

A NÖVÉNYI SEJT FELEPÍTÉSE

A növényi sejt alapvetően két részre tagolható:

1. sejttest v. protoplaszt: citoplazma, sejtmag, színtestek, mitokondriumok
2. sejtfa

A soksejtű növények egy szövetének összes protoplasztja alkotja a szimplasztot. Az egyes protoplasztokat plazmodezmoszok kapcsolják egységes szimplaszttá.

A szimplasztton kívüli sejtfaalak és a sejt közötti járatok alkotják az apoplastot.

PROTOPLASZT

- az életfolyamatok színtere
- benne megvalósul az életfolyamatok zavartalansága, az enzimreakciók időbeni egymásutánisága
- rendezettséget mutat – ezt a sejt belső hártályai biztosítják – membránrendszerek

BIOLÓGIAI MEMBRÁNOK

1. Körülveszi a sejtet
2. a sejtben belül kiterjedt membránrendszert alkot (endoplazmatikus retikulum)
3. sejtorganellumokat határol (Golgi-készülék, lizoszómák, vakuólumok, mitokondriumok, színtestek, sejtmag)

Funkciója:

- a. zárt reakciótereket határol el
- b. biokémiai transzport-rendszerek – anyagáramlás a membránon át.

A biológiai membránok permeábilisak az olyan molekulákra, amelyek nélkülözhetetlenek a sejt számára, ugyanakkor az olyanokra is, amelyek feleslegessé váltak. A kis molekulák, úgy mint az oxigén, a szén-dioxid és a víz szabadon áramolhatnak a membrán két oldala között, de a nagyobb molekulák – pl.: aminosavak, cukrok – áramlása szigorúan szabályozott folyamat (- szelektív permeabilitás).

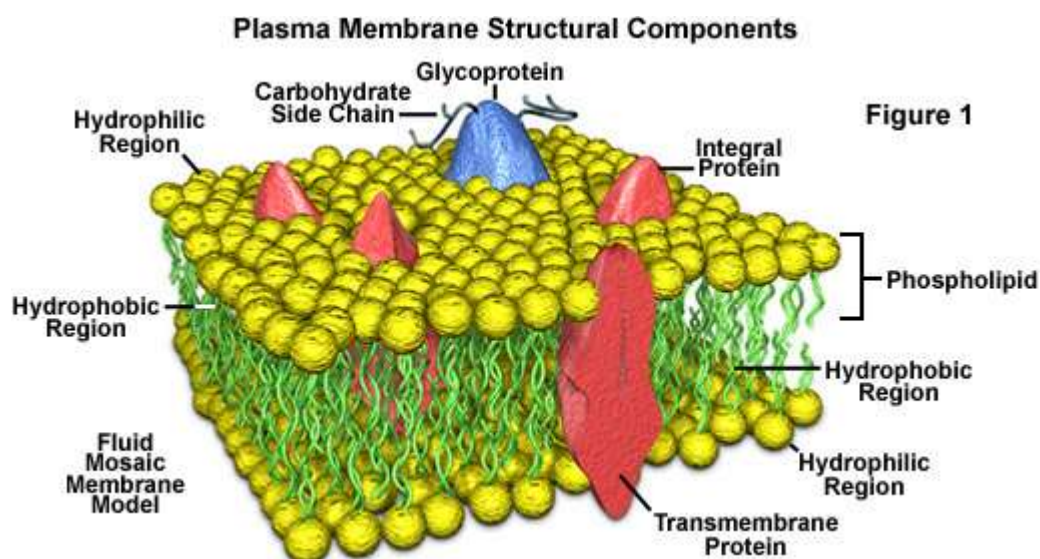
Molekuláris felépítése:

A membránok molekuláris felépítését a **félfolyékony mozaik model** (SINGER és NICHOLSON, 1972) írja le. Eszerint a membránok egy lipid kettős rétegből állnak (ez biztosítja a membrán „folyékonyágát” – a lipidmolekulák elmozdulhatnak a membrán síkjában, illetve rotálhatnak saját tengelyük körül). A kettős réteget alkotó lipidek a **foszfolipidek** közé tartoznak. A foszfolipidek egy hidrofil („víz-kedvelő”) és egy hidrofób („víz-taszító”) véggel rendelkeznek. A kettős rétegben a foszfolipid molekulák hidrofób „farka” a réteg közepe felé tekint, a hidrofil foszfátcsoportok a vizes fázis felé.

Ebbe a lipidrétegbe süllyednek a fehérjemolekulák. Vannak olyan fehérjemolekulák, amelyek csak a lipidréteg felületén „úsznak”, ezek a **perifériális fehérjék**, míg vannak olyanok, amelyek át is érik ezt a kettős réteget, ezek az **integráns fehérjék**. A

membránba mélyülő fehérjék biztosítják a membrán mozaikosságát. A lipidekhez és a fehérjékhez különböző hosszúságú oligoszacharid láncok kötődhetnek.

A plazmamembrán fehérjéinek számos szerepe van. Némelyik a membránon át zajló szelektív transzportban játszik szerepet, esetleg mint szelektív ioncsatorna, vagy mint aktív transzportban résztvevő molekula. Egyesek receptorként funkcionálnak, úgy mint hormonfelismerő helyek. A membránfehérjék rendelkeznek továbbá enzimatis aktivitással is, különböző reakciókat katalizálnak a plazmamembránban



A protoplaszt membránjai

a. Egyszeres elemi membránok („unit” membrán) – a citoplazma organelumaira jellemzőek. Ezek lehetnek (megjelenésük alapján):

- sík membránszerkezetek
- vezikulumok (hólyagok)
- vakuólumok (sejtnedvüreg)
- tubulusok (csövek)
- ciszternák (lapos hólyagok)

b. Félmembránok: a két lipidréteg közti apoláros-apoláros kölcsönhatás felbomlik, köztük olajok, zsírok halmozódnak fel. – szferoszóma

c. Kettős membránok – két párhuzamosan futó elemi membránból állnak:

- sejtmag
- plasztiszok
- mitokondriumok membránjai.

A membránok folytonosságát a sejtek között a **plazmodezmoszok** biztosítják. Ezek 30-60 nm-es membránnal bélelt, a sejteket a sejtfalakon át egymással összekötő plazmafonalak. Közepükön helyezkedik el az ún. **dezmotubulus**, amely a szomszédos sejtek endoplazmatikus hálózatainak egy-egy ciszternáját köti össze. A

plazmodezmoszokon át zajlik az anyagok transzportja a protoplaszt és a környezete között, közvetíti a protoplaszt felé az annak növekedésében szerepet játszó hormonális jeleket. A plazmodezmoszok kapcsolják össze a protoplasztokat egységes szimplaszttá.

CITOPLAZMA

Két részből áll:

1. alapállomány (citoszol)
2. citoplazma organellumok

Legkülső rétege a sejthártya (plazmalemma).

CITOSZOL

A citoszol viszkozitása a sejten belül változó. A külső rése nagyobb viszkozitású, ezt exoplazmának nevezzük, a belső kisebb viszkozitású, ez az endoplazma, Ezek az elsterő viszkozitású részek sokszor átalakulhatnak egymásba.

A citoszol ezen tulajdonságával kapcsolatban van az öt annyira jellemző citoplazmaáramlás. (A plazmamozgás a citoplazmaorganellumok elmozdulásán vehető észre, valójában a citoplazma alapállománya áramlik.) Ennek több típusa van:

1. Rotáció: a nagy központi vakuólumú sejtekben figyelhető meg, a fal mellé szoruló plazma mindig egy irányba áramlik.

2. Cirkuláció: a több vakuólummal rendelkező sejtekre jellemző, a citoplazma a vakuólumok között húzódozó plazmaszálakban is mozog.

3. Citoplazma folyás: a sejt egy részének tartalma egy adott irányba mozdul el. Növekvő gomba, algafonalak jellemző áramlástípusa.

4. Amöboid mozgás: sejtfa nélküli sejtekre jellemző – mixamóbak

5. További típusok: kovamoszatok plazmaáramlása, agitáció (plazma remegése), szökőkútszerű mozgás (pollentömlő, gyökércsúcs)

A citoplazma három fázisú diszperz rendszer:

1. fázis: víz – oldószer, biokémiai folyamatok kiindulási- és végterméke. Egy része kolloidokhoz kötött ún. **kötődő vízként**, más része kolloidokhoz nem kötődően, mint **szabad víz** fordul elő.

2. fázis: kolloidok.

3. fázis: szervetlen és szerves vegyületek vizes oldata és a lipid szemcsék emulziója.

A citoszolban fibrilláris. Globuláris, tubuláris és membranózus struktúrák ismerhetők fel.

a. fibrilláris alkotók – fehérjeshálal. A citoszol vázát, a **citoszkeletont** alkotják.

b. globuláris alkotók – lehetnek lipid-cseppek, riboszómák

c. tubuláris struktúrák – mikrotubulusok, a centriólumok, az ostorok és az alapi testek. Ezeket a fenti szerkezetek nem határolja membrán!

d. Membranózus struktúrák – a legfeltűnőbb citoplazma alkotók, egyszeres elemi membránnal határoltak.

CITOPLAZMA ORGANELLUMAI

Szabadon vannak a citoszolban, vagy más sejtalkotókhoz kötve. Meghatározott pályákon, a plazmaáramlás irányába mozdulhatnak el.

ENDOPLAZMATIKUS RETIKULUM (ER)

- A plazmát átszövő **ciszternákból, tubulusokból** álló rendszer.
- Kapcsolatban áll a Golgi-készülékkel, a maghártával, átnyúlik egyik sejtől a másikba.
- Saját elektron-szállító rendszere van.
- Feladata a sejtben belüli transzportfolyamatok irányítása, résztvesz lipidek, szénhidrátok, fehérjék szintézisében.
- Az ER elsősorban kommunikációs és transzportfolyamatokat lát el,
- a membránszintézis legfőbb helye
- lipideket képez
- fehérjéket szintetizál
- auxin-kötőhellyel rendelkezik, regulációs feladatokat lát el a gyökérsüveg sejtjeiben
- Durva és sima formája van.

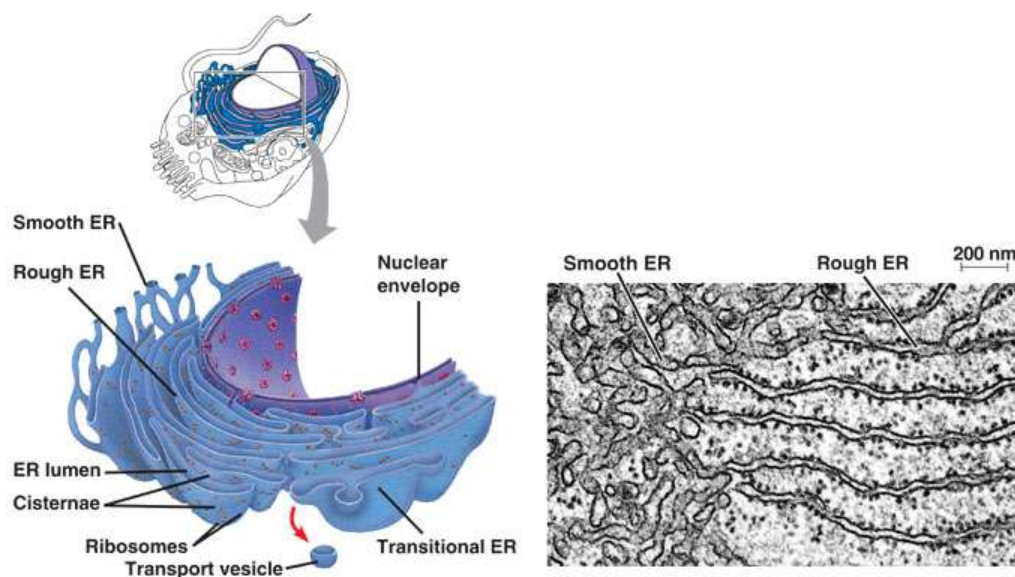
Sima ER:

- Felületén nem található riboszóma,
- **kb. 50 nm átmérőjű csövek (tubulusok) szövedéke**
- **a citoplazma szélén helyezkedik el**
- **szénhidrát- és lipidszintézisben játszik szerepet – intenzív anyagcseréjű sejteket jellemzi jelenléte**

Durva ER:

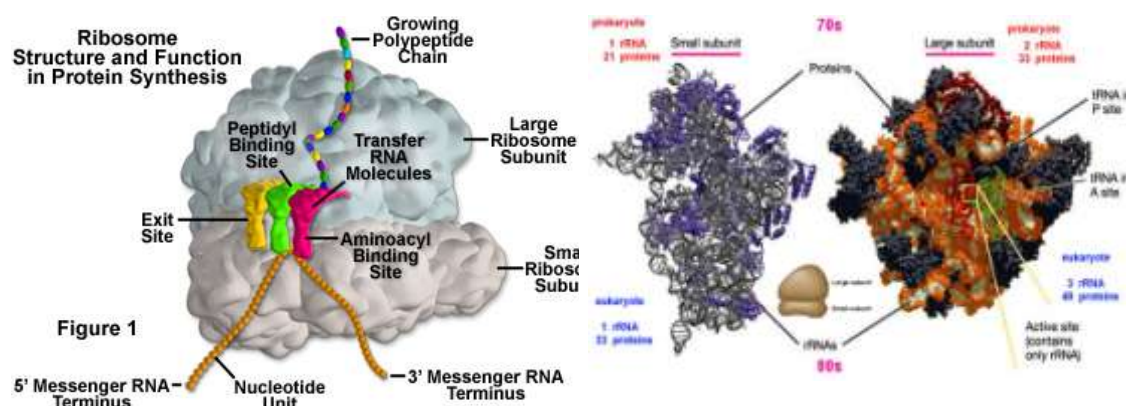
- **Lapos ciszternákból áll** - ezek felületén folyik a fehérjeszintézis, a fehérjékhez sokszor már az ER – ben szénhidrátok kapcsolódnak
- **Szoros kapcsolat a sejtmaghártával**
- **Felületét riboszómák borítják – poliszómákká kapcsolódnak össze**
- **Aktív fehérjeszintézis – osztódó sejtek!**

(A riboszómáktól megfosztott ER membránjának 65 % -át fehérjék (elektron- szállító rendszer (**citokrómok, reduktázok**), valamint transzfer, szintetizáló enzimek alkotják.)



RIBOSZÓMÁK

- Fehérjeszintézis központjai.
- Határolóhártyájuk nincs.
- Citoszolban, a kloropasztisz és mitokondrium alapállományában **szabadon**,
- a durva ER felszínén **kötötten** fordulnak elő.
- Kevés előfordul a Golgi-készülék, a sejtmag, a mitokondriumok és a kloroplasztiszok citoplazmatikus felszínén.
- Az ER –on poliriboszómák formájában csoportosulnak.
- A fiatal sejtekben a citoszol, az idősekben a ER tartalmaz többet.
- A baktériumokban egyféle (**prokarióta**), az állatokban, gombákban és a nem forszintetizáló növényekben kétféle (**citoplazmatikus és mitokondriális**), a növényekben háromféle (**citoplazmatikus, mitokondriális és kloroplasztisz**) riboszóma fordul elő.
- két alegységből állnak: egy kisebb és egy nagyobb egységből, amelyek összekapcsolódásához Mg^{2+} ionok szükségesek.
- Az eukarióta riboszóma kis alegységében 1 RNS és 30 fehérje, nagy alegységében 3 RNS és 40-50 fehérjemolekula van.
- közreműködnek a mikrotubulusok tubulinjának, a glikolizis enzimeinek, a riboszómális fehérjék, sejtmagfehérjék szintézisében.
- Membrán nélküli testek, méretük az összes többi sejtalkotó mérete alatt marad.



MIKROTESTEK

- Egyrétegű membránnal határoltak (1 μ m)
- Keletkezési helyük: ER
- Rövid életűek, a sejt fejlődésének meghatározott fázisaira jellemzőek
- Funkciójuk:
 - a. szekréció
 - b. raktározás
 - c. lebontás – oxidázok!
- Főbb típusaik:
 1. proxiszómák
 2. glioxiszómák
 3. szferoszómák

Peroxiszómák

- Feladat: hidrogén-peroxid bontás (kataláz enzim!)
- Levél-peroxiszómák: a fotorespiráció helyei

1.	2.	3.
kloroplasztisz	peroxiszóma	mitokondrium
glikolsav	glicin	szerin+ CO ₂

Glioxiszómák

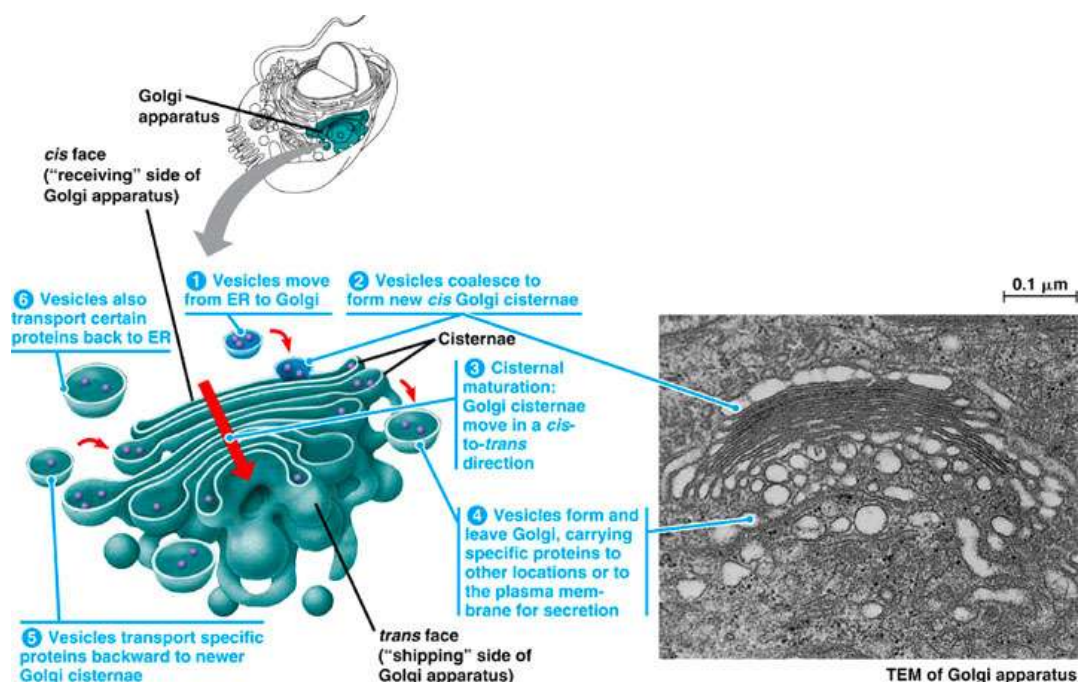
- Enzim: zsírsavak β -oxidációjának és a glioxálsav-ciklus enzimei

- Feladat: raktározott olajok szacharózzá alakítása

Szferoszómák

- Félmembránnal határoltak
- Feladat: zsírok raktározása

GOLGI-APPARÁTUS (Diktioszómák)



- Általában a sejtmag közelében helyezkedik el.
- 4-8 tányérszerű **ciszternából** állnak (0.5-2 átmérő, 10 nm távol egymástól).
- Gyakran meggörbülne, így rendelkeznek egy konvex és egy konkáv oldallal.
- A széleken tubulusokba ágazódnak, amelyek vezikulumokká alakulva lefüződnek.
- Megkülönböztetünk képződési - cisz, érési - transz oldalukat. A membrán vastagsága cisz- től a transzig nő, a membránba lévő részecskék száma csökken.

- Vezikulumok csak a transz oldalon vannak, bennük savas foszfatáz enzimek raktározódnak.
- A GOLGI ÁTMENET AZ EGYES SEJTALKOTÓK KÖZT, NEM ELKÜLÖNÜLT SEJTORGANELLUM.
- A két sejtalkotó, melyre leginkább hasonlítanak az ER és a plazmalemma.
- Feladata:
 - a. szekrétumok szintézise és elszállítása a plazmalemmához
 - b. glikokalix készítése
 - c. sejtfalalkotók (hemicellulóz, pektin, nyálka, mézga) polimerizációja – szerep a sejtlemmez formálásában
 - d. felszínén auxin-receptorok vannak

LIZOSZÓMÁK

- egyszeres elemi membránnal határolt vezikulum
- Feladat:
 1. intracelluláris emésztés - savas hidroláz enzimek (foszfatáz, ribonukleáz, proteináz)
 2. a felszabadított építő molekulák visszajuttatása a citoplazmába
 3. az endocitózissal felvett anyagok feldolgozása
- Származás: ER, vagy Golgi-apparátus

ENDOMEMBRÁN RENDSZER

- Részei:
1. sejtmaghártya
 2. ER
 3. Golgi-apparátus
 4. citoplazmatikus vezikulomok

Feladat: anyagtranszport, a membránok képzése és transzportja

1. Kiinduló pont: sejtmaghártya és ER
2. Végállomás: plazmalemmán át a sejtfa v. a vakuólum

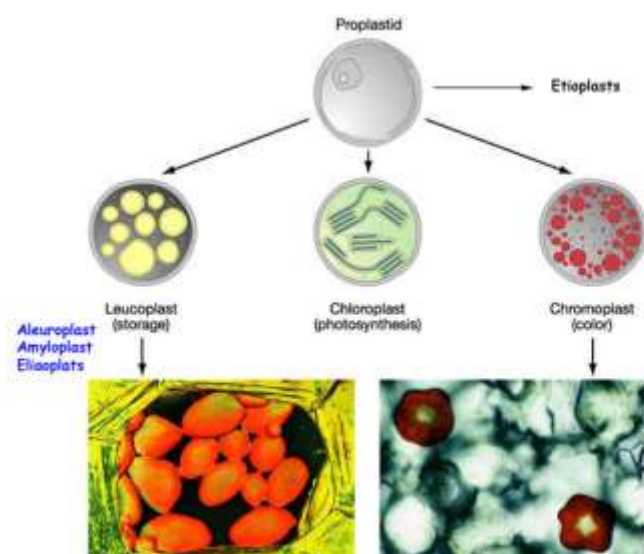
GERL-rendszer

A Golgi-apparátust, az ER-ot és a lizoszómákat magába foglaló, szoros működési kapcsolatot fenntartó rendszert GERL-rendszernek nevezzük (**GOLGI – ER – LIZOSZÓMÁK**).

