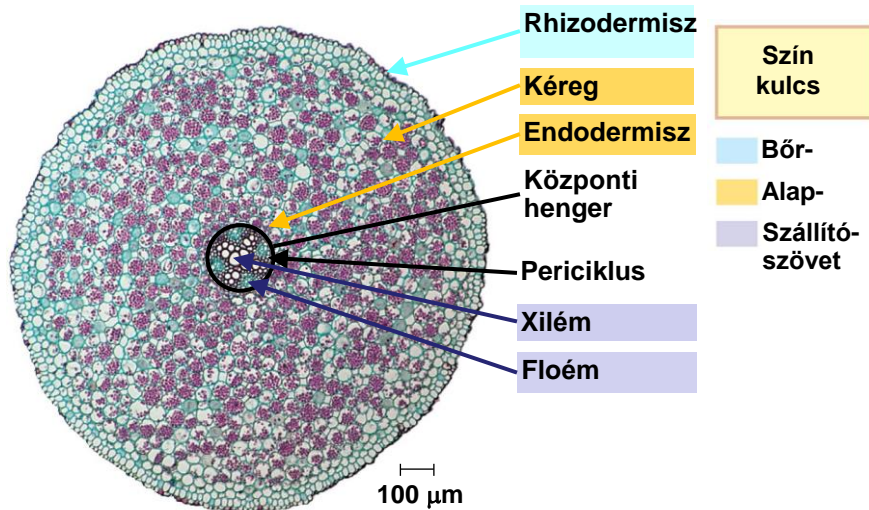
- Főgyökérzet
- Mellégyökérzet (hajtás eredetű járulékos gyökerek!)

Mindkettő elágazásokat képez. A legvégső elágazások, a gyökérszőröket is viselő **hajszálgöyökerek**.

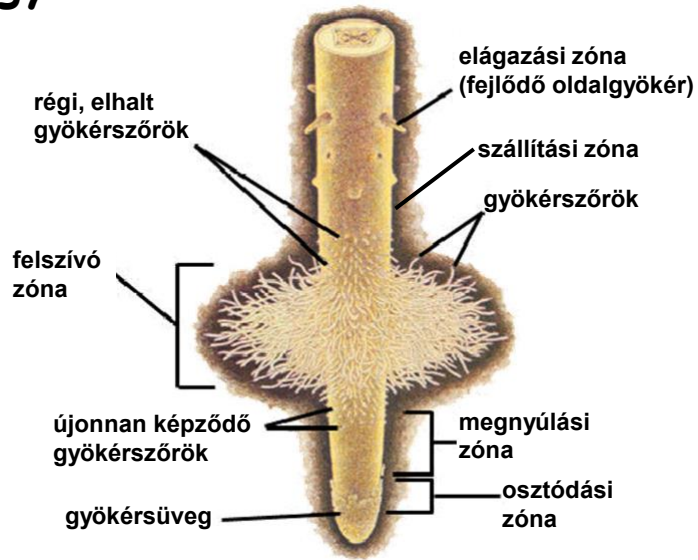
Tipikus egyszikű gyökér



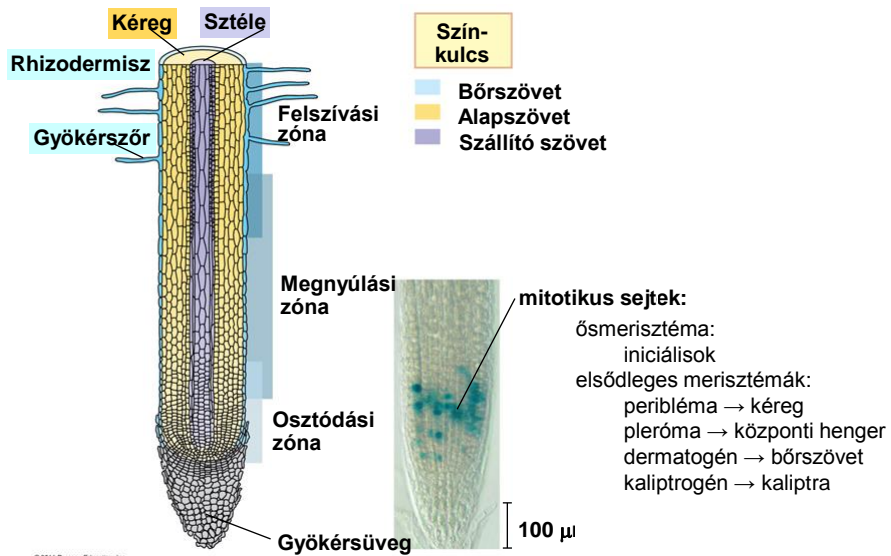
Tipikus kétszikű gyökér



A gyökérzónák

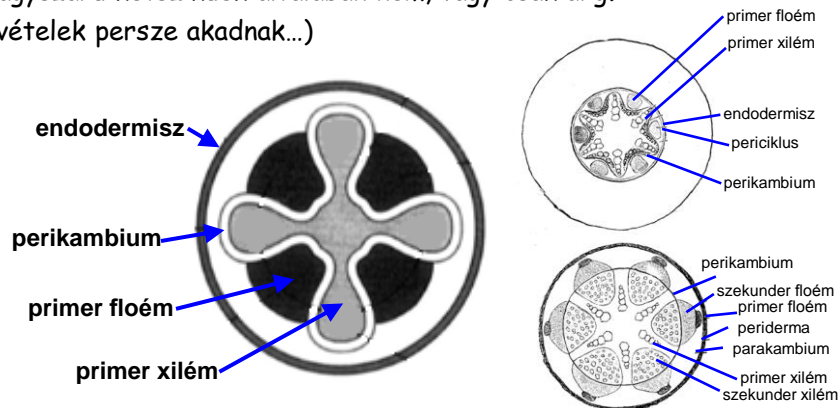


A gyökércsúcs szövetei



A gyökér másodlagos vastagodása

- Nyitvatermők, fásszárú zárvatermők gyökere erősen vastagodik.
- A harasztok és az egyszikűek gyökere nem vastagszik másodlagosan.
- Lágyszárú kétszikűek általában nem, vagy csak alig.
(kivételek persze akadnak...)



Ellenőrző kérdések

- 1. A gyökér definíciója, gyökérszet-típusok***
- 2. A gyökér funkciói***
- 3. Módosult gyökerek***
- 4. A gyökér szövettana (kétszikű és egyszikű)***
- 5. A gyökérszónák és funkcióik***
- 6. A gyökér szöveteit képező merisztémák***
- 7. A gyökér másodlagos vastagodása***

A (lágyszár)

Funkció:

1. tartja a felszín feletti szerveket
2. megszabja a növény alakját
3. anyagokat szállít a gyökerek és a levelek között
4. emellett speciális funkciókat is elláthat (módosult szarak)
Föld alatti: szárgumó, hagyma, hagymagumó, gyöktörzs, tarack
Föld feletti: inda, kacs, levélág, tövis

A szár részei:

- szártag / internodium
- szárcsomó / nódusz

Az oldalhajtások és a főhajtás alkotják együttesen a **hajtásrendszert**.

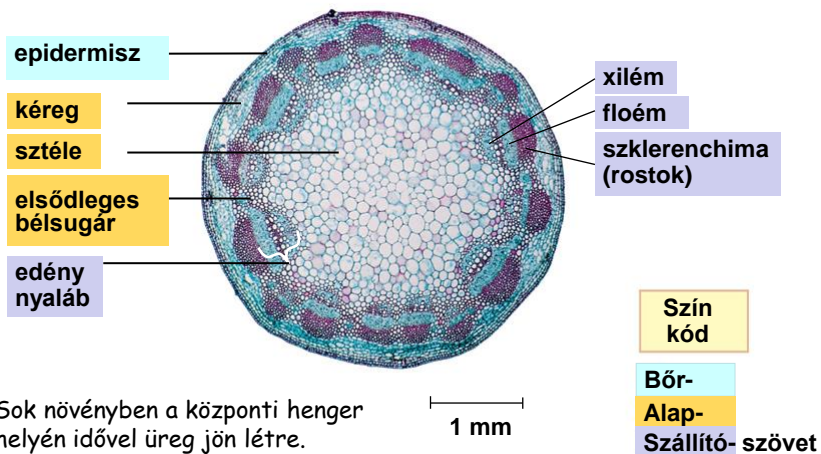
A szárcsomók közti távolság függvényében van: **hosszú-, rövid- és törpehajtás**.

Másodlagosan nem vastagodó (lágyszárak):

- dudvaszár, szalmaszár, palkaszár, tőszár, tőkocsány

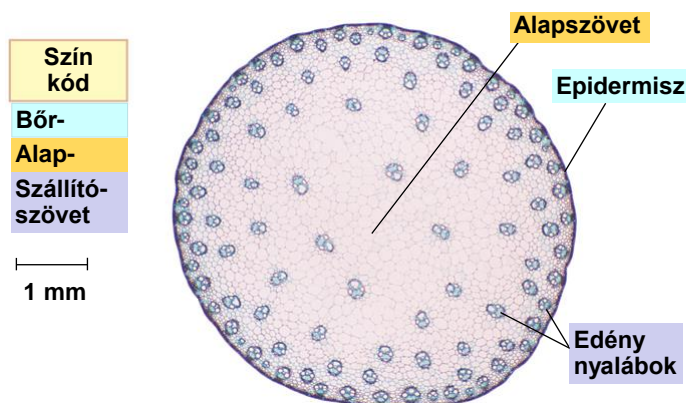
A kétszikű hajtás elsődleges szöveti szerkezete

A nyalábok összetettek, körben helyezkednek el. Endodermisz helyett **keményítő hüvely**.



A egyszikű hajtás elsődleges szöveti szerkezete

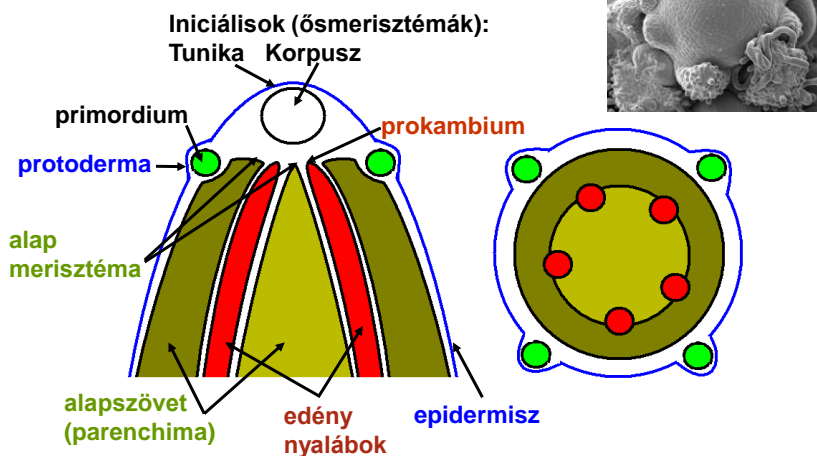
A nyalábok összetettek, az alapszövetben szórطان helyezkednek el.



A pázsitfűekben kialakul központi henger (endodermisz nincs), amit a szártagokban a gyors növekedés során üreg vált fel.

A hajtáscsúcs tenyészőkúpja

A szár folyamatosan növekszik.
A náduszoknál interkaláris merisztémák, a hajtáscsúcson csúcsmerisztémák.



