Élőlények

a 2024-es érettségi követelményrendszer szerint

(Összeállította: Gergely Tibor)

Tartalomjegyzék

A vírusok 3
A baktériumok 6
Egysejtű eukarióták 11
A gombák 14
A növények rendszerezése 17
A növényi szövetek 21
A növények szervei 25
Ozmózis, plazmolízis 32
A növények létfenntartó életműködései 35
A növények szaporodása és egyedfejlődése 42
Gerinctelen állatok 50
A gerincesek törzse 57
Az állatok szaporodása 66

Kattints a fejezet címére!

v.1.02

1 μm (mikrométer) = 10^{-6} m (azaz 1/1000 mm). A μm a sejtek mérettartománya.
1 nm (nanométer) = 10^{-9} m (azaz 1/1000 μm). A nm a molekulák mérettartománya.
Rendszertani kategóriák sorban: faj, nemzetség, család, rend, osztály, törzs, ország.

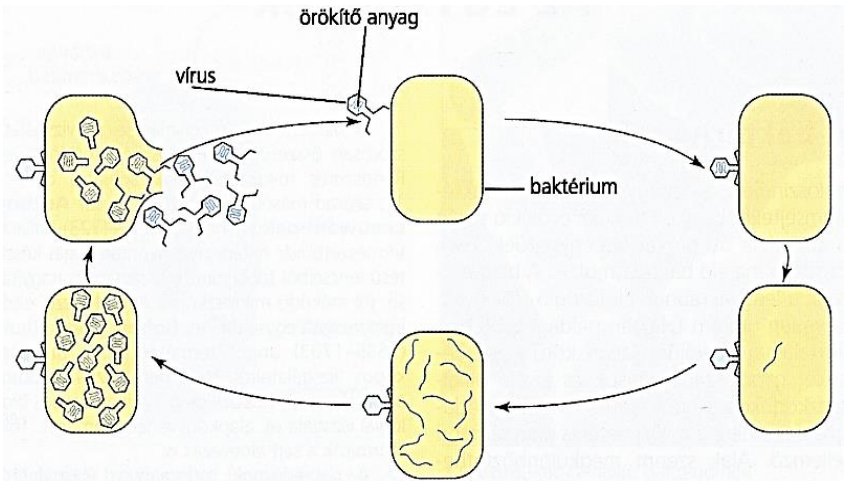
A vírusok

A vírusok 20-300 nm nagyságúak jellemzően.
Felépítés: - örökítőanyag (DNS vagy RNS)
- fehérjeburok
- (esetleg a gazdasejt membránjából maradt részlet is körül veheti)

A vírusok nem sejtes felépítésűek, a sejteknél jóval egyszerűbbek.

A vírusok sejtélősködők (sejtparaziták). Saját anyagcseréjük nincs, kizárólag élő szervezetek sejtjeiben, azok anyagait, sejtalkotóit, energiáját felhasználva képesek megsokszorozódni.

A vírusfertőzés során a vírus örökítőanyaga bejut a gazdasejtbe, és átprogramozza annak működését, arra kényszeríti a sejtet, hogy előállítsa a vírus alkotórészeit, végül a vírusalkotó részek összekapcsolódnak. A vírusok rendszerint annyira elszaporodnak, hogy a gazdasejt szétesését okozzák. Az elpusztult sejtből kiszabadult vírusok újabb sejteket fertőznek meg.



A vírusok terjedhetnek levegőben cseppfertőzéssel (pl. köhögéssel), közvetlen érintkezéssel (pl. kézfogás), szennyezett vízzel vagy élelmiszerrel, testváladék útján (szeretkezés, drogosok közös fecskendőhasználata), más élőlények közvetítésével (kullancs terjeszti az agyvelőgyulladás vírusát). A gazdaszervezeten kívül eltérően őrzik meg fertőzőképességüket a különböző vírusok, a COVID-ot okozó vírus sokáig fertőzőképes levegőben, felületeken, az AIDS-ért felelős HIV vírus csak testnedvekben marad fertőzőképes, levegőn, vízen keresztül nem fertőz.
A vírus és a gazdasejt kapcsolata specifikus, minden vírusfajta csak meghatározott élőlénycsoportokat, sokszor csak egy fajt képes megfertőzni.
Bár a vírusok sokkal egyszerűbb felépítésűek, mint az igazi élőlények, csak később alakultak ki, sejtes szerveződésű élőlényekből, hiszen kizárólag élő sejtekben tudnak megsokszorozódni. Az élővilág minden csoportjának vannak vírusai. Minden vírus élősködő, általában a gazdaszervezetek megbetegedését okozzák. Egyes vírusok magukkal viszik a gazdasejt néhány génjét, így fontos szerepet játszanak az evolúcióban azzal, hogy lehetővé teszik a fajok közötti génátadást.

A vírusok az élő és élettelen határán állnak: A sejtes élőlényekéhez hasonló anyagok, fehérje, DNS/RNS építi fel a vírusokat, örökítőanyaguk szervezettsége az élőlényekéhez hasonló, evolúcióval változnak a vírusok. Azonban a gazdasejten kívül önállóan semmilyen életjelenséget nem mutatnak a vírusok, nem sejtes felépítésűek.

Bakteriofágoknak nevezzük a baktériumokat megtámadó vírusokat. Ezek szaporodhatnak:
a) Litikus ciklussal, ilyenkor a vírus hozzátapad sejt felületéhez, az örökítőanyagát bejuttatja a gazdasejtbe, azonnal elkezdi megsokszorozni magát, majd a folyamat végén a baktériumsejt szétesik (lízis), a vírusrészecskék pedig kiszabadulnak.
b) A lizogén életciklusú fágok DNS-e beilleszkedik a gazdabaktérium DNS-ébe és ott akár több ezer sejtosztódáson át inaktívan marad, bekerül minden utódbaktériumba. A vírus szunnyadó állapotban van jelen, amíg a gazdaszervezetben a körülmények meg nem romlanak, például a tápanyagok megfogyatkozása vagy UV fény miatt. Ekkor kivágja magát a baktérium DNS-éből, beindítja a megsokszorozódást és burokba csomagolódva, a sejt elpusztításával kiszabadul a külvilágba a vírus.

A retrovírusok olyan RNS örökítőanyaggal. rendelkező vírusok, amelyek az RNS-üket DNS-sé írják át ((úgynevezett reverz transzkriptáz enzimükkel)), majd azt beillesztik a gazdasejt DNS-ébe, innen másolódnak az új vírusok. A retrovírusok a gerincesek élősködői. Retrovírus az AIDS-et okozó HIV.

Fertőzés: kórokozók (baktérium, vírus, gomba) bejutása és elszaporodása a szervezetben.
Megbetegedés: az életfolyamatok a normálistól eltérnek. Ezt okozhatja bejutott kórokozó.
Járvány: a fertőző betegség tömeges elterjedése.
Védekezés a vírusok ellen, vírusok okozta betegségek megelőzése:
- rendszeres kézmosás
- soha ne nyúljunk piszkos kézzel a szemünkhöz, a szánkhoz
- járványban viseljünk szájmaszkot
- a védekezés leghatékonyabb módja a védőoltások beadása
- megfelelő táplálkozással, sok mozgással, vitaminokkal erősíthetjük szervezetünket
- távolságtartás

A leggyakoribb vírus által okozott emberi megbetegedések (és ismertebb tüneteik)

- influenza (magas láz, orrfolyás, torokfájás, végtagfájdalom)
- COVID (légúti tünetek, szagérzékelés elvesztése)
- kanyaró (köhögés, láz, majd kiütések az egész testen)
- nátha (orrfolyás, torokkaparás, hőemelkedés – sokféle vírus okozza)
- bárányhimlő (viszkető piros kiütések)
- AIDS (enyhe tünetek, később az immunhiány miatt súlyos betegségek – HIV vírus okozza)
- veszettség (lehangoltság, majd dühöngés – embernél ritka, a kezelések miatt)
- rubeola, rózsahimlő (nyirokcsomók megduzzadása, kiütések – magzatra veszélyt jelent)
- herpesz (csoportos hólyagocskák az ajaknál)
- hepatitisz (fertőző májgyulladás)

- HPV (humán papillomavírus felelős szemölcsök, méhnyakrák kialakulásáért)

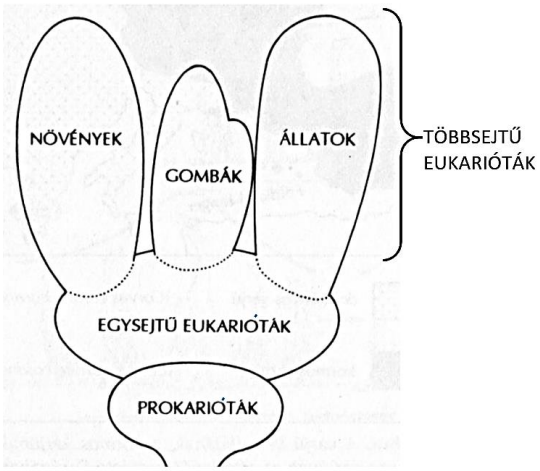
A prionok

A **prionok** fertőző fehérjék. Az azonos (ugyanolyan aminosav-sorrendű) fehérjét képesek magukhoz hasonlóan hibás térszerkezetűvé alakítani, ilyenkor kóros konformációváltozás következik be. Így egyre több kóros prion keletkezik a beteg szervezetben. (Kétféle alacsony energiaszintű konformációja van!)

Prion-fehérjék minden sejtmembránban (így az idegsejtekben is) jelen vannak, valószínűleg a sejtek közti kommunikációban vesznek részt, a szervezet képes lebontani ezeket. Az eltérő térszerkezetű fertőző prion-fehérjék viszont ellenállnak az enzimes lebontásnak. Emiatt felhalmozódnak, és az idegsejt gyulladás nélküli pusztulását okozzák. A kóros prion a szomszédos sejtekbe is átjuthat, azok pusztulását okozza. Így jön létre a végül halálos szivacsos agyvelősorvadás. A kóros prion-fehérje aminosav sorrendje azonos a normál prion-fehérjéével, így a szervezet sajátjának tekinti, tehát az immunrendszer nem védekezik ellene.
A szarvasmarhák a szivacsos agyvelősorvadás betegsége a kergemarhakór.
(Embernél Creutzfeldt-Jakob kórnak nevezik a prionbetegséget. Spontán kialakulása nagyon ritka, évente 1 millió ember közül 1 vagy 2 betegszik meg. Fertőzésként nem terjed, nem adódik át másra (csak emberevőknél fordult elő átadódása másik emberre). Idős korban jelentkezik, átlagosan 3-9 hónap alatt halálhoz vezet.
Angliában, a 90-es években prionnal fertőzött szarvasmarhák fogyasztása miatt több tucat ember meghalt.
A prion kóros szerkezetének biztos elpusztításához 2 atm nyomáson, 133 ^{0}C-on legalább 20 perces hőkezelés szükséges. Még biztosabb megelőzés, hogy Magyarországon nem adnak állati takarmányt kérődzőknek.)
A prion súlyos betegséget okoz, de a vírusokkal elletétben nem tartalmaz nukleinsavat, csak fehérje, biztosan nem élőlény.

Az élővilág öt országa

Az élővilág elterjedt felosztási módját mutatja az ábra. A legősibb élőlények a sejtmag nélküli prokarióták. Később alakultak ki a sejtmaggal rendelkező eukarióták.

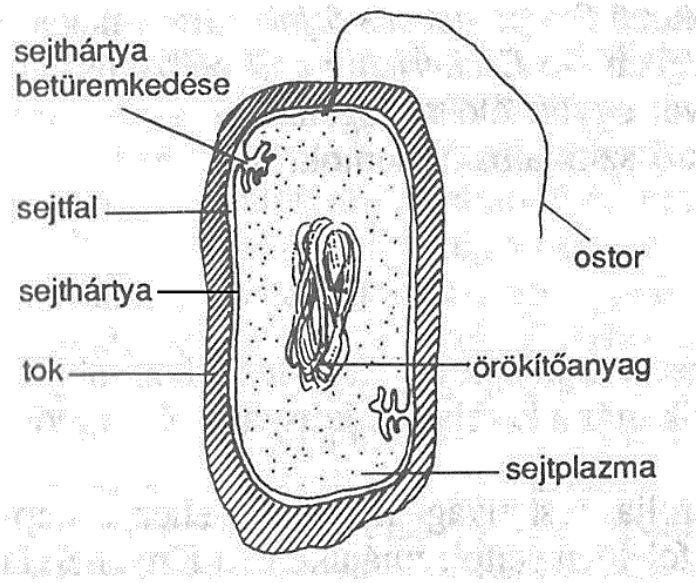


A baktériumok

A baktériumok a prokarióták közé tartoznak, tehát sejtmag nélküli élőlények.
A baktériumok a leggyakrabban előforduló élőlények. Egyetlen gramm talajban például több millió található belőlük. Elterjedésüket gyors szaporodásuk és kiváló alkalmazkodóképességük tette lehetővé. A baktériumok kedvező körülmények között rendkívül gyorsan, egyszerű kettéosztódással szaporodnak.

A baktériumsejt felépítése A baktériumsejt néhány mikrométeres.

Kör alakú – cirkuláris – örökítőanyaggal (DNS) rendelkezik, amely a sejtplazmájában helyezkedik el. Egy nagy, kb. egy milliméteres gyűrű alakú DNS-e (baktérium kromoszóma) minden sejtnek van. A sejtplazmát vékony sejthártya, sejtmembrán határolja a külvilágtól. A sejthártya szoros kapcsolatban áll a baktériumot kívülről határoló sejtfallal. A falat főleg fehérjék és szénhidrátok alkotják. A sejtfal merev és vastag. Egyes baktériumoknál a sejtfalon kívül tok, nyálkás burok is körülveszi a sejtet, ami fokozottabb védelmet nyújt. A tok elsősorban a kórokozó baktériumokra jellemző (védi a baktériumot a gazdaszervezet immunrendszerétől).



A baktériumsejteknek mozgásszervecskéjük, csillójuk vagy ostoruk is lehet.

A baktériumok csoportosítása anyagcseréjük szerint

A baktériumok között minden anyagcseretípusba tartozó megtalálható.

1. Heterotróf (kemoheterotróf) baktériumok

(A heterotróf élőlények kész szervesanyagok felhasználásával képesek felépíteni saját szerves anyagaikat. [Görög eredetű szó, hetero: más + trofosz: evő.])

- Korhadást, rothadást okozó lebontó baktériumok. A korhasztók a légköri oxigén felhasználásával, azaz aerob feltételek mellett bontják le a szerves maradványokat, a rothasztók a levegőtől elzártan, anaerob feltételek mellett végzik a lebontást.
- Erjedést okozó baktériumok. Például tejsavas erjedéssel cukorból tejsavat állítanak elő oxigénmentes környezetben.
- Élősködő baktériumok különböző élőlények szerves anyagait, fogyasztják, azok megbetegedését okozzák.
- A nitrogénkötő baktériumok a levegő nitrogénjét (N_2) alakítják át ammóniává.
- A dentirifikáló baktériumok anaerob (oxigénmentes) körülmények között a nitrátot (NO_3^-) elemi nitrogénné (N_2) redukálják.

2. Autotróf baktériumok

(Az autotróf élőlények kizárólag szervetlen anyagokból képesek felépíteni testük anyagait, egyedüli szénforrásuk a szén-dioxid.)

a) Fotoautoróf (fotoszintetizáló) baktérium a fényenergia segítségével építi fel szerves anyagait. Kevés ilyen faj van.
b) Kemoautotróf (kemoszintetizáló) baktériumok szervetlen anyagok (pl. ammónia) oxidálásából nyert energiával építik fel saját szerves anyagaikat.
- A vas-, kén-, mangán-, baktériumok, ezen anyagok oxidálásából jutnak energiához.
- A nitrifikáló baktériumok energia nyerése: NH_4^+ → NO_2^- → NO_3^-
(ammónium ion) (nitrit) (nitrát)

A baktériumok ökológiai szerepük szerint lehetnek

- Lebontók. Szerves maradványokat szervetlenné alakítják (a gombákkal együtt), így teszik lehetővé az anyagkörforgást, a növények tápanyaghoz jutását. Az élelmiszeripar is hasznosít baktériumokat tejtermékek előállítására.
- Kórokozók. Nem csak az embereknek, hanem a többi élőlénycsoportnak is betegségeket okoznak bizonyos baktérim fajok.
- Szimbionták azaz együttélők. Kölcsönösen előnyös együttélés van az ember és az utóbelében élő bélbaktériumok között, amelyek B_{12} és K-vitamint termelnek számunkra. A pillangós virágú növények gyökérgümőiben nitrogénkötő baktériumok élnek.
- Termelők. A kemoszintetizáló és a kevés fotoszintetizáló baktérium kizárólag szervetlen anyagokból képes előállítani szerves anyagokat.

A baktériumok ipari, mezőgazdasági, ökológiai és egészségügyi szempontból egyaránt jelentősek, amit változatos anyagcseréjük tesz lehetővé.
Az élelmiszeriparban felhasználják a tejsavbaktériumokat a tej és tejtermékek savanyítására, a joghurt, sajt előállítására, élelmiszerek tartósítására, például káposzta és uborka savanyítására. (A tejsavbaktériumok által létrehozott savas közegben más baktériumok és gombák elpusztulnak, ezért jó tartósítás például a káposztasavanyítás.) A tejsavbaktériumok oxigénmentes közegben egy szőlőcukor molekulából két tejsav molekulát hoznak létre (szén-dioxid ekkor nem keletkezik).
A gyógyszeripar használ génmódosított baktériumokat, amelyek emberi gyógyításra alkalmas inzulint, növekedési hormont, vérzékenység elleni gyógyszert termelnek.
A mezőgazdasági termelés alapját jelenti a talaj. A talajban található élőlények egyik legfontosabb csoportját a baktériumok jelentik.
A baktériumok jelentős károkat okoznak, mint növényi és állati kórokozók. Baktériumfertőzés következménye például a gyümölcsfák hajtásának gyors elszáradásával járó, ún. tűzelhalásos megbetegedés. Az állati kórokozók közül emberre is veszélyt jelenthet a szarvasmarhákban élősködő, tüdőbajt okozó baktérium.
Ökológiai szempontból a prokarióta szervezetek kiemelkedő jelentőségűek. Az életközösségek anyagforgalmában többek között a korhadékbontó baktériumok, a nitrogéngyűjtő baktériumok és a kékbaktériumok játszanak szerepet. A korhadékbontó baktériumokat alkalmazzák is a háztartási és ipari szennyvizek tisztítására. Környezetvédelmi szempontból fontosak azok a baktériumok, amelyek képesek lebontani a kőolaj anyagait, így olajszennyezés esetén segítségükkel gyorsabb és eredményesebb lehet a károk elhárítása. Vannak olyan baktériumok is, amelyek még műanyagokat is képesek lebontani.

A baktériumok között nagyon sok emberi kórokozó is van. A baktériumok egy része azáltal okoz betegséget, hogy sejtjeik elszaporodnak a szervezetben. Más fajok méreganyagokat, úgynevezett toxinokat termelnek, és azok okozzák a tüneteket.
A fogszuvasodást olyan baktériumok okozzák, amelyek szénhidrátokat alakítanak át fogat károsító savakká.

Leggyakoribb baktérium által okozott emberi megbetegedések (és tüneteik)

- Lyme-kór (a kullacscsípés helye körül vörös kokárdaszerű bőrpirosság)
- tuberkulózis (tbc) gümőkór (köhögés, fogyás, láz – a tüdőn kívül más szerveket is megtámadhat)
- tüdőgyulladás (láz, mellkasi fájdalom, köhögés)
- kolera (súlyos hasmenés és hányás gyors kiszáradást okoz)
- szalmonella (hasmenés, hányás, láz, ezek hamar elmúlnak)
- tetanusz (a baktérium méreganyaga – toxinja – akár halálos izomgörcsöt okoz)
- szamárköhögés (köhögési rohamok, majd éleshangú nehéz belégzés)
- diftéria (légzési nehézség, esetleg fulladás)

A vírus és baktérium által okozott betegségek eltérő kezelésének az oka:
A baktériumok élő sejtek, így jól hatnak rájuk az antibiotikumok, életműködésüket vagy szaporodásukat gátolják. A gyógyszerként használt antibiotikumok a baktériumokat károsítják, kevésbé vannak hatással az emberi sejtekre.
A vírusok nem élő rendszerek, nincs önálló anyagcseréjük, így rájuk nem hatnak az antibiotikumok. Vírusfertőzés esetén főként a tüneteket enyhítő kezelést alkalmaznak.

A valódi baktériumok egyik legjelentősebb csoportja a **kékbaktériumok** (régebbi nevükön kékmoszatok, kékalgák). Nevüket kékeszöld színanyagaikról kapták. Sejtjeikben nincsenek színtestek, fényenergiát megkötő színanyagaik a sejthártyához kötődnek. Vannak köztük egysejtű és többsejtű szervezetek is. Főleg édesvizekben élnek, de megtalálhatók a talaj felszínén is. Mint termelő szervezetek fontos táplálékai a vizek kisebb élőlényeinek. A túlságosan sok ásványi anyagot tartalmazó vizekben – más egyszerű vízi szervezetekkel együtt – annyira elszaporodhatnak, hogy a víz elszíneződését, vízvirágzást okozhatnak. A kékbaktériumok számának növekedése egyik fontos jelzője a vízminőség romlásának.
A föld őslégköre nem tartalmazott molekuláris oxigént (O_2-t). Az első élőlények, amelyek oxigént juttattak a levegőbe a kékbaktériumok voltak.

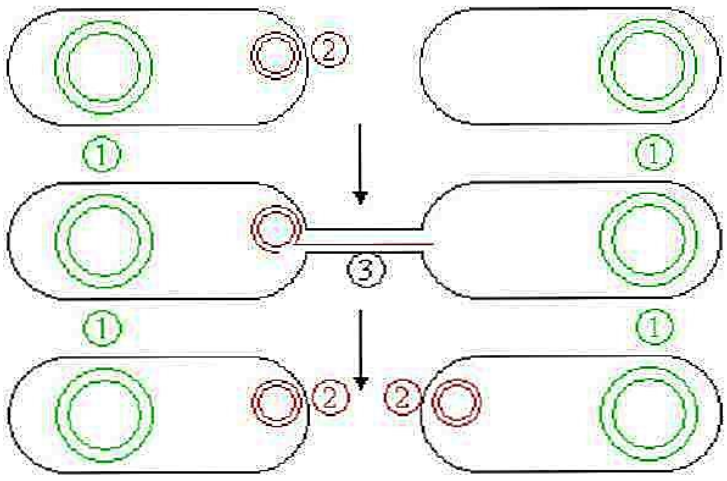
A földi élet keletkezése után az első sejtekből alakultak ki a valódi baktériumok és az ősbaktériumok (archeák). Ezeknek még nincs sejtmagjuk, prokarióták. A prokariótákat tehát két nagy csoportba sorolják, az ősbaktériumok és a valódi baktériumok közé. A valódi baktériumok csoportjába tartozik a baktériumok törzse és a kékbaktériumok törzse.
Az ősbaktériumok szélsőséges körülmények között képesek megélni: hőforrások, mélytengerek, erősen savas közegben, sós tavakban, rothadó lápokban és mocsarakban is megtalálhatók ezek a prokarióta egysejtűek. Valószínűleg a legősibb élőlények máig fennmaradt képviselői. Létük igazolja, hogy az ősi Föld szélsőséges környezeti feltételei mellett is kialakulhatott az élet az ősóceánokban. Az ősbaktériumok között is vannak kórokozók. Az ember gyomrában élősködő Helicobacter elszaporodva gyomorfekélyt okozhat.

A később kialakuló sejtmaggal rendelkező eukarióták ősi sejtjei közelebbi rokonságban állnak az ősbaktériumokkal, mint a valódi baktériumokkal, ezt anyagcséréjük hasonlósága mutatja.

Az **endoszimbióta elmélet** a fejlettebb eukarióta sejtek sejtszervecskéinek eredetétét megyarázza. Ősi nagyméretű sejt oxigént hasznosítani képes baktériumot kebelezett be, amelyet nem emésztett meg, a nagy sejtben élt a prokarióta (endoszimbizózis, belső együttélés), így keletkeztek a mitokondriumok, az eukarióta sejtek ATP-t termelő sejtszervecskéi. Később fotoszintetizáló kékbaktériumokat kebeleztek be az eukarióták, amelyeket szintén nem emésztettek meg, így tettek szert zöld színtestekre az eukarióta sejtek.
Ma már ezek a sejtalkotók elvesztették önállóságukat: Fehérjéik nagy részét nem saját maguk állítják elő, hanem a sejtmagban levő DNS információja alapján a sejtplazma riboszómái termelik (génjeik többsége átkerült a sejtmagba)
Az elmélet bizonyítékai:
A színtestek és a mitokondriumok
– mérete a prokariótákéval megegyező,
– saját DNS-ük van, ami a prokariótákéhoz hasonlóan gyűrű alakú,
– riboszómáik a prokariótákéhoz hasonlóak,
– belső membránjuk a prokariótákéhoz, a külső membránjuk az eukariótákéhoz hasonló (a bekebelező sejt membránja vette körül az endocitózissal felvett prokariótát).
– osztódádással szaporodnak (bár osztódásuk a sejtmag kontorollja alatt áll).
Az eukarióta sejtek belső membránrendszere, ill. a maghártya a sejthártya betűrődéseiből leváló membránlemezekből alakultak ki.

A baktériumsejtnek az egy nagy, kb. 1 mm gyűrű alakú DNS-en kívül (baktérium kromoszóma), lehetnek kis gyűrű alakú DNS-eik is, a *plazmid*ok. Mindkét fajta DNS kettős láncú.

A baktériumok ivaros jellegű folyamatai
A baktériumok többnyire ivartalanul szaporodnak, időnként azonban bekövetkezik **génátadás** közöttük. Ennek két formáját kell ismerni: transzformáció és konjugáció.
Transzformáció során a sejt a környezetéből idegen DNS-t vesz fel és a rajta elhelyezkedő gént vagy géneket beépíti saját genetikai anyagába.
Konjugációval adódhat át plazmid információtartama egyik baktériumból a másikba. (A gyűrű alakú plazmid DNS-e is a megszokott kétláncú molekula.) A konjugáció kezdetén plazmahidat létesít a egyik baktériumsejt a másikkal, ezen a plazmid DNS egyik szála adódik át, ami majd kiegészül kétláncú DNS-sé. Így új génekre tehet szert a fogadó sejt, például antibiotikummal szembeni ellenállóképességet (rezisztenciagén) kaphat: egy kevéssé ellenálló baktérium sokkal re-



1:baktériumkromoszóma 2: plazmid 3: plazmahíd

zisztensebbé válik a kapott új génnel. A konjugáció nem igazi szaporodás, mert csak egyirányú az örökítőanyag átadása. Ezt *horizontális génátadásnak* nevezzük, mert a társának (nem pedig az utódainak) adja át génjeit a baktérium.
A transzformációval és a konjugációval bejutott gének a sejt genetikai állományának részévé válnak, így a gének új kombinációja jön létre ezt **rekombináció**nak nevezik.