1. **ER** és a **sejtmaghártya** között *közvetlen membránösszeköttetés*
2. Az **ER** és a **Golgi-készülék** között *tubuláris transzferelemek*
3. A **Golgi** és a **plazmalemma** között *vezikuláris transzferelemek*
4. A Golgiról **lizoszómák** fűződnek le, szekréciós termékeik a vakuólumba ürülnek

SZINTESTEK

Saját örökítőanyaggal bíró, kettős membránnal határolt, eukarióták által bekebelezett prokariótáktól származó sejtalkotók.



PROPLASZTISZOK: a többi plasztisztípus kiindulási alakja, aszerint, hogy további fejlődése fény jelenlétében, vagy sötétben történik folytatódik a differenciálódása.

ETIOPLASZTISZOK: sötétben differenciálódnak a proplasztiszokból, belső membránrendszerük fejletlen, fény hatására átalakulhatnak kloroplasztisszá.

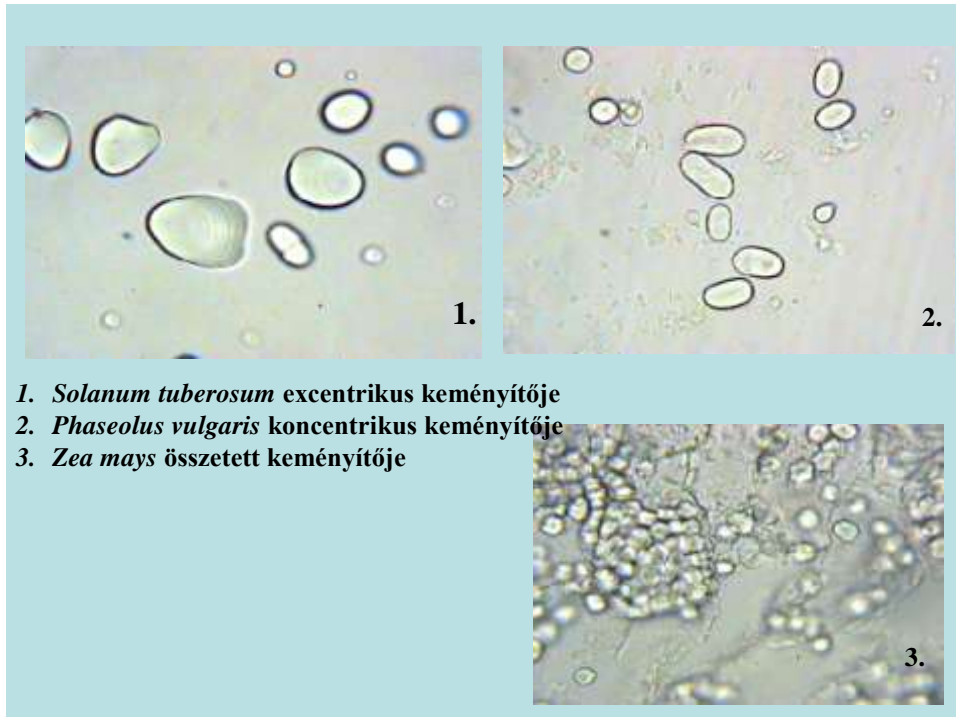
LEUKOPLASZTISZOK - AMILO, PROTEINO, ELAIOPLASZTISZOK: keményítőt, fehérjét, zsírt raktároznak, szintelenek, klorofillt nem tartalmaznak, amiloplasztok a raktározó és gyökérsüvegben vannak, a proplasztiszokból és kloroplasztiszokból keletkeznek.

A keményítő az amiloplasztokban kétféle módon kristályosodhat ki:

- excentrikusan: a kiválási góc az amiloplaszt szélén helyezkedik el
- koncentrikusan: a kiválási góc a plasztisz közepén található.

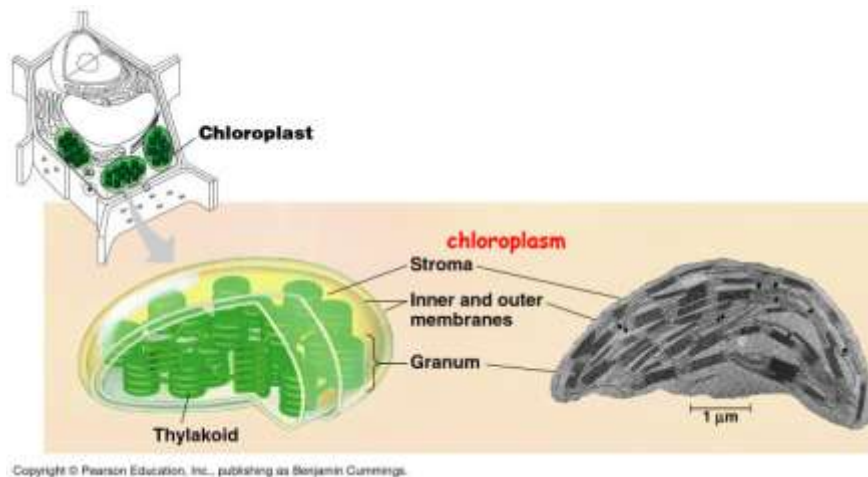
Az amiloplasztiszokban kiváló keményítő a kiválási góc száma szerint lehet:

- egyszerű keményítő: az amiloplasztiszban egy kiválási góc található excentrikus v. koncentrikus helyzetben - *Triticum aestivum*, *Solanum tuberosum*, *Phaseolus vulgaris*
- félig összetett keményítő: 2-3 kiválási góc körül indul meg a keményítő kiválása, azután a gócok köré, mint központi góc körül folytatódik a keményítő kiválás – *Solanum tuberosum*
- összetett keményítő: 200-300 kiválási góc egy amiloplasztiszban, helyszűke miatt a részkeményítőszemcsék deformáltak – *Avena sativa*



KROMOPLASZTISZOK: Karotinoid festéktartalmuk adja a levelek és termések piros, sárga színét. Pro, amilo, kloroplasztiszokból keletkeznek (őszi lombszíneződés – kloroplasztiszok klorofill-tartalma lebomlik, csak a karotinoidok maradnak meg).

KLOROPLASZTISZOK: Zöld szintestek, fotoszintézis központjai.

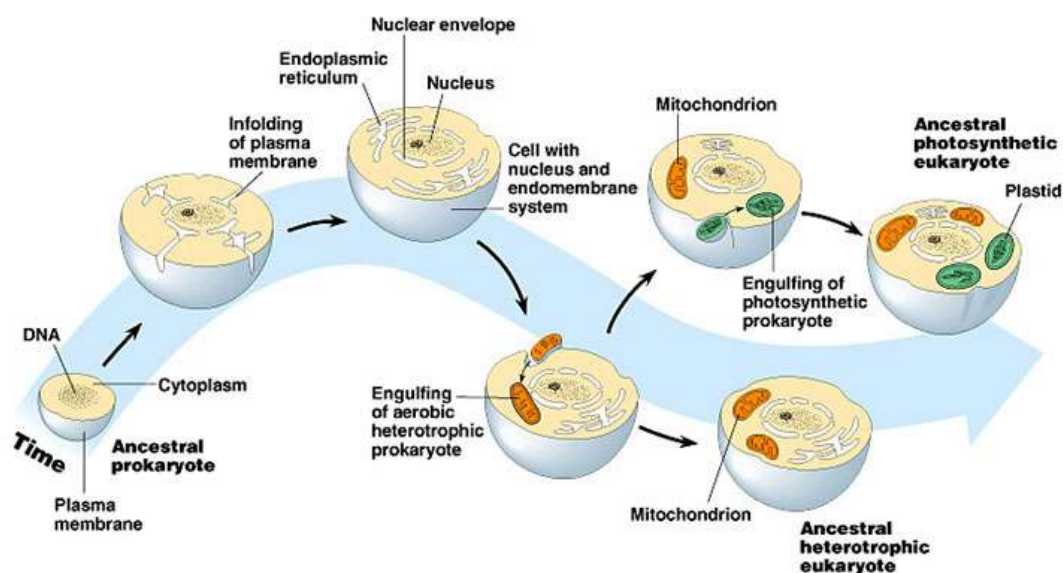


Részei:

- kettős membrán,
- alapállomány (sztróma) – itt játszódik a fotoszintézis sötét szakasza, a szénhidrát-szintézis,
- belső membránok – tilakoidok: itt találhatóak a fotoszintézis szempontjából lényeges pigmentek (membránhoz kötötten klorofill-a, -b, karotin, xantofil), itt lokalizálódik az elektrontranszport-lánc – a membrán két oldala között protongradiens különbség áll fenn, amely ATP szintézisre fordítódik (a fotoszintézis fényszakasza a

kettős membránokhoz kötött, itt történik meg a fényenergia kémiai energiává történő átalakítása). A tilakoidok alkotják a gránumokat (egymásra pénztekercs-szerűen elhelyezkedve). Nem minden kloroplasztisz gránumos, alacsonyabb rendű növényeknél a gránumok hiányoznak, ilyen esetben lemezes kloroplasztiszt találunk. A gránum-tilakoidokat sztróma-tilakoidok kapcsolják össze egymással.

A kloroplasztiszok hasadással szaporodnak. Eredetükre utal az endoszimbionta elmélet.



Copyright © Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

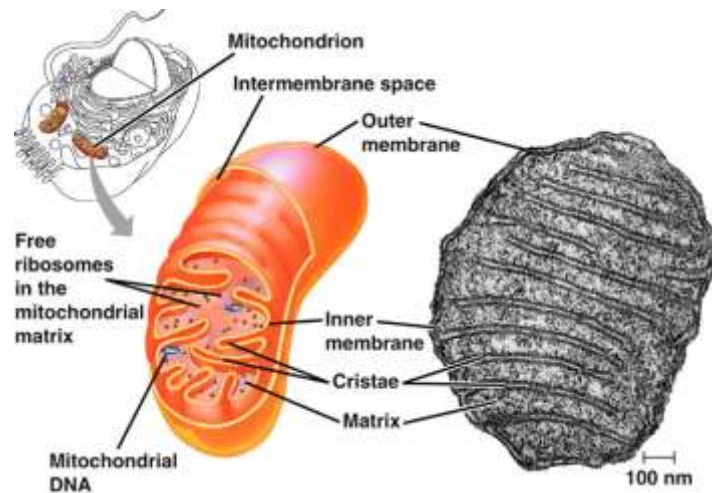
MITOKONDRIUMOK

Sejtlégzés központjai. Bennük zajlik a citromsavciklus és terminális oxidáció. Működésük energiafelszabadítással jár, ATP képződik.

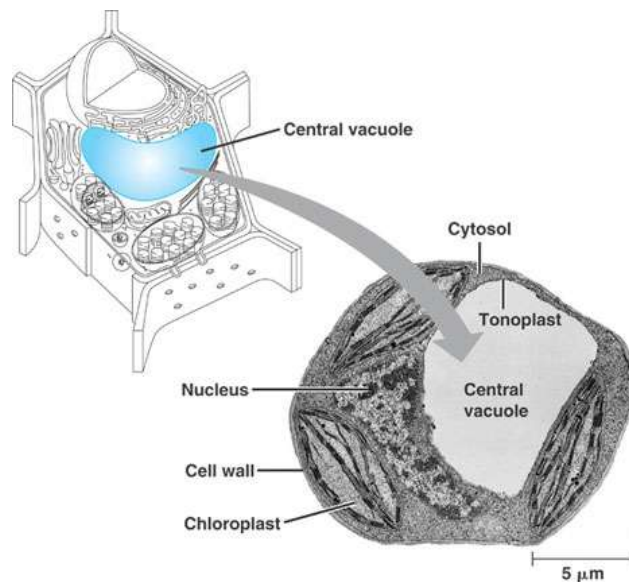
Alakjuk gömb, v. ellepszis.

Felépítése:

- kettős membrán borítja: külső- és belső membrán – itt lokalizálódik a légzési transzport-lánc
- a belső membrán betüremkedik – növeli a belső felületet, lapos zsákokat, krisztákat képez
- alapállománya a matrix – ez ATP-áz enzimeket tartalmaz, ami az elektronszállító rendszert és az ATP szintézis folyamatát kapcsolja össze.
- önálló sejtalkotók, kialakulásukat szintén az endoszimbionta elmélettel magyarázzuk (önálló, ciklikus DNS, hasadással szaporodás)
- a kettős membránban lokalizálódik a légzési transzportlánc



SEJTNEDVÜREG (Vakuólum)



Határhártya: tonoplaszt – ez határolja el a citoplazmától

Részei: - sejtnedv
- alakos tartalmi részek

Mérete: öregedéssel nő

- A vakuolum az endomembrán rendszer legfeltűnőbb alkotója.
- Olyan sejtalkotók, melyek az anyagcserét közvetítik a citoplazma és a sejt üregrendszere között.
- Tulajdonképpen a lizoszómák differenciálódott formái, melyek a citoplazmában összegyűlnek és vakuóllummá egyesülnek.
- A **lizoszómák** egyszeres membránnal határolt vezikulumszerű sejtalkotók.
- **SAVAS HIDROLÁZ ENZIMEKET** tartalmaznak, **fő szerepe az emésztés**. Az anyagok endocitózissal kerülnek be a sejtbe. Az endocitózis 2 fajtája a **FAGOCITÓZIS**, mikor kis szilárd részecskéket, és a **PINOCITÓZIS**, mikor

folyékony anyagokat kebelez be a sejt. **AUTOFÁGIARÓL** beszélünk, ha a sejt saját anyagait emésztí le.

Az emésztés akkor zajlik le, ha az emésztendő anyagot tartalmazó vezikulum kölcsönhatásba kerül a hidrolizáló enzimet tartalmazó lizoszómával.

- A vakuólum vizes oldata a sejtnedv, amely szerepet játszik:

1. a pillanatnyilag felesleges anyagok raktározásában
2. ártalmatlan gyűjtő- és közömbösítő helye
3. mivel töményebb a talajoldatoknál, szerepe van a vízfelvételeben – endozmózis
4. részt vesz a sejtek turgorállapotának kialakításában
5. pusztuló sejtekben a protoplaszt megemésztésében

- A sejtnedvben sok szerves és szervetlen anyag halmozódik fel:

- ásványi sók
- szénhidrátok
- szerves savak
- aminosavak, fehérjék
- glikozidok
- alkaloidok
- illóolajok, balzsamok, gyanták
- polifenolok
- tejnedv

ÁSVÁNYI SÓK

Jelenlétük miatt a vakuólom ionkoncentrációja eltér a citoplazmáétól. A protoplaszt a Na-, K- és Cl-ionokat aktívan transzportálja be, a protonok aktív beszállításával savassá (pH 5.5) teszi a vakuolumot.

SZÉNHIDRÁTOK

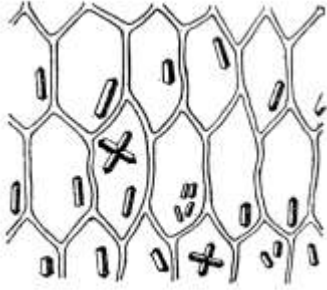
A sejt tartaléktápanyagai, energiaforrásai. Monoszacharidok közül a 6 C – atomos szőlő és gyümölcscukor, diszacharidok közül a szacharóz és a maltóz a jelentős. Poliszacharidok: inulin, glikogén(gombákban), nyálka (pozsgásokban).

SZERVES SAVAK

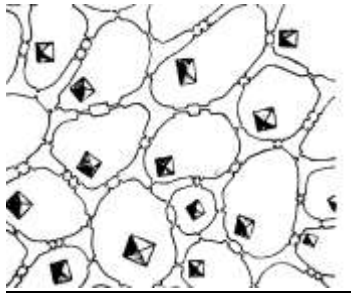
Leggyakoribb: almasav, oxálsav, citromsav, borkősav, borostyánkősav, propionsav, sokszor a savak só formájában vannak jelen pl. (kálcium-oxalát, magnézium-oxalát, kalcium-karbonát – kristály-zárványok).

Kalcium-oxalát

a. Tetragonális oszlopok, piramisok



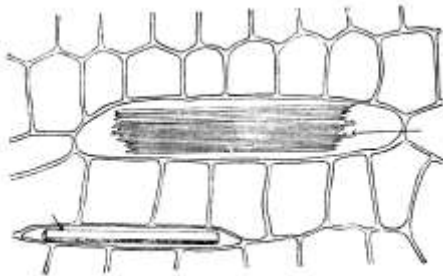
Allium cepa – száraz buroklevél



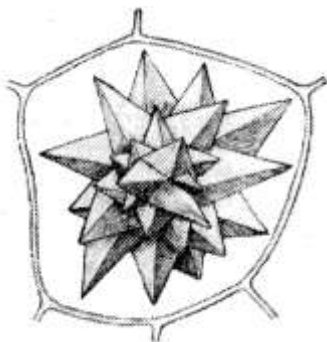
Vanilla planifolia – epidermisz-nyúzat

b. Kristályhomok

c. Kristálytűk – raphid - *Agave sp.*

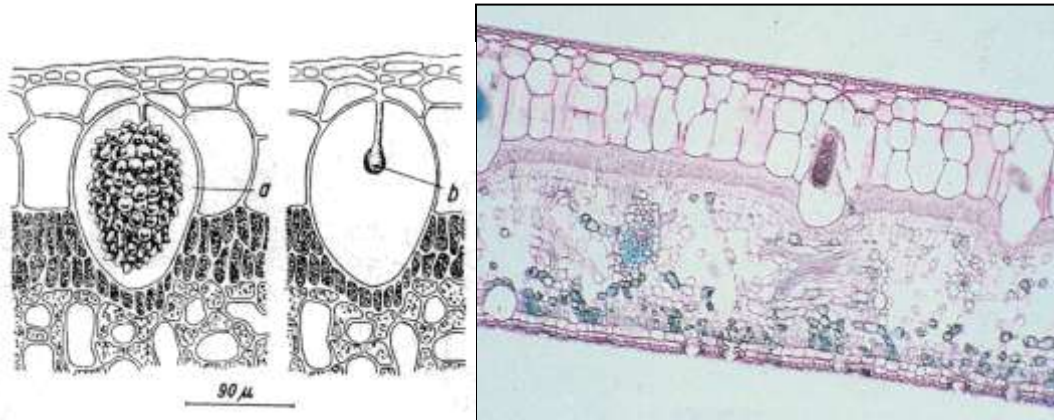


d. Rozetta - *Opuntia sp.* – kladódium



Kalcium-karbonát

- a. Sejtüregben mint tartalmi rész (szil, bükk)
- b. Ráakódás sejtüregbe hatoló nyúlványra (Ficus sp.)

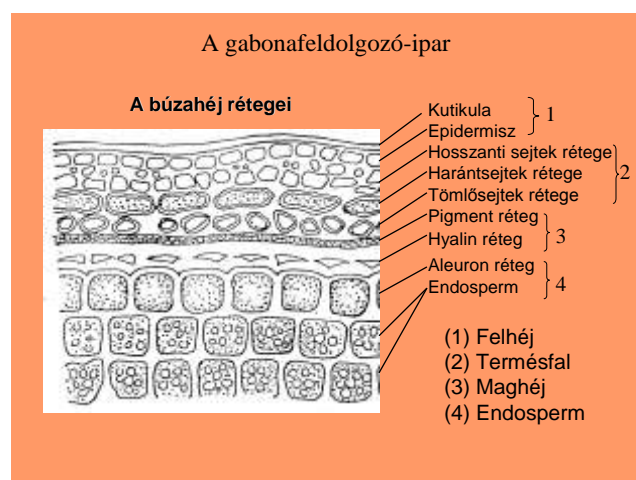


AMINOSAVAK ÉS FEHÉRJÉK

A legtöbb aminosav elraktározódik a vakuolumokba és csak N –hiányos körülmények között használódik fel fehérje szintézisre.

A fehérjék egy része is oldott, vagy kristályos formában a vakuolumokban raktározódik, de kristályos fehérjék lehetnek az ER –ben, mikrotitestekben, szintestekben, esetleg szabadon a citoplazmában. A fehérjezárványok többsége ER eredetűek, de a vakuolumban raktározódnak.

Az aleuron fehérjezárvány, besűrűsödött, beszáradt fehérjetartalmú vakuólumnak tekinthető. Beszáradó magvakban a sejt eredeti, nagy méretű vakuóluma sok apró fehérje-vakuólumra esik szét. Csírázáskor azonban a fehérjezárványok feloldódásával az eredeti, nagyméretű vakuólum alakul ki újra. Pázsitfűfélék szemtermésében az aleuron külön sejtrétegben, az ún. aleuronrétegben fordul elő. Ez a réteg a termésfal és a vele összenőtt maghéj, illetve az ez alatt elhelyezkedő hialin réteg alatt helyezkedik el, tulajdonképpen az endospermium legkülső, egy sejt soros rétege, amely nagyméretű, négyzet alakú sejtekből áll. Ezek a sejtek vannak tele apró, szabálytalan alakú aleuronszemcsékkel.