A rügy

Részei:

1. rügytengely („szár”)
2. hajtáscsúcs
3. levélkezdemenyek és oldalhajtás-kezdemenyek
4. rügpikkelyek

Fedett rügy: ha a rügyet rügpikkelyek borítják, **csupasz rügy:** ha nincsenek rügpikkelyek

Helyzet szerint

- **Terminális:** az ág végén
- **Axilláris:** oldalt (pl. levélhórnáljban)
- **Járulékos:** egyéb helyen

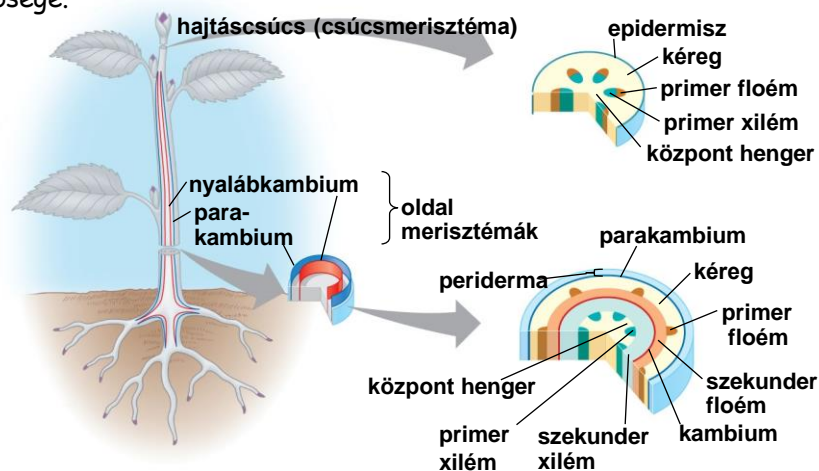
Funkció szerint

Levélrügy ha leveles hajtás, **virágrügy** ha virág, **vegyes rügy**, ha mindekető fejlődik belőle

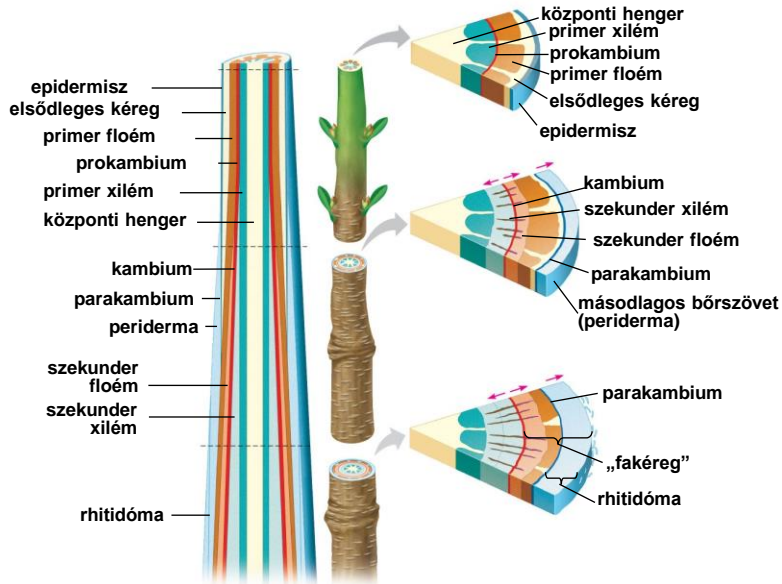
Másodlagos vastagodás

A nyitvatermők és fásszárú zárvatermő kétszikűek hajtásaira és gyökereire jellemző.

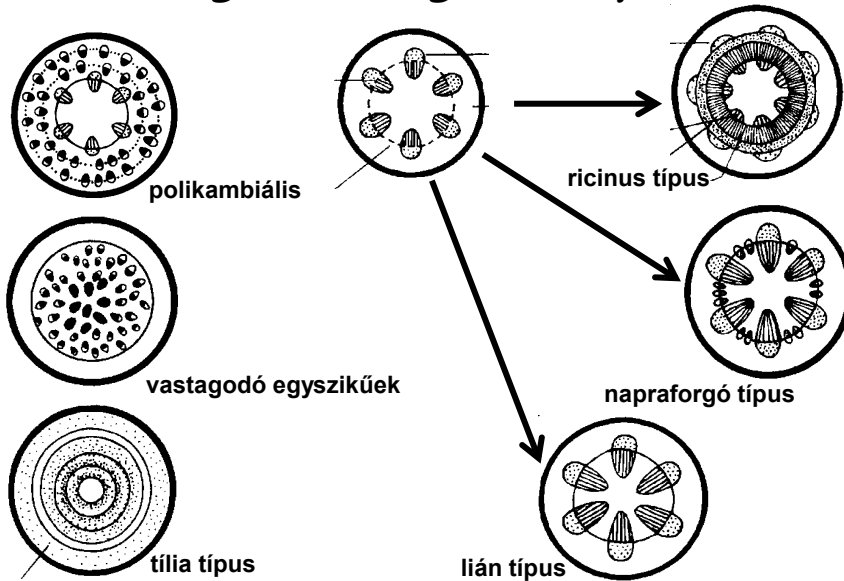
Nem képes rá: ma élő harasztok, egyes kétszikűek, egyszikű növények többsége.



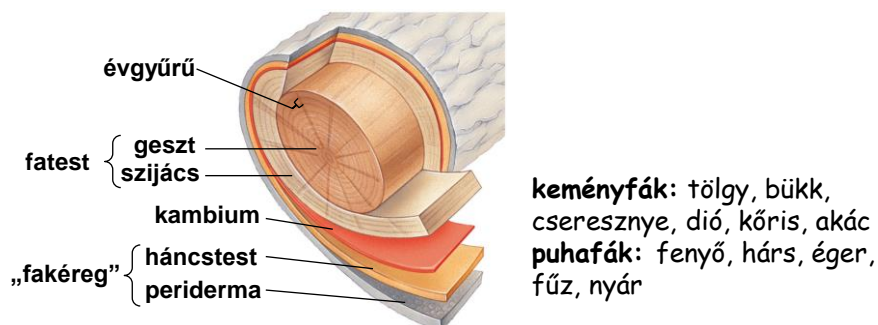
Többéves faág vastagodása



A másodlagos vastagodás típusai



A fatörzs szerkezete



A **szíjács** a fatest külső élő része.

Az alatta elhelyezkedő **geszt** a fa elhalt sejtjeiből áll.

A mérsékeltövi fák évgyűrűit az évszakok váltakozása okozza.

- A *tavaszi* vagy *korai pászta* az intenzív tápanyagfelvétel idején képződött lazább szövetekből áll.
- Az *„őszi”* vagy *kései pászta* tömörebb.

Ellenőrző kérdések

1. A hajtás funkciói
2. Módosult hajtások
3. A (lág) szár részei, lágyszár-típusok
4. A hajtáscsúcs elsődleges szöveti szerkezete
5. Nyalábtípusok
6. A rügy (definíció, típusok)
7. A hajtás másodlagos vastagodása, típusok
8. A fatörzs szerkezete, fás szárak

Növénytan

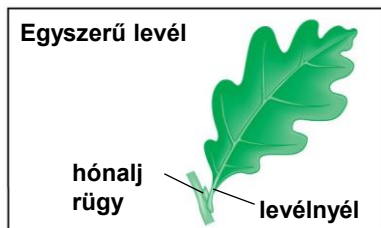
5. előadás

Photo by Alan Bryant

Levelek

A levél részei:

1. A **levélalap** a lomblevél szárhoz ízesülő része.
2. A **levélnyél** összeköti a levéllemez a levélalappal.
Ha hiányoznak: ülő levél
Módosulások: párhátövis (akác), levélhüvely (fűfélék)
3. A **levéllemez** a levél végső, többnyire ellaposodó része.
Változatos morfológia
Összetett levél: A levéllemez tagoltsága olyan mértékű, hogy a levélnyél ágazik el, a levéllemez levélkékre tagolódik.



Levelek

Levéltípusok:

1. Allevél: rügpikkely, pikkelylevél (hagyma)
2. Lomblevél
3. Fellevél: murva, toklász, pelyva, kupacs stb

Funkció:

1. Fotoszintézis, gázcseré
2. A levélmódosulásnak megfelelő speciális funkciók
 1. Védelem - levéltövis
 2. Raktározás - raktározó levél
 3. Kapaszkodás - levélkacs, levélkekacs
 4. Tápanyagfelvétel - rovarfogó levél, gyökérszerű levél
 5. Szaporodás - VIRÁG

Levélfelület-index, levélállás

Levélfelületi-index: A levélfelület és a növény alatti tenyésztérület méretének aránya.

Az érték függ:

- Levélállástól
- A levelek irányultságától
- Az elágazások mennyiségétől
- Külső tényezőktől (tápanyag- és vízellátottság, stb.)

Levélállás: szórt, spirális, váltakozó, átellenes, örvös

A hajtáscsúcsból és a levélkezdeményekből eredő gátlás miatt a levelek egymáshoz viszonyított helyzete nem véletlenszerű.

gátló hatás

- Aktívan, hormonálisan
- Elszívva a tápanyagokat
- Egyszerűen elfoglalva a rendelkezésre álló helyet

A levél szövetei

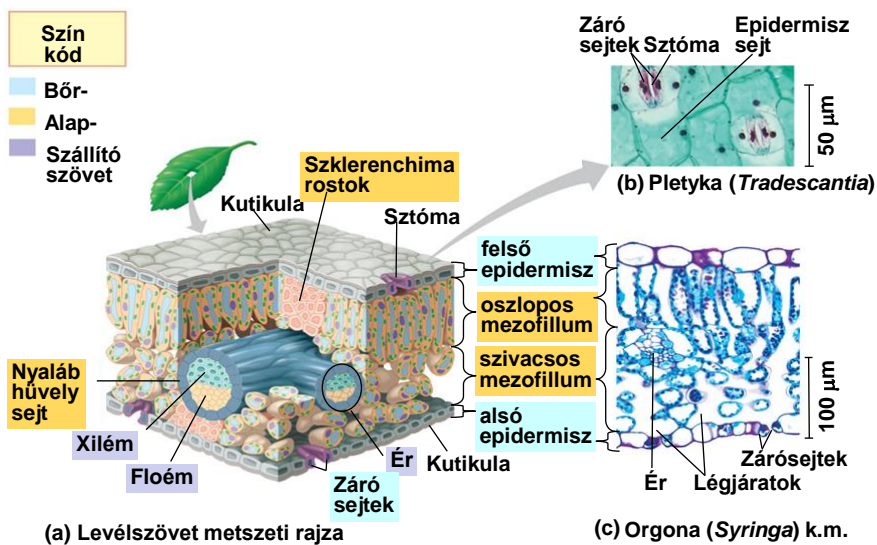
Ugyanolyan szövetekből épül fel, mint a szár, csak az eltérő funkcióknak megfelelően a szövetek elrendezése más.

1. nagy felület (szár: oszlopszerű)
2. nincs másodlagos vastagodás
3. A bőrszövet jellegzetes képletei a **gázcserenyílások**.
 - Legtöbbször a fonáki epidermiszben (hiposztomatikus).
 - A víz színén úszó leveleknek csak a színi oldalán (episztomatikus).
 - A pázsitfűvek levelein mindkét oldalon (amfisztomatikus levelek).
4. Alapszövetek:
 - mechanikai szövetek kisebb aránya
 - nincs raktározó szövet

A levél szövetei

4. Alapszövetek:
 - asszimiláló parenchima
 - bifaciális: oszlopos felül, szivacsos alul (mérsékelt övi ált.)
 - unifaciális levél: két oldalt oszlopos, középen szivacsos (pázsitfűvek)
5. Szállítószövet: **kolletarális zárt nyalábok**.
 - farész többnyire a színi, háncsrész a fonáki oldal felé
 - összefüggenek a szár szállítóelemeivel
 - A levél erezete egyszikűekben **párhuzamos**, kétszikűekben elágazó (**főeres**).
 - egyben a levél vázát is képezik: a leveleket az edénnyalábokhoz kapcsolódó, és egyben a levélereket is alkotó kollenchima vagy szklerenchima (**nyalábhüvely**) merevíti.
 - Ezt a nyalábhüvelyt a C4-es növényekben sugarasan rendeződött oszlopos parenchima veszi körül.

A levél szövetei



Ellenőrző kérdések

1. A levél szövetei

- miben más, mint a szár
- az egyes szövetek jellegzetességei

2. A levelek morfológiája

- Részei, alakja, osztottság (összetett/egyszerű),
- Módosult levelek (példákkal)

3. Levéltípusok (allevél, fellevél)

- definíciók
- Allevél és fellevéltípusok, példákkal

4. Levélállás

5. Levélfelületi index

A gyökér víz- és ásványianyag-felvétele

A gyökérszőrök zónájában történik.

