

BIOLÓGIA

**TANKÖNYV AZ ÁLTALÁNOS OKTATÁSI RENDSZERŰ
TANINTÉZETEK 6. OSZTÁLYA SZÁMÁRA**



Ajánlotta Ukrajna Oktatási és Tudományos Minisztériuma

ЛЬВІВ
Видавництво „Світ”
2014

УДК 57(0.75.3)
ББК 28я721
К72

Перекладено за виданням:

Костіков І. Ю. Біологія : підруч. для 6 кл. загальноосвіт. навч. закл. /
І. Ю. Костіков, та ін. – К. : Видавничий дім „Освіта”, 2014

Авторський колектив:

І. Ю. Костіков, С. О. Волгін, В. В. Додь, А. В. Сиволоб, І. В. Довгаль, О. В. Жолос,
Н. В. Скрипник, Г. В. Ягенська, Г. М. Толстанова, О. Є. Ходосовцев

Рекомендовано Міністерство освіти і науки України

(наказ Міністерства освіти і науки України від 07.02.2014 р. № 123)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Наукову експертизу здійснював Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного
НАН України

Рецензент – *С. Л. Мосякін*, директор Інституту ботаніки ім. М. Г. Холодного,
член-кореспондент НАН України, доктор біологічних наук, професор

Психолого-педагогічну експертизу здійснював Інститут педагогіки
Національної академії педагогічних наук України

Рецензент – *Т. В. Коршевнюк*, старший науковий співробітник
Інституту педагогіки НАПН України, кандидат педагогічних наук.

Відповідальні за випуск:

С. С. Фіцайло, головний спеціаліст департаменту загальної середньої
та дошкільної освіти МОН України;

О. В. Белявська, методист вищої категорії відділу науково-методичного
забезпечення змісту освіти основної і старшої школи Інституту інноваційних
технологій і змісту освіти МОН України.

Костіков І. Ю.

К72 Біологія : підруч. для 6 кл. загальноосвіт. навч. закл. з
навчанням угорською мовою / І. Ю. Костіков, С. О. Волгін,
В. В. Додь, А. В. Сиволоб, І. Д. Довгаль, О. В. Жолос,
Н. В. Скрипник, Г. В. Ягенська, Г. М. Толстанова,
О. Є. Ходосовцев ; пер. С. А. Варга. – Львів : Світ, 2014. –
256 с. : іл.

ISBN 978-966-603-888-6

УДК 57(075.3)
ББК 28я721

ISBN 978-966-603-888-6 (угор.)
ISBN 978-617-656-308-2 (укр.)

© І. Ю. Костіков, С. О. Волгін, В. В. Додь,
А. В. Сиволоб, І. В. Довгаль, О. В. Жолос,
Н. В. Скрипник, Г. В. Ясенська,
Г. М. Толстанова, О. Є. Ходосовцев, 2014
© Видавничим дім „Освіта”, 2014
© С. А. Варга, переклад угорською мовою,
2014



Bevezetés

MI AZ ÉLŐ ÉS HOGYAN KUTATJÁK?

A téma tanulása során megismeritek:

- ✓ az élet fő titkát;
- ✓ az élet változatosságát bolygónkon és azt, hogy miként kutatják.



1. §. AZ ÉLET ISMÉRVEI



Megismeritek az élő legfontosabb tulajdonságait, amelyek megkülönböztetik élettelen környezetétől.



Szeretnénk többet megtudni az életről és a szervezetek fejlődéséről a természetben.

Figyeljétek meg a környező világot! Mindenütt élettelen objektumokat és élő szervezeteket láttok. Mi a különbség köztük? Miben különbözik az élő természet az életteltől? Mi az élet lényege? Az emberiség több száz éve keresi a választ ezekre a látszólag egyszerű kérdésekre, de mindig újabb és újabb rejtélyek merülnek fel az élettel kapcsolatban, így tovább folyik a titok nyitjának keresése. Az élő kutatásában az embert a **biológia** tudománya segíti. Az elnevezés az ógörög *biosz* – élet és *logosz* – tanítás szavakból áll. Annak megértésében, hogy mit vizsgál a biológia, a körülöttünk lévő élő szervezetek segítenek, csupán figyelmeseknek és jó megfigyelőknek kell lennünk.

Az élő szervezetek fő tulajdonsága – az élettelen természettel szemben – a *szaporodás* képessége. **Szaporodásnak** nevezzük azt a jelenséget, mikor a szülői szervezetek magukhoz hasonló új leányegyedeket hoznak létre.

Mindegyik szervezet csak korlátozott ideig él, ám a szaporodásnak köszönhetően az élet folyamatosan továbbadódik nemzedékről nemzedékre. Bolygónkon ez a folyamat több mint hárommilliárd éve megszakítás nélkül folytatódik. Az élő szervezetekben végbemenő összes folyamat arra irányul, hogy az élet tovább öröklődjön a következő nemzedékekre.



A növények növekedése

Az utódok létrehozásához a szervezetnek meghatározott méreteket, tömeget kell elérnie, a leányegyedek felépítéséhez szükséges bizonyos mennyiségű tápanyagokat kell felhalmoznia. Ez azt jelenti, hogy a szervezetnek *növekednie* kell. A **növekedés** az élő szervezetek egyik fő tulajdonsága, amely a méretek növekedésében nyilvánul meg. Növekedésének biztosítása érdekében a szervezet a külső

környezetből az „épüléséhez” szükséges különböző anyagokat vesz fel. Az anyagoknak a külső környezetből történő felvételét és feldolgozását *táplálkozásnak* nevezzük.

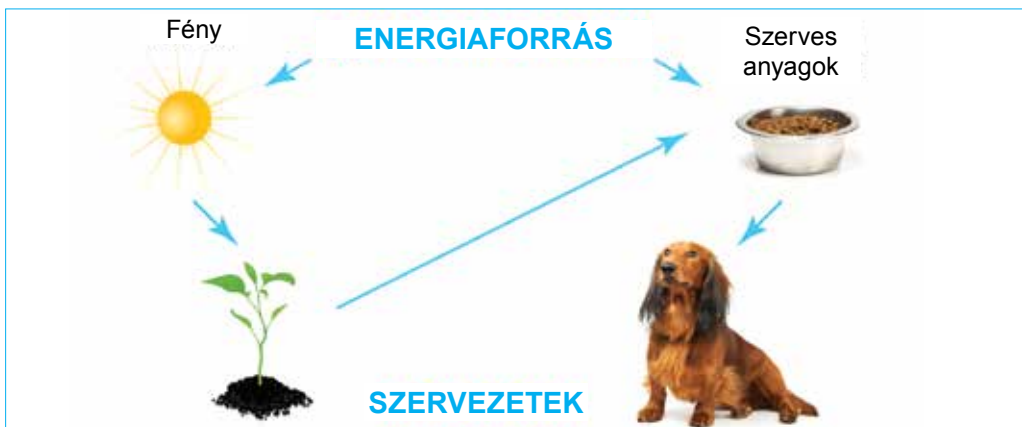
A szervezet által felvett anyagokból a szervezet saját testét építi. Eközben bizonyos mennyiségű káros anyag képződik, amelytől a szervezet igyekszik megszabadulni. A szervezet káros anyagoktól való megszabadulását *kiválasztásnak* nevezzük. A táplálkozás és kiválasztás folyamata során a szervezet **anyagcserét** valósít meg a külső környezettel.

Az anyagcsere állandó folyamat. Ennek köszönhetően tudja biztosítani a szervezet kémiai összetételének bizonyos időszakon belüli teljes megújulását még akkor is, amikor sem tömege, sem méretei nem változnak.

Az anyagok felvétele, átalakítása és testszerkezetbe történő beépítése, valamint a káros anyagok kiválasztása energiafelhasználást igényel. Energiához a szervezet a külső környezetből jut vagy fény, vagy szerves anyagok formájában. Az energia egy részét a szervezet növekedésének és fejlődésének a biztosítására fordítja, a többi hő alakjában távozik a környezetbe. Ebből látható, hogy a szervezetek az anyagcserén kívül **energiaforgalmat** is lebonyolítanak a külső környezettel.

A **külső környezethez való alkalmazkodás** az élő szervezetek olyan változásai a folyton módosuló közegben, amelyek a túlélést és utódok létrehozását biztosítják.

Például egyes növények az aszályos élőhelyeken nagy mélységbe lenyúló gyökereket növesztenek (tevetővis), ahol talajvíz található, míg mások képesek saját testükben vizet felhalmozni (kaktusz, aloé), majd gazdaságosan felhasználni azt.



A napfény és a szerves anyagok a szervezetek élettevékenységének fenntartását biztosító legfontosabb energiaforrások

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az élő fő tulajdonsága: a szaporodási képesség, amely az élet folytonosságát biztosítja a Földön.
2. Az élő további fontos sajátosságai: a növekedés és a külső környezettel való kölcsönhatás, amely a szaporodás folyamatának biztosítását szolgálja.
3. A szervezeteknek a külső környezettel való kölcsönhatása anyagcsere és energiaforgalmat, valamint a külső közeg változásaihoz történő alkalmazkodást jelent.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Növekedés, szaporodás, anyagcsere és energiaforgalom, külső környezethez való alkalmazkodás.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Melyik az a legfontosabb ismerv, amelyik megkülönbözteti az élő szervezetet az élettelen testtől?
2. Milyen folyamatoknak köszönhetően megy végbe az anyagcsere?
3. Ismeretes, hogy a kristályok növekednek. Miért nem tekintik őket élőnek?

FELADAT

Egyes elektromos készülékek napelemektől kapják az energiát, és működésük közben melegednek. Miben hasonlítanak, és miben különböznek az élő szervezetektől?

2. §. AZ ÉLET VÁLTOZATOSSÁGA



Megtudjátok, az élő szervezetek milyen csoportjai élnek a bolygónkon, hány fajuk ismert, és az élet milyen formái találhatók az élő és élettelen határán.



Az élő szervezetek hány faja található jelenleg a Földön? A növények, állatok és gombák hány faja létezik a természetben?

Az ősidőktől fogva a XVIII. századig a biológusok csak az élőlények két csoportját, a növényeket és az állatokat különböztették meg. Az élővilág kutatása azonban arról győzte meg a tudósokat, hogy ez a két csoport nem fedi le az élet változatosságát. Elsősorban azért, mert a természetben mindig léteztek furcsa, az állatok és növények együttes ismérveivel rendelkező olyan fajok, mint például a gombák. Másodsorban azért, mert vannak olyan fajok, amelyeknek sem az állatokra, sem a növényekre nem jellemző sajátosságaik vannak. Ilyen szervezetek töm-

kelegét a nagyító készülékek használata nélkül észrevehetetlen fajok teszik ki. Ennek folytán a XX. században a biológusok négy fő csoportot különítettek el az élő természetben: *növényeket*, *állatokat*, *gombákat* és nagyító készülékek nélkül láthatatlan parányokat, a *baktériumokat*.

A mai állapotok szerint a tudósok az élőlényeknek a Földön létező 1,9 millió fajtát számlálták össze. Ebből 1,4 millió az állat, 250 ezer a növény, több mint 100 faj a gomba. Közel 150 ezer faj esik a többi fajra és egyéb más szervezetre, amelyek között 30 ezer faj a baktérium. Az élő szervezetek jelentős része – főként baktériumok – egyelőre továbbra sem ismert a tudomány előtt.

A Földön nincs egyetlen négyzetméter olyan terület, amelyen – a vulkánkatlanok és az ember által kialakított toxikusanyag-tárolók kivételével – ne lenne legalább egy élő szervezet. A forró sivatagok talaja mikroszkopikus élőlényekkel van telítve. A hófedte területek és gleccserek sok hidegtűrő baktérium és nagyító készülékek nélkül nem látható alga és gomba számára szolgál menedékkül. Az élőlények benépesítik a forróvízű forrásokat, a látszatra holtnak tűnő, sós tavakat, a megközelíthetetlen sziklaszirtek felületét. Az élet burjánzik az átlátszó tengervízben és az óceáni árkok feneketlen, sötét mélységeiben.

Az élő szervezetek folyton változtatják bolygónk arculatát. Rombolják a hegyeket, talajjá alakítják át a homokot, agyagot és követ. A Föld szanitéceinek is tekinthetők, mert elbontják az elhalt szervezetek maradványait, szabályozzák a gázok tartalmát a légkörben, tisztítják a szennyezett vizet, folyamatosan részt vesznek a szerves anyagok újraelosztásában a fölkéregben.

Valamennyi élőlény, amint hamarosan megtudjuk, a legkisebb „élő téglából”, azaz *sejtekből* épül fel. A biológia azonban a *vírusokat* is kutatja. A vírusok nem szervezetek, hanem az élet nem sejtformái. Különleges helyet foglalnak el a természetben, hiszen az élő és élettelen határán helyezkednek el. A *vírusok* kristályokhoz hasonló szerkezetek, amelyek a szervezetbe jutva arra kényszerítik azt, hogy a vírusok új nemzedékeit állítsák elő. A vírus ellenőrzi és vezérli ezt a folyamatot. Eközben a vírus nem nő, nem táplálkozik, nem választ ki anyagcse-



Növények



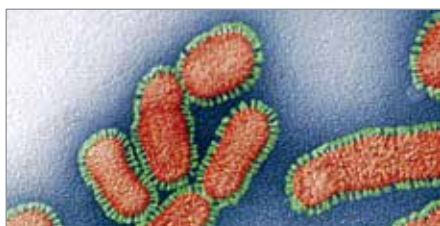
Állatok



Gombák



Baktériumok



Az influenza vírusa, 230 ezerszeres nagyításban

retermékeket. A szervezetben megtelepedett sok vírus súlyos betegségeket okoz. Például a kanyarót, influenzát és AIDS-t is vírusok okozzák. A vírusok ugyancsak sok növénybetegséget idéznek elő. Jelenleg mintegy 10 ezer vírushaj ismeretes.

A szervezetek és vírusok hatalmas változatossága a földi élet hosszú történelmi fejlődésének az eredménye, amely során egyes élőlényfajok más fajokká alakultak. Ezt a folyamatot **evolúciónak** nevezzük.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az élő szervezetek nagyon változatosak.
2. Az élő szervezetek fő csoportjait a baktériumok, növények, állatok és gombák alkotják.
3. A Földön jelenleg az élőlények 1,9 millió faja ismert.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Vírusok, evolúció.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A szervezetek mely fő csoportjait ismeritek?
2. Miért nem tekintik élő szervezeteknek a vírusokat annak ellenére sem, hogy képesek a szaporodásra?

FELADAT

Helyezzétek el a szervezetek csoportjait fajaik számának növekedési sorrendjében!

3. §. A BIOLÓGIA FŐ RÉSZEI



Megtudjátok, milyen tudományok kutatják az életet.

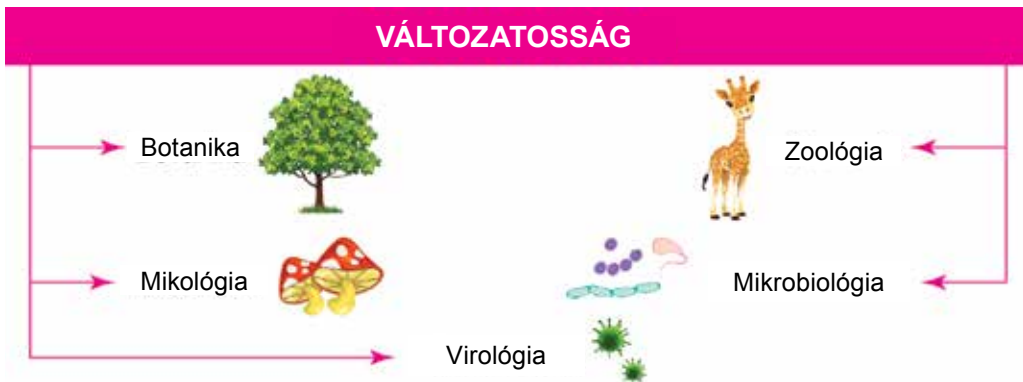


Milyen részekből áll a biológia?

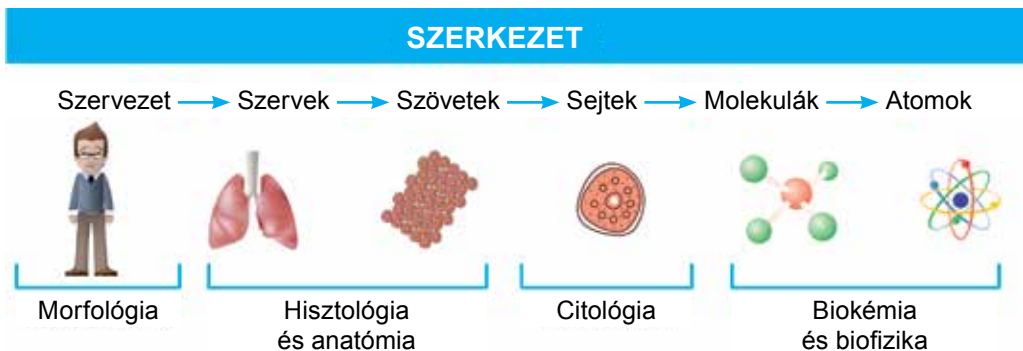
A biológia az életet kutatja annak minden megnyilvánulásában. A biológián belül sok tudományág létezik, amelyek három nagy területet alkotnak: *Változatosság*, *Szerkezet*, *Funkciók*. Ezek közül mindegyik rész a három fő kérdés egyikére keresi a választ: 1. Mennyire válto-

zatos az élőlények világa? 2. Miből állnak, és milyen az élő szervezetek felépítése? 3. Milyen folyamatok mennek végbe az élő anyagban és hogyan?

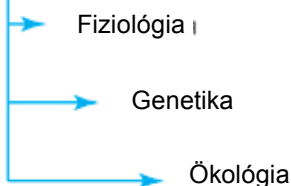
Az élő szervezetek változatosságát vizsgáló tudományokhoz tartozik a botanika (növénytan), zoológia (állattan), mikológia (gombatan), mikrobiológia, virológia. Közülük legrégebbi a **botanika** és a **zoológia**. A XIX. században született meg a **mikológia** és a **mikrobiológia**. A XX. sz. elején jött létre az élet nem sejtjes formáit kutató tudomány, a **virológia**.



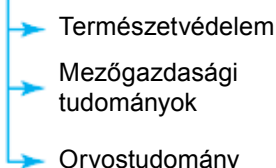
A többsejtű szervezetek – közéjük tartozik az ember is – szervekből, a szervek szövetekből, a szövetek sejtekből, a sejtek molekulákból, a molekulák atomokból állnak. Ezt az *élő anyag szerveződési szintjeinek* nevezzük. A szerveződés atomi és molekuláris formája egyforma az élő és az élettelen természet esetében, ezért ezt nem biológiai tudományok, hanem a fizika és a kémia vizsgálja. A kémia és a biológia közötti összekötő kapcsot a **biokémia**, a biológia és a fizika között pedig a **biofizika** jelenti. A magasabb szerveződési szinteket a sejtektől kezdve a biológia tanulmányozza. A sejteket a **citológia**, a szöveteket a **hisztológia** és **anatómia**, az egész szervezetet a **morfológia** kutatja.



FUNKCIÓK



ALKALMAZOTT TUDOMÁNYOK



A *Funkciók* részhez tartozó tudományok két olyan fontos tulajdonsághoz kötődnek, amelyek az élettelen megkülönböztetik az élőttől. Egyfelől az élőlények nőnek, másfelől szaporodnak. A növekedést biztosító folyamatokat a **fiziológia** (élettan) vizsgálja, míg a szaporodási folyamatokat a **genetika** (örökléstan) kutatja. Ezenkívül a szervezetek kölcsönhatásban állnak a környezettel és a körülöttük lévő többi élőlénnel. Ennek következtében az élő és élettelen természet, valamint a különböző szervezetek kölcsönös kapcsolatban állnak egymással és kölcsönösen függenek egymástól.

A biológia vívmányait az ember széles körűen felhasználja a gyakorlati tevékenységében. Ezzel a kérdéssel az alkalmazott tudományok foglalkoznak:

✓ *természetvédelem*, amely a Föld természeti erőforrásainak megővésével, ésszerű felhasználásával és megújításával foglalkozik;

✓ *mezőgazdasági tudományok*, amelyek a mezőgazdasági termelést fejlesztik és tökéletesítik;

✓ *orvostudomány*, amely az emberi betegségeket és a megelőzésüket lehetővé tévő viselkedési szabályokat, valamint a betegségek elleni küzdelem módszereit kutatja.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Biológia – az életről szóló tudomány, amely néhány részterületbe csoportosított tudományágból áll.
2. A biológia fő részterületei a szervezetek változatosságát, szerkezetét és funkcióit vizsgálják.
3. Az alkalmazott tudományok segítenek felhasználni a biológia vívmányait az ember gyakorlati tevékenységében.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen elvek szerint oszlik különböző tudományokra a biológia?
2. Milyen tudományok vizsgálják a szervezetek változatosságát? Mit kutatnak külön-külön?
3. Milyen tudományok vizsgálják az élő szervezetek szerkezetét?
4. Mit kutat a fiziológia, genetika, ökológia?

4. §. A TUDOMÁNYOS MÓDSZER A BIOLÓGIÁBAN



Megtudjátok, mi a tudományos módszer, tudományos feltételezés, tudományos hipotézis és tudományos elmélet.



Hogyan dolgoznak a tudósok?

A szervezetek vizsgálata mindig **megfigyeléssel** kezdődik. Ha a kutató valamely szervezet vizsgálata közben érthetetlen vagy ismeretlen tulajdonságokkal találkozik, akkor alaposan **leírja** azokat, és arra törekszik, hogy hasonló, más szervezetek esetében már ismert tulajdonságokat találjon. Az ilyen kutatás során a kutató **összehasonlítja** a saját adatait már ismert adatokkal, és az összehasonlítás közben megfogalmazza lehetséges **feltételezéseit** az általa feltárt új tulajdonságok mibenlétével kapcsolatban.

Bármilyen tudományos feltételezést ellenőrizni kell. Ennek érdekében a feltételezés alapján **prognózis** készül, amelyet **kísérlettel** vagy **többszörös megfigyeléssel** kell ellenőrizni. Ha az ellenőrzés során a prognózis beigazolódik, a feltételezés bizonyítottnak és tudományosan megalapozottnak minősül. Ha nem így történik, akkor a feltételezés hibásnak, tévesnek számít.

Az ilyen kutatási módszert **tudományosnak** nevezzük. Az általa szerzett ismereteket tudományosaknak tekintik.

Azokat a feltételezéseket, amelyek esetében a prognózist többször ismételt új megfigyelések támasztják alá, de nem igazolták kísérlettel, **tudományos hipotéziseknek** nevezzük. A számos kísérlettel alátámasztott hipotézisből **elmélet** lesz.

A biológus kutatók által alkalmazott tudományos módszer a lombhullató és a lombzatukat télen is megtartó fák vizsgálatának példájával illusztrálható.

Bennünket különféle növények vesznek körül. Közöttük vannak olyanok, mint például a **nyírfák**, amelyeknél a növekedésüket tekintve kedvezőtlen viszonyok – a

TUDOMÁNYOS MÓDSZER

Megfigyelés

Feltételezés

Prognózis

Új megfigyelések

Hipotézis

Kísérlet

Elmélet

nappalok rövidsége, téli hideg – közepette valamennyi levél elhal és lehullik. Az ilyen növényeket *lombhullatóknak* nevezzük.

Léteznek örökzöld növények is. A leveleik – tűleveleik – nem hullnak le, hanem fokozatosan újakkal cserélődnek, így soha nem hullatják le egyszerre a leveleiket az életük során, mint például az *erdeifenyő*.

A fák lombhullatásának folyamatát vizsgáló tudományos kutatás első szakaszában tartós **megfigyeléseket** végeztek nyírfákon és erdeifenyőkön a mi éghajlati viszonyaink között.

A nyírfa és erdeifenyő megfigyelésével párhuzamosan a tudósok országunk más növényeinél is kutatták ezeket a tulajdonságokat, és *tudományos alapossággal leírták megfigyeléseik eredményeit*.

Később a tudósok megvizsgálták ezt a jelenséget a különböző földrajzi szélességeken élő növényeknél, és összehasonlították a hasonló és különböző tulajdonságokat az országunk növényei esetében kapott eredményekkel. A *megfigyelések eredményeinek összehasonlítása* a tudományos kutatás következő szakasza.

A megfigyelések, azok leírása és összehasonlítása alapján a tudósok **feltételezéseket** fogalmaztak meg a vizsgált jelenséggel kapcsolatban a lombhullató és örökzöld növények esetében.

A feltételezések alapján megfogalmazták az új megfigyelések eredményeinek **prognózist**, azaz előrejelzést.

A prognózist először **többszöri új megfigyelésekkel** ellenőrizték, ami elvezetett a lombhullató és örökzöld növények létezésével kapcsolatos **hipotézis** megjelenéséhez.

Később a prognózist többszörös **kísérletekkel** igazolták. Ezek során tudósok kiderítették, hogy miért és milyen természeti tényezők hatására történik a lombhullás, és így az általuk korábban megfogalmazott hipotézis tudományos **elméletté** vált.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A biológia tudományos módszerre támaszkodik.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Tudományos módszer, hipotézis, elmélet.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

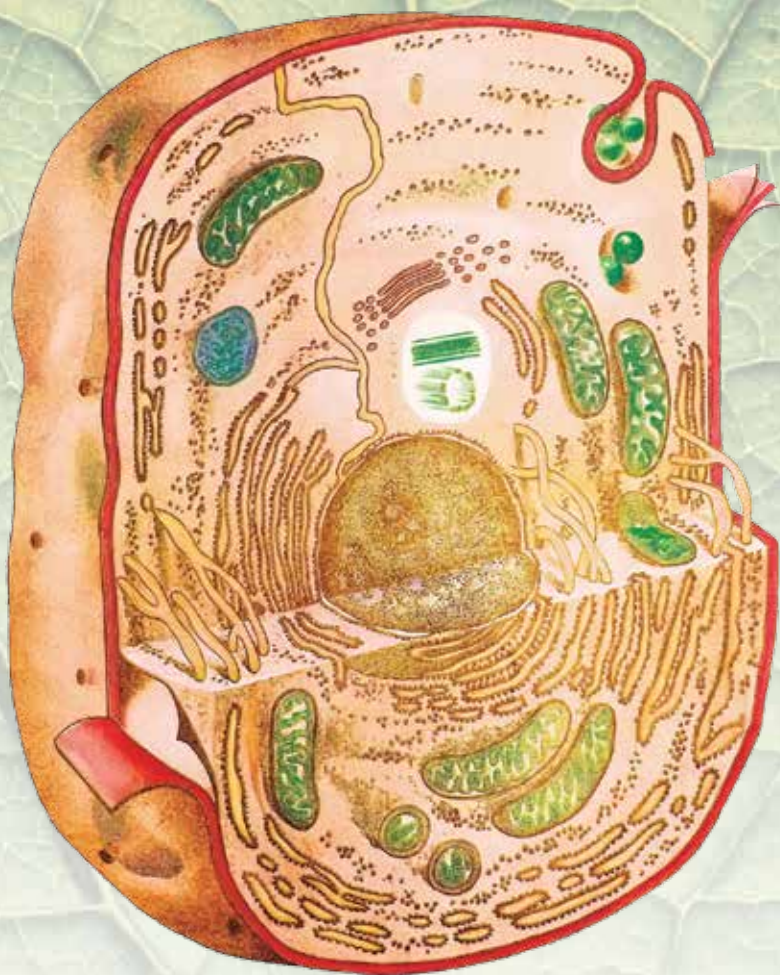
1. Milyen szakaszokból áll a tudományos módszer?
2. Miben különbözik a hipotézis az elmélettől?

1. téma

A SEJT

A téma tanulása során megtudod:

- ✓ melyek azok a legkisebb élő „téglák”, amelyekből a szervezetek felépülnek, milyen a szerkezetük és hogyan működnek;
- ✓ mi a táplálkozási, emésztési, fotoszintetizálási, légzési és kiválasztási folyamatok lényege;
- ✓ hogyan kell helyesen használni a mikroszkópot.



5. §. MIKROSZKÓP ÉS SEJTKUTATÁS: TUDOMÁNYTÖRTÉNETI VISSZAPILLANTÁS



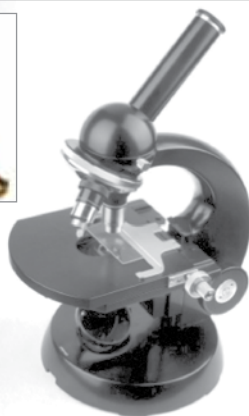
Megtudjátok, hogy a mikroszkóp felfedezésének és tökéletesítésének köszönhetően hogyan fedezték fel minden élő szervezet legkisebb „építőköveit”, a sejteket.



Miből állnak a növények? Miből állnak az állatok? Vannak-e sejteik a baktériumoknak? Mi a közös a növényben és az emberben?



1. ábra.
Kézi nagyító

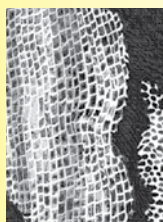


2. ábra.
Optikai
mikroszkóp

Az a kérdés, hogy *miből állnak az élő testek*, hosszú ideig megválaszolatlan maradt, mivel a minden élő esetében közös struktúráknak igen kicsik a méreteik, ezért szabad szemmel nem láthatók. A választ a kérdésre csak a *mikroszkóp* felfedezése után sikerült megtalálni. Az elődje egy egyszerű optikai eszköz, a kézi *nagyító* vagy nagyítóüveg volt (1. ábra).

A **mikroszkópot**, amely a ma használatosak (2. ábra) prototípusa volt, a XVI. sz. végén fedezték fel. A XVII. századtól kezdve a mikroszkóp a biológusok egyik fő eszközévé vált.

Optika – a fizikának a fényt és a vele kapcsolatos jelenségeket kutató ága. A fény tulajdonságainak felhasználásával működő eszközöket *optikai* műszereknek nevezzük.



1665

Robert Hooke először használta a *sejt* kifejezést



1673–1683

Anton van Leeuwenhoek fedezte fel a mikroorganizmusok – baktériumok, egysejtű állatok, moszatok és gombák – világát



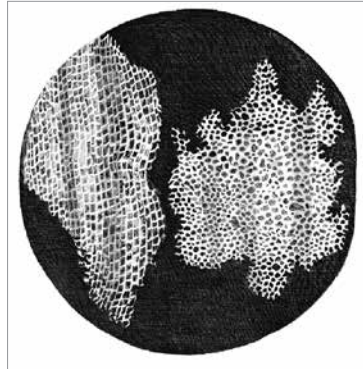
1838–1839

Matthias Schleiden és Theodor Schwann alkotta meg a sejtelméletet, amely szerint az élő szervezetek sejtekből épülnek fel; a sejt az élet legkisebb elemi egysége



A biológiai objektumok első tudományos megfigyelését mikroszkóp felhasználásával a XVII. sz. közepén Robert Hooke (1635 – 1703), angol fizikus és természettudós végezte. Hooke a *parafa* metszetét vizsgálva sok apró, üres lépre emlékeztető cellát látott, és ezeket le is rajzolta. Ezeket celluláknak, azaz *sejteknek* (3. ábra) nevezte el. Ezt a rajzot kövek, növények, állatok és más anyagok mikroszkopikus szerkezetének ábrázolásaival együtt az 1665-ben megjelent *Micrographia* című könyvében publikálta. Azok a struktúrák, amelyeket Hooke sejteknek nevezett, a valóságban azok üres külső burkai voltak. Ennek ellenére a kifejezés idővel közhasználatúvá vált.

Hooke könyve nagy benyomást keltett Anton van Leeuwenhoek holland természettudósra, aki mikroszkópjával a mikroszkopikus szervezetek egész világát tárta fel. Ezeket a parányokat a tudós *animalcula*-nak, azaz ázalékállatkáknak nevezte el. Leeuwenhoek ismert „animalculái” (4. ábra) – mikroszkopikus moszatok és állatok, egysejtű gombák – között volt az *élesztő*. A holland tudós fedezte fel a vérsejteket is, ezenkívül leírta az elhalt bőrsejteket, az emberi izom szerkezetét, a rovarok szemének szerkezetét és a *békalencse* gyökereinek sejtes felépítését.



3. ábra. Robert Hooke mikroszkópja, parafametszet

*Omnis
cellula e
cellula*



1858

Rudolf Virchow alapozta meg az elméletet, amely szerint: „Minden sejt sejtől származik”



1931

Ernst Ruska dolgozta ki az elektronmikroszkóp prototípusát, amiért 1986-ban Nobel-díjjal tüntették ki



1950–1963

George E. Palade, Albert Claude, George E. Palade megalkotta a sejt szerkezeti és működési modelljét. 1974-ben Nobel-díjjal tüntették ki őket.

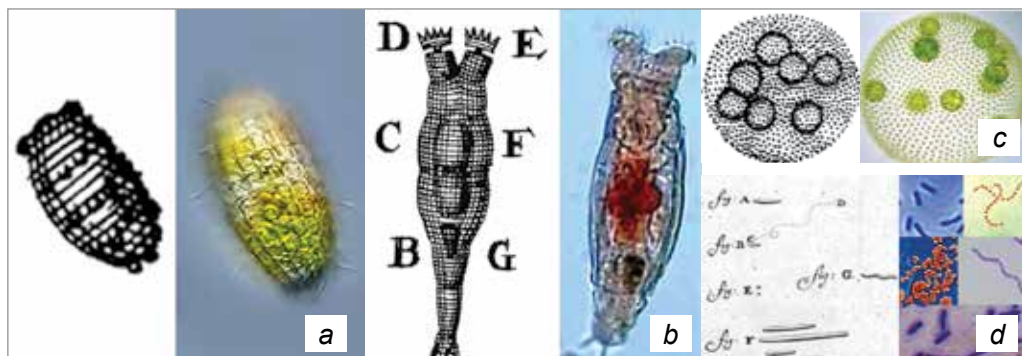
A XVIII. és a XIX. század fordulóján felfedezték a nagyon jó minőségű optikai lencsék készítésének módszerét. Az ilyen mikroszkóp-objektívek nem torzítottak erős nagyítás mellett. Az így tökéletesített objektív segítségével fedezett fel 1831-ben a növényi sejtekben egy új struktúrát, a *sejtmagot* Robert Brown angol botanikus. Az akkori kor biológusai felfigyeltek arra, hogy a magot a sejtet kitöltő viszkózus folyadék veszi körül. Ezt a folyadékot, amely a sejt belső környezetét alkotja, **citoplazmának** (görög *citosz* – sejt és *plazma* – tartalom) nevezték el.

A botanikus Matthias Schleiden és a zoológus Theodor Schwann arra a következtetésre jutott, hogy bármely élő szervezet alapvető és elengedhetetlen eleme a sejt. Ezzel kapcsolatban négy szabályt állítottak fel, amelyek az ugyancsak általuk javasolt **sejtelmélet** alapját képezték:

1. Minden növény és állat sejtekből áll.
2. A növények és állatok új sejtek képződésének köszönhetően növekednek.
3. A **sejt** a legkisebb élő alkotóelem, és a sejten kívül nem létezik élet.
4. A különböző szervezetek sejtjei a szerkezetüket tekintve általában hasonlítanak egymásra.

A sejtelmélet megalkotói nem találtak helyes magyarázatot a sejt keletkezésére. Erre a kérdésre 1858-ban adta meg a választ Rudolf Virchow (1821–1902) kiemelkedő német tudós. Arra a következtetésre jutott, hogy új sejtek csak már létező sejtek osztódása következtében jöhetnek létre. Virchowtól származik az a szállóigévé vált mondat, amely szerint – latinból fordítva – „Minden sejt sejtből származik”.

A sejtelmélet megalkotásával egy új tudomány, a **citológia** (sejttan) (görög *citosz* – sejt és *logosz* – tudomány, tan) jött létre.



4. ábra. Leeuwenhoek által felfedezett és lerajzolt egyes „animalculák” (XVII. sz.) és modern optikai mikroszkópban készült fényképek (XX. sz.):

- a – édesvízi mikroszkopikus egysejtű állatka (Infusoria Coleps);
 b – édesvízi mikroszkopikus többsejtű állatka (örvényféreg);
 c – édesvízi mikroszkopikus egysejtű zöldmoszat (volvox);
 d – különböző baktériumok

A XIX. sz. második felében a sejttan rohamos fejlődésnek indult, miközben folytatódott az optikai vagy fénymikroszkópok tökéletesítése, ami lehetővé tette akár $0,2\text{ }\mu\text{m}$ -es, vagyis az emberi hajszálnál 400-szor kisebb méretű struktúrák megfigyelését.

1931-ben Németországban Ernst Ruska fizikus megalkotta az **elektronmikroszkóp** prototípusát. Ennek köszönhetően lehetővé vált az optikai mikroszkópban láthatóaknál ezerszer kisebb struktúrák vizsgálata.

Az elektronmikroszkópnak (5. ábra) hála a XX. sz. 50–60-as éveiben valóságos forradalom ment végbe a biológiában: feltárták a sejt belső szerkezetét, a növényi, állati és gombasejtek és baktériumok közös és eltérő sajátosságait.

Ezek a kutatások nemcsak a sejt belső szerkezetének a megismerését tették lehetővé, hanem működésének a megértését is.

Mikrométer vagy **mikron** (μm) – a méter milliomod részével egyenlő mértékegység.



5. ábra. Elektronmikroszkóp

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A mikroszkópos vizsgálatok tökéletesítése előfeltétele volt a biológia fejlődésének.
2. Az optikai mikroszkóp lehetővé tette a sejt megfigyelését.
3. Az optikai mikroszkópnak köszönhetően megállapították, hogy a sejt az élet legkisebb alkotóeleme, és hogy minden élőlény sejtekből épül fel.
4. Az elektronmikroszkópnak köszönhetően sikerült feltárni a sejt belső szerkezetét és megérteni működését.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Sejt, citoplazma, citológia.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Ki látta meg elsőként a sejtet?
2. Ki fedezte fel a mikroszkopikus szervezetek világát?
3. A sejtelmélet milyen tételeit fogalmazta meg Schleiden és Schwann?

Válaszolatok a paragrafus elején olvasható kérdésekre!

KÍVÁNCSIÁKNAK

A sejt első elektronmikroszkópos fényképei

A biológiai kutatásokat szolgáló első elektronmikroszkópot a Siemens cég építette meg és állította fel 1944-ben a New York-i Rockefeller Orvosi Kutatóintézetben. Már egy év múlva, 1945-ben R. Porter vezetésével publikálták állati sejtek elektronmikroszkóp segítségével készült fényképeit. Ezeken jól láthatók voltak a sejtek általános körvonalai, inhomogén tartalma, amelyben megkülönböztethető volt a sejtmag és csöves struktúrák: a mitokondriumok. A XX. sz. 60-as éveiben a Rockefeller Intézet tudóscsoportja részletesen feltárta az állati, növényi és gomba-sejtek, valamint egyes, még Leeuwenhoek által felfedezett mikroszkopikus egysejtű szervezetek felépítését. Ez idő tájt ugyanennek az intézetnek egy másik tudóscsoportja fénymikroszkópban láthatatlan érdekes objektumokat – vírusokat – vizsgált elektronmikroszkóppal megállapítva, hogy a vírusok nem sejt szerkezetűek, és így módon az élő és élettelen határán léteznek.

6. §. A MIKROSKÓP SZERKEZETE



Megismerkedtek a mikroszkóp szerkezetével, és megtanuljátok, hogyan kell kiszámítani nagyításának az erősségét.



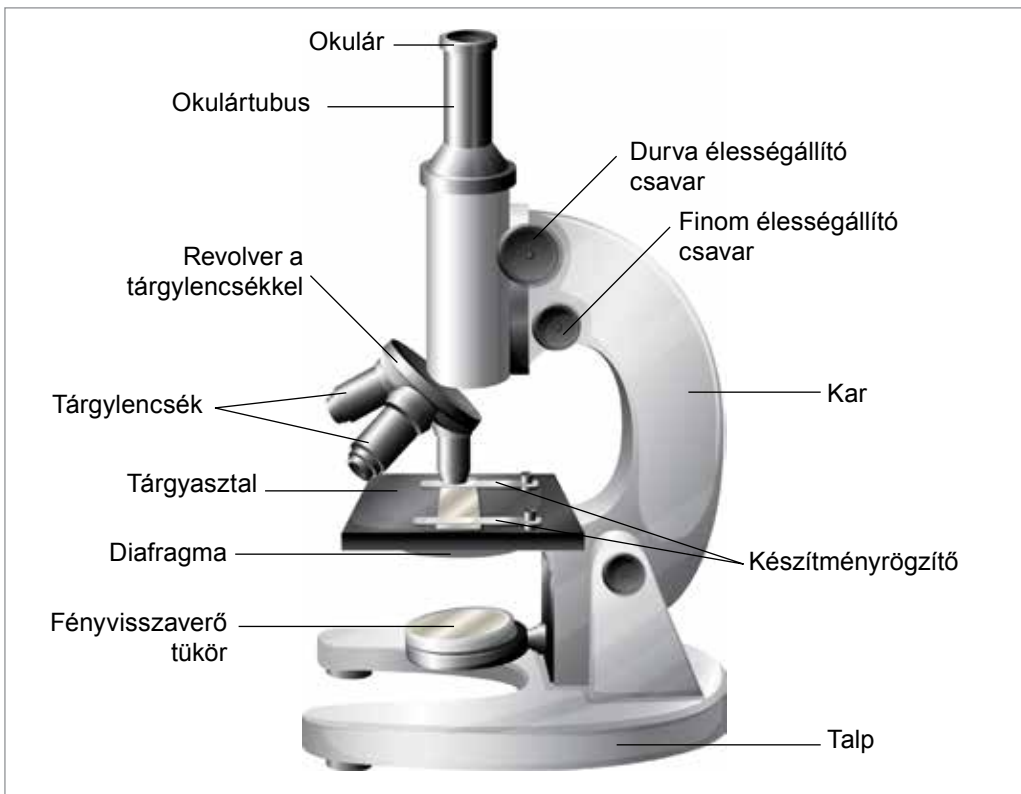
*Fogunk-e mikroszkópot használni?
Mi látható a mikroszkópban a baktériumokon kívül?*

A **mikroszkóp** (görög *mikrosz* – kicsi és *szkopeo* – nézni, vizsgálni) nagyító készülék, amellyel nagyon kis méretű tárgyak vizsgálhatók. Az iskolai mikroszkópok szerkezete majdnem ugyanolyan, mint a XX. sz. első felének legjobb kutatómikroszkópjaié (6. ábra). Helyes beállítás esetén az iskolai mikroszkóp nemcsak a sejt, hanem egyes belső struktúráinak a vizsgálatát is lehetővé teszi. Bizonyos tapasztalattal rendelkezve még érdekes kísérletek is végezhetők az iskolai mikroszkóppal.

A mikroszkóp *állványból* és az *optikai rendszer* elemeiből áll, amelyeken át a fénysugarak haladnak.

Az **állvány** részei:

✓ talp;



6. ábra. Az iskolai mikroszkóp és főbb szerkezeti elemei

- ✓ tárgyasztal, amelyhez a vizsgálandó készítményt rögzítik két rugós szorítólemezzel;
- ✓ kar, állítható hajlásszöggel, rajta helyezkedik el a nagyméretű durva élességállító csavar és a kisméretű finom élességállító csavar;
- ✓ okulártubus, az alsó részéhez rögzül a tárgylencsék tartó revolver, a felső részén pedig az okulár (szemlencse) található.

A mikroszkóp **optikai rendszerének** a részei:

- ✓ homorú, mozgatható fényvisszaverő tükör;
- ✓ diafragma, a tárgyasztal alsó részén helyezkedik el;
- ✓ revolver, a különböző nagyítású tárgylencsék tartója;
- ✓ okulár (szemlencse).

A fényvisszaverő tükör mozgásával biztosítható a vizsgált készítmény legjobb megvilágítása. A diafragmával a kép kontrasztossága és élessége állítható: ha a diafragma be van zárva, a kép nagyon kontrasztos, de sötét; ha a diafragma teljesen ki van nyitva, a kép kontrasztossága kicsi és túlvilágított.



7. ábra. A tárgylencsék, a szemlencse és jelölésük

Tárgylencse. Az iskolai mikroszkópnak három tárgylencséje van: nagyon kis nagyítású (4-szeres), kis nagyítású (10-szeres) és nagy nagyítású (40-szeres). Hogy könnyű legyen a váltásuk, a forgatható revolverbe vannak becsavarozva. Az a tárgylencse, amely merőlegesen van beállítva a vizsgálandó készítményhez viszonyítva, be van kapcsolva a mikroszkóp optikai rendszerébe, a többi ki van iktatva belőle. A revolver forgatásával válthatók a tárgylencsék, és ezáltal egyik nagyításról a másikra lehet váltani. Másik objektívnek az optikai rendszerbe történő bekapcsolásakor halk kattánás halható a revolver rugós rögzítőjének működésbe lépése következtében.

A **tárgylencse** a mikroszkóp optikai rendszerének fő eleme. A tárgylencsén számokkal vannak jelölve a műszaki jellemzői. A felső sor első száma a tárgylencse nagyítását jelöli (7. ábra).

A tárgylencse nagyításának és a szemlencse nagyításának szorzata adja meg a **mikroszkóp általános nagyítását**. Például a bekapcsolt 4-szeres nagyítású tárgylencse és a 10-szeres nagyítású szemlencse használatakor a mikroszkóp általános nagyítása: $4 \cdot 10 = 40$ (-szeres).

A vizsgálandó készítményt a mikroszkóp tárgyasztalához rögzítik a rugalmas lemezekkel, és a kis – 10-szeres nagyítású – tárgylencsét kapcsolják be az optikai rendszerbe. A fényvisszaverő tükör mozgatásával a készítményre irányítják a fényt, majd a finom élességállító csavarral beállítják a kép élességét, a diafragmával pedig a kontrasztosságát.

A mikroszkóp használata közben tartsátok be a következő szabályokat:

1. Óvjátok a tárgylencséket és a szemlencsét a szennyeződéstől, valamint a mechanikai sérülésektől: ne nyúljatok hozzá kézzel és ne érintsék meg tárgyakkal, vigyázzatok, hogy ne kerüljön rájuk víz vagy más folyadék!

- 2. Tilos a lencsék foglalatának lecsavarása, a mikroszkóp mechanikai részeinek szétszedése, a mikroszkóp csak speciális műhelyben javítható.
- 3. A mikroszkóp egyik helyről a másikra két kézzel fogva és függőleges helyzetben tartva vihető át, az egyik kézzel a kart kell fogni, a másikkal a talpát kell tartani.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Tárgylencse, a mikroszkóp általános nagyítása.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- 1. Milyen elemekből áll a mikroszkóp optikai rendszere?
- 2. A mikroszkóp optikai rendszerének mely elemei biztosítják az általános nagyítást?
- 3. Milyen célt szolgál a homorú fényvisszaverő tükör?
- 4. Mi a diafragma rendeltetése?
- 5. Melyik tárgylencsét kell bekapcsolni a mikroszkóp használatának kezdetén?
- 6. Milyen maximális nagyítás érhető el a 7. ábrán látható tárgylencsék és szemlencse használatával?
- 7. Milyen szabályokat kell betartani a mikroszkóp használata során?

FELADAT

Figyelmesen nézzétek meg az iskolai mikroszkópot, keressétek meg a szerkezeti elemeit! Írjátok le a tárgylencsék és a szemlencse nagyítását! Az eredményeket jegyezzétek be a táblázatba és a füzetetekbe!

A tárgylencse nagyítása	A szemlencse nagyítása	A mikroszkóp általános nagyítása

KÍVÁNCSIAKNAK

Hogyan határozható meg az optikai mikroszkóppal vizsgálható legkisebb objektum mérete?

A szabad szemmel vagy nagyítókészülékkel vizsgálható legkisebb objektum mérete az előbbiek felbontási képességtől függ.

Felbontási képesség – a legkisebb távolság két pont között, amelyen a képük még elkülönül egymástól, és nem olvad össze. Az emberi szem felbontó képessége $200\text{ }\mu\text{m}$ ($0,2\text{ mm}$), az optikai mikroszkópé $0,2\text{ }\mu\text{m}$ ($0,0002\text{ mm}$), az elektronmikroszkópé $0,0002\text{ }\mu\text{m}$ ($0,0000002\text{ mm}$). Ha az objektum mérete kisebb a felbontó képességnél, akkor ez a tárgy nem látható, és fordítva. Tehát a felbontó képességtől függ, hogy mi vizsgálható a mikroszkópban és mi nem.

A tárgylencse felbontó képességének meghatározásához szükséges mutató értéke közvetlenül a nagyítást jelölő szám után van feltüntetve a lencse burkolatán. Ezt a tárgylencse **apertúrájának** nevezzük.

Az apertúra alapján számítják ki a tárgylencse felbontó képességét:

Felbontó képesség (μm -ben) = $0,3355 / \text{tárgylencse-apertúra}$.

A kapott értéket tizedesekre kerekítjük.

Például a piros gyűrűvel jelölt tárgylencsén (7. ábra) a felső sorban a következő jelölés látható: „4 / 0,10”. A „4” a tárgylencse nagyítását mutatja, ami négyszeres, a 0,10” pedig az apertúra. A tárgylencse felbontó képessége a következő lesz:

$$0,3355 / 0,10 = 3,355 \approx 3,4 (\mu\text{m})$$

7. §. A SEJT SZERKEZETE



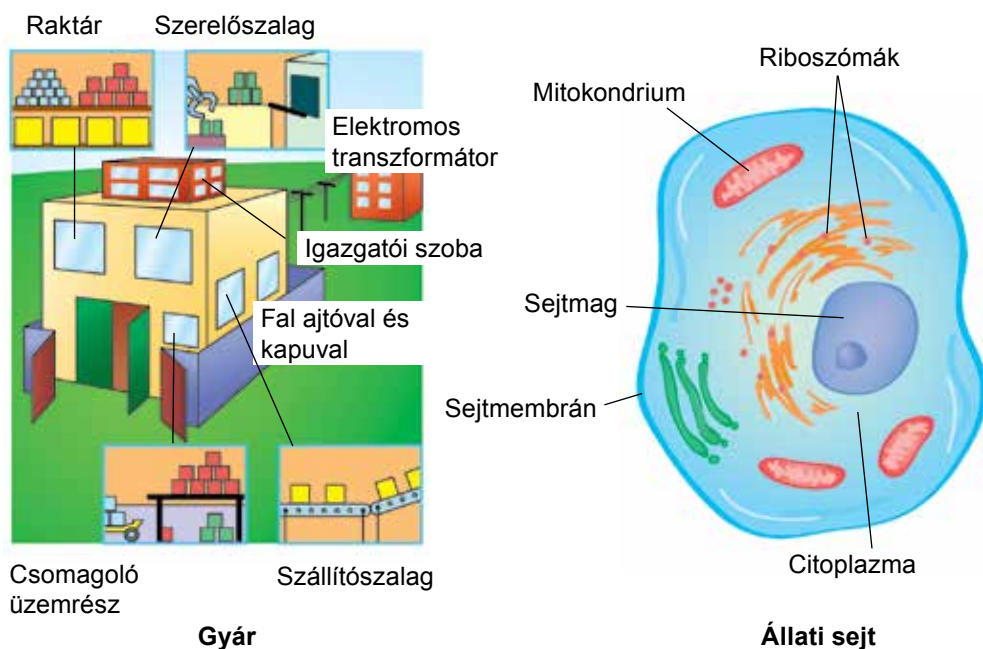
Bepillantást nyertek a sejt titokzatos világába, megismerkedtek a szerkezetével és működésével.



Hallottam, hogy az ember sejtekből áll. Van-e valami a sejt belsejében, és hogyan működik a sejt?

Minden élő szervezet sejtekből áll. A sejteket az „élet gyárainak” is nevezzük. A gyár valamilyen terméket állít elő. A textilgyár szöveteket, a bútorgyár bútorokat, a csokoládégyár csokoládét gyárt. De mit állít elő a sejt? **A sejt összetett anyagokat termel, amelyekből az új sejtek épülnek.** Hasonlítsuk össze a sejtet a gyárral (8. ábra).

A gyárnak vannak falai, ajtói és kapuja. Minden sejtet **sejtmembrán** burkol, amely felismeri és átereszt a belsejébe minden olyan nyersanyagot, ami a sejt táplálásához szükséges. A membrán ugyan csak felismeri és biztosítja a fölösleges anyagok távozását a sejtől.



8. ábra. Gyár és állati sejt

Tehát a sejtmembrán fal kapuval, amelynél szigorúan ellenőrzik a ki- és belépőket.

Ahhoz hasonlóan, ahogy a gyárnak van belső tere, a sejtnak van *citoplazmája*. Azonban a citoplazma alapját nem levegő, hanem viszkózus folyadék képezi, amelynek a vegyi összetétele a tenger vizéhez hasonlít. A citoplazma 90%-nyi vizet tartalmaz, amelyben oldott sók (szervetlen anyagok) és egyszerű szerves anyagok találhatók.

A gyárban sok különböző helyiség és termelői üzemrész van: műhelyek, raktárak, közlekedési hálózat. A citoplazma is különböző részekre, *organellumokra* (sejtszervecskékre) oszlik. Egyes organellumokat a sejtmembránhoz hasonló saját membrán vesz körül.

Organellumok – állandó citoplazma-struktúrák, amelyek meghatározott funkciót látnak el a sejtben.

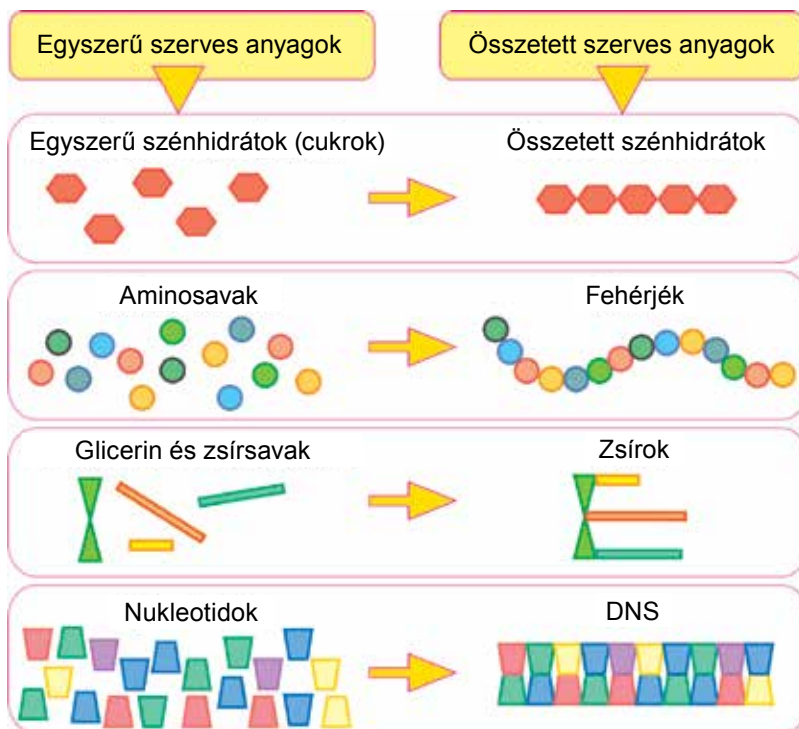
A gyárnak van irányítási központja, ami az igazgató irodája. A sejt fő vezérlő struktúrája a **sejtmag**, amelyben a *DNS-molekulák* találhatók. Ahhoz hasonlóan, ahogy az igazgató irányítja a gyár munkáját, a DNS-molekulák vezérlik a sejt működését.

Tehát megvizsgáltuk a sejt fő alkotóelemeit. Ezek és más alkotóelemek, valamint ezek funkcióinak összehasonlítása az 1. táblázatban látható.

A gyár és a sejt alkotórészeinek összehasonlítása

A gyár részlegei	Funkció	A sejt struktúrái és organelumai
Gyárépület ajtókkal, kapuval	A termelői részlegek egymástól való elkülönítése, a be- és kilépés ellenőrzése	Sejtmembrán
A gyár belső tere	A helyiségek és termelési részlegek elhelyezkedése	Citoplazma
Igazgatói szoba	Irányítás	Sejtmag
Szerelőszalag	A fő termék összeszerelése	Riboszómák
Elektromos transzformátor	Energiaellátás	Mitokondriumok

A fő anyagok, amelyekből a sejt építkezik: fehérjék, zsírok, szénhidrátok. Először ezeket a kémiai vegyületeket a sejt maga veszi fel: beépíti a testébe, ezért *növekszik*. Végül befejezi a növekedést, mert nem tud tovább nőni. Ezért *osztódni* kezd, és egy sejtből kettő képződik.



9. ábra. Az összetett szerves anyagok a sejtben egyszerű szerves anyagokból képződnek

A „termelési folyamat” a sejtben a kémiai reakciók hatalmas számát jelenti. Egyes reakciók eredményeként egyszerű anyagokból összetettek képződnek, míg más reakciókban az összetett anyagok egyszerűekre bomlanak le vagy más összetett anyagokká alakulnak át. Ahogy a gyár különböző részlegeiben különböző termelési folyamatok mennek végbe, úgy valósulnak meg bizonyos kémiai reakciók a sejt különböző részeiben. Mindegyik kémiai reakcióért meghatározott *fehérjék* felelnek. Ha a sejt az „élet gyára”, akkor a fehérjék a dolgozói. Szinte valamennyi kémiai reakció a sejtben bizonyos fehérje segítségével valósul meg.

A sejt által termelt fő összetett szerves anyagok: fehérjék, zsírok, szénhidrátok, DNS- és más molekulák. Ezekből épül fel a sejt teste.

A sejtek az összetett szerves anyagokat egyszerű szerves anyagokból képezik (9. ábra). Például a glükóz egyszerű szénhidrát molekulái hosszú láncú lánccá – összetett szénhidrátokká – kapcsolódnak össze. Az egyszerű szerves anyag aminosavak a riboszómákon hosszú láncokat képezve egyesülnek, és fehérjéket képeznek.

A sejt más szervecskéiben egyszerűbb szerves anyagokból összetett szerves anyagokká, zsírokká kapcsolódnak össze. Az egyszerű szerves anyag nukleotidok összetett szerves molekulákat, DNS-t képeznek, amely az örökletes információ hordozója.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A sejt vízből, szervetlen és szerves anyagokból áll.
2. A sejt fő alkotóelemei a sejt életműködése során egymással kölcsönható struktúrák és organellumok.
3. A struktúrák és organellumok kölcsönhatásának eredményeként összetett szerves anyagok képződnek.
4. Az összetett szerves anyagokra a sejt növekedéséhez van szükség, amely az osztódásával fejeződik be.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Organellumok, sejtmembrán, sejtmag.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mik az organellumok?
2. Milyen funkciót lát el a sejtmembrán?
3. Milyen anyagokból áll a sejt?

8. §. A NÖVÉNYI ÉS ÁLLATI SEJTEK KÖZÖS TULAJDONSÁGAI



Megtudjátok, hogy a növényi és állati sejtek hasonlítanak egymásra a sejt működését vezérlő, az örökletes információt tároló, a sejt növekedését meghatározó és a sejtet energiával ellátó struktúrákat tekintve.

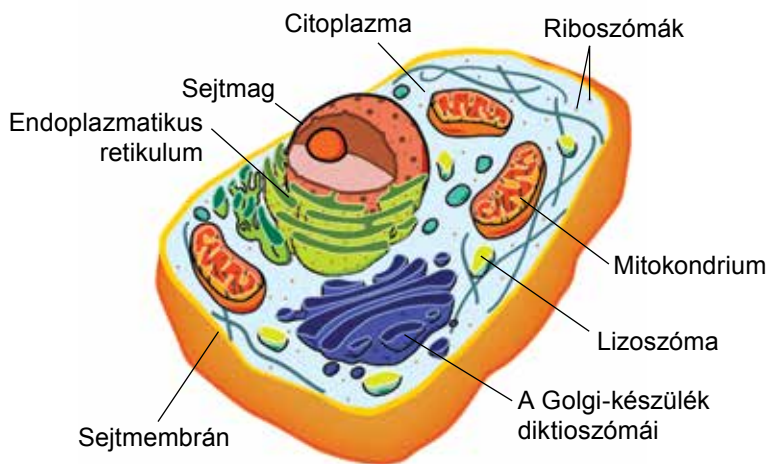


Mi a DNS? Van-e DNS az állati sejtekben? Lélegeznek-e a növények?

A 10. és 11. ábrán az állati és növényi sejt látható vázlatosan. A meglehetősen eltérő kép ellenére a két sejtípusban sok hasonlóság van: *sejtmembrán, sejtmag, riboszómák, mitokondriumok*. Ezek a struktúrák és organellumok mind az állatok, mind a növények esetében közös funkciót látnak el.

A **sejtmembrán** minden sejtben meglévő struktúra. Ez nagyon vékony, fénymikroszkópban nem is látható. A membrán zsírszerű molekulák hártájából áll, amelybe fehérjemolekulák vannak beépülve. A zsírszerű molekulák áthatolhatatlanná teszik a membránt, és a fehérjemolekulák határozzák meg, mely anyagokat engednek át a sejt belsejébe és onnan ki.

Mindegyik sejt belsejét **citoplazma** tölti ki. A citoplazma nem mozdulatlan. A mozgása megkönnyíti a szerves és az egyszerű szerves anyagok szállítását a különböző organellumokhoz.



10. ábra. Állati sejt

Mind a növények, mind az állatok sejtjeinek van **magjuk**, amely optikai mikroszkópban is látható. A mag sejtstruktúra, amelyet maghártya különít el a citoplazmától, és DNS-molekulákat is tartalmaz.

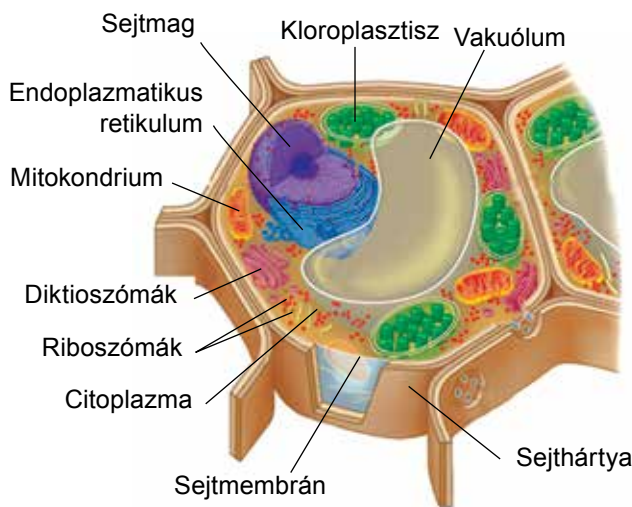
A DNS hosszú molekula, amely a sejt számára szükséges valamenyi fehérje termelésére vonatkozó információt hordozza. Az egy fehérjéért felelős információt tartalmazó DNS-szakaszt **génnek** nevezzük. Minden osztódás során a leánysejtek az anyasejt DNS-másolatát öröklik. Ezért a **DNS-molekula** nemcsak a sejt működését vezérli, hanem az örökletes információt is hordozza.

Ilyenformán a **mag** a sejtműködés irányító központja és az örökletes információt hordozó DNS-molekulák tárolási helye.

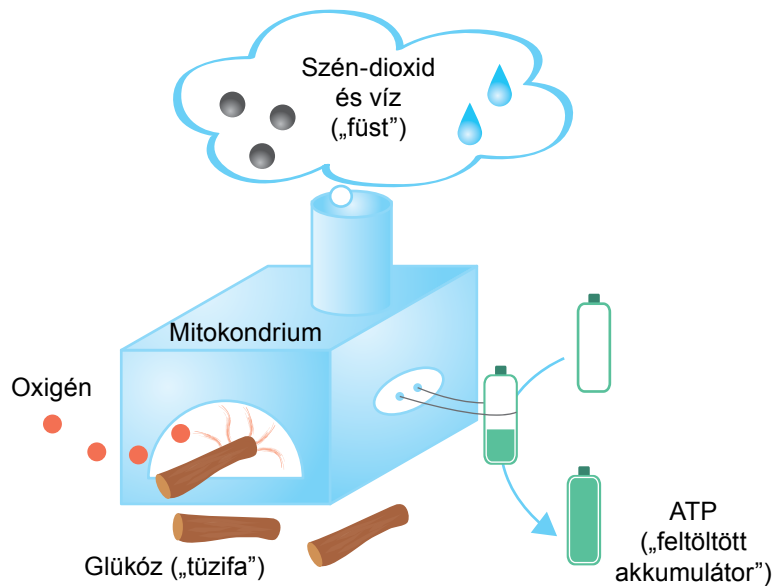
Minden sejtben vannak riboszómák, azaz olyan organellek, amelyeken a fehérjék *szintézise* valósul meg. Ezek csak elektronmikroszkópban láthatók. Vagyis a riboszómák a sejt szerelőszalagja, amelyen a fehérjék összerakása történik.

Mind a növényi, mind az állati sejtben vannak *mitokondriumok*. A **mitokondrium** a sejtet energiával ellátó organellem. A mérete meglehetősen nagy, ezért optikai mikroszkópban is látható.

Szintézis – az egymástól elkülönült részek egyesítésének folyamata. Például a fehérjeszintézis olyan folyamat, amely során az egyszerű anyagok (aminosavak) egymással meghatározott sorrendben kapcsolódva összetett vegyületet – fehérjét – alkotnak.



11. ábra. Növényi sejt



12. ábra. A mitokondrium működése

A mitokondrium a hőerőműhöz hasonlóan működik: benne az „üzemanyag” kölcsönhatásba lép az oxigénnel. Ez a folyamat az égéshez hasonlít, de lángok nélkül megy végbe. A felszabaduló energia részlegesen a „kémiai akkumulátor”, nevezetesen az ATP elnevezésű különleges molekulák feltöltésére fordítódik. A fölös energia hő formájában szétoszóródik. A hőerőművektől eltérően a mitokondriumok „üzemanyaga” nem szén, hanem a glükóz szénhidrát. A glükóz a mitokondriumokban az oxigénnel való kölcsönhatás során szén-dioxiddá és vízre bomlik (12. ábra).

Ugyanakkor a hőerőmű és a mitokondrium működése között jelentős különbségek vannak. A hőerőmű elektromos energiát termel, míg a mitokondrium kémiai energiát fejleszt. A hőerőműtől eltérően a mitokondrium működése nem állítható le, mert ettől a sejt szinte azonnal elpusztulna.

KÖVETKEZTETÉSEK

A növényi és állati sejtek esetében közös organellek és struktúrák azok, amelyek:

- ✓ a sejt működését irányítják és az örökletes információt tárolják (DNS-t tartalmazó sejtmag);
- ✓ a légzési folyamat során energiával látják el a sejtet (mitokondriumok);
- ✓ biztosítják a fehérjeszintézist (riboszómák);
- ✓ szabályozzák a sejt anyagfelvételét és -kiválasztását, valamint elkülönítik a citoplazmát a külső környezettől (sejtmembrán).

Mitokondriumok, DNS, riboszómák.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

Nevezzétek meg azt az organelumot vagy struktúrát, amelyik:

- energiát termel a sejtfolyamatok fenntartása számára;
- lehetővé teszi a szükséges anyagok bejutását a sejtbe, és meggátolja ezt a fölösleges vagy káros anyagok esetében;
- szabályozza a sejt működését és tárolja az örökletes információt;
- biztosítja a fehérjeszintézist!

KÍVÁNCSIAKNAK

A sejtben belüli anyagszállítást biztosító organelumok

A szállítási funkciókat a növényi és állati sejtekben elsősorban az endoplazmatikus retikulum és a diktioszómák látják el. Az **endoplazmatikus retikulum** vékony csövecskék szerteágazó hálózata (10., 11. ábra). Az endoplazmatikus retikulum csatornácskái a sejt sajátos belső útvonalai, amelyeken a különböző szerves anyagok, elsősorban a fehérjék szállítása történik. Az endoplazmatikus retikulum külső falaihoz is rögzülnek riboszómák. Az endoplazmatikus retikulum csak elektronmikroszkópban látható.

A **diktioszómák** organelumok, amelyek az endoplazmatikus retikulumtól kapott anyagokat szelektálják és a továbbításhoz kis membrángömbökbé „csomagolják”. Ezeket a gömböcskéket azután a rendeltetésüknek megfelelően – vagy más sejtrészekbe, vagy a külvilágba való kiválasztás végett a sejtmembránhoz – továbbítják.

A diktioszómák megléte mind a növényi, mind az állati sejtre jellemző, ugyanakkor az állatok esetében a diktioszómák meglehetősen összetett struktúrát – Golgi-készüléket – képeznek. A diktioszómák láthatók a fénymikroszkópban, de a szerkezetük csak elektronmikroszkópban vizsgálható.

Hányféle különböző fehérje működik az „élet gyárában”?

A sejtnak ahhoz, hogy életben maradjon, azaz növekedhessen és szaporodhasson, sok különböző fehérjére van szüksége. A XX. sz. második felében kidolgozott „minimális sejt” hipotézisnek megfelelően úgy vélték, hogy a sejtnak az életben maradáshoz 800–1000 különféle fehérjetípust kell szintetizálnia. A minimálisan szükséges fehérjeszámot a jelenlegi elképzelés úgy határozza meg, hogy a sejt életben maradhat, ha DNS-e mintegy 310–380 fehérjét kódol. 2010-ben mesterségesen szintetizáltak egy minimális mennyiségű gént tartalmazó DNS-t, és azt egy olyan baktériumsejtbe ültették be, amelyből előzőleg eltávolították annak saját DNS-ét. Ez a baktériumsejt laboratóriumi feltételek mellett elkezdett növekedni és osztódni. Így módon sikerült bebizonyítani, hogy minimális mennyiségű gén is elegendő a sejt teljes értékű életműködésének a biztosításához.

9. §. KÜLÖNBSEGEK A NÖVÉNYI ÉS ÁLLATI SEJTEK SZERKEZETÉBEN



Megtudjátok, hogy a növényi és állati sejtek hasonlósága ellenére lényeges különbségek vannak közöttük.



Miből állítják elő a növények az oxigént? Mi a fotoszintézis? Miért zöld színűek a növények? Léteznek-e növények, amelyek napsugarakkal vagy levegővel táplálkoznak? Igaz-e, hogy a növények a levegőt tisztítják?

A 7. §-ból már tudjátok, hogy az egyszerű szerves anyagok képezik azt a nyersanyagot, amelyből az összetett szerves anyagok létrejönnek. De honnan vannak a sejtekben az egyszerű szerves anyagok? Épp az egyszerű szerves anyagok előállításának módjában van a legfőbb különbség a növényi és állati sejtek között.

A növények maguk állítják elő az egyszerű szerves anyagokat

Fotoszintézis – egyszerű szerves anyagok szén-dioxidból és vízből való képződésének folyamata fényenergia közreműködésével.

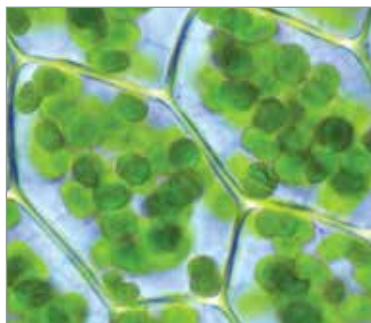
szervetlenekből a fotoszintézis folyamatában. A fotoszintézisben fény közreműködésével szén-dioxidból és vízből egyszerű szerves anyagok képződnek. Rendszerint ez az anyag a

glükóz (szőlőcukor). A fotoszintézis speciális organellekben, a *kloroplasztiszokban* valósul meg.

Az állatok nem képesek egyszerű szerves anyagok előállítására szervetlenekből. **Az állati sejtek kész szerves anyagokat vesznek fel.** Az egyszerű szerves vegyületeket az állati sejtek a membránjuk segítségével nyelik el, és a sejtek azonnal felhasználhatják őket a számukra szükséges összetett szerves anyagok létrehozására.

Sok állati sejt tud összetett szerves vegyületeket is felvenni. Ebben az esetben az összetett anyag először egyszerűbb szerves anyagokra bomlik. Ez a folyamat a sejtekben megy végbe, ezért *sejten belüli emésztésnek* nevezzük. Azután ezek az egyszerű szerves anyagok a sejt számára az adott pillanatban szükséges összetett szerves vegyületek szintézisének nyersanyagául szolgálnak. A sejten belüli emésztés az állati sejtekben a *lizoszómákban* valósul meg.

A növényi sejteknek, az állatitól eltérően, vannak kloroplasztiszai, sejtfala, sejtnedvvel telt nagy vakuóluma (üregcskéje). Az állati sejteknek, a növényitől eltérően, vannak olyan organellek – lizoszómái –, amelyekben végbemegy a sejten belüli emésztés.



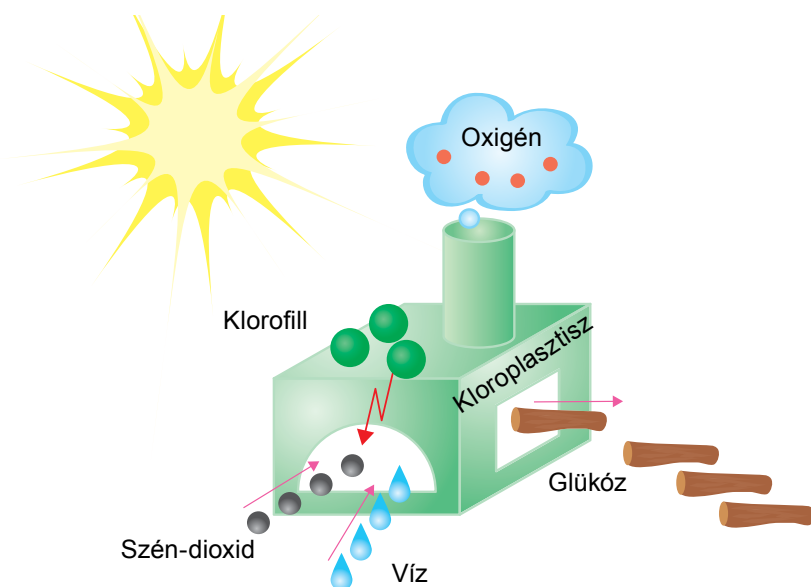
13. ábra.
Kloroplasztiszokat
tartalmazó
sejtek optikai
mikroszkópban
vizsgálva

Kloroplasztiszok – a növényi sejtek egyik legnagyobb organelleim (13. ábra). Jól láthatók optikai mikroszkópban. A kloroplasztiszok a fényt befogó anyagot, *klorofillt* tartalmaznak. A klorofill mindig zöld színű. Ezért zöldek a növények is.

A fotoszintézis során a kloroplasztiszok szén-dioxidot és vizet vesznek fel. Ekkor a klorofill napfényt fog be és kémiai energiává alakítja, amelynek köszönhetően a szén-dioxidból és vízből glükóz képződik. Eközben oxigén szabadul fel (14. ábra).

A fotoszintézis során képződő glükóz:

- ✓ összetett szénhidrátok – például tartaléktápanyag: keményítő – szintézisére szolgálhat;
- ✓ átalakulhat más egyszerű szerves anyagokká, amelyekből később fehérjék, zsírok, DNS képződik;
- ✓ a sejt számára szükséges energia képződhet belőle a mitokondriumokban.



14. ábra. A fotoszintézis folyamata

A fotoszintézis során képződő oxigén „gyártási melléktermék”. A sejtre nézve ugyanis veszélyes, mert elégetheti a szükséges anyagokat, károsíthatja a sejtstruktúrákat és organellumokat. Ezért az oxigén nagyobb része, azt leszámítva, amelyet a mitokondriumok felhasználnak, a külvilágba távozik a sejtből. A fotoszintézis során képződő oxigénnek köszönhetően van bolygónknak oxigéntartalmú légköre.

Érdekes tudni- való

A növényi sejtben a fotoszintézis során olyan sok oxigén képződik, hogy veszélyezteti magát a kloroplasztiszt is. Azonban károsítás nem történik, mert a kloroplasztiszban az oxigént speciális anyagok, antioxidánsok kötik meg. Növényi eredetű *antioxidánsokat* gyakran adnak különböző élelmiszerekhez. Ezek védik az emberi test sejtjeit az oxigén károsító hatásával szemben.

Sejtfal – a növényi sejtnek szilárdságot biztosító struktúra. A sejtfal a sejtmembránon kívül található. A sejtmembránnál 20–1000-szer vastagabb, ezért jól látható fénymikroszkópban. A sejtfal vázát összetett szénhidrát, *cellulóz* alkotja.

A sejtfal nem engedi át a sejt belsejébe a nagy molekulákat, köztük az összetett szerves anyagokat. Ugyanakkor akadálytalanul halad át rajta a víz a benne oldott sókkal, szén-dioxiddal és oxigénnel. A sejtfal nemcsak szilárdítja a sejtet, hanem a vakuólummal együtt rugalmasságot is biztosít számára.

Vakuólum (üregecske) – a sejt egyik legnagyobb organeluma, amely jól látható optikai mikroszkópban. Membrán választja el a citoplazmától.

A vakuólum tartalma nagyrészt vízből áll. A növényi sejt állandóan vizet nyel el a környezetéből, és a vakuólumban tárolja azt. A víz fokozatosan tágítja a vakuólumot, és a membránja nyomja a citoplazmát, amely ugyancsak nyomja a sejtmembránt. Ez a nyomás csak azért nem repeszti szét a sejtmembránt, mert fölötte van a szilárd sejtfal. A sejt ezáltal rugalmasságra tesz szert. Ha csökken a víz mennyisége a vakuólumban, például aszály idején, akkor a sejtek elveszítik a rugalmasságukat. Ennek egyik jele a *növények fonnyadása*.

A vízen kívül a vakuólum egyszerű cukrokat és szerves savakat – citromsavat, almasavat, sósavasavat – is tartalékol. A vakuólumok sejtnedvének köszönhetően savanykásan édes ízűek a gyümölcsök és zöldségek.

A vakuólum részlegesen ellátja a raktár és sejthulladékok tárolójának funkcióját is. Vagyis felhalmozza azokat az anyagokat, amelyeket a sejt később használ fel, és tárolja a sejt működésére nézve káros termékeket.

Lizoszómák – az állati sejtek organelumai, amelyekben a sejten belüli emésztés valósul meg. Apró hólyagocskákra emlékeztetnek. Ezek sejt-emésztőnedvet tartalmaznak, és a citoplazmától membrán határolja el őket. Fénymikroszkópban rendszerint nem láthatók. A lizoszómákban az állati sejt által bekebelezett összetett szerves anyagok egyszerű szerves anyagokra bomlanak le. A lizoszómák a másodlagos nyersanyagok feldolgozásának a „műhelyei”: bennük bomlanak le egyszerű szerves anyagokra az organelumok károsodott, használhatatlanná vált, cserére szoruló részei. A belőlük képződő egyszerű szerves anyagokat a sejt ismét felhasználja.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A növényi sejtekben, az állatiaktól eltérően, kloroplasztiszok, sejtfal és vakuólumok vannak, míg az állati sejtek lizoszómákat tartalmaznak.
2. A növényi és állati sejtek közötti különbségek eltérő táplálkozási módjukkal kapcsolatosak.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Kloroplasztiszok, vakuólum, sejtfal, lizoszóma, fotoszintézis.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen organelumok találhatók a növényi sejtekben, amelyek hiányoznak az állati sejtekből, és fordítva?
2. A felsorolt anyagok közül melyeket fogyasztják a növényi, és melyeket az állati sejtek: oxigén, víz, szén-dioxid, fehérje?
3. Miért van szükségük az állati sejteknek sejten belüli emésztésre?
4. Mi a fotoszintézis?

FELADAT

1. A sejtfalat gyakran tévesztik a sejtmembránnal. Keressetek minél több különbséget a sejtfal és a sejtmembrán között!
2. A növényi sejtet sejtfal veszi körül. Felvetődhet, hogy az állati sejtnek is szüksége lenne sejtfalra, még sincs neki. Próbáljátok megmagyarázni, hogy miért!
3. Hasonlítsátok össze az ábrákat, amelyeken a mitokondriumok és kloroplasztiszok működési mechanizmusa van ábrázolva (12. és 14. ábra)! Mi a közös, és mi az eltérő ezeknek az organelumoknak a működésében?
4. A gyümölcsökből és zöldségekből természetes leveket állítanak elő. Hol található a növényi sejtben a lé (sejtnedv)? Miért nem készítenek leveket állati nyersanyagokból, például izomból?

Válasz az iskolások egyes kérdéseire

„Léteznek-e növények, amelyek napsugarakkal vagy levegővel táplálkoznak?”

Majdnem minden növény – egyes parazita növények kivételével – a levegő szén-dioxidjával, vízzel és a napfény energiájával táplálkoznak. A növények nem tudnak csak napfénnel vagy csak levegővel táplálkozni.

„Miből állítják elő a növények az oxigént?”

Az oxigént, amelynek molekulája két atomból áll, a növények mint a fotoszintézis egyik termékét választják ki. A kloroplasztiszba, ahol a fotoszintézis végbemegy, az oxigén kötött állapotban, a vízmolekula részeként kerül. A fotoszintézis köztes reakcióiban fény, klorofill és néhány más anyag hatására az oxigén felszabadul és távozik a sejtből. Vagyis az oxigén eredeti forrása a víz.

„Milyen tápanyagokat kapnak a növények a napsugarakból?”

A növények nem kapnak tápanyagokat a napsugarakból. A napsugarak energiaforrással szolgálnak. A fény csak a klorofill-molekulát aktiválja, amely a szén-dioxidot és vizet elkezdi glükóz-molekulává alakítani. Ha a klorofillt kalapácsként képzeljük el, a vizet és a szén-dioxidot pedig szögeknek és deszkáknak, a végterméket, a glükózt pedig faladaként, akkor a napsugár az a kéz, amely a kalapácsot hozza mozgásba. Érthető, hogy eközben a láda a kéztől semmilyen anyagot nem kap.

