



3.4. SZÖVETEK, SZERVEK, SZERVRENDSZEREK, TESTTÁJAK

3.4.1. A NÖVÉNYVILÁG FŐBB CSOPORTJAI A
SZERVI DIFFERENCIÁLÓDÁS SZEMPONTJÁBÓL

3.4.2. A NÖVÉNYEK SZÖVETEI, SZERVEI

Készítette Vizkijevicz András



Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

3.4. Szövetek, szervek, szervrendszerek, testtájak

3.4.1. A növényvilág főbb csoportjai a szervi differenciálódás szempontjából

Kulcsfogalmak

- Szövet, szerv, gyökér, szár, levél, virág, mag, termés,
- kettős megtermékenyítés, mikrospóra (virágporszem), makrospóra (embriózsák-sejt), ivaros és ivartalan szakasz, zárvatermő.

Gondolkodási művelet

- Ismertesse a harasztoknál megjelenő evolúciós „újításokat” (szövetek, szervek), hozza ezeket összefüggésbe a szárazföldi élethez való hatékony alkalmazkodással.
- Ismertesse a nyitvatermőknél megjelenő evolúciós „újításokat” (virág, mag, víztől független szaporodás), hozza ezeket összefüggésbe a szárazföldi élethez való hatékonyabb alkalmazkodással.
- Ismertesse a zárvatermőknél megjelenő evolúciós „újításokat” (takarólevelek, bibe, zárt magház, termés, szállítócsövek, gyökérszörök) legyen képes ezeket összefüggésbe hozni a szárazföldi élethez való hatékonyabb alkalmazkodással.
- Magyarázza a termés biológiai szerepét és a magterjesztés stratégiáit.
- *Használja a Növényismeret könyvet a környezetében élő növények megismeréséhez, és élőhelyének, ökológiai igényeinek jellemzéséhez.*
- Magyarázza a kettős megtermékenyítés folyamatát.

3.4.2. A növények szövetei, szervei

Kulcsfogalmak

- Osztódó szövet, állandósult szövetek, bőrszövet, gázcserenyílások, (tápanyagraktározó, táplálékkészítő, szilárdító, kiválasztó, víztartó) alapszövet, szállítószövet (farész, háncsrész)
- vízszállító cső, vízszállító sejt, rostacső, rostasejt, kísérősejt, oszlopos és szivacsos fotoszintetizáló alapszövet.

Gondolkodási művelet

- Hozza kapcsolatba a következő szövetek felépítését és működését: osztódó szövet és állandósult szövetek: bőrszövet, (táplálékkészítő, raktározó, szilárdító, kiválasztó, víztartó) alapszövet, szállítószövet.
- *Vizsgáljon fénymikroszkóppal növényi szövet-preparátumot (hajszálgyökér, lágy szár, levél keresztmetszet), készítse bőrszövet-nyúzatot (pl. hagyma allelél). Vizsgáljon kristályzárványt. Értelmezze a látottakat, mikroszkópos képen is.*

Gondolkodási művelet

- *Ismerje fel fénymikroszkópos képeken a növényi szöveteket hajszálgökök kereszt- és hosszmetszetén, egy- és kétszikű lágyszárú növények szár keresztmetszetén, kétszikű fás szár keresztmetszetén, valamint kétszikű levél metszetén és hozza összefüggésbe a szerkezeti elemeket azok funkciójával.*

Gyökér, szár, levél

Kulcsfogalmak

- Gyökér, szár, levél, gázcserenyílás,
- szervmódosulások, gyökéryomás, ozmotikus nyomás, adhézió, kohézió, kapillaritás, párologtatás, anyagszállítás.

Gondolkodási művelet

- Ismertesse a gyökér, a szár és a levél alapfunkcióit, hozza kapcsolatba felépítésükkel.
- Ismerje fel egyszerű, sematikus rajzon a hajszálgökök hossz- és keresztmetszetét, a lágyszárú és a fás szár, valamint a lomblevél keresztmetszetét.
- Magyarozza a különböző ökológiai környezetben élő növények anatómiai különbségeit (alkalmazkodás).
- Magyarozza a fás szár kialakulását, az évgyűrűk keletkezését fatörzs keresztmetszetén.
- *Vizsgáljon mikroszkópban gázcserenyílást és értelmezze a látottakat, mikroszkópos képek alapján is.*
- *Végezzen el növényi anyagszállítással kapcsolatos kísérletet, magyarázza a tapasztaltakat.*
- Jellemezze a gyökér, a szár, a levél felépítését és működését, módosulásait. Mondjon példát módosult szervekre.
- Elemezze egy talajból felvett vízmolekula atomjainak sorsát a növényben.
- Magyarozza a folyadékszállítás kémiai és fizikai hajtóerőit, hozza összefüggésbe a gyökér, szár és levél felépítésével.
- Elemezze a gázcserenyíláson át felvett szén-dioxid-molekula sorsát a növényben.
- *Értelmezzen növényi anyagszállítással kapcsolatos kísérletet.*

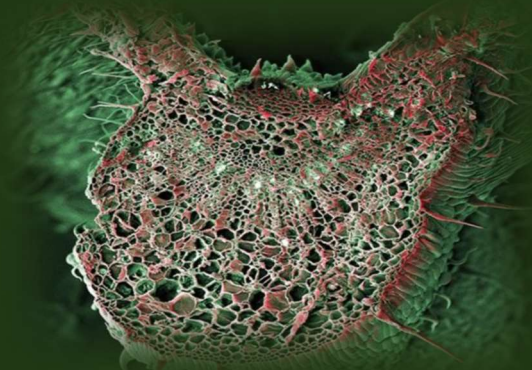
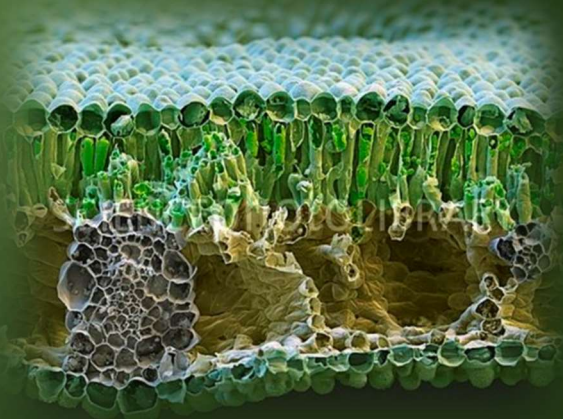
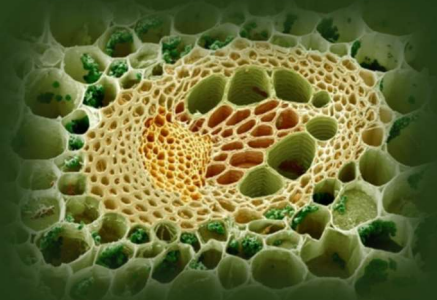
Virág, termés

Kulcsfogalmak

- Virág, mag, termés, egyivarú virág, kétivarú virág, egylaki növény, kétlaki növény, vegetatív szervek, szaporító szervek, ivaros szaporodás, ivartalan szaporodás, töosztás, dugványozás, oltás, szemzés, klónozás, egyedfejlődés, zigóta, mag, csíra (embrió), csírázás, önfenntartó működés, fajfenntartó működés,
- rövidnappalos növény, hosszúnappalos növény, auxin, etilén.

Gondolkodási művelet

- Hozza kapcsolatba a virág biológiai szerepét és részeit. Ismertesse az egyivarú és a kétivarú virág, az egylaki és a kétlaki növény fogalmát.
- Értelmezze a virágos növények fajfenntartó működéseit (mag-, illetve termésképzés, vegetatív szervekkel történő szaporodás). Hasonlítsa össze az ivaros és az ivartalan szaporítás előnyeit és hátrányait. Ismertesse a növények főbb ivartalan szaporítási módjait (tőosztás, dugványozás, oltás, szemzés, klónozás).
- Magyarázza a csírázás külső és belső feltételeit egy csírázási kísérlet kapcsán.
- Hozza összefüggésbe a nappalhosszúság virágképzésben betöltött szerepét az eredeti élőhely, illetve a megváltoztatott élőhely (pl. honosítás) nappalhosszúságával.
- Teremtse kapcsolatot a virág és a termés részei között.
- Soroljon és példák alapján ismerjen fel hormonális hatásra bekövetkező növényi életműködések (gyümölcsérés, növekedés).
- Értelmezzen auxin hormonokkal végzett kísérletet.



Harasztok (törzse)

A fejezet a követelményrendszer 3.4.1. pontja alapján készült. Készítette: Vizkievicz András

A harasztok kb. **400 millió évvel ezelőtt** való megjelenése az evolúció történetében merőben új fejezetet jelentett, amennyiben a **harasztok voltak az első valódi szövetes és az első valódi hajtásos – valódi szervekkel rendelkező – növények (a hajtás a leveles szár).**



A mohákhoz hasonlóan szintén ősi zöldmoszatokból alakultak ki a földtörténeti ókorban, kb. 400 millió évvel ezelőtt. A valódi szövetek, a növényi szervek kialakulását a **szárazföldi életmódra való áttérés** indukálta.

Amíg a növény vízben élt

- **nem volt szüksége gyökérre**, hiszen benne élt a tápoldatban, a **tápanyagok felszívását egész testfelületen végezte**, ennek következtében
- **szállítószöveteket sem tartalmazott**,
- **nem volt kitéve a kiszáradás veszélyének** sem, így a bőrszövetek kialakulása sem következett be,
- **mechanikai szövetek sem alakultak ki**, hiszen nem kellett a növényi testet tartani.

A harasztok felépítésének rövid jellemzése

- **Valódi szerveik, szöveteik vannak**,
- **állandó vízállapotúak**, azaz már képesek a vízforgalmukat – leadás, felvétel – szabályozni, vízháztartásukat bizonyos határok között függetleníteni a környezetüktől.
- **Lágyszárúak** (kivéve páfrányfák).
- **Leveleik**
 - általában kicsik, pikkelyszerűek, pl. korpafüvek, zsurlók
 - de lehetnek nagyfelületűek, pl. páfrányok.
- **Virágaik nincsenek**, a spórák vagy
 - külön **spóratermő füzéreken**, pl. korpafüvek, vagy
 - a **levelek fonákján** jönnek létre, pl. páfrányok.



A harasztok szaporodása

A harasztok szaporodása több ponton eltér a mohák szaporodásától.

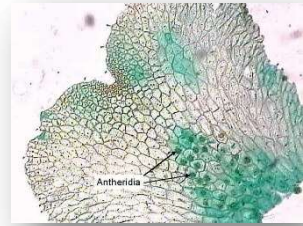
1. A harasztok egyes csoportjaiban – páfrányok - a spórák mind alakilag, mind ivarilag eltérhetnek egymástól,
 - a hím jellegű spórák a **mikrospórák**, belőlük mikroelőtelep fejlődik, melyen megjelennek a hímivarszervek,
 - a női jellegű spórák a **makrospórák**, belőlük makroelőtelep alakul ki, ahol megjelennek a női ivarszervek.
2. A **harasztnövény** már nem a haploid ivaros nemzedékhez (mint ahogyan a mohanövény) hanem a **diploid ivartalan szakaszhoz tartozik**. Tehát a harasztoknál az **ivartalan szakasz fejlettebb** az ivarosnál, melyet a spórán kívül már csak az **előtelep**, az ivarszervek és az **ivarsejtek** képviselnek. A harasztoktól kezdve az **ivaros szakasz egyre redukáltabb** felépítésű, míg az ivartalan nemzedék maga a jól fejlett növényi test lesz.
3. A **harasztnövény** kromoszómakészlete tehát **diploid**.

A harasztok nemzedékváltakozása

Az erdei pajzsika **kétszakaszos** fejlődésmenete.

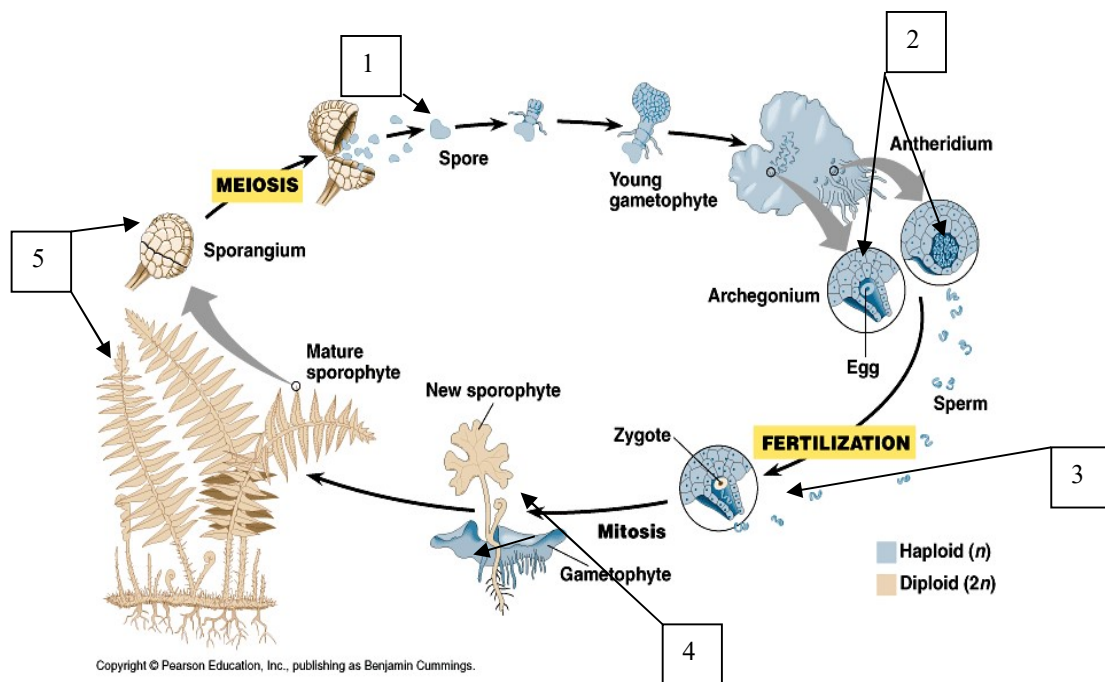
Ivaros szakasz

1. A **haploid spórából** lapos, kb. 0,5 cm átmérőjű, szív alakú, **zöld, fotoszintetizáló haploid előtelep** fejlődik.
2. Az előtelep fonákján jelennek meg a **női és a hímivarszervek**.
3. A csillós hímivarsejtek **vízcseppben** úszva jutnak el a női ivarszervben található petesejthez, s azzal egyesülve létrehozzák a **zigótát**. Tehát a megtermékenyítéshez a víz, mint közeg még elengedhetetlen.



Ivartalan szakasz

4. A **diploid zigóta** osztódik, s létrejön a **diploid csíranövény**, melyből rövidesen kialakul a kifejlett haraszt, **gyöktörzsszel, szárral, levéllel** (valódi növényi szervek).
5. A kifejlődött **diploid páfránynövény** leveleinek **fonákján** kialakulnak a spóratartók, bennük **meiózissal** keletkeznek a **haploid spórák**.



A harasztok szaporodása **nagymértékben vízhez kötött**, egyrészt mivel az előtelep nem bírja a szárazságot, másrészt a **megtermékenyítés folyamata sem nélkülözheti a vizet**.

Nyitvatermők (törzse)

A földtörténet során **elsőként megjelenő virágos, magvas növények**. A nyitvatermők első képviselői a mintegy 100 millió évvel ezelőtt kihalt **magvaspáfrányok** voltak.

A magvaspáfrányoknál a **mikrospórának a virágpor feleltethető meg**. A virágporban létrejöttek a **hímivarsejtek**.

A női jellegű **makrospórából** jött létre a **magkezdemény**, melyben a **petesejtek** alakultak ki.

A virágpor szél útján közvetlenül a petesejtet tartalmazó magkezdeményre került, ilyen módon az ivarsejtek egymás mellett alakultak ki, így már a megtermékenyítéshez nem volt szükség vízre.

A megtermékenyítést követően az anyanövény a fejlődő csírákat tartalék tápanyaggal látta el, majd ezt követően egy védőréteg képződött a csíra körül, **kialakult az ősi mag (embrió, tartaléktápanyag, maghéj)**.

Mivel a megtermékenyítésük függetlenné vált a víztől, továbbá **viaszos leveleik** miatt kiválóan szabályozzák vízháztartásukat – **állandó vízállapotú növények** – így a növények közül **elsőként hódították meg a szárazföldeket**, jól bírják a vízhiányt. Nagyon elterjedtek, magas hegységekben 1000 m fölött, a tajgában, ill. a mediterrán területeken egyaránt megtalálhatóak.

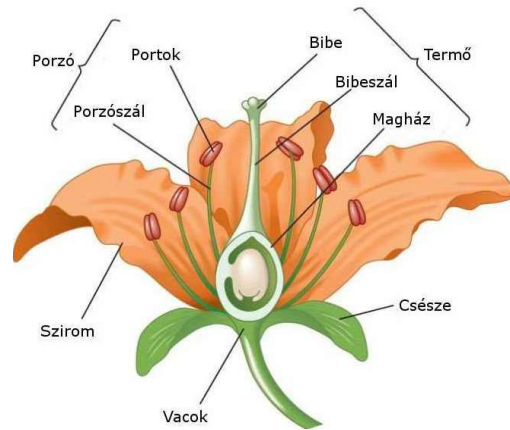
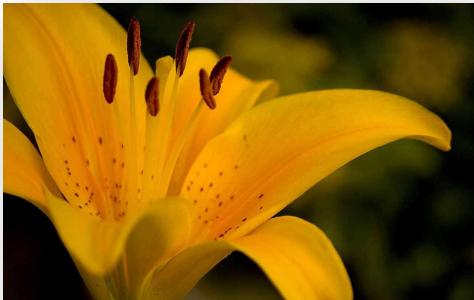
Főbb jellemzőik

- **Kivétel nélkül fás szárúak.**
- **Többségük örökzöld, néhány fajuk lombhullató** pl. vörösfenyő, Ginkgo biloba, **leveleik főleg tű vagy pikkely** alakúak, ritkán nagy felületűek (Ginkgo biloba).
- Virágaik **egyivarúak**, általában **egylakiak**.
 - **Egyivarú virág:** vagy csak termő vagy csak porzó található a virágban.
 - **Egylaki növény:** egy egyeden mind a termős, mind a porzós virágok megtalálhatók.
- **Virágtakaró levelek nincsenek**, így a virágok felépítése igen egyszerű.
 - A **porzós virágzat** általában **barkaszerű**, főleg az ágak csúcsán található meg, bennük **porzók kicsik, pikkelyszerűek**.
 - A **termős virágok** termőlevelei lemezeseek, melyek füzerei a **tobozvirágzatot** alkotják.
- A törzs nevét onnan kapta, hogy a **magkezdemények** – szám szerint kettő - a **termőlevelek tövében szabadon fejlődnek** (termő, zárt magház, termés nincs).
- A keletkezett **virágpor** a **szél közvetítésével közvetlenül a magkezdeményre jut**. A megtermékenyítést követően a magvak szárnyas repítőszerkezetük segítségével, a toboz felnyílása után nagyobb távolságot is megtehetnek.






Zárwatermők törzse

- Kialakulásuk a **magvaspáfrányokból** (ősi nyitwatermők) indult.
- A törzs a nevét a **termőlevelek összezáródásából** kialakuló **zárt termőről** kapta.
- A termő alsó része a **magház**, amely a **bibeszálban**, ill. a **bibében** folytatódik.
- A magházban a **megtermékenyítést** követően a **magkezdeményekből** fejlődnek a **magok**.
- **Jellemző a kettős megtermékenyítés** (később).
- A termő falából **termés** képződik.
- Megjelenik a **színes virágtakaró (rovarbeporzás)**.
- **Rovarmegporzás** jellemző (de lehet szél- és vízbeporzás is).
- **Vízszállító csövek, gyökérszörök alakultak ki**.
- Két fő csoportjuk (osztályuk) van: **egyszikűek** és a **kétszikűek**.
- **Tehát a zárwatermőknél megjelenő evolúciós újítások a takarólevelek, bibe, zárt magház, termés, szállítócsövek, gyökérszörök tovább tökéletesítették a szárazföldi életmódhoz történő alkalmazkodást.**



<u>Zárwatermők</u>	<u>Nyitwatermők</u>
1. Van kettős megtermékenyítés.	1. Nincs kettős megtermékenyítés.
2. Fejlettebb magvédelem , zárt termőből alakult magház. Termés van.	2. Tökéletlen magvédelem, nyitott termőleveleken szabadon található a magkezdemények. Termés nincs.
3. Változatos kialakulású, rendszerint kettős virágtakarójú, színes virágok jellemzők.	3. Virágtakaró nincs. Egyszerű, jelentéktelen virágok.
4. A virág elsődlegesen kétivarú .	4. A virág elsődlegesen egyivarú .
5. A rovarmegporzás a jellemző.	5. Elsődlegesen a szélmegporzás a jellemző.
6. Lehetnek fás szárúak , másodlagosan lágyszárúak .	6. Kivételesen fás szárúak.
7. Vízszállító csövek, gyökérszörök jellemzők.	7. Vízszállító csövek, gyökérszörök nincsenek.

A zárwatermők törzsének két osztálya van, a **kétszikűek** és az **egyszikűek**.

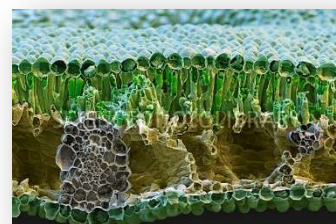
<p style="text-align: center;"><u>Kétszikűek</u></p> 	<p style="text-align: center;"><u>Egyszikűek</u></p> 
<p>1. Az embrió két sziklevéllel csírázik.</p>	<p>1. Az embrió egy sziklevéllel csírázik.</p>
<p>2. A szár a föld felett dúsan elágazó.</p> 	<p>2. A szár csak a tővében elágazó.</p> 
<p>3. A szárban szállítóyalábok körben fejlődnek.</p> 	<p>3. Az edénnyalábok szórtan állnak.</p> 
<p>4. A szár vastagodásra képes.</p>	<p>4. Megvastagodás nincs.</p>
<p>5. A levél alakja változatos.</p> 	<p>5. A levél egyszerű, a levélalap gyakran körbeöleli a szárát, hüvellyé alakul.</p> 
<p>6. A levélerezet hálózatos (fő eres).</p>	<p>6. A levélerezet párhuzamos (mellékeres).</p>
<p>7. Főgyökérrendszer van.</p>	<p>7. Bojtos mellékgökérzet van.</p>
<p>8. Általában öttagú, kettős virágtakaró van (csésze + szírom).</p> 	<p>8. A leplet (nincs csészelevél) egyszerű virágtakarót a hármas szám jellemzi.</p> 
<p>9. Fás vagy lágyszárú növények.</p>	<p>9. Lágyszárúak vagy ritkán fások.</p>

A növényi szövetek

Az azonos működésű, alakú, eredetű sejtek összességét szövetnek nevezzük, ahol a különféle sejtek különböző feladatokra specializálódnak.

Alapvetően két fő szövettípus különböztethető meg:

- **osztódó szövetek** – merisztémák -, melyek osztódásra képes sejtekből állnak:
 - csúcsmerisztéma,
 - oldalmerisztéma – kambium,
 - közbeiktatott merisztéma.
- **állandósult szövetek**, melyek differenciált, állandósult sejtekből állnak, működés szerint feloszthatók:
 - bőrszövet
 - szállítószövet
 - alapszövetek
 - valódi alapszövetek
 - táplálékkészítő
 - raktározó
 - víztartó
 - átszellőztető
 - szilárdító
 - kiválasztó és váladéktartó szövetek.



A szövetek kialakulása a szárazföldi életmódhoz való alkalmazkodás következménye. A fejlett hajtásos növényekben az egyszerű szövetek **szövetrendszerekbe** csoportosulnak, ahol eredeti funkciójukat összehangolva, egymást kiegészítve végzik, pl. a bőr-, szállító-, alapszövetrendszer.

A növényi osztódó szövetek

A soksejtű növény is egyetlen sejtéből, a megtermékenyített petesejtéből fejlődik. A fejlődő embrió eleinte még teljes egészében osztódó sejtekből áll, ám hamarosan az osztódások a növénynek csak bizonyos helyeire korlátozódnak, ahol a **sejtek osztódó képességüket a növényi élet egész tartamára megőrzik**. Ezek az **osztódó sejtek az ún. osztódó szöveteket** alkotják.

Az osztódó szöveteknek köszönhetően képes a növény arra, hogy teste egész élete alatt növekedjen, szemben az állati szervezettel, s ezért hívjuk **növekvő lénynek, vagyis növénynek**.

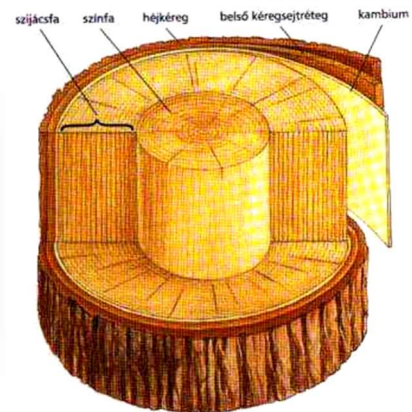
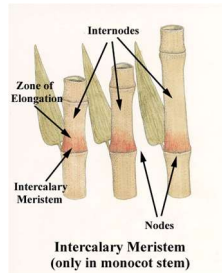
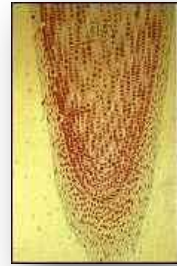
Az osztódó szövet sejtjeire jellemző, hogy:

- kicsik,
- zöld színtestet, vakuólumot nem tartalmaznak,
- vékony falúak,
- relatíve **nagy magjuk és telt plazmájuk** van.