Felelőtlen antibiotikum-szedés következményei
Az orvos utasítása nélkül, túl korán önkényesen abbahagyott antibiotikum szedés következménye nemcsak a betegség kiújulása vagy újrafertőződés lehet, hanem az adott készítménnyel szemben ellenálló kórokozók kifejlődése is. Ezt nevezzük ***antibiotikum-rezisztenciá***nak. Az antibiotikum rezisztencia kialakulásakor az antibiotikummal megtámadott baktériumoknak olyan mutáns változatai alakulnak ki, amelyek már ellenállók az adott antibiotikummal szemben. Az antibiotikum-rezisztencia súlyos veszélyt jelenthet a közegészségügy szempontjából, hiszen a legkülönfélébb kóros állapotok hagyományos kezelése hatástalanná válhat ennek következtében. Antibiotikum rezisztenciát okozhat a feleslegesen szedett antibiotikum is, vagy hogyha ugyanazt az antibiotikumot alkalmazzák ismételten. A korábbi antibiotikum-szedésről tájékoztatni kell az újabb kezelőorvost.
Az antibiotikum kúra, azon kívül, hogy pusztítja a kórokozó baktériumokat, tulajdonképpen a nem rezisztens baktériumok elleni szelekciót is jelent.

Fertőtlenítési, sterilizálási eljárások
Fertőtlenítés: kórokozó mikroorganizmusok elpusztítása, inaktiválása a szervezeten kívül.
A napfény UV sugarai elpusztítják a mikroorganizmusokat, de ablaküvegen keresztül ez nem érvényesül. Betegszobákat, műtőket baktériumölő hatású UV-sugarakat kibocsátó lámpával szerelnek fel. Eszközök fertőtlenítésére használnak száraz meleget (120-140 ^{o}C), a textíliákat fertőtleníti a vasalás. Forró gőz vagy kifőzés szintén különböző eszközök fertőtlenítésére alkalmas. Kémiai anyagok és baktériumölő tisztítószerek épületek, bútorok fertőtlenítésére használhatók.
Sterilizálás: valamely eszközön vagy anyagban az összes mikroorganizmus (baktérium, gomba, vírus) elpusztítása. Történhet: Száraz hővel (160 ^{o}C); Izzítással, leégetéssel sterilizálnak fém és porcelán eszközöket. Végeznek sterilizálást túlnyomásos gőzzel, elektronsugarakkal, és olyan kémiai anyagokkal, amelyek a mikroorganizmusok minden megjelenési formáját elpusztítják. (A fertőtlenítés csak részleges sterilizálást jelent.)

Eukarióták

Az eukarióták valódi sejtmagvas élőlények. Közéjük tartoznak az egysejtű eukarióták, növények, gombák, állatok.

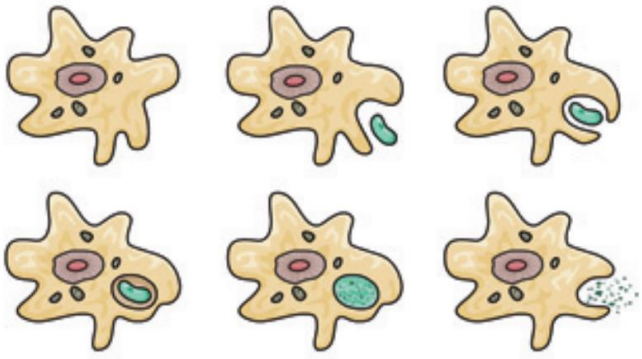
	Prokarióta sejt	**Eukarióta sejt**
Jellemző méret	1-10 µm	10-100 µm
Sejtmag	nincs	maghártyával határolt valódi sejtmag
Membránnal határolt sejtszervecske	nincs	van *pl.: színtest, mitokondrium, endoplazmatikus retikulum*

Egysejtű eukarióták

Az egysejtű eukarióták közül három fajt kell ismerni és ezek emésztését, mozgását, víztartalom-szabályozását és felépítő anyagcseréjét kell tudni: óriás amőba, papucsállatka és zöld szemesostoros.

Óriás amőba Vizekben, nedves élőhelyeken él. Állábakkal mozog, miközben alakja állandóan változik. Sejtplazmája a haladási iránynak megfelelően áramlik, aminek eredményeként sejtjükön kisebb-nagyobb nyúlvány, álláb képződik. Az állábas mozgáshoz szilárd aljzat szükséges. Az amőbák baktériumokat, kisebb egysejtűeket, szerves törmeléket fogyasztanak. Táplálékukat állábaikkal körülölelik. Ezt követően a táplálékszemcse a sejthártya egy részletével körülvéve bejut a sejt belsejébe, kialakul az emésztő üröcske.

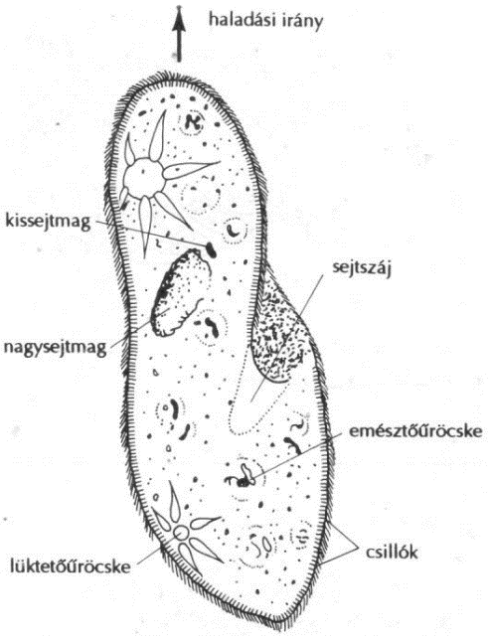
A táplálékfelvételnek ez a módja a bekebelezés (endocitózis). Az amőbák sejtjük felületének bármelyik pontján képesek bekebelezéssel táplálékot felvenni. (Hasonló módon, endocitózissal veszik fel az amőbákhoz hasonló, bekebelezést végző fehérvérsejtek az emberi szervezetbe került kórokozó baktériumokat.)



Az amőba táplálkozása

Az emésztőüröcskében először savas kémhatás hat, ami elpusztítja a bejutott élőlényeket. Majd lúgos kémhatáson enzimek hidrolízissel kisebb molekulákra bontják az összetett szerves molekulákat (a fehérjéket aminosavakra, a szénhidrátokat egyszerű cukrokra bontják), ezek a kisebb molekulák az emésztőüröcske membránján keresztül a sejtplazmába jutnak, mint hasznos tápanyag. Az emészthetetlen részeket a sejt leadja egy, a bekebelezéssel ellentétes irányú folyamattal (exocitózis).

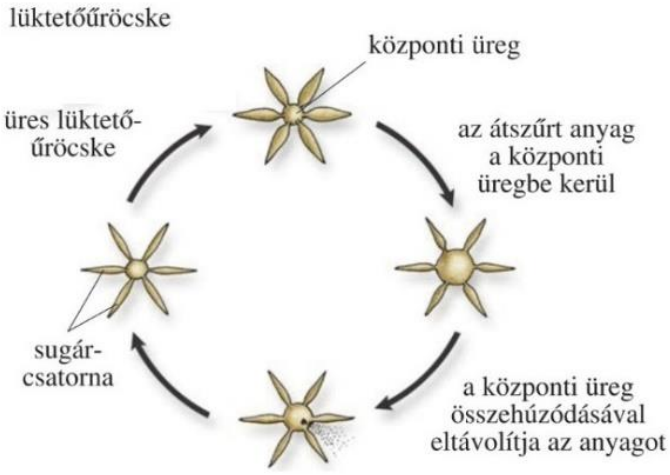
Egyszerű (hólyag alakú) lüktetőüröcskével távolítja el a vizet.



A **papucsállatka** vízben él. Testét csillók borítják. Ezek csapkodása gyors mozgást tesz lehetővé. A csillókkal szabadon úszhat a vízben, nem szükséges aljzat ehhez a mozgáshoz.

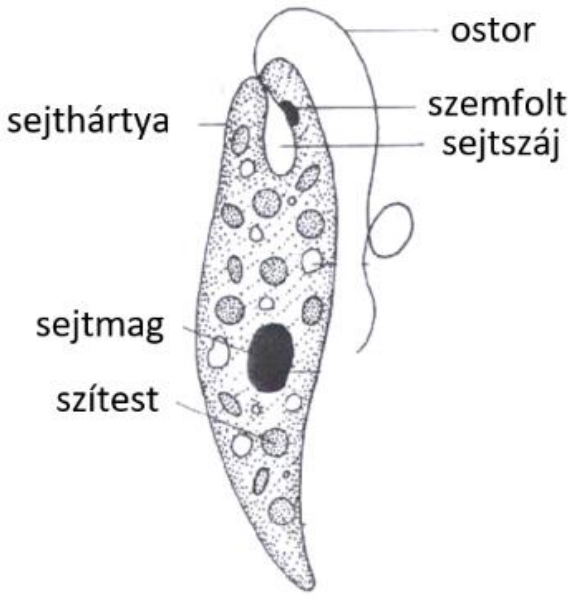
A papucsállatkák a sejtszájon keresztül veszik fel táplálékukat, baktériumokat. A csillók csapkodása sodorja a sejtszájhoz a táplálékot. A sejtszáj a sejthártya tölcsérszerű bemélyedése, majd a sejtgaratba jutnak a baktériumok, innen a táplálékkal teli hólyag válik le (fűződik le), így alakul ki az emésztő űröcske. Az emészthetetlen anyagok kiürítése a sejtből a sejtalrésen történik. A papucsállatka emésztőűröcskéjének működésről ugyanazt kell tudni, amit az amőbánál a *dőlt betűs résznél* olvashatsz.

A papucsállatkában két lüktető űröcske található. Két fő részből állnak, a központi hólyagból és az ahhoz sugarasan kapcsolódó sugárcsatornákból. A kiválasztandó folyadék először a sugárcsatornákba kerül, majd onnan azok összehúzódásával a központi hólyagba. Ha a központi hólyag megtelik, tartalmát a környezetbe üríti. A központi hólyag összehúzódásával egy időben a sugárcsatornák újra telítődnek.



A **zöld szemesostoros** testfelépítésében növényi és állati sajátságok is megfigyelhetők. Sejtjét csak sejthártya határolja, sejtfala nincs. Orsó alakú (azaz mindkét vége elkeskenyedő). Ostora tövében piros szemfolt látható, amelynek a fény érzékelésében van szerepe. Ostorával a fény felé úszik. Sejtplazmájában zöld színtestek láthatók. Ugyanakkor az ostor közelében egy bemélyedés, a sejtszáj látható, amely szerves táplálék felvételére szolgál. Az ostorosmoszatok a körülményektől függően autotróf vagy heterotróf anyagcserét folytatnak. Fényben fotoszintetizálnak (autotróf életmód), tartós sötétben pedig szerves anyagokkal táplálkoznak (heterotróf életmód). Lüktető űröcskéjük végzi a kiválasztást.

Az édesvizekben nagyon elszaporodhatnak, szerepük lehet a vízvirágzás kialakulásában.



A táplálkozás és a kiválasztás eltérő folyamat, a lüktetőűröcske kiválasztást végez, vizet és bomlástermékeket távolít el, ami nem a táplálkozás része. Ahogyan az ember bélcsatornájának működése is elkülönül a kiválasztást végző vesékétől, a kettőt nem szabad összekeverni!

A zöld szemesostorosok vizsgálata: Zöld szemesostorosok egyik csoportját kellően megvilágított üvegkádban tartották, melybe növényi tápoldatot adagoltak, a másik csoportot pedig sötét helyre tették, de a kád vize bomló szerves anyagokat tartalmazott. Néhány nap múlva a fényben tartott csoport zöld színtesteivel továbbra is fotoszintetizált, míg a sötétben élők zöld színtestei eltűntek. Ezek az ostorosok heterotróf táplálkozásra tértek át.

Az édesvízben élő egysejtűek (mint a fenti három hazai faj) sejtjének belseje töményebb, mint a külső környezet, ezért víz áramlik be. Ezt a vizet el kell távolítani, hogy ne duzzadjon a sejt. A lüktető űröcske kiválasztószerv, bomlástermékeket és főleg vizet távolít el.
Kísérlet: Papucsállatkákat két csoportra osztjuk. Az egyik csoportot édesvízben tartjuk, a másik csoportot töményebb – de veszélytelen sóoldatba tesszük. Az édesvízi egyedek lüktetőűröcskéje percenként néhányszor távolítja el a vizet. A töményebb oldatba tett papucsállatkákba kevesebb víz jut be, mert kisebb a koncentrációkülönbség a sejtplazma és a külső környezet között, így kevesebb vizet kell eltávolítani. Az figyelhető meg, hogy a külső koncentráció növekedésével ritkábban működik a lüktetőűröcske. (A tengeri egysejtűeket a felhígulás veszélye nem fenyegeti, rendszerint nem rendelkeznek lüktetőűröcskével.)

Amőba táplálkozását vizsgáló kísérlet: Amőbának indikátort is tartalmazó táplálékot adtak. Az indikátor színváltozása mikroszkóppal megfigyelhető. Látható, hogy az amőba emésztőűröcskéjében először savas, majd lúgos kémhatás alakul ki.

Többsejtű eukarióták

Miért alkotnak külön csoportot a növények, a gombák és az állatok?
A többsejtű eukarióták három országba tartoznak: növények, gombák, állatok.
A növények többsége autotróf fotoszintetizáló élőlény (a fényből nyernek energiát), aktív helyváltoztató mozgást nem végeznek, tartaléktápanyaguk a keményítő, sejtjeiket cellulóz tartalmú sejtfal veszi körül. A mohák teleptestűek, álszövetesek. A hajtásos növények szövetes szerveződésűek.
Az állatok heterotrófok, jellemzően aktív helyváltoztató mozgást végeznek, tartaléktápanyaguk glikogén, nincs sejtfaluk.
A gombák heterotrófok, aktív helyváltoztató mozgást nem végeznek, tartaléktápanyaguk glikogén, sejtjeiket kitin tartalmú sejtfal veszi körül. Egysejtűek, fonalasok vagy teleptestűek.

Differenciálódás az a folyamat, amelynek során a többsejtű élőlények fiatal sejtjei különféle sejttípusokká fejlődnek. Ennek során a sejtek szerkezete és működése eltérővé válik, különféle feladatok ellátására specializálódnak. Az eltérő sejtcsoportokban más-más gének aktiválódnak, illetve válnak inaktívvá.

A differenciálódás a sejtek szerkezeti és működésbeli specializálódásával jár
Az evolúció során, a kezdetben egysejtű szervezetek *többsejtű szervezetté alakulásával* létrejött az egyes sejtek közötti munkamegosztás. Ez a folyamat szükségszerűen a sejtek *differenciálódását,* adott feladatra való *specializációját* hozta magával.
A specializáció *alaki különbségekkel* is jár, hiszen a differenciálódott sejtek a szervezetben betöltött szerepüket legjobban szolgáló alakot vesznek fel.
Az *emberi vörösvérsejtek* érésük során elvesztik sejtmagvukat a hatékonyabb oxigénszállítás érdekében, és fánk alakú **vörösvértestekké** differenciálódnak.
A ***hímivarsejt*** kicsi és hosszúkás, áramvonalas alakú, így gyorsan és könnyen eljut a petesejthez, míg a ***petesejt*** nagy és duzzadt sejt, mert sok tápanyagot tartalmaz, hogy megtermékenyülve majd gyorsan osztódhasson.
A ***hámsejtek*** *résmentesen* egymás mellé helyezkedve külső és belső testfelszíneket burkolnak, a fedőhámok ezért többnyire *lapítottak* és olyan *szorosan illeszkednek* egymáshoz, mint a csempék.
Az ***izomsejtek*** hosszúkássá, elnyúlttá alakultak, tele összehúzódásra képes izomfonalakkal és mitokondriumokkal (az izomerő kifejtéséhez és ATP-termeléséhez).

A többsejtű szerveződés formái Az evolúció során az alábbi sorrendben alakultak ki az egyre fokozottabb munkamegosztással és differenciálódással járó szerveződési formák.

1. **Sejthalmaz:** *(sejttársulás)* az együtt élő sejtek közt nincs munkamegosztás, közös nyálkaburkon belül élnek (egyes baktériumok és algák, pl. harmonikamoszat.)
2. **Fonalas szerveződés** (pl. fonalas zöldmoszat, moha előtelep)
3. **Lemezes szerveződés** (pl. tengeri saláta, haraszt előtelep)
4. **Telepes (álszövetes) szerveződés:** a sejtek között részleges, kisfokú munkamegosztás van (pl. csillárkamoszat), a sejtek már mindhárom dimenzióban osztódnak
5. **Szövetes szerveződés:** sejtek közt teljes munkamegosztás van, ami szövetek, majd szervek kialakulását eredményezi

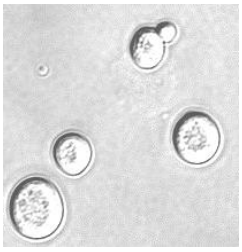
A gombák

A gombáknak nincsenek fotoszintézisre alkalmas színanyagik, színtestjeik, heterotróf élőlények. Többsejtű eukarióta szervezetek, többségük fonalas felépítésű. A gombafonal tudományos neve: hifa. A gombafonalak szövedékét micéliumnak nevezik. Spórákkal szaporodnak. A spórák haploid, ivartalan szaporítósejtek (ivartalanok, mert nem kell megtermékenyítés, egy sejtből kifejlődik az új egyed). Többségük a szárazföldön él, de ismerünk vízben élő gombákat is.

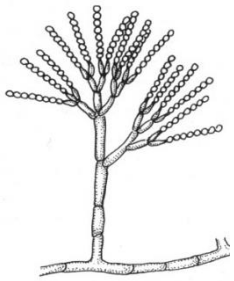
A gombák ökológiai jelentősége.

a) **Lebontók:** A gombák többsége lebontó, elhalt szervezetek szerves anyagaival táplálkozik. Lehetővé teszik az anyagok újrahasznosítását, a növények szervetlen anyagokhoz jutását. (Fejespenész, az ecsetpenész, élesztőgombák, a kalapos gombák zöme.)
b) **Paraziták:** peronoszpóra, bőr-, hüvelygombásodást okozó gombák

c) **Szimbionták** (együttélők)
- Gyökérkapcsolat: a gombafonalak felveszik a növény számára a talajból a vizet és az ásványi sókat. Az anyagcseréjükhöz szükséges szerves anyagokat a növénytől kapják.
- A zuzmók szervezetében gombafonalak és fotoszintetizáló sejtek élnek együtt

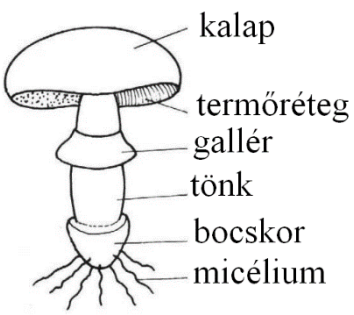


Az **élesztőgombák** kivételesen egysejtűek. Gömbölyű vagy ovális, magányos sejtek vagy néhány sejtből álló füzérek. Folyadékban élnek.
Élesztőgombák oxigénmentes környezetben alkoholos erjesztést végeznek: egy szőlőcukor molekulából 2 etil-alkohol (etanol) és 2 szén-dioxid molekula keletkezik. A szőlő alkoholos erjesztésével bort, a gabonafélékével sört állítanak elő. (A borospincében keletkező szén-dioxid halálos mérgezést okozhat. Hogyha a lent tartott gyertya elalszik a sok szén-dioxid miatt, akkor ki kell szellőztetni a pincét.)
Kenyér, tészta készítésekor az élesztőgomba sejtjei biológia oxidációval bontják a szénhidrátot, a keletkező szén-dioxid pedig felfújja, szivacsossá teszi a tésztát.
<u>Fonalas felépítésű gomba</u> a peronoszpóra, a fejespenész, az ecsetpenész, az emberi megbetegedéseket okozó gombák egy része.
A penészgombák lebontják a közvetlen környezetükben található szerves anyagokat.
A ***fejespenész*** nedves kenyéren, lekváron, gyümölcsön, tejföl felszínén szürkés bevonatot képez. Nagyítóval látszik a gombafonál tetején gömb alakú spóratermő része, erről kapta nevét.
Az ***ecsetpenész*** zöldes színű bevonatot képez. Spóratartói mikroszkóppal láthatók, ecsetszerűen elágaznak. Ecsetpenészben azonosították az elsőként felfedezett antibiotikumot, a penicillint.



A **peronoszpóra** élősködő gomba, fonalai a szőlő levelének fonákán (alsó oldalán) hatolnak be, és elszívják a növény szerves anyagait. Spórái a szőlő levelén kívül képződnek, nedves időben terjednek.
Sok bőrgomba fonalas felépítésű, melyek a hajlatokban, lábon okoznak pirosodást, viszketést.
A fonalas körömgomba miatt a köröm barázdálttá válik, sárgás lesz.

A fejlettebb kalapos gombák földalatti részét, a *tenyésztestet* micélium alkotja. A föld felett megjelenő *termőtestben* a gombafonalak teleptestté szerveződnek, ez köznapi szóhasználatban a „gomba”, amely spórákat termel. A termőréteg a kalap alján található. Itt végződnek a gombafonalak, itt termelődnek a spórák. A termőréteget legtöbbször lemezezek alkotják.a



A **gyilkos galóca** jellemzői: a kalap alján sűrűn álló lemezek mindig fehérek, gallérja és bocskora van, a kalap színe (felül) sárga vagy olajzöld. Az első mérgezési tünetek a fogyasztást követő 6-24 óra múlva jelentkeznek, ekkor a hányás, hánytatás már nem segít, mert a méreganyagok felszívódtak. A galócamérgezés tünetei: hányás, hasmenés, láz, majd májkárosodás, gyomor- és bélvérzés.

A **zuzmók törzse**

A zuzmók telepteste gombafonalak és kékbaktériumok vagy egysejtű zöldmoszatok szoros együttéléséből jött létre. A gombafonalak közvetlenül a fotoszintetizáló sejtekhez simulnak, sok esetben szívófonalakat bocsátanak bele. Így veszik fel a moszatok által termelt szerves anyagok egy részét. A gombák viszont vízben oldott tápsókkal és szén-dioxiddal látják el a moszatokat, valamint védik őket a külvilág káros hatásaitól. Mégsem beszélhetünk két különálló élőlényről, mert ez a szoros együttélés teljesen új élőlények, különböző zuzmófajok létrejöttét eredményezi.

A zuzmók szívós, ellenálló élőlények. A legmostohább viszonyok között is képesek megtelepedni, például az Antarktiszon is számos zuzmófaj él. Jellemző tulajdonságuk a zuzmósavak termelése. Ezek a savak kioldják a legellenállóbb sziklákból is a számukra szükséges ionokat, ezért a zuzmók szerepe jelentős a kőzetek mállásában és a termőtalaj képzésében.

Nagyon érzékenyek a levegő kén-dioxid szennyezettségére. A jó levegő indikátorai, mivel hiányuk jelzi a levegő magas kén-dioxid-tartalmát.

Túlélik a kiszáradást, hogyha újból vízhez jutnak, felélednek.

Többnyire leváló teleprészekkel szaporodnak.

A növények rendszerezése

A fotoszintetizáló élőlények testszerveződési típusai

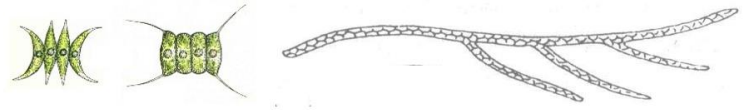
1. ***Egysejtűek*** (Az egysejtű eukarióták országába tartoznak.)
2. ***Többsejtűek*** (A növények országába tartoznak.)
   A) ***Sejttársulás*** Az együtt élő sejtek között nincs munkamegosztás, sejtjei összetapadva élnek.
   B) ***Telepes szerveződés***
   Az ilyen növények testében különböző alakú és működésű sejtek figyelhetők meg, de ezek még nem alkotnak egységes csoportokat, vagyis szöveteket.
   A telep alakja szerint lehet:
   - ***Sejtfonal*** A sejtfonál a sejtek egyirányú osztódásával alakul ki. A fejlettebb fajoknál elágazók a fonalak.
   - ***Teleptest*** Növekedéskor sejtjeik a tér mindhárom irányában osztódnak. Megjelenésükben hasonlíthatnak a hajtásos növényekre, de még nincsenek valódi szöveteik, szerveik.

   C) ***Hajtásos növények***, amelyek már rendelkeznek valódi szövetekkel, illetve szervekkel. (Harasztok, nyitvatermők, zárvatermők)

Zöldmoszatok

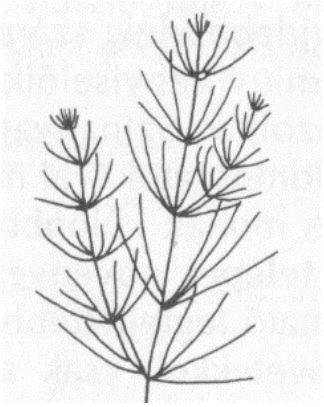
A moszatok (algák) egyszerű testfelépítésű, vízi növények, amelyek képesek fotoszintetizálni. Több törzs tartozik ide, amelyeknek színanyagaik különbözőek.
A fejlettebb növények színanyagai hasonlóak zöldmoszatokéhoz, hiszen a zöldmoszatokból alakultak ki a mohák és a harasztok (tőlük pedig a nyitvatermők, majd a zárvatermők származtak).
A zöldmoszatok változatos testfelépítésűek:

- Vannak egysejtű fajaik.
- Sejttársulást alkotó zöldmoszat a *harmonikamoszat*.
- Fonalas felépítésű (sejtfonál) a *békanyál*, ami elágazó fonalakból áll, állóvizekben fordul elő.
- Teleptestű a *csillárkamoszat*, több deciméteres lehet.



Két harmonikamoszat

békanyál (mikroszkópi részlet)



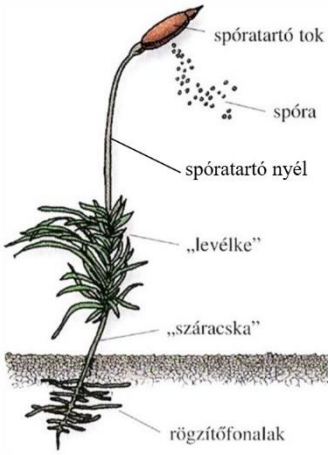
csillárkamoszat

Mohák

A mohák már szárazföldi növények, ugyanakkor szaporodásuk még vízhez kötött. Az elsőként kialakuló szárazföldi növények, ősi zöldmoszatokból fejlődtek ki. A mohákból nem alakult ki fejlettebb növénytörzs. A mohák fejlett teleptestes szerveződésűek, a szövetes szerveződési formát nem érték el, nincsenek szerveik (nincs gyökerük, száruk, levelük).

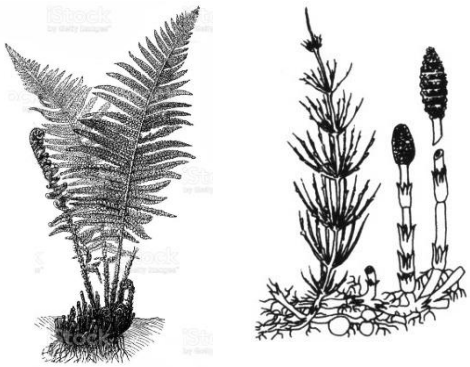
Testfelépítésük:

- A növényt a talajhoz gyökérszerű fonalak rögzítik,
- a fotoszintetizáló levélkéket
- szárszerű rész (száracska) emeli a talajszint fölé.
- Spóráik nyélen ülő spóratartóban fejlődnek.



