



## BEVEZETÉS A BIOLÓGIÁBA

### ⊙ A BIOLÓGIA TUDOMÁNYA

#### Vizsgálati szempontok, módszerek



EMELT SZINT

A **biológia** az élőlényekkel, azok eredetével, származásával, testfelépítésével, működésével és a környezetükkel való kapcsolatai megismerésével foglalkozó természettudomány.

#### *Az élő rendszerek*

Az **individualitás** azt jelenti, hogy az élő rendszer elkülönül a környezetétől. Az élőlényeket kültakaró határolja, vagy pl. a sejteket membrán választja el a környezetüktől. Állandó anyag-, energia- és információáramlás jellemző rá. Az élőlények információtároló és átíró alrendszerrel rendelkeznek. Rendezettségük megtartása folyamatos energiabevitelt igényel. A DNS-ben tárolt információ RNS-ek segítségével fehérjemolekulák szintézisét teszi lehetővé. Termodinamikai szempontból az élőlények nyílt anyagi rendszerek. A környezetből felvett anyagokat, energiát beépítik, az átalakítás során felépítik saját anyagaikat, a fel szabaduló energia az életműködésüket biztosítja.

A **stacioner egyensúly** (homeosztázis) azt jelenti, hogy az élő rendszerben zajló folyamatok önszabályozottak. Rugalmasan képesek a környezetük változásaira reagálni, azokhoz alkalmazkodni. Viszonylagos belső állandóság mellett biztosítják a változáshoz történő alkalmazkodást. A emberi testben pl. a vér összetétele, pH-ja állandó értéket mutat, vagy pl. a testhőmérséklet is állandó értéken mozog. A rugalmasság azt jelenti, hogy bizonyos szituációkban – pl. fertőzések alkalmával – ez az érték magasabb lesz, biztosítva a szervezet immunfolyamatait.

Az **önszabályozás**, vezérlés képessége is jellemzi az élő rendszereket. A belső szabályozottság a környezetből folyamatos ingerfelvételt jelent, amelyre az élőlény a működésének megváltozásával reagál. A folyamatosan változó környezetben az élőlények így képesek alkalmazkodni, ugyanakkor vannak folyamatok, amelyek vezéreltséget igényelnek, ilyenek pl. a növekedés, egyedfejlődés.

Akkor nevezünk egy rendszert élőnek, ha önszerveződő belső folyamatai az öröklött információk által megszabott rendben mennek, és rendelkezik az evolúció képességével.

Az élő rendszerekre vonatkoznak az ún. életkritériumok (Gánti Tibor nyomán).



Abszolút életkritériumok	Potenciális életkritériumok
Az abszolút életkritériumok közé tartoznak azok, amelyek minden élőlényre érvényesek.	Azokat a kritériumokat foglalják magukban, amelyekkel nem mindig és nem minden élőlény rendelkezik. Ezek az élővilág egészének fejlődése szempontjából, nem pedig egy adott élőlény pillanatnyi élettevékenysége szempontjából jelentősek.
Az élőlény folytasson anyagcserét!	Az élőlény növekedjen!
Legyen elhatárolt anyagi rendszer!	Szaporodásra általában alkalmas legyen!
Legyen stabil (dinamikus egyensúlyi rendszer, homeosztázis)!	Rendelkezzen az öröklődő változékonyság képességével (azaz bírjon bizonyos mutációkat)!
Rendelkezzen információhordozó alrendszerrel!	Nem lehet halhatatlan!

### Szerveződési szintek

A biológiai vizsgálatok középpontjában az EGYED (biológiai individuum) áll, amely a szerveződés alapegysége is.



#### EMELT SZINT

Az egyes szerveződési szintek alá- és fölrendeltségi viszonyban vannak. A hierarchikus kapcsolatban lévő szerveződési szintekre sajátos jelenségek, tulajdonságok érvényesek.

Jellemző az emergencia, azaz a magasabb szint magába foglalja az alacsonyabb szerveződési szintet, de az egész tulajdonságai nem vezethetők le az egyes elemek tulajdonságaiból. A magasabb szint tulajdonságai az alacsonyabb szinten lévők kölcsönhatásaiból vezethetők le: az egyes szintek-rendszerek elemei tehát nem véletlenszerű sokaságot alkotnak.



## Az élő rendszerek szerveződési szintjei

- Bioszféra
- Életközösség
- Populáció

↑ Az egyed feletti szerveződés szintjei

### ■ EGYED

↓ Az egyed alatti szerveződés szintjei

- Szervrendszerek
- Szervek
- Szövetek
- Sejt

↓ A sejt alatti szerveződés szintjei

- Sejtalkotók
- Molekulák
- Biogén elemek

Az egyed feletti szintekkel általában az **ökológia** tudománya foglalkozik.

**Bioszféra:** a Föld szféráinak (atmoszféra, litoszféra, hidroszféra) olyan összessége, melyben élet van, vagy valaha volt, a legmagasabb ökológiai rendszer. A Gaia-elmélet szerint önszabályozó, magától állandóan egyensúlyba kerülni tudó rendszer.