Elhelyezkedésük szerint ismertek:

- **csúcsi osztódó szövetek** a **tengelycsúcson** (**hajtáscsúc, gyökércsúc**) található, melyek a növény **hosszirányú növekedéséért** felelősek.
- A növényi szerv oldalával párhuzamosan kialakuló osztódó szövetek, melyek a növényi szerv **vastagodásáért** felelősek, pl. **kambium**.
- **Közbeiktatott merisztémák**
 - a szártagok megnyúlását,
 - levélnyel, levéllemez növekedését biztosítják.



A bőrszövetrendszer

A bőrszövetrendszer a hajtásos növények **testének felületén** levő sejtszövetek összessége.

Alapvető működési eltérések következtében két típusa van:

- a **hajtás** és
- a **gyökér** bőrszövetrendszere.

1. A fiatal hajtás bőrszövete - epidermis

A fiatal hajtás **elsődleges bőrszövete**. Funkciója:

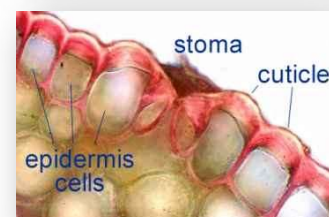
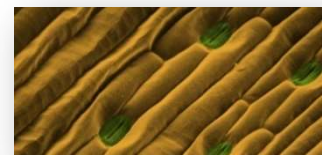
- **mechanikai védelem,**
- **kiszáradás elleni védelem,**
- **a párologtatás, gázcsere lebonyolítása.**

A fiatal hajtás bőrszövete általában **egy sejtrétegű**. A sejtek igen **szorosan kapcsolódnak** egymáshoz. A **folytonosságot csak a gázcsere nyílások légrései szakítják meg**. Ezek a nyílások, amelyeket **két zárósejt** vesz körül, nyithatók vagy zárhatóak.

A gázcsere nyílások bonyolítják le a párologtatást és a gázcsere a külvilág és a növény belső szövetei között.

A **bőrszöveti sejtekben** – kivéve a gázcsere nyílások zárósejtjeit - **nincsenek zöld színtestek**, így az **színtelen**. A levél színét a mélyebben lévő szövetek színtestjeitől kapja.

A bőrszöveti sejtek felszínén összefüggő, vízhatlan kémiai védőréteg helyezkedik el, ez a **kutikula**, amely **védi a növényt a kiszáradástól**.



A levelek, gyümölcsök epidermiszén gyakran **viasz** is felhalmozódhat, mely többé-kevésbé összefüggő réteget alkot, pl. ezüsthéjű levél fonákján, almán, szőlőn, szilván.

A növényi szőr

A növényi szőrök a **hajtás bőrszövetének** képződményei, lehetnek egyszettűek vagy többszettűek.

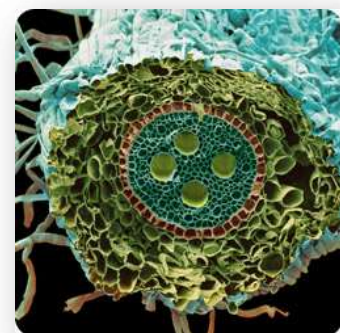
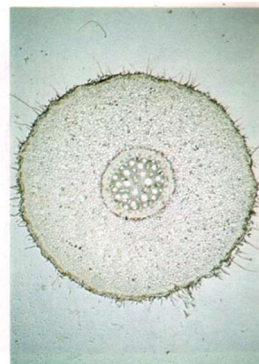
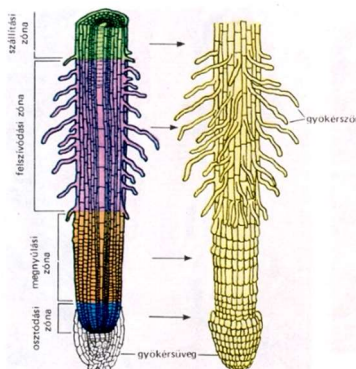
Működésük szerint lehetnek:

- **fedőszőrök:** túlzott párologtatás és a hideg ellen védenek, tőlük a növényi részek puha, selymes tapintásúak, pl. kökörcsin,
- **csalánszőrök:** a szőr kiemelkedő, csúcsi részén egy gömb alakú fejecske található, mely érintésre letörik, s a merev szőrconk, mint valami injekcióstű beszűrődik a bőrbe, és a szőrsejtben lévő acetilkolin, hisztamint stb. bejuttatja a bőr szöveteibe gyulladást okozva,
- **repítőszőrök:** pl. gyapot magvain.



2. A fiatal gyökér bőrszövete - rizodermisz

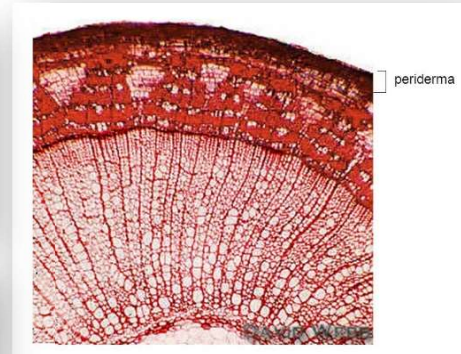
A fiatal gyökér elsődleges bőrszövete. A gyökér bőrszövetén **nincsenek gázcserenyílások és nincsen kutikularéteg sem**. A gyökér bőrszövetének zárwatermőkre jellemző speciális képződményei a **gyökérszőrök**. A gyökérszőrök a gyökér bőrszövet sejtjeinek kesztyűujjszerű kitűrődései. A gyökérszőrökön keresztül történik a víz és az oldott ionok felvétele.



A gyökérszőrök feladata a **felületnagyoobbítás**. A gyökérszőrök élettartama néhány nap, a csúctól távolabb pusztulnak, a csúcs irányába mindig megújulnak. Egyetlen rozs növényen 14 milliárd gyökérszőr lehet, amelynek egyesített felülete 400 négyzetméter.

3. Másodlagos bőrszövetek – periderma

A vastagodó hajtás és gyökér felületén, az elszakadozó elsődleges bőrszövet helyett kialakul egy **több sejtrétegű**, igen ellenálló, **elhalt bőrszövet**. Általában ismeretes a **néhány éves fiatal fásszárú növények** szárán, gyökerén.



Szivárvány eukaliptusz, Kauai, Hawaii

Az “Eucalyptus deglupta” vagy más néven a szivárvány eukaliptusz a Föld legszínesebb fája. A fa törzse azért színes, mert az év folyamán különböző időpontokban, foltokban dobja le magáról a kérgét, amely alatt feltűnik a világoszöld belső kéreg. Ezután a törzs elsötétül, érlelődik, amely során kék, lila, narancssárga, majd barna tónusú lesz.

4. Héjkéreg

A fás növények **harmadlagos bőrszövetrendszer**e. A másodlagos bőrszövetrendszer (peridermát) váltja fel az évről évre vastagodó fás szárban. Képződése során a héjkéregbe **elhalt hánccselemek is belekerülnek**. A vastagodó szár belső téréfogata gyarapodása következtében a héjkéreg gyakran repedezett (pl. tölgy).



A szállítószövet-rendszer

A kezdetlegesebb szerveződési szinten álló **telepes növények testében** a tápanyagok többnyire sejtről sejtre vándorolnak **diffúzióval**.

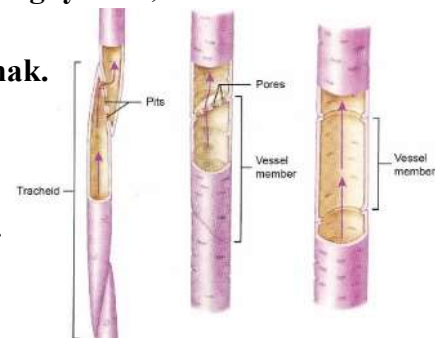
A hajtásos növények testében a gyökerek által felvett víznek el kell jutnia a levelekbe, ill. a test minden élő sejtjébe. Ugyanakkor a levelekben keletkezett szerves termékeknek is el kell jutniuk a raktározó szövetekhez. Ezt az összetett feladatot a **szállítószövet-rendszer** végzi el.

A szállítószövet-rendszer sejtjei

- a legkisebb ellenállást nyújtva a **szállítás irányába megnyúltak**,
- **végfalaik ferdén állnak** (nagyobb tapadási felület).
- A **végfalak lyukacsosak, esetleg teljesen felszívódnak**.

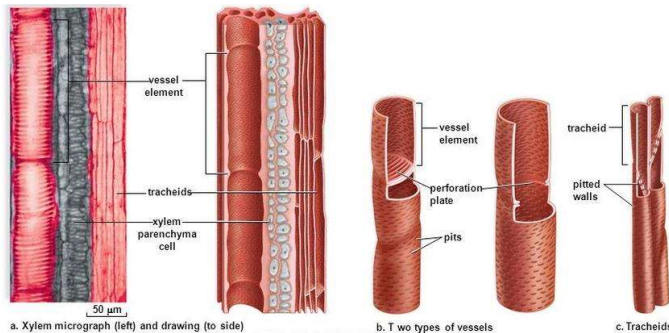
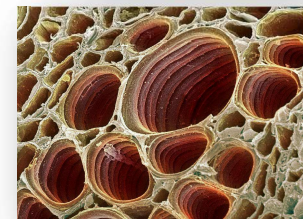
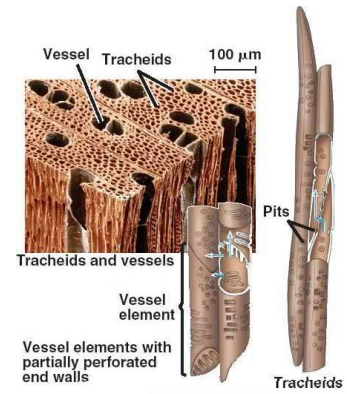
A kettős funkciót ellátó szövetrendszer két részre osztható:

- a **vizet és sókat szállító farészre** (xylem),
- a **szerves anyagokat szállító hánccsészre** (phloem).



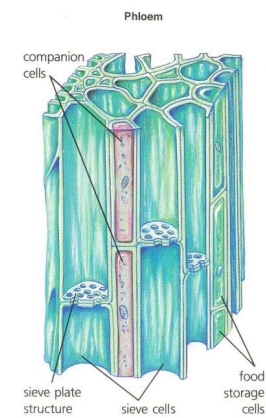
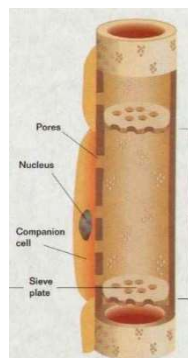
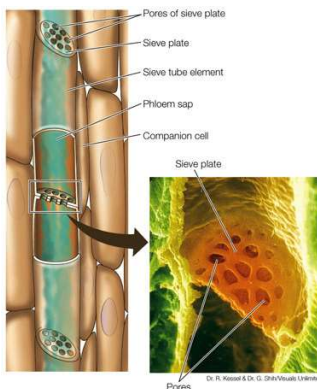
A farész

- **Harasztokban és nyitvatermőkben elhalt sejtek szállítják a vizet és a sókat a gyökér felől a hajtás felé.**
- **Zárvatermőkben a sejtek válaszfalainak felszívódásával vízszállító csövek alakultak ki, melyek oldalsó falai spirálisan megvastagodnak, védve a csöveket az összenyomódástól.**
- A csövek hossza néhány cm-től 8-10 méterig terjedhet. A csövek egy vagy több éven át működőképesek, azután gyanta és gumyszerű anyagok eltömik őket.
- A **faparenchima** sejtek a farész élő plazmatartalmú sejtjei, amelyek főképpen a **tápanyag raktározásában** vesznek részt.
- A **farostok** hosszúra nyúlt, kihegyezett végű, vastag, fásodott falú, elhalt sejtek. **Támasztják, szilárdítják** a vizet szállító faelemeket.



A háncs

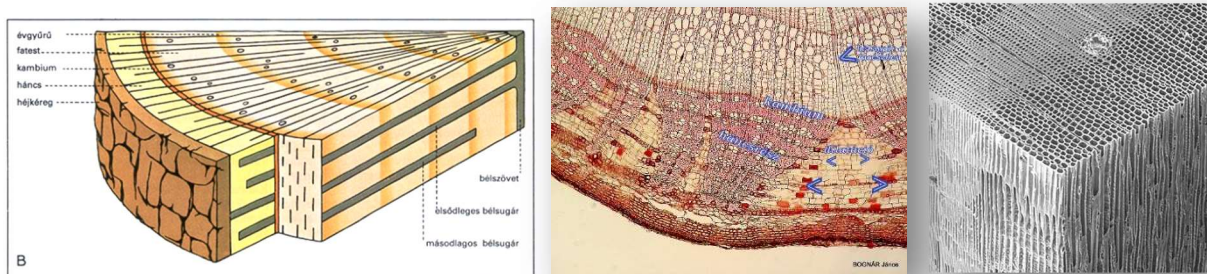
- A háncsrész **szerves anyagokat szállít** a növényi test minden irányába.
- A harasztok és a nyitvatermők háncsrészének a szállítóelemei **élő rostasejtek**,
- **zárvatermőkben** több sejtnek, ún. rostacsőtagnak az egyesüléséből **rostacsövek** jönnek létre. A rostasejteket **rostalemezek** választják el.



- **Kísérő sejtek:** a zárvatermők rostacsőtágjait kísérik. Plazma és magtartalmú élő sejtek, a tápanyagszállítást segítik.
- **Háncsparenchima** sejtek: élő, plazmatartalmú, **tápanyagokat raktározó sejtek**.
- **Háncrostok:** farostokhoz hasonló alakú, de cellulóz falú **szilárdító elemek**. Háncrostok közé tartoznak az iparilag hasznosított rostok, pl. len, kender stb.

A szállítóelemek elrendeződése alapján két fő **szártípust** különböztetünk meg:

1. **Zárt kambium-henger** alakul ki, amely **kifelé összefüggő háncs hengerpalástot, befelé összefüggő fahengert** fejleszt. Ez a **fáinkra** jellemző **fás szár** (évyűrűs szerkezet).

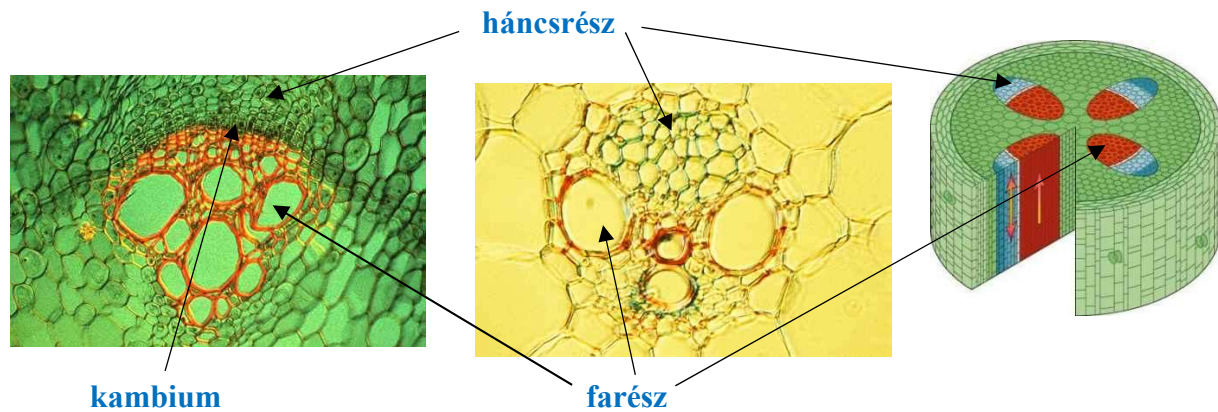
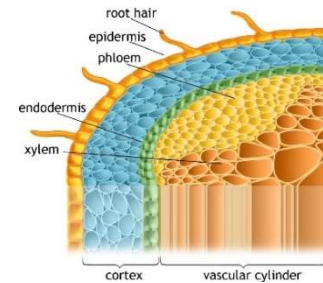


2. Másik esetben a kambium elkülönült kötegekre, egységekre bomlik, s ezek **különálló, ún. szállítónyalábokat** fejlesztenek. Ez a típus a lágyszárúakban ismert.

a) Maguk a nyalábok lehetnek **egyszerűek**: ha csak fa- vagy csak háncselemekből állnak, pl. fiatal **gyökerekben**.

b) A nyalábok a **szárban összetettek**, ahol egy nyalábban belül fa- és kívül háncselemeket egyaránt találunk.

- **Nyílt** nyalábnak nevezzük, ha a fa- és a háncsrész között **működő kambium** van, pl. **kétszikű** lágyszárú növények szárában.
- **Zárt** nyalábról beszélünk, ha a kambium a fa- és a háncsrész kifejlesztése után eltűnik. Ez a típus az **egyszerűek** számára jellemző (már nem képesek másodlagos vastagodásra).

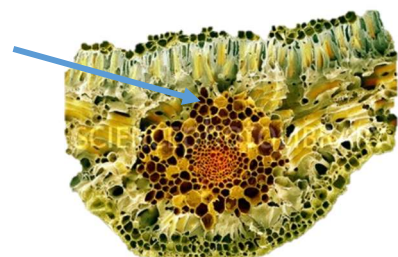


Levelekben a **nyalábrendszer** a **levél erezte**, amely összetett, zárt nyalábokból áll.

Az alapszövetrendszer

A növényi testben mindaz, ami nem bőr-, és nem szállítószövet, az alapszövet. Működésük alapján megkülönböztetünk:

- **valódi alapszöveteket,**
- szilárdító alapszöveteket,
- kiválasztó (szekréciós) alapszöveteket.



1. Valódi alapszövetek

Élettani működésük alapján a valódi alapszöveteket további típusokra oszthatjuk.

a) Táplálékkészítő alapszövetek

A **fotoszintetikus** szervesanyag-építés színhelyei, a nagy mennyiségű **zöld színtesttől** zöldek. Előfordulnak a levelek középső részében, fiatal zöld szárakban, termésekben, csészelevelekben (mindenhol, ahol a növény zöld). Sejtheik lazán helyezkednek el, vékony falúak, oldatok és gázok számára könnyen átjárhatók.

b) Raktározó alapszövetek

A sejtekben különböző tápanyagokat raktároznak, vízben oldhatatlan, ún. **zárványok** formájában: **keményítőt, olajat, fehérjéket**. Elsősorban a **fénytől elzárt növényrészekben** található meg: **gyökerekben, magvakban, gumókban**.

Ilyenek pl. a fák faparenchima sejtjei. A faparenchima sejtekben raktározott tápanyagot a növény rügyfakadáskor használja fel, s így ezek évről évre újra raktározzák a tápanyagokat.

c) Vízraktározó alapszövetek

A **száraz környezetben élő** pozsgás növények testében valóságos vízraktározó szövetek alakultak ki. A sejtekben nagy központi **vakuólum** van, amely szinte teljesen kitölti a sejtet. A vakuólumban **vizes nyálka** formájában raktározódik a víz. Kialakulhat a szárban (kaktuszok), vagy a levélben (kövirózsa).

d) Átszellőztető vagy levegőtartó alapszövetek

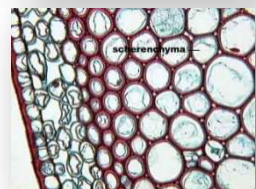
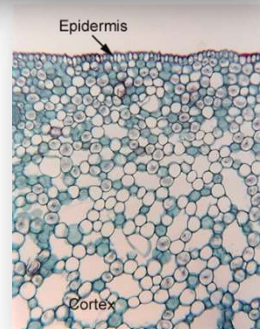
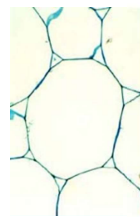
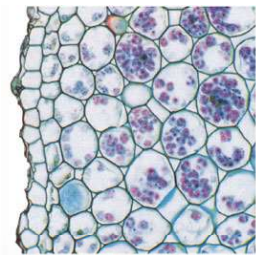
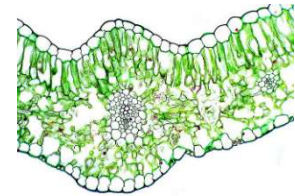
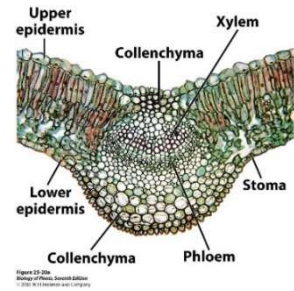
Levegővel teli sejt közötti járatokban gazdag alapszövet, ahol a járatok sokszor jelentékeny üregekké tágulnak, valóságos légkamra rendszert alkotnak. Tipikusan **vízinövények víz alá merült részeiben**: levélnyelekben, szárakban, gyökerekben figyelhető meg.

2. Szilárdító (mechanikai) alapszövetek

A növényi test méretének növekedése következtében, a lombzat megtartásához komolyabb szilárdításra van szükség, s ezt a szerepet a mechanikai szövetek töltik be.

Egy rozs szál, pl. 1500 mm magas, s csúcán egy viszonylagosan nehéz kalászt visel, ugyanakkor alapjánál mindössze 3 mm széles, vagyis kb. 500-szorta magasabb, mint amilyen széles. A 300 m magas párizsi Eiffel-torony esetén ez 0.6 m széles alapot jelent.

A szilárdító szövetekben a sejtfalakra jellemző a **sejtfalvastagodás**, gyakran a sejtfalba **faanyag**, ún. **lignin** rakódik, amely a növényi részeknek szilárdságot, tartást biztosít. Ide tartoznak a **farostok** és a **háncsrostok** is.



3. Kiválasztó és váladéktartó alapszövetek

A növényeknek az állatok veséjéhez hasonló elkülönült **kiválasztó szervük nincs**. Ugyanakkor a növényi anyagcsere során is keletkeznek káros, felesleges anyagok melyek

- vagy **oldhatatlan zárványok** formájában a sejtekben **elkülönülnek, felhalmozódnak** (pl. Ca-oxalát),
- vagy a növényi szervezetből valamilyen módon **kiürülnek**.

a) **Egysejtű vagy többsejtű mirigyszőrök a bőrszöveten.**

b) **Nektáriumok**, amelyek a nektárt választják ki, ami a viráglátogató rovarok egyik fő tápláléka. A kiválasztott cukor a háncsrész szállítóelemeiből származik.

c) **Ozmofórák**, amelyek **illatkiválasztó képződmények**. A virágszag szintén a rovarok csalogatásában játszik szerepet.

d) **Gyantajáratok**

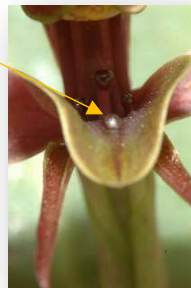
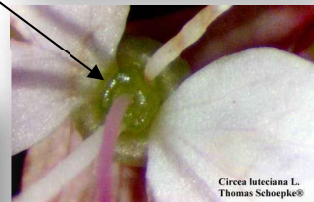
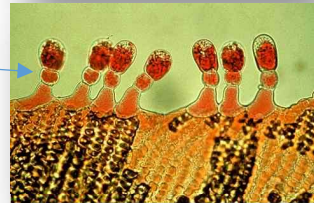
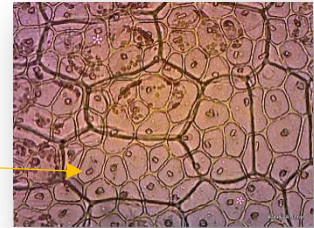
Ilyenek vannak pl. a **fenyőfélék** testében. A **megkövesedett gyanta a borostyán**.

e) **Tejcsövek**

A tejcsövek összeolvadó sejtsorok, amelyek tejszerűen folyékony sejtnedvet tartalmaznak.

A tejnedv a tejsző sejtnevedve.

- A **kaucsukfa** tejszőve a kaucsuk, a gumi gyártásának volt az alapanyaga.
- A **mák** tejszőve sok alkaloidot tartalmaz, a mák kicsorgó és megszáruló tejszőve az **ópium**.



Növényi szövetek vizsgálata, metszetkészítés

Osztódószöveti metszetek:

- vöröshagyma gyökércsúcs,
- hársfa hajtás keresztmetszete (kambium).

Bőrszöveti metszetek:

- hagymalevél epidermisz nyúzata,
- tulipánlevél epidermisz nyúzata.



gyökérszűcs
osztódószöve
(feketével: sejtmagok)



nagyítva

Nyúzat készítés

Ilyenkor az epidermiszt csipesszel letépjük az alatta levő szövetekről, ami azért lehetséges, mert az epidermiszsejtek egymáshoz jóval erősebben kapcsolódnak, mint az alatta elhelyezkedő sejtekhez.