„Igaz-e, hogy a növények a levegőt tisztítják?”

Ha a szén-dioxidot a levegőt szennyező anyagnak tekintjük, akkor ez igaz. A növények ugyanis a fotoszintézis során a levegőből szén-dioxidot nyelnek el. Azonban a levegőben lévő más szennyező anyagtól – kénes gázoktól, szén-monoxidtól, koromszemcséktől – a növények nem tisztítják a légkört, sőt ezektől ugyanúgy károsodnak, mint a többi élő szervezet.

10. §. SEJTOSZTÓDÁS

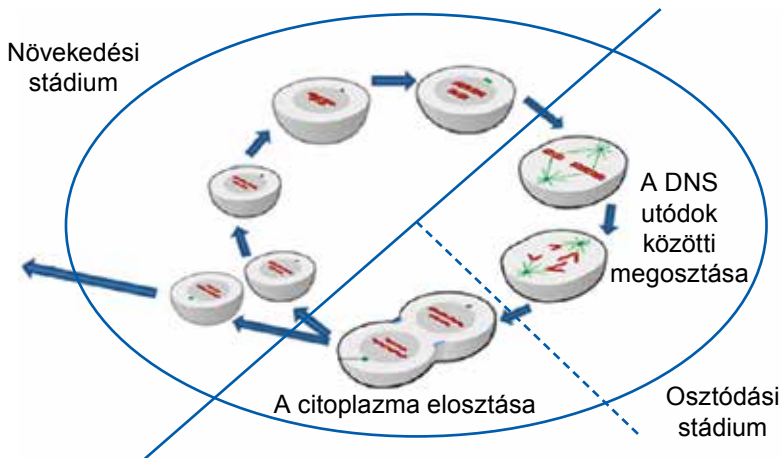


Megtudjátok, hogyan készül fel a sejt létezése legfontosabb eseményére, az osztódásra, és mi történik a sejttel ennek során.



Miért van DNS-e minden embernek? Mitől alakul ki a rák nevű veszélyes betegség?

A sejt növekedése és az ezt biztosító összes folyamat – közte a táplálkozás, fotoszintézis vagy a sejten belüli emésztés, kiválasztás, légzés – felkészülés életének legfontosabb eseményére, a sejtosztódásra. Az osztódás eredményeként egy anyasejtből két új leánysejt képződik.



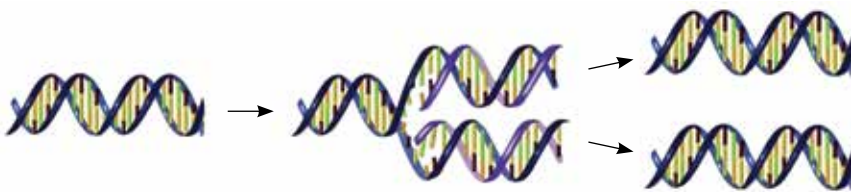
15. ábra. Sejtciklus

Vagyis a sejtosztódás biológiai jelentősége az élet új sejtnevezékeknek történő továbbadásában van.

A sejt létrejöttével (az anyasejt osztódásának befejezésével) kezdődő és a saját osztódásával lezáruló időszakot **sejtciklusnak** nevezzük. Ez két stádiumból áll: **növekedési** és **osztódási** stádiumból (15. ábra). A sejtciklus nagyobb részében a sejt növekedési stádiumban van. Ez a stádium – a sejt típusától függően – néhány órától több hónapig tart. Az osztódási stádium rövid: rendszerint 30 perctől 2 óráig tart.

A **növekedési stádiumban** a sejt összetett szerves anyagokat szintetizál. Ennek köszönhetően a sejt növekszik.

A továbbiakban a sejtmagban megkettőződnek az örökletes információ hordozói, a DNS-molekulák (16. ábra).



16. ábra. A növekedési stádiumban megkettőződnek a DNS-molekulák

A DNS-molekula vékony, de nagyon hosszú szál. Spirál alakban összetekeredett két fonál. A speciális fehérjékbe csomagolt DNS-molekulát **kromoszómának** nevezzük (17. ábra). A sejtosztódás kezdetére a kromoszómák laza, zavaros masszává alakulnak a magban. Ilyenkor fénymikroszkópban nem láthatók az egyes szálak.

Érdekes tudni- való

Ha egy vonalban kifeszítenénk egy emberi sejt magjának a kromoszómaiban található DNS-molekulákat, akkor a hosszuk meghaladná a 2 métert, miközben a sejtmag átmérője, amelyben a DNS-molekulák helyezkednek el, átlagosan 5 μm -t tesznek ki. Ha egy vonalban kifeszítenénk egy felnőtt ember szervezetének összes sejtjében (közel 100 000 milliárd sejt) található valamennyi DNS-molekulát, akkor a hosszuk 10 ezerszer haladná meg a Föld és a Nap közötti távolságot.

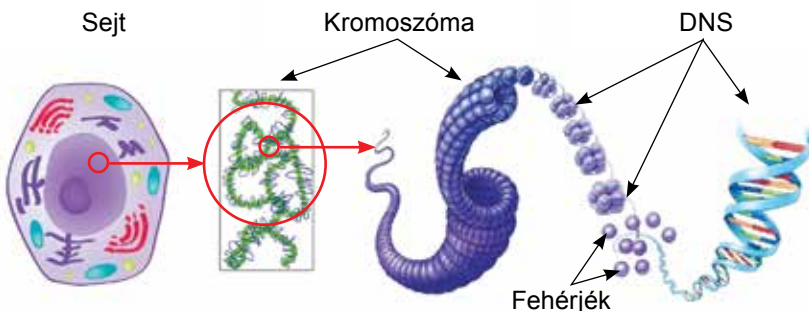
Minden DNS-molekula másolással kettőződik. Ennek köszönhetően egy DNS-anyamolekula helyett a kromoszómában annak két pontos másolata jelenik meg.

A szervezetek különböző fajainál a DNS-molekulák száma a sejtben nem egyforma. Például az ember testi sejtjeinek magjaiban 46 kromoszóma, azaz 46 becsomagolt DNS-molekula található. Azonban a növekedési fázis végére a kromoszómákban megduplázódik a DNS-molekulák száma, és a 46 kromoszóma 92 DNS-molekulát tartalmaz.

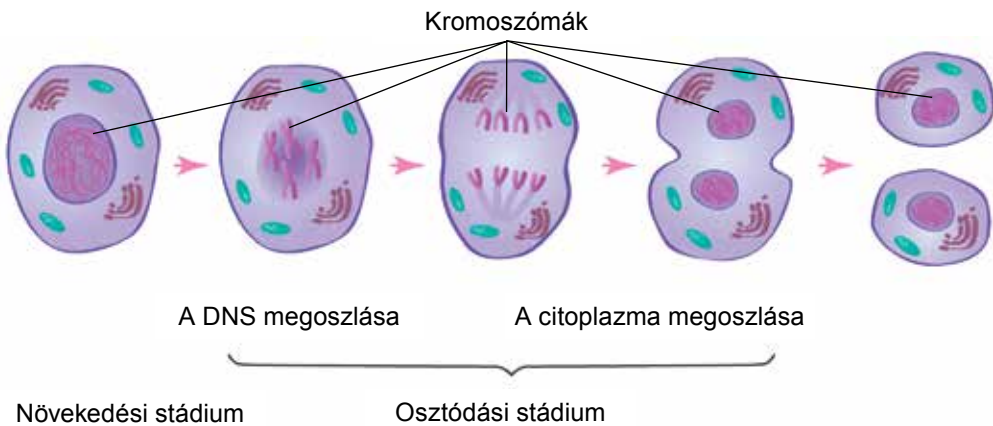
A **sejtosztódási stádium** a növekedés befejeződése és a DNS megkettőződése után kezdődik és a két leánysejt képződésével zárul. Először a kromoszómák rendkívüli tömören felcsavarodnak, és láthatóvá válnak a fénymikroszkópban.

A kromoszómák tömör felcsavarodása nélkül a DNS-másolatok megoszlása a leánysejtek között nem lenne lehetséges a rendetlenül összegabalyodott két szál elszakadása nélkül. A kromoszómák tömör felcsavarodása teszi lehetővé a DNS-másolatok sejtosztódás során történő megosztását.

A kromoszómának az osztódási stádiumban két pálcika alakú része van, amelyek egy közös szakasszal kapcsolódnak össze. Ez a DNS-anyamolekula egymással összekapcsolódó két másolata. A kromoszóma a közös szakaszon osztódik, és a két rész önálló leánykromoszómává vá-



17. ábra. A sejtmagban a DNS-molekula speciális fehérjékbe van becsomagolva, és kromoszómának nevezett struktúrát képez



18. ábra. Sejtosztódás

lik. Ezek a sejt ellentétes pólusaihoz húzódnak. Ilyenformán a sejtmag osztódásakor a DNS-másolatok megoszlának a majdani leánysejtek között (18. ábra).

A továbbiakban a sejtmembrán két részre osztja a citoplazmát. Ezzel a sejtosztódás befejeződik, és mindkét leánysejt megkezdí saját sejtciklusát.

A leánysejtek élete. Minden sejt kizárólag az anyasejt osztódásának köszönhetően „születik”. Azonban közel nem mindegyik leánysejt fejezi be az osztódással a saját sejtciklusát.

A többsejtű szervezetek, különösen a bonyolult szerkezetűek és szabad szemmel is láthatók esetében sok sejt egész élete folyamán növekedési stádiumban marad, és a szervezet más sejtjeinek javára működik. Például nem képesek osztódásra a vörös vérsejtek, az *eritrociták*, nem osztódik csont-, agy- és izomsejtek zöme sem. Ezek a *specializálódott* sejtek, amelyek valamilyen funkció ellátására szakosodtak, és nem képesek leánysejteket eredményező osztódásra. A specializált sejtek élete nem osztódással, hanem elhalással fejeződik be. Az ilyen sejtek a szervezetben különleges sejtek osztódása révén jönnek létre. Az ember és az állatok esetében ezek az *őssejtek*.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A sejtosztódás biztosítja az élet szakadatlan továbbadását a következő nemzedékeknek.
2. A sejtosztódás következtében a leánysejtek a kromoszómáknak köszönhetően örökségül növekedési és fejlődési programot kapnak DNS-molekula formájában.
3. A citoplasma osztódása következtében a leánysejtek öröklík a DNS-molekulába beleírt program teljesítéséhez szükséges organelumokat és struktúrákat.

Sejtciklus, növekedési stádium, osztódási stádium, kromoszóma.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen alapvető folyamatok zajlanak a sejtben a növekedési stádiumban?
2. Milyen alapvető folyamatok zajlanak a sejtben az osztódási stádiumban?
3. Milyen szerepet játszanak a kromoszómák a sejt osztódásában?
4. Milyen sorrendben mennek végbe a folyamatok a sejtciklusban: a citoplazma-osztódás, DNS-kettőződés, növekedés, magosztódás?
5. Miben rejlik a sejtosztódás biológiai jelentősége?

FELADAT

A médiában gyakran hallott kifejezések: *A Föld élő bolygó, élő óceán, élőlény, élő víz, élő növény.* A kifejezések melyike helyes biológiai szempontból, és melyik hibás? A feleleteket indokoljátok meg!

KÍVÁNCSIÁKNAK

Válasz az iskolás kérdésre:

„Mitől a lakul ki a rák nevű veszélyes betegség?”

Az elhaló specializált sejtek helyébe új sejtek állnak, amelyek nem specializált sejtek osztódásával jönnek létre, majd „szakosodnak”. Ha a sejt, amelynek az elhalt specializált sejtet kellene pótolnia, nem specializálódik, akkor osztódással fejezi be a sejtciklusát és az utódoknak adja tovább ezt a tulajdonságát. Az ilyen sejtek elkezdnek szabályozatlanul szaporodni és **daganatokat** képeznek. Súlyos betegség, **rák** alakul ki. A daganatból kiszakadnak egyes sejtek, amelyek a vérárammal együtt egészséges testrészekbe jutnak, ahol új daganatot – **metasztázist (áttét)** – hoznak létre.

A jelenlegi ismereteink szerint az egészséges sejt rákossá alakulása annak következménye, hogy a DNS-molekula másolása során annak egyes szakaszain – bizonyos génekben – hiba történik, azaz a másolás során az örökletes információ valamilyen módon eltorzul. Az ilyen hibák, amelyeket **mutációknak** neveznek, véletlenszerűen és nagyon ritkán következnek be (egy rákot okozó génmutáció megközelítőleg 1 millió – 1 milliárd sejtosztódásra esik).

Ugyanakkor egyes, **kancerogéneknek (rákkeltőknek)** nevezett tényezők hatására a mutációk száma több tucatszorosára, több százszorosára, sőt több ezerszeresére növekedhet. Ennek megfelelően annak a valószínűsége, hogy nem specializált sejtek jönnek létre specializáltak helyett, több tucatszorosára, több százszorosára, sőt több ezerszeresére növekedhet több tucatszorosára, több százszorosára, több ezerszeresére nő, és figyelembe véve az emberi test sejtjeinek számát (mintegy 1 000 000 000 000 000 sejt), a kis valószínűség naggyá válik.

Kancerogén hatású a radioaktív sugárzás, a műanyagok égéstermékei, a benzingőz, a dohányfüst. Kancerogén vegyületek képződnek az égett húspan, étolajban és szalonnában, valamint hulladékok égetésekor. Ilyen anyagok keletkezhetnek a szervezetben is magas nitrát- és nitráttartalmú élelmiszerek fogyasztása következtében.

AZ OPTIKAI MIKROSKÓP SZERKEZETE ÉS HASZNÁLATA

A munka célja: állandó állati sejtkészítmény felhasználásával megtanulni az optikai mikroszkóp használatát gyenge és erős nagyítás mellett.

Eszközök, szerszámok és reagensek: mikroszkóp.

Anyagok: állati sejtek (lapos hámsejtek) állandó mikroszkópos készítménye.

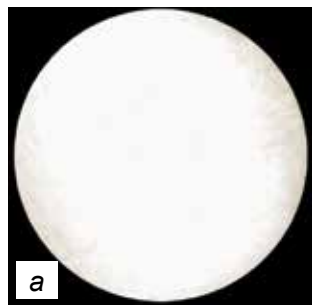
Az évtizedekig használható *állandó* mikroszkópos készítményeket megszilárduló átlátszó gyanta felhasználásával készítik. Ilyen állati sejt készítményt fogtok használni a munka során.

A MUNKA MENETE

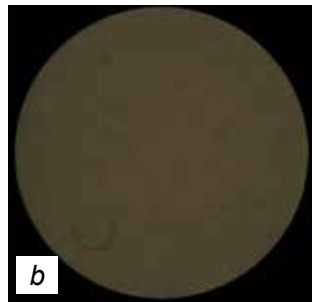
1. Vizsgáljátok meg az optikai mikroszkópot! Idézzétek fel, és nevezétek meg a fő részeit!

2. A mikroszkóp felkészítése a használatra.

- Helyezzétek el a mikroszkópot az asztalon a bal vállatokkal szemben, 2–5 cm távolságra az asztal szélétől úgy, hogy a fényvisszaverő tükör a túloldalon legyen!



- Ellenőriztétek az állvány és a tükör állapotát! Ha piszkos vagy poros, töröljétek meg puha ruhával! Egyszer használatos papírszalvéta 70%-os etil-alkohollal vagy más, optikai berendezések tisztítására szolgáló folyadékkal megnedvesített szélével törölgessétek meg a tárgylencsék és a szemlencse felületét! Ezután töröljétek szárazra a felületeket a szalvéta nem nedves részével!



Jegyezzétek meg: ha az optikai rendszer piszkos, nem tudjátok helyesen beállítani a mikroszkópot, és nem kaptok tiszta képet!

- Döntsétek meg a kart 10–20°-kal! Győződjétek meg róla, hogy a mikroszkóp nem billeg! Kapcsoljátok be a gyenge (10-szeres) nagyítású tárgylencsét!



3. A mikroszkóp beállítása.

- Helyezzétek a készítményt a tárgyasztalra úgy, hogy a fedőüveg központi része ponto-

19. ábra. A fény beállítása:

a – a fényvisszaverő tükör a merőlegesen beeső napsugarakra van irányítva (helytelen. Tilos!);

b – kevés a fény (helytelen);

c – helyesen van beállítva a fény

san a tárgylencse alatt legyen! Rögzítsétek a tárgyüveget a rugalmas szorítólemezekkel!

- Az okulártubust oldalról figyelve a durva beállító csavarral engedjétek azt le annyira, hogy a tárgylencse és a készítmény közötti távolság mintegy 5 mm legyen!

- Állítsátok be a fényt! Ennek érdekében teljesen nyissátok ki a diafragmát! A fényvisszaverő tükör nap vagy erős fényű lámpa felé való fordításával irányítsátok a fénysugarakat a készítményre! Nézzetek a szemlencsébe, és győződjétek meg róla, hogy a látótér eléggé meg van világítva (19. ábra)!

Figyelem! Szigorúan tilos közvetlenül beeső napsugarakat a készítményre irányítani!

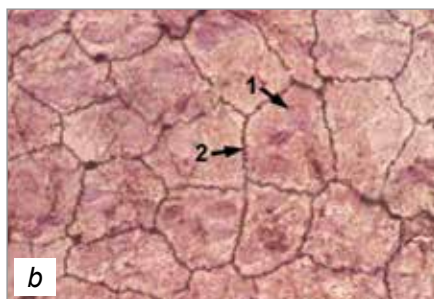
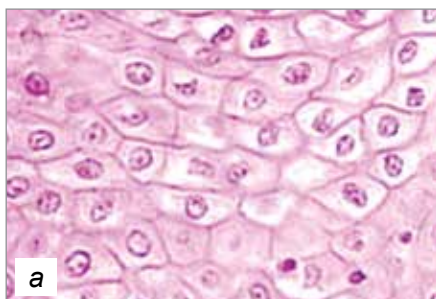
- A szemlencsébe nézve a durva beállítás csavarjával lassan emeljétek meg a tárgylencsét, hogy láthatóvá váljanak a sejtek (20. ábra)! Eközben kétszer is megjelenhet és eltűnhet különböző apró részecskék tiszta képe. Először a tárgyüveg alsó, majd a felső felületén található mikroszennyeződések tűnnek fel, s csak ezután jelennek meg a készítmény közepében lévő állati sejtek.

Figyelem! A szemlencsébe való nézéskor mindkét szemet nyitva kell tartani!

- Kapcsoljátok át erős nagyításra! Ehhez óvatosan fordítsátok el a revolvért, és kapcsoljátok be a 40-szeres nagyítású tárgylencsét! Amikor a tárgylencse a helyére kerül, rögzítő rugójának a halk kattanását fogjátok hallani. Állítsátok be a kép élességét a finom beállítás csavarjával! A diafragma szabályozásával növeljétek a készítmény megvilágítottságát! Ha minden műveletet helyesen végeztetek, a kép a 20. b ábrán láthatóhoz lesz hasonló.

4. A tárgy megfigyelése a mikroszkópban.

A mikroszkóppal végzett megfigyelést egyedül kell végezni. Az embereknek ugyanis különböző a látásélességük, ezért mindenkinek a saját szeméhez kell igazítania a mikroszkóp képélességét.



20. ábra. Állati sejtek állandó mikroszkópos készítményben gyenge (a) és erős (b) nagyításon (látható a citoplazma és a sejtmag – 1, a sejthathárók – 2)

Erős nagyítás mellett vizsgáljátok meg a készítményt teljes mélységében, teljes fordulatának 1/10 részével előre-hátra mozgatva a finom-beállítás csavarját!

Sok, szabálytalan kör alakú sejtet fogtok látni, a közepükön nagy testtel, ami citoplazmában elhelyezkedő sejtmag.

Rajzoljatok le egy sejtet erős nagyításon! Jelöljétek a magot és a citoplazmát!

A rajzot feltétlenül nagy léptékben készítsétek! A helyes lépték megállapításához a teljes látómezőt az iskolai füzet magasságával (24 cm) egyenlőnek veszitek, és ebből kiindulva kiszámítjátok a rajz körülbelüli méretét. Például ha egy sejt hossza erős nagyításon a látómező egyharmadát teszi ki, úgy a rajzotokon a hosszának mintegy 8 cm-nek ($24 \text{ cm} : 3$) kell lennie. A rajzot készítsétek jól kihegyezett, közepes keménységű ceruzával! A rajzot csak a fekete-fehér vázlat elkészítése után színezzétek ki!

5. A munka befejezése:

- állítsátok át a mikroszkópot gyenge nagyításra;
- távolítsátok el a készítményt;
- takarítsátok el magatok után a munkaasztalt!

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

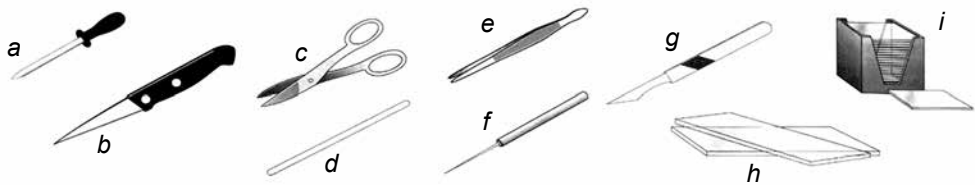
1. Milyen elemekből áll a mikroszkóp optikai rendszere?
2. Hogyan kell előkészíteni az optikai mikroszkópot a használathoz?
3. Hogyan kell beállítani az optikai mikroszkópot?
4. Melyik tárgylencsét kell bekapcsolni a mikroszkóppal való munka kezdetén?
5. Hogyan kell kiszámítani a léptéket a vizsgált tárgy rajzon való ábrázolásához?
6. Hogyan kell helyesen befejezni a mikroszkóppal való munkát?

2. gyakorlati munka

MIKROSKÓPOS KÉSZÍTMÉNY ELŐÁLLÍTÁSA HAGYMA HÚSOS LEVELÉBŐL ÉS VIZSGÁLATA OPTIKAI MIKROSKÓPPAL

A munka célja: citoplazma, sejtmag, sejtnedvvel telt vakuólum, sejttal megfigyelése hagyma bőrhártyájából saját kezűleg készített időleges preparátumon.

Eszközök, szerszámok és reagensek: mikroszkóp, időleges preparátum készítéséhez szükséges eszközkészlet – pipetta, olló, szike vagy éles kés, csipesz,



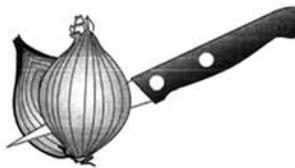
21. ábra. Időleges mikroszkópos preparátumok készítéséhez szükséges eszközök készlete:

a – pipetta; b – kés; c – olló; d – üvegpálcika; e – csipesz; f – preparáló tű; g – szike; h – fedőüveg csomagolásban; i – két tárgyuveg

két preparáló tű, üvegpálcika, tárgy- és fedőüveg (21. ábra), vizes edény, hulladék-konténer, fogyó eszközök (szűrőpapír és papírszalvéták), alkoholos jóddoldat.

Anyagok: vöröshagyma.

A vízzel készített mikroszkópos preparátumok nem tartósak. Ezeket *időleges* készítményeknek nevezzük. Az ilyen preparátumokat tudnotok kell önállóan elkészíteni. A sejtfal, citoplazma, sejtmag növényi sejten való megfigyelése céljából készítsetek időleges preparátumot vöröshagyma bőrhártyájából!



A vöröshagyma felvágása



A húsos külső levél 1 cm-es oldalú négyzetekre vágása



Egy négyzet levétele csipesszel

A MUNKA MENETE

1. Készítsétek elő a mikroszkópot a használathoz!

2. Készítsétek átlátszó mikroszkópos preparátumot a vöröshagyma húsos levele bőrhártyájából:

a) helyeztetek egy csepp vizet a tárgylemezre! A száraz levelektől megtisztított vöröshagymát késsel vagy szikével vágjátok fel hosszában kereszt alakban. Különítsetek egy külső húsos levelet (22. ábra)!

Figyelem! Legyetek óvatosak! A késsel és szikével csak a szükséges műveleteket végezzétek, ha megsérülnétek, azonnal szóljatok a tanárnak, és használjátok az elsősegélydobozt;

b) késsel vagy szikével vagdossátok be a hagyma elkülönített külső húsos levélét 1 cm-es oldalú négyzetekre! Csipesszel nyúzzátok le egy négyzet felületéről a bőrhártyát (ez vékony és átlátszó), helyezzetek

22. ábra. Hagyma preparálása

a tárgylemezen lévő vízcseppbe, és óvatosan igazítsátok el preparáló tűkkel;

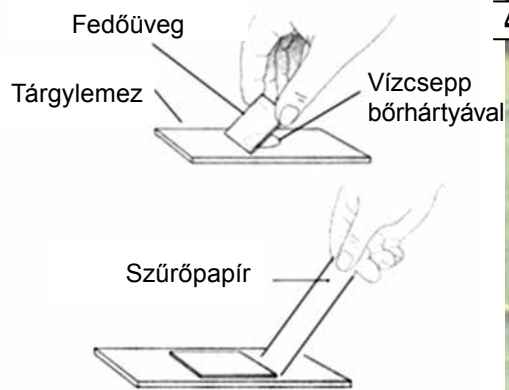
c) a fedőüveget helyezzétek ferden a vízcsepp mellé, és óvatosan engedjétek le a tárgyra (23. ábra). A tárgylemez és a fedőüveg között nem lehetnek légbuborékok. Ha kevés a víz és nem tölti ki a tárgylemez és a fedőüveg közötti teret, akkor óvatosan adagoljatok vizet a fedőüveg alá a vízbe mártott üvegpálcika végét hozzáérintve a fedőüveg széléhez! Ha sok a víz és kifolyik a fedőüveg alól, akkor távolítsátok el a fölösleget szűrőpapírcsíkkal.

3. Helyezzétek a tárgylemezt a mikroszkóp tárgyasztalára, és rögzítsétek a rugalmas szorítólemezekkel! Gyenge nagyítás mellett állítsátok be a mikroszkópot úgy, hogy tiszta képet kapjatok a sejtekről!

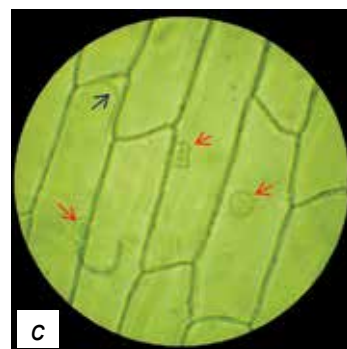
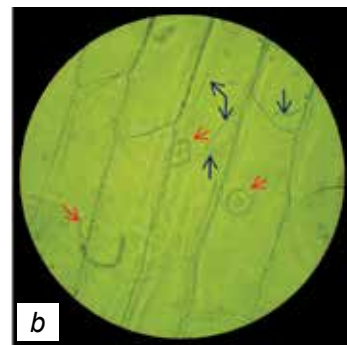
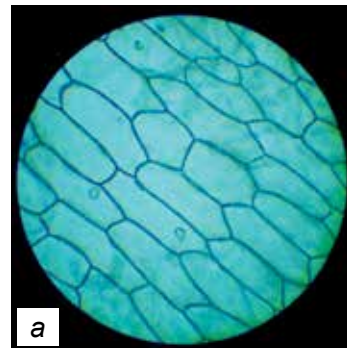
A megfestetlen preparátumokon jól kivehetők az egymás mellett szorosan elhelyezkedő sejtek. Egyes sejtek esetében csak a sejtfal látható. Egyes sejtek közepén kristály található, amelyet néha tévesen a sejtmaggal azonosítanak. A sejtmagok vagy egyáltalán nem láthatók, vagy alig megkülönböztethetők (24. a ábra).

4. Kapcsoljátok be az erős nagyítást! Állítsátok be a képélességet a finom élességállító csavarral, a fényerőséget és kontrasztot a diafragmával! Figyeljétek meg a sejteket!

24. ábra. A vöröshagyma bőrhártyasejtjei gyenge (a) és erős (b, c) nagyítás mellett festetlen mikroszkópos preparátumon. Erős nagyítás mellett rosszul látható sejtmagok (vörös nyilak) és a vakuólumokon áthaladó citoplazmafonalak (kék nyilak) figyelhetők meg



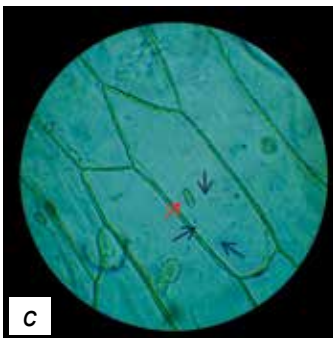
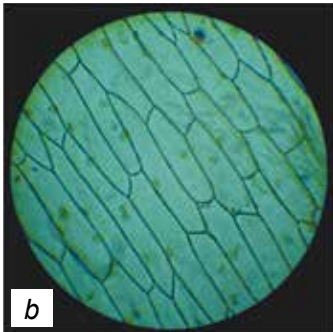
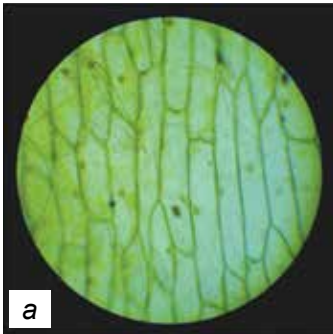
23. ábra. Preparátum készítése és a fölös víz eltávolítása



A finom élességállító csavar enyhe elforgatásával minden sejtben (de a preparátum különböző síkjaiban) megfigyelhetőkké válnak a nagy, szinte átlátszó sejtmagok (24. b, c ábra). A sejtek többsége esetében a sarkokban elmosódva megkülönböztethető a citoplazma és a vakuólum közötti határ, a sejtmagok mellett pedig a vakuólumokat átszövő citoplazmafonalak (24. c ábra).

Figyeljétek meg: amikor a sejtben a mag a középpontban helyezkedik el és jól látható, akkor a sejtfal elmosódott; ha a finom élességállítóval a tárgylencsét a sejtfalra fókuszálják be, akkor a sejtmag képe mosódik el! A sejtmag és a sejtfal csak abban az esetben látszik jól egyidejűleg, amikor a sejtmag oldalt található, de ilyenkor nem kör alakú.

5. Fessétek meg a preparátumot jóddoldattal:



- kapcsoljátok be a gyenge nagyítású tárgylencsét, távolítsátok el a preparátumot a tárgyasztalról, és tegyétek az asztalra, fehér papírlapra;

- üvegpálcikával vegyetek egy csepp jódot! Óvatosan vigyétek a tárgylemezre, a fedőüveg széléhez, és a szemközti oldalához helyeztetek szűrőpapírcsíkot! Amikor a jódcsepp nagyobb része a fedőüveg alá kerül, a maradékát oldjátok fel egy-két csepp vízzel, és itassátok fel szűrőpapírral!

A helyesen megfestett preparátumban a hagyma bőrhártyájának egyik oldala sárgás színű lesz (ott, ahová a jóddoldat került), a másik oldala szintelen marad.

6. Helyezzétek a preparátumot a tárgyasztalra, és vizsgáljátok meg gyenge nagyítás mellett. Mozgassátok a preparátumot a festett szélétől a szintelen irányába! Keressetek

25. ábra. A hagyma bőrhártyasejtjei jóddoldattal megfestett preparátumban: a – gyenge nagyítás mellett a megfestett (balról) és átlátszó (jobbról) részek határán; b – gyenge nagyítás mellett a preparátum megfestett részén; c – erős nagyítás mellett. A sejtben jól látható a mag (vörös nyíl) és a vakuólumokon áthaladó citoplazmafonalak (kék nyilak)

különböző fokban megfestett sejteket! Hasonlítsátok össze a kapott képet az ábrán látható fényképekkel (25. a, b ábra)!

7. Állítsátok át a mikroszkóp tárgylencséjét erős nagyításra, és vizsgáljátok meg a festett sejtek magját, citoplazmafonalait és sejtfalát (25. c ábra).

8. Rajzoljátok le a jóddoldattal megfestett sejtet, jelöljétek rajta a sejtfalat, sejtmagot, citoplazmafonalakat, vakuólumot!

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen struktúra látható legjobban a hagyma mikroszkópos bőrhártya-preparátumán?
2. A festetlen preparátumban minden sejtjének látható a magja?
3. Minden sejtben van mag?
4. Mi az oka annak, hogy egyes sejtekben a mag a középpontban, más sejtekben pedig oldalt, a sejtfal mellett található?
5. Miért kell a mikroszkóp erős nagyítása melletti vizsgálat során állandóan kissé előre-hátra mozgatni a finom élességállító csavart?

ÖSSZEGEZÉS

1. Tudatosítottuk a modern sejtelmélet négy alaptételét:

- **a sejt az élet legkisebb egysége.** A sejt nem osztható fel kisebb élő egységekre, jóllehet egymással szoros kapcsolatban lévő sok alkotóelemből áll;
- az **élőt az élettelenőtől megkülönböztető** olyan tulajdonságok, mint a növekedés és a szaporodás képessége, a sejt szintjén jelenik meg;
- minden élő szervezet **egy vagy több sejtből** áll;
- bármely sejt **csak már létező sejtből képződhet.**

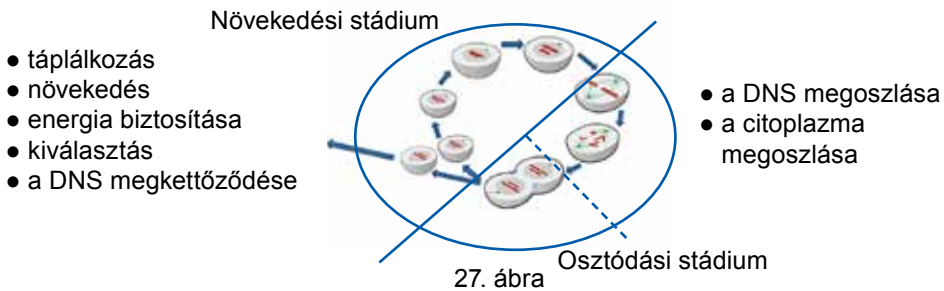
2. Megtanultuk, hogy minden élő sejt feltétlenül sejtmembránnal határolódik el a külső környezettől, minden sejtnek van citoplazmája és a sejt működését vezérlő, valamint az örökletes információ következő nemzedékeknek történő továbbadását biztosító DNS-molekulákat tartalmazó organelleim (26. ábra).

Az élő sejtet jellemző összetevők:



26. ábra

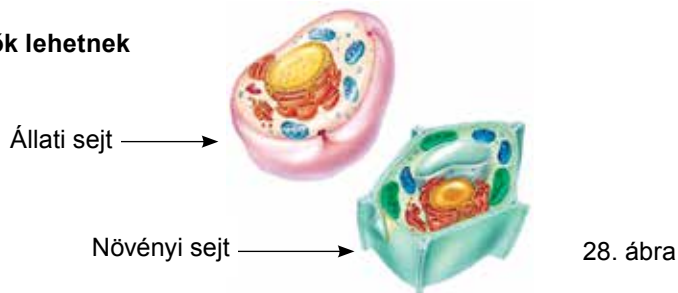
3. Megértettük, hogy a sejt működésének lényege az élet folytonosságának biztosítása: felkészülés az osztódásra és az osztódás, vagyis a sejtciklus során megvalósuló szaporodás (27. ábra).



4. Kiderítettük, hogy a növekedési stádiumban a sejtek: a) anyagokat vesznek fel, azaz **táplálkoznak**; b) egyszerű anyagokból összetett szerves anyagokat szintetizálnak, aminek köszönhetően megnagyobbodnak a méreteik, vagyis **növekednek**; c) biztosítják maguk számára az **energiát** a légzés folyamatában, miközben a szervezetek zömének sejtjei oxigént használnak fel; d) megszabadulnak az életműködésük során keletkező káros anyagoktól, azaz **kiválasztanak**; e) másolják az örökletes információ hordozóját, vagyis **megkettőzik a DNS-molekulákat**.

5. Láttuk, hogy a **sejtek** – elvi hasonlóságuk ellenére – lényegesen **különbözhetnek** egymástól, például a növények és állatok esetében (28. ábra).

A sejtek különbözők lehetnek



Tudom és képes vagyok rá

- Ismerem az optikai mikroszkóp szerkezetét és be tudom állítani a használathoz.
- Tudom, hogy mi az időleges mikroszkópos preparátum, képes vagyok rá, hogy ilyen készítsék.
- Tudom, mik a szervezet legkisebb alkotóegységei, képes vagyok rá, hogy megmagyarázzam, ezek miért élők.
- Tudom, milyen részekből áll a sejt, képes vagyok rá, hogy ezeket megkülönböztessem egymástól.
- Tudom, milyen funkciót látnak el a különböző organellek, képes vagyok rá, hogy megmagyarázzam ezek jelentőségét a sejt életében.
- Tudom, miben különbözik a növényi sejt az állatitól, képes vagyok rá, hogy ezeket megkülönböztessem egymástól.

A horizontal strip at the top of the slide shows various microscopic organisms. From left to right: a blue, fan-like structure, a yellow, elongated structure, a cluster of yellow, spherical structures, and a yellow, wavy, segmented structure.

2. téma

EGYSEJTŰ SZERVEZETEK. ÁTMENET A TÖBBSEJTŰSÉGHEZ

A téma tanulása során megismeritek:

- ✓ a mikroszkopikus szervezetek világát;
- ✓ a baktériumok felépítését és életét, az állatszerű egysejtű szervezeteket és a moszatokat;
- ✓ a szabad szemmel nem látható szervezetek veszélyeit és hasznosságát.



11. §. A BAKTÉRIUMOK – LEGKISEBB EGYSEJTŰ SZERVEZETEK



Megtudjátok, mi a baktérium, melyek felépítésének sajátosságai, hogyan szaporodnak, hány baktérium vesz bennünket körül.



Mi a baktérium? Milyen a baktérium külalakja? Milyen sajátosságai vannak a baktériumoknak? Milyen a legkisebb és legnagyobb baktérium mérete? Miből épülnek fel a baktériumok, és hogyan szaporodnak?

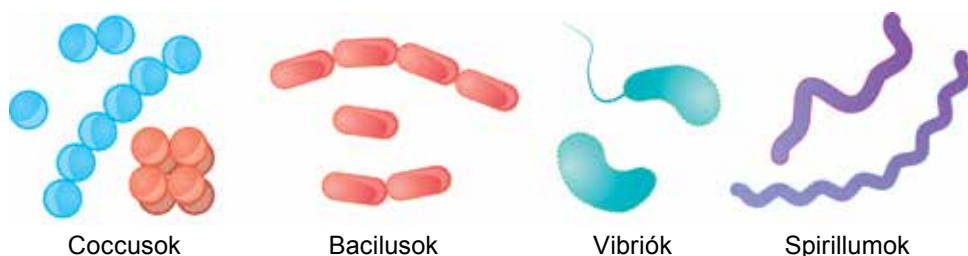
A környezetünkben sok élő szervezetet figyelhetünk meg: növényeket, állatokat, gombákat. De bármennyire is hihetetlennek tűnik, a láthatatlan lények sokkal változatosabb világa vesz bennünket körül. Ezek a szervezetek ott vannak a talaj minden rögöcskéjében, a víz minden cseppjében, minden egyes lélegzetvétellel bejutnak a szervezetünkbe. Megtelepednek a bőrünkön, sőt testünk belsejében is. Élnek a szárazföldön, az óceánokban, a forró vízi forrásokban, a jégsivatagokban, kőolajlelőhelyeken és sós vízi tavakban. Ezek a szervezetek a **baktériumok**.

A baktériumokat elsőként Anton van Leeuwenhoek figyelte meg optikai mikroszkópjában, amikor természetes vizet és foglepedéket vizsgált. Ugyanakkor a baktériumokkal foglalkozó tudomány, a mikrobiológia alapítójának Louis Pasteur (1822–1895) francia tudóst tekintik, aki kidolgozta a baktériumok vizsgálatának módszereit, és kiderítette, hogy ezek a szervezetek sok betegség (lépfene, kolera) és egyes jelenségek (erjedés) okozói. Ugyancsak ő dolgozta ki a baktériumok elleni küzdelem első módszereit.

A baktériumsejtek nagyon aprók. A baktériumsejt mérete rendszerint 0,5 és 2 μm között mozog. Ez 10–100-szor kisebb, mint a növényi és állati sejtek átlagmérete.

A kis méretek sok előnyt biztosítanak a baktériumok számára: a teljes felületükkel képesek gyorsan sok anyagot elnyelni, gyorsan osztódnak, gyorsan terjednek (például állatokkal vagy széllel), könnyen bejuthatnak a nagy szervezetek testébe. Ugyanakkor a kis méreteknek hátrányai is vannak, például a kis sejtek könnyebben válnak a nagyobb szervezetek zsákmányává.

A baktériumsejtek alakja különböző. Lehetnek gömb (*coccus*), pálcika (*bacillus*), hajlott vessző (*vibrio*) vagy csavar (*spirillum*) alakúak. A baktériumsejtek lehetnek magányosak, de előfordulnak párosával, négyesével vagy nagyobb számban összekapcsolódva (29. ábra).



29. ábra. A baktériumsejtek alakja

A baktériumsejtet sejtmembrán fedi, van citoplazmája, benne organelumokkal és az örökletes információt hordozó DNS-molekula. A baktériumoknak nincs magjuk, így a DNS közvetlenül a citoplazmában található (30. ábra).

A mag hiánya miatt a baktériumsejteket *prokariótáknak* (a görög *pro* előtagból és *karion* – mag szóból).

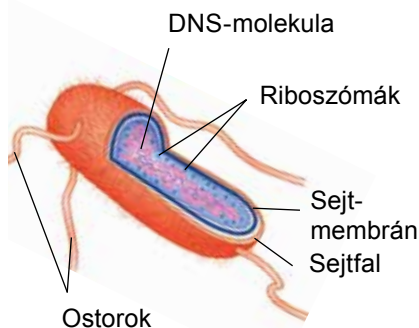
A baktériumok többséges esetében a sejtmembránon kívül a növényekéhez hasonló szilárd sejtfal található. Azonban ez egyes baktériumoknál hiányzik. Az organelumok közül a baktériumsejtben csak a riboszómák lelhetők fel. Mitokondriumok, kloroplasztiszok, lizoszómák, sejtnedvvel telt vakuólumok egyáltalán nincsenek benne. Egyes baktériumok képesek az *ostorok* segítségével vagy a sejt féregszerű hullámzásával történő aktív mozgásra. Tehát a baktériumoknak a legegyszerűbb a felépítésük.

Szerkezetének egyszerűsége ellenére a baktériumsejtek *táplálkoznak*, azaz a külső környezetből kebeleznek be anyagokat, amelyekből saját szerves anyagokat szintetizálnak, és ezeknek köszönhetően *nőnek, választják ki* az élettevékenységük során keletkező káros anyagokat, termelik a szükséges kémiai energiát, kettőzik meg a DNS-t és *szaporodnak*.

A baktériumok sejtjük feleződéses osztódásával szaporodnak. A két osztódás közötti időszak nagyon rövid lehet. Például a *bélpálcika* baktérium kedvező feltételek mellett 20 percenként osztódhat. Ilyen osztódási ütem

Ostorok – az egysejtű szervezetek mozgását biztosító organelumok.

Prokarióták – olyan szervezetek, amelyeknek a sejtjeiben nincs mag.



30. ábra. A baktériumsejt felépítése

mellett egy anyasejt utódainak a tömege két nap alatt meghaladhatná bolygónk egész tömegét. Ez azért nem történhet meg, mert a szaporodásához kedvező körülmények létrejöttéhez sok tényezőnek kell egyszerre jelen lennie: nedvességnek, tápanyagoknak, elérhető energiaforrásnak, kedvező hőmérsékletnek, és hiányozniuk kell azoknak a tényezőknek, amelyek ezekkel a baktériumokkal táplálkoznak vagy gátolják a fejlődésüket.

Kedvezőtlen körülmények esetén a baktériumok képesek arra, hogy **anabiózis** állapotába kerülhessenek, azaz ideiglenesen szüneteltetik szervezetük élettevékenységét. A kedvezőtlen létfeltételek túlélése érdekében sok baktérium képes arra, hogy nyugalmi állapotban lévő speciális sejtet képezzen.

A körülöttünk lévő baktériumok száma óriási, jöllehet a mennyiségük széles határok között mozog. A 2. táblázatban a körülöttünk található baktériumok mennyiségének megközelítő értékei vannak feltüntetve.

2. táblázat

Közeg	A baktériumsejtek megközelítő mennyisége
Termőtalajok	3–6 millió 1 g-ban
Gyenge talajok	0,5–1 millió 1 g-ban
Palackozott víz	20-ig 1 ml-ben
Csapvíz	50-ig 1 ml-ben
Tiszta természetes víz	100-ig 1 ml-ben
Szennyvíz*	100 ezer 1 ml-ben
Tenger fölötti levegő	10–1000 1 m ³ -ben
Kiszellőztetett szoba levegője	3–5 ezer 1 m ³ -ben
Szellőzetlen szoba levegője*	300 ezer – 1 millió 1 m ³ -ben
Felmosott padló	500 1 cm ² -en
Iskolai pad vagy asztal felülete	20–3000 1 cm ² -en
Csomagból épp kivett papírlap	10-ig 1 cm ² -en

* A szennyezettség fokától és jellegétől függően 100-szoros is lehet a különbség.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A baktériumok a legkisebb élő – túlnyomórészt egysejtű – szervezetek.
2. A baktériumok a prokariótákhoz tartoznak, azaz a sejtjüknek nincs magja és hiányzik belőle sok organelum.
3. A baktériumok gyors növekedésre és szaporodásra képesek.
4. A baktériumok gyakorlatilag mindenütt előfordulnak.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Baktériumok, ostorok, prokarióták, anabiózis.

1. Milyen elvi különbség van a baktériumsejtek és a növényi, valamint állati sejtek között?
2. Miért nevezik a baktériumsejtet prokariótának?
3. A baktériumsejtre jellemző mely folyamatok bizonyítják, hogy a baktériumok élőlények?

FELADAT

A tanulók több kérdést tettek fel:

1. „Milyen a baktérium maximális élettartama?”
2. „Miért láthatatlanok a baktériumok?”
3. „Létezik-e olyan hely, ahol nincsenek baktériumok?”
4. „Vannak-e baktériumok a vízben?”
5. „Elpusztulnak-e a baktériumok, amikor vízzel öntjük le őket?”
6. „Hány baktériumot lélegzünk be egy légvételnél?”

Próbáljátok önállóan megválaszolni a kérdéseket! Ellenőrizték, mennyire felelnek meg a válaszaitok az alább olvasható feleleteknek!

Válaszok a tanulók kérdéseire

1. A baktériumsejt osztódástól osztódásig él: kedvező feltételek mellett csak néhány tíz percig létezik. Azonban anabiózis állapotában a baktériumok korlátlan ideig lehetnek.
2. A mikroszkopikus méreteik miatt nem láthatók.
3. Nincs olyan hely, ahol ne lennének. A baktériumok csak egyes laboratóriumi helyiségekből hiányozhatnak, ahol speciális eszközökkel biztosítják a sterilitást.
4. Igen, vannak. A mennyiségük a víz tisztaságától függ (2. tábl.).
5. Nem, nem pusztulnak el. Rendszerint a fordított helyzet igaz, hiszen a nedveség hiánya általában akadályozza a baktériumok növekedését.
6. A számításakor a következőket kell figyelembe venni: először, a baktériumok száma egységnyi levegőben annak tisztaságától függ; másodszor, egy belégzéskor az ember általában 0,5 l levegőt szív be. A számítás eredménye: a jól kiszellőztetett helyiség levegőjében lévő 1–2 sejttől 150–200 sejtig a zárt helyiség áporodott levegőjében.

KÍVÁNCSIÁKNAK

A legkisebb és a legnagyobb baktériumok

A sejt elméletileg legkisebb mérete, amelynél még képes a szaporodásra, 0,15 – 0,2 μm -t tesz ki. Kisebb méret esetén egyszerűen nem lenne hely a riboszómák, DNS és a szükséges fehérjék minimális készlete számára.

A szarvasmarhák és kecskék tüdőgyulladását okozó *Mycoplasma bovis* baktérium mérete közelíti az elméletileg lehetséges legkisebb méret határához, sejtjeinek az átmérője ugyanis mindössze 0,25 μm .

Az ismert baktériumok között a legnagyobbak az *Epulopiscium fishelsoni* és a *Thiomargarita namibiensis* baktériumok. Az első a trópusi doktorhalak béltraktusában él, és sejtjeinek a hossza 0,5 mm. A másodikat az óceánfenék lerakódásaiban fedezték fel Namíbia partjainak a közelében, sejtjeinek az átmérője majdnem 1 mm, és szabad szemmel is megkülönböztethetők.

12. §. KÁROS BAKTÉRIUMOK



Megtudjátok, milyen baktériumok veszélyesek, és milyen szabályokat kell betartani a baktériumok okozta betegségek megelőzésére.



Tudnak-e ölni a baktériumok? Minden baktérium veszélyes? Közülük melyek a legveszélyesebbek?

Hány baktérium található az egészséges emberi testben? Miért károsak, és miért hasznosak egyes baktériumok? Az emberi szervezet mely szervei pusztítják a baktériumokat?

Sokan a *baktérium* szó hallatán mindenekelőtt betegségekre gondolnak. Azonban az emberi betegségeket okozó baktériumok száma viszonylag jelentéktelen az ismert baktériumfajok mennyiségéhez viszonyítva.

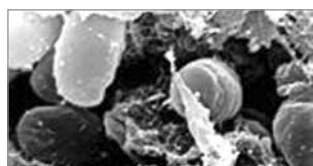
Jelenleg a tudomány a baktériumok közel 30 ezer faját ismeri. Közülük mindössze alig 100 fajról tudott, hogy veszélyes betegségeket okozhat az embereknek. Az ilyen baktériumok bejutnak és megtelepednek az emberi szervezetben, hatalmas mennyiségben szaporodnak, és eközben az ember szervezetét mérgező anyagokat, **toxinokat** termelnek. Ennek következtében betegség alakul ki. Az emberre való veszélyesség fokát tekintve a baktériumokat négy csoportba sorolják: *különösen veszélyes, veszélyes, feltételesen veszélyes, veszélytelen* baktériumok.

Járvány (epidémia) – valamely fertőző betegség nagy területen való gyors terjedése. Sok ország vagy egész földrészekre kiterjedő járványokat **pandémiának** nevezzük.

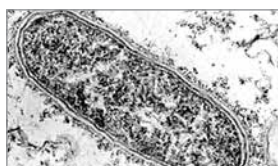
A különösen veszélyes baktériumok okozzák a **pestist**, **kiütéses tífuszt**, **kolerát**, **lépfenét** (31. ábra). Ezek a baktériumok képesek arra, hogy *járványt* okozva gyorsan megbetegítsenek nagyon sok embert, mivel le tudják küzdeni a szervezet védekezési

Érdekes tudni-való

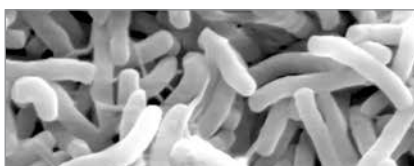
Az emberiség története során nem a háborúk okozták a legtöbb halálos áldozatot. A legszörnyűbb „gyilkos” címéért a különösen veszélyes baktériumok, az éhínség és a kórokozó vírusok versengenek. Csak a pestis kórokozója, a *pestisbacillus* számlájára 300 millió, a kolerát kiváltó *koleravibrió*éa 40 millió, a kiütéses tífusz kórokozójaéa több mint 22 millió halálos áldozat írható. Összehasonlításképpen: az emberiséget különböző becslések szerint a története során sújtó 15 ezer háborúban 80–100 milliónyian haltak meg.



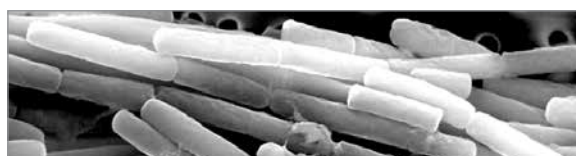
Pestisbacillus



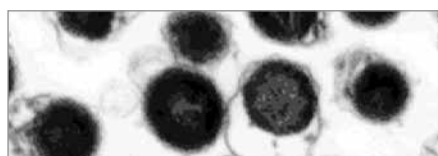
Tífuszbaktérium



Koleravibrió



Lépfenebacillus



Papagájkor baktériuma

31. ábra. A legveszélyesebb baktériumok okozta betegségek – pestis, kiütéses tífusz, kolera, lépfene, papagájkor – kórokozói

rendszereit, a toxinjaik pedig mérgezőbbek, mint a kevésbé veszélyes baktériumok esetében.

Egyes baktériumok veszélyes toxinjaikat nem az emberi testbe, hanem a helytelenül tárolt élelmiszerekbe választják ki. Köztük legveszélyesebb a **botulizmus** nevű betegséget okozó baktérium. Ez oxigénhiányos környezetben, így hús-, hal- és gombakonzervekben is képes szaporodni, miközben a jelenleg ismert egyik legerősebb szerves mérget, a *botulotoxint* (*botoxot*) választja ki a sejtjéből. Felnőtt ember esetében ennek a méregnek már a 0,1 mg-nál kisebb adagja is halálos lehet. Ezért rendkívül óvatossá kell lenni a konzervek fogyasztásakor, és **soha nem szabad elfelejteni, hogy nem szabad olyan konzervből enni, amelyiknek fel van fúródva a doboza!**

Veszélyes baktériumokból több tucatszor több van, mint különösen veszélyesebből. A veszélyes baktériumok periodikusan bekerülnek a szervezetbe, de ott nem okoznak gondot, ha nem sok van belőlük és az ember egészséges.

Ha viszont az ember szervezetébe nagy mennyiségű veszélyes baktériumsejt kerül, és ezeket a szervezet nem tudja leküzdeni, akkor betegség alakul ki. Bizonyos feltételek mellett a veszélyes baktériumok



**ÓVAKODJ A
BOTULIZMUSTÓL!**



magas halálozási aránnyal járó járványokat idézhetnek elő. A legismertebb veszélyes baktériumok a következők: tubercé (*tuberkulózisbaktérium*), diftéria (*diftériabaktérium*), gyomor- és nyombélfekély (*Helicobacter pylori*), hastífusz és szalmonellózis (*szalmonellabaktérium*), lepra (*Mycobacterium leprae*).

A feltételesen veszélyes baktériumok nagy csoportot alkotnak. Ezek többsége az emberi test szokványos lakói, nem fejt ki káros hatást a szervezetre. Épp fordítva van, egyes feltételesen veszélyes baktériumok segítenek az embernek a táplálék emésztésében, és gátolják a veszélyes mikroorganizmusok fejlődését. A feltételesen veszélyes baktériumok többsége nem csak a gazdatestben él, hanem a külső környezetben is. Hozzájuk tartozik a *bélpálcika* is.

Azonban egyetlen ilyen baktériumfajnak a tömeges szaporodása is gyulladást, gyomorrontást, fejfájást, gyengeséget okozhat. A feltételesen veszélyes baktériumok betegségek kórokozóivá válhatnak a következők miatt:

- nagy mennyiségű ilyen baktérium egyidejű bejutása a szervezetbe a külső környezetből a *személyes higiénia szabályainak megsértése, romlott ételek, szennyezett víz fogyasztása*;
- a szervezet legyengülése *nem megfelelő táplálkozás, vitaminhiány, szennyezett levegő belégzése, mozgásszegény életmód, alvászavarok, idegrendszeri túlterheltség* miatt;
- a feltételesen veszélyes baktériumok fejlődését gátló mikroorganizmusok mennyiségének ideiglenes csökkenése.

A viszonylag veszélyes baktériumok fejlődését gátló mikroorganizmusok mennyisége a szervezetben leggyakrabban akkor csökken hirtelen, amikor a gyógykezelés alatt álló személy antibiotikumokat szed.

Gazdaságilag károsak az élelmiszerek romlását, a faanyagok korhadását, a szövetek, ipari termékek és gyártmányok biológiai károsodását, a mezőgazdasági állatok és növények megbetegedését okozó baktériumok.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az ember – káros és hasznos – baktériumokkal telített térben él.
2. A személyes higiénia szabályainak betartása jelentős mértékben csökkenti a baktériumfertőzések veszélyét.

3. Az egészséges életmód és a helyes táplálkozás segít a szervezetnek a viszonylag veszélyes baktériumok ellenőrzés alatt tartásában és a veszélyes bakteriális betegségek kórokozóinak való részleges ellenállásban.
4. A különösen veszélyes bakteriális betegségekkel szembeni védelmet csak a személyes higiénia és a betegségmegelőzés szabályainak betartása jelenti. Ezeknek és a veszélyes bakteriális betegségeknek a kórokozóit a szervezet képtelen önállóan leküzdeni: orvosi segítségre van szükség.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Toxinok, járványok, pandémia.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

Feleljetek a tanulók paragrafus elején feltett kérdéseire!

FELADAT

1. Az alább olvasható szabályok betartása segít elkerülni a különösen veszélyes bakteriális betegségek kórokozóival való fertőződést. Ezeket a szabályokat a baktériumok biológiai sajátosságai alapján állították fel. Próbáljátok kiegészíteni a szabályokat a személyes higiéniára, egészséges életmódra, helyes táplálkozásra vonatkozó előírásokkal oly módon, hogy össze tudjátok állítani a három baktériumcsoport kórokozói elleni védekezés szabályainak közös listáját!

Egyes különösen veszélyes baktériumok okozta betegségek megelőzésének szabályai

1. Ne nyúljatok kézzel vadon élő állatokhoz, mindenekelőtt egerekhez, patkányokhoz, ürgékhez, mormotákhoz, különösképpen akkor, ha engedik magukat megfogni! A bágyadt állat valószínűleg beteg, és különböző fertőző betegségek, köztük a **pestis** kórokozóját hordozhatja.
2. Kerüljétek az érintéses kapcsolatot a lakott területen megtelepedett vadon élő állatokkal, elsősorban a galambokkal, főként ha bágyadtak és gyengék! A madarak a **papagájkor** hordozói.
3. Ügyeljete a ruhátok és hajatok tisztaságára! A bolhák a **pestis**, a tetvek a **kiütéses tifusz** kórokozójának hordozói.
4. Ne igyatok patakából, folyóból, pocsolyából vizet, ne fürödjétek olyan tavakban, amelyeknek a vize zavaros vagy akárcsak enyhén kellemetlen szagú! A szennyezett víz a **koleravibrió** terjedésének fő közege.
5. Mielőtt felbontanátok a konzervet, nézzétek meg a címkéjén, hogy nem járt-e le a szavatossági ideje, és nincs-e felfúvódva a doboza! Ezáltal elkerülhetitek a **botulizmussal** való fertőződést.
6. Egészítsétek ki a higiéniai szabályokat: ...
7. Egészítsétek ki a táplálkozási szabályokat: ...

2. Az előző feladat anyagának felhasználásával válaszoljatok a következő kérdésre: „Milyen veszélyes emberi bakteriális betegségeket terjesztenek a képeken látható objektumok (56. old.)?”!



a



b



c



d



e



f



g



h

13 §. HASZNOS BAKTÉRIUMOK



Ez a paragrafus a szervezetünket védő és az ember gazdasági tevékenységében felhasznált baktériumoknak van szentelve.

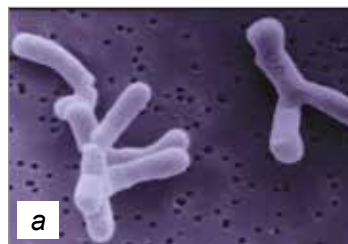


Tovább élne-e az ember, ha a szervezetében lévő minden baktériumot megsemmisítenének? Léteznek-e „jó” baktériumok, amelyek segítenek a „rosszak” elpusztításában? Baktériumokból áll-e a joghurt, tejfel, kefir? Miért állítanak elő olyan élelmiszereket, amelyekkel különféle rossz baktériumok jutnak be a szervezetbe? Milyen baktériumokból, hasznosakból vagy károsabbakból van-e több a világon?

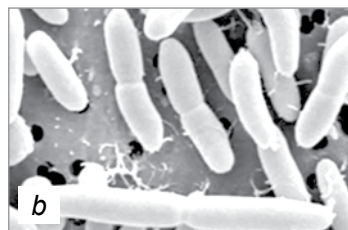
Az egészséges emberi testben 300–1000 a baktériumfajok száma, amelyek össztömege közel 1 kg, a baktériumsejtek száma pedig mintegy 10 kvadrillió, azaz 10 000 milliárd. Ez tízszerese a felnőtt ember testét alkotó sejtek mennyiségének. A hasznos baktériumok száma nagyobb, az arányuk legalább 70–80%. A fennmaradó részt a viszonylag veszélyes baktériumok teszik ki.

A hasznos baktériumok javítják az emésztést, ellátják a szervezetet egyes szükséges anyagokkal, gátolják a viszonylag veszélyes baktériumok fejlődését, „tanítják” az emberi szervezetet a kórokozó mikroorganizmusokkal szembeni harcra.

A legismertebb hasznos baktériumok a *bifidobaktériumok* és a *tejsavbaktériumok* (32. ábra). Ezeket leginkább a tejtermékek –



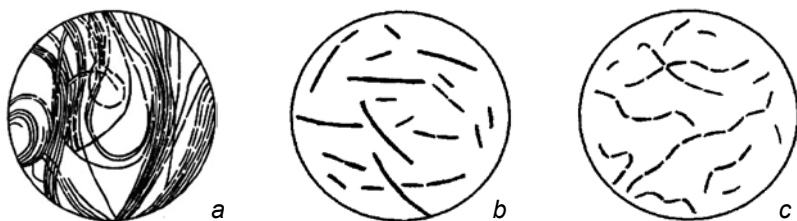
a



b

32. ábra. Hasznos baktériumok:

a – bifidobaktériumok;
b – tejsavbaktériumok
(lactobacilusok)



33. ábra. Tejsavbaktériumok a mikroszkópban:
a – *Lactobacillus bulgaricus*; b – *Lactobacillus acidophilus*; c – *Lactobacillus casei*

kefirek, aludttej, joghurtok – tartalmazzák. A **tejsavbaktériumok** maguktól fejlődnek a tejben annak savanyodását – tejsavas erjedését – okozva (33. ábra). A **bifidobaktériumok** önmagukban nem erjesztik a tejet, hanem mesterségesen juttatják őket a tejtermékekbe, hogy megtelepedjenek az ember emésztőrendszerében. A hasznos baktériumok másik forrása a sózással, savanyítással, áztatással tartósított zöldségek és gyümölcsök.

A baktériumok nem csak az egészség szempontjából hasznosak, hanem a gyakorlatban is (34. ábra). A hasznos baktériumok felhasználásával készítenek savanyított tejtermékeket, tartósítanak savanyítással élelmiszereket, állítanak elő egyes gyógyszereket, takarmányadalékokat háziállatok számára, talajjavító készítményeket. A baktériumokat felhasználják a textilipari termékek nyersanyagainak feldolgozására. Az ősbaktériumok fontos szerepet játszottak a hasznos ásványok – terméskén, gypvasérc, kőolaj és földgáz kialakulásában. Különleges szerepük van a baktériumoknak a különféle hulladékok feldolgozását és hasznosítását – szennyvíztisztítást, biogáz-előállítását – illetően.



34. ábra. Baktériumok és ipar. A joghurt, kefir, savanyú uborka a tejsavbaktériumok tevékenységének a termékei; az ecetet az ecetsav-baktériumok állítják elő; a terméskén és a gypvasérc sok esetben ősbaktériumok működésének az eredménye; a földgáz és a kőolaj bakteriális erjedés terméke; a természetes nitrogéntrágya: gümőbaktériumok

1. A baktériumok rendszerint nagyon hasznosak az ember számára, de bizonyos esetekben lehetnek rendkívül veszélyesek is.
2. Hasznos baktériumokból sokkal több van, mint hasznosakból.
3. Az emberi egészség szempontjából különösen hasznosak azok a baktériumok, amelyek gátolják a kórokozók fejlődését.
4. Az ember széleskörűen felhasználja a baktériumokat a gyakorlati tevékenysége során.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Tejsavbaktériumok, bifidobaktériumok.

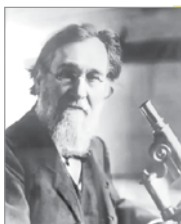
ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

Feleljetek az iskolásoknak a paragrafus elején feltett kérdéseire.

KÍVÁNCSIAKNAK

Probiotikumok

Azokat a hasznos baktériumokat, amelyek védik a szervezetet a káros baktériumoktól és gyógyító vagy betegségmegelőző élelmiszeradalékokként szolgálnak, *probiotikumoknak* nevezzük. A tejsavbaktériumok hasznosságára, azok káros baktériumok elleni, sőt öregedés elleni tulajdonságaira az ukránok kiemelkedő honfitársa, Illja Illics Mecsnyikov (1845–1916) hívta fel a figyelmet. Ez még 1907-ben történt, negyedszázaddal azt megelőzően, hogy megjelent a *probiotikum* kifejezés.



Illja Illics Mecsnyikov (1845–1916). Kiemelkedő zoológus, embrióológus, immunológus és mikrobiológus. Kutatási eredményeiért 1908-ban fiziológiai és orvostudományi Nobel-díjjal tüntették ki. A mikrobiológia és az immunológia tudományok egyik megalapítója. Az immunitás elméletének és az állati többsejtűség eredetére vonatkozó tan megalkotója. A Harkovi kormányzóságban született, a Harkovi Egyetemen szerzett diplomát. Tudományos munkásságát az Odesszai Egyetemen és a párizsi Pasteur Intézetben folytatta. Az Odesszai Bakteriológiai Kutatóállomás alapítója.

14. §. A BAKTÉRIUMOK VÁLTOZATOSSÁGA ÉS JELENTŐSÉGE A TERMÉSZETBEN



Elmélyítitek a tudásotokat a baktériumokról, megtudjátok, hogyan táplálkoznak, lélegeznek, és milyen szerepet játszanak a természetben.



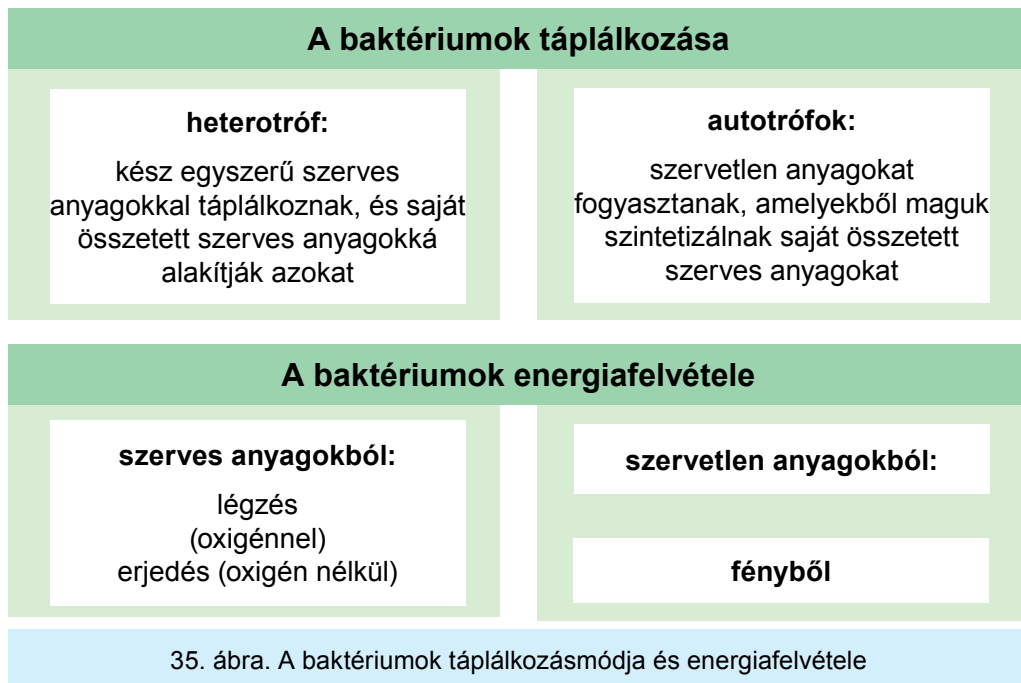
Hogyan táplálkoznak és lélegeznek a baktériumok? Miért találhatók mindenütt baktériumok? Mik a cianobaktériumok (kéalgák)? Hol élnek? Keletkeznek-e baktériumok a növényeken? Minden élő a baktériumoktól ered-e a Földön? Mikor keletkeztek a baktériumok?

A baktériumok a természetben sokféle funkciót látnak el. Ezek legfontosabbika: bolygónk megtisztítása a többi szervezet maradványaitól



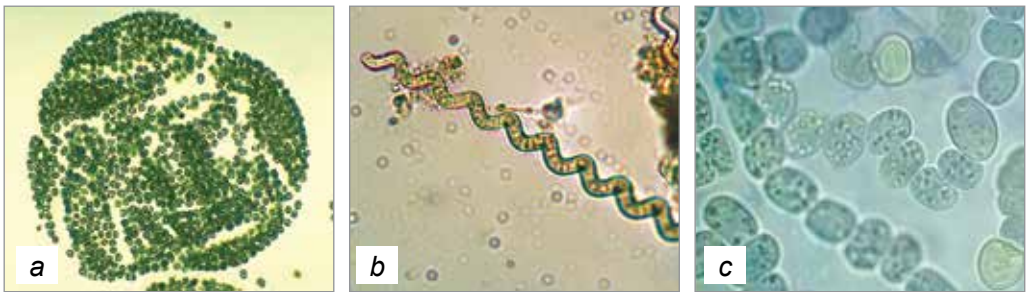
és az élőlények élettevékenységük során termelt hulladékaitól. Ezenkívül sok baktérium, a növényekhez hasonlóan, önállóan termel szerves anyagokat szervesetlenekből, azaz vízből és szén-dioxidból. Bolygónk egyes részein – a világóceán mélyén, a forró vízü forrásokban és nagyon sós vizekben – az ilyen baktériumok által termelt szerves anyagok biztosítják más szervezetek – állatok és gombák – táplálkozását.

Ilyenformán a baktériumokat a táplálkozásukat tekintve heterotrófokra és autotrófokra osztják (35. ábra).



A baktériumok többsége, az állatokhoz hasonlóan, szerves anyagokkal táplálkozik, azaz **heterotróf**. A heterotróf baktériumok képezik bolygónk kis takarítókból álló nagy hadseregének rohamosztagát. Szerves anyagokkal táplálkozva a baktériumok részben saját sejtjük anyagaivá alakítják át azokat, részben pedig szervesetlen anyagokra bontják őket, s eközben energiához jutnak. Egyes baktériumok a szerves anyagok lebontása során oxigént vesznek fel, azaz **lélegeznek**. Ugyanakkor sok baktériumnak ahhoz, hogy energiához jusson, nincs szüksége oxigénre, mivel a szerves anyagokat oxigén részvétele nélkül is le tudják bontani, például az **erjedés** folyamatában.

Azokból a baktériumokból, amelyeknek az energiafelvételhez oxigénre van szükségük, nagyon sok található a talajban és a főként a szennyezett víz felső rétegeiben. Az oxigént nélkülözni képes baktériumok



36. ábra. Egysejtű (a) és többsejtű (b, c) cianoprokarióták:
 a – a víz „virágzását” okozó mikrocisztisz mikroszkopikus telepe;
 b – iparilag tenyésztett *Arthrospira* (*Spirulina*);
 c – *Nostoc* ehető cianoprokarióta

nagy mennyiségben lelhetők fel mindenekelőtt az állóvizek fenéküledékében és a különféle állatok emésztőszervrendszerében. Az ember számára hasznos, oxigénmentes környezetben élő baktériumok példái a *bifidobaktériumok*, a veszélyesek közül pedig a *botulizmus* kórokozója. Az oxigén ugyancsak gátolja a kórokozó baktériumok többségének fejlődését.

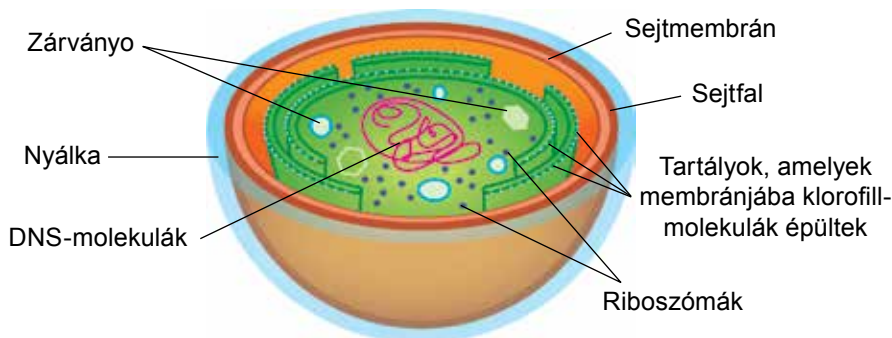
A baktériumok között jelentős számban vannak **autotrófok**, vagyis olyanok, amelyek szerves anyagokat szervetlenekből – vízből és szén-dioxidból – szintetizálnak. Egyes autotróf baktériumok, a növényekhez hasonlóan, a napfény energiájának felhasználásával fotoszintézist valósítanak meg. Eközben a zöld- és bíborbaktériumok nem választanak ki oxigént a környezetbe.

A fotoszintézisük során oxigént kiválasztó autotróf baktériumok között található azok a mikroorganizmusok, amelyeket különbözőképpen *cianobaktériumoknak*, *kéalgágnak* vagy **cianoprokariótáknak** neveznek. A cianoprokarióták lehetnek egysejtűek és többsejtűek (36. ábra).

A cianoprokarióták sejtjei elektronmikroszkópban a baktériumokra hasonlítanak. Van azonban közöttük lényegi eltérés is: a cianoprokarióták sejtjeiben lapított membrántartályok találhatóak, amelyekbe klorofill-molekulák vannak beépülve (37. ábra). Ezek olyan jelleget kölcsönöznek az egész cianoprokarióta sejtnek, mintha az különálló növényi sejtorganelum – kloroplasztisz – lenne.

A cianoprokarióták mindenütt megtalálhatóak, ahol a fotoszintézishez szükséges mennyiségű fény van. Azonban különösen sok és sokféle cianoprokarióta fordul elő a tengerekben, édes és sós vizekben, forró vízi forrásokban és a forró, valamint hideg sivatagok talajában.

A cianoprokarióták fotoszintézisének következtében, amelyet még jóval a növények megjelenése előtt végeztek, alakult ki a Föld oxigénlég-



37. ábra. A cianoprokarióták sejtfelépítése

köre. Jelenleg a cianobaktériumok planetáris szerepe a talaj nitrogén-nel való dúsításában nyilvánul meg, amely elemet a cianobaktériumok képesek közvetlenül a légkörből megkötni.

Egyes baktériumok képesek a növényektől és állatoktól eltérő energiafelvételére. Az ATP-molekulák szintéziséhez nagy energiatartalmú szerves anyagokat – kén-hidrogént, hidrogént, ammóniát, sőt egyes vasvegyületeket – használnak fel.

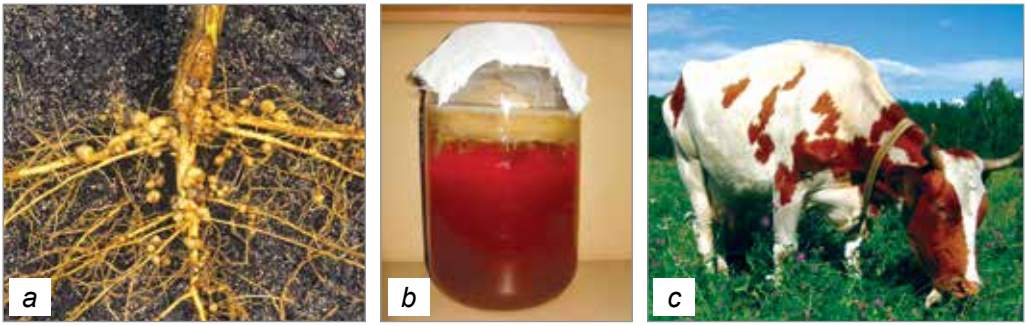
Érdekes, hogy egyes ilyen baktériumok a világóceán fenekén +300 °C-os hőmérsékleten és 300 atmoszféra nyomáson élnek a víz alatti gejzírek közelében. A szén-dioxidban és kén-hidrogénben gazdag, túlhevített víz a baktériumok számára táplálék- és energiaforrásként szolgál, míg a baktériumsejtek szerves anyagaival a különleges mélyvízi férgek, puhatestűek és halak táplálkoznak és nyerik belőlük az energiát. A világóceán fenekén található forró gejzírek közelében lakó baktériumok bolygónk legősibb prokariótáinak nem nagy, de sajátos csoportját alkotják, amelyeket *archebaktériumoknak* vagy *archeáknak* neveznek.

A baktériumok különbözőképpen hatnak kölcsön más szervezetekkel. A baktériumok többsége kötetlen életmódot folytat. Sok baktérium **parazita**, azaz **élősködő**, amely állatok, növények, gombák testében telepednek meg, és a gazdaszervezet szerves anyagaival táplálkoznak, megbetegítve vagy akár el is pusztítva azt.

Ugyanakkor a baktériumok sok szervezettel kölcsönösen előnyös kapcsolatba, **szimbiózisba** kerülhetnek, ami mind a baktérium, mind a gazdaszervezet számára kölcsönösen hasz-

Parazitizmus – két szervezet kölcsönös kapcsolata, amely az egyik (a parazita) számára előnyös, a másik (a gazdaszervezet) esetében káros.

Szimbiózis (együttélés) – két különböző szervezet együttélése. Az ilyen kölcsönös kapcsolatban élő szervezeteket **szimbiótáknak** nevezzük.



38. ábra. Példák a baktériumok és más szervezetek kölcsönösen előnyös együttélésére

nos (38. ábra). A mindkét szervezet számára előnyös szimbiózison kívül létezik olyan kölcsönös kapcsolat, amely az egyik szervezet számára hasznos, a másik szimbiótának pedig közömbös. A szimbiózisnak van még egy formája, amely az egyik szervezetre nézve káros, a másik számára közömbös.

A kölcsönösen előnyös szimbiózis példája a *tejsavbaktériumok* és az ember kölcsönös kapcsolata: az emberi szervezet életteret és táplálékot biztosít számukra, míg a baktériumok segítenek az embernek az emésztésben és a mikroorganizmusok elleni harcban.

A kölcsönösen előnyös szimbiotikus kapcsolatok példájául szolgál a növények és a *gümőbaktériumok* együttélése: a gümőbaktériumok a pillangósvirágú növények – *borsó*, *bab*, *lucerna*, *lóhere* – gyökereiben élnek, és mintegy „élő nitrogénműtrágyaként” a számukra szükséges nitrogénvegyületekkel látják el őket. Cserébe a gazdaszervezettől megkapják a szükséges szerves anyagok egy részét, amelyeket a növény a fotoszintézis során állít elő (38. a ábra).

Teagomba – ecetsav-baktériumok és élesztőgombák szimbiózisa (38. b ábra).

A tehén a növényi táplálékot gyomrának különleges részében – a recés gyomorban – élő szimbionta baktériumoknak köszönhetően emészt meg (38. c ábra).

A Földközi-tengerben honos *Olavius algarvensis* nevű féregnek nincs emésztőrendszere, az összes tápanyagot a testében élő autotróf baktériumoktól kapja.

A baktériumok az élőlények egyik legősibb csoportja bolygónkon. A ma élő növények, állatok, gombák az ősbaktériumok igen távoli leszármazottai. Az első baktériumok maradványai és élettevékenységük nyomai 3,2–3,6 milliárd évesek. Összehasonlításképpen: bolygónk korát meteoritból vett ólom elemzése alapján 4,6 milliárd évre becsülik; az első primitív állatok 1,8–1,5 milliárd évvel ezelőtt jelentek meg.

1. A baktériumok meghatározó szerepet játszanak bolygónk szerves-anyag-maradványoktól és az élőlények élettevékenységének termékeitől.
2. A baktériumok széleskörű elterjedtsége a táplálkozás és energiához jutás változatos módjának és a többi élőlénnel való kapcsolatainak köszönhető.
3. A cianoprokarióták prokarióta szervezetek, amelyek a növényekhez hasonlóan fotoszintézis révén táplálkoznak. Ezeknek van klorofilljuk, de nincsenek kloroplasztiszai.
4. A cianoprokariótáknak köszönhető, hogy a Földnek oxigéntartalmú atmoszférája van.
5. A baktériumok bolygónk élőlényeinek legősibb csoportja.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Heterotrófok, autotrófok, légzés, erjedés, cianoprokarióták, parazitizmus, szimbiózis.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Minden baktérium lélegzik?
2. Miben különbözik a parazitizmus a szimbiózistól?
3. A baktériumok más élőlényekhez kötődő előnyös szimbiózisának milyen példáit ismeritek?
4. A cianoprokarióták felépítését jellemző milyen sajátosságok nem jellemzőek a baktériumok többségére?

KÍVÁNCSIÁKNAK

A baktériumok bolygónk legszívósabb szervezetei

(Válaszok a tanulók kérdéseire:

Vannak-e baktériumok a világűrben?

Elpusztítható-e a baktérium radioaktív sugarakkal?)

A radioaktív sugárzásnak legjobban ellenálló szervezet a *Deinococcus radiodurans* nevű baktérium. Ez az ember számára halálos ionizáló sugárdózis 1000–3000-szeresét is kibírja. A *Deinococcus* képes az atomreaktorok hűtési rendszereiben való túlélésre. A nukleáris sugárzás hatásának történő nagyfokú ellenállása miatt egy ideig még az a feltételezés is tartotta magát, hogy ez a baktérium a Marsról származik. DNS-molekulájának a vizsgálata azonban egyértelműen bizonyította földi eredetét.

A *Pyrodictium abyssi* baktérium az óceánban él, 3 kilométeres mélységben, a forró, +300–400 °C-os fenékegyszírek közelében. A környezet, amelyben ez a baktérium él, leginkább a Vénuszon lévő feltételekre emlékeztet, ahol az átlaghőmérséklet +450 °C, a nyomás pedig közel 100 atmoszféra, a „levegő” pedig sok kéntartalmú vegyületet tartalmazó szén-dioxidból áll.