EMELT SZINT

**Biom:** a társulások zonálisan elhelyezkedő, egész kontinensekre kiterjedő sora. Nem egyed feletti szerveződési szint.

**Társulás** (életközösség, biocönózis): olyan (növényi, állati, gomba, egysejtű) populációk közössége, melyek azért fordulnak elő egy helyen, mert alkalmazkodtak az adott élőhely környezeti tényezőihez. (Az emberi beavatkozás mértéke szerint megkülönböztetünk természetes, félkultúr és kultúr társulásokat).

**Populáció:** egy fajba tartozó egyedek olyan közössége, melyek térben és időben egyszerre fordulnak elő, ezért tagjaik között a szaporodás lehetősége ténylegesen fennáll.

(**Genetikai populáció:** egy fajba tartozó egyedek **szaporodási közössége**. Ebben az esetben pl. az sem fontos, hogy az egyed jelen legyen; fagyasztott ivarsejtjeit is használhatja a kutató.)

A szervrendszerek és szervek szintjével az **anatómia** (bonctan) és a **fiziológia** (élettan) tudományterületek foglalkoznak.

**Szervrendszer:** általában egy fő feladat ellátására összerendeződött szervek együttese. (pl. kiválasztó szervrendszer (humán): vesék + húgyvezetékek + húgyhólyag + húgycső).



**Szerv:** döntően egy fő feladat ellátására – különböző szövetekből – szerveződő bonctani egység (pl. egy vese).

A szövetek vizsgálatával és leírásával a szövettan vagy **hisztológia** tudományterület foglalkozik.

**Szövet:** közös eredetű, hasonló alakú és azonos működésű sejtek fejlődéstörténetileg kialakult rendszere, ahol a működésmegosztás általában végleges. (De a növényi szöveti sejtek potenciálisan visszaalakulhatnak össejteké, lásd: kallusztenyésztés!)

A sejtek vizsgálata a sejttan, azaz a **citológia** feladata. A sejt az egyed alatti szerveződések közül az egyedüli, amely önállóan lehet egyed is (pl. egysejtű élőlények, papucsállatka).

**Sejt:** a biológiai szerveződés legkisebb önálló alaki, működési és szerveződési egysége, amely rendelkezik az életkritériumokkal.

**Sejtalkotók:** makromolekulákból létrejött, saját szerepekkel rendelkező egységek, sok esetben a sejten belül létrejött elhatárolt reakcióterek. (De nem határolódik el biológiai membránnal pl. az osztóközpont, vagy a riboszóma sem.)

A molekulák és a biogén elemek feltárása, azonosítása és jellemzőik megadása már a **biokémia** tárgykörébe tartozik, amely határtudományból fejlődött a biológia – napjainkra az egyik legalapvetőbb – tudományterületévé.

**Molekuláris szint:** a sejteket felépítő, azok anyagcseréjében résztvevő bioszervetlen és szerves molekulák, valamint makromolekulák összességét jelenti.

**Biogén (életképző) elemek:** a sejteket felépítő és anyagcsere-folyamataikban résztvevő elemek összessége.

**Összegezve:** attól függően, hogy milyen egyedet vizsgálunk, lebonthatjuk olyan egyed alatti szerveződési szintekre, melyekből nem feltétlenül találjuk meg az összezet. Az erdei pajzsikában például hiába keresnénk szervrendszereket, de szerveket (gyökér, szár, levél) találunk. Ezek összehangolt működése eredményeként létezik az egyed. Az egyed feletti szintekbe minden élő egyed besorolható.

## A természettudományos megismerés folyamata



EMELT SZINT

A feltevésekből akkor lesz tudományos elmélet, ha azokat sikerül bizonyítani. A bizonyításhoz kísérleteket kell végezni. A kísérletek egyrészt mesterséges beavatkozást jelentenek természetes folyamatokba, vagy olyan mesterséges körülmények között folyó vizsgálatokat jelentenek, ahol bizonyos feltételeken változtathatnak a vizsgálatban résztvevők. Gyakran használhatunk modelleket, melyek a valóságot a vizsgálatnak megfelelően képezik le, egyszerűek, és érthetővé teszik a folyamatokat. A jó modell tovább gondolkodásra is alkalmas, ezáltal alapja lehet új felfedezéseknek (pl. Donders-féle tüdőmodell).



Öszehasonlítási szempontok	Hétköznapi megismerés	Tudományos megismerés
<b>Kialakulása</b>	Saját tapasztalaton alapul, szubjektív, sok pontatlanságot tartalmazhat. Az észlelés során gyakoriak a következetlenségek és a tévedések.	Tervszerűség, tudatosság, célszerűség jellemzi. Törekednek minden körülményt figyelembe venni. Az objektivitás fontos tényező.
<b>Fogalomhasználatára jellemző</b>	Pontatlanság.	Egyértelműség.
<b>Gondolkodás</b>	Következetlenség, hibás ok-okozati összefüggések, téves következtetések, ellentmondások a magyarázatok során gyakoriak.	Következetesség, logikus következtetések, ellentmondások kizárására törekvő jellemzi.
<b>Hipotézisek</b>	Nem tesztelhetők.	Tesztelhetők.
<b>Kísérletek, mérések</b>	Nem jellemző a validitás (érvényesség).	Validitás jellemzi. Megbízható, követhető, elfogulatlan.
<b>Érvényesség, ellenőrzés</b>	Az ellenőrzés kevés, nem jellemző a hibák feltüntetése és az azokra való utalás.	Gondosan tervezett ellenőrző vizsgálatok jellemzik, melyeket független laboratóriumokban végeznek el. A tudományos közélet szereplői számára közérthetőek a források és az utalások, így a szakmai és a közvélemény számára is hiteles.