A növényi szervek



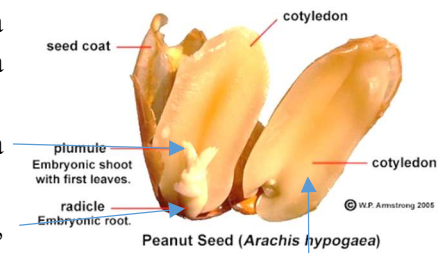
A harasztok, nyitvatermők, zárvatermők **szövetes, hajtásos növények (hajtás: leveles szár)**, testük alapvetően

- **gyökérre,**
- **szárra,**
- **levelekre tagolódnak.**

Ezek az **önfenntartó** vagy **vegetatív** szervek. Az **első hajtásos** – leveles, száras – növények a **harasztok**. A törzsfejlődés során a nyitvatermőknél megjelenik a **mag** és a **virág**, továbbá a zárvatermőknél a **termés**, melyek **szaporítószerveknek** tekinthetők.

A magvas növényeknél a megtermékenyítést követően a **zigótából a magban** létrejön az **embrió** vagy **csíra**. A csíra alapvetően 3 részre tagolható:

- **rügyecskére**, amelyből a leveles szár, azaz a hajtásrendszer jön létre,
- **gyököcskére**, amelyből a gyökérrendszer fejlődik ki,
- **sziklevélre.**



A gyökér

A gyökér alapvető feladata a

- **növény rögzítése**, ill.
- a **víz** és a benne oldott **ásványi anyagok felvétele**.

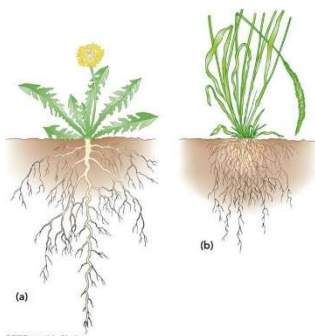


A gyökérrendszer

A gyökerek összessége a **gyökérzet**, melynek két alaptípusa ismert:

a) Főgyökérrendszer, melyre jellemző az erős központi főgyökér, melyből oldalgyökerek, azokból hajszálgökerek erednek, előfordul a **nyitvatermők, zárvatermő kétszikűek** körében.

b) Mellégyökérrendszer, nagyszámú, egyforma fejlettségű gyökerek jellemzőek. Oldalgyökerek, hajszálgökerek itt is kialakulhatnak, az **egyszikűek** gyökérrendszere ilyen.



A gyökéren függőlegesen különböző **működési zónák** vannak.

1. Osztódási zóna

A gyökér csúcsi része **osztódószövetből** áll, amit kívülről a **gyökérsüveg** véd, melynek sejtjei elnyálkásodva segítik a gyökér mozgását a talajban, továbbá közetet oldó **gyökérsavat** termelhetnek.

2. Megnyúlási zóna

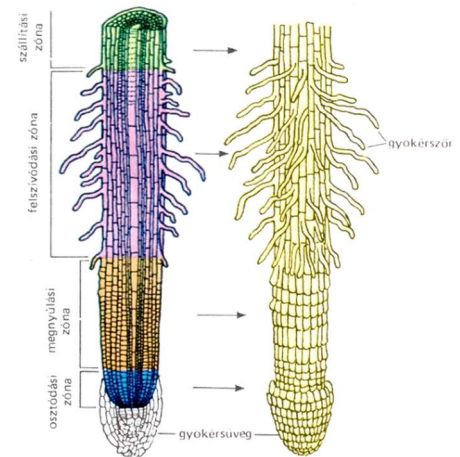
Itt a legerőteljesebb a sejtek hosszirányú növekedése (auxin hatására).

3. Felszívási zóna

Gyökérszőrök jellemzik. Legfelső sejtjei fokozatosan elhalnak, míg a csúcshoz közel újraképződnek, így biztosítva a folytonos tápanyagfelvételt.

4. Szállítási zóna

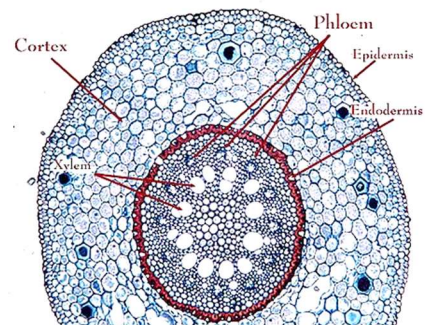
A felszívott anyagok a gyökér egyszerű szállítóyalábjában továbbítódnak a szár felé.



A gyökér keresztmetszete

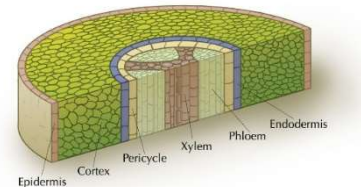
Három szövetét különböztethetünk meg: a csúcstól néhány centiméterrel, a szállítózóna alsó határán.

1. **Bőrszövetrendszert** gyökérszőreivel.
2. Az **elsődleges kérget**, melyet raktározó alapszövet épít fel.
3. A **központi hengert**, amelyben az **egyszerű szállítóyalabok** helyezkednek el.



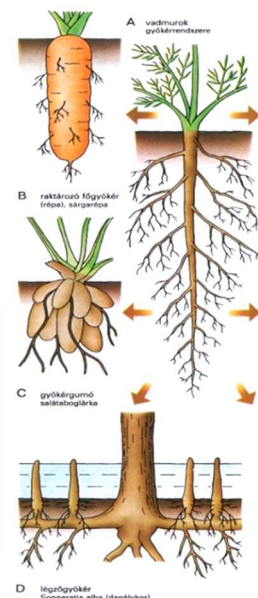
A gyökérmódosulások

A környezethez való evolúciós alkalmazkodás eredményeképpen a gyökerek gyakran jelentős átalakuláson mennek keresztül, különféle feladatok ellátására specializálódtak.



1. Raktározógyökerek

- **Karógyökér**, ahol a főgyökér vastagodik meg, ilyen pl. a sárgarépa, ahol a raktározott tápanyag a karotin,
- **gyökérgumók**, ahol az oldalgökörek vastagodnak meg, többnyire **keményítőt** raktároznak, pl. salátaboglárka.



2. Légzőgyökerek

Az oxigénben szegény, mocsaras talajban levő gyökér gázcseréjét segítik, átszellőztető szövetekben gazdagok, pl. mocsárciprus.



3. Gyökérgümő

A gyökérgümőben **anaerob, heterotróf nitrogénkötő baktériumok** a levegő nitrogéntartalmát ammóniává alakítják, mint pl. a **pillangósvirágú** növényekben.



4. Egyes trópusi fán lakó orchideák lecsüngő gyökerei megzöldülnek és **fotoszintetizálnak**.

5. Szívógyökerek, pl.:

- a **parazita aranka** járulékos gyökerei, amik a megtámadott növény **háncselemeibe** nőnek bele, onnan szerves anyagot vonnak el (maguk nem fotoszintetizálnak),
- ugyanakkor a **fagyöngy** ún. **félparazita**, a szívógyökerek a megtámadott növény **farészébe** hatolnak be, ahonnan vizet és ásványi sókat vesznek el (fotoszintetizálnak).



A járulékos gyökerek

Ha a gyökér nem a csíra gyököcskéjéből, hanem **szárból** vagy **lomblevélből** fejlődik, **járulékos gyökérről** beszélünk. Ilyenek pl. a borostyán **kapaszkodó gyökerei**, a filodendron levegő páratartalmát hasznosító **léggökerei**, ill. a kukorica **támasztó gyökerei** (koronagyökerek).



A hajtás

A **leveles szár**at hajtásnak nevezzük, mely az **embrió rügyecskéjéből** fejlődik ki. A hajtás **tengelye** a **szár**, függelékszervei a **levelek**.

A szár

- Összekapcsolja a leveleket és a gyökeret, közvetíti a tápanyagokat,
- a növényi test tartóvázát adja.

Szár- és hajtástípusok

Két alaptípust különböztetünk meg:

- a **fás** (fatörzs, cserje, pálmatorzs) és a
- **lág**y (szalmaszár, palkaszár) szárát.



A fás szár

A **fás szár** az **ősibb**, ebből jött létre a lágyszár, a sokéves növényekre jellemző. Fás szára:

- van az **összes nyitvatermőnek**,
- **sokéves kétszikűeknek** (közismert fák).

A lágyszár

A lágyszár puha állományú, lehet egy vagy két éves.

A lágyszár felépítése, keresztmetszete

A lágyszár, akár csak a gyökér, keresztmetszetét vizsgálva, **3 szövetréteg**re tagolódik.



1. Bőrszövet

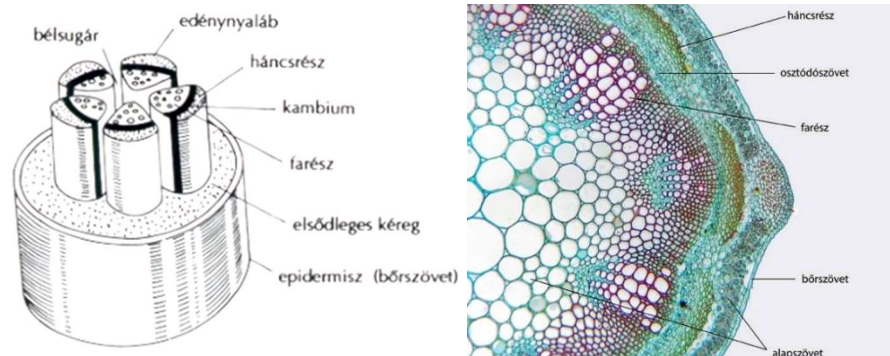
- Egyrétegű epidermis.

2. Elsődleges kéreg

- Az elsődleges kéreg, raktározó alapszövet. A fiatal szárak zöldek, mivel a bőrszövet alatt zöld színtestek lehetnek, emiatt képesek fotoszintetizálni.

3. Központi henger

A központi henger tartalmazza a szállítóyalabokat, alapszövetbe ágyazódva.



A szár fejlődése

Attól függően, hogy a **kambium**

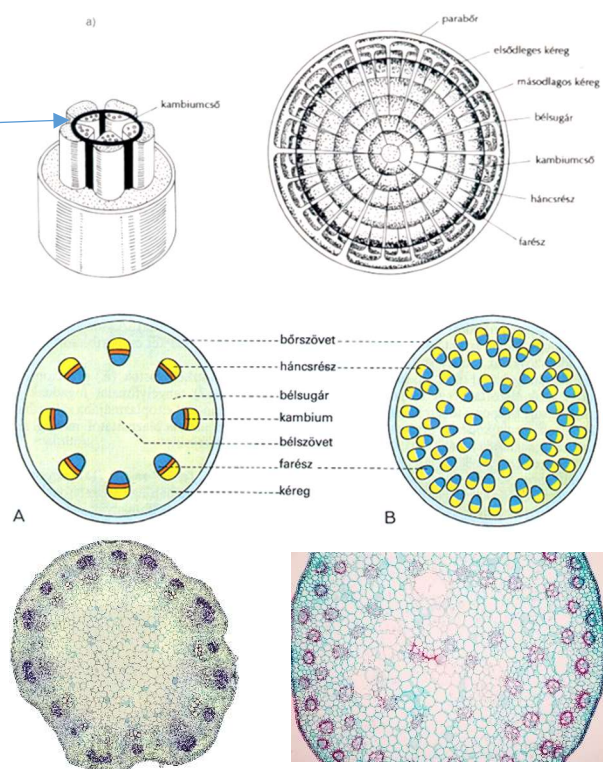
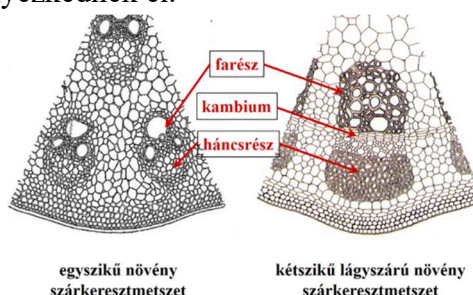
- **különálló kötegeket képez, akkor lágyszár marad,**
- **vagy összefüggő hengert alkot, ekkor fás szár alakul ki** (azaz a kambium a nyalábok között is kialakulva gyűrűvé záródik).

A fásszárú növények is először lágyszárú csemeteként indulnak fejlődésnek, majd a **kambiumgyűrű záródásával** alakul ki a fás szár.

A lágyszárban a szállítóyalabok elrendeződése lehet

- **körkörös, mint a kétszikűekben** vagy
- **szórt, mint az egyszikűekben.**

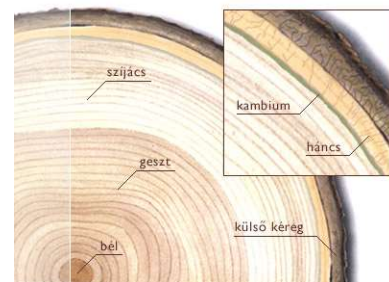
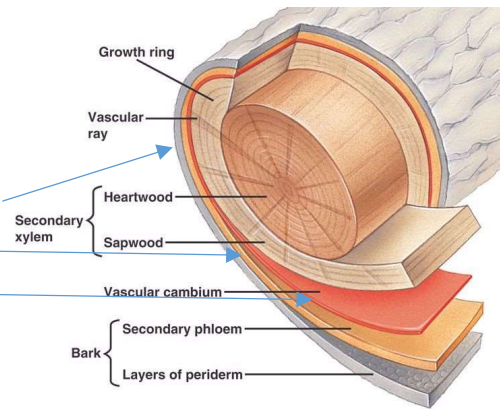
Általános tendencia, hogy a **faelemek a szár közepe felé, a háncselemek perifériásan** helyezkednek el.



A fás szár szerkezete

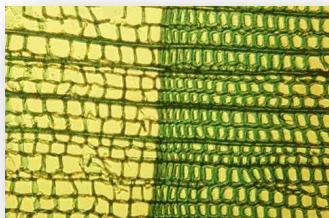
A fás szár a **több éves zárwatermőkre, ill. a nyitwatermőkre jellemző**. Kívülről befelé haladva a következő rétegeket lehet megkülönböztetni.

- Többrétegű bőrszövet, a **periderma, héjkéreg**.
- **Élő hancs**, általában néhány mm.
- **Kambiumgyűrű**.
- **Fatest**,
 - melynek külső, vizet és sókat szállító **élőrésze a szijács**.
 - Az **elhalt fatest** a **geszt**, amely elsősorban szilárdító feladatokat lát el. Az idősebb szállítóelemek elzáródnak, a sejtek falába tartósító, ún. cseranyagok rakódnak, amelyek védik az elhalt elemeket a lebontó szervezetektől.



Ahol az év során **nem kiegyenlítették a csapadékviszonyok (mérsékelt égöv)**, ott a fák **kambiuma**

- elsősorban a **csapadékosabb tavaszi** időszakban működik intenzíven, ekkor **nagyobb átmérőjűek a vízszállítóelemek** (világosabb tavaszi pászta),
- nyárvégén és **ősszel szűkebb átmérőjű, vastagabb falú** csövek jönnek létre (sötétebb őszi pászta), hiszen a növények már kevesebb vizet vesznek fel,
- ennek köszönhető az **évgűrűs** szerkezet a **mérsékelt égövi fáknál**.
- Télen természetesen nem működik a kambium.



A szár módosulásai

a) Föld feletti szármódosulások

- **Pozsgás szár**: megvastagodott, redukált levelű, víztartó alapszövetekben nagy mennyiségű vizet raktározó szár, pl. kaktuszok szára.



b) Föld alatti módosult szár

- **Gumó**: megvastagodott, tápanyag-raktározó földbeni szár, pl. ciklámen, burgonya.



A lomblevél

A lomblevél a **fotoszintézist**, a **gázcserét**, a **párologtatást** lebonyolító növényi szerv.

A lomblevél részei

- A **levélalap**, amely a szárhoz kapcsolja a levelet,
- a **levélnyel**, mely összekapcsolja a levélalapot a levéllemezzel, és
- a **levéllemez**, amely ellátja a lomblevél feladatait.

Ha a levélalap csőszerűen alakul és a szárát körülöleli, **levélhüvelyről** beszélünk (egyszikűeknél).

A levélalap kiszélesedhet, ez a **pálhalevél**.

A lomblevél alakja

Rendkívül változatos.

Megkülönböztetjük a levéllemez

- **vállát**,
- **csúcsát és**
- **szélét**

A levéllemez felső oldala a **színe**, az alsó a **fonákja**.

Ha egy levélnyélen

- egyetlen levéllemez van, a levél **egyszerű**,
- ha több, a levél **összetett**.

Az összetett levél lehet:

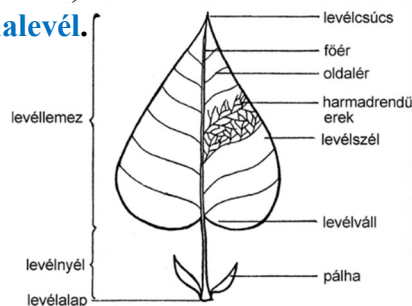
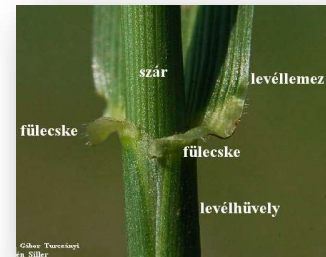
- **tenyeresen** összetett (gesztenye), lehet
- **szárnyasan** összetett.

Levélmódosulások

A környezethez való evolúciós alkalmazkodás következtében bekövetkező változások.

A) **Levéltövis**, pl. a **kaktusz** esetén, így csökkenti a párologtató felületet. Ezen kívül, **akác**, Júlia borbolya.

B) **Rovarfogó levelek**, amelyeken emésztő mirigyszőrök fejlődnek, pl. kancsóka, harmatfű, Vénusz légyecsapója.



A rovaremésztő növények általában **nitrogénszegény**, mocsaras **talajokon** élnek, így, **nitrogénigényüket rovarfogásra és szerves nitrogénvegyületek – fehérjék - emésztésére módosult leveleik segítségével biztosítják**. A leveleik változatos felépítésű csapdákká és fehérjebontó szervekké módosulnak, a **hiányzó nitrogént ezek a növények főleg rovar eredetű fehérjék lebontásával és hasznosításával pótolják**.

C) **Levélkacs**, kapaszkodószervek, pl. borsó.

D) **Pálhalevél**, a levélalap módosul, lehet nagy, fotoszintetizálhat, pl. borsó.



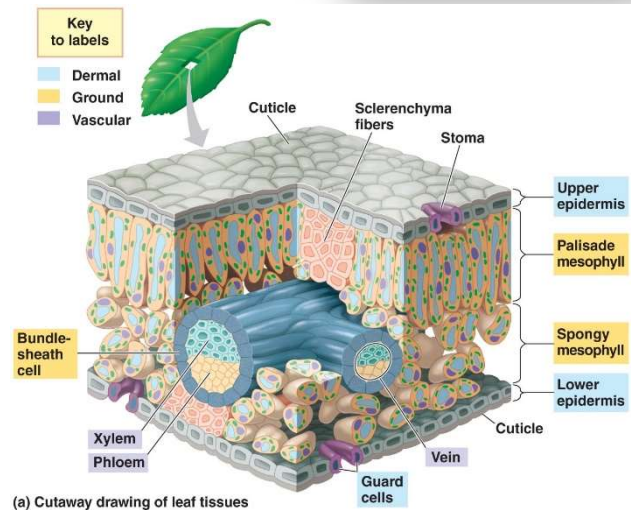
A lombszevél felépítése

A lombszevelek a **fotoszintézis**, a **gázcsere** és a **párologtatás szervei**. A lombszevelekre jellemző:

- **nagy felület**,
- **kiterjedt sejtközötti járatrendszer**,
- **raktározó szövetek nincsenek**,
- **nincs periderma és másodlagos vastagodás**.

Szöveti felépítés

A levelet minden oldalról **egyrétegű bőrszövet** – epidermis - **határolja**, melyet a **kiszáradás ellen védelmet nyújtó kutikula borít**. A bőrszövet szintelen, átlátszó, **zöld színtesteket nem tartalmaz** (kivéve a sztómák zárósejtjeit).



A bőrszövet folytonosságát a **gázcserenyílások** (sztómák) szakítják meg, amelyek

- a **kétszikűeknél** a levelek **fonákján**,
- míg a víz felszínén úszó leveleknek csak a színén találhatók meg.
- **egyszikűeknél mindkét oldalon** megtalálhatók.

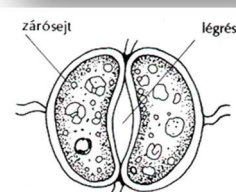
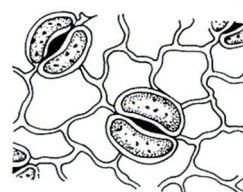


A sztómák elsősorban a levélen találhatók, de jelen vannak fiatal szárok epidermiszén, virágleveleken, sőt esetleg földalatti szárokon is, **de mindig hiányoznak a gyökereken**.



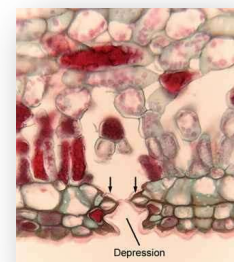
A sztómákon belül megkülönböztetjük

- a **légrést** és
- a légrést körülvevő **babalakú két zárósejtet**.



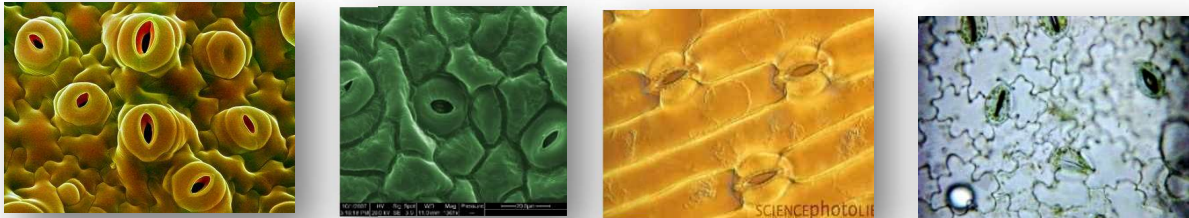
A sztómákat ún. kísérősejtek veszik körül. A bab alakú **zárósejtekben zöld színtest** található.

A légrés alatt egy nagyobb üreg, a **légudvar** helyezkedik el, amely rendkívül gazdag sejtközötti járatrendszerben folytatódik. A gázcserenyílások tehát a sejtközötti járatrendszer felszíni kivezetőnyílásai.



A zárósejtek lehetnek:

- az epidermiszsejtek szintjében, közepes vízellátottságú növényeknél (mezomorf),
- kiemelkedhetnek a bőséges vízellátottságú helyeken (higromorf),
- be is sülyedhetnek a sivatagi, félsivatagi növényeknél (xeromorf).
- A párhuzamos erezetű leveleken (egyszikűek és tűlevelek) a sztómák párhuzamos sorokban,
- a hálózatos erezetű leveleken (kétszikűek) a sztómák szórtan állnak.

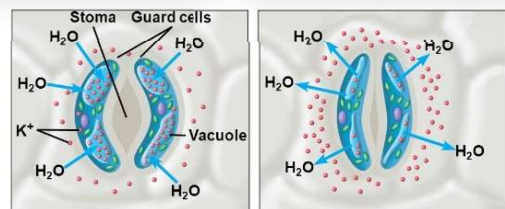


A sztómák kettős feladatot látnak el,

- **lebonyolítják a gázcserét, illetve**
- **végzik a párologtatást.**

A zárósejtek speciális felépítésük révén a légrést tágítani vagy szűkíteni képesek,

- amennyiben a zárósejtek K^+ és vizet vesznek fel és megduzzadnak, turgoruk nő, a légrés kinyílik,
- ellenkező esetben a vízvesztés következtében a zárósejtek összehúzódnak.



A bőrszöveten belül található a zöld színtestekben gazdag, fotoszintetizáló **táplálékkészítő alapszövet**, melyre jellemző a **gazdag sejtközi járatrendszer**.

A **kétszikű növények** leveleiben szerkezete felépülhet

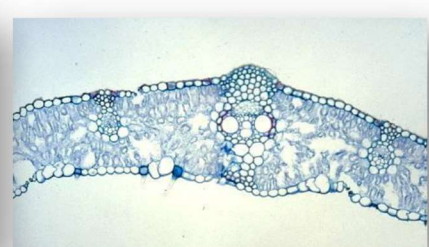
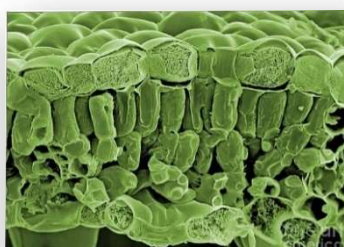
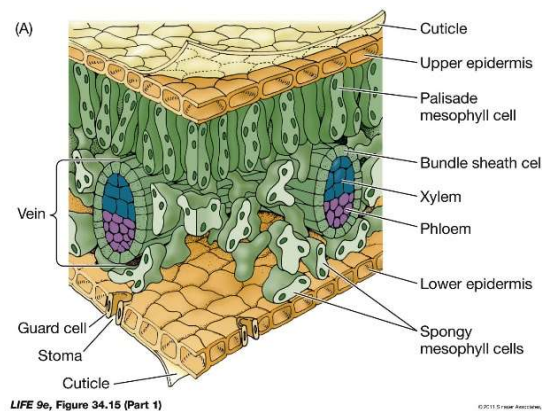
- a felületre merőleges irányban megnyúló sejtekből álló, ún. **oszlopos** alapszövetből
- és laza **szivacsos** alapszövetből.