GLIKOZIDOK

- Sok cukor és nem cukor vegyület **észterei**.
- Gakoriak közöttük a mérgek (amigdalín: mandula, csonthéjas gyümölcsök magja, digitalin: gyűszűvirágfélék, kumarin: szagos müge, mustárolaj-glükózidok: kereszteses családja)
- Festékanyagok: antocián (piros – kék, sav – bázis), antoxantinok, lipokróm,
- Flavánszármazékok: muskátli, pipacs peralorgonidinje, rózsza, búzavirág cianidinje, mályva malvidinja, petúnia petunidinje.
- Flavonok az antocianidinek oxidációs termékei.
- Cseranyagok: tannin

ALKALOIDOK

Legtöbb mérgező, **heterociklusos, N –tartalmú** vegyület. Pl.: kávé, tea, kakao koffeinje, kinafa kininje, mák morfinja, kodeinje, narkotinja, papaverinje, kokacserje kokainja, dohány nikotinja, LSD is.

ÉTERIKUS ILLÓOLAJOK, BALZSAMOK, GYANTÁK

Politerpének.

Az illóolajok illékonyak (rovarok csalogatása, riasztás) mirigyszőrökben, járatokban, tartókban találhatóak.

A gyanták szilárdak. A terpentin a fenyők gyantája, terpentinolajat és kolofóniumot tartalmaz, mindkettőt a festékipar használja. További gyanták a mirha, tömjén, kámfor.

A balszamok a gyanták illóolajos oldatai, folyékonyak a korhadást akadályozzák meg.

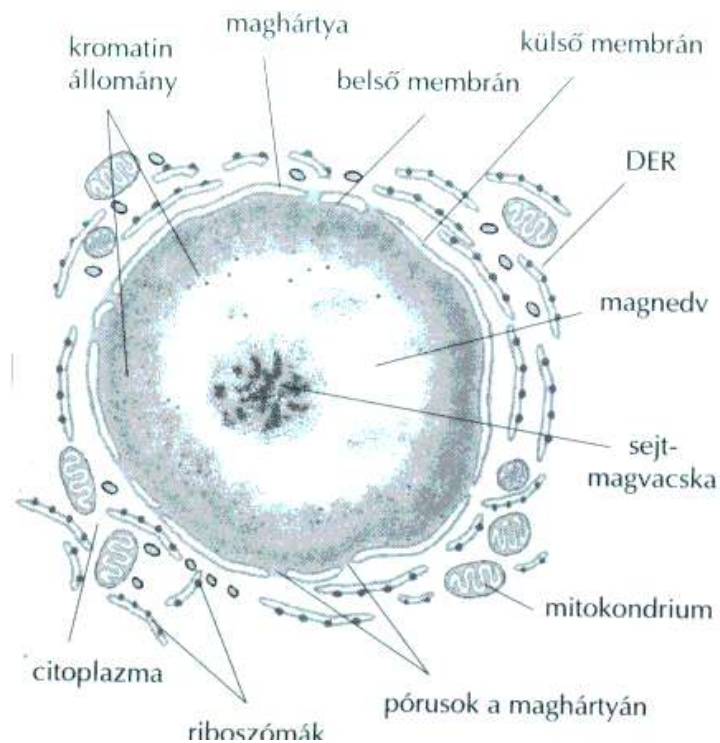
POLIFENOLOK

Alma, krumpli barnulásában játszanak szerepet. Sérüléskor kilépnek a vakuolumokból, a fenoloxidáz enzimek kinonokká oxidálják őket. A ezután következő polimerizáció vezet a barna melaninhoz.

TEJNEDV

Különböző oldott, emulgált anyagok keverékei. Eperfafélék, kutyatejfélek (pitypang – vulkanizálással gumi), mákfélék (ópium) , fészkesvirágzatúak.

A SEJTMAG



- Az élő szervezetek túlnyomó többségében állandó sejtalkotó
- Feladata: a nukleinsavak révén a sejt fejlődésének, az öröklődés- és anyagcserefolyamatainak irányítása.
- Részei:

1. Sejtmaghártya
2. Alapplazma (nukleoplazma)
3. Kromatin állomány
4. Sejtmagvacska

1. Sejtmaghártya:

- az ER lapos ciszternájának kitüremkedéséből keletkezett, pórusokkal áttört kettős membrán
- két, egyenként 6-8 nm-es elemi membránból áll, amelyek között 10-40 nm-es membrán közötti tér található
- a maghártyát pórusok járók át. Ezek száma változó, minál aktívabb a sejtmag, annál több pórus található rajta – pórus-komplexek formájában

2. Nukleoplazma:

- alapját fehérjeshálakból álló váz adja
- szoros kapcsolatban áll a maghártya belső oldalán található ún. laminával
- az alapplazmában található kromoszómák anyaga a laminához kötődik, így az részt vesz a DNS-replikációban, a transzkripcióban

3. Kromatin állomány (kromoszómák)

- nem osztódó magban deszorganizálódott fonalak, ún. kromonémák formájában van jelen a sejtmagban – a fellazult struktúrájú magban a kromoszómák összessége a kromatin-állomány.

DNS

- DNS: nukleotid egységekből felépülő polinukleotid. Nukleotid egység áll: dezoxiribóz, foszforsav, nukleotid bázis (purin bázis: adenin, guanin, pirimidin bázis: timin, citozin)
- Térbeli szerkezete: kettős spirál (hélix) (WATSON és CRICK), adeninnel szemben timin, guaninnal szemben citozin bázis áll
- a DNS-hez hiszton fehérjék (bázikus hisztonok) és nem hiszton fehérjék kötődnek (savas hisztonok)

4. Sejtmagvacska

- számuk fajra jellemző
- a riboszómális RNS (rRNS) szintézisének és a citoplazmába jutó riboszóma-alegységek képzési helyei

A SEJTCIKLUS - A SEJTOSZTÓDÁS

A sejtciklus két fázisból áll:

1. két osztódás közötti fázis – interfázis (G1, S és G2 szakasz)
2. sejtmag-osztódási fázis

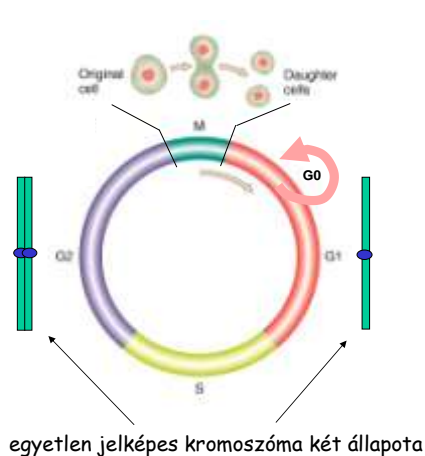
INTERFÁZIS

Egy mitózis után a sejt növekedési és differenciálódási fázisba tud lépni, ebben állandósult marad, így osztódási képességét elveszíti (G0 szakasz).

A másik lehetőség, hogy a sejt újabb sejtciklusba lép. Ez az új ciklus a G1 szakasszal (előszintézis szakasza) kezdődik. Ekkor a kromoszómák még egykromatidásak. Az interfázis S-szakaszában következik be a megduplázódásuk (DNS replikáció). Az S-fázis végére így a diploid sejt tetraploid, a haploid sejt diploid lesz. Az S-szakaszt a mitózistól egy nyugalmi fázis, a G2-szakasz választja el. Ekkor a megkettőződött kromoszómák spiralizációja és megrövidülése kezdődik el.

(Ha a sejtben minden kromoszómából két homológ kromoszóma található, a kromoszómaszám kétszeres, azaz a sejt diploid („2n”). Ilyen sejtek építik fel az ivartalan nemzedéket és a magasabb rendű növények testét. Amennyiben a sejtek kromoszómaszáma egyszeres, a sejt haploid. Ilyenek a spórák, a belőlük fejlődő ivaros nemzedékek és az ivarsejtek. Előfordul, hogy a sejtosztódás nélkül megduplázódott kromoszómák kromatidái egymástól elválhatnak, és a sejtmagban együtt maradnak. Ilyenkor beszélünk poliploidiaról. A poliploidia révén az evolúció során sok, előnyös tulajdonságú növény jött létre – pl.: közönséges búza hexaploid)

A sejtciklus



$G1 + G0 + S + G2$ = interfázis, a működő sejtek alapállapota.
 $G0$ = a tovább nem osztódó interfázisos működő sejtek állapota.

S = szintézis fázis, a teljes DNS tartalom (ezáltal minden kromoszóma) megkettőződése.

$G1$ és $G2$ = nyugalmi (működő) állapot, a kromoszómák nem láthatók mikroszkóppal.

M = mitózis, sejtosztódás miközben a megkettőződött kromatidák szétválnak.

A SEJTMAGOSZTÓDÁS

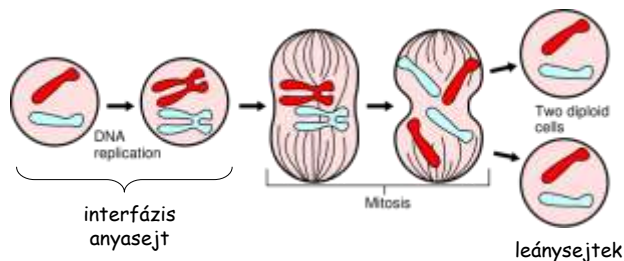
Két módja ismert:

1. AMITÓZIS (közvetlen, v. direkt sejtmagosztódás) – gombákra jellemző
 - a sejtmembránja közepén kívülről befelé haladva kettéfűzi az interfázisban megkettőződött maganyagot anélkül, hogy a kromoszómák láthatóvá válnának. A citoplazmában nem alakulnak ki magorsó fonalak, kromoszóma-húzófonalak.
2. INDIREKT SEJTMAGOSZTÓDÁS (közvetett sejtmagosztódás)
 - a kromoszómák spiralizációja közben a kromatidák megvastagodnak, láthatóvá válnak
 - a sejtekben vannak mikrotubulusok, kialakul a magorsó- és kromoszóma-húzófonal
 - típusai: mitózis, meiózis

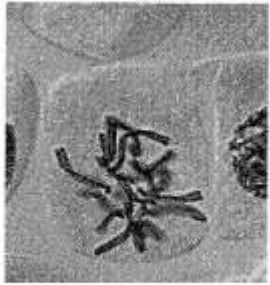
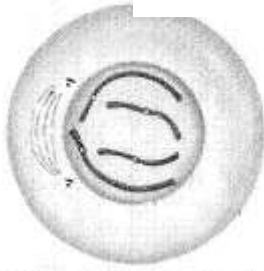
MITÓZIS

- Az anyasejt és a leánysejtek genetikailag egyenértékűek, a kromoszómák száma megegyező

Az anyasejt és a leánysejtek genetikailag egyenértékűek

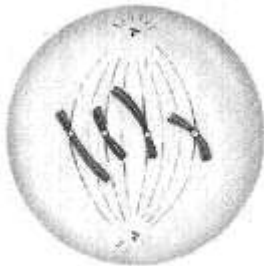


A mitózis négy egymást követő szakasza



1. PROFÁZIS

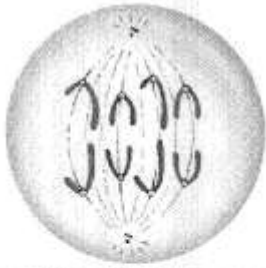
- a kromoszómák láthatóvá válnak
- a kromoszómák kettősek, két kromatidából állnak
- a testvér kromatidákat centomerek tartják össze
- a magmembrán lebomlik



2. METAFÁZIS

- Osztódási orsó alakul ki
- A kromoszómák az egyenlítői síkba rendeződnek
- Az orsó húzófonalai a kromoszómákhoz tapadnak

**A HOMOLÓG OK EGYMÁSTÓL FÜGGETLEN
KROMOSZÓMAKÉNT VISELKEDNEK**



3. ANAFÁZIS

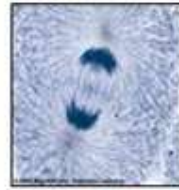
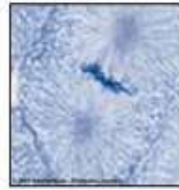
- A testvérkromatidák elválnak egymástól, a leánykromoszómává válnak
- A testvérkromatidák a centromerüknél fogva a pólusok felé vándorolnak



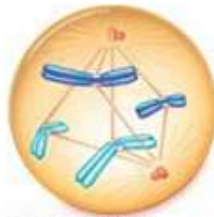
4. TELOFÁZIS

- A kromoszómák szerkezete fellazul
- Az osztódási orsó eltűnik
- Újra alakul a sejtmag hártya
- A sejt citoplazmája is kettéosztódik

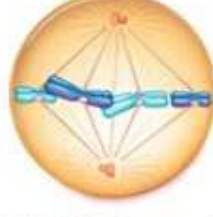
A mitózis fázisai fotón és rajzon



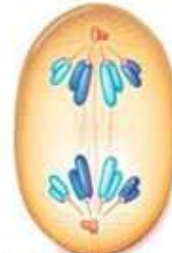
© 2011 Brooks/Cole - Thomson Learning



© 2011 Brooks/Cole - Thomson Learning



© 2011 Brooks/Cole - Thomson Learning



© 2011 Brooks/Cole - Thomson Learning



© 2011 Brooks/Cole - Thomson Learning

Prophase:
Chromosomes Condense

Prometaphase:
Chromosomes Attach

Metaphase:
Chromosomes align

Anaphase:
Chromosomes separate

Telophase:
Chromosomes relax

A meiózis

A meiózis állatoknál a gaméták termelésére növényeknél a haplospórák termelésére specializálódott sejtek osztódási típusa.

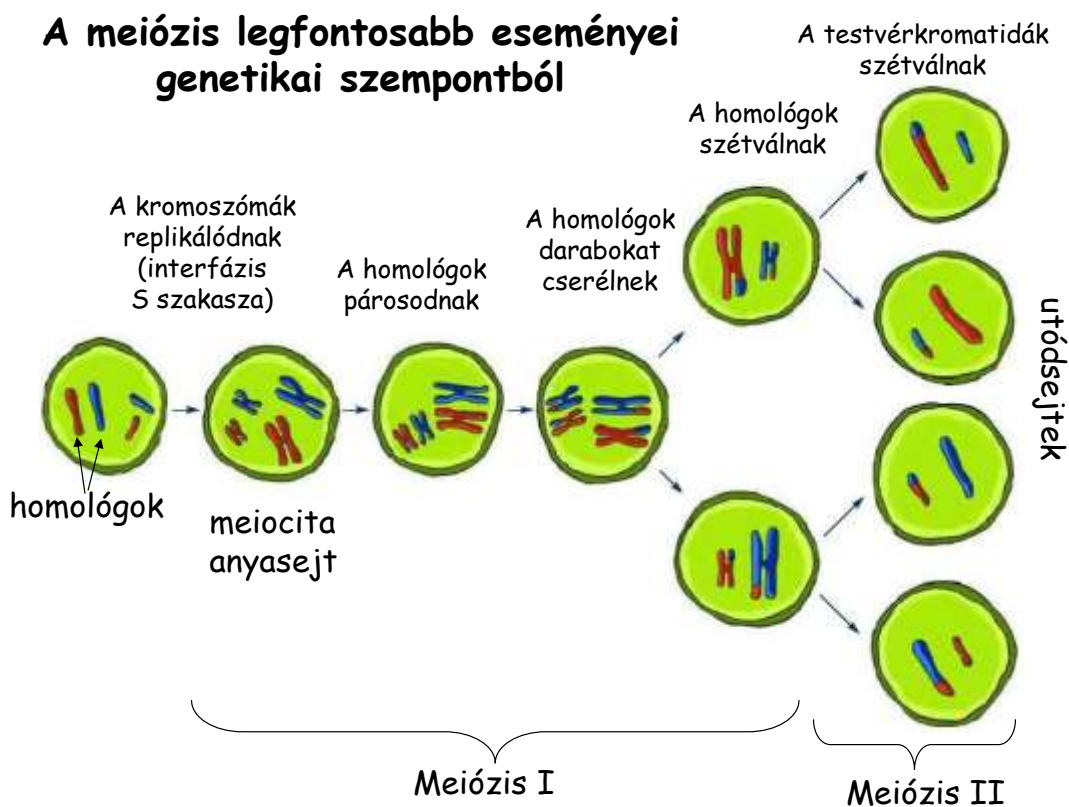
A meiózis lényegében két sejtosztódásból áll.

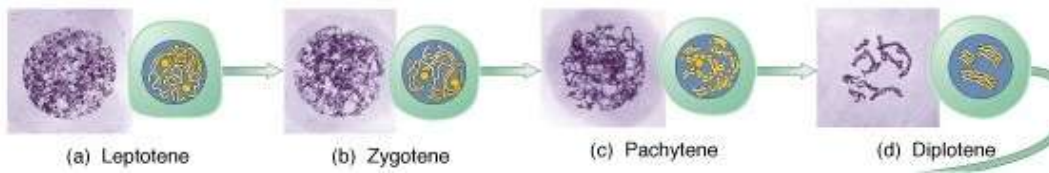
A meiózis során egyetlen meiocita anyasejtből 4 utódsejt (tetrád) másnéven meiótikus termék keletkezik.

Egyetlen meiótikus termék kromoszóma száma - ezáltal genetikai információ tartalma - pontosan fele az anyasejtének.

A négy meiótikus termék információ tartalma egymástól különböző.

A meiózis legfontosabb genetikai vonatkozása az, hogy az első osztódási szakaszban a homológ kromoszómák - Mendel első törvényének megfelelően - szétválnak egymástól és külön utódsejtbe kerülnek, mialatt a testvér kromatidák együtt maradnak. A második osztódási szakaszban a testvér kromatidák válnak szét egymástól, így az utódsejtek egy kromatidából (DNS szálból) álló de az anyasejthez képest fele kromoszóma számú kromoszóma készlettel rendelkeznek.





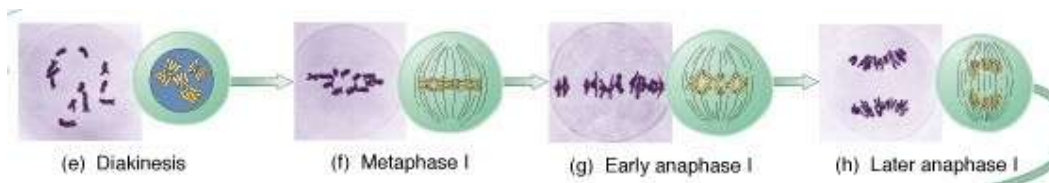
Profázis I:

Leptotén (vékony fonalas) - a kromoszómák hosszú vékony fonalként láthatóvá válnak.

Zigotén (párosodó fonalas) - homológ kromoszómák hosszuk mentén párosodnak, (szinapszist alkotnak), így egy komplexet 4 db. kromatida alkot, és minden sejtben n számú komplex van.

Pahitén (vastag fonalas) - a kromoszómák szárai megvastagodnak, megrövidülnek.

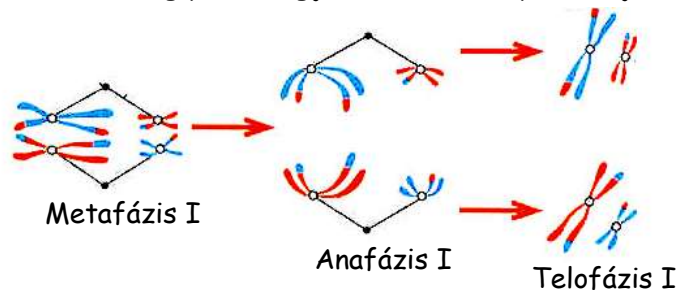
Diplotén (dupla fonalas) - a homológok kettőzöttsége nyilvánvalóvá válik, a négy kromatid (tetrád) egymáshoz tapadása lazul, **kiazmák** (átkereszteződések) jelennek meg. A kiazma a **crossing over** citológiai megjelenése.

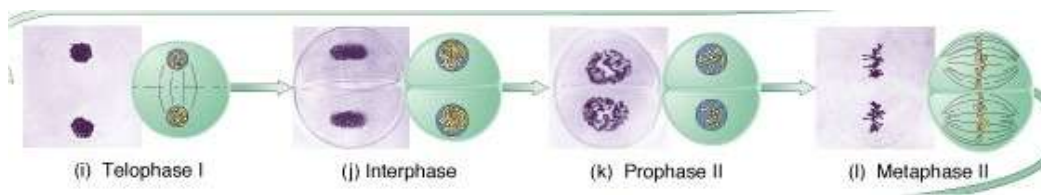


Diakinézis - a kromoszómák tovább rövidülnek, a homológokat már csak a kiazmák tartják össze, a maghártya eltűnik.