2009-ben baktériumokat (és egyes mikroszkopikus gombákat) fedeztek fel a sztratoszférában, 20–41 km magasságban, ahol a hőmérséklet –50 °C és 0 °C

között ingadozik, a nyomás pedig a normális érték 0,003–0,06 része. Azonban korábban szovjet tudósok 70 és 80 km magasságban is kimutattak baktériumokat.

1967-ben a Hold felszínén landolt az amerikai Surveyor-3 űrszonda. 1969-ben mellette szállt le az Apollo-12 űrhajó két asztronautával a fedélzetén. Az amerikai űrhajósok leszerelték és a szállításhoz becsomagolták a Surveyor műszereinek egy részét, és visszajuttatták a Földre. A laboratóriumi vizsgálat során az egyik műszeren több földi baktériumfajt fedeztek fel, amelyek még a Surveyor-3 űrszonda indítása előtt kerültek oda. Ezek a baktériumsejtek túléltek a Földön kívüli tartózkodás közel hároméves időszakát, miközben a kozmikus térségtől csak a sejtmembrán és a sejtfal választotta el őket, míg egy faj sejtjeit mindössze a membrán különítette el a világűrtől.

15. §. EGYSEJTŰ EUKARIÓTÁK



Olyan mikroorganizmusokról lesz szó, amelyek csak egy sejtből állnak, de ennek a sejtnek, a baktériumoktól eltérően, van magja.



A zöld szemesostoros (*Euglena viridis*) állat vagy növény? Milyen mikroszkopikus szervezetek és moszatok (algák) játszanak fontos szerepet az életünkben?

A bolygónkat benépesítő fajok többsége **eukarióta** szervezet, amely leginkább abban különbözik a baktériumoktól, hogy a sejtjeiknek *van magjuk*.

Az eukarióták magja kromoszómákba szervezett DNS-molekulákat tartalmaz. Az eukarióták jellemző tulajdonsága, hogy mitokondriumokkal rendelkeznek. A fotoszintetizáló eukariótákban kloroplasztiszok találhatók. Az eukarióta sejtek citoplazmája tartalmazza a legtöbb organelumot, közte a lizoszómákat és a különféle vakuólumokat.

Az eukarióták lehetnek egysejtűek és többsejtűek. Minden olyan állat, növény és gomba, amelyet nagyító készülék nélkül látunk, eukarióta.

Egysejtű eukarióták – egy eukarióta sejtből álló szervezetek, amelyek sokszor nem nagyon hasonlítanak a többsejtű növények, állatok vagy gombák sejtjeire, jóllehet minden többsejtű eukarióta egysejtűektől származik.

Előfordult, hogy a többsejtű eukarióta szervezetek a környezet sajátos feltételeihez alkalmazkodva, visszatértek az egysejtű felépítéshez. Az ilyen szervezetek példája a minden háziasszony által ismert egysejtű gombákból álló *sütőélesztő* (39. g, h ábra). Jelenleg az egysejtű eukarióták több mint 100 ezer faja ismert.

Az egysejtű eukarióta szervezetek lényegesen különböznek egymástól táplálkozási módjukat tekintve. Az egysejtű eukarióták egy része heterotróf, a másik része autotróf módon táplálkozik. A *heterotróf* egysejtű eukarióták között megkülönböztetik a szerves anyagok felvételének állati és gombamódszerrel történő felvételét. Az *állati* táplálékfelvételi mód esetén a sejt bekebelezi a táplálék szilárd részecskéit és a citoplazmában megemésztí, ami gyakran speciális organelumokban, *emésztő vakuólumokban* történik. A gombamódszerrel való táplálékfelvétel során a sejtek csak oldott szerves anyagokat tudnak felvenni, egész felületükkel szívva fel azokat. Az egysejtű eukarióták *autotróf* táplálkozása kizárólag fotoszintézis útján valósul meg.

Állati és növényi jellegű egysejtű eukarióták. Az állatokhoz hasonlóan táplálkozó egysejtű eukariótákat **egysejtű állati jellegű szervezeteknek** nevezzük. A növényekhez hasonlóan táplálkozó egy-

EGYSEJTŰ EUKARIÓTÁK

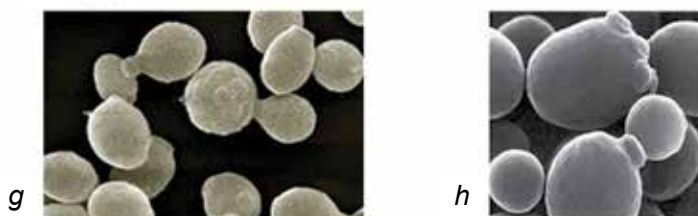
Egysejtű állati jellegű szervezetek



Egysejtű moszatok



Egysejtű gombák



39. ábra. Egysejtű eukarióták: a – amőba; b – infuzórium; c – galléros-ostorosok; d – kovamoszat; e – zöld szemesostoros; f – egysejtű ostoros zöldmoszat; g, h – egysejtű gombák – élesztők

sejtű eukariótákat az **egysejtű moszatokhoz (algákhoz)** sorolják. Ezenkívül sok egysejtű eukarióta (mind az állati, mind a növényi jellegűek) képesek a szerves anyagok gombákhoz hasonló módon történő bekebelezésére a sejt egész felülete általi felszívással.

Például a *zöld szemesostoros* egysejtű moszat (39. e ábra), amelyet gyakran helytelenül „félnövény-félállatként” emlegetnek, kloroplasztiszokkal rendelkezik, és fényen fotoszintézis segítségével táplálkozik. Ha a vízben sok az oldott szerves anyag és nincs fény, akkor ez a moszat heterotróf (gomba típusú) táplálkozási módra tér át, sőt eközben színtelenné is válhat. A zöld szemesostoros csak az oldott szerves anyagokat veszi fel, sejtjének egész felületével szívva fel azokat. Szilárd táplálékreszecskek bekebelezésére és emésztésére, vagyis az állati típusú táplálkozásra a zöld szemesostoros nem képes. Másfelől az állati jellegű egysejtű szervezetek sorába tartozó *amőba* és egyes *infuzóriumok* (39. a, b ábra) mind az állatokra, mind a gombákra jellemző módon képesek felvenni a szerves anyagokat, de mivel nincsenek kloroplasztiszai, nem tudnak úgy táplálkozni, mint a növények.

Előfordulás és jelentőség. Az egysejtű eukarióták a Földön mindenütt elterjedtek. Előfordulnak az óceánokban, tengerekben, különböző édesvizekben, sok fajuk megtalálható a talajban. Vannak közöttük állati és növényi paraziták és szimbionták. Egyes fajaik súlyos emberi betegségek – álomkór, malária – kórokozói.

A természetben az állati jellegű egysejtű szervezetek és a moszatok sok, főként vízben élő állat számára szolgálnak táplálékkul. Az egysejtű eukarióták jelenleg élő képviselői fontos szerepet játszanak a vizek öntisztulási folyamatában, az ásatag állati jellegű egysejtű szervezeteket a geológusok az üledékes kőzetek kormeghatározására és hasznos ásványok, közte a kőolaj utáni kutatások során használják fel.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az eukarióták sejtfelépítése sokkal bonyolultabb, mint a prokariótáké. Az eukarióták legfontosabb ismérve a sejtmag megléte.
2. Az eukarióta szervezetek lehetnek mind egysejtűek, mind többsejtűek.
3. Az egysejtű eukariótákra különböző táplálkozási módok – állati, növényi, gombaszerű és ezek különböző kombinációi – jellemzők.
4. Az állatokra jellemző módon táplálkozó egysejtű eukariótákat állati jellegű egysejtű szervezeteknek, a növényekre jellemző módon táplálkozókat pedig egysejtű moszatoknak nevezzük.

Eukarióták, egysejtű eukarióták, állati jellegű egysejtű szervezetek, egysejtű moszatok.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miben különböznek az egysejtű eukarióták a baktériumoktól és a cianoprokariótáktól?
2. Milyen táplálkozási módok jellemzők az egysejtű eukariótákra?
3. Mi a különbség az állati jellegű egysejtű szervezetek és az egysejtű moszatok között?
4. A szakirodalomban gyakran olvasható, hogy a zöld szemesostoros a sötétben az állatokra jellemző módon táplálkozik. Teljesen helytálló-e ez a megállapítás?

KÍVÁNCSIÁKNAK

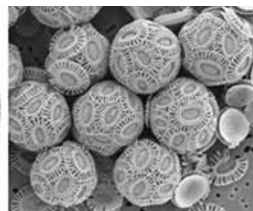
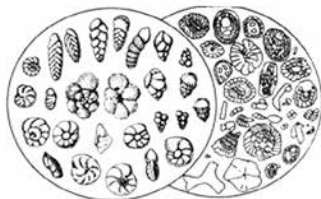
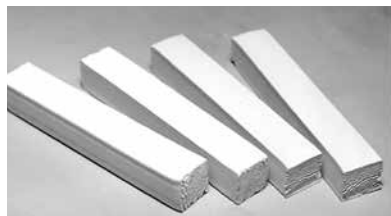
Miért nevezetesek az egysejtű eukarióták?

(Válaszok a tanulók kérdéseire: Miért világít a tenger? Mit adnak nekünk a moszatok és az állati jellegű egysejtű szervezetek, és szükségünk van-e rájuk?)

Az egysejtű eukarióták nagymértékű szaporodásukkal képesek olyan jelenségek előidézésére, amelyek már az ősidőkben felkeltették az ember érdeklődését és különböző legendákban is meg vannak örökítve. Ilyen jelenségek a „véres eső” és a „véres hó”, amelyeket a *Haematococcus* nevű egysejtű moszat idéz elő, vagy a tengerek és óceánok vizének „vörös dagályként” emlegetett toxikus „virágzása”, amit az infuzóriumok távoli rokonai, a *Dinoflagellata* nevű szervezetek okozzák, vagy a fakéreg zöld és vörös „virágzása”, amelyért a *Chlorellával* rokon zöldmoszatok tömeges szaporodása a felelős. Nyári éjszakákon figyelhető meg a tengeren, hogy a csónak vagy úszó után ezüstös kék fénycsóva húzódik, ami nem más, mint az egysejtű *Noctiluca scintillans* nevű moszatok fénykibocsátása.

A biológiai szennyvíztisztító telepeken az *infuzóriumok*, *amőbák* és *zöld szemesostorosok* tömege kivonja a vízből és a sejtjeiben lebontja a szervesanyag-maradványokat, biztosítva ezzel a szennyvizek öntisztulását.

Az óceánokban több tízmillió évvel ezelőtt élt egysejtű eukarióták maradványai sokféle üledékes kőzetet hoztak létre, amelyeket ma az ember hasznosít. Ilyen kőzet például az iskolai kréta, amely a *likacsoshéjúak* és *mészmoszatok* héjából képződött (40. ábra).



40. ábra. Ásatag egysejtű eukariótákból képződött kőzetek. A kréta és szerkezete (likacsoshéjúak és mészmoszatok maradványai; ma élő mészmoszatok mészgömbökkel, amelyekből a kréta keletkezett)



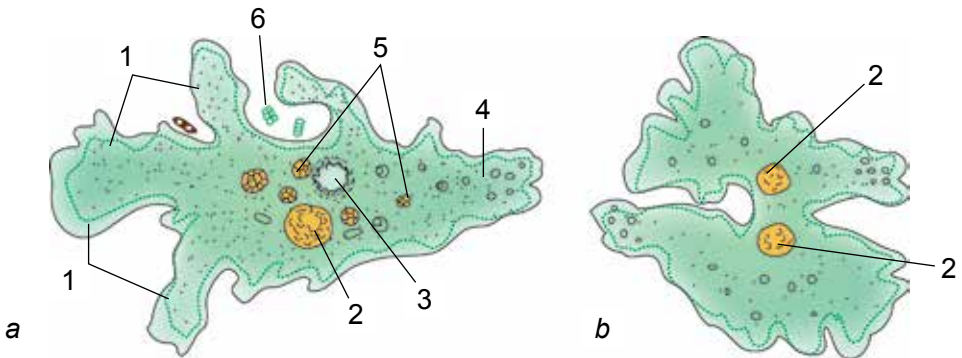
Megvizsgáljuk azokat az egysejtű szervezeteket, amelyek az állatokra jellemző módon táplálkoznak. Ezek az élőlények megmaradtak egysejtűeknek, miközben náluk bonyolultabb felépítésű szervezetek között élnek, sőt ezekkel táplálkoznak.



Mi a malária nevű betegség kórokozója?

Ha vízfenékről vett mintát mikroszkópban megvizsgálunk, akkor feltétlenül látni fogunk a baktériumoknál jóval nagyobb, mozgékony, átlátszó egysejtű szervezeteket. Ezek egysejtű állati jellegű szervezetek. Közéjük tartozik az *óriásamőba* (*Amoeba proteus*), amely nagyon elterjedt az édesvizekben, de mindenekelőtt a folyóvizekben.

Óriásamőba. Az *óriásamőba* teste egy $0,25\ \mu\text{m}$ hosszúságú sejtből áll (41. a ábra). Az alakja állandóan változik, aminek köszönhetően a sejt lassan mozog. A mozgás során a sejt elülső részén kitüremkedések keletkeznek, ahová a sejt központi és hátsó részéből fokozatosan átfolyik a citoplazma. Ezeket a kitüremkedéseket **állábaknak** nevezzük.



41. ábra. Amőba (a): 1 – álláb; 2 – sejtmag; 3 – lúktetű vakuólum; 4 – táplálékreszcseke a lúktetű vakuólumban; 5 – a megemésztetlen táplálékreszcseke kiválasztási övezete; 6 – táplálék bekebelezése állábak segítségével; amőba osztódása feleződéssel (b)

Amikor az amőba útjába baktériumcsomó vagy más szervezetek elhalt maradványai kerülnek, álláibaival körbeveszi azokat és bezárja őket a sejtbe. A részecskék körül emésztő vakuólum képződik. Az **emésztő vakuólum** organellum, amelybe a citoplazmából emésztőnedv választódik el, amely a zsákmány szerves anyagait egyszerűbbekre



bontja. Az emésztés termékei az emésztő vakuólumból felszívódnak a citoplazmába, ahol az amőba számára szükséges saját szerves anyagok szintetizálódnak és energia képződik belőlük. Az amőba táplálkozási módját *fagocitózisnak* nevezzük. Idővel az emésztő vakuólum a megemésztetlen maradványokkal a sejtmembrán mellé kerül, összeolvad vele, és a vakuólum megemésztetlen tartalma a kívülvilágba ürül.

Az amőbasejtben optikai mikroszkóppal megkülönböztethető az átlátszó lüktető vakuólum és a sejtmag. A

lüktető vakuólum periodikusan feltöltődik fölös mennyiségű sókat és az élettevékenység során keletkező szükségtelen anyagokat tartalmazó vízzel, majd hirtelen összehúzódik, és tartalmát a külső környezetbe üríti, vagyis szabályozza a víz és a sók mennyiségét a sejtben, valamint kiválasztó funkciót lát el. Az amőba feleződéses osztódással szaporodik (41. b ábra).

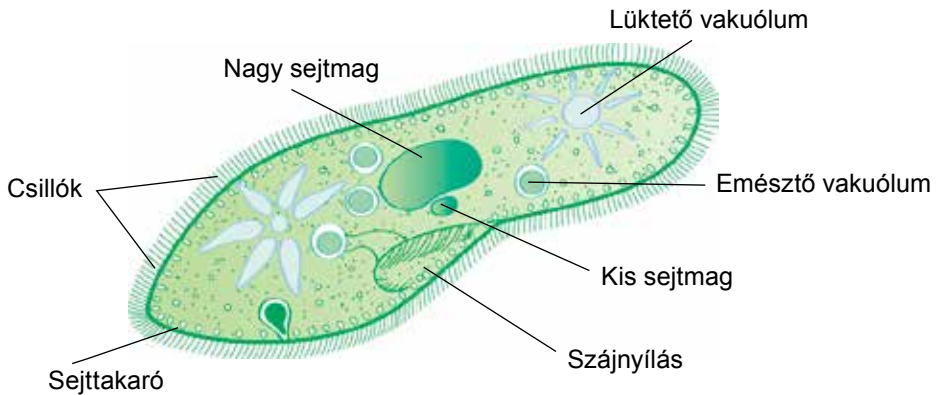
Az amőba elektronmikroszkópos vizsgálata megmutatta, hogy a sejtje nem csak sejtmembránnal, sejtmaggal lüktető és emésztő vakuólumokkal, hanem mitokondriumokkal is rendelkezik.

Papucsállatka. Az egysejtű állati jellegű szervezetek további példái az *infuzóriumok*. Ezek ugyancsak mindenütt előfordulnak az édesvizekben, ezért infuzórium-tenyészetet könnyű fenntartani önállóan. A legelterjedtebb infuzórium, a papucsállatka (*Paramecium caudatum*) nagyméretű, a hossza 0,2–0,3 mm, így nagyító készülék nélkül is észlelhető. Sejtjének alakja tényleg papucsra emlékeztet: elől szűkebb, hátul szélesebb. A sejt egyik oldalán zsebre emlékeztető bemélyedés található, ez a *szájnyílás* vagy *sejtszáj* (42. ábra).

Sejtjének felületét mintegy 15 ezer mozgékony ostorka borítja, amit az infuzóriumok esetében *csillóknak* neveznek. A csillók összehangolt mozgásának köszönhetően a papucsállatka 1 másodperc alatt a testhossza tízszeresének megfelelő távolságot tesz meg. Sejtmembránja a csillókkal és ezeknek a citoplazma felső rétegében lévő gyökereivel rugalmas, elasztikus sejtakarót képez. Ennek köszönhetően a sejtnek viszonylag stabil az alakja.

A szájnyílás felszíne is csillókkal van bélelve. Magánál a nyílásnál a csillók hosszabbak, a mozgásuk befelé irányul, ezáltal a nyílásba terelik a vízben lebegő táplálékrészecskéket, amelyek a szájnyílás fenekén ülepednek le. Ott körbezárják őket a sejtmembrán kitüremkedései, amelyek emésztő vakuólum képződésével egyesülnek egymással. Az

Fagocitózis (a görög *fagen* – enni és *citosz* – sejt szavakból) – a sejt táplálkozási módja a táplálékrészecskék aktív bekebelezése és a citoplazmában történő emésztésük útján. A fagocitózist *állati jellegű táplálkozásnak* nevezzük.



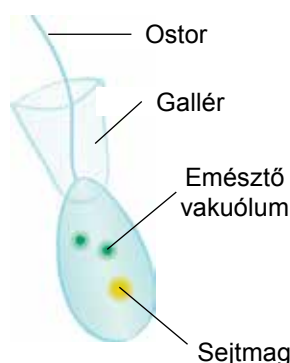
42. ábra. Papucsállatka

emésztő vakuólumba emésztőnedv választódik el, amely az összetett szerves anyagokat egyszerűbbekre bontja. Az emésztő vakuólum mozog a sejten belül, és közben az egyszerű tápanyagok felszívódnak belőle a citoplazmába, a megemésztetlen maradványok pedig kiürülnek a sejt hátsó végénél. A papucsállatkánál az emésztő vakuólumok ugyan a szájnyílásban képződnek, ám a táplálkozás módja hasonlít az amőbáéra, ezért ez is fagocitózis.

A sejt elülső és hátsó részében egy-egy lüktető vakuólum található, ezeket csillagszerűen vízfelvevő csövecskék veszik körül. Optikai mikroszkópban a sejt központi részében két sejtmag, egy kicsi és egy nagy különböztethető meg. A nagy sejtmag a sejt működését szabályozza, míg a kis sejtmag az *ivaros (szexuális) folyamatért* és a nagy sejtmag képződéséért felel.

Az infuzóriumok sejtjeik feleződéssel osztódásával szaporodnak. Ezenkívül létezik náluk ivaros folyamat is. Az utóbbi esetén két infuzórium hasi oldalával egymáshoz tapad, és az érintkezés helyén összeolvad az egyedek sejtjeinek citoplazmája. Ezt követően a nagy sejtmagok felbomlanak, a kis sejtmagok pedig speciális módon osztódnak. Az ilyen osztódásnak köszönhetően mindegyik sejtben két-két mag képződik, majd a mindkét sejt egy-egy magja átmegy a másik sejtbe és összeolvad az ott maradt sejtmaggal, miközben a sejtek elkülönülnek egymástól. Az egyesüléssel képződött sejtmag osztódik, és egy kis és egy nagy sejtmagot képez. Tehát az ivaros folyamat során az infuzóriumsejtek sejtmagjainak cseréje következtében megvalósul az örökletes információ cseréje.

Galléros-ostorosok. A tengerekben és édesvizekben nagy számban találhatók egysejtű állati jellegű szervezetek, amelyek sejtenek felső részén gallérszerű képződmény található, melyből egy hosszú ostor nyúlik ki (43. ábra). Ezek a galléros-ostorosok. Az ostor segítségével a sejt a saját felülete felé hajtja a vizet a benne lévő táplálékrészecskékkel – elhalt szervesanyag-maradványokkal és baktériumokkal. Amikor a táplálékrészecske a sejtmembránra kerül, rövid állabak veszik körül, amelyekkel a sejt bekebelezi a zsákmányt. Emésztő vakuólum képződik, amelyben végbe megy az emésztés folyamata. A galléros-ostorosokat, köztük a szivacsokat a többsejtű állatok legközelebbi rokonainak vélik.



43. ábra.
Galléros-ostoros

Parazita egysejtű állati jellegű szervezetek. Sok állati jellegű egysejtű szervezet alkalmazkodott a más szervezetekben való létezéshez. Közülük egyesek a gazdaszervezettel táplálkoznak, és ezzel károsítják azt.

A **dizentéria (vérhas)** – veszélyes betegség, kórokozója a vérhasamőb, amely képes arra, hogy az ember bélrendszerében éljen. Rendszerint nem betegíti meg az embert, mert baktériumokkal táplálkozik. Azonban előfordul, hogy a vérhasamőb károsítja a bélfalat, és a vérsejtekkel való táplálkozástól nagyon gyors szaporodásnak indul véres hasmenést okozva. A széklettel együtt a vérhasamőbák a környezetbe ürülnek. Az egészséges ember akkor fertőződik meg a vérhas kórokozóival, amikor olyan élelmiszert fogyaszt, amely sejtekkel táplálkozó parazitákkal szennyezett. A legegyszerűbb higiéniai szabályok – vércéhasználat utáni és étkezés előtti kézmosás – betartása elkerülhetővé teszi a vérhasamőbával való fertőződést.

A **malária** – nagyon veszélyes betegség, meleg és nedves éghajlatú országokban fordul elő. A kórokozója a *malária*



44. ábra. A maláriát terjesztő Anopheles szúnyog és a szétroncsolódott vörös vértestekből kiáramló malária plazmódiumok

plazmódium (44. ábra). A máj- és vörsejtekben fejlődve roncsolja azokat. A parazita terjesztője a maláriaszúnyog (*Anopheles*): maláriával fertőzött ember megcsípésekor a malária plazmódium a szúnyog testébe kerül és ott szaporodásnak indul, majd az újabb csípéskor a szúnyog nyálával az egészséges emberbe kerül, megfertőzve azt.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A fagocitózis révén táplálkozó egysejtű eukariótákat egysejtű állati jellegű szervezeteknek nevezzük.
2. Az egysejtű állati jellegű szervezetek különböző csoportjai – amőbák, infuzóriumok, galléros-ostorosok – sejtfelépítésükben, mozgásukban, szaporodásmódjukban különböznek egymástól.
3. Az egysejtű állati jellegű szervezetek súlyos emberi betegségek kórokozói, így a vérhasamóba és a malária plazmódium.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Állabak, emésztő vakuólum, fagocitózis, lüktető vakuólum, ivaros folyamat, dizentéria, malária.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a fagocitózis?
2. Melyik egysejtű állati jellegű szervezetek által terjesztett betegséget nevezik a „piszkos kezek betegségének”?
3. Milyen parazita egysejtű állati jellegű szervezeteket terjesztik a vérszívó rovarok, köztük a szúnyogok?

FELADAT

Töltsétek ki a táblázatot a füzetetekben, tegyetek „igen” vagy „nem” a megfelelő szervezetek melletti oszlopba!

Tulajdonság sorszáma	Tulajdonság	Amőba	Infuzórium	Galléros-ostorosok
1.	Gallérjuk van	nem	nem	igen
2.	Szájnyílásuk van			
3.	Emésztő vakuólumok van			
4.	Aktívan mozognak			
5.	Egy ostoruk van			
6.	Csillóik vannak			

Tulajdonság sorszáma	Tulajdonság	Amőba	Infuzórium	Galléros-ostorosok
7.	Állábaik vannak			
8.	Stabil sejtfarmájuk van			
9.	Egy sejtmagjuk van			
10.	Két sejtmagjuk van			
11.	Fagocitózis által táplálkoznak			

KÍVÁNCSIÁKNAK

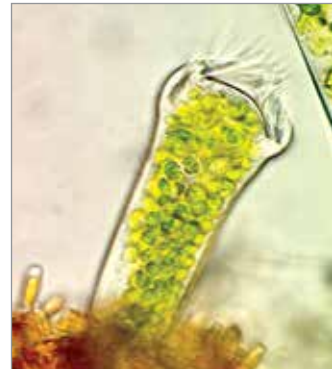
Egysejtű állati jellegű szervezetek, amelyek arról „álmodtak”, hogy autotrófok lesznek

Az állati jellegű táplálkozási mód, a fagocitózis „feltalálása” megnyitotta az utat az egysejtű szervezetek számára a ragadozó életmód felé, ami korábban nem létezett. Ugyanakkor a táplálékszerzés aktív módja nagyobb energiafelhasználást igényelt, egyes szervezetek esetében a mozgástöbblet, másoknál az ostorok vagy csillók munkája tekintetében. Ezért növekedett a táplálkozási szükséglet, s ezzel együtt növekedett az éhhalál kockázata a sikertelen vadászat következményeként. Így az egysejtű állati jellegű szervezetek minden csoportjában megjelentek a „feltalálók”, amelyek bebiztosították magukat az éhhalállal szemben: autotróf szimbiontákat fogtak be.

A *Pelomyxa* amőba bekebelezi, de nem emészt meg az egysejtű cianoprokariótákat. Megmaradnak a citoplazmájában és szén-dioxidot, valamint védelmet kapnak az amőbától. Ugyanakkor a cianoprokarióták „átadják” gazdájuknak fotoszintézises termékeik egy részét. E szimbiózisnak köszönhetően az amőba túlélhet olyan vízben, amelyből hiányoznak a táplálkozáshoz szükséges szerves anyagok.

Ugyanilyen módon biztosítják be magukat a táplálékhiány esetére a *sugárállatkák*, ezek a viszonylag nagy tengeri egysejtű szervezetek, amelyek a vastag vízrétegekben élnek. A sugárállatkák állábaikkal baktériumokat és apró szervesanyag-maradványokat fognak be, amelyeket megemésztene az emésztő vakuólumaikban. Azonban ha a zsákmány moszat, akkor a sugárállatka megőrzi a citoplazmájában. A moszat oxigénnel látja el a sugárállatka, míg az utóbbi élőhelyet és táplálékot – szén-dioxidot – biztosít a moszat számára. Ha a sugárállatka éhezni kezd, abban az esetben megemészt a moszatsejtek bizonyos részeit.

Az *infuzóriumok* is gyakran befognak és a citoplazmájukban őriznek moszatsejteket. Az autotróf szimbiontákkal rendelkező infuzóriumokat sikerült fényen minden táplálék nélkül tenyészteni, ugyanis azok minden szükséges szerves anyagot megkaptak a moszatoktól (45. ábra).



45. ábra. Kürtállatka (*Stentor coeruleus*) szimbionta *Chlorella* sejtekkel

17. §. EGYSEJTŰ MOSZATOK

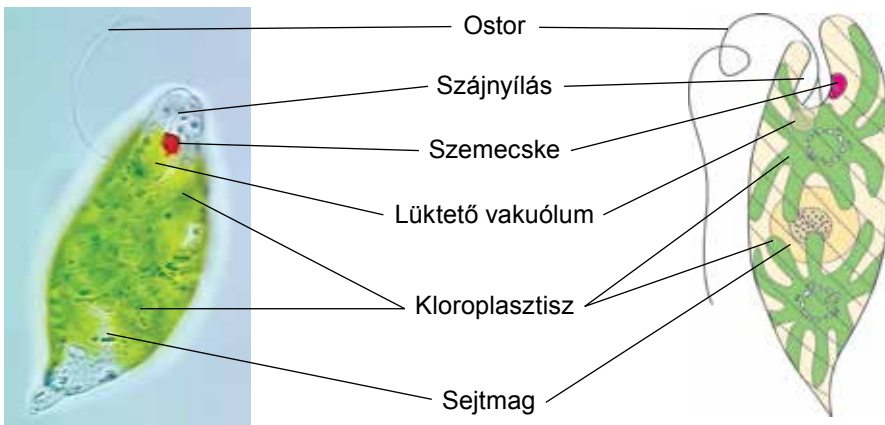


Olyan szervezetekről lesz szó, amelyek oly módon táplálkoznak, mint a növények, de csak egy sejtből állnak.



Mik a spórák? Miben különböznek a kékmoszatok a zöldmoszatoktól?

Zöld szemesostoros. A fotoszintetizáló egysejtű eukarióták között az egysejtű állati jellegű szervezetekre legjobban a zöld szemesostoros hasonlít. A zöld szemesostorosok sejtjei magányosak és mozgékonyak. Mozgásuk során a zöld szemesostorosok változtathatják alakjukat: megnyúlhatnak, összehúzódhatnak, meghajolhatnak.



46. ábra. A zöld szemesostoros sejtfelépítése

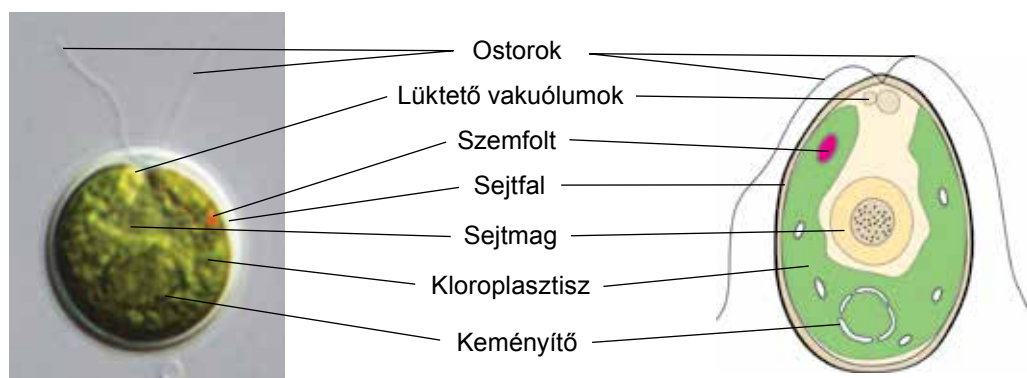
A sejt középpontjában található a nagy, jól észrevehető sejtmag (46. ábra). A citoplazmában jól kivehető egy vagy több kloroplasztisz, amelyek révén a zöld szemesostoros a fényen fotoszintetizál. Sötétben a moszat heterotróf táplálkozásra tér át, és sejtjének egész felületével veszi fel a vízben oldott szerves anyagokat.

A zöld szemesostoros a mélyedésből – *sejtszájából* – kinyúló *hosszú ostor* segítségével mozog. A sejtszájban van egy másik, az alapjánál vastagodó *rövid ostor*, amely, a hosszúval ellentétben, nem nyúlik ki kívülrre. Mellette található a citoplazmában a *vörös szemfolt*. Az ostor vastag részével együtt a szemfolt olyan rendszert képez, amelynek a segítségével a zöld szemesostoros meghatározza, honnan esik a fény és ennek megfelelően választja meg mozgásának az irányát.

A szájniylás mellett több *lüktető vakuólum* található, amelyek bele választják ki a fölös mennyiségű vizet, amely állandó jelleggel szívárog a sejtbe a puha sejtakarónak köszönhetően. Ily módon a szájniylás nem vesz részt a táplálkozásban, hanem pont fordítva, a kiválasztás funkcióját végzi, mivel a lüktető vakuólumok segítségével a vízzel együtt a sejt megszabadul élettevékenységének káros termékeitől.

A zöld szemesostoros hosszanti irányú feleződéssel szaporodik, mozgási képességének megőrzésével. A moszat azzal, hogy a vízben oldott szerves anyagokkal táplálkozik, a többi egysejtű eukariótával együtt részt vesz a víz öntisztulási folyamatában.

A **Chlamydomonas** a zöldmoszatokhoz tartozik. Vannak *ostorai* és *zöld színű kloroplasztisza*, ezért emlékeztet a zöld szemesostorosra. A sejtfa biztosítja a sejt stabil alakját, így a Chlamydomonas a növényi sejtre hasonlít (47. ábra).



47. ábra. A Chlamydomonas felépítése, optikai mikroszkópban vizsgálva

A citoplazma nagyobb részét a kloroplasztisz foglalja el, amelynek a fenékrészén egy nagy kerek test körül tartalék szénhidrát – keményítő – rakódik le. Ez abból a glükózból képződik, amit a kloroplasztisz állít elő fotoszintézissel. A kloroplasztiszban jól megkülönböztethető egy vörös pont, ami nem más, mint a *szemfolt*. Ez segít a sejtnek a fény beesési irányának meghatározásában, és ennek megfelelően a mozgásirány megválasztásában. Elektronmikroszkóppal a Chlamydomonas sejtjében megkülönböztethetők az eukariótákra jellemző többi organelumok is.

A Chlamydomonas leggyakrabban *mozgékony spórákkal* szaporodik (48. ábra). Ezek az anyasejt osztódásainak köszönhetően képződnek. A sejtfa ezekben az osztódásokban nem vesz részt. Az anyasejt falának felrepedése után a spórák kirajzanak, és mindegyikük önálló szervezetté válik.

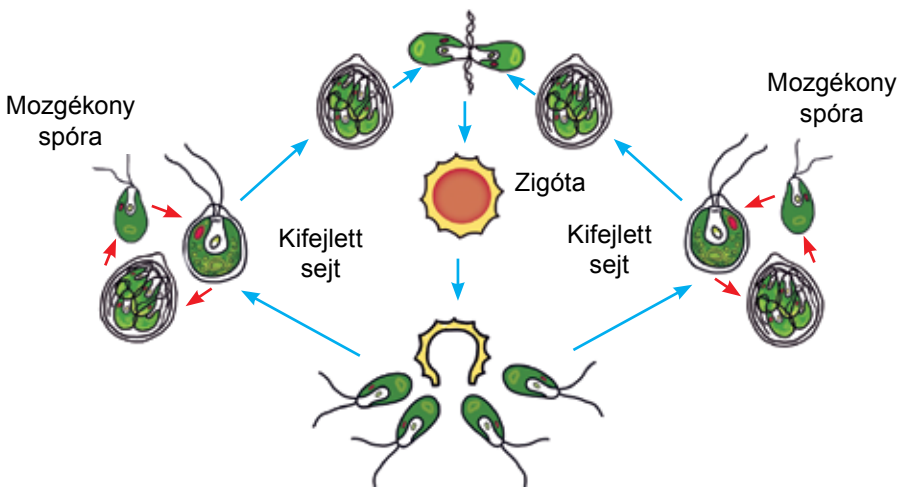
A mozgékony spórákkal való szaporodás az *ivartalan szaporodás* egyik formája. Az **ivartalan szaporodás** a szaporodás olyan formája, amely ivaros folyamat nélkül megy végbe, vagyis nem cserélődik ki a sejtek örökletes információt hordozó anyaga. Az ivartalan szaporodás specializált sejtjei a **spórák**.

Kedvezőtlen környezeti viszonyok mellett a Chlamydomonasnál **ivaros folyamat** megy végbe (48. ábra). Ennek következtében zigótának nevezett sejt képződik. A Chlamydomonas esetében a külsejükben egymástól nem különböző női és hím sejtek ugyanúgy képződnek, mint a spórák. Összeolvadásuk előtt levetik a sejtfalukat, és elülső részeikkel

Zigóta – a hím és női ivarsejt citoplazmájának és magjának összeolvadásával létrejövő sejt.

egyesülnek, majd a citoplazmájuk egybefolyik. Ezt követően a sejtmagjaik is egyesül, majd a zigóta vastag sejtfalat növeszt, és ilyen állapotban vészeli át a mostoha körülményeket. A nyugalmi állapotban a zigótában végbemegy

a DNS női és hím sejtéből származó szakaszainak cseréje. A zigóta a nyugalmi állapot befejeződése után négy új sejt képződésével osztódik



A zigótából képződött mozgékony spórák

48. ábra. A Chlamydomonas ivartalan (vörös nyilak) és ivaros (kék nyilak) szaporodása vázlatosan

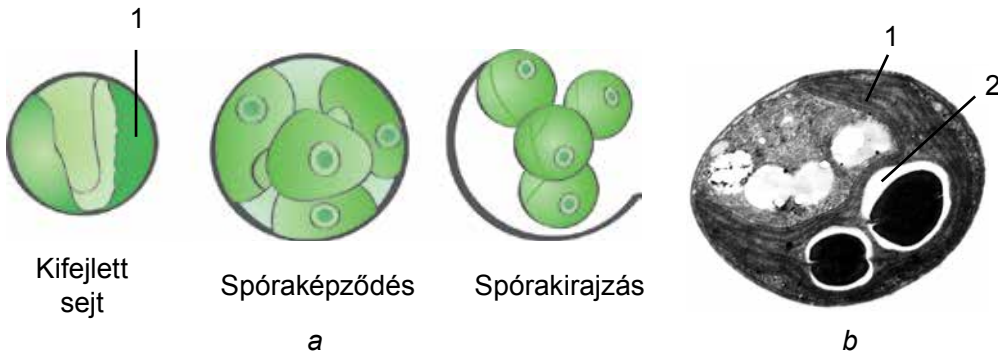
Az **ivaros szaporodás** a szaporodás olyan formája, amikor egy faj egyedeinek száma ivaros folyamatnak köszönhetően növekszik, és ki-cserélődik a szülői sejtek közötti örökletes információ.

Nyáron a *Chlamydomonas* nagy mennyiségben fordul elő szinte minden pocsolyában.

A **Chlorella** nem mozgékony egysejtű zöldmoszat. Főként a szárazföldön, nedves talajokon, falakon és – szimbiontaként – vízben élő szervezetekben él.

A *Chlorella* sejtjei magányosak, gömb alakúak, vékony, de szilárd *sejtfallal* burkolva. A sejtfalnak köszönhetően a talajlakó állatok zsákmányául váló *Chlorella* sértetlenül halad keresztül az emésztőrendszeren, és zavartalanul folytatja a növekedést és szaporodást. Minden egyes sejtjükben egy nagy *zöld kloroplasztisz* található, és ebben keményítő tárolódik (49. ábra). A *Chlorella* szaporodása kizárólag ivartalan módon – *nem mozgékony spórákkal* – történik.

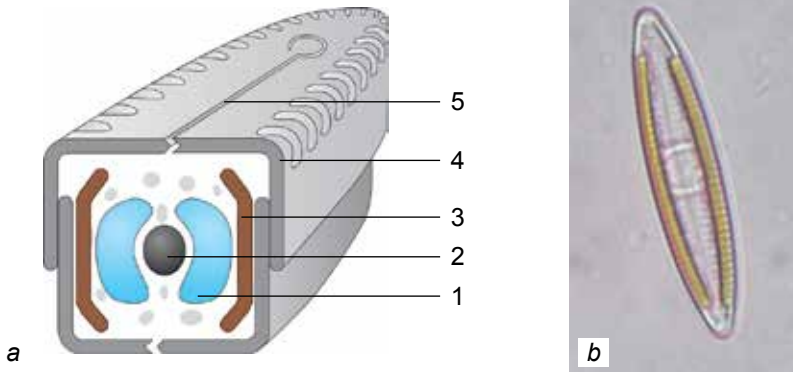
A *Chlorella* többször megfordult a világűrben, rajta tanulmányozták a súlytalanság hatását a sejtosztódás folyamatára. Több országban a *Chlorellát* speciális üzemekben, mesterséges úton szaporítják vitaminok és élelmiszeradalékok előállítására céljából, ipari melléktermékek számító szén-dioxiddal táplálva a moszatot, és ezáltal biológiailag tisztítva a levegőt.



49. ábra. *Chlorella*: a – szaporodás, vázlatosan; b – elektronmikroszkópban vizsgálva; 1 – kloroplasztisz; 2 – keményítő

A **kovamoszatok** édesvízi és tengeri egysejtű moszatok nagy csoportja, amelyeknek a kloroplasztisza barna színű. A kovamoszatok sejtjei egész életüket „üvegházban”, azaz kovaföldpáncélban töltik. Ez a páncél olyan dobozra emlékeztet, amelynek fedele van. A páncélban szabályos rendben elhelyezkedő nyílásokon át valósul meg a környezettel minden cserefolyamat: a víz és a szén-dioxid felvétele, az oxigén és az élettévékenység melléktermékének a kiválasztása. A kovamoszatok sejtjeik hosszanti feleződésével szaporodnak, de jellemző rájuk az ivaros folyamat is.

Az édesvizekben legelterjedtebb a **Navicula** kovamoszat (50. ábra). A sejtjei csónakra emlékeztetnek, amelynek az oldalai mentén két barna csövecske – két *kloroplasztisz* – húzódik. A középpontban a *sejtmag* található. A Navicula sejtjei képesek a víz alatti felületeken való aktív csúszásra a páncéljában lévő speciális struktúrán – *varraton* – át kinyúló különleges *nyálkalábak* segítségével.



50. ábra. Navicula kovamoszat: a – a felépítés vázlatosan: 1 – vakuólum; 2 – sejtmag; 3 – kloroplasztisz; 4 – kovaföldpáncél; 5 – a mozgást biztosító készülék, a varrat; b – a kovamoszat optikai mikroszkópban

A kovamoszatokat leginkább a természetvédők és geológusok alkalmazzák a vizek szennyezettségi fokának és az üledékes kőzetek korának meghatározására. A gazdaságban széleskörűen alkalmazzák az ásatag moszatok páncélhéjából képződött *diatomit* kőzeteket.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A fotoszintetizálásra képes egysejtű eukarióták a moszatokhoz tartoznak.
2. Az egysejtű moszatok színükben, sejtfelépítésükben, mozgási képességükben és szaporodási módjukban különböznek egymástól.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Ivartalan szaporodás, spóra, zigóta, ivaros szaporodás.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen táplálkozási mód jellemző a zöld szemesostorosra, Chlamydomonasra és Chlorellára?
2. A szaporodás milyen módjai fordulnak elő az egysejtű moszatok körében?
3. Mely egysejtű moszatok képesek a mozgásra, és melyek nem tudnak önállóan mozogni?

Töltsék ki a táblázatot a füzetekben, tegyetek „igent” vagy „nemet” a megfelelő ismerv melletti oszlopba!

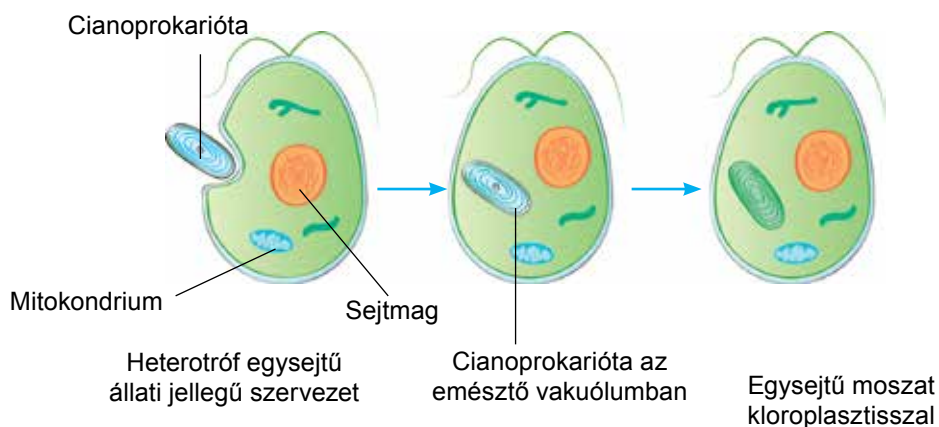
Tulajdonság sorszáma	Tulajdonság	Zöld szemes-ostoros	Chlamydomonas	Chlorella
1.	Vannak kloroplasztiszai			
2.	Van szájníjlása			
3.	Aktívan mozog			
4.	Autotróf			
5.	Egy ostoruk van			
6.	Fagocitózissal táplálkozik			
7.	Van sejtmagja			

KÍVÁNCSIÁKNAK

Hogyan jelent meg az eukariótáknál a fotoszintézis?

Az oxigén-kiválasztással kísért fotoszintézis a cianoprokariótáknál jelent meg. Az első eukariótáknál – egysejtű állati jellegű szervezeteknél – fejlődött ki a fagocitózis, és ennek köszönhetően a többi szervezettel, közte cianoprokariótákkal tudtak táplálkozni. De előfordult, hogy a megevett cianoprokariótát nem emésztették meg, hanem belső szimbiontájukká változtatták. Idővel önálló táplálkozásra készítették, miután átalakult kloroplasztisszá (51. ábra). Ezeknek az elődöknek a legközelebbi rokonaik a zöld- és vörösmoszatok.

Azonban az ilyen prokarióták is többször váltak más állati jellegű egysejtű szervezetek foglyaivá.



51. ábra. Kloroplasztisz képződése szimbiózis által, vázlatosan

18. §. A SZIVACS MINT AZ EGYSEJTŰ ÁLLATI JELLEGŰ SZERVEZETEKTŐL SZÁRMAZÓ TÖBBSEJTŰ SZERVEZET



Az egysejtű eukarióták világa és a „valódi” többsejtű szervezetek között választóvonal – egyfajta átmeneti zóna – húzódik, amit olyan élőlények képviselnek, amelyek már nem egysejtűek, de még nem szokványos többsejtű szervezetek. Az átmeneti zóna tipikus képviselője a szivacs.

A különböző túlélési módok között az egysejtű eukarióták világában az egyik legfontosabb eszköz a más szervezetek általi elfogyasztás elleni védelem volt. Hogy az élőlény ne váljon zsákmánnyá, nagyobbnek kellett lennie, mint a ragadozónak. A testméret növelésének egyik módja a többsejtű felépítésre való áttérés lett.

A többsejtűség következtében a sejtek funkciók szerint szakosodtak, és elvesztették a különálló szervezetekként való létezés képességét. A többsejtű szervezetekben a szaporodásért csak a szakosodott **reproduktív (szaporító)** sejtek felelnek. A többi sejt rájuk „dolgozik” azáltal, hogy ellátja őket tápanyagokkal, biztosítja a felülethez való rögzítést, az ellenségtől és a kedvezőtlen környezeti tényezőktől való védelmet.

A **szivacs** olyan szervezet, amely egyesíti magában az egysejtű és többsejtű szervezetek tulajdonságait.

A tiszta vízű folyókban és patakokban a kövek és más szilárd tárgyak felületén mozdulatlan élőlényekre bukkanhatunk. Ezek pórusos, szürkésbarna vagy zöld lepedékre, párnákra, csövekre vagy kis ágas bokrokra emlékeztetnek. Ha óvatosan vízzel telt edénybe rakjuk őket,



52. ábra. Az édesvízi tavi szivacs és felépítése vázlatosan



és tussal megfestjük a vizet, akkor észrevevesszük, hogy a felül található kis *kivezető nyílásból* vízsugár tör elő. A *szivacsok* a legegyszerűbb felépítésű többsejtű állatok (52. ábra).

A szivacsok testét kívülről lapos *fedősejtek* borítják. A testfalban számos apró nyílás található. Középen üreg – úrbél – van, amely *ostoros sejtekkel* van kibélelve. Mindegyik ostoros sejt *galléros-ostoros* szervezetre hasonlít. A sejtostoroknak köszönhető, hogy a víz a belső üregbe áramlik az apró oldalnyílásokon át. A szivacs testüregébe a vízzel együtt táplálék és oxigén kerül.

A külső és belső sejtrétegek között *kocsonyás – mezohyl – zóna* található. Ez amőbaszerű, magános, mozgékony sejteket és az élettevékenység során keletkező termékeket – a szivacstest rugalmasságát biztosító kovaföldtüket – tartalmaz. Szükség esetén az *amöboid sejtek* más típusú sejtekké alakulhatnak át, és fordítva. Ha a szivacsot külön sejtekre bontják – például szétdörzsölik és átszűrik –, akkor a szétválasztott sejtek ismét egységes szervezetté állnak össze.

Az *ostoros sejtek* a saját felületük felé irányítják a vízben lévő táplálékot: baktériumokat, moszatokat, szerves törmeléket. Ezeket fagocitózissal, azaz állabak segítségével bekebelezik, majd a kocsonyás anyagba továbbítják őket. Ott a táplálékrészecskéket az amöboid sejtek kebelezik be fagocitózis útján, majd emésztik meg véglegesen, és az így kapott anyagokat a szivacstest más részeibe juttatják. A megemésztetlen maradványok a vízzel együtt a felső kürtőn (*kivezető nyíláson*) át távoznak a környezetbe.

Ilyenformán a szivacs kiszűri a tápanyagokat a vízből.

A szivacstest *kocsonyás anyagába* gyakran bekerülnek egysejtű moszatok. Ott szaporodásnak indulnak és – az amöboid sejtekhez hasonlóan – kiválasztják a fotoszintézis által előállított termékek egy részét, ezzel táplálva a gazdaszervezet sejtjeit. Ilyen szimbiózis határozza meg a *tavi szivacs* színét. Ha *Chlorellához* hasonló zöldmoszatok élnek bennük, akkor a színük zöld lesz. Ha a szimbionta szervezet *kovamoszat*, akkor a szivacs barnás színűvé válik. A szimbioták nélküli szivacsok színe szürke. A szivacsok ivarosán és sarjadzással (bimbózással) szaporodnak.

A szivacs többsejtű szervezet, amely átmenetet képez az egysejtű állati jellegű szervezetek és az állatok között. A szivacsok sejtjeinek elektronmikroszkópos vizsgálata és a DNS-ük összehasonlító elemzése

arról tanúskodik, hogy ezek a szervezetek a galléros-ostoros szervezetek rokonai, és a „valódi” többsejtű állatokéval közös az ősük.

A gyógyszertárakban kapható *porított tavi szivacsot* gyógyászati készítményként alkalmazzák a bőrön lévő kék foltok eltüntetésére. A szárított *tengeri fürdőszivacsot*, amely a kovaföldtűk helyett a kémiai összetételét tekintve a selyemszálakhoz hasonlító szerves rostok finom hálózataát tartalmazza, a testfelület fürdés közbeni mosására használják (53. ábra). Ezért nevezik a porolont – poliuretán alapú műanyagot – szivacsnak. A természetben a szivacsok élő szűrőkként működnek, tisztítják a vizeket a szilárd szerves maradványoktól.



53. ábra. Szárított fürdőszivacs és ókori egyiptomi falfestmény, amelyen a közepén álló lány szivaccsal mossa úrnője testét (Théba, Kr. e. XV. sz.)

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A többsejtű eukarióták az egysejtűektől származnak.
2. Az egysejtű eukariótáktól az állatokhoz és növényekhez való átmenetet a testfelépítés összetettebbé válása és a sejtek, valamint testrészek funkciók szerinti szakosodása kísérte.
3. A szivacsok olyan többsejtű állatok példái, amelyek az egysejtű állati jellegű szervezetek sok sajátosságát megőrizték.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Szivacs, reproduktív sejtek.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a közös a szivacsok és az egysejtű állati jellegű szervezetek között?
2. Milyen kísérlettel bizonyítható, hogy a szivacs átmeneti helyzetet foglal el az egysejtű állati jellegű szervezetek és a „valódi” többsejtű állatok között?
3. Milyen sejtek felelnek a szaporodásért a többsejtű szervezetben?

19. §. TÖBBSEJTŰ MOSZATOK: TENGERI SALÁTA, CSILLÁRKAMOSZAT

83



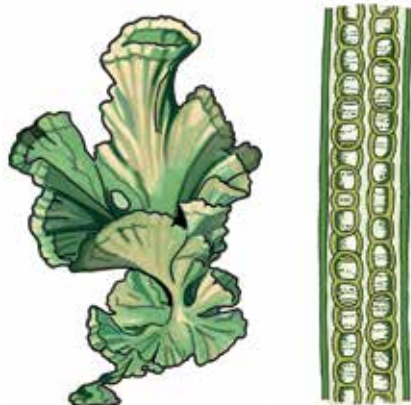
Megismeritek azokat a szervezeteket, amelyek köztes helyet foglalnak el az egysejtű moszatok és a „valódi” többsejtű növények között. Ezek a többsejtű moszatok.

A moszatok esetében az egysejtű felépítésről a többsejtű szerkezetre való áttérés majdnem mindig az aktív mozgás képességének elvesztésével járt. Ennek következtében az ilyen szervezetek helyhez kötött, azaz növényi életmódra tértek át.

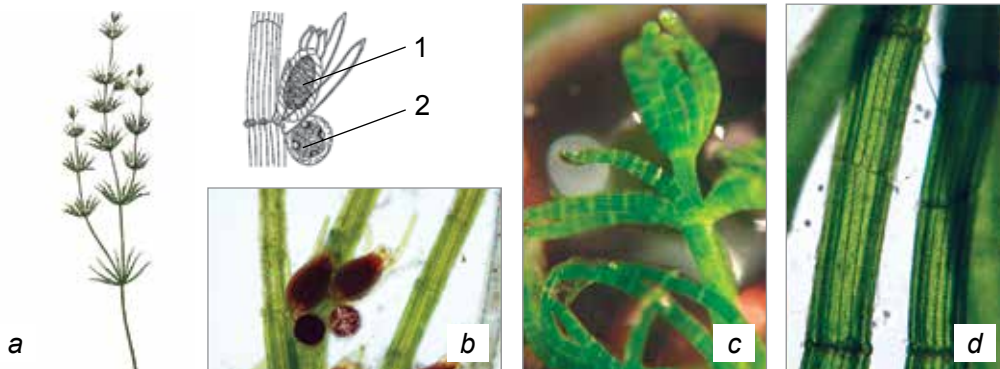
A **tengeri saláta** tengeri zöldmoszat, amelynek a teste két réteg hasonló felépítésű és funkcióval rendelkező sejtből áll (54. ábra). A tengeri saláta teste kezdetben néhány rövid fonállal rögzül a fenékhez. Később elszakad az aljzattól és szabadon lebeg a vízben.

A tengeri saláta mérsékelt égövi tengerekben honos, méretei elérhetik az 50 cm-t. Ehető, sok tápanyagot és többféle biológiailag aktív anyagot tartalmaz. Egyes országokban a tengeri salátát mesterségesen tenyésztik élelmiszeralkaként speciális tengeri gazdaságokban.

Csillárkamoszat. A tavak és tenger melléki limánok fenekén szinte mindig megtalálhatók a kisméretű „valódi” növényre emlékeztető *csil-*



54. ábra. A tengeri saláta nevű zöldmoszat (megjelenési forma és lemezmetset)



55. ábra. Csillárkamoszat: a – megjelenési forma; b – fonáltestrészlet („szár”) női (1) és hím (2) ivarszervekkel; c – a csillárkamoszat testének csúcscrésze; d – a „szár” támasztósejtje megnyúlt fedősejtekkel („kéreg”)

lárka nevű zöldmoszat által alkotott sűrű bozótosok. A testét hosszú, fonálszerű szálból és egymástól bizonyos távolságra található, túlevelekre emlékeztető kinövésekből álló gyűrűk alkotják (55. ábra).

A csillárka sejtjeinek elektronmikroszkópos vizsgálata és DNS-ének elemzése megmutatta, hogy a csillárkamoszatnak közös őse volt azokkal a szervezetekkel, amelyeket már nem moszatoknak, hanem növényeknek szoktunk nevezni.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A többsejtű moszatok az egysejtűektől származnak.
2. Az egysejtű moszatok és a „valódi” többsejtű növények közötti összekötő kapcsot a többsejtű moszatok jelentik.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miért tekintik egyszerűbb felépítésűnek a csillárkamoszatnál a tengeri salátát?
2. Miben emlékeztet a csillárkamoszat a valódi szárazföldi növényekre?

FELADAT

Töltsétek ki a táblázatot a füzetetekben, tegyetek „igen” vagy „nem” a megfelelő szervezet melletti oszlopba!

Sor-szám	Tulajdonság	Chlamydomonas	Chlorella	Tengeri saláta	Csillárkamoszat
1.	Aktívan mozognak				
2.	Mozdulatlanok				
3.	Mikroszkopikusak				
4.	Szabad szemmel láthatók (makroszkopikusak)				
5.	Egysejtűek				

Sor-szám	Tulajdonság	Chlamydomonas	Chlorella	Tengeri saláta	Csillárka-moszat
6.	Többsejtűek				
7.	Tengerekben élnek				
8.	Édesvizekben honosak				

ÖSSZEGEZÉS

1. Megtudtuk, hogy a növényeken, állatokon és gombákon kívül az élőlények további két **országa**, a **prokarióták** (baktériumok és cianoprokarióták) és **egysejtű eukarióták** (egysejtű állati jellegű szervezetek és moszatok) vesz bennünket körül. Ezek rendszerint nem észlelhetők szabad szemmel, de majdnem mindenütt jelen vannak.

Gombák

Állatok

Növények

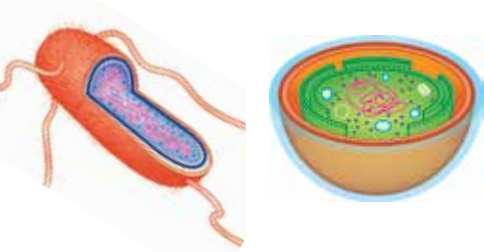


Prokarióták (baktériumok, cianoprokarióták)

Egysejtű állati jellegű szervezetek és moszatok



2. Megtudtuk, hogy az élőlények sejtjeit felépítésük szerint **prokariótákra** és **eukariótákra** osztják.

A prokarióta sejtnek nincs sejtmagja	Az eukarióta sejtnek van sejtmagja
	
Baktériumok Cianoprokarióták	Egysejtű állati jellegű szervezetek és moszatok Állatok, növények, gombák

3. A baktériumok, egysejtű állati jellegű szervezetek és moszatok tanulmányozása során megtudtuk, hogy a növekedéshez minden élő szervezetnek a külső környezetből felvett anyagokra van szüksége, azaz táplálkoznia kell és energiát kell felhasználnia. Elmélyítettük a táplálkozási formákra és energiafelvételre vonatkozó tudásunkat, és megtanultuk, hogy:

- a *táplálkozás* lehet **autotróf** és **heterotróf**. Az autotróf (cianoprokarióták, moszatok) és heterotróf szervezetek (a baktériumok és egysejtű állati jellegű szervezetek többsége) előfordulnak mind a prokarióták, mind az egysejtű eukarióták között;

- a *heterotróf táplálkozás* történhet az egyszerű szerves anyagok **felszívása (felvétele)** vagy a szilárd táplálékrészecskék **fagotróf** bekebelezése útján;

- az energiát az élő szervezetek felvehetik:

- a) közvetlenül a **fényből**;

- b) energiában gazdag **szervetlen vegyületekből**;

- c) energiában gazdag **szerves vegyületek** lebontásából.

- a *szerves vegyületek* elbontása révén történő energiafelvétel megvalósulhat oxigén részvétele mellett (**légzés**) és oxigén jelenléte nélkül (**erjedés**).

Táplálkozás				Az energia forrása		
	Heterotróf		Autotróf	Fény	Szervetlen anyagok	Szerves anyagok
Táplálék- anyagok	Szerves anyagok		Szén- dioxid és víz			
Bekebelezési forma	Felszí- vás	Fagoci- tózis				
Baktériumok	Igen	Nem	Igen	Igen	Igen	Igen
Cianoproka- rióták	(Nem)	Nem	Igen	Igen	Nem	(Nem)
Egysejtű állati jellegű szervezetek	(Nem)	Igen	Nem	Nem	Nem	Igen
Moszatok	(Nem)	Nem	Igen	Igen	Nem	(Nem)

A zárójelben lévő „Nem” azt jelenti: rendszerint nem, de vannak kivételek.

4. Megismerkedtünk az egysejtű szervezetek szaporodásának kétféle módjával: az *ivartalan szaporodással* (a sejtek feleződéses osztódása, spórákkal való szaporodás) és az *ivaros szaporodással*.

5. Megtanultuk, hogy ivaros szaporodáskor az ivaros folyamat következtében a szülői sejtek között végbemegy az örökletes információ kicserélődése. Ivartalan szaporodáskor ilyen csere nem történik, mivel ivaros folyamat nem megy végbe.

6. Megismertük a prokarióták és egysejtű eukarióták **változatosságát**, és meg tudunk nevezni egysejtű autotróf és heterotróf, valamint hasznos és káros szervezeteket, megtanultuk értékelni a jelentőségüket a természetben és a mindennapi életben.

7. Megtudtuk, hogy a **baktériumok** és az **egysejtű eukarióták többsége hasznos** szervezet; ugyanakkor a kórokozó baktériumok és egysejtű állati jellegű szervezetek viszonylag nem nagy csoportja veszélyt jelenthet az ember egészségére és életére.

Tudom és képes vagyok rá

- Tudom, miben különböznek az élőlények prokarióta és eukarióta sejtjei, és képes vagyok arra, hogy megkülönböztessem ezeket a sejttypusokat a rajzokon és mikroszkópos felvételeken
- Tudom, honnan van bolygónkon az oxigén, és milyen szervezetek tisztítják bolygónkat az elhalt szervezetek maradványaitól, és meg tudom magyarázni, hogy ez miért és hogyan történik.
- Tudom, hogy milyen baktériumok védik a szervezetemet, és ezek hogyan óvják az egészségemet.
- Tudom, hogy a viszonylag veszélyes baktériumok és a vérhasamőba betegségeket okoznak, és tisztában vagyok azzal, miként segíthetek a szervezetemnek abban, hogy ellenőrzés alatt tartsa ezeket.
- Tudom, miért kell betartani a higiénia és az egészséges életmód szabályait, és képes vagyok arra, hogy ennek megfelelően cselekedjek.
- Ismerem a különösen veszélyes bakteriális betegségek forrását és kórokozóit, és képes vagyok arra, hogy elkerüljem a fertőzésveszélyt.



3. téma

A VIRÁGOS NÖVÉNY

A téma tanulása során megismeritek:

- ✓ a virágos növény felépítését;
- ✓ azt, hogy miként biztosítják a virágos növények szervei a növények élettevékenységének fő folyamatait, és milyen módosulásaik vannak ezeknek a szerveknek;
- ✓ a virágos növények szaporodásának módjait és azt, hogy mi a virág;
- ✓ a virágos növények megporzását és terjedését, és azt, hogy ebben a folyamatban milyen szerepe van az állatoknak.



20. §. A FIATAL NÖVÉNY FELÉPÍTÉSE



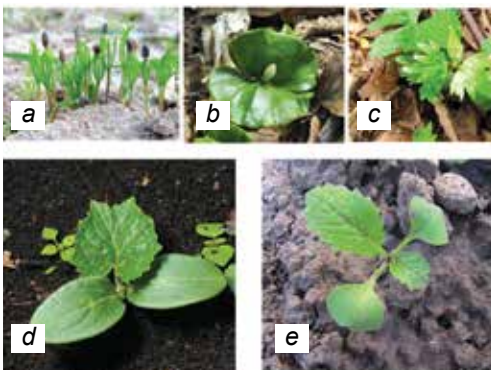
Megtudjátok, milyen fő részekből áll a növények teste.



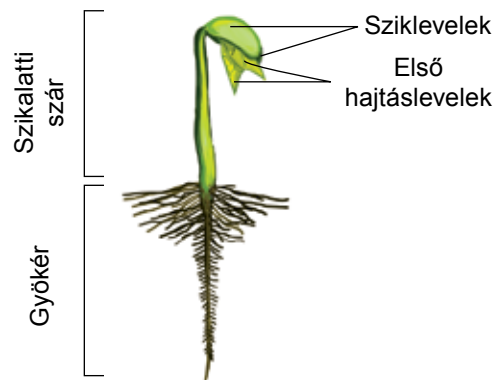
Milyen a fiatal növények felépítése? Csak a méreteikben különböznek a fiatal és a kifejllett növények?

A virágos növények különböző szervekből állnak. A növények élettevékenységét biztosító fő szervek már a fiatal növényben, azaz a magból épp kifejlődött **csírában** megvannak (56. ábra). Például a bab magjában a csírázása során (57. ábra) jól megkülönböztethető két ovális rész, a **sziklevelek**, amelyek egymással szemközt található. A sziklevelek között két fejletlen hajtáslevél helyezkedik el. Ezek később bontakoznak ki, amikor a hajtás nyúlásnak indul. A csírának a csíralevelek alatt található hengeres része a **szikalatti szár**. Alsó részén ez gyökérkezdeménybe megy át.

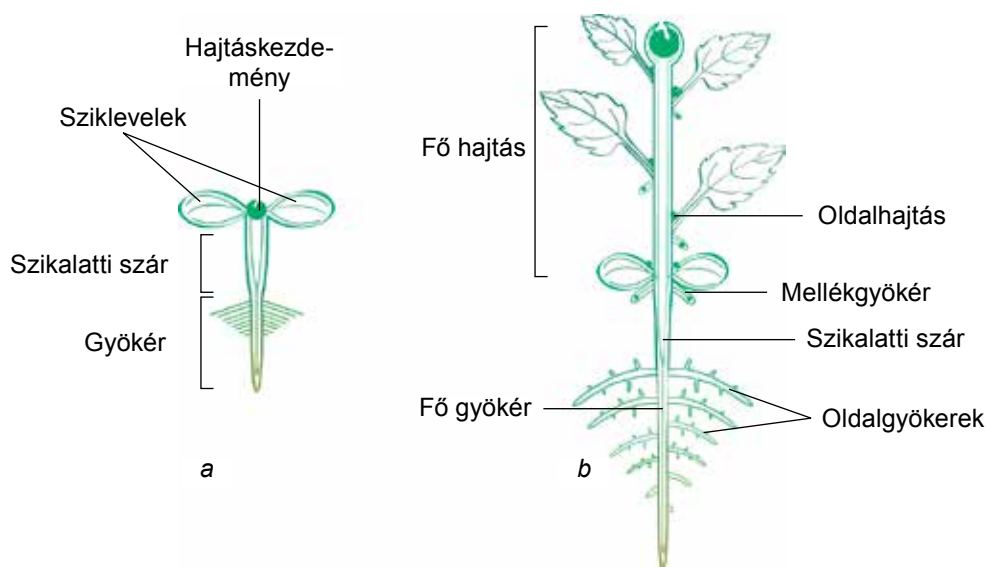
A bab esetében a sziklevelek a talaj fölött bontakoznak ki és zöldellnek, míg a többi növénynél, így a borsónál a maghéjban, a talaj mélyén maradnak. A legtöbb növénynek két sziklevele van, de nem mindegyiknek. A többi között a hagyma, búza csírájának csak egy sziklevele van, míg a túlevelű növények magcsírájának tíznél is több.



56. ábra. Csíralevelek: (a) erdeifenyő, (b) tölgy, (c) hárs, (d) uborka, (e) káposzta



57. ábra. A bab csírahajtása



58. ábra. A fiatal csíranövény (a) és a fiatal növény (b) felépítése vázlatosan

A sziklevelek fölött képződik a növény első hajtása (58. a ábra). A hajtás szárból és a rajta lévő levelekből áll. Az első gyökeret és első hajtást rendre **fő gyökérnek** és **fő hajtásnak** nevezzük. Mind a gyökér, mind a hajtás tetején növekedési csúcs található, amelyek révén a hosszanti növekedés valósul meg.

A növényeknél rendszerint egynél több gyökér és egynél több hajtás fejlődik az *elágazásnak* – oldalhajtásoknak és gyökereknek – köszönhetően. A *fő gyökéren* *oldalgyökök* képződnek. A fő hajtás szárán, a levelek rögzülési helye fölött bimbók – *oldalhajtás-kezdemények* – képződnek. Ha a gyökér a szikalatti száron, a száron vagy a levélen képződik, akkor *járvékos gyökérnek* tekintik (58. b ábra). Ehhez hasonlóan *járvékosak* a gyökereken és leveleken képződő hajtások.

A szikalatti szár és a sziklevelek nem maradnak meg a kifejlett növénynél, amelynek a teste gyökérből és szárból áll. Ezeket a növény fő szerveinek nevezzük, mivel minden, amit a virágos növényen látunk (a virágzása előtt) a gyökerek, hajtások és azok részeinek különböző változatai.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A virágos növény fiatal hajtása sziklevelekből, szikalatti szárból, első gyökérből és első hajtásból áll.

2. A sziklevelek száma a csíra esetében különböző, a növény fajától függ,
3. A kifejlett virágos növénynél a sziklevelek és a szikalatti szár nem marad meg, és a növénytest egészen a virágzásig csak gyökerekből és hajtásokból áll, amelyeket a növény fő szerveinek tekintenek.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Szerv, csíra, sziklevel, szikalatti szár.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen részekből áll a virágos növények csírája?
2. Mi a sziklevel és a szikalatti szár?
3. Miért tekintik a hajtást és a gyökeret a növény fő szerveinek?
4. Hogyan osztályozzák a növényeket és hajtásokat az elhelyezkedésük szerint?

KIVÁNCSIAKNAK

Van-e minden növénynek gyökere és hajtása?

A gyökerek és hajtások megléte nem minden növényre jellemző, csak azokra, amelyeknek legbonyolultabb a felépítése. A kevésbé összetett növények esetében, például a moháknál előfordulnak hajtások, de hiányoznak a gyökerek. A többsejtű növények egy részénél ugyanakkor nem csak a hajtások, hanem a gyökerek is hiányoznak. A testük lemezes vagy hengeres ágakból állhat, mint a tengeri saláta nevű többsejtű *moszat* esetében (58. ábra, 83. old.).

21. §. A VIRÁGOS NÖVÉNYEK ÉLETTEVÉKENYSÉGÉNEK FŐ FOLYAMATAI



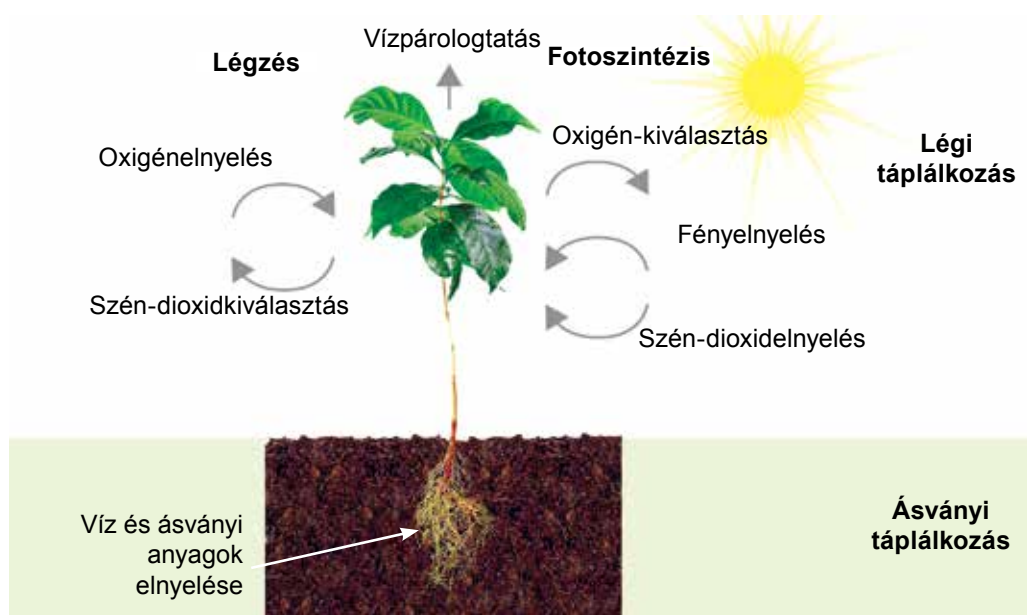
Megismeritek a növények élettevékenységének fő folyamatait, és megtanuljátok, hogy ezeket milyen szervek biztosítják.



Milyen előnyeik vannak a növényeknek az állatokkal és a gombákkal szemben? Hogyan, és miért nőnek a növények? Esznek-e valamit a növények? Hogyan táplálkoznak a növények? Lehet-e táplálni a növényt? Hogyan mozognak az anyagok a növényekben?

Minden virágos növényre jellemző a **növekedés** és **fejlődés**, aminek köszönhetően növekszenek a méretei, új gyökereket, hajtásokat és más szerveket képez.

Ennek érdekében a növénynek anyagokra és energiára van kívülről szüksége, azaz a növény **táplálkozik** (59. ábra). A növény az anya-



59. ábra. A növények táplálkozása

gokat kizárólag oldat vagy gáz formájában tudja felvenni. A víz és a benne oldott ásványi anyagok forrása a talaj. A vizet a benne oldott ásványi anyagokkal a gyökér szívja fel, amit **ásványi táplálkozásnak** neveznek. A gyökerek egyúttal rögzítik a növényt a talajban.

A talaj oldhatatlan szerves részecskékből, szerves részecskékből (humuszból), levegőből és vízből áll, amelyben oldott ásványi anyagok vannak. Legnagyobb mennyiségben a növény a nitrogén, foszfor és kálium vegyületeit veszi fel. Különösen fontosak a növény számára a nitrogénvegyületek, amelyeket csak a talajból tud felvenni, jóllehet a nitrogén a levegő összetételében térfogat szerint 78%-ot tesz ki. Viszonylag nagy mennyiségben vesz fel a növény kalciumot és vasat. Sok más kémiai elem (cink, kén, molibdén) is van a növényben, de igen kis mennyiségben, bár elengedhetetlenek léte szempontjából.

Ha a talajban hiány van valamely ásványi anyagból, akkor a növény „éhezik”. A talajba tápanyagokkal való dúsítása érdekében trágyákat visznek be. A *szerves trágyák* (trágya, televény) lassan bomlanak le a talajban a növény számára hozzáférhető ásványi anyagokra. Az *ásványi trágyák* (kálisalétrom, szuperfoszfát) feloldódnak a talajban lévő vízben, és az összetevőiket közvetlenül nyeli el a növény.

Az élettevékenységéhez szükséges szerves anyagokat a növény maga szintetizálja, de ehhez az ásványi anyagokon kívül szén-dioxidra és a napfény energiájára van szüksége. Ezekhez a levegőben lévő levelei segítségével jut hozzá **légi táplálkozás** során. A növénytermesztésben



növelhető a nyílt talaj fölötti légréteg szén-dioxid-tartalma sok szerves trágya bevitelével. A szén-dioxidot a mikroorganizmusok bocsátják ki a szerves anyagok lebontása során. Különösen „hálás” az ilyen táplálásért az *uborka*, *spárgatök*, *tök* és *dinnye*.

Már tudjátok, hogy a **fotoszintézis** nemcsak a növényt látja el a számára szükséges szerves vegyületekkel, hanem gyakorlatilag az élőlények számára hozzáférhető formájúvá alakítja át a napfény energiáját. Fotoszintézist a növény minden föld feletti zöld része folytat, de ebben a legfontosabb szerepet a levelek játsszák. Hogy megvalósulhasson a fotoszintézis, a növénynek vízre, szén-dioxidra és fényre van szüksége. A növény optimális növekedéséhez bizonyos fokú megvilágítottság és meghatározott hőmérséklet szükséges. Az ásványi táplálkozás valamely elemének a hiánya negatívan befolyásolja a fotoszintézist.

A **légzés** lehetővé teszi a növény számára annak az energiának a saját szükségleteire történő felhasználását, ami a szerves anyagoknak az oxigénnel való kölcsönhatása során képződik. Ez a folyamat a mitokondriumokban megy végbe. A növény valamennyi – föld alatti és föld feletti – szerve lélegzik. Míg a fotoszintézis során oxigén képződik és szén-dioxid használódik fel, addig a légzés során a fordított folyamat megy végbe. Megfelelő megvilágítottság mellett a növény sokkal több oxigént választ ki, mint amennyit elnyel. Sötétben viszont nem termel oxigént, hanem a légzés során azt vesz fel és csak szén-dioxidot választ ki. Ezért nem ajánlatos olyan zárt helyiségben aludni, amelyben sok növény van. Az emberi szervezetben ilyenkor oxigénhiány léphet fel.

A növénynek **gázcserére** van szüksége a levegőből való oxigénfelvételhez és a szén-dioxid kiválasztásához a légzés során, vagy a levegőből történő szén-dioxidelnyeléshez és az oxigén kiválasztásához fotoszintéziskor.

Különleges jelentősége van a növények esetében a **párologtatásnak**, amikor a növényből víz távozik gáznemű halmazállapotban. A párologtatás bizonyos mértékben csökkenti a növényi test hőmérsékletét, védelmet nyújtva a hőség ellen. A gázcserét és párologtatást legintenzívebben a növény föld fölötti szervei, de elsősorban a levelek valósítják meg. Azonban ennél is fontosabb, hogy a növény éppen annyi vizet tud felszívni a talajból, mint amennyit a légkörbe elpárologtat. A párologtatásnak köszönhető, hogy a víz az oldott ásványi anyagokkal a gyökérből a levelekbe jut. Egyúttal a fotoszintézis termékei a növény föld fölötti részeiből a gyökérbe szállítódnak. Különösen fontos szerepet játszik a víz és a benne oldott anyagok szállításában a növény szára. A szár kapcsolja össze a gyökérrendszert a növény föld fölötti részével egységes szervezetté.



A növényi szervezet egységét az egyes szervei közötti együttműködést biztosító kapcsolat határozza meg.

Új szervek képzésének és az egész életen át történő növekedésnek a képessége lehetővé teszi a növény számára a napfényhez és új ásványi anyag-forrásokhoz való jutást. A növények nem tudják változtatni a helyüket, de átnőhetnek más helyre.

Az élettevékenység összes folyamatának megvalósulását biztosító és minden növényi szerv növekedését és fejlődését meghatározó gyökeret és hajtást **vegetatív szerveknek** nevezzük. Ezek a szervek biztosítják a növény növekedését.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A gyökér és a hajtás a növény fő vegetatív szervei.
2. A gyökér a növény föld alatti szerve, amely rögzíti a növényt a talajban és biztosítja az ásványi táplálást.
3. A hajtás a növény föld fölötti része, amely biztosítja a gázcserét, fotoszintézist és a párologtatást.
4. A növekedés és új szervek képződése az egész élet során a növények mint helyhez kötött élőlények fontos alkalmazkodása az új élettérben való meghonosodáshoz.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

A növények növekedése és fejlődése, ásványi táplálkozás, légi táplálkozás, párologtatás, vegetatív szervek.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Az élettevékenység milyen folyamatai valósulnak meg a növény minden szervében?
2. Az élettevékenység milyen folyamatai jellemzőek a levelekre?
3. Az élettevékenység milyen folyamatai jellemzőek a gyökérre?
4. Miben nyilvánul meg a szár jelentősége a növény élettevékenységi folyamatainak biztosítását illetően?

FELADAT

Töltsétek ki a táblázatot a füzetetekben (96. old.), tegyetek „+” vagy „igen” jelet az élettevékenység azon folyamatai mellé, amelyeket a három növényi szerv – gyökér, szár, levél – külön-külön biztosít! A táblázat tartalma alapján válaszoljatok az alábbi kérdésekre:

1. Az élettevékenység mely folyamataiért felel mind a gyökér, mind a levél? Alapvető fontosságúak-e ezek egyszerre mindkét szerv számára?
2. Az élettevékenység mely folyamatait biztosítja mind a három szerv?
3. Az élettevékenység mely folyamatát biztosítja csak a gyökér?

Az élettévékenység folyamata	Gyökér	Szár	Levél
Ásványi táplálkozás			
Légi táplálkozás			
Fotoszintézis			
Légzés			
Párolgatatás			

KÍVÁNCSIAKNAK

Miért sírnak a növények?

Egyes növények leveleinek a szélén vagy a felületén vízcseppek láthatók, amelyek le is hullhatnak (60. ábra). „Könnyezik a növény” – mondják erre a jelenségre. Vajon mitől „sír” az ilyen növény? Vagy ezeknek a cseppeknek nincs semmi közük az érzelmi állapothoz?

A növények cseppkiválasztását *guttáció*nak nevezzük. Már tudjuk, ahhoz, hogy a növény újabb adag vizet és oldott ásványi anyagokat szívhasson fel a talajból, a benne lévő víz egy részét el kell párolgatatnia. Azonban a párolgatatás nem mindig lehetséges. Ha a levegő nedvességtartalma olyan magas, hogy nem képes több párat befogadni, akkor a levegő relatív nedvességtartalma elérte a 100%-ot. Az ilyen levegőben nem lehetséges a párolgatatás, ezért szünetel a növény ásványi táplálkozása. Ilyen viszonyok gyakran alakulnak ki a nedves trópusi erdőkben, ahol sok a csapadék. A mi földrajzi szélességünkön ilyen körülmények csak a kora reggeli órákban fordulnak elő, amikor legalacsonyabb a levegő hőmérséklete és legkisebb a páratartó képessége. A növények ekkor a pórusaikon keresztül vízcseppeket választanak ki a levélfelületre. A *palástfü* például latinul az „alkimisták füve” (Alchemilla) elnevezést kapta, mert reggel a levelein sűrű vízcseppek jelennek meg, mintha harmatos lenne. A harmatot az alkimisták a kísérleteikhez gyűjtötték. Ha az otthonotokban a *kála*, a *filodendron* vagy valamely más növény hirtelen „elsírja” magát, akkor valószínűleg erősen megnőtt a levegő páratartalma és eső várható.