A vizet és az ásványi anyagokat egész testfelületükön keresztül veszik fel, melyet a szárukban található kezdetleges vízszállító sejtek továbbítanak.
A levélkék általában csupán egyetlen sejtrétegből állnak.
Száraz időben a mohák könnyen elvesztik víztartalmuk nagy részét, anyagcseréjük lelassul, de többnyire nem pusztulnak el. Amikor ismét vízhez jutnak, kizöldülnek, életműködéseik felgyorsulnak. A mohák tehát kiszáradástűrő, változó vízállapotú növények.
Csoportosan, mohapárnákban élnek. A mohapárnában sűrűn egymás mellett élő növények támasztják is egymást. Szilárdítószövetek nincsenek. (A rajzon egy lombosmoha felépítése látható.)
Társulásokban fontos szerepet töltenek be azáltal, hogy a lehulló vizet megkötik, elraktározzák, és fokozatosan juttatják vissza a környezetbe, így párás mikroklímát hoznak létre. Meggátolják a talajeróziót (a talaj csapadékvíz általi lemosódását).
Elsőként jelennek meg – a zuzmókkal együtt – olyan helyeken, ahol más élőlények még nem fordulnak elő (pionír élőlények). Fontos szerepük van a talajkeletkezésben, elhalt testük a föld humusztartalmát (a talaj termőképességét) növeli.
A szaporodásuk vízhez kötött. Erről később, a fejlett növényekével összehasonlítva olvashatsz.

Harasztok



A mohákhoz hasonlóan szintén ősi zöldmoszatokból alakultak ki a földtörténeti óidőben a harasztok.
A harasztok az első, valódi szövetekkel és szervekkel rendelkező hajtásos növények (a hajtás a leveles szár).
A harasztok szervei: gyökér, szár, levél.
A valódi szövetek és szervek kialakulása a szárazföldi élethez való hatékony alkalmazkodást szolgálta.
A harasztok törzsébe, a páfrányok osztályába tartozó hazai faj az erdei pajzsika. A zsurlók osztályába tartozik a mezei zsurló (jobbra).
A harasztok szaporodása vízhez kötött. Erről később, a fejlett növényekével összehasonlítva olvashatsz részletesen.
A harasztok – a korábban megjelent fejletlenebb törzsekkel együtt – *virágtalan növények.*

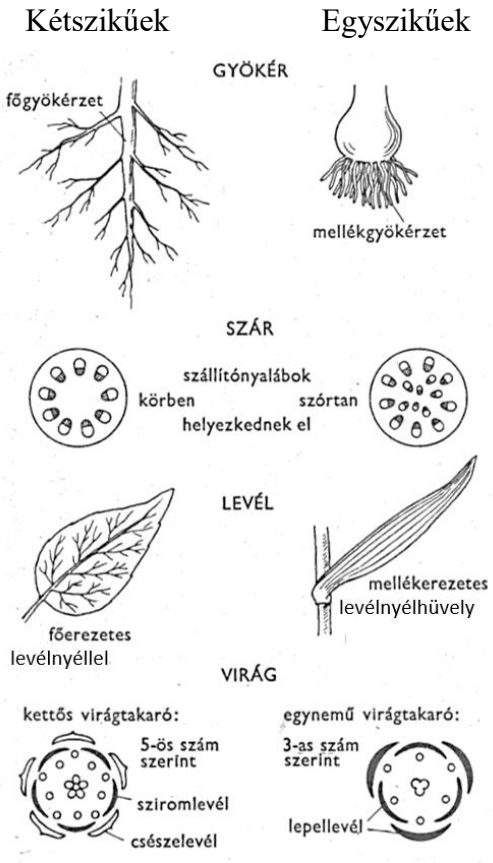
Nyitvatermők

Az elsőként megjelenő virágos, magvas növények.
Szerveik: gyökér, szár, levél, virág.

- Fajaik többsége fenyők közé tartozik.
- Fás szárúak.
- Tűleveleik vannak többnyire.
- Többségük örökzöld, néhány fajuk lombhullató pl. vörösfenyő.
- Virágaik egyivarúak, általában egylaki növények. (Egyivarú virág: vagy csak termő vagy csak porzó található a virágban. Egylaki növény: egy egyeden mind a termős, mind a porzós virágok megtalálhatók.)
- Virágaikban nincsenek takarólevelek.
- A porzós virágzat általában barkaszerű.
- A toboz: termős virágzat, elfásodó pikkelylevelekkel.
- A törzs onnan kapta a nevét, hogy a magkezdemények a termőlevelek tövén szabadon fejlődnek. (Nincs zárt magház, nincs termésük sem.)
- Szélmegporzásúak.

Zárvatermők

- Ősi nyitvatermőkből alakultak ki.
- Szerveik: gyökér, szár, levél, virág, termés.
- A legfejlettebb növénytörzs.
- A termő magházi része körülveszi a magkezdeményt, zárt magházban, védetten fejlődnek a magok, ezért kapták a zárvatermő elnevezést.
- A zárvatermők többsége rovarmegporzású, de sok szélmegporzású fajuk is van, pl. a pázsitfűfélék, stb.
- A zárvatermők törzsének két osztálya van, a kétszikűek és az egyszikűek.



	Kétszikűek	***Egyszikűek***
sziklevelek száma	2, a sziklevél tápanyagot tartalmaz	1, a sziklevél tápanyagot nem tartalmaz, csak közvetíti
gyökérzet	főgyökérrendszer	mellékgyökérzet (bojtos)
szár	lágy vagy fás	általában lágy
	elágazó	nem ágazik el
szállítónyalábok a szárban	körben helyezkednek el	szórtan helyezkednek el
levél kapcsolódása	levélnyéllel kapcsolódik a szárhoz	levélhüvellyel (szárölelő levél)
levélerezet	főerezetes (hálózatos erezetű levél)	mellékerezetes (párhuzamos erezetű levél)
gázcserenyílások elhelyezkedése	a levél fonákán	a levél mindkét oldalán
levél alakja	változatos	hosszúkás
virág takarólevelei	csésze- és sziromlevelek	lepellevelek
virágrészek száma *	jellemzően 5 vagy ennek többszöröse, de lehet ettől eltérő is	jellemzően 3 vagy ennek többszöröse
evolúciós koruk	előbb jelentek meg, ősibb osztály	később jelentek meg, fiatalabb osztály

* A virágrészek száma: a csésze, szirom illetve lepellevelek, termőlevelek jellemző száma egy virágban

A nyitva- és zárvatermők együttesen a virágos (magvas) növények csoportja.

Evolúciós újítások a hajtásos növényeknél

Az ösi élet eleinte a tengerekben, óceánokban jelent meg, majd meghódította a szárazföldet is. A szárazföldön fejlődő élőlénycsoportok az idő múlásával, **„evolúciós újítások"** révén egyre hatékonyabban alkalmazkodtak a szárazföldi élethez.

Ősi zöldmoszatokból jöttek létre a mohák, majd tőlük függetlenül szintin ősi zöldmoszatokból a harasztok. A harasztokból alakultak ki a nyitvatermők, majd ősi nyitvatermőkből fejlődtek ki a zárvatermők.

Az alábbi növénycsoportoknál vastagon szedve vannak kiemelve az „evolúciós újítások". Ezeknek az „újításoknak" jellemzője, hogy a kialakulásukat követően a később létrejövő fejlettebb törzsekben is megtalálhatók.

Harasztok* evolúciója*: A harasztok már hatékonyabban alkalmazkodtak a szárazföldi élethez, valódi **szövetek** és **szervek** létrehozásával. A bőrszövet csökkenti a vízvesztést, a szállítószövet pedig eljuttatja a magasabban levő részekhez a vizet és ásványi sókat. A

megjelenő szervek is segítik a szárazföldi élethez való hatékony alkalmazkodást, a gyökér a talajból felveszi a vizet és ásványi sókat, amelyeket a szár továbbít a napfényt hasznosítani képes fotoszintetizáló levelekhez.

Nyitvatermők* evolúciója*: Azon harasztok, melyek képessé váltak víztől független szaporodásra, továbbfejlődtek nyitvatermőkké. Itt megjelenő „evolúciós újítás" az *ivarlevelekből* (porzó, termő) álló *szaporítószerv,* a **virág.** A nyitvatermőknél jelent meg a **víztől független szaporodás.** (A mohák és harasztok megtermékenyítéséhez víz szükséges, hímivarsejtjeik vízben úszva jutnak el a petesejthez.) Kialakult a spóráknál sokkal ellenállóbb **mag**. A magba zárt *embrió védett helyen, táplálékkal ellátva* vár a megfelelő csírázási körülményekre, ebben a formában sokévnyi száraz időszakot is kibír a csírázásig.

Zárvatermők* evolúciója*: A zárvatermők szállítószövetei még hatékonyabban alkalmazkodtak szárazföldi élethez: a szárban **vízszállító csövek** jelentek meg. A gyökéren **gyökérszőrök** jelentek meg a hatékonyabb felszívás érdekében, növelve a vízfelvevő felületet. A virágban **takarólevelek** jelentek meg: ezek *egyszikűeknél lepellevelek, kétszikűeknél* pedig színes sziromlevelek és zöld csészelevelek. A sziromlevelek, lepellevelek feltűnő színessége és a virág illatanyagai az állati szupernormális ingereket kihasználva csalogatják a virághoz a *rovarokat* és egyéb, kisebb állatokat (pl. kolibriket). A termőn (női ivarlevél) megjelent a **bibe,** amihez beporzás során a virágpor (pollen) tapad. Az ezt tartó bibeszálon keresztül jutnak le a hímivarsejtek a már **zárt magház**ba, ahol *a csírakezdemény (embrió)* nagy biztonságban jöhet létre és fejlődhet. Megjelent a **termés**, ami védi a benne található magot, és segíti az elterjedését.

A növényi szövetek

Differenciálódás: a fiatal sejtek alakja és működése különbözővé válik. Így különböző szövetek felépítésében vesznek részt. (A mitózisokkal keletkező minden sejtben ugyanaz az örökítőanyag található, de más-más gének aktiválódnak az eltérő sejttípusokban.)

Szövet: közös eredetű, hasonló alakú és működésű sejtek együttese.

Ezt a fejezetet a gerelytibor.hu honlapon levő „Növényi szövetek" bemutatóval együtt tanuld!

A növényi szövetek csoportosítása

- Osztódószövetek
- Állandósult szövetek (az osztódószövetekből differenciálódnak)
    - bőrszövet
    - szállítószövet
    - alapszövetek

I. Osztódószövetek

- sejtjei folyamatosan osztódnak (Az egyik sejt osztódószöveti sejt marad, a másik sejt állandósult szövet sejtjévé alakul majd a mitózist követően,)
- nagy sejtmagvúak
- sejtfaluk vékony
- anyagcseréjül élénk

Típusai:

1. A gyökércsúcs és hajtáscsúcs osztódószövetei
   - ezek a hosszirányú növekedésért felelősek
2. Kambium
   - a vastagodásért felelős
   - szár oldalával párhuzamosan helyezkedik el
   - szállítószövet farésze és háncsrésze között van
   - osztódással a sejtjei befelé faelemeket, kifelé háncselemeket hoznak létre
3. Köztes növekedésért felelős osztódó szövet
   - a pázsitfűfélék szártagjainak megnyúlásáért felelős, a csomókban van
   - a levél, virág, termés végleges alakjának létrehozásáért felelős

II. Bőrszövet

- szorosan, egymás mellett vannak a sejtjei
- a növényi test felszínén található
- feladata: védelem
- nemcsak elhatárolja, de össze is köti a szervezetet a külvilággal, mert rajta keresztül a növény anyagokat vesz fel és ad le.
- általában egy sejtrétegű
- a fiatal növényi részek felszínét borítja

Típusai:

A) A hajtás bőrszövete

- a sejtek külső felszínét kutikula borítja: zsírszerű anyag, vízvesztés ellen véd
- ezen kívül még lehet viasz réteg is, ami például a gyümölcsök hamvasságát adja (pl a szilva felszínén)
- zöld színtestek nincsenek a bőrszövet sejtjeiben, csak a gázcserenyílások zárósejtjeiben találhatók!
- növényi szőrök is lehetnek a bőrszövet függelékei:
  - egy vagy néhány sejtből áll egy növényi szőr
  - a szárazságtűrő növények levelének fonákát borító szőrök csökkentik a párologtatást, mert csapdába ejtik a gázcserenyílásokon kijutó vizet, így a levélfelszín közelében páradús a levegő, ami mérsékli a párologtatást.
  - a kora tavaszi növények levegővel telt szőrei a hőszigetelésben fontosak
  - a magok repítőszőrei segítik a magok terjedését (pl. a gyapot magjának repítőszőreit hasznosítja a textilipar)

B) A gyökér bőrszövete

- itt nem található kutikula
- nincsenek gázcserenyílások
- vannak gyökérszőrök, amelyek a bőrszöveti sejtek nyúlványi, növelik a vízfelvevő felületet

Az idősebb növényi részekben az bőrszövet helyett héjkéreg jelenik meg. Elhalt háncsrész- és alapszöveti sejtek alkotják.

III. Szállítószövetek

- a szállítás irányába megnyúltak a sejtek
- két típusa van

A) Farész

- vizet és ásványi anyagokat szállít a gyökértől felfelé
- a szállítást végző elemek fiatalon sejtfalvastagodást hoznak létre (pl. spirális, gyűrűs sejtfalvastagodásokat)
- később eltűnik a sejtmag, a sejtplazma és a sejthártya, tehát amikor már vizet szállítanak, már nem élő sejtek, csak a sejtfaluk van meg, üres a belsejük

  Vízszállítóelemek találhatók a farészben:

  1. Vízszállító sejtek
     - minden hajtásos növényben megtalálhatók
     - orsó alakúak, a harántfalaik lyukacsosak
  2. Vízszállító csövek
     - csak a zárvaterműknél
     - a sejtek között eltűnt a haránt válaszfal, akár 8-10 m hosszú, vékony csövek is keletkezhetnek

B) Háncsrész

- kész szerves anyagokat szállít a szükségleteinek megfelelően: legtöbbször a hajtástól a gyökérig, kora tavasszal azonban ez fordítva is történhet
- a sejtjei mindig tartalmaznak sejtplazmát

  Háncselemek találhatók a háncsrészben:

  1. Rostasejtek
     - minden hajtásos növényben megtalálhatók
  2. Rostacsövek
     - csak a zárvaterműkben találhatók meg
     - az egyes sejtek között vízszintes, lyukacsos rostalemez látható
     - sejtplazmában áramlanak a szerves anyagok
     - kísérő sejtek is társulnak a rostacsőhöz, amelyeknek sejtplazmájuk és sejtmagjuk is van, ezek segítik a szerves anyag bejutását a rostacsőbe a kiindulási helyen és a szerves anyag kijutását a célhelyen, így gyorsítja a szerves anyag áramlásását

A farész és a háncsrész szállítóelemei *szállítónyalábokban* (edénynyalábokban) találhatók.
Az *összetett nyalábokban* háncs- és farész is van,
az *egyszerű nyalábokban* pedig vagy csak farész, vagy csak háncsrész figyelhető meg. Egyszerű szállítónyalábok vannak a gyökerekben, összetett szállítónyalábok a szárban és a levelekben.
Nyílt nyaláb: kambium van a fa- és háncsrész között
Zárt nyaláb: nincs benne kambium (már nem vastagodik tovább)

IV. Alapszövetek

Alapszövet minden olyan állandósult szövet, ami nem bőrszövet vagy szállítószövet

1. ***Táplálékkészítő (fotoszintetizáló) alapszövet***
   - fotoszintézissel szerves anyagokat állít elő a sejtjeiben lévő zöldszíntestekben
   - megtalálható: levélben, fiatal hajtásban, fiatal termésfalban is
   - a levélben kétféle típusa van
     - felül az oszlopos táplálékkészítő alapszövet: henger alakú, sejtjei szorosan egymás mellett állnak
     - alul a szivacsos táplálékkészítő alapszövet: távolabb vannak egymástól a sejtjei, közöttük sejtközötti járatok vannak, ezekben mozog diffúzióval oxigén, szén-dioxid, vízgőz
2. ***Raktározó alapszövet***
   - fénytől elzárt növényi részekben (termés, mag, gyökér) található
   - a raktározó alapszövet nagy, gömbölyded sejtjeiben sok a zárvány, a zárványokban szerves anyag raktározódik vízben oldhatatlan formában
   - fajonként más-más szerves anyagot raktároz el:
     - fehérje
     - keményítő
     - olajok, zsírok
3. ***Szilárdító alapszövet***

   A szilárdító alapszövet feladata a hajtás merevítése, szilárdítása. Sejtjeinek fala erősen megvastagodott. Az szállítónyalábokban mindig találhatók szilárdítószöveti rostok is, háncsrostok és farostok (a vízszállító sejtek, vízszállító csövek és a rostasejtek, rostacsövek mellett).

   Két típusát különböztetjük meg:

   a) Kollenchima: Csak egyes helyeken van sejtfalvastagodás, így a sejt még fel tud venni anyagokat. Élő, növekedni képes sejtek alkotják. Például sarkos kollenchima.

   b) Szklerenchima: minden irányba megvastagodott a sejtfal, ezért kifejletten már nem élnek a sejtek. Ilyenek a len, kender hosszúkás rostjai, amelyet a textilipar hasznosít.
4. ***Kiválasztó alapszövet***

   A kiválasztó alapszövet az anyagcsere végtermékeinek tárolására szolgál, amelyeket a növény az anyagcseréje során később már nem hasznosít. Azonban ezeknek is lehet biológiai funkciója (pl.: állatok rágása ellen mérgező anyag a szárban, vagy a nektár a beporzó rovarokat jutalmazza).

A növények általában nem szabadulnak meg a fölösleges anyagoktól, hanem sejtjeikben eltárolják.

- Kalcium-oxalát kristályok találhatók a hagyma külső buroklevelében, a vaníliában.
- Narancs és citrom termésfalában illóolajtartók vannak.
- A gyermekláncfű szárában tejcsövek vannak.
- A kaucsukfa tejnedve a természetes gumi gyártásának alapanyaga.
- A nektárium cukros nedvet termel (a háncsrész anyagaiból), a nektár a beporzást végző rovarokat jutalmazza.

5. ***Víztartó alapszövet***
   Sejtjeiben nagy üreg tartalmazza a vizet nyálkához (fehérjéhez) kötötten.
   Pozsgás növényekben található (a kaktusz szárában, a kövirózsa és varjúháj leveleiben).

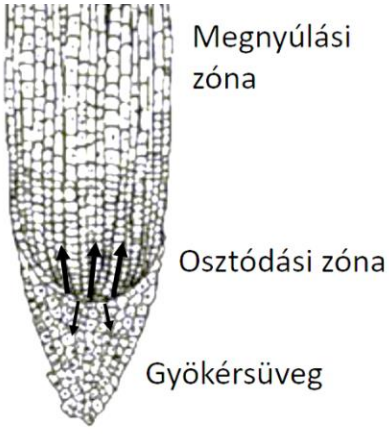
A növények szervei

A harasztok, nyitvatermők, zárvatermők szövetes, hajtásos növények (hajtás: leveles szár).
Testük alapvetően - gyökérre,
- szárra,
- levelekre tagolódik. Ezek az önfenntartó vagy vegetatív szervek.

A gyökér

Feladatai: - víz és ásványi anyagok felvétele és továbbítása a szárhoz
- rögzítés
- esetleg tápanyagokat raktároz

A hajszálgyökér hosszmetszete (lentről felfelé haladva)



a) gyökérsüveg
   - védi az osztódási zónát
   - a külső sejtjei elnyálkásodnak, elpusztulnak, így csökkentik a súrlódást, ezért könnyebben hatol be a gyökér a talajszemcsék közé
   - az elpusztult sejtek az osztódási zónából pótlódnak

b) osztódási zóna
   - osztódószövet alkotja
   - folyamatosan képződő sejtek növelik a gyökeret, a másik irányba pedig a gyökérsüveg sejtjeit pótolják

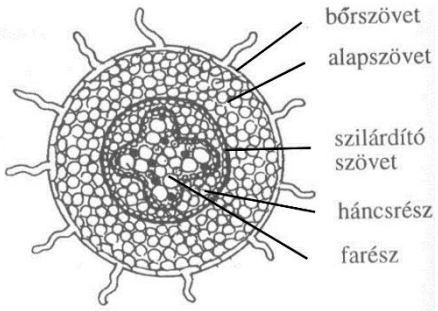
c) megnyúlási zóna
   - az osztódási zónában lévő sejtek erősen megnyúlnak itt (auxin hatására), főként emiatt nő a gyökér

d) felszívás zóna
- itt találhatók a gyökérszőrök, amik nagyban megnövelik a vízfelvevő felületet
- gyökérszőr: a bőrszöveti sejt nyúlványa
- (néhány mapig él egy gyökérszőr)
- a zóna alján képződnek a gyökérszőrök, felül pedig elhalnak, így a növekvő gyökér gyökércsúcsától azonos távolságra marad a felszívási zóna

e) szállítási zóna
- itt már megtalálhatók egyszerű szállítónyalábok

Hajszálgyökér keresztmetszeti képe

(kívülről befelé haladva)
- bőrszövet
- alapszövet
- központi henger (itt vannak az egyszerű szállítónyalábok)



Gyökérzet típusai

a) Főgyökérrendszer (Nyitvatermőknél, kétszikűeknél található.)

A a szár folytatásaként nagy főgyökér található, ebből kiágaznak oldalgyökerek, azok is elágaznak, a legkisebbek a hajszálgyökerek,

b) Mellékgyökérrendszer (Egyszikűeknél található.)

A szártól sok azonos nagyságú mellékgyökér ered. Ezek is elágazhatnak, a legvékonyabb gyökérrészek a hajszálgyökerek.

Gyökérmódosulások és járulékos gyökerek

A) Módosult gyökér:

A csíra gyököcskéjéből alakul ki, de más feladat ellátására alkalmas.
- Karógyökér: tápanyagot raktároz, pl.: sárgarépa
- Gyökérgumó: tápanyagot raktároz, pl.: retek, dália
- Légzőgyökér: levegőhöz juttatja a gyökér sejtjeit. A mocsárciprus gyökerei mocsaras, nedves területen nem jutnak elég oxigénhez, ezért a felszín fölé emelkedő légzőgyökér segíti oxigénellátásukat.
- Léggyökér: a levegőből vesz fel vizet, esetleg fotoszintetizál is, pl.: fán lakó orchidea
- Gyökérgümő: nitrogénkötő baktériumok élnek benne, pillangós virágúak gyökereiben alakul ki

B) Járulékos gyökerek: Ezek nem a gyököcskéből alakulnak ki, hanem legtöbbször a szárból
- Szőlővesszőt vagy fűzfavesszőt nedves talajba vagy vízbe állítunk, meggyökerezik, gyökér fejlődik ki belőle.
- Szár eredetű kapaszkodó gyökér, pl.: borostyán
- Filodendron léggyökerei: lenőnek a szártól a talajba: ásványi anyagokat, vizet vesznek fel
- Koronagyökér vagy (pányványzó gyökér): rögzíti a növényt, de vizet is vesz fel a talajból, ha elérte, pl.:kukorica

- Szívógyökér: más növény anyagait szívja
  Az aranka élősködő növény a lucerna szerves anyagait szívja el.
  A fagyöngy félélősködő (maga fotoszintetizál), a szívógyökerei a megtámadott növény farészébe hatolnak, ahonnan vizet és ásványi sókat vesznek fel.

A szár

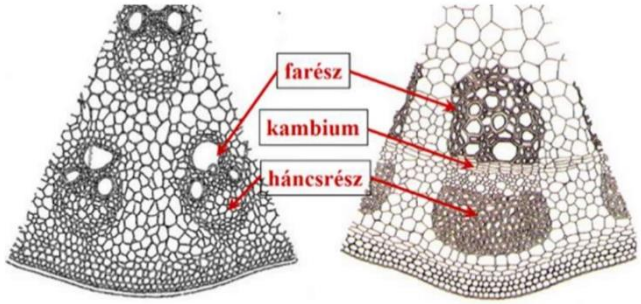
A csíra rügyecskéjéből fejlődik ki a szár.

Feladatai: - tartja a leveleket (virágot, termést)
- vizet, és ásványi anyagokat szállít a gyökértől
- szerves anyagokat szállít
-megszabja a növény alakját

Szártípusok

1. Fás szár a) Cserje (kétszikűek) a föld felett közvetlenül elágazik
   b) Fa (kétszikűek) a törzse van, magasan ágazik el
   c) Pálmatörzs (egyszikűek) nem ágazik el, a tetején visel lombkoronát
2. Lágy szár a) Dudvaszár: elágazó lágy szár, pl.:paradicsom, burgonya
   b) Szalmaszár (pázsitfűfélék): üreges, de csomók vannak bizonyos távolságonként

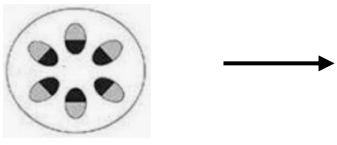
Fiatal növények szára:

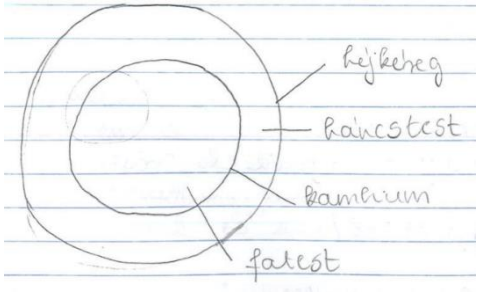


egyszikű növény szárkeresztmetszet — kétszikű lágyszárú növény szárkeresztmetszet

A szállítónyalábok növekedésével a fás szárú kétszikűeknél a kambium gyűrűvé (hengerpalásttá) záródik. Kifelé a háncselemeket, befelé faelemeket hoz létre.

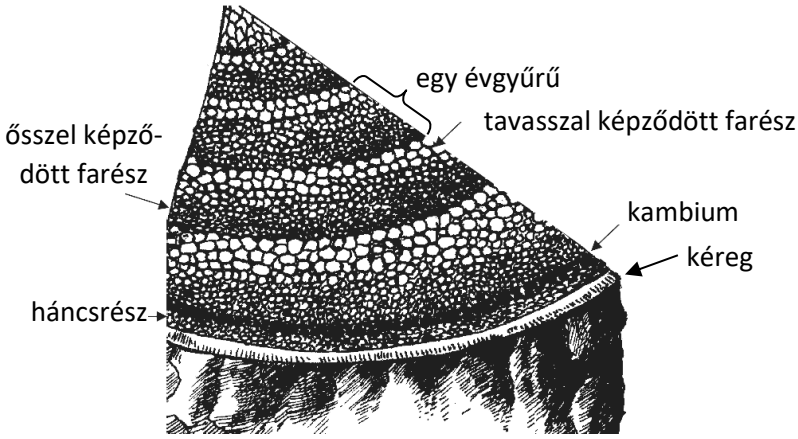
Többéves kétszikű szár kialakulása:





Évgyűrű: az egy év alatt létrejött faelemek (vízszállító sejtek és vízszállító csövek) összessége.