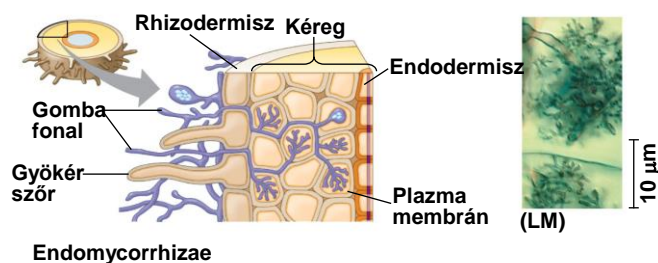
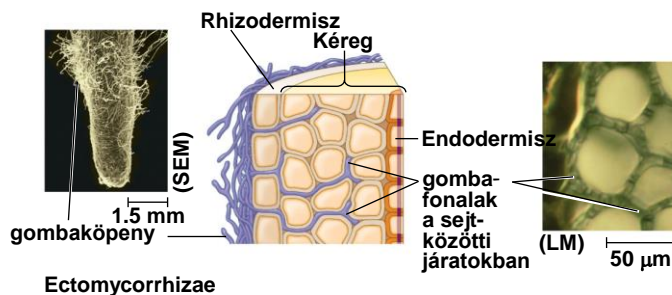
A gyökérszőrök egyben felületnagobbító elemek is.

A szárazföldi növényfajok többsége szimbiózisban (kölsönösen előnyös társulásban) él a talajlakó gombákkal.

Ezt a társulást mikorhizának nevezzük.

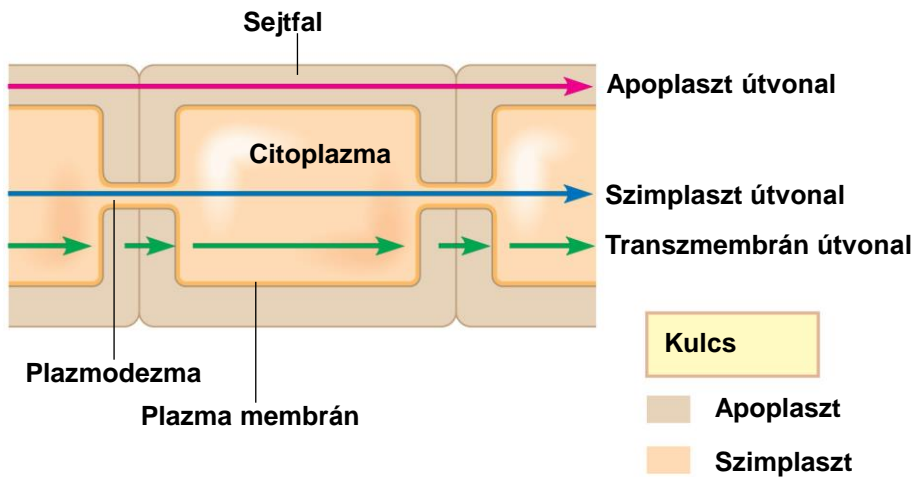
- A gyökereket körülvevő gombafonalak tovább növelik a vízfelvételhez rendelkezésre álló felületet.
- A gomba cserébe szerves anyagokat kap a növénytől.

Mikorhiza



© 2011 Pearson Education, Inc.

Az középtávú anyagszállítás útvonalai



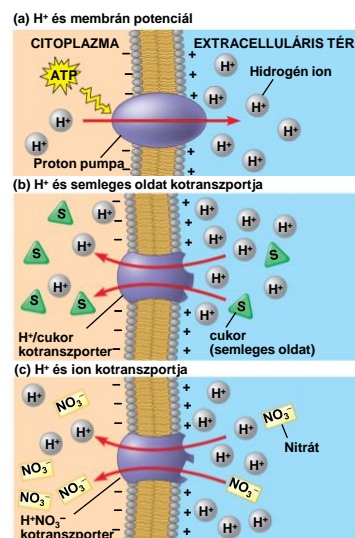
Anyagtranszport a sejtmembránon keresztül

Passzív:

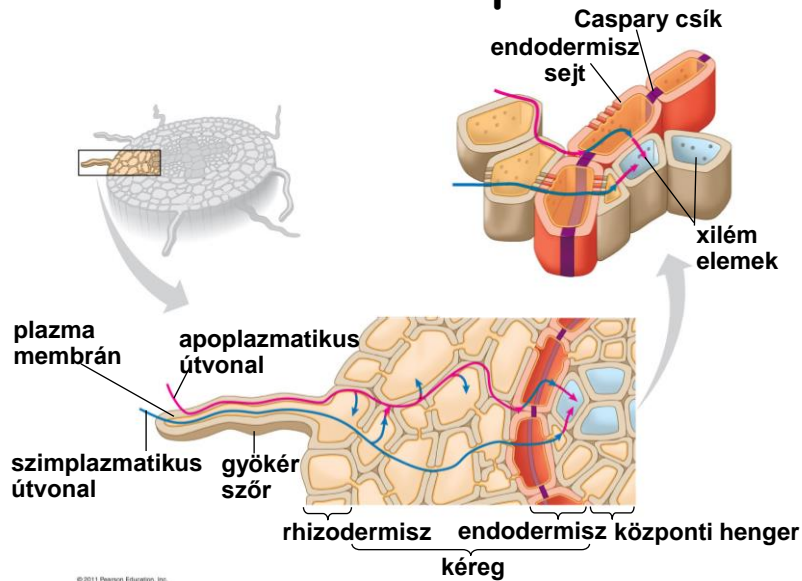
- Diffúzió
- Facilitált diffúzió : pl. akvaporinok
- Szelektív ioncsatornák

Aktív:

- A növényekben a membránpotenciált nem K^+/Na^+ pumpa, hanem H^+ pumpa tartja fenn.
- A növények ezt a protongrádienszt használják fel az aktív transzport során.
- H^+ kotranszporterek és anionporterek



Az endodermisz szerepe



Hosszútávú anyagszállítás a fatestben

A központi hengerbe jutva az anyagok a tracheidákba és trachákba kerülve szállítódnak.

A szállítás tömegáramlással történik.

- A víz az ozmotikus nyomáskülönbség irányába mozog
- Viszi magával a benne oldott ásványi anyagokat

Mi okozza a nyomásgrádienszt: a levelek párologtatásából származó szívóerő vagy a gyökerekből származó nyomóerő?

- A gyökérnyomás (pozitív, energiaigényes)
- Párologtatás (negatív, nem igényel energiafelhasználást)

A gyökérnyomás

- **Aktív transzport** hozza létre
 - megszűnik, ha a gyökérsejtek ATP-termelését bénítjuk -pl. KCN-oldatba helyezéssel-, vagy ha ionmentes közegbe helyezük a gyökeret.
- **kicsi** (értéke alig haladja meg a légnyomását)
- Elsősorban a **csíranövények számára fontos**, amíg nincsenek saját leveleik.
- Emiatt "könnyeznek" a tavasszal frissen metszett szőlőtőkék.
- Valószínűleg a kifejlett növények éjszakai vízfelszívásában is szerepet játszik, hiszen ilyenkor a levelek párologtatása jóval kisebb fokú.
- A pozitív gyökérnyomás okozza egyes növényekben a guttációt.



Párologtatás

A gyökerek víz- és tápanyagfelvételét a **leveleken keresztül** zajló párologtatás által létrehozott **ozmotikus szívóerő** teszi lehetővé.

- A levelek általában nagy felület/térfogat indexszel rendelkeznek.
- Ez növeli a fotoszintézis és párologtatás hatékonyságát.

A párologtatás a **gázcserenyílásokon keresztül** zajlik (95%-ban).

- 100-300 sztóma/mm²
- A gázcserenyílások sűrűsége genetikai és környezeti tényezők függvénye.

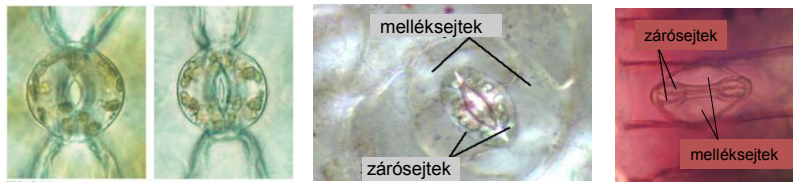
A vastag sejtfal ellenáll a „negatív nyomás”nak.

A tömegáramlás **nem igényel energiabefektetést!**

Gázcsere nyílások = **sztómak**

- A gázcsere nyílásokat un. **zárósejtek** képezik.
 - A zárósejtek szabályozzák a gázcsere és a párologtatás mértékét a köztük lévő nyílás átmérőjének szabályozásával.
 - A zárósejtek sztómaanyasejtekből képződnek
 - kettéosztódva létrehozza a két zárósejtet
 - közöttük intercelluláris járat keletkezik hasadással.
 - A bőrszövetben csak a sztómaokban vannak zöld színtestek.

A **melléksejtek** a sztómaikat szabályosan körülvevő epidermisz-sejtek.



Gázcsere nyílások működése

- A zárósejtek bab alakúak, turgor csökkenésekor a hasi oldalak közelednek egymáshoz és a légrés bezárul.
- A turgor változása a K^+ aktív transzportjának következménye.

- A zárósejtek felé irányuló transzport előidézői:

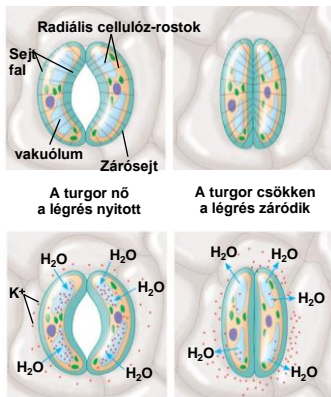
1. Fény

- Éjszaka a nyílások zárva vannak a vízvesztés csökkentése miatt.
- A magas hőmérséklet és a szél nappal is zárja a légréseket - a fokozott vízvesztés elkerülése miatt. A párologás azonban hűti is a leveleket, meggátolva a hőérzékeny fehérjék denaturációját. Dilemma...

1. CO_2 hiány

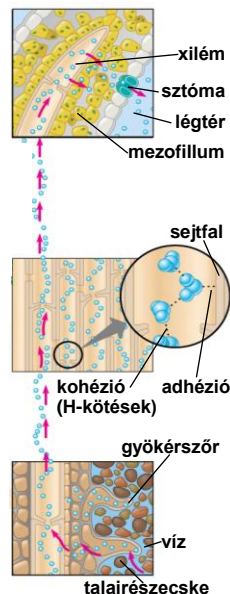
2. A zárósejtek belső „órája”.

- Minden eukarióta sejtben van belső óra, ami cirkadian ritmusban működik.



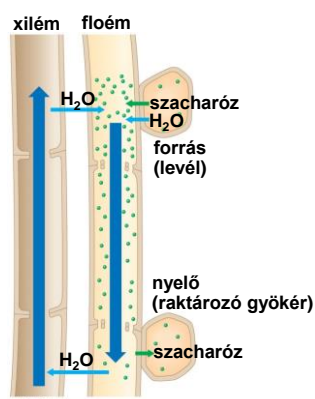
Az párologtatás szerepe

- A vízvesztés miatt az ozmotikus nyomás nő.
- A sejtek vizet szívnak el szomszédaiktól.
- A folyamat a xilémen keresztül a gyökérsejtékig lehúzódik.
- A gyökér sejtei a talajból pótolják a vizet
- A folyamatot az **adhézió és kohézió** segíti:
 - A vízmolekulák adhéziója a trachea falához csökkenti a gravitációs visszahúzó erőt.
 - A vízmolekulák egymáshoz is kötődnek hidrogénhidak lévén, ez egy összefüggő vízoszlopot hoz létre.
- Ha a növény az elpárologtatott vizet nem tudja pótolni a talajból - elhervad: a sejtekben csökken a turgornyomás.