60. ábra. A növények guttációja: a palástfü levélszéle vizet választ ki (a); vízkiválasztódás a rákvirág nevű szobanövény levélfelületén (b)



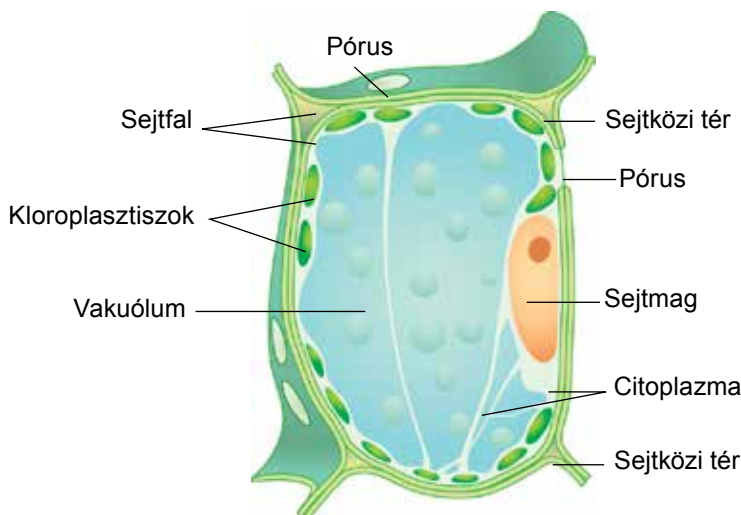
Megtudjátok, hogyan egyesültek a növények sejtjei szövetekké, és megismeritek a növényi szövetek fő csoportjait.



Minden növénynek egyforma a felépítése? Milyen funkciókat láthatnak el a növényi sejtek? Hogyan működnek együtt egymással a sejtek?

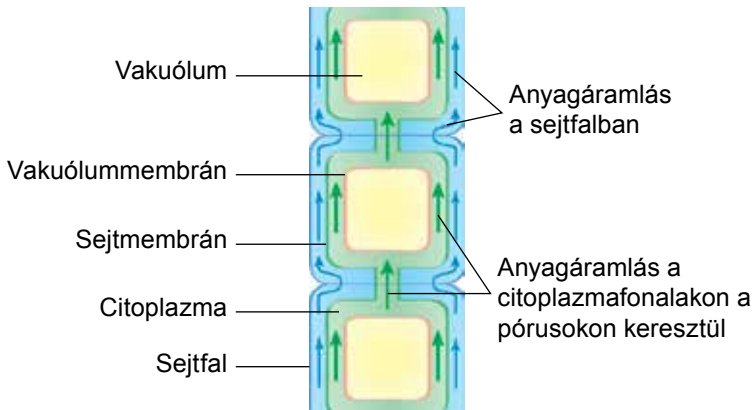
Az előző paragrafusokból megtudtuk, hogy az élő szervezetek sejtekből állnak. A többsejtű szervezetek sejtjei különbözhetnek egymástól alakjukban, méreteikben, felépítésükben, funkciójukban, és mivel nem létezhetnek önmagukban, külön csoportokba egyesülve szöveteket alkotnak. A **növényi szövet** közös funkciót vagy funkciókat ellátó sejtek halmaza.

A sejtek szövetekbe történő egyesülése a *sejtközi állománynak* (sejtközi anyagnak) köszönhető, amely a szomszédos sejtek sejtfalai közötti hézagokat kitöltve mintegy összeragasztja a sejteket. Ott, ahol több sejt érintkezik egymással, nagyobb a távolság a sejtfalaik között. Ennek köszönhetően a sejtek között levegővel telt tér alakul ki, amelyek járat-rendszert képeznek, és ezen át szellőzik a növény teste (61. ábra).



61. ábra. A szövetállományban lévő növényi sejt felépítése vázlatosan

Egyes vízben oldott anyagok egyik sejt citoplazmájából átmehetnek a másik sejt citoplazmájába a sejt falon és a sejtközi állománon keresztül (62. ábra). A sejt falnak azt a részét, amelyen a szomszédos sejteket összekötő sok citoplazmafonál halad át, **pórusnak** nevezzük. A pórusok jól láthatók optikai mikroszkópban. A növények pórusai nem nyílások.



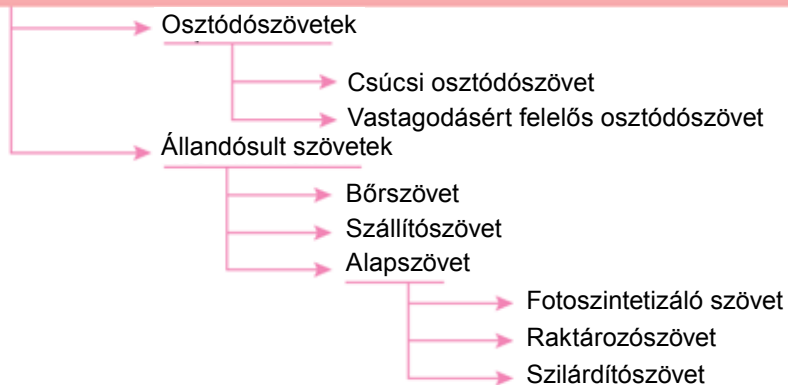
62. ábra. A sejtek közötti anyagáramlás módjai

A **szövetek osztályozása**. A növényeknek kétféle, *osztódó*- és *állandósult szöveik* vannak (63. ábra). Az osztódószövet (képzőszövetek) sejtjei képesek az osztódásra. Ezért az osztódószövet a növény egész életében új szöveteket és szerveket képez, biztosítva ezzel a növény növekedését és fejlődését.

Az osztódószövetek fő csoportjai a *csúcsi* osztódószövet és a *vastagodásért* felelős (oldalsó) osztódószövet (64. ábra). A csúcsi osztódószövetek a hajtás és gyökércsúcson találhatók. Nekik köszönhető a növény hosszanti növekedése és új szár- és gyökérrészek képződése. A vastagodásért felelős szövetekből nem alakulnak ki új növényi testrészek, de ezek a szövetek biztosítják a már meglévő szárak és gyökerek oldalirányú növekedését, azaz a vastagodását.

Az **állandósult szövetek** osztódószöveti sejtekből jönnek létre. A szakosodását követően a sejt elveszti osztódóképességét, és valamelyik

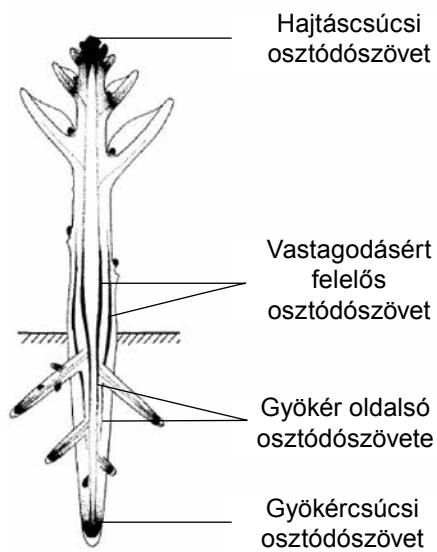
A NÖVÉNYEK SZÖVETEI



63. ábra. A növények fő szöveit

állandósult szövet sejtjévé alakul. Ezek a szövetek látják el a növényi szervezet minden funkcióját, a növekedés kivételével.

Az állandósult szövetek funkcióikat tekintve különböznek egymástól. A szárazföldi növények esetében nagyon fontos szerepe van a **bőrszövetnek**, amely szabályozza a környezettel folytatott anyagcserét. Nem kisebb a jelentősége a **szállítószövetnek**, amely az anyagokat szállítja a növény föld alatti és föld feletti részei között. A bőrszövet és a szállítószövet között helyezkednek el a különféle **alapszövetek**, köztük a **fotoszintetizáló szövet**, **raktározószövet** és **szállítószövet**.



64. ábra. Az osztódószövetek elhelyezkedése a növényi testben

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A többsejtű növény nem csupán a sejtek mechanikusan egyesült csoportja, hanem rendszer, amely egységes egészként működik a különböző sejtek citoplazmái közötti anyagcserének köszönhetően.
2. A növények sejtjei csoportokká összeállva különféle szöveteket képeznek, amelyek meghatározott funkciókat végeznek.
3. Az osztódószövetek biztosítják a növények új szerveinek a képződését, míg az állandósult szövetek a növényi szervezet élettevékenységét látják el.
4. Az állandósult szöveteket a felépítésük, elhelyezkedésük és funkcióik szerint bőrszövetre, szállítószövetre és szilárdítószövetre osztják.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Növényi szövet, pórus, állandósult szövet, bőrszövet, szállítószövet, alapszövet.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a szövet?
2. Miben különböznek az osztódószövetek és az állandósult szövegek?
3. Melyek az osztódószövetek fő típusai, és milyen funkciókat látnak el?

FELADAT

Jellemezzétek az állandósult szövetek valamennyi típusának fő funkcióit!

23. §. AZ ÁLLANDÓSULT NÖVÉNYI SZÖVETEK FŐ CSOPORTJAI



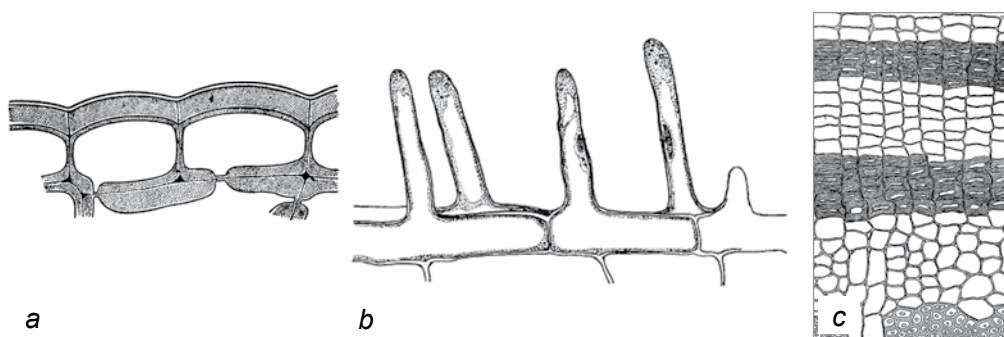
Megismeritek az állandósult szövetek fő csoportjait, amelyek a növények élettevékenységét biztosítják.



Van-e a növényeknek „bőrük”? Hogyan „mozognak” az anyagok a növényben lefelé és felfelé: egy csatornán vagy különböző utakon? Van-e a növényeknek vázuk?

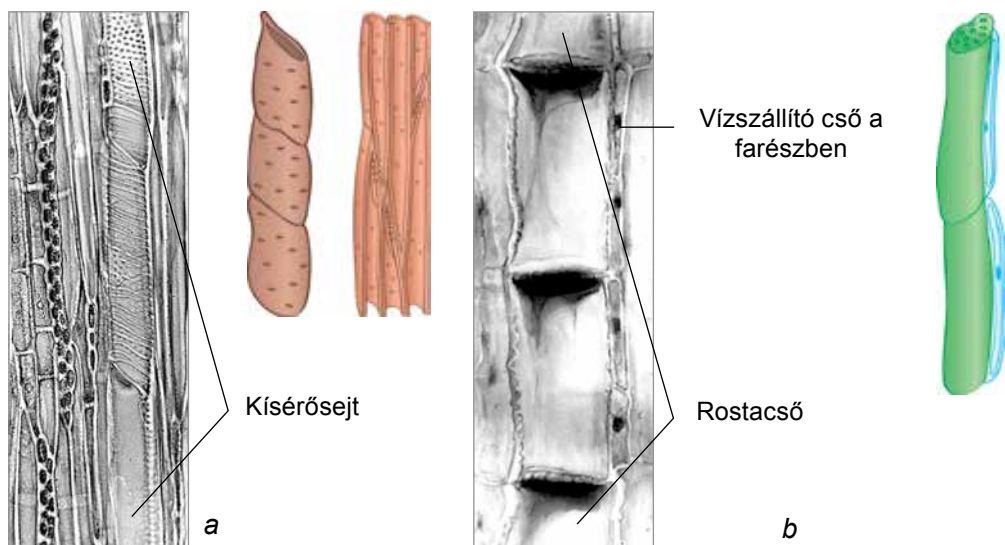
Bőrszövetek. A fiatal növényi hajtásokat és gyökereket vékony *epidermisz* borítja, amely élő sejtek egy rétegéből áll. Ez védi a növényt a környezet kedvezőtlen hatásaitól, és biztosítja egyes anyagok felvételét, más anyagok kiválasztását (65. a, b ábra).

Az öreg hajtásokon és gyökereken még egy bőrszövetréteg képződik: a *héjkéreg*. Ez rendszerint elhalt sejtek több rétegéből áll és védőfunkciót lát el (65. c ábra). Robert Hooke mikroszkópos metszetén parakéreg látható, s tőle származik a „sejt” elnevezés (3. ábra, 15. old.).



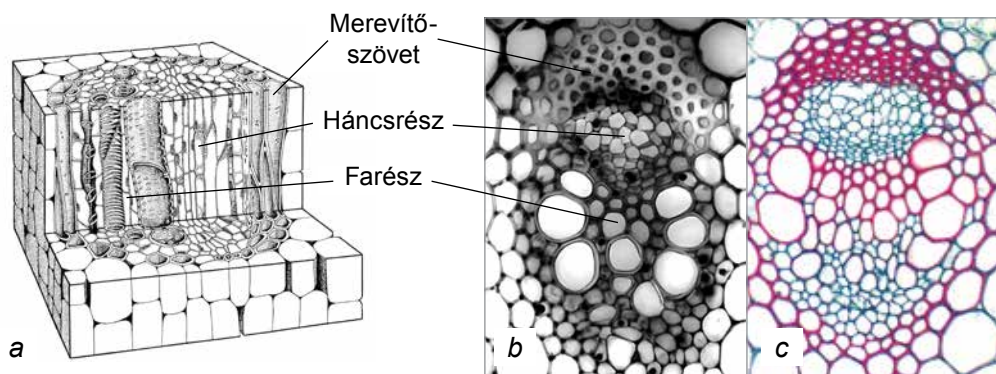
65. ábra. Hajtás (a) és gyökér (b) epidermisze, héjkéreg (c)

A növényi szállítószövetekhez tartozik a *farész* és a *háncsrész* (*kambium*) (66. ábra). A **farészben** vízzel telt, megvastagodott, fásult falú elhalt sejtek találhatók. Ezek egymással érintkező végeinek a sejtfala elbomlik, így a sejtek összefüggő **csöveket** alkotnak. A csövekben szállítja a növény a vizet és az abban oldott ásványi anyagokat felfelé irányban, a gyökértől a levelekhez. A farész egyben merevítő-támasztó funkciót is ellát.

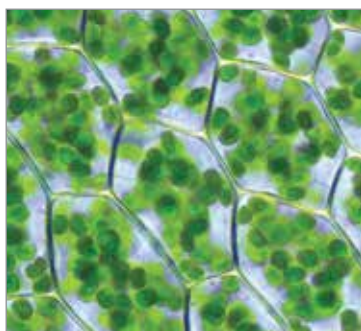


66. ábra. A farész (a) és a háncsrész (b) sejtszerkezetének mikroszkópos fényképe és vázlatos rajza

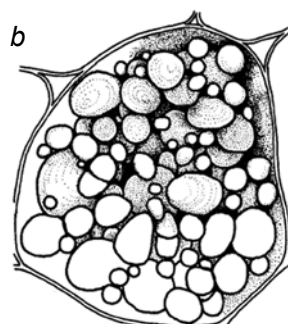
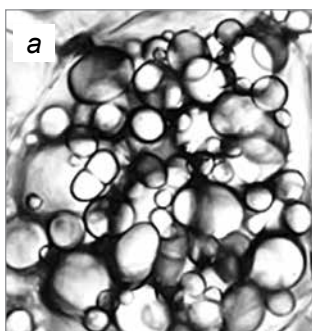
A virágos növényeknél a **háncsrészt rostacsövek** alkotják. A rostacsövet sejtmag nélküli élő sejtek sora alkotja. A sejtek közötti válaszfalakban számos apró nyílás található, ezért azok rostára emlékeztetnek. A rostacső sejteinek élettevékenységét egy vagy több, sejtmaggal rendelkező kísérősejt biztosítja. Ezek a rostacsövek mellett helyezkednek el. A háncsrész rostacsöveiben történik a fotoszintézis termékeinek lefelé irányuló szállítása a keletkezés vagy felhalmozás helyéről – elsősorban a levelekből – a felhasználásuk helyére, mindenekelőtt a gyökérbe. A farész és a háncsrész együttesen **edénnyalábot** alkot (67. ábra).



67. ábra. Edénnyaláb. Az edénnyaláb felépítése (a) vázlatosan, festetlen keresztmetszete (b), festett keresztmetszete (c). A festés után az elhalt sejtek fásodott sejtfa városa vörös színű

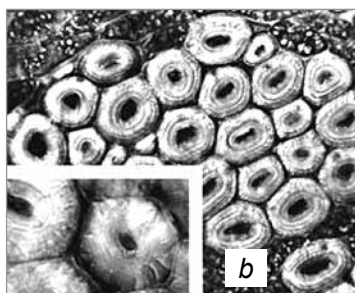
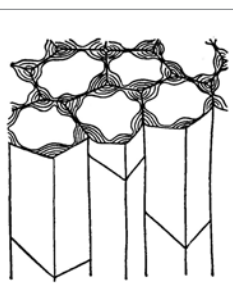
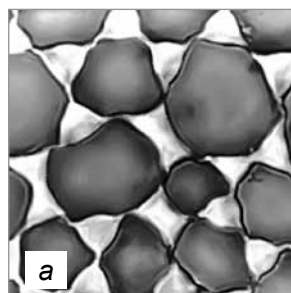


68. ábra. Klorofilltartalmú sejtekből álló fotoszintetizáló szövet



69. ábra. Burgonyagumó keményítőszemcséket tartalmazó raktározószöveti sejte: mikroszkópos fénykép (a) és rajz (b)

Az **alapszövetek** nagyon változatosak. Ebbe a körbe tartozik a *fotoszintetizáló szövet*, a sejtjei kloroplasztiszokat tartalmaznak, ezért képesek a fotoszintetizálásra (68. ábra). A fotoszintetizáló szövet megtalálható a hajtás minden részében, de különösen a levelekben. A raktározószövetet szintelen sejtek alkotják, amelyekben nagy mennyiségű szerves anyag – fehérje, zsír vagy szénhidrát – halmozódik fel (69. ábra). Az ilyen szövet leggyakrabban gyökerekben, a szár mélyebb rétegeiben, húsos levelekben található. A *szilárdítószövetek* (70. ábra) támasztó-merevítő funkciót látnak el. Az élő sejtekből álló szilárdítószövet rugalmasságot, elasztikusságot kölcsönöz a növény szerveinek. Az erősen megvastagodott és durva falú, elhalt sejtek által alkotott szilárdítószövet nagyon szilárd, de törékeny.



70. ábra. Szilárdítószövet: a – elasztikus és egyenlőtlenül megvastagodott falú élő sejtek (keresztmetszet és vázlatos szerkezet); b – durva és erősen megvastagodott falú elhalt sejtek nyalábja (keresztmetszet és vázlatos szerkezet)

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A növény és környezete közötti kölcsönhatást a bőrszövet szabályozza.



2. Az anyagok szállítását a növényben a szállítószövetek valósítják meg.
3. Az alapszövetek a bőrszövet és a szállítószövet között helyezkednek el; hozzájuk tartoznak a szilárdítószövetek, fotoszintetizáló szövet és raktározószövet.
4. A szövetek szerveket alkotnak és biztosítják a növény élettevékenységének folyamatait

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Farész, háncsrész, szállító csövek, rostacsövek, edénynyaláb.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen szerepet játszik a bőrszövet a növény életében?
2. Milyen irányban szállítják az anyagokat a farész csövei, és milyen irányban a háncsrész rostacsövei?
3. Melyik szövet részét képezik az elhalt sejtek?
4. Mi a különbség a raktározószövet és az élő szilárdítószövet sejtjeinek felépítése és funkciói között?

FELADAT

Állapítsátok meg a megfelelést a szövetek és az általuk megvalósított funkciók között! Jegyezzétek be a füzetetekbe a megfelelő betű-szám párokat!

Szövetek

- A Csúcsi osztódószövet
- B Háncsrész szállítószöve
- C Fotoszintetizáló alapszövet
- D Vastagodásért felelős osztódószövet
- E Farész szállítószöve

Folyamatok

- 1. Víz felszálló irányú szállítása
- 2. Szerves anyagok leszálló irányú szállítása
- 3. Fotoszintézis
- 4. Szár vastagodása
- 5. Gyökérnyúlás a talajba

24. §. A GYÖKÉR FELÉPÍTÉSE ÉS FUNKCIÓI



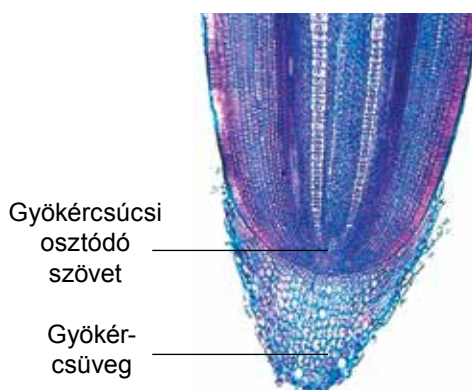
Megtudjátok, hogy a gyökér felépítése és fejlődési módja miként teszi lehetővé funkcióinak az ellátását.



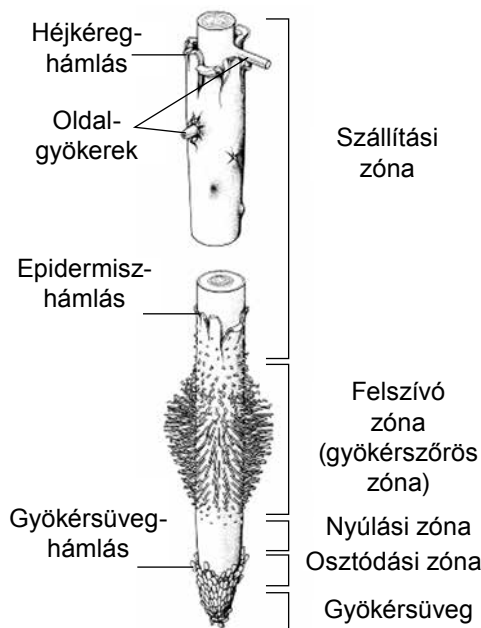
Miből épül fel a gyökér? Miért van szüksége a növénynek gyökérre? Miként tájékozódik a növény, merre van lent és fent, amikor a megfelelő irányba növeszti a szárát és gyökerét?

A **gyökér** a növény föld alatti tengelyszerve, amely a csúcsi osztódószövet révén nő lefelé a talajban. A gyökér fő funkciói: a növény talajban való rögzítése és a víznek, valamint a benne oldott ásványi anyagoknak a felszívása.

A **gyökér felépítése**. A gyökér csúcsi osztódószöve (71. ábra) két irányban képez új sejteket: a gyökér növekedési irányában és a gyökér



71. ábra. Gyökércsőveggel fedett gyökércsúcsi osztódószövet



72. ábra. A gyökérvég zónái

alapja felé. A gyökér növekedésének irányában osztódó sejtek adják a védelmi funkciót ellátó *gyökércsőveg* kezdeményét. A másik irányban osztódó sejtek a gyökértest állandósult szöveteit képezik.

A gyökéren a végétől az alapjáig a következő fő zónákat (öveket) különböztetik meg: gyökércsőveg, osztódási zóna, nyúlási zóna, felszívó zóna (gyökérszőrös zóna), szállítási zóna (72. ábra).

A **gyökércsőveg** védi a gyökér érzékeny csúcsát a növekedés és a talajban való haladás során. A gyökércsőveg mélyén lévő sejtek nagy, mozgékony keményítőszemcséket tartalmaznak. Ezek a szemcsék a gravitációs erő hatására a sejtmembrán alsó részére ereszkednek, ezzel jelezve a gyökérnek, hogy merre van lent és fent. A gyökércsőveg felszíni sejtjei folyamatosan hámolnak és elhalnak. Eközben nyálkás anyagot is kiválasztanak, ami megkönnyíti a gyökér előrejutását a talajban. Belülről a gyökércsőveget folyamatosan megújítják a gyökércsúcs osztódószöveti sejtjei.

A gyökércsúcsi osztódószövet sejtjeiből képződik az **osztódási zónában** a gyökeret alkotó összes többi sejt. Az osztódási zóna sejtjei nagyon aprók.

A **nyúlási zónában** a sejtek gyorsan növekednek és az állandósult szövetek sejtjeivé alakulnak. Ebben a zónában a gyökér intenzíven nyúlik és nyomja lefelé a talajban a gyökércsőveggel védett osztódási zónát.

A **felszívó zóna** (gyökérszőrös zóna) növekedésüket befejezett és állandósult szöveteket alkotó sejtekből áll. A *gyökér epidermisze* ebben a

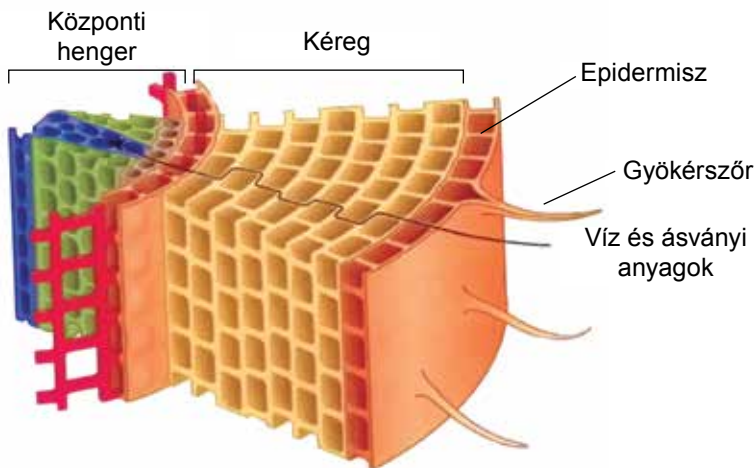
zónában hosszú, 1 cm-t is elérő nyúlványokat – **gyökérszőröket** – képez (65. b ábra). A gyökér felszínét jelentős mértékben növelő gyökérszőrök szorosan tapadnak a talajszemcsékhez, fontos szerepet játszva a víz és oldott ásványi anyagok felszívásában (73. ábra). Megszámolták, hogy a rozs kifejlett növényének közel 10 milliárd gyökérszőre van, összhosszuk pedig eléri a 10 ezer km-t. Az összesített felületük 20 m², ami ötvenszer nagyobb, mint a növény föld feletti szerveinek együttes felülete.

A gyökérszőrös zónában a gyökér már nem mozoghat a talajban.

A gyökér felszívó zónájának keresztmetszeten látható, hogy a bórszövet, azaz epidermisz alatt helyezkedik el a több rétegnyi alapszöveti sejtekből álló kéreg (74. ábra). Ez továbbítja a vizet a gyökér központi részébe, a *központi hengerbe*. A kéreg tápanyagokat is raktároz.

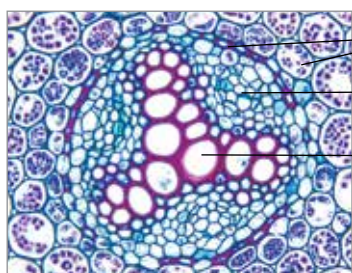


73. ábra. Gyökérszőrök a hónapos retek csírájának főgyökerén



74. ábra. Fiatal gyökér belső felépítése

A központi hengerben található a gyökér egyetlen edénnyalábja. Farésze a keresztmetszeten néhány sugárból álló csillagra emlékeztet (75. ábra). A farész sugarai között a háncsrész helyezkedik el. Az edénnyaláb szállítja az anyagokat a gyökér hosszában.



75. ábra. Szállítószövetek a gyökér központi hengerének keresztmetszetén

A gyökér **szállítási zónája** a felszívó zóna fölött helyezkedik el. Ez a leghosszabb gyökérszóna. A szállítási zónában a gyökérszőrök elhalnak, és a felszívás gyakorlatilag megszűnik. Ebben a zónában, a központi henger kéreggel határos részén idővel megjelenhetnek az oldalgökerek növekedési pontjai.

A **szállítási zóna** farészében és háncsrészeiben történik az anyagszállítás, és ez a zóna rögzíti a növényt a talajban az oldalgökereknek köszönhetően, és tápanyagokat is raktározhat a kéregben.

Sok növénynél idővel az edénynyaláb farésze és háncsrésze között oldalsó osztódószöveti sejtrétegek képződnek. E sejtek osztódásának köszönhetően vastagodik a gyökér.

A növények gyökereinek felépítéséről és fejlődéséről megszerzett tudását az ember régóta felhasználja a mezőgazdaságban. Palántaneveléskor – például a *paradicsom* palántáinak termesztése során – a csíráztatás és hajtás után egymástól nagyobb távolságban kiültetik, miközben lecsípi főgyökerük végét. Ez gyorsítja a gyökér elágazódását, és növeli a gyökérszörös szálok számát. A gyümölcsfák csemetéinek kiválasztásakor nem szabad elfelejteni, hogy azok a növények, amelyeknek sok vékony gyökérszáluk van, és ezeken gyorsan fejlődnek ki újabb oldalgökerek, sokkal hamarabb megfogannak, továbbá jobban meggyökeresednek a talajban, mint a sok régi hosszú gyökérrel rendelkező facsemeték.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A gyökér minden része a gyökércsúcsi osztódószövet sejtosztódásának köszönhetően képződik. Az osztódószövet a gyökér osztódási zónájában található.
2. A gyökérsüveg a gyökércsúcs különleges része: óvja az érzékeny gyökércsúcsot a sérülésektől a növekedés során, és megkönnyíti a gyökér mozgását a talajban.
3. A gyökér hosszirányú növekedése a nyúlási zónában történik.
4. A gyökér belső szerkezete a felszívó zónában olyan, hogy biztosítani tudja a ásványi anyagok vizes oldatának felszívását és szállítását.
5. A gyökér legidősebb részei képezik a szállítási zónát, amely a vizet és az oldott ásványi anyagokat továbbítja, valamint rögzíti a növényt a talajban az oldalgökerek segítségével.



ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Gyökér, gyökérsüveg, gyökérszőr, osztódási zóna, nyúlási zóna, felszívó zóna, szállítási zóna.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

- 1. Milyen fő zónákat különböztetnek meg a gyökérben a csúcsától az alapjáig?
- 2. Melyik zónában történik az új sejtek képződése (1), a gyökér hosszanti növekedése (2), a víz és a benne oldott ásványi anyagok felszívása (3)?
- 3. Mivel magyarázható, hogy a gyökér gyökérsüveget hoz létre, és ennek melyek a funkciói?
- 4. Milyen szövetek látják el a gyökérben a következő funkciókat: a víz és ásványi anyagok felszívását (1), az anyagok szállítását (2)?

FELADAT

1. Töltsétek ki a táblázatot a füzetetekben!

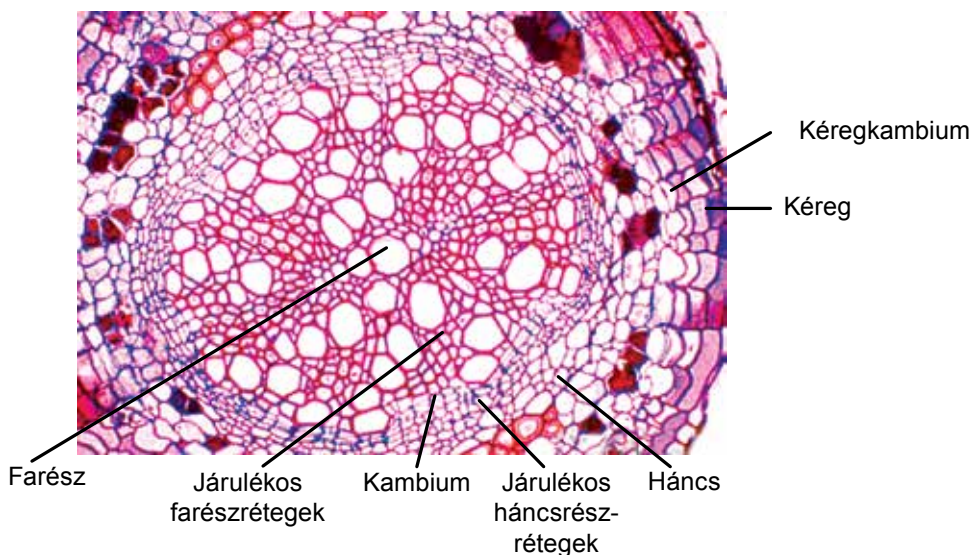
Gyökérfőzónák	A felépítés sajátosságai	Funkciók
Gyökérsüveg	A sejtek szorosan illeszkednek egymáshoz. Egyes sejtek nagy keményítőszemcséket tartalmaznak. A felszíni sejtek elhalnak és lehámlanak	Védi a gyökércsúcsot, nyálkát választ el, amely megkönnyíti a gyökér haladását a talajban, meghatározza a gyökér növéseinek irányát.
Osztódási zóna		
Nyúlási zóna		
Felszívási zóna		
Szállítási zóna		

2. Válasszátok ki a helyes állításokat, és javítsátok ki a helyteleneket:
- A A gyökérszőrök idővel oldalgyökerekké alakulnak.
 - B Kérget több sejtréteg alkotja.
 - C A növekedés során az osztódási zóna és a nyúlási zóna növekszik hosszanti irányban, miközben a szállítási zóna hossza nem változik.
 - D A gyökeret a felszívó zónában kinövéseket képező epidermisz fedi.

KÍVÁNCSIÁKNAK

Hogyan vastagodik a gyökér?

Sok növénynél az edénynyaláb farésze és háncsrésze között oldalsó osztódószövet – **kambium** – jön létre (76. ábra). A kambium több faszajtréteget növeszt a gyökér központja és több hánccsejtréteget kifelé. Ennek következtében a gyökér erősen megvastagodik. A központi henger külső rétegében még egy oldalsó osztódószövet – **kéregkambium** – képződik, amely kifelé bőrszövetet, **kérget** növeszt. Az ilyen jelentős mértékben megvastagodott, kéreggel bevont gyökérfőzónák már nem szívják fel vizet és oldott ásványi anyagokat, ugyanakkor erősen rögzítik a növényt a talajban. Ezek a zónák a fás szárú növényekre jellemzők.



76. ábra. Idős gyökér belső felépítése

25. §. GYÖKÉRRENDSZEREK. GYÖKÉRMÓDOSULÁSOK

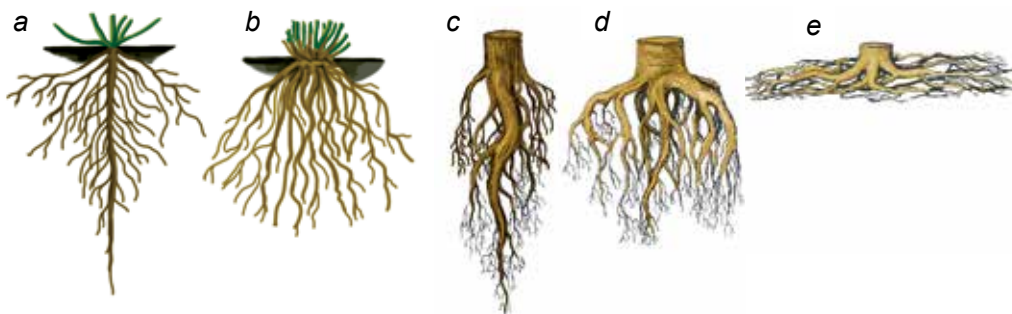


Megismeritek a gyökérrendszereket és funkcióikat. Megtudjátok, milyen következményekkel jár, ha a gyökér rá nem jellemző funkciót végez.



A gyökerekre az oldott anyagok felszívása miatt van szükségük a növényeknek. És még miért?

A **gyökérrendszer** a növény gyökereinek összessége. A gyökérrendszerek külalakja attól függ, hogy milyen körülmények között él a növény, és hogy miként alkalmazkodott ezekhez a viszonyokhoz (77. ábra).



77. ábra. Lágyszárú növények (a – karógyökér, b – bojtosgyökér) és fás szárú növények (c, d, e) gyökérrendszerei

Egyes növényekre jellemző, hogy a gyöke-reik csak a talaj felszíni, néhány centiméte-res rétegében fejlődnek (77. e ábra). A kaktu-szok egyes fajainak felszíni gyökerei elérik a 30 méter hosszúságot. Ezek képesek arra, hogy nagy területen gyorsan felszívják a reggeli harmatot, mivel az nem érkezik leszi-várogni a talajba, hiszen gyorsan elpárolog. A nedves trópusi erdők fáinak felszíni gyö-kerei érkeznek felszívni azokat az ásványi anyagokat, amelyek a növények elhalt részei-nek nagyon gyors elbomlása során képződ-nek. Azonban a gyökerek jelentős mélységeket is elérnek. Az *árpa* és az *őszi retek* gyökerei 3 méter mélyre, míg a *szőlő* gyökere 16 méterre is lehatolnak. Egyes sivatagi növények, hogy elérjék a föld alatti vízholdó rétegeket, 30–50 méter hosszú gyökereket növesztenek.

A **gyökérmódosulások** a gyökér szerkezetének megváltozása a növény létfeltételekhez való alkalmazkodása érdekében. A gyökérmó-dosulások példái: gyökérgumók, szívógyökér, léggyökér, légzőgyökér, támasztógyökér.

A **gyökérgumók** a tápanyagok oldalgyökerekben való felhalmozásá-nak eredményeként képződnek. Ezek rövidek, nagyon vastagok, lehet-nek gömb alakúak és megnyúltak. Az ilyen gyökerek lehetővé teszik a növény számára kedvezőtlen időszakok túlélését. Gumógyökerek pél-dául a *salátaboglárkánál* és a *dáliánál* (78. ábra) fordulnak elő.

Szívógyökerek azoknál a növényeknél fordulnak elő, amelyek más növényekből szívják a tápanyagokat. Közülük egyesek *paraziták*, azaz saját élettevékenységüket teljes mértékben a gazdanövény kárára biztosítják, és nem folytatnak fotoszintézist (*aranka*, 79. ábra). A *fél-parazita* növények (például a *fagyöngy*) vízszükségletük egy részét a



78. ábra. A dália gyökérgumói



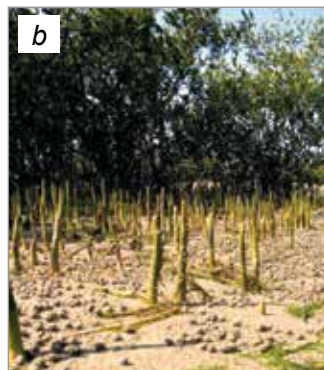
79. ábra. Aranka a gazdanövény hajtásán (a), az aranka szívógyökerei (b)



80. ábra. Fagyöngy a faágon



81. ábra. A trópusi orchidea léggyökerei



82. ábra. Légzőgyökerek: a – mocsári ciprus; b – Afrika mocsaras területén növő trópusi fák

gazdanövény rovására elégítik ki, de megtartják zöld színüket és fotoszintetizáló képességüket (80. ábra).

A **léggyökerek** a levegőben való létezéshez alkalmazkodnak. Elsősorban az orchideák többségére (81. ábra) és a nedves trópusi erdők más növényeire jellemzők, míg a szobanövények között a *filodendronra*. A léggyökerek csapadékhulláskor a vizet nem gyökérszőrökkel, hanem különleges szivacsos anyagukkal veszik fel.



83. ábra. Trópusi fa (a) és a kukorica (b) támasztógyökerei

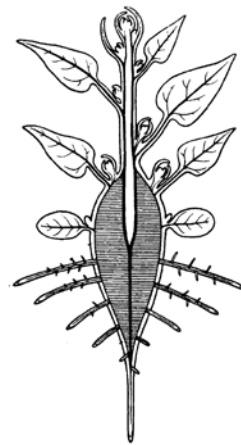
Légzőgyökerek (82. ábra) rendszerint a levegőben szegény, túl nedves helyeken honos növényeknél fejlődnek ki a gyökérrendszer légzésének biztosítása érdekében. Az ilyen növényeknél a gyökerek egy része a talajfelszín fölött van és a gázcserét végzi. Például a mocsári ciprus légzőgyökerei kúp alakúak és 1 m hosszúak.

A **támasztógyökerek** (83. ábra) a magasra növő növények törzsének alapjánál fejlődnek ki, ahol biztosítani kell a növények stabilitását. A deszka alakú támasztógyökereknek köszönhető, hogy nem dőlnek ki a trópusi faóriások, amelyeknek felszíni gyökérrendszerük van. A nálunk honos növények közül például a *kukoricának* vannak támasztógyökerei.

A **gyökértermés** különleges gyökérmódosulás, amely a fiatal növény három szervének – a *főgyökérnek*, a *sziklevél alatti szárnak*, a *fő hajtás alapjának* – a megvastagodása és tápanyag-felhalmozása következtében jön lét-

re. A gyökértermések segítenek a növénynek a kedvezőtlen időszakok túlélésében. Az ember régóta használja táplálékként a gyökérterméseket, és sok ilyen kultúrnövényt termesztett ki: *céklát, sárgarépát, petrezselymet, zellert, retket, hónapos retket*.

A gyökértermés *gyökérrészének* ismérve az, hogy az oldalgyökerek sorokban helyezkednek el rajta. A sziklelevél alatti szár által képzett *gyökérnyaknak* sima a felülete. A gyökértermés *fejrészén* (a fő hajtás megvastagodott alapján) elhalt levelecék találhatók (84. ábra).



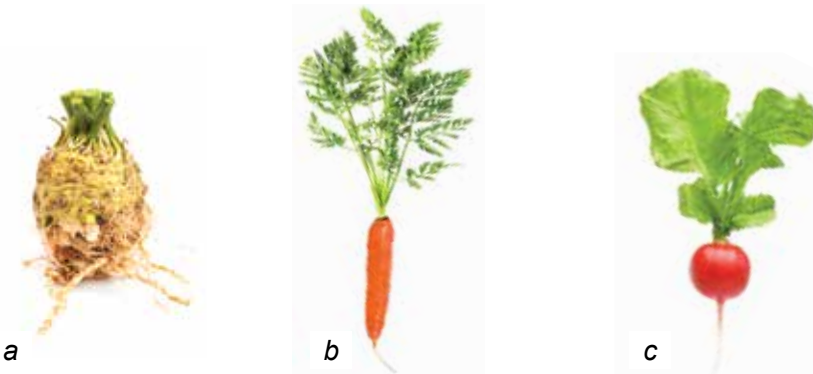
Fejrész
(a fő hajtás alapja)
Gyökérnyak
(sziklelevél alatti
szár)
Gyökérrész
(főgyökér)

84. ábra. A gyökértermés képződése és részei vázlatosan

A *zeller* gyökértermésében mindhárom rész egyformán fejlett (85. a ábra). A *sárgarépánál* (85. b ábra) és *petrezselyemnél* a gyökértermésnek nagyon kicsi a fejrésze, a sima gyökérnyaka pedig a talajfelszín fölött található, a fő részét pedig a megvastagodott gyökér képezi. A hónapos reteknek (85. c ábra) majdnem az egész sima gyökértermését a sziklelevél alatti megvastagodott szár alkotja. Ezért a hónapos retek magvait nem szabad túl mélyre elvetni, mert nem lesz jó minőségű a termés.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A növény gyökerei gyökérrendszert alkotnak, ennek felépítése a növény élőhelyének viszonyaitól függ.
2. A gyökér sajátos funkciójától függően módosul.



85. ábra. Zeller (a), sárgarépa (b) és hónapos retek (c) gyökértermése

3. A módosult gyökér részét képezheti a gyökértermésnek, amelynek kialakulásában rész vesz a sziklevél alatti szár és a fő hajtás is.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Gyökérrendszer, gyökérmódosulások, gyökérgumók, szívógyökerek, léggyökerek, lézgyökerek, támasztógyökerek, gyökértermés.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a gyökérrendszer?
2. Mi a gyökérmódosulás?
3. Milyen gyökérmódosulásokat ismertek, és ezek miben különböznek a növények szokványos gyökereitől felépítésüket és funkciójukat tekintve?
4. Miben különbözik a gyökértermés a gyökérgumótól?

FELADAT

Rendezzék a táblázatot: állapítsátok meg a megfelelést a növénynevek és a rájuk jellemző gyökérmódosulások, valamint azok funkciói között. A három számból álló sort jegyezzétek be a füzetetekbe!

Növények	Gyökér- módosulások	A gyökérmódosulások funkciói
1. Dália	1. Szívógyökerek	1. Járulékos gázcsere
2. Kukorica	2. Léggyökerek	2. A gazdaszervezet szerves anyagainak felszívása
3. Orchidea	3. Lézgyökerek	3. Szerves anyagok raktározása
4. Mocsári ciprus	4. Támasztógyökerek	4. Víz elnyelése a levegőből
5. Aranka	5. Gyökérgumók	5. A szár járulékos támasztása

KÍVÁNCSIÁKNAK

A szent banyánfa

Egyes keleti vallások szent növényként tartják számon a fenséges banyánfát. A banyán a nagy trópusi *fikuszfák* (86. ábra) különleges formája. Növekedését a banyán egy másik fa ágán kezdi, ahová a magját állatok viszik. A fiatal növény gyors ütemben léggyökereket növeszt, amelyek a talajt elérve ott meggyökeresednek. A banyánnak kezdeti menedéket nyújtó fa elpusztul. A banyánfa ezt követően a saját gyökereire támaszkodik. Később a vízszintes ágain is léggyökerek fejlődnek, amelyek gyökértörzsekké alakulnak. Ennek köszönhetően egy fa egy egész erdőt alkot, amelynek a területe elérheti az 1,5 ha-t, és több mint 300 törzset számolhat. Ismeretes, hogy egy banyánfa alatt egy egész lovasszázad elrejtőzhetett.



86. ábra. Banyán



Ebből a paragrafusból megtanuljátok a hajtás mint a növény föld feletti szerve felépítésének és fejlődésének a sajátosságait, a rügyek funkcióit és típusait, a hajtások térbeli elhelyezkedését és növekedését érintő változatosságát.



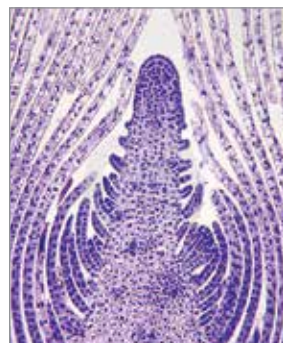
Milyen részekből állnak a fák? Hogyan képződnek és nyílnak ki a rügyek? Egyforma-e minden rügy?

A **hajtás** összetett, föld fölötti, csúcsnövekedésű szerv, amely szárból mint tengelyszervből és a rajta oldalszervekként elhelyezkedő levelekből áll. A hajtásnak köszönhető a növény föld fölötti részének növekedése és új hajtások képződése, valamint az anyagok szállítása.

A hajtás csúcsán helyezkedik el a csúcsi osztódószövetből (87. ábra) álló **tenyészőkúp**. A tenyészőkúp alapján dudorok – a majdani levelek kezdeményei – képződnek. A fiatal levelek növekednek és beburkolják a tenyészőkúpot. Óvják a hajtás érzékeny csúcsi osztódószövetét a sérülésektől, **rügyet** alkotva képeznek körülötte sötét és nedves burkot.

A **rügy** igen rövid szárú hajtáskezdemény, amelynek a levelei szorosan burkolják a csúcsi osztódószövetét. Minden hajtás végén **csúcsrügy** (88. ábra) található. Amikor a hajtás növekszik, a rügyben új levelek képződnek. Eközben a legalsó levelek kibomlanak és kilépnek a rügy összetételéből. A levelek rögzülési helyei közötti szárrész megnyúlik.

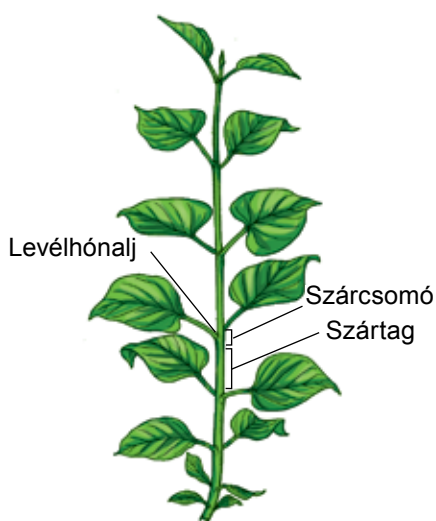
A hajtás szára **szárcsomókból (bütykökből)** – egy vagy több levél szárhoz való rögzülésének helyeiből és **szártagokból** – a szomszédos szárcsomók közötti szárszakaszokból – áll. A szár és a levél által bezárt felső szöget **levélhónaljnak** nevezzük (89. ábra). Az ilyen hónaljokban oldalrügykezdemények – **hónaljrügyek** – találhatók (88. ábra). A hónaljrügyek felébredésének eredményeként oldalhajtások, azaz ágak képződnek.



87. ábra. Átokhínár hajtáscsúcsi tenyészőkúpja



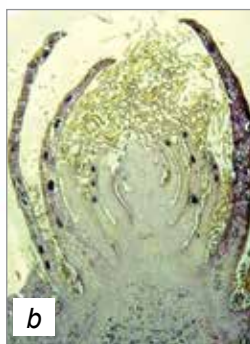
88. ábra. Csúcsrügy és hónaljrügyek



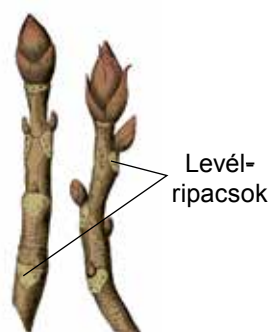
89. ábra. A hajtás fő részei

alatt a lehullott levelek nyelének a tapadási helyén *levélripacsok* maradnak vissza (91. ábra). A hideg évszakban a növény nem tud vizet elnyelni a talajból, a föld feletti részeiben lévő víz megfagy. De még a jég is folytatja a párologást (idézzétek fel, hogyan szárad a kiterített ruha a fagyon). Ezért a telelő rügy minden védelmi eszköze a kiszáradástól és nem a hidegtől való védelmet szolgálja.

A telelő rügyek felépítése nagyon változatosak. Egyeseknek mindössze egy rügypikkelyük van (*fűz*), másoknak több (*tölgy*). A *vegetatív rügyek* szokványos (vegetatív) hajtáskezdeményt tartalmaznak a leve-

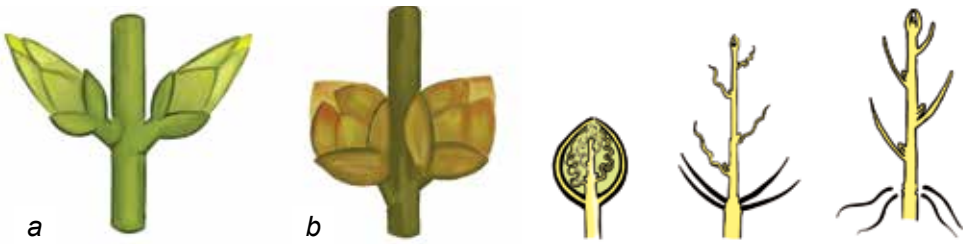


90. ábra. Fás szárú növények rügyei:
a – a juharrügyek alakja; b – szőlőrügy hosszmetsete



91. ábra. Fa telelő hajtásai rügyekkel és levélripacsokkal

A mérsékelt égövi növényeken a növekedési időszak végén a hajtás-csúcson és a levélhónaljakban különleges *telelő rügyek* képződnek (90. ábra), amelyek a hideg vagy a növény növekedése szempontjából kedvezőtlen időszak egészében nyugalmi állapotban vannak. A telelő rügyeket a külső hatásoktól pikkelyekké módosult levelek – *rügypikkelyek* – védik. Ezeket vastag, viasszerű réteg fedi, sokszor szőrök borítják, és gyantás hártával van bevonva (ettől ragacsosak a *nyárfa* rügyei). A hónalj-rügyek

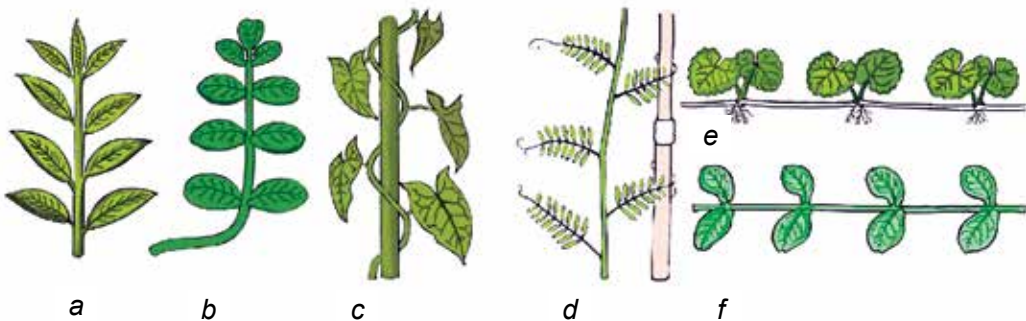


92. ábra. Vegetatív (a) és virágrügyek (b)

93. ábra. Telelő rügy kibontakozása

leivel együtt. Más rügyekben virágkezdemény vagy több virág kezdeménye van (92. ábra). Ezek nagyobbak, szélesebbek és a csúcson lekerekítettebbek. Tavasszal a telelő rügyek felébrednek: a rügypikkelyek kinyílnak, idővel lehullanak, megnyúlik a száruk és kibontakoznak a fiatal hajtás levelei (93. ábra). Azonban a rügyek egy része több évig sem ébred fel. Ezek az úgynevezett *alvórügyek*. Az ilyen rügyek csak a hajtás erős károsodását követően indulnak fejlődésnek.

Különféle növényeknek különbözők a hajtásai (94. ábra). A felálló hajtások függőlegesen nőnek felfelé (például a *lucfenyő* törzsei), a vízszintes állású hajtások vízszintes síkban növekednek (például a *lucfenyő* oldalhajtásai). Egyes növények csak támasztékra köszönhetően képesek függőleges helyzetet elfoglalni. Így a tekeredő hajtású növények szárakkal rátekerednek a támasztékra (*bab*), a kapaszkodó hajtásúak pedig járulékos gyökereikkel (*borostyán*), kacsukkal (*borsó*) megkapaszkodnak a támasztékban. Az elfekvő hajtású növények szára a földön hever, a kúszó hajtásúaké pedig járulékos gyökereket is ereszt.



94. ábra. Hajtástípusok: a – felálló; b – felfelé növő; c – tekeredő; d – kapaszkodó; e – kúszó; f – elfekvő

1. A hajtás összetett szerv, amely szárnak nevezett tengelyből, és oldalszervekből, azaz levelekből áll. A szár biztosítja a növény föld fölötti részének növekedését, új hajtások képződését, valamint az anyagszállítást. A fotoszintézis, gázcsere és párologtatás elsősorban a levelekben történik.
2. A rügy hajtáskezdemény. A szezonális éghajlaton élő növények rügyei alkalmazkodtak a kedvezőtlen évszakok túléléséhez.
3. Az elhelyezkedésüket tekintve megkülönböztetnek csúcsrügyeket és hónalj-rügyeket. A belső szerkezetet tekintve megkülönböztetnek vegetatív rügyeket és virágrügyeket.
4. A hajtás, a gyökérhez hasonlóan, tengelyszerv, amely a csúcsi osztódószövetnek köszönhetően nő. A gyökértől abban különbözik, hogy van csúcsrügye, levelei és az oldalhajtások kezdeményei a felületén képződnek.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Hajtás, tenyészőkúp, rügy, szárcsomó, szártag, levélhónalj.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A hajtás szára és levelekre való felosztása miként függ össze a funkcióikkal?
2. Mi a rügy, milyen a jelentősége?
3. A rügyek milyen típusai ismeretesek?
4. Milyenek lehetnek a hajtások a térbeli elhelyezkedésüket és növekedési irányukat tekintve?

FELADAT

1. Milyen hasonlóságok és eltérések figyelhetők meg a hajtás és a gyökér felépítésében? A helyes válasz érdekében az alább felsorolt sajátosságokat osszátok két csoportra: 1) a gyökérre jellemzők; 2) a hajtásra jellemzők:
a) szárcsomókra és szártagokra tagolódnak; b) a központi henger külső (a kéreggel határos) szöveiből ágazódik el; c) ásványi táplálkozást valósít meg; d) légtáplálást (fotoszintézist) valósít meg; e) túlnyomórészt levegőközegben fejlődik; f) túlnyomórészt a talajban fejlődik; g) a csúcsi részét süveg védi; h) a csúcsán tenyészőkúpot tartalmazó csúcsrügy van; i) az oldalrügyeknek köszönhetően ágazik; j) túlnyomórészt a fény irányába növekszik; k) túlnyomórészt a Föld középpontjának irányába növekszik!
2. Javítsátok ki az állításokban lévő hibákat: a) a hajtás tenyészőkúpja bőrszövetből áll; b) a hajtás az oldalsó osztódószövetnek köszönhetően hajt ágazódik; c) a telelő rügyeknek szilárd burkuk van, amely elsősorban a fagytól véd; d) a levélripacs a károsítók által roncsolt levélen képződik; e) az oldalgyökerek, a szár oldalhajtásaihoz hasonlóan, hónalj-rügyekből fejlődnek; f) minden hajtás függőlegesen felfelé nő.

Az alvórügyek nem tétnének. Valójában évente a hajtás vastagodásának megfelelően nőnek, de nem bontakoznak ki. Ennek köszönhetően mindig a felszínen maradnak (95. ábra). Még ágazódhatnak is a pikkelyhónaljaikból. Ilyen alvórügyek csoportjai figyelhetők meg a *hárs*, *fehér akác* és más fák törzsén félgömbszerű kinövések alakjában. Idővel az ilyen *dudorok* (96. ábra) hatalmas méreteket ölthetnek, mint például a nyírfa esetében, és a tömegük meghaladhatja az egy tonnát. A dudorok metszetének nagyon szép a rajzolata, ezért nagy értéket képviselnek az asztalosok számára.



95. ábra. Az alvó rügy növekedése



96. ábra. Dudor a nyírfa törzsén

27. §. A SZÁR MINT A HAJTÁS TENGELYRÉSZE



Megvizsgáljuk a szár felépítésének sajátosságait funkcióival összefüggésben, és áttekintjük a szár belső szerkezetének az életkorral kapcsolatos változásait.



Hogyan vastagodik a szár? Miért válik ki viszkózus anyag a kéreg eltávolításakor? Miért vannak koncentrikus körök a szár metszetén? Miért az évgűrűk alapján határozzák meg a fa korát? Meddig élnek a növények? Hány évig élhet a tölgy?

A **szár** a hajtás tengelyszerve, amely főként támasztási (mechanikus) és anyagszállítási funkciókat lát el. A támasztási funkció lényege, hogy a növény levelei a fotoszintézis megvalósítása szempontjából legkedvezőbb helyzetet foglalhassák el. A szállítási funkció révén a szár a víz és a benne oldott anyagok szállítását biztosítja a gyökerektől a levelekbe és fordítva.

A szár külső felépítése. A szárnak, amelynek a feladata a levelek gyors napfényhez juttatása, hosszú szártagjai vannak, és a megnyúlt



Megnyúlt hajtás

Megrövidült hajtás

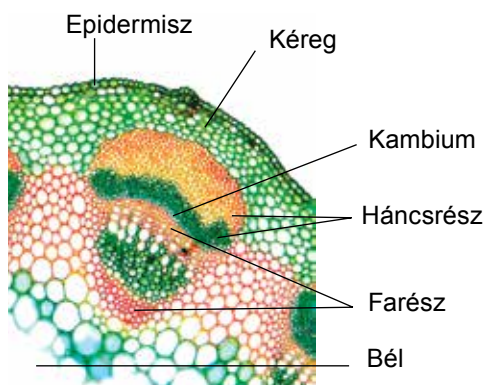
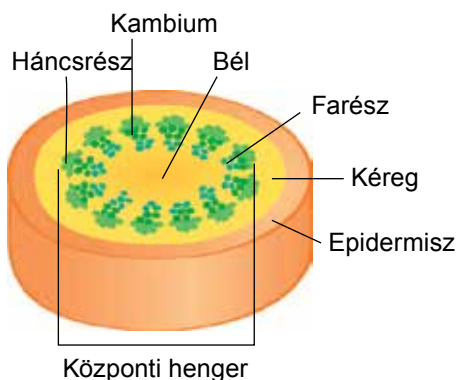
97. ábra. Megrövidült és megnyúlt hajtások

hajtás részét képezik. A nagyon rövid szártagú szárok megrövidült hajtásokat képeznek. Ezek nagy levélsűrűséget tesznek lehetővé. A *nyárfa* megnyúlt hajtásaiból vázágak jönnek létre, de a levelek többsége az apró, megrövidült hajtásokon található (97. ábra).

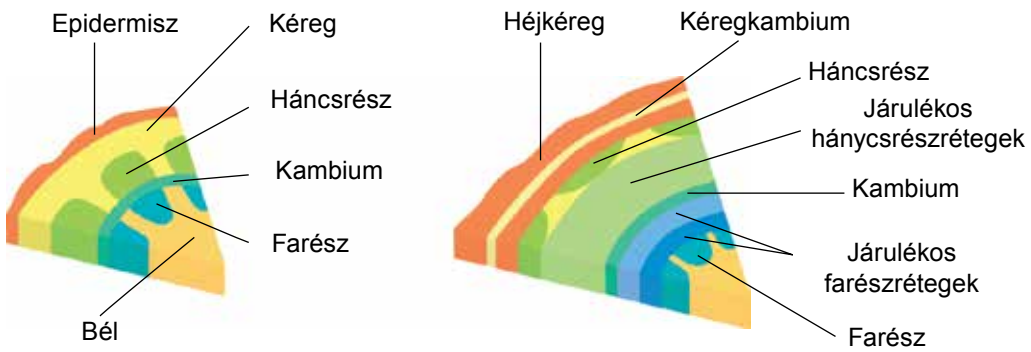
A fiatal hajtás belső szerkezete. A fiatal hajtásban, mint a gyökérben, megkülönböztetünk *epidermiszt*, *kérget* és *központi hengert* (98. ábra).

Az **epidermisz** bőrszövet. A szár belső szöveteit védi a károsodástól, gázcserét és párologtatást valósít meg, óvja a növényt a túlhevüléstől.

Az epidermisz alatt található a **kéreg**, amely alapszövetekből áll. A kéregben tápanyagok raktározódnak. Van szilárdító szöve is, ami sok növény szárának bordázottságot kölcsönöz. A *sás* szilárdító szövetének sejtjei a kéregben három szalagot képeznek. Ennek következtében a növény szármetszete háromélű. A *mentában* és a *csalánban* négy ilyen



98. ábra. Lágyszárú növény fiatal szárának belső szerkezete



99. ábra. Fás szárú növény fiatal egyéves és kifejtett két éves szárának belső szerkezete

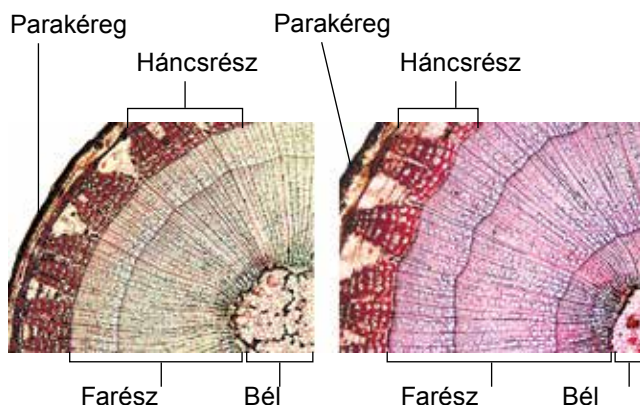
szalag található, ezért a száruk négyélű. A kéreg külső rétegeinek sejtjeiben gyakran találhatók kloroplasztiszok. Ennek folytán a fiatal hajtás rendszerint zöld színű és fotoszintetizál.

A kéreg alatt található a **központi henger**. A gyökértől eltérően nem egy, hanem több *edénnyalábból* áll. Ezek a metszeten ovális alakúak, a henger belsejében farészből állnak, a szélénél háncsrészből. A farész és a háncsrész között helyezkedik el a **kambium**, azaz oldalsó osztódószövet. Az edénnyalábok szállítási funkciót látnak el: a farész edényeiben a gyökértől a levelekhez víz áramlik a benne oldott ásványi anyagokkal. A háncsrész rostacsöveiben ugyanakkor a levelekből a gyökérhez a fotoszintézis során képződött szerves anyagok szállítódnak. Ezenkívül a farész növeli a szár szilárdságát. A fiatal szárban a farész mennyisége az alapszövetekhez képest nem jelentős. Az ilyen szár hajlékony, és *lágyszárnak* nevezzük.

A szár középpontjában raktározó alapszövetből álló *bél* található.

A szár vastagodása. Évgyűrűk. A fejlett, több éves növények, de különösen a fák szára jelentős vastagságot érhet el. Ez az oldalsó osztódószövetnek, azaz a kambiumnak köszönhető, amely sok növény esetében a szár vastagodásáért felel (99. ábra). A kambium a szárban gyűrű alakban jön létre, átszelve a háncsrész és a farész közötti edénnyalábokat. A háncsrész irányában pótlólagos háncsrétegeket, a farész felé pedig pótlólagos farétegeket képez.

A fás szárú növényekben a kambium a téli nyugalmi állapot után felébred, és ekkor képezi a farész legvastagabb edényeit. Ezért ez a farész a metszeten a legvilágosabb. A növekedési időszak végén a kam-



100. ábra. Különböző életkorú hársfák ágmeteszetei



101. ábra. Fatörzs keresztmetszete

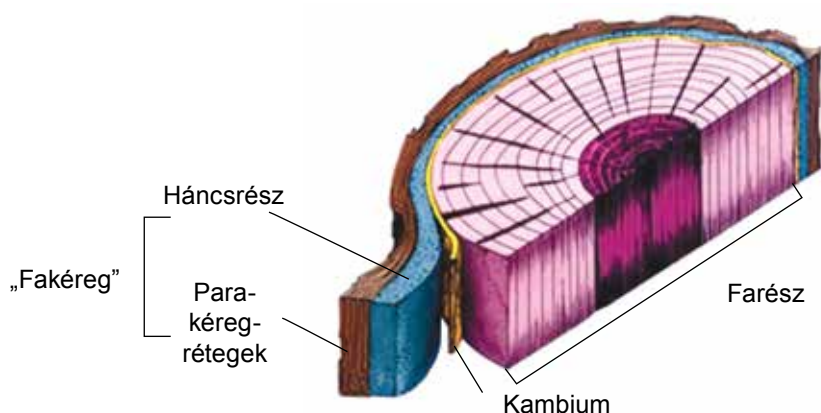
bium a legvékonyabb edényeket hozza létre, így ez a farész a legsötétebb (100. ábra). Az évgyűrű (az év egésze során képződő réteg) ebből adódóan belül világosabb, kívül pedig sötétebb.

A törzs keresztmetszetén az évgyűrűs koncentrikus körök szabad szemmel láthatók (101. ábra). Ezek alapján megállapítható a fa életkora. A meleg, nedves időjárású években szélesebb, a fa növekedése szempontjából kedvezőtlen időjárású években keskenyebb évgyűrűk képződnek. Mindegyik kör vastagabb a törzsnek azon az oldalán, amelyet a nap jobban melegít.

Ezenkívül a fás szárú növényeknél a háncsrész fölött állandóan vastagszik egy különleges bőrszöveti réteg, a **parakéreg (másodlagos bőrszövet)**, amely fokozatosan felváltja az elhalt epidermiszt és a fiatal szár kérgét. A parakérget egy másik oldalsó osztódószövet, a **parakambium** képezi. A parakéreg sejtjei gyorsan elhalnak, de a parakambium sejtosztódásának köszönhetően a parakéreg rétege nem vékonyodik, sőt egyes fák, például a *paratölgy* esetében idővel jelentős mértékben megvastagodik.

Felhasználás előtt a faanyagot megtisztítják a „fakéregtől”. A lehántott „fakéreggel” együtt távolítódik el a kambium is. Ezért amit a köznyelvben „**fakéregnek**” neveznek, az a parakéreg és a háncsrész együttesét jelenti (102. ábra).

A fatörzs mint ipari nyersanyag. Az ember a fatörzs valamennyi részét hasznosítja. A fiatal hársfa háncsrészből a régi szlávok háncsszalagokat készítettek, és ezekből kötelet, bocskort fontak.



102. ábra. A „fakéreg”, kambium és farész aránya a fatörzsben

A paratölgy parakérgéből könnyű, rugalmas terméket, parafát készítenek. Ebből palackdugókat, mentőöveket, az építőiparban használatos szigetelőanyagot állítanak elő. Parafa nyerése céljából a paratölgyet a Földközi-tenger partvidékén termesztik (103. ábra).

Az ember a legrégebbi körben a faanyagot alkalmazza mindennek előtt az építőiparban, tüzelőanyagként, papírnyersanyagként, műrost-alapanyagként. Különböző fák faanyagának különbözőek a tulajdonságai. Az *erdeifenyő* és *lucfenyő* könnyen megmunkálható faanyagát az építőiparban használják fel, a *bükk*, *dió* és *tölgy* kemény faanyagából bútorokat készítenek, a *hárs* puha fájából edényeket faragnak. A gyantákkal és cserzőanyagokkal átítatódott faanyag elegáns, sötét színű és ellenáll a korhadásnak.



103. ábra. Parafa lehántása a paratölgy törzséről

Ilyen faanyagból művészeti alkotásokat készítenek. Legkönnyebb fa a *balsafa*, amely ötször könnyebb a víznél. Repülőgépek, sárkányrepülők építésénél használják fel, szörfdeszkákat állítanak elő belőle. A világon a legnehezebb és legkeményebb anyaga a *vasfának* van, amely még a vízben is elsüllyed. Korábban botokat készítettek belőle a brit rendőrök számára, és hajócsavarokat és csapágyperselyeket is előállítottak a vasfa anyagából.

1. A szártagok hossza határozza meg, hogy milyen gyorsan állnak be a levelek a napfény irányában és mennyire hatékonyan töltik ki a rendelkezésre álló teret a levelek.
2. A szár szilárdítószövetei és farésze biztosítja a hajlításnak való ellenállását. A növény életkorával növekszik a szár szilárdsága és törekenysége, míg a hajlékonysága csökken.
3. A száron belüli anyagszállítást az edénynyalábrendszer biztosítja.
4. Idővel sok növény szára jelentősen megvastagodik az oldalsó osztódószövetnek – mindenekelőtt a kambiumnak – köszönhetően.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Szár, parakéreg, „fakéreg”, évgyűrű, kambium, parakambium.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen szövetek látnak el szilárdító-támasztó funkciót a szárban, és ezek hol helyezkednek el?
2. A szár mely részében, és milyen irányban – lefelé vagy felfelé – áramlanak a szerves anyagok oldatai?
3. A szár mely részében, és milyen irányban – lefelé vagy felfelé – áramlik a víz és az ásványi anyagok?
4. Miért hal el a növény, ha gyűrű alakban eltávolítják a kérgét?
5. Mik az évgyűrűk, és hogyan keletkeznek?

FELADAT

1. Hasonlítsátok össze a hárságak keresztmetszeteit a 100. ábrán! Meghatározható-e a fa életkora a keresztmetszet alapján? Mit gondoltok, melyik évszakban vágták le az ágakat?
2. E paragrafus anyaga és a növényi szövetekről szerzett ismereteitek alapján töltsétek ki az alábbi táblázatot a füzetetekben!

Fatörzsréteg	Szövettípus	Funkció
„Fakéreg”		
Kambium		
Farész		
Bél		

3. Egyes fák olyan éghajlaton nőnek, ahol évente két nedves és meleg évszak van. Mit gondoltok, vannak-e törzsgyűrűik az ilyen fákban? Évgyűrűk-e ezek?

A növényvilágban a legnagyobb vastagságot az afrikai *baobab* fa törzse érhet el (104. ábra). A száraz évszakban levetik a lombzatukat és a törzsükben tartalékolt vizet használják fel. A legnagyobb fák törzsének átmérője megközelítette a 15 métert. A helyi lakosság az öreg, odvas baobab fákat lakásokként használja.

A legöregebb fa a Földön, amelynek a életkorát az évgyűrűi alapján sikerült pontosan megállapítani, az USA délnyugati részének hegyeiben növő 4800 éves *simatűjű szálkásfenyő*. Közel 4000 évesek az ugyancsak az észak-amerikai kontinensen élő mamutfenyők. A mi fafajaink közül a *tölgy* és *hárs* (több mint 1000 év), *bükk*, *juhar*, *lucfenyő* és *borókafenyő* (500–700 év) él leghosszabb ideig. Az *éger*, *gyertyán*, *erdeifenyő*, *alma* és *vörösfenyő* viszonylag rövid ideig – 200–300 évig – élnek, ennél rövidebb az élettartama – 100–150 év – a *rezgő nyárnak*, *nyírnek*, *berkenyének*.



104. ábra. Baobab

28. §. A LEVÉL – A HAJTÁS OLDALSZERVE



Megismeritek a levél külső felépítésének sajátosságait és változatosságát, a lombhullás jelenségét és ennek jelentőségét a növény életében.

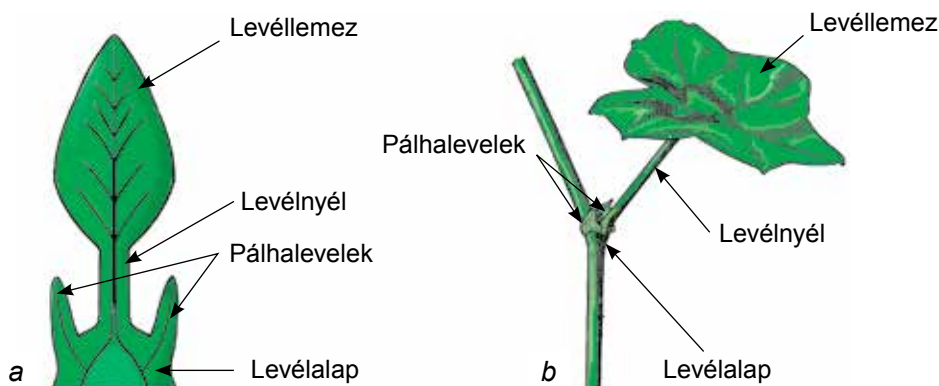


Miért olyan sokfélék a levelek? Miért van szükségük a leveleknek erekre? Tavasszal miért zöld, ősszel miért sárga a levél?

A **levél** a hajtás oldalszerve, fő funkciói a légtáplálás, fotoszintézis, párologtatás.

A **levél részei**. A tipikus levél a következő részekből áll: *levélalap*, *pálhalevelek*, *levélnyel*, *levéllemez* (105. ábra). Az ilyen levelet *nyeles levélnek* nevezzük.

A **levélalap** a levélnek az a része, amellyel a szárhoz rögzül, és amelyhez a levél más részei rögzülnek. Egyes növények esetében a levélalap kis dudor a levél rögzülési helyén. Azonban a levélalap gyakran (*pázsitfüvek*, *kapor*) csőszerűen körülöleli a szárat, és így védi a levélhóonaljat a hónaljrüggyel (106. ábra). Az ilyen levélalapot *levélhüvelynek* nevezzük.

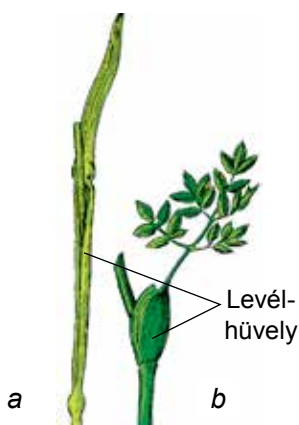


105. ábra. A levél fő részei: a – a levél felépítése vázlatosan; b – szobanövény levele

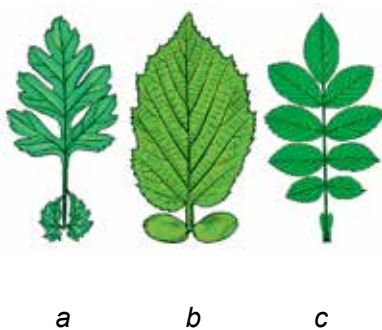
A **pálhalevelek** a levélalapon, a levélnyél mellett található két levélszerű képződmény (107. ábra). Ezek a fejlődő levél lemezét védik. Ezért a pálhalevelek sokszor rügypikkellyé alakulnak (*mogyoró, bükk*). A pálhalevelek gyakran korán elhalnak, és észrevehetetlenek a kibomlott levélen (*nyír, tölgy, mogyoró, csalán*). Előfordulnak pálhalevelek nélküli levelek is.

A **levélnyél** a levél keskeny, olykor majdnem hengeres, rugalmas része, amely meghatározza a levéllemez állását a napfényhez viszonyítva. A levélnyél nélküli levelet **ülő levélnek** nevezzük (108. ábra).

A **levéllemez** a levél lapos része, amely alapvetően a fotoszintézist és a párologtatást végzi. Külalakja – a körvonalait, szélformáját, csúcsát és alapját tekintve – nagyon változatos a különböző növényeknél



106. ábra. A pázsitfűfélék (a) és ernyősvirágúak (b) hüvellyé alakult levélalapja



107. ábra. Nyeles levelek pálhalevelekkel: a – galagonya; b – mogyoró; c – csipkerózsa



108. ábra. Tüdőfű ülő levele

(109. ábra). Az egyszerű leveleknek egy levéllemezük van, amely többé-kevésbé tagolt lehet a szélektől kiinduló vágásoktól függően. Az összetett leveleknek több kisebb levélük van saját levéllemezzel és levélnyéllel, amely a közös levélnyélhez tapad, és lombhulláskor külön esik le (110. ábra).

A levéllemezeken jól megkülönböztethetők a *levélerek*. A levélér a levéllemez megvastagodott része, amelyben egy vagy több edénnyaláb fut. A levélerek révén kapja a levéllemez a szárból a vizet a benne oldott ásványi anyagokkal, és a levélerekben szállítódnak a levélből a fotoszintézis során képződött szerves anyagok a szárba. A levélerek képezik egyben a levéllemez támasztó vázát. A levélerek rajzolatát a levéllemezen *levélerezetnek* nevezzük (111. ábra).

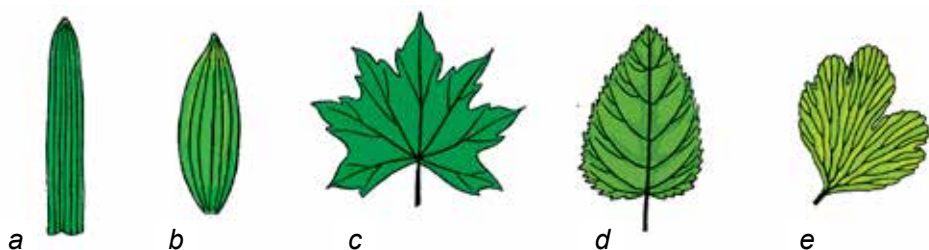
Levélállás. A különböző növények hajtásain a levelek meghatározott rendben helyezkednek el. A levelek hajtáson való elhelyezkedésének a módját *levélállásnak* nevezzük. A növényeknél nagyon gyakori a szórt levélállás, amikor egy szárcsomóból egy levél ered, és a levelek spirál alakban követik egymást (*pázsitfűfélék*, *sás*, *csipkerózsa*). Átellenes levélállásnál egy szárcsomóból két levél ered egymással szemközt elhelyezkedve, és a levelek egy síkban vannak (*pénzlevelű lizinka*).



109. ábra. A levéllemez alakjának változatossága



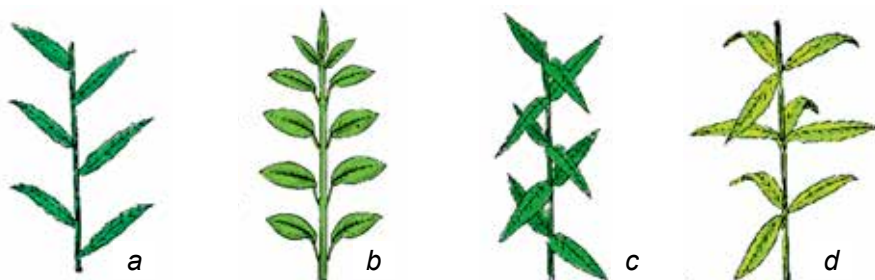
110. ábra. Összetett levelek



111. ábra. A levélerezet típusai: a – párhuzamos; b – ívelt erezet; c – ujjas erezet; d – szárnyas erezet; e – villás erezet

Megszokott jelenség a keresztben átellenes levélállás, amikor a szomszédos szárcsomók levélpárosai derékszögben keresztezik egymást (*menta*, *zsálya*). Örvös levélállásról beszélünk, ha egy szárcsomóból három vagy több levél ered (*közönséges lizinka*, *átokhínár*) (112. ábra).

Lombhullás. A különböző növények leveleinek élettartama a kibomlástól az elhalásig nagyon eltérő. Ismertek olyan sivatagi növények, amelyeknek a levelei váltás nélkül évszázadokig léteznek (*csodálatos velvicsia*) (185. c ábra, 190. old). Azonban a levél leggyakrabban néhány hónaptól néhány évig él. A mérsékelt éghajlaton (közte Ukrajnában) élő növények többségének levelei tavasszal kibomlanak, ősszel pedig elhálnak és lehullanak. Ezt a jelenséget **lombhullásnak** nevezzük. Az évente megismétlődő lombhullás télire csökkenti a növények párologtatási felületét. A lombhullatással a növény egyúttal megszabadul élettevékenységének káros termékeitől is, amelyek a növekedési időszakban halmozódtak fel sejtjeinek vakuólumaiban. A lombhullást a klorofill bomlása előzi meg. A klorofill az élő levélben észrevehetetlenné teszi az ott lévő sárga és vörös színű anyagokat. Ezért a klorofilltól megfosztott őszi levelek aransárga és vöröses színt öltenek.