Tavasszal a növények több vizet vesznek fel, így a kambium tavasszal tág üregű faelemeket hoz létre (szabad szemmel ez a rész világosabb). Nyár végén, ősszel kevesebb vizet vesz fel a növény, szűk vízszállító elemek képződnek (ezek sötétebbeknek látszanak), télen szünetel a kambium működése. Évgyűrűk a kontinentális éghajlatú területeken élő fák fatestében jönnek létre.



Sok fánál a régebbi évgyűrűk már nem szállítanak vizet, gyakran ezek sötétebb színűek.

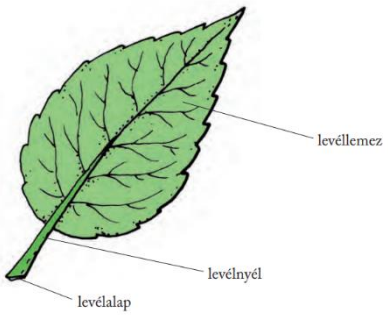
Szár-és hajtásmódosulások

A) Föld feletti
- pozsgás ***szár***: vizet raktároz (kaktusz)
- inda: szaporodást szolgáló *hajtásmódosulás* (szamóca)
- kacs: kapaszkodást szolgáló *hajtásmódosulás* (szőlő, tök)
- ágtövis: védelemre szolgáló *hajtásmódosulás* (kökény)

B) Föld alatti
- ***szár***gumó: tápanyag raktározás (burgonya)
- hagyma: föld alatti *hajtás*, húsos allevelekkel, tápanyagot raktároz (vöröshagyma, tulipán)
- gyöktörzs: vízszintes vagy függőleges, vastag módosult föld alatti *hajtás*, apró allevelekkel a felszínén, tápanyagot raktároz (gyöngyvirág, gyermekláncfű)

A levél (lomblevél)

Feladatai: - fotoszintetizál
- gázcserét folytat (CO_2 és O_2 leadása, felvétele)
- párologtat (vízgőzt ad le)

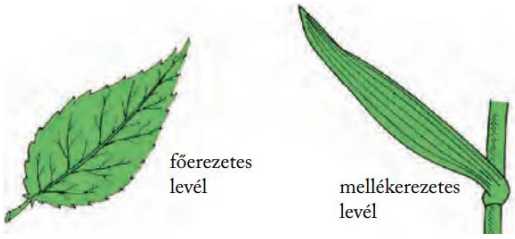


A kétszikű levél részei: levélalap, levélnyél, levéllemez
A levéllemez felső oldala a levél *színe*, az alsó a *fonáka*.

A levélnyél szállítónyalábja a levéllemezben elágazik, és a levél erezetét képezi. Lehet:

a) Hálózatos levélerezet (főerezetes levél), egy főérből és a belőle kiágazó oldalerekből áll. Hálózatos erezete van a kétszikűeknek.

b) Párhuzamos levélerezet (mellékerezetes levél), egyforma méretű, ívelt mellékerekből áll. Párhuzamos erezet jellemzi az egyszikűeket, például a pázsitfüveket.



Egyszerű levél: a levélnyélhez egy levéllemez kapcsolódik (orgona, szilva)
Összetett levél: a levélnyélhez több levéllemez kapcsolódik (vadgesztenye. lóhere, akác)

A levél szöveti felépítése (vízszintesen elhelyezkedő levél keresztmetszeti nézete)

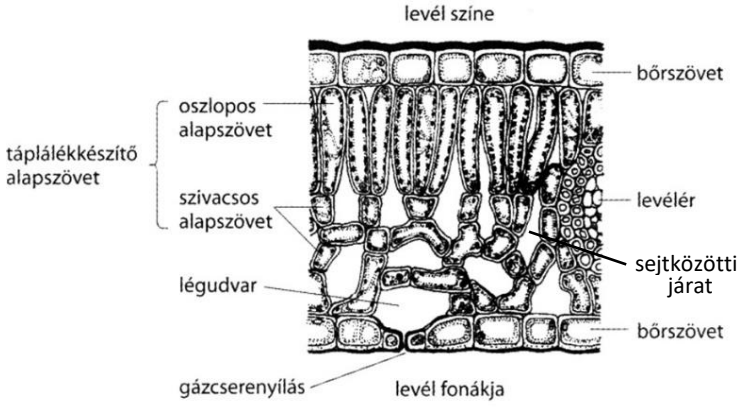
Alsó és felső felszínét bőrszövet határolja, amely általában egy sejtrétegű, a kiszáradás ellen védelmet nyújtó zsírszerű kutikula borítja. A bőrszövet színtelen, átlátszó, zöld színtesteket nem tartalmaz (csak a gázcserenyílások zárósejtjeiben).

A bőrszövet folytonosságát a gázcserenyílások szakítják meg, amelyek

- a kétszikűeknél a levelek fonákán
- míg a víz felszínén úszó leveleknek csak a színén,
- egyszikűeknél mindkét oldalon megtalálhatók.

A két bőrszöveti réteg között táplálékkészítő alapszövet van, amely zöld színű, zöld színtestjeivel fotoszintetizál.

- Felül az oszlopos táplálékkészítő alapszövet található: henger alakú, sejtjei szorosan egymás mellett állnak.
- Alul a szivacsos táplálékkészítő alapszövet látható: itt távolabb vannak egymástól a sejtjek, közöttük sejtközötti járatok vannak, ezekben mozog diffúzióval oxigén, szén-dioxid és vízgőz.



A gázcserenyílás közelében (a sejtközötti járatok találkozásánál) egy nagyobb üreg, a *légudvar* helyezkedik el.

A levélben a szállítónyalábok levélerekként láthatók, alul van a háncsrész, felül a farész. (A levéltetvek a levél fonáka felől szúrják be szipókájukat, hogy szerves anyagokhoz jussanak.)

Azért előnyös, hogy a kétszikűeknél (amelyek levelei többnyire nagyjából vízszintesen helyezkednek el) a gázcserenyílások csak a levelek fonákán vannak, mert ezt az alsó oldalt kevésbé melegíti fel a nap, így a valamivel hűvösebb fonákon kisebb a párologtatás, minta a közvetlen napsugaraknak kitett levél színén lennének a gázcsernyílások.

Levélmódosulások

- Levéltövis: csökkenti a párologtatófelületet és véd (kaktusz).
- Rovarfogó levelek: , A rovaremésztő növények nitrogénszegény, mocsaras talajokon élnek, így, nitrogénigényüket a rovarok fehérjéinek emésztéséve fedezik (kancsóka, harmatfű, Vénusz légycsapója).
- Levélkacs: kapaszkodószerv, levélből vagy levélkéből alakult ki (borsó).
  (Figyelem! A kacs a szőlőnél és a töknél származódosulás!)

A virág

A nyitvatermők és a zárvatermők törzsébe tartoznak a virágos növények. A nyitvatermők virágai egyszerűek, ezért a továbbiakban a zárvatermők virágait vizsgáljuk meg.

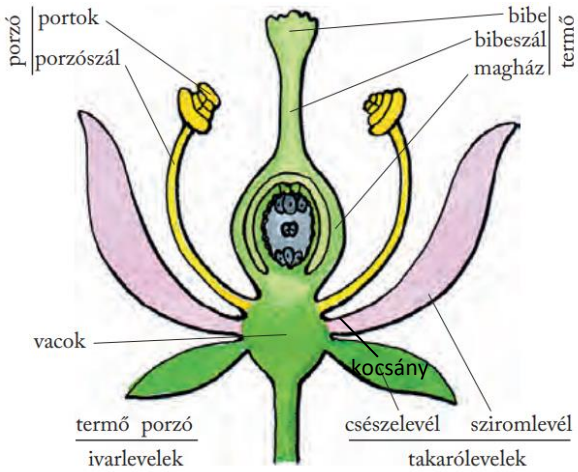
A virág korlátolt növekedésű, módosult levelekből álló, szaporító hajtás.
A virág kocsánnyal kapcsolódik a szárhoz. A *kocsány* felső, kiszélesedő része a *vacok,* ezen helyezkedik a virág többi része.

A) Takarólevelek Védik az ivarleveleket.

- Csészelevél: Általában zöld színű, funkciója a virág többi részének védelme a virág kinyílása előtt. A csészelevelek összessége a *csésze*.
- Sziromlevél: legtöbbször színes, feltűnő, gyakran illatos, odacsalogatja a megporzást végző rovarokat. A sziromlevelek összessége a *párta*.

} kétszikűek

- Lepellevél: színes, odacsalogatja a megporzást végző rovarokat. A lepellevelek összessége a *lepel*. Az egyszikűeknél csak lepellevelek a takarólevelek, egynemű virágtakaróról beszélhetünk.

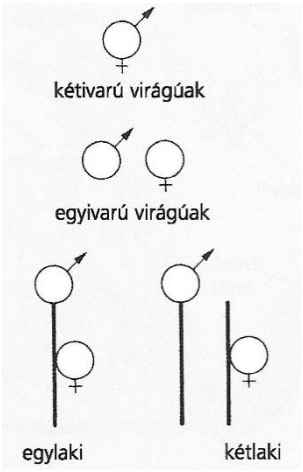


B) Ivarlevelek

- Termő (termőlevél), női ivarszerv.
  Részei a bibe, bibeszál és a magház (itt keletkezik a petesejt).
- Porzó (porzólevél), hím ivarszerv.
  Részei a porzószál és a portok (itt keletkezik a virágpor).

A virág lehet

- Hímnős (kétivarú) virág: hogyha megtalálható a porzó és a termő is ugyanabban a virágban.
- Egyivarú virág: ha a virágban csak az egyik ivarlevél található meg. Ilyenkor *termős* vagy *porzós virág*ról beszélünk.
  Egyivarú virágok esetén a növény lehet:
  - *egylaki*, ha a porzós és a termős virágok ugyanazon azegyeden fordulnak elő (kukorica, dió, mogyoró)
  - *kétlaki*, ha egyik egyeden csak porzós, a másik egyeden csak termős virágok vannak. (fűz, páfrányfenyő)



A termés

A termés a zárvatermőkre jellemző, a termő magházi részének falából alakul ki a megtermékenyítés után. A termés védi a magokat és segíti az elterjedésüket.

A magterjesztés stratégiái:

- Szél útján terjedő magvak könnyűek, a terméseknek gyakran repítőkészülékük van (gyermekláncfű, juharfa).
- Az ízletes termések fogyasztásával az állatok távolabbra eljuttathatják a magokat (madarak, hangyák szállítanak gyakran magokat).
- Egyes termések beleakadnak az állatok bundájába, az ember ruhájába, így messzire eljutnak.
- Vízi úton elsősorban a vízi növények magjai terjednek (pl. kókuszdió).
- A termés vízvesztése miatt nagy húzófeszültség lép fel, akár kis érintésre is felreped a termés és szétszórja a magokat (pl. bab).

Ozmózis, plazmolízis

Diffúzió: A részecskék hőmozgása miatt bekövetkező koncentráció-kiegyenlítődés (folyadékokban és gázokban következik be). A nagyobb koncentrációjú helyről jutnak anyagok a kisebb koncentrációjú helyre.

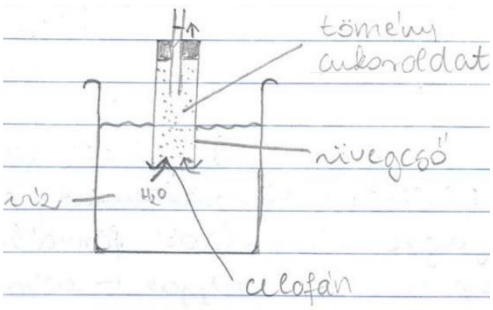
Oldat: folyékony halmazállapotú keverék, az oldószer részecskéi körbeveszik az oldott anyag részecskéit.

***Koncentráció*:** az oldatok összetételi arányát mutatja, kifejezi az oldott anyagnak az *oldat* térfogatára vonatkoztatott mennyiségét. Leggyakoribb típusa *a tömegkoncentráció* (pl. g/dl) .

Ozmózis: Odószer részecskék *diffúziója* két különböző koncentrációjú, *félig áteresztő hártyával* elválasztott oldat között. Az oldószer a töményebb oldatba áramlik, ezáltal csökken a két oldat közötti koncentrációkülönbség.

Féligáteresztő hártya (szemipermeábilis hártya): Csak az oldószer részecskéit engedi át, az oldott anyag nagyobb molekuláit nem. pl. - celofán
- sejthártya
- állati bél
- növényi szövetek

Ozmózis bemutatása: Egy üvegcső aljára celofánt erősítünk, a csőbe tömény cukoroldatot töltünk, a cső tetejére egy vékonyabb üvegcsövet rögzítünk furatos gumidugóval. Az egészet egy vízzel telt főzőpohárba állítjuk.



A nagyobb töménységű oldatba áramlik a víz a féligáteresztő hártyán – celofánon – keresztül, így a folyadékszint emelkedése látható a vékony üvegcsőben.

Hasonló eredményt kapunk, hogyha a cső belsejébe más oldatot töltünk: konyhasóoldat, fehérjeoldat, stb. Hogyha a főzőpohárban csapvíz van, folyadékszint emelkedést tapasztalunk. Azonban a főzőpohárban lehet hígabb oldat is, akkor is lejátszódik ozmózis, emelkedik a folyadékszint, csak kisebb mértékben, mert kisebb a koncentrációkülönbség a féligáteresztő hártya két oldalán levő oldatok között.

Ozmózisnyomás: a töményebb oldatba beáramló oldószerrészecskék által kifejtett nyomás. Ennek értéke a vizsgált oldat koncentrációjával arányos, a töményebb oldat nagyobb az ozmózisnyomású.

A töményebb (azaz nagyobb ozmotikus nyomású) oldat szívóhatást gyakorol környezetében levő oldószerre a féligáteresztő hártyán keresztül.

A fenti készülékben egy idő után megáll a folyadékszint emelkedése, amikor a felül lévő vízoszlop súlya miatt kialakuló nyomás és az ozmózisnyomás kiegyenlítődik.

Ekkor a dinamikus egyensúly áll be, a féligáteresztő hártyán keresztül ki- és belépő oldószerrészecsék száma megegyezik.

Töményebb oldat esetén magasabbra emelkedik a folyadékoszlop a fenti mérőberendezésben.

A félig áteresztő hártya túloldalán lévő oldat lehet:

a) Hipotóniás oldat: alacsonyabb ozmotikus nyomású, kisebb töménységű oldat.

Kísérlet: Vörösvérsejteket desztillált vízbe teszünk (ez hipotóniás oldat) → a víz beáramlik a sejtbe a sejthártyán keresztül, megduzzad, majd szétpukkan a sejt. (Ezt hemolízisnek nevezzük.)

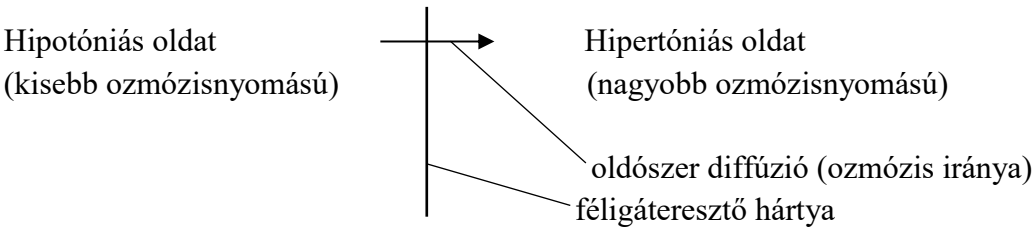
b) Hipertóniás oldat: nagyobb ozmotikus nyomású, nagyobb töménységű oldat.

Kísérlet: Vörösvérsejteket hipertóniás oldatba (pl. 10%-os KCl oldatbaba) teszünk → víz lép ki a sejthártyán keresztül és zsugorodik a sejt az ozmózis miatt.

c) Izotóniás oldat: a féligáteresztő hártya két oldalán levő oldat azonos ozmózisnyomású.

A ki- és belépő oldószerrészecskék száma megegyezik ilyenkor.

Fiziológiás sóoldat: az emlősök vérplazmájával azonos ozmotikus nyomású (izotóniás) oldat. 0,9%-os NaCl oldat. (Műtéti területek lemosására, injekciók hígítására használják.)



Az ozmózis alkalmazása az orvosi gyakorlatban

● A különféle hatóanyagok, gyógyszerek szervezetbe juttatása történhet ***infúzió,*** ill. ***injekció*** útján is, melyek elkészítése során az összetevőket izotóniás – fiziológiás sóoldatban – oldják fel. Ez az eljárás az izotóniás környezetnek köszönhetően kivédi a szervezet sejtjeinek ozmotikus károsodását (duzzadás vagy zsugorodás).

● ***Ödéma*** (vizenyő) a szövetekben felhalmozódó felesleges folyadék miatti duzzanat. Kezelésére alkalmazható pl. dextrán (poliszacharid) oldat vagy keserűsó oldat ($MgSO_4$), az eljárás során a duzzanat környezetében hipertóniás közeget teremtenek, ami vízelvonó hatású, ennek következtében a duzzanat csökken

(Dextrán infúzió a szövetekből az erekbe szívja vissza a felhalmozódott folyadékot.)

● ***Székrekedés*** kezelésében is hatékony lehet a keserűsó alkalmazása. A keserűsó kevéssé szívódik fel a tápcsatornából, s így a vastagbélben megnöveli a béltartalom ozmotikus koncentrációját, ez csökkenti a vízfelszívódás mértékét, ami viszont a béltartalom hígulását eredményezi a könnyebb üríthetőség érdekében.

● A dialízis – művesekezelés – is ozmózison alapul. (Erről majd részletesen az emberi vesénél lesz szó.)

● Vízfelszívás a tápcsatornában: a felszívásra kerülő tápanyagmolekulák ozmotikusan aktívak és vizet kötnek meg, felszívásukat spontán vízfelvétel követi (ozmózissal). A legtöbb vizet a sós (NaCl) és a cukros (glükóz) ételek kötik meg. A tápanyag vízmegkötése hasmenéskor is megfigyelhető: ilyenkor a gyors bélműködés miatt emésztetlen tápanyag jut a vastagbélbe, ahol nagy mennyiségű vizet köt meg, majd híg székletként távozik.

Az ozmózist bemutató kísérletek

a) A kísérlethez hámozott burgonyát használunk. Lyukat fúrunk a felső részébe, ahová, kristályos konyhasót teszünk, és a lyuk felső részéhez egy szorosan illeszkedő üvegcsövet rögzítünk.. Vizet tartalmazó edénybe tesszük a krumplit, úgy hogy a feléig lepje el a víz. A növény nedvei feloldják a konyhasót, majd a tömény oldatba további víz áramlik ozmózissal, az üvegcsőben megemelkedik az oldat szintje. Itt maga a növényi szövet a féligáteresztő.

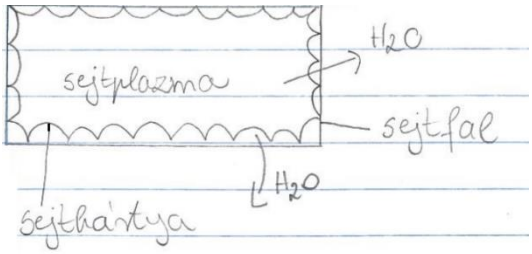
b) Hámozott burgonyába lyukat fúrunk, konyhasót teszünk bele. A krumplit egy akkora szájú palackra tesszük, ami kicsivel kisebb a burgonyánál. A növényi nedvek feloldják a konyhasót, a sejtek víztartalma csökken, mert víz áramlik a tömény konyhasóoldathoz, ezért a burgonya térfogata csökken, beleesik a palackba.

c) Tyúktojást híg sósavba vagy ecetbe állítunk úgy, hogy félig lepje el a folyadék. Néhány óra alatt leoldódik a tojás mészhéja erről a részről. A tojás héjhártyája viszont sértetlen marad. Majd csapvízbe tesszük a tojást. A tojásban tömény fehérjeoldat van, a héjhártya félig áteresztő hártya, így víz jut be a tojásba, megduzzad, megnő benne a folyadék nyomása. Gombostűvel megszúrjuk a héjhártyát, ekkor sugárban kispriccel a folyadék a tojásból.

d) Megfigyelés: Esős időben az érett cseresznye megreped. A termés külső rétege – a cseresznye héja – féligáteresztő hártya. bent tömény cukros oldat van, ezért ozmózissal beáramlik a víz, ez repeszti szét a cseresznyét.

Turgorállapot: a sejtek vízzel telt állapota. A lágy növényi részek tartását biztosítja.

Plazmolízis



Növényi sejteket hipertóniás oldatba, azaz tömény oldatba teszünk (töményebb, mint a sejtplazma). A cellulóz tartalmú sejtfal merev, de az oldatokat átengedi. A sejthártya féligáteresztő hártya, rajta keresztül kiáramlik a víz ozmózissal, ezért a sejtplazma zsugorodik, így elválik a sejtfaltól a sejthártya, ami mikroszkóppal jól megfigyelhető.

Csak élő sejteknél következik be a plazmolízis.

A plazmolízist legkönnyebben hagyma bőrszövet-nyúzatában figyelhetjük meg.

Turgornyomás: Növényi szövetet hipotóniás oldatba helyezve, ozmózissal vizet vesznek fel a sejtek, a sejt vízzel telítődik, megduzzad, a citoplazma nyomása megemelkedik, nekifeszül a sejtfalnak, Ekkor a citoplazma sejtfalra gyakorolt nyomását *turgornyomás*nak nevezzük.

Hervadáskor a növény hajtása lekonyul vízvesztés miatt. A növény víztartalmának csökkenése miatt a sejtek ozmózissal vizet veszítenek, ez eredményezi a hervadást.

A növények létfenntartó életműködései

Növények ásványi anyag felvétele

A szervetlen sók ionjai a talajszemcsék felszínéhez kötődnek többnyire. Ezek a növényi tápanyagok a talajoldatban diffúzióval jutnak el a gyökérszőrökig. A sejtfalon könnyen átjutnak. A sejthártya válogat az ionok közül, a növény számára szükségeseket vesz fel aktív transzporttal (energiaigényes folyamattal).

A ***nitrogén***t nitrát (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), ammónium-ion (NH_4^+) formájában veszik fel a növények. Fehérje molekulákba, nukleotidokba, nukleinsavakba építi be a növény a nitrogént.

A ***foszfort*** foszfát (PO_4^{3-}) és hidrogén-foszfát (HPO_4^{2-}) formájában veszik fel a növények. Nukleinsav és ATP molekulákba építik be.

A ***kálium***ot K^+-ionként veszik fel a növények, könnyen, nagy mennyiségben. A későbbi vízfelvételhez szükséges tömény oldat kialakításához fontos a kálium.

A ***vízkultúrás kísérlet***ek lényege, hogy azonos fajú és fejlettségű növények gyökerét különböző tápoldatokba helyezzük tartósan, majd figyeljük a növények fejlődését. Az egyik egyedet (kontroll) teljes tápoldatba helyezzük, amiben mindenféle növényi tápanyag kellő mennyiségben van, ehhez lehet majd hasonlítani a hiányos tápoldatokban nevelt növényeket. A legegyszerűbb ilyen vizsgálat, hogy egy-egy tápelemet kihagyunk az oldatokból. Így megfigyelhető például, hogy milyen hatása van a magnézium hiányának a növény fejlődésére: halvány, kisebb méretű lesz, mert a magnézium szükséges a fotoszintézishez nélkülözhetetlen klorofill felépítéséhez. (Más tápelemek elhagyása esetén kialakuló tüneteket is meg lehet így figyelni.)

Minimum-elv

A szükségletekhez képest legkisebb arányban rendelkezésre álló kémiai elem korlátozza a növény fejlődését. Hogyha például a magnéziumból a szükséges mennyiségnek csak a fele áll rendelkezésre, akkor nem tud elegendő klorofil molekulát létrehozni a növény.

Trágyázás (talajerő utánpótlás)

A mezőgazdaságilag művelt területekről rendszeresen elviszik a terményeket, így idővel csökken a talajban lévő tápanyagok mennyisége. Ezt pótolni kell.

a) Szerves trágya

Növényi komposzt vagy alommal kevert állati ürülék. Ez a legkedvezőbb, mert a talajlakó élőlények életlehetőségeit jobban biztosítja. Jobb a talaj szerkezete is.

b) Műtrágya

Gyárakban állítják elő. Szükséges a nagy terméshozam érdekében. Hátránya azonban, hogy fennáll a túladagolás veszélye, felesleges anyagok a jutnak talajba és vizekbe. A hazai felszíni vizeink többsége nitrittel, nitráttal szennyezett a műtrágyázás miatt.

A vízszállítás folyamatának rövid áttekintése

A gyökérszőrök (bőrszöveti sejtek nyúlványai) veszik fel a vizet, ami a gyökér alapszöveti sejtjeibe jut, majd a központi hengerbe, a szállító szövet farészében szállítódik felfelé a szárban, majd a levélnyélen keresztül a levélerezetbe jut (ez is szállítónyaláb), innen a levél alapszövetének a sejtjeibe kerül, végül az alapszöveti sejtek felszínéről elpárolog a víz, a sejtközötti járatokon és a légudvaron keresztül a nyitott gázcserenyíláson át leadja a növény.

A víz mozgásával együtt a farészben történik a gyökér által felvett szervetlen ionok szállítása is.

A vízszállítórendszer felépítése

A gyökérben egyszerű szállítónyalábok vannak (csak farésze vagy csak háncsrésze van).

A gyökérnyaknál (szár és gyökér átmenete) megváltozik a helyzet. A szárban összetett nyalábok találhatók (kívül van a háncsrész, belül a farész).

A ***kétszikűek szárában*** egy körben helyezkednek el a szállítónyalábok.

- Lágyszárú kétszikűek: a virágzásig működik a kambium.
- Fás szárú kétszikűek: A kambium gyűrűvé (hengerpalásttá) záródik. Tavasztól őszig hoz létre új szállítóelemeket, kifelé a háncsrészt, befelé a farészt képezi. Ennek eredményeként alakulnak ki a farészben az évgyűrűk.

Az ***egyszikűek szárában*** szórtan helyezkednek el a szállítónyalábok. Az egyszikűek jellemzően lágyszárúak, a szár kialakulásáig működik a kambium.

A ***levélerekben*** alul van a háncsrész, felül a farész. A levélér kialakulásáig működik a kambium.

A hajtásos növények vízszállításának tényezői

1. Gyökérnyomás

Aktív transzporttal sok szervetlen iont vesz fel a gyökér, főként kálium iont. Ezért nagy az ozmotikus nyomás a gyökér sejtjeiben (ez szívóhatást gyakorol a talajoldatban lévő vízre), emiatt ozmózissal víz jut be a gyökérszőrök sejthártyáján keresztül. Itt megnő a víz nyomása. A megnövekedett nyomás miatt a víz átpréselődik a szomszédos alapszöveti sejtekbe, majd innen tovább a szállítószövet farészébe, emelkedik a folyadék szintje a szárban. Ez a gyökérnyomás.

A gyökérnyomás kis mértékben haladja meg a légköri nyomás mértékét. Néhány méter magasságig tudja feljuttatni a vizet, ez a fák vízellátásához nem elegendő, de fontos a vízszállítás megindításában, különösen a lombfakadás előtt.

A gyökérnyomás bizonyítékai: Tavasszal a kivágott fák tönkjén vízcseppek jelennek meg, az elvágott szőlővesszőből szivárog a víz. Magas páratartalmú levegőben, az alacsonyabb növények leveleinek szélén vízcseppek jelennek meg.