Az **oszlopos réteg** rendszeren a levél felső oldalán

helyezkedik el, alsó része szivacsos alapszövetből áll. Az ilyen kétszikűekre jellemző leveleken csak az alsó epidermiszen vannak sztómák. Az **oszlopos alapszövet** elsősorban a **fotoszintézis helye**, a **szivacsos réteg** pedig elsősorban a **párologtatás színtere**.

Az **egyszikűekben** csak szivacsos alapszövet fordul elő, így a levél mindkét felszínén megtalálhatók sztómák.

A levél alapszövetében futnak a **szállítóyalábok**, melyek a levél **erezetét** alkotják.



A levél erezete

A levél erezetét a levéllemezben futó **zárt szállítóyalábok képezik**. Az erekben a farész a **levél színe felé, a háncsrész a levél fonákja felé néz**. A tápanyagszállítás mellett, mivel szilárdító szöveteket is tartalmaznak, **merevítik is a levelet**, kifeszítve tartják a levéllemez, s védik a szél tépő hatásával szemben.

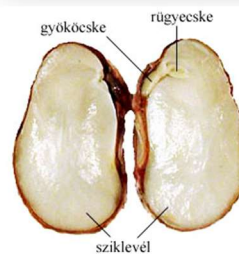
Az erezet formái:

- **Hálózatos**, főerből és belőle elágazó oldalerekből áll, **kétszikűekben**.
- **Párhuzamos**, egyforma nagyságú mellékerekből áll, **egyszikűekben**.



Levéltípusok

- **Lomblevél**: zöld, fotoszintetizál, párologtat, gázcserét végez.
- **Sziklevek**: a magban lévő **csírának részei**, a csíranövény **táplálásában** van szerepük, tartaléktápanyagot – pl. keményítőt – tartalmaznak. Számuk lehet több (sokszikűek, pl. fenyők) vagy kettő, ill. egy (lásd később).
- **Allevek**: többnyire védő levelek, a lomblevek zónája alatt helyezkednek el, pl. a hagyma buroklevelei.



A hajtásmódosulások

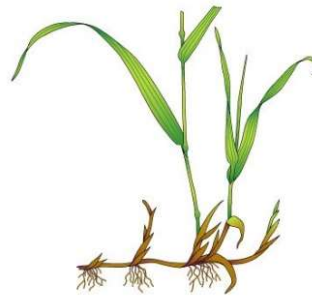
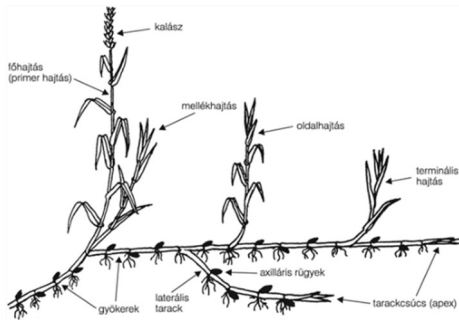
a) Föld feletti hajtásmódosulások

- **Kacs**: **kapaszkodáshoz** módosult, vékony, csavarodó hajtásrész, pl. komló, szőlő, tők.
- **Tövis**: kemény, hegyes, **védőszervvé** módosult hajtás, pl. **kökény**. Szemben csupán a növény **bőrszövetéből** létrejövő, hegyes végű **tüskével** – **rózsánál** -, a **tövis** jóval összetettebb képződmény, belsejében alapszöveteket és szállítószöveteket is találunk.
- **Inda**: **vegetatív szaporítószerv**, pl. szamóca.



b) Föld alatti hajtásmódosulások

- **Hagyma:** tápanyagokat **raktározó**, húsos alleveleket viselő, földbeni hajtás. Lefelé hajtás eredetű gyökereket fejleszt. Pl. tulipán, vöröshagyma.
- **Gyöktörzs:** vastag, allevelekkel fedett raktározó, szaporító szerv, pl. pitypang.
- Hasonló a **tarack**, csak az elágazó, pl. mezei aszat.



A virág

A virágos növények evolúciója az ősi **heterospóras ősharasztokig** nyúlik **vissza**. A harasztok e típusánál a hajtások csúcsán elhelyezkedő spóratermő füzérek különböző alakú spóratermő levelek voltak találhatóak. A füzérek csúcsán **mikrospórák** keletkeztek, a füzérek alsó részén nagyobb méretű **makrospórák** jöttek létre.

A **harasztok szaporodásánál a víznek még nélkülözhetetlen a szerepe**, hiszen a hímivarsejtek vízben úszva tudnak csak eljutni a petesejthez.

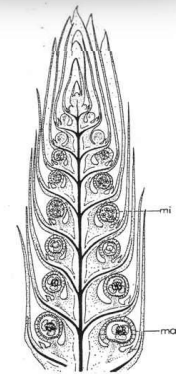
A korszakos előrelépést az egyes ősi harasztok továbbfejlődése, az első **virágos-magvas nyitvatermők**, a **magvaspáfrányok** kialakulása jelentette. A magvaspáfrányoknál a **mikrospórának a virágpor feleltethető meg**. A **virágporban létrejöttek a hímivarsejtek**.

A női jellegű **makrospórából** jött létre a **magkezdemény**, melyben a **petesejtek** alakultak ki.

A virágpor szél útján közvetlenül a petesejtet tartalmazó magkezdeményre került, ilyen módon az ivarsejtek egymás mellett alakultak ki, így már a megtermékenyítéshez nem volt szükség vízre.

A **magvaspáfrányok – virágos növények** - kialakulása **három szempontból** igen jelentős:

1. a **megtermékenyítés folyamata függetlenné vált a víztől,**
2. a létrejövő **tartaléktápanyagnak** köszönhetően a **csíra fejlődése egy ideig független a környezet tápanyagtartalmától,**
3. a **csíra** nem a földön alakul ki és kezdi meg önálló életét, hanem **védve** az anyanövényen.



A virágos növények közé ma két törzs tartozik, a

- **nyitvatermők és a**
- **zárvatermők.**

A nyitvatermők voltak az első virágos növények, virágaik jelentéktelen megjelenésűek, ezért a zárvatermők virágszerkezetét vizsgáljuk meg részletesen.



A zárvatermő virág felépítése

A virág korlátolt növekedésű, módosult leveleket viselő, szaporító hajtás.

A virág a

- **virágtengelyből** és a
- **viráglevelekből** épül fel.



A virágtengely alsó része megnyúlik, amit

- **kocsánynak** nevezünk. A kocsány felső kiszélesedő részét
- **vacoknak** nevezzük.

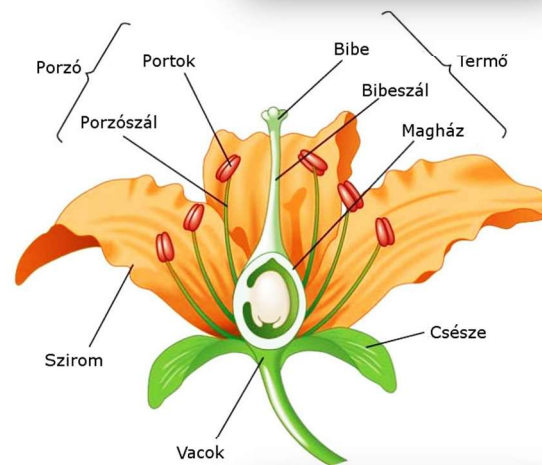
A viráglevelek lehetnek

1. **virágtakaró levelek**, ide tartozik a

- a csésze,
- a pártá,
- a lepel,

2. **ivarlevelek**, melyek a

- a porzótáj,
- a termőtáj.



A virágtakaró

A virágtakaró levelek feladata kettős:

- **védik** az ivarleveleket,
- feltűnő színeikkel **odacsalogatják** a megporzásban résztvevő **rovarokat**.



A virágtakaró levelek lehetnek:

- **különneműek**, azaz **csészére és pártára különülnek**, ez a kettős virágtakaró, **kétszikűekre jellemző**,
- **egyneműek**, amikor a takarólevelek egyformák, nem különböztethető meg csésze és pártá, ilyenkor **lepelről** beszélünk. A lepel általában az **egyszikűekre jellemző**.

A **csészelevelek** zöld színűek, felépítésük a lombszelevekéhez hasonló.

A **pártá**

A **pártá a szíromlevelek összessége**. Megtermékenyítés után a pártá a csészelevelekkel együtt lehullik.



A porzótáj

A porzók összességét porzótájnak nevezzük.

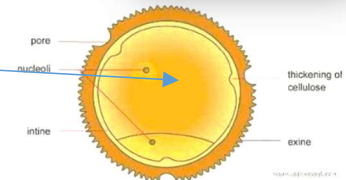
- **Porzószálat** és
- **portokot** lehet rajtuk megkülönböztetni.

A portok **négy porzsákból** áll, falukban a diploid pollenanyasejtek **meióziséval jönnek létre a haploid pollenek (virágpor)**.

A pollen kezdetben egyszéjtű, de még a porzsákban kettéosztódik, s létre jön

- egy nagyobb **vegetatív sejt** és
- egy kisebb **generatív sejt**.

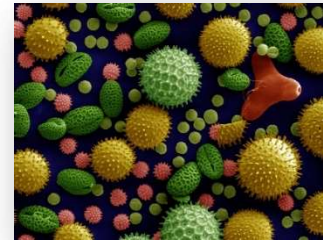
A rovar terjesztette pollen felszíne tüskés, amely a rovaron való megtapadást segíti.



A termőtáj

A termőlevelek együttese a **termőtájat** alakítja ki. A

- **nyitvatermőknél** a **termőlevelek** még **szabadon állnak**,
- **zárvatermőkben** többé-kevésbé **összenőnek** és alsó, zárt részük képezi a **magházat**.

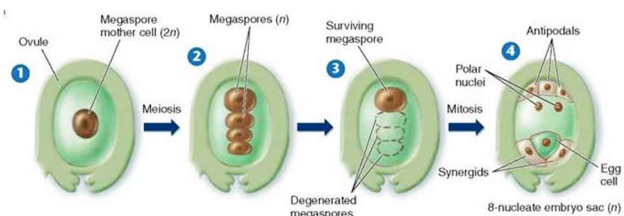
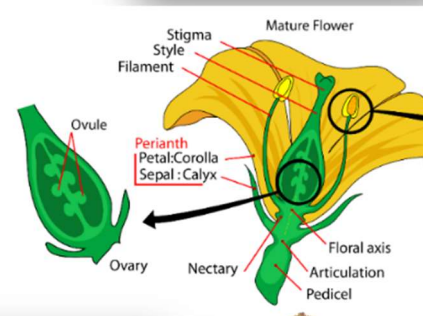


A magház felfelé a **bibeszálban** folytatódik, melynek kiszélesedő csúcsi része a **bibe**. A bibe nagy, ragadós felülete biztosítja a pollenszemek biztos megtapadását.

A magház üregében helyezkednek el a **magkezdemények**, melyekből a **megtermékenyítést követően kialakul a mag**.

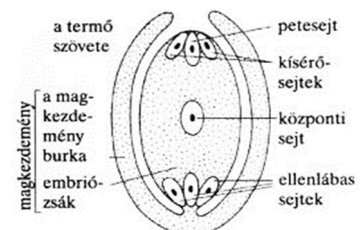
A **magkezdeményben** alakul ki az **embriózsák**, benne a **petesejt** (ivaros nemzedék). Ennek a menete zárvatermőkben a következő:

- 1-2) a magkezdeményen belül kialakul egy ún. makrospóraanyasejt, amely meiózissal 4 sejtet hoz létre (**makrospórák**),
- 3) a 4 sejtől 3 elpusztul, a megmaradt egy ún. primer embriózsáksejt lesz (**makrospóra**),
- 4) a primer embriózsáksejt 3-szor osztódik mitózissal, s így egy 8 sejtes képződmény, az ún. szekunder embriózsák jön létre.



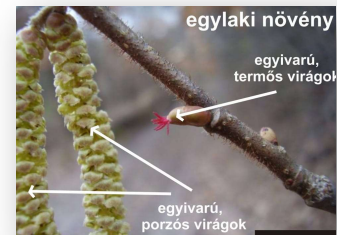
Az **embriózsák felépítése**:

- az egyik póluson levő sejthármas közepén a **petesejt**, mellette a **segítő sejtek**,
- a másik oldalon levő sejtek az **ellenlábás sejtek**.
- **Középen** a két sejtől összeolvadt **központi sejt** van.



A **virág** lehet:

- **Hímős vagy kétivarú virág**, amelyben megtalálható egyaránt a porzótáj és a termőtáj.
- A **virág egyivarú**, azonban ha a virágban csak az egyik ivaritáj fordul elő, ilyenkor a **virág lehet termős vagy porzós**.

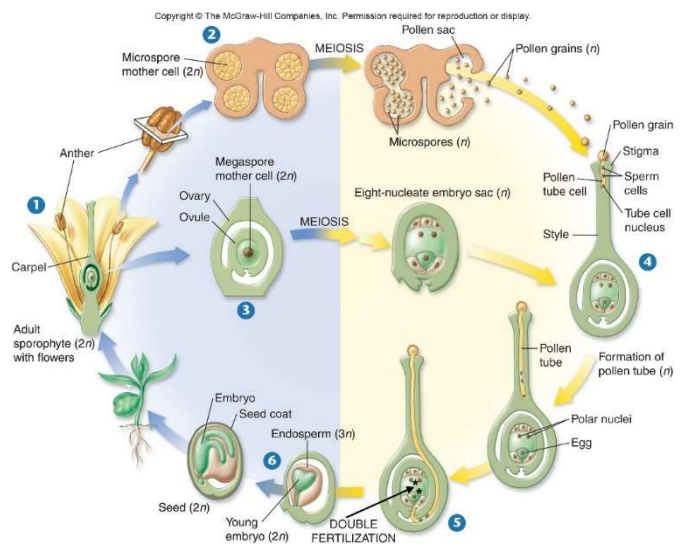


A **növény** lehet:

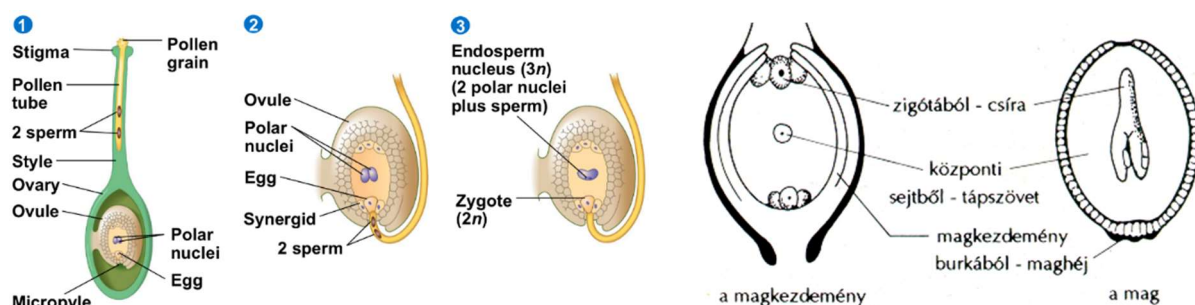
- **Egylaki**, ha a porzós és a termős virág ugyanazon az egyedén fordul elő, pl. dió, mogyoró,
- **Kétlaki**, ha külön- külön egyedén találhatók meg, pl. fűz.

A zárvatermők kettős megtermékenyítése, a mag kialakulása

- A különböző módon szállított – szél, ill. rovar - **virágpór** végül a ragadós felületű **bibén** köt ki (1).
- Itt a kétsejtes pollen **tömlőt hajt** és behatol a bibe szövetébe. A **tömlő képzésében a vegetatív sejtnek** van jelentős szerepe (2).
- A fejlődő tömlőben a haploid **generatív sejt** mitózissal kettéosztódik, s létrejön két szintén haploid **hímivarsejt** (tehát a hímivarsejtek nem a porzóban, hanem a termőben jönnek létre).
- A pollentömlő a termőlevél szövetében lenő egészen a magkezdeményig, majd behatol az embriózsákba, ahol a tömlő felnyílásával az **egyik hímivarsejt a petesejttel, a másik hímivarsejt a kp-i sejtrel egyesül** (3).



Eme zárvatermőkben előforduló folyamatot **kettős megtermékenyítésnek** nevezzük.



A mag

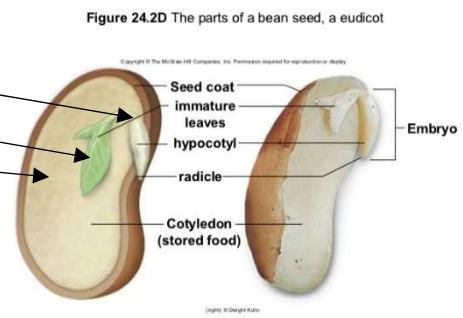
A megtermékenyítést követően a magkezdeményből kialakul a mag, mely során

- a petesejtből zigóta, majd abból a **csíra** vagy embrió fejlődik,
- a kp-i sejtéből a mag **táplálószöve**t,
- a magkezdeményt borító burokból a **magháj** alakul ki.

A termő falából pedig a **termésfal** jön létre.

Az embrió fejlődése során kialakul a

- **gyököcske**, melyből a gyökér,
- a **rügyecske**, melyből a hajtás,
- a **sziklevelek**, melyek
- kétszikűekben **tartalék tápanyagot** raktároznak,
- egyszikűekben **közvetítenek** a táplálászövet és az embrió között.



A mag **tartalék tápanyaga** kémiaiailag többféle lehet, s eszerint megkülönböztetünk:

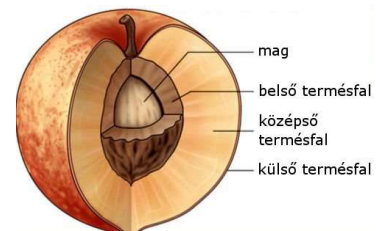
- **keményítőt** tartalmazó lisztes magvakat, pl. gabonafélék,
- **olajat** raktározó olajos magvakat, pl. dió, napraforgó, olíva,
- **fehérjét** raktározó **aleuron** tartalmú magvakat, pl. a búza maghéja alatt külön rétegben felhalmozódó **aleuronréteg**.

A mag érése után **nyugalmi szakaszba** kerül. A nyugalmi szakasz kialakulása

- **víz tartalom csökkenésének** és
- **csírázást gátló anyagok felszaporodásának** tudható be.

A termés

A termés a **zárwatermőkre** jellemző, a magház, ill. a termő falából jön létre a megtermékenyítést követően. A termés a magokat védi és segíti az elterjedésüket.



A létrejövő terméscfal általában 3 rétegű.

A virág beporzása, majd a megtermékenyítés után elkezdődik a magok fejlődése. Magképzés során a növények kétféle stratégiát követnek: vagy csekély számú, de nagyméretű magot hoznak létre (pl. kókuszdió), vagy sok kicsit (pl. mák).

- A **kis mag** kevesebb tápanyagot tud raktározni, így csírázási esélyei rosszabbak. Ugyanakkor a sok magból biztosan ki fog csírázni annyi, amennyi a faj fennmaradásához szükséges (R-stratégisták).
- A **nagy magokból**, - kókuszdió -, kevés terem, de nem is olyan sérülékenyek, több marad életben (K-stratégisták).

A **magok terjedéséhez** különféle stratégiák állnak a növények rendelkezésére, amit két nagy csoportba lehet osztani:

1. Passzív terjedési stratégiák

Ebben az esetben a növény semmilyen **aktív mozgással nem vesz részt** a magok terjesztésében, ekkor az elterjedést a termés alakja, tulajdonságai teszik lehetővé.

a) Terjedés széllel

Ebben a mozgásban különféle **repítőkészülékek** segítik őket.

b) Terjedés vízzel

A folyók, patakok tavak vizei állandó mozgásban vannak, így alkalmasak a magok terjesztésére. Trópusi fajok közül említést érdemel a kókuszdió. Hazánkban a sulyom termése, érés után leválik a növényről, és a víz felszínén lebegve jut el új területekre.

c) Terjedés állatok által

- **Sok növény termése horgas vagy ragadós.** Ezek beleakadnak az állatok bundájába, melyek nagy távolságokra elhordhatják őket.
- Egyes fajok magjai, **termései ehetőek.** Az állatok elfogyasztják az egész termést, magot mely sértetlenül áthalad az emésztőcsatornán.
- Esetenként **állatok egyszerűen elraktározzák** egy odúba vagy az avar alá télire a magot. Az elfelejtett magok aztán tavasszal csírázásnak indulnak.

2. Aktív terjedési módok

Egyes növények képesek arra, hogy **aktív mozgással** segítsék saját terjedésüket, ennek során a növények különböző módon **felnyíló termése nagy erővel, jókora távolságra lövi ki és szórja szét a magokat.**

Pl. a bab hüvelye száradás közben megcsavarodik, így a kipergő babszemeket a szélrózsa minden irányába széthinti.



A növények életműködései

A növények táplálkozása

A növények táplálkozásukat – **szénforrásukat** - tekintve **autotróf szervezetek**, azaz testük **szerves anyagait** a környezetből felvett **szervetlen anyagokból** – **szén-dioxidból, vízből, ásványi anyagokból** - állítják elő a **napfény energiájának** hasznosításával, tehát **energiaforrásukat** tekintve **fototróf** élőlények.

A felvett anyagok

1. CO₂

A felvételének elsődleges **helyei a lomblevelek gázcsere nyílásai**, ahonnan **diffúzióval** jut el a sejt közötti járatrendszeren keresztül a táplálékkészítő alapszövet sejtjeibe, ill. az azokban található zöld színtestekbe. **A vízi növények a szén-dioxidot a vízből HCO₃⁻ formájában veszik fel.** A szén-dioxid a fotoszintézis folyamatában – sötét szakaszban - redukálódik glükózzá a H₂O-ból származó H-ek segítségével, ill. a keletkezett glükóz átalakulása során jönnek létre a makromolekulák egyéb típusai: lipidek, fehérjék és nukleinsavak.

2. H₂O

A víz a növények számára:

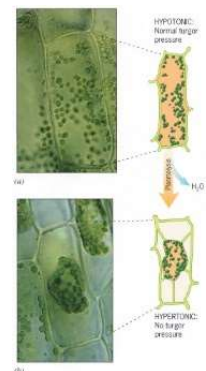
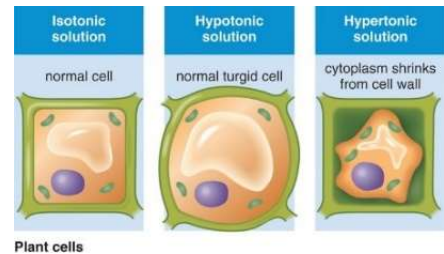
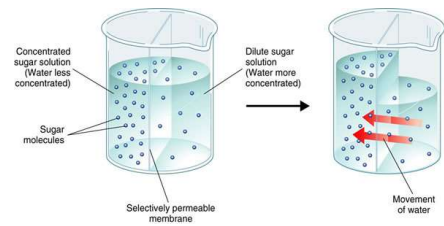
- **tápanyag:** a vízből származó hidrogénnel redukálódik a szén-dioxid glükózzá a **fotoszintézis** folyamatában (a víz O,1-O,2 %-a),
- **testépítő vegyület:** a citoplazma szerkezetének alkotója, ill. a növényi sejt alakjának biztosítója, a **turgor** fenntartója,
- az **élett folyamatok működtető közege:** **reakcióközeg, oldószer** és **szállítóközege** is a felvett szervetlen és a szintetizált szerves molekuláknak,
- **optimális hőmérséklet** megtartását teszi lehetővé, a növények a felvett víz 99 %-át **párologtatásra** fordítják.
- A víz **részt vesz egyes biokémiai reakciókban, mint pl. hidrolízis, kondenzáció.**

Ozmózis, plazmolízis, turgor (lásd még 1.2. fejezet)

Ozmózis az a jelenség, amikor az oldószer – a víz – félígáteresztő hártján keresztül a hígabb oldatrész felől a töményebb oldatrész felé áramlik diffúzióval.

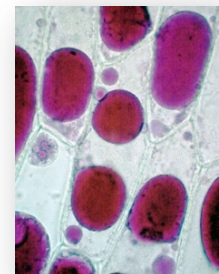
Az ozmózis törvényei szerint a növényi sejt citoplazmája és a környezete közötti koncentrációkülönbség határozza meg a víz mozgásának irányát.

- Ha a **külső közeg hígabb** (hipotóniás), a **víz a sejtbe áramlik**, a citoplazma – a vakuólum - vízzel telítődik, térfogata megnő, a **sejt megduzzad**. A citoplazma nekifeszül a sejtfallak, ami ellenáll a sejt térfogatnövekedésének. Ekkor **citoplazma sejtfalra gyakorolt nyomását turgornyomásnak** nevezünk. A turgornak nagy szerepe van
 - a növényi test alakjának fenntartásában,
 - az anyagok szállításában,
 - a gázcsere nyílások működésének a szabályozásában, így a gázcsereben, ill. a párologtatásban.
- Ha a **külső közeg töményebb** (hipertóniás), mint a sejt vizet veszít, a citoplazma – vakuólum - összehúzódik, **plazmolitikus** állapot jön létre, a jelenség a **plazmolízis**.



Plazmolízis vizsgálata

- Készítsünk két vizsgálható nyúzatot a lilahagyma húsos alleléből!
- Az egyik nyúzatot helyezzük a tárgylemezre előzőleg cseppentett KCl-oldatba, a másikat egy másik tárgylemezre, amelyre CaCl₂-oldatot cseppentett! Az inkubációt 5-7 percig végezzük!
- Helyezzünk fedőlemezt a mintáinkra, és vizsgáljuk meg őket fénymikroszkóppal!
- A sejt zsugorodását az antocián tartalmú vakuólum színe miatt lehet jól nyomon követni.