112. ábra. Levélállások: a – szórt; b – átellenes; c – keresztben átellenes; d – örvös



Egyes növényeknek télen is megmaradnak az élő, zöld leveleik. Az ilyen levelek élettartama néhány év. Mivel ezeknek a növényeknek a levelei évente csak részben hálnak el és hullanak le, az esetükben nem figyelhető meg évszakos lombhullás. Azokat a növényeket, amelyeknek a levelei egy évnél kevesebb ideig élnek és télire lehullanak (*nyír, alma*), *lombhullatóknak* nevezzük. Azokat a növényeket, amelyeknek a levelei több évig élnek és télen sem hálnak el (*lucfenyő, babérmeggy*), *örökzöldeknek* mondják.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A levélnek mint a hajtás oldalszervének, nincs csúcsi osztódószövege. A szokványos levél levélalapból, két pálhalevélből, levélnyélből és levéllemezéből áll.
2. Az erezet képezi a levéllemez vázát, és biztosítja az anyagszállítást.
3. A különböző növényfajok leveleinek eltérő az életkora. A lombhullás a növény alkalmazkodása a nedvességihiányos időszakhoz, mindenekelőtt a téli időjáráshoz.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Levél, levélalap, pálhalevelek, levélnyél, levéllemez, levélerezet, levélállás, lombhullás.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen funkciókat látnak el a levél fő részei?
2. Miben különböznek az egyszerű levelek az összetettektől?
3. Mi a levélér, és mi a funkciója?
4. Milyen levélállások ismeretesek?
5. Milyen jelentősége van a lombhullásnak a növények életében?

FELADAT

Idézzétek fel az Ukrajna területén honos növények leveleit! Nézzétek meg a paragrafus ábráit! Felismeritek-e az Ukrajnában honos növények leveleit? Határozzátok meg az ábrán látható levelek sajátosságait, és töltsétek ki a füzetetekben a táblázatot!

Növény	A levél ismérvei			
	Egyszerű vagy összetett	Nyeles vagy ülő	Erezettípus	Levélállástípus
Búza				
Tölgy				
Csipkerózsa				
...				

29. §. A LEVÉL BELSŐ SZERKEZETE

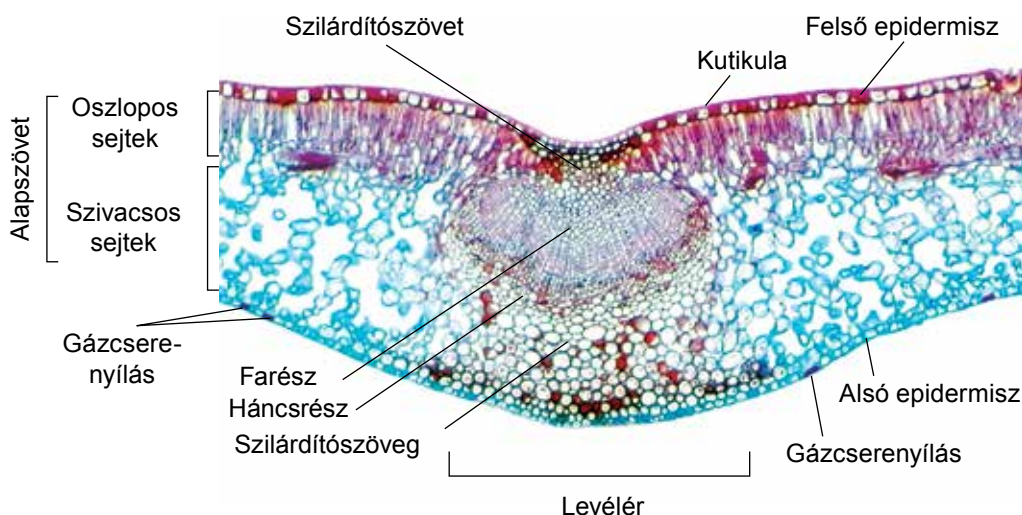


Megtudjátok, hogy a levél belső szerkezete miként biztosítja fő funkcióinak – a párologtatásnak, fotoszintézisnek és gázcserének – az ellátását.



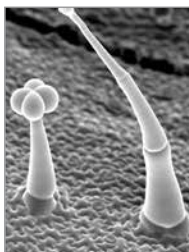
Hogyan jut a levél belsejébe a szén-dioxid? Vajon zöld-e a levél minden sejtje? Mi van a levelek belsejében?

A levéllemez keresztmetszetén látható, hogy a levél bőrszövetből, azaz *epidermiszből*, *alapszövetekből* és *edénynyalábokból*, vagyis *erekből* áll (113. ábra).



113. ábra. Levél keresztmetszete

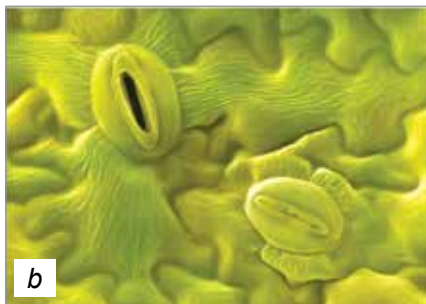
Az **epidermisz** a levél felületét borítja. Óvja a belső szöveteket, és biztosítja a levélnek a külső környezettel való kölcsönhatását. Az epidermisz sejtjei nagyrészt színtelenek, átlátszók, szorosan illeszkednek egymáshoz, a környezettel érintkező külső sejtfaluk megvastagodott. Ezek a sejtek viasszerű anyagokat választanak el, amelyeknek vékony, átlátszó, **kutikulának** nevezett hártája bevonja a levél egész felületét. Az epidermisz színtelen sejtjei különböző kinövéseket – *szőröcskéket* – képezhetnek (114. ábra). A sejtek egymáshoz való szoros illeszkedése, megvastagodott falai és a kutikula védi a levelet a mechanikai károsodástól, csökkenti a párologtatást és gázcserét, szórják a levél felületét közvetlenül érő napfényt.



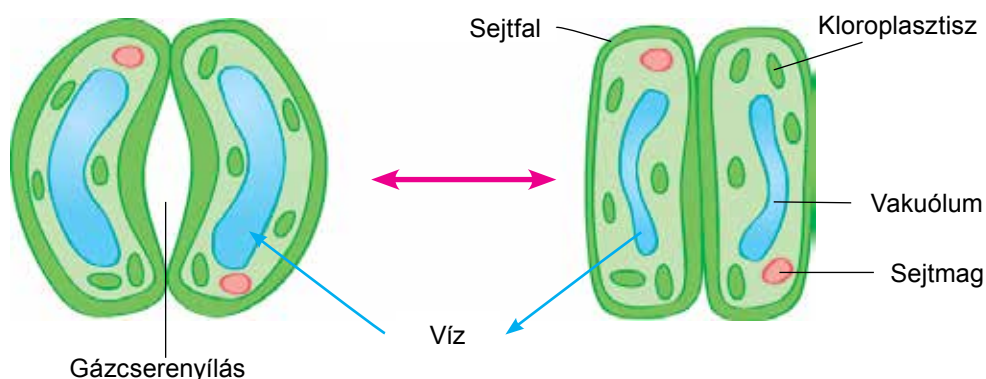
114. ábra. Szőröcskék az epidermisz felületén, elektronmikroszkópban nézve

Ha mikroszkóppal vizsgáljuk az élő epidermisz felületét, akkor a színtelen sejtek között **gázcsere nyílásokat** képező zöld sejt párokat láthatunk. A gázcsere nyílás babszerűen megnyúlt sejt pár. A nyílás a két sejt között található. Egyik oldalról a külső környezetbe, a másiktól a levél belsejében lévő alapszöveti sejtek közötti nagy térbe nyílik. A gázcsere nyílás sejtjei zöldek, mivel, az epidermisz sejtjeinek többségétől eltérően, kloroplasztiszokat tartalmaznak (115. ábra). A levegő nedvességtartalmától és a fényviszonyoktól függően a gázcsere nyílás sejtjei megváltoztatják az alakjukat, és ezzel szabályozzák a párologtatást és gázcserét.

Elészséges megvilágítottság és légnedvesség-tartalom mellett a gázcsere nyílás sejtjei oly módon hajolnak meg, hogy középső részük eltávolodik egymástól, és a nyílás kitágul (116. ábra). Rajta keresztül párolog el a víz a levél sejtközi teréből, amitől a levél lehül. Ezenkívül a nyitott gázcsere nyíláson át távozik a légkörbe a fotoszintézis során képződő oxigén, a sejtközi térbe pedig a külső környezetből szén-dioxid jut. Sötétben és alacsony légnedvesség-tartalom esetén a gázcsere nyílások sejtjei kiegyenesednek, a közöttük lévő rés szűkül, majd bezáródik. Ennek következtében csökken a párologtatás és a levélbe bejutó szén-dioxid, valamint az onnan távozó oxigén mennyisége.



115. ábra. Zárt gázcsere nyílás optikai mikroszkópban (a) és nyitott gázcsere nyílások elektronmikroszkópban (b) vizsgálva



116. ábra. A gázcserenyílás nyitódása és záródása vázlatosan

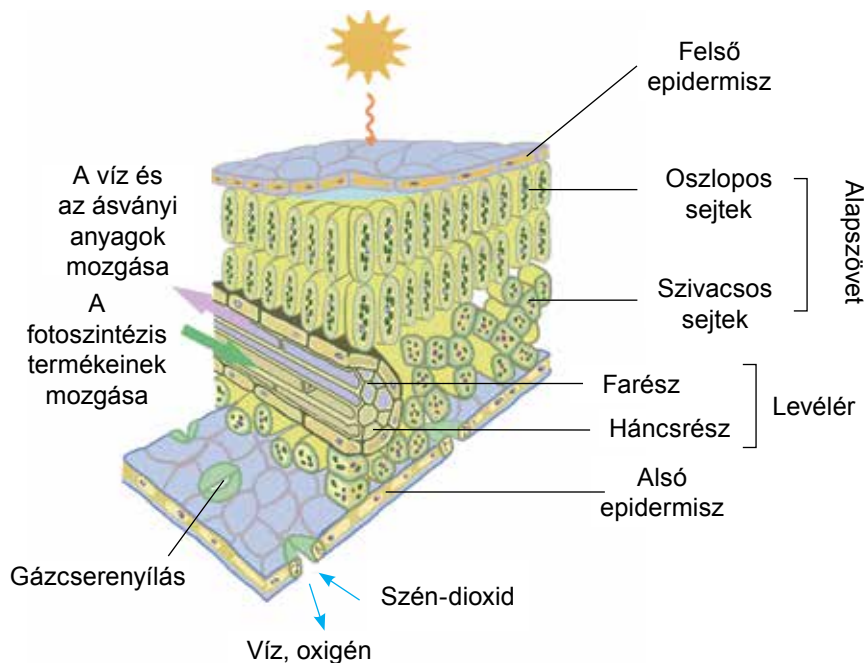
A levéllemez felső és alsó felületének epidermiszében lényeges különbségek figyelhetők meg. A felső epidermisz sejtjeinek falai és kutikulája megvastagodott, és rendszerint hiányoznak belőle a gázcserenyílások. Ugyanakkor az alsó epidermisz vékony falú sejtekből áll, vékony a kutikulája is és vannak benne gázcserenyílások. Azonban ez alól a szabály alól sok a kivétel. Például azoknál a vízinövényeknél, amelyeknek a levelei víz felszínén úsznak (*tavirózsa*), a gázcserenyílások a felső epidermiszben találhatóak. A vastag levelű sivatagi növényeknél gyakran mind az alsó, mind a felső epidermiszben vannak gázcserenyílások. Ennek oka az, hogy a talajfelszínről visszaverődő napfény intenzitása majdnem ugyanolyan, mint a közvetlenül beeső napsugaraké, ezért a levél mindkét oldala közel egyformán van megvilágítva és ugyanúgy melegszik.

A **levél alapszöve**te a levéllemezben a felső és alsó epidermisz között helyezkedik el. Sok kloroplasztiszt tartalmazó sejtekből áll, azaz fotoszintetizáló szövet. Számos növény esetében az epidermisz alatti alapszöveti sejtek úgy néznek ki, mint a szorosan egymáshoz illeszkedő oszlopok, amelyek között szinte nincs hely sejtközi járatok számára. Ezek a levélszövet **oszlopos sejtjei**, amelyek nagyon intenzív fotoszintézist valósítanak meg. Az alsó epidermisz melletti sejtek alakja szabálytalanul gömbölyded, közöttük nagy sejtközi járatok találhatóak, a legtágasabbak a gázcserenyílásoknál vannak. Ezek a levélszövet **szivacsos sejtjei**. Ebben a szövetrészben nemcsak fotoszintézis történik, hanem légzés is.

A fénykedvelő növények levelében több oszlopos sejtréteg lehet, míg az árnyékkedvelőknél ez a szövetfajta akár hiányozhat is.

A **levélerek** az alapszövetben helyezkednek el. A **levélér** egy vagy több edénynyalázból áll, amelyekben a farész csöves edényei a felső, a háncsrész farostjai pedig az alsó epidermisz mellett vannak. Az edénynyalábok szilárdítószöveti szalagokkal vannak megerősítve. Ezek sokszor a háncsrészben (a levél alján) fejlettebbek. Ezek a szalagok szilárdságot kölcsönöznek a levéllemeznek, de nem keménnyé, hanem rugalmassá teszik azt.

Hogyan működik a levél? Amikor reggel felkel a nap, az alapszöveti sejtek elkezdik a fotoszintetizálást. Ehhez a sejtközi térből elnyelik a szén-dioxidot és a farész edényei által a levélerekben szállított vizet, és egyúttal – a fotoszintézis melléktermékeként – oxigént választanak ki a légkörbe (117. ábra). Az oxigén és a víz mennyisége növekszik, a szén-dioxid pedig csökken a sejtközi térben. A levél melegszik a napsugárzástól. Ekkor kinyílnak a gázcsere nyílások, és elkezd rajtuk keresztül párologni a víz, amitől lehűl az alapszövet. A sejtközi térből a külső környezetbe távozik az oxigén, a szén-dioxidot tartalmazó levegő pedig behatol a levél belsejébe. A fotoszintetizáló alapszövet által termelt szerves anyagok a sejtközi térbe kerülnek, majd onnan a levélerek háncsrészeiben lévő rostacsövekbe jutnak, és a szárba, valamint a gyökérbe szállítódnak. Ott tartalék tápanyagokként raktározódnak, felhasználódnak a légzés során, és összetett szerves anyagokká alakulnak, amelyekből az osztódószövet új sejtjei épülnek.



117. ábra. A levél belső szerkezete és a fotoszintézis folyamatának anyagcseréje vázlatosan

Amikor a nap lenyugszik, a fotoszintézis megszűnik, a gázcserenyí-
lások becsukódnak. Azonban a sejtek, akár csak nappal, folytatják a
légzést. Ennek eredményeként a sejtközi térben megnő a szén-dioxid és
csökken az oxigén tartalma. Mivel a sejtközi tér nem teljesen hermeti-
kus rendszer, a szén-dioxid egy része a nem teljesen becsukódott gáz-
cserenyílásokon át a külvilágba távozik, az oxigéndús levegő pedig a
levél belsejébe jut. Ezért azokban a helyiségekben, ahol növények van-
nak, nappal több az oxigén és kevesebb a szén-dioxid a levegőben, éjjel
pedig fordítva.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az epidermisz óvja a levelet a mechanikus sérülésektől és a kiszárá-
dástól, a gázcserenyílásokkal pedig szabályozza a párologtatást és a
gázcserét.
2. A levél alapszöveve végzi a fotoszintézist.
3. Az erezet adja a levéllemez szilárdságát, és biztosítja a víz, valamint
a benne oldott ásványi anyagok szállítását az edénynyalábokban.
4. A levéllemez összehangoltan működő szövetei szabályozzák a páro-
logtatást és a gázcserét, biztosítva ezzel a levélben végbemenő foto-
szintézis nagyfokú hatékonyságát.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Kutikula, levélepidermisz, gázcserenyílás, oszlopos alapszövet, szivacsos alapszö-
vet, levélér.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen funkciókat lát el az epidermisz? Miért különbözik a szerkezete a levél
felső és alsó felületén?
2. Mik a gázcserenyílások, és hogyan szabályozzák a párologtatást és a gázcse-
rét?
3. Mi a levél alapszövetének fő funkciója, mi az oka annak, hogy az epidermisz
szerkezete eltérő a levél felső és alsó felületén?
4. Milyen feladatokat látnak el a levélér szállító edényei?

FELADAT

Mindannyian tudjátok, hogy a tavirózsa a víz felszínén úszik, az átokhínár pedig
a vízrétegben lebeg, míg a *nyír* a szárazföldön, az *aloé* aszályos területeken nő.
Írjátok át a javasolt mondatokat a füzetetekbe, és töltsétek ki a kihagyott részeket!
A _____ levelein a gázcserenyílások a felső epidermiszben talál-
hatók, mivel _____. A _____ levélfelépítése a mér-
sékelt éghajlaton növo szárazföldi növényekre jellemző. Az _____
leveleinek nincs epidermisze, mert a vízbe merül. A legvastagabb kutikulája az
_____ leveleinek van, mert _____.



Megtudjátok, miért alakulnak ki a hajtásoknak és részeiknek a módosulásai; milyen módosulások léteznek; hogyan ismerhető fel, milyen növényrészt láttok.



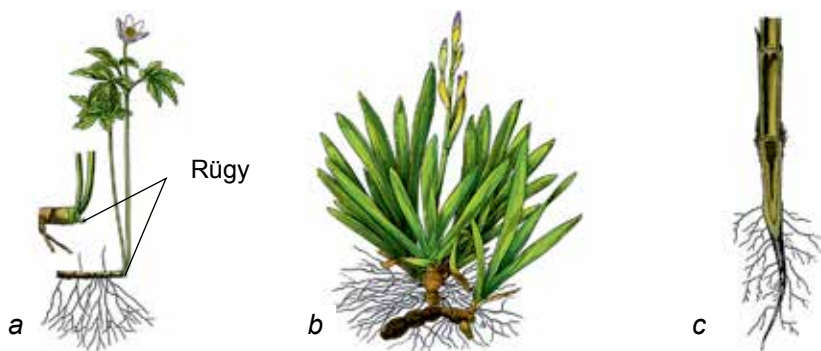
Milyen szokatlan növények léteznek? Melyek a ragadozó növények?

A hajtás összetett szerv. Ha az alapfunkcióján kívül járulékos funkciókat is ellát, akkor a hajtás egésze vagy egyes részei – a szár vagy a levelek – módosulnak.

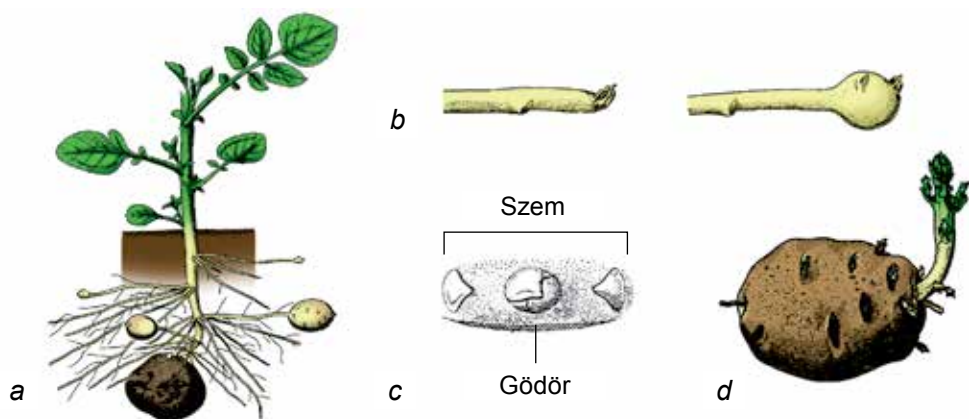
Föld alatti hajtásmódosulások. A tipikus hajtás föld fölötti szerv. Ezért bármilyen föld alatti hajtás módosulat. A föld alatti hajtások tápanyagokat raktároznak, ami lehetővé teszi a növény számára a kedvezőtlen időszakok túlélését és a jelentős területen való elterjedést.

A föld alatti hajtásmódosulások gyakran gyökérre emlékeztetnek, de könnyen megkülönböztethetők a következő ismérvek alapján: 1) a föld alatti hajtás mindig szárcsomókra és szártagokra tagolódik; 2) levélpikkelyei vannak, és ha ezek gyorsan elhalnak, akkor levélripacsokat hagynak maguk után; 3) a föld alatti hajtásnak hónaljrügyei vannak; 4) a csúcsi osztódószöve mindig csúcsrügy, amelynek soha nincs gyökérsüvege. A föld alatti hajtások példái a *gyöktörzs*, *gumó*, *hagyma*, *hagymagumó*.

A **gyöktörzs** (**gyökértörzs**) föld alatti hajtás, amelynek tartós a csúcsnövekedése, a szára raktározó funkciót lát el, a levelei pedig rendszerint védőpikkelyekké alakulnak (118. ábra). Az erősen megnyúlt



118. ábra. A berki szellőrózsa (a), nőszirm (b), turbolya (c)

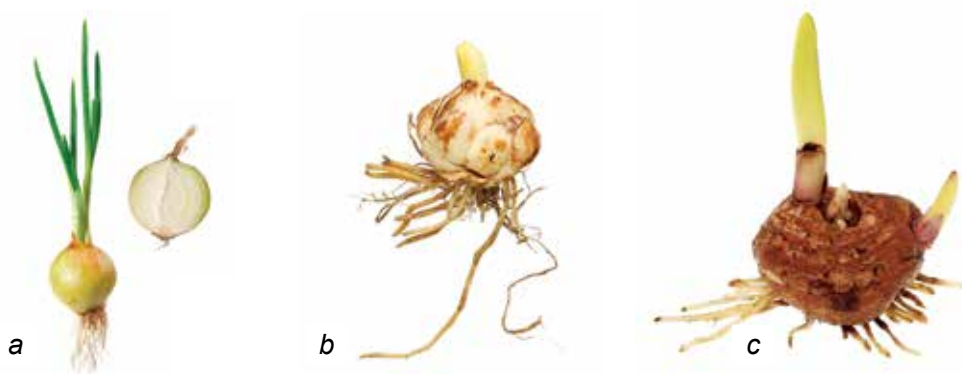


119. ábra. Burgonyagumó: a – a növény alsó része anyagumóval; b – fiatal gumó képződése a föld alatti hajtás csúcsából; c – levél (gödör) és hónaljnyug (szem); d – a gumó csúcsrügyének csírázása

szártagú gyöktörzsek a növény gyors terjedését szolgálják (*berki szelőrózsa, tarackbúza*). A rövid szártagú gyöktörzsek kizárólag raktározó funkciót látnak el (*nőszirm*).

A **gumónak** korlátozott a csúcsnövekedése, és erősen megvastagodott a tápanyagokat raktározó szára (119. ábra). A gumó levelei aprók, pikkelyszerűek. A *burgonyagumónál* alacsony kiszögellések alakját öltik, amelyeknek a hónaljaiban találhatók a hónaljnyugyek (szemek). A burgonyagumók a föld alatti, erősen megvastagodott, rövid életű hajtások végén fejlődnek.

A **hagyma** tartós vagy korlátozott csúcsnövekedéssel rendelkező föld alatti hajtás, amelynek erősen megrövidült, nem húsos szárát tönknek nevezzük, a tápanyag-raktározó funkciót ellátó levelei lédús pikkelyeké alakultak (120. a, b ábra). Hagymája van a *liliomnak, tulipánnak, vöröshagymának*.



120. ábra. A vöröshagyma (a) és a liliom (b) hagymái, a kardvirág (c) hagymagumója

A **hagymagumó** (kardvirág, sáfrány) megrövidült föld alatti, korlátozott növekedésű hajtás, amely az alakját tekintve hagymára emlékeztet, de a húsos és megvastagodott szára tápanyagokat raktároz, míg a levelei száraz pikkelylevelekké módosultak (120. c ábra).

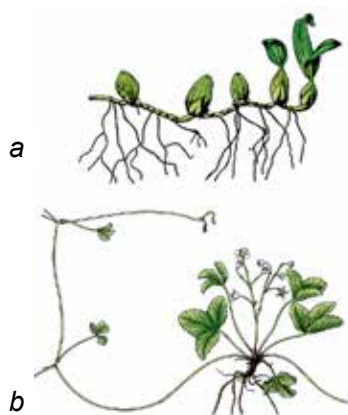
A **föld fölötti módosult hajtások** nem csak raktározzák a tápanyagokat és szolgálják a növény terjedését, hanem más funkciókat is képesek ellátni: például támaszt keresnek a hajlékony szárú növény számára, nedvességet vesznek fel a légkörből, megóvják a növényt a legelésző állatoktól. A hajtásmódosulás

érintheti egyszerre a növény két szervét, a szárát és a levelet, vagy csak egy-egy részét, vagy a levelet, vagy a szárát. Ezért a föld fölötti hajtásmódosulások sokkal változatosabbak lehetnek, mint a föld alattiak.

Például a **hajtás két szervének** egyidejű módosulása megfigyelhető sok *kaktusz* és *trópusi kutyatej* esetében: a száruk megvastagodott, zöld színű, vizet tárol és fotoszintézist folytat, a leveleik pedig a rövid hónaljhajtásokon helyezkednek el és tövissé módosultak.

A **szár módosulásának** példái a föld fölötti gumók (*karalábé*, *trópusi orchideák*). Ilyenkor a szár megvastagodik, húsos, sok tápanyagot raktároz, de a rajta lévő levelek nem módosulnak (121. a ábra). Elterjedt szármódosulás az *inda*: rövid életű, nagyon hosszú szártagú kúszó hajtás. Az ilyen hajtások szárcsomóiból új növények képződnek. Indái segítségével a növény gyorsan terjed. Példaként a *szamóca* említhető (121. b ábra).

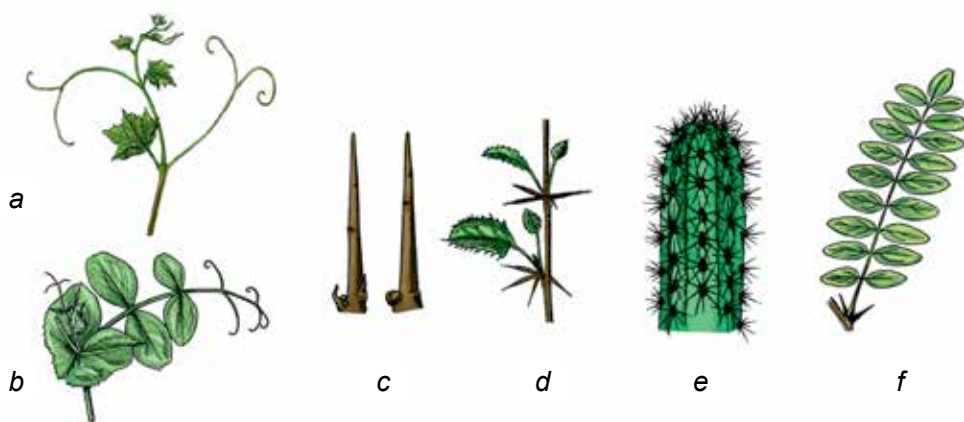
A **levélmódosulás** legkülönlegesebb esete a rovarrevő növényeknél, a *harmatfűnél*, *kancsó-kánál*, *Vénusz légycsapójánál* figyelhető meg. Ezeknek a növényeknek a levelei a rovarokat és apró állatokat csalogató, azokat befogó és megemésztő mechanizmusokkal rendelkező *csapdákká* módosultak (122., 125., 126. ábrák). A rovarrevő növények az ásványi táplálásban fontos szerepet játszó nitrogénben szegény talajú helyeken fordulnak elő.



121. ábra. Föld fölötti módosult hajtások: a – orchidea föld fölötti gumói; b – földieper indája



122. ábra. Kereklevelű harmatfű



123. ábra. Kacsok (a, b) és tövisek (c–f): a – szőlő hajtás eredetű kacs; b – borsó levél eredetű kacs; c – galagonya hajtás eredetű tövis; levél eredetű tövis; d – sóska borbolya; e – kaktusz; f – fehér akác



124. ábra. A gledícsia alvórügyekből képződő, töviskévé módosult hajtásai

A hajtás egészének vagy csak a leveleinek elterjedt módosulásai a *kacsok* és *tövis*ek (123., 124. ábrák). A *kacsoknak* köszönhetően a növény rátekeredve megkapaszkodik a támasztékban (*szőlő*, *bab*, *borsó*). Sok növénynek (*kökény*, *galagonya*, *sóska borbolya*, *fehér akác*) vannak tövisai, amelyek védik őket a legelésző állatoktól, a túl erős fénytől, az aszályos helyeken pedig a reggeli órákban felveszik a párát a levegőből.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A föld alatti hajtások módosulásai mindig a tápanyagok tartalékolásával – a nyugalmi időszakok túlélésével – vagy a növény gyors terjedésének biztosításával kapcsolatosak.
2. A föld fölötti hajtások vagy a részeik módosulásai a tartalék tápanyagok vagy a víz raktározásával, a szár fotoszintetizáló működésével, védelmi és támasztó funkciójával összefüggésben jönnek létre.
3. A módosult hajtások megőrzik a tipikus hajtás képződési módját és szerkezetét. Vagyis a módosult hajtás szárának, leveleinek és rügyeinek ugyanolyan az elhelyezkedése, mint a szokványos hajtások esetében.



Gyöktörzs, gumó, hagyma, hagymagumó, kacsok, tövisek, inda.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen föld alatti hajtásmódosulásokat ismertek?
2. Mi a különbség a föld alatti módosult hajtás és a gyökér között?
3. Milyen föld fölötti hajtásmódosulásokat ismertek?
4. Milyen hajtások, a föld fölöttiek vagy a föld alattiak változatosabbak, és miért?

FELADAT

Hasonlítsátok össze a föld alatti raktározó hajtásokat! Töltsétek ki az alábbi táblázatot a füzetetekben, és mondjátok el, hogy ezek miben különböznek egymástól!

Ismérvek	Módosult hajtás			
	Gyöktörzs	Gumó	Hagyma	Hagymagumó
Növekedés-tartam				
Száralak				
Szárfunkció				
Levélalak				
Levélfunkció				

KÍVÁNCSIAKNAK**Rovarevő növények**

Ukrajna mocsaras területein honos a *kereklevelű harmatfű* (122. ábra). Nevét e kis növény onnan kapta, hogy a leveleit borító hosszú szőrök tetején harmatként csillogó folyadékcseppek találhatók. A rovarok könnyen hozzáragadnak ezekhez a folyadékcseppekhez. Lassan odahajlanak a szomszédos szőrök is, maga a levéllemez pedig a rovar köré csavarodik. A szőrök emésztőnedvet választanak el és felszívják a megemésztett anyagokat.

Sokkal „ügyesebb” az Észak-Amerika mocsaraiban élő *Vénusz légycsapója* (125. ábra). A levéllemeze gyorsan összezárul a középső levélér mentén, amikor rovar száll rá. A levél szegélyén található szőrök visszatartják a rovar, amíg meg nem emésztődik. Ezt követően a levél szétnyílik.

Sok rowarevő növénynek, a *kancsóka* nevű trópusi liánhoz hasonlóan kancsó alakú levelei vannak (126. ábra). Ezek a csapdák gyakran nektárral csalogatják magukhoz a rovarokat. Az áldozatok a levél belsejébe kerülve elsüllyednek az ott lévő folyadékban. Ebben a baktériumok és az emésztőnedvek lebontják a rovarok fehérjéit, a levél pedig felszívja az emésztés során képződött anyagokat. A levelek fedői nem a rovarok visszatartására szolgálnak, hanem az esőtől védik a levélbelsőket.



125. ábra. Vénusz légycsapója



126. ábra. A kancsóka levele

A húsevő növények kisméretűek, nem mozognak aktívan. Csak passzív módon tudják befogni az apró állatokat. Nincs foguk, mérgük vagy egyéb támadóeszközük. Így az emberevő növényekről szóló mendemondák sem felelnek meg a valóságnak.

31. §. A NÖVÉNYEK VEGETATÍV SZAPORODÁSA



Megtudjátok, hogyan jönnek létre új növények a vegetatív szervekből.



Növeszthető-e egész növény levélből? És gyökérből? Miért oltják a gyümölcsfákat?

Már tudjátok, hogy a szaporodás valamely faj egyedszámának a növekedését jelenti, és mindig új szervezetek megjelenése kíséri. A szaporodás kétféle lehet: **ivaros** és **ivartalan**. Az ivartalan szaporodás többféle módja ismeretes, így az egysejtű szervezetek esetében a sejt feleződéssel osztódik (*baktériumok, amőbák, zöld szemesostoros*), mozgékony vagy mozdulatlan spórákkal szaporodik (*Chlorella, Chlamydomonas*). A többsejtű növények esetében a szaporodás igen elterjedt módja a *vegetatív* szaporodás.

A **növények vegetatív szaporodása** a vegetatív szervek különböző részeivel történik, és azon alapszik, hogy a növények könnyen képeznek új vegetatív szerveket, közte olyanokat, amelyeket elveszítettek, vagy amelyek hiányoznak.

A *természetes vegetatív szaporodás* emberi beavatkozás nélkül történik. A növényeket az ember saját szükségleteinek a kielégítése érdekében *mesterségesen szaporítja vegetatív úton*: elkülönít egyes növényi részeket és megteremti a feltételeket az új szervezet létrejöttéhez.

A növények **természetes vegetatív szaporodása** történhet gyökérrészekkel vagy szárrészekkel. Azonban ez leggyakrabban az említett szervek módosulásaival valósul meg.

A csorbóka, torma, homoktövis, meggy **módosult gyökerein** járulékos rügyek képződnek, amelyekből új növények sarjadnak. A járulékos gyökérrügyből fejlődő föld fölötti hajtást *gyökérsarjnak* nevezzük. Egyes növények, például a törékeny fűz esetében az anyanövénytől elkülönített **módosulatlan hajtások** is meggyökeresedhetnek.

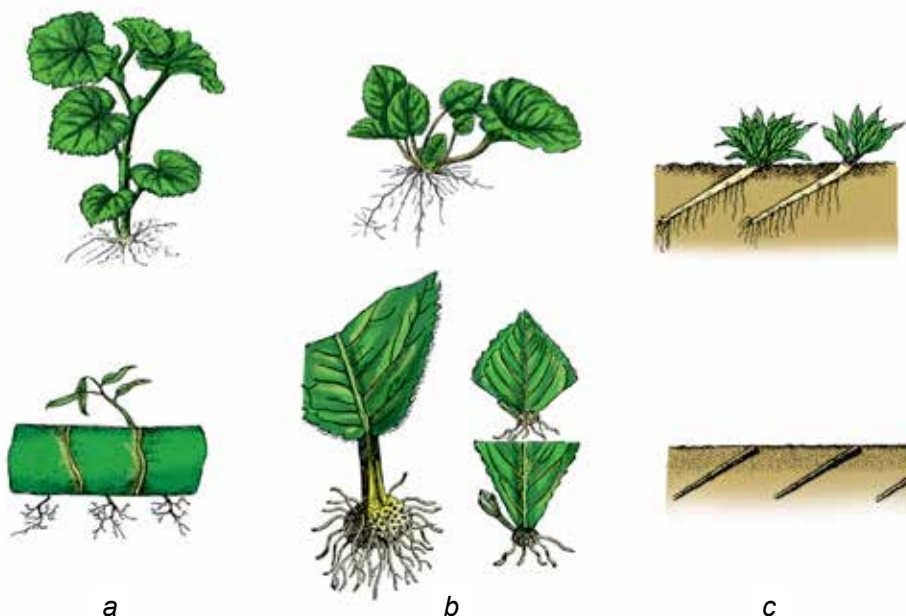
A járulékos rügyek, amelyekből új növények nőnek, könnyen képződnek a *gyökérgumókon*, amelyek **módosult gyökerek**. Gyökérgumókkal szaporodik a *dália* és a *salátaboglárka*.

A vegetatív szaporodásban majdnem mindig részt vesznek a **föld alatti módosult hajtások**. Például a *gyöktörzs* kis része is könnyen gyökeret ereszt, és új növényegyed fejlődik ki belőle. Ezért nehéz megszabadulni a *tarackbúza* nevű gyomnövénytől a konyhakertekben. A *gumóból* vagy *hagymából* kinövő új növény rendszerint maga is több új gumót vagy hagymát képez.

A föld fölötti módosult hajtásokkal való vegetatív szaporodás formái: *indákkal* (idézzétek fel, melyik növélynél), *sarjrügyekkel*, *léggumókkal* történő szaporodás. A *sarjrügyek* könnyen lehulló és gyökeret eresztő különleges rügyek, amelyekből új növények fejlődnek. Például a *korallvirágnál* a sarjrügyek a levél peremén képződnek, gyakran még az anyanövényen gyökerekkel rendelkező kis növényekké fejlődnek (127. a ábra). A legkisebb érintés hatására ezek a kis növények leesnek és önálló életet kezdenek. A *léggumók* kis hagymákra emlékeztetnek, és a levélhóonaljakban (*hagymás fogasír*, 127. b ábra) vagy virágok helyett a virágzatokban képződnek (termesztett fokhagyma).



127. ábra. Természetes vegetatív szaporodás: a – fiatal növények a korallvirág levelén; b – kis gumók a hagymás fogasír levélhóonaljaiban; c – kis gumók a fiadzó keserűfű virágzatában



128. ábra. Dugványtípusok: a – muskátli és buzogányvirág szárdugványai; b – csuporka és fokföldi ibolya levéldugványai; c – torma gyökérdugványai

Mesterséges szaporítás vegetatív úton. A növénynek azt a részét, amelyet az ember vegetatív szaporítás céljára különít el, *dugványnak* nevezzük. *Szárdugványoknak* nevezzük a hajtás rügyes, levél nélküli részeit. A *levéldugványok* egész levelek vagy levélrészek. A *gyökérdugványok* elkülönített gyökerek (128. ábra).

A dugványokat vízbe, nedves homokba, tőzegbe, műrostokba vagy ezek keverékébe helyezik az adott növényfaj számára optimális hőmérsékleten és megvilágítás mellett. A dugványon a vágás helyén intenzív sejtburjánzás indul be, és ennek következtében sajátságos hegyszövet, úgynevezett **kallusz** képződik (129. ábra). Ebből könnyen fejlődnek ki



129. ábra. Kallusz a szőlő szárdugványain

gyökerek. A szárdugványnál a gyökerek kifejlődésével gyakorlatilag befejeződik a vegetatív szaporodás, mivel valamennyi vegetatív szervvel rendelkező növény jön létre. A levéldugvány kalluszában először járulékos rügyek képződnek, majd ezekből hajtások nőnek ki, amelyeken járulékos gyökerek jönnek létre. A gyökérdugványokon járulékos gyökerekkel rendelkező járulékos hajtások keletkeznek.

Szárdugványokkal szaporodik a szobanövények többsége és a nyílt talajon élő növények (*ribizli*, *köszméte*, *fűz*). Dugványként használják a *fokföldi ibolya* és a *begónia* szobanövények levelét a levélnyéllel együtt (130. ábra). Gyökérdugványokkal szaporítják a *tormát*.

Bujtással való szaporításkor a növények (*ribizli*, *köszméte*, *mogyoró*) hajtását a talajhoz szorítják és leföldelik. A járulékos gyökerek és hajtások képződése után leválasztják őket az anyanövényről (131. ábra).

A vegetatív szaporítás fontos módszere a **növények oltása**. Ennél a módszernél az oltóvesszőt a saját gyökérrendszerrel rendelkező alanyba oltják be úgy, hogy metszési helyeiken egymáshoz szorítják őket, a vágás helyét pedig megvédik az elmozdulástól, kiszáradástól és szennyeződéstől. Az oltóvessző és az alany metszési és egymáshoz illesztési technikájától függően többféle oltástípus létezik (132. ábra).

Az utóbbi időben kifejlesztették a szövettenyésztés laboratóriumi módszereit, amelyek segítségével mesterséges táptalajokon, steril körülmények között, a legkisebb rügyekből, sőt egyes sejtekből is előállíthatók szaporítás céljából növények. Ezek a növények vegetatív szaporításának korszerű biotechnológiai módszerei (133. ábra). A segítségükkel tömegesen állítható elő vírusmentes szaporító anyag.



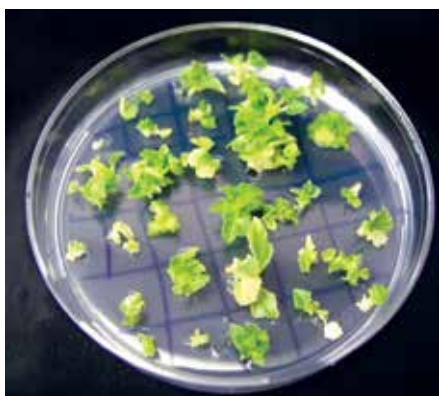
130. ábra. Fiatal növények a királybegónia levéldugványán



131. ábra. Ribizlibujtások



132. ábra. Növények oltása hónalj-rüggyel (a) és oltóvesszővel (b)



133. ábra. Új hajtások előállítása szövettenyészetből

Vegetatív szaporítással könnyen kaphatunk életerős fiatal növényeket. Nagyon fontos momentum, hogy az egy szervezetből előállított minden növény teljesen azonos lesz. Ezért a *burgonya-fajtákat*, a legtöbb gyümölcs- és bogyótermő kultúrát és az évelő virágos dísnövények (*tulipán*, *nőszirm*) fajtáit kizárólag vegetatív úton szaporítják.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A növények vegetatív szaporodása többsejtű testrészeikkel történik annak köszönhetően, hogy a növények könnyen képeznek új vegetatív szerveket.
2. Az ember széleskörűen alkalmazza a természetes és mesterséges úton történő vegetatív szaporodást új növényegyedek gyors előállítására és a fajtaminőség megőrzése céljából.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Vegetatív szaporodás és szaporítás, dugványok, bujtás, növényoltás, kallusz, szövettenyészet.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a szaporodás?
2. Mi a vegetatív szaporodás?
3. Mi a természetes és mesterséges úton történő vegetatív szaporodás?
4. Hogyan megy végbe a természetes vegetatív szaporodás?
5. Hogyan történik a vegetatív szaporítás?

FELADAT

Találjátok meg a helytelen állításokat:

1. A vegetatív szaporítás lehetővé teszi az utódok nagy változatosságának egy növényegyedből való előállítását.
2. Mesterségesen szaporíthatók vegetatív úton olyan növények is, amelyek a természetben nem szaporodnak vegetatív módon.
3. A természetes vegetatív szaporodás lehetővé teszi a növények számára sokkal több utód létrehozását.
4. Vegetatív szaporodás csak hajtásrészekkel történhet.



Megtudjátok, mi a virág, milyen részekből áll, és miért olyan változatosak a virágok.



Miért van szüksége a növénynek virágra? Milyen a virág felépítése? Miért vannak a virágnak szirmlevelei? Hogyan képződik a virágban a virágpor? Melyik a legkisebb és a legnagyobb virág?

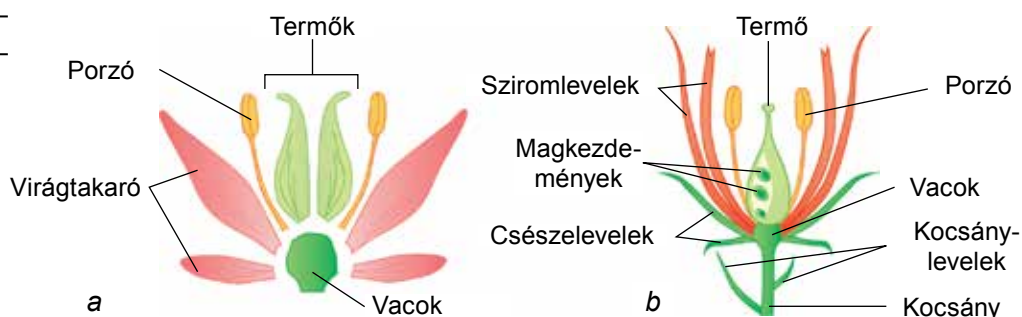
A virág (134. ábra) megrövidült, növekedésében korlátozott módosult hajtás, amely ivarsejteket képez, és megvalósítja a magokat tartalmazó termés kialakulásával záruló ivaros folyamatot. A **virág** a virágos növények magról történő szaporító szerve. A vegetatív hajtáshoz hasonlóan a virág is összetett szerv. Különböző szervekből – *virágkocsányból*, *vacokból*, *virágtakaróból*, *porzókból* és *termőből* – áll (135. ábra).



134. ábra. A magnólia virágának hosszmetszete

A virág tengelyrészét a kocsány és a vacok képezi. A **kocsány** a virág szárrésze, ezzel rögzül a hajtás szárához. Az *alma* virágában jól látható, míg az *útifűnél* gyakorlatilag észrevehetetlen (az ilyen virágot *ülő virágnak* nevezik). A virágkocsány a **vacokban** – a virág megvastagodott szárrészeiben – folytatódik, amelyhez a virágtakaró levelei, a porzók és a bibék rögzülnek.

A **virágtakaró** a virág burkát alkotó, levélszerű szervekből áll. A virágtakaró lehet egynemű (egyszerű) és kétnemű (kettős). Az egynemű virágtakaró (135. a ábra) azonos felépítésű levelekből – *lepelből* –



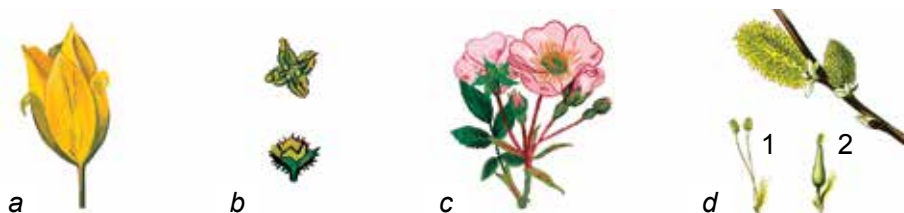
135. ábra. A virág felépítése

áll, ezek a lepellevelek. A kétnemű virágtakaró (136. c ábra) kétféle levéltípusból áll. Az alsó, a **csészt** alkotó leveleket *csészeleveleknek* nevezzük. A virágtakaró felső, színes leveleit *sziromleveleknek* nevezzük. A sziromlevelek **pártát** képeznek. Ha a virágnak nincs virágtakarója, akkor *csupasz* virágról (*füge, fűz*) beszélünk (136. d ábra).

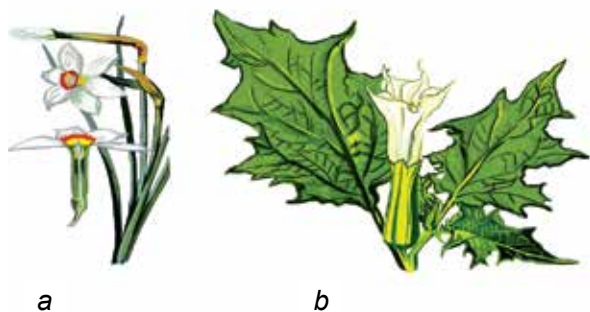
Az egyszerű virágtakaró levelei lehetnek zsengek és színesek, sziromszerűek, mint a *tulipánnál* vagy a *liliomnál* (136. a ábra), vagy a csészelevelekhez hasonlóan zöld színű, bőrszerű, pelyvaszerűek, ahogy a *csalánnál* és a *libatopnál* (136. b ábra). Az élénk színű egyszerű virágtakarót *pártaszerűnek*, a jellegtelen pedig *csészeszerűnek* nevezzük. A virágtakaró levelei lehetnek szabadok vagy csőszerűen összenőtték (137. b ábra).

Az egyszerű virágtakaró a virág belső részét védi, és egyúttal csalogatja a beporzó rovarokat. A kettős virágtakaróban a csésze védőfunkciót lát el, a beporzó rovarokat a párta csalogatja.

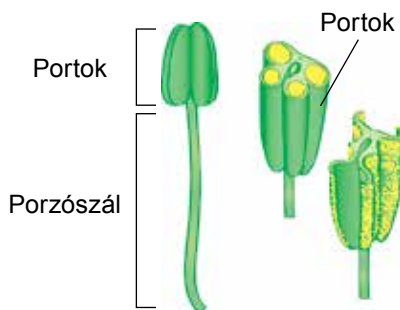
A virágtakaró fölött a vacokhoz rögzülnek a **porzók**, azaz a virág virágport létrehozó részei. Minden porzó *porzószálból* és a tetején található *portokból* áll. A portok keresztmetszete pillangóra emlékeztet. A portok két kétüregű portokfélből áll. A portoküregekben *virágpor* képződik (138. ábra).



136. ábra. Virágtakaró típusok: a – egynemű, pártaszerű (tulipán); b – egynemű, csészeszerű (csalán); c – kétnemű virágtakaró (csipkerózsa); d – a fűz csupasz virágai (1 – porzós virágok; 2 – termős virágok)



137. ábra. A virágtakaró részeinek összenövése:
a – nárcisz takarólevelei;
b – maszlag csésze- és szirmlevelei

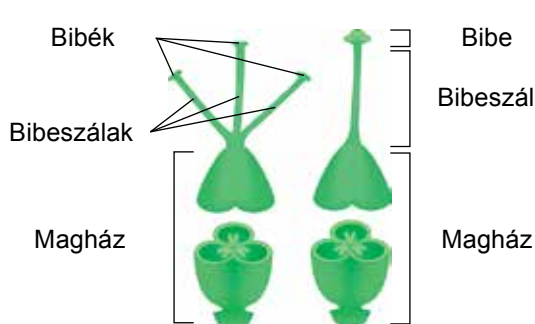


138. ábra. A porzó felépítése

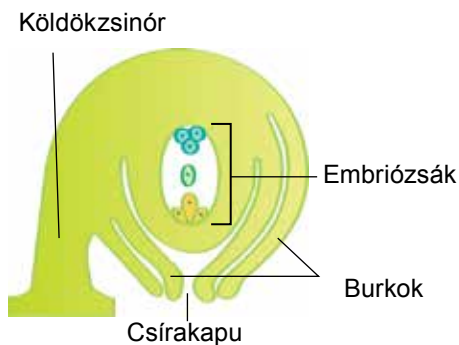
A **termő** a virágnak az a része, amelyben a magkezdemények fejlődnek. *Magházból, bibeszálból* (vagy több bibeszálból) és a tetején lévő *bibéből* áll (139. ábra). A magházban egy vagy több magkezdemény található. Ezek mindegyike nyélen ülő, egy vagy két burokkal körülvett kis testecske. A burkokban nyílás, a *csírákapu* található. A magkezdeményben *embriózsák* képződik (140. ábra). A bibe fogja be a virágport. A virágban lehet több egyszerű termő, vagy ezek egy összetett termővé nőnek össze.

Ha a magház a vacokban a többi virágrész rögzülési helyénél magasabban található, akkor *felső állású* magházzról beszélünk (*tulipán, paradicsom*). Ugyanakkor a *nárcisznál* és az *uborkánál* a magház *alsó állású*, mivel az ürege a virág többi részének rögzülési helyénél lejjebb helyezkedik el (141. ábra).

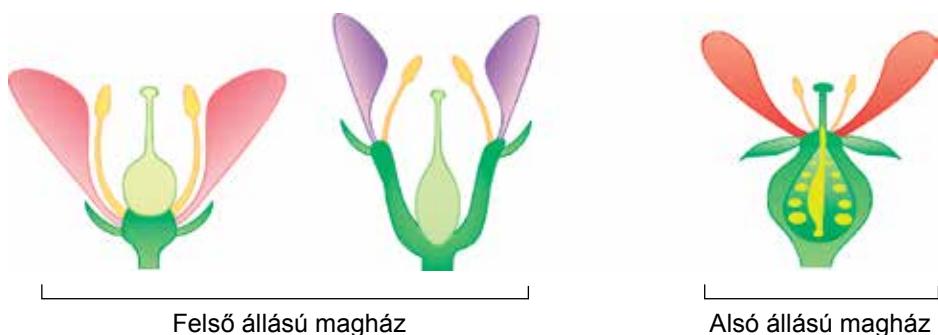
A növények többségének virágai kétivarúak. Ezekben ugyanis egyidejűleg találhatók mind porzók, mind termők. Azonban vannak egyivarú – porzók nélküli termős vagy termő nélküli porzós – virágok is, mint például az *uborka* vagy a *fűz* (136. d ábra).



139. ábra. A magház felépítése



140. ábra. Magkezdemény

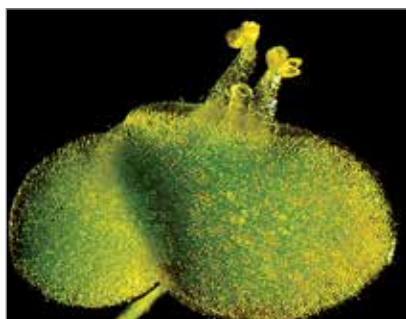


141. ábra. Magháztípusok

A virágok nagyon változatosak. Különböznek egymástól a részeik számát, helyzetét és szerkezetét, a méreteiket és színüket tekintve. Legkisebb, alig 1 milliméteres virágai a *békalencse* nevű vízinövénynek vannak (142. ábra). A világ legnagyobb virágának az Ázsia trópusi erdeiben honos *rafléziát* vagy *bűzvirágot* tartják. Ez a növény parazita, a teste szálabból áll, amelyek a *trópusi szőlő* gyökereiből törnek elő. A *raflézia* csak virágzáskor látható, amikor a talajfelszínen megjelennek a hatalmas, 1 méter átmérőjű virágai (143. ábra). De lehet, hogy nem ez a rekord. Az összeforrt virágtakarójú *óriás pipavirág* gramofontölcsérre emlékeztet (144. ábra). Egyes trópusi fajainak a virágátmérője eléri a 30 centimétert. A virágtakaró szélén farokszerű, mintegy 60 centiméter hosszú kinövés található.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A virág a virágos növények megrövidült, korlátozott növekedésű hajtása, a magokkal történő szaporodás szerve.
2. A virág tengelyrésze kocsányból, vacokból áll, amelyekhez a virág levélszerű szervei rögzülnek.



142. ábra. Békalencse virággal



143. ábra. Raflézia

144. ábra.
Óriás pipavirág



3. A virág burka egyszerű vagy kettős, a porzókat és termőket védő virágtakaróból áll.
4. A porzók virágport termelnek, a termők magkezdeményeket hoznak létre.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Virág, kocsány, vacok, virágtakaró, csésze, pártá, porzó, termő.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miből áll a virág tengelyrésze?
2. Mi a virágtakaró? Milyen a felépítése, mi a funkciója?
3. Milyen a porzó felépítése? Mi képződik benne?
4. Mi a termő? Milyen a felépítése? Mi képződik a termő belsejében?

FELADAT

Töltsétek ki a táblázatot a füzetetekben!

A virág részei	A virágrészek fő funkciói
Kocsány	
Vacok	
Egyszerű virágtakaró levelei	
Csészelevelek	
Sziromlevelek	
Porzó	
Termő	

Elemezzétek a táblázat tartalmát és feleljetek a következő kérdésekre!

1. A virág mely része határozza meg térbeli elhelyezkedését? Mit gondoltok, mi határozza meg az ülő virágok térbeli helyzetét?
2. Mi a különbség az egyszerű virágtakaró leveleinek és a csészeleveleknek a funkciói, valamint az egyszerű virágtakaró leveleinek és a sziromleveleknek a funkciói között?
3. Mi a különbség a porzók és a termők funkciói között?

KÍVÁNCSIAKNAK

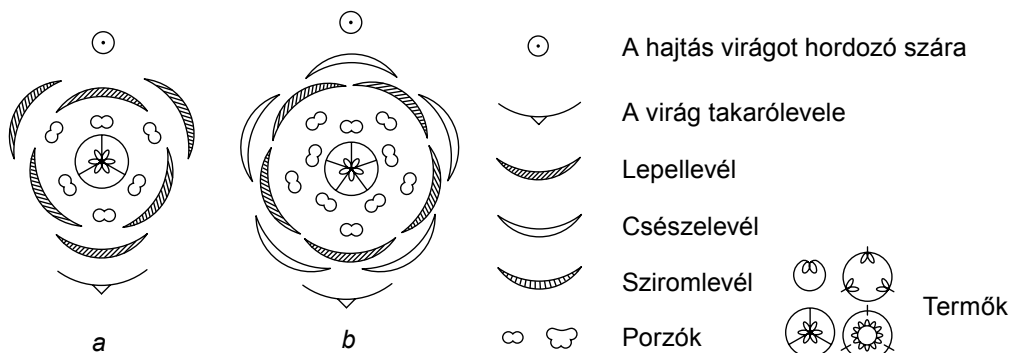
A virág szerkezete rövid képlettel is leírható. A virág egyes részeit betűkkel jelöljük:

L – egynemű virágtakaró; CS – csésze; P – pártá; PO – porzók; T – termőlevelek (a termőt alkotó módosult levelek).

A virágtakaró-levelek, csészelevelek, sziromlevelek, porzók és termőlevelek számát a megfelelő betű jobb oldalán számmal jelöljük. Ha a számuk nagy, és nincs meghatározva, akkor végtelen ∞ jelet teszünk. Ha a virágrészek körökben he-

Virágdiagramok

Egyezményes jelek



145. ábra. Virágdiagramok és egyezményes jelek

lyezkednek el, akkor a számukat minden egyes körben + jelet használva tüntetjük fel. A virágrészek növekedését () zárójelekkel jelöljük, a magház állását a termőlevelek alatt (alsó állás) vagy fölött (felső állás) – jellel jelezzük.

A virág szerkezete diagrammal is ábrázolható, ami nem más, mint a virág felépítésének vázlata, amelyen az egyes részeket egyezményes jelek mutatják (145. ábra).

A 136. ábrán a tulipán virágának ábrázolása látható. Diagram formájában a 145. a ábra mutatja. A tulipán virágképlete: $L_{3+3} P_{3+3} T_{(3)}$. A csipkerózsa virágképlete (145. b ábra) a következő: $CS_5 P_5 PO_{\infty} T_{\infty}$. A botanikai szakirodalomban a virág részeit a virágképletekben a latin megnevezések nagy kezdőbetűivel jelölik, előttük leírják a virág általános jegyeit.

33. §. A VIRÁGOS NÖVÉNYEK MEGPORZÁSA ÉS MEGTERMÉKENYÍTÉSE

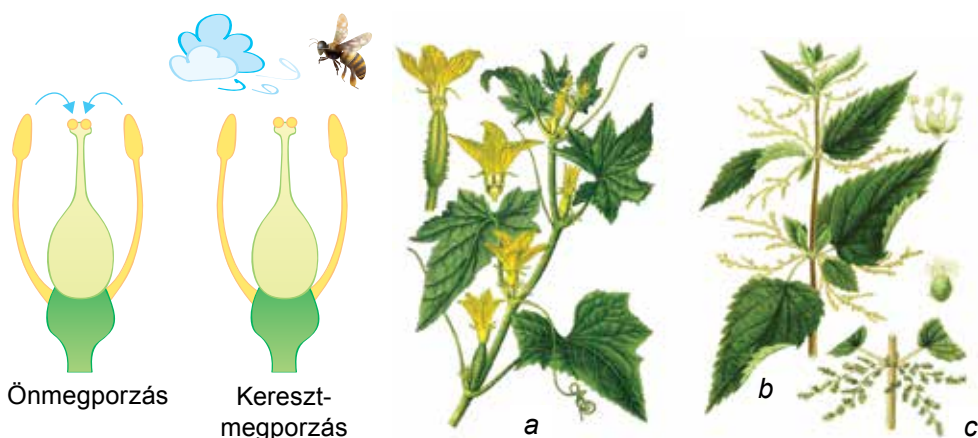


Megismeritek a virágos növények magjának fejlődését megelőző megporzás biológiai jelentőségét és a megtermékenyítés sajátosságait.



Hogyan jön létre a növény? Milyen növények alkalmazkodtak a rovarok általi megporzáshoz? Segítenek-e a rovarok a növényeknek? Miért van a virágoknak illatuk? Miért nincsenek zöld színű szirmok? Mi a virágpor?

Megporzás. A virágos növényeknél a megporzás és a megtermékenyítés a virágban történik. A **megporzás** azt jelenti, hogy a virágpor a portokból átkerül a termő bibéjére. A megporzásnak két típusa van: *önmegporzás* és *keresztmegporzás*. Az *önmegporzó* növényeknél



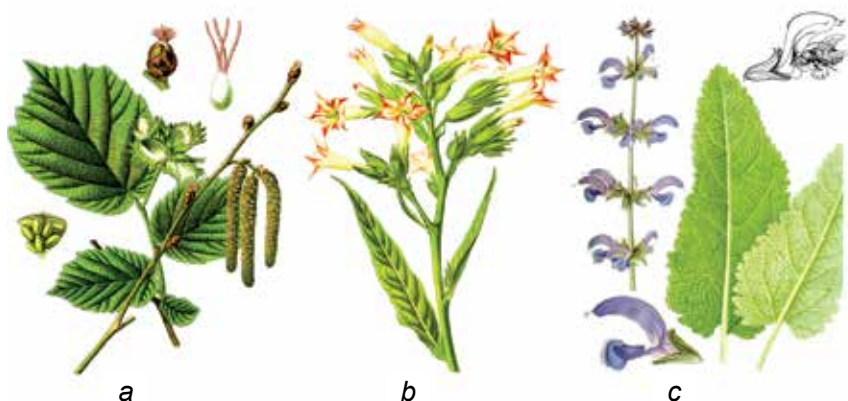
146. ábra. Megporzástípusok

147. ábra. Egylaki és kétlaki növények: az uborka növény porzós és termős virágokkal (a); a csalán két egyede porzós (b) és termős (c) virágokkal

(borsó, búza) ugyanazon a virágon belül kerül a virágpor a termőre, míg *keresztmegporzás* esetén más virágból jut a termőre a virágpor (146. ábra). Önmegporzás végbemehet például zárt bimbón belül (*ibolya*). A keresztmegporzáshoz való alkalmazkodás az *egyivarú* virágok létrejötté. Ha egy növényen vannak mind porzós, mind termős virágok, akkor az ilyen növényt **egylakinak** nevezzük (*mogyoró, dió, uborka*) (147. a ábra). Amikor a porzós és termős virágok a növények más-más egyedein találhatók, úgy **kétlaki** növényekről beszélünk (*kender, fűz, kétlaki csalán*) (147. b, c ábra).

A virágok **megporzási módja** különböző lehet. A szélmegporzású növények (*mogyoró, 148. a ábra*) virágai rendszerint aprók, csupaszok és jellegtelenek, nincs illatuk, sok, nem ragadós virágporuk és tollas bibéjük van. Az állatok is porozzák a virágokat, leginkább rovarok. Ezek elsősorban a tápláló virágpor és az édes nektár miatt keresik fel a virágokat. A megporzó állatokat a virágok színe és illata is vonzza. Így például a lepkéket és a méheket a könnyű mézillat, a legyeket pedig romlott húsera emlékeztető szag csalogatja a virágokhoz. A *rovarmegporzású* növények virágpora ragacsos.

A rovarmegporzású növények virágainak szerkezete olyan, hogy megbízható módon lehetővé teszi a virágpor átvitelét a termő bibéjére, és óvja a nektárt azoktól az állatoktól, amelyek nem porozzák meg a virágot. A *dohány* illatos, fehér virágát, amelynek hosszú, csőszerű a pártája, hosszú szívókával rendelkező éjjeli lepkék porozzák meg



148. ábra. Különböző megporzású növények: a – szélmegporzású mogyoró; b – rovarmegporzású (éjjeli lepkék) dohány; c – rovarmegporzású (méhek) zsálya

(148. b ábra). A méhek és dongók a rövid és széles pártájú virágok megporzását végzik (148. c ábra). A csipkerózsa szélesre nyílt virágait gyakran bogarak porozzák meg. Ezeknek a virágoknak sok porzójuk van, törékeny termőik pedig a kehelyszerű kocsány mélyén helyezkednek el. Nem csak a rovarok, hanem más állatok is képesek a virágok megporzására. A trópusokon gyakran kolibri madarak (149. ábra) és denevérek (150. ábra) végzik a virágok megporzását.

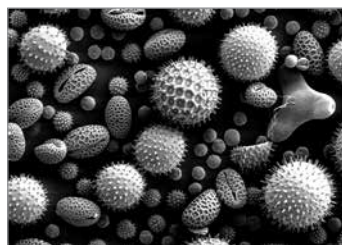
A **virágpor (pollen)** apró *virágpor szemcsékből* (*pollenszemcsékből*) áll. Ezeket kemény burok fedi különböző felszíni kinövésekkel, amelyek egyfelől óvják a virágpor szemcse belsejét, másfelől pedig elősegítik a termő bibéjén való megtapadását (151. ábra). A bibére került virágpor szemcse két mozdulatlan hím ivarsejtet tartalmazó **pollentömlőt** kezd növesztetni (152. ábra). A pollentömlő növekedése során spermiumok a magkezdeményhez jutnak.



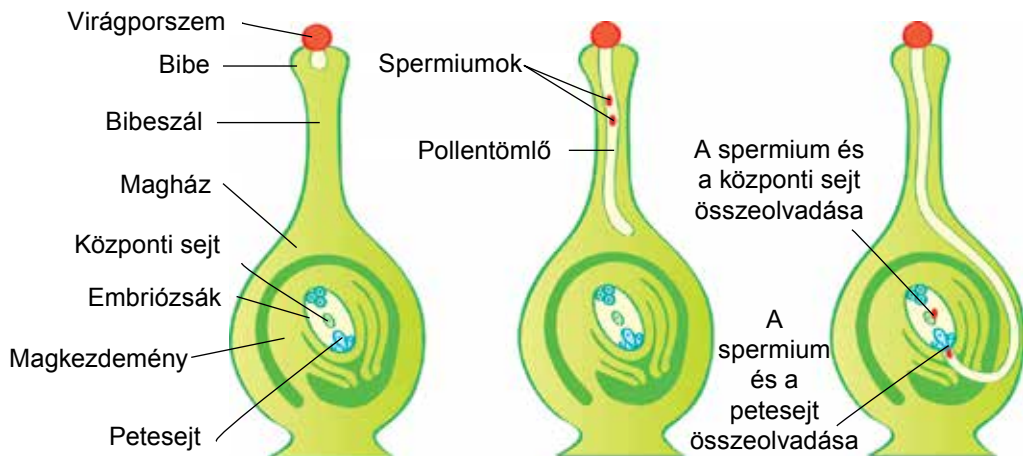
149. ábra. Hibiszkusz nektárával táplálkozó kolibri



150. ábra. Kandeláberkaktusz virágát megporzó denevér



151. ábra. Virágos növények virágpor szemcséi



152. ábra. A pollentömlő növekedése és a kettős megtermékenyítés

A magkezdemény **embriózsákjában** képződik a női ivarsejt, azaz a petesejt. A virágos növények többségénél az embriózsák hét sejtből áll: egy nagy központi sejtől és hat kisebb méretűből, amelyek egyike petesejt. Amikor az embriózsák belenő a magkezdeménybe és eléri az embriózsákot, a vége megreped, és a két hím ivarsejt – a spermiumok – a petesejt közelében kikerül belőle.

Megtermékenyítés. A két spermium pollentömlőből való kijutása után elkezdődik a csak a virágos növényekre jellemző **kettős megtermékenyítés** folyamata, amelyet Szergej Gavrilovics Navasin, a kijevi Szent

Megtermékenyítés – a hím és a női ivarsejtek egyesülése.

Volodimir Egyetem (ma Tarasz Sevcsenko Kijevi Nemzeti Egyetem) professzora fedezte fel 1898-ban. Az egyik spermium a petesejttel egyesül. A petesejt megtermékenyítésének eredményeként zigóta képződik, amelyből az új növény embriója fejlődik ki. A másik spermium az embriózsák nagy központi sejtjével olvad össze. A megtermékenyített központi sejt osztódni kezd, és táplálósövetet, **endospermiumot** képez, amelyben tápanyagok raktározódnak. A zigótából fejlődő embrió az endospermiumba van beágyazódva, és attól kapja a szükséges tápanyagokat a fejlődéséhez. Ennek eredményeként a magkezdeményből mag képződik.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A virág felépítése minden növény esetében meghatározza a megporzás típusát és módját.

2. A virágos növények virágporának fő funkciója mozdulatlan hím ivarsejtek – spermiumok – képzése.
3. A virágos növények megporzásának és a pollentömlő kialakulásának a biológiai jelentősége a spermiumoknak az embriózsákban lévő magkezdeménybe való juttatásában rejlik.
4. Az embriózsák fő funkciója a női ivarsejt – petesejt – képzése.
5. A kettős megtermékenyítés biológiai jelentősége abban nyilvánul meg, hogy egyszerre jön létre az új virágos növényegyed embriója és az azt tápláló szövet, az endospermium.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Megporzás, egylaki növények, kétlaki növények, pollentömlő, megtermékenyítés, kettős megtermékenyítés, endospermium.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a megporzás?
2. A megporzás milyen típusait és módjait ismeritek?
3. Melyek a virágos növények virágporaszemcséinek és pollentömlőjének fő funkciói?
4. Mi az embriózsák alapvető funkciója?
5. Miért nevezik kettősnek a virágos növények megtermékenyítését?

FELADAT

1. Töltsétek ki a füzetetekben a táblázatot!

Objektum	Hol képződik?	Hova kerül?	Mi szállítja?	Fő funkció
Virágpor-szemcse				
Spermiumok				

2. Gondolkodjatok el azon, hogy befolyásolja-e a virágos növények megporzásának módja a virágporaszemcsék vagy a spermiumok alakját!

KÍVÁNCSIÁKNAK

A tápanyagok tárolására szolgáló tápláló magszövetet régóta endospermiumnak nevezik. A magkezdeményben a megtermékenyítés előtt képződő endospermiumot elsődleges endospermiumnak nevezik. Ez azoknál a növényeknél fordul elő, amelyeknek vannak magjaik, de nincsenek virágaik (*erdeifenyő*, *lucfenyő*). Ugyanakkor a virágos növényeknél az endospermium csak a petesejt megtermékenyítése után, az embriózsák központi sejtjének megtermékenyítésének következtében alakul ki. Az ilyen endospermiumot másodlagosnak nevezik. A másodlagos endospermium képződésének köszönhetően megelőzhetővé válik a tápanyagok fölösleges felhasználása abban az esetben, ha a petesejt nem termékenyül meg.



Megtudjátok, hogyan helyezkednek el a virágok a növényen, megismeritek a virágzatokat, amelyekbe a virágok egyesülnek a közös megtermékenyítés lehetővé tétele végett.



Hogyan helyezkednek el a virágok a növényen? Hogyan fejlődnek a gyermekláncfű virágai?

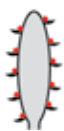
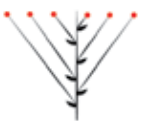
A **virágzat** a virágok képzésére szakosodott hajtások rendszere. A virágzat külön virágcsoporthként érzékelhető. A virágzatban lévő virágok közösen vonzzák a megporzást végző rovarokat. A virágzatra szálló egy méh egyszerre sok virágot megporoz. Ezért a megporzó állatok csalogatására szolgáló szervek a virágzat nem mindegyik virágában fejlődnek ki, aminek köszönhetően a növénynek kevesebb tápanyagra van szükségük.

Az elágazás fokát tekintve a virágzatokat *egyszerűekre* és *összetettek-re* osztják. Az **egyszerű virágzatokban** a fő tengelyen csak magános virágok helyezkednek el, az **összetett virágzatokban** a fő tengelyen több virágot tartó oldalágak találhatók.

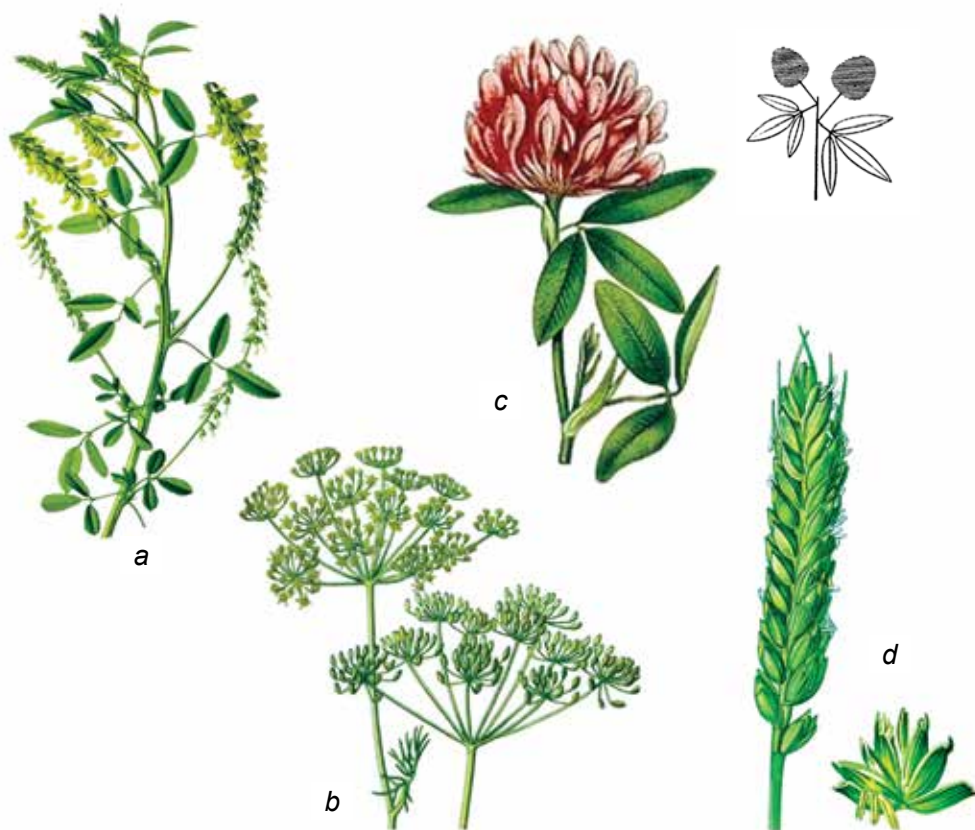
Az egyszerű virágzatok fajtáit a virágzattengely hosszúsága, vastagságának mértéke és a virágkocsányok viszonylagos hossza által meghatározott általános külalakjuk szerint különböztetik meg.

Fő virágzattípusok				
	Váz	A virágzat leírása	Példa	Más példák
Egyszerű	 Fürt	Fő tengelye egyenes, megnyúlt, nem vastag. A virágkocsányok majdnem azonos hosszúságúak	 Gyöngyvirág	Sóska-bor-bolya, eper-gyöngyike
	 Barka	Tengelye hosszú, lecsüngő, virágkocsányai azonos hosszúságúak	 Zelnicemeggy	Nyár
	 Füzér	Hosszú tengely ülő virágokkal	 Széles levelű útifű	Füzérte-kercs, kígyófü

Fő virágzattípusok

	Váz	A virágzat leírása	Példa	Más példák
Egyszerű	 Torzsa	Fő tengelye hosszú, megvastagodott, virágai ülők	 Kála	Kukorica (termős virágok), flamingó-virág
	 Sátor	Fő tengelye megnyúlt, a virágkocsányok különböző hosszúságának köszönhetően mindegyik virág egy vízszintes síkban található	 Körte	Galagonya
	 Ernyő	Fő tengelye erősen megrövidült, virágkocsányai majdnem egyforma hosszúságúak	 Vérehulló fecskefű	Kankalin
	 Gomb	Tengelye megrövidült, gömb vagy tojás alakú, néha megvastagodott, virágai ülők	 Eperfa	Iringó, komló
	 Fészek	Tengelye megrövidült, széles. Ülő virágai szorosan helyezkednek egymás mellett a majdnem lapos vagy erősen domború felszínen	 Körömvirág	Krizantém, kamilla, gyermek-láncfű
Összetett	 Buga	Oldalágainak az elágazódási foka az alap irányában rendszerint növekszik	 Csativirág	Vörös bodza, legyezőfű

Az összetett virágzat tipikus példája a **buga** virágzat. A többi összetett virágzatot egyszerű virágzatok együttese alkotja (153. ábra).



153. ábra. Összetett virágzatok: a – somkóró összetett fürtvirágzata; b – kapor összetett ernyővirágzata; c – búza összetett füzérvirágzata

A virágok virágzaton belüli együttműködésének szemléletes példája a különálló virágra emlékeztető virágzat. A *medvetalp* összetett ernyővirágzatában a szélső virágok külső szirmlevelei erősen megnövekednek, és ezzel olyan benyomást keltenek, mintha összefüggő pártát alkotnának. A *ká-nyabangita* virágzatának szélső virágai nagyok, és nem tudnak beporzódni. A szerepük az, hogy a virágzat jellegtelen, apró központi virágaira csalogatják a megporzást végző rovarokat. A körömvirág és napraforgó fészekvirágzatainak csészeszerű burkuk, sziromszerű szélső és apró, csöves központi virágai vannak. Az ilyen fészekvirágzatot a mindennapokban helytelenül nevezik virágnak.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A virágzatot virágok csoportja alkotja, ez a virágforma növeli a megporzás hatékonyságát.

2. Az egyszerű virágzatok változatossága a fő virágtengely eltérő viszonylagos hosszúságának és szerkezetének, valamint a virágkocsányok hosszának köszönhető.
3. Az összetett virágzatok az egyes virágok vagy egyszerű virágzatok egy virágzatban való egyesülésével jönnek létre.
4. A funkciók megoszlása a virágzat virágai között egy virágra hasonlító virágzat kialakulását eredményezi.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Virágzat, egyszerű virágzat, összetett virágzat.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a virágzat?
2. Milyen ismérvek vagy jegyek alapján osztályozzák a virágzatokat?
3. Melyek az egyszerű virágzatok főbb fajtái?
4. Az összetett virágzatok milyen példáit ismeritek?
5. Mi a virágzat kialakulásának biológiai jelentősége?

FELADAT

1. Töltsétek ki a táblázatot a füzetetekben!

Virágzatfajta	A virágzat tengelyhossza	A virágzat tengelyének megvastagodása	A virágkocsányok hossza
Fürt			
Barka			
Füzér			
Torzsa			
Sátor			
Ernyő			
Gomb			
Fészek			

Mely virágzatpárokat nem lehet megkülönböztetni egymástól a táblázatban felsorolt jegyek alapján? Milyen kiegészítő ismérveket kell felhasználni ezeknek a virágzatpároknak a meghatározásához?

2. Hasonlítsátok össze a bugát és az összetett fürtöt (153. a ábra)! Rajzoljátok le az összetett fürt vázát! Miben különbözik a buga az összetett fürttől?



Megtudjátok, milyen a mag külső felépítése és belső szerkezete, hogyan történik a csírázása, és milyen körülmények szükségesek ehhez, továbbá megismeritek a csíra fejlődését.



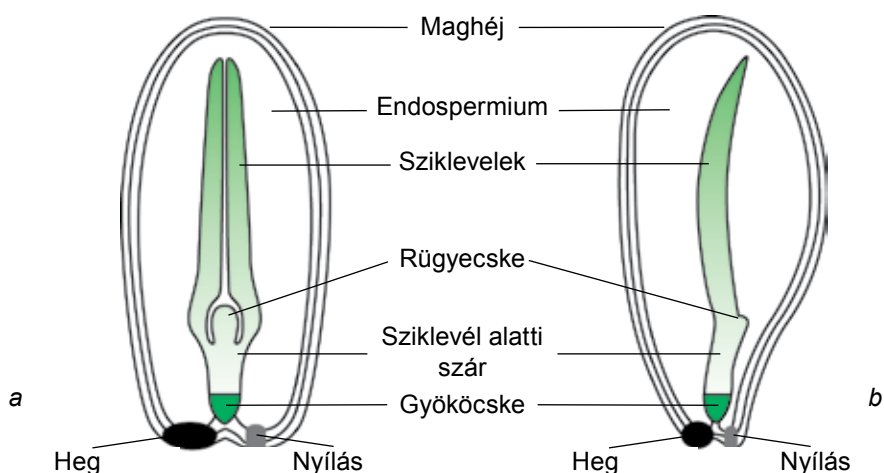
Hogyan képződik a mag? Miért van szüksége a növénynek magra? Hogyan fejlődik ki a magból a növény?

A **mag** (154. ábra) a virágos növények magkezdeményéből képződik a kettős megtermékenyítést követően. A magkezdemények burkai maghéjjá alakulnak át, amelyben megmarad a nyílás. Az endospermium nő, és táplálja a petesejt megtermékenyítése után fejlődésnek induló embriót. Az embriónak (csírának) van *csíragyökere* (gyököcskéje), *sziklevel alatti szára*, a virágos növényeknél van egy vagy két sziklevel és hajtáskezdemény-rügyecske. A magkezdemény köldökzsinórjának elhalála után a maghéjon **heg** marad vissza.

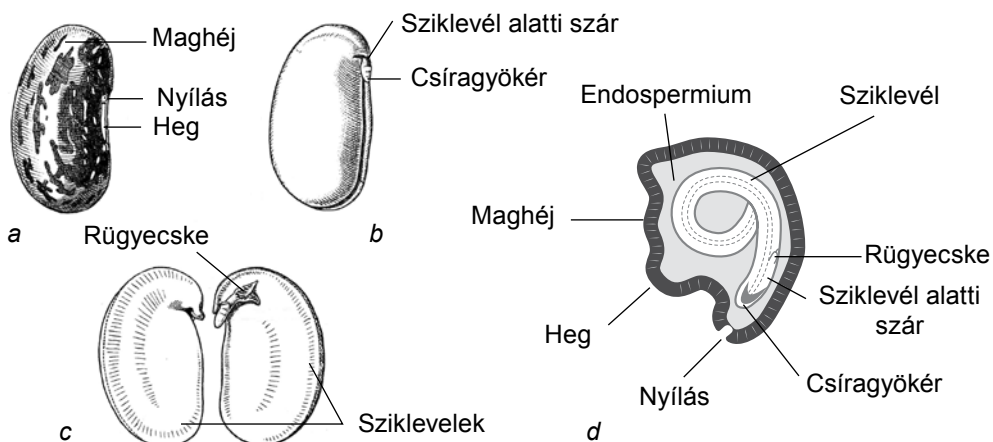
Mag – a növényi embrió és a fejlődéséhez szükséges tápanyagkészlet maghéjjal burkolt része.