Metafázis I - a homológok az egyenlítői síkban rendeződnek, a centromerek **NEM** osztódnak, a homológok centromerei ellenkező pólushoz tartozó húzó fonalakhoz tapadnak

Anafázis I - a homológ párok tagjai az ellenkező pólusra jutnak



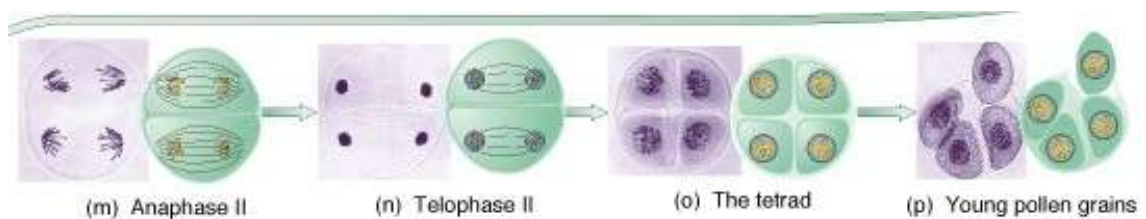


Telofázis I - fajonként változó vagy rögtön folytatódik a 2. osztódás, vagy kialakulhat a magmembrán, sőt a sejtmembrán is, de soha nincs DNS szintézis!

Az első osztódás redukciós, mert a kromoszómák (centromerek) számát a felére, a haploid számra (n) csökkenti az utódsejtekben.

Profázis II - megrövidült, haploid kromoszómaszámot mutató kromoszómák látszanak

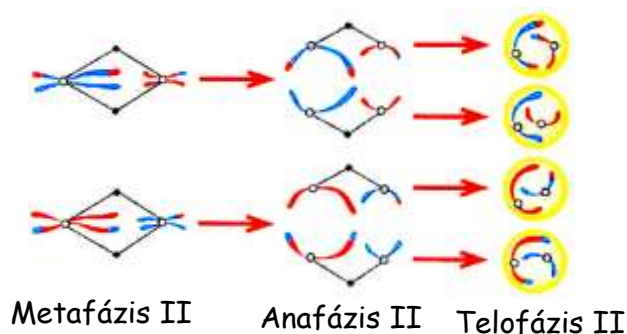
Metafázis II - a kromoszómák az egyenlítői síkba rendeződnek. A kromatidok szétválnak.



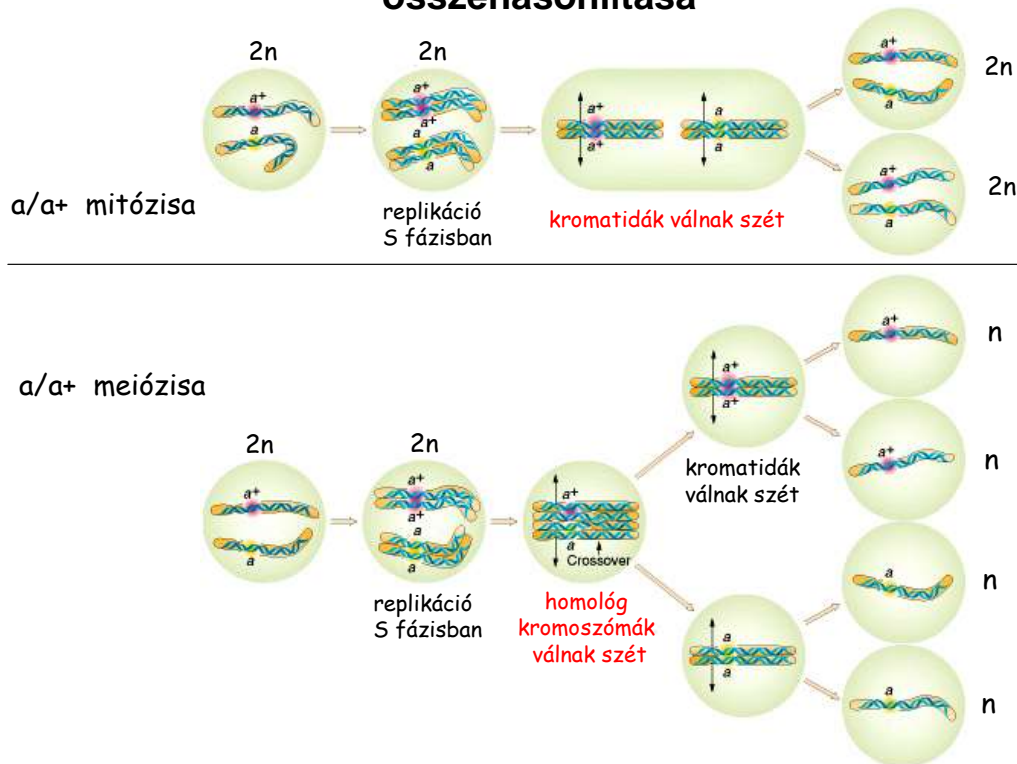
Anafázis II - A centromerek elhasadnak, a húzófonalak az ellentétes pólusokra viszik a leánykromoszómákat.

Telofázis II - Kialakul a magmembrán.

Létrejön a négy haploid MEIÓTIKUS TERMÉK vagy tetrad.



Diploid sejtek mitózisának és a meiózisének összehasonlítása



3. A KROMOSZÓMA FELÉPÍTÉSE, SZERKEZETE

DEZOXIRIBONUKLEINSAV (DNS): A kromatinállomány festődését okozza. A molekula egy kötélgáncsóhoz hasonlít (**kettős spirál**), melyet egymás köré csavarodott **polinukleotidláncok** alkotnak. Ezek monomerjei a **nukleotidok**, melyek egy **foszforsavmaradékból**, egy **pentózból (deoxiribóz)** és egy **szerves bázisból (adenin, guanin, uracil, citozin, timin)** áll. A nukleotidláncok egymással **H-kötéseket képeznek** („fokok”).

A DNS információinak RNS – be kell átíródnia. Az RNS –t enzimek feldarabolják, majd más összetételben összeragasztják. Az RNS –en végül fehérjék képződnek, amik vagy a sejt anyagaiba épülnek, vagy enzimek lesznek.

RIBONUKLEINSAV (RNS): Vázát egy **polinukleidlánc** alkotja, **cukorja a ribóz, timin helyett uracil**. Átíródáskor (**transzkripció**) a DNS egyik szálán RNS szintetizálódik.

RNS :

- **t RNS** – transzfer RNS: aminosavakat szállít a fehérjeszintézis helyére,
- **r RNS** – riboszómális RNS: rajta folyik a fehérjeszintézis
- **m RNS** – messenger RNS: hírvivő RNS - a DNS információit viszi a riboszómához, majd aminosavsorrendre fordítja.

GÉNEK: Egy fenotípus megjelenéséért felelős kromoszómarészlet. Kromoszómán elfoglalt helyük a lokusz. Együtt alkotják az egyed genetikai információját a genomot. A gének fehérjét kódoló részei az exonok, ezen kívüli darabjaik az intronok.

KROMATINÁLLOMÁNY: A DNS fehérjékhez (**HISZTONOK**) van kötve. A jól festődő részek a kromatinállomány. A nem bázikus kapcsolódófehérjék a savas hisztonok. A kromatin része még az éppen átíródó RNS és az azt katalizáló enzimek is.

A kromatinállomány 3 lépésben fejlődik nagy struktúrává:

1. Laza gyöngyfűzés szerű állapot: H2A, H2B, H3, H4 hisztonokból felépülő gyöngyöket **NUKLEOSZÓMÁKNAK** hívjuk. A nukleoszómákra a kettős DNS szálak tekerednek fel, 1 feltekeredett szakasz 166 bázispárt tartalmaz. A nukleoszómákat 40 – 60 bázispárt tartalmazó ún. linkerek kötik össze.
2. H1 segítségével a nukleoszómák összetömörülnek, DNS –t nem tartalmazó oldalukkal összetapadnak. **Mg ionokra** az előbbi lánc spirállá csavarodik, fordulatonként 6 – 7 nukleoszómát tartalmazó fonalat hoz létre .
3. Fonalak hurkokból álló rozettaszerűvé csavarodnak, egy ilyen rozetta 35000 – 85000 bázispárt tartalmaz. Info átadáskor a rozetta kis hurkai egy nagy hurokká egyesülnek, sejtosztódáskor viszont kis góccok keletkeznek

A nukleoplazmában is egy fehérjékből álló váz található. Ez szoros kapcsolatban áll a laminával, a váz kereszteződési pontjaihoz kötődnek a rozetták.

A DNS aktivitása a nukleoszómalánc kialakulásával csökken, mert a **H1** hisztonok zavarják az információk átíródását, ezért az interfázisban megfigyelhetünk olyan darabokat, melyek részt sem vesznek az információ átírásban, ezek a **HETEROKROMATINOK**, amellyek résztvesznek, azok az eukromatinok.

Sejtosztódáskor az egész kromatin pálcikaszerű kromoszómákká tömörül.

Mitóziskor a kromoszómák kettős alakban tűnnek fel, ezek a **kromatidok**, azért, hogy állományukat ketté tudják osztani. A kromatidákat a **centromeron** nevű képlet tartja össze. A kromatidok a **MÁTRIXBAN**, alapanyagban foglalnak helyet.

A centromeron az ún. elsődleges befűződéseknél van, osztódáskor a befűződés két oldalán egy – egy korong alakú a kromoszómafonalak megtapadására szolgáló, ún. **KINETOKOR** képződik.

A SEJTFAL FELÉPÍTÉSE, ANYAGAI

A növények protoplasztját a sejtfal veszi körül, a protoplaszt a belső környezettel a sejtfal révén teremt kapcsolatot.

Funkciója:

- szilárdít (szárazföldi növények elterjedése)
- csökkenti a külső környezet hatásait
- viseli a turgornyomás erejét
- véd a kórokozók, kártevőkkel szemben
- **OLIGOSZAHARIN** hormont termel, mely véd a kórokozók ellen

Az új sejtfal alapja a sejtlemez, mely az osztódás végén jön létre (fő anyaga a **Ca-pektát**). A sejtek erre a vázra rakják saját falanyagaikat (appozíció), ettől kezdve a sejtlemezt már középlemeznek nevezzük. A sejtmegnyúláskor képződő falak az elsődleges sejtfalak, a megnyúlás után képződők a másodlagos sejtfalak. Így rétegek jönnek létre, legidősebb a legbelül elhelyezkedő középlemez.

A prokarióták sejtfala mureinből, a gombáké kitinből áll. A növényi sejtfal főbb alkotói a **PEKTIN, HEMICELLULÓZ, CELLULÓZ** és néha **fehérjék is előfordulnak bennük.**

A fal fehérjéi a többi komponenshez egy arabinogalaktán nevű pektinegységen át kötődnek. A hemicellulóz molekulák H-kötésekkel kapcsolódnak a cellulózmolekulákkal és kovalens kötésekkel a pektinnek, így a fal cellulózrostjait a pektinnek a hemicellulóz kapcsolja össze úgy, hogy a cellulózrostokat a hemicellulóz molekulák, a hemicellulózokat a pektin veszik körül. Tehát a pektin szerepe a szomszédos cellulózrostok összekapcsolása. A cellulóz egységeken belül a molekulákat a H – kötések tartják össze.

A hemicellulózok és pektin a GOLGI – ből, a fehérje pedig az ER – ből származik. A cellulóz szintetizálásának helye a plazmalemma. A sejt alakját a plazmalemmán belül elhelyezkedő mikrotubulusok szabják meg.

A 20 – 30 nm átmérőjű cellulózegység (**fibrillum**) 15 – 20 elemi rostból áll. Minden rost un. micellumokat hoz létre. A micellumokat a cellulózmolekulák tartják össze. Az ezek közti üregeken csak kismolekulák (viz) juthatnak be. A fibrillumok kötegei a sejtfalrostok.

Az elsődleges sejtfalat pektinszerű anyagok alkotják, a másodlagost cellulóz.

Sejtfalvastagodás típusai:

- Helyenkénti (csak bizonyos helyeken)
- Részleges (csak a fal bizonyos részei)
- Általános (a fal nagyobb része)
- Teljes

Másodlagos sejtfal - Sejtfalvastagodás

a. Centrifugális/ a fal kifelé vastagodik b. Centripetális/ a fal befelé vastagodik

1. Rárákódással

pl.: pollenek

2. Beékelődéssel

pl.: növényi szőrök

1. Helyenkénti

pl.: csapos, léces, létrás, hálózatos, gyűrűs, spirális – tracheidák

2. Részleges

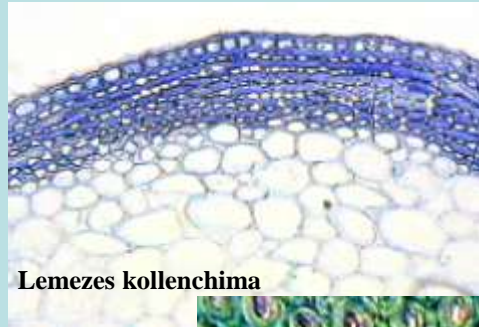
pl.: lemezes-, sarkos kollencima

3. Általános

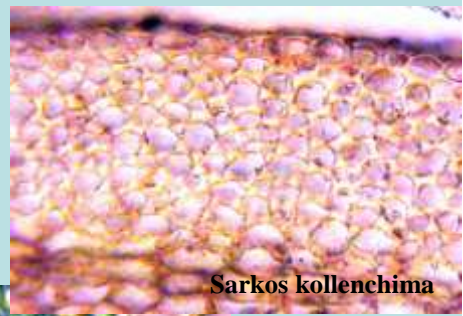
pl.: gödörkés, udvaros gödörkés, csatornás – kősejtek

4. Teljes

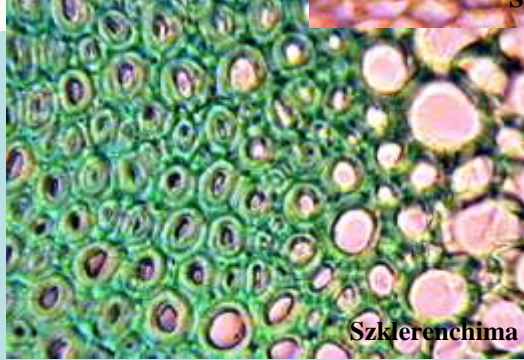
pl.: szklerenchima



Lemezes kollenchima



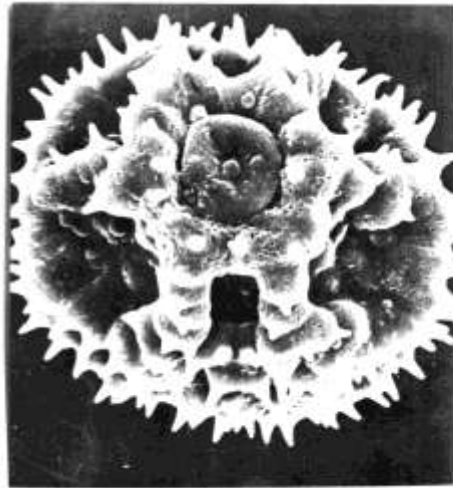
Sarkos kollenchima



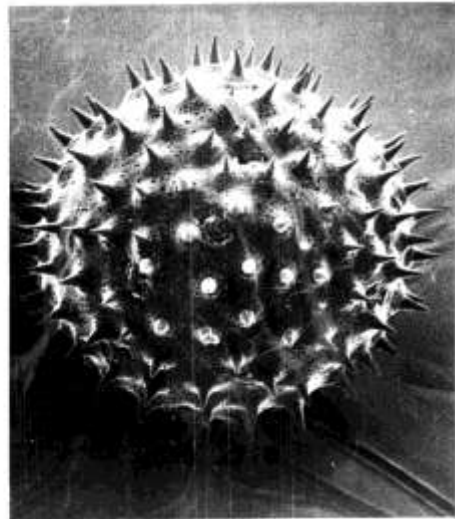
Szklerechima

Taraxacum officinale

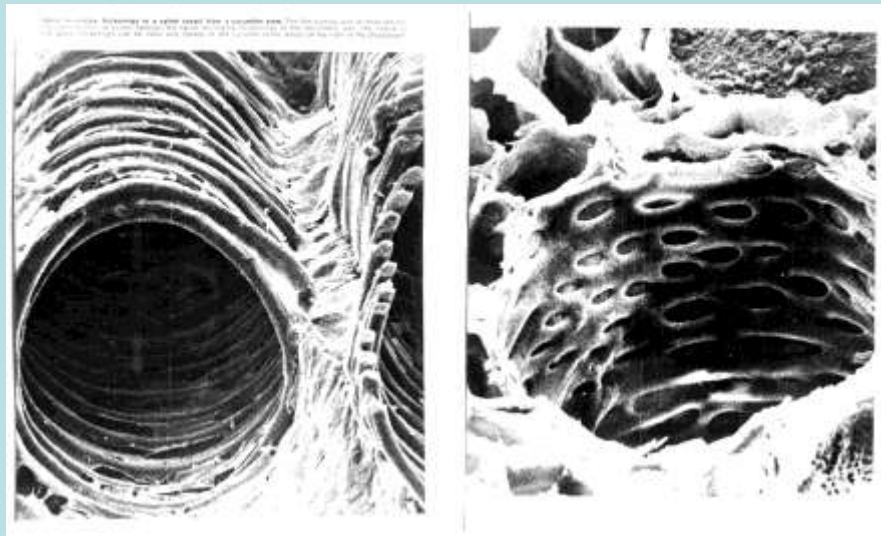
Gossypium hirsutum



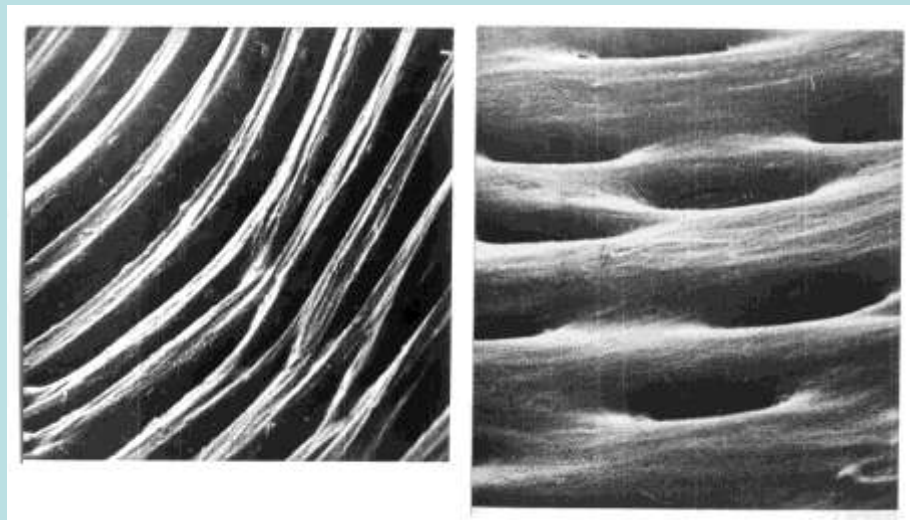
Back part of the common dandelion, *Taraxacum officinale*



Spirális és gödörkés sejtfalvastagodás a *Cucumis sativus* tracheáiban



Lépcsős és gödörkés sejtfalvastagodás a *Cucumis sativus* tracheáiban



Egyes esetekben az öregedéssel nemhogy vastagodás, hanem a fal felszivódása tapasztalható, pl. a tracheák kialakulásánál (**inkrusztáció**). Inkrusztáló anyag a faanyag (**lignin**), **Ca – oxalát, nyálka, mézga**. A másodlagos sejtfalon sokszor kémiai anyagok halmozódnak föl (**adkrusztáció**). Adkrusztáló anyag például a **para, kutikula, viasz**.

FAANYAG

Fenolszármazék. Szilárdít, de a fal vízáteresztő képességét nem változtatja meg. Szerepe van a szárazföldi élet kialakulásában. A tracheidák elhalt sejtfalukban raktározzák és fatestet képeznek.

PARA ÉS KUTIN

A parásodott és kutinizálódott sejtfalak kevésbé engedik át a vizet és gázokat, így csökkentik a párologtatást. A fiatal részeket a kutin, a másod, harmadlagos bőrszövetet a para borítja. Sebeken szintén pararéteg alakul ki, a gyökerek endodermisz és a C4- esek nyalábhüvelyében szigetelő feladatokat lát el.

KALLÓZ

A rostacsődarabokban tölt be szigetelő szerepet. Megakadályozza, hogy a csövekben áramló cukoroldal a beáramló víz miatt felhiguljon. Pollenszemeket vesz körbe, megakadályozva, hogy más sejtekkel plazmakapcsolatot létesítsen. A pollentömlőben a protoplasztot választja el az üres tömlőtől, ezáltal biztosítja a megfelelő turgiditást. Idegen pollen és bibe találkozáskor lezárja a bibét.

VIASZ

A kutikulát borítja. A protoplasztól a sejtfalig vándorolnak. A spórák, pollenek takarását végző sporopollenin a szervesanyagok egyik legellenállóbbja.

KOVA

Pázsitfűfélék, sások, zsúrlók, kovamoszatok sejtfalának alkotója. A csalán szőrei ettől olyan törékenyek.

FAFESTŐ ANYAGOK

Megakadályozzák a fa korhadását.

MÉZGA

A sejtfalak sérülés hatására elmézgásodhatnak, jelentősége a seblezárás.

NYÁLKA

Sok baktérium, alga sejtfa elnyálkásodik, és benne sejtcsoportok épülnek. Egyes növények (len) maghéjának külső sejtfalai is nedvesség hatására nyálkássá válnak.

OSZTÓDÓ SZÖVETEK, MERISZTÉMÁK (CSÚCS, INTERKALÁRIS, MERISZTEMOIDOK)

Megkülönböztetünk **ősmerisztémát, iniciális sejteket és merisztémát.**

Ős vagy promerisztéma: Az embrió hajtás és gyökértenyészképének osztódó, alig differenciálódott sejtjei. Miattuk képes a növény egész élete során növekedni.

Iniciális sejtek: Ősmerisztémákhoz tartoznak, a zigótán keresztül a folytonosságot tartják fent a szülő és utód tulajdonságai között. Ők hozzák létre az ősmerisztéma sejteket.