### Vizsgáló módszerek

#### *A tudományos kutatás logikai sémája*

tudományos kérdésfeltevés → hipotézis felállítása → kísérletek tervezése és végrehajtása → elmélet, teória (egy magyarázat megalkotása) → a modell alkalmazási lehetőségeinek, korlátainak megállapítása, illetve továbbfejlesztése



**Megfigyelés:** Tapasztalatokat észleléssel, érzékszervekkel történő megfigyeléssel gyűjtünk. Az élőlényeket, jelenségeket, folyamatokat beavatkozás nélkül figyelünk meg természetes vagy mesterséges körülmények között.

A feltevés, vagy másképpen **hipotézis** bizonyításra szoruló előzetes elgondolás. Amíg nincs bizonyítva, addig az adott jelenségre magyarázattal szolgál.

**Elmélet, teória:** Kísérletekkel, megfigyelésekkel, mérésekkel igazolt feltevés. Tudományosan bizonyított, igazolható magyarázat. Az egyedi jelenségek magyarázatából kiindulva általánosíthatunk, ezt nevezzük induktív gondolkodásnak. A magyarázatok a meglévő tudásra alapozva is megfogalmazhatók, vagyis deduktív gondolkodással is levezethetők. Az elméletek megalkotása során a kapott adatokat, jellemzőket összevetjük a kiinduláskor megfogalmazott kérdésekkel. A kísérletek eredményéből, az adatok elemzéséből összefüggéseket állapítunk meg. Az új eredmények birtokában az elméletek módosítására, pontosítására sor kerülhet. Kísérletekkel nem minden jelenség tanulmányozható, vannak olyan nagy léptékű változások, mind térben és időben, amelyek nem modellezhetők (pl. földtörténeti léptékű változások).

### *A kísérletek jellemzői*

Az előzetes feltevést igazoló, megismételhető, tervezett vizsgálat. Történhet in vivo (természetes) és in vitro (mesterséges körülmények) között.

A független változó az a tényező, amit változtatunk, aminek a hatását szeretnénk vizsgálni. Az  $X$  tengelyen ábrázoljuk a koordináta-rendszerben. A függő változó, amit mérünk, aminek a változását mérjük, és amelyet az  $y$  tengelyen ábrázolunk.

A rögzített változót – mindig a kísérletet végző határozza meg, mely tényező hatását kívánja kizárni – a kísérlet során állandó értéken tartjuk, hogy ne befolyásolja a vizsgálatainkat. A függő változók vizsgálatakor egyértelműen megállapíthatónak kell lennie az összefüggésnek, hogy valóban az adott független változó hat-e a függő változóra, illetve mennyire biztos a ténymegállapítás. Ha két vagy több független változót egyszerre vizsgálunk, akkor téves következtetésekre juthatunk.

Fontos a kísérletek tervezése, elvégzése és értékelése során, hogy

- a) a független változó előtt és után is állapítsuk meg a függő változó értékét (elő- és utóvizsgálatok fontossága),
- b) a kontrollcsoport értékeinek vizsgálata során egyértelmű eredmények szülessenek, amelyek nincsenek kitéve a független változó értékei változtatásának, így esetükben a függő változó értékei nem változhatnak,
- c) a vizsgált élőlények, alanyok véletlenszerű kiválasztás alapján történjenek,
- d) sok egymástól függetlenül, de azonos körülmények között elvégzett kísérletet végezzünk, mely szükséges a pontos tudományos következtetések levonásához.



Az egyváltozós kísérlet során a kísérleti körülményeket úgy választjuk meg, hogy csak egyetlen tényezőt változtatunk meg, így az ok-okozati összefüggés egyértelműen bizonyítható, vagyis a független változó függvényében vizsgáljuk a függő változó mértékét.

A kontrollcsoportra (ahol nem alkalmazunk független változót) szükség van, mert az összehasonlítást teszi lehetővé. A mérhetőség, megismételhetőség és ellenőrizhetőség fontos feltétele a hitelességnek.

Jelenleg Földünkön nagyon sok élőlény él, melyek között csak úgy igazodhatunk el, ha valamilyen szempontrendszer szerint csoportosítjuk őket. A rendszerezés tudományát rendszertannak vagy **taxonómiának** nevezzük.

**A faj olyan egyedek összessége, melyek származása közös, külső és belső tulajdonságai (morfológiájuk) lényegileg megegyező, egymással szaporodhatnak, magukhoz hasonló termékeny utódokat hozhatnak létre, és kromoszómakészletük egyező.**

A fajokat nagyobb rendszertani egységekbe soroljuk: a rokon fajokat nemzetségekbe, a rokon nemzetségeket családokba, azokat rendekbe, a rokon rendeket osztályokba, az osztályokat törzsekbe, a törzseket pedig országokba csoportosítjuk. Pl. a ma élő ember besorolása:

- Alfaj: Homo sapiens sapiens
- Faj: Sapiens (bölcs)
- Nemzetség: Homo (ember)
- Család: Hominidae (emberfélék)
- Rend: Primates (főemlősök)
- Osztály: Mammalia (emlősök)
- Törzs: Vertebrata (gerincesek)
- Ország: Regnum animale (állatok)

Napjainkban – a rendszertani kategóriák megtartása mellett – Charles Darwin fejlődéstörténeti rendszere alapján rendszerezünk, melynek alapja a származás és a rokon kapcsolatok felkutatása. Ma ezt a kutatást a genetikai ún. genom programok is segítik.