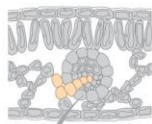


Tápanyagok útja a hancstestben

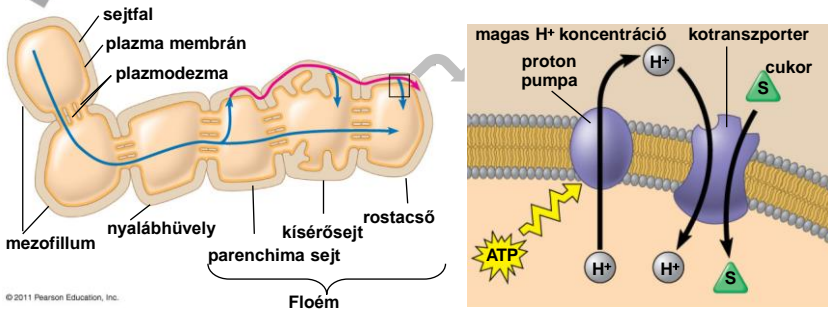
- A floémnedv transzportja a **forrásoktól** (ahol a szénhidrátok keletkeznek vagy tárolódnak) a **nyelő**ig (a felhasználás helyéig) halad.
 - Az anyagáramlás kétirányú. A raktározó szerv lehet forrás (télien) és nyelő (nyáron) is..
 - A szállítás sebessége: átlagosan 1m/h
 - Aktív cukortranszport a forráshoz közeli rostacsövekbe.
 - A cukor transzportját a víz passzívan követi (a xilémből is).
 - A víz beáramlása növeli a turgornyomást.
 - **Pozitív hidrosztatikai nyomás** mozgatja a floémnedvet a forrástól a nyelőig.
 - A szállított vegyület újra aktív transzporttal kerül ki a felhasználás helyén. A víz visszakerül a xilémbé.



A Münch-hipotézis (tömegáramlási modell)



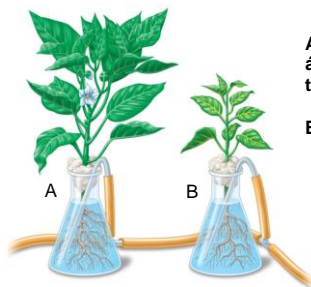
- A cukor (főleg szacharóz!) a termelőds helyén (asszimiláló parenchimasejt) nagy koncentrációban van jelen.
- Koncentrációgrádiánsének megfelelően - szimplasztikusan, vagy apoplazmatikusan - áramlik a floem felé.
- Az apoplazmatikusan szállított cukor a rostacsővekbe aktív transzporttal jut be.



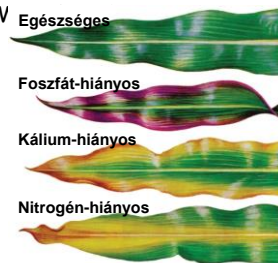
Ásványi anyagok

• A növények normális fejlődésükhöz 17 elemet igényelnek (esszenciális elemek).

- 9 makroelem, azaz viszonylag nagy mennyiség kell belőle
 - C, O, H: levegőből és vízből
 - N, P, S, K, Ca, Mg: a talajból, vízben oldott ionok formájában
- mikroelemek (nagyon kevés kell belőle)
 - Többnyire enzim kofaktorok



Ni, Mo, Na (C4-es és CAM
 A: Az oldat minden ásványi anyagot tartalmaz
 B: Az oldat K-hiányos



A növényi tápanyagfelvétel speciális formái

Epifiták

- Más növényekre települnek
- A vizet és ásványianyagokat az esővízből nyerik

Paraziták

- A paraziták más növények fa- vagy hancstestéből nyerik a vizet/ásványianyagot vagy kész tápanyagokat.

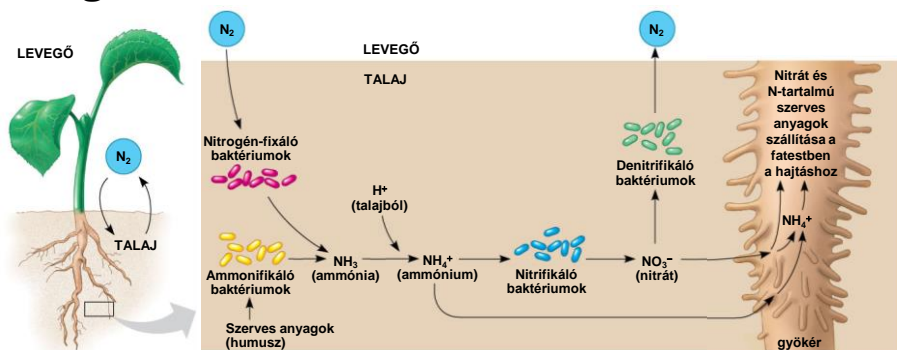
Ragadozók

- Nitrogénforrásként csapdába ejtett rovarokat fogyasztanak.

Hüvelyesek

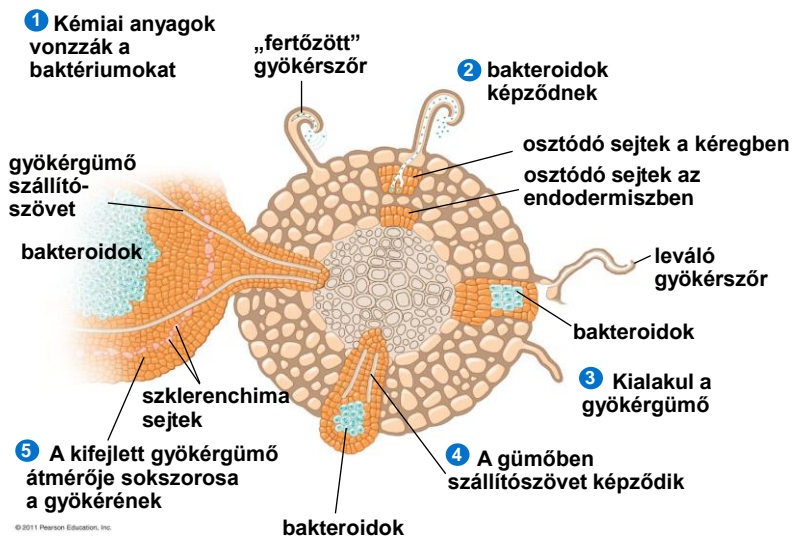
- szimbiózisban élnek N fixáló **Rhizobium** baktériumokkal
- A növény oxigénnel és cukorral látja el a baktériumot, cserébe a fixált nitrogénért.

A baktériumok szerepe a N-forgalomban



- A légkör 78%-a nitrogén, de ezt a növények nem tudják hasznosítani.
- A növények csak nitrátot (NO_3^-) vagy ammóniumot (NH_4^+) képesek felvenni.
- Nitrogén fixáció: A nitrogén ammóniává alakítása
- A **nitrogén fixáló baktériumok** képesek rá
 - Redukció: $N_2 + 8e^- + 8H^+ + 16ATP \rightarrow 2NH_3 + H_2 + 16ADP + 16P_i$

A gyökérgümők keletkezése



Ellenőrző kérdések

1. A gyökér víz- és tápanyagfelvétele (mikorhizák)
2. A középtávú anyagszállítás módjai
3. A hosszútávú anyagszállítás a xylémekben (gyökérnyomás, tömegáramlás, párologtatás)
4. A tápanyagok útja a floémekben (Münch-hipotézis)
5. Makro és mikroelemek, a nitrogén körforgása
6. A tápanyagfelvétel speciális módjai



A szaporodás módjai

- **Ivartalan (aszexuális) szaporodás**
 - Vegetatív
 - Szakosodott szaporítósejtek (spórák) általi
 - Vegetatív szaporodáskor az utód a szülőegyed testének egy olyan részéből keletkezik, amely nem kifejezetten csak szaporodást szolgál.

- **Ivaros (szexuális vagy generatív) szaporodás**

Az ivartalan szaporodás előnyei:

- nem kell energiát/időt áldozni az ellentétes nemű fajtárs megtalálására
- nincs anyag- és energiaelhasználás gaméták képzésére
- rövid idő alatt nagy számú új egyed;
- a környezethez jól alkalmazkodott szülő tulajdonságai az utódokban megőrződnek

Az ivartalan szaporodás hátrányai:

- egyöntetű (azonos igényű) populáció kimeríti az élettér tápanyagforrásait;
- a környezet megváltozásakor nincs szelekciós kínálat, ami fenntarthatná a populációt.

Az vegetatív szaporodás típusai

- Oszródás (mitózis)
- Bimbózás
- Telep feldarabolódása
- Vegetatív növényi részek
 - a hajtás feldarabolódása
 - levélsarjak, sarjhagymák, sarjgumók
 - inda, tarack
 - raktározó szervek: gyöktörzs, gumó, hagyma
- Mesterséges szaporítás
 - dugványozás, bujtás, tőosztás, oltás, szemzés
- Spóráképzés
 - Mitospóra (gombákra jellemző, növényekre nem)
 - Meiospóra: az nemzedékváltkozás során keletkezik...
Mitotikus osztódásaival a növényt sporofiton (haploid) nemzedékét (vagy inkább állapotát) hozza létre.
Ilyen értelmezésben az ivaros szaporodási folyamat része...

A nemzedékváltkozás

- Meiotikus spóráképzés
A spórák **spóráképző leveleken** (=sporofillum) kialakuló **spóratokokban** (=sporangium) keletkeznek.
- A spórából haploid növény (**gametofiton**)
A spóra osztódásai során előbb egy többsejtű, haploid teleptest jön létre, ez az **előtelep** vagy protallium.
- Gamétaképzés mitózissal
Az előtelepen különülnek ki a női és hím haploid **ivarszervek** (=gametangium), ahol majd létrejönnek a női és hím gaméták.
A hím gamétát képező az **anterídium**
A női gamétát létrehozó az **archegónium**.
- Megtermékenyítés
A zigótából diploid növény (**sporofiton**)

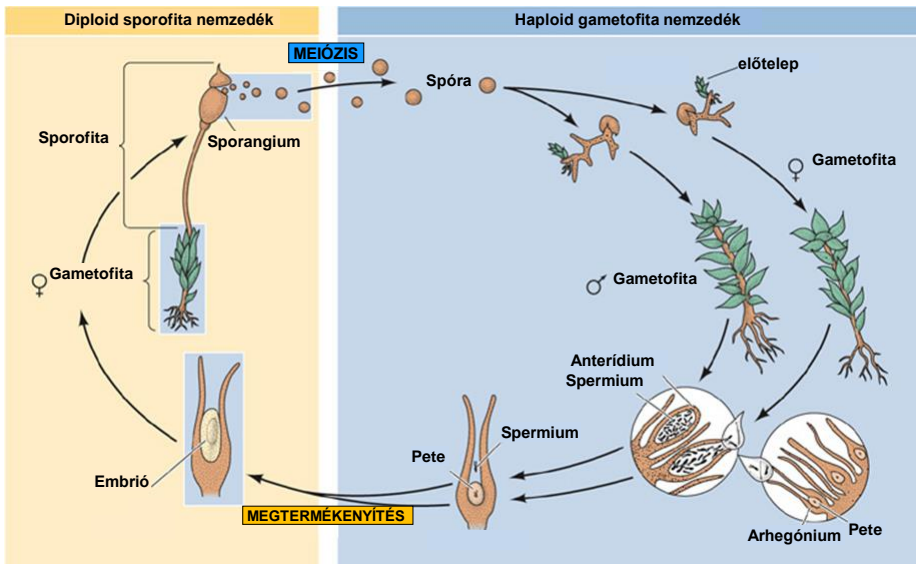
A nemzedékváltakozás típusai

Izomorf: a két nemzedék nagyságban, alakban, élettartamban megegyezik

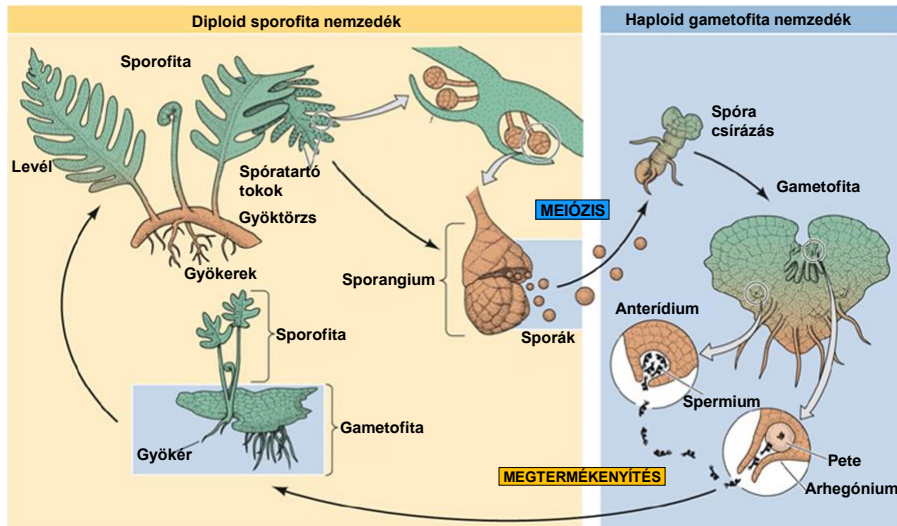
A hím és női zoospórák és gaméták aktívan mozognak