Merisztémasejtek: A differenciálódott promerisztémasejtek utódai. A kialakulóban levő szövetek képzői csoportjaik a **HISZTOGÉNEK.**

Elsődleges merisztémák: Az ősmerisztémákból differenciálódtak. 3 típus:

- **Bőrszövetképző (dermatogen)**
- **Alpszövetképző (periblema)**
- **Szállítószövetképző (preloma)**

Elsődleges továbbá a csúcsmerisztéma, mely a hajtás és gyökér elsődleges szöveget hozza létre. Fontos elsődleges merisztéma a közbeiktatott (interkaláris) merisztéma, mely a hajtás szártagjainak megnyúlását és a levélhüvelyek, levélhüvelyek növekedését eredményezi.

A másodlagos merisztémák az érett növényi szövetek osztódásával, differenciálódásával jönnek létre. Ilyen a másodlagos bőrszövetet létrehozó parakambium, a **nyalábközi** és **sebkambium**, továbbá az **egyszikűek szárvastagodásában** és a **répatest vastagodásában** is szerepet játszhat.

Az osztódó szöveteket csoportosíthatjuk a kialakított szövet alapján is:

- **bőrszövetképző**
- **szállítószövetképző**
- **alapszövetképző merisztémák**

Csoportosíthatunk helyzetük szerint is:

- **csúcs**
- **oldal**
- **interkaláris**
- **merisztemoidokat különböztetünk meg**

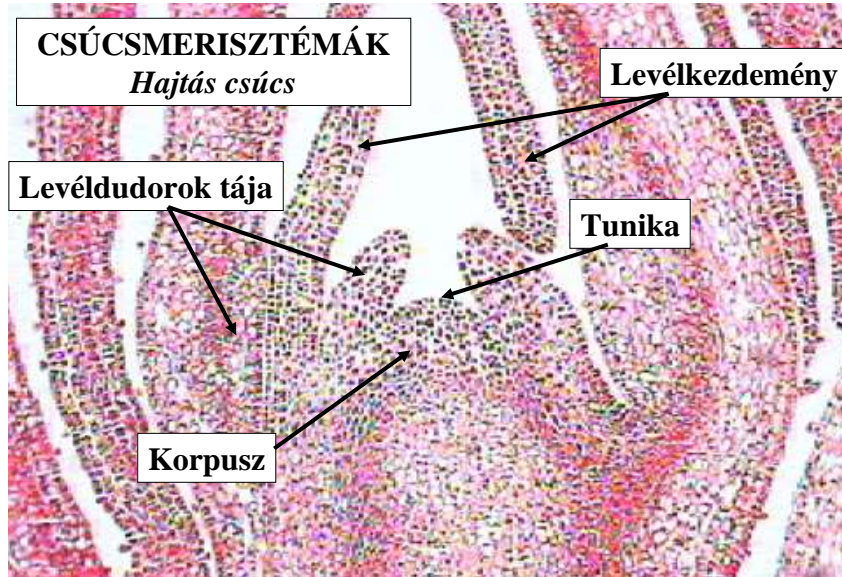
CSÚCSMERISZTÉMÁK

A mag csirázásakor a rügyecske és gyököcske osztódó szövegeteinek differenciálódását teszi lehetővé. Kezdetleges formája már a harasztokban is van.

A nyitvatermők hajtástenyészcsúcsa többretegű osztódó sejtekből áll.

A zárvatermők hajtástenyészcsúcsának differenciálódáselmélete **a TUNIKA – KORPUSZ** elmélet. A tenyészcsúcs tetején levő sejt sor a tunika, amely osztódva gyarapítja a felszínt. Az általa létrehozott sejtek eredményezik a **protodermát**, melyből a hajtás bőrszövegete ered. A tunika alatti sejtcsoport a korpusz, mely az

epidermisz kivételével a hajtás egészét alkotja. A tunikasejtek osztódása váltja ki a korpuszsejtek osztódását, az oldalhajtások a tenyészcsúcstól távol, valamely levélkezdemény hónaljában alakulnak ki, melyek intenzív osztódással új tenyészkúpot alakítanak ki.

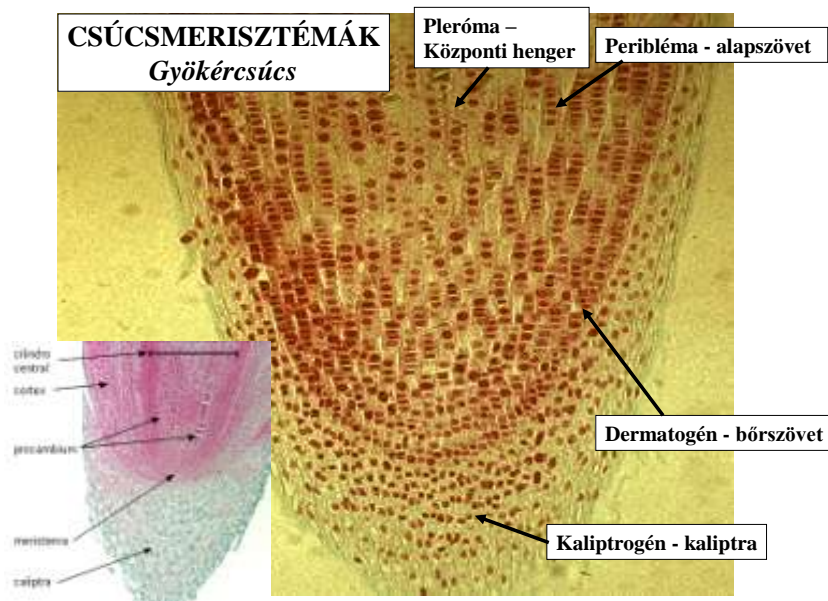


1. PROTODERMA
2. ALAPMERISZTÉMA, PROKAMBIUM
3. Levéldudorok tája

A gyökér tenyészcsúcsának promerisztema sejtjei iniciális sejtekből differenciálódnak. A kétszikűekben 3 féle promerisztema található:

- dermokaliptrógén
- kéreg
- központi henger promerisztemája

A dermokaliptrógén a bőrszövetképző dermatogént és a gyökérsüveget képz.



Az egyszikűekben is háromféle promerisztema alakult ki:

- **gyökérsüveget**
- **kérget, dermatogént**
- **központi hengert képző promerisztema**

Belőlük alakul ki aztán az epidermiszt, központi hengert képző **kaliptrogén, dermatogén, peribléma és preloma**.

INTERKALÁRIS MERISZTÉMA

Legismertebbek a Poacea fajok szártagjaiban és levélhüvelyében vannak. Elősegítik a szalmaszár megnyúlását. Az interkaláris merisztemasejtek általában a csomók fölött, a szártagok alsó (**bazális**) részén vannak és osztódnak, az osztódás miatt a szárban rexigén sejtközötti járatok lesznek.

Az interkaláris merisztemák a csúcsmerisztemákból lesznek, a vegetációs időszak utolsó osztódó sejtjei, leállásukkal a szár növekedése megszűnik.

Kétszikűekben is vannak ilyen merisztemák, a tőlevélrózsás növények gyors szárbaszökését eredményezi és vannak a fiatal levelekben is.

MERISZTEMOIDOK, SEBKAMBIUM

Az oldalszerveket alakítják ki. A sejtek körül osztódásgátló periféria van, mely csak rügyvesztéskor tűnik el.

Másodlagos osztódó szövet a sebkambium is, mely parásodott falú sejteket képez a sérüléseken. Az oltás, szemzés technikája is a sebkambium miatt valósulhat meg.

ALAPSZÖVET RENDSZEREK

A bőr- és szállítószövetekbe nem tartozó részek. A gyökérben a **periblémából**, a hajtásban az **alapmerisztemából** képződik. Lágyszárúakban hozzájárul a szilárdításához. A hervadás az alapszöveti sejtek vízvesztésével magyarázható.

VALÓDI ALAPSZÖVETEK

Vékony sejtfal, élők, plazmát tartalmaznak. Parenchimasejtek szoros kapcsolatai alkotják. Jól regenerálódnak. Sebzéskor bennük sebkambium fejlődik. Alapszövet alkotja a levél mezofillumának, gyökér és szár kéregrészenek, módosult szerveknek, kétszikűek sziklelevelének, magvak endospermiumának fő tömegét.

A parenchimasejtek közti kapcsolatban nagy szerepe van a pektinrétegnek, ha a pektin víz hatására megduzzad, a sejtek alkotta szövet lazábbá válik, esetleg szétesik. Gyümölcséréskor a **PEKTINÁZ** enzim bontja a pektint, a burgonya, birs főzés hatására ezért puhul meg.

Az alapszövetekre jellemzők a sejtközötti (intercelluláris) járatok, melyeknek 4 alapvető típusa van :

- **szkizogén**
- **lizigén**
- **szkizolizigén**
- **rexigén intercelluláris**

Szkizogén: Hasadással jön létre, 2 parenchimasejt sejtfa szétválík. Az üregek általában levegővel teltek, pl. a vízi növények levegőtartó alapszöve. Sokszor anyagcseretermékek (gyanta, illóolaj) halmozódnak föl benne.

Lizigén: Oldódással keletkezik. Az érintkező sejtfaak enzim hatására feloldódnak. Váladékanyagai: tejnedv, gyanta, illóolaj egybeolvad.

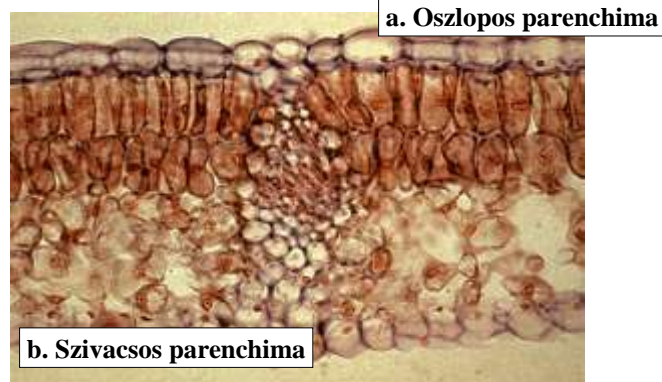
Szkizolizigén: Hasadással kezd kialakulni, később a körülvevő sejtfa falai feloldódnak, a járat tágul. Ilyen pl. a fenyők gyantajáratai.

Rexigén: A sejtfa fala az egyenlőtlen osztódás miatt kettészakad. Pl. szalmaszár

Típusai:

1. ASSZIMILÁLÓ ALAPSZÖVET: Parenchimasejtfaakból álló, dús plazmájú, zöld színtestet tartalmazó szövet. A levél mezofillumában található és a fiatal száraak epidermisz alatti rétegében. Az asszimilálás mellett párologtat, gázcserét végez. Az asszimilátumok nagy részét az OSZLOPOS PARENCHIMA képzí.

a/1. Asszimiláló alapszövet



2. RAKTÁROZÓ ALAPSZÖVET: Fénytól elzárt szervekben található meg. Plasztiszáiban, vakuólumaiban cukrot, olajat, keményítőt, fehérjét stb... halmoz fel. Az elraktározott anyagok csírázásakor, rügyfakadásakor haszn. fel. Ilyen van a karógyökérben, répatestben, ággumóban, hagymában, termésekben, magvakban. Gyakori raktározóhely a kéregállomány és a bélszövet.

a/2. Raktározó alapszövet



- keményítő
- cukor
- olaj
- fehérje
- hemicellulóz

3. VIZTARTÓ ALAPSZÖVET: Szárazságtűrő növényekben olyan szövet, mely a víz tárolását biztosítja vakuolumaiban. Pl.: kaktuszok, kövirózsa

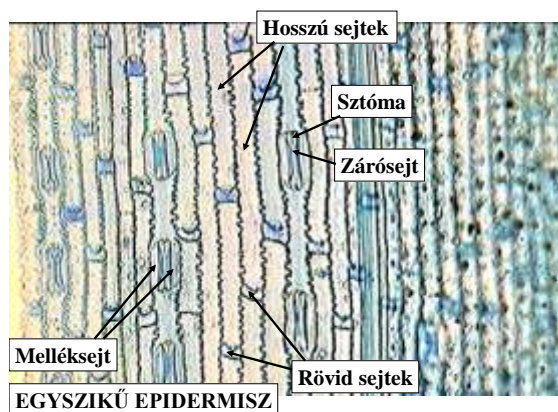
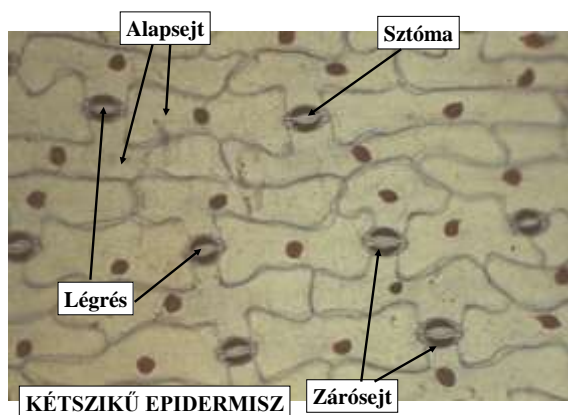
4. ÁTSZELLŐZTETŐ ALAPSZÖVET: Hasadással kialakuló nagy, levegővel telt sejtközi járatokkal. (intercelluláris). A vízi, mocsári növények víz alatti szerveiben a gázcserét tartja fenn.

ELSŐ, MÁSOD, HARMADLAGOS BŐRSZÖVETRENDSZEREK

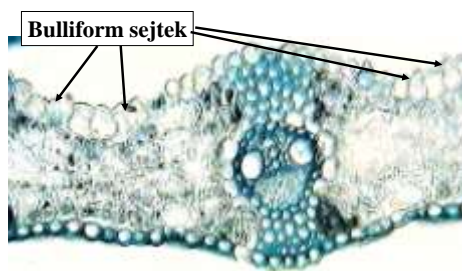
A növény felszínén van és annak védelmét szolgálja, továbbá összekapcsolja a környezettel.

ELSŐDLEGES BŐRSZÖVETEK

A fiatal hajtás felszínén a **protodermából** származik (**epidermisz**). Feladatai a gázcsere, párologtatás, védelem. Véd az UV sugárzástól, vízvesztéstől, parazitáktól. Tárolhat anyagcseretermékeket, kiválaszthat, bizonyos sejtjei fotoszintetizálhatnak is (sztómák). Ha a protoderma sejtjei csak a felszinnel merőlegesen osztódnak egyrétegű, ha a felszinnel párhuzamosan is többretegű epidermisz lesz. A sejtek felszínei hullámosak, köztük intercellulárisok nincsenek. A sztómák kivételével zöld szintesteket nem tartalmaz. A Poaceae fajokban hosszúsejtek és rövidsejtek (fedőszőr) van de lehet kova és parasejtek is, továbbá előfordulnak **könyöksejtek (bulliform)**, melyek aszály idején csökkentik a turgort, a levéllemez besodródik ezzel csökkentve a párologtatást.

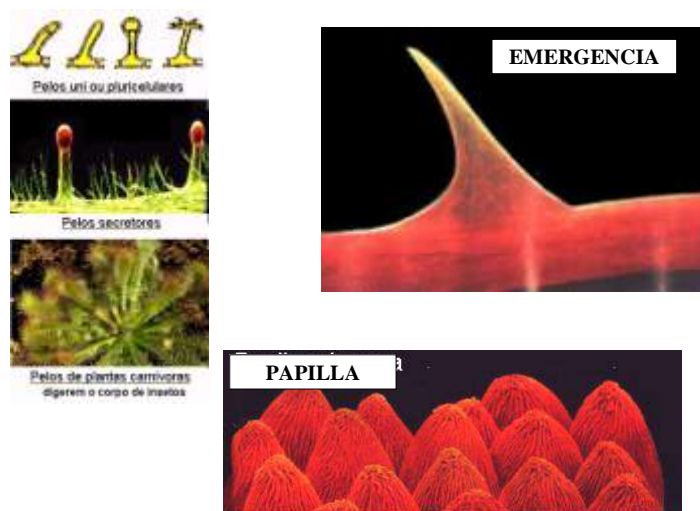


Pázsitfű-levél keresztmetszet



Az epidermisz védőfunkciójában szerepet játszik sejtfalainak **KUTIN** tartalma. A **kutikularéteg** nagyon ellenálló, csökkenti a vízvesztést és véd a mikroorganizmusokkal szemben. Sokszor található a bőrön viaszréteg is .

Az epidermiszen gyakran vannak szőrképletek (**trichoma**). A szőrsejt tartalmazhat levegőt **FEDŐSZŐR**, plazmát és kiválasztási terméket **MIRIGYSZŐR**, ami váladékot termel és választ ki, a kiválasztott anyag lehet nyálka, mézga, sav, cukor.



A **PAPILLA** kitüremkedés, a szirmok bársonyosságát okozza. Fedőszőr lehet egyszerű, elágazó, csillag, pikkely alakú. Gyakori a **csalánszőr**, melynek epidermisz alatti bazális része, alatta lévő szövetből származik, nyaki része pedig fejecskében végződik, mely méz és kovatartalma miatt könnyen letörik és a felszínre jutó **acetilkolin** viszketést okoz.

Magvakon, terméseken gyakori a **REPITŐSZŐR**, **KAPASZKODÓSZŐR** (bogánecs).

Az epidermisz ingereket is felfoghat érző és felszívószőreivel.

Az epidermisz gázcserét is végez sztómái segítségével. A sztómák **sztómaanyasejtekből** képződnek, melyek kettéosztódva 2 zárósejtet alkotnak, melyek között szkizogén intercelluláris járat keletkezik hasadással. Sztómák a fonákon vannak általában, vannak szintbeli **MEZOFITON**, süllyedő **XEROFITON** és kiemelkedő **HIDATOFITON** fajtái. A xerofitont kutikula borítja, mely csökkenti a párologtatást.

A sztóma zárósejtje bab alakú, turgor növekedésekor hasi oldala megnő és a légrés kinyílik. A Poaceae sztómákban a piskótaalakú zárósejtek végei duzzadnak meg.

Az epidermisz vizet is ki tud választani módosult gázcserenyilásain a **HIDATÓDÁKON** keresztül, a vizet a gyökérnyomás löki ki (**GUTTÁCIÓ**) .- ezek a nyílások nem képesek nyitás – zárásra. A víz a levél legkisebb nyalábjából, a sejtközötti járatokon keresztül, A **HIDATÓDÁKHOZ** kapcsolódó **EPITÉMASEJTEK** segítségével jut a felszínre.

A fiatal gyökér elsődleges bőrszövege az **EPIBLÉMA**. Feladata a víz és ionok felszívása. Sejtfalai vékonyak, rajta nem alakul ki viasz, vagy kutikularéteg, sztómát nem tartalmaz.

Képződményei az epiblmasejtek kitüremkedésével képződő gyökérszőrök, melyek sejtjei dús citoplazmájú, nagy vakuolumú, a csúgy közelében nagy sejtmagvúak. A gyökérszőröket fejlesztő epiblmasejtek a **TRICHOBLASTOK**. Hosszuk 0.08 – 1.5 mm, Egy mm² felületen 200 – 500 szőr is található.



Az elpusztuló szőrök leválnak, és az elsődleges kérek legkülső sejtje az **EXODERMISZ** kerül felszínre, majd másodlagos vastagodáskor kialakul a másodlagos bőrszövet a **PERIDERMA**.

MÁSODLAGOS BŐRSZÖVETEK (periderma)

Másodlagos vastagodáskor az elsődleges elszakad, a szakadás helyén a sebhormonok hatására merisztémaképződés indul. A kialakuló másodlagos merisztéma PARAKAMBIUM kifelé **paraszövetet (fellom) - (paraziták elleni védelem), befelé paraalapszövetet (felloderma) alkot. Ez az egész a PERIDERMA.**

Ha a paratartalmú szövetek közé para nélküli sejtsorok épülnek be, **POLIDERMÁRÓL** beszélünk.

A fellom téglalap alakú sejtjei jól illeszkednek, ezért jó hőszigetelők, továbbá kis mértékben engedik át a levegőt és a vizet. Esetenként a peridermán **PARASZEMÖLCSÖK** jönnek létre úgy, hogy a sztómáknál a fellom szétszakad és **TÖLTŐSEJTEK** jönnek létre, melyek sejtfalai parát nem, csak cellulózt tartalmaznak. A szemölcsök szerepe a kapcsolattartás a belső szervek és a külvilág között.

Egyszikűekben nincs periderma.

HARMADLAGOS BŐRSZÖVETEK

A szár, gyökér további vastagodásánál a periderma megszakad, a kéreg lekopik, a parakambium a hánccsészében alakul ki, a hánccselemek is megjelennek a bőrszövetben és kialakul a harmadlagos bőrszövet a **RHYTIDOMA**. A rhytidoma az évelő fákra

jellemző, kéregként jelenik meg, mely megrepedezik és leválik. A leválást a **FELLOID** nevű parenchimaréteg okozza.

SZÁLLÍTÓSZÖVETRENDSZER

Szállításra módosult szövetek először a barnamoszatokban jelentek meg, a mohákban a szállítósejtek kötegeket alkotnak.

A szállítószövetrendszer alkotói a szállítás irányába megnyúltak, az egymás fölötti sejtek harántfalai ferdek, egymással szorosan illeszkednek.