3. Ásványi anyagok - ionok

- **Na, Cl** - ezek mennyiségének aktív változtatásával a sejtben lévő oldatok (sejtplazma) ionkoncentrációja, töménysége változik, ez pedig a sejt vízfelvételi képességét befolyásolja.
- **K** - a szénhidrátok szintéziséhez, raktározásához, a sejtfallak képződéséhez, a csírázáshoz szükséges,
- **P és N** - fehérjék és nukleinsavak alkotóelemei, ATP-ben, foszfolipidekben,
- mikroelemek - **Mg, Fe, B, Mn, Zn, Cu, Mo, I, S**.

A felvett ásványi anyagok formája

- **Na⁺, K⁺, Cl⁻**: vízben oldott egyszerű ionok formájában.
- **Nitrogén**: NO₃⁻ (nitrát), esetleg NH₄⁺ formában. A **nitrátot és nitritet a talajban élő nitrifikáló baktériumok** állítják elő ammóniából (ezzel az oxidációval nyernek energiát az életfolyamataikhoz – **kemoszintetizálók** (kemoautotrófok)).
- **Foszfor**: kismértékben PO₄³⁻ (foszfátion), HPO₄²⁻, főleg H₂PO₄⁻ formájában.

A víz és a sók felvételének helye

A gyökerek felszívási zónájának **gyökérszőrei**.

A víz és a sók felvételének módja

A gyökérszőrök sejthártyája féligáteresztő sajátosságú, azon a **víz passzívan, ozmózással** beáramolhat, mivel a gyökérszőr sejtjeinek a citoplazmája **töményebb, mint a talajoldat**, így sejtplazma egyfajta **szívóerőt** gyakorol a gyökérszőr körüli vízmolekulákra. A beáramlott víz növeli a sejtben belüli nyomást, turgor állapotot létrehozva, ezért a víz átpréselődik a szomszédos alapszöveti sejtekbe, majd onnan a farész vízszállító csöveibe (gyökérszőrnyomást kialakítva).

A szükséges **ionokat** a gyökérszőrök sejthártyája válogatja ki a növény szükségleteinek megfelelően, majd a koncentráció viszonyoktól függően (esetleg passzív de) főleg **aktív transzporttal** a sejt belsejébe juttatja. Az energiaigényes transzporttal az ionok a nagyobb koncentráció irányába is szállíthatóak.

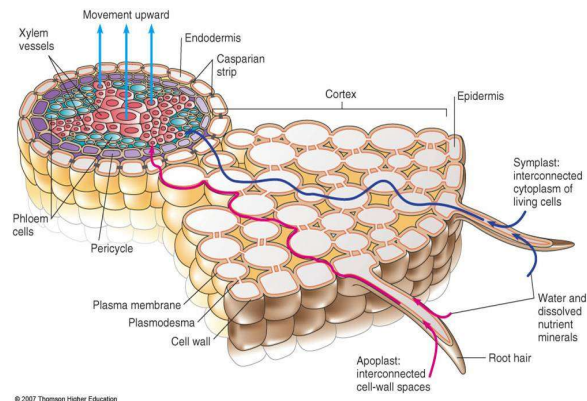
A bőrszövetből a szállítószövetek farészéig a sók transzportja révén egy egyre növekvő koncentrációgradiens biztosítja a víz mozgását az ozmózis szabályainak megfelelően.

Tehát a gyökérben a **turgor nyomás és a szomszédos sejtek egyre növekvő szívóereje a vizet bepréseli a farészbe**, majd onnan a szárba, amelynek **eredményeképpen egy ún. gyökérszőrnyomás** alakul ki.

A **gyökérszőrnyomás** tehát az ozmózis hatására létrejövő a hajtóerő, amely a vizet a szállítószövetekbe préseli. Fákban néhány méter magasságig képes a vizet felnyomni.

Még egyszer:

- az ionok aktív transzporttal jutnak be a gyökérszőrsejtbe, illetve adódnak tovább sejtről sejtre egészen a farészig,
- a víz az ionok vándorlását passzívan követi.



A gyökérszőrnyomással magyarázhatjuk az alábbi jelenségeket.

1. **Cseppkiválasztás, guttáció.** Magas páratartalmú levegőben, alacsonyabb növények leveleinek szélén vízcseppek jelennek meg, aminek az oka, hogy a párolgatás hiánya esetén is történik felfelé irányuló vízmozgás a növényben - a gyökérszőrnyomásnak köszönhetően - és ennek feleslege cseppek formájában választódik ki.



2. **Könnyezésnek** nevezzük, amikor a frissen kivágott fák vágási felületén vízcseppek jelennek meg, amelyek a szállítószövetek farészéből származnak.



A vízfelvétel fokozása

Gyakran előfordul, hogy a növényi sejtek aktívan szabályozzák a vízfelvétel mértékét és sebességét. Ennek két módja van:

1. A citoplazma áteresztőképességének szabályozása

A sejt aktív anyagcsere tevékenységének eredményeként a citoplazma töménysége nőhet vagy csökkenhet. Pl. a gyökérszőrsejtek működésében gyakori az ásványi sók ionjainak – főleg K^+ - **aktív transzporttal** való felvétele. **Sós talajú szikeseken** élő növények nagy szárazságban csak nagy szívóerővel vehetnek fel vizet, ezért a gyökérszőrsejtek ásványi sók ionjait veszik fel és a szívóerejüket – ozmotikus potenciáljukat - rendkívüli módon megnövelik.

2. A sejtnedv vagy a raktározott anyagok kémiai átalakítása

Ilyenkor a sejt úgy növeli szívóerejét, hogy a benne felhalmozott és vízben oldhatatlan makromolekulákat kisebb molekulatömegű és vízben oldható anyagok molekuláivá alakítja, pl. a **keményítőt cukrokká bontja**.

A növények légzése

A légzés kifejezést kétféle értelemben használjuk:

- 1) **fizikai** értelemben, ami alatt a gázok **diffúzió** – koncentrációkülönbség - **miatti áramlását** értjük, ekkor a folyamatot **gázcsere**nek nevezzük.
- 2) **Kémiai** értelemben, amikor légzésnek a **biológiai oxidáció** folyamatát értjük, ekkor a folyamatot **sejtlégzésnek** nevezzük.

A gázcsere (respiráció)

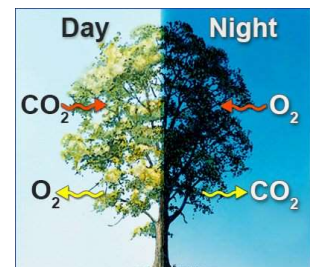
A növények mind a felépítő, mind a lebontó folyamatokhoz gázcserét végeznek. A légzési gázok - CO_2 , O_2 - cseréje a növényi test belseje és a légkör között zajlik diffúzióval.

Felvétel:

- éjszaka a **biológiai oxidációhoz O_2 -t vesznek fel**,
- **nappal a fotoszintézishez CO_2 -t vesznek fel** (nappal a termelődött CO_2 nem fedezi).

Leadás:

- **éjszaka a termelődött CO_2 -t** (fotoszintézis nincs, így nem használódik fel),
- **nappal a termelt O_2 -t** (melyet az oxidáció csak töredékben használ fel).



A **fénykompenzációs pontban** olyan a fényerősség, hogy a **fotoszintézis által termelt oxigént a biológiai oxidáció maradéktalanul felhasználja**. Amennyiben a fényerősség tartósan alatta van a fénykompenzációs pontnak, a levelek lehullanak, mint pl. árnyas erdőkben.

Az alacsonyabb rendű növényeknél (telepések) a légzési gázok az **egész testfelületen cserélődnek**. A magasabb rendű **hajtásos növényeknél** a bőrszövetben levő **gázcserenyílások** végzik a **gázcserét** és a **párologtatást**. Ugyanakkor olyan szervek is végeznek gázcserét, amelyek nem tartalmaznak gázcserenyílást, pl. gyökér, magvak, ezek a bőrszöveti sejteken keresztül diffúzióval bonyolítják le a gázcserét.

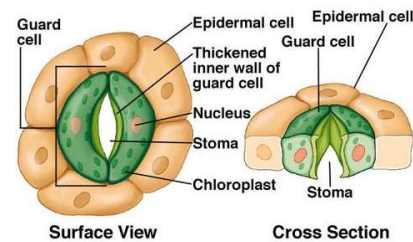
A sztómák működése

A sztómák – gázcserenyílások - kettős feladatot látnak el:

- lebonyolítják a gázcserét, illetve
- végzik a párologtatást.

A zárósejtek speciális felépítésük révén a légrést tágítani vagy szűkíteni képesek. A zárósejteknek a légrést körülvevő sejtfa megvastagszik, ugyanakkor a légréstől távolabb elhelyezkedő sejtfalrészletek vékonyak maradnak.

Az aktív sztómamozgás a zárósejtek vízzel való telítettségétől függ. Ha a zárósejtek turgora növekedik, a külső vékony falak erőteljesen megnyúlnak, kifelé görbülnek, amelynek következtében az egész zárósejt az epidermisz síkjában meggömbül, s a légrést körülvevő sejtfa el távolodnak egymástól, mire a légrés kinyílik.

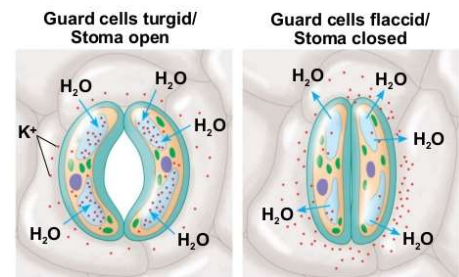


A sztómák működését befolyásoló tényezők

A közvetlen ok a sejtek vízellátottsága. Ha a növény vízellátottsága optimális, a zárósejtekbe víz áramlik a környező sejtekből, a légrés kinyílik, a növény párologtat, gázcserét végez.

1. A fény

Megvilágításkor a zárósejtek koncentrációjukat K^+ és Cl^- ionok felvételével fokozzák, aminek hatására a sejtekbe víz áramlik, így a légrés kinyílik.



(b) Role of potassium in stomatal opening and closing

(Szárzság esetén abszcizinsav hatására a zárósejtek leadják az említett ionokat, így a légrés záródik).

2. Szén-dioxid

A szén-dioxid koncentráció növekedése – pl. éjszaka - a zárósejtekben a légrés zárását eredményezi.

Anyagszállítás

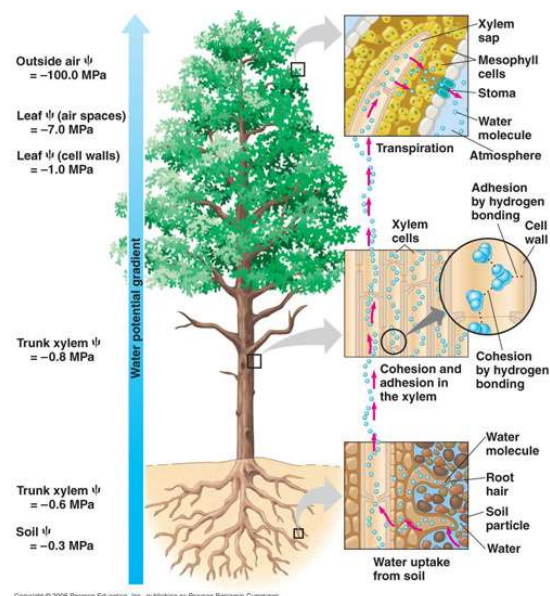
A víz és az ásványi anyagok szállítása

A vizet és az ásványi sókat a növények a gyökerek felszívási zónájában, a gyökérszőrökön keresztül veszik fel. A sók általában aktív transzporttal, a víz passzív transzporttal (ozmózis) jut be a gyökérszőrök sejtjeibe.

A növényi szervezetben a gyökerektől a levelekig a szomszédos sejtek szívóereje által meghatározott vízút alakul ki.

Ennek legfőbb kialakítói:

- a **gyökérszőrök**
- és a **párologtatásból eredő szívóerő.**



A párologtatásból származó szívóerő

A gyökérmomás csupán néhány méterre képes a vizet felnyomni, így önmagában nem elegendő a fák folyamatos vízáramlásának fenntartásához.

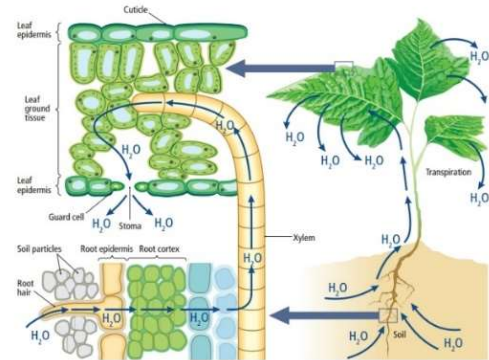
A vízáramlás felső mozgatója a **párologtatásból eredő szívóerő**.

A szívóerő a levelekben keletkezik a párologtatás nyomán, melynek során a növények a vizet gőz formájában adják le a környezetükbe. A **vízvesztést a levélszövetek sejtjeinek koncentráció növekedése kíséri, egyben azok ozmotikus szívóerejét növeli**. A sejtek az elvesztett vizet a levélerék farészéből pótolják. A szívóerő annál nagyobb, minél több vizet veszít a sejt, azaz minél intenzívebb a párologtatás.

A párologtatás főleg a levelek **gázcserenyílásain** keresztül valósul meg, melynek mértékét a növény a sztómák nyitásával-záródásával szabályozni képes.

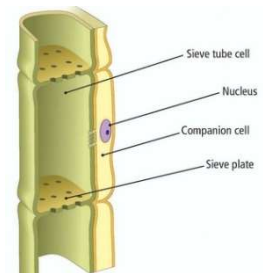
A vízmozgás szempontjából rendkívül fontos, hogy a vízoszlop folytonos legyen, sehol ne szakadjon meg. Ezt biztosítja

- a vízmolekulákat összetartó **kohéziós erő, ill.**
- a vízoszlop és a szállítóedény fala közti tapadás, az **adhézió, a kapilláris hatás**.



A szerves anyagok szállítása

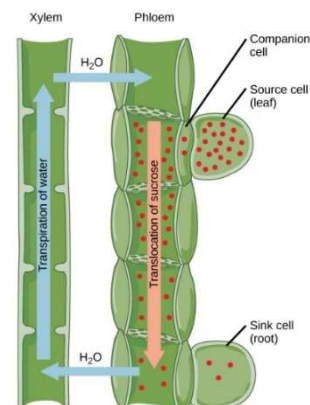
A szállítószövetek **háncsrészében** történik, **iránya szerteágazó, a levelekből főleg a raktározó szövetekhez, ill. az osztódó szövetekhez**. A szerves anyag, amely **szacharóz**, sejtről sejtre **aktív transzporttal** adódik tovább, aminek **aktív segítői** zárwatermőkben a rostacsövek melletti **kísérősejtek**. A szerves anyagok szállításának nincsen kitüntetett iránya, **nyáron, éjszaka a levelek felől a gyökerek raktározó szövetei felé, tavasszal fordítva, a gyökerek felől a képződő rügyek irányába**.



A farész és a háncsrész anyagforgalma bizonyos helyeken összekapcsolódik,

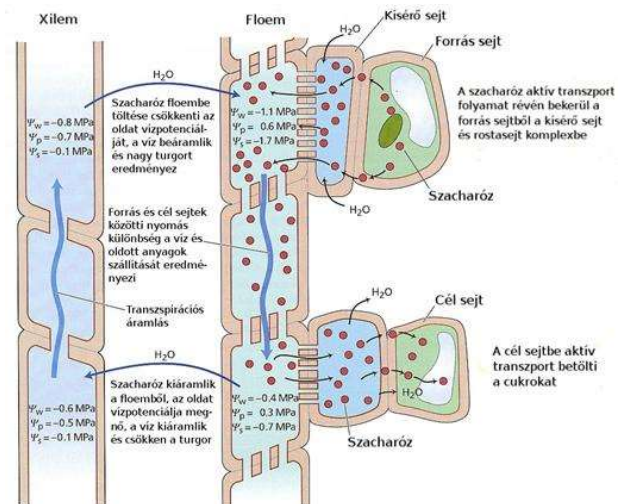
- pl. a **levelekben**, mivel a rostacsövekben nagyobb az oldatok ozmózisnyomása, a farész felől víz áramlik a háncsrész felé, növelve a háncselemek turgornyomását.
- A **gyökérben** fordított a helyzet, mivel a raktározó alapszövetek a kísérősejtek segítségével felveszik a szerves anyagokat, a rostacsövekben csökken az ozmózisnyomás, így a háncsrészből víz áramlik a farész felé.

Tehát Münch 1926-ban leírt nyomás-áramlási modellje szerint a forrás és a célállomás közötti eltérő **ozmózisnyomás alapján működik a szállítás**.



Eszerint a

- a levelek fotoszintézist végző sejtjeiből, aktív transzport szállítja a cukrot a rostacsövekbe,
- ahol emiatt nő az ozmózisnyomás.
- Ennek következtében a vízszállító csövekből víz áramlik a rostacsövekbe, ahol a beáramló víz miatt növekszik a turgornyomás.
- A felhasználás helyén, például a raktározószövetekben, a rostacsövekből szállítja aktív transzport a cukrot a környező sejtekbe,
- ami miatt csökken a rostacsövekben az oldat ozmotikus nyomása.
- Ennek hatására a víz kiáramlik a rostacsövekből, ami miatt csökken a turgornyomás. **A rosta csövekben tehát az oldat a nagyobb nyomású hely felől a kisebb nyomású hely felé áramlik.**



A növények anvagszállításának vizsgálata

- Muskátli levágott szárát állítsuk piros tintával megfestett vízbe.
- Majd a végétől bizonyos távolságra vágjuk el, és készítsünk keresztmetszetet a szárból!
- Tegyük tárgylemezre, fedjük le, és vizsgáljuk mikroszkóppal!

A növények szaporodása

A szaporodás formái

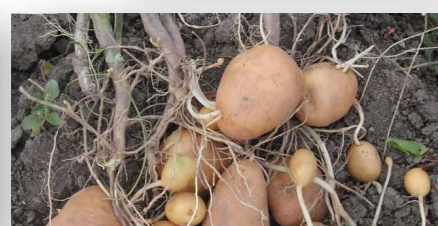
Vegetatív módon, ivartalanul

Szaporítósejtek nem jönnek létre, a növényi test egyszerűen kettészakad, és a különvált részek önálló életet kezdenek. Az ivartalan szaporodás egyik formája.

Ez a forma inkább az alacsonyabb rendű növényekre jellemző, moszatokra, mohákra.

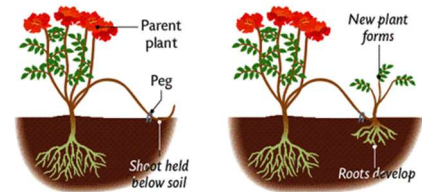
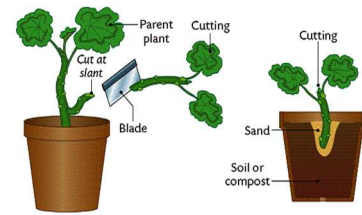
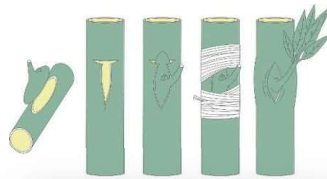
Ugyanakkor a magasabb rendű növények is rendelkeznek **vegetatív szaporítószervekkel**, pl. ilyen az

- földieper **indája**,
- a burgonya **gumója**,
- a hagymások **hagymája**,
- a tarackbúza **tarackja**.



De ide sorolhatók a **mesterséges vegetatív szaporítás** egyes formái, pl.

- a **dugványozás**,
- **oltás, szemzés** (egy ellenálló fajtára, az alanyra egy kevésbé ellenálló, de jó termőképességű rügyet (szemzés) vagy ágat (oltás) erősítenek),
- **bujtás**,
- **tőosztás**,
- **klónozás**.



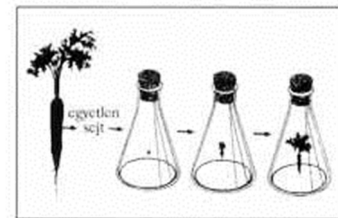
Klónozás

Klón: egyetlen élőlény ivartalan szaporítással létrehozott **genetikailag azonos** leszármazottja.

Klónozás: egyetlen élőlény elszaporítása ivartalan módon, emberi tevékenységgel.

Az élőlényklónok képződése három "szinten" történhet:

- szervekből, (dugványozás, oltás, szemzés stb.)
- szövetekből,
- sejtekből.



Klónozás testi sejtek magjából (lásd részletesen 6.3.3. fejezet)

Ha pl. egy sárgarépából izolált egyetlen sejtet tápoldatba teszünk, a sejt osztódni kezd. Az utódsejtek egy differenciálatlan sejtekből álló sejtthalmazt képeznek, amelyet, ha alkalmas, növényi hormonokkal kiegészített táptalaj felszínére teszünk, növénygé fejlődik. Az a tény, hogy a sárgarépa egyetlen testi sejtjéből növény regenerálható, azt mutatja, hogy a sejtek mindegyike tartalmazza mindazt a genetikai információt, amely a növény kifejlődéséhez szükséges.

Ivartalan szaporodás spórákkal

Ivarsejtek nem jönnek létre, a szaporodás ivartalan szaporítósejtekkel, ún. spórákkal történik. A spórák ellenálló tokba zárt nyugvó szaporító sejtek, 3-5 évig is életképesek. Mivel a spórák meiózissal keletkeznek, az utódok genetikailag némileg különböznek egymástól (rekombináció).

Az ivartalan szaporodás **előnye**, hogy az élőlények e módszerrel **gyorsan és hatékonyan képesek a rendelkezésükre álló életteret elfoglalni**, hasznosítani, mivel ilyen módon **igen nagyszámú utód létrehozására képesek, igen rövid idő alatt**.

Hátránya, hogy az utódok **genetikailag hasonlóak a szülővel és egymással is**, s emiatt egyformán reagálnak a változó környezeti feltételekre, és esetleg kedvezőtlen esetben valamennyien elpusztulnak.

Ivaros szaporodás

Ebben az esetben két eltérő ivarjellegű szaporítósejt – ún. **ivarsejt** - keletkezik, általában a kisebbet, a mozgékonyat **hímivarsejtnak**, a nagyobbat, a mozdulatlant **petesejtnak** nevezzük. A két ivarsejt egyesülését **megtermékenyítésnek**, az így létrejövő sejtet **zigótának** nevezzük. A zigóta sokszoros osztódással növekszik.

Az ivaros szaporodás vitathatatlan **előnye** az utódok nagyfokú **genetikai változatossága**.

Nemzedékváltakozás

A fejlettebb fajok ivartalanul és ivarosán egyaránt szaporodhatnak, mikor is e két szaporodási forma szabályosan váltja egymást. A jelenséget **nemzedékváltakozásnak** hívjuk. Az elnevezés abból származik, hogy a növényi élet során kétféle szakaszt, ún. **nemzedéket** különböztetünk meg:

- Az **ivarsejteket termelő haploid nemzedéket ivaros nemzedéknek**.
- A **spóráképző diploid nemzedéket ivartalan szakasznak** tekintjük.

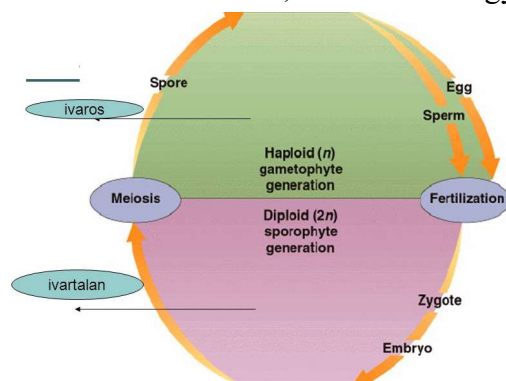
Amiatt, hogy a kromoszómaállomány az egymás után létrejövő generációkban ne sokszorozódjon meg, a **spórák** ún. **számfelező osztódással, meiózissal jönnek létre**.

Az olyan osztódást, ahol az utódsejtek genetikai anyaga fele a kiindulási sejtének, **meiózissal** vagy **számfelező (kromoszómák száma) sejtosztódásnak** nevezzük.

Az osztódás másik formája, ahol a kromoszómák száma nem változik, a **mitózis** vagy **számertő osztódás**.

Az **ivartalan szakaszban** az egyedeknek mindig **kétszeres kromoszóma készletük** van, azaz **diploidok**, ezt $2n$ -el jelöljük. Itt keletkeznek **meiózissal a spórák**, amelyek már fele annyi kromoszómát tartalmaznak, azaz **haploidok**, jelölésük n .

A **spórák mitózissal osztódva hozzák létre az ivaros nemzedéket**, melynek kromoszómakészlete n . Itt keletkeznek az **ivarsejtek mitózissal**, tehát genetikai anyaguk még mindig n , **haploidok**. Az ivarsejtek egyesülnek, helyre áll a kromoszómaszám, a **diploid zigóta mitózissal osztódik**, kialakul a szintén diploid ivartalan nemzedék.