Heg – a magnak a magkezdemény köldökzsinórjáról való leválásának helye.

Egyes növények esetében (*bab*, 155. ábra, *borsó*, *uborka*) az embrió teljes mértékben felhasználja az endospermiumot a saját fejlődéséhez, míg a mag tartalék tápanyagai a sziklevelekben találhatók.



154. ábra. A mag két szikleveles (a) és egy szikleveles (b) embriójának felépítése vázlatosan



155. ábra. A mag felépítése: a – a bab külalakja; b – babembrió; c – babembrió szétválasztott sziklevelekkel; d – hagymamag metszete

A magnak a csírázáshoz bizonyos nyugalmi időszakra van szüksége. A mag csírázásához megfelelő nedvességre, levegőre és az adott növényfaj számára optimális hőmérsékletre (*borsó, sárgarépa* – 1–2 °C-tól, *uborka, paprika* – 10 °C-tól) van szükség. A csírázás első jele a mag megduzzadása. A csírázás (156. ábra) során megnyúlik a sziklevél alatti szár. Ez a magháj hasadásán át kinyomja a csíragyökert.



156. ábra. A bab magjának csírázása

Ettől a pillanattól kezdve az embrió csírává alakul át. A gyökér azonnal elkezd lefelé nőni, és ezzel rögzíti a csírat a talajban, vízzel látva el azt. A föld fölötti sziklevelekkel rendelkező növényeknél erősen megnyúlik a sziklevél alatti szár, hurokszerűen behajlik, majd kiegyenesedik és a talajfelszín fölé tolja a szikleveleket.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A mag tartalmazza és maghájjal védi a jövő növény embrióját és a csírázáshoz szükséges tápanyagokat.
2. A mag csírázásának előfeltétele a nyugalmi időszak befejeződése, optimális nedvesség, hőmérséklet, megvilágítottság és a légzéshez szükséges levegő megléte.
3. A mag csírázása a csíragyökér maghájon való áttörését eredményező duzzadása után kezdődik, amikor a magból csíra fejlődik.

Mag, heg.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen a mag külső felépítése és belső szerkezete?
2. Melyek a mag csírázásának feltételei?
3. Mi a csíra?
4. Hogyan történik a mag csírázása?

FELADAT

Megismertétek a mag külső felépítését és belső szerkezetét, és azt, hogy mi történik a csírázása során. Szerintetek miért van szüksége a növénynek magra?

36. §. A TERMÉS



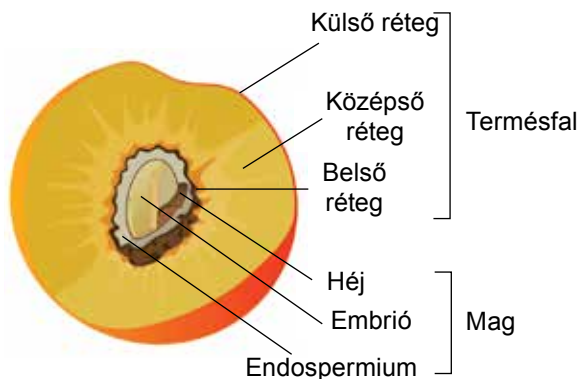
Megtudjátok, mi a termés, milyen a termések változatossága és jelentősége.



Hogyan képződnek a termések? Miért olyan változatosak a termések? Miért van szükségük a növényeknek az állatok és emberek által annyira kedvelt termésekre?

A növények a termések segítségével terjesztik a magjaikat. A terméshártya a magház falából fejlődik és külső, középső és belső rétegből (terméshártyából) áll (157. ábra). A terméshártya alatt egy vagy több mag található.

Termés – a növény része, amely a virágból fejlődik a mag érése során.



157. ábra. A mag belső szerkezete

Sok termésfajta ismeretes, amelyek elsősorban a következő ismérvek alapján különböznek egymástól:

- 1) a fejlődésükben (egyszerű vagy összetett termőből);
- 2) a termésfal szerkezetében (száraz vagy húsos);
- 3) a magok számában (egymagvú vagy többmagvú);
- 4) a felnyílásban vagy elbomlásban.

Egyszerű termőből képződő termések				
	Vázlatos alak	Példa	Más példák	Felnyílnak vagy elbomlanak
Többmagvú				
Száraz	 Tüsző	 Szarkaláb	Júdasfa	A levélhez hasonlóan bomlanak ki
	 Hüvely	 Aranyeső	Borsó, bab, sárga akác	Felnyílik a két spirálisan összetekeredett kopácsuk
Egymagvú				
Száraz	 Makkocska	 Tócsagaz	Palástfű, vérfű	Nem nyílnak fel
	 Mag	 Búza	Rozs, rizs, kukorica	Nem nyílnak fel
Húsos	 Csonthéjas	 Babérmeggy	Őszibarack, szilva, sárgabarack	Nem nyílnak fel

Ha a termés olyan virágból fejlődik, amelyben több egyszerű termő található, akkor több kis termést tartalmazó termések fejlődnek, amelyeket **csoportos tüszőtermésnek** (gólyahír, harangláb), **csoportos aszmagtermésnek** (boglárfű, szamóca, csipkerózsa), **csoportos csonthéjas termésnek** (szeder, málna) nevezzük (158. ábra).



a



b



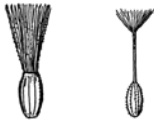
c

158. ábra. Több egyszerű termőt tartalmazó virágból fejlődő termések:
a – harangláb csoportos tűzőtermése; b – szamóca csoportos aszmagtermése;
c – málna csoportos csonthéjas termése

Összetett termőből képződő termések

	Vázlatos alak	Példa	Más példák	Felnyílnak vagy elbomlanak
Többszámú				
Száras	 Tok	 Tyúkhúr	Liliom, mák, harangvirág	Felnyílnak
	 Becő	 Repce	Mustár, pásztortáska	Felnyílnak
Húsos	 Bogyó	 Paradicsom	Ribizli, köszméte	Nem nyílnak fel
	 Narancs	 Citrom	Narancs, mandarin	Nem nyílnak fel
	 Alma	 Berkenye	Alma, körte	Nem nyílnak fel
	 Kabak	 Tök	Dinnye, uborka, spárga tök	Nem nyílnak fel
	 Csonthéjas bogyó	 Kányabangita	Bodza, kutyabenge	Nem nyílnak fel

Összetett termőből képződő termések

	Vázlatos alak	Példa	Más példák	Felnyílnak vagy elbomlanak
Egymagvú				
Száras	 Makk	 Tölgy	Tölgy, mogyoró, hajdina	Nem nyílnak fel
	 Lependék	 Köris	Szil	Nem nyílnak fel
	 Szem	 Gyermekláncfű	Napraforgó, farkasfog	Nem nyílnak fel
	 Csonthéj	 Dió	Mandula, kókuszpálma	Nem nyílnak fel

Az egymáshoz szorosan illeszkedő virágokból álló virágzatokból *terméscsoport* képződik, amelyeket a hétköznapokban nem különböztetünk meg a szokványos termésektől. Ilyen az *eper* terméscsoportja, amelyben a terméshúst a virágtakaró makktermések körüli levelei alkotják, a *füge* a belsejében lévő makktermésekkel (nem magokkal!), az *ananász* hatalmas terméscsoportja (159. ábra).

Terméscsoport – termések virágzatból képződött tömör csoportja.

A termések hatalmas változatossága a virágos növények terjedését szolgálja. A virágos növények terjedhetnek magokkal és termésekkel vagy azok részeivel. Néha a magok az anyanövény közelében hullanak le. Más esetekben erővel lökődnek ki a felnyíló termésből, mint a *sárga akácnál* és a *nebáncsvirágnál*, míg a *magrúgó tők* akár 10 méteres távolságra is képes kilövellni a magjait.



159. ábra. Terméscsoport: a – eper; b – füge; c – ananász

A tengervíz a trópusok partvidékei mentén széthordja a *kókuszpálma* száraz csonthéjas terméseit, a folyó- és állóvizek a sás tömlővel borított szemterméseit, a *tavirózsa* és a *vallisneria* nyálkás magjait. A szél messzire elviszi az *orchideák* porszerű magjait, a *kőris* és *juhar* szárnyas lependék terméseit, a *fűzike* szőrrel borított magjait és a *gyermekláncfű* szemtermését. A *mák* hajlékony száron lévő, felnyílt tokjából a magok szinte katapultálnak egy-egy erős széllelés hatására vagy ha állat lendíti ki.

Amikor az állatok a húsos terméseket eszik, a magok a testükhöz tapadhatnak, például a madarak csőréhez, így nagy távolságra vihetik el azokat. A magok vagy a csonthéjas termések gyakran úgy mennek át az állatok emésztőrendszerén, hogy nem károsodnak, sőt ezt követően jobban csíráznak. A *zsálya* ragadós, a *bojtorján* horgocskákkal borított tapadós termését és a *sárgarépa* termésrészeit az állatok a testfelületükön viszik egyik helyről a másikra.

Az ember a ruházatán, lábbelijén, járműveinek a kerekein és rakományokkal terjeszti a növényeket. Így hurcolták be Európába Amerikából a *parlagfű* és a *parlagi rézgyom* nevű gyomnövényeket. Ugyanakkor Európából a *széles levelű útifű* került ily módon Amerikába. Egyes gyomnövények alkalmazkodtak a mezőgazdasági kultúrák vetésének és betakarításának ritmusához, így most az ember maga terjeszti ezeket a növényeket a vetéssel, mivel nagyon nehéz kiszűrni őket a vetőmagból.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A termés virágból fejlődik a mag érése során.
2. A termés biztosítja a mag terjedését. A virágos növények magvai kiszóródnak a termésből vagy a termés egészszével, vagy részeivel terjednek.
3. A termések változatossága a növények terjedésének változatosságával kapcsolatos.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Termés, csoporttermés.

1. Mi a termés?
2. Milyen ismérvek alapján különböztetik meg a termésfajtákat?
3. Minek köszönhetően hódíthatnak meg a növények új területeket?
4. A termések és magok mely ismérvei jellemzőek a szélmegporzású növényekre?
5. A termések és magok mely ismérvei jellemzőek az állatok által terjesztett növényekre?

FELADAT

Gondolkodjatok el az alábbi kérdéseken, és feleljetek rájuk!

A *gyermekláncfű* könnyű szemtermését könnyen felkapja, és nagy távolságokra elviszi a szél a szörkészlékének köszönhetően. A *kőris* és a *juhar* szárnyas lependék termései ugyanakkor viszonylag nehezek, mégis a szél terjeszti őket. Mit gondoltok, mi a különbség ezeknek a terméseknek a terjedési mechanizmusát illetően? Miért a fákra jellemzők a szárnyas termések?

37. §. A NÖVÉNYEK MOZGÁSAI



Megtudjátok, a növények hogyan változtatják szerveik térbeli helyzetét, és ennek mi a jelentősége.

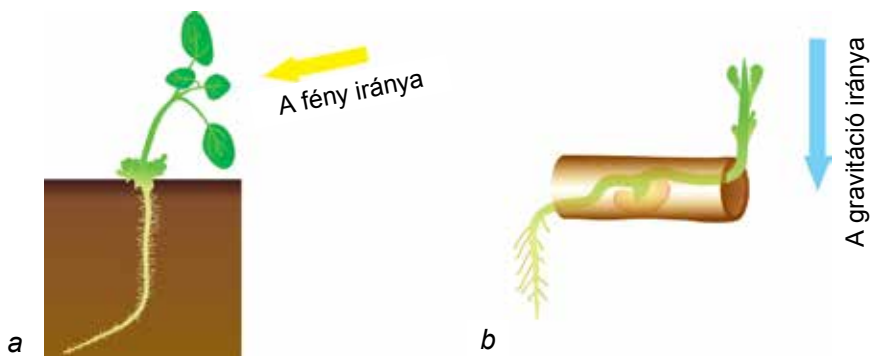


Alszanak-e a növények? Miért nő a hajtás felfelé, a Nap, míg a gyökér lefelé, a Föld középpontjának irányába? Hogyan találják meg a támaszokat a csavarodó és a kapaszkodó növények? Miért nevezik a mimózát „szégyenlősnak”?

A fotoszintetizáló szervezetek között a helyváltoztatás képességével csak az egysejtű moszatok és néhány többsejtű moszat rendelkezik. A tipikus növények rögzítve vannak, és nem tudják változtatni térbeli helyzetüket. Bizonyos „passzív” mozgási lehetőséget a növényeknek a föld alatti és föld fölötti hajtásaik – a gyöktörzsek és az indák – biztosítanak, amelyek segítenek a növénynek abban, hogy új helyre „mőjön át”. Azonban igazi, olykor meglehetősen gyors mozgás is megfigyelhető egyes növényi szervek esetében.

A növekedés közbeni mozgást, amelynek az irányát külső tényező határozza meg, **növekedési mozgásnak** nevezzük.

Mivel a növények fotoszintetizálnak, ezért a hajtásaik növekednek, a levelek pedig a lemezeikkel a fényforrás felé fordulnak. Ez jól megfigyelhető az ablakpárkányon elhelyezett növényeknél, mivel a fény a szobába mindig az ablakon át jut be. Ugyanakkor a gyökerek, amikor a talaj felszínére kerülnek, a fényforrástól elfelé nőnek (160. a ábra).



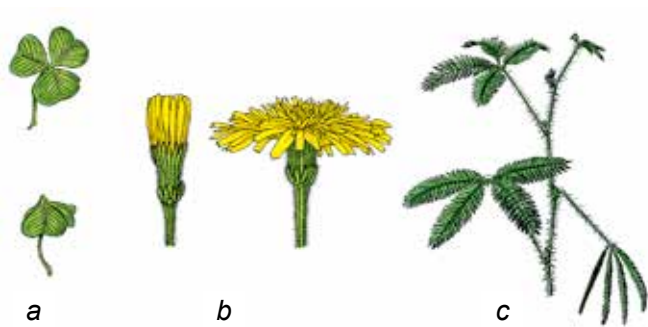
160. ábra. A növények növekedési mozgása

A növények képesek a gravitáció érzékelésére, idézzétek fel a gyökérsüveg felépítését. A gyökerek ezért a gravitáció hatásának irányában, míg a hajtások vele ellentétes irányban nőnek (160. b ábra).

A növekedési mozgások irányát, a fényen és a gravitáción kívül, más ingerek is meghatározhatják, így különféle kémiai anyagok, elektromos tér, hő.

A növények mozgásait kiválthatják irány nélküli külső ingerek is, például a hőmérsékletváltozás. Az ilyen mozgások iránya a növény tulajdonságaitól függ.

A *tulipán* és a *sáfrány* virágai a hőmérséklet emelkedésének hatására nyílnak ki. Míg a tulipánok hőérzékelésének tartománya $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, addig a sáfrányok esetében ez a mutató $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Egyes növények levéllemezei a hőmérséklet csökkenésére összecsavarodással reagálnak. Hasonló reakciót vált ki a megvilágítottság is. Sötétben egyes növények „elalszanak”, azaz becsukják a virágaikat (*tavirózsa*, *gyermekláncfű*), összezárnak a leveleiket (*vadsóska*) (161. a, b ábra). Az éjjeli virágok sötétben nyílnak ki. Az éj királynője néven ismert kaktusz (163. ábra) pontosan 12 órával azt követően nyílik ki, hogy elmúlt az előző éjszaka, és egy éj-



161. ábra. A növények irány nélküli ingerek által kiváltott mozgásai (a, b, c)



162. ábra. Önálló mozgások: kacsok felcsavarodása



163. ábra. Éj királynője kaktusz



164. ábra. Napraforgómező

a növényeknél kémiai anyagok is kiválthatnak mozgásokat.

A növények **önálló mozgásai** nem függenek a külső ingertényezőtől. Sok növény hajtáscúcsa és kacsucúcsa növekedése során spirál alakú növekedési mozgásokat végeznek (165., 162. ábra). A hajtások és kacsok



165. ábra. A csavarodó növények hajtáscúcsainak önálló mozgása teszi lehetővé a támasz megtalálását

szakán át virít. A *napraforgó* virága a nap felé fordul (169. ábra).

Az ilyen mozgások nagyon gyakran nem érintés vagy rázás következményei. A mimóza leveleinek hirtelen kókadása és összezáródása, amely a levélnyelalapon lévő víz elvesztésének a következménye, képes a növényevő állatok elriasztására (161. c ábra). A kereklevelű harmatfű és a Vénusz légycsapója rovarrevő növények csapdalevelei (122., 125. ábrák) reagálnak az érintésre, de a reakcióik nem tartósak, ha az ingerkeltő nem élőlény. Csak a zsákmány testének kémiai anyagai tudják jelezni a növénynek, hogy a csapdát az emésztés végéig zárva kell tartania. Ez azt bizonyítja, hogy

a csavarmozgásnak köszönhetően tudnak a támasztékra tekeredni. Érdekes, hogy minden növényre saját – az óramutató járásával azonos vagy azzal ellentétes – spirális mozgás lehet jellemző.

A növények elhalt részei is mozoghatnak. Nagyon elterjedtek a **higroszkópos mozgások**, amelyeket a megvastagodott vagy nem megvastagodott sejtfalak, vagy a fásodott és nem fásodott szövetek nedvesedése vagy kiszáradása vált ki. A higroszkópos mozgásnak köszönhető sok száraz termés felnyílása.

A növények az izmok és mozgásszervek hiánya ellenére különböző mozgási reakciókat fejlesztettek ki a külső környezet ingereire adandó válasz érdekében.



KÖVETKEZTETÉSEK

167

1. A tipikus növények helyhez kötött életmódot folytatnak, és csak új helyekre történő átnövésre képesek.
2. Az egyes növényi részek mozgásokat végezhetnek és változtathatják térbeli helyzetüket az irányított vagy irány nélküli külső ingerek vagy belső ritmusok hatására.
3. A növények mozgásának irányát a külső inger vagy a szerv belső szerkezete határozhatja meg.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Növekedési mozgások, önálló mozgások, higroszkópos mozgások.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hogyan mozognak a növények szervei a külső inger hatására?
2. Milyen növekedési mozgások jellemzők a gyökre és a hajtásra?
3. Milyen ingerek váltanak ki leggyakrabban a növényeknél belső felépítésüktől függő mozgásokat?

FELADAT

Magyarázzátok meg, miért nem tekintik a napraforgó nap felé való fordulását növekedési mozgásnak!

ÖSSZEGEZÉS

1. Megismertük a növények jellemző tulajdonságait:

1. A növények képesek a fényenergia hasznosítására és szerves anyagok előállítására a fotoszintézis folyamatában.
2. A növények az életműködésük fenntartásához szükséges ásványi anyagokat csak oldat formájában szívják fel.
3. A növény egész élete során nő és képez új testrészeket.
4. A táplálkozás és az anyagfelvétel módja határozza meg a növények helyhez kötött életmódját. A növény nem tudja aktív módon megváltoztatni élőhelyét.
5. A virágos növények az új élőhelyek meghódítása érdekében terméseket és magokat képeznek.

2. Megtanultuk, hogy a növények életéhez vízre, szén-dioxidra, a fotoszintézishez fényre, oxigénre, ásványi anyagokra és melege van szüksége. A növényi szervezet élettevékenységét vegetatív szervek biztosítják:

- gyökér;
- szár;
- levél.

3. Megértettük, hogy a virágos növényekre jellemző mind a nem ivaros vegetatív, mind az ivaros, maggal történő szaporodás:

1. A vegetatív szaporodás vegetatív szervekkel történik a növény azon képességének köszönhetően, hogy újra tudja növesztetni elvesztett szerveit.
2. A maggal való szaporodás szerve a virágos növényeknél a virág, amelyben a porzók virágport termelnek, a termők embriózsákokat tartalmazó magkezdeményeket képeznek.
3. A virágporszemcsék és az embriózsákok ivarsejteket hoznak létre.
4. A megtermékenyítés előtt végbemegy a termő bibéjének virágporral való megporzása. A hím ivarsejteket az embriózsákba a pollentömlő szállítja.
5. A megtermékenyítés eredményeképpen létrejön az új virágos növény embriója és a fejlődéséhez szükséges endospermium. A megtermékenyítés után a magkezdeményből mag, a virágból pedig termés fejlődik.

4. Megtutuk, hogy a különféle növények különböző viszonyok között nőnek, ezért a szerveik külső felépítése és belső szerkezete nagyon változatos. Az életfeltételekhez való alkalmazkodást legjobban a vegetatív szervek módosulásainak létrejötte példázza.

5. Láttuk, hogy a növények a megporzásukhoz és terméseik, valamint magvaik terjesztéséhez az élettelen környezet tényezőit – a gravitációt, szelet és vizet – használják fel. Azonban ők maguk is alkalmazkodtak a virágpor és a magok állatok – rovarok, madarak és emlősök – általi átviteléhez és terjesztéséhez.

Tudom és képes vagyok rá

- Tudom, milyen részekből áll a növény teste, képes vagyok rá, hogy ezt leírjam.
- Tudom, milyen a növény belső szerkezete, képes vagyok rá, hogy felismerjem a szöveteit mikroszkópban.
- Tudom, milyen funkciókat látnak el a vegetatív szervek és a szövetek, képes vagyok rá, hogy felépítésük alapján megállapítsam, milyen viszonyok között nőnek az adott növények.
- Tudom, hogyan szaporodnak a növények, képes vagyok arra, hogy dugványozzak és magokat csíráztassak.
- Tudom, milyen funkciói vannak a virágnak, milyen a felépítése, képes vagyok a megporzás típusának megállapítására.
- Tudom, milyen a magok és termések külső felépítése és belső szerkezete, képes vagyok annak megállapítására, hogy milyen a termések és magok terjedési módja.

4. téma

A NÖVÉNYEK VÁLTOZATOSSÁGA

A téma tanulása során megtudod:

- ✓ a virágos növények változatosságát és a magasabbrendű növények fő csoportjait;
- ✓ a magasabbrendű növények fő képviselőit, jelentőségüket a természetben és az ember életében;
- ✓ a magasabbrendű növények szaporodását és terjedését;
- ✓ a növények ökológiai csoportjait és létformáit, a növénytársulásaik kialakulásának módját.



38. §. A MOSZATOK VÁLTOZATOSSÁGA



Megismeritek a többsejtű moszatok három legelterjedtebb csoportját: a barnamoszatokat, vörösmoszatokat, zöldmoszatokat. Ezeknek a moszatcsoportoknak van a legnagyobb gyakorlati jelentőségük az ember gazdasági tevékenységében.



Milyen moszatoknak van a legnagyobb jelentőségük az életünkben? Léteznek-e nagyméretű moszatok?

A moszatok az élőlényeknek az a csoportja, amelybe a szárazföldi növények ősei tartoztak. A moszatok a fotoszintézisnek köszönhetően táplálkoznak, a sejtjeikben kloroplasztiszok vannak. Ugyanakkor a többsejtű moszatoknak nincsenek szöveteik, a testük nem tagolódik szervekre, azaz levelekre, szárakra, gyökerekre.

A moszatok tehát csak a táplálkozási módjukat tekintve hasonlítanak a számunkra megszokott növényekre, a testfelépítésük az utóbbiakénál sokkal egyszerűbb. A XIX. században a tudósok azt javasolták, hogy minden „hagyományos” szárazföldi növényt, az apró moháktól a faóriásokig, nevezzenek **magasabbrendű növényeknek**, a többi, levél, szár és gyökér nélküli növényi szervezetet pedig **moszatoknak (algáknak)**.

A moszatok nagyon változatosak. Például vannak közöttük mind egysejtű, mind többsejtű szervezetek. Kizárólag egysejtű élőlények a **kovamoszatok** (*Navicula*) és az **euglénák** vagy **ostorosmoszatok** (zöld szemesostoros), amelyekkel már megismerkedtetek az egysejtű szervezetek tanulmányozása során. A moszatok egyes csoportjai, köztük a **zöldmoszatok**, mind egysejtű (*Chlamydomonas*, *Chlorella*), mind többsejtű (*csillárka*) élőlényeket magukban foglalnak. A többi csoport, mindenekelőtt a **barnamoszatok** és **vörösmoszatok** kizárólag vagy szinte kizárólag többsejtű, elsősorban szabad szemmel is látható tengeri szervezetekből áll. A moszatoknak ez az öt csoportja, az *ostorosmoszatok*, *kovamoszatok*, *barnamoszatok*, *vörösmoszatok* és *zöldmoszatok* a legelterjedtebbek és legismertebbek.

A **barnamoszatok** zömmel a hideg tengerekben élnek, 30 m mélységig. A kovamoszatokhoz hasonlóan a barnamoszatok kloroplasztiszai sárgás árnyalatúak. Rendszerint a barnamoszatok nagyméretűek és szabad szemmel is jól láthatók. Ezek többsejtű szervezetek. A barnamoszatokból álló fenékbozótosokat gyakran „tengeri erdőknek” nevezik. Ezek az „erdők” az északi féltekén leggyakrabban *tengeri káposzta* (*Laminaria*) nevű moszataból állnak.

A **tengeri káposzta** megjelenését tekintve széles, sárgásbarna szalag, amelynek a hossza elérheti az 5–7 m (166. a ábra) hosszúságot. Alsó részén összeszűkül, és hengeres talpba megy át, amely elágazásban – *rhizoidokban* – végződik. A tengeri káposzta ezekkel erősen rögzül a köves aljzathoz.

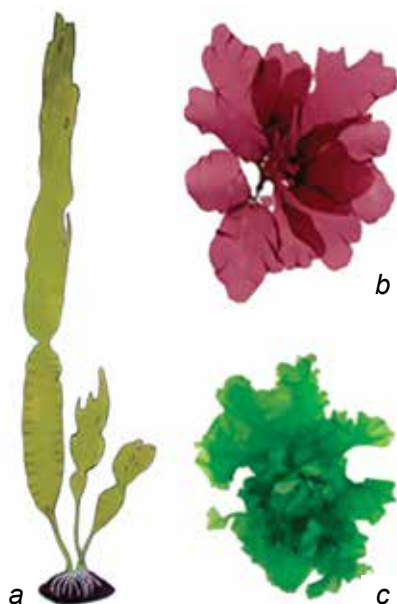
A tengeri káposzta ehető moszat. Nemcsak gyűjtik, hanem sok országban tengeri gazdaságokban mesterségesen termesztik. Sok jódot, vitamint és különféle hasznos anyagot tartalmaz.

A vörösmoszatok többsége is többsejtű tengeri szervezet. A vörösmoszatok kloroplasztiszai legtöbbször vörös színűek. Az ilyen szín lehetővé teszi a vörösmoszatok számára a fényenergia befogását 70 méteres mélységig. Egyes vörösmoszatok, így a vörös tengeri saláta, a *Porphyra* ehető (166. b ábra). Sok vörös moszataból az **agar-agar** nevű hasznos anyagot állítják elő. Ezt külön-

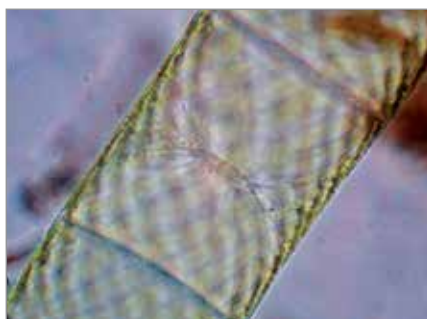
bőző zselék előállítására használják. Széleskörűen felhasználják festékek, kozmetikai gélek, édesipari adalékok (pasztillák, zefír) előállításához. Az agar-agar hozzáadásával készülő táptalajokon a kutatók baktériumokat, mikroszkopikus gombákat és moszatokat tenyésztenek.

A **zöldmoszatok** alkotják a moszatok legszámosabb és legváltozatosabb csoportját, képviselőik majdnem mindenütt megtalálhatók: az édesvizekben és tengerekben, a talajban és a fák gyökerein, sőt még a havon és jégen is. A zöldmoszatok közül már ismeritek a *Chlamydomonas*, *Chlorellát* és *csillárkát*. Egy másik példája a zöldmoszatoknak az édesvízi *Spirogyra* és a tengeri *Ulva*.

A **Spirogyra** egymás utáni sorrendben elhelyezkedő egyforma sejtek fonala. Minden sejtjében spirálisan összecsavarodott szalagszerű, zöld kloroplasztiszok találhatók. A sejt közepét nagy vakuólum foglalja el, ennek a középpontjában citoplazmás fonalakon helyezkedik el a sejt-mag (167. ábra). A *Spirogyra* a folyók vizében gyakran képez zöld színű, tapintásra puha és nyálkás masszát. Ha a *Spirogyra* mikroszkópos készítményét tusoldattal festik meg, akkor érthetővé válik, miért nyálkás a massa. Kiderül, hogy minden egyes szálát nyálkaréteg vesz körül.



166. ábra. Ehető barnamoszatok, vörösmoszatok és zöldmoszatok:
a – tengeri káposzta (*Laminaria*);
b – vörös tengeri saláta (*Porphyra*);
c – zöld tengeri saláta (*Ulva*)



167. ábra. A Spirogyra fonalas zöldmoszat

Az **Ulva** vagy zöld tengeri saláta megjelenésre a *Porphyrára* (166. c ábra) emlékeztető zöld, tenyérnyi nagyságú lemez. Rendszerint az Ulva viszonylag nem nagy, 5 méterig terjedő mélységben él. A vörös tengeri salátához hasonlóan az Ulva is ehető moszat, amelyet sok országban speciális tengeri gazdaságokban mesterségesen tenyésztnek.

A zöldmoszatok példáján megfigyelhető, hogy milyen szakaszokon megy át a fotoszintetizáló szervezetek testfelépítésének bonyolultabbá válása: a mozgékony egysejtűektől (*Chlamydomonas*) az egysejtű mozdatlanokig (*Chlorella*). A fejlődés a továbbiakban az egyszerű testfelépítésű, fonalas (*Spirogyra*) vagy lemez (*Ulva*) alakú, mozdatlan többsejtű szervezetek kialakulása, majd végül a megjelenésükben a magasabbrendű növényekre emlékeztető zöldmoszatok (*csillárka*) létrejötte felé vezetett.

A *Spirogyrával* és a *csillárkával* rokon zöldmoszatoktól erednek a magasabbrendű növények.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A moszatok úgy táplálkoznak, mint a növények, de a testüknek nincs gyökere, szára és levelei.
2. A moszatok (egysejtűek és többsejtűek) változatosak a felépítésüket, méreteiket (mikroszkopikusak és makroszkopikusak), kloroplasztiszaik színét (sárga vagy barna, vörös, zöld), élőhelyüket (tengerek, édesvizek, szárazföld) tekintve.
3. A moszatok fő csoportjaiba, amelyekben többsejtű szervezetek vannak, a barnamoszatok, vörösmoszatok és zöldmoszatok tartoznak.
4. A többsejtű zöldmoszatoktól származnak a magasabbrendű növények.

Moszatok, magasabbrendű növények, barnamoszatok, vörösmoszatok, agar-agar, zöldmoszatok.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a közös a moszatokban és a magasabbrendűeknek nevezett szokványos növényekben?
2. Milyen moszatok – ostorosok, kovamoszatok, barnamoszatok, vörösmoszatok vagy zöldmoszatok – esetében fordulnak elő kizárólag egysejtű, és melyek esetében kizárólag többsejtű szervezetek?
3. A moszatok mely csoportján belül figyelhető meg az átmenet az egyszerű egysejtű és az összetett többsejtű testfelépítés között?

FELADAT

1. Jellemezzétek a különböző csoportokba tartozó moszatok gyakorlati jelentőségét!
2. Nevezzetek meg ehető moszatokat!

39. §. MOHÁK



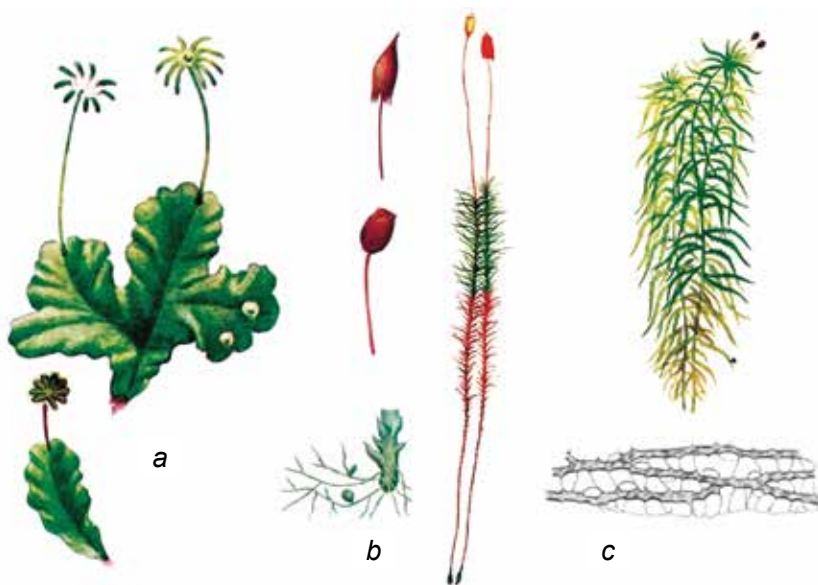
Megismeritek a mohák felépítésének sajátosságait és változatosságát, az életmódjukat, és megértitek, miben rejlik a mohák szaporodásának egyedisége.



Hogyan jelennek meg a mohák? Miért nőnek a mohák a fák törzsének északi oldalán? Miért van egyes mohanövényeknek tokjuk, és miért nincs más egyedeknek?

A Földön közel 24 ezer mohafajt tartanak nyilván. Ezek a növények mindenütt előfordulnak. A **mohák** gyökér nélküli, a testükben lévő víz mennyiségének szabályozására képtelen növények, sok fajuk ezért kiszáradhat, és a nedvesedést követően gyorsan megújíthatja élettevékenységét. A mohák zöme nedves helyeken él. A fák törzsét inkább az északi oldalról borítják, mert ott kevésbé éri őket a napfény és kisebb a kiszáradás lehetősége.

A testfelépítésük szerint megkülönböztetnek telepes és leveles mohákat. Egyes mohák belső szerkezete rendkívül egyszerű, szinte teljes egészében egyforma sejtekből épülnek fel. Más moháknál különböző szövetek figyelhetők meg.



168. ábra. Telepes és leveles mohák:
a – csillagos májmoha; b – szőrmoha; c – tőzegmoha

A telepes mohák teste egyszerű lemez, amelynek az alján pikkelyek és szőrök – **rhizoidok** – lehetnek. A moha ezek segítségével rögzül a talajhoz vagy a kövekhez. A rhizoidok is szállítják a vizet a növény testébe. A telepes mohák tipikus képviselője, a *csillagos májmoha* (168. a ábra) elsősorban a nagyon nedves réteken, patakpartokon fordul elő, míg a városokban elhagyott, nedves aszfalt- vagy kőzúzalékos ösvényeken nő, ahol a fű nem tud megélni.

Nedves réteken és erdőkben fordul elő a leveles-száras szőrmoha (168. b ábra). Szaporodása során a szőrmoha, a többi mohához hasonlóan, folyamatosan váltakozik az ivaros és ivartalan nemzedék (169. ábra).

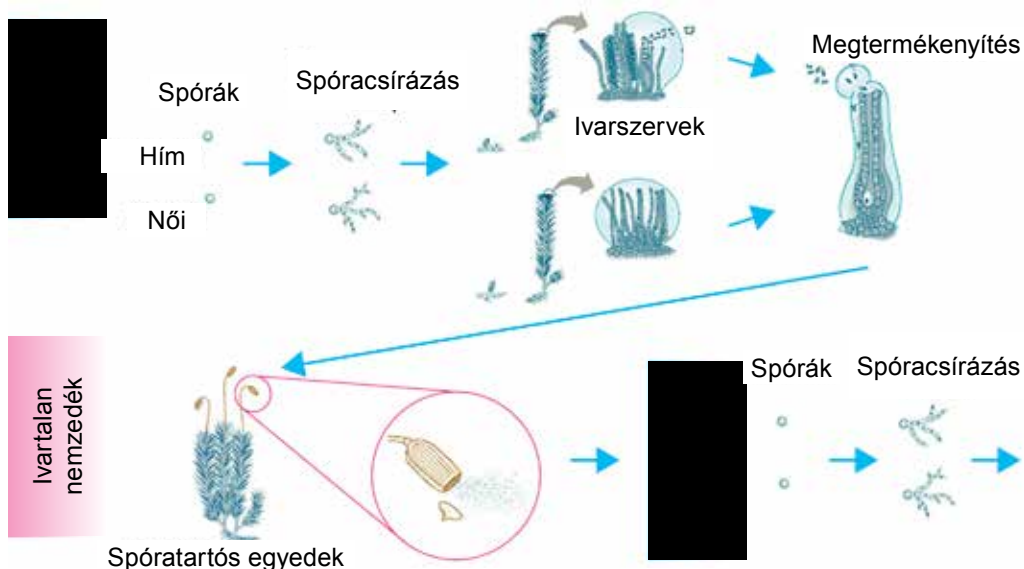
Az ivaros nemzedék növényei párnákat képeznek a tömören elhelyezkedő száras és leveles hajtásaikból (ezek azok a növények, ame-

Ivaros nemzedék – ivarszerveket képez, amelyekben hím és női ivarsejtek fejlődnek.

Ivartalan nemzedék – spórákat képez, amelyekkel az ivartalan szaporodás történik.

lyeket a hétköznapiakban moháknak neveznek). A száron, a hajtástőnél szőrök – rhizoidok – fejlődnek rajtuk. A szőrmoha hajtáscsúcsának levelei között képződnek a vagy női, vagy hím ivarszervek. Amikor esik az eső, a cseppjei a hajtáscsúcsra hullanak, és szétfreccsennek. A cseppekkel együtt

az ostoros hím ivarsejtek, a spermatozoidok a női ivarszervre kerülnek és megtermékenyítik a petesejtet (178. ábra).

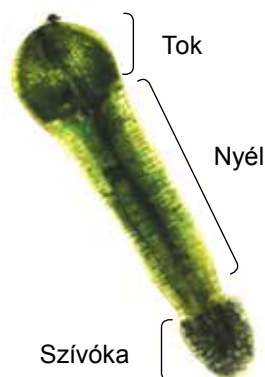


169. ábra. A szőrmoha fejlődése

A női ivarszervben található zigótából **spóratartóval** (*sporogoniummal*) rendelkező ivartalan mohanemzedék fejlődik. Vagyis spóratartó csak a moha női hajtásain található, és mindvégig azok táplálják. A spóratartó szívókából, nyélből és tokból áll (170. ábra). A spóratartó tokjában spórák képződnek. Érés után a spórák kiszóródnak a tokból, és a szél nagy távolságokra elviszi őket. A *szőrmoha* spórája a talajfelületen csírázva erősen elágazó, többsejtű zöld női vagy hím fonalat képez. Idővel a fonálon sok bimbó fejlődik, amelyekből a moha új ivaros nemzedékének hajtásai nőnek ki. Vagyis a mohák spórákkal szaporodnak és terjednek.

Azokat a szerveket, amelyekben a spórák fejlődnek, **sporangiumoknak** (**spóratoknak**) nevezzük. A moháknál a sporangium a spóratartó (sporogonium) tokja.

Nagyon érdekes növény a tőzegmoha (168. c ábra). Az elágazó hajtásai nagy párnákat képeznek a nedves erdőkben vagy összefüggő szőnyeget alkotnak a lápos területeken, amelyeket ennek



170. ábra. Moha fiatal spóratartója

megfelelően tőzeglápoknak neveznek. Az ilyen lápokat majdnem kizárólag tiszta légköri csapadékok táplálják.

A tőzegmoha testében az elhalt sejtek vannak túlsúlyban. Leveleiben egy élő, zöld sejtre több tucatnyi, levegővel telt elhalt sejt jut. Ezeknek köszönhető, hogy a tőzegmoha olyan benyomást kelt, mintha fehér lenne. A szárában szintén hasonló elhalt sejtek találhatók. Ezek a sejtek nagyon jó víznyelők. A tőzegmoha ezért szivacsként szívja magába és tartja vissza a vizet.

A láp felszínét borító tőzegmohaszőnyeg elzárja az oxigéntől az alatta lévő vízrétegeket, csökkenti a felszíni párologtatást és a hőcserét. Az elhalt moharészek csak részben bomlanak el, sok szerves sav képződésével. Ezenkívül a tőzegmohában baktériumölő anyagok találhatók, így a növény maradványai a lápban nem rohadnak el, hanem vastag tőzegüledéket alkotnak. A szárított tőzegmohát korábban a gyógyászatban alkalmazták sebkötőzésre. Mára ez megszűnt, a tőzeglápok egyébként is eltűnőben vannak a szennyezett csapadékok következtében. A tőzeglápokot a világon sok helyen védik.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A moháknak nincsenek gyökereik, a testük lemezből vagy hajtásból áll, egyes esetekben rhizoidokat növesztenek.
2. A mohák felépítése nem biztosítja a testükben lévő víz mennyiségének szabályozását.
3. A moháknál a fotoszintézist elsősorban az ivaros nemzedék végzi. Az ivartalan nemzedékeknek spóratartóik vannak, amelyeket az ivaros nemzedék nőnemű növényei táplálnak.
4. A mohák spórákkal szaporodnak és terjednek.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Mohák, rhizoidok, spóratartó, spóratok, ivaros nemzedék, ivartalan nemzedék.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A mohák testfelépítésének milyen típusait ismeritek?
2. Hogyan megy végbe a moháknál az ivaros folyamat?
3. Mi a spóratartó? Milyen a felépítése, mi a funkciója?
4. Miért képeznek a szőrmoha hajtásai párnákat?
5. Milyen nemzedékek különböztethetők meg a moháknál?

FELADAT

Másoljátok át a füzetetekbe a szőrmoha szaporodási folyamatát leíró mondatokat, és pótoljátok a hiányzó részeket!

A szőrmoha szaporodása:

177

A spórák képződési helye a _____

A spórából fejlődik ki a _____

Az ivarszervek képződési helye a _____

A spermatozoidok úgy jutnak a petesejthez, hogy _____

A petesejtből fejlődik ki a _____

40. §. KORPAFÜVEK ÉS PÁFRÁNYOK



Megismeritek a korpafüvek és páfrányok ivartalan és ivaros nemzedékei közötti különbségeket, e növények változatosságát és élettevékenységük sajátosságait



Mi a korpafű? Mi a zsurló? Hogyan szaporodnak a zsurlók és a korpafüvek?

A **korpafüveknél** a növényekre jellemző valamennyi szövettípusuk megtalálható, de a vízellátó és párologtató rendszerük kevésbé hatékony, mint a virágos növények esetében. Ezért a korpafüvek inkább a nedves helyeket kedvelik. Körülbelül 400 korpafűfaj található a kontinenseken, az Antarktiszt leszámítva. A korpafüveknek vannak hajtásaik, zöld leveleik és járulékos gyökereik. A korpafüvek hajtásai és gyökerei a csúcsnövekedési pontjaik osztódásával villásan ágaznak.



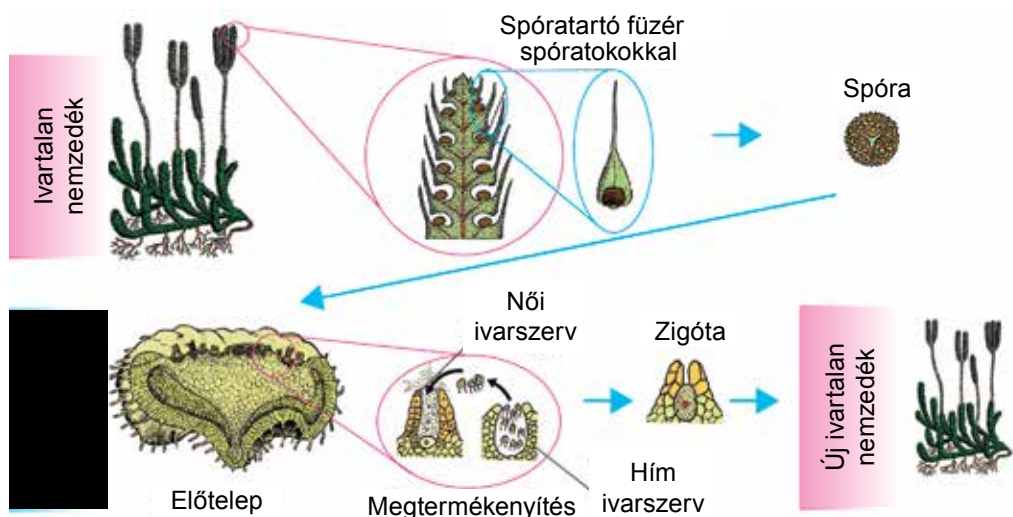
a



b

171. ábra. Kapszos korpafű (a) és részeg korpafű (b)

A korpafüvek, a mohákhoz hasonlóan, spóratokokban fejlődő spórákkal szaporodnak. A *részeg korpafűnél* (171. b ábra) ezek övezetesen, a szokványos hajtások levelei között helyezkednek el. A *kapcsos korpafű* (171. a ábra) oldalágain különleges, rövid, **spóratartó füzéreknek** nevezett hajtások képződnek. Ezeken a hajtásokon szélesebb levelek nőnek, amelyek tövénél felülről spórákat tartalmazó spóratokok helyezkednek el (172. ábra). A spórák érésük után kiszóródnak. A spóratartó füzér elhal.



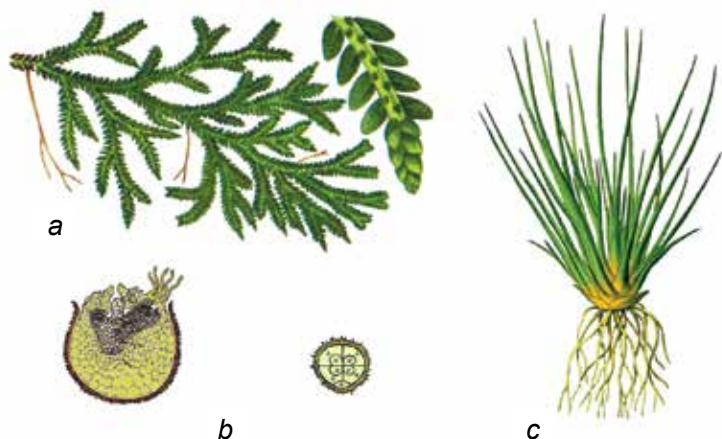
172. ábra. A kapcsos korpafű szaporodása

A korpafüvek talajban fejlődő spóráiból néhány milliméteres, rövid, szintelen *előtelep* képződik, amely az ivaros nemzedékhez tartozik. A korpafüvek előtelepe a föld alatt fejlődik, rhizoidjai vannak, és a gombákkal alkotott szimbiózisnak köszönhetően táplálkozik. A gombák látják el a talaj szerves anyagainak lebontásával nyert tápanyagokkal. Az előtelepen

Előtelep – olyan növények ivaros nemzedéke, amelyeknél az ivartalan nemzedék a fő fotoszintetizáló alany.

mind női, mind hím ivarszervek képződnek. A spermatozoidok a talaj-részecskéket mindig bevonó vízhártyában mozognak, és így jutnak be a női ivarszervekbe. Ekkor megy végbe a megtermékenyítés. A zigótából kifejlődik az új korpafű embriója. A spóra csírázásától a megtermékenyítésig 15 év is eltelhet. A korpafüvek ezért nagyon érzékenyek a környezet változásaira, amelyek félbeszakíthatják a szaporodási folyamatukat. Ritka növényeknek számítanak, ezért Ukrajnában törvény védi őket.

mind női, mind hím ivarszervek képződnek. A spermatozoidok a talaj-részecskéket mindig bevonó vízhártyában mozognak, és így jutnak be a női ivarszervekbe. Ekkor megy végbe a megtermékenyítés. A zigótából kifejlődik az új korpafű embriója. A spóra csírázásától a megtermékenyítésig 15 év is eltelhet. A korpafüvek ezért nagyon érzékenyek a környezet változásaira, amelyek félbeszakíthatják a szaporodási folyamatukat. Ritka növényeknek számítanak, ezért Ukrajnában törvény védi őket.



173. ábra. Hegyi csipkeharaszt (a – ivartalan nemzedék, b – ivaros nemzedék) és közönséges durdafű (c)

A korpafüvek rokonainak számít a magashegyi Kárpátokban növény, *hegyi csipkeharaszt* és az ukrán Polisszja ritka vízínövénye, a *közönséges durdafű* (173. ábra).

A zsurlókra vízszintes föld alatti gyöktörzs jellemző, amelytől járulékos gyökerek és a talajfelszínen megjelenő függőleges hajtások ágaznak le. A hajtások fotoszintetizáló, apró, színtelen leveleket hordozó zöld száruk. A levelek csövesen összenőnek. A levélcsövecskék jól észrevehető bütyköket képeznek, amelyeknél a szár könnyen részekre válik szét. A zsurlók sejtfalaiban sok szilíciumtartalmú anyag halmozódik fel, ezért érdekes tapintásuak.

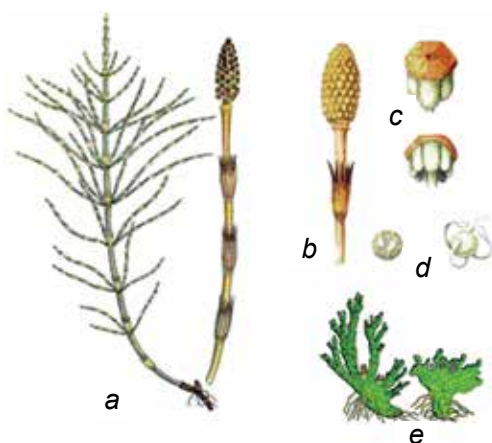
A növényvilágban jelenleg 40 zsurlófajt tartanak nyilván. Az Ukrajna területén elterjedt zsurlók alacsony, lágyszárú növények, ugyanakkor Peru hegyeiben 14 méter magas egyedeik is előfordulnak. Igaz, a nálunk előforduló *óriás zsurló* két méter magasra is megnőhet.

Azok a növények, amelyeket általában zsurlóknak hívnak, az ivartalan nemzedék spórákat képező növényei. A mezei zsurlónál és az óriás zsurlónál a spórák a nem elágazó, színtelen hajtáscsúcsok spóratartó füzereiben képződnek. Ezek a hajtások tavasszal fejlődnek, és a spórák kiszóródása után gyorsan elhalnak.

A zsurlók spóráinak két spirálisan körük csavarodó szalagból álló járulékos faluk van. Ezek a szalagok kiszáradáskor szétcsavarodnak és oly módon fonódnak össze, hogy a spórák nem egyesével, hanem csoportosan szóródnak szét. Ez nagyon fontos jelenség. A spórák a talajon gyorsan kicsíráznak, és ivaros nemzedéket – apró ujjas lemezekre emlékeztető zöld hím és női telepeket – képeznek. A hím telepek

ivarszerveiben spermatozoidok, a női telepek ivarszerveiben petesejtek képződnek.

Az Ukrajna területén honos zsurlók erdőkben, réteken, lápokon és kissé lesüllyedve állóvizek felületén élnek. Közülük egyesek – mint például az *óriás zsurló* – ritka növényeknek számítanak és védelem alatt állnak, míg a *mezei zsurló* nehezen irtható gyomnövény (174. ábra). A tőle való megszabadulás legjobb módja föld feletti hajtásainak a rendszeres pusztítása a gyöktörzs kimerítése érdekében. A zsurlót a sejt-falaiban lévő magas szilíciumvegyület-, azaz kovaanyag-tartalomnak



174. ábra. Mezei zsurló: a – vegetatív és spóratartó hajtás; b – spóratartó füzér; c – spóratokok a pajzsleveleken; d – spórák; e – ivaros nemzedék

köszönhetően különböző készítmények csiszolására használják, a kirándulók pedig vele tisztogatják bográcsaik belsejét. A zsurlókat gyógynövényként is alkalmazzák.

A mai korpafüvek és zsurlók a növényvilágunkban a régmúlt nagyon változatos növénycsoportjainak kisszámú utódai. Sok millió évvel ezelőtt a zsurlók rokonai 30–40 méteres magasságot is elértek, és erdőket képeztek, amelyek az éghajlat lehűlése következtében kihaltak. A maradványaik, a páfrányok maradványaival együtt, kőszénkészleteket hoztak létre.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A korpafüvek és zsurlók hajtásai levelekkel és járulékos gyökerekkel rendelkeznek.
2. A korpafüveknél és zsurlóknál az ivartalan nemzedék fotoszintetizál, míg az ivaros nemzedék ivarszerveket képező és az ivaros folyamatot biztosító előtelep formájában jelenik meg.
3. A korpafüvek előtelepe hím és női ivarszerveket képez, hosszú a fejlődési időszaka, a föld alatt él talajgombákkal együtt, amelyek táplálják.
4. A zsurlók előtelepe föld feletti, fotoszintetizál, hím vagy női ivarszerveket képez, rövid a fejlődési időszaka.

Korpafüvek, zsurlók, előtelep, spóratartó füzér.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen a korpafüvek hajtásainak a felépítése?
2. Hol fejlődnek a korpafüvek spóratokjai?
3. Milyen sajátosságai vannak a korpafüvek előtelepe felépítésének és fejlődésének?
4. A korpafüvek milyen ritka fajait és rokonait ismeritek?
5. Milyen a zsurló hajtásának felépítése?
6. Hol fejlődnek a zsurlók spórái, és milyen sajátosságai vannak a felépítésüknek?
7. Milyen sajátosságaik vannak a zsurlók előtelepeinek?
8. Vannak-e az Ukrajnában honos zsurlófajok között ritkának számítók?
9. Milyen zsurlók számítanak gyomnövényeknek, és hogyan kell küzdeni ellenük?

FELADAT

1. Töltsétek ki a füzetetekben a táblázatot!

Ismérv	Korpafű	Zsurló
Vegetatív szervek		
Spóratokok elhelyezkedése		
Előtelep életmódja		
Előtelepi ivarszervek		

2. Válaszoljatok a kérdésre:

Mi a közös és az eltérő sajátosság a korpafű és a zsurló felépítésében és szaporodásában?

41. §. PÁFRÁNYOK



Megismeritek a páfrányok változatosságát, ivartalan és ivaros nemzedékeik felépítésének és szaporodásuknak a sajátosságait.



Milyen páfrányok fordulnak elő, és hogyan szaporodnak? Van-e a páfránynak virága?

A **páfrány** hajtásokból és gyökerekből áll (175. ábra). A páfrányok többségének levelei nagy felületűek és erősen tagoltak. Más növények leveleitől eltérően tartós a csúcsnövekedésük, ezért csigaszerűen

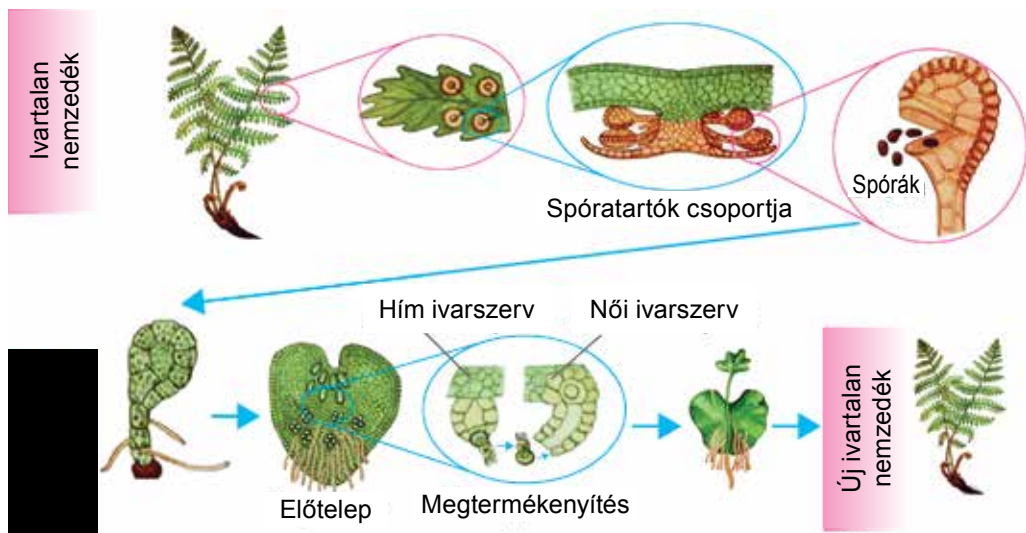


175. ábra. Hím páfrány

össze vannak csavarodva, hogy védve legyen a csúcsnövekedési pontjuk. A páfrányok vízellátási és párologtatási rendszere kevésbé hatékony, mint a virágos növényeké, ezért megfelelő mennyiségű nedvességre van szükségük. A ma élő páfrányoknak nincs oldalsó osztódószövetük.

A Föld növényvilágában jelenleg közel 10 ezer páfrányfaj található. Különösen sok páfrány található a nedves trópusi erdőkben. Ezek nagyon változatos növények. Dél-Amerikában és Új-Zélandon fa alakú páfrányok nőnek, amelyek erdőket is alkothatnak. A trópusi és szubtrópusi páfrányfajok zömmel kúszónövények, amelyek támasztékként a fák ágait és törzseit használják. Egyes páfrányfajok sziklákon vagy városi épületek falain telepednek meg. Ugyanakkor a páfrányfajok többsége erdőkben és réteken nő. Csak kevés fajuk alkalmazkodott a félig vízi életmódhoz az édesvizekben.

Az Ukrajna területén elterjedt páfrányfajoknak gyöktörzseik vannak. Egy részüknek gyöktörzsei megrövidültek, majdnem függőlegesek, leveleik tölcsérszerű rozettát alkotnak, amelyeknek a magassága meg-



176. ábra. A hím páfrány szaporodása

haladhatja a másfél métert (*hím páfrány* (175. ábra), *női páfrány*, *struccpáfrány* (178. b ábra)). Más páfrányok gyöktörzsei vízszintesek és erősen megnyúltak, a leveleik nagy távolságra helyezkednek el egymástól, és magánosan törnek elő a földből, mint a *saspáfrány* (178. a ábra), *buglyos páfrány* (178. c ábra), *tölgyespáfrány* esetében.



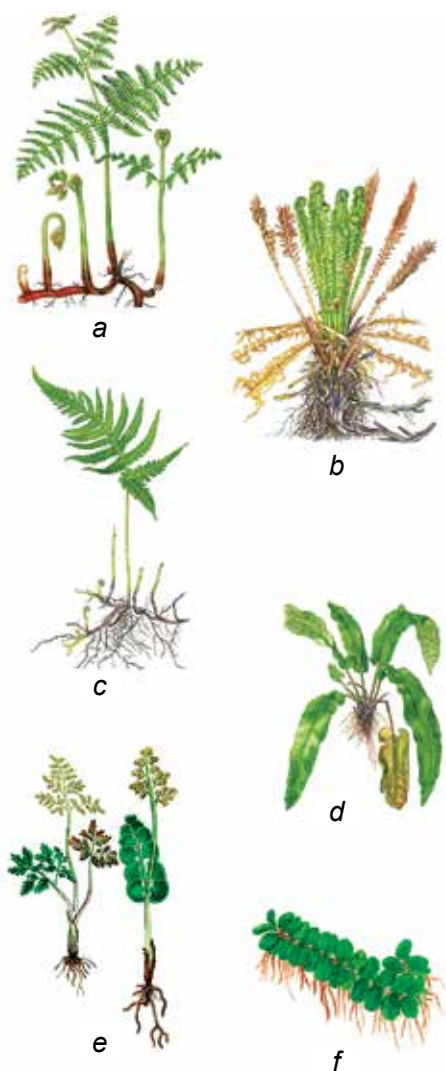
177. ábra. Hím páfrány előtelepe

A nagyon elterjedt *hím páfrány* (*erdei pajzsika*) példáján könnyen vizsgálható ezeknek a növényeknek a szaporodása (176. ábra). A kifejlett hím páfrány leveleinek alsó felületén hártyás burokkal fedett spóratartók csoportjai láthatók.

Amikor a hím páfrány spórái megérnek, akkor a spóratartók hirtelen kinyílnak. Ekkor a mikroszkopikus spórák több centiméter távolságra kilöködnek. Felkapja és nagy távolságra repíti őket a szél. A spórának a csírázáshoz nedves talajra kell kerülniük. Csírázáskor a spórából vékony, szív alakú, zöld lemezke – a páfrány előtelepe – fejlődik ki (177. ábra). Az előtelep alsó felszínén rhizoidok fejlődnek, amelyekkel a növénykezdemény megkapaszkodik a talajban, és felszívja a vizet. A hím páfrány előtelepei kicsik, másfél centiméter hosszúak, rövid életűek. Ezért nehéz rájuk bukkanni a természetben, de néha észrevehetőek a nedves vízmosások csupasz, növénytakaró nélküli falain.

A kifejlődött előtelep alján női és hím ivarszervek képződnek. A hím ivarszervekben sok mozgékony hím ivarsejt – spermatozoid – jön létre. Minden női ivarszervben csak egy petesejt képződik. Eső vagy erős harmat után az előtelep alja és a talaj között vékony vízhártya alakul ki. Ebben a spermatozoidok a petesejthez úsznak. A spermatozoidokat a petesejthez a női ivarszerv által kiválasztott különleges anyag vonzza. A spermatozoidok egyike megtermékenyíti a petesejtet.

A zigóta az ivartalan nemzedék új növényévé fejlődik. Ez kezdetben a tápanyagokat csak az előtelep szöveteitől kapja, majd gyökeret növeszt, amely lehatol a talajba. Kibontakozik az első levél. A páfrány ivartalan nemzedékének fiatal növénye megőrzi a kapcsolatot az előteleppel, amíg az teljesen el nem hal.



178. ábra. A páfrányok változatossága:
a – saspáfrány; b – struccpáfrány;
c – buglyos páfrány;
d – madárfészek páfrány;
e – kígyónyelv páfrány; f – rucaöröm

A hím páfrány rokonai nagyon változatosak. Megkülönböztetésükhöz a spóratartók és spóratartócsoportok elhelyezkedését és felépítését veszik alapul. A többi páfrány közül kitűnik szépségével a *struccpáfrány* (178. b ábra), amelynek a spóratartói csak a strucctollra emlékeztető speciális leveleken fejlődnek. A vegetatív leveleit ugyanakkor a tapasztalatlan megfigyelő nem tudja megkülönböztetni a hím páfrány leveleitől. A bükkerdők meszes talajain növény *madárfészek páfrány* (178. d ábra) levéllemezei nem hasítottak. Ukrajna erdeiben, rétjein, sziklás területein honosak a nagyon érdekes megjelenésű *kígyónyelv páfrányok* (178. e ábra). Gyöktörzsük évente csak egy kis levelet növeszt. Vizeken honos a ritka *rucaöröm* (178. f ábra). A hajtásain néhány szárcsomó található, amelyeken három-három levél helyezkedik el. Közülük kettő ovális, egységes, a vízben úszik, és fotoszintetizál. A harmadik levél barna, szőrös, fo-

nálszerű részekre van hasogatva, és a vízbe merül. A rucaörömnek nincsenek gyökerei.

A mai páfrányoknak nincs különösebb gazdasági jelentőségük, jóllehet nemrég még gilisztahajtó gyógyszereket készítettek belőle. A *saspáfrány* (178. a ábra) fiatal levelei ehetőek. Ezeket élelmiszerként Japánba exportálják. Sok trópusi páfrányfaj kiváló dekoratív szobanövény.

1. A páfrányoknál az ivartalan nemzedék növényei a fő fotoszintetizálók. Ezek gyökerekkel és hajtásokkal rendelkező nagy egyedek. Az ivaros nemzedék az előtelep.
2. A páfránylevelekre jellemző a tartós csúcsnövekedés. A fiatal levelek ezért csigaszerűen össze vannak csavarodva, hogy védve legyen a csúcsnövekedési pontjuk.
3. A páfrányok a levelek alsó felületén lévő ivartalan szaporító szervekben (spóratartókban) képződő spórákkal terjednek és szaporodnak.
4. A páfrányok ivaros folyamata az előtelep ivarszerveiben fejlődő spermatozoidok és petesejtek közreműködésével megy végbe. A megtermékenyítéshez vízre van szükség.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Páfrány.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen a mai páfrányok elterjedtsége, és milyen feltételek mellett élnek?
2. Milyen a páfrányok leveleinek sajátossága?
3. Hogyan történik a páfrányok ivartalan szaporodása spórákkal?
4. Mi fejlődik ki a páfrányspórából?
5. Hol képződnek a páfrányok ivarsejtjei, és milyen feltételek szükségesek a megtermékenyítéshez?
6. Mi fejlődik ki a páfrány megtermékenyített petesejtjéből?
7. Milyen ma élő páfrányokat használ fel az ember, és milyen célból?

FELADAT

1. Folytassátok a füzetetekben a táblázat kitöltését az előző paragrafusból!

Ismérv	Korpafű	Zsurló	Hím páfrány
Vegetatív szervek			
Spóratokok elhelyezkedése			
Előtelep életmódja			
Előtelepi ivarszervek			

2. Válaszoljatok a kérdésre!

Mi a közös és az eltérő sajátosság a hím páfrány, a korpafű és a zsurló felépítésében és szaporodásában?



Megismeritek a nyitvatermő növényeket, megtudjátok, miben különböznek a zárvatermőktől, és mennyire változatosak.



Minden nyitvatermő növény tűlevelű-e? Miért örökzöld növény a lucfenyő? Hol nő a tiszafa?

A **nyitvatermőkre** ugyanazok a vegetatív szervek jellemzők, mint a virágos növények esetében, de nincs viráguk, s nincsenek bibés termőik és termésük.



179. ábra. Közönséges erdeifenyő

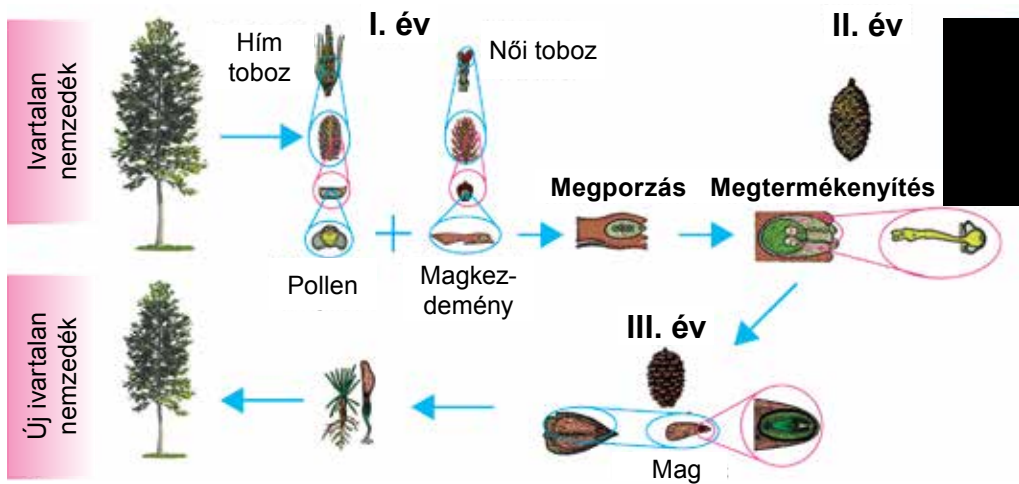
Toboz – a nyitvatermők portokokat vagy magkezdeményeket képező megrövidült módosult hajtása.

A mai növényvilágban kevés nyitvatermő található, fajaik száma a Földön mintegy 800. Mindegyikük, kivétel nélkül, faszzerű növény (fák és cserjék). Az Antarktist leszámítva a nyitvatermők minden kontinensen, minden éghajlati övezetben, az aszályos területeken, a mérsékelt nedves és túlságosan nedves helyeken egyaránt megtalálhatók. Tajgát képeznek Szibériában, tűlevelű és vegyes erdőket Európában és Ázsiában, sőt erdőket alkotnak Dél-Amerika hegyeiben is. A nyitvatermők egyetlen képviselője sem él vízi környezetben.

A nyitvatermők magokkal terjednek és szaporodnak. Vizsgáljuk meg ezt a folyamatot a *közönséges erdeifenyő* példáján (179. ábra). Az erdeifenyőnek nincsenek virágai, de *tobozokat* növeszt. A fiatal hajtások csúcsain jól kivehetőek a vörösesbarna, azévi kis

női tobozok. Az öregebb ágakon láthatók a több centiméter hosszú, előző évi zöld tobozok. A még egy évvel korábbi ágakon barna és száraz tobozok találhatók. Egyes fiatal hajtásokon sárga színű, apró hím tobozok vannak.

A toboz tengelyrészből és pikkelyekből áll. A tobozok lehetnek nőiek és hímek. A női toboz pikkelyein két-két magkezdemény képződik. A



180. ábra. A közönséges erdeifenyő szaporodása

hím tobozok pikkelyein néhány portok található, ezekben fejlődik a pollen.

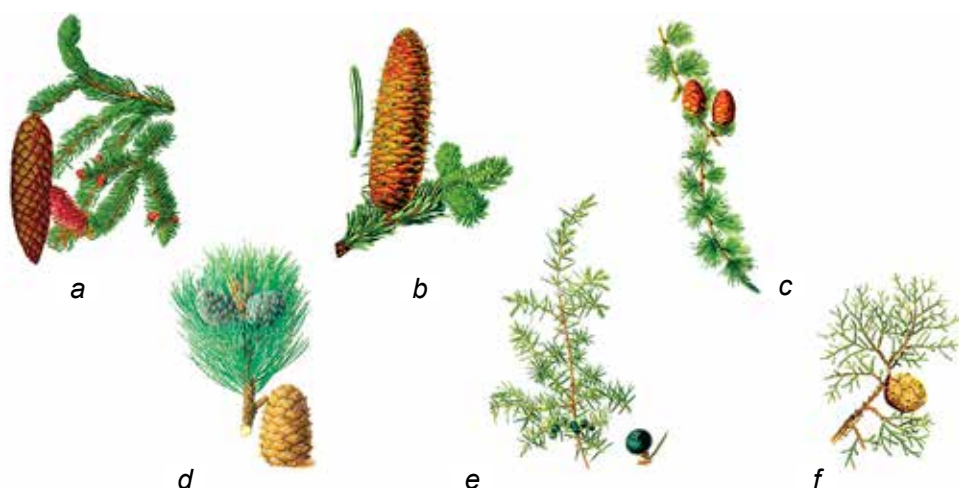
A női toboz első évi nyarának kezdetén a magkezdemények még nem állnak készen a megtermékenyítésre, csak a megporzásra (180. ábra). Ez idő tájt a toboz pikkelyei eltávolodnak egymástól. A hím tobozok portokaiban pollenszemcsék képződnek, a falukban két légzsákkal. A szél széthordja a pollent. A pollenszemcsék hozzátapadnak a magkezdeményen lévő vízcsepre. A pollenszemcse pollentömlőt növeszt, amely behatol a magkezdeménybe. A megtermékenyítés után a női toboz pikkelyei összezáródnak, a toboz gyantával vonódik be, és megzöldül.

A következő évben a női toboz magkezdeményeiben különleges táplálósövet, a *nyitvatermőkre jellemző endospermium* képződik. Sejtjei egy részéből néhány, petesejteket tartalmazó női ivarszerv fejlődik ki, a többi sejt tápanyagokat raktároz. A pollentömlőkben két-két *spermium* képződik. A pollentömlő a petesejtig növekszik, fejlődik, majd az egyik spermium megtermékenyíti a petesejtet. A zigótából kialakul a majdani erdeifenyő embriója. A magkezdemény burkának maradványai, az embrió és az endospermium fiatal magot képez.

A harmadik év tavaszának kezdetén a magok teljesen megérnek. Ekkor a tobozok kiszáradnak, megbarnulnak, és kiszóródnak belőlük az érett magok. A *közönséges erdeifenyő* magjainak hártvás szárnyuk van, ez segíti elő a széllal való terjedésüket. Más nyitvatermők esetében a megporzás, megtermékenyítés és magérés egy év leforgása alatt is végbemehet.

A többsége a nyitvatermő növényeket a tűlevelű fákkal és cserjékkel azonosítja (181. ábra). Mint a nevük is mutatja, *tűleveleik* vannak. A mérsékelt égövi erdőültetvényekben leggyakrabban *erdeifenyő*, *lucfenyő*, *jegenyefenyő*, *vörösfenyő* található. Ezeknek értékes a faanyaguk és a farészük különleges járataiban felgyülemelő gyantájuk.

Tűlevél – a nyitvatermők tűszerű, módosult levele.



181. ábra. Tűlevelű növények: a – lucfenyő; b – jegenyefenyő; c – európai vörösfenyő; d – cédrusfenyő; e – közönséges boróka; f – ciprus

A nyitvatermő növények veszélyes képviselője a *közönséges tiszafa* (182. ábra), melynek a természetes állománya megőrződött a Kárpátokban. Ennek a növénynek sokféle dekoratív formája van, amelyek lehetnek mind kisebb fák, mind bokrok. A közönséges tiszafa jelentős mértékben árnyéktűrő. Nem képez női tobozokat. Fekete bogyói a rövid hajtások csúcsain fejlődnek, az alapjuknál pedig kehelyszerű, vörös magköpeny van. A magköpeny vonzza a madarakat, amelyek széthurcolják a tiszafa magvait. Azonban ezzel a növényvel nagyon óvatosan kell bánni, mert szinte minden része erősen mérgező.



182. ábra. Közönséges tiszafa

A nyitvatermők nagyon változatosak, a tűlevelűeken kívül sok egyéb képviselőjük is van. Ezekről a paragrafus végén található *Kíváncsiaknak* rovatban lesz szó.

1. A nyitvatermők a növények változatos csoportja, amely fontos szerepet játszik a természetben és az ember életében.
2. A nyitvatermőknek nincsenek virágaik, bibés termőik, sem terméseik.
3. Megporzáskor a nyitvatermők magkezdeménye az általa kiválasztott vízcsepp segítségével befogja a pollenszemcséket.
4. A nyitvatermő fajok többségénél a spermiumokat a pollentömlő szállítja a petesejthez.
5. A nyitvatermők endospermiuma a megtermékenyítésig fejlődik, ket-tős megtermékenyítés nincs.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Nyitvatermők, toboz, tűlevél.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hogyan használja fel az ember a nyitvatermő növényeket?
2. Milyen felépítése van az erdeifenyő tobozának?
3. Mikor, és hogyan történik a megporzás az erdeifenyő esetében?
4. Hol, és mikor képződnek az erdeifenyő petesejtjei?
5. Hogyan, és mikor termékenyítődik meg az erdeifenyő petesejtje?
6. Milyen tűlevelű fajokat ismertek?

FELADAT

Idézzétek fel, hogyan történik a szaporodás a páfrányoknál és a virágos növényeknél! Töltsétek ki a füzetetekben a táblázatot!

Ismérv	Növénycsoport		
	Páfrányok	Nyitvatermők	Virágos növények
A hím és a női ivarsejtek képződési helye			
Pollen és megtermékenyítés megléte vagy hiánya			
Szükséges-e víz a megporzáshoz			
Szükséges-e víz a megtermékenyítéshez			
Minek a segítségével terjed			

Elemezzétek a táblázatot! Mi a közös a jelzett ismérvek alapján a nyitvatermők, páfrányok és virágos növények között? A növények mely csoportja alkalmazkodott a legkisebb, és melyik a legnagyobb mértékben a szárazföldi létfeltételekhez?

Tűlevelek nélküli nyitvatermők

A parkjainkban nem ritka a *páfrányfenyő* (183. ábra). A jégkorszakig ez a növényfaj gyakorlatilag az egész világon el volt terjedve, de jelenleg természetes erdők formájában csak Kína egyes vidékein lelhető fel. Ennek a fának a magassága elérheti a 40 métert. Levelei legyezőszerűek, gyakran két lebenyre tagoltak, villás erezetűek. A páfrányfenyő magvai nagyok, húsos sárga-narancssárga burokkal, az alakjuk és méretük a cseresznyeszilváéra emlékeztet. A páfrányfenyő leveleiben sok hasznos anyag található, amelyeket a láb véredénybetegségeinek, szívbántalmak és az agy megbetegedéseinek gyógyítására használnak.

A *cikászok* (148. ábra) a trópusokon és szubtrópusokon, Afrika, Amerika, Ázsia és Ausztrália párás erdeiben és félsivatagjaiban elterjedtek. Ezek a növények a pálmákra emlékeztetnek, masszív, alig ágazó törzzsel, hasított levelekkel. A cikászokat dekoratív szobanövényekként használják, gyakran összetévesztik őket a pálmákkal.

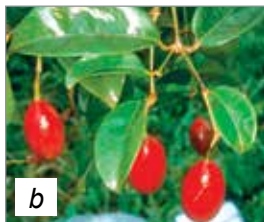
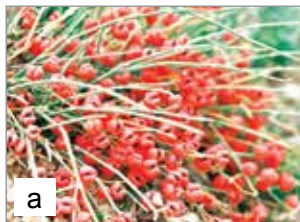
A *leplesmagvúak* magja körül kiegészítő burok található (185. ábra). Ukrajna sztyeppei övezetében nő egy kis bokros növény, a *csikófark*. Latin elnevezése után ez a növény adta a nevét az orvoslásban használt ephedrin nevű gyógyszernek. A csikófark legközelebbi rokonai a *gnétumok*, a nedves trópusok széles levelű fái és liánjai, valamint az Afrika délnyugati sivatagjaiban honos érdekes növény, a *cso-dálatos velvicsia*. A velvicsiának csak két levele van, amelyek a tövükkel nőnek és fokozatosan roncsolódnak a végükön a növény akár több mint 1000 évig tartó élete során.



183. ábra. Páfrányfenyő (hajtás levelekkel és magokkal)



184. ábra. Cikász (növény hím tobozzal)



185. ábra. Leplesmagvúak: a – csikófark; b – gnétum; c – velvicsia



Megismeritek a zárvatermőket, megtudjátok, melyek a kétszikű és egyszikű zárvatermők

Az előző téma tanulása során megismertétek a virágos növények felépítésének és biológiájának az alapjait.

Az ilyen növények összességét *zárvatermőknek* nevezzük.

Ez azt jelenti, hogy magvaik mélyen be vannak ágyazódva a magház üregébe, a virágport (pollent) a megporzás során a termő bibéje fogja be. Van embriózsákjuk és kettős megtermékenyítésük. A zárvatermők minden kontinensen elterjedtek, még az Antarktison is előfordulnak, az összes éghajlati övezetben nőnek. A zárvatermők mintegy 250 ezer különféle növényfajt számlálnak. Ezek a növények benépesítik a legszárazabb sivatagokat és a mérsékelt nedves területeket, előfordulnak lápokon, édesvízi tárolókban, közülük egyesek, mint a tengerifű a tengerfenéken való léthez alkalmazkodtak, a tengervíz terjeszti a virágporsemcséiket.

Zárvatermők – magvas növények, amelyeknél a pollent a termő bibéje fogja be.

A kétszikű és egyszikű növények közötti különbségek. A virágos növények között vannak olyanok, amelyeknek az embriói két sziklevelet tartalmaznak, és vannak egy sziklevelet tartalmazók. Ezzel az ismervvel sok egyéb tulajdonság kapcsolatos. A zárvatermőket ezért *kétszikűekre* és *egyszikűekre* osztják.

Gyökér. A *kétszikűek* főgyökere huzamos ideig él, ennek folytán a gyökérrendszerük egy erőteljes vázgyökérből áll, amelytől kisebb oldalgyökerek ágaznak le. Az *egyszikűek* főgyökere korán elhal, így a gyökérrendszerük rendszerint sok egyformán fejlett vázgyökérből áll.

Levél. A *kétszikűek* leveleinek rendszerint nem nagy az alapjuk, gyakoriak náluk a pálhalevelek, jól fejlett a nyelük és elágazó erezetű a levéllemezük. Az *egyszikűek* szárát körülölelő levelének alapja gyakran hüvelyt alkot, általában nincsenek pálhaleveleik és levélnyelük, a levéllemezük ovális vagy szalagszerű, ívelt vagy párhuzamos erezettel.

Szár. A *kétszikűek* szárának keresztmetszetén az edénynyalábok kör alakban helyezkednek el, és a szár közepén bél található. Jellemző rá a kambiumképződés és a vastagodás. Ezért a kétszikűek közt sok a

lágyszárú növény és fa. Az *egyszikűek* edénynyalábjai ugyanakkor szét vannak szórva a szár majdnem teljes keresztmetszetén. Idővel a szár középpontjában felismerhető a bél, de egyes egyszikűeknél, például a pázsitfűveknél (*bambusz*, *búza*, *rozs*) a bél helyén levegővel telt nagy üreg képződik. Kambium az egyszikűeknél nem képződik. Ezek a növények nagyjából részben fűvek. Ebben a növénycsoportban, amelybe pálmák, az aloé vagy a sárkányfa tartozik, kevés a fa.

Virág. Sok kétszikű növényre jellemző a virág megléte, amelynek az alkotóelemei körökben helyezkednek el. Ezek mindegyikében négy vagy öt virágtakaró-levél, porzó vagy a termőt alkotó termőlevél található. Az *egyszikűek* tipikus virágának a körei háromtagúak. Nagyszámú vagy meghatározhatatlan számú részből álló virágok előfordulnak mind a kétszikűek, mind az egyszikűek körében.