2. Párologtatásból származó szívóerő

A levél alapszöveti sejtjeinek felszínéről elpárolog a víz (és a gázcserenyílásokon keresztül kijut). A vízvesztés miatt az alapszöveti sejtekben nő a koncentráció, így azok ozmotikus szívóereje is növekszik. A sejtek az elvesztett vizet a levélerek farészéből pótolják ozmózissal, ez erős szívóhatást jelent, amely a száron keresztül a gyökérig érezteti a hatását.

Ez a hatás a legmagasabb fák csúcsáig is feljuttatja a vizet.

3. A vízmolekulák közötti összetartó (kohéziós) erő

Ennek köszönhető, hogy nem szakad el a vízfonal a vízszállító csőben, így érvényesülhet a szívó hatás.

4. A vízszállító elemek fala és a vízmolekulák közötti tapadási erő (adhézió)

A vízszállító csövek és vízszállító sejtek fala és a víz közötti tapadás kissé megemeli a folyadék szintjét (kapillaritás = hajszálcsövesség) és ez is hozzájárul ahhoz, hogy ne szakadjon el a vízfonál.

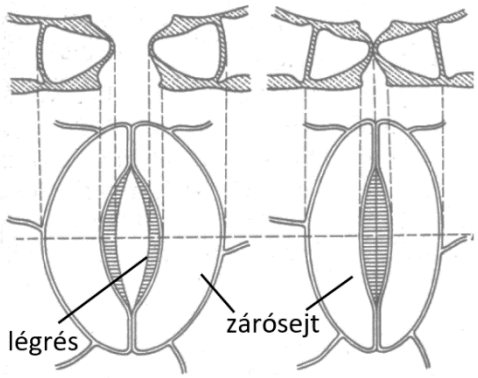
A gázcserenyílások

A gázcserenyílások légrését két babszem alakú zárósejt fogja közre. A bőrszövet sejtjei közül csak a zárósejtekben vannak zöld színtestek. A zárósejtek víztartalmától függően a gázcserenyílások légrése kinyílik vagy bezárul, így szabályozza a gázcserét és a párologtatást.

A zárósejtek egymás felé néző (a légrés felé néző) oldalán a sejtfal erősen megvastagodott.

Hogyha kevés a víz a zárósejtekben, egymáshoz simulnak. Ilyenkor zárt a gázcserenyílás.

Hogyha megnő a zárósejtek víztartalma, vízzel telített állapotba (turgor állapotba) kerülnek, nagy a víznyomás, de a megvastagodott sejtfalrész miatt nem egyenletesen tágulnak a zárósejtek: a külső vékony sejtfal erőteljesen megnyúlik, kifelé görbül a két zárósejt, láthatóvá válik közöttük a légrés, azaz nyílik a gázcserenyílás (vízgőz, oxigén, szén-dioxid juthat ki és be).



nyitott és zárt gázcserenyílás

A gázcserenyílások működése

a) Nappal a zárósejtekben lévő zöld színtestek fotoszintetizálnak, így szőlőcukrot állítanak elő, a sejt belseje töményebb lesz, ezért vizet vesz fel a zárósejt ozmózissal a sejthártyán keresztül, meggörbülnek a zárósejtek, nyílik a gázcserenyílás. ((Fotoaktív nyitódás))

b) Sötétben leáll a fotoszintézis, nem termel több glükózt a sejt. A légzés miatt keletkező szén-dioxid egyre savasabbá változtatja a kémhatást a sejtben, ezért a glükóz molekulákból keményítő képződik enzim hatására. A keményítő ozmotikusan nem aktív (nem oldódik), ezért kisebb lesz a zárósejtek a vízszívó ereje, csökken a víztartalmuk, csökken a nyomás a sejtekben, megszűnik a zárósejtek görbülése, záródik a gázcserenyílás. ((Fotoaktív záródás))

c) Hogyha kevés a növényben a víz, akkor a zárósejt még nappal sem tud felvenni vizet a szomszédos sejtekből, ezért záródik vagy zárva marad a gázcsernyílás. ((Hidroaktív záródás))

Ez a növény fotoszintézise szempontjából kedvezőlen, mert akadályozza a szén-dioxid felvételét, de fontos, mert csökkenti a növény kiszáradásának veszélyét.

A megnövekedett víztartalom önmagában nem eredményezi fotoszintézis nélkül a gázcserenyílások nyitódását. ((Hidroaktív nyitódás nincs.))

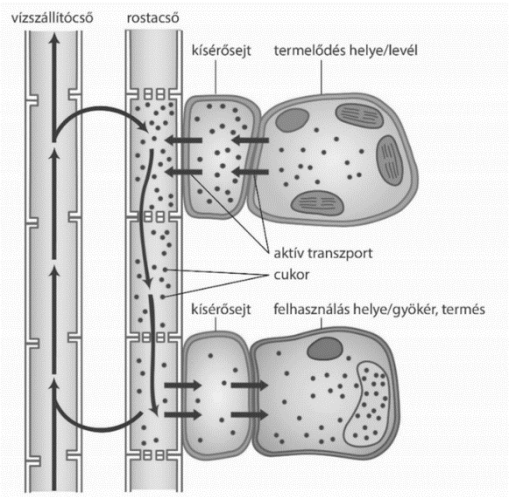
A növények párologtatását befolyásoló tényezők

- az alacsony relatív páratartalom növeli a párologtatást
- a levegő mozgása fokozza a párologtatást
- mezővédő erdősávokkal csökkenteni lehet a szél hatását, a szántóföldi növények párologtatását

- a növényi szőrök a levél közelében tartják a leadott vízgőzt, így csökkentik a párologtatást
- a növények az evolúció során *alkalmazkodtak környezetükhöz*, a száraz élőhelyek növényeit a kis levélfelület, a leveleket borító viaszbevonat, a vastag kutikula, a növényi szőrök stb. védik a vízvesztéstől
- a szárazságtűrő növényeknek kevesebb a gázcserenyílása, amelyek gyakran besüllyedtek, ez is csökkenti a párologtatást
- (a víz párologtatásával csökkentik a hőmérsékletüket a növények)

A szerves anyagok szállítása

A szállítószövetek háncsrészében történik. A rostacsövekben áramló oldat gazdag cukorban. A szerves anyagok szállításának nincsen kitüntetett iránya, nyáron a levelek felől a gyökerek raktározó szövetei felé, tavasszal fordítva, a gyökerek felől a képződő levelek irányába történik.



- A levelek fotoszintézist végző sejtjeiből a kísérősejtek aktív transzporttal juttatják a cukrot a rostacsövekbe, ahol emiatt nő az ozmózisnyomás. (Így a töményebb oldat szívhatást gyakorol a vízre.)
- Ennek következtében a vízszállító csövekből víz áramlik a rostacsövekbe, ahol a beáramló víz miatt növekszik a turgornyomás.
- A felhasználás helyén, például a raktározó-szövetekben, a kísérősejt a rostacsövekből szállítja aktív transzporttal a cukrot a környező sejtekbe, ami miatt csökken a rostacsövekben az oldat töménysége, ozmotikus nyomása. (Már kevésbé szívja magához a vizet.)
- Ennek hatására a víz kiáramlik a rostacsövekből, ami miatt csökken a turgornyomás.
- A rostacsövekben tehát az oldat a nagyobb nyomású hely felől a kisebb nyomású hely felé áramlik.

A növények anyagáramlását bemutató kísérletek, megfigyelések

(Képek a gergelytibor.hu honlapon a Bemutatóknál: „Növényélettan”.)

a) Lágy szárú, fehér szirmú növényt tintás vízbe állítunk: Először a farészben jelenik meg a tinta, majd a sziromlevelek főereinél, később attól távolabb is látható a tinta

b) Gyűrűzési kísérlet: Egy fa kb. 2 cm átmérőjű ágánál gyűrűszerűen teljesen eltávolították a kérget és a háncsrészt (oltóviaszt érdemes alkalmazni, hogy megvédje a növényt).
   - A levelek nem száradtak el, kaptak vizet (a farészben áramlik a víz).
   - Egy idő múlva a gyűrűzés fölött megduzzadt a háncsrész a levelek által termelt szerves anyagok felhalmozódása miatt, a hiányos háncsrész nem tudta tovább szállítani a szerves anyagok oldatát.

c) Hogyha nem teljesen, csak C alakban távolították el a háncsrészt, nincs duzzadás, mert ez kis részen továbbítódnak lefelé a szerves anyagok.

d) Ék alakú bemetszést végeztek a fa oldalán: ez nem gátolta meg a növény anyagforgalmát.

e) Teljesen eltávolították egy ág belsejéből a fatestet, de a háncsrész nagyrészt megmaradt: a kivágott rész fölött elhervadtak a levelek, mert nem jutottak vízhez.
f) Kisebb növényt radioaktív káliumot tartalmazó vízbe állítottak, majd a szár különböző részeiből vettek mintát. Először a farészben jelent meg a radioaktív kálium.
g) A levél fonákán szívogató levéltetveket elkábították, levágták az állatokat a szipókájukról, és a kicsurgó nedvet vizsgálták: Azt tapasztalták, hogy a háncsrészből cukrok és más szerves anyagok szivárognak ki

Gázcsere

A fiatal zöld hajtás és a levél bőrszöveti sejtjei között a gázcserét és a párologtatást szabályozó gázcserenyílások vannak. Napfényben a táplálékkészítő alapszövet sejtjei a sejtközötti járatokat kitöltő páradús levegőből veszik fel a fotoszintézishez szükséges szén-dioxidot és vizet, és ide adják le a képződött oxigént. A sejtekben a fotoszintézissel párhuzamosan folyik a sejtlégzés. Elegendő fényben a fotoszintézis során jóval több oxigén képződik, mint amennyi a sejtlégzés során felhasználódik. Így a sejtközötti járatokban nagyobb az oxigén és kisebb a szén-dioxid koncentrációja, mint a külvilágban. Ezért a gázcserenyílásokon keresztül, a koncentrációviszonyoknak megfelelően, szén-dioxid-molekulák diffundálnak a sejtközötti járatokba, és oxigénmolekulák áramlanak ki a környező levegőbe.
Éjszaka, fény hiányában a növény csak a sejtlégzéshez kapcsolódó gázcserét folytat, vagyis oxigént használ fel és szén-dioxidot termel.

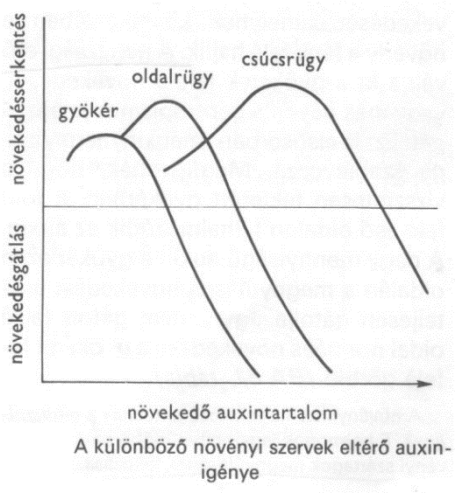
A növényi hormonok

A hormonok a szervezet meghatározott sejtjeiben, szerveiben termelődő anyagok, amelyek a testnedvekkel a szervezet más részeibe is eljutnak, befolyásolják az anyagcserét, növekedést, egyedfejlődést és a szaporodást.

Auxin

Az auxin a sejtek megnyúlásos, hosszanti növekedését serkentő növényi hormon. Legnagyobb mennyiségben a hajtáscsúcsban termelődik. (De rügyekben, fiatal levelekben, fejlődő termésekben, éretlen magvakban is képződik.) A termelődés helyéről a háncsrészben szállítódik a gyökér felé.
A növény különböző részein nem egyenletes az eloszlása. Az auxinkoncentráció a hajtáscsúcsban a legnagyobb, majd fokozatosan csökken egészen a gyökér és a szár találkozásáig, a gyökérnyakig, innen a gyökércsúcs felé ismét növekszik, de nem ér el olyan magas koncentrációt, mint a hajtáscsúcsban.

A különböző szervek eltérő mennyiségű auxint igényelnek növekedésükhöz. A csúcsrügy megnyúlásos növekedéséhez kell a legnagyobb auxinkoncentráció. A csúcsrügyek magas auxintartalma gátolja a közeli oldalrügyek kihajtását. A gyökér növekedéséhez szükséges a legkisebb auxinkoncentráció. Ha ez valamelyest növekszik, akkor gátolja a gyökér sejtjeinek megnyúlását.



A különböző növényi szervek eltérő auxinigénye

A csúcsrügy eltávolítása után gyorsan fejlődésnek indulnak az oldalrügyek, mert a hajtáscsúcstól már nem jut auxin a szárhoz, ezért csökken az auxinkoncentráció. A kisebb auxin-koncentráció serkenti az oldalrügyek növekedését. (Lásd ábra!)

A hajtáscsúcs lemetszésével az ágak tehát oldalágakat fejlesztenek. Gyakori metszéssel ezért lehet sűrű, tömött sövényt kialakítani.

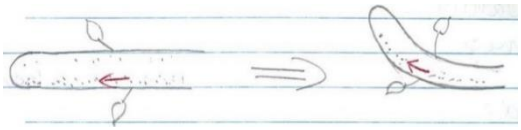
Az auxin fényérzékeny vegyület, fény hatására oxidálódik, kémiai szerkezete megváltozik, így elveszti hatását. Ezzel magyarázható, hogy gyenge megvilágítás mellett a növények hosszanti megnyúlása nagyobb, mint normál vagy erős megvilágítás mellett.

Az auxin hatásainak megfigyelése

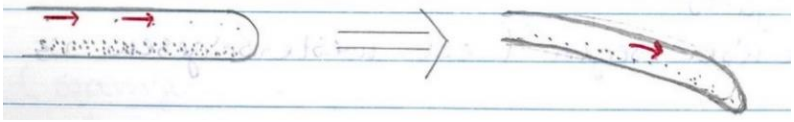
a) Egy növény egyik oldalát auxin oldattal kezelték (beecsetelték). Azon az az oldalon megnyúlnak szár sejtjei, ezért az *ellenkező* oldalra görbült el a szár.

b) Egyoldalú megvilágítás hatására a fény felőli oldalon hosszabb idő alatt bomlik az auxin, ezért az árnyékos oldalon a sejtek megnyúlnak és a fény felé görbül a növény.

c) A vízszintesen fektetett szár alsó részén megnő az auxinkoncentráció. A nagyobb auxinkoncentráció serkenti a sejtek megnyúlását alul, ezért felfelé növekszik a hajtás.



d) A vízszintesen fektetett gyökérben az alsó oldalon gyűlik össze az auxin a (gravitáció miatt). A túlságosan nagy auxinkoncentráció gátolja az alsó oldal sejtjeinek megnyúlását a gyökérben. A felső oldal sejtjei megnyúlnak, így lefelé görbül a gyökér.



Etilén

Az etilén a legtöbb szövet sejtjeiben termelő növényi hormon, a sejtközötti járatokban halmozódik fel. Gátolja a sejtek megnyúlását, elősegíti a virágképzést, a terméséret, a levelek lehullását. Elterjedten alkalmazzák a gyümölcsérés fokozására.

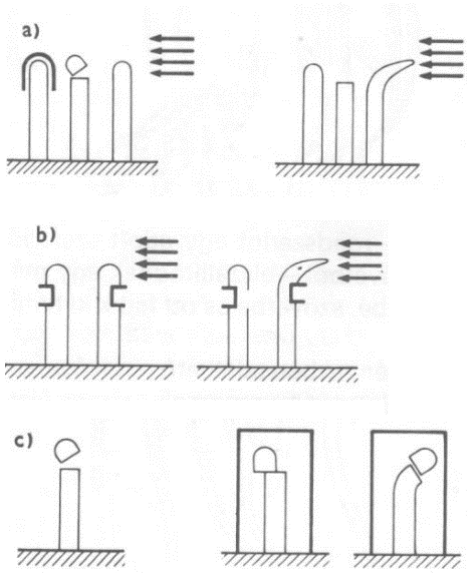
Az etilén ($CH_2 = CH_2$) gáz halmazállapotú.

Növényi hormonok hatását vizsgáló kísérletek

a) Darwin kísérlete

- Fiatal köles növénnyel kísérletezett.
- Az egyik hajtás csúcsára fém fóliát tett → nem érte a fény.
- A másik növénynek levágta a csúcsát.
- A harmadik növényt is mellé tett, ez volt a kontroll.
- Mind a hármat egyoldalú megvilágításnak tette ki.
- Egy idő után azt tapasztalta, hogy csak a kontroll növény görbült a fény felé, a másik kettő nem. Ebből arra következtetett, hogy a növény növekedését, görbülését befolyásoló anyag a hajtáscsúcsban termelődik.

b) Paál Árpád kísérlete



- Fiatal növények hajtáscsúcsa alatt végzett bemetszést: egyik növénynek az árnyékos oldalán, a másik növénynek a fény felöli oldalán.
- Egyoldalú megvilágításnak tette ki a növényeket.
- Azt tapasztalta egy idő után, hogy csak az a növény görbült a fény felé, amelynek a fény felöli oldalán volt a bemetszés.
- Amelyik növénynek az árnyékos oldalán volt a bemetszés, az nem görbült.
- Ebből arra következtetett, hogy a növény görbülését, megnyúlását okozó hormon az árnyékos oldalon áramlik.
- Az árnyékos oldalon végzett bemetszés megakadályozta ennek tovább áramlását, ezért nem -történt görbülés.

c) Paál Árpád másik kísérlete

- Fiatal növénynek levágta a hajtáscsúcsát és féloldalasan tette vissza.
- A növényt sötét helyre tette, azért, hogy a fény ne befolyásolja a növekedést.
- A féloldalasan ráhelyezett hajtáscsúcsból auxin áramlott lefelé, azon az oldalon a sejtek megnyúlását idézte elő, ezért az ellenkező irányba görbült a növény.

Növények szaporodásához sejttani alapfogalmak (ha még nem tanultad)

Haploid sejt

- egyszeres kromoszómakészletű sejt
- n db kromoszómája van
- Az élőlények ivarsejtjei haploid sejtek (ember ivarsejtjében 23 kromoszóma van)

Diploid sejt

- kétszeres kromoszómakészletű sejt
- 2n db kromoszómája van
- Az állatok és az emberek testi sejtjei diploidok. (Az ember testi sejtjei 46 kromoszómások)

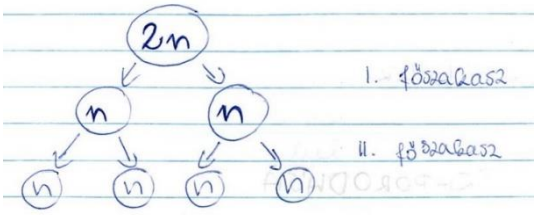
***Megtermékenyülés*:** petesejt és a hímivarsejt egyesülése, a megtermékenyített petesejt (zigóta) diploid sejt.

Mitózis (számtartó sejtosztódás)

- Egy sejtből két ugyanolyan kromoszómaszámú sejt képződik.
- Mitózissal keletkeznek az állatok és a növények testi sejtjei, valamint a növények ivarsejtjei.

Meiózis (számfelező sejtosztódás)

- Egy diploid sejtből két osztódási szakaszban 4 haploid sejt keletkezik.
- Meiózissal keletkeznek az állatok és az ember ivarsejtjei, valamint a növények és gombák spórái.



A növények szaporodása és egyedfejlődése

A növények ivartalan szaporodása

Egy sejtből vagy testi sejtekből jön létre az utód.
Előnye: gyorsan, sok utód keletkezhet.
Hátránya: az utódok genetikailag hasonlók a szülőhöz és egymáshoz is, ezért egyformán reagálnak a változó környezeti feltételekre, kedvezőtlen esetben valamennyien elpusztulnak.

A) Spórákkal történő szaporodás

- Spórák: nagy számban keletkező, ivartalan szaporító sejtek
- A diploid spóraanyasejtből meiózissal keletkeznek a spórák (egy diploid sejtből 4 haploid spóra).
- A mohák és a harasztok spóratartóiban keletkeznek spórák és a gombák termőrétegében.
- A spóra lehullik a talajra és nedves körülmények között új egyed fejlődik.

B) Vegetatív testrészekkel történő szaporodás

A növény valamelyik létfenntartó szervéből jön létre új egyed, leggyakrabban gyökérből, hajtásból.

- A szamóca indával szaporodik.
- A gyökérből,
- a burgonyagumóból,

- a tulipán hagymájából fejlődik ki új egyed.
- A zuzmótelep feldarabolódásából jöhetnek létre új egyedek.

C) Mesterséges szaporítás

Akkor alkalmazzák, ha az adott területen, adott éghajlaton nem hoz magokat a növény, vagy egy kiváló adottságú növény minden jó tulajdonságát szeretnénk megőrizni.

Dugványozás

A növényi rész regenerálódásán alapul.

a) Szárdugvány

- Egy muskátli szárát levágják, nedves talajba ültetik. Idővel meggyökeresedik.

b) Levéldugvány.

Levélből fejlődik ki új egyed: a levelet vagy annak egy darabját nedves talajra teszik, fóliával letakarják. Pl.: begónia

Tőosztás

- Két vagy több részre vágják a növényt függőlegesen, úgy, hogy mindegyik résznek legyen gyökere is és hajtása is. Külön elültetik. Majd mindegyik részből új egyed fejlődik.

Oltás és szemzés

- Egy ellenálló, jó alkalmazkodóképességű fás szárú növényre, az ún. *alanyra* egy kevésbé ellenálló, de értékes termést hozó növény hajtásrészét helyezik, egymáshoz erősítik, majd kifejlődik egy új hajtás az alanyon.

a) ***Oltás***

- egy hajtásrészt ültetnek rá,

b) ***Szemzés***

- egy rügyet ültetnek rá az alanyra.

Klónozás

(Klónok: azonos, genetikai állományú élőlények)

- A klónozás azért lehetséges, mert a többsejtű élőlény minden sejtje tartalmazza teljes genetikai információt, ugyanúgy, mint a zigóta, hiszen a zigótából mitózisokkal jöttek létre a sejtjei.
- A növény egy vagy néhány sejtjét külön választják, és megfelelő tápoldatban, hőmérsékleten, megvilágításnál tartják, ebből növény fejlődik.
- (Tág értelemben azt is klónozásnak tekinthetjük, hogyha egy szervből jön létre az új egyed, tehát a dugványozás, oltás, szemzés is klónokat hoz létre.)

Ivaros szaporodás

Hímivarsejt és petesejt egyesüléséből jön létre az új egyed.

Hátránya: gyakran kevesebb utód keletkezik.

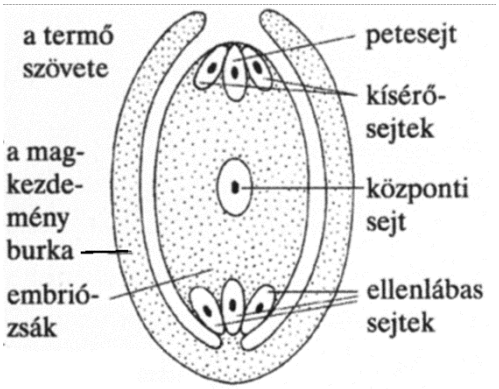
Előnye: nagy az utódok változatossága, így a változó környezet mellett is lesznek olyan egyedek, amelyek életképesek, nagyobb valószínűsége a faj fennmaradásának.

A virágos növényeknél az ivaros szaporodás előfeltétele a megporzás.
Megporzás: a virágpor a porzóról a bibére kerül.

a) Szél segítségével történő megporzás
   Sok, könnyű pollen keletkezik, amit a szél terjeszt.
   Nincsenek feltűnő takarólevelek.
   Fűfélékre, nyitvatermőkre jellemző.
   Kétszikű fák bizonyos fajaira is. pl. mogyoró, fűzfa.
   Allergiát okozhat a sok pollen.

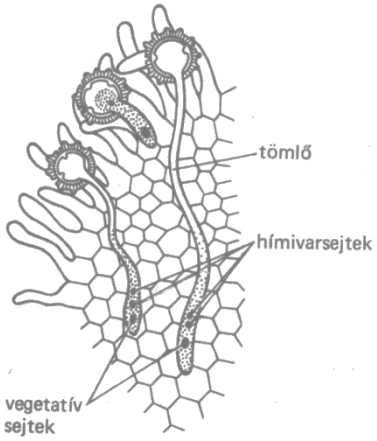
b) Állatok segítségével történő megporzás
   Legtöbbször rovarok segítségével történik.
   Feltűnő, esetleg illatos takarólevelek csalogatták a rovarokat.
   Jutalomként nektárhoz jut a rovar, és átviszi a virágport más egyedekre.
   (Cickányok, kolibrik denevérek, is végeznek beporzást.)
   Az evolúció során egymáshoz alkalmazkodva fejlődött a virág és a beporzást végző állat.

A zárvatermők kettős megtermékenyítése



A ***termő magházi részében*** a diploid embriózsák-anyasejtjeiből meiózissal 4 haploid sejt jön létre, de ezek közül csak egy nagyobb sejt fejlődik tovább, a többi elsorvad.
Az egy megmaradó sejtből 3 osztódási cikluson keresztül, mitózisokkal létrejön az embriózsák 8 haploid sejtje.
Ezek közül 2 sejt összeolvadásával keletkezik a diploid központi vegetatív sejt.
(Egy magházban több embriózsák is kialakulhat → több mag keletkezik majd.)

A ***portokban*** diploid virágporszem-anyasejtből meiózissal 4 haploid sejt keletkezik, ezek a pollenek, mindegyik továbbfejlődik. (A továbbiakban egy pollen fejlődését követjük.)
Először ez a haploid sejt mitózissal kettéosztódik egy nagyobb *vegetatív sejt*re és egy kisebb *generatív sejtre. A* virágporszem ilyen kétsejtes állapotban kerül majd a bibére.
A ***bibe*** cukros, szivacsos állományában a vegetatív sejt tömlőt fejleszt (vékony cső).
A tömlőben haladó generatív sejt mitózissal 2 *hímivarsejt*re osztódik.
Majd az elől haladó vegetatív sejt felszívódik, a tömlő eljut az embriózsákhoz.



- Az egyik hímivarsejt a petesejtet termékenyíti meg, így létrejön a diploid zigóta, később ebből alakul majd ki a csíra, azaz az embrió.
- a másik hímivarsejt a központi vegetatív sejtet termékenyíti meg, így triploid sejt (3n) keletkezik, ebből később sorozatos mitózisokkal alakul ki a mag táplálószövete.

– A magházban képződik a mag

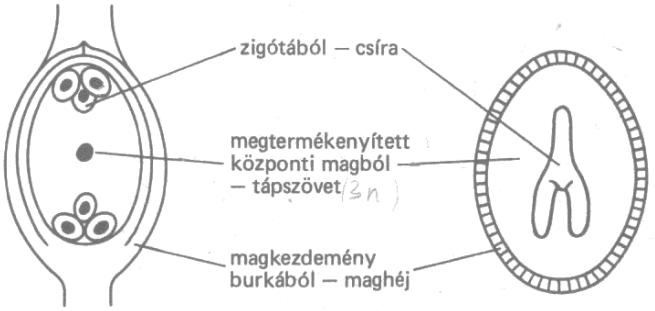
A mag részei

1. Embrió (csíra):
   a) gyököcske
   b) rügyecske
   c) sziklevel(ek)

   A megtermékenyített petesejtből alakult ki, sejtjei diploidok.
2. Táplálószövet

   A megtermékenyített vegetatív sejtből jött létre, sejtjei triploidok.
3. Maghéj:

   A magkezdemény burkából jött létre, ami az anyanövény diploid sejtjeiből származik.