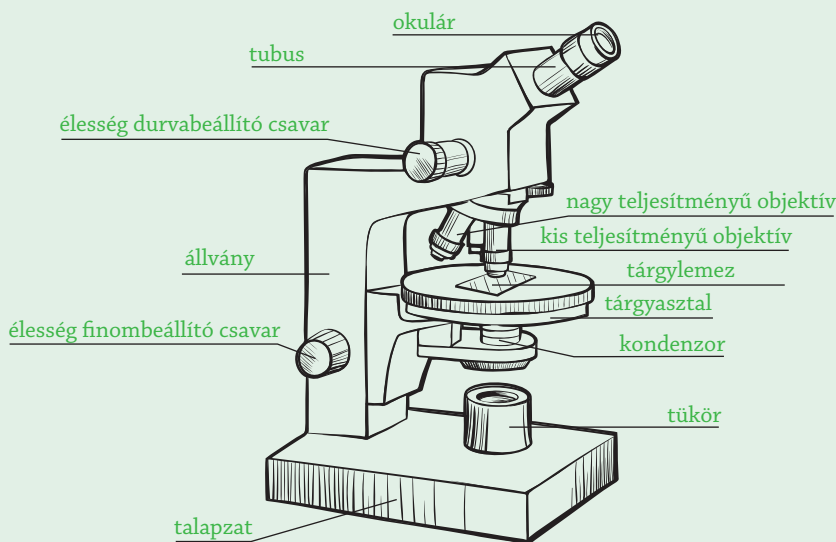


## Vizsgálati eszközök



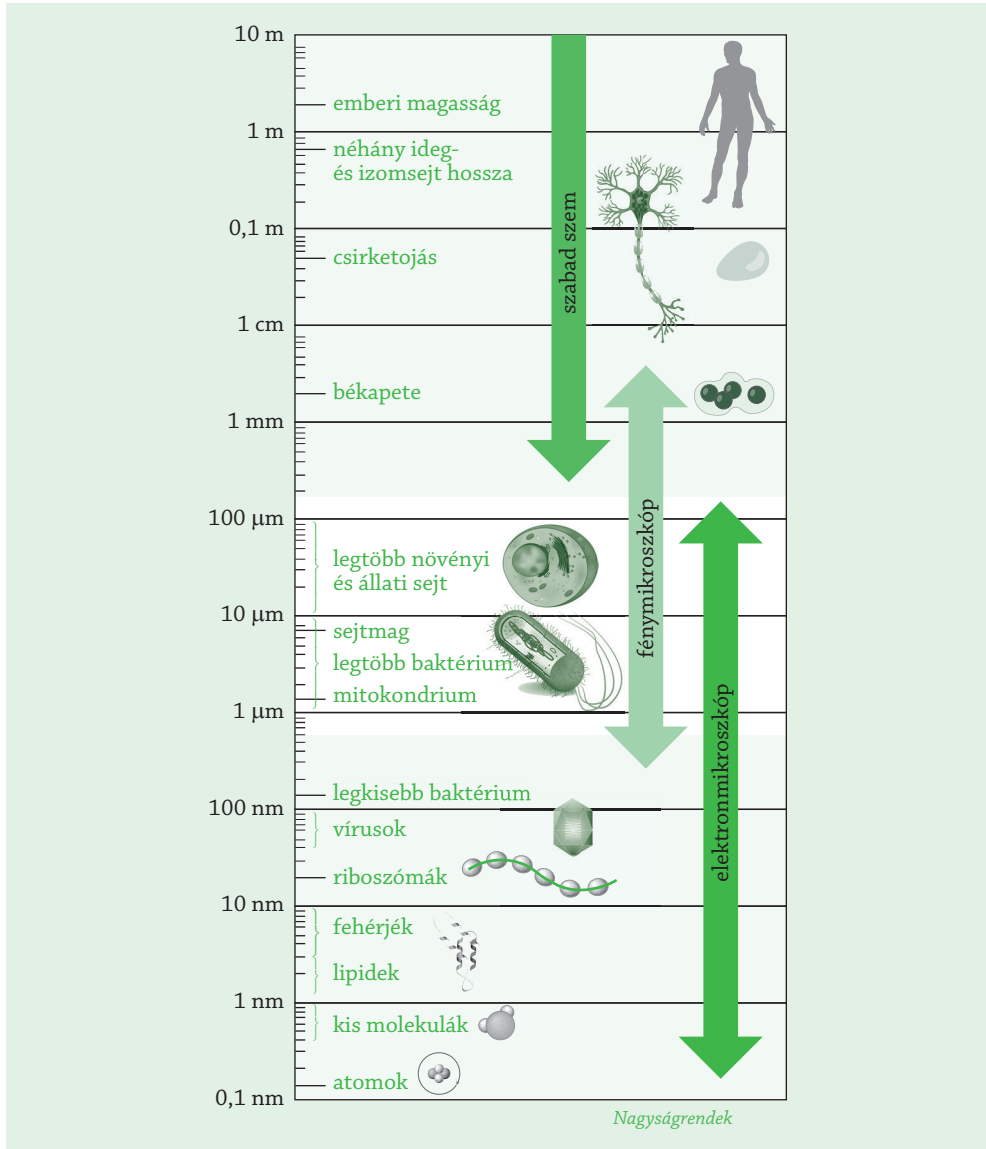
EMELT SZINT

A biológiában a tudományos megismerés gyakran használt eszköze a mikroszkóp, elsősorban a fénymikroszkóp, amely egyszerű vagy összetett eszköz. Optikai úton nagyítja fel a vizsgált mintát, preparátumot, tehát valódi, fordított, nagyított képet alkot. Az első mikroszkópot a 17. században készítették el, amely már több lencsét tartalmazó eszköz volt. A mikroszkóp optikai részei: fényforrás, kondenzor, (tükör), objektív és okulár. A mechanikai részek: az állvány, a tárgasztal, amelyen a preparátumot helyezzük el, a tárgylemezt rögzítő csavarok és az élesség beállításához szükséges makro- és mikrométer csavarok.



A fénymikroszkóp részei

A két legfontosabb tulajdonsága közül az egyik a nagyítás. Mértékét a tárgylencse/objektív és a szemlencse/okulár nagyításának szorzata adja. Értéke megadja, hogy a mikroszkóp látóterében látott kép hányszor nagyobb a mintánknál. A másik fontos információ a felbontóképesség: az a két legkisebb pont a képen belül, amit még meg lehet különböztetni egymástól. A sztereomikroszkóp a fénymikroszkóp egy speciális fajtája. Mivel két objektívvel és két okulárral rendelkezik, melyek tubusai egybeépítettek, ezért a vizsgált mintát nem síkban, hanem térben látjuk. A hagyományos fénymikroszkópban fordított állású kép keletkezik, azonban a sztereomikroszkópban látott képet egy prizmarendszerrel megfordítják, így a valósághoz közelebbi térbeli képet kapunk.



A fénymikroszkóp használatához bizonyos előkészítési technikák megismerése is szükséges. Ezek az alábbiak:



### Lefedéses technika

A lombosmohából óvatosan, csipesz segítségével levesszünk egy levélkét, és a tárgylemez közepére fektetjük. Vizet cseppentünk rá a szemcseppentőből, majd a fedőlemezt egyik oldalról lassan ráengedjük (jó, ha két bonctűvel dolgozunk, az egyikkel stabilizáljuk, a másik segítségével lassan engedjük a levélkére). Ha jól csináljuk, nem szorulnak a fedőlemez alá levegőbuborékok. Az alkalmazott nagyítás értékét az okulár (szemlencse) és az objektív (tárgylencse) nagyítóértékének szorzataként kapjuk meg. Pl. egy  $40\times$  objektív és  $10\times$  okulár használatakor a nagyítás  $400$ -szoros.