Az anyagok a farészben (xilem) a kisebb vízpotenciál irányába mozognak, a phloemben a felhasználás helye szabja meg az áramlás irányát. A xilem és phloem edénnyalábokat alkotnak. A farész sejtjei plazma nélküliek. A farész sejtfa vastagodott, a cellulózzrétegekbe lignin faanyag ágyazódik, mely csökkenti a fal vízáteresztő képességét.

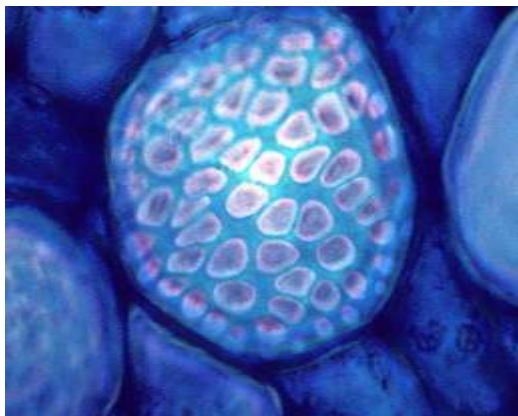
HÁNCSRÉSZ

Asszimilátumokat szállít. A prokambiumból primer floemelemek fejlődnek, ilyen van például az egyszikűekben és a másodlagos vastagodásra nem képes kétszikűekben. A fiatal növények megnyúlt háncssejtjeinek harántfalai kis idő múlva feleldodnak, először a **protofloem**, majd a **metafloem** elemek differenciálódnak. Az asszimilátumokat a metafloem szállítja. A másodlagos háncs a kambiumból fejlődik. A vegetáció végére a háncs szállítóelemei eltömődnek és háncsrostok képződnek. December elejére a sejtek plazmatartalma degenerálódik és megkezdődik a nyugalmi időszak.

A HÁNCSSZÁLLÍTÓSEJTES ELEMELI

ROSTASEJTEK: A harasztok és nyitvatermők háncselemei, de a zárvatermőknél is előfordul. Megnyúlt, plazmatartalmú sejtek, feloldódik a sejtmag, eltűnik a tonoplaszt és kialakul a **MIXOPLAZMA**. Az ER a sejtfa mellett húzódik.

ROSTACSO: A zárvatermők elemei. Több sejt fúziójával alakul ki, végfalai **ROSTALEMEZT** alkotnak. Idősebb korban a lemezre **KALLÓZ** rakódhat le, eltömve azt. A lemezeknek nagy pórusai vannak és 1 —3 évig működnek.



KISÉRŐSEJTEK: A rostacsó mellett vannak, nyitvatermőkben nincs, helyettük parenchimasejtek működnek.

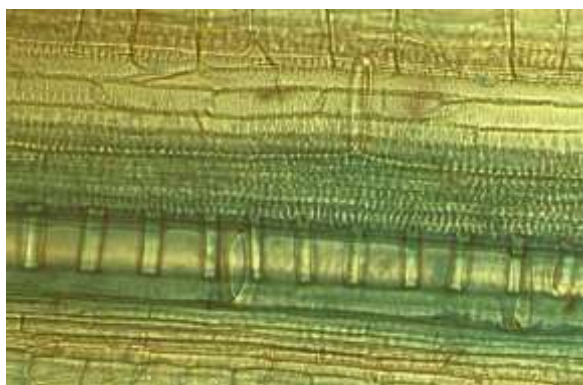
HÁNCSPARENCHIMA: Vékony sejtfalú, élő plazmatartalmú, szállító és raktározósejt.

HÁNCSTROST: A háncsrész szilárdító eleme, sejtjei nyúltak, vastag falúak.

KAMBIFORM SEJT: Hosszú, rost alakú, de vékony falú háncselem.

FARÉSZ

Feladatai a víz és ásványianyag szállítás, szilárdítás, raktározás. Elemei a prokambium és kambium belső oldalán keletkeznek. A prokambiumból elsődleges, a kambiumból másodlagos xilemelemek fűződnek le.



A FARÉSZ SEJTES ELEMEI

TRACHEIDÁK: A farész vízszállító sejtjei. Hosszú, ferde harántfalaikkal egymásba nyúló sejtek. Sejtfaluk lehet gyűrűs, spirális, hálózatos, gödörkés. Plazmájuk felszívódott.

TRACHEÁK: Vízszállító csövek, több sejt harántfalának felszívódásával jönnek létre. Zárwatermőkre jellemzők, átmérő 0.05 – 0.08 mm, hosszuk változó. Jellemző a gyűrűs és spirális sejtfallvastagodás. Idővel gyanta, keményítő, kristályok halmozódnak fel benne. Sejtfalukat festék, vagy cseranyagok konzerválják.

FAPARENCHIMA: A xilem plazmatartalmú, vékony sejtfalú eleme. Funkciói a szállítás és raktározás. A kambium bélsugarú iniciálisaiból képződik.

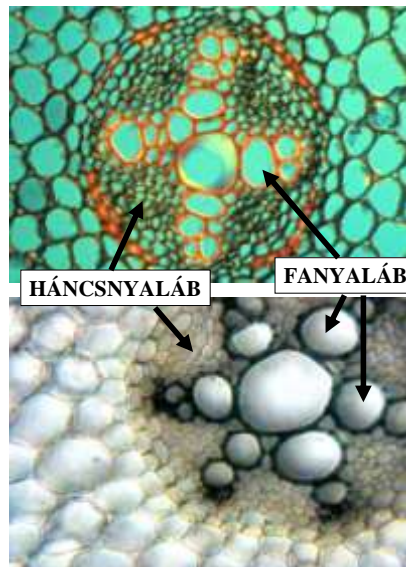
FAROST: Megnyúlt, vastag falú elemek, feladatuk a szilárdítás.

EGYÉB ALKOTÓK: Rosttracheidák (vastag falú tracheida), rekeszes rost, pótlórost

A SZÁLLITÓPÁLYÁK TIPUSAI

A pályák rostokat nem tartalmazó része a **HADROM**, rostmentes része a **LEPTOM**. A farostokat tart. részeket xilémnek, a háncstrostokat tartalmazókat floémnek nevezzük. A szállítószövet gyakran **HENGERPALÁSTOT** alkot. A kambiumok befelé faelemeket, kifelé háncselemeket alkotnak. Sokszor a prokambium a pályákat kötegekben, edénnyalábokban fűzi le.

Egyszerű szállítónyaláb: A fa és háncsnyaláb külön alkot kötegeket. Az egyszerűkűeknél jellemző, a prokambiumból differenciálódik. Általában elrendeződése sugarasan szimmetrikus.



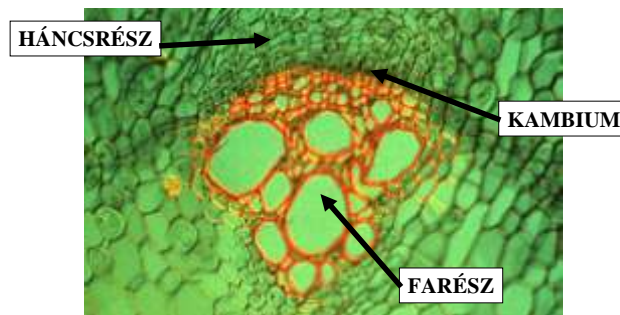
Egyszerű nyaláb
fiatal, nem vastagodott gyökér

- fa- és háncsszövet külön köteget alkot
- Kétszikű gyökér: kevés háncs- és fanyaláb – oligarch (2-4)
- Egyszerű gyökér: sok nyaláb – poliarch (5-)

Összetett nyaláb: Háncs és farész egymással érintkezik.

- kollaterális nyílt: fa és háncs egy oldalon érintkezik, közöttük kambium működik. A legtöbb kétszikű szárában

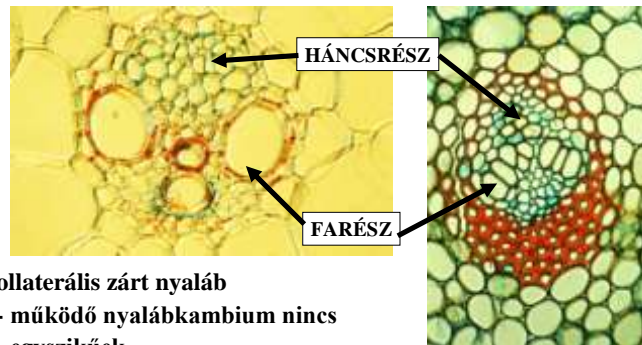
Összetett szállítónyaláb
Fa- és háncsszövet egy kötegben



1. **Kollaterális nyílt nyaláb**
 - működő nyalábkambium
 - nem vastagodott kétszikűek

- kollaterális zárt: fa és háncs egy oldalon találkozik, köztük nincs kambium Egyszerűkűekre, zsurlókra, másodlagos vastagodásra nem képes növényekre jellemző

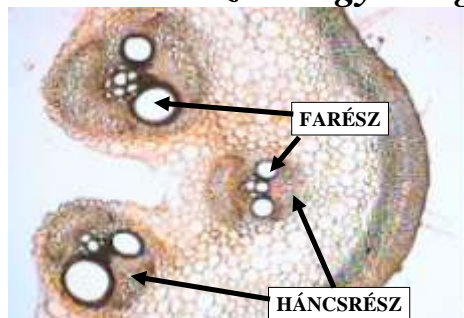
Összetett szállítónyaláb *Fa- és háncsszövet egy kötegben*



2. Kollaterális zárt nyaláb

- működő nyalábkambium nincs
 - egyszikűek
 - másodlagos vastagodásra nem képes szervek – pl.: levélnyel, virágkocsány
- bikollaterális nyaláb: oldalán háncskötegek differenciálódnak, köztük kambium működhet. Pl.: tökfélék, Solanaceae

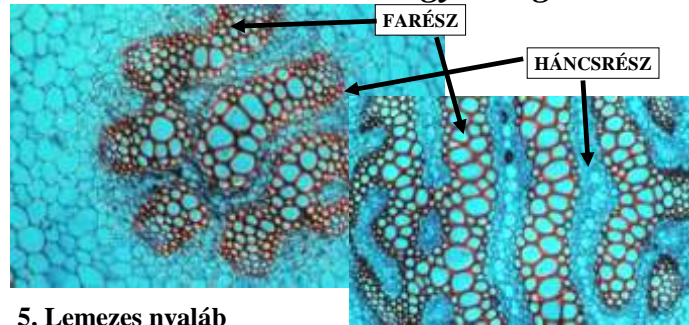
Összetett szállítónyaláb *Fa- és háncsszövet egy kötegben*



3. Bikollaterális nyaláb

- közepén farész, külső- és belső oldalán 1-1 háncsköteg
 - működő kambium
 - Tökfélék családja
- koncentrikus nyaláb: kambium nincs, van mikor a fát veszi körül a háncs és van amikor fordítva
 - lemezes nyaláb: párhuzamos lemezekben váltakozva fa és háncselemek differenciálódnak

Összetett szállítónyaláb *Fa- és háncsszövet egy kötegben*



5. Lemezes nyaláb

- párhuzamos lemezekben váltakozva háncs- és farész
- pl.: korpafüvek

A pályákat sokszor nyalábhüvely veszi körbe, mely anyagokat közvetít, véd és szilárdít. A szilárdítás érdekében sokszor a hüvelyekhez szklerenchimakötegek kapcsolódnak. Kollaterális nyílt nyaláb körül csal félhüvely van.

MECHANIKAI ALAPSZÖVETEK

A test szilárdságát adja, nagy a rugalmassága, ellenáll a nagymértékű turgornak. A magas fák törzsét jellemzi. A szövetet speciálisan megvastagodott sejtfa **kollenchima és szklerenchimaszövet** alkotja.

Kollenchima: Élő sejtek, a még növekvő sejtekben található. Másodlagos gyarapodásra képes szervezetben alakul ki, több rétegben cellulóz és pektin rakódik a sejtek falára. Főleg a fiatal részek szilárdítója, de idősebb levelekben, nyelékben, lágyszárakban is előfordul. Van **SARKOS** kollenchima melyben a sejtek szögletei vastagodnak, **LEMEZES** kollenchima, ahol a sejtek felülettel párhuzamos falai vastagodnak, **HÉZAGOS** kollenchima, ahol a sejtek vastagodott részein szkizogén intercelluláris járatok keletkeznek.

Szklerechima: A fejlett növényi testet szilárdítja. Egyenletesen vastagodott sejtekben. Lignin tartalmú sejtfaival szilárdít. Sejtfaának cellulózzrétegei közé lignin faanyag ékelődik. Rostjai orsó alakúak. A farészt **XILÁRIS** rostok, a háncsot **extraxiláris** rostok szilárdítják.

A gyökérben kizárólag a bélszövetben vannak mechanikai szövetek. A szklereidák a kambiumból és a protodermából (maghéjak) differenciálódnak utólagos szklerenchimatizálódással, de néha az alapszövetből is. Néha a parenchimatikus sejtek közt ún. kősejtek vannak, melyek a maghéj epidermiszének felépítői.

GYÖKÉR ELSŐDLEGES SZÖVETI FELÉPITÉSE

Az embrió gyököcskéjéből képződik. A hosszanti növekedés a tenyészőcsúcs, a vastagodás a kambium műve. A tenyészőcsúcsot dudormentes merisztematikus szövetek alkotják, melyet a süveg **KALIPTRA** véd. A kaliptrát a **dermokaliptrógen, kollumella és kaliptrógen** hozza létre.

Az osztódási zóna csúcán csak a kaliptrás **promerisztéma** van, ennek a származéka a gyökér elsődleges szöveit képző osztódó merisztéma (**hystogen**).

A differenciálódási zónában a hystogen sejtei megnyúlnak, differenciálódnak. Kialakul a **dermatogénből az elsődleges bórszövet , a periblémából az elsődleges kéreg, a prelomából pedig a központi henger.**

A felszívási zónában a gyökér szőreivel vizet és ásványi anyagokat vesz fel.

A szállítási zónában már kialakult szállítószövetrendszer van, a vastagodás miatt az epibléma elhal, helyét az **exodermisz** veszi át.

Az elágazási zónában jelennek meg a gyökér oldalágai.

ELSŐDLEGES SZÖVETEK

A gyökércsúcs mögött 3 szövettípus van:

- **elsődleges bőr (EPIBLEMA)**
- **elsődleges kéreg (PRIMER CORTEX)**
- **központi henges (STELE)**

EPIBLEMA: A fiatal gyökér bórszöve. A víz és sók felvételét végzi. Sejtei vékony falúak, kutikula nélküliek. Nagy a központi vakuolum, sok nedvvel. Egyes sejtei a **TRICHOBLASTOK** képzik a gyökérszőrőket, amik savakat, enzimeket tartalmazó váladékot termelnek és a talaj anyagait felvehetővé teszik. Ha egy növényen nincs gyökérszőrős zóna, ott gombafonális **mikorrhiza** – szimbiózis alakul ki.

ELSŐDLEGES KÉREG: Feladata a tápanyagok felvétele és továbbítása a központi hengerbe. 3 részre tagolódik:

- **EXODERMISZ**
- **KÉREGPARENCHIMA**
- **ENDODERMISZ**

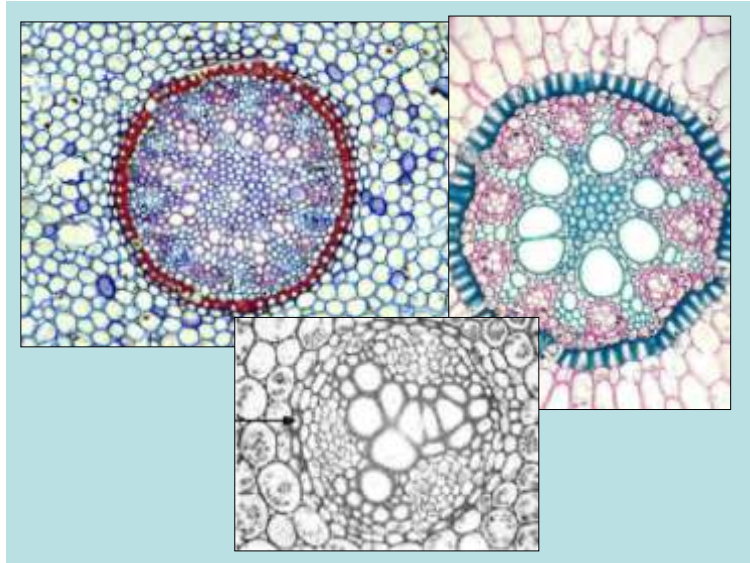
EXODERMISZ: Az epibléma alatti sejtréteg. Sejteinek fala kisebb elparásodhat. A gyökérszőrők elpusztulása után az exodermisz veszi át az epibléma védő szerepét. Itt a vízfelvétel csak az el nem parásodott sejteken át lehetséges.

KÉREGPARENCHIMA: Sejtei intercelluláris járatokkal kapcsolódnak egymáshoz. , leukoplasztiszokat tartalmaz, keményítőt, tejnedvet, nyálkát stb. raktározhat.

ENDODERMISZ: Az első kéreg legbelső sejtsora. A kérget és a központi hengert határolja. Nincsenek intercelluláris járatok, a falakba para és lignin rakódhat. **SZUBERIN** – tartalma megakadályozza, hogy a víz és anyagok szabadon beáramolhassanak a hengerbe. A plazmaáramlást a **SZINPLASTON** belül a **PLAZMADEZMOSZOK** biztosítják.

Turgorcsökkenéskor az endodermisz sejtei kisebbek, ráncosak, falaik vastagodás látszatát keltik. Az egyszikűek sejteiben U –alakú megvastagodások vannak. Egyes sejtek falai lassabban vastagodnak meg, ezek az un **ÁTERESZTŐSEJTEK**.

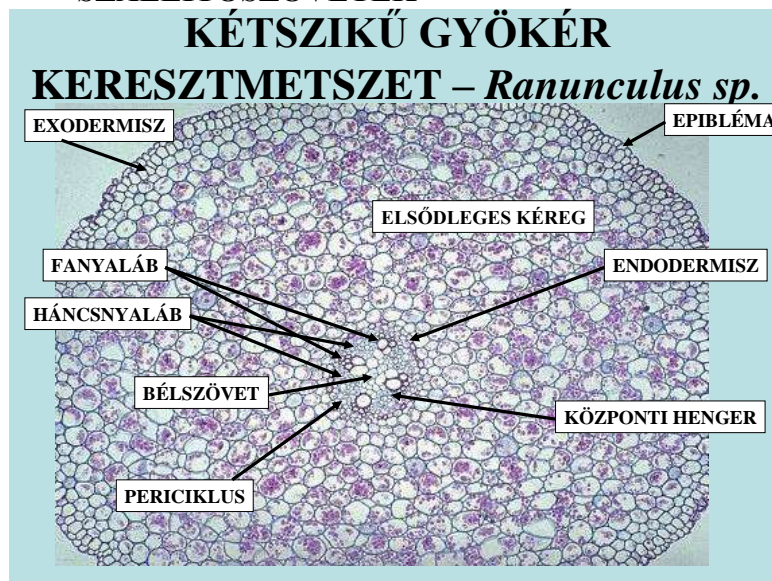
Az endodermisz a vizet nyomással a központi hengerbe préseli.



KÖZPONTI HENGER

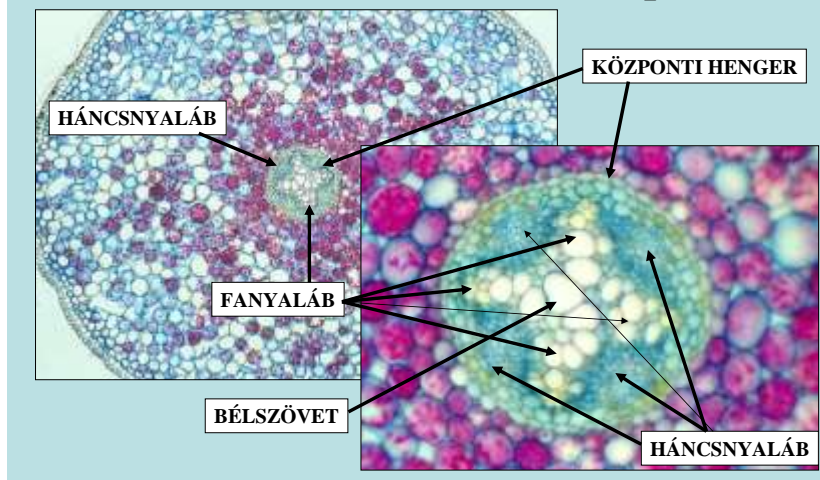
3 szövetscsoport:

- PERIKAMBIUM
- ALAP és
- SZÁLLÍTÓSZÖVETEK



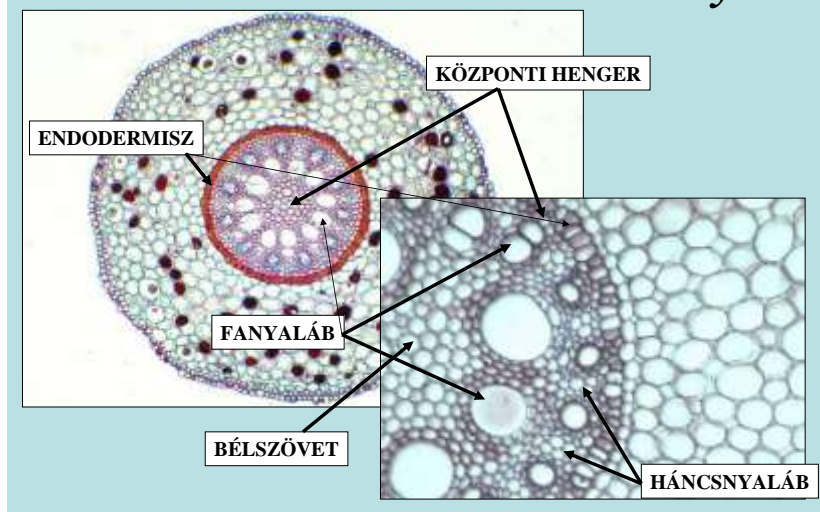
PERIKAMBIUM: Legkülső sejtsor. Korán állandósul, de merisztematikus jellegét hamar visszanyeri és másodlagos merisztémaként működik. Részt vesz az oldalgökök képzésében, a másodlagos vastagodásban és a héjkéreg létrehozásában. Az oldalgökök az elágazási zónában **endogén** módon keletkeznek. Az oldalgökök általában a faelemek elhelyezkedésénél keletkeznek. Oldalgökörképzéskor a periciklusban keletkező iniciálisokból gyökértenyészcsoport képződik, ami átszakítja az elsődleges kérget és az epiblémát, a merisztémák bőr, alap, és szállítószöveteket képez.