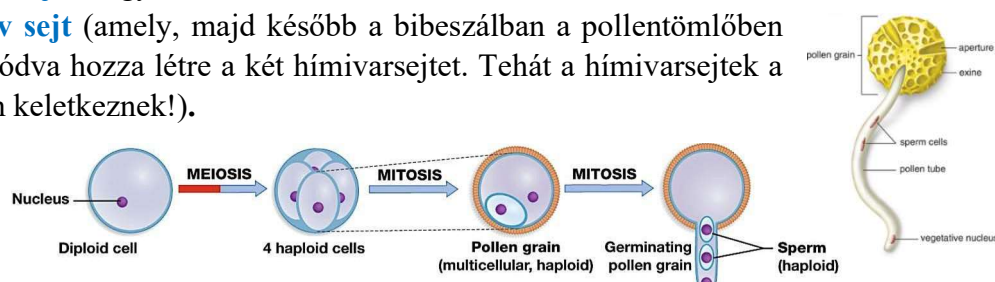


A zárvaermők szaporodása

A hímivarsejtek keletkezése

A porzsákok belső, üreg felé eső rétegében található a **diploid pollenanyasejtek**, melyek **meiózissal osztódva hozzák létre a haploid pollent**. A pollen kezdetben egysejtű, de még a porzsákban **mitózissal kettéosztódik** s létre jön egy nagyobb

- **vegetatív sejt** és egy kisebb
- **generatív sejt** (amely, majd később a bibeszálban a pollentömlőben kettéosztódva hozza létre a két hímivarsejtet. Tehát a hímivarsejtek a termőben keletkeznek!).

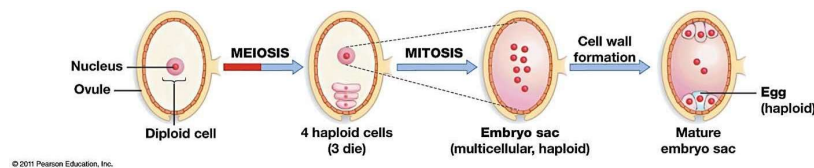


A petesejt keletkezése

A magház üregében, annak belső falán helyezkednek el a **magkezdemények**, melyekből a megtermékenyítést követően kialakul a mag.

A magkezdeményben alakul ki az erősen leegyszerűsödött női ivarszerv, benne a **petesejt**.

- A magkezdeményben belül kialakul egy ún. **makrospóraanyasejt**, amely meiózissal 4 sejtet hoz létre (**makrospórák**),
- a 4 sejtből 3 elpusztul, a megmaradt egy mérete nő, s egy nagyméretű ún. **primer embriózsáksejtté** lesz (**makrospóra**),
- a primer embriózsáksejt 3-szor osztódik mitózissal, s így
- **egy 8 sejtés képződmény, az ún. szekunder embriózsák (női előtelep) jön létre,**
- a szekunder embriózsákban **2 sejt középen (melyek majd diploid központi sejtté olvadnak össze), 3-3 sejt a zsák két ellentétes pólusán helyezkedik el.**



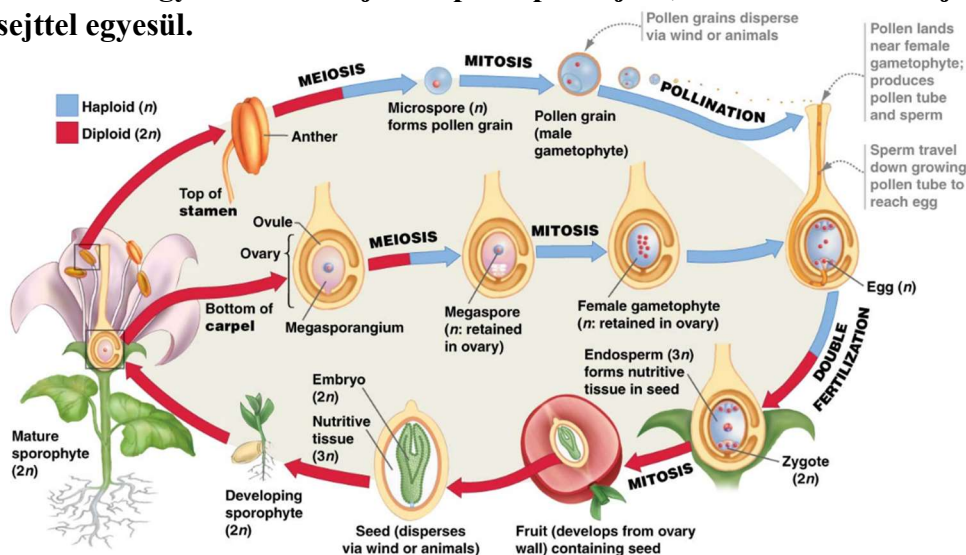
Az egyik póluson levő sejthármas tulajdonképpen az erősen redukálódott női ivarszerv a **petesejttel** - középen a **petesejt**, mellette a **segítő sejtek** -, a másik oldalon levő sejtek az **ellenlábassejtek**.

A zárvatermőkben az **ivaros – haploid - nemzedék** már csak néhány sejtre redukálódik:

- pollen, vegetatív, generatív sejtek, hímivarsejtek,
- embriózsák sejtek: petesejt, segítősejtek, ellenlábassejtek.

Kettős megtermékenyítés, a mag kialakulása

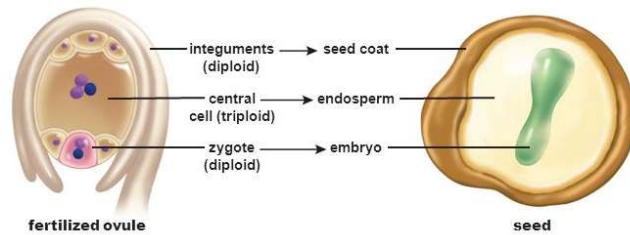
- A különböző módon szállított – szél, ill. rovar - **haploid virágpór** végül a ragadós felületű **bibén köt ki**.
- Itt a kétsejtés **haploid pollen tömlőt hajt** és behatol a bibe szövetébe. A **tömlő képzésében** - mely a bibe cukros váladékának hatására indul meg - a **vegetatív sejtek** van jelentős szerepe.
- A **fejlődő tömlőben a haploid generatív sejt mitózissal kettéosztódik**, s létrejön **két haploid hímivarsejt**. A pollentömlő a termőlevél szövetében lenő egészen a magkezdeményig, majd annak kapuján át behatol szekunder embriózsákba, ahol a tömlő felnyílásával az **egyik hímivarsejt a haploid petesejttel, a másik hímivarsejt a diploid kp-i sejtrel egyesül**.



Eme zárvertermőkben előforduló folyamatot **kettős megtermékenyítésnek** nevezzük.

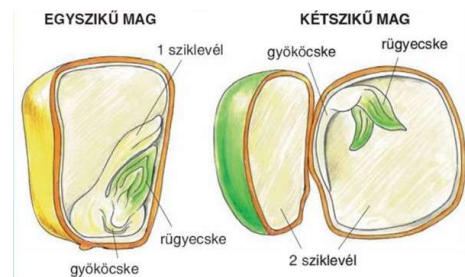
A megtermékenyítést követően a magkezdeményből kialakul a **mag**, mely során

- a petesejtből zigóta, majd abból sokszoros mitózissal **csíra** vagy **embrió** fejlődik,
- a kp-i sejtől a mag **triploid táplálószoete**,
- a magkezdeményt borító burokból a **maghéj** alakul ki (összenőhet a termésfallal, pl. a szemtermésben).
- A magképzés során az **abszcizinsav** hormon hatására **fokozódik a magok fehérje raktározása**.



Az embrió fejlődése során kialakul a

- **gyököcske**, melyből a **gyökér**,
- a **rügyecske**, melyből a **hajtás**,
- a **sziklevek**, melyek
 - kétszikűekben tartaléktápanyagot raktároznak,
 - egyszikűekben közvetítenek a táplálószoetet és az embrió között.



A mag és a termés genetikai jellemzése

Diploid

- Az anyanövényből származik teljesen, azzal 100 %-ban megegyező:
 - **maghéj**, magkezdemény falából,
 - **termésfal**, termő falából,
- fele részben anyai, fele részben apai (haploid ivarsejtek egyesüléséből),
 - **embrió**.

Triploid

- 2/3 részben anyai (diploid központi sejtől), 1/3 részben apai (haploid hímivarsejtől),
 - **mag táplálószoete** (endospermium).

A magvas növények egyedfejlődése

A magvas növények élete különböző fejlődési szakaszokra osztható fel.

- **Csíra- és magképzés** (lásd fent),
- **nyugalmi állapot**,
- **csírázás**,
- **vegetatív fejlődés, a hajtás kialakulása**,
- **reproduktív fejlődés, a virág és a termés kialakulása, ivarsejtek képzése**.

A nyugalmi állapot

A megtermékenyítést követően létrejövő mag, benne a kialakult embrióval, nyugalmi állapotba kerül.

A nyugalmi állapot kialakulását **külső és belső feltételek** biztosítják.

- **Külső gátló tényező** lehet, ha nem megfelelőek a csírázás környezeti feltételei pl. hőmérséklet.
- A **belső korlátozó feltételeket** különféle **csírázást gátló anyagok** – pl. **abszcizinsav - felszabadulása** jelenti, ugyanis a legtöbb magnak létrejötté után még **utóérésre** van szüksége.

A nyugalmi állapot kialakulása során:

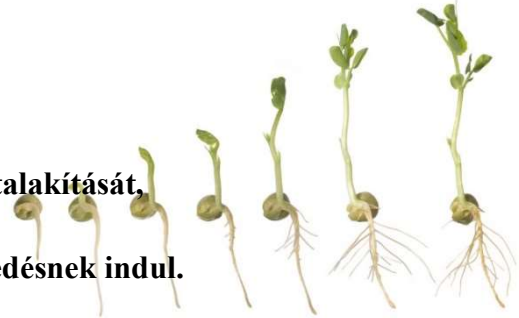
- **a mag víztartalma csökken,**
- **az enzimek inaktíválódnak,**
- **csírázást gátló anyagok szabadulnak fel, pl. az abszcizinsav, amelyek általában a termékből kerülnek a magba** (dinnyemagvak kiszedve rögtön csíráznak, dinnyelébe áztatva nem).

A csírázás

Amikor a csírázást gátló anyagok lebomlanak, a csírázás véget vet a magvak nyugalmi állapotának. A csírázás során az embrió a mag tartalék anyagainak felhasználásával **kinő a magból és megkezdje vegetatív fejlődését.**

A csírázás során

- **a mag vizet vesz fel (duzzadás),**
- **enzimjei aktiválódnak,**
- **megkezdje a tartaléktápanyagok lebontását, átalakítását,**
- **megindul a sejtek osztódása,**
- **a növény áttöri a maghéjat és intenzív növekedésnek indul.**



A csírázás külső feltételei

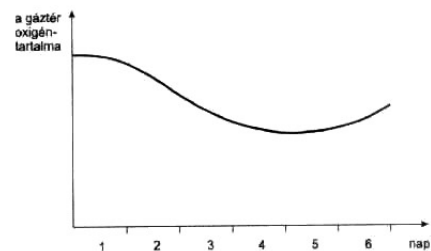
1. A víz

A magok vízfelvételét **duzzadásnak** nevezzük, mivel a folyamat közben a **mag térfogata megnő** - akár duplájára is - és a **maghéj felreped**. Az inaktív, légszáraz magvak vízfelvétellel **aktivizálják enzimjeiket**.

2. Az oxigén

Az oxigén a **tartaléktápanyagok biológiai oxidációval történő lebontásához** szükséges.

A **biológiai oxidáció csak a maghéj felrepedése után indulhat** meg, ugyanis a maghéj meggátolja az oxigén felvételét, ezért addig a tápanyagok erjedéssel bomlanak le.



3. A hőmérséklet

A csírázás minimum pontja 0, maximum pontja 50 fok körül van. **Az egyes növények származási helyüknek megfelelő hőmérsékletet igényelnek csírázásukhoz.**

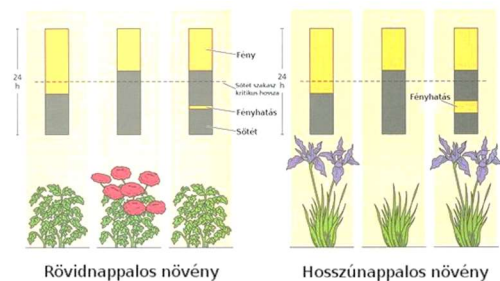
A **csírázást a növényi fejlődés hőszakaszának** nevezzük.

4. A fény

A legtöbb esetben a fény **közömbös** a csírázásra nézve, ugyanakkor ismertek fényben, ill. sötétben csírázók, ahol a fény szükséges, ill. gátló hatású a csírázásra.

A csírázást a növény vegetatív és reprodukív fejlődése követi. Ezekben a szakaszokban a növény fejlődéséhez ugyanúgy szükségesek az előbbi feltételek, ekkor azonban **legfontosabb közülük a fény**.

- Egyrészt a fény hiánya serkenti a vegetatív szervek hosszanti megnyúlását (auxin hatás).
- Másrészt ismert, ahhoz, hogy a növények virágot fejlesszenek, életük egy meghatározó korai szakaszában megfelelő idejű megvilágítást igényelnek (fotoperiodikus indukció).
 - A **hosszú nappalos növények** a virágzáshoz napi 12 óránál hosszabb megvilágítást igényelnek. Hosszúnappalos növény akkor virágzik, ha az éjszakák hossza nem haladja meg a kritikus értéket. Ezek általában **mérsékelt övből** származó növények, pl. búza, árpa, rozs, zab stb.
 - A **rövid nappalos növények** fotoperiodikus indukciója 12 óránál rövidebb, azaz a virágzáshoz legalább 12 órás folyamatos sötétségben kell lenniük. Rövidnappalos növény akkor virágzik, ha a sötét szakasz (éjszakák) hossza meghaladja a kritikus értéket.
 - A tapasztalat szerint, ha ezeket a növényeket a sötét periódusuk alatt zavaró fényhatás éri, a virágzás elmarad. **Ilyenek a trópusi növények**, kukorica, rizs, bab, paprika, gyapot stb.



A csírázás belső feltételei, a növényi hormonok

A fejlődés belső tényezői a növényi hormonok, amelyek:

- szerves vegyületek,
- a növények életműködéseit szabályozó anyagok, legfőképpen a növekedésre, fejlődésre hatnak,
- nem a keletkezési helyükön fejtik ki a hatásukat, többnyire a hánccsban szállítódnak.

A fontosabb növényi hormonok a következők:

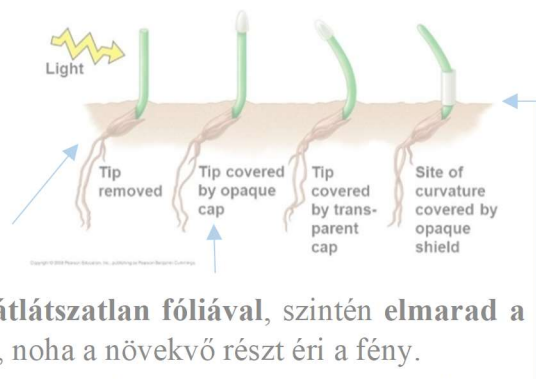
- **auxinok**,
- **etiléngáz** (ezenkívül: abszcizinsav, giberrelin, citokinin).

Auxin hormonnal végzett kísérletek, kísérletek pázsitfűvek koleoptiljával

A koleoptil egy védőburok, amely a pázsitfűvek csírázásakor a hajtáskezdeményt védi, sejtjei megnyúlásával növekedik.

Darwin és fia kísérletei

- Megfigyelték, hogy a zab csíranövény koleoptilja egyoldali megvilágítás hatására a fény felé görbül.
- Amennyiben a hajtáscsúcsot eltávolították, az elhajlás elmaradt.
- Észlelték, hogy a hajtás csúcsát eltakarva átlátszatlan fóliával, szintén elmarad a görbülés (növekedés egyébként ekkor is van), noha a növekvő részt éri a fény.
- A növekvő részt eltakarva és a hajtáscsúcsot szabadon hagyva görbülést tapasztaltak.

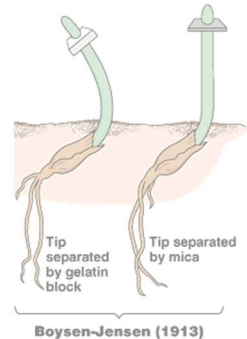


A kísérletek alapján levonható következtetések:

- a növekedési hormon a koeoptil csúcsban képződik.
- A csúcsban képződő hormon gyökér irányába szállítódik és kiváltja a hajtás egyenlőtlen növekedését.

Peter Boysen-Jensen (dán) kísérletei

- Ha **levágta a hajtáscsúcsot**, majd azt **agar-agar zselatin kocka közbeiktatásával helyezte vissza**, a növény **elhajlott a fény felé**, ezzel bizonyította, hogy a jel át tud jutni a levágott és visszahelyezett csúcs alatti agardarabon.
- **Ha vajat tett a csúcs alá, a görbülés elmaradt**, amiből az következik, hogy az anyag, ami a csúcsból vándorol lefelé, vízdékony természetű.



Paál Árpád kísérletei

- Paál Árpád **sötétben végezte a kísérleteit** a koeoptillal.
- A levágott **csúcsot aszimmetrikusan tette vissza a koeoptilra és az ellenkező oldalra görbülést tapasztalt.**

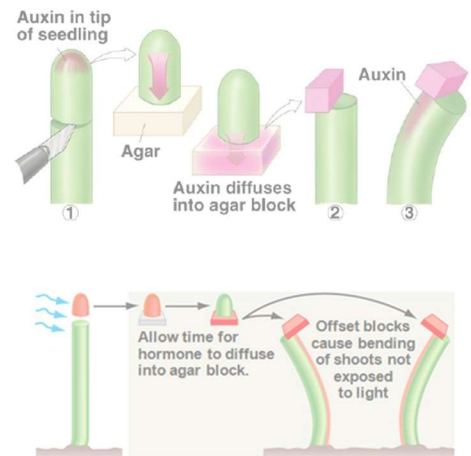


Következtetések:

- a csúcsban termelődik a növekedésszabályozó anyag,
- lefelé vándorol, és azon az oldalon, amelyiken levándorol, serkenti a növekedést, ezért
- a növény a másik oldalra görbült, mint amelyikre a hajtáscsúcsot ragasztotta.

Frits Went (holland) kísérletei

- A **levágott csúcsokat agarkockákra tette.**
- A tiszta agar nem okozott sem növekedést, sem görbülést, de amelyik érintkezett a hajtáscsúcsokkal, igen.
- Középre visszahelyezve egyenes, míg **aszimmetrikus pozícióban görbülő növekedést tapasztalt,**
- a kockák növekedésserkentő hatása, az elhajlás szöge egy határon belül arányos avval az idővel, ameddig a hajtáscsúcsot a kockán tartotta.
- Went adta az auxin nevet.



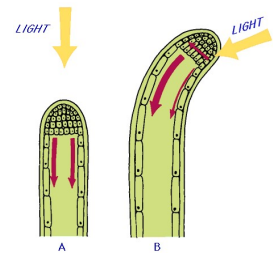
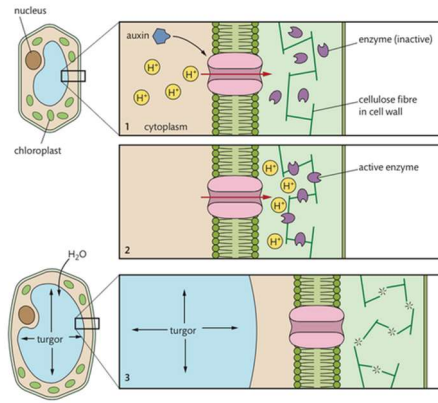
Következtetések

- A növekedést serkentő hormon bekerült az agar-agar kockákba.
- A növekedést serkentő hatás bizonyos határok között egyenesen arányos a hormon koncentrációjával.
- A hormont tartalmazó agar-agar kocka féloldalas elhelyezése az egyoldalú megvilágításhoz hasonló eredményt hozott.



A fenti jelenség az **auxin** hormon hatásával magyarázható. **Összefoglalva az auxin**

- a hormon a **növekedéshez szükséges**,
- **a sejtek megnyúlását serkenti**, hatására a cellulóz molekulák közötti kötések lazulnak,
- továbbá fokozza a sejtosztódást, a sejtleggést, a sejtek K^+ felvételét, így a víz felvételét is.
- **A hajtástenyésző csúcsokban termelődik**,
- kis mennyiségben fiatal rügyekben, levelekben, éretlen termésekben, magvakban is termelődik,
- **A megvilágítással ellentétes oldalon – az árnyékos részen - vándorol lefelé a hánscrészben**,
- **a fény felőli oldalon az auxin szállítás gátlódik**.
- **A fény egyenlőtlen hormoneloszlást idéz elő, ez váltja ki az egyenlőtlen növekedést és ezáltal a görbülést.** Az egyenlőtlen hormoneloszlás mesterségesen is előidézhető és ekkor sötétben is görbülés következik be.

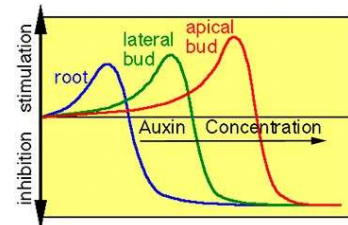


Továbbá:

- az **auxin eloszlása a növényben egyenlőtlen**, a csúcstól távolodva koncentrációja egyre csökken.
- Az optimális koncentrációnál nagyobb mennyiségű auxin már gátolja a sejtek megnyúlását.

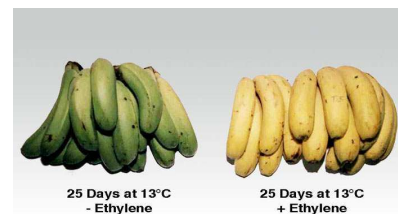
Ennek az az oka, hogy az auxin a receptorokhoz két ponton kell kötődjön az optimális hatás eléréséhez, túl nagy koncentráció esetén egy pontos kötődéskor az auxin működésképtelen.

- Az **egyes növényi részek megnyúlásukhoz különböző auxin koncentrációt igényelnek**:
 - a **hajtáscsúcs nagyobb** auxin mennyiség mellett képes a megnyúlásra, mint a gyökércsúcs,
 - a hajtáscsúcs közelében a levélhólyagi rügyek nem hajtanak ki, mivel a **nagy auxin koncentráció számukra gátló**, ezért az oldalelágazások a csúcstól csak bizonyos távolságra indulnak fejlődésnek.



Etiléngáz

- **Serkenti a gyümölcsök érését**, a virágképzést, a levelek leválását.
- **Mindenféle szövetben termelődik**.
- Gátolja a sejtek megnyúlását.
- Szárazság esetén, fertőzéskor, öregedés során egyre több keletkezik.



Abszcizinsav

- **Stresszhormon**.
- **A levelek szintestjeiben képződik, főleg ősszel vagy kedvezőtlen körülmények között** (szárazság, szélsőséges hőmérséklet, nappalok rövidülése).
- **Gátolja a növekedést, a rügyek idő előtti kihajtását**.
- **Előidézi a levelek hullását**.

- A **növények téli nyugalmanak fenntartását biztosítja.**
- Biztosítja a magok nyugalmi szakaszát, **gátolja a csírázást.**

A növények ingerlékenysége

A növények ingerlékenysége alatt azt értjük, hogy a környezet hatásaira valamilyen módon megváltoztatják működésüket. A környezet különféle hatásaira, ingereire leggyakrabban **mozgás az ingerválasz**, amely, ha az ingerforrás felé történik +, ellenkező esetben -.

A környezet ingerei lehetnek:

- fény (foto-),
- hő (termo-),
- nedvesség (hidro-),
- érintés (tígmó-),
- gravitáció (geo-),
- kémiai (kemo-).

1. **A taxis** inger által kiváltott és folyamatosan vezérelt **helyváltoztató** mozgás.

- **Fototaxis**, az egysejtű moszatok fény felé mozgása,
- **kemotaxis**, a hímivarsejtek mozgása a petesejtek felé.

2. **A nasztia** inger által kiváltott, de nem vezérelt helyzetváltoztató mozgás, azaz független az inger irányától.

- **Termonasztia**, a tulipán virágok nyitása-zárása hőmérsékletváltozás következtében,
- **fotonasztia**, ugyanaz fény hatására,
- **tígmónasztia**, az érintésre történő mozgás, pl. mimóza, rovarfogó növények.

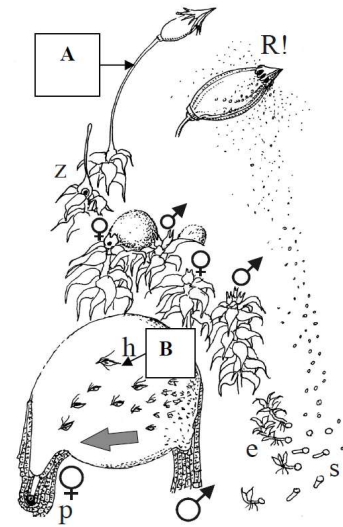
3. **A tropizmus** inger által kiváltott és irányított **helyzetváltoztató mozgás**. Hormonális – az auxin egyenlőtlen eloszlására visszavezethető - háttérű növekedési mozgás.