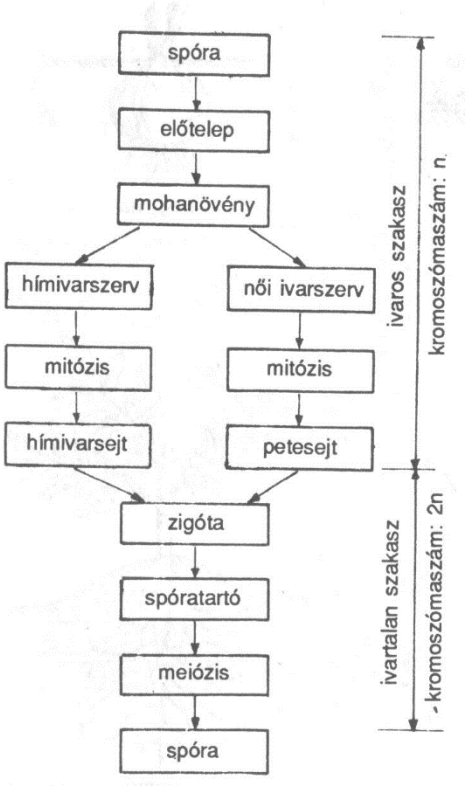
Kétszakaszos egyedfejlődés (nemzedékváltakozás)

A mohák nemzedékváltakozása

Ivaros nemzedék

- Sejtjei haploidok
- A haploid spóra nedves talajra hullik, ebből sorozatos mitózisokkal létrejön először a fonalas előtelep, majd a mohanövényke.
- Mohanövénykének gyökérszerű rögzítőfonalai, szár-racskája és levélkéi vannak. (ezek haploid sejtekből állnak).
- Majd a moha csúcsán kialakulnak az ivarszervek, amelyekben mitózissal létrejönnek a haploid ivarsejtek (1 haploid sejtből 2 haploid sejt keletkezik):

  A *hímivarszervben* sok ostorral mozgó hímivarsejt keletkezik, a *női ivarszervben* egy nagy petesejt képződik.
- A nagy, mozdulatlan petesejthez vízcseppben úszik az ostoros hímivarsejt.
- A két ivarsejt egyesülése a megtermékenyítés, amihez tehát víz szükséges.



Ivartalan nemzedék

- Sejtjei diploidok.
- A diploid zigótával kezdődik a fejlődése.
- Sorozatos mitózisokkal alakul ki a spóratartó nyél és spóratartó tok.
- A spóratartó tokban diploid spóra-anyasejtekből meiózissal haploid spórák keletkeznek. (1 diploid sejtből 4 haploid sejt lesz).
- Sok haploid spóra jön létre, amelyeket már az ivaros nemzedékhez sorolunk

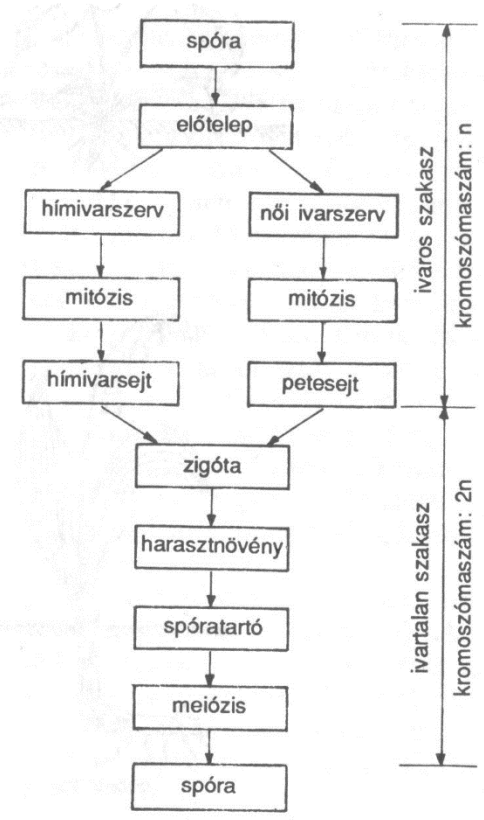
A harasztok nemzedékváltakozása

Ivaros nemzedék

- Sejtjei haploidok.
- Haploid spórából sorozatos mitózisokkal kialakul a lemezes előtelep. (Ennek sejtjei fotoszintetizálnak.)
- Az előtelepen kialakulnak az ivarszervek.
- A női ivarszervben nagy, mozdulatlan petesejt keletkezik.
- A hím ivarszervben sok, csillóval mozgó hímivarsejt keletkezik.
- Mitózissal jönnek létre a haploid ivarsejtek (hiszen ivarszerveket is haploid sejtek alkotják, amelyek csak mitózissal osztódhatnak).
- A mozdulatlan petesejthez csillós mozgással vízcseppben úszva jutnak el a hímivarsejtek, megtörténik a megtermékenyítés.
- A harasztok szaporodásához tehát víz szükséges.

Ivartalan nemzedék

- A diploid zigótából indul a fejlődése, ebből sorozatos mitózisokkal kialakul a hajtásos haraszt növény.
- Sejtjei diploidok.
- Kialakul a spóratartó, leggyakrabban a levél fonákán, benne meiózissal diploid spóraanyasejtből 4 haploid spóra keletkezik.
- A spórák már az ivaros nemzedékhez tartoznak.



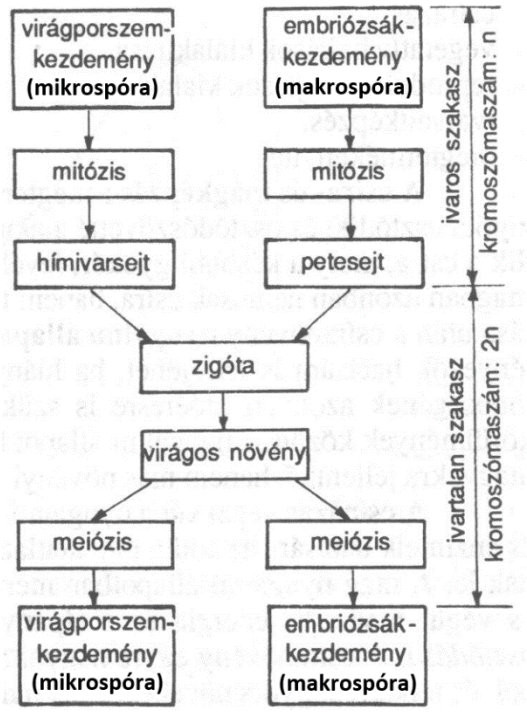
A harasztok többségénél egyféle spóra képződik. (Ezt olvashattad fent.)

A harasztok egyes csoportjaiban azonban kétféle spóra termelődik

- a hím jellegű spórák a mikrospórák, belőlük mikroelőtelep fejlődik, melyen hímivarszervek képződnek,
- a női jellegű spórák a makrospórák, belőlük makroelőtelep alakul ki, melyen női ivarszerv képződik.

Ilyen szaporodású harasztokból alakultak ki az ősi nyitvatermők.

A **zárvaterműk** szaporodása is ennek nyomán alakult ki: a pollen első haploid sejtje mikrospórának felel meg, az ebből létrejövő néhány haploid sejt mikroelőtelepnek tekinthető. Az embriózsák első haploid sejtje tulajdonképpen makrospóra, a belőle létrejövő haploid sejtek (az embriózsák nyolc sejtje) makroelőtelepnek tekinthető.
Ezek a haploid sejtek tekinthetők az ivaros nemzedéknek. A virágos növények összes többi diploid sejtje az ivartalan nemzedéknek felel meg (gyökér, szár, levél, a virág takarólevelei, sőt az ivarlevelek diploid sejtjei is, kivéve a pollen és az embriózsák haploid sejtjei).
Az evolúció során az ivaros nemzedék mérete csökkent a moháktól a zárvatermőkig. Az ivartalan nemzedék mérete, időtartama pedig nőtt az evolúció során.



A növények kétszakaszos egyedfejlődésének (nemzedékváltakozás) összehasonlítása

Nemzedék	Mohák	Harasztok	Virágos növények
Ivaros nemzedék: A spórából alakul ki, sejtjei haploidok (n), mitózissal létrehozza az ivarsejteket.	moha növény	előtelep	virágporszem és embriózsák
Ivartalan nemzedék: A zigótából alakul ki, sejtjei diploidok (2n), meiózissal létrehozza a spórákat.	spóratartó	haraszt növény	virágos növény

A **szövetes növények** (harasztok, nyitva- és zárvatermő virágos növények) kifejlett példányai **már diploid sejtekből állnak** (a mohanövény még haploid). Ez azért előnyös, mert ha az egyik kromoszóma menthetetlenül sérül, a másik alapján még lehetséges a DNS-javitás.

A növények egyedfejlődése

A növény élete a megtermékenyítéssel kezdődik.

I. Magképzés

- A termő magházi részében zajlik.
- (A magképzéssel egyidőben a termő magházi részének falából termés képződik.)
- Mitózisok zajlanak a magképzés során.
- A zigótából létrejön a csíra (gyökörcske, rügyecske, sziklevél). Sejtjei diploidok.

- Az egyszikűek magjában sok tartaléktápanyag halmozódik fel a táplálószövet triploid sejtjeiben. A sziklevél itt kisebb, feladata csírázáskor majd az lesz, hogy továbbítja a tápanyagokat a rügyecskéhez és gyököcskéhez csírázáskor.
- A kétszikűeknél az jellemző, hogy a kifejlett a sziklevelek tartalmazzák a tartaléktápanyagokat.
- Kialakul a maghéj is a magkezdemény burkából. Sejtjei diploidok, genetikai állományuk megegyezik az anyanövényével.
- Egyszikűek szemtermésben (búza, kukorica) összenő a maghéj és a termésfal.
- A magképzés végén a mag víztartalma lecsökken, anyagcsere folyamatai a minimumra csökkennek.

II. Nyugalmi állapot

- A mag víztartalmának a csökkenése miatt alakul ki a nyugalmi állapot.
- Fajonként eltérő ideig tarthat.
- A fajok egy részénél csírázásgátló anyagok hosszabbítják meg a nyugalmi állapotot, gátolják az idő előtti kicsírázást (pl: paradicsom, tök, alma). A csírázásgátló anyagok leggyakrabban a húsos termésfalban, esetleg magában a magban vannak. (Hogyha idő előtt kicsírázna a mag, például még a növényen, a paradicsom termésében megindulna a csírázás, akkor elpusztulna a fiatal csíranövény.

III. Csírázás

Külső feltételei: víz
megfelelő hőmérséklet (az eredeti élőhelyéhez hasonló)
oxigén
a fény egyes fajok csírázásához szükséges, másokét gátolja

A csírázás belső feltételei: csírázóképes, érett a mag
elbomlottak már a csírázásgátló anyagok

- A csírázás kezdetén a mag vizet vesz fel, megduzzad, aktiválódnak az enzimek, felgyorsulnak az anyagcsere folyamatok.
- Hormonok hatására a tartalék tápanyagok lebomlanak kisebb molekulákká, a képződő új sejtekhez szállítódnak, és azok létrehozásához használódnak fel, vagy teljesen lebomlanak, és így energiát szolgáltatnak a sejtek képződéséhez.
- Kezdetben a maghéj akadályozza az oxigén bejutását. Majd amikor felreped a maghéj, már sok oxigént tud felhasználni a növény energiát szolgáltató lebontó folyamataihoz.
- A csíra gyököcskéjéből alakul ki gyökér, rögzíti a növényt, és megjelennek rajta a gyökérszőrök, vizet vesz fel.
- A csíra rügyecskéjéből alakul ki a hajtás.
- A csírázás során a korábban felhalmozott tartalék tápanyagokat használja fel a növény, ezért heterotróf életmódú.

. A csírázás befejeződésével megjelennek a zöld, fotoszintetizáló levelek, így autotróf életmódra tér át a növény.

IV. Vegetatív szakasz

- Külső feltételei
    - megfelelő hőmérséklet
    - víz
    - ásványi sók
    - fény
    - szén-dioxid
    - oxigén
- Ekkor fejlődnek ki a létfenntartó, azaz *vegetatív szervek* (gyökér, szár, levél).
- A hőmérséklet szerepe: fajonként eltérő az optimális hőmérséklet (az eredeti élőhelytől függ).
- Fény hiányában megnyúlik a növény, világos színű, sárgás, törékeny lesz. A megnyúlást az auxin hormon eredményezi, amely fény hiányában nem bomlik el. Azért nő hosszabbra a növény fény hiányában, hogy minél előbb fényre jusson.
- Megfelelő megvilágítás esetén zöld színű, erőteljes nem nyúlánk hajtás alakul ki.

V. Reproduktív szakasz

- A külső feltételek megegyeznek a vegetatív szakaszéval.
- Ekkor jönnek létre a szaporítószerek: a virág és a termés.

A nappalhosszúság virágképzésben betöltött szerepe szerint *hosszúnappalos* és *rövidnappalos* növényeket különböztethetünk meg.

Hosszúnappalos növények

Virágzásukhoz napi 12 óránál hosszabb megvilágítást igényelnek. Hosszúnappalos növény akkor virágzik, ha az éjszakák rövidebbek 12 óránál.

(Hogyha rövid a napi megvilágítás, akkor csak vegetatív részeket – gyökér, szár, levél – fejlesztenek az ilyen növények, nem virágoznak és így termést sem hoznak.)

A hosszúnappalos növények mérsékelt és hideg övből származó növények általában, mert a nyári félévben itt hosszúak a nappalok. Például búza, árpa, rozs, zab, fejes saláta.

Rövidnappalos növények

A rövidnappalos növények virágzásához napi 12 óránál rövidebb megvilágítás szükséges, azaz a virágzáshoz legalább 12 órás folyamatos sötétségben kell lenniük.

(Ha ezeknél a növényeknél a sötétséget megszakítjuk fénnyel, a virágzás akkor is elmarad.)

A trópusi övből származó növények rövidnappalosak, mert az egyenlítőhöz közel 12 órás nappalok és 12 órás éjszakák váltják egymást. Például krizantém, gyapot, rizs.

Hazánkban a rövidnappalos növények ősszel virágoznak.

Az eredetileg trópusi származású, de hazánkban *honosított növények* úgy ismerhetők fel, hogy nyáron nem, csak ősszel (esetleg koratavasszal) virágoznak.

A kertészetekben gyakran mesterséges megvilágítással vagy elsötétítéssel késztetik nyílásra a dísznövényeket.

(Nem minden növény sorolható be a rövid- vagy hosszúnappalos kategóriába.)

Állatok

(Ennek a résznek a tanulásához nézd meg a gergelytibor.hu honlap BEMUTATÓK részénél az **Állatok** bemutatót is. A fontosabb ábrákra a szövegben „(ÁBRA)” figyelmeztet, ezt a tanulással együtt nézd meg.)

Gerinctelen állatok

A szivacsok törzse

A **szivacsok** testében nincsenek valódi szövetek és szervek. Többféle, különböző felépítésű és működésű sejtjük van, de ezek nem csoportosulnak egységes szövetekké, ezért a szivacsokat *álszövetes* állatoknak nevezzük.
Valamennyien vízben élnek, legtöbb fajuk tengeri. Az aljzathoz rögzülnek, helyváltoztatásra képtelenek (csak a lárváik úsznak, majd megtelepednek). Általában néhány centiméteresek. Többnyire nem egyenként fordulnak elő, hanem kisebb-nagyobb telepeket alkotnak. A bimbózással történő vegetatív szaporodás miatt alakulnak ki a szivacstelepek.
A szivacsok testfala egy belső üreget, az űrbelet veszi körül. A testfalon áthatoló apró nyílásokon, a pórusokon keresztül víz áramlik az űrbélbe, ahonnan a kivezetőnyíláson át távozik.
A testet kívülről a fedősejtek borítják. A testfal belső rétegét (amely az űrbélben levő vízzel érintkezik) a galléros-ostoros sejtek alkotják. A kettő között kocsonyás állomány van, amiben állábakkal mozgó vándorsejtek és vázképző sejtek vannak. A szivacsok váza csoportonként eltérő, alkothatják mésztűk, kovatűk vagy szarufonalak. A mosdószivacsok vázát szarufonalak (fehérje) képezik.
Táplálkozásuk: A víz a pórusokon át az űrbélbe jut, majd a nagy kivezetőnyíláson távozik. Az űrbelet bélelő galléros-ostoros sejtek ostoruk csapkodásával áramoltatják a vizet. A vízzel besodródott szerves törmeléket fogyasztják. A táplálékot a galléros-ostoros sejtek veszik fel bekebelezéssel (endocitózissal), és emésztő üröcskéikben részben megemésztik. A testfal kocsonyás állományában állábakkal mozgó vándorsejtek elszállítják a tápanyagokat a többi sejthez, illetve eltakarítják a sejtek által leadott emészthetetlen anyagokat a testfalból. A szivacsok a tápanyagokat tehát sejtjeiken belül emésztik meg. (ÁBRA)
Légzésük: Az anyagcseréjükhez szükséges oxigént minden egyes sejt önállóan veszi fel.
Anyagszállítás: A szivacsoknak nincs keringési rendszere, a táplálékot a vándorsejtek szállítják a testben.
Ivartalanul bimbózással szaporodnak: A test oldalában egy dudor képződik, amely növekszik. Az egyedek általában együtt maradnak, így jönnek létre a szivacstelepek. A telepek miatt aszimmetrikus a szivacsok többsége.
A testfalban petesejtek és hímivarsejtek képződnek, amelyek a vízbe jutnak, ott egyesülnek. A keletkező lárva egy ideig úszik, majd megtelepszik és új, helytülő szivaccsá fejlődik.

Származási kapcsolatok: Laposférgek → Hengeresférgek → Gyűrűsférgek → Ízeltlábúak
↘ Puhatestűek

A laposférgek törzse

A laposférgek teste a többi, magasabb rendű állatéhoz hasonlóan kétoldali szimmetriájú. A kétoldali szimmetria azt jelenti, hogy egyetlen sík jobb és a bal oldali szimmetrikus részre osztja a testet. Ennek következménye, hogy elkülönül a háti és a hasi oldal, valamint a feji és a farki vég. Mi a kétoldali szimmetria előnye? Az állat a feji vége irányában mozog, ott található az érzékszervek többsége, ezek fogják fel a külső ingereket. Ezért az érzékszervekből érkező információkat feldolgozó idegközpont is a feji részen van.

A laposférgek törzsének három osztályát különítik el:

Örvényférgek osztálya, ezek vizekben szabadon élnek, ragadozók.

Szívóférgek (mételyek) osztálya, ezek külső vagy belső élősködők. Pl. májmétely.

Galandférgek osztálya, ezek a belső élősködéshez szélsőségesen alkalmazkodtak.

Kültakaró: Egyrétegű hám borítja a testüket. Az örvényférgeknél csillók indulnak a hámsejtek külső felszínéről. Az élősködő szívóférgeket és galandférgeket kutikula védi a gazdaállat (amiben élősködik) emésztőnedveitől.

Mozgás: Bőrizomtömlővel mozognak, ami a hám és a belülről hozzá nőtt simaizom együttese. Az örvényférgek a testszegély hullámzó mozgásával úsznak, a kisebbek testét csillóik is tudják mozgatni. Az élősködők alig mozognak.

A férgekre hidrosztatikai „váz" jellemző. Az izomösszehúzódás miatt megnő a testben levő folyadék nyomása, ez biztosítja a test tartását. (Hasonló ehhez az erősen felfújt hosszúkás lufi, itt a levegő nyomása biztosítja a merevséget.)

Légzés: Nincs külön légzőszervük, szervezetükbe diffúzióval kerül be az oxigén, illetve távozik a szén-dioxid. A külső sejtek a környező vízből veszik fel az oxigént, a belső sejtek a táplálékkal bejutott vízből jutnak (kevés) oxigénhez.

Táplálkozás:

Az *örvényférgek* vizekben szabadon élő ragadozók, apró rákokat és férgeket fogyasztanak. Elő- és középbelük van, utóbelük nincs.

Előbél: A hasi oldal közepéről indul a garat, egy lefelé költhető cső, a végén szájnyílással. A garat mirigyeinek váladéka megkezdi a táplálék emésztését. (ÁBRA)

A középbél gazdagon elágazó. Részben sejten kívüli, részben sejten belüli emésztést folytatnak. A középbél egyes sejtjei emésztőnedvet termelek, ami a középbél üregében kisebb szemcsékre bontja a táplálékot, a középbél más sejtjei felveszik ezeket a táplálékszemcséket és sejten belül befejezek az emésztést. A gazdagon elágazó középbél egyúttal a testben anyagszállítási feladatokat is ellát. Nincs utóbelük, így a szájnyílásnak nevezett nyíláson távoznak az emésztetlen salakanyagok.

A *szívóférgek* a gazdaállat anyagait veszik fel. Előbelük és gazdagon elágazó középbelük van.

A *galandférgek* a belső élősködéshez szélsőségesen alkalmazkodtak, ez azt jelenti, hogy tápcsatornájuk teljesen csökevényesedett (eltűnt az evolúció során), tehát nincs szájnyílásuk, sem belük. Feji részükkel a gazdaállat vékonybelében rögzülnek, egész testfelületüken keresztül veszik fel a gazdaállat által már megemésztett kész tápanyagokat.

Anyagszállítás: A laposférgeknek nincs külön anyagszállítási rendszere. Az elágazó középbél egészen a sejtek közelébe juttatja a táplálékot. A légzési gázok (O_2, CO_2) diffúzióval jutnak be- és ki.

Szaporodás: A laposférgek hímnősek (here és petefészek is van ugyanabban az egyedben), belső megtermékenyítésük kölcsönös. Az élősködő szívó- és galandférgek fejlődése bonyolult, gyakran ivaros és ivartalan szaporodású nemzedékek váltakoznak, gazdacsere is előfordul.
Érzékszervek: (Dúcidegrendszerük dolgozza a fel az érzékszervektől érkező információkat.) A laposférgek kémiai, mechanikai, hő- és fényhatásokat érzékelnek. Néhány fajban a fényérzékeny sejtek tömörüléséből egyszerű, úgynevezett gödörszemek alakulnak ki, amellyel a fény erősségét és irányát érzékelik, képlátásra nem képes az állat. Az élősködő fajok érzékszervei csökevényesek.

A **fonálférgek** törzse nem kötelező érettségi követelmény, de annyit érdemes róluk tudni, hogy náluk jelent meg először a végbélnyílás, így a táplálék egyirányba halad a tápcsatornában, elkülönülnek az egyes emésztési fázisok. (Ez természetesen minden magasabb rendű állatnál is megtalálható.)

A gyűrűsférgek törzse

A gyűrűsférgek teste szelvényezett, azaz egymás utáni ismétlődő gyűrűszerű részekből áll (közel azonos felépítésű és működésű szakaszok ismétlődnek).
Közismert hazai gyűrűsféreg a földigiliszta, valamint az orvosi pióca.
Kültakaró: Testüket egy rétegű hengerhám borítja, amelynek felszínét mirigyek váladéka tartja nedvesen. A gilisztáknál szelvényenként 4 pár rövid serte található, ami a mozgásukat segíti.
Mozgás: Bőrizomtömlővel mozognak, ami a hám és a hozzá kapcsolódó simaizom együttese. (A többi féregnek és a puhatestűeknek is bőrizomtömlőjük van.) Féregmozgással mozognak, a körkörös és a hosszanti simaizomkötegek felváltva húzódnak össze. Az előrehaladásukat segítik a serték, amelyekkel mozgás közben kapaszkodnak.
Légzés: Nincs külön légzőszervük. A nedves kültakarón keresztül vesznek fel oxigént és adnak le szén-dioxidot a kültakaró alatti hajszálerek. Ezt bőrlégzésnek vagy diffúz légzésnek nevezzük.
Táplálkozás: A gyűrűsférgeknek háromszakaszos, elő-, közép- és utóbélre tagolódó, kétnyílású bélcsatornájuk van. A szájnyílással kezdődő előbél feladata a táplálék felvétele és aprítása. A középbél a szerves tápanyagok megemésztésének és a megemésztett anyagok felszívásának a helye. Az emésztés a bél üregében, tehát sejten kívül zajlik. Az emésztőenzimek a bélfal mirigysejtjeiben képződnek. Az utóbélben az ásványi sók és a víz felszívása történik. A végbélnyíláson keresztül távozik az emészthetetlen anyagokból kialakuló ürülék. A béltartalom tehát meghatározott irányban halad végig a bélcsatornán, emiatt az emészthetetlen salakanyagok nem keverednek a meg nem emésztett tápanyagokkal. Ez hatékonyabbá teszi a táplálék feldolgozását, és jobban hasznosulnak a tápanyagok.
A földigiliszta főként talajt eszik, az ebben levő szerves anyagokat hasznosítja, segíti a talaj humuszképződését. Az orvosi pióca vért szív, élősködő.
Anyagszállítás: Milyen anyagokat és hová kell szállítania a keringési rendszernek a szervezetben? Többek között a bélből felszívódott tápanyagokat, továbbá a testfalon át felvett oxigént kell eljuttatnia valamennyi sejthez. A szövetekben keletkező szén-dioxidot a kültakaróhoz kell

továbbítani, valamint hormonokat szállítani a testben. A gyűrűsférgek vérében oldott piros színű hemoglobin szállítja az oxigént. (A gerinceseknél a vörösvérsejtekben van a hemoglobin.)
A gyűrűsférgeknek zárt keringési rendszerük van. Az ebben áramló vér nem lép ki az erekből. Verőerek, gyűjtőerek és az ezeket összekötő hajszálerek továbbítják a vért. Nincs szívük, egyes összehúzódó erek pumpálják a vért. A háti főérben előre, a hasi főérben hátra felé áramlik a vér, ezeket haránt erek kötik össze. Az első hét pár harántér pumpálja a vért. Ezekben lefelé áramlik a vér. A háti főérben levő billentyűk teszik egyirányúvá a vér áramlását.
Szaporodás: A gyűrűsférgek többsége hímnős, vagyis az egyedeknek heréjük és petefészkük is van. Párzáskor az egyedek kölcsönösen termékenyítik meg egymást. Ily módon az utódok két szülő tulajdonságait öröklik. Ezáltal változatos módon kombinálódhatnak bennük az öröklődő sajátságok.
A gyűrűsférgek közismert sajátsága, hogy testük sérülés esetén jól regenerálódik. Ha egy földigiliszta teste kettészakad, akkor a feji véget tartalmazó része megőrzi életképességét.
Érzékszervek: (Dúcidegrendszerük dolgozza a fel az érzékszervektől érkező információkat.)
A gyűrűsférgek kémiai, mechanikai és fényhatásokat érzékelnek. Az ingereket a hámban levő érzékelő (receptor) sejtek fogják fel. A feji részen több receptor található. A földigisztának a fény erősségét érzékelő sejtjei vannak. A giliszta a sötét felé, a biztonságos járatba mozog (negatív fototaxis).

A puhatestűek törzse

A puhatestűek közé tartoznak a kagylók, csigák, fejlábúak (tintahal, polip).
Érettségire a csigákat kell ismerni.