Kétszikű zárvatermőből a Föld flórájában közel 180 ezer faj található, míg mintegy 70 ezer zárvatermőnek egyszikű az embriója, és az egyszikűekhez tartozik.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A zárvatermők a növények legnagyobb csoportja, amely leginkább elterjedt a különféle létfeltételek között.
2. A zárvatermők jellegzetes sajátossága a virág megléte, a virágporznak a termő bibéje általi befogása, az embriózsák jelenléte, a kettős megtermékenyítés, a rostacsövek.
3. A zárvatermő fajok az ismérvek összességét illetően két fő csoportra, kétszikűekre és egyszikűekre oszthatók.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Zárvatermők, kétszikűek, egyszikűek.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Melyek a zárvatermők fő ismérvei?
2. Milyen ismérvek alapján sorolják a zárvatermőket a kétszikűekhez és egyszikűekhez?
3. Hány kétszikű és egyszikű zárvatermő növényfaj található a természetben?

FELADAT

Hasonlítsátok össze a kétszikű és egyszikű zárvatermőket, a tulajdonságaikat jegezzétek be a táblázatba!

Ismérv	Kétszikűek	Egyszikűek
Sziklevelek száma a növényembrióban		
Megjelenés (fa vagy lágyszárú növény)		
Szár belső szerkezete		
Levéltrezet		
Gyökérrendszer típusa		
Virágrészek száma		

44. §. A BIOLÓGIAI RENDSZERTAN ALAPELVEI ÉS A ZÁRVATERMŐK VÁLTOZATOSSÁGA



Megtudjátok, hogyan osztályozzák az élőlényeket, és megismeritek a zárvatermők változatosságát.

A növények rendkívül változatosak. Az élő szervezetek változatosságát vagy sokféleségét a *biológiai rendszertan* tudománya vizsgálja. A rendszertannak a növényvilág változatosságával foglalkozó ágát *növényrendszertannak* nevezzük. Az élőlények változatosságát először Carl Linné svéd tudós (186. ábra) foglalta rendszerbe csoportosítás által oly módon, hogy belül a fajokat egymásnak alárendelt kategóriákba sorolta be. Minden egyes rendszertani szintnek nevet adott. A korszerű növényrendszertanban az osztályozás következő főbb szintjeit alkalmazzák:

- világ;
- törzs
- osztály
- rend;
- család;
- nemzetség;
- faj.

Biológiai rendszertan – az élőlények sokféleségéről szóló tudomány



186. ábra. Carl Linné
(1707–1778)

A biológiai rendszerben a fajcsoportokat a növények ismérveinek összessége alapján határozzák meg. A zárvatermők a növényvilág egyik törzsét alkotják. E törzsen belül két osztályt – a kétszikűeket és egyszikűeket – különböztetnek meg. A 187. ábrán a jól ismert faj, a kemény búza biológiai rendszertanban elfoglalt helye látható.



187. ábra. A kemény búza a szervezetek rendszerében

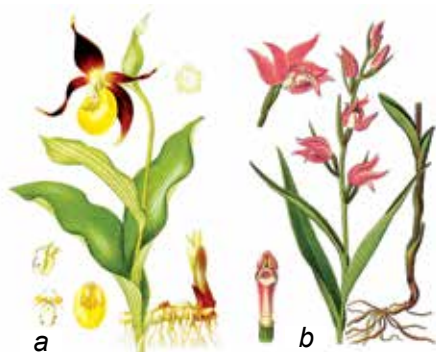
A kétszikűek fő családjaiba tartoznak a *boglárkafélék* (188. ábra), amelyek között sok a mérgező és a gyógynövény, valamint gyom. A többi kétszikű család képviselői a könyv előzékein láthatók. Közöttük sok a *rózsafélék* családjába tartozó dísz- és gyógynövény, bogyós és gyümölcskultúra, gyom. A *pillangósvirágúak* jól ismert mezőgazdasági növények, amelyeknek fehérjékben gazdagok a magvai. A *keresztesvirágúak* között sok a zöldség- és ipari kultúra. A mindenki által jól ismert burgonya a *burgonyafélék* családjába tartozik. Tudni kell, hogy ebben az osztályban sok a mérgező növényfaj. A kétszikűek legnagyobb osztályát a *fészkesvirágzatúak* teszik ki. A nevüket a külsőleg külön virágokra emlékeztető fészkesvirágzatukról kapták.

A kétszikű növények alig néhány csoportjának az áttekintése is jelzi, hogy azok mennyire változatosak, és milyen nagy jelentőségük van az ember számára.

A könyv előzékén is látható *liliomfélék* az egyik legelterjedtebb egyszikű család az osztályra jellemző nagyon szép virággal és föld alatti raktározó szervként funkcionáló hagymákkal. Az egyszikűek és egy-



188. ábra. Boglárkafélék:
a – réti boglárka; b – sisakvirág



189. ábra. Orchideafélék:
a – vénuszpapucs; b – piros madársisak

ben a zárvatermők legnépesebb családja a nemcsak a trópusokon, hanem nálunk is elterjedt *orchideafélék* (198. ábra). A képviselői között sok a ritka növény. A trópusokon az emberek széleskörűen használják a gazdaságban és élelmiszerforrásként a *pálmákat*. A *pázsitfűfélék*hez tartoznak a világ fő gabonakultúrái, amelyek közt sok a takarmányfű és a gyom.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A biológiai rendszertan a szervezetek sokféleségét vizsgálja és rendszerezi őket ismerveik összessége alapján.
2. A növények rendszerezésének az alapját a világ, törzs, osztály, rend, család, nemzetség és faj képezi.
3. A kétszikűek és egyszikűek a növényvilágba tartozó zárvatermők törzsének két osztályát alkotják.
4. A zárvatermők családjainak növényei ipari nyersanyagforrásul szolgálnak, a mezőgazdasági termelés és élelmiszer-előállítás alapját képezik, gyógyszeripari nyersanyagként is felhasználják őket.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Biológiai rendszertan

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mit tanulmányoz a biológiai rendszertan?
2. A növények rendszerezésének milyen szintjeit ismeritek?
3. Milyen jelentőségük van az ember életében a kétszikűek képviselőinek?
4. Milyen jelentőségük van az ember életében az egyszikűek képviselőinek?

A 192. ábrán látható vázlat alapján határozzátok meg a csipkerózsa helyét a növényi szervezetek rendszerében, és a füzetetekbe másolva töltsétek ki a hiányzó rubrikákat!



45. §. A NÖVÉNYEK ÖKOLÓGIAI CSOPORTJAI ÉS KÜLSŐ MEGJELENÉSI FORMÁI



Megtudjátok, miként különböztetik meg a növényeket a környezet alapvető tényezőitől való függésük szerint, és megismeritek a növények külső megjelenési formáit.



Minek köszönhető, hogy a növények nem pusztulnak el a napon vagy a vízben? Meddig élnek a növények? Hosszú ideig él-e a fű? Hogyan vészeli át a növények a telet?

Ökológiai tényezők. Az egyes élő szervezetek minden egyes fájának a megismételhetetlen külső megjelenési formája a környezet konkrét feltételeihez való alkalmazkodás hosszú folyamatának a visszatükröződése. A **környezet feltételei** komplexumot alkotnak, amelyen belül az éghajlattal, talajjal, domborzattal és a jelen lévő élő szervezetekkel, valamint a közöttük fennálló kölcsönhatással kapcsolatos sok összetevő különböztethető meg. Az élő szervezetekre, köztük a növényekre ható minden összetevőt **ökológiai tényezőnek** nevezzük.



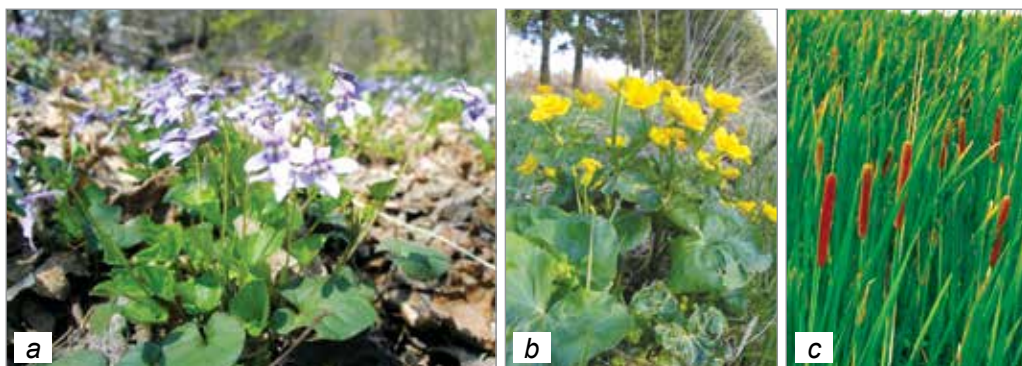
190. ábra. A szárazságtűrő növények kevés vizet párologtatnak vastag kutikulájuknak köszönhetően. Ezenkívül a cserkesz (balra) keskeny, csővé összecsaparodott levelei révén csökkenti a párologtatást, a szárazságtűrő kövirózsa (jobbra) a leveleiben vizet tárol.

Ökológiai csoportok. Nagyon sok ökológiai tényező van, és ezek komplex módon hatnak a növényekre. Bizonyos feltételek mellett egy tényező dominánssá válhat. A növények egy alaptényezőhöz való viszonyuk alapján elkülönített csoportját **ökológiai csoportnak** nevezzük. A növényeket tekintve a legfontosabb ökológiai tényező leggyakrabban a *víz- és fényellátottság*, valamint a *hőmérsékleti viszonyok*. A környezeti tényezők komplexumához való alkalmazkodást tükrözik a növények *külső megjelenési formái*.

A **vízellátottsághoz** való viszonyukat tekintve a növényeket *szárazságtűrő*, *mérsékelten nedvességkedvelő*, *nedvességkedvelő* és *vízínővényekre* osztják.

A szárazságtűrő növényfajok aszályos helyeken nőnek. A vízhiányhoz való legfontosabb alkalmazkodás a növényeknél a csökkentett párologtatás. Az ilyen növényeknek megvastagodott a kutikulájuk, és rendszerint aprók vagy csővé csavarodottak a kemény leveleik (190. ábra). Sok szárazságtűrő növény a talaj mély vízholdó rétegeiből szívják fel a vizet hosszú gyökérrendszerével. A *tevetővis* főgyökerének hossza például 20 méter. Az alkalmazkodás másik különleges módja, hogy a növények a ritkán hulló eső vagy a harmat vizét húsos száraikban (*kaktuszok*, *sivatagi kutyatej*) vagy leveleikben (*agávé*, *aloé*) tárolják. Ilyen növényekből sok nő a sivatagokban. Ezek nem tűrik a túl sok nedvességet. Ezért *szárazságtűrőknek* nevezik őket.

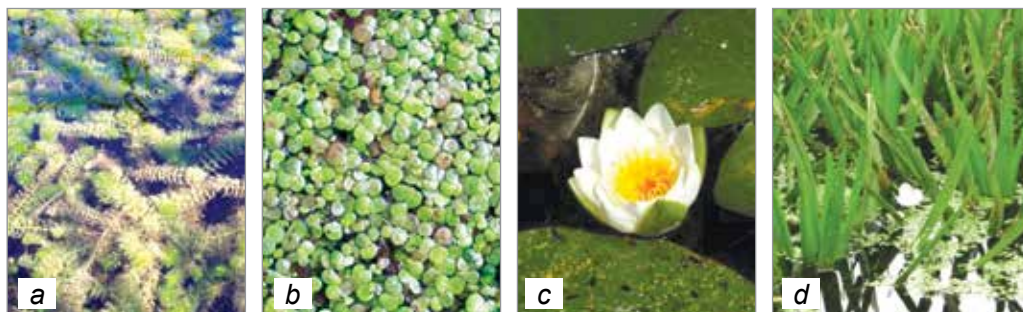
A mérsékelten nedves viszonyok között élő szárazföldi növények többsége mérsékelten nedvességkedvelő. A leveleik általában szélesek és puhák, nincs rajtuk viaszbevonat, mérsékelten szőrösek vagy csupaszok. Ilyen növény a *tölgy*, *ibolya*, *gyöngyvirág* (191. ábra).



191. ábra. Mérsékelt nedvességkedvelő növény:
a – ibolya; nedvességkedvelő növény: b – gólyahír, c – gyékény

A *nedvességkedvelő* növények az állandóan túl nedves talajokon, közte lápos helyeken (*éger*, *sás*, *szittyó*), vízpartokon (*nád*, *gyékény*, *gólyahír*) (191. ábra) nőnek. Az ilyen növények szárában és leveleiben nagy sejtközi terek találhatók a szövetek szellőztetése végett.

A *vízínövények* vizekben élnek. Egyesek teljesen a vízbe merülnek (*átokhínár*, *valiznéria*, *tócsagaz*). A leveleiknek nincsenek gázcserenyílásaik. Más vízínövények, amelyeknek a levelei a felszínen úsznak, lehetnek meggyökeresedettek (*tavirózsa*, *békaszőlő*) vagy szabadon lebegők (*sulyom*, *békalencse*, *rucaöröm*). Leveleik felső felszíne a kutikulának köszönhetően fénylő, a gázcserenyílásaik ezen a felületen találhatók. A vízínövények egy része – a félig vízbe merülő – meggyökeresedettek, víz fölötti leveleik és száraik vannak, a felépítésüket tekintve hasonlítanak a nedvességkedvelő növények (*káka*, *kolokán*) (192. ábra) leveleire. Közülük egyeseknél, mint például a nyílfűnél, egyszerre mindhárom – merülő, úszó, víz fölötti – levéltípus előfordul (193. ábra).



192. ábra. Vízínövények: a) merülő – tócsagaz;
b) nem meggyökeresedett úszó levelű – békalencse;
c) meggyökeresedett úszó levelű – tavirózsa; d) félig lemerülő – kolokán

A **megvilágítottságot** tekintve a növényeket *fénykedvelőkre*, *árnyéktűrőkre* és *árnyékkedvelőkre* osztják (194. ábra).

A *fénykedvelő* növényfajoknak sok fényre van szükségük, nem nőnek árnyékban. A leveleikben jól fejlett az oszlopos sejtekből álló szövet, gyakran sok gázcsereenyílásuk és vastag kutikulájuk van. Fénykedvelő a *nyír*, *erdeifenyő*, *útifű*, a szárazságtűrő növények és az úszó levelű vízinövények többsége.

Az *árnyéktűrő* növények – mint a *gyertyán*, *orgona*, *szamóca* – jobban fejlődnek erős megvilágítottság mellett, de árnyékban is jól nőnek. Az *árnyéktűrő* növények közül soknak az idő haladtával megváltoznak az igényei. Például a fiatal lucfenyők más növények árnyékában, míg a kifejlettek teljes megvilágítás mellett nőnek jobban.

Az *árnyékkedvelő* növények csak árnyékban tudnak jól fejlődni (*kapotnyak*, *fokföldi ibolya*, egyes *páfrányok*). A leveleik rendszerint nagyok, a szivacsos sejtekből álló szövetük fejlett, az oszlopos szövet gyakran hiányzik náluk.

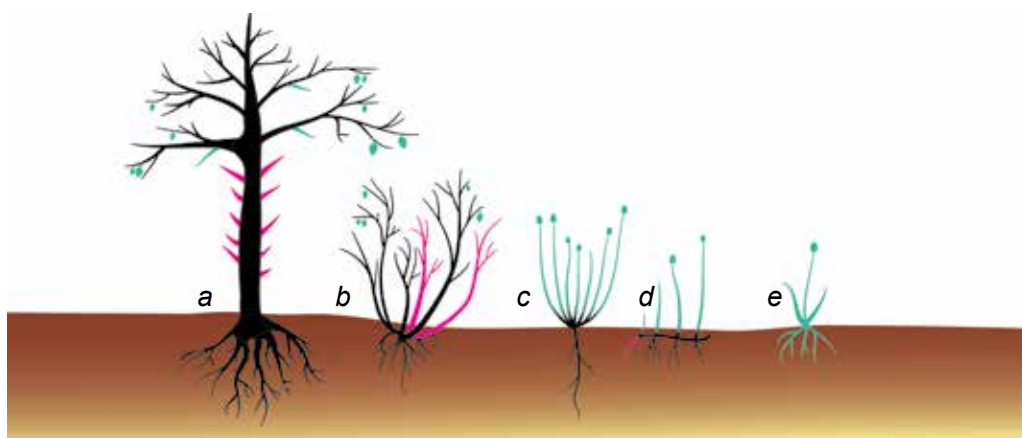
A **hőmérsékleti viszonyok** szerint a növényeket *hidegtűrőkre* és *melegkedvelőkre* osztják. A hőmérséklettel kapcsolatos igény alig van kihatással a növények felépítésére, mivel a meghatározott hőmérsékleti viszonyokhoz való alkalmazkodás főként fiziológiai folyamatokkal kapcsolatos.



193. ábra. Nyílű – félig lemerülő vízinövény lemerülő, úszó és víz fölötti levelekkel



194. ábra. Fénykedvelő (útifű), árnyéktűrő (szamóca) és árnyékkedvelő (kapotnyak) növények



195. ábra. A növények külső megjelenési formái: fák (a, b), faszzerű (c) és lágyszárú növények (d, e). Fa (a), cserje (b), félcserje (c), egynyári (d), évelő (e) lágyszárú növények. Az évelő részek feketék, a korábban elhaltak vörösek; a télre elhalók zöldek

A *hidegtűrő* növények képesek a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ alatti hőmérsékletek túlélésére, jóllehet csak $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ fok fölötti hőmérsékleten nőnek. Ilyen növények a mi földrajzi szélességünkön élő fák és bokrok, a mezőgazdasági kultúrák közül a *sárgarépa*, *borsó*, *rozs*.

A melegkedvelő növények nem bírják a hideget, normális növekedésükhöz viszonylag magas hőmérsékletre van szükségük. A trópusokon és meleg szubtrópusokon honos növények többsége, a nálunk élők közül az *uborka*, *dinnye*, *tök*, *paradicsom* és *padlizsán* melegkedvelő.

A **külső megjelenési forma** a növény környezeti feltételekhez történő alkalmazkodását tükröző külalakja. Ugyancsak mutatja a növény egészének és vegetatív szerveinek az élettartamát. A külső megjelenési forma alapján a növényeket *fákra*, *félfásakra* és egynyári, valamint évelő *lágyszárúakra* osztják (195. ábra).

A *fák* több éves, alvórügyeket hordozó hajtásai fásodottak. A fának csak egy fő hajtásuk van: a törzs. Ez addig él, akár több tíz, sőt több száz évig, ameddig az egész növény. A cserjék vagy bokrok abban különböznek a fáktól, hogy egymást fokozatosan váltó több törzsük van. A különböző cserjefajok törzseinek élettartama különböző, a *málnánál* két év, az *orgonánál* 60 év, de annak köszönhetően, hogy az előregegetett törzseket újak váltják fel, a növények több száz évig élhetnek. Az 50 cm-nél alacsonyabb cserjéket *cserjécskének* nevezzük. A fa alakú növények törzse lehet nem egyenes állású is, például a kárpáti törpefenyő elfekvő, a *borostyán* és a *vadszőlő csavarodó* szárú (196. ábra). A csavarodó fás törzsű növényeket *liánoknak* nevezzük.



196. ábra. Heverő törzsű törpefenyő a Kárpátokban (balra), fás szárú lián – borostyán – a fatörzsön (középen), lágyszárú lián – szulák – képe (jobbra)

A *félfás növények* földfelszín fölötti hajtásainak felső része lágyszárú, és évente elhal, a föld alatti része ugyanakkor fás, megőrzi az életképességét és alvórügyeket hordoz. A félfás növények élettartama több tíz, néha több száz év. A 20 cm magas növények, például a *kakukkfű* félcserjéske, a magasabbak, mint az *üröm*, *zsálya*, *levendula*, félcserjék.

A *lágyszárú növények* föld fölötti része nem fásodott, és a virágzás, valamint terméshozás után évente elhal. Az évelő lágyszárú növények a téli időszakot rendszerint föld alatti módosult hajtásaiknak – a gyöktörzsnek (*tarackbúza*), gumóknak (*keltike*) vagy hagymáknak (*nárcisz*) – köszönhetően élnek túl. Ezért sok évig élhetnek. Az egynyári növények (*libatop*) csak egy évig élnek, s ez alatt érkeznek kifejlődni, virágokat és magokat létrehozni és teljesen elhalni. Tavasszal az új növények kizárólag magokból kelnek ki. A lágyszárú növények nagy részének föld fölötti hajtásai csavarodók. Ezek lágyszárú liánok (*komló*, *szulák*) (196. ábra).

A növények fő ökológiai csoportjainak és külső megjelenési formáinak ismerete elengedhetetlen a növények helyes ápolásához: öntözéséhez, elhelyezési vagy ültetési helyének kiválasztásához, nyeséséhez, átültetéséhez, teleltetéséhez, szaporításához.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A növények ökológiai csoportjait a külső környezet valamelyik alapvető tényezőjétől – nedvességi szint, megvilágítottság és hőmérséklet – való függésének foka szerint különböztetik meg.
2. A növények külső megjelenési formája a környezet összes tényezőjéhez való alkalmazkodást tükröző külalak. A külső megjelenési forma mutatja a növény élettartamát.

3. A növényeket külső megjelenési formájuk szerint fákra és cserjékre, félfásakra és lágyszárúakra (egynyáriakra és évelőkre) osztják.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Környezeti feltételek, ökológiai tényező, ökológiai csoport, a növények külső megjelenési formája.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi a növények ökológiai csoportja?
2. Mi a külső megjelenési forma?
4. A növények milyen külső megjelenési formáit ismeritek?

FELADAT

1. Nevezzétek meg a növényeknek azokat az ökológiai csoportjait, amelyeket a nedvesség, a megvilágítottság és a hőmérséklet szintje szerint különböztetnek meg! Mondjatok példákat mindegyik ökológiai csoportra!
2. Jellemezzétek az egész növény és föld fölötti vegetatív szerveinek élettartamát a különböző külső megjelenési formák esetében!

KÍVÁNCSIÁKNAK

Élősködő, félpazita és szimbiotróf növények

(Válaszok a tanulók kérdéseire: *Vannak-e nem zöld színű növények, vagy minden növény csak zöld? Vannak-e élősködő vagy parazita növények?*)

A növények különleges ökológiai csoportjai, amelyeknek a táplálkozása eltér a többiekétől, az *élősködők*, *félpaziták* és *szimbiotrófok* (197. ábra).

Az *élősködő* növényeknek nincs klorofilljuk, kizárólag más felsőbbrendű növények kárára táplálkoznak. Az aranka szárgyökér-szívókáival belenő a lágyszárú gazdanövény szárának edénynyalábjaiba. Egy másik növényparazita, a szádor fűvek gyökerén élősködik. Ezek a növények a mezőgazdasági kultúrákat károsítják. A kónya vicsorgó a mogoró, bükk, gyertyán gyökerein élősködik.

A *félpazita* növények, például a fagyöngy, amelyik a fák ágain telepszik meg, megtartja a klorofillját és képes az önálló fotoszintetizálásra. Sok fűnemű növény,



197. ábra. Élősködő növények (a – szádor), félpaziták (b – csormolya, c – szemvidítófű) és szimbiotrófok (d – madárfészek kosbor, e – fenyőspárga)

mint például a csormolya, szemvidítófű, fogfű gyenge gyökérrendszerrel rendelkezik, és táplálkozását a szomszédos növények kárára egészíti ki gyökérszívókái segítségével.

A **szimbiotróf növények** a klorofill hiánya miatt az élősködő növényekre emlékeztetnek. Azonban szimbionta gombáktól kapott kész szerves anyagokkal táplálkoznak. Példaként a madárfészek kosbor és a fenyőspárga említhető. Az utóbbi szintén szimbionta gombáktól szerzi be a tápanyagokat, amelyek azokat a velük szimbiózisban élő lucfenyő gyökereitől kapják.

46. §. NÖVÉNYTÁRSULÁSOK



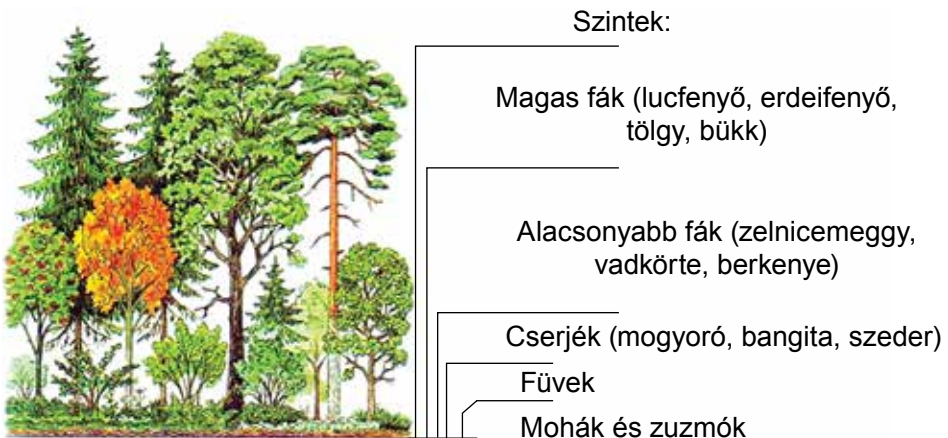
Megtudjátok, mik a növénytársulások, és melyek a fő típusaik.



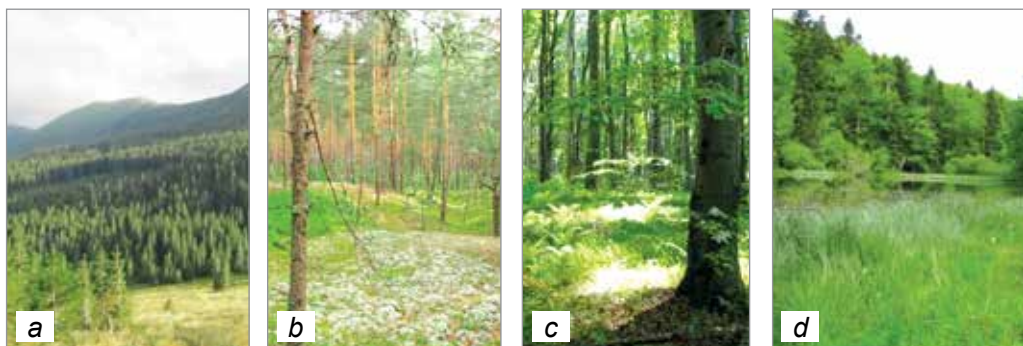
Hol nőnek a hóvirágok? Létezik-e olyan növény, amelyik mindenütt nő? Miért nem borítja erdő a Föld egészét? Ebben az esetben több oxigén lenne.

A növények a természetben nem véletlen fajösszetételben fordulnak elő. A tapasztalt természetjáró tudja, hogy milyen fűvet találhat meg az erdőben, réten vagy lápban, és hogy melyet nem érdemes ott keresnie. A különböző növényfajok alkalmazkodtak az egy helyen való közös léthez. Kölcsönhatásban vannak egymással a nedvesség, fény és más környezeti erőforrások leghatékonyabb kihasználása érdekében. Eközben egyes növényfajok megteremtik más fajok számára a létfeltételeket.

Az azonos létfeltételekkel rendelkező helyen élő, egymással kölcsönös kapcsolatban álló különböző fajú növények összességét **növény-**



198. ábra. Az erdei növénytársulás színtezettsége



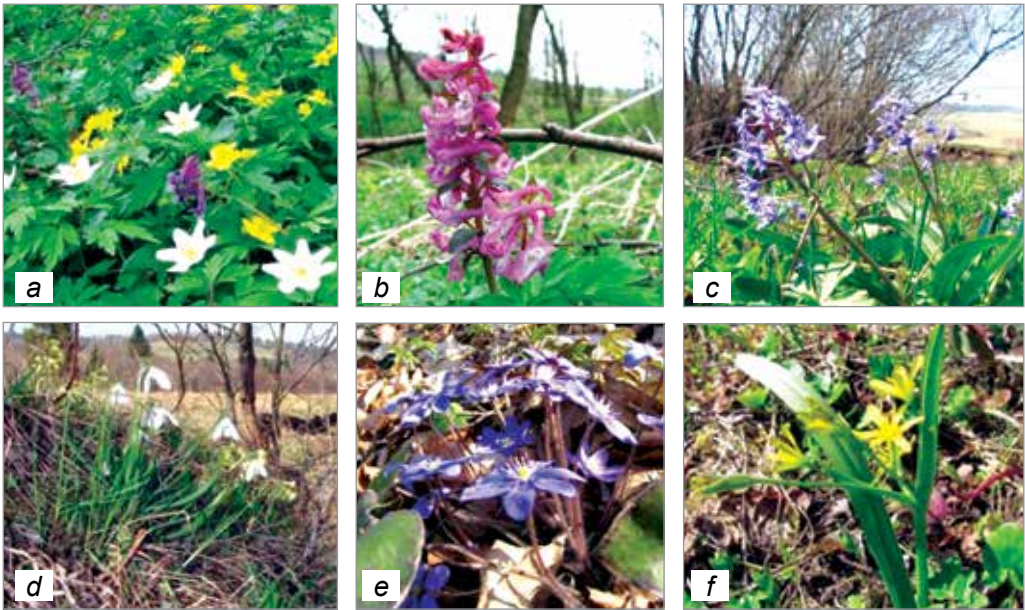
199. ábra. Az erdők változatossága: a – kárpáti fenyőerdő; b – polisszjai erdeifenyő-erdő; c – pogylljai bükkerdő; d – vegyes erdő a Kárpátok völgyében

társulásoknak nevezzük. Minden növénytársulásnak megvan a saját szerkezete: a növények törvényszerű megoszlása a térben. Növénytársulások példái az erdők, sztyeppék, rétek, lápok.

Az **erdők** növénytársulások, amelyekben a fák vannak túlsúlyban. Függőleges szerkezetüket, azaz szintezettségüket a különböző fajok fotoszintetizáló hajtásainak meghatározott magasságokban való elhelyezkedése határozza meg. A mi erdeinkben rendszerint a következő szintek különböztethetők meg: a) magas fafajok szintje; b) alacsonyabb fák szintje; c) cserjék szintje; d) füvek szintje; e) mohák és zuzmók szintje (198. ábra). Szintezettség jellemző a gyökérrendszerre is. Az erdei növénytársulások különbözők lehetnek a magas fák szintjének faji összetételétől függően (199. ábra).

Például a Kárpátokban gyakori lucfenyőerdők rendszerint sötétek, a talajukat lehullott tűlevelekből álló vastag réteg borítja. Itt szinte fű sem nő. Ugyanakkor az Ukrajna déli vidékein domináló erdeifenyő-erdők gyakran világosak, gazdag az aljnövényzetük. A *tölgy*, *bükk*, *juhar* által alkotott erdőket *lombos erdőknek* nevezzük. Az ilyen erdőkben a vastag avarréteg és a nyári erős árnyékoltság ugyancsak gátolja a füvek fejlődését. Itt általában gyöktörzsés, gumós és hagymás növények fordulnak elő, amelyek a tartalék tápanyagaiknak köszönhetően érkeznek koratavasszal elvirágozni, amikor a fák lombozata még fejletlen (200. ábra). A lombos erdők Krím és a Kárpátok hegyeiben, valamint Közép-Ukrajnában elterjedtek. Országunkban a vegyes erdők fajgazdagsága a legnagyobb, ezekben a legfelső szintet együtt alkotják tűlevelű és lomblevelű fák. Azonban a legtöbb növényfaj Afrika, Ázsia és Dél-Amerika nedves trópusi erdeiben él.

A **sztyeppék** alacsony nedvességtartalmú területeken növő, évelő lágyszárú növények, köztük árvalányhaj és csenkesz által dominált



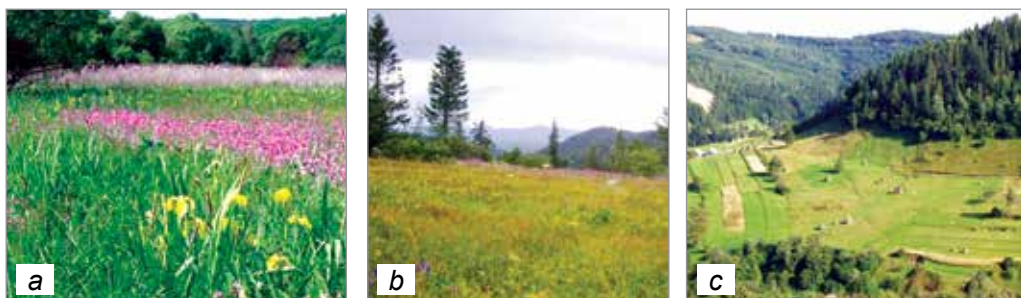
200. ábra. Koratavaszi erdei növények: a – szellőrózsák; b – keltike; c – csillagvirágok; d – hóvirágok; e – májvirág; f – sárga tyúktarj

növénytársulások (201. ábra). A csapadékokkal talajba jutó vizet a növények érkeznek teljes mértékben felszívni a gyökérrendszerükkel. A füveknek köszönhetően a sztyeppéken évezredek alatt bolygónk legtermékenyebb, vastag rétegű talajai – *feketeföldek (csernozjomok)* – jöttek létre. Az ember régóta szántja a sztyeppéket mezőgazdasági kultúrák termesztése céljából. Ezért a *szűzföldeknek* nevezett, érintetlen növénytársulásokból mára már nagyon kevés maradt.

A **rétek** olyan növénytársulások, amelyekben a füvek dominálnak. A sztyeppéktől eltérően a rétek elegendő nedvességtartalom mellett fejlődnek. A természetes rétek túlnyomórészt folyók ártereiben és magas



201. ábra. Árvalányhaj (balra) és csenkesz (jobbra) által dominált sztyeppői növénytársulások

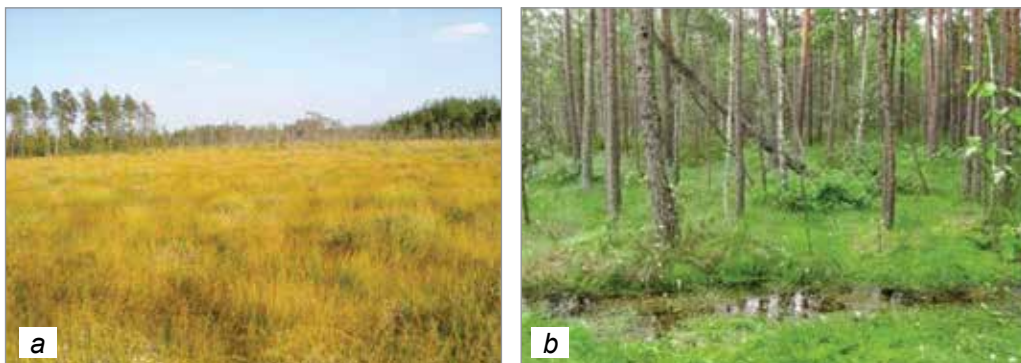


202. ábra. Réti növénytársulások: a – természetes ártéri rét; b – természetes hegyi rét; c – poloninának nevezett havasi kaszáló és legelő a Kárpátokban

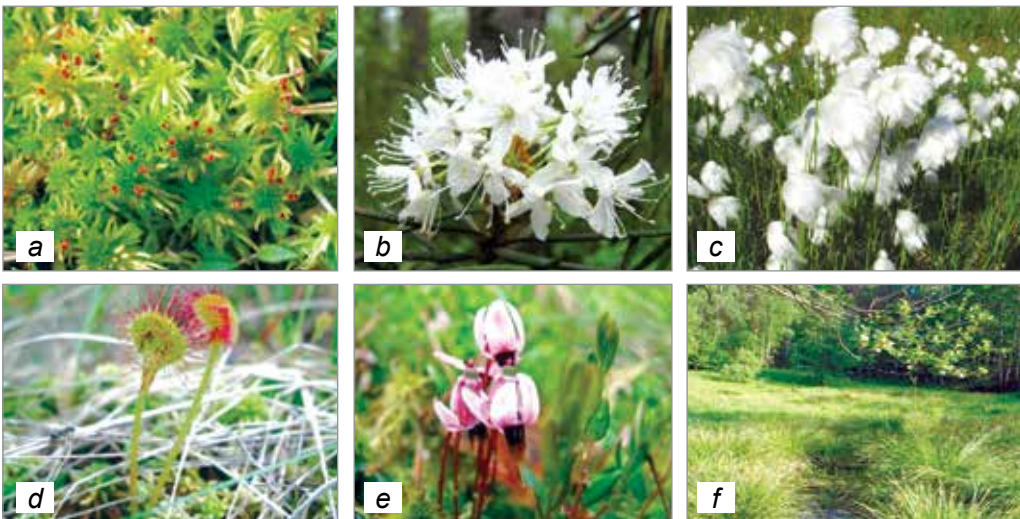
hegyekben található (202. ábra). Azonban a mai rétek többsége az embernek köszönhetően létezik, aki kaszálóként és legelőként használja őket. A fás növényeket ezért rendszerint kiirtják a rétekről.

A **mocsári növénytársulások** rendkívül magas nedvességtartalom mellett fejlődnek. Bennük fűvek dominálnak, de előfordulnak kisebb cserjék és fák is (203. ábra). A tőzeglápokon a tőzegmoha van túlsúlyban, ami olyan feltételeket teremt, hogy csak az egyes cserjék és félcserjék (*molyűző*, *tőzegáfonya*), valamint fűvek (*harmatfű*, *gyapjúsás*, *sás*) képesek rajta nőni (204. ábra). A mocsári növénytársulások nagyon sokfélék a vízből történő táplálásukat illetően. A fellápon, amelyben a tőzegmoha van túlsúlyban, a víz elsősorban a csapadék formájában jut be. A síklápon a növények ásványokban gazdag talajvízzel táplálkoznak. Itt általában a sásfélék vannak túlsúlyban.

A sztyeppék, rétek és mocsarak növénytársulásaira szintén jellemző a színezettség, de ez nem olyan egyértelmű, mint az erdők esetében, és a szintek száma is kisebb. Azonban ezekben a növénytársulásokban, az erdőkhez hasonlóan, fotoszintetizáló hajtások, amelyek igyekeznek minél több napfényhez jutni, szinte teljesen beárnyékolják a talajfelszínt.



203. ábra. Mocsári növénytársulások: a – felláp; b – polisszjai síkláp



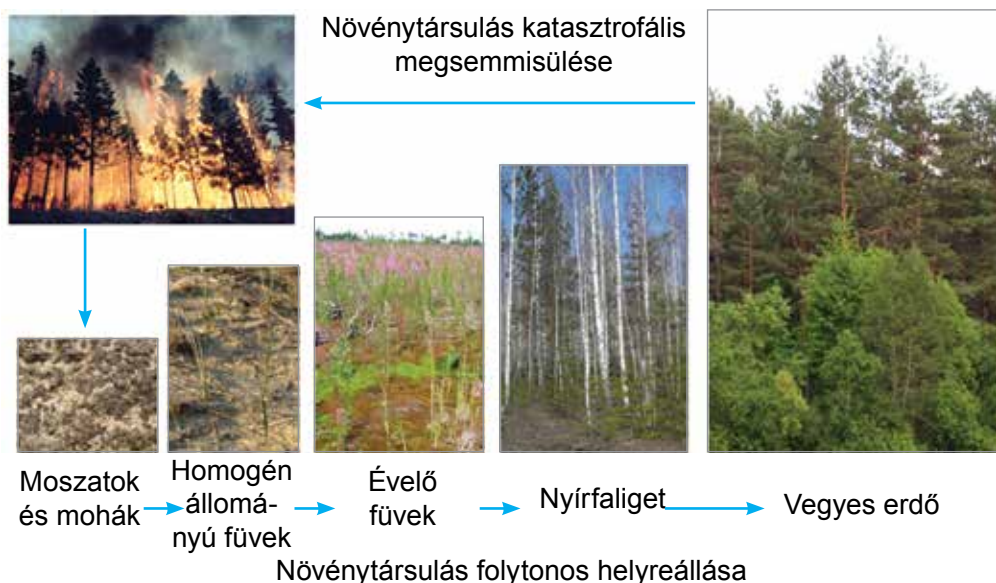
204. ábra. Mocsári növények: a – tőzegmoha; b – molyúzó; c – gyapjúsás; d – harmatfű; e – tőzegáfonya; e – sás

A **sivatagi növénytársulások** a fentebb vázoltaktól abban különböznek, hogy a növények a sivatagban nem alkotnak összefüggő takarót. A napsugarak nagyobb része ezért eléri a talajfelszínt. Ezt követően a napsugárzás hő formájában szétszóródik, ahogy az a legforróbb sivatagokban történik, vagy kisugárzik a világűrbe, mint az Arktisz vagy Antarktisz jégsivatagjaiban, valamint a nagyon magas hegyekben. Ukrajnában sivatagi növénytársulás a Herszon megye területén található Oleskivszk-sivatagban fordul elő (205. ábra).

Minden területnek megvan a tipikus növénytársulása, amelyet az adott éghajlat, domborzat és talajösszetétel határoz meg. A különböző természeti folyamatok (tűzvész, árvíz) és az emberi tevékenység megváltoztathatja vagy megsemmisítheti az ilyen állandósult növénytársulásokat. A teljesen növénymentes földfelületeken először rendszerint moszatok és mohák telepednek meg (206. ábra). Ezek olyan szerves vegyületeket halmoznak fel, amelyek a talajképződéshez szükségesek. Később ezeken a területeken igénytelen egynyári lágyszárúak telepednek meg. A fajösszetételük nagyon változatos, és azt nem annyira a növények egymás közötti kölcsönhatása, mint valamely



205. ábra. Oleskivszk-sivatag, Európa legnagyobb sivatagja, amely a terület túlzott szarvasmarha-legeltetése következtében alakult ki



206. ábra. Növénytársulások módosulása tűzvész után

növényfaj magjainak az adott helyre kerülése határozza meg. A fejlődés következő lépését a terület évelő lágyszárú növényekkel való benépesülése jelenti. Később megjelennek a fásnövények, leggyakrabban a fénykedvelő nyír. A lombjai alatt idővel olyan árnyéktűrő növények jelennek meg, mint az árnyéktűrő lucfenyő, tölgy, bükk, gyertyán. Ezek túlnövik a nyírt, árnyékba borítják, a nyírerdőt lucfenyőerdő, lombos erdő vagy vegyes erdő váltja fel a maga füves, cserjés aljnövényzetével és sajátos gombaállományával és állat- valamint baktériumvilágával.

Az ember gyakran hoz létre **mesterséges növénytársulásokat** – kerteket, bogyós növényállományokat, parkokat, háztáji kerteket, virágkertészeteket. Ezek nem képesek önállóan hosszú ideig fennmaradni. Nagy erőfeszítésbe kerül a gyomok és rovarkártevők elleni harc a mesterséges növénytársulások faji összetételének fenntartása érdekében. Ha elhanyagolják őket, hamar elfajulnak, és természetes növénytársulásokra kezdenek hasonlítani.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A különböző növényfajok nem egymagukban élnek, hanem meghatározott társulásokban.
2. A növénytársulásoknak köszönhetően a különböző növényfajok egymással együtt élhetnek és ennek köszönhetően hatékonyan használhatják fel a nedvességet, fényt és a környezet helyben lévő más erőforrásait.

3. Minden növénytársulásnak megvan a maga fajösszetétele és szerkezete, amelyeket a környezeti feltételek és a növények egymás közötti kölcsönhatása határoz meg.
4. A mesterséges növénytársulások emberi beavatkozásnak köszönhetően léteznek.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Növénytársulás, erdők, sztyeppék, rétek, mocsári növénytársulások, sivatagok, mesterséges növénytársulások.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mik a növénytársulások?
2. Milyen szintezettség jellemző az erdei növénytársulásra?
3. Milyen típusú növénytársulásokat ismertek?

FELADAT

Feleljetek önállóan azokra a kérdésekre, amelyeket a tanulók tettek fel a paragrafus elején!

3. gyakorlati munka

A MOHÁK, PÁFRÁNYOK ÉS ZÁRVATERMŐ (VIRÁGOS) NÖVÉNYEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

A munka célja: a mohák, páfrányok és virágos növények fotoszintetizálást végző nemzedékei testfelépítésének elemzése természetes növénytársulásokon; a növények hasonló és eltérő jegyeinek meghatározása.

Anyagok: moha (szőrmoha, lombos moha), páfrány (hím páfrány, édes gyökerű páfrány) és virágos növény (boglárka, pimpó) élő példányai vagy herbárium mintái.

Eszköz: nagyító.

A MUNKA MENETE

1. Vizsgáljátok meg nagyító segítségével a tanár által kiosztott mohát, páfrányt, virágos növényt!
2. Határozzátok meg, a moha, páfrány és virágos növény milyen testrészei találhatók a vizsgált mintákon!
3. Határozzátok meg, milyen ivarszervek (spórahordók vagy virágok) találhatók a vizsgált mintákon!
4. Töltsétek ki a füzetetekben a minták vizsgálati eredményének a táblázatát (kizárólag a saját megfigyeléseitek alapján)! Ennek érdekében az adott növény meglévő szerveit jelöljétek +, a hiányzókat – jellel.

Testrész:	Moha	Páfrány	Virágos növény
Gyökér			
Szár			
Levél			
Rhizoidok			
Virág			
Spóratartó			
Mag			
Termés			

5. Válaszoljatok a kérdésekre: 1. Miben hasonlít és tér el egymástól a mohák, páfrányok és virágos növények fő fotoszintetizáló szövetének szerkezete? 2. Milyen vegetatív szerveik vannak a moháknak, páfrányoknak és virágos növényeknek? 3. Milyen szaporodási szerveik vannak a moháknak, páfrányoknak és virágos növényeknek?

4. gyakorlati munka

A MEGHATÁROZOTT FELTÉTELEK MELLETT SZAPORÍTHATÓ SZOBANÖVÉNYEK FAJAINAK MEGHATÁROZÁSA

A munka célja: együttes összeállítása szobanövényekből a szervfelépítésük és környezettel szembeni igényük figyelembevételével valamely ismert hőmérsékletű, megvilágított és légnedvességtartalmú helyiség belső terének díszítése céljából.

Anyagok: élő szobanövények és képeik, speciális növényatlaszok.

A MUNKA MENETE

1. Elemezzétek két növény vegetatív szerveinek a felépítését a tanár útmutatása alapján!

2. Határozzátok meg a kiosztott növények esetében:

- a föld alatti szervek felépítésének sajátosságait (a gyökér vagy módosulásai felépítését, a gyökérrendszer típusát, föld alatti hajtásmódosulatokat);
- a föld fölötti hajtások felépítésének sajátosságait (a növekedési irányt és a támaszték szükségességét, hajtásmódosulatok meglétét, a szár felépítését);
- a föld feletti hajtások leveleinek felépítésbeli sajátosságait, közte a méreteiket, színüket, a szőrözöttség meglétét és jellegét!



3. Állítsatok fel hipotézist a vizsgált szobanövények külső megjelenési formáját és az élőhely feltételei iránti igényüket illetően!

4. Hasonlítsátok össze a vizsgált szobanövények külső megjelenési formájára és az élőhely feltételei iránti igényükre vonatkozó hipotéziseket a tanár által közölt információkkal és a növényatlaszok adataival!

5. Tudjátok meg a tanártól, hogy milyen az ajánlott helyiség belső hőmérséklete, megvilágítottsága és légnedvességtartalma!

6. Feleljetek a kérdésekre: 1. Melyik ökológiai csoport növényei alkalmasak a tanár által ajánlott helyiség díszítésére? 2. A vizsgált szobanövények közül melyek alkalmasak a tanár által ajánlott helyiség díszítésére?

ÖSSZEGEZÉS

1. Megtudtuk, hogy a növényekre nagy változatosság jellemző. A növények fő csoportjai a moszatok és a magasabbrendű növények. A magasabbrendű növényekhez tartoznak a mohák, korpafüvek, zsurlók, páfrányok, nyitvatermők és zárvatermők.

2. Megjegyeztük, hogy a magasabbrendű növények az alább jellemzett módon alkalmazkodtak a szárazföldi létfeltételekhez:

- testük gyökerre, levelekre és szárra tagolódik;
- gázcsereenyílásokat tartalmazó epidermisz és vízszállító, valamint merevítő szövetet tartalmazó farész megléte.

3. Meggyőződöttünk arról, hogy – a moszatoktól eltérően – a magasabbrendű növényekre jellemző az ivaros és ivartalan szaporodás szerveinek megléte.

4. Megismertük a magasabbrendű növények szaporodási folyamatainak sajátosságait:

- valamennyi magasabbrendű növény szaporodási folyamatában ivaros és ivartalan nemzedékek váltják egymást; a mohák fő fotoszintetizáló nemzedéke az ivaros nemzedék, az összes többi magasabbrendű növény esetében az ivartalan nemzedék.
- A mohák, zsurlók, korpafüvek és páfrányok (az úgynevezett magasabbrendű spórás növények) spórákkal terjednek; a megtermékenyítéshez vízre van szükségük.
- A zárvatermők és nyitvatermők (az úgynevezett magvas növények) magokkal terjednek; jellemző rájuk a megporzás, a megtermékenyítéshez rendszerint nincs vízre szükségük.

5. Megtudtuk, hogy a növények felépítésének és szaporodásának sajátosságai szorosan kötődnek az élőhely feltételeihez; kiderítettük, hogy a természetben a különböző növények bonyolult társulásokat alkotnak.

6. Meggyőződünk róla, hogy a növények képezik az élő szervezetek társulásainak fő összetevőjét és a földi élet alapját: a fotoszintézisnek köszönhetően a növények a napfény energiáját a bolygó valamennyi élőlénye számára hozzáférhetővé teszik, és a légzéshez szükséges oxigént termelnek. A növények óriási szerepet játszanak az emberek életében mint táplálékforrás, mezőgazdasági és ipari nyersanyag, valamint gyógyszerkészítmény-alapanyag

Tudom és képes vagyok rá

- Ismerem a növények alapvető csoportjainak a jegyeit, képes vagyok arra, hogy a felépítése alapján meghatározzam, melyik csoporthoz tartozik a növény.
- Ismerem a zárvatermők fő csoportjait, és képes vagyok arra, hogy meghatározzam őket.
- Tudom, milyen külső megjelenési formáik vannak a növényeknek, és képes vagyok arra, hogy megállapítsam, milyen élőhelyi feltételekhez alkalmazkodott a növény.
- Ismerem a fő növénytársulásokat, és képes vagyok arra, hogy felismerjem őket a természetben.

5. téma

GOMBÁK

A téma tanulása során megismeritek:

- ✓ milyen sajátosságai vannak a gombák felépítésének, táplálkozásának és növekedésének;
- ✓ melyek az ehető és a mérgező gombák, és hogyan különböztethetők meg;
- ✓ milyen jelentőségük van a természetben a gombáknak és az ember gazdasági tevékenységében;
- ✓ milyen kölcsönhatásban állnak a gombák a növényekkel és moszatokkal.



47. §. A GOMBÁK FOGALMA ÉS TÁPLÁLKOZÁSUK SAJÁTOSSÁGAI



Megtudjátok, hogy miben különböznek a gombák az élőlények más csoportjaitól, és hogy miként táplálkoznak.



Azt mondják, hogy a gombák nem tartoznak sem a növényekhez, sem a baktériumokhoz, sem pedig az állatokhoz. Növények-e vagy inkább állatok a gombák? Mivel táplálkoznak? Van-e a gombákban klorofill? Kiválasztanak-e a gombák oxigént? Miért nőnek eső után a gombák? Hány gombafaj létezik Ukrajnában? Melyik a legnagyobb gomba? Milyen térségekben nincsenek gombák?

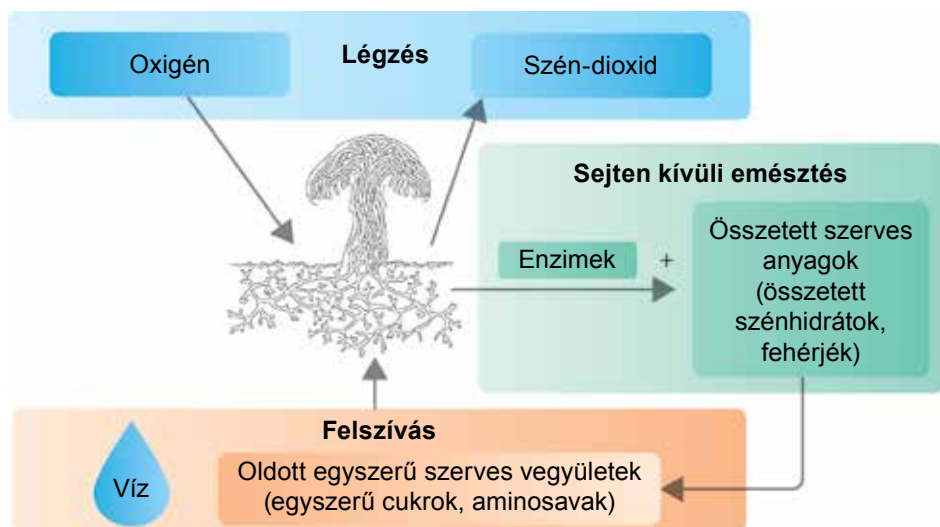
A baktériumokkal, egysejtű eukariótákkal, növényekkel és állatokkal együtt bennünket mindenütt körülvesz az élőlények egy további nagy csoportja. Bizonyára mindegyiketek tartotta már őket a kezében, látta üzletben, sőt evett belőlük. Ha nem is ismeritek őket személyesen, biztosak lehettek abban, hogy ők jól ismernek benneteket. A spóráik, testük darabkái a lábbelitekre tapadnak, amikor az utcán jártok. Megrontják a meleg, nedves helyeken tárolt élelmiszereket. Ezek a szervezetek foltos hajhullást, köröm-, bőr-, légcső- és tüdőbetegségeket okoznak. A földművesek helyett „learatják” a termést a mezőn, „leszedik” a gyümölcsöket a kertekben, megrontják a zöldségeket a háztáji gazdaságban, tönkreteszik a fákat az erdőben. „Megeszik” a fából készült házakat, deszkát, rongálják a művészeti alkotásokat, roncsolják a festékeket, gumit, sőt még a műanyagokat is.

Azonban nélkülük bolygónk kidőlt fatörzsek és letört ágak lerakata lenne, mindenütt tetemek hevernének, ürülék borítana mindent. Az erdők satnya bozótosokra emlékeztetnének. A kőzetek nem alakulnának át termékeny talajokká. Nélkülük nem lenne kenyér, kvasz, kumisz és lenvászon. A katonák az enyhe sebesülésbe is belehalnának, a bakteriális betegségek veszélyes kórokozói legyőzhetetlenek lennének, a velük fertőzöttek pedig meghalnának. És magától értetődő, hogy az asztalunkra nem kerülhetne finom sült csiperke, párolt laskagomba, róka-gombából készült ragu, sós rizike, savanyított vargánya.

A gombák különleges tulajdonságai közvetlenül vagy közvetve táplálkozásuk sajátosságaival kapcsolatosak. Minden gomba heterotróf szervezet. Oldott szerves anyagokkal táplálkoznak, amelyeket testük egész felületével **szívnak fel**.

A gombasejtek rendszerint csak egyszerű szerves anyagok felvételére képesek. A környezetben kevés ilyen anyag található oldott állapotban, míg összetett szerves anyagokból sok van a természetben. A gombák „megtanulták” az összetett szerves anyagok egyszerűekre való lebontását, s ezeket már fel tudják szívni a sejtjeikkel.

Az összetett szerves anyagok lebontásához a gombák különleges anyagokat – **enzimeket** – választanak ki a környezetbe. Az enzimek az összetett szerves molekulákat egyszerűbb alkotóelemekre bontják, például a cellulóz nagy molekuláját sok apró glükóz-molekulára, a nagy fehérjemolekulát sok kis aminosav-molekulára.



207. ábra. A gombák táplálkozása

A tápanyagokat a gomba sejtjei oldatok formájában szívják fel. A gombáknak ezért sok vízre van szükségük. Ennek következtében vonják be gyorsan a penészgombák (penész) a nyirkos helyiségben vagy pincében tárolt zöldségeket, gyümölcsöket. A gombázók is eső után mennek az erdőbe gombát szedni.

A víz gyakran a táplálékforrástól messze található. Ezért a gombák testük meghatározott részével felszívják a vizet, majd oda juttatják, ahol tápláléknak alkalmas összetett szerves anyagok vannak, és kiválasztják a környezetbe az oldott enzimeikkel együtt. Az enzimek **sejten kívüli emésztést** valósítanak meg: az összetett szerves vegyületeket egyszerűekre bontják. Az egyszerű szerves vegyületek oldatát a gombasejtek felszívják (207. ábra).

A táplálkozásnak ez a módja a gomba testére is rányomja a bélyegét. A gomba teste hosszú, elágazó, mikroszkopikus fonalakból – **gombafonál-szövedékből** vagy **micéliumból** – áll. A gombafonál-szövedék nagy területet foglal el. A **termőtest**, amit a mindennapi életben gombának neveznek, csak egy kis látható része a gomba szervezetének, a nagyobb rész a föld alá rejtve, a talajban található.

Érdekes tudni- való

A talaj 1 grammjában található gombafonál-szövedék hossza 1 m és 100 m között ingadozik (a rekord 35 km hosszúságú micélium 1 g talajban). Az eddigi legnagyobb gombafonál-szövedéket, amelyet gyűrűs tuskógomba növesztett, az USA területén találták, a területe 890 ha volt. Ez a legnagyobb ismert gomba bolygónkon.

A tápanyagfelvétel módját tekintve a gombákat *szaprofitákra* és *szimbiotrófokra* osztják. A **szaprofita gombák** tápanyagforrásául elhalt szerves anyagok szolgálnak. A *parazita gombák* esetében a tápanyagforrás az élő szervezetek szerves anyagai. A **szimbiotróf gombák** más szervezetekkel élnek szimbiózisban, és tőlük kapják a tápanyagokat (208. ábra).

SZAPROFITA GOMBÁK



Fakárosító gombák



Talajgombák



Penészgombák

PARAZITA GOMBÁK



Taplógomba



Növénybetegségeket okozó gombák



SZIMBIOTRÓF GOMBÁK



Mikorrhiza gomba



Zuzmók



208. ábra. Szaprofita, parazita és szimbiotróf gombák

Energiához a gombák *légzéssel* jutnak: oxigén segítségével szén-dioxidra és vízre bontják le a mitokondriumokban a felvett egyszerű szerves anyagok egy részét, és ekkor ATP-molekulákat szintetizálnak.

Egyes gombák, mint például az *élesztőgomba* légzés és oxigén nélkül is képes energiát fejleszteni az *erjedés* folyamata során.

A növényektől a gombák heterotróf táplálkozásmódjukkal különböznek és azzal, hogy nincsenek kloroplasztiszai, ezért nem tudnak fotoszintézist végezni. Az állatoktól abban térnek el, hogy a tápanyagfelvételük kizárólag felszívással történik. A nem oldott táplálékreszek állatokra jellemző bekebelezésére (fagotróf táplálkozás) a gombák nem képesek. A baktériumoktól a gombák abban különböznek, hogy van sejtmagjuk (sőt egy sejten akár több is).

A gombák különbözők. Például a *vargánya*, a *légyölő galóca*, a *taplógomba* makroszkopikus méretű, a termőteste szabad szemmel jól látható. Azonban a gombák többsége nagyító készülék nélkül nem vizsgálható. Ezek a mikroszkopikus gombák. A mikroszkopikus gombák példái, amelyeket ti is ismertek, a *penészgomba* és az *élesztőgomba*.

A gombák mindenütt előfordulnak, de leginkább a földfelszínen találhatók. Kalapos gombából, amelynek a termőteste kalapból és tönkből áll, egy kivételével nincs olyan, amelyik víz alatt élne. Az egyetlen kivétel a néhány éve felfedezett *vízi tintagomba*. Nem találtak kalapos gombát az Antarktiszon, jöllehet mikroszkopikus gombákból ott elég sok van. Bolygónkon nincs olyan ország, amelynek a területén ne nőnének gombák. Összességében több mint 100 ezer gombafaj létezik, közülük 6 ezer Ukrajna területén is előfordul

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A gombák heterotrófok. A tápanyagokat kizárólag felszívással veszik fel, a gombák ebben különböznek az állatoktól.
2. A tápanyagok felszívását sejten kívüli emésztés előzi meg: az összetett szerves vegyületek sejten kívüli lebontása a sejt által kiválasztott enzimek segítségével.
3. A sejten kívüli emésztés lehetővé teszi a gombák számára, hogy azokat a szerves anyagokat is hasznosítsák táplálékként, amelyeket más szervezetek nem tudnak fogyasztani (ilyen a fa cellulóza).
4. Energiához a gombák többsége légzés útján jut.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Sejten kívüli emésztés, enzimek, felszívás, gombafonál-szövedék, szaprofiták, szimbiotrófok.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miért nőnek aktívan a gombák eső után és nedves helyeken?
2. Választanak-e ki oxigént a gombák?
3. Van-e a gombákban klorofill?
4. Miben különbözik a gombák táplálkozásmódja az állatok és növények táplálkozásmódjától?

1. Másoljátok át a táblázatot a füzetetekbe, és egészítsétek ki a növények és gombák táplálkozási és energiához jutási módjával!

Táplálkozás				Energiaforrás		
	Heterotróf		Autotróf	Fény	Szervetlen anyagok	Szerves anyagok
Tápanyagok	Szerves anyagok		Szén- dioxid és víz			
Felvétel módja	Felszívás	Fagocitózis				
Baktériumok	Igen	Nem	Igen	Igen	Igen	Igen
Cianoprokarióták	(Nem)	Nem	Igen	Igen	Nem	(Nem)
Egysejtű állati jellegű szervezetek	(Nem)	Igen	Nem	Nem	Nem	Igen
Moszatok	(Nem)	Nem	Igen	Igen	Nem	(Nem)
Növények						
Gombák						

A zárójelben lévő „Nem” azt jelenti: általában – nem, de vannak kivételek.

2. Mindenki tudja, hogy a gombáknak a növekedésükhöz vízre van szükségük. Ugyancsak ismeretes, hogy a számunkra megszokott kalapos gombák nem nőnek víz alatt. Miért? Próbáljatok ezzel kapcsolatban saját hipotézist felállítani, és megalapozni azt!

48. §. A GOMBÁK FELÉPÍTÉSÉNEK SAJÁTOSSÁGAI: GOMBAFONÁL-SZÖVEDÉK, TERMŐTEST. SZAPORODÁS (A CSIPERKE PÉLDÁJÁN)



Megismeritek a gombák felépítésének sajátosságait, és megtudjátok, miben hasonlítanak a gombasejtek a növényi és az állati sejtekre.

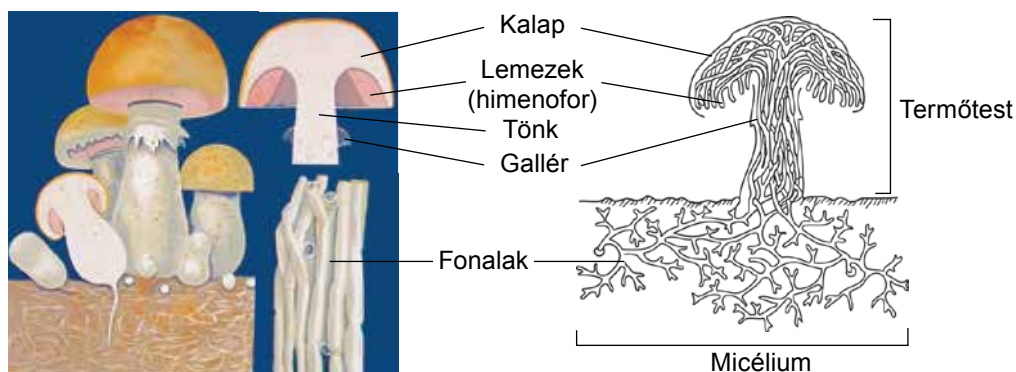


Milyen részekből állnak a gombák? Hogyan szaporodnak a gombák?

A gombák felépítésével a csiperke példáján ismerkedünk meg. Ezt a gombát speciális gombatermesztő gazdaságokban tenyésztenek, és bár-

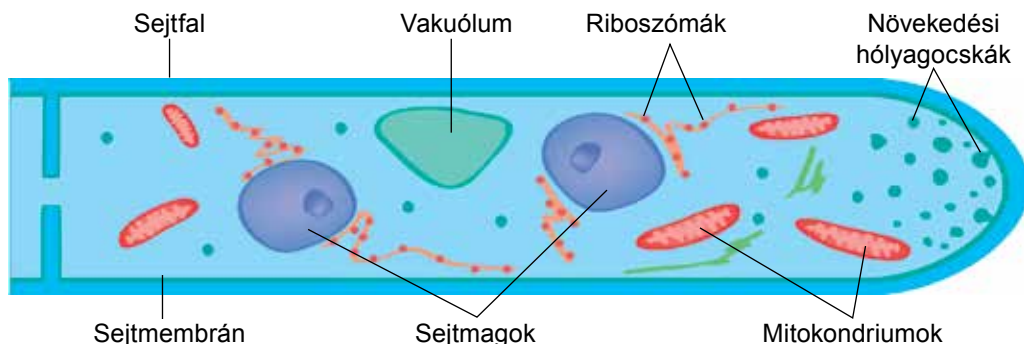
melyik szupermarket polcain megtalálható. Természetes körülmények között a csiperke elsősorban mezőkön, réteken, mezővédő erdősávokban fordul elő, de egyes csiperkefajok erdőben is nőnek.

A csiperke testét **gombafonál-szövedék** képezi, amelyet szaknyelven **micéliumnak** neveznek. A micélium nagyon hosszú, elágazó mikroszkopikus fonalak talajban lévő rendszere (209. ábra). A fonalakat **gombafonálnak** vagy **hifának** nevezzük. Mindegyik fonál színtelen, nyújtott sejtek láncolata. Vagyis a sejtek fonalat (hifát) képeznek, a fonalak pedig többsejtű micéliumot alkotnak.



209. ábra. A csiperke felépítése

A fonál sejtjeit tömör sejtfal burkolja, amelynek az alapját vízben oldhatatlan és kémiaiilag stabil anyag, **kitin** képezi. A sejtfal alatt sejtmembrán található. Optikai mikroszkópban a citoplazmában két sejtmag és egy nagy vakuólum látható. A vakuólumban sejtnedv, olajcseppek és tartalék tápanyag, **glikogén** található. A glikogén nem csak a gombák tartalék szénhidrátja, hanem az állatoké és az emberé is. Elektronmikroszkópban a gombasejtben mitokondriumok és riboszómák is találhatóak (210. ábra).



210. ábra. A kalapos gomba sejtjei (a fonál csúcssejtjének példáján)

Tehát a gombasejteknek van sejtmagjuk, és ebben elsősorban a növényi és állati sejtekre hasonlítanak. Ezenkívül a növényi sejtekkel való hasonlóságot a sejtfal és a vakuólum, az állati sejteknek való megfelelést pedig a kloroplasztiszok hiánya erősíti.

A csúcssejtekben, az egyéb sejtekre jellemző szervecskéken és struktúrákon kívül, a sejtfal közelében, a sejt csúcsánál sok apró *növekedési hólyagocsk*a található (210. ábra). E hólyagocskák működésének köszönhetően a csúcssejt növekszik, és idővel osztódik. Ennek eredményeként nő az egész fonál. Tehát az egész micélium csak a fonálcsúcsokkal növekszik.

A micélium egyes részein a fonalak nagyon tömören összefonódnak és **termőtestet** képeznek. Ezt nevezik a köznyelvben gombának. A termőtest az a struktúra, amelyben a különleges ivaros folyamat eredményeként spórahordó szervek és azokban *spórák* képződnek.

A termőtest *tönkből* és *kalapból* áll. A *csiperke* kalapjának alsó részén sötét rózsaszín vagy barna tónusú lemezek találhatók. A lemezek a termőtest fonalak által képzett redői. Ezeknek a fonalaknak a csúcsrészén sötétbarna színű spórák képződnek. Azokat a lemezeket, amelyeken a spórák termelődnek, *himenoforáknak* nevezzük. A csiperke esetében a *himenofor* lemezes, a *vargányánál* és *vajgombánál* csöves. Ha a csiperke kalapját levágjuk a tönkről, és az aljával lefelé fehér papírra helyezzük, és egy éjszakára ott hagyjuk, akkor a következő napon a papíron, a kalap alatt sötétbarna rajzolat marad vissza. Ez a gombakalap alakjának a leképezése. A rajzolatot a himenofor hifáiról leszakadt spórák hozzák létre. Mikroszkópban a spórák sötétsárga sejtfallal burkolt sejteknek néznek ki. A spórák kölcsönöznek a csiperke himenoforájának sötétbarna színt.

A csiperke termőtestének tönkjén vékony, hártós **gallér** található. A spórák teljes beéréséig a gallér védi a himenofort, és védi a lemezeket a külső károsító hatásoktól. Amikor a spórák megérnek, a tönk megnyúlik, a kalap kiszélesedik, a gallér szétszakad, és a spórák elkezdenek kiszóródni. A szél felkapja a spórákat, és elviszi őket a termőtesttől: a gomba szaporodik és terjeszkedik. Idővel a spórákból új micélium képződik.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A gombatest – micélium. Fonalak (hifák) képezik. A fonalak sejtekből állnak.
2. A gombasejtek, a növényi és állati sejtekhez hasonlóan, eukarióta felépítésűek. Az állati sejtektől abban különböznek, hogy van sejt-

faluk és sejtnedvvel telt vakuólumaik, a növényiektől abban, hogy nincsenek kloroplasztiszaik.

3. Osztódásra csak a fonál csúcssejtje képes. Ezért a micélium a fonál csúcsával nő.
4. A kalapos gombák spórákkal szaporodnak.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Hifák, micélium, kitin, glikogén, termőtest, gallér.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miben különböznek a gombasejtek a baktériumsejtektől?
2. Miben különbözik a gombasejt az állati és a növényi sejtől?
3. Miből áll a gombának az a része, amelyet a köznyelv gombának nevez?
4. Hogyan szaporodik a csiperke?

49. §. MAKROSZKOPIKUS GOMBÁK: A TÁPLÁLKOZÁSUK SAJÁTÓSSÁGAI ÉS A TERMÉSZETBEN JÁTSZOTT SZEREPÜK



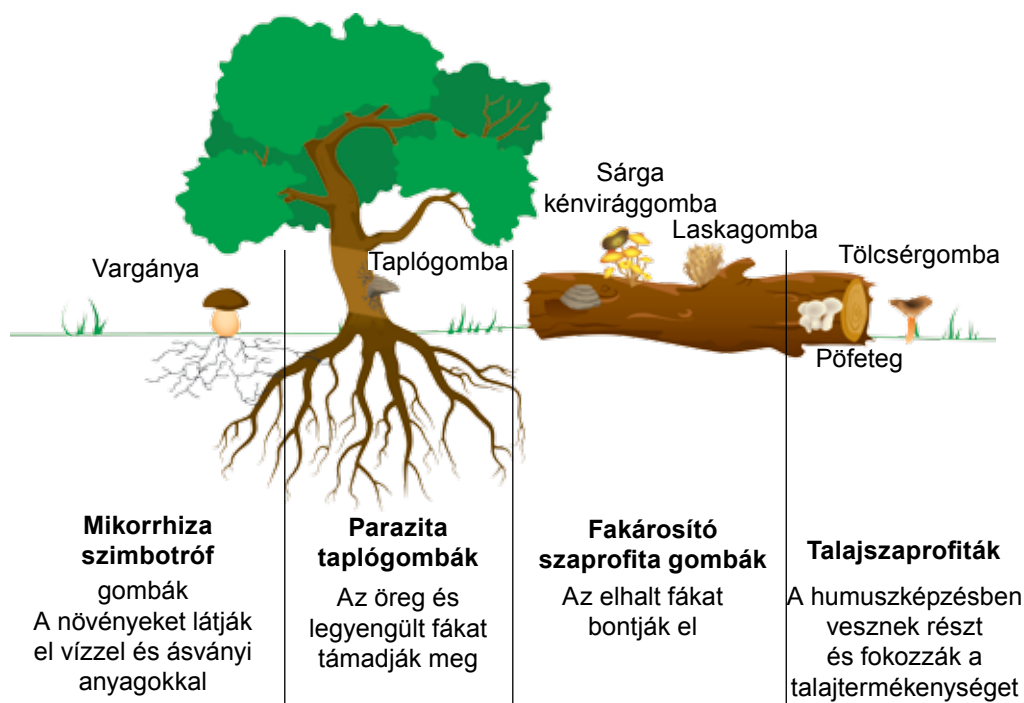
Többet megtudtok a makroszkopikus gombákról, táplálkozási forrásaikról és szerepükről a természetben.



Összenőhetnek-e egységes egésszé gombák és növények? Élhetnek-e gombák sapka és tönk nélkül? Miért korhadnak a fák?

A makroszkopikus gombák lehetnek szaprofiták, szimbiotrófok vagy paraziták. Több, szerves anyagokból álló táplálkozási forrásuk lehet, de leggyakrabban növények, elsősorban fák látják el őket tápanyagokkal. Ezért az erdőkben rendszerint sokkal több makroszkopikus gomba nő, mint a sztyeppéken, réteken vagy sivatagokban. A gombák különböző csoportjai kapcsolatban állnak egymással (211. ábra). Növelik a sovány erdei talajok termékenységet, és elősegítik új növénynemzedékek megjelenését.

Mikorrhiza gombák. A makroszkopikus szimbiotróf gombák elsősorban talajokon nőnek. Hozzájuk tartozik az ehető és a mérgező kalapos gombák többsége. A tápanyagokat az ilyen gombák nem közvetlenül a talajból kapják, hanem a növények gyökérrendszereitől, amellyekkel a micéliumaik kölcsönösen előnyös szimbiózisba lép. Ezt a szimbiózist

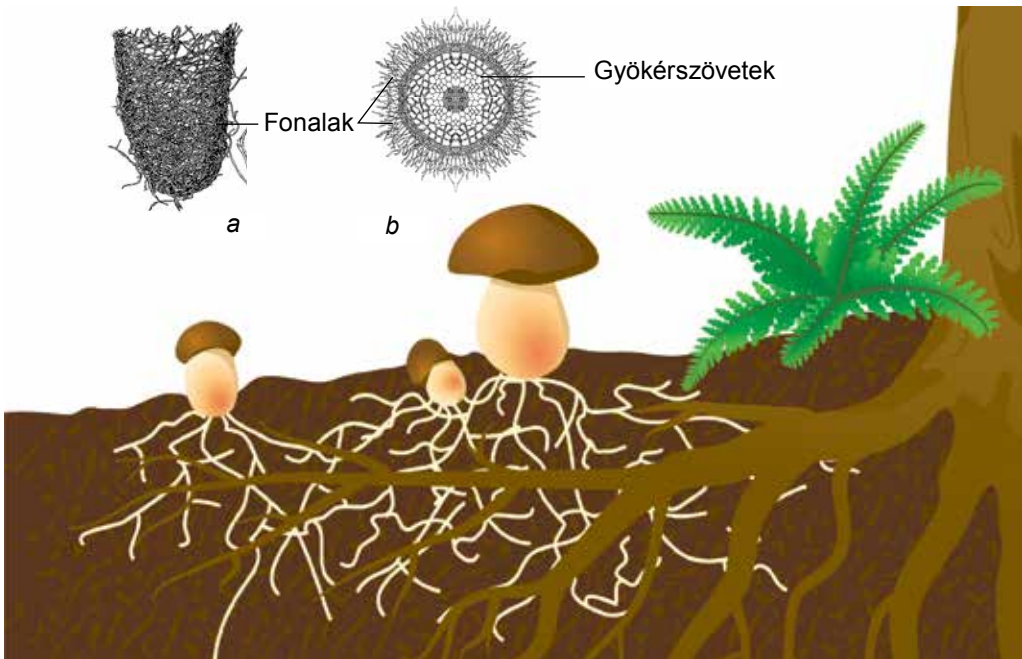


211. ábra. Makroszkopikus gombák és szerepük a természetben

mikorrhizának (ógörögül: *gombás gyökér*). A mikorrhiza képződése során a fonalak sűrűn körbefonják a növények gyökereit (212. ábra). Micéliumaival a gomba nagy területről szívja fel a vizet és a tápanyagokat, amelyeket a növény gyökeréhez szállít, és átad annak a gyökérszőrök zónájában. Gomba ilyen módon táplálja a növényt. Ugyanakkor a növény gyökerének szőrökkel ellátott zónájában vízben oldott cukrokat és a fotoszintézise során képződött más szerves anyagokat választ ki. Ezeket a gomba hifái felszívják. Következésképpen, a gomba és a növény együttélése kölcsönösen előnyös.

Egyes gombafajok mikorrhizát képeznek bizonyos növényfajokkal. A *barna érdesnyelű tinóru* például a nyírfához, a *vörös érdesnyelű tinóru* a nyárfához, a *tölgyfa érdestinóru*, mint a neve is mutatja, a tölgyfához kötődik. Azok az erdők, amelyekben sok a mikorrhizás gomba, jobban nőnek, mint azok, amelyekben ilyen gombák nincsenek.

Parazita gombák. Az öreg vagy nagyon sűrű erdőkben a fákon sok gomba telepszik meg. Ezeket általában **taplógombáknak** nevezik (213. ábra). A taplógombák esetében a termőtest nem tagolódik kalapra és tönkre. Ezek a gombák nem rothadnak meg. A taplógombák micéliuma belenő a fák törzsének szállítóedényeibe, ott elroncsolja a farészt, és



212. ábra. Mikorrhiza
(a, b – fonalakkal körbeszőtt gyökér oldalnézetben és keresztmetszeten)

száraz rothadást okoz (214. ábra). Ennek következtében a fertőzött fa elpusztul. Azonban a gomba egy ideig tovább növekszik, mert az egykori gazdanövény elhalt szerves anyagaival táplálkozik, azaz szaprotróf szervezetté alakul át.

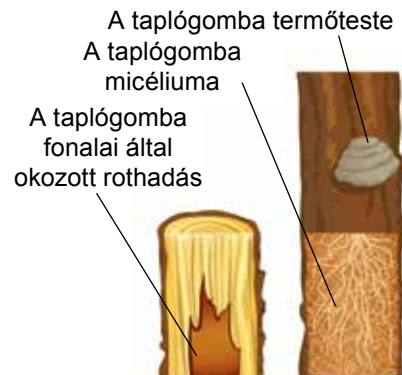
A taplógombák a makroszkopikus parazita, azaz a növények megbetegedését kiváltó élősködő gombák.

Szaprotróf gombák. Az elhalt faprész nemcsak a taplógomba számára szolgál tápanyagforrással, hanem sok más gombának is, amelyeket **faroncsoló** vagy **korhasztó gombáknak** nevezünk (215. ábra).

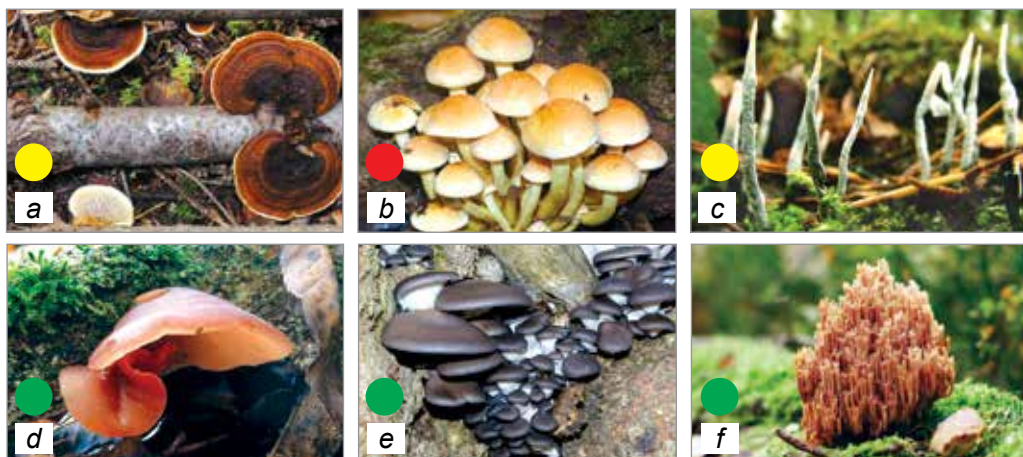
Végül a fa törzse és ágai elkorhadnak, szétesnek, és a talajra kerülve fokozatosan betemeti őket az avar és más növénymaradványok. Az erősen lebontott



213. ábra. Közönséges taplógomba

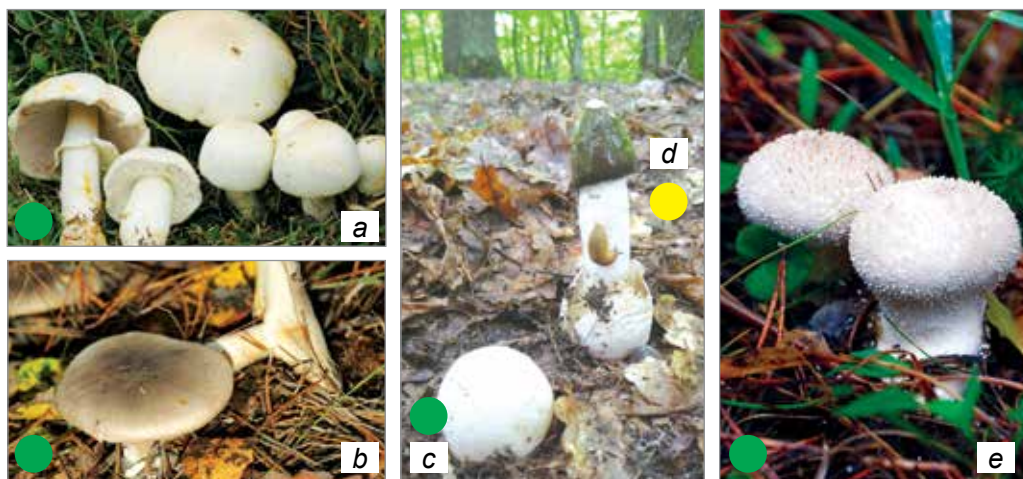


214. ábra. Fa roncsolódása a taplógombától



215. ábra. Faroncsoló gombák: a – cifra lemezestapló; b – sárga kénvirággomba; c – bunkós agancsgomba; d – júdásfülegomba; e – késői laskagomba; f – korallgomba (piros körrel a mérgező, sárgával a nem ehető, zölddel az ehető gombák vannak jelölve)

szerves anyagok a **talajszaprotróf** gombáknak szolgálnak táplálékul. A makroszkopikus talajszaprotrófok között a kalapos gombák, *pöfeteg*-ek és *szömörcsögök* vannak túlsúlyban (216. ábra). A talajszaprotrófok azzal, hogy lebontják a szervesanyag-maradványokat, részt vesznek a talajképzésben és javítják a talajok termékenységét. Ezzel elősegítik új növényfajok és azokkal együtt új mikorrhizanemzedékek megjelenését az adott területen.