- **Heteromorf:** a két nemzedék alakban és/vagy élettartamban nem egyezik meg
 - **haplonta:** csak a zigóta diploid
 - **diplonta:** csak a gaméta haploid
 - A meiozissal keletkező ivarsejtek egyben „spórák” is.
 - **diplo-haplonta, haplo-diplonta:** mindkét nemzedék jelentős

Lombosmohák - Diplo-haplonta



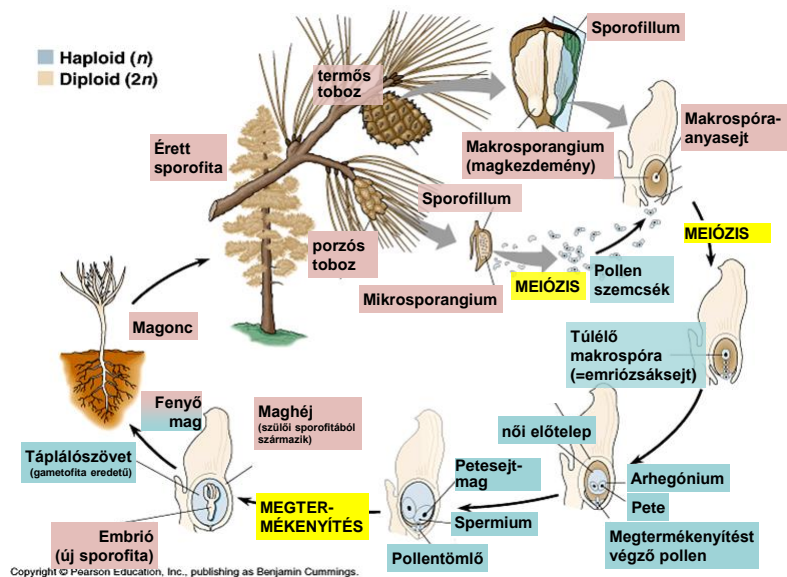
Polypodium vulgare (édesgyökerű páfrány) –Haplo-diplonta



A virágos növények szaporodása

- A spóráképző levelek (sporofillumok) és az őket védő fellevelek külön szervet, a **virágot** képezik.
- A fenyőfélék virága a **toboz**
 - két féle toboz: porzós, termős
- A gametofiton nemzedék erősen redukált
 - A női gametofita nem önálló, a sporofiton testéből soha nem kerül ki.
- A zigótából kifejlődő embrió körül „női előtelep”-eredetű (haploid) **táplálószövet** – **primer endospermium** és anyanövény-eredetű (diploid) maghéj alakul ki.
- Ez a **mag**.

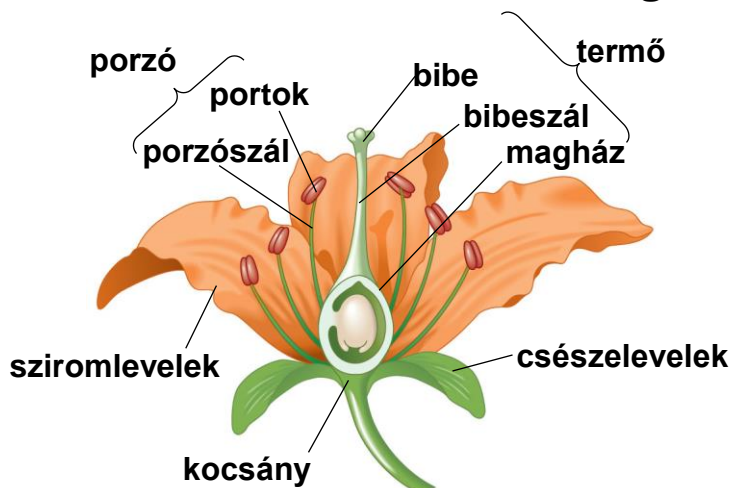
Pinus (fenyő) - Haplo-diplonta



A virágos növények gametofiton nemzedéke

- ♂ Hím gametofiton
 - A mikrospórák = pollen a porzós toboz sporofillumain képződnek (sok).
 - Mindössze két mitózis (4db sejt) a spóra sejt falán belül!
 - 2 prothalliális+1 tömlősejt: „előtelep”; 1 generatív sejt: „ivarszerv”. A megporzás után a generatív sejtből 2 db ivarsejt.
- ♀ Női gametofiton
 - A termős toboz sporofillumain mindössze két spóráképző szerv (makrosporangium = magkezdemény) és bennük egy-egy spóráképző sejt alakul ki.
 - A meiózis csak a beporzás után zajlik le! Csak egy-egy utódsejt (makrospóra = embriózsáksejt) marad meg.
 - Osztódásai alakítják ki az „előtelepet” és az „ivarszerveket”
 - Lehet, hogy több petesejt is megtermékenyül, de végül csak egy zigóta marad meg.

Zárwatermők (idealizált) virága



© 2011 Pearson Education, Inc.

A virág morfológiája

A komplett virág az összes szervet tartalmazza
A redukált virágból hiányoznak részek

A virágszerkezet leírása a **virágképlettel**

Jelezik a szimmetriát és az ivart.

- Spirális, sugaras, kétoldali, biszimmetrikus, aszimmetrikus
- Porzós ♂ Termős ♀ Kétivarú ♀♂
- Ezt követik alkotórészek nevének kezdőbetűi alulról felfelé haladva

K:csésze; **P**:lepel; **C**:párta, **A**:porzó; **G**:termő

- jelezve a tagok számát
- viszonyait: szabadon áll v. összenőtt
- a magház helyzetét: felső-, közép- vagy alsóállású

Virágzatok

Fürtös virágzatok

- A virágzat főtengele folyamatosan nő.
- elnevezés a kocsányok helyzete és hossza és a virágzati tengely alapján
- fürt, sátor, füzér, toboz, barka, torzsa, fészek, ernyő, fejecske

Bogas virágzatok

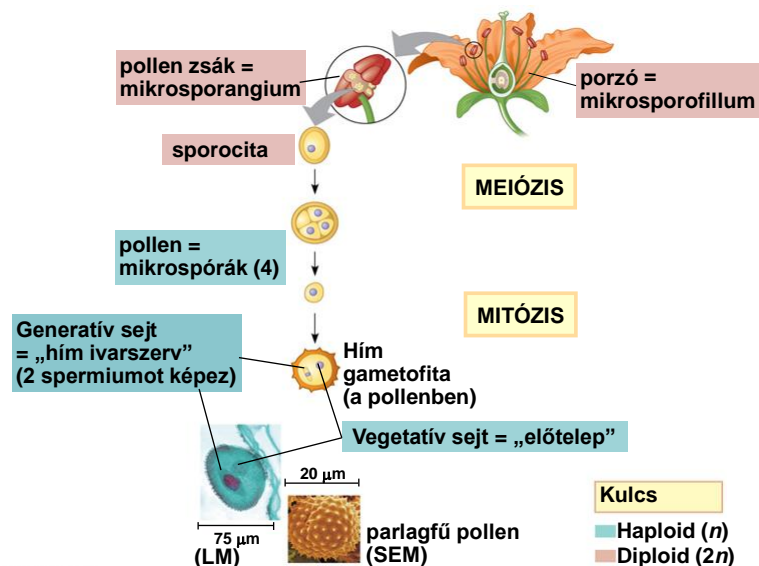
- A virágzati főtengelet túlnövik az oldalágak. A főtengelet virágban végződik.
- bog, forgó, kunkor

Egyszerű virágzat

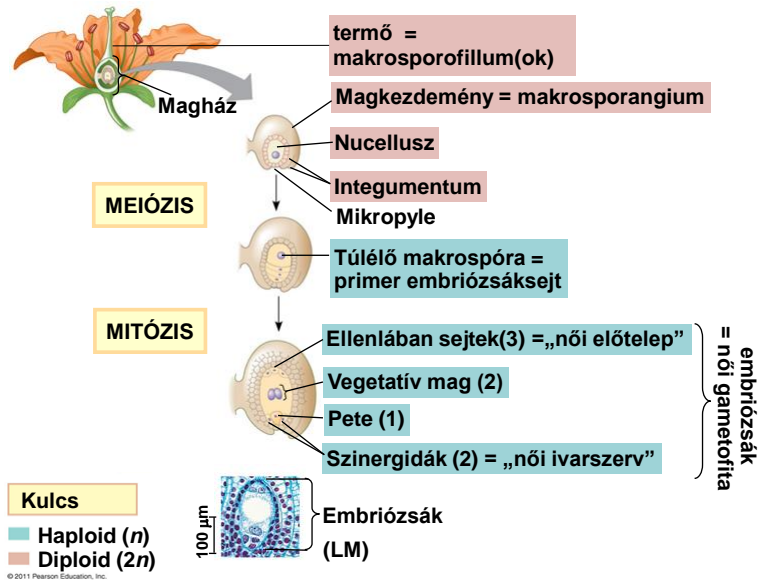
Összetett virágzat

- a jellemző alakzat ismétlődik vagy
- kétféle virágzat keveredik
- buga, sátorozó buga, dupla ernyő stb.

A zárvatermő hím gametofiton



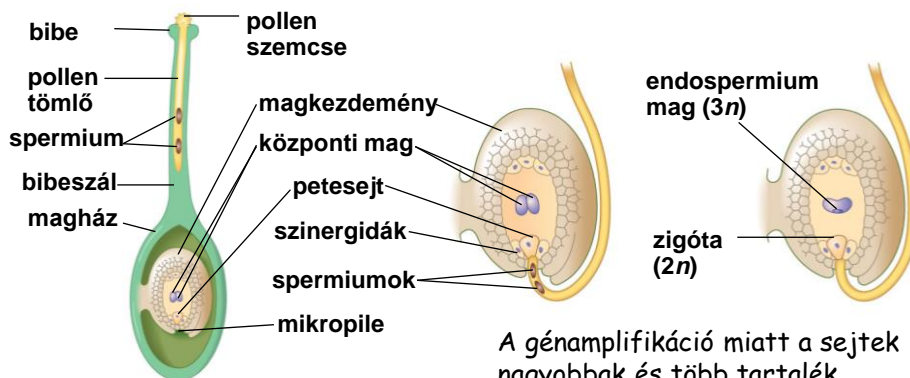
A zárvatermő női gametofiton



A kettős megtermékenyítés

A bibe cukros váladékot választ ki, amely a beleragadó pollent tömlőhajtásra indítja. A bibe tehát nektáriumnak tekinthető.

A pollentömlő citoplazmaáramlása szállítja a magház üregébe majd az embriósákhoz a spermaticidákat.



A génamplifikáció miatt a sejtek nagyobbak és több tartalék tápanyagot képesek felhalmozni.

Ellenőrző kérdések:

- 1. Az ivartalan szaporodás (és szaporítás) formái, (magyarázattal, példákkal)*
- 2. A nemzedékváltakozás fogalma, típusai.*
- 3. A mohák, harasztok és nyitvatermők életciklusa*
- 4. A virág részei, morfológiai tulajdonságai*
- 5. Virágzatok (definíció, típusok: mindegyikre legalább 3 példa)*
- 6. A zárvatermő hím és női gametofiton*
 - *A porzó részei, a pollen és az ivarsejtek kialakulása*
 - *A termő részei, a magkezdemény, az embiózsák és a petesejt kialakulása*
 - *Az egyes szervek/sejtek a gametofita mely részeivel homológok*
- 7. A kettős megtermékenyítés*

Önmegporzás pro és kontra

- PRO Valamennyi magkezdemény megtermékenyülhet → több mag (hisz a magoknak csak egy töredékéből lesz új növény).
- SÓT! Apomixis: „szűznemzés”, diploid sejtekből kiinduló aszexuális magképzés.
- KONTRA a genetikai változatosság csökken.