Csigák osztálya

Szövetes, kétoldali szimmetriájú állatok.
Testük nem szelvényezett, három fő testtájra tagolható:
A **fej** a test elülső részén található.
Az izmos **láb** tulajdonképpen a bőrizomtömlő erőteljes megvastagodása.
A **zsigerzacskó** a belső szerveket foglalja magában.
Jellemző szerv a test háti oldalán eredő nagy bőrredő is, amelyet **köpeny**nek nevezünk. A köpeny mirigyei hozzák létre a szilárd külső vázat, a feltekeredett meszes csigaházat (kivéve a meztelencsigák).
Kültakaró: Egyrétegű hengerhám, amit nyálkaréteg borít, ez védi őket a kiszáradástól.
Mozgás: A hasláb bőrizomtömlőjével (hám + simaizom) mozognak, összeghúzódási hullámok haladnak elölről hátrafelé. A talpmirigy váladéka segíti a csiga mozgását (ennek nyoma látható nyáron a járdán).
Légzés: A szárazföldi csigák „tüdő”-vel lélegeznek, a köpenyüreg erekkel dúsan átszőtt falán keresztül veszik fel az oxigént.
A vízben élő csigák kopoltyúval lélegeznek, amely a köpenyüregben található.
Táplálkozás: A csigák többsége növényevő, de a vízben élők között ragadozók is vannak. A szájüregben levő *reszelőnyelvvel* (több sorban apró fogak) aprítják fel a táplálékot. A szájüregbe nyílik két nagy nyálmirigy, ezek váladéka megkezdi a táplálék emésztését. Középbéli mirigyük

emésztőnedvet termel, ezen kívül azonban felszívást is végez és raktároz. A sejtek a már megemésztett tápanyagot veszik fel, azaz sejten kívül emésztenek. Kanyargós tápcsatornájuk hosszabb a testnél.
Anyagszállítás: Nyílt keringési rendszerük van, azaz a vérnyirok az erekből kifolyik a sejtek közé, majd visszajut az erekbe. Nincsenek hajszálereik. Táplálékot és légzési gázokat is szállít a keringési rendszerük. Az oxigént a réztartalmú, kék színű hemocianin szállítja. Keringési rendszerük központja a szív, ez áramoltatja a vérnyirkot.
Érzékszervek: (Dúcidegrendszerük dolgozza a fel az érzékszervektől érkező információkat.) A fejen két pár tapogató van, a rövidebb pár tapintószerv és szaglószerv, a hosszabb pár végén a fényérzékelő sejtek csoportosulásából kialakult gödörszemek találhatók, amelyekkel a fény irányát látja az állat (iránylátó szem), de képet nem lát.
Szaporodás: Többnyire hímnősek, azaz here és petefészek is van ugyanabban az egyedben. Párzáskor kölcsönösen megtermékenyítik egymást a másikba átjuttatott hímivarsejtekkel. Belső megtermékenyítésűek. Petékkel szaporodnak, az utódok átalakulás nélkül fejlődnek.

Az ízeltlábúak törzse

Az ízeltlábúak az élővilág legnépesebb törzsét alkotják. Idetartoznak a rákok, a rovarok és a pókszabásúak. Külső kitinvázuk hatékony védelmet és rendkívül jó mozgékonyságot biztosít. Főként ennek köszönhető széles körű elterjedésük. Az összes jelenleg ismert fajnak 2/3 része ízeltlábú, ennek túlnyomó része rovarfaj. Szelvényezettségük, idegrendszerük felépítése azt mutatja, hogy ősi gyűrűsférgekből fejlődtek ki.
Az ízeltlábúak szelvényezett testű állatok, szelvényeik azonban nem egyformák, hanem testtájakat alkotnak, például: fej, tor, potroh. Az ízeltlábúak törzse arról kapta a nevét, hogy a csoportba tartozó állatoknak nemcsak a testük, hanem a lábuk is tagolódik. Lábuk egy-egy részletét nevezzük íznek. Végtagjaik lehetnek járólábak, de lábakból módosultak a szájszervek is.
A kültakaró egyrétegű hámszövete kitin védőréteget, kutikulát termel, ami a test minden részét kívülről borítja. A kitin nitrogéntartalmú poliszacharid, szilárd, rugalmas, igen ellenálló anyag. A kutikula részei egymáshoz képest mozgathatóak. A mozgatást különálló, egymástól független működésű izmok végzik, amelyek a kitinvázhoz belülről tapadnak. A gerinctelen állatok között egyedülállóan az ízeltlábúak harántcsíkolt izomszövettel változtatják helyüket. Ez a mozgási szervrendszer a férgek és a puhatestűek simaizomszövetet tartalmazó bőrizomtömlőjéhez képest sokkal gyorsabb mozgást tesz lehetővé. A kutikula nem növekszik együtt az állat testével, a fejlődő állatok ezért időnként vedlenek, a régi kutikulából kibújnak és újat, nagyobbat hoznak létre a helyette.
Az ízeltlábúak közül érettségire csak a rovarokat kell tudni.
(Minden, az ízeltlábúakra vonatkozó fenti leírás természetesen igaz a rovarokra is.)

A rovarok osztálya

A rovarok döntő többsége szárazföldi állat. A kifejlett rovarnak három testtája van: fej, tor és potroh. A fej és a tor szelvényei összeolvadtak, a potrohon még látható a szelvényezettség. A fejen találhatók az érzékszervek és a szájszervek. A torhoz kapcsolódnak a szárnyak és a járólábak. A potrohon vannak a légzőnyílások, ivarnyílások és a végbélnyílás.

Kültakaró: Lásd az ízeltlábúaknál leírtakat is! A rovarok kültakarója egyrétegű hengerhám. A hengerhámsejtek kutikulát termelnek, amelybe egy nitrogént is tartalmazó szénhidrátszármazék, a kitin épül be. A létrejövő kitines kutikula rugalmas, pórusos szerkezetű, a hámsejtek a számtalan apró nyíláson keresztül kapcsolatban állnak a külvilággal. A környezetből érkező hatásokat a kutikulán áttörő érzőszőrök közvetítik a sejteknek.
A rovarok csak lárvaállapotban növekednek, akkor vedlenek is. A kifejlett rovarok nem növekednek már, ezért a kitinkutikulát soha nem vetik le. A ***vedlés*** során a hámréteg vedlési folyadékot termel a kutikula réteg alá. Ez a folyadék a kutikula anyagait alulról bontja. A régi kutikula anyagainak egy részét a hámsejtek visszaveszik, és felhasználják az új váz felépítéséhez, amely párhuzamosan zajlik a régi lebontásával. Amikor elkészült az új kutikula, a régi kutikula maradványa felreped (általában a háti részen), és az állat kibújik belőle. Az új kutikula ekkor még nem szilárd. Az állat ekkor levegővel telíti légcsőrendszerét, vagy vizet vesz fel hogy megnövelje a testméretét. Ezt követően kialakul, megszilárdul az új, nagyobb méretű kutikula. A vedlés hormonális irányítás alatt áll.
Mozgás: A rovarok testét az ízelt lábak felemelik a talajról. Három pár ízelt láb ered a torból. ((A rákoknak 5 pár lábuk van, a pókoknak 4 pár.)) A láb ízeit vékony, mozgékony kitinhártyák (ízületi redők) kapcsolják egymáshoz. A láb ízeit ellentétes izmok mozgatják, a hajlítóizmok összehúzódásakor a test felé közelít a végtag, a feszítőizmok összehúzódása kiegyenesíti a lábat.
A legtöbb rovarnak két pár szárnya ered a torból. A szárnyak nem valódi végtagok, nincsenek saját izmaik, a tor izmaival mozognak. A legfontosabbak a szárny mozgatásában a tor függőleges repülőizmai, ha ezek összehúzódnak, akkor lesüllyed a tor háti lemeze, és a hozzá rögzülő szárnyakat – mint valami kétkarú emelő – megemeli. Ezt követően a tor függőleges repülőizmai elernyednek, a tor háti lemeze rugalmasságánál fogva megemelkedik, így a szárnyak lefelé mozdulnak.
Légzés: A rovarok légcsőrendszerrel lélegeznek. Ez kültakaró eredetű csakúgy, mint a többi gerinctelen légzőszerve. (A légcsövek a kültakaró betüremkedésével alakultak ki.) A légcsőrendszer nyílásai a potroh két oldalán találhatók, szelvényenként egy pár. A légzőnyílást fésűszerű kitin szűrőkészülék védi. A légzőnyílásoknál eredő csövek a test belseje felé hatolva faágszerűen elágaznak egyre több és vékonyabb csövecskére. A légcsövek behálózzák testet, így a gázcsere közvetlenül a sejtek és a levegő között zajlik. A légcsöveket vékony spirális kitinvastagodás merevíti, hogy ne nyomódjanak össze.
Kilégzés: az állat a potrohát összehúzza, a levegő kipréselődik a légcsövekből.
Belégzés: a potroh izmai elernyednek, rugalmasságánál fogva visszanyeri eredeti térfogatát a potroh, így friss levegő áramlik a légcsövekbe. Ez jól megfigyelhető például a pihenő darazsakon, méheken.
A rovaroknál nem feladata a keringési rendszernek a légzési gázok szállítása, hiszen a légcsőrendszer eljuttatja a sejtekig az oxigént és kifelé a szén-dioxidot.
Táplálkozás: A rovarok táplálékszerzése a szájnyílás körül elhelyezkedő szájszervekkel történik. Az első rovarok szilárd táplálékot fogyasztottak, rágó szájszervük volt. Az evolúció során a rágó szájszerv módosulásával jött létre többi szájszerv. Rágó szájszerve van például a bogaraknak, a szitakötőknek, a sáskáknak és a hernyóknak (lepkék lárváinak). Szúró-szívó szájszervükkel a nőstény szúnyogok vért szívnak, a hím szúnyogok pedig növényi nedveket. A

lepkéknek hosszú, csőszerű pödörnyelve van, amely nyugalmi állapotban föltekeredik. Táplálkozáskor az állat kinyújtja, így a virág mélyéről is képes felszívni a folyékony nektárt. Nyaló szájszervük segítségével a legyek elfolyósodott táplálékot fogyasztanak.
A rovarok többségének nyálmirigye is van, amely a szájüregbe nyílik, és váladéka a táplálék előemésztését végzi. Az előbél a nyelőcsőben folytatódik, ami fokozatosan kiszélesedve begygyé tágul. Ez a táplálék tárolására szolgál. A szilárd táplálékon élő ízeltlábúakban vastag falú, izmos rágógyomor alakult ki, belsejében kemény kitintüskék végzik a táplálék összeőrlését. A középbélben történik a táplálék emésztése és felszívódása. A rovarokban csak a bélcsatorna kitüremkedései végzik az emésztőnedvek termelését. (Nincs nagy emésztőmirigyük a középbélnél.) Az emészthetetlen anyagok az utóbélbe kerülnek, majd a végbélen keresztül kiürülnek.
Anyagszállítás: A rovaroknak nyílt keringési rendszerük van, ami fejletlen, a légzési gázok szállításában nem vesz részt. A szív a potroh háti oldalán végighúzódó cső, kamrákra tagolt, oldalnyílásain jut be a vérnyirok. A szív hátul zárt cső. Először a hátulsó kamrák húzódnak össze, ez előre pumpálja a vérnyirkot a fejartériába. A vérnyirok egyirányú áramlását a kamrák közötti billentyűk biztosítják. Az artériából a sejtek közé jut, és ott lassan áramlik a vérnyirok, amely tápanyagokat szállít (oxigént nem). A szívcsőhöz kívülről tapadó izmok (legyezőizmok) összehúzódása növeli a szív térfogatát, ennek hatására az oldalnyílásokon beszívódik a vérnyirok a szívbe. (ÁBRA)
Szaporodás: A rovarok váltivarúak, azaz hím és nőstény egyedeik vannak. Az ivarszervek a potrohban találhatók. A hím párzószervével juttatja a hímivarsejteket a nőstény szervezetébe, azaz belső megtermékenyítésűek.
A rovarok átalakulással fejlődnek. A rovarok különböző csoportjaiban háromféle fő átalakulási típus fordul elő: kifejlés, átváltozás és teljes átalakulás.
A **kifejlés** azoknál a rovaroknál fordul elő, amelyeknél a lárva és a felnőtt rovar életmódja, élőhelye hasonló. Ekkor csak kisebb különbségek vannak testfelépítésük között. Például a lárvák szárnyai hiányoznak, és az utolsó vedlésnél alakulnak ki. Ez a fejlődés jellemző például a szöcskékre, a tücskökre és a sáskákra.
Az **átváltozás** azokra a rovarokra jellemző, amelyeknél a lárvák életmódja a szülőkétől eltér, s ezért a lárváknak ideiglenes, lárvakori szerveik vannak. A szitakötők lárvája például vízben él, kopoltyúval lélegzik. Nincs azonban bábállapot, vedléssel alakulnak át.
Ha a lárva életmódja és táplálkozásmódja merőben más, mint a szülőké, akkor egyáltalán nem hasonlít rájuk. Ezek a rovarok **teljes átalakulás**sal fejlődnek. A lárvák fejlődésük során növekednek, vedlenek, majd bábbá alakulnak. A báb burkán belül a lárva szervezete átalakul kifejlett rovarrá. Ilyen fejlődési mód jellemző a bogarakra, lepkékre, szúnyogokra, legyekre, hangyákra. A teljes átalakulással fejlődő rovarok lárvaalakjai sokfélék. A legyek lárvája a nyű, a cserebogáé a pajor, a lepkéké pedig a hernyó.
Érzékszervek: (Dúcidegrendszerük dolgozza a fel az érzékszervektől érkező információkat.)
A rovarok idegrendszere és érzékszervei jól fejlettek, ez teszi lehetővé az élénk mozgást is.
Látószervük a fejen levő két összetett szem. Ezekkel színeket és képet látnak. Az összetett szemek több ezer egységből jönnek létre. Egy egység felépítése: Átlátszó kitinlencse, alatta kristálykúp, melynek fehérjéi továbbítják a fényt a fényérzékelő (receptor) sejtekhez. Az összetett szem egységeit pigmentsejtek választják el, így minden egység a látótérnek csak egy kis részét érzékeli. Az összetett szem gyorsabb, mint a mi szemünk, másodpercenként több képet érzékel,

nagyobb a látótere, ugyanakkor kisebb a felbontása mint a mi szemünké, azaz kevésbé részletgazdag a látott kép. (ÁBRA)
Fejükön egy pár **csáp** van, ami a tapintás és a szaglás érzékszerve.
A testszerte megtalálható érzékszőrökkel mechanikai ingereket érzékelnek.
A rovarok egy része hangadással találja meg párját (szöcskék, tücskök), ezek hallószervvel is rendelkeznek, ami a lábon vagy az első potrohszelvényen van.

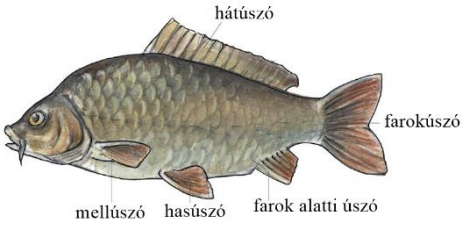
A gerincesek törzse

(A gerincesek törzsén kívüli – korábban ismertetett – állatokat összefoglalóan gerincteleneknek nevezzük.)
A gerincesek törzse onnan kapta nevét, hogy a test tartását és mozgatását belső váz teszi lehetővé, melynek tengelyét a csigolyákból álló gerincoszlop alkotja. Ebbe a törzsbe soroljuk a halakat, a kétéltűeket, a hüllőket, a madarakat és az emlősöket.
A gerinces állatok szervezetében az embrionális fejlődés során kialakul a gerinchúr, majd ez eltűnik. A gerinchúr nagy, folyadékkal telt sejteket tartalmaz, amelyek összességükben rugalmas pálcát hoznak létre.
A gerincesek belső vázát a rugalmas porc- és a sokkal keményebb csontszövet alkotja. A belső váz tengelye a gerincoszlop, amely csigolyákból áll, benne húzódik a gerincvelő, amely a központi idegrendszer része.
A gerincoszlophoz kapcsolódik a törzs váza, a végtagok és koponya. A fej váza, a koponya két részből áll. Elülső része az arckoponya, az agykoponya pedig körülveszi, védi az agyvelőt.
A vázhoz kívülről kapcsolódnak az izmok. A gerincesek vázizmai a gyors összehúzódásra képes harántcsíkolt izmok.
A gerinces állatok testét kívülről bőr borítja. Ennek rétegei: hám, irha bőralja. A bőr felszínét mindig többrétegű hámszövet alkotja. (A gerinctelen állatok testének felszínét egyrétegű hám borítja.)
A gerincesek tápcsatornája elő-, közép- és utóbélre tagolódik. Az előbél feladata a táplálék aprítása, puhítása. Az előbél utolsó szakasza, a gyomor ideiglenesen tárolja, és a középbélbe adagolja a táplálékot. A középbélben a tápanyagok emésztése és felszívása zajlik. Ide ömlik két nagy emésztőmirigy váladéka, a máj epét, a hasnyálmirigy pedig hasnyálat termel. Mindkét emésztőnedv a szerves tápanyagok emésztésében játszik szerepet. Az utóbél feladata a víz és ásványi sók felszívása, illetve az emészthetetlen salakanyagok kiürítése a végbélnyíláson keresztül.
A gerincesek légzőszerve kopoltyú vagy tüdő. Mindkét típusú légzőszerv az előbélből alakul ki az állat egyedfejlődése során. (A gerinctelenek légzőszervei kültakaró eredetűek.)
Valamennyi gerinces állatnak zárt keringésirend szere van, amelyben vér áramlik. A vér sajátos kötőszövet, amelynek folyékony sejtközötti állománya a vérplazma. A vérben többféle sejt található. A vörösvérsejtek szállítják a légzési gázokat, hemoglobint tartalmaznak, ez adja a vér piros színét, az oxigént szállítja. A fehérvérsejtek a kórokozóktól, az idegen anyagoktól védik a szervezetet. A vérlemezkék a véralvadásban játszanak szerepet a sérüléseknél.

A külvilágból érkező ingerek felfogását az érzékszervek végzik. Minden gerinces állatnak úgynevezett hólyagszeme van. A bőr tapintást, nyomást, fájdalmat, hőmérséklet-változást érzékel. A gerinceseknek úgynevezett csőidegrendszerük van (az embrió velőcsövéből alakul ki). Ezzel majd az emberi test felépítésénél foglalkozunk részletesebben.
A gerincesek kivétel nélkül váltivarú állatok. A páros here termeli a hímivarsejteket, a spermiumokat. Ezeket az ondóvezeték továbbítja. A női ivarsejtek termelésének helye a páros petefészek. A petesejtek továbbítására a petevezeték szolgál.

(A halak csoportjába több osztály tartozik. A porcos halak - cápák, ráják - után alakultak ki a csontos halak. Csak a csontos halakat kell tudni érettségire.)

A csontos halak osztálya
Kültakaró: A halak bőrének legkülső rétege többrétegű el nem szarusodó laphám. A bőr mirigyeinek nyálkás váladéka síkossá teszi a külső felszínt, csökkenti a súrlódást és véd a kórokozóktól is.
Az irharéteg kötőszövetből áll. Az irha sejtjei termelik a pikkelyeket, amelyek csontos lemezek, védik az állat testét. (A pikkelyek fölött található hámréteg.)
Mozgás és vázrendszer: Testük áramvonalas, ami megkönnyíti a mozgást a nagy közegellenállású vízben. Fejük nem mozgatható, szilárdan rögzül a gerincoszlophoz. A gerincoszlophoz kapcsolódnak alul kétoldalt a bordák, azonban nincs szegycsontjuk, így nincs zárt mellkasuk sem.
Páratlan úszóik (mindegyikből csak egy van): a hátúszó, a farokúszó és a farok alatti úszó. A farokúszó a legerőteljesebb, főként ennek csapkodásával haladnak előre.
Páros úszóik (ezekből kettő van típusonként): a mellúszó és a hasúszó. A páros úszókkal irányítják, egyensúlyban tartják testüket.

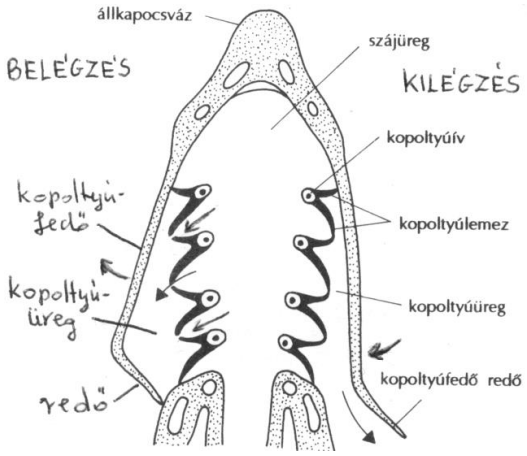


A csontos halaknak van úszóhólyagjuk, ami a lebegést szolgálja. A hólyag gáztartalmának változtatásával az állatok képesek változtatni a testük fajsúlyát. A gázokat a vérből választja ki, ill. a vérbe oldja be. Ha növeli a gáztartalmat, akkor nő a térfogat, emelkedik a hal.
Légzés: A halak kopoltyúval lélegeznek. A négy pár nagyjából függőleges csontos kopoltyúívhez kapcsolódnak a vízszintes kopoltyúlemezek, amelyek a kopoltyúüregben vannak. A kopoltyúlemezekre merőlegesen vannak a kopoltyúlemezkék, melyeket légzőhám borít, itt diffúzióval zajlik a külső gázcsere a víz és a vér között. A vér lead szén-dioxidot és felvesz oxigént a vízből. A gázcsere hatékonyságát jelentősen növeli, hogy a víz és vér egymással szemben áramlik (ellenáramlás elve).

A csontos halak **légzőmozgásai**

Belégzéskor az állat kinyitja a száját, a kopoltyúfedőt (ami egy csontos lemez) zárt redő mellett eltávolítja a test középvonalától, így a víz a szájüregből a megnövekedett térfogatú kopoltyúüregbe áramlik. Eközben megvalósul a gázcsere.

Kilégzéskor a hal becsukja a száját, a kopoltyúfedőt közelíti a test középvonalához, és a kopoltyú mögötti rugalmas redő mellett hátrafelé kiáramlik az oxigénben szegény víz.



(Az ábra vízszintes metszetben mutatja a hal fejét, a két oldal eltérő időpontot mutat.)

A kopoltyú oxigénfelvételét bőrlégzés is kiegészíti, a vékony nem szarus hámon keresztül vesznek fel oxigént a vízből ((a felvett oxigén kb. 20 százalékához ilyen módon jutnak)).

Táplálkozás: A halak emésztőkészülékére jellemző mindaz, amit a gerincesek általános jellemzésénél már olvastál. A ragadozó halak szájüregében fogak találhatók, amelyek a táplálék megragadására szolgáló, az állkapocs felszínére nőtt hegyes képződmények. Ezek az úgynevezett ránőtt fogak. A növényevő és a mindenevő halak szájüregében nincsenek fogak. Nyálmirigyeik nincsenek a vízi életmód miatt. Gyomor is csak a ragadozó halak bélcsatornájában különböztethető meg. Az utóbélre jellemző, hogy csaknem minden hal bélcsatornája kloákában végződik.

A kloáka olyan utóbél, amelybe a kiválasztó- és az ivarszervek kivezetőcsövei is beletorkollnak.

Keringés: Szívüknek két része van, a pitvar és a kamra. Egy vérkörük van, az érrendszerben a vér egyetlen folyamatos körben áramlik. A vénák (gyűjtőerek) a test szövetei felől szén-dioxidban dús vért szállítanak a pitvarba. A pitvar falának összehúzódásakor a vér a kamrába kerül. A kamra vastag, erős izomzata préseli a vért az egész érrendszeren keresztül. A kamrát elhagyó vér a kopoltyúk hajszálerein áramlik át. Itt megtörténik a gázcsere, vagyis a vér leadja a szén-dioxidot, és oxigént vesz föl. Így tehát a kopoltyúkból kilépő verőerek oxigéndús vért szállítanak a test többi részébe. A test hajszálerei oxigént adnak le és szén-dioxidot vesznek fel. A testből a vénákon keresztül áramlik vissza a vér a pitvar felé.

A halak szívén tehát oxigénben szegény, szén-dioxidban gazdag vér áramlik át.

A vér útja: pitvar – kamra – kopoltyúk – test – pitvar. (ÁBRA)

Szaporodás: A halak szaporodására általában a külső megtermékenyítés jellemző, vagyis az ivarsejtek az állat testén kívül, a vízben egyesülnek. A nőstény állat a petéit, – az ikrákat – az aljzatra rakja, a hím ezekre bocsátja spermiumait (ívás). Általában közvetlen fejlődésűek, azaz átalakulás nélkül fejlődik az utód.

Érzékelés:

Jellemző érzékszervük az oldalvonal (*oldalvonalszerv)*, amellyel a víz áramlását, rezgéseit fogják föl. Ennek apró nyílásai a test két oldalán a középvonalban láthatók.

A kétéltűek osztálya

A gerincesek törzsében a szárazföldi életmódra való áttérést a kétéltűek valósították meg. A kétéltűek a bojtosúszós halak ősi képviselőiből elsőként kialakult szárazföldi gerincesek. A kétéltűek elnevezése onnan származik, hogy szaporodásuk még vízhez kötött, de a kifejlett állatok már képesek a szárazföldön élni.

A kétéltűek két rendjét illik ismerni. Farkos kétélűek rendje (gőték, szalamandrák): egész életükben megvan a farkuk. Békák rendje: ebihalnak nevezik a lárvájukat, a kifejlett békáknak már nincs farkuk.

A kétéltűek átalakulással fejlődnek. A *lárvája* farokúszója segítségével úszik, (ekkor még nincsenek lábai), kopoltyúval lélegzik. Majd átalakulással létrejön a *kifejlett egyed*, amelynek négy lába és tüdeje is van.

Kültakaró: A gerincesek bőrének külső rétege többrétegű laphám, a kétéltűeknél ennek felszíne gyengén elszarusodó. A szaru vízben nem oldódó fehérje, ami véd a kiszáradás ellen. A kétéltűek bőre mirigyekben gazdag, a termelt nyálkaréteg nedvesen tartja az állat bőrét, ez szükséges a bőrlégzéshez is, hogy könnyen átjuthasson az oxigén. A fajok egy részénél méregmirigyek is vannak a bőrben.

A kétéltűek légzésében fontos szerepe van a bőrnek is, amelynek gazdag az érhálózata.

Mozgás és vázrendszer: A kifejlett kétéltűeknek két pár lábuk van, ez alkalmas a szárazföldön való mozgásra. Végtagjaik szerkezetére az úgynevezett ötujjú végtagtípus jellemző. Mivel a magasabb rendű gerincesek az ősi kétéltűekből fejlődtek ki, az ötujjúság a többi szárazföldi gerinces állatra is jellemző.

A kétéltűek többsége a békák közé tartozik, hátsó végtagjuk izmos ugróláb.

A kétéltűek bordái csökevényesek, nem kapcsolódnak a szegycsonthoz, ezért ezeknek az állatoknak nincs zárt mellkasuk.