A látott kép tartalmazhat levegő- vagy vízbuborékokat a lefedéses technika alkalmazásával.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** Az egy sejt soros levélkén jól kivehetők a sejtalakok és a sejtek kapcsolódásai.

### Kenet készítése

A kenetet a száj nyálkahártyájáról vett mintából készíthetjük. A szájüreget belülről többrétegű, el nem szarusodó laphám borítja, melynek felső sejtrétege folyamatosan leválik.

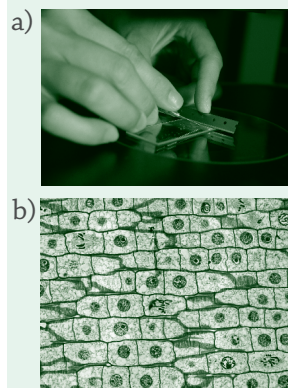
Tiszta kezünk egyik ujjával simítsuk végig a szájüregünk nyálkahártyáját, majd ezt az ujjunkat húzzuk végig egy száraz tárgylemezen! Lefedés nélkül vizsgáljuk meg a mikroszkóppal!

**Magyarázat, várt tapasztalat:** Halvány, inkább kerekded formájú, kissé felpöndörödő szélű sejteket látunk, melyek a nyálkahártyáról váltak le. Jó nagyítási tartomány:  $100$ – $200\times$ .

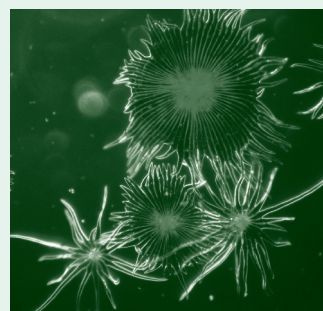
### Kaparék készítése

A keskenylevelű ezüstfa (*Eleagnusangustifolia*) leveleinek ezüstös fényét a bőrszövetet borító szőrök adják. Szikével óvatosan készíthetünk kaparékot a levél fonákáról. Hogy jobban láthatóak legyenek a növényi szőrök, cseppentsünk a kaparéokra vizes glicerindatot, és bonctűvel válasszuk szét a szőröcskéket! A mikroszkópban látottakról készíthetünk rajzot is.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** A növényi szőrök az egyes bőrszöveti sejtek nyúlványai (ezek egysejtűek) vagy azok osztódásával keletkezett többsejtűek. Az ezüstfa levelének fonákán többsejtű fedő- és csillagszőrök találhatóak. A szőrök feladata a védelem, elsősorban a párologtatás ellen, esetleg a hideg ellen.



a) Tárgylemez készítése lefedéses technikával; b) a mikroszkópban látott kép



Kaparék mikroszkópos képe



A csillagszörök sejtjei csak a tövüknél nőttek össze, míg a fedőszörök sejtjei hosszabban.