A pollen lehetőleg térben távol élő fajtársról származzon

Stratégiák önmegporzás ellen:

1. Kétlaki növények: porzós és termős virágok külön egyedeken.
2. A porzó és a termőtáj eltérő időben érik meg
3. Olyan elrendezésben helyezkednek el, ami megakadályozza
4. Autoinkompatibilitás v. **Önmeddőség**: a növény elutasítja a saját pollen „próbálkozását”
 - zárvatermők kb. 40%-a
 - A pollen-bibe **felismerési reakcióban** specifikus glikoproteidek vesznek részt (az antigén-antitest immunreakcióhoz hasonlóan).

Megporzás közvetítői

1. Víz

- mohák és harasztok, egyes vízi virágos növények

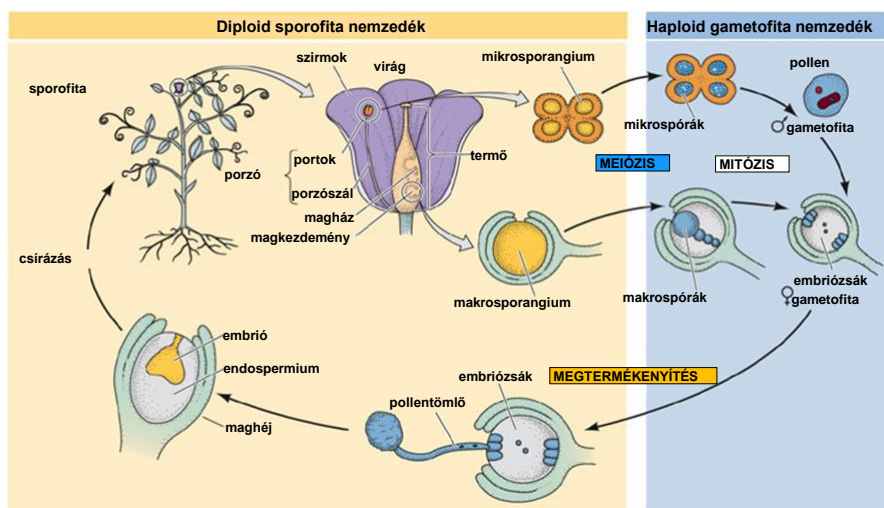
2. Szél

- nyitvatermők és egyes zárvatermők (fűfélék, fák)
- dísztelen virág, virágzatba tömörülve, sok és apró virágporszemcse.

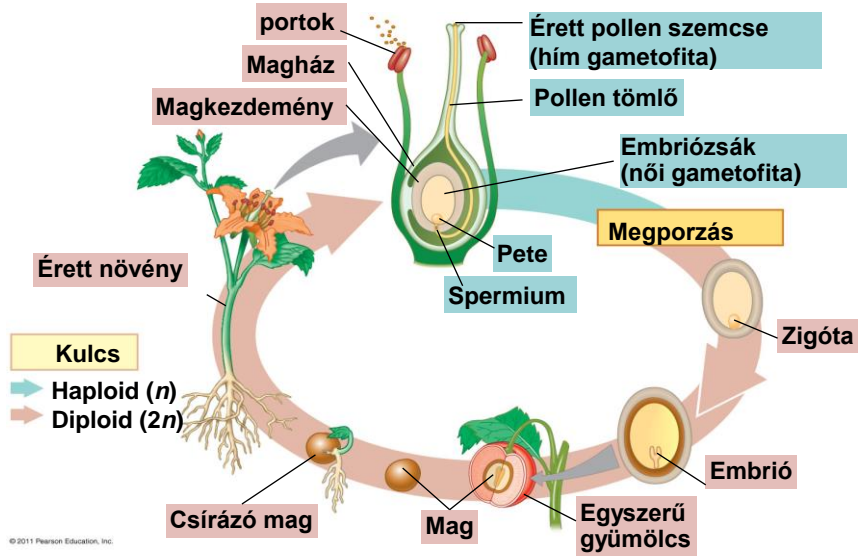
3. Állatok

- zárvatermők
- kevesebb pollen is elég
- ezt nem „önként” és „ingyen” teszik...☺
- méhek, lepkék, legyek, madarak, denevérek, stb.
 - A virág mérete és alakja igazodik megporzójához.
 - Az evolúció során egymáshoz igazodva fejlődtek.

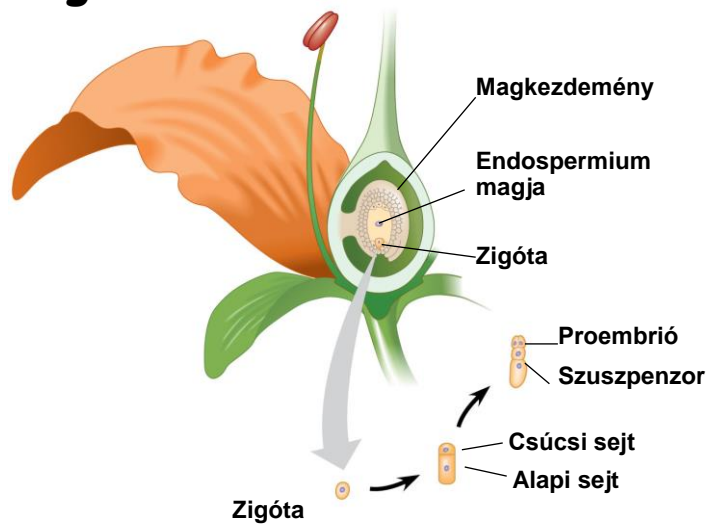
Haplo-diplonta nemzedékváltakozás



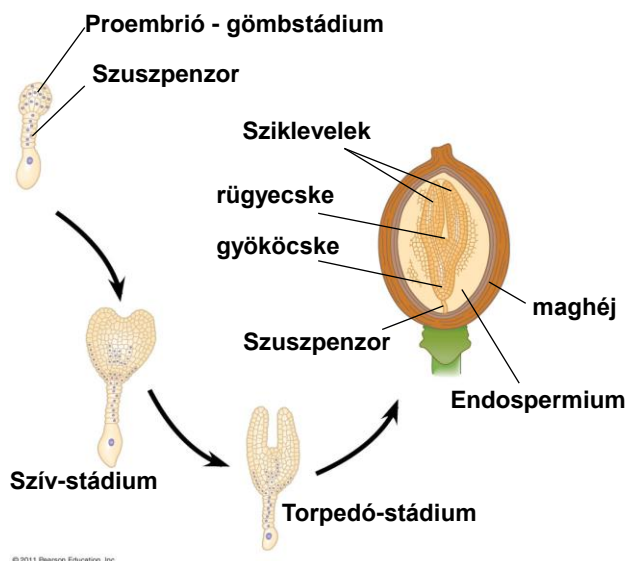
Haplo-diplonta nemzedékváltakozás



Embriogenezis

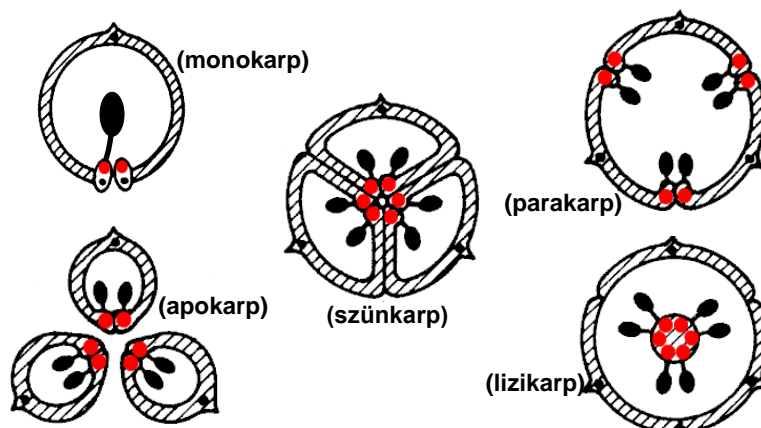


Embriogenezis



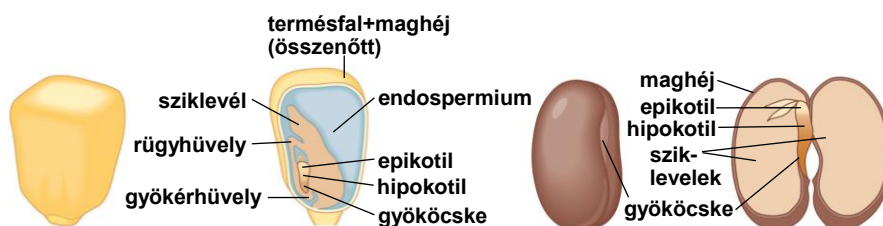
A termőtáj

A **magkezdemények** (= makrosporangium) a magházat képező termőlevelek un. **maglécén** (placentán) fejlődnek ki.
 A termőlevelek száma és összenövésai fajra jellemző termőtájat alakítanak ki.



Az érett mag szerkezete

- A fejlődő embrió a csírázáshoz szükséges tápanyagokat a körülötte kialakuló táplálószövetből veszi fel.
- A táplálószövet többféle eredetű lehet:
 1. A **másodlagos sejtmagból** képződő másodlagos **endospermium** ($3n$)
 2. Az embrió szöveteiből kialakuló **sziklelevel(ek)** ($2n$)
 3. A **nucellusból** kialakuló **perispermium** ($2n$)



A termés

- A megtermékenyítés után a virág részei elfonnyadnak, elhalnak - a magház kivételével.
- A magház a benne lévő magokkal együtt terméssé alakul.
 - sejtosztódás,
 - nyúlás, növekedés,
 - tápanyagok (pl. cukor) felhalmozódása.

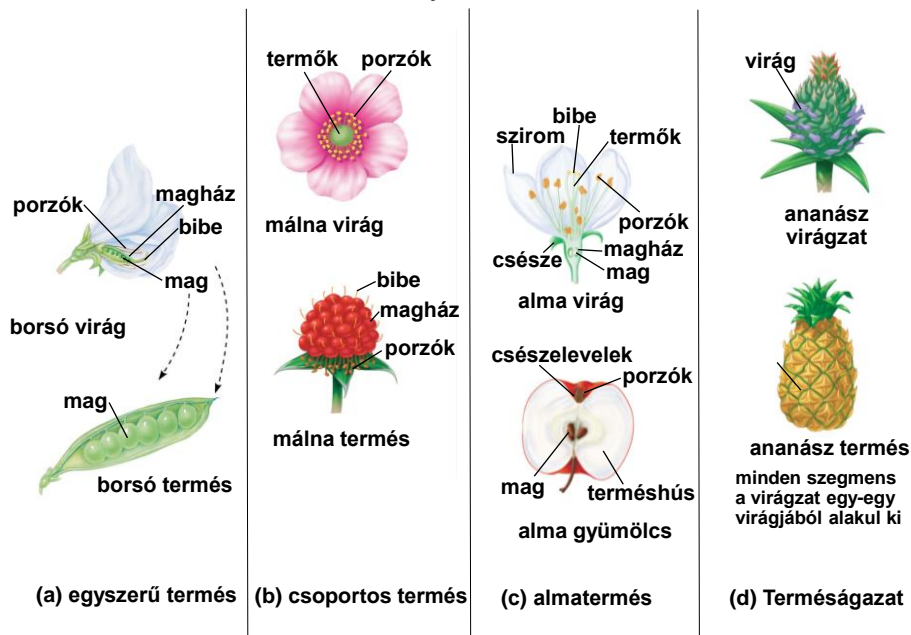
A termésfal részei

- Külső (exokarpium)
 - Bőrszövet, gyakran kutikula borítja vastag viaszréteggel, ritkán elparásodik, elfásodik
- Középső (mezokarpium)
 - Parenchima, húsos termésekben lédús, száraz termésekben az érés folyamán elhal, kiszárad.
- Belső (endokarpium):
 - Vékony, bőrszövet-jellegű / kösejtes mechanikai szövet (csonthéjasok) / lédús szőrökké fejlődik (citrusfélék) / eltűnik (egyres bogyótermésekben).