- **Fototropizmus**
- **Geotropizmus**
- **Hidrotropizmus**, mikor a növények gyökerei a nedvesség irányába nőnek.
- **Tígmotropizmus**, amelynek során pl. a futóbab szára feltekeredik a karóra.
- **Kemotropizmus**. Erre jó példa a lucernán élősködő aranka, melynek magja a lucernától nem messze csírázva ki, megérezzi a lucerna által kibocsátott gázokat, majd feléje nő.

Emelt szintű érettségi feladatok

Növényi életciklusok

Az ábrán egy moha életének szakaszait mutatjuk be. "R!" a redukciós (számfelező) osztódást, "z" a zigótát, "p" a petesejtet, "h" a hímivarsejteket jelöli. Hasonlítsa össze a spóratartó tok nyelének sejtjeit (A) a mohák hímivarsejtjeivel (B)!



- A. Az A sejtekre igaz
- B. A B sejtekre igaz
- C. Mindkettőre igaz
- D. Egyikre sem igaz

1. Haploid.
2. Az ivaros szakasz tagja.
3. Mitózis hozta létre.
4. Aktív helyváltoztatásra képes.
5. Képes meiózissal tovább osztódni.
6. Kromoszómaszáma megegyezik a mohanövény levélke sejtjeivel.
7. Diploid.
8. Kromoszómaszáma megegyezik a spórák kromoszómaszámával.

Megoldás

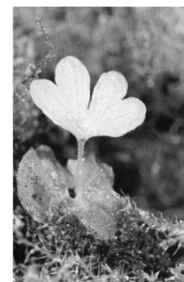
- | | |
|------|------|
| 1. B | 5. D |
| 2. B | 6. B |
| 3. C | 7. A |
| 4. B | 8. B |

Páfrány és előtelepe

A fényképen zöld előtelepből kihajtó fiatal páfránynövényt (harasztot) látunk. Hasonlítsa össze a növény életének e két szakaszát! A megfelelő betűjelet írja az állítás utáni négyzetbe!

- A) az előtelepre jellemző
- B) a kifejlett páfránynövényre jellemző
- C) mindkettőre jellemző
- D) egyikre sem érvényes

1. A zigóta osztódásával jön létre.
2. Fotoszintézisre képes.
3. Felületén zajlik a megtermékenyítés folyamata.
4. A spóra osztódásával jön létre.
5. Diploid sejtek alkotják.
6. Mitózisok sora hozza létre.
7. Az ivartalan szakasz része.
8. Szélmegporzású.



Megoldás

- | | |
|------|------|
| 1. B | 5. B |
| 2. C | 6. C |
| 3. A | 7. B |
| 4. A | 8. D |

A termő és a termés részeinek kapcsolata

Írja be a termés részeinek meghatározása mellé a termő azon részének betűjelét, amelyből az adott termésrész létrejött!

- A. A termő fala.
- B. A megtermékenyített petesejt.
- C. A központi sejt és hímivarsejt összeolvadásával keletkezett sejtből mitózissal jött létre.
- D. A magkezdemény burka.
- E. A magkezdemény.

- 1. Táplálószövet (tartalék tápanyagot raktározó szövet).
- 2. A termés fala.
- 3. Csíra (növényi kezdemény).
- 4. Mag.
- 5. Maghégj.

Írja le, hogy a termés – sorszámmal felsorolt – részei közül melyikre vagy melyekre igazak az alábbi állítások! (4 pont)

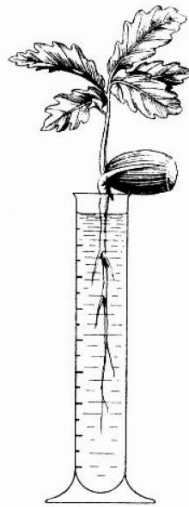
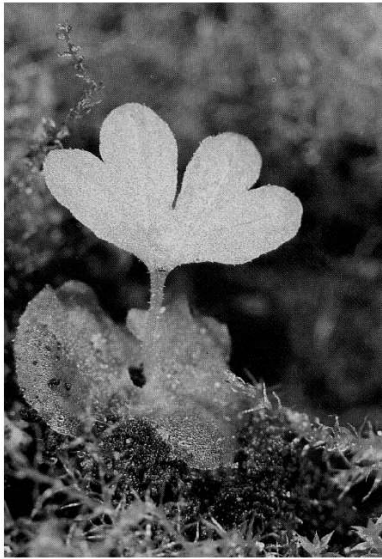
- 6. Háromszoros kromoszómaszámú (triploid):
- 7. Génállománya átlagosan felerészben azonos az anyanövény (a termést hozó egyed) génjeivel. (Az önmegtermékenyítés esetét kizárjuk.):
- 8. Sejtjeinek génállománya megegyezik az anyanövény (a termésthözó egyed) génállományával
.....
.....
- 9. Csak zárvatermő növényekben fordul elő:

Megoldás

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 1. C | 7. Csíra (3) |
| 2. A | 8. |
| 3. B | • a termés fala (2) |
| 4. E | • maghégj (5) |
| 5. D | 9. termésfal (2) |
| 6. Táplálószövet (1) | |

IX. Páfrány és tölgymagonc

12 pont



A két képen egy előtelepből kihajtó páfrány és egy vízkultúrában nevelt tölgycsemete látható.

1. A zárvatermők melyik csoportjába (osztályába) tartozik a kocsányos tölgy? Válaszát az ábrán is látható jellegzetességgel indokolja!

.....

.....

2. Nevezze meg azt a sejtet, melyből az előtelep létrejött!

.....

3. A táblázat kitöltésével hasonlítsa össze a két növény részzeit! Írjon I jelet a cellákba, ha az állítás igaz az adott növényi részre, és H betűvel jelölje, ha nem. (7 pont)

	páfrány		tölgy	
	előtelep	levél	makk tápszövet	lomblevél
Haploid sejtekből áll.				
Diploid sejtekből áll.				
Fotoszintézisre képes.				
Ivaros életszakaszba tartozik.				
Ivarsejtek létrehozására képes.				
A hajtás része.				
A megtermékenyített központi sejtéből jött létre.				

A páfrányok szaporodása sokkal jobban függ a víztől, mint a tölgyeké. Indokolja ezt az állítást a megtermékenyítés módjának összehasonlításával!

4. A páfrányok hímivarsejtjei
jutnak el a petesejtkehez, a tölgyfa hímivarsejtjei pedig

..... jutnak el a petesejtkehez. (2 pont)

5. Nevezzen meg egy olyan szövetelemet, amely hozzájárulhatott a zárvatermők sikeres szárazföldi elterjedéséhez, és a ma élő harasztok testfelépítésére nem jellemző!

.....

Megoldás

1. Kétszikű – hálózatos levélerezet / hálózatos erezet / főgyökérzet. 1 pont
2. spóra 1 pont
- 3.

	páfrány		tölgy	
	előtelep	levél	makk táplálósövet	lomblevél
Haploid sejtekből áll.	I	H	H	H
Diploid sejtekből áll.	H	I	H	I
Fotoszintézisre képes.	I	I	H	I
Ivaros életszakasz.	I	H	H	H
Ivarsejtek létrehozására képes.	I	H	H	H
A hajtás része.	H	I	H	I
A megtermékenyített központi sejtől jött létre.	H	H	I	H

Minden helyesen kitöltött sor 1 pont, összesen:

7 pont

4. A páfrányok hímivarsejtjei **vízcsöpp belsejében / önálló / ostoros / helyváltoztató mozgással** jutnak el a petesejtekhez, 1 pont
a tölgyfa hímivarsejtjei pedig **a pollentömlő belsejében** jutnak el a petesejtekhez. 1 pont
5. Vízszállító csövek (tracheák) / gyökérszőrök. 1 pont

I. Gímpáfrány

5 pont

A képen gímpáfrány leveleit láthatjuk, fonákjukon a spóratartókkal.

1. Mely folyamatok játszódnak le ezekben a levelekben? A helyes válaszok betűjeleit írja a négyzetekbe! (2 pont)

- A) Ivarsejtképzés.
- B) Meiózis.
- C) Mitózis.
- D) Megtermékenyítés.
- E) Pollenképzés.

--	--



2. Miben különböznek a képen látható levelek a páfrány előtelepétől? (2 pont)

- A) Csak a lombszevelekben vannak zöld szintestek, az előtelepeken nincsenek.
- B) Az előtelep haploid, a lombszevelel diploid sejtkekből áll.
- C) Az előtelep a zigótából, a lombszevelel a spórából hajt ki.
- D) Csak a lombszevelekben vannak eltérő működésre specializált sejtke, az előtelepeken nincsenek.
- E) Az előtelep az ivaros, a lombszevelel az ivartalan szakasz része.

--	--

3. A felsoroltak közül mi található meg a páfrányok és a zárwatermők szervezetében is?

- A) Magban fejlődő csíranövény.
- B) Szállítószövet.
- C) Pollentömlő.
- D) Sziklevél.
- E) Hámszövet.

--

Megoldás

- 1. B és C
- 2. B és E
- 3. B

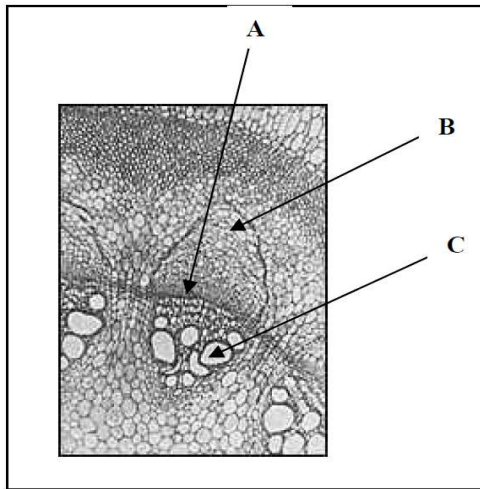
1+1 = 2 pont

1+1 = 2 pont

1 pont

III. A növények anyagforgalma

6 pont



Az ábrán egy növény szárának keresztmetszetét látja. Nézze meg alaposan, majd oldja meg a képpel kapcsolatos feladatokat!

1. Nevezze meg a betűkkel jelölt szöveteket vagy szövetelemeket, és írja le mi a feladatuk a növény életében!
(3 pont)

betűjel	a szövet /szövetelem neve	a szövet / szövetelem feladata
A		
B		
C		

2. Magyarozza meg, hogyan képesek tavasszal a még lombtalan fák a vízfelszívásra!
(1 pont)

.....

3. Ha a növényi gyökérsejtekben meggátoljuk az ATP-szintézist, akkor megszűnik az ionok felvétele és jelentősen lelassul az áramlás az ábrán „C”-vel jelölt szövetelemben. A kísérleti tapasztalatból milyen következtetés vonható le az ásványi anyagok felvételére vonatkozóan?
(1 pont)

.....

4. A nyári időszakban az előző pontokban elemzett tényezőkön kívül még egy hatás segíti a folyadékáramlást. Mi ez a hatás?
(1 pont)

.....

Megoldás

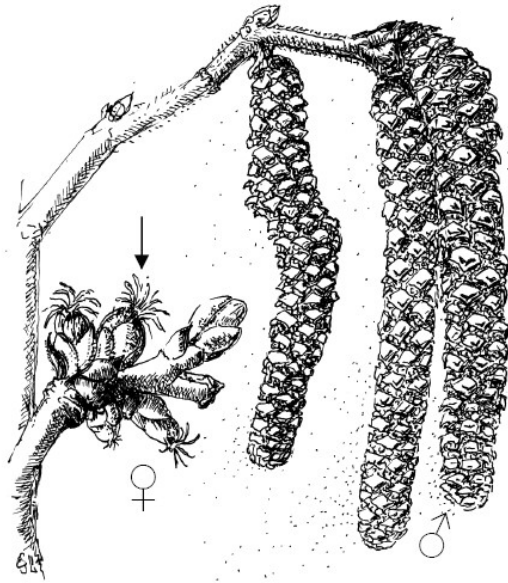
1. A feladatban a név és a funkció megnevezése esetén adható pont.

	a szövetek/szövet elem neve	a szövet/ szövet elem feladata	pont
A.	kambium / osztódó szövet	a fa és hánrcsész sejtjeinek létrehozása /osztódás / új sejték létrehozása	1 pont
B.	szállítószövet hánccs része	a szerves anyagok szállítása/ a kész táplálék szállítása	1 pont
C.	szállítószövet farésze	az ásványi anyagok és víz szállítása/ a víz és az oldott sók szállítása	1 pont

2.	Mert a gyökérnyomás bejuttatja a tápanyagokat a gyökér sejtjeibe .	1 pont
3.	Az ásványi anyagok felvétele aktív transzporttal történik / energiaigényes.	1 pont
4.	A párologtatás miatt kialakuló szívóerő segíti a tápanyag felvételt.	1 pont

I. Mogyoróvirágok

9 pont



A mogyoró szélporozta zárvatermő cserje. Porzós virágokból álló füzerei és a termős virágok a növény más-más részein jelennek meg.

1. Nevezze meg a termős virágnak az ábrán nyíllal jelölt részét, mely a pollen (virágpór) megkötésére szolgál!

.....

Egészítse ki a két megfelelő szóval a szöveget! Az alábbiak közül válasszon:

egyivarú, kétivarú, egylaki, kétlaki

- 2. A mogyorónövény.
- 3. Minden virága

4. Hasonlítsa össze a porzós virágokból kiszóródó pollen és a harasztok spóráinak tulajdonságait! *A helytálló megállapítás betűjelét írja a négyzetbe!*

- A) Mindkettő haploid sejtet tartalmaz.
- B) Mindkettő ivarsejt.
- C) A pollen meiózissal, a haraszt spórája mitózissal jön létre.
- D) Mindkettő mitózissal jön létre.
- E) Kedvező körülmények között mindkettő kicsírázhat.

Hasonlítsa össze a mogyoró porzós és termős virágait!

- A) a porzós virágra jellemző
- B) a termős virágra jellemző
- C) mindkettőre jellemző
- D) egyikre sem igaz

5.	Szaporító hajtás.	
6.	Benne jönnek létre az ivarsejtek.	
7.	Belsejében pollentömlők fejlődhetnek ki.	
8.	A benne kialakuló sejtek csillóikkal vagy ostoraikkal aktív mozgásra képesek.	
9.	Egyik részéből alakul ki a mag.	

Megoldás

- 1. bibe (Elfogadható a „termő” is.)
- 2. egylaki
- 3. egyivarú
- 4. A
- 5. C
- 6. B
- 7. B
- 8. D
- 9. B

IV. Mikroszkópos vizsgálat

9 pont

Egy zárwatermő növény egyik szervéből keresztmetszetet készítettünk, s fénymikroszkóppal vizsgáljuk a preparátumot.

1. Kis nagyítással kezdjük a vizsgálódást. Többféle szövetet látunk. Melyek lehetnek az alábbiak közül? *A helyes válaszok betűjeleit írja a négyzetekbe!* (2 pont)

- A) alapszövet B) hámszövet C) bőrszövet
D) szállítószövet E) kötőszövet

--	--

2. Nagyobb nagyításra térünk át. Fogalmazza meg pontosan, hogyan számítható ki fénymikroszkópunk nagyítása!

.....
.....

Ennél a nagyításnál jól látható, hogy a metszet alsó és felső részén a sejtek egy-egy rétegben helyezkednek el, szorosan illeszkednek, felső részén nagyjából egyformák a sejtek, az alsó részen eltérő, babalakú sejtek is észrevehetők.

3. Melyik szövetet vizsgáltuk?

4. A preparátum középső sávjában fellelhető egyik szövet sejtjei kétféle alakúak, bennük zöld színtestek láthatók. Mi jellemzi ezt a szövetet? (2 pont)

- A) Sejtjeinek egy része lazán, szivacszerűen helyezkedik el.
B) Sejtjeinek egy része megőrizte osztódóképességét.
C) Sejtjeinek egy része oszloposan rendeződik.
D) Sejtjeinek felszínét kutikula boríthatja.
E) Sejtjeit szőrszerű függelékek is boríthatják.

--	--

5. További vizsgálódás során a preparátum egy részletében sok apró, vékony sejtfalú, differenciálatlan sejtet is találunk. Melyik szövetet tanulmányoztuk?

.....

6. Készülhetett-e a preparátum egyszikű növény leveléből? Indokolja állítását!

.....

7. Lehetett-e a preparátum moha levélkéje? Indokolja állítását!

.....

Megoldás

1. A és D 2 pont
2. A tárgylencse/objektív nagyítását szorozzuk a szemlencse / okulár nagyításával.
(*Nem fogadható el: a lencsék nagyításának szorzata!*) 1 pont
3. Bőrszövetet. 1 pont
4. A és C 2 pont
5. Osztódószövet / kambium. 1 pont
6. Nem, mert csak a fonák bőrszövetében voltak gázcserenyílások.
Vagy: Nem, mert a levél színe közelében oszlopos, a fonáknál szivacsos alapszövet volt. 1 pont
7. Nem, mert a moha levélkéje nem tartalmaz szöveteket. 1 pont

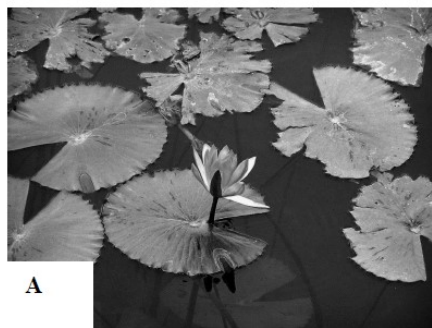
Levelek

20 pont

Kétféle levél

10 pont

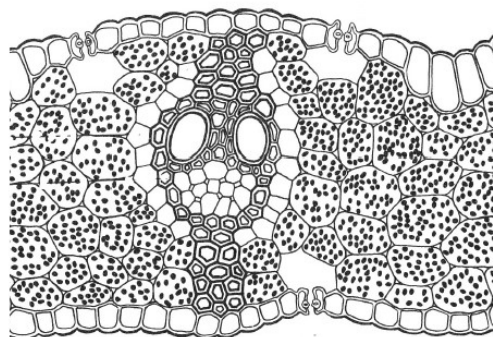
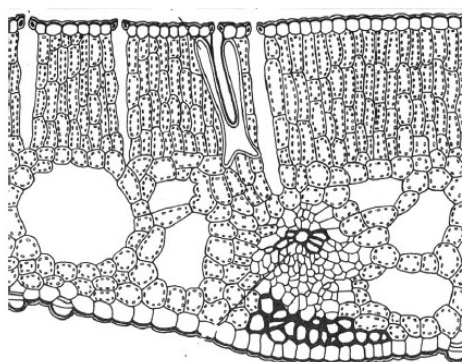
Hasonlítsa össze az ábrákon látható két levél tulajdonságait! A megfelelő betűjeleket írja az üres cellákba!



A



B



A. Az „A” levél

B) A „B” levél

C) Mindkettő

D) Egyik sem

1.	Egyszikű növény levele.	
2.	Gázcserenyílások vannak a levél színén.	
3.	Egyrétegű laphám burkolja.	
4.	Edénynyalábjai párhuzamos lefutásúak.	
5.	A fotoszintézis a felszín borító sejtjeiben a legerőteljesebb.	
6.	Növényszerv.	
7.	A hajtás része.	
8.	Gázcserenyílásain át a felszívott vízből származó oxigéngáz távozik.	
9.	A fotoszintetizáló alapszövet két rétegre különül el benne.	

10. Az „A” levél a tavirózsa vízfelszínén úszó levelének részlete. Nevezze meg a levél egy, a rajzon is látható sajátos jellegzetességét, mely a környezethez való alkalmazkodást mutatja!

.....

Megoldás

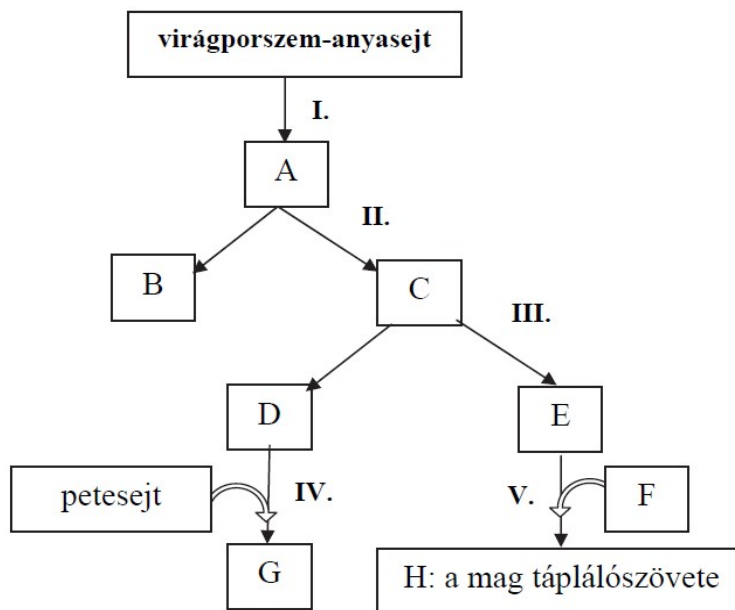
1. B
2. C
3. D
4. B
5. D
6. C
7. C
8. C
9. A

10. A gázcserenyílások csak a levél felszínén vannak. / Az alapszövetben látható üregek lehetővé teszik a levél felszínén úszását.

Minden helyes válasz 1 pont.

I. A kettős megtermékenyítés

7 pont



A következő folyamatábra a zárvatermők kettős megtermékenyítésének lépéseit mutatja. Tanulmányozza az ábrát, s válaszoljon az alábbi kérdésekre!



1. Írja a négyzetbe, hogy melyik római szám jelöl meiózist!
2. Nevezze meg, mit jelölnek a D és E betűk!
3. Melyik sejtek diploidok? A helyes betűjelet írja a négyzetbe!
 - A) a virágporszem anyasejt, az "A" és a "G" sejt
 - B) a virágporszem anyasejt, a "G" és az "F" sejt
 - C) a táplálószövet sejtjei, a virágporszem anyasejt és a "G"
 - D) az "A", "G" és az "F"
 - E) Az "A", "G" és a táplálószövet sejtjei
4. Írja le, mi a szerepe a B jelű sejtnek!
5. Mi alakul ki a továbbiakban a zigótából?
6. Az alábbi állítások közül melyik hibás?
 - A) A IV. folyamat: megtermékenyítés.
 - B) A táplálószövet sejtjei triploidok.
 - C) A hímivarsejtek a porzóban (portokban) alakulnak ki.
 - D) A virágpor első sejtje a porzóban (portokban) alakul ki.
 - E) A hímivarsejtek a termőben keletkeznek.
7. A fényképen látható réti iszalag jobb oldali példányán már megindult a termésérés. A betűvel jelölt sejtek közül melyik található meg benne? Írja a négyzetbe!

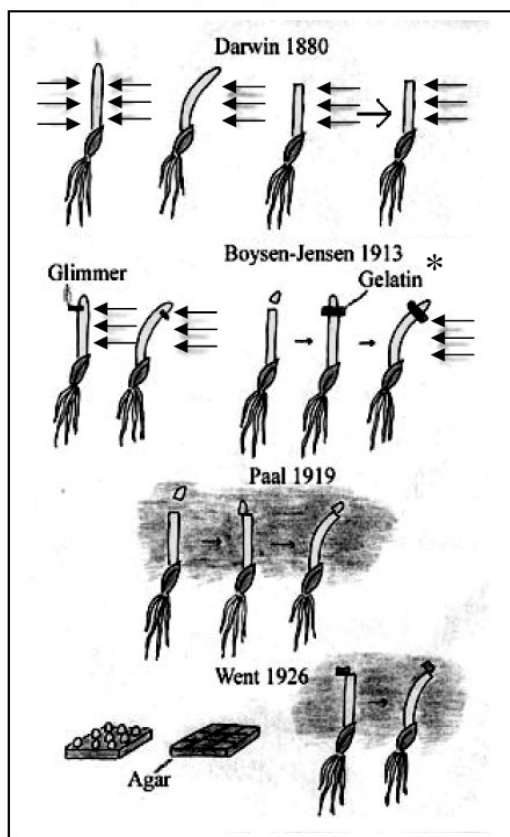
Megoldás

1. I.
2. hímivarsejtek / spermiumok
3. B
4. pollentömlőt fejleszt
5. embrió/csíra(növény)
6. C
7. H

IV. A növények növekedése

12 pont

Az ábráson az egyik növényi növekedést irányító hormon hatásának felderítését célzó nevezetes kísérletsorozatot szemlélteti. Az ábrán az egymás alatti három nyíl a fény irányát mutatja. A fekete nyilak a kísérletek egymást követő lépéseit mutatják. Tanulmányozza az ábrát, majd oldja meg a feladatot!



1. Foglalja táblázatba Darwin kísérleteinek eredményeit! (3 pont)

	Mindkét oldalról azonos mértékű megvilágítás esetén	Egyik oldalról történő megvilágításban
Az ép növényke növekedésének iránya	a)	b)
A hajtáscsúcsától megfosztott növényke növekedésének iránya		c)

* Gelatin = Zselatin

Glimmer a hajtáscsúcs alatt bemetszette a növénykét. Hogyan foglalható össze kísérletének eredménye?

A felsorolt szavakkal egészítse ki a mondatokat! Nem kell minden szót felhasználnia, egy szó akár többször is előfordulhat.