### Levonat készítése

A levonatkészítéssel egy tartós, jól tárolható vizsgálati tárgyat kapunk, amit később is bármikor vizsgálhatunk a mikroszkópban.

Kétszikű levél fonáki oldalának felületére egy kis helyen körömlakkot kenünk (ha sikerül, egy húzással, és nem túl vastagon). Száradás után húzzuk le a lakkréteget, tegyük tárgylemezre, és lefedés nélkül vizsgáljuk meg a mikroszkóppal! Kevesebb fény alkalmazásával szebb képet fogunk látni.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** A levonaton szépen kirajzolódnak a gázcserenyílások (sztómák), és jól láthatók a bőrszöveti sejtek kapcsolódásai is.

### Nyúzat készítése

A növényi bőrszöveti sejtek egymással szorosabban kapcsolódnak, mint az alattuk lévő szövetekkel, ezért készíthető bőrszöveti nyúzat.

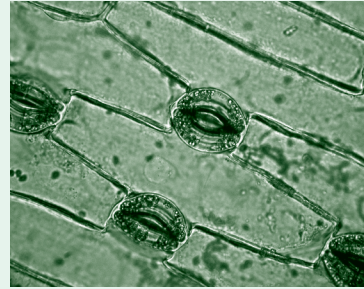
Egy negyed lilahagymát szétszedünk leveleire, majd azok homorú oldaláról egy hegyes csipesz segítségével lehúzzuk a bőrszövetet (nagyon vékony, hártyszerű). Egy kis darabot tárgylemezre fektetünk, és megvizsgáljuk a mikroszkóppal. Ezután a levél domború oldalán szikével ejtünk egy kis bemetszést, és a bemetszéstől indulva innen is lehúzzunk egy bőrszöveti darabot, majd ugyanúgy megvizsgáljuk, mint az előzőt.

**Magyarázat, várt tapasztalat:** A mikroszkópi képen jól vizsgálható a bőrszöveti sejtek alakja, kapcsolódása, mely nagyon szoros.

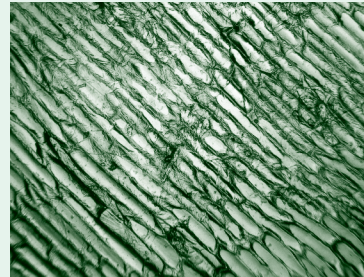
### Elektronmikroszkóp

A fénymikroszkópok a látható fény hullámhossztartományába (400–800 nm) eső fénysugarakat, az elektronmikroszkópok több nagyságrenddel kisebb hullámhosszú **elektronsugarat használnak a képalkotásra**. Ezzel lényegesen nagyobb nagyítás és feloldóképesség érhető el.

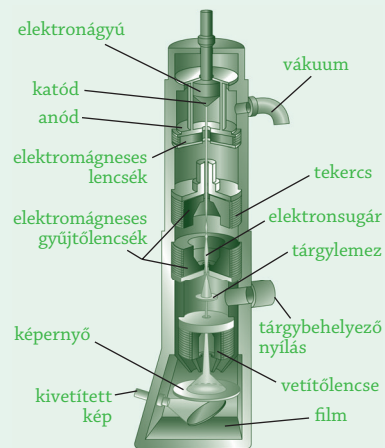
A transzmissziós (átjáró sugaras) elektronmikroszkóppal (TEM) elsősorban a szövetek, sejtek, sejtalkotók belső struktúráit tudjuk vizsgálni,



Levonat mikroszkópos képe



Nyúzat mikroszkópos képe



Elektronmikroszkóp



míg a scanning (pásztázó sugaras) elektronmikroszkóppal (SEM) a sejtek, szövetek felületét tudjuk vizsgálni. Ezekkel az eszközökkel a nanométeres nagyságrendű részleteket, pl. sejtalkotók membránstruktúráit, vagy a vírusokat is tanulmányozhatjuk.

## Az élettani állapot leírására használható alapvető eszközök



EMELT SZINT

### *Röntgenvizsgálat*

A test megfelelő pontjára irányított röntgensugár (elektromágneses sugárnyaláb) egy része a szervekben elnyelődik, a másik része pedig az áthaladás során irányt vált, és szétszóródik. A hagyományos röntgenek esetében a vizsgált szerv vagy terület mögött egy speciális röntgenfilm található. A testen áthaladó sugarak – kémiai reakció után – ezen a filmen képet hagynak, a digitális röntgen esetében pedig a képek azonnal egy számítógépen tárolódnak.