A termések csoportosítása

1. **Száras termés: termésfala kevés vizet tartalmaz**
aszmag, szem, makk, makkocska, kaszat, ikerkaszat, lependék, ikerlependék, hüvely, tüsző, becő, tok
2. **Húsos termés: termésfala sok vizet tartalmaz**
 1. **Egyszerű:** csak egyetlen termőből képződik
csonthéjas, bogyó, kabak
 2. **Csoportos:** apokarp termőtájú virágból képződik
csoportos csonthéjas füge, ananász
 3. **Terméságazat:** virágzatból jön létre
 1. **Valódi termés:** Kialakításban csak a termő vesz részt.
 2. **Áltermés:** A termés kialakításában más virágrész (csészék vagy a vacok) is részt vesz.
szamáca, csipkebogyó, alma

A termések csoportosítása



A magok elterjedése

1. **Aktív szétszórás** (*Dinamochor növények*)
hidrosztatikai nyomáskülönbség, vagy mechanikai feszültség
2. **Víz által**
Ne nedvesedjen át, ne merüljön el.
légzsákok (pl. tavorózsa), kis fajsúlyú mezokarpium (pl. kókuszdió)
3. **Szél által**
könnyű, nagy relatív felületű
Repítőberendezés a termésfalból (pl. juhar), csészelevelekből (pl. pitypang), maghéjból (pl. nyárfa).
4. **Az állat testében:**
Emészthetetlen, kemény maghéj vagy termésfal védi a csírárt illatosak, színesek, könnyen erjedők.
5. **Az állatok testéhez rögzülve**
ragacsos (pl. útifű), kapaszkodószőrös (pl. galaj), tüskés csésze- és fellevelek (pl. Bogáncs)

Nyugalmi periódus okai

•Lehetővé teszi, hogy a csírázás a növény számára legoptimálisabb időben és helyen következzen be.

1. Fizikai akadály

termésfal/maghéj speciális, vízre átjárhatatlan, és ezt csak fagyhatás, hőingadozás vagy a talajoldat savas kémhatása szünteti meg - idővel.

2. Kémiai akadály

A termésfalban/maghéjban csírázásgátló vegyületek (pl. abszcizinsav) vannak.

3. Morfológiai akadály

Fejletlen embrió, mely fejlődése befejezéséhez hosszabb időt igényel.

4. Külső tényezők

Csírázás fázisai

A csírázás feltételei:

- víz
- oxigén
- megfelelő hőmérséklet
- (A fény csak egyes fajknál szükséges.)

1. Duzzadás

- a mag vizet vesz fel, a maghéj megreped.

2. Enzimaktiváció

- Fokozódik a mag oxigénfelvétele, beindul a tartalék tápanyagok lebontása. Egy része energiatermelésre (ATP-szintézis) fordítódik. Másik része beépül az embrióba.

3. A gyökér és hajtásrendszer kialakulása

- A lombszelevek megjelenésével elindul a növény fotoszintézise. A mag tartalék tápanyagai elfogynak

Ellenőrző kérdések:

1. A megporzás

- Virág és megporzója (hogyan alkalmazkodnak egymáshoz)
- Az önmegporzás előnye és hátránya. „Taktikák” az önmegporzás elkerülésére

2. Embriogenezis

3. Termőtáj-típusok

4. A mag táplálózóvetének eredete

5. A termés (definíció, típusok: valódi- és áltermés, egyszerű és összetett, terméságazat stb. Példákkal)

6. Stratégiák a magok elterjesztésére

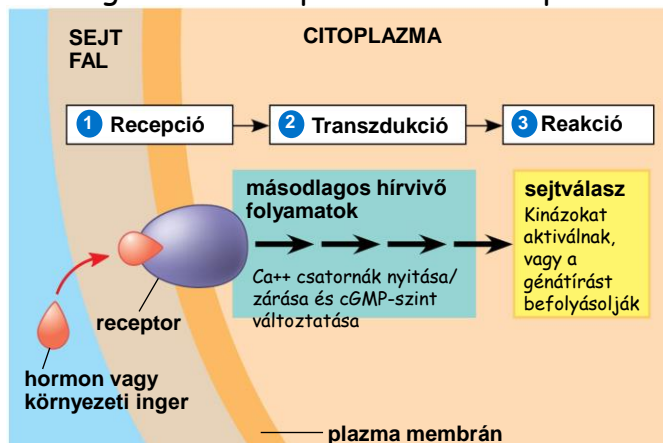
7. A nyugalmi periódus okai

8. A csírázás



A növényi érzékelés

- Az érzékelés a környezetben zajló változások detektálása, a viselkedés pedig ezekre a változásokra adott válasz.
- Ilyen értelemben a növények is „viselkednek”.
- Az inger-válasz kapcsolat három lépése:



receptorok : speciális fehérjék, amik az inger hatására megváltoznak.

A növényi érzékelés

- A növények érzékelik a fényt, a gravitációt, mechanikai hatásokat stb.
- A viselkedés mozgások formájában valósul meg.
- A növények többsége helyváltoztató mozgásra nem képes, csak un. helyzetváltoztató mozgásra.
- Ennek hátterében pedig nem izomműködés, hanem növekedés (megnyúlás, sejtosztódás) áll.

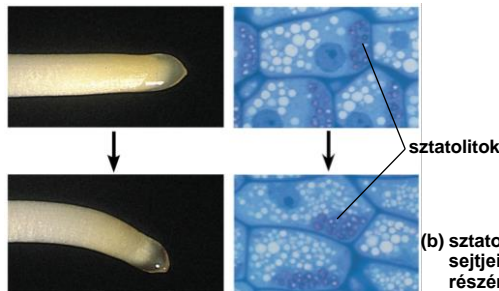
Tropizmusok

- Gravitropizmus
- Fototropizmus

A gravitáció érzékelése

- A gyökér a gravitációs erő irányába mozdul, a hajtás ellenkezőleg.
- Mindkét esetben az auxin újraeloszlása váltja ki a reakciót.
 - A gyökér esetében a gyökérsüvegben elhelyezkedő (sztatociták) keményítőszemcséinek elmozdulása hatással van a sejtől az auxint kifelé mozgó transzporterfehérjék működésére.

(a) kukorica gyököcske gravitropizmusa



(b) sztatolitok a gyökérsüveg sejtjeinek legalsó részén gyűlnek össze

A fény érzékelése

A növények érzékelik
a fény meglétét/hiányát
hullámhosszát, intenzitását, irányát
a megvilágítás időtartamát és napi ritmusát

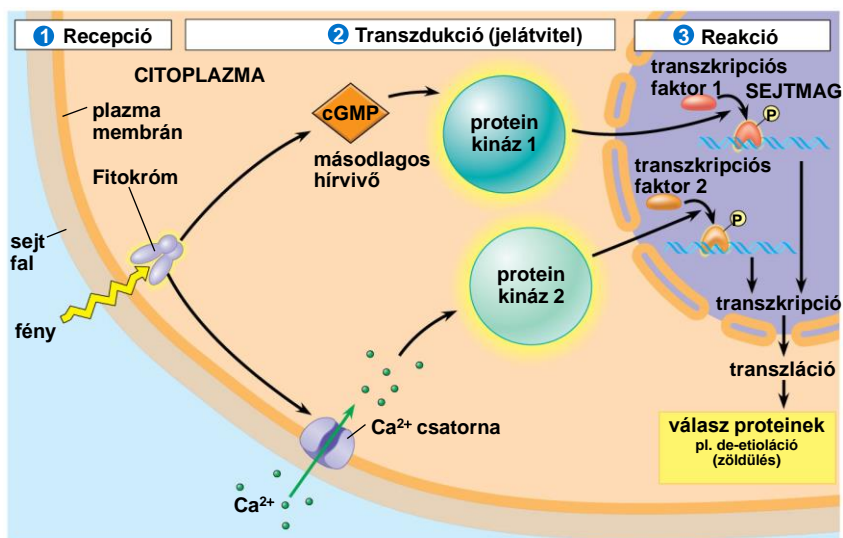
A fény kettős szerepe:

- Energiaforrás
- A környezet állapotáról informáló jel

A receptorok fényérzékeny csoportot tartalmazó fehérjék.

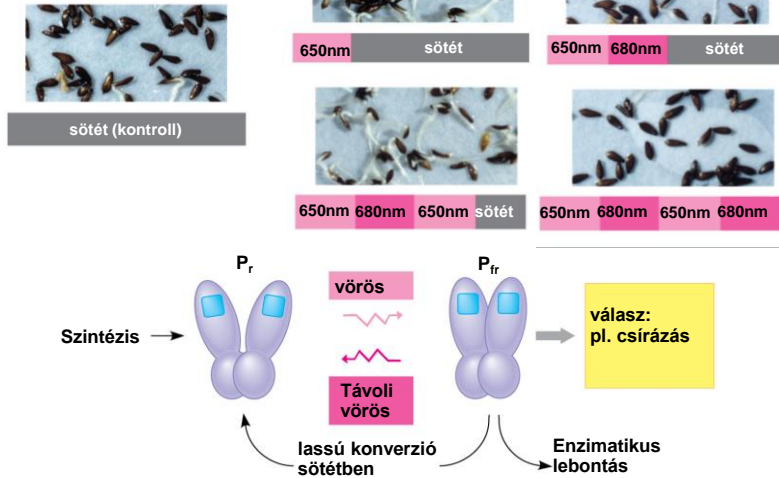
- Vörösreceptorok: **fitokrómok**,
- Kékreceptorok: **fototropinok, kriptokrómok**
- A fény serkenti
 - a fotopigmentek
 - a fotoszintézis enzimjeinek
 - a növekedést, virágzást, csírázást (stb.) befolyásoló hormonok (stb.) szintézisét.

A fitokróm működése



A fitokrómok működése

A vörös fény serkenti, de az infravörös gátolja a csírázást.

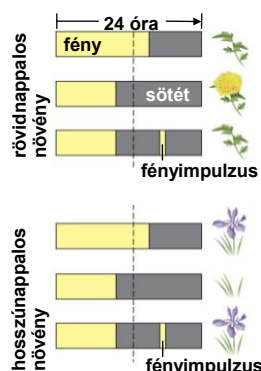


A fény által szabályozott fiziológiai folyamatok

1. Csírázás *
 2. Árnyékkerülés *
 3. De-etioláció *
 4. Fototropizmus *
 5. Színtestek mozgása, gázcsereenyílások szabályozása.
 6. A cirkadián óra beállítása *
 7. Nappalok hosszának érzékelése *
- Az 1-4 pontok együtt: fotomorfogenezis.

Fotoperiodizmus

- Leggyakrabban a virágzás időpontja függ a nappalok hosszától.
 - rövidnappalos
 - rossznappalos és
 - fotoperiodikusan semleges növények.
- A fotoperiódust levelekben lévő fitokrómok érzékelik.
- A virágzásra ösztönző jelet („florigén szignál”) a rügy felé továbbítják.
- Válasz: levélrügy-virágrügy átalakulás
- A fotoperiodizmus kulcsa, hogy egy éjjelente szintetizált fényérzékeny fehérjéből a rövid nappalokon kevesebb bomlik el, így lassan felszaporodva a virágzást beindíthatja/gátolhatja.
- Egyes növényeknek egyetlen megfelelő hosszúságú megvilágítás is elegendő, mások többszöri megerősítést igényelnek.
- Megint mások a fényen kívül más környezeti tényezőt is figyelnek. A vernalizáció pl. a virágzást serkentő hideg-kezelés



Növényi hormonok

DE!