Légzés: A lárvák kopoltyúval, a kifejlett kétéltűek a levegőből tüdővel lélegeznek. A tüdő páros, sima vagy redős falú zsák. A redők a gázcserére szolgáló felületet, vagyis a légzőfelszínt növelik. Nagyobb felületen a gázcsere gyorsabb és hatékonyabb. A légzőfelszínt dús érhálózat szövi át, ez is fokozza a gázcserét. A kétéltűek a szájüregből préselik be a tüdőbe a levegőt (nyelik a levegőt), mivel nincs zárt mellkasuk. A tüdő légzőfelszíne azonban nem elég nagy a szervezet számára szükséges gázcsere lebonyolításához. A kétéltűek légzésében ezért fontos szerepe van a bőrlégzésnek, (akár az oxigén 60 százalékát ez adhatja). A bőrlégzés feltétele, hogy a kültakaró nedves, nyálkás legyen, hiszen csak így juthatnak át rajta a légzési gázok.

Táplálkozás: A kétéltűek ragadozók. Ránőtt, azaz gyökértelen fogaik vannak, amelyek csak az áldozat megragadását teszik lehetővé, a rágást nem. Izmos, mozgékony nyelvük a táplálékszerzés fontos eszköze. A békák nyelve elöl lenőtt, kicsapható, így kapják el akár a repülő rovarokat is. Ragadós nyállal borított nyelvüket gyorsan kilökve majd visszarántva kapják el zsákmányukat. A kétéltűeknek kloákájuk van.

Keringés: A kétéltűek szíve háromüregű, két pitvarból és egy kamrából áll. A test felől érkező vér a szív jobb pitvarába jut, a tüdőből érkező oxigéndús vér pedig bal pitvarba. (Ez a magasabb rendű állatoknál és az embernél is így van.) A testből a jobb pitvarba érkező vérbe a sejtek nagy része szén-dioxidot juttat, azonban a kétéltűeknél a bőrlégzéssel oxigén is kerül ebbe a vérbe, tehát szén-dioxidban dús, de azért valamennyire kevert vér kerül a jobb pitvarba. Majd a két pitvar egyidejű összehúzódásával jut a vér a kamrába. A kamrában a kétféle vér kissé keveredik. Az izmos kamrából a vér egy része a tüdő felé vezető artériákba áramlik, a másik része pedig a

test többi része felé vezető artériákba kerül. A kamrában zsebecskék vannak, amelyek megakadályozzák a vér teljes keveredését. A tüdő felé széndioxidban gazdagabb, a test felé oxigénben dúsabb vér áramlik.
A kétéltűeknek két vérkörük van. A nagy vérkör a test oxigénellátását szolgálja. A kis vérkör a tüdő szén-dioxid leadását és oxigén felvételét biztosítja.
A vér továbbítását a vérkörökben a lenti két sorban láthatod röviden.
Kis vérkör: Kamra → tüdő → bal pitvar
Nagy vérkör: Kamra → test → jobb pitvar
Szaporodás: A kétéltűek váltivarúak. Szaporodásuk a vízhez köti őket Többségük külső megtermékenyítésű, a nőstények a vízbe juttatják a kocsonyás fehérjeburokkal körülvett petéket, a hímek erre bocsátják hímivarsejtjeiket. A petéből kikelő lárvák később alakulnak át. A kifejlett egyedek tüdővel rendelkeznek, élhetnek szárazföldön (varangyok), de a fajok egy része kifejletten is főként a vízben tartózkodik (pl. kecskebéka).
Érzékelés: A halakkal ellentétben már kialakultak a szemet a kiszáradástól megvédő szemhéjak és könnymirigyek. Nincs fülkagylójuk és külső hallójáratuk (hiányzik a külső fülük), ezért kívülről jól látható a dobhártyájuk.

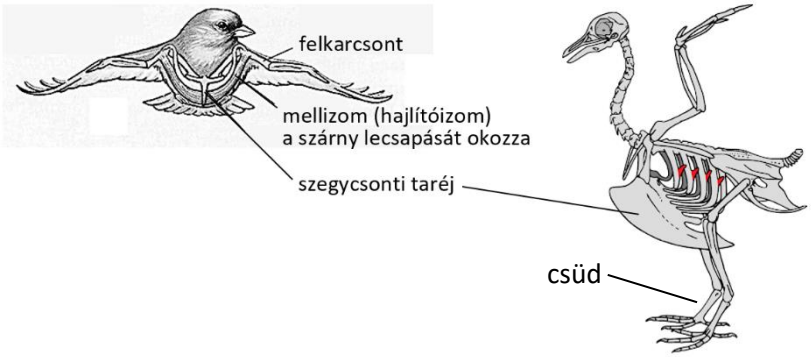
A hüllők osztálya
A hüllők ősi kétéltűekből fejlődtek ki. A legősibb valóban szárazföldi gerincesek, ugyanis nincs szükségük vízre sem a szaporodáshoz, sem az egyedfejlődés kezdeti szakaszához. A hüllők közé tartoznak a gyíkok, a kígyók, a teknősök és a krokodilok.
Változó testhőmérsékletűek, csakúgy, mint a madarak és emlősök kivételével minden állat.
Kültakaró: A hüllők bőre a kiszáradás, a párologtatás megakadályozása érdekében igen erősen elszarusodik. A vastag, száraz szaruréteg gátolja a bőrlégzést. A hám külső feszínén az elhalt sejtekből álló vastag szaruréteg szarupikkelyeket vagy szarupajzsokat hoz létre, amelyek az egész testet beborítják, jelentős mechanikai védelmet is biztosítva.
Mozgás és vázrendszer: Zárt mellkasuk van, mivel a bordákat a szegycsont kapcsolja össze (kígyók kivételével). Tolólábaik vannak, amelyekkel másznak. A kígyók lábatlanok. A gerincoszlop kígyózó mozgása segíti előrehaladásukat. Sőt a kígyóknál pusztán a gerincoszlophoz kapcsolódó törzsizomzat is elegendő a kígyózó mozgás létrehozásához.
Légzés: Tüdejük belseje erősen tagolt, nagy a légzőfelszíne. A tüdő nagy belső felületén hatékonyan játszódhat le a gázcsere a vér és a levegő között. A hüllők tüdejében jelentősen megnőtt a légzőfelület a kétéltűekéhez képest. Erre szükségük is van, mert bőrük erősen elszarusodott, és ezért már nem alkalmas bőrlégzésre. A kígyóknál csak a jobb tüdőfél fejlődik ki (kevés a hely a hosszú testben).
Táplálkozás: A hüllők többsége ragadozó, a gyíkok és a teknősök között vannak növényevők is. A zsákmány megragadását a gyökér nélküli, azaz ránőtt fogak segítik. A krokodiloknak az állkapocsba ágyazódó gyökeres fogaik vannak. A kígyók állkapcsa lazán rögzül, szájuk így nagyra nyitható, nagytermetű zsákmányállatot is képesek egészben lenyelni.
A hüllők tápcsatornájának vége kloáka.
Keringés: Szívük két pitvarból és két kamrából áll, de a kamrák közötti válaszfal még nem teljes, ezért a tüdőből a bal pitvarba érkező oxigéndús vér a kamrában egy kissé keveredik a testből a jobb pitvarba érkező szén-dioxidban dús vérrel. A krokodilok szívkamrái között már teljes a válaszfal. Két vérkörük van.

Szaporodás: Váltivarúak. Többnyire szárazföldiek, ezért belső megtermékenyítésűek, hiszen a szabadban kiszáradnának az ivarsejtjeik. Legtöbbjük tojásrakó, tojásaikat a Nap melege költi ki. Többségük lágy héjú tojást rak, a krokodiloknak kemény, meszes héjú tojásaik vannak. Egyes eleventojó fajoknál a tojás nemcsak tárolódik a petevezetékben, hanem ott is kel ki, és az utód az elevenen jön a világra (pl. viperák).
A hüllők, madarak és emlősök utódai a magzatburkon belül fejlődnek, magzatvíz által körülvéve.
Átalakulás nélkül fejlődnek.
Érzékelés: A kígyók nyelvük öltögetésével felvett szaganyagokat a szájban levő kémiai érzékszervhez juttatják.

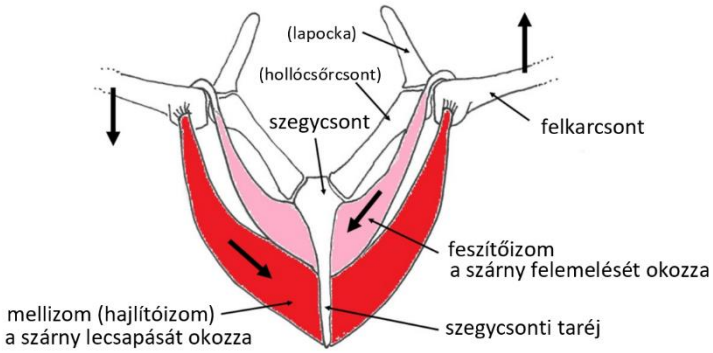
A madarak osztálya
A madarak ősi hüllőkből alakultak ki. Testfelépítésüket elsősorban a repüléshez történt alkalmazkodás szabja meg.
A madarak állandó testhőmérsékletű állatok (az emlősökkel együtt). Ennek feltétele a fejlett szabályozás mellett a hőszigetelő tollazat is. Az állandó testhőmérséklet lehetővé teszi a madarak széles körű előfordulását mindenféle éghajlatú területen.
Kültakaró: A bőr legkülső rétege többrétegű elszarusodó laphám. A lábak felszínét szarupikkelyek borítják (ez a hüllőkkel való rokonságot mutatja). Testüket tollak fedik, amelyek a bőrből eredő szaruképződmények (a hüllők pikkelyeiből alakultak ki). A tollazat kiváló hőszigetelő (a tollak közé szorult levegővel), a kiszáradástól is védi a madarak testét, a szárny és a farok nagy tollai nélkülözhetetlenek a repüléshez. Tolltípusok:

- Evezőtoll a szárnyvégeken, a repülést szolgálja
- Kormánytoll a farkon, irányításhoz
- Fedőtoll, hőszigetel, véd az eső ellen
- Pehelytoll, a fedőtollak alatti laza toll, remek hőszigetelő

A madarak bőrében nincsenek mirigyek, csak a faroktájékon található a farkcsíkmirigy (a faroktollak eredésénél, felül). Ennek zsíros váladékát a csőrükkel szétkenik a tollazatukon, amely így vízhatlanná, válik.
Mozgás és vázrendszer: A mellső végtag szárnnyá alakult. A szárnyon nincsenek ujjak, a kéztő és kézközépcsontok összenőttek. A madarak többsége repül, kivéve a futómadarakat, pingvineket.
Zárt mellkasuk van, a gerincoszloptól induló bordák a mellcsonthoz (szegycsont) kapcsolódnak. Két lábon járnak, lábaik felemelik a testet. A lábtő- és lábközépcsontok összenövéséből alakult ki a csüd. A madarak csontozata igen könnyű, szivacsos szerkezetű.



A madarak szárnyát hatalmas méretű mellizmok mozgatják, amelyek a szegycsont taraján tapadnak meg. A tarajtól indulva az egyik izom a felkarcsont alsó felületéhez tapad, ez a szárny lecsapását okozza. A másik izom a tarajtól a vállízületet megkerülve a felkarcsont felső felületéhez tapad, ez a szárny felemelését végző izom. A madarak szegycsonti taréja a mellizmok (repülőizmok) tapadására szolgál.



Légzés: A repülés fokozott izommunkája sok energiát igényel. A hatékony légzés a madarak számára létfontosságú, hiszen így juthatnak elegendő oxigénhez, és ezzel energiához. A gerincesek közül a madarak légzése a legfejlettebb. Tüdejükhöz öt pár légzsák is csatlakozik, amelyek csak tárolják a levegőt, a gázcserében nem vesznek részt. Kettős légzést folytatnak: tüdejükben mind a belégzéskor, mind a kilégzéskor történik gázcsere. Hogyan lehetséges ez? Belégzéskor a légcsövön és a két főhörgőn keresztül két helyre is jut levegő.

- A levegő egyik része a tüdőbe kerül. Itt a vékony léghajszálcsövekbe áramlik a levegő. A léghajszálcsövek falán keresztül történik a gázcsere. A léghajszálcsövek vékony csövek, amelyekben levegő áramlik, vékony hám határolja ezeket, és gazdag hajszálérhálózat veszi körül. A hajszálerek szén-dioxidot adnak le és oxigént vesznek fel.
- Belégzéskor a levegő másik része a légzsákokba kerül, és ott tárolódik (nem történik gázcsere a légzsákokban).

Kilégzéskor a léghajszálcsövekből távozik az elhasznált levegő. Ugyanakkor a légzsákokból oxigénben gazdag levegő érkezik a léghajszálcsövekbe, és ismét történik gázcsere, a hajszálerek kilégzéskor is vesznek fel oxigént.

Táplálkozás: Szájnyílásukat *csőr* határolja. A csőr anyaga könnyű szaru. Foguk nincs, ugyanis a madarak kialakulásakor a súlyos fogazat eltűnt. A szájüregből a táplálék a nyelőcsövön át a raktározó *begy*be jut, (a begy a nyelőcső tágulata). majd a gyomorba. A gyomor kétüregű, a táplálék a begyből először a *mirigyes gyomor*ba kerül, ahol elkezdődik az emésztés. A gyomortartalom ezután a *zúzógyomor*ba jut. Ennek falában erős izomzat található, amely összemorzsolja a már felpuhult táplálékot. A középbélben lezajlik az emésztés és a felszívódás. Az utóbél végső szakasza kloáka.

A csőr és a láb alakja a táplálékszerzési módnak megfelelően változatos.

Keringés: A fejlett légzés fejlett vérkeringéssel párosul. A szívben a két kamra között teljes a válaszfal. Ezért kis és nagy vérkörük tökéletesen elkülönül egymástól, a vér nem keveredik. Az intenzív izomműködés biztosításában és az állandó testhőmérséklet fenntartásában a fejlett keringésnek is fontos szerepe van, hiszen a vér szállítja az oxigént, amely a szövetekben az energia felszabadításához és a hőtermeléshez szükséges.

Kis vérkör: Jobb kamra → tüdő → bal pitvar. A tüdő hajszálerei szén-dioxidot adnak le és oxigént vesznek fel.

Nagy vérkör: Bal kamra → test → jobb pitvar. A test hajszálerei oxigént adnak le és szén-dioxidot vesznek fel. (ÁBRA)

(A madarak és az emlősök keringése alapvonásaiban megegyeznek, ezért a fent írtak az emlősökre is igazak.)
Szaporodás: Belső megtermékenyítésűek, a legtöbb faj a kloákák összeérintésével párzik. (Csak néhány fajnál van a hímeknek péniszük.) A megtermékenyítés előtt a tojássárgája egyetlen nagy sejt, majd a megtermékenyítés után a petevezetőben erre még külső fehérjeréteg rakódik, héjhártya, végül meszes héj képződik.
Minden madár meszes héjú tojásokkal szaporodik, amelyeket teste melegével költ ki. Általánosan jellemző rájuk a fejlett ivadékgondozás, amely az utódok biztonságosabb felnevelését teszi lehetővé. Ezért a madarak a hüllőkhöz képest sokkal kevesebb tojást raknak. A fészeklakó madarak csekély tollazattal, önálló táplálkozásra képtelenül kelnek ki a tojásból. Az ilyen fiókák még elég sokáig a fészekben maradnak. A fészekhagyó madarak fiókái a tojásból kikelve szinte azonnal képesek követni anyjukat, önállóan táplálkoznak. A fészeklakó-fészekhagyó sajátság elsősorban azzal függ össze, hogy kikeléskor az utódok helyzete mennyire védett. A magas fák lombkoronájában rejtve fészkelő madárfajok fiókái jellemzően fészeklakók, míg a talajon fészkelők utódai általában fészekhagyók. A fészeklakó madarak általában kevesebb tojást raknak.
Érzékszervek: A legtöbb madár látása rendkívül jó, így viszonylag távolról is észrevehetik a táplálékot.
A szemek többnyire a fej két oldalán találhatók, aminek köszönhetően a látótér 300 foknál is nagyobb lehet, ugyanakkor kisebb a két szem látóterének átfedése, ezért a térlátásuk csekélyebb mértékű.
A baglyok szeme a fej elülső részén található, látóterük kisebb, de a két szem látótere nagyrészt átfedi egymást, így jobb térlátással rendelkeznek, tehát pontosabban meg tudják becsülni zsákmányuk távolságát.
Szaglásuk gyenge.

Az emlősök osztálya
Ősi hüllőkből fejlődtek ki. Állandó testhőmérsékletűek. Átalakulás nélkül fejlődnek.
Kültakaró: Az emlősök bőrének külső felszíne többrétegű, elszarusodó laphám. Folyamatosan újul, mert a legfelső réteg elszarusodott sejtjei folyamatosan lekopnak a bőr felszínéről, az alsó rétegben pedig újabb hámsejtek keletkeznek.
Bőrük rendszerint sok mirigyet tartalmaz: faggyú-, verejték- és tejmirigyeik vannak. A faggyúmirigyek zsíros váladéka vízhatlanná teszi a bőrt. A verejtékmirigyek szerepet játszanak a hőszabályozásban, mert az elpárolgó izzadság hűti a testet. Az osztály elnevezése onnan származik, hogy a tejmirigyek váladékával, emlőikből táplálják utódaikat a nőstények.
A szőrzet kizárólag az emlősökre jellemző szaruképződmény. A szőrszálak között megrekedő levegőréteg kiváló hőszigetelő.
Mozgás és vázrendszer: Zárt mellkasuk van, lábaik felemelik a testet. A legtöbb emlős szárazföldön él, de megtalálhatók közöttük az állandóan vízben élők (delfinek, bálnák), vagy a repülő denevérek is. Négy végtagjuk van, amelyek felépítése az életmódnak megfelelően változatos.
Légzés: Tüdővel lélegeznek. A légutak utolsó elágazódásai, a hörgőcskék apró léghólyagocskákhoz vezetnek. A léghólyagocskák felszínén játszódik le a külső gázcsere a tüdő légtere és a vér között. A légvételt a rekeszizom és a bordaközi izmok összehúzódása teszi lehetővé.

Táplálkozás: Szájüregükben gyökeres fogak vannak. A fogak feladata a táplálék megragadása, feldarabolása. A fogsorban való elhelyezkedésük szerint a fogak különböző funkciójúak, alakjuk eltérő. Elöl a lapos, éles metszőfogakat találjuk. A metszőfogak mellett egy-egy szemfog helyezkedik el. A ragadozókban ezek különösen jól fejlettek, mivel különösen alkalmasak a zsákmány megragadására. A szemfogak mögött a fogsort az őrlőfogak (más néven zápfogak) zárják. Az őrlőfogak rágófelülete a táplálkozási módnak megfelelően alakult.
A ragadozóknak tarajos zápfogai vannak, a növényevők őrlőfogai redősek, a mindenevők őrlőfogai gumósak. Egyes csoportokban bizonyos fogtípusok hiányoznak, például a növényevők egy részének nincsenek szemfogaik.
A kérődzőknek négyüregű gyomra van, ennek első, legtágasabb része a bendő, benne sok baktérium bontja a növényi sejtfalban levő cellulózt, aminek emésztésére az állatok nem képesek. A félig megemésztett táplálékot visszaöklendezik és megrágják (kérődzés).
Az együregű gyomrú növényevő állatokban - pl. ló - ez a folyamat az utóbélben megy végbe.
A növényevők bélcsöve jóval hosszabb, mint a húsevőké, mivel a növényi táplálék nehezebben emészthető. Az emlősök többségének végbélnyílása külön van a húgycső és ivarutak nyílásától. Csak a tojásrakó emlősöknek van kloákája (kacsacsőrű emlős).
Keringés: A madarak és az emlősök keringése alapvonásaiban megegyezik. Lásd a madaraknál leírtakat.
Szaporodás: Az emlősök belső megtermékenyítésűek. A szaporodás és az egyedfejlődés alapján három csoportba tartoznak.
A legkezdetlegesebb emlősök a ***tojásrakók***. Legtöbb tulajdonságukban a többi emlőshöz hasonlítanak, de néhány sajátságuk még a hüllőkre emlékeztet. Utóbelük kloákát alkot. Nem elevenszülők, hanem lágy héjú tojásokat raknak. Valódi emlőik nincsenek, csak annak kezdeményei. Ausztráliában és a környező szigetvilágban honos néhány fajuk, legismertebb a kacsacsőrű emlős.
Az ***erszényes emlősök*** elevenszülők. Kicsinyeik rövid vemhesség után, nagyon fejletlenül jönnek a világra. A nőstények hasa alján levő erszényben fejlődnek születés után az utódok, közben az emlőből táplálkoznak. Főként Ausztráliában élnek. Legismertebbek a kenguruk. Kevés fajuk Dél-Amerikában is megtalálható.
A legfejlettebb emlősök a ***méhlepényesek.*** A napjainkban élő emlősök legtöbb faja ide tartozik. Megtermékenyített petesejtjük a petevezetéken keresztül az anyaméhbe jut. Itt a magzat burka a méh falával közösen új szervet hoz létre, a méhlepényt. A méhlepény az anyai vérből tápanyagokat és oxigént juttat az embrió számára. Az anya és a magzat vére nem keveredik. Az utód az anyaméhben jó feltételek között, védetten fejlődhet. Megfelelő fejlettséget elérve megszületik, és az emlőből táplálkozik tovább.
Érzékelés: Érzékszerveik fejlettek. Erről részletesen – hasonlóan a többi életműködéshez – majd az embertannál lesz szó.

A legfontosabb „evolúciós újítások" az állatoknál

– Szivacsok: álszövetes testszerveződés
– Fonálférgek: végbélnyílással rendelkező tápcsatorna
– Laposférgek: kétoldali szimmetria megjelenése
– Puhatestűeknél a szilárd meszes héj (lehetővé tette a robbanásszerű elterjedésüket)
– Gyűrűsférgek: szelvényezettség, zárt keringési rendszer
– Ízeltlábúak: kitin kutikula
– Rovarok: szárny
– Gerincesek: többrétegű hám, csontszövet, szilárd belső váz, koponya, állkapocs, zárt keringési rendszer (függetlenül alakult ki a gyűrűsférgekétől)
– Kétéltűek: elszarusodó hám (kiszáradás ellen), tüdő, két vérkör
– Hüllők: vastag szaruréteg
– Madarak: a pikkelyekből kialakuló tollak és a szárnyak, állandó testhőmérséklet
– Emlősök: szőr, emlő, méhlepény, állandó testhőmérséklet

Az állatok szaporodása

Ivartalan szaporodás:

- Az utód egyetlen egyedtől származik.
- Nincs megtermékenyítés.
- Nem keletkeznek ivarsejtek (kivéve a szűznemzést, ahol megtermékenyítetlen petesejtből fejlődnek az utódok pl. egyes rovaroknál),

Előnye,

- hogy ilyen módon a „szülő" nagyszámú utód létrehozására képes,
- hogy az élőlények e módszerrel gyorsan és hatékonyan képesek a rendelkezésükreálló életteret elfoglalni, hasznosítani.

Hátránya,

- hogy nem történik genetikai kombinálódás, az utódok genetikailag hasonlítanak a szülőre és egymásra is, s emiatt egyformán reagálnak a változó környezeti feltételekre, és amennyiben a körülmények rosszabbra fordulnak, esetleg valamennyien elpusztulnak.

Ivaros szaporodás:

- Az utód létrehozásához két egyed szükséges.
- A szülők ivarsejteket hoznak létre – a nagyobb, mozdulatlan a ***petesejt***, a kisebb, mozgékony a ***hímivarsejt*** –, melyek egyesülését *megtermékenyítésnek* nevezzük.
- A megtermékenyített petesejt a ***zigóta***, melynek sokszoros osztódása hozza létre az utódot.
- Az ivarsejtek néhány kivételtől eltekintve az ivarszervekben (here, petefészek) termelődnek.
- Az ivaros szaporodás előnye az ivartalannal szemben: növeli a genetikai sokféleséget, diverzitást (gének, allélek sokféleségét a populációban), ami az evolúció motorja.

Váltivarúság: a hímivarszerv és a női ivarszerv külön egyedben fordul elő (a legtöbb állat ilyen).
Hímnősség: a kétféle ivarszerv egy egyedben megtalálható (éti csiga, földigiliszta).

Ivari kétalakúság (szexuális dimorfizmus): a hím és a nőivarú egyedek jól láthatóan különbözőek.

Regeneráció

A sérült, elpusztult szövetek, szervek pótlása, újraképzése.

Szivacsok és örvényférgek képesek egész szervezetet regenerálni kis darabjaikból, egyes kétéltűek és hüllők új végtagot vagy farkat képesek növeszteni.

Az emlősökben a regeneráció már erősen korlátozott, mivel csak azok a szövetek és szervek mutatnak valamelyes regenerációs képességet, amelyekben vannak osztódni képes sejtek, illetve őssejtek. Ilyen pl.

- a sebgyógyulás a kültakaró sérülésekor,
- a csonttörést követően a csont összeforradása,
- a tápcsatorna nyálkahártyája hámsejtjeinek megújulása,
- a nőstények méhnyálkahártyájának újraképződése menstruációs után.

Embrionális fejlődés: A megtermékenyítéstől a petéből/tojásból való kibújásig, illetve a születésig tart.
Posztembrionális fejlődés: Az embrionális szakasz végétől a halálig tart.
Két formáját különböztetjük meg.

- Közvetett (átalakulással történő) fejlődés, mikor a petéből *lárva* jön létre, ami jelentősen különbözik a kifejlett egyedtől. A lárvából átalakulással alakul ki a kifejlett egyed. A gerinctelenek többségére ez jellemző, a gerincesek közül a kétéltűek fejlődnek átalakulással.
- Közvetlen fejlődés, mikor az új egyed hasonlít a kifejlett egyedre. A gerincesek többségére ez jellemző.

Az állatokban a megtermékenyítés lehet:

- ***Külső megtermékenyítés***, amikor a folyamat a nőstény szervezetén kívül, általában a vízben következik be. Ekkor sok ivarsejt és utód jön létre, melyek közül csak igen kevesen maradnak életben, mivel a szülők általában nem védik, ill. táplálják utódaikat (nincs ivadékgondozás).
- ***Belső megtermékenyítés***, melynek során az ivarsejtek a nőstény ivarutaiban egyesülnek. Itt kevés utód keletkezik, melynek fejlődéséről, táplálásáról az anyaállat gyakran gondoskodik. A belső megtermékenyítés a szárazföldi életmóddal függ össze, hiszen a száraz közegben kiszáradnának az ivarsejtek, nem tudnának mozogni a spermiumok az állat testén kívül.

  A belső megtermékenyítés sok olyan víziállatnál is megtalálható, amelyek ősi szárazföldön éltek (pl. vízben élő hüllők és delfinek, bálnák).

Ivadékgondozás és utódszám: Az ivadékgondozás (védelem, táplálás, esetleg tanítás) megnöveli a túlélés esélyét. Ez a tulajdonság nagy szelekciós előny, így a törzsfejlődés során egyre fejlettebb ivadékgondozási magatartásformák alakultak ki. Az ivadékgondozó állatoknak általában kevés utódjuk van, hiszen a szülői gondoskodásnak köszönhetően nagymértékben javultak az életbenmaradási esélyeik.

Az ivadékgondozás alacsonyabb rendű állatcsoportoknál is előfordul, azonban általánosan jellemző az emlősökre és a madarakra.