KÉTSZIKÚ GYÖKÉR KERESZTMETSZET – *Caltha palustris*



ALAPSZÖVET: A pericikluson belül van, mint bélszklerenchima mechanikai szövet létezhet. A nyalábokat parenchimatikus elsődleges **BÉLSUGARAK** választják el egymástól.

EGYSZIKÚ GYÖKÉR KERESZTMETSZET – *Zea mays*

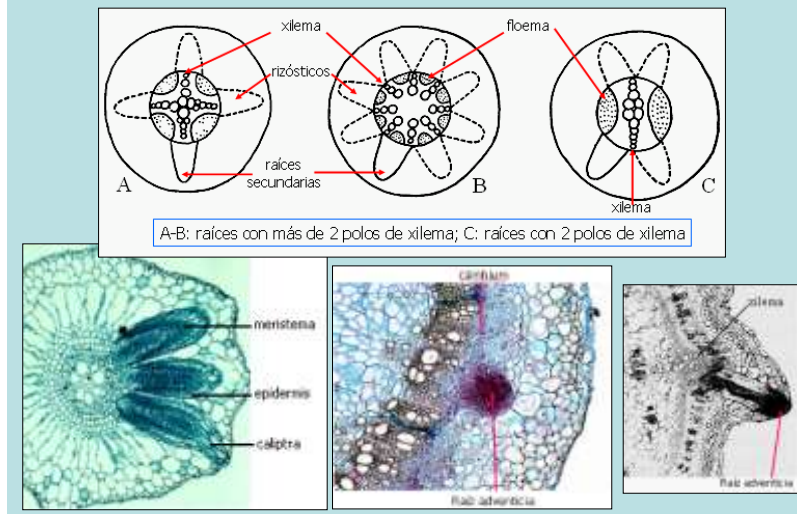


SZÁLLÍTÓSZÖVET: Az alapszövetbe ágyazódik, egyszerű fa és háncsnyalábokra rendeződnek és egymással váltakozva sugárirányban állnak. Ahány fanyaláb van annyi **sugarú** a központi henger (Kétszikűek: 2-4, Egyszikűek:5-9 fasugar van).

A GYÖKÉR ELÁGAZÁSA ÉS MÁSODLAGOS VASTAGODÁSA

Az oldalgökök az elágazási zónában **endogén** módon keletkeznek. Az oldalgökök általában a faelemek elhelyezkedésénél keletkeznek. Oldalgökörképzéskor a **periciklusban** keletkező iniciálisokból gyökértenyészcúscs képződik, ami átszakitja az elsődleges kérget és az epiblémat, a merisztémák bőr, alap, és szállítószöveteket képez.

OLDALGYÖKEREK KIALAKULÁSA



MÁSODLAGOS VASTAGODÁS

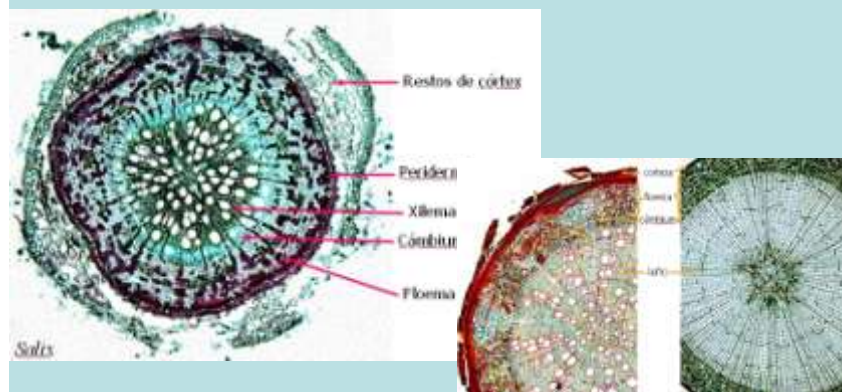
A másodlagos vastagodással **előbb a farészek** gyarapodnak. A másodlagos vastagodás már a **felszívó** övben elkezdődik. A háncs belső oldalán és a fa és háncs közti alapszövet sejtjei osztódni kezdenek, ugyanakkor a perikambium fanyalábokkal szomszédos sejtjei visszanyerik osztódóképességüket, zárt **kambiumgyűrűt** hoznak létre. Ez előbb hullámos, majd kör alakú lesz.

Működése eredményezhet: **HOMOGEN, HETEROGEN, POLIKAMBIÁLIS** vastagodást.

HOMOGEN: A kambium kifelé háncs, befelé fát fűz le és azokat átszelő bélsugarakat hoz létre. A keletkező szövetek **keskeny bélsugaras, összefüggő** fa és hánccsűrűket alkotnak. **Kétszikűekre** jellemző.

HOMOGEN TÍPUSÚ VASTAGODÁS

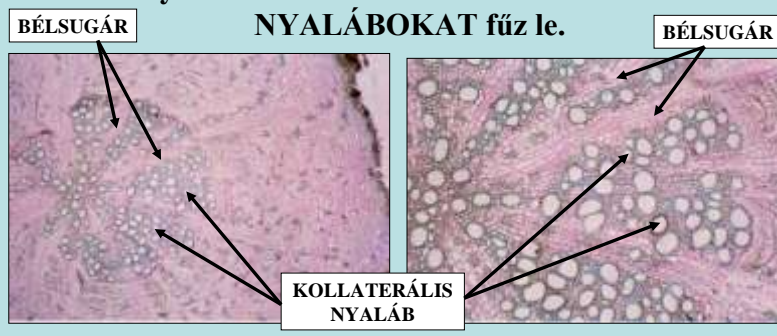
A gyökér kambiumgyűrűje központi **FATESTET** és **HÁNCSTESTET** alakít ki



HETEROGÉN: A kambium sugaras szállításövetet képez és csak a háncs irányában fűz le másodlagos szállításveleket. Széles, többsejtsoros **bélsugár** alakul ki a szállításövetek közt.

HETEROGÉN TÍPUSÚ VASTAGODÁS

Az összefüggő KAMBIUMGYŰRŰ kialakulása után a primer fanyalábok irányába összefüggő **BÉLSUGARAKAT**, az elsődleges háncsnyalábok irányába **MÁSODLAGOS KOLLATERÁLIS**



POLIKAMBIÁLIS: Répatestek **gyökérrészen JÁRULÉKOS KAMBIUMGYŰRŰ** okozza. Az idősebb növényekben a farészben **évgűrűk** alakulnak ki. A vastagodott gyökér bőrszöveté és kérge felreped, az epibléma és exodermisz helyét először másodlagos bőrszövet (**PERIDERMA**), majd harmadlagos (**RHYTIDOMA**) veszi át.

Az **egyszikű** gyökér **nem vastagszik**, csak változik. Az elsődleges szövetek differenciálódnak, sejtek megnőnek, faluk vastagszik, elparásodik, fásodik.

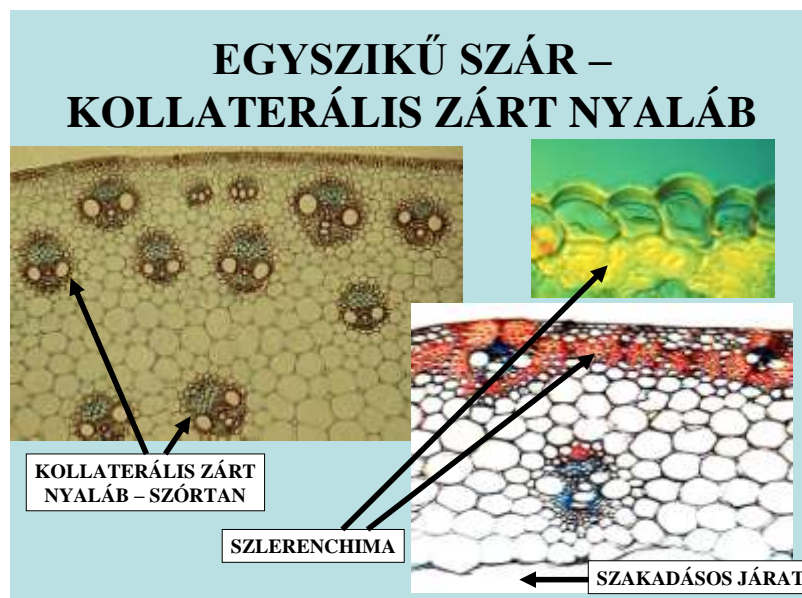
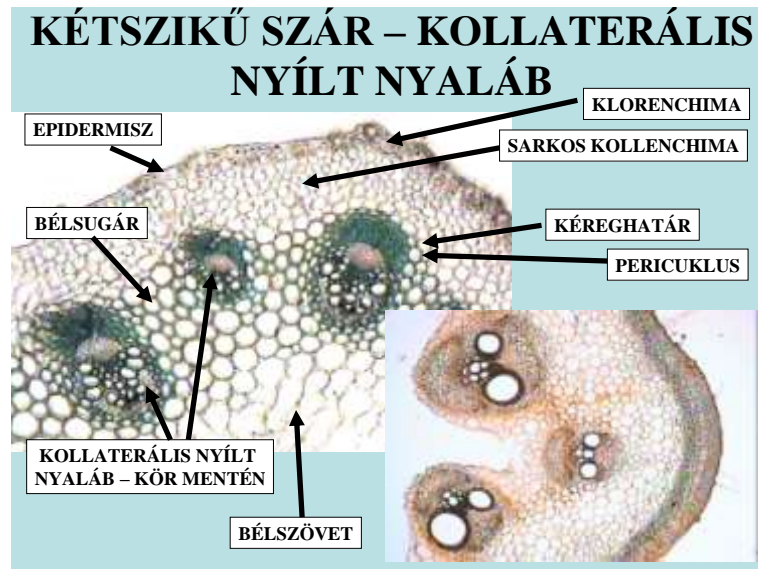
A KÉTSZIKŰ LÁGYSZÁR SZÖVETI FELÉPÍTÉSE ÉS VASTAGODÁSA

A hajtás elsődleges szövetei az embró rügyecskéjéből, vagy más hajtások tenyészakúpjából jönnek létre.

A hajtástengely elsődleges bőrszöveté az **epidermisz**, általában nem hoznak létre másodlagos bőrszövetet. Az **elsődleges kéreg** epidermisz alatti sejtrétegei **klorenchimát (asszimiláló szövet)** képeznek, a bőrszövet alatti kollen- és szklerenchima (szilárdítószövet) **HIPODERMÁT** alkot, további részei a **KÉREGPARENCHIMA** (intercellulárisokban gazdag, parenchimatikus szövet, gyakran kristálytartókkal, tejsövekekkel, olajtartókkal) és a **KÉREGHATÁR** (endodermisz). A kéreghatáron belül található a **SZTELE-** alapszövettel kitöltött **központi henger**, mely nagy sejtekből álló laza szövettáj és a szár idősödésével rexigén járattá alakulhat. Legkülső rétege nélkülözhető szöveti elem, esetenként **szklerenchima gyűrű** (tök), vagy **periciklus típusú** (szőlő).

A központi henger szövetei a szállításnyalábok, melyek között **BÉLSUGÁR** van, mely a tápanyagok és gázok sugárirányú szállítását végzi. A szállításövetek különálló nyalábokban vannak, vagy **PALÁSTTÁ** differenciálódnak. Megkülönböztetünk 1 (réti boglárka), 2 (tök), több (bojtortján) nyalábkörös szárákat.

Központi henger részei: **PERICIKLUS, SZÁLLÍTÓSZÖVETEK, BÉLSZÖVET**
A **periciklus** a sztele külső sejtora, belőle alakul ki a parakambium, vagy más esetben járulékos szervek fejlődnek belőle.
A **bélszövet** nagyméretű sejtekből álló szilárdítószövet, sejteik elvesztik plazmatartalmukat. A szállítószövetek közti része a bélsugár.
A **PRIMER** szállítószövetek a kétszikűeknél **NYALÁBOSAK**, a tenyészkép prokambium kötegeiből **KOLLATERÁLIS NYALÁBOK** keletkeznek, a farész ki, a háncs befelé foglal helyet. A kétszikűekre a kollaterális és bikollaterális **NYILT** nyalábok jellemzőek, melyben a nyalábok a szár középpontjától egyenlő távolságra vannak, a fa és háncsrészek között **FASCIKULÁRIS KAMBIUM** működik.



A szállítószövetek a gyökértől a csúcsig összefüggő hálózatot alkotnak. A szár és levelek közös merisztémából szerkezeti változás nélkül fejlődnek ki. A levélbe lépő pályákat **LEVÉLNYOMOKNAK**, és nyalábjait **LEVÉLNYOMNYALÁBNAK** nevezzük. A kétszikűekben a levélnyomnyalábok a felülettől azonos távolságban

hengerszerűen vannak és a nádusokban elágazás nélkül, vagy kettéágazva csatlakoznak a szár 2 szomszédos nyalábjához.

Kétszikűeknél a nyalábok lefutása **EUSZTÉLE** típusú, tehát a nyalábok hengert alkotnak, a szárnak és levélnek közös **LEVÉLNYOM** nyalábjai vannak.

A fiatal gyökér fa és háncsnyalábjai a gyökérnyakban csatlakoznak úgy, hogy a szár összetett nyalábjainak a száma kétszerese a gyökérének, mert mind a fa és a háncsnyalábok elágaznak és a fél – fél nyalábok egyesülnek (tők) .

VASTAGODÁS: A hossznövekedést általában vastagodás kíséri. Minden olyan merisztémát, melyből a másodlagos vastagodás elindul kambiumnak nevezzük, az általa kreált szövetek másodlagosak.

A kambium középső **INICIÁLIS** sejtsora a fel.párhuzamosan osztódni kezd két irányban és a befelé fűzött szövetek miatt egyre kijebb kerül, közben radiális osztódásokkal saját területét is gyarapítja.

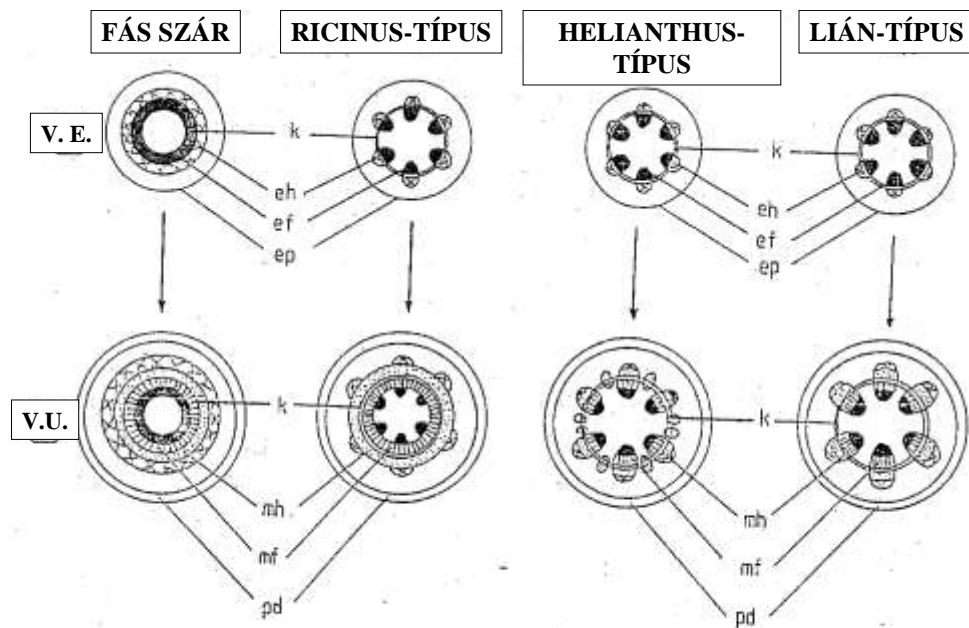
Lágyszárú áttelelésre nem képes növényekben a növés a virágzaskor megáll.

VASTAGODÁSTIPUSOK: A PRIMER SZÁLLÍTÓSZÖVETEK NEM NYALÁBOSAK:

- **TILIA TÍPUS:** Prokambiumgyűrű alakul, az elsődleges fa és háncs közt összefüggő kambiumgyűrű alakul ki, ami folyamatosan befelé fa kifelé háncselemeket fűz le (len).

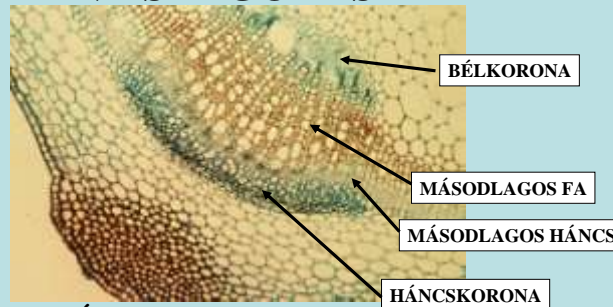
A PRIMER SZÁLLÍTÓSZÖVETEK NYALÁBOSAK:

Ha a szállítószövetek kollaterális nyílt nyalábokban jelennek meg, a vastagodás úgy indul, hogy a bélsugársejtek visszanyerik osztódóképességüket és **INTERFASCIKULÁRIS** kambiummá alakulnak, ami csatlakozik a nyalábkambiumhoz és **KAMBIUMGYŰRŰT** hoz létre.



- **RICINUS TÍPUS:** A kambiumhenger összefüggő fa és hánctestet fejleszt, 1 – 2 sejtsoros bélsugarakkal. Az elsődleges fa és háncs tartósan megmarad **BÉLKORONA**, **HÁNCSKORONA** formában. Marad az elsődleges kéreg és az epidermisz is. A legtöbb kétszikű lágyszárra ez jellemző.

A SZÁR MÁSODLAGOS VASTAGODÁSA



2/a. RICINUS-TÍPUS

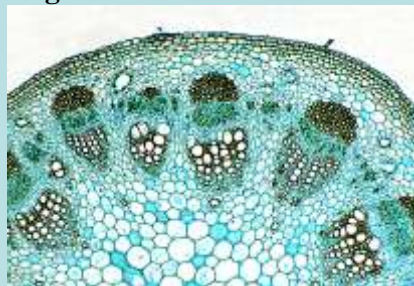
- Záródó kambiumgyűrű --- összefüggő fa- és hánctestet
- Elsődleges fa – bélsugarak
- Elsődleges háncs – hánckorona

- **HELIANTHUS TÍPUS:** A nyalábközi kambium is képez szállítószöveteket, így az elsődleges nyalábok közt másodlagos nyalábok alakulnak ki, melyek között bélsugár van.

A SZÁR MÁSODLAGOS VASTAGODÁSA

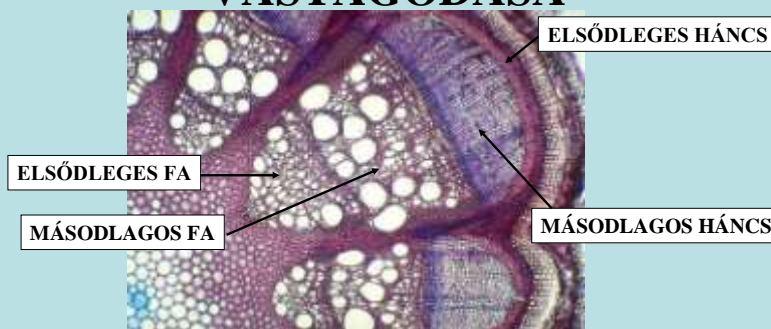
2/b. HELIANTHUS – TÍPUS

- Nyaláb + Nyalábközi kambium --- nyalábok
- Elsődleges + másodlagos nyalábok
- Köztük: bélsugarak



- LIÁN TÍPUS:

A SZÁR MÁSODLAGOS VASTAGODÁSA



2/c. LIÁN – TÍPUS

- Másodlagos szállítóelemeket csak nyalábkambiumok hoznak létre
- Nyalábközi kambiumok --- bélsugársejtek
- Megmarad a nyalábos szerkezet + bélsugár-pászták --- lehetőség a csavarodásra

- POLIKAMBIÁLIS VASTAGODÁS: (libatop, amarántfélék) A kambiumgyűrű csak rövid ideig működik, a parakambium osztódni kezd és szállítószöveteket és raktározószöveteket hoz létre. Majd legkülső sejtsorából harmad, negyed stb... kambium képződik és ez így folytatódik tovább.