ELGÖRBÜLT NEM GÖRBÜLT EL TERMELŐDIK ELBOMLIK
 HAJTÁSCSÚCS GYÖKEREK LEVELEK MEGVILÁGÍTOTT
 ÁRNYÉKOS BAL JOBB FONÁKI

Ha a megvilágított oldalon metszette be a növényt, akkor növényke (2).....
 fény felé, míg ha az árnyékos oldalon ejtett metszést, akkor a növényke
 (3)..... Ebből arra következtethetünk, hogy a növekedést serkentő
 növényi hormon a fény hatására (4)....., vagyis a hormon a(z)
 (5)..... felől mindig a növény (6)..... oldalán
 vándorol.

Boysen-Jensen dán kutató a lemetszett hajtáscsúcsot zselatinkockával ragasztotta vissza.

7. Mit állapíthatott meg a kísérlet eredményéből? *A helyes válaszok betűjelét írja a négyzetekbe!*

- A. A zselatin fehérje.
- B. A zselatin tökéletesen elzárja a hormon útját.
- C. A zselatin anyaga a növény görbülését okozza.
- D. A hormon átjut a zselatinon, és alatta is kifejti hatását.
- E. A zselatinkocka beiktatása nem akadályozza meg a növény görbülését.

--	--

Paál Árpád magyar kutató féloldalasan ragasztotta vissza a hajtáscsúcsot.

8. Mire következtethetett a kísérlete eredményéből?

- A. A vizsgált hormon a növekedést gátolja.
- B. A növény a másik oldalra görbült, mint amelyikre a hajtáscsúcsot ragasztotta.
- C. A vizsgált hormon serkenti a növekedést, azon az oldalon, amelyiken levándorol a csúcsból.
- D. A vizsgált hormon az ellenkező oldalon serkenti a növekedést, mint amelyiken vándorol.
- E. Közömbös, hogy a hormon a növény szárának melyik oldalán vándorol.

--	--

Went a lemetszett hajtáscsúcsokat agar-agar kockákon tartotta néhány óráig, majd ezekkel a kockákkal kísérletezett tovább. Azt találta, hogy a kockák növekedésserkentő hatása egy határon belül arányos avval az idővel, ameddig a hajtáscsúcsot a kockán tartotta. (Az agar-agar kockák víztartalmú, kocsonyaszerű gélből állnak.)

9. Mire következtethetünk kísérleti tapasztalataiból?

- A. A növekedést serkentő hormon bekerült az agar-agar kockákba.
- B. A növekedést serkentő hatást az agar-agar anyaga okozta.
- C. A növekedést serkentő hatás bizonyos határok között egyenesen arányos a hormon koncentrációjával.
- D. A hormont tartalmazó agar-agar kocka féloldalas elhelyezése az egyoldalú megvilágításhoz hasonló eredményt hozott.
- E. A hormont tartalmazó agar-agar kocka féloldalas elhelyezése a levágott hajtáscsúcs féloldalas visszarakásával ellentétes eredményt hozott.

--	--	--

10. Nevezze meg a hormont, amire a vizsgálatok vonatkoztak!

Megoldás

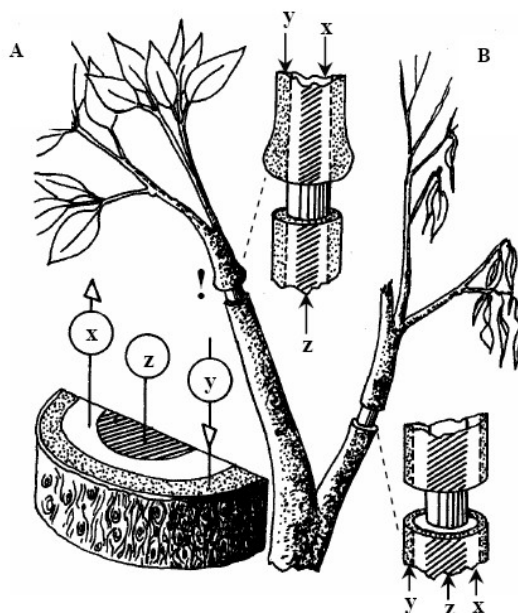
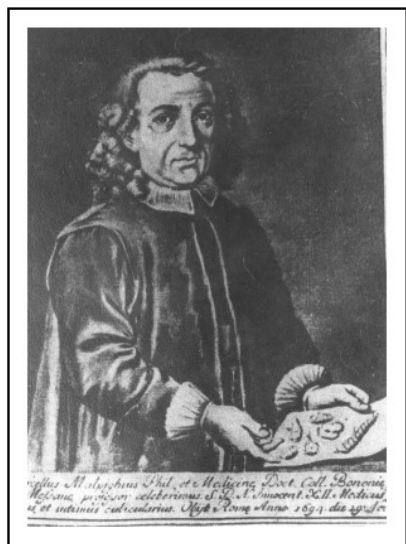
- 1. a) Fölfelé / Egyenesen 1 pont
- b) a fény felé 1 pont
- c) nem nő / alig nő / nem fordult a fény felé / egyik irányba sem görbült el 1 pont

- 2. elgörbült 1 pont
- 3. nem görbült el 1 pont
- 4. elbomlik 1 pont
- 5. hajtáscsúcs 1 pont
- 6. árnyékos 1 pont
- 7. DE 1 pont
- 8. BC 1 pont
- 9. ACD 1 pont
- 10. auxin / indolecetsav 1 pont

Malpighi kísérlete

8 pont

Az egyik első kutató, aki a növények anyagszállítását tervszerű kísérletekkel vizsgálta, az olasz Marcello Malpighi (1628 –1694) volt. Malpighi cserjék fiatal hajtásait az ábrán látható módon metszette be, majd figyelte a hatást. Az ábrán „z” az alapszövetből álló bélrészt jelzi. Az ábra tanulmányozása után válaszoljon a kérdésekre! Minden helyes válasz 1 pont.



1. Nevezze meg, hogy a szállítószövet mely elemeit jelöli az ábrán az „x” és az „y”! (1 pont)

x: y:

2. Milyen következtetést lehet levonni a kísérlet „A”-val jelölt részéből? *A helyes válasz betűjelét írja a négyzetbe!*

- A. Minden, a fotoszintézishez szükséges anyag a farészben jut a levélhez.
- B. Minden, a fotoszintézishez szükséges anyag a háncsrészben távozik a levélből.
- C. A hajtás bőrszövetének épsége szükséges a levél működéséhez.
- D. A levélben keletkező szerves anyagok a kísérletben eljutottak a gyökérbe is.
- E. A levél zavartalan működéséhez nem feltétlenül szükséges a vele kapcsolatban levő háncsrész működőképessége.

3. Milyen következtetést lehet levonni a kísérlet „B”-vel jelölt részéből?

- A. Minden, a fotoszintézishez szükséges anyag a farészben jut a levélhez.
- B. Minden, a fotoszintézisben keletkező anyag a háncsrészben távozik a levélből.
- C. A hajtás bőrszövetének épsége szükséges a levél működéséhez.
- D. A levél elpusztul, ha a vele kapcsolatban levő háncs-és farész mindegyike elzáródik.
- E. A levél zavartalan működéséhez nem feltétlenül szükséges a vele kapcsolatban levő háncsrész működőképessége.

4. Hogyan befolyásolta a kísérlet „A” része önmagában a növény vízfelszívó képességét?

- A. A gyökérszövetet csökkentette.
- B. A levél szívóerejét csökkentette.
- C. A kapilláris hatást csökkentette.
- D. Mindhárom hatást csökkentette.
- E. Lényegében egyik hatáson sem változtatott.

5. Hogyan befolyásolta a kísérlet „B” része a növény vízfelszívó képességét?

- A. A gyökérszövetet csökkentette.
- B. A levél szívóerejét csökkentette.
- C. A kapilláris hatást csökkentette.
- D. Mindhárom hatást csökkentette.
- E. Lényegében egyik hatáson sem változtatott.

6. Malpighi figyelmeztetést nem kerülte el a kísérlet „A” részében az ábrán felkiáltójellel jelzett duzzanat, mely a „B” részben hiányzott. Mi magyarázza a duzzanat keletkezését?

- A. A megnövekedett gyökérszövet miatt földréselt víz.
- B. A csökkent mértékű párologtatás miatt megnövekedett ozmózisnyomás.
- C. A háncsrészben feltorló szerves oldat.
- D. A metszés miatt termelt sebzési hormonok miatt burjánzó szövet.
- E. A fokozott biológiai oxidáció miatt fölszaporodó víz.

7. A levéltetvek élősködő rovarok, melyek szívó szájzszerüket a növényi hajtásba mélyeszti. Melyik részbe?

- A. A bőrszövetbe.
- B. A háncsrészbe.
- C. A farészbe.
- D. A raktározó alapszövetbe.
- E. A bélszövetbe.

8. A fehér fagyöngy félélősködő növény: fotoszintetizál, de a vizet gazdanövényéből szívja fel. Hova mélyeszti szívógyökereit?

- A. A bőrszövetbe.
- B. A háncsrészbe.
- C. A farészbe.
- D. A raktározó alapszövetbe.
- E. A bélszövetbe.

Megoldás

1.

x: fa(rész) y: háncs(rész) *Pont csak mindkettő megnevezéséért jár!*

- 2. E
- 3. D
- 4. E
- 5. B
- 6. C
- 7. B
- 8. C

Fényben és borúban**8 pont**

A bojtorján szerbtövis (*Xanthium strumarium*) virágképzését vizsgálták a megvilágított órák számának függvényében.

A kísérlet eredményeit az alábbi táblázat foglalja össze. (Minden sor egy-egy kísérlet körülményeit és eredményét mutatja.)

	Megvilágított órák száma	Elsötétített órák száma	Tapasztalat
A	8	16	☼
B	8	16 + néhány fényfelvillanás a sötétperiódus alatt	☉
C	16	16	☼
D	16 + néhány elsötétített pillanat a világos órák alatt	8	☉
E	16	8	☉
F	8	8	☉
G	12	12	☉

☼: A növény virágzott

☉: A növény nem virágzott

A kísérlet eredményei alapján egészítse ki a következő mondatokat a megfelelő szavakkal!

SERKENTI

GÁTOLJA

NEM BEFOLYÁSOLJA

1. A rövid sötétperiódusa bojtorján szerbtövis virágképzését.
2. A nappali megvilágítás hosszaa bojtorján szerbtövis virágképzését.
3. A megvilágított periódus megzavarása.....a bojtorján szerbtövis virágzását.
4. A sötétperiódus megzavarásaa bojtorján szerbtövis virágképzését.

Megoldás

- | | |
|---------------------|--------|
| 1. gátolja | 1 pont |
| 2. nem befolyásolja | 1 pont |
| 3. nem befolyásolja | 1 pont |
| 4. gátolja | 1 pont |

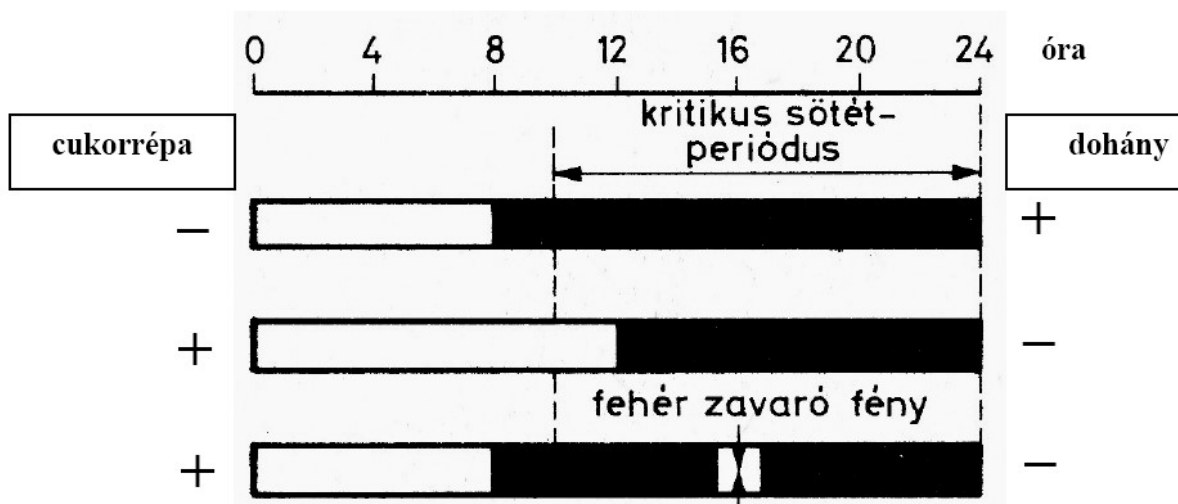
A virágzás szabályozása

7 pont

1. Melyik növénycsoportban (törzsben) jelent meg először a virág az evolúció során?
(1 pont)

.....

Egy kísérletben azt vizsgálták, hogyan hat a megvilágítás hossza a cukorrépa és a dohány virágzásának megindulására. Három, egymástól független kísérlet során különböző ideig világították meg a két növényt (a lenti ábrán a megvilágítás időtartamát egy 24 órás időtartamon belül a sávok világos szakasza jelzi). A harmadik kísérlet sötét periódusain belül rövid ideig fehér fényel külön megvilágították a növényeket. A „+” jel a virágzás megindulását, a „-” jel a virágzás elmaradását jelenti.



Írja a válasz betűjelét az állításokat követő négyzetbe! Minden helyes megoldás 1 pont.

- A. cukorrépa
B. dohány
C. mindkettőre igaz
D. egyikre sem igaz

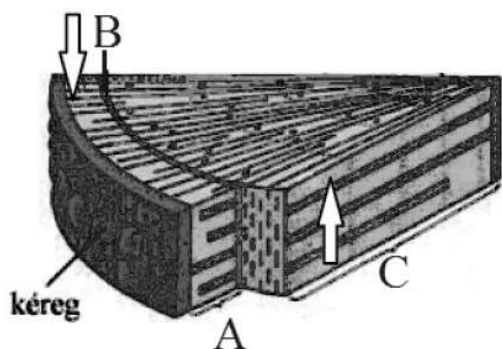
2.	Hosszúnappalos növény.	
3.	Virágzását befolyásolja a megvilágítás hossza és eloszlása.	
4.	A kísérlet tanúsága szerint csak akkor virágzik, ha naponta 12 óránál hosszabb megvilágítást kap.	
5.	Csak akkor virágzik, ha a sötétperiódusban zavaró fényt kap.	
6.	Akkor virágzik, ha 14 óránál hosszabb ideig folyamatosan sötétben van.	

Megoldás

1. nyitvatermők
2. A
3. C
4. D
5. D
6. B
7. B

Folyadékáramlás a fatörzsben

10 pont



Az ábra a fatörzsben zajló folyadékáramlás irányait szemlélteti.

1. Nevezze meg az ábrán betűvel jelölt részeket! (3 pont)

A:

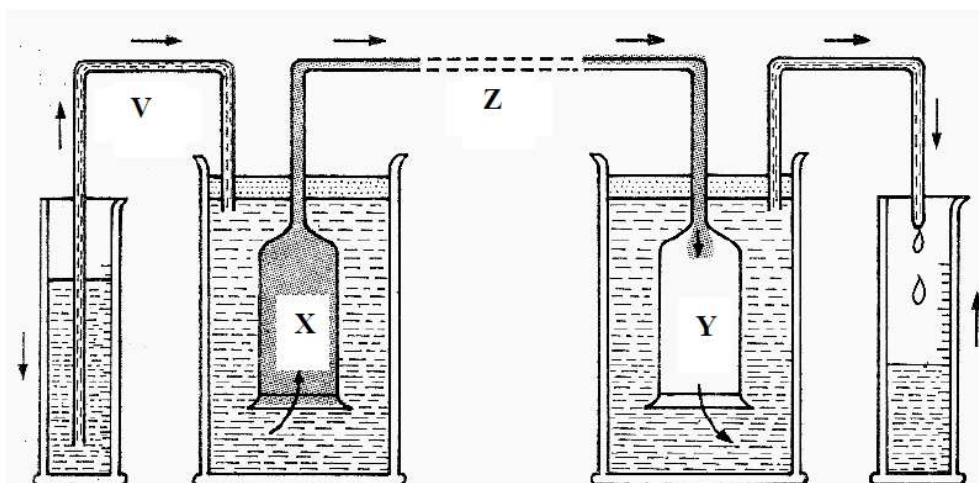
B:

C:

2. A nyíllal jelölt folyadékok összetétele eltérő. Nevezze meg a legfontosabb különbséget!

.....

A rostacsövekben zajló folyadékáramlás hajtóerejét egy német kutató, Münch 1926-ban az ábrán látható berendezéssel modellezte. Az „X” és az „Y” jelű tüveg-henger alját féligáteresztő hártya zárja, és a „Z” jelű vékony tüvegcsövön át érintkeznek egymással. Az „X” henger 10%-os répacukoroldatot tartalmaz, melyet egy festékanyaggal (a képen szürke) színezték meg, hogy a folyadékáramlás látható legyen. Az „Y” henger vizet tartalmaz. V: vízszállító csövek.



3. Az alábbiak közül melyik betű felel meg a modellben

• a gyökereknek:

• a fotoszintetizáló leveleknek:

(2 pont)

4. Münch modelljét közelítőleg ma is érvényesnek tartják, bár a szállítás módja ennél bonyolultabb. Mi a feltétele annak, hogy ez a modell a valóságos növényekre is érvényes legyen?
- A) A rendszerben valósuljon meg az ozmózis jelensége.
 B) A rostacsöveknek olyan vékonyaknak kell lenniük, hogy a hajszálérhatás érvényesüljön.
 C) A fotoszintézis helyszínének magasabban kell feküdnie, mint a felhasználás helyének.
 D) A zöld levelekben ugyanannyi mól cukornak kell keletkeznie, amennyi mól vizet a levél felszív.
 E) El kell tekinteni a levelek párologtatásától.
5. Mi okozhatja a folyamat hatóerejét, az X és Y oldat közötti koncentrációkülönbséget? A megfelelő betűjelekkel válaszoljon!
- A) A fotoszintézis a zöld levelekben.
 B) Cukrok képződése a gyökerekben.
 C) Cukrokból keményítő képződése a zöld levelekben.
 D) Cukrokból keményítő képződése a gyökerekben.
 E) Keményítő hidrolízise a gyökerekben.
 F) Keményítő képződése a zöld levelekben.
6. Újabb vizsgálatok szerint a rostacsövekben valószínűleg aktív transzport is segíti a folyadékáramlást. Fogalmazzon meg egy fontos különbséget a passzív és az aktív szállítási (transzport) folyamatok között!

Az aktív transzport

.....,

a passzív transzport viszont

.....

Megoldás

1.

A: háncsrész / rostacsövek / háncstest

1 pont

B: kambium (gyűrű)

1 pont

C: farész / vízszállító csövek / fatest

1 pont

Az ábrán betűvel jelölt részek felismerése a nyilak irányától függetlenül elvárt.

2. Az egyikben van szerves anyag, a másikban nincs (alig van).

1 pont

3.

• a gyökerek: Y

1 pont

• a fotoszintetizáló levelek: X.

1 pont

4. A

1 pont

5. A és D

1+1 = 2 pont

6. Az aktív transzport ATP igényes, a passzív transzport viszont nem az. / Vagy:

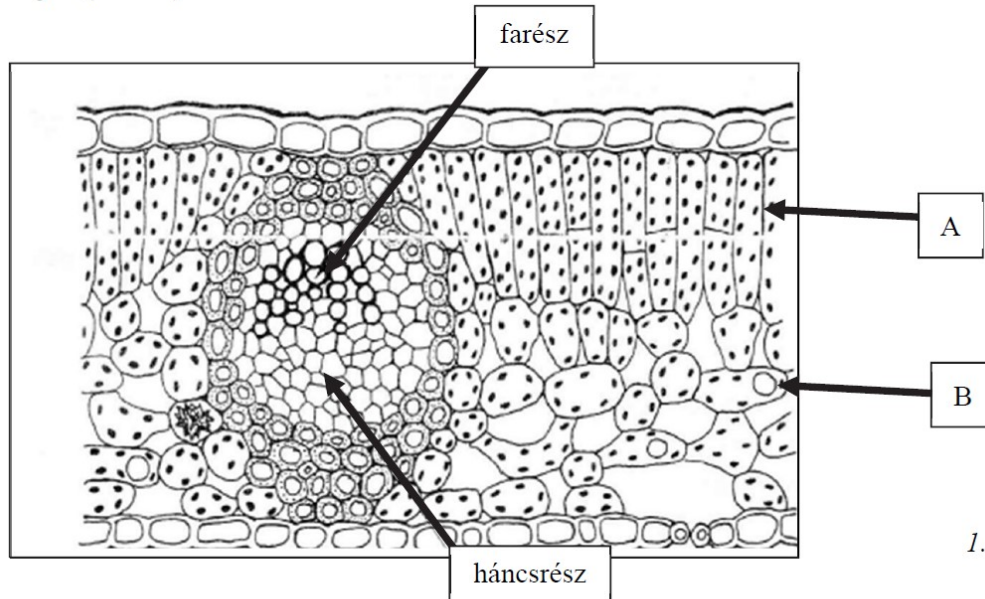
Az aktív transzport fokozza a koncentrációkülönbséget, a passzív transzport viszont csökkenti.

1 pont

Egy növény vizsgálata

10 pont

Egy szobanövény leveléből metszetet készítünk, s fénymikroszkóppal vizsgáljuk. A következőt látjuk (1. ábra):



1. ábra

1. Ennek alapján mit állapíthatunk meg a növényről? Válassza ki a megfelelő állításokat, s írja a betűjelüket a négyzetekbe! (2 pont)

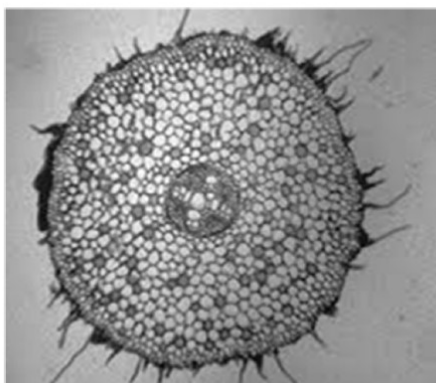
- A) Ez egy zárvatermő, egyszikű növény levele.
- B) Ez egy zárvatermő, kétszikű növény levele.
- C) Ez egy lombosmoha levélkéjének metszete.
- D) Ez egy idősebb, kifejlett lomblevél.
- E) Ez valószínűleg vízfelszínen lebegő vizenövény levél.

--	--

2. Nevezze meg pontosan azt a szövetet, amely az ábra **A** és **B** jelű részletét alkotja!

.....

A növény egy másik szervéből is készült metszet. (2. ábra)



2. ábra

3. Nevezze meg, melyik szervből készült a metszet!
Írja le egy olyan sajátosságát, amiből ezt el lehet dönteni!
(2 pont)

.....

.....

.....

.....

Növényünkkel kísérletet végzünk el. Néhány napig sötétben tartjuk az egész növényt. Ezután kiválasztunk rajta 3 levelet. Két levél felszínét bekenjük vékony rétegben színtelen körömlakkal, az 1. számút a fonákján, a 2. számút a színén, a 3. levéllel nem csinálunk semmit, ez lesz a kontroll. Majd kb. 4 órán keresztül megvilágítjuk a növényt. Leszedjük a kiválasztott három levelet, forró alkoholba tesszük – ezzel a klorofillt kioldjuk belőle –, majd a leveleket 10-15 percig Lugol-oldatban (kálium-jodidos jódotsoldatban) áztatjuk, ezután kiszedjük és tálcára tesszük.

4. Mít tapasztalunk?

- A) az 1. számú levél fehér / sárgás színű, a 2. és 3. levél kék színű
- B) a 1. és 2. számú levél kék színű, a 3. fehér / sárgás színű
- C) a 1. és 3. levél kék színű, az 2. levél fehér / sárgás
- D) Mindhárom levél kék színű
- E) Mindhárom levél fehér / sárgás színű

5. Miért kellett a kísérlet előtt sötétben tartani a növényünket?

.....

.....

6. Mi volt a szerepe a kísérlet szempontjából a körömlakknak?

- A) Elzárta a fénytől mindkét levelet.
- B) Meggátolta a növény vízfelvételét.
- C) Meggátolta a növényünk párologtatását.
- D) Elzárta a gázcserenyílasokat.
- E) Meggátolta az oxigénfelvételt.

7. A tapasztalatok és az 1. feladatban, a levél mikroszkópos keresztmetszeti képén látottak alapján fogalmazzon meg a fotoszintézissel kapcsolatban két olyan állítást, amit a kísérlet igazol!

(2 pont)

.....

Megoldás

- 1. B, D 2 pont
- 2. Táplálékkészítő / fotoszintetizáló alapszövet 1 pont
- 3. gyökér 1 pont
központi henger / egyszerű edénnyalábok / gyökérszőr
(Más helyes válasz is elfogadható.) 1 pont
- 4. A 1 pont
- 5. már ne tartalmazzon a korábbi fotoszintézis eredményeként létrejött keményítőt a levél / kiürüljenek a keményítő raktárak / felhasználódjon a keményítő
(Bármilyen hasonló megfogalmazás elfogadható.) 1 pont
- 6. D 1 pont
- 7. A fotoszintézisben szerepet játszanak a gázcserenyílasok.
A növény levelén a fonákon vannak a gázcserenyílasok.
(ha ezek elzáródnak, nem tud fotoszintetizálni.) 1 pont
(Vagy más releváns következtetés. Pl: Hiába van elég fény,
ha nincs szén-dioxid, a fotoszintézis nem megy végbe.) 1 pont