### *UH = ultrahang-diagnosztika*

Az ultrahang-vizsgálat, más néven szonográfia, olyan orvosi diagnosztikai eljárás, mely során magas frekvenciájú hanghullámokat használnak a belső szervek vizsgálatára. A vizsgálat alatt az ultrahang-berendezés által keltett hanghullámok visszaverődnek a belső szervekről (pl. gyomor, máj, szív, inak, izmok, ízületek és erek). Az így keletkező visszhangot képpé lehet alakítani. A terhesség alatti vizsgálat során fontos szerepe van a magzat egészséges fejlődésének követésében.

A hallható hang frekvenciatartományát (20 kHz) meghaladó rezgéseket nevezük ultrahangnak. Az orvosi diagnosztikában magas (2–12 MHz) frekvenciájú ultrahangot használnak, amelynek energiája, intenzitása alacsony.

A radiológiai vizsgálatok közül a legkíméletesebb – káros hatással nem járó – az ultrahang vizsgálat. Az egyik legmodernebb orvosi eljárás, amellyel többek között számtalan belgyógyászati, nőgyógyászati, ízületi és érbetegség fedezhető fel.

### *CT = computerized (axial) tomographyscanning*

Az egyes szervek szerkezeti, alaki felépítését térképezik fel, nem a működést vizsgálják. A tomografikus módszer lényege az, hogy egy-egy 2D-szelet szerkezetét határozzák meg a különböző irányokban való felvétellel, és ezekből rakják össze a teljes 3D képet. Sérülések terjedelme, sorvadás, daganat, sérülés, bevérezések stb. jól azonosíthatóak ezzel az eljárással.

### *MRI = magneticresonanceimaging*

Az MRI nagy pontosságú képalkotó eljárás. A CT-hez képest többféle értelmezésre, vizsgálatmódra van lehetőség. Részletesebb, könnyebben átlátható eredményt ad az előzőeknél. Erős mágnes és fejlett számítógép technológia szükséges hozzá. Működésének lényege: az atommagok (protonok) rezonanciájának elemzésén



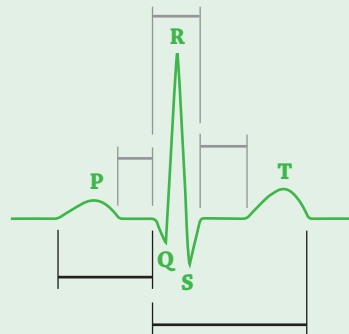
alapul erős mágneses térben. A vizsgálat 30-40 percig tart, ártalmatlan, és rendkívül költséges.

### *EEG = elektroencefalográfia*

Az EEG egy elektrofiziológiai mérőeszköz. A vizsgálat célja az agy működése és folyamatainak feltérképezése. Az EEG az elektromos aktivitást méri a fejbőrhez rögzített elektródák segítségével. Az elektródák által detektált, adott időben történő elektromos kisülések az EEG-ábrán árulkodnak az agyi aktivitásszintről. Az EEG-görbére komplexitás jellemző a rengeteg neuronon végigfutó akciós potenciálok miatt. (Többféle minta létezik, például alfa-, béta-, theta- és delta-hullámok. Alkalmazási területe a modern képalkotó eljárások korában megváltozott. A korábban megszokotthoz képest beszűkült az alkalmazása, viszont új felhasználási területek a módszer más irányú alkalmazását jelentősen bővítették. Többek között skizofrénia, alvási zavarok, epilepszia és az Alzheimer-kór diagnosztizálására használatos. Fontos szerepe van kómában vagy altatásban lévő betegek megfigyelésénél.)

### *EKG = elektrokardiográfia*

Az EKG vagy teljes nevén elektrokardiográfia a szív működését kísérő elektromos impulzusokat rögzíti és ábrázolja monitoron vagy papíron. Az egészséges szívre jellemző mintázat valamilyen rendellenesség vagy sérülés hatására megváltozhat. Az elektrokardiogramon a jellegzetes „csúcsokat” betűkkel jelölik (szabályos esetben öt csúcs vagy hullám különböztethető meg: P, Q, R, S, T) ezeket elemzi az orvos, hogy feltárja az esetleges problémákat, illetve azok helyét a szívben.



*Az EKG görbe szakaszai*

A P-hullám (vagy más néven pitvari hullám) a szív felső részének a pitvarokon terjedő elektromos impulzusát jelöli. A P- és Q-szakasz az ingerület átvezetési idejét jelöli a pitvarokról a kamrákra. Az ún. QRS-komplexum a kamra összehúzódását jelzi; a Q-ponton a kamra ernyedtt állapotban van, az R ponton az izomzata ingerületbe kerül, míg az S ponton a kamra ingerülete (összehúzódása) alapállapotba rendeződik.

A szívizom károsodásának megállapítására, a szív saját vérellátását biztosító koszorúerek állapotának – bizonyos fokú – kimutatására is használható. Feltárhatók vele szívbillentyű-rendellenességek és veleszületett szívhibák, valamint a szív ingerületképző és -vezető rendszere működésének hibái. Szívritmuszavarok, tachikardia vagy bradikardia (a szívizom túl gyakori vagy túl ritka összehúzódása), továbbá szívroham, infarktus (roham közben, illetve a roham után)



esetén is sok információt jelent az orvosok számára. Folyamatos EKG-monitorozás történhet egyes beavatkozások, műtétek alatt, illetve kórházban fekvő betegeknél. Olykor szívritmuszavarok diagnosztizálásához is folyamatos 24 órás vagy még hosszabb idejű, hordozható EKG-monitor (Holter) viselése szükséges. Terheléses EKG-vizsgálatot olyan betegség esetén végeznek, melynek jelei csak fizikai aktivitás hatására jelentkeznek.