A SZÁR MÁSODLAGOS VASTAGODÁSA



2/d. Polikambiális vastagodás – *Beta vulgaris convar. vulgaris*

- vastagodás koncentrikus körök formájában megjelenő kambiumok működésnek eredménye

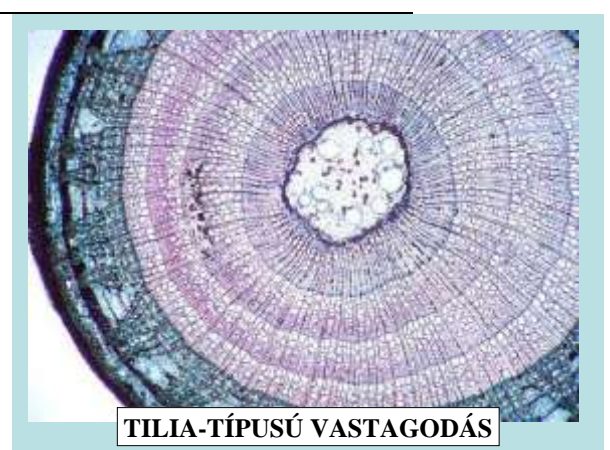
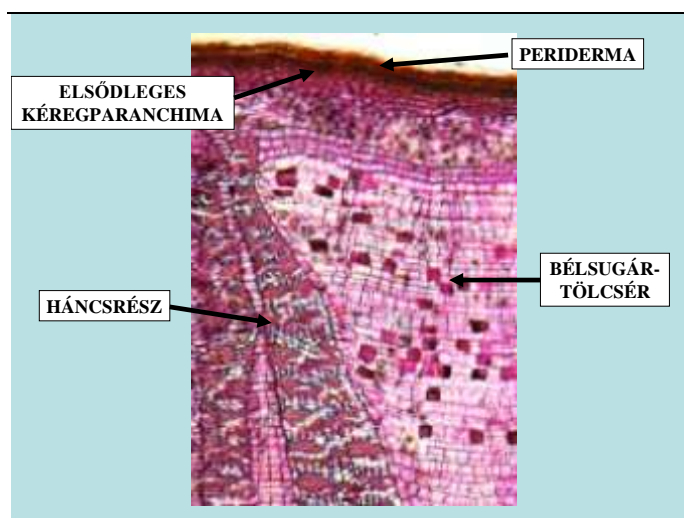
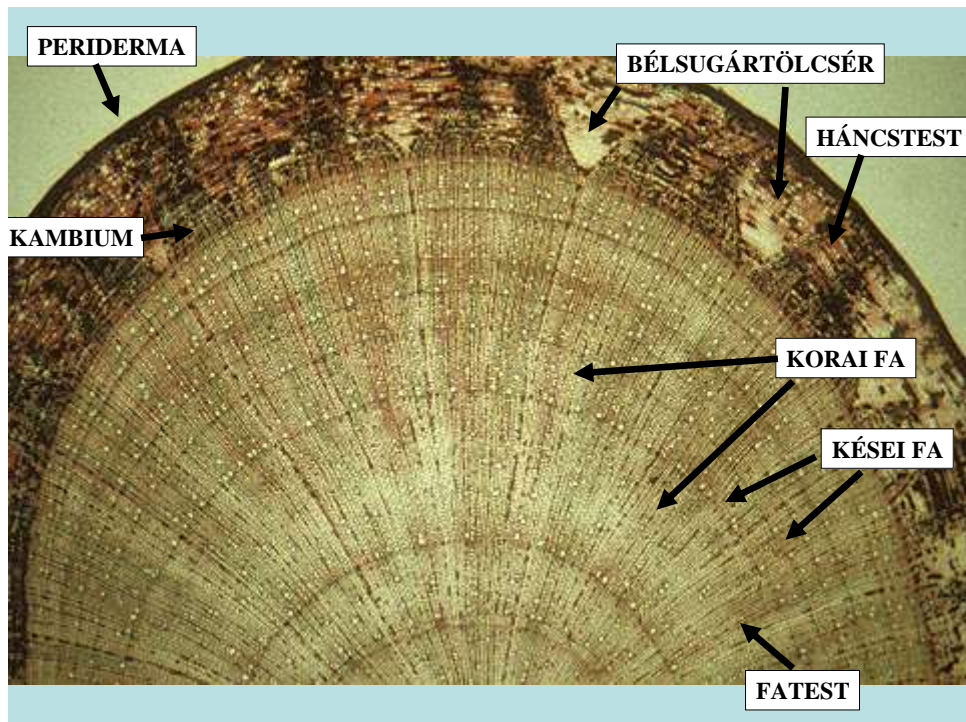
A FÁS SZÁR SZÖVETI FELÉPÍTÉSE ÉS VASTAGODÁSAI

Másodlagos vastagodások eredményeképpen **FATEST, HÁNCSTEST, KÖZPONTI BÉL, BÉLSUGARAK ÉS HÉJKÉREG** – re különíthető

FATEST: A kambium működése a mérsékelt és hideg övben nem egyenletes, tavasszal tág, nyáron virágzáskor szűk üregű faelemeket fűz le, így évgyűrűk alakulnak ki, legbelül a legöregebbek. Az évgyűrűk adják a fa életkorát, felfelé haladva a gyűrűk csökkennek, a vezérhajtás mindössze 1 éves. Álévgyűrűk is

lehetnek, ha fagy, vagy más kár miatt a fa kétszer lombosodik ki, ilyenkor 1 évben 2 gyűrű lesz, de a határ köztük nem olyan éles. Idősödéskor a gyűrűk egyre keskenyebbek és ez figyelhető meg szárazságkor is.

Csak a külső gyűrűk vesznek részt a transzportban, belül gyanták, mézgák stb töltik fel, továbbá cseranyagok színezik a geszt (halott) részeket (van amikor nem). Gyakran az öreg tracheákat **TILLISZEK** (élő farész benövésai) dugaszolják el. Vízszállító rész a szíjács.



A farostok mennyiségét a tracheidák és sejtek falvastagsága határozza meg, a keményfákba a tracheák fala fásodott, kova és más anyagok épülnek bele (tölgy, bükk, dió), a puhafában kevés, vagy nincs is rost, a sejtfa nagy részét csak cellulóz alkotja (fenyő, gesztenye).

A nyitvatermők fatestét csak tracheidák alkotják, a bélsugarak csak 1 sejtsor szélesek, rostokat nem tartalmaznak, **HOMOXIL FÁK**. Szállítási sebesség kicsi, kb 1.2 m per óra.

A zárvatermő kétszikűek fatesté tracheák, tracheidák élő faparenchima és pótlórostok halmaza, szállítási sebesség 2- 40 m per óra. -----**HETEROXIL FÁK**. Tracheák szerint vannak szórt (hárs) és gyűrűs (tölgy) likacsú fák.

HÁNCSTEST

A kambium kifelé háncselemeket fűz le. A nyitvatermőkben csak rostasejtek, a zárvatermőkben **rostacsövek és kísérősejtek** is szállítják az asszimilátumokat. A háncs differenciálódása tavasztól – júniusig tart. Elemei 1, max 2 évig működnek, majd kallóz tömi el őket.

Évgyűrűi nem válnak el olyan szépen, pedig a kis és nagyüregűség itt is mutatkozik. Szabályos elrendeződését kősejtek, járatok zavarják meg.

BÉLSUGARAK ÉS BÉLSZÖVET

A bélsugár iniciálisokból bélsugarak fejlődnek, az élő háncsot kötik össze a fagyűrűkkel. Sejtjei a sugárirányú szállítást és iniciálisai a belső szervek szellőztetésének feladatát látják el. Gyakran gyanta, keményítőraktárak is. Sokáig élnek, fatestbeli részük a fabélsugár, háncsbeli a háncsbélsugár.

HÉJKÉREG

A gyarapodástól az epidermisz fölszakad, helyén a parakambium másodlagos bőrt **PERIDERMÁT** alkot (az első évgyűrű kialakulásakor jön létre). A periderma egy idő után elparásodik, az új parakambium egyre mélyebben jön létre, és a kéreg külső részét elszigeteli, így elhalt zónák jönnek létre. Amikor a kéreg szövetei is elfogytak, a háncs élő elemei is bekapcsolódnak, az így létrejött kéreg a harmadlagos bőr, **RHYTIDOMA**.

FÁS NÖVÉNYEK SZÖVETI FELÉPÍTÉSE – külső szövetréteg

Epidermisz szétszakad

**Parakambium ---
periderma**

**Parakambium a háncsba
nyomul ---
héjkéreg/ritidóma**



A LEVÉL RÉSZEI, ALAKTANA

A levél (folium), a hajtás oldalképlete. A hajtástenyéskúp **levéldudoraiból** alakul ki.

SAJÁTTOSSÁGAI:

- növekedése korlátozott
- A hajtás tengelyén szabadon van, hónaljában rügyek vannak.
- További szerveket nem fejleszt.
- Csak a tenyészpókból jöhet létre.

LEVÉLTIPUSOK:

SZIKLEVELEK: A csiranövény első levelei, már a magban kifejlődnek. Egyszikűeknél a táplálósövet anyagait közvetíti az embrióhoz, csirázás után a talajban marad. Kétszikűeknél pedig ő maga raktározza az embrió fejlődéséhez szükséges anyagokat, majd fotoszintetizál és tovább segíti a palánta fejlődését. Alakjuk változó, de általában ép, tagolatlan levelek. Vannak föld alatti és föld fölötti sziklevelek is.

ALLEVELEK: A hajtás alsó, általában föld alatti levelei. Fejletlenek, tagolatlan pikkely alakú, hártyás, szintelen, vagy barnás levelek. Földbeli szárazon vannak, ilyen például a hagyma takarólevelei és húsos raktározólevelei , továbbá a rügytakarók és rügypikkelyek.

LOMBLEVELEK: Alak fajra jellemző. Funkciói az asszimiláció mellett párologtatás és gázcsere. Zöldek és lemezszerűek. Elhelyezkedés szerint vannak **TŐ** és **SZÁRLEVELEK**. Ha egyazon növényen különböző levelek vannak, akkor a **FELEMÁSLEVELŰSÉG** jelenségével találkozunk. Az összes levél együtt a **LOMBOZAT**. Klimánkban a levelek élettartama egy vegetációs időszak (**LOMBHULLATÓ NÖVÉNYEK**) , melyek leveleiket ősszel vesztik el. Az **örökzöld** növények egyfolytában cserélik leveleiket, ha csak a tél után rügyfakadáskor vesztik el egy növény a leveleit, akkor az áttelelő lombú növény.

FELLEVELEK: A virágok körül és bennük találhatóak. Élénk színűek, csalogatják a rovarokat (kutyatej), ismerünk **murva, pelyva, toklász, kupacs, buroklevelek és fészekpikkelyek** vannak.

MURVA: A fellevelek hónaljában virág alakul ki. Ha alig különbözik egy lomblevéltől **MURVÁSKODÓ LEVÉL**, ha az összetett virágzat másodrendű elágazása alatt van **MURVÁCSKALEVÉL**. Ernyősöknél a murvalevelek örvökben jelennek meg. Ernyősvirágzatban, ha az elsőrendű elágazásnál van **GALLÉRLEVÉL**, ha a másodrendűnél **GALLÉRKALEVÉL**.

PELYVA: A pázsitfűvek füzérkéjét borító fellevel. A füzérkéek egyes virágait szintén 2 fellevel a **TOKLÁSZ** fedi. --- Van kívülről ölelő külső toklász, belülről belső toklász. A külső toklász szálkákat növeszthet, épp ezért van tar toklász és szálkás toklász.

FÉSZEKPIKKELYEK: Fészkesvirágzatúakban a fészektányér alját borítják. Együtt alkotják a **FÉSZEKÖRVÖT**.

BUROKLEVÉL: A kocsányon növő virágot burkolja. Pálmákra jellemző, de ilyen a kukorica torzsavirágzatát és a hagymások virágait borító fellevel is.

KUPACSOLEVÉL: A bükk és nyirfélék termős virágait burkolja és **KUPACCSÁ** alakul.

A LOMBLEVÉL RÉSZEI ÉS MORFOLÓGIÁJA

3 részre tagolódik: **alapra, nyélre, lemezre**

ALAP: A nádusznál a szár, levél izesülése. Kétoldali függelékei a **PÁLHA**, vagy **MELLÉKLEVELEK**. Ha ezek hasonló fejlettségűek mint a levél, **LEVÉLNEMŰ PÁLHÁRÓL** beszélünk (borsó). Sokszor hozzánőnek a nyélhez (vöröshere), vagy a szárhoz (pálhakürtő). **PÁLHÁCSKÁK**, az összetett levelek alapján fejlődő levélkék. **PÁLHATÖVISE** van az akácnak.

A levélalap módosulása a **LEVÉLHÜVELY**, mely a szárat körülvéve szilárdítja azt (angyalgöyökér), a Poaceae fajoknak pedig nyitott levélhüvelye van.

A levélhüvely és levéllemez határán van a pikkely alakú **NYELVECSKE**, ami mellett pedig sokszor egy sarló alakú függelék a **FÜLECSKE** található. A fül és nyelvecske megakadályozza, hogy a víz a szár és hüvely közé jusson.

NYÉL: A lemezt az alappal összekötő képlet. Feladata a levél megtartása és iránybaállítás. Vannak nyeletlen levelek is, sőt az ülőleveleknek még alapjuk sincs. **SZÁRÖLELŐ** a levél, ha a 2 válla a szárat körülveszi, de nem nő össze, **ÁTNYÓTT** ha összenőtt.

LEMEZ: A lomblevél lemez alakú része, funkciói az asszimiláció és a párologtatás. Állománya lehet húsos, pozsgás, bőrnemű, áttetsző stb... Osztjuk **VÁLLRA**, **CSÚCSRA**, **SZÉLRE**, **ÉLRE**, **SZINRE ÉS FONÁKRA**. Váll az, amivel a nyélhez kapcsolódik, a lemez kerülete a széle, amit a levél éle szegélyez. Felső lapja a szín, alsó a fonák.

A lemez válla lehet **LEKEREKITETT**, **LEVÁGOTT**, **SZIVES**, **DÁRDÁS**, **NYILAS**, **VESE**. **ÉK**, alakú, **NYÉLBEN KESKENYEDŐ**, **FERDE**, **FÜLES** stb... Csúcsa lehet **HEGYES**, **KIHEGYEZETT**, **TOMPA**, **LEKEREKITETT**, **VISSZÁS SZIVES**, **CSUKJÁS**, **SZÁLKÁS** stb...

A széle ép, ha nincs rajta bemetszés, ha kicsit metszett, akkor lehet **BEMETSZETT**, **FÜRÉSZES**, **FOGAS**, **CSIPKÉS**, **KANYARGÓS**.

Éle lehet **éles**, **pillás**, **hullámos**, **fodros**, **be és visszagöngyölt** stb...

A lemez alakja lehet **KERÉK**, **ELLIPTIKUS**, **TOJÁS**, **HOSSZÚKÁS**, **LÁNDZSÁS**, **SZÁLAS**, **TOJÁSDAD**, **VESE**, **SZIV ALAKÚ**, **HÁROMSZÖG**, **TÚ**, **LAPÁT**, **HENGERES**, **CSÖVES**, **TÚ** alakú...

A levelek ritkán egyerűek (tűlevél), a többberű leveleknek 2 fajtája a **PÁRHUZAMOS** (egyszikű) és **HÁLÓZATOS** (kétszikű) **EREZETŰEK**.

TAGOLT a levél, ha legalább a fél levéllemez külső harmadáig bemetszett.

FAJTÁI: - **KARÉJOS:** A bemetszések a fél lemez harmadáig futnak, a kiszabott részek a karéjok pl.: szárnyasan tagolt a kocsányos tölgy, tenyeresen a szőlő, ribiszke

- **HASADT:** félig, hasábok.. Szárnyasan hasadt a laboda, tenyeresen a tök.

- **OSZTOTT:** A középvonalat még nem éri el, osztatok a részei.. Szárnyasan osztott a retek, tenyeresen a ricinus.

- **SZELDELT:** Középig, vagy vállig érő bemetszés, szeletek a részei... Szárnyasan szeldelt a varádics, tenyeresen a réti boglárka.

ÖSSZETETT LEVELEKNEK hívjuk azt a levelet, ahol 1 levélnyélre, több levélke csatlakozik. Tenyeresen összetett és szárnyasan összetett fajtáik vannak. Tenyeresnél hármás a herefajok, hetes a kenfer és a csillagfürtök. Szárnyasnál lehet **párosan** (sz lednek), **páratlanul** (akác, dió) és **váltakozva** (burgonya, paradicsom) szárnyalt.

A LOMBLEVÉL SZÖVETI FELÉPÍTÉSE

Mezofillum (levélközép) a levéllemez 2 epidermisze közti állomány. Kloroplasztisztartalmú parenchimájába ágyazódnak a **LEVÉLNYOMNYALÁBOK**. A levelek erezetét ezek a nyalábok alkotják, az erezet kapcsolatot teremt a növény központi szállítónyalábrendszerével. A kifejlett levélben kollaterális – zárt nyalábok vannak, melyekben a farész a levél színe felé helyezkedik el.

A nyalábok a kétszikűekben hálózatosan futnak, egy edénnyaláb érkezik a levélnyélből és az gazdagon elágazik. Az erek egyre vékonyabbak, a nyalábot körbevevő parenchimasejtek **NYALÁBHÜVELY**T formálnak.

Az egyszikűek levéllemezébe több nyaláb lép be, melyek párhuzamos, vagy íves erezetet alkotnak, a szomszéd ereket 1- 2 **tracheidából** álló harántnyalábok köthetik össze. A nyalábokat **SZKLERENCHIMATIKUS HÜVELY** veszi körül.

A levéllemez szilárdítószövevei a nyalábok körül található, de az epidermisz is betölthet szilárdító szerepet. Néha az epidermisz alatt a szklerenchima, vagy kollenchima összefüggő hipodermát alkotnak. Egyszikűeknél a nagyobb nyalábok fölött és alatt **SZKLERENCHIMAHIDAK** fedezhetők fel, ezek a faedényekkel együtt a lemezt merevitik. Sok növény levelének szélén szklerenchimaköteg fut végig, gyakoriak a váladéktartó sejtek és járatok.

Az asszimiláló alapszövet elrendeződése a fénykihasználástól függ, csoportosítunk **HOMOGEN, HETEROGEN és KRANZ ANATÓMIÁJÚ mezofillumot.**

HOMOGEN: Azonos, sok intercellulárist tartalmazó szivacsos parenchimából áll, fölfelé álló, minden oldalról egyenlően megvilágított növényekre (Poaceae) jellemző.

HETEROGEN: Felületre merőlegesen osztódó, hosszúkas sejtekből álló **OSZLOPOS PARENCHIMA (PALISZÁD)** van az epidermisz alatt, középen pedig szivacsos alapszövet található. Az oszlopos parenchima a Co₂ asszimiláció fő helye, sok benne a kloroplasztisz. A szivacsos parenchima járatai kapcsolatban vannak a sztómaudvarokkal, így gázcserét, párologtatást, asszimilátumok szállítását bonyolítja a levél nyalábhüvelyeibe.

Kranz anatómiájú , mezofillum a C₄ – es növényekre jellemző, előfordulhat egy és kétszikűeknél egyaránt. Asszimiláló szöveve a levélnyomnyalábokat körülvevő **HÜVELYPARENCHIMÁRA** és az ezt körülölelő **MEZOFILLUMPARENCHIMÁRA** tagolódik. A két parenchimában elkülönül a fotoszintézis sötétreakciójának 2 fő szakasza, a Co₂ megkötése és redukciója. A Co₂ megkötése oxálcetsavba, majd annak **almasavvá** alakítása a mezofillumparenchima kloroplasztiszaiban játszódik, a keletkező almasav, **aszparaginsav** lokalizálódik a hüvelyparenchima kloroplasztiszaiban, ahol a Co₂ a **Kalvin – Ciklusban** redukálódik cukorrá, a folyamat végterméke általában keményítő.

Az asszimiláló szövevek elrendeződése szerint a levéllemez ilyen szimmetriájú lehet:

-**IZOLATERÁLIS:** Mezofillumuk mindkét oldalon egyenlő megvilágításhoz alkalmazkodik, klorenchimája lehet homogén, vagy heterogén. Utóbbi esetben

mindkét apidermisz alatt oszlopos parenchima és közte szivacsos parenchima van. Ez főleg az egyszikűekre jellemző.

- DORZIVENTRÁLIS: Mezofillum asszimetrikus, szini oldala alkalmazkodott a fényhez. Szini oldalán oszlopos, míg a fonákon szivacsos parenchima van. A nyalábok e kettő között húzódnak. A levelek szini oldala a kloroplasztiszoktól sötétebb zöld.

- RADIÁLIS : Belül üregesek. A nyalábok az epidermisz alatt körben helyezkednek el. A klorenchima (asszimiláló szövet) oszloposan helyezkedik el és szivacsos parenchimát ölel körbe. A belső epidermisz bőr jellegét elvesztette (hagyma).

A különböző termőhelyek növényeinek levelei is eltér:

- VIZI NÖVÉNYEK: A nyalábok és szállítószövetek primitívek, a levegőjáratok terjedtek ki. Az epidermiszen nincs kutikula.

- ÁRNYÉKOS NÖVÉNYEK: Epidermiszük alapsejtjei láncszerűen gyűjtik a fényt, sztómáik kiemelkednek, vékony a mezofillum.

- SZÁRAZON ÉLŐ NÖVÉNYEK: Többrétegű epidermisz és víztartó alapszövet jellemzi. Sok rajta a fedőszőr. A sztómák **SZTÓMAKRIPTÁKBA** süllyednek. **BULLIFORM** sejtjei vízvesztéskor csökkentik turgorjukat, a levéllemez összehömrődik.