A növényi hormonok

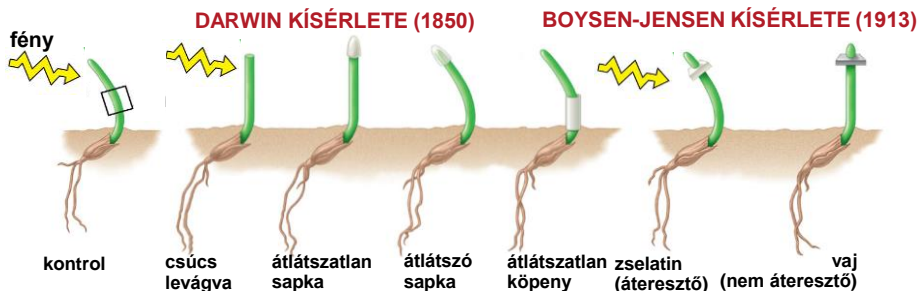
- NEM specializált szövetben termelődnek,
- NINCS szigorúan meghatározott hatóhelyük és többnyire
- NINCS csak rájuk jellemző, kizárólagos specifikus hatásuk.

Hagyományosan öt fő típust különböztetünk meg:

1. Auxinok
2. Giberellinek
3. Citokinek
4. Etilén
5. Abszcizinsav
6. Egyéb: jázmonsav, szalicilsav, nitrogén-monoxid (NO)

A növényi hormonok felfedezése

- Darwin megfigyelte, hogy a köles koleoptilja* egyoldali megvilágítás hatására elgömbül a fény felé.
- Ha a koleoptil csúcsára egy vékony fémfóliát helyezett vagy levágta a csúcsot, a gömbülés elmaradt.
- Ezekből arra következtetett, hogy a koleoptil csúcsában olyan ismeretlen anyag képződik, amely hatással van a növekedésre. A fény egyenlőtlen anyageloszlást idéz elő.



*Pázsitfűvek embriójának rügyecskéjét védő hüvely.

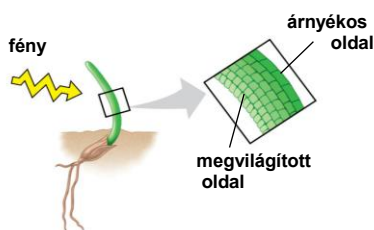
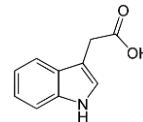
Auxin (Indolecetsav)

Serkenti a sejtek nyúlásos növekedését.

- A hajtáscsúcsban termelődik és bazális irányban vezetődik.
- Hatásmechanizmus:

Valószínűleg a protonpumpát serkenti.

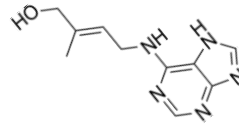
A sejtfa pH-ja csökken, ez aktiválja a sejtfa strukturáját meglazító expansinokat, lehetővé téve a megnyúlást.



• Egyéb hatások

- A levélállás meghatározása. (apikális dominancia, ld. citokinek)
- Abszcisszió (leválás) gátlása (ld. etilén)
- A járulékos gyökerek képzése
- Nagy dózisban gyomirtó

A citokininek



A **sejtosztódást** serkentik, a **differentációt** szabályozzák.

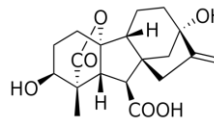
- Aktívan növekedő részeken (gyökér- és hajtáscsúcs, gyümölcs, embrió, kambium) termelődik.

Hatásaikat az auxinokkal együtt fejtik ki. Az arányuk számít.

- Az auxinok gátolják, a citokinek serkentik az oldalszövetek fejlődését.
- Az auxin gyökérből képződik, a citokin hajtásból képződik.
- Egyenlő mennyiségben differenciálatlan szövet marad.

Gibberellinek

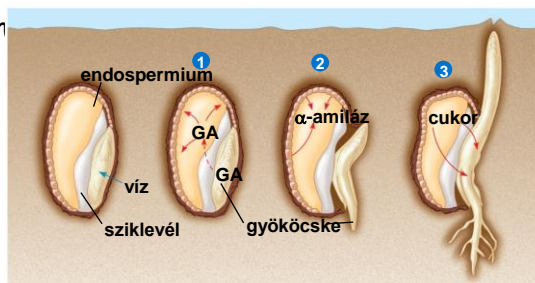
Növekedési hormon



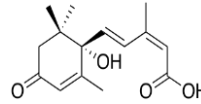
- A transzport nem poláris.
- Serkentik a **nyúlásos növekedést és sejtosztódást**

Hatásait főleg a **szaporodással kapcsolatban** fejtik ki.

- Serkentik a rügyek kihajtását és növekedését,
- Serkentik a virágzást, a terméskötést, termésérését.
- Serken



Az abszcizinsav



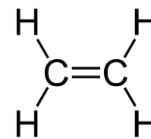
Abszcisszió = leválás

Lehullott levelekben sok van belőle DE nem a hormon okozza a levélhullást!

A nyugalmi állapot indukciója és fenntartása

1. Általában gátolja a rügyek növekedését.
 - A tél közeledtével a csúcsrügyben termelődik.
 - A növekedést megállítja, a csúcsrügy alvó állapotba kerül (a levélkezdemények rügpikkelyekké alakulnak).
2. Sok fajban késlelteti a magvak csírázását
 - (amíg kedvezőtlenek a környezeti körülmények).
3. **Stressz elleni védekezés**
 - pl. sztómazáródás száraz környezetben

Az etilén (C₂H₄)



Az első gáznemű növényi hormon

1. **Termésérés**
 - Füstölő hatása a gyümölcsérésre
 - Éretlenül leszedett gyümölcsök utóérlelésére használják
2. **Abszcisszió (leválás)**
 - az auxin és az etilén aránya számít
 - ősszel levélhulláskor
3. **Sztressz elleni védekezés**
 - tigmomorfoenezis

Növényi stressz

A (növényi) stressz egy olyan terheléses állapot, amelyben a növényvel szembeni fokozott igénybevétel a funkciók kezdeti destabilizációját követően egy normalizálódáson át az ellenállóság fokozódásához vezet, majd a tűréshatár túllépésekor tartós károsodást vagy akár pusztulást is okoz.

stressz válaszok

1. A hatás eltűrése

- gyenge stressz esetén a stressz nélküli állapothoz hasonló, magas anyagcsere-aktivitás
- súlyosabb stressz esetén csökkentett aktivitással biztosított túlélés

2. A hatás kikerülése

- extrém intenzitású/tartamú stressz hatás esetén nyugvó állapot
 - pl. lombhullatás (mérsékelt övi fák)
 - a teljes életciklus a kedvező körülmények rövid ideje alatt lezajlik (sivatagi, félsivatagi növények)

Környezeti stresszorok

Hideg

- Probléma: A membránok fluiditását csökkenti, a jégkristályok képződése roncsolja a sejtfalat és sejtvázatot
- Válasz: A lipidösszetétel változtatása, „fagyálló” fehérjék szintézise.

Forróság

- Probléma: Vízesztés, enzimek denaturálódhatnak.
- Válasz: Hősokkproteinek (védik a többi fehérjét) szintézise

Szárazság:

- Probléma: Vízesztés
- Válasz: Gázcserenyílások zárása, levélnövekedés lassulása, a levélfelület csökkenése. A mélyen fekvő gyökerek fejlődése nő.

Belvíz

- Probléma: A gyökérsejtek oxigénhiánya
- Válasz: A gyökér kéregsejteinek enzimikus bontása révén levegőjáratok keletkeznek.

Szikes talaj (magas sótartalom)

- Probléma: Csökken a vízfelvétel
- Válasz: Magas koncentrációban tolerált ozmotikusan aktív anyag szintézise

A növények „immunrendsze”

Kártevők és kórokozók elleni védekezés

Mint az állatokban:

- természetes és szerzett immunitás
- passzív, és aktív védekezés

Epidermisz, periderma

- első védelmi vonal (szőrök, tüskék, kutikula)

Sejtfal, citoskeleton

- fizikai akadály

Szekunder metabolitok

- Kellemetlen ízű vagy mérgező vegyületek
 - keserű alkaloidok, fanyar csersavak, csípős mustárolaj
 - szteroid hormon-szerű anyag: terméketlenséget okoz a növényt fogyasztó hím állatokban.
 - mérgek: alkaloidok, hibás állati fehérjéket eredményező növényi nem-proteinogén aminosavak

„Természetes” és „szerzett” immunitás

„Természetes”:

- Aktív, indukálható, de nem specifikus védekezési reakciók.
- A jelzőmolekulák („elicitor”ok) patogénekben általánosan előforduló jellegzetes anyagok. (pl. baktérium flagellin) VAGY a kórokozók/kártevők sejtfalbontó aktivitása során keletkező oligoszacharidok.

„Szerzett”:

- Specifikus, gén-gén típusú védekezési reakciók.
- A „jelfogók” a **rezisztencia-gének** (R): idegen molekulákat felismerő fehérjéket kódolnak.
- Ezek az idegen molekulák a patogének un. **avirulencia génjeinek** (avr) termékei.

Az elicitorok és a R-avr kötődés egyaránt védekezési válaszokat indukál.

Védekezési válaszok

1. Fitoalexinek termelése.

- Gombák és baktériumok széles körére mérgező hatásúak.
- Egészséges testrészekben minimális mennyiségekben vannak jelen, mert termelésük energiaigényes.
- Az elicitor hatására nagyon gyorsan, órákon belül létrejönnek (de novo). Bioszintézisük csak a fertőzés helye körüli övezetre korlátozódik.

2. A sejtfalban indukálódó változások

- intenzív lignin- és kallózsintézis
- az átjárhatatlan sejtfalanyag fizikai gátat szab a tova terjedésnek (a kórokozó „befalazása”)
- A hatást hormonok közvetítik (etilén, szalicilsav, jazmonsav)

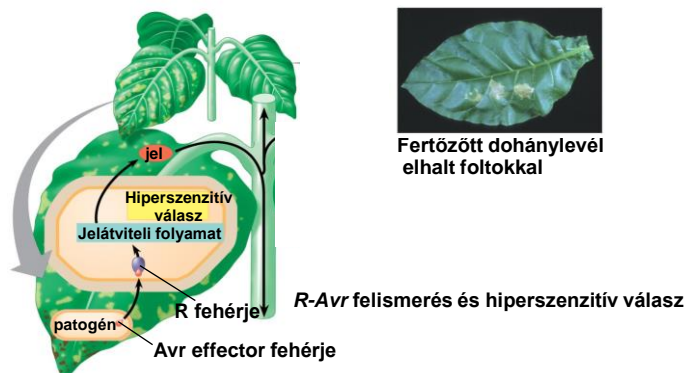
3. A kártevőt elpusztító ragadozók „toborzása”

- a ragadozót vonzó illóanyag szintézisével

Védekezési válaszok

4. Hiperszenzitív reakció

- Gyors, lokális, a fertőzés helyét érintő sejtpusztulás.
- Oxidatív kitérés: reaktív gyökök termelése
- A kórokozók nem jutnak táplálékhoz, növekedésük megáll.

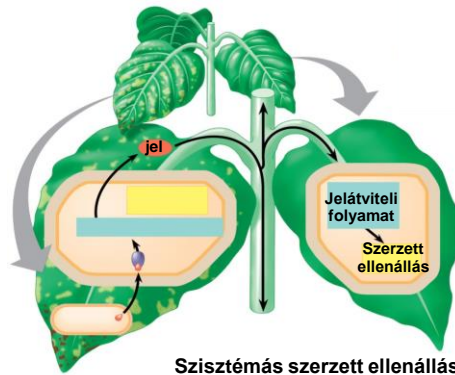


© 2011 Pearson Education, Inc.

Védekezési válaszok

5. Szerzett szisztémikus rezisztencia

- A megtámadott sejtekben **szalicilsav** termelődik, mely a hancstestben terjed a növényben.
- a még **egészséges** levelekben is indukálódnak (pl. a mikroorganizmusok sejtfalanyagait lebontó) **enzimfehérjék**.
- A gáznemű metil-szalicilát révén akár a szomszédos növényekhez is eljuthat a támadást jelző üzenet.



Ellenőrző kérdések

1. A növényi érzékelés

Tropizmusok

Fényreceptorok

A fény által szabályozott folyamatok

2. A növényi hormonok jellegzetességei és hatásaik

Auxinok, giberellinek, etilén, citokinek, abszcizinsav.

3. A növényi stressz

4. A növények immunrendszere

Természetes és szerzett immunitás

Védekezési válaszok