216. ábra. Talajszaprotróf gombák: a – erdőszéli csiperke; b – zöld ánizsgomba, c, d – erdei szömörcsög (c – fiatal, d – kifejezett); e – pöfeteg gomba (sárga körrel a nem ehető, zölddel az ehető gombák vannak jelölve)

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A makroszkopikus gombák különböző forrásokból kapják a tápanyagokat: a mikorrhizás gombák a növények gyökérrendszerétől, a taplógombák a növények élő sejtjeiből, a faroncsoló és a talajszaprotróf gombák szervezetek maradványaiból.
2. A természetben a gombák valamennyi csoportja kölcsönös kapcsolatban van egymással.
3. A gombák segítik a növények táplálását, megsemmisítik az előregeedett fákat, elbontják az elhalt szerves maradványokat, részt vesznek a talaj képzésében és termékenységének javításában.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Mikorrhiza, taplógombák, faroncsoló gombák, talajszaprotrófok.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Hogyan kapcsolódnak egymáshoz a mikorrhizás, a tapló- és a talajszaprotróf gombák?
2. Milyen a fák és a mikorrhizás gombák kölcsönhatása?
3. Miért hasznosak és károsak a taplógombák?

FELADAT

Válaszoljatok a kérdésekre, amelyeket a tanulók tettek fel a paragrafus elején!

KÍVÁNCSIÁKNAK

A kínai uralkodó gombája és más gyógyhatású gombák

Az emberek régóta ismerik egyes taplógombák rendkívüli gyógyító hatását. Az egyik ilyen a *pecsétviaszgomba*, amit Kínában a „halhatatlanság gombájának”, Japánban pedig a „lelki erő gombájának” neveznek (217. ábra).

Az ókori Kínában a pecsétviaszgombát minden betegség elleni orvossággént, isteni ajándékként, a hosszú élet és a memória elixirjeként tartották számon.

E gomba nagy megbecsültsége az ókori Kínában teljesen indokolt volt, hiszen a pecsétviaszgomba immunerősítő, sejteket védő, az öregedését lassító és a kórokozó vírusok, baktériumok szaporodását gátló antioxidáns vegyületeket, továbbá a szív- és érrendszer, valamint az agy működését és az emlékezetet, figyelmet javító anyagokat tartalmaz. A pecsétviaszgombában rákellenes anyagok is találhatók.

Azonban a taplógombák rákellenes hatását túlszárnyalta egy másik, talajszaprotróf gomba, az *erdei szömörccsög*. Jelenleg ezzel a gombával kapcsolatosan intenzív biológiai, biokémiai és gyógyszerészeti kutatásokat folytatnak.



217. ábra. Gyógyhatású
pecsétviaszgomba

50. §. MÉRGEZŐ GOMBÁK



Megismeritek az ember életére és egészségére veszélyt jelentő kalapos gombákat.



Mely gombák a legveszélyesebbek, és hány fajuk van? Honnan van a mérég a gombákban? Miért mérgezők egyes gombák? Hogyan védhetjük meg magunkat a veszélyes gombáktól? Elpusztulhatnak-e a gombák a környezet szennyeződésétől? Mi történhet a mérgező gomba elfogyasztása után? Milyen tünetekkel jelentkezik a gombamérgezés? Meghalhat-e azonnal az ember mérgező gombával való érintkezés következtében? Minden gomba tartalmaz mérget? Miért nem fogyaszthatók nyersen a gombák?

A gombák kalapból és tönkből álló termőtestét az ember régóta értékes élelmiszerként fogyasztja. Azonban a kalapos gombák némelyike súlyos mérgezést, rosszabb esetben halált is okozhat.

A gombamérgezésnek két fajtája van: *elsődleges* és *másodlagos* (128. ábra).

Elsődleges gombamérgezés mérgező anyagokat – gombatoxinoikat – tartalmazó gombák fogyasztása nyomán következik be. Az ilyen gombákat *mérgezőnek* nevezzük.

Másodlagos gombamérgezés olyan ehető gombák elfogyasztása következtében történik, amelyek a szennyezett környezetben található mérgező vegyszereket, nehézfémeket, sugárzó anyagokat halmoznak fel a termőtestükben

A **másodlagos gombamérgezés** elkerülése nagyon egyszerű: nem szabad autóutak mellett, ipari létesítmények közelében, mérgező vegyszerek használatának a helyszínén, a csernobili atomerőmű-baleset következtében sugárszennyezetté vált térségekben, hulladéktárolók és személtlerakóhelyek környékén gombát szedni. Ugyancsak óvakodni kell az előregedett vagy rothadásnak indult gombáktól, és tilos a gombatárolás és -feldolgozás szabályainak a megsértése is.

Elsődleges gombamérgezést közel 90 mérgező gombafaj okozhat. A gombamérgezés súlyossága két fő tényezőtől függ: az elfogyasztott gombában lévő toxintól és a szervezetbe került mérgeanyag mennyiségétől. Gombamérgezések esetén a következő szabály érvényes: **a gombamérgezés annál súlyosabb, minél több idő telt el a gomba elfogyasztása és az első mérgezési tünetek megjelenése között.** A mérgező gombával való érintkezéstől, például a megérintésétől az ember nem hal meg, és a halálos gombamérgezéstől sem azonnal hal meg.

Tudni kell, hogy nem létezik olyan „háziagos” módszer vagy teszt, amellyel ki lehetne szűrni a mérgező és nem ehető gombákat. Az egyet-



Gombamérgezés		
Mérgezésfajták	Elsődleges mérgezés	Másodlagos mérgezés
Mérgező anyagok	Gombatoxinok	Környezetszennyező anyagok vagy a gomba bomlástermékei
A mérgező anyagok származása	Mérgező gombák termelik	Emberi tevékenység által vagy annak következtében képződnek
A mérgezés forrása	Mérgező gombák	Ehető gombák
A mérgezés elkerülése	A mérgező gombák ismerete, ismeretlen gombák szedésétől való tartózkodás	Gombaszedés csak tiszta, megbízható helyen, a gombatárolás és -feldolgozás szabályainak betartása

218. ábra. Elsődleges és másodlagos gombamérgezés

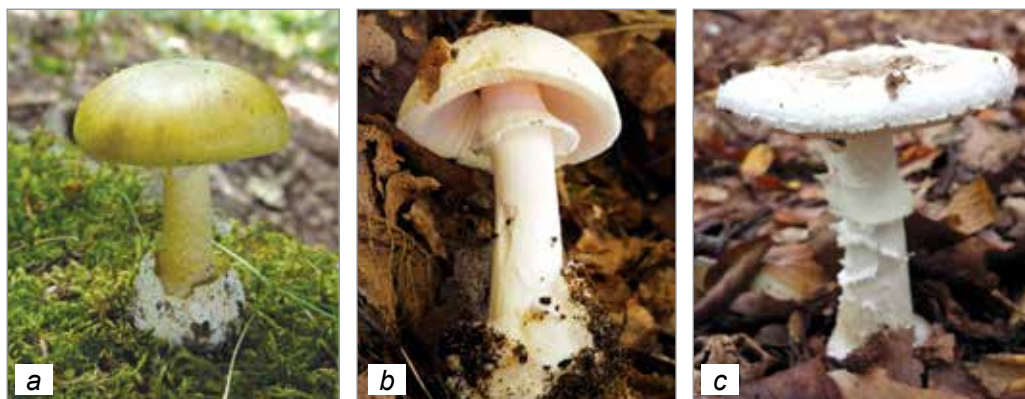
len megbízható módszer a gombamérgezés elkerülésére a gombák alapos ismerete, az ehető gombák mérgezőktől való megkülönböztetésének tudása, és az, hogy **soha nem szabad ismeretlen gombát szedni**. A mérgező gombák „felismerésének” az olyan módszerei, mint az ezüstanál elsötétülése vagy a hagyma megbarnulása a gombafőzettől, vagy kellemetlen szag hiánya, teljesen hibásak.

Veszélyességi fokukat tekintve a mérgező gombákat három csoportba sorolják: *halálosan mérgezők*, *nagyon mérgezők*, *mérgezők*, és elkülönítenek még egy csoportot, a *feltételesen mérgező* gombákat.

A legveszélyesebb csoportot a **halálosan mérgező gombák** alkotják. Ukrajna területén három ilyen gombafaj honos: a gyilkos galóca, fehér galóca, hegyeskalapú galóca (219. ábra). Ezek olyan súlyos mérgezést okoznak, hogy a beteg rendszerint meghal. A mérgezési tünetek a gomba elfogyasztása után több órával, néha 2–4 nap elteltével jelentkeznek. Addig az ember jól érzi magát, de a toxinok megtámadják a májat, megszüntetve annak működését. A máj roncsolódásának termékei okozzák a mérgezés első tüneteit: a szervezet kiszáradását, bőrszederjességet, hányást, hasmenést. A beteget ekkor már nem lehet megmenteni. Az állapota gyorsan romlik, és beáll a halál.

A mérgező gombák toxinjai nagyon stabilak: nem bomlanak el sem a gombák főzésekor, sem a szárításakor, nem távolíthatók el áztatással és nem semlegesíthetők sózással. Halálos adagjuk kicsi, a gomba termőtestének 10–30 grammja végez azzal, aki elfogyasztja.

A három legmérgezőbb gombafaj ismérvei a következők: gallér (a lemezeket fedő burok maradványa) megléte a tönkön, fehér bocskor (a **termőtestet fedő burok** maradványa) a tönk tövéénél, és fehér színű lemezek a kalap alján. A lemezek a kalaphoz nőnek, és nem ereszkednek



219. ábra. Halálosan mérgező gombák: a – gyilkos galóca; b – fehér galóca; c – hegyeskalapú galóca

le a tönkre. A *gyilkos galóca* kalapjának zöldes az árnyalata. A *fehér galóca* és a *hegyeskalapú galóca* kalapja fehér.

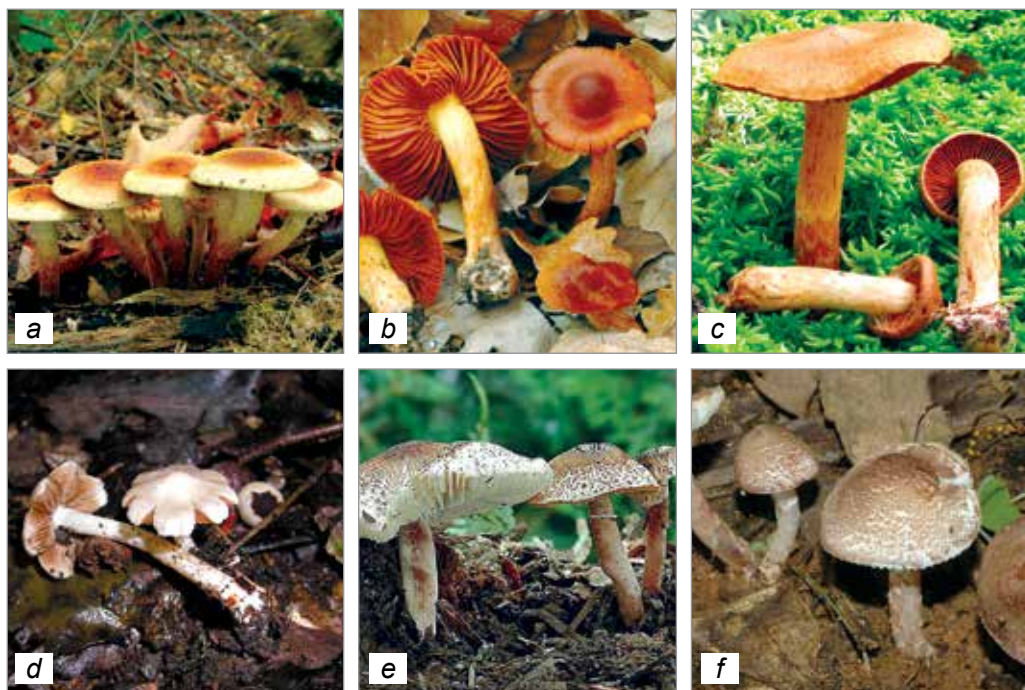
A *gyilkos galócát* néha összetévesztik a *sárgászöld pereszkével* és a *fűzöld galambgombával*. A *fehér* és a *hegyeskalapú galóca* pedig a *csi-perkéssel* tévesztethető össze.

A **nagyon mérgező gombákhoz** tartoznak a 220. ábrán látható gombák. Az általuk okozott mérgezések súlyosak, általában az esetek 15%-a halálos kimenetelű. Azonban az idejében nyújtott orvosi beavatkozással rendszerint megmenthető a beteg.

A **mérgező gombák** csoportja elég nagy (221. ábra). Az általuk okozott mérgezés tünetei gyorsan, a gomba elfogyasztása után 0,5–2 órával már jelentkeznek. A gombamérgezéses betegnél gyomormosást kell alkalmazni, sok teát vagy tejet kell itatni vele, és azonnal orvost kell hívni. Az idejében nyújtott orvosi segítség és helyesen alkalmazott elsősegély esetén a beteg néhány nap alatt meggyógyul.

Egyes gombáknak „alattomosak” a mérgező tulajdonságaik. Például a *begöngyöltészélű cölöpgomba* hosszú ideig tartó rendszeres fogyasztás esetén okoz mérgezést. Az embernél fokozatosan sárgaság és vérszegénység alakul ki. A *ráncos tintagomba* csak alkohollal együtt fogyasztva mérgező.

A fajszámot tekintve a legnagyobb csoportot a **feltételesen mérgező gombák** alkotják. Ezek nagyon gyors, de „enyhe” mérgezést okoznak, aminek a tünetei (hányás, hasmenés, gyengeség, rosszullet, fejfájás) nagyon hamar, általában már 10–30 perccel a gomba elfogyasztása után jelentkeznek. A beteg rendszerint egy nap alatt teljesen meggyógyul. Az esetek többségében az ilyen mérgezés nyers gombák – általában friss gombákból készített saláták – fogyasztásának a következmé-



220. ábra. Nagyon mérgező gombák: a – sárga kénvirággomba;
b – mérges pókhálógomba; c – csúcsoskalapú pókhálógomba;
d – téglavörös susulyka; e – vörhenyes őzlábgomba; f – húsbarnás őzlábgomba

nye. Bármilyen kezelés, feldolgozás (főzés, párolás, szárítás, áztatás) veszélytelenné teszi az ilyen gombákat. A feltételesen mérgező gombákhoz tartozik a *sátángomba*, *kékesedő üregestínóru*, *hánytató galambgomba* és a *rizikék*, valamint a *tölcsérgombák* többsége.

Tudni kell: még az emberre nézve halálosan mérgező gombák is hasznosak a természetben. Segítik a fákat a növekedésben, elbontják az elhalt növénymaradványokat, és tisztítják a környezetet más szervesmaradványoktól. Ezért a természetben semmilyen gombát nem szabad pusztítani. A mérgező gombákat egyszerűen ki kell kerülni, meg kell őket hagyni a helyükön, és vigyázni kell, hogy gombázáskor ne kerüljenek be a kosárba a többi gomba mellé.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Nincsenek teljes biztonsággal fogyasztható gombák. Még a legjobb ehető gombák is okozhatnak másodlagos gombamérgezést.
2. Nem léteznek egyszerű módszerek és tesztek a mérgező gombák kimutatására. A mérgező gombák elkerülésének legmegfelelőbb módja az, ha csak a jól ismert ehető gombákat szedjük tiszta környezetű helyeken, és alaposan megtanuljuk a mérgező gombák felismerését.



221. ábra. Jól ismert mérgező gombák: a – redős papsapthagomba; b – párducgalóca; c – mezei tölcsérgomba; d – begöngyöltszélű cölöpgomba; e – ráncos tintagomba; f – karbolszagú csiperke

Semmiképp ne szedjünk ismeretlen, kevésbé ismert és gyanús gombákat!

3. Tilos a nyers gombák fogyasztása az 1. kategóriába tartozó gombák kivételével, amelyekről a következő paragrafusban lesz szó.
4. Tilos a gombák pusztítása a természetben, még a mérgező gombákat sem szabad megsemmisíteni.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Elsődleges gombamérgezés, másodlagos gombamérgezés, mérgező gombák, halálosan mérgező gombák, nagyon mérgező gombák, feltételesen mérgező gombák, gombatestburok.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mi az elsődleges és a másodlagos gombamérgezés?
2. Milyen gombák tartoznak a halálosan veszélyesek csoportjába?
3. Miről ismerhetők fel a halálosan mérgező gombák?

FELADAT

A 222. ábrán ehető gombák láthatók, amelyek halálosan mérgező gombákra hasonlítanak (219. ábra). Hasonlítsátok össze a képeiket, és találjatok minél több olyan jegyet, amelyek megkülönböztetik őket egymástól!



222. ábra. Ehető gombák, amelyek megtévesztően hasonlítanak a gyilkos galócára és a fehér galócára:
a – fűzöld galambgomba; b – sárgászöld pereszke; c – közönséges csiperke

51. §. NEM EHTŐ ÉS EHTŐ GOMBÁK



Megismerkedtek a legértékesebb ehető gombákkal és egyes nem ehető párjaikkal, és megtudjátok, mely gombákat jegyezték be Ukrajna Vörös Könyvébe.



Milyen gombák ehetőek? Hogyan különböztetik meg az ehető és nem ehető gombákat? Hogyan különböztethetők meg a mérgező gombák a nem mérgezőktől?

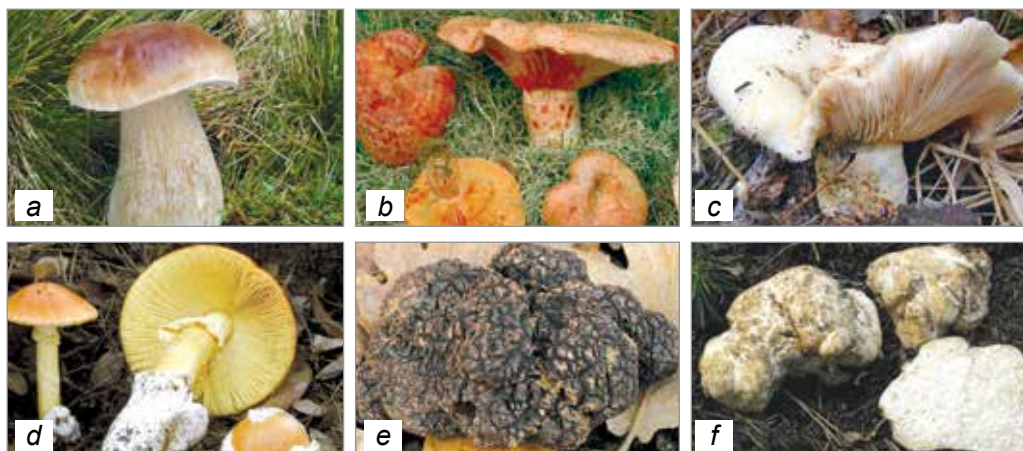
A makroszkopikus gombák, amelyek nem tartoznak a veszélyes mérgező gombákhoz, két csoportra, *ehető gombákra* és *nem ehető gombákra* oszlanak.

A **nem ehető gombákat** nem fogyasztják a kis méreteik, kemény termőtestük (a *taplógombák* többsége), keserű ízük miatt (*epeízű tinóru*).

Az **ehető gombákat** a tápértékük és ízminőségük alapján kategóriákba sorolják, a legjobb és legízletesebb első kategóriától a nem túl magas ízminőségű gombákat tartalmazó negyedik kategóriáig.

Az 1. kategóriába (223. ábra) ízletes, a szervezet által könnyen hasznosítható anyagokat tartalmazó gombákat a fogyasztás előtt nem kell hőkezelésnek alávetni, akár nyersen is fogyaszthatók friss gombasaláták formájában. Ezeknek a gombáknak olyan feltűnő tulajdonságaik vannak, hogy nehéz őket összetéveszteni a mérgező gombákkal.

Az ehető gombák 2. kategóriája a legszámosabb. Magas fokú ízminőséggel rendelkező gombák tartoznak bele, amelyek bármilyen hőkezelés után fogyaszthatók, de nyersen nem. A csöves termőtestű kala-

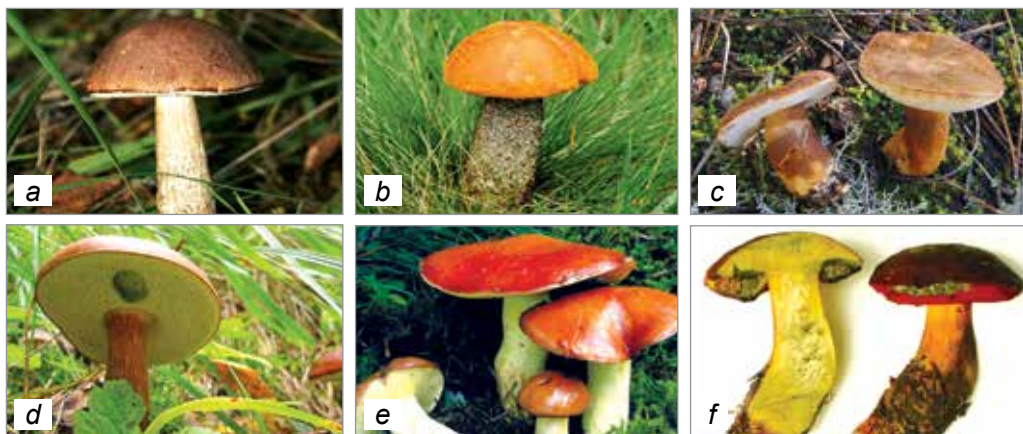


223. ábra. Az ehető gombák 1. kategóriája: *a* – ízletes vargánya; *b* – ízletes rizike; *c* – csarabos tejelőgomba; *d* – császárgomba; *e* – nyári szarvasgomba; *f* – fehér szarvasgomba

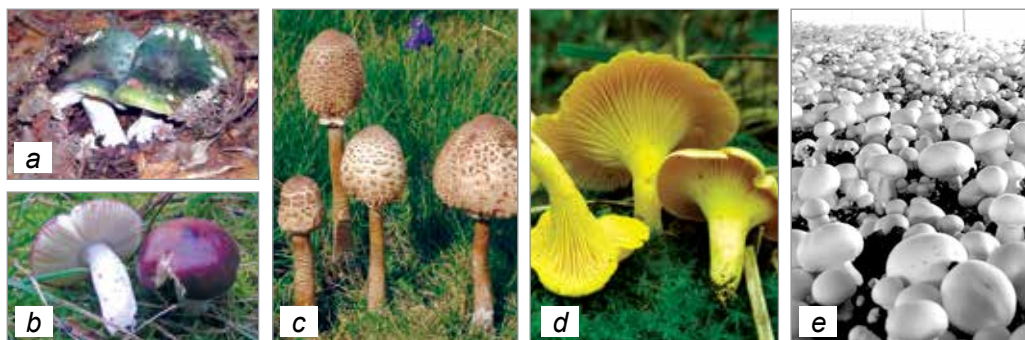
pos gombák (224. ábra) többsége és néhány lemezes termőtestű gomba (225. ábra) alkotja ezt a kategóriát.

Ebben a kategóriában van két olyan gombafaj, amelyet Ukrajnában ipari méretekben termesztenek. Ezek a *kétspórás csiperke* és a *kései laskagomba*. Az iparilag termesztett gombáknak két feltétlen előnyük van a természeti környezetben élő gombákkal szemben: garantáltan ehetőek és nem tartalmaznak olyan anyagokat, amelyek másodlagos gombamérgezést okozhatnak.

A 3. kategóriába sorolt gombák ízletesek és táplálók, de speciális módon kell elkészíteni őket a fogyasztáshoz. Ezeket a gombákat általában megfőzik, majd leöntik róluk a vizet, vagy áztatják és besózzák



224. ábra. Lemezes termőtestű ehető gombák 2. kategóriája: *a* – érdesnyelű tinóru; *b* – vörös érdesnyelű tinóru; *c* – gesztenyebarna tinóru; *d* – barna tinóru; *e* – barna gyűrűstinóru; *f* – vörös vargánya

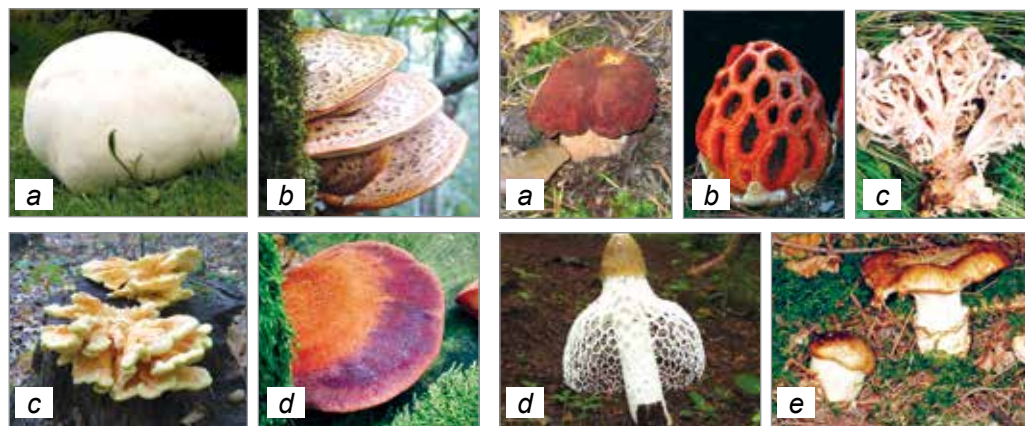


225. ábra. Csöves termőtestű ehető gombák 2. kategóriája:
a – fűzöld galambgomba; b – kékhátú galambgomba; c – nagy őzlábgomba;
d – sárga rókaomba; e – ipari méretekben termesztett kétszórás csiperke

őket. Így kell elkészíteni a *sötétbolyhos tejelőgombát*, *nyírfa szörgombát*, *gyűrűs tuskógombát*, *kucsmagombát*.

A 4. kategóriában olyan gombák vannak, amelyeknek alacsony a tápértékük (*tölcsérgombák*, *nyálkás gombák*, *csöves termőtestű tinóruk*), vagy kevéssé ismertek és nem alakult ki elkészítésük módjának a hagyománya (226. ábra).

Nem minden ehető gomba szedhető, mert ritkának számít és veszélyeztetett, ezért be van jegyezve Ukrajna Vörös Könyvébe. A korábban említett példák közt volt a *császárgomba* (223. d ábra). Egyéb példák a 227. ábrán láthatók. Ha ilyen gombákkal találkoztok, ne vágjátok le, ne tépjétek le őket, hanem fotózzátok le, és a fényképeket küldjétek el az



226. ábra. Néhány 4. kategóriás, kevéssé ismert gombafaj:
a – óriás pöfeteg; b – pisztricgomba;
c – sárga gévagomba; d – májgomba

227. ábra. Ukrajna Vörös Könyvébe bejegyzett gombafajok: a – királyvargánya;
b – tintahalomba; c – túskegomba;
d – fátyolos szömörccsög;
e – kétszergyűrűs tölcsérgomba

Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia (UNTA) M. H. Holodnij Botanikai Intézetének vagy a hozzátok legközelebbi felsőoktatási intézmény növényteni tanszékének, megadva a szükséges információkat a gomba fellelhetőségéről, és közölve saját elérhetőségeket.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A természetben több az ehető gomba, mint a mérgező. Azonban egyetlen ehetőnek vélt halálosan mérgező gomba is tragédiát okozhat.
2. A legjobbaknak tartott ehető gombák jól megkülönböztethetők a veszélyes mérgezőktől.
3. Tilos az Ukrajna Vörös Könyvébe bejegyzett gombafajok szedése. A ritka és kipusztulóban lévő gombafajok megtalálásáról értesíteni kell Ukrajna tudományos intézeteit.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Nem ehető gombák, ehető gombák.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Milyen gombafajokat sorolnak az ehető gombák 1. és 2. kategóriájába?
2. Lehetnek-e feltételesen mérgezők az ehető gombák 1., 2. és 3. kategóriájában található gombafajok mérgezők?

52. §. MIKROSZKOPIKUS GOMBÁK: ÉLESZTŐ ÉS PENÉSZ



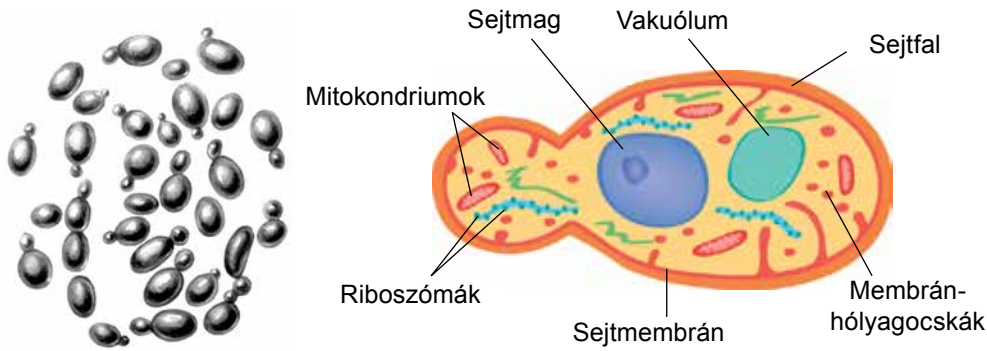
Megismeritek a két legelterjedtebb mikroszkopikus szaprofita gombát, az élesztőt és a penészt.



Állhat-e a gomba egyetlen sejtből? Hány fajuk van a penészgombáknak? Hogyan nő és szaporodik a penész?

A szabad szemmel látható makroszkopikus gombák csak kis részét, kevesebb mint 20%-át képezik a jelenleg ismert gombáknak. Vagyis a gombák zöme mikroszkopikus szervezet. A mikroszkopikus gombák lehetnek szaprofiták, paraziták és szimbiotrófok. Mikroszkopikus szaprofita gombák, amelyekkel az ember nap mint nap találkozik, az *élesztő*- és a *penészgombák*.

Az **élesztőgombák** a mikroszkopikus gombák nagy csoportját alkotják, micéliumuk csökevényes, könnyen szétesik külön sejtekre

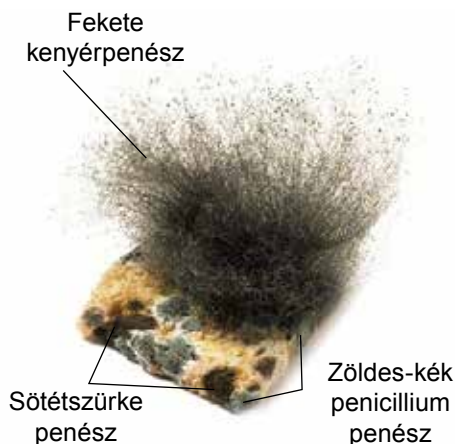


228. ábra. Sarjadzó élesztőgombák (fénymikroszkópban vizsgálva) és a sarjadzás kezdetén lévő sejt ábrázolása vázlatosan (elektronmikroszkópos adatok felhasználásával)

(228. ábra). Az élesztőt gyakran nevezik egysejtű gombának. Az élesztősejt a gombákra jellemző felépítésű. Sejtfallal burkolt, kloroplasztiszok nélküli eukarióta sejtekről van szó. A kalapos gombák micéliumsejtjeitől a klasszikus élesztőgombasejtek elsősorban az egymagú sejtek dominanciáját és a kitin nélküli sejtfalat illetően különböznek. Az élesztőgombák **sarjadzással (bimbózással)** szaporodnak: a kifejelett sejten dudor képződik, amely növekszik és új sejté alakul. Ez egy ideig kapcsolatban marad az anyasejttel, de később leválik róla.

Kedvező feltételek mellett az élesztőgombák nagyon gyorsan nőnek és szaporodnak. Azonban a micélium hiánya miatt az élesztőgombák nem tudják egyik helyen felszívni és onnan másik helyre szállítani a vizet. Ezért vagy folyadékközegben, vagy igen magas nedvességtartalmú környezetben élnek. Oxigén jelenléte esetén az élesztőgombák a cukrok szén-dioxidra és vízre történő bontásával *lélegeznek*. Oxigénhiány esetén az élesztőgombák *erjedés* révén, azaz a cukrok szén-dioxidra és alkoholra való bontásával jutnak energiához.

Hasznos és káros élesztőgombák. Természetes körülmények között az élesztőgombák a károsodott fák kifolyó nedvében és a cukorban gazdag, húsos termékek felszínén élnek. Az élesztőgombák erjesztő hatását az ember ősidők óta alkalmazza a kenyérsütésnél és alkoholos italok előállításánál. A tésztában az élesztő elbontja a cukrokat, és eközben szén-dioxid-gázt fejleszt. A szén-dioxid buborékjai lazává, könnyűvé és pórussá teszik a tésztát, ami megkel. Ezt a folyamatot *kelesztésnek* nevezik. Az élesztőgombákat speciális mikrobiológiai üzemekben tenyésztik szerves savak, biológiailag aktív anyagok és állati takarmányadalékok előállítására céljából.



229. ábra. Különböző penészgombák a kenyéren

Ismeretesek olyan élesztőgombák, amelyek gombabetegségeket – **mikózisokat** – okoznak az embernél. Az ilyen élesztőgombák elsősorban a bőrt és a körmöket károsítják. A gombabetegségek ki fejlődésének kedvez az immunrendszer meggyengülése és a higiéniai szabályok megszegése.

Penészgombák. A hosszú ideig nedves helyen tárolt kenyéren mindig megjelenik a penész (229. ábra). Ez lehet fekete, fehér vagy színes: zöldes-kék, sötétszürkés-zöld vagy aranyárga. A penész penészgom-

bákból áll. A különböző színű penészeket különféle penészgombák hozzák létre.

A **fekete kenyérpenészt** a *Rhizopus* nevű penészgomba képezi. A micéliuma hosszú, elágazó gombafonalakból áll, amelyek *szubsztrátumot* és felfelé ágaskodó fonál-

Szubsztrátum – az élő szervezet táptalajul is szolgáló rögzülési helye.

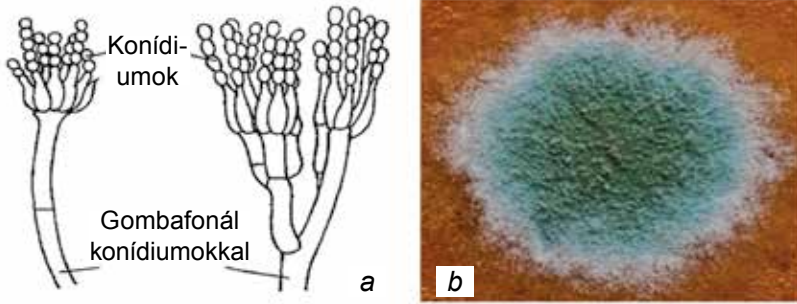
nyalábokat alkotnak. Ezek a csúcsukon fekete fejeket – spórákat tartalmazó *spóratartókat* – hordoznak (230. ábra).

A gombafonalak sejtfalai sötét-sárga színűek, és a fekete spóratartókkal együtt fekete színt kölcsönöznek a penésznek.

A **zöldeskék penészt** egy másik penészgomba, a *Penicillium* alkotja (231. ábra). Micéliumának a fonalai a szubsztrátumon hevernek. Tőlük felfelé más gombafonalak ágaskodnak, és gömbsejtláncokból álló ecsetet – **konídiumokat** – képeznek. Ezek spórákra emlékeztetnek és az ivartalan szaporodás sejtjei.



230. ábra. *Rhizopus* alkotta kenyérpenész (heverő gombafonalak és spóratartók csoportja)

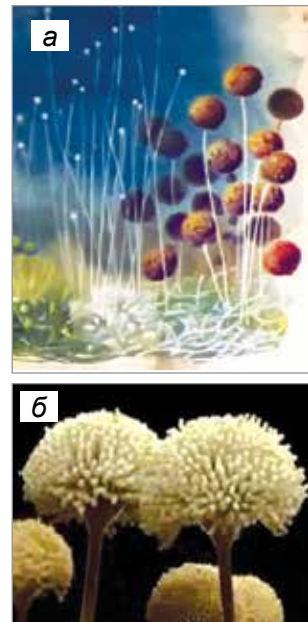


231. ábra. A zöldes-kék penészt alkotó *Penicillium* gomba
(a – konídiumokat képező gombafonalak; b – penicilliumos penész)

A penicillin rendkívül fontos szerepet játszott a kórokozó baktériumok elleni küzdelemben, belőle készítették a múlt század 40-es éveiben a penicillin nevű antibiotikum gyógyszert, amely lehetővé tette a korábban gyógyíthatatlan bakteriális betegségek sikeres leküzdését. A penicillin lett az antibakteriális gyógyszerkészítmények egész osztályának, az **antibiotikumoknak** az őse.

A penicillin közeli rokona az *Aspergillus* gomba, amely **sötétszürke penészt** alkot (232. ábra). Az *Aspergillus* egyes fajai nemcsak szaprotrófként fejlődhetnek, hanem az emberek és állatok veszélyes parazitáiként is felléphetnek. A levegővel a légcsőbe és a tüdőbe kerülve az *Aspergillus* konídiumai micéliumot növesztenek, és a légcső-, valamint tüdőgyulladás nehéz formáira emlékeztető betegségeket idéznek elő. Ezek nem gyógyíthatók szokványos antibiotikumokkal. A meggyengült immunitású embereknél az *Aspergillus* gyorsan kialakuló tüdőödémát okoz, ami halállal végződhet.

A penészgombák terjedése és jelentősége. A természetben a fekete és színes penészek zömmel a talajban találhatók. Félig lebomlott szerves anyagokkal táplálkoznak. Azonban a penész megfigyelése a természetben rendszerint nehéz, mert a fejlődését más talajszervezetek gátolják, jöllehet a penészgombák micéliuma, spórái és konídiumai szinte mindenütt jelen vannak.



232. ábra. A sötétszürke penész alkotója, az *Aspergillus*
(a – micélium felálló, konídiumokat képező gombafonalakkal;
b – konídiumok a gombafonalak csúcsán)



233. ábra. Penészgombák húsos gyümölcsökön és polietilénbe csomagolt kenyéren

A penészgombák akkor fejlődnek tömegesen, amikor jelentős mértékben csökken a vetélytárs szervezetek részéről a nyomás, megnő a környezet és a szubsztrátum nedvességtartalma, kedvező a hőmérséklet, és van elegendő hozzáférhető szerves anyag. Ilyen feltételeket, sokszor akaratan kívül, az ember teremt. A penész leggyakrabban a polietilén zacskóba csomagolt élelmiszereken, nyitott edényben tárolt lekváron, dzsemen, paradicsomkrémen, felhalmozott háztartási hulladékokon, szobák nedves falán, melegházak faszerkezetein, rosszul szellőző pince- és alagsori helyiségekben üti fel a fejét (233. ábra). Az ilyen penészgombák károsak az emberi egészségre.

Az élelmiszereken fejlődő penész gombatoxinokat választ ki. Ezért a penészes élelmiszereket ki kell dobni, de eközben bizonyos biztonsági szabályokat szem előtt kell tartani. Közülük a legfontosabb, hogy lehetőleg kerüljük a penész érintését, piszkálását, nehogy spórák vagy konídiumok kerüljenek a szervezetünkbe. Az anyagokon és szerkezeteken fejlődő penész azokat biológiailag károsítja, és mikózist okozó sejtek levegőben történő terjedésének a forrásai.

A penészgombák gyakorlati felhasználásának legismertebb területe az antibiotikumok előállítása, egyes sajtok – rokfort és camembert – készítése.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. Az élesztő és a penész mikroszkopikus, túlnyomórészt szaprotróf gombákból áll.
2. A mikroszkopikus szaprotróf gombák elterjedtebbek, mint a makroszkopikus gombák. A testfelépítésüket tekintve is változatosabbak, mint a makroszkopikus gombák.
3. A mikroszkopikus gombák elengedhetetlen összetevői a természeti rendszereknek; az ember termelői tevékenységében ipari célokra használja fel őket; a háztartásokban károsak, sőt az egészségre is veszélyesek lehetnek.

Sarjadzás, mikózis, konídium, antibiotikum.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. A táplálkozás és energiához jutás milyen sajátosságai jellemzők az élesztőre?
2. Hogyan alkalmazza az ember az élesztőt?
3. Milyen feltételek kedveznek a penész megjelenésének és fejlődésének?
4. Miért kell kidobni a penészes élelmiszereket, és miért nem szabad a penészes rész kivágása után elfogyasztani azokat?
5. Az állati és emberi betegségek milyen mikroszkopikus gomba kórokozóit ismeritek?

KÍVÁNCSIAKNAK**Élesztő és baktériumok szimbiózisa:
teagomba, rizsgomba és tejgomba**

A Han császári dinasztia, amely Kr. e. 250 évvel ezelőtti uralkodásának idején Kínában a nép körében nagyon népszerű volt egy gyógyhatású és betegségmegelőző tulajdonságokkal rendelkező ital. Ez tea volt, amelynek az alapját „teagomba” képezte. A „teagomba” nem egyéb, mint ecetbaktérium és élesztő különleges komplexuma. Az élesztő az édes teában a cukrot erjesztéssel alkohollá alakította, az ecetbaktérium pedig az alkoholt szerves savakká oxidálta, és a sejtjeiből tiszta cellulózból álló vékony fonalakat választ el a folyadékba.

Hasonló szimbiózist képez az élesztő a „tejgombában” és „rizsgombában” is. Ezekben a bakteriális szimbiótákat tejsavbaktériumok adják.

53. §. NÖVÉNYBETEGSÉGEKET OKOZÓ MIKROSKOPIKUS GOMBÁK

Megismeritek a növényeken élősködő mikroszkopikus gombák fontos és igen népes csoportját.



Megbetegíthetik-e a gombák a növényeket? Miből áll a növények immunrendszere?

A növényi szervezet rendkívül kedvező környezet a gombák fejlődéséhez: a növényi sejtek vakuólumai sok vizet tartalmaznak benne oldott cukrokkal; a sejtfal és a kloroplasztiszok összetett szénhidrátok – cellulóz és keményítő – forrása. A gázcsere nyílások biztosítják a légzéshez szükséges oxigén növénybe jutását, a sejtközi terek pedig a kedvezőtlen külső hatásoktól jól védett élőhelye a gomba micéliumának.



Sárgarépa

fekete rothadás



Búza

repülőüszög



Gabonafélék

szárrozsda



Lángvirág liszt-

harmatfertőzése



Gabonafélék

levélfoltos-
sága

Köszméte

lisztharmatfertőzése



Szamóca szürke

rothadása



Alma

rothadása



Alma monilia

fertőzése

234. ábra. Parazita mikroszkopikus gombák által okozott gyakori növénybetegségek

A természetben nehéz lenne olyan kifejlett növényt találni, amelyen ne élősködne parazita gomba. Azonban az ilyen gomba rendszerint nem pusztítja el a gazdanövényt. Leggyakrabban csak lassítja a növekedését. Ennek két fő oka van. Egyfelől a növényeknek vannak a parazita ellen védő mechanizmusaik, amelyek a gomba fejlődését gátló speciális anyagokat termelnek. Ezenkívül a növények a parazita által károsított részeit saját elhalt, sem vizet, sem tápanyagokat nem tartalmazó sejtjeikkel veszik körül. Ezzel elszigetelik a gombával fertőzött, károsodott sejtjeiket az egészséges sejtektől. Az állatokéhoz és az emberéhez hasonló külön immunrendszert a növényeknél nem mutattak ki. Másfelől a parazita gomba nem „érdekelt” a gazdanövény elpusztításában, mert akkor maga is elpusztulna.

Az ember által termesztett növények érzékenyebbek a gombafertőzésre, és a parazita gombák okozta kár a kultúrnövények esetében sokkal nagyobb, mint a vadon élőknél.

A mezőgazdasági növények leggyakoribb gombabetegségei: *lisztharmat*, *üszkösség*, *rozsdáság*, *rothadás*, *foltosság*, *varasodás* (234. ábra). A gombabetegségek jelentős termés kiesést okoznak.



235. ábra. Fuzáriumgombával fertőzött kalász – a betegséget a „részeg kenyér” kórokozója és konídiumai idézik elő (a felvétel optikai mikroszkóp segítségével készült)

A növények parazita gombák által okozott betegségek elleni védekezéshez elengedhetetlen a kórokozó pontos meghatározása. Ez a záloga a helyes növényvédelmi eszközök és módszerek alkalmazásának. A háztáji gazdaságok számára megfogalmazott univerzális ajánlások: gombabetegségekkel szemben rezisztens növényfajták használata, a növénymaradványok összegyűjtése, majd komposztálása az új idény előtt, megfelelő idejű növénytáplálás és a talaj tartós túlnedvesedésének a megelőzése.

A növénybetegségeket okozó mikroszkopikus gombák nemcsak terméskiesést okoznak. A gombafertőzött növényekből előállított élelmiszerek veszélyt jelenthetnek az emberi egészségre. Legismertebbek a kenyérmérgező esetek, amelyeket gabonanövények betegségeit okozó két kórokozó gomba toxinjai idéznek elő. Az egyik mérgezőfajtát „részeg kenyér”, a másikat „Szent Antal tüze” vagy „tüzes orbánc” betegségnek nevezik.

A **részeg kenyér** betegséget a gabonanövények szemeiben fejlődő, különleges gombatoxinokat termelő mikroszkopikus gomba okozza. A fertőzött növények kalászaiban rózsaszínű lepedékkel bevont színtelen pelyvalevelek láthatók (235. ábra). A gomba toxinját tartalmazó gabonaszemekből őrölt lisztből sült kenyér fogyasztása mérgezést okoz, amelynek tünetei a részegségre emlékeztetnek. Az ilyen kenyér tartós fogyasztása súlyos idegrendszeri károsodást, pszichikai betegséget és vérszegénységet okoz.



236. ábra. Anyarozzsal fertőzött kalász szkleróciumokkal

A gabonaféle növények **anyarozs** néven ismert betegségét a *Claviceps* elnevezésű mikroszkopikus gomba okozza. A gabonaszemekben a gomba micéliuma megkeményedett, szarvszerű, sötétlila részecskéket – **szkleróciumokat** – képez. Ezekben halmozódnak fel a végtagüszkösödést – gangrénát – és görcsös izomrángást kiváltó gombatoxinok. A légzőizomgörcs következtében az ember megfullad. Az anyarozsmérgezés tünetei akkor jelentkeznek, ha a liszt tömegében a szklerócium részaránya eléri a 0,1–0,5%-ot. Ezek a gombatoxinok nem állékonyak, a gabona 2–3 évig történő tárolása során elbomlanak.

Az anyarozstoxinokat széleskörűen alkalmazzák a modern orvostudományban szív-érrendszeri és idegrendszeri betegségek gyógyítására.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A mikroszkopikus parazita gombák különböző növénybetegségeket idéznek elő.
2. Egyes növénybetegségeket (részeg kenyér, anyarozs) okozó gombák súlyos emberi betegségeket előidéző toxinokat termelnek.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Mivel magyarázható a parazita gombák által okozott növénybetegségek gyakorisága?
2. Milyen növényparazita gombák jelentenek veszélyt az emberi egészségre, és miért?
3. Milyen módszereket ismertek, amelyekkel megelőzhetők a növények gombabetegségei?

54. §. ZUZMÓK



Megismeritek a zuzmókat, a gombáknak azt a csoportját, amelyik a moszatokkal és cianoprokariótákkal szimbiózisban alkalmazkodtak az olyan helyeken való létezéshez, ahol a magasabbrendű növények nem élnek meg.



Alkalmazkodhatnak-e a gombák a sivatagi éghajlathoz?

A fák törzsén és ágain, nagy sziklák és kövek felületén, néha pedig a talajon is láthatunk sárga, szürke, barna, fehér és fekete színű különleges csomókat. Ezek valamennyire a növényekre és valamennyire a gombákra hasonlítanak. Közülük sok fakéregre, kinövésre, törékeny levelekre emlékeztet, de előfordulnak cserje alakúak is. Ezek a képződ-

mények a **zuzmók**, amelyek gombák és fotoszintetizáló mikroszkopikus moszatok vagy prokarióta szervezetek szimbiózisai.

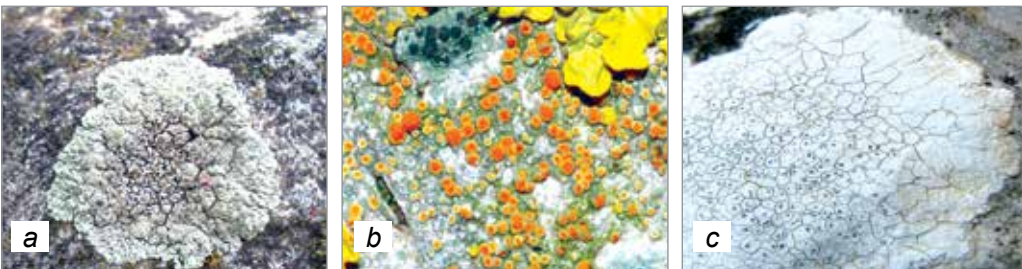
A zuzmók felépítése és szaporodása. Külső megjelenési formájukat tekintve megkülönböztetnek *bokros (lombos), leveles és kéregzuzmókat*. A **bokros zuzmók** kis cserjékre emlékeztetnek (237. ábra). A **leveles zuzmók** a szubsztrátumhoz több helyen rögzülő, szabad szélű, oldalain metszett levéllemezekre hasonlítanak (238. ábra). A **kéregzuzmók** a szubsztrátummal szilárdan összenőtt kérget képeznek (239. ábra).



237. ábra. Bokros zuzmók:
a – tölgyfazuzmó; b – Ramalina; c – Cladonia



238. ábra. Leveles zuzmók:
a – Xanthoria; b – Palmeria; c – Peltigera



239. ábra. Kéregzuzmók:
a – Lecanora; b – Caloplaca; c – Aspicilia

A lomblevelű fák kérgén szinte mindig megtalálható a Xanthoria (sárga falizuzmó) leveles zuzmó. A kéreghez nőtt, kör alakú, metszett szélű, élénksárga lemezekre emlékeztet, amelyeken lebenyek és apró,



240. ábra. A Xanthoria zuzmó testének keresztmetszete

narancsszínű korongok találhatók. A lemez a zuzmó vegetatív teste, a korongok pedig a *termőteste* (238. a ábra).

Ha keresztmetszetet készítünk a zuzmóból, akkor mikroszkópban rendszerint több réteget különböztethetünk meg rajta (240. ábra). A felső és az alsó réteget *kéregrétegeknek* nevezzük, ezeket egymáshoz szorosan illeszkedő gombafonalak alkotják. A felső kéregréteg alatt jól kivehető a *moszatréteg*. Ez szintelen gombafonallakkal behálózott, gömbölyű, zöld moszatsejtekből áll. A moszatréteg és az alsó kéregréteg között található a *bélréteg*, amelyben a gombafonalak lazán helyezkednek el. A bélből és az alsó kéregrétegből szintelen fonálnyalábok indulnak ki. A zuzmó teste ezekkel rögzül a fakéreghez.

A moszatok fotoszintetizálnak, és szerves anyagokkal, valamint oxigénnel látják el a gombát. A gomba elsősorban vizet és szervetlen anyagokat szállít a moszatoknak. A gomba fonalai nemcsak a szubsztrátumból képesek felszívni a vizet, hanem a levegőből is fel tudják venni a vízpárát ködös időben vagy harmathulláskor.

A gomba és a moszat partneri viszonya a zuzmóban kölcsönösen előnyös, de nem azonos súlyú. A gomba tömege rendszerint nagyobb, tőle függ a zuzmó testének megjelenése és terjedésének a módja. A gomba termőtesteket is képez. A zuzmók a nevüket a gomba elnevezése után kapják.

A zuzmók túlnyomórészt testdarabkáikkal szaporodnak. A gomba a moszat közreműködése nélkül, spórákkal is szaporodhat. A spórák a mikroszkopikus termőtestekben képződnek. A spórából rövid gombafonál nő ki. Ha szabadon élő moszatsejtet talál és azt körbe tudja fonni, akkor ez a komplexum elkezd zuzmóvá fejlődni.

A zuzmók túlnyomórészt testdarabkáikkal szaporodnak. A gomba a moszat közreműködése nélkül, spórákkal is szaporodhat. A spórák a mikroszkopikus termőtestekben képződnek. A spórából rövid gombafonál nő ki. Ha szabadon élő moszatsejtet talál és azt körbe tudja fonni, akkor ez a komplexum elkezd zuzmóvá fejlődni.

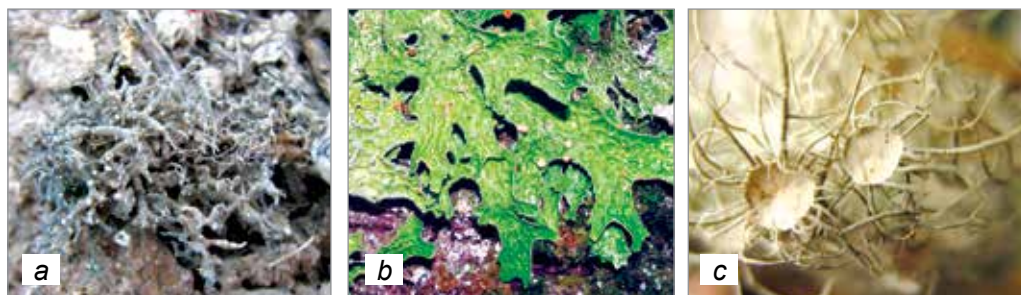
A zuzmók változatossága és előfordulása. Jelenleg közel 20 ezer olyan gombafaj ismert, amelyek zuzmót alkotnak. A zuzmó összetételében több mint 150 moszatfaj (zömmel zöldmoszat) és cianoprokarióta vehet részt.

A zuzmók nemcsak a fák kérgén vagy a talajon képesek megtelepedni és nőni, hanem sziklák, kövek, homok, épületfalak, betonoszlo-

pok sívár felszínén is. Ugyancsak megtalálhatók az Antarktiszon, a Himalája magas hegyeiben és a legszárazabb chilei sivatagokban. Csak annyi szükséges számukra, hogy legyen fény és legalább néha légköri nedvesség.

A zuzmók jól bírják a vízhiányt és a hőmérséklet-ingadozást. Nedvességihiány esetén gyorsan kiszáradnak és ilyen állapotban hónapokig várják a víz megjelenését. Amint ez megtörténik, a zuzmó néhány perc alatt vízzel telítődik és felújítja az élettevékenységét. A gyakori nyugalmi időszakok miatt a zuzmók lassan nőnek. A 10 cm magas zuzmó lehet akár 100 éves is.

Egyes zuzmókat bejegyezték Ukrajna természetvédelmi Vörös Könyvébe. Legnagyobb részük a sztyeppék talaján és a Kárpátok, valamint Krím hegyeiben nöövő öreg fák kérgén fordul elő (241. ábra). Ezek a zuzmófajok úgy óvhatók meg a kipusztulástól, hogy nem szántják fel a sztyeppéknek azt a részét, ahol élnek, és teljesen megtiltják az erdők irtását.



241. ábra. Ukrajna Vörös Könyvébe bejegyzett zuzmófajok: a – *Circinaria gyrosa*; b – tűdözuzmó; c – virágos szakállzuzmó

A zuzmók jelentősége a természetben. A zuzmók kezdik el elsőként a meddő kőzetek termékeny talajokká való átalakítását. Amikor a zuzmó a sziklára kerül, a gomba fonalai fokozatosan belemélyednek, és ezáltal aprítják a kőzetet, így alakítva át a majdani talaj részecskéivé. A zuzmó egyúttal oldja a kőzetet speciális anyagaival, a zuzmósavakkal. Ennek eredményeként a kőzet fokozatosan mállik. Ezt a jelenséget **biológiai mállásnak** nevezzük. Elhalásukkor a zuzmók szerves anyagokkal dúsítják a mállástermékeket. A zuzmómaradványokon mikroszkopikus szaprotróf gombák telepednek meg, és humusszá alakítják a szerves anyagokat. Így primitív talaj jön létre, amelyen megjelennek az első magasabbrendű növények.

A sivatagokban a zuzmók megkötik a homokot, és ezzel fékezik, vagy teljesen megszüntetik a dűnék mozgását, amelyek így nem tudják betemetni a termőföldeket. A mérsékelt égöv legnagyobb sivatagjában, a Dél-Ukrajnában található Oleskivsz-sivatagban például a zuzmóréteg köti meg a homokdűnéket azokon a helyeken, ahová nem telepítettek erdőt.

A sarkvidéki tundrában a rénszarvasok fő tápláléka a zuzmó. Az egyik legelterjedtebb zuzmó, a *Cladonia* a *rénzuzmó* nevet kapta.

A zuzmók hasznosítása. A bokros zuzmókat egyes északi országokban megőrik és a lisztjéből pogácsát sütnek. A Bibliában olvasható történet szerint Mózes negyven éven át vezette népét a sivatagban, és a vándorlás alatt az emberek „égi mannával” táplálkoztak, ami nem más, mint sivatagi zuzmófajok, amelyek nincsenek a homokhoz vagy kövekhez rögzülve, és könnyen felkapja őket a szél.

A zuzmók a népi gyógyászat hagyományos meghűlés és köhögés elleni szereit. Zuzmósavakat állítanak elő belőlük, amelyek egyes gyógyszerek, köztük antibiotikumok alapanyagául szolgálnak. Az északi országokban ipari méretekben gyűjtik és készletezik a *tölgyzuzmót*. A benne lévő kémiai anyagokat az illatszerek gyártásánál mint aromarögzítőket használják fel.

A zuzmók érzékenyek a légszennyezésre, ezért a segítségükkel határozzák meg a levegő szennyezettségét. A módszer neve angolul – a zuzmó angol elnevezés után – ***lichen indication***, amit a szakemberek Ukrajnában is átvettek. Például a fákon növekvő zuzmótársulásokból már enyhe légköri szennyezettség hatására is eltűnnek a bokros zuzmók. Közepes légszennyezettségnél a leveles, erős szennyezettségnél pedig a kéregzuzmók pusztulnak el.

Egyes kéregzuzmók több mint ezer évig élnek. Ezért, ismerve a zuzmó növekedési sebességét és méretét, kiszámítható annak a szubsztátumnak a körülbelüli kora, amelyen a zuzmó él. Ezt a módszert alkalmazzák a régi kőépítmények korának kiszámítására. A zuzmóknak köszönhetően sikerült megállapítani a húsvét-szigeti óriás kőszobrok korát.

KÖVETKEZTETÉSEK

1. A zuzmók gombák, amelyek moszatokkal vagy cianoprokariótákkal élnek kölcsönösen előnyös szimbiózisban.
2. Megkülönböztetnek bokros, leveles és kéregzuzmókat. A zuzmók zömmel fákon, sziklákon és a talajon élnek.

3. A zuzmók alkalmazkodtak az olyan helyeken való létezéshez, ahonnan hiányoznak a más gombák számára elérhető tápanyagok, és víz is csak ritkán fordul elő.
4. A zuzmókat az orvostudományban, az illatszergyártásban és légszennyezettség mérésében alkalmazzák. Káros vagy veszélyes zuzmófajok nem ismeretesek.

ELSAJÁTÍTANDÓ SZAKKIFEJEZÉSEK ÉS FOGALMAK

Zuzmók, bokros zuzmók, leveles zuzmók, kéregzuzmók, biológiai mállás, lichen indication.

ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

1. Miért nevezik a gomba és a moszat kapcsolatát a zuzmóban kölcsönösen előnyös szimbiózisnak?
2. Hogyan nőnek a gombák a szerves anyagok nélküli szubsztrátumokon?
3. Melyik szervezet határozza meg a zuzmó külső megjelenési formáját, a gomba, a moszat vagy a két szimbionta együtt?
4. Hogyan válaszoltok a tanuló kérdésére, amely szerint *Alkalmazkodhatnak-e a gombák a sivatagi éghajlathoz?*

FELADAT

Elemézzétek, mi a közös és az eltérő a zuzmókban és a mikorrhizában?

5. gyakorlati munka

A LAKÓHELY EHEŐ ÉS MÉRGEZŐ GOMBÁINAK FELISMERÉSE

A munka célja: az ehető és a mérgező gombákat megkülönböztető általános külső jegyekkel való ismerkedés, a lakóhely környékén előforduló ehető és mérgező gombák felismerésének a megtanulása.

Eszközök, szerszámok és reagensek: kalapos gombák gyűjteménye, mulázsok, kézi nagyító, preparáló készlet, táblázatok, fényképek.

A MUNKA MENETE

1. Ismerkedjétek meg a halálosan mérgező és a különösen mérgező gombákat az ehető és nem ehető gombáktól megkülönböztető általános külső jegyekkel!

A mérgező gombákat megkülönböztető külső jegyek.

Halálosan mérgező gombák. A gyilkos galóca, fehér galóca és hegyeskalapú galóca termőtestének lemezei fehérek, nem ereszkednek le

a tönkhöz, két burkuk van: részleges és általános, nincs fehér tejszerű nedvük.

Különösen mérgező gombák pókhálószerű burokkal. A mérges pókhálógomba, a csúcsoskalapú pókhálógomba, a téglavörös sulyka és a sárga kénvirággomba termőtestének a lemezei rozsdabarna vagy piszkossárgás-barna színűek, a lemezek nem ereszkednek le a tönkhöz. A fiatal gombáknál a termőtestet vékony, pókhálószerű burok fedi, amely gyorsan eltűnik. Fehér tejszerű nedvük nincs. Kiegészítő közös ismerv, hogy ezeknek a gombáknak a kalapjuk közepén kis dudor található, amitől harangra emlékeztető a kalap alakja.

Különösen mérgező gombák részleges burokkal. A vörhenyes őzlábgomba és a húsbarnás őzlábgomba termőtestének lemezei fehérek, nem ereszkednek le a tönkhöz, jól látható a részleges burkuk. Fehér tejszerű nedvük nincs. Kiegészítő közös ismerv, hogy barna pikkelyek találhatók a kalapjuk felszínén, valamint kis barna dudor van a kalapjuk közepén, és viszonylag kicsi a méretük.

Az ehető és nem ehető gombák külső jegyei.

A **csöves termőtestű** kalapos gombák közt nincsenek veszélyes mérgező gombák. Azonban ezeknek a gombáknak a többsége enyhe mérgezést okozhat nyersen történő fogyasztás esetén. Előfordulnak közöttük nem ehető gombafajták, amelyeknek keserű a húsa.

Nincs mérgező gomba a kalapos gombák nagy csoportját képező **csarabos tejelőgombák** között, amelyeknek a termőteste lemezes, nincsenek burkaik, és termőtestük megtörésekor tejszerű nedvet bocsátanak ki.

Nincsenek mérgezők **pöfeteg** és **szömörcsög** gombák, valamint a puha termőtestű **taplógombák** között. Ezek nem tartoznak a kalapos gombákhoz. Csak a fiatal termőtestük fogyasztható; a kifejlett és öreg gombák nem ehetőek.

2. Vizsgáljátok meg a lakóhelyetek környékén legelterjedtebb gombák tanár által kiosztott termőtesteit, mulázsait és fényképeit!

3. Az 1. pontban felsorolt, a mérgező gombákat az ehetőektől és nem ehetőektől megkülönböztető külső jegyek alapján határozzátok meg a tanár által kiosztott gombák között a mérgezőket!

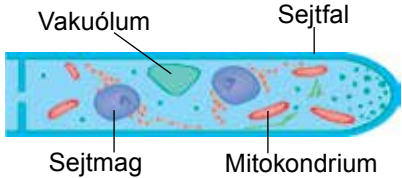
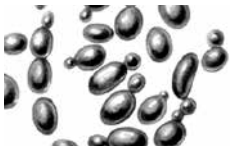
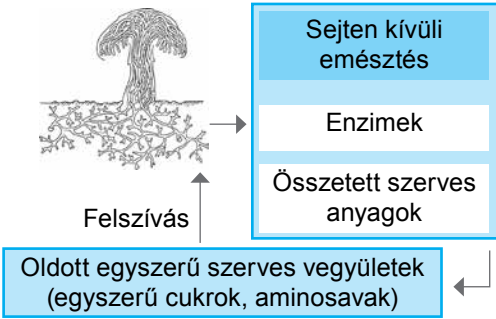
4. Írjátok le a füzetetekben a lakóhelyetek környékén növő mérgező és ehető gombáinak a nevét és jegyeit, amelyek segítenek abban, hogy felismerjétek őket.



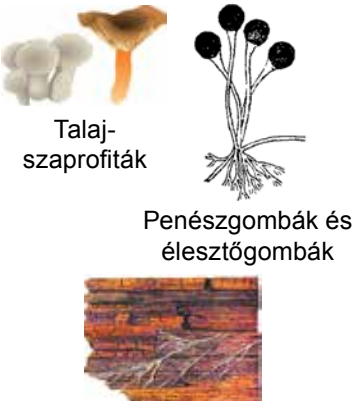
ÖSSZEGEZÉS

249

1. Megtanultuk, hogy a gombák olyan heterotróf módon táplálkozó eukarióták, amelyek oldott egyszerű szerves anyagokat szívnak fel. A gombáknak sok enzimjük van, ezzel bontják le a más szervezetek többsége számára nem hozzáférhető összetett szerves anyagokat. A gombák lehetnek makroszkopikusak és mikroszkopikusak, többsejtűek, másodlagosan egysejtűekké egyszerűsödött szervezetek

Eukarióták	Többsejtűek	Egysejtűek
		
A gombák táplálkozása	Makroszkopikus	Mikroszkopikus
		

2. Megjegyeztük, hogy a szervesanyagforráshoz való hozzájutást tekintve a gombák lehetnek szaprotrófok, paraziták és szimbitrófok.

Szaprofíták	Szimbitrófok	Paraziták
		

3. Megtudtuk, hogy a gombák (a makroszkopikus gombák és a mikroszkopikus gombák többsége) spórákkal, konídiumokkal (túl-nyomórészt mikroszkopikus gombák) és sarjadzással (élesztőgombák) szaporodnak.

4. Megtudtuk, hogy a természetben a gombák bontják le az elhalt szervezetek maradványait, részt vesznek a talajképzésben, a kőzetek mállasztásában, a növények vízzel és ásványi anyagokkal való ellátásában.

5. Megtanultuk, hogy az embert tekintve a gombák lehetnek hasznosak, károsak és veszélyesek.

Hasznosak			Veszélyesek és károsak		
					Mikorrhizák (gombabe- tegségek)
Antibioti- kumok	Péktermékek	Gombaételek	Gomba- mérgezők		Termés- veszteség
			Megromlott termékek és anyagok		
Illatszerek	Csípős sajtok	Kvasz			

Tudom és képes vagyok rá

- Tudom, miben különbözik a gomba sejtje a baktériumétól, növényétől, állatétól, és képes vagyok arra, hogy felismerjem a gombasejtet fényképek vagy mikroszkópos felvételek alapján.
- Tudom, miben különbözik a gombák táplálkozási módja a növényekétől, állatokétól, és képes vagyok arra, hogy megmagyarázzam a különbségeket.
- Ismerem országunk minden halálosan mérgező gombafaját, és képes vagyok ezeknek a gombáknak a többiektől való megkülönböztetésére.
- Ismerem a veszélyes mérgező gombák külső jegyeit, és képes vagyok arra, hogy e jegyek alapján felismerjem az egészségre potenciálisan veszélyes gombák csoportjába tartozó fajokat.
- Ismerem az elsődleges és másodlagos gombamérgezések megelőzésének szabályait, és képes vagyok ezeknek az alkalmazására.
- Tudom, mi a penész és miért veszélyes, milyen feltételekre van szüksége a fejlődéshez, és képes vagyok arra, hogy ne teremtsék kedvező körülményeket a penészgombák fejlődéséhez.
- Tudom, mit kell tenni a penészes élelmiszerekkel, és képes vagyok arra, hogy megakadályozzam a penészgombaspóra és konídiumok légutakba való bejutását.

A

Agar-agar 171
Alapszövet 99, 102
Alkalmazkodás a környezethez 5
Anabiózis 50
Antibiotikumok 237
Anyagcsere és energiaforgalom 5
Autotrófok 60

Á

Állabak 68
Állandó szövetek 98, 99 253
Általános 227
Ásványi táplálás 93

B

Baktériumok 48
Barnamoszatok 170
Bifidobaktériumok 57
Bimbó 113
Bimbózás (sarjadzás) 81, 235
Biológiai mállás 245
Biológiai rendszertan 193
Bokros zuzmók 243

C

Cianoprokarióták 60
Citoplazma 16, 23

Cs

Csésze 144
Csíra 90
Csoporttermés 162

D

DNS 27
Dugványok 140

E

Edény 100
Edénynyalábok 101
Egylaki növények 149
Egysejtű állati jellegű szervezetek 65
Egysejtű eukarióták 64
Egysejtű moszatok 66
Egyszerű virágzat 153
Egyszikűek 191

Ehető gombák 231
Elmélet 11
Elsődleges gombamérgezés 226
Emésztő vakuólum 68
Endospermium 151
Enzimek 215
Erdők 204
Eukarióták 64
Evolúció 8

É

Évgyűrű 120

F

Fagocitózis 69
Fakéreg 120
Farész 100
Faroncsoló gombák 223
Felszívás 214
Felszívási öv 104
Feltételesen mérgező gombák 228
Fotoszintézis 30

G

Gázcsereenyílás 129
Gázcsereenyílás rése 129
Glikogén 219
Gombafonál-szövedék (micélium) 215, 219
Gombák
Gumó 134

Gy

Gyökér 103
Gyökérgumó 109
Gyökérmódosulások 109
Gyökérrendszer 108
Gyökérsüveg 104
Gyökérszívóka 109
Gyökérszőr 104, 105
Gyökértermés 110, 111
Gyöktörzs 133

H

Hagyma 134
Hagymagumó 135
Hajtás 113

Halálosan mérgező gombák 227

Háncs 101

Heterotróf 59

Hifák 219

Higroszkópos mozgások 166

Hipotézis 11

I

Ivaros folyamat 70

Ivaros nemzedék 174

Ivaros szaporodás 76

Ivartalan nemzedék 174

Ivartalan szaporodás 76

J

Járvány 52

Kacsok 136

Kalusz 140

Kambium 119

Képzőszövet 98

Kéregkambium 120

Kéregzuzmók 243

Kétlaki növények 149

Kétszikűek 191

Kettős megtermékenyítés 151

Kitin 219

Kloroplasztisz 31

Konídium 236

Korpafüvek 177

Környezeti feltételek 196

Kromoszóma 35

Kutikula 128

L

Légi táplálás 94

Légzés 28, 59, 94, 216, 235

Léggyökerek 110

Levél 123

Levél alapszövege 130

Levélalap 123

Levéllálás 125

Levélepidermisz 128

Levélerék 125, 131

Levélerezet 125

Leveles zuzmók 243

Levélhórnálj 113

Levélhórnálj 124

Levélnyel 124

Levél oszlopos alapszövege 130

Levélszövetek 130

Lichen indication 246

Lizoszóma 33

Lombhullás 126

Lüktető vakuólum 69

M

Mag 157

Magasabbrendű növény 170

Malária 71

Másodlagos gombamérgezés 226

Megnyúlási öv 104

Megporzás 148

Megtermékenyítés 151

Mérgező gombák 228

Mesterséges növénytársulások 208

Micélium (gombafonál-szövedék) 219, 215

Mikorrhiza 221, 222

Mikózisok 236

Mikroszkóp általános nagyítása 20

Mitokondriumok 27

Mocsári növénytársulások 206

Mohák 173

Moszatok 170

N

Nagyon mérgező gombák 228

Nem ehető gombák 231

Növekedés 4

Növekedési kúp 113

Növekedési mozgások 164

Növekedési stádium 35

Növény növekedése és fejlődése 92

Növények külső megjelenési formája 200

Növényi szövet 97

Növényoltás 141

Növénytársulás 203

Ny

Nyitvatermők 186

M

Organellumok 23

Ostorok 49

Osztódási öv 104

Osztódási stádium 36

Ö

Ökológiai csoport 197

Ökológiai tényező 196

Önálló mozgások 166
Összetett virágzat 153

P

Páfrány 181
Pálhalevelek 124
Pandémia 52
Parakéreg 120
Parazitizmus 61
Párolgztatás 94
Párta 144
Pollentömlő 150
Pórus 97, 98
Porzó 144
Prokarióták 49

R

Részleges burok 220
Rétek 205, 206
Rhizoidok 171, 174
Riboszómák 27
Ripacs 157
Rostacsövek 101

S

Sarjadzás (bimbózás) 59, 216, 235
Sejt 16
Sejtciklus 35
Sejten kívüli emésztés 215
Sejtfal 32
Sejtmag 23, 27____
Sejtmembrán 22, 26
Sejttag 16
Sivatagok 207
Spóra 76
Spórahordó füzér 178
Spóratartó 175
Spóratok 175

Sz

Szállítási övezet 106
Szállítószövet 99, 100, 101
Szaporító sejtek 80
Szaporodás 4
Szaprofiták 216
Szár 117
Szárbütyök 113
Szártag 113
Szerv 90

Sziklevél alatti szár 90
Sziklevelek 90
Szimbiotrófok 216
Szimbiózis 61
Szivacs 80
Szivacsos szövet 130
Szövettenyészet 141
Sztjeppék 205, 206
Szubsztrátum 236

T

Takarószövet 99, 100
Talajszaprotrófok 224
Támasztógyökerek 110
Taplógombák 222
Tárgylencse 20
Tejsavbaktérium 57
Telep 178
Termés 159
Termő 145
Termőtest 220
Toboz 186
Toxinok 52
Tudományos módszer 11
Tülevél 188
Tüskék 136

V

Vacok 143
Vakuólum 32
Vegetatív szaporodás 138
Vegetatív szervek 95
Vérhas 71
Virág 143
Virágburok 143, 144
Virágkocsány 143
Virágzat 153
Vírusok 7, 8
Vörösmoszatok 171

Z

Zárwatermők 191
Zigóta 76
Zöldmoszatok 171
Zuzmók 243

Zs

Zsurlók 179

Bevezetés. MI AZ ÉLŐ ÉS HOGYAN KUTATJÁK?

1. §. Az élet ismérvei	4
2. §. Az élet változatossága	6
3. §. A biológia fő részei	8
4. §. A tudományos módszer a biológiában	11

1. téma. A SEJT

5. §. Mikroszkóp és sejt kutatás: tudománytörténeti visszapillantás	14
6. §. A mikroszkóp szerkezete	18
7. §. A sejt szerkezete	22
8. §. A növényi és állati sejtek közös tulajdonságai	26
9. §. Különbségek a növényi és állati sejtek szerkezetében	30
10. §. Sejtosztódás	34
1. gyakorlati munka. Az optikai mikroszkóp szerkezete és használata	39
2. gyakorlati munka. Mikroszkópos készítmény előállítása hagyma húsos leveléből és vizsgálata optikai mikroszkóppal	41
Összegezés.	45

**2. téma. EGYSEJTŰ SZERVEZETEK.
ÁTMENET A TÖBBSEJTŰSÉGHEZ**

11. §. A baktériumok – legkisebb egysejtű szervezetek	48
12. §. Káros baktériumok	52
13. §. Hasznos baktériumok	56
14. §. A baktériumok változatossága és jelentősége a természetben	58
15. §. Egysejtű eukarióták	64
16. §. Állati jellegű egysejtű szervezetek	68
17. §. Egysejtű moszatok	74
18. §. A szivacs mint az egysejtű állati jellegű szervezetektől származó többsejtű szervezet	80
19. §. Többsejtű moszatok: tengeri saláta, csillárcamoszat	83
Összegezés.	85

3. téma. A VIRÁGOS NÖVÉNY

20. §. A fiatal növény felépítése	90
21. §. A virágos növények élettevékenységének fő folyamatai	92
22. §. A növények szövetei	97
23. §. Az állandósult növényi szövetek fő csoportjai	100
24. §. A gyökér felépítése és funkciói	103
25. §. Gyökérrendszerek. Gyökérmódosulások	108
26. §. A hajtás felépítése és funkciói	113
27. §. A szár mint a hajtás tengelyrésze	117
28. §. A levél – a hajtás oldalszerve	123
29. §. A levél belső szerkezete	128

30. §. A hajtás és részeinek módosulásai	133
31. §. A növények vegetatív szaporodása	138
32. §. A virág	143
33. §. A virágos növények megporzása és megtermékenyítése	148
34. §. Virágzatok.	153
35. §. A mag	157
36. §. A termés	159
37. §. A növények mozgásai	164
Összegezés.	167

4. téma. A NÖVÉNYEK VÁLTOZATOSSÁGA

38. §. A moszatok változatossága	170
39. §. Mohák.	173
40. §. Korpafüvek és páfrányok	177
41. §. Páfrányok	181
42. §. Nyitvatermők.	186
43. §. Zárwatermők. Kétszikű és egyszikű zárwatermők.	191
44. §. A biológiai rendszertan alapelvei és a zárwatermők változatossága	193
45. §. A növények ökológiai csoportjai és külső megjelenési formái	196
46. §. Növénytársulások.	203
3. gyakorlati munka. A mohák, páfrányok és zárwatermő (virágos) növények összehasonlítása	209
4. gyakorlati munka. A meghatározott feltételek mellett szaporítható szobanövények fajainak meghatározása	210
Összegezés.	211

5. téma. GOMBÁK

47. §. A gombák fogalma és táplálkozásuk sajátosságai	214
48. §. A gombák felépítésének sajátosságai: gombafonál-szővedék, termőtest. Szaporodás (a csiperke példáján).	218
49. §. Makroszkopikus gombák: a táplálkozásuk sajátosságai és a természetben játszott szerepük.	221
50. §. Mérgező gombák	226
51. §. Nem ehető és ehető gombák	231
52. §. Mikroszkopikus gombák: élesztő és penész	234
53. §. Növénybetegségeket okozó mikroszkopikus gombák	239
54. §. Zuzmók.	242
5. gyakorlati munka. A lakóhely ehető és mérgező gombáinak felismerése	247
Összegezés.	249

Tárgymutató	251
--------------------	-----

Навчальне видання

КОСТИКОВ Ігор Юрійович
ВОЛГІН Сергій Олександрович
ДОДЬ Володимир Васильович та ін.

БІОЛОГІЯ

Підручник для 6 класу загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням угорською мовою

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Переклад з української мови
Перекладач *Саболч Адальбертович Варга*

Угорською мовою

Зав. редакцією *А. А. Варга*
Редактор *Б. Б. Ковач*
Коректор *Г. М. Турканич*

В оформленні підручника використано фотографії та ілюстрації таких авторів:
Agnn Foon, Albert Hanbikov, Anup Candle, Bella Chichi, Charles Brutlag, Charles Krebs,
D. Borarino, Danny Steaven, Darius Dzinnik, Dr. Ales Kladnik, Eric Steinert, Eye Of Science_SPL_
Solent, J. Marqua, J. J. Suss, Jose Antonio Díaz, Joselu Martin, Josh Milburn, Juergen Hauptvogel,
Kristina Stasiulienė, Lisa Quarfoth, Luis Carlos Jimenez del Rio, Magda Wasiczek, Mariusz
Szczygiel, Mirai Chibitomu, Nagy-Bagoly Arpad, Peter Zijlstra, Pierre-Yves Babelon, Power And
Syred, Renee Lebeuf, Richard Griffin, Robin Matthews, Roger De Marfa Taillefer, Rudy Umans,
S. Mory, S. Pomarat, Shashidhara Halady, Sindy Dorota, Steve Byland, Vladimir Kohyushenko,
Vladimír Vitek, Wim van Egmond, Wolfgang Bettighofer, Yongkiet Jitwattanatham, YongXin
Zhang, А. Ларигин, А. Леман, А. Рослин, А. Токарский, А. Якименко, Б. Паркер, В. Арийцев,
В. Бройне, В. Кабиш, В. Копотий, В. Мищенко, В. Ситников, В. Соколов, В. Степанов,
В. П. Армстронг, В. С. Дзад, Г. Д. Гріссіно-Майер, Г. Махров, Г. Тауберт, Д. Гаффін, Д. Нікрент,
Д. Сечин, Дж. Д. Мозе, Дж. МакНил, Дж. Тифтикджайн, Е. А. Келлог, И. Кмить, И. Уханова,
І. Беднарьська, І. Костіков, К. Р. Робертсон, К. Ренцаглія, К. Р. Штерн, Л. Корейба, М. Анохина,
М. Гефнагельс, М. Яковлев, М. Д. Таттл, Н. Горленко, Н. Трубников, О. Поліщук, О. Сенчило,
О. Тищенко, П. Ружкевич, П. Б. Пельзер, П. Ф. Стевенс, Р. Люїс, С. Коношук, С. Рыжков,
С. С. Медер, У. Вельч, Х. С. Кемпбел, Ю. Семенов

Формат 70x100/16. Ум. друк. арк. 20,736+0,324. Обл.-вид. арк. 20,0+0,55.
Тираж 1688 пр. Зам. №

Державне підприємство „Всеукраїнське спеціалізоване видавництво „Світ”
79008 м. Львів, вул. Галицька, 21
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 2980 від 19.09.2007
www.svit.gov.ua
e-mail: office@svit.gov.ua

Друк на ТзОВ „НВП Поліграфсервіс”
04053 м. Київ, вул. Ю. Коцюбинського, 4, к. 25
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3751 від 01.04.2010