### *Endoszkópia*

Az endoszkópia („befelé nézés”) az orvosi képalkotás egyik fontos eszköze, melynek segítségével testüregeinkről, belső járatainkról jutunk információkhoz, illetve különböző beavatkozásokat tudnak segítségével elvégezni. Ellentétben számos képalkotó technikával, itt az eszközt közvetlenül a szervbe juttatják a diagnosztikus vagy éppen terápiás cél érdekében. Az endoszkópia többek között a gyomor-bél traktus közös vizsgálatát teszi lehetővé. Az endoszkóp maga egy flexibilis, száloptikás eszköz, amelynek végén egy kisméretű kamera van felszerelve. A száloptika fényével és a kamera segítségével képernyőn végigkísérhető, megtekinthető pl. a tápcsatorna különböző szakaszának állapota.

### *Kromatográfia*

A **kromatográfia** keverékek szétválasztására és a komponensek azonosítására szolgáló eljárás. Adott egy statikus fázis (szilárd, vagy folyadék): ez lehet papír, vékonyréteg, oszlop vagy gél és egy mozgó fázis, amely lehet gáz és folyadék is. A mintát a mozgó fázishoz keverik, majd az álló fázison átvezetik. A mozgó fázis részecskéi vagy a kapillaritás (papír, illetve vékonyréteg kromatográfia), vagy a gravitációnak köszönhetően (gélszűrés), esetleg nagy nyomás hatására (HPLC-nagy nyomású folyadék-kromatográf) következtében mozognak. A minta egyes alkotórészei az eltérő méret, polaritás vagy különböző kémiai jellemzőknek köszönhetően a mozgó fázisban különböző sebességgel mozognak, illetve az álló fázis különböző helyein kötődnek meg. Az összetevők azonosítása történhet előhívás után, esetleg UV-fényben vagy detektorral. A növényi színyanyagok könnyen szétválaszthatók papírkromatográfiai eljárással. Növények leveleiből oldószerrel kivont zöld-oldatba szűrőpapírt helyezve – a kapillaritás miatt – a zöld-oldat „futni” kezd a papíron. Színes sávok jelennek meg, attól függően, hogy az adott komponens az oldószer-keverékben hogyan oldódik, és a papíron különböző helyeken hogyan adszorbeálódik.

<b>színyanyag neve</b>	<b>színe</b>
klorofill-a	kékeszöld
klorofill-b	sárgászöld
xantofill	sárga
karotin	narancssárga



### Gélelektroforézis

**Gélelektroforézis** során nukleinsavak és fehérjék vizsgálata történik. A módszer hasonlít a kromatográfiára. A vizsgált mintát pl. DNS-t enzimekkel „darabolják”, vagyis a megfelelő szekvenciáknál az endonukleázok hatására különböző méretű kisebb darabokra bontják a vizsgálni kívánt DNS-t. Az álló fázis egy gélréteg, amely agaróz-, vagy poliakrilamid alapú (tengeri alga kivonata vagy egy műanyag). A kialakított zsebekbe mikropipettával bevisszük a mintákat. Puffer-oldatokkal kialakítva a megfelelő pH-t, a vizsgált mintában negatív töltésűek az adott DNS-darabok. Az elektromos erőteret bekapcsolva a pozitív pólus felé elmozdulva az összetevők különböző távolságokat tesznek meg. Az előhívás során az egyes sávok láthatóvá tétele olyan anyagokkal történik, amelyek a vizsgált DNS-sel, fehérjékkel pl. UV fényben fluoreszkáló terméket adnak, így láthatóvá válnak.

### Centrifugálás

A sejtalkotók a sejt „feltárásával” válnak hozzáférhetővé. Ez a sejthártya felszakításával érhető el. Megvalósítására mechanikai, fizikai, fizikai-kémiai módszerek alkalmazhatók. A sejtalkotók frakciókban történő elkülönítésére egyes fizikai tulajdonságaikban (pl. méretükben, alakjukban, sűrűségükben) megmutatkozó különbségeket lehet felhasználni. (Ultracentrifugának nevezik a 20 000/perces fordulatszámnál nagyobb fordulatszámú centrifugát.)

## ◉ FIZIKAI, KÉMIAI ALAPISMERETEK

Az életkritériumként is tárgyalt anyagcsere nem valósulhat meg a transzportfolyamatok nélkül. Az anyagtranszportokat két nagy csoportba soroljuk. Ha elegendő lejátszódásukhoz a hőenergia, akkor **passzív transzportoknak**, ha az élő rendszernek saját energiájából is hozzá kell adnia, akkor **aktív transzportoknak** nevezzük.

A sejtek ingerületi folyamatai során bekövetkező potenciálváltozás az ioncsatornák megnyílásának eredménye. A folyamatban először a  $\text{Na}^+$ -csatornák nyílnak meg, ekkor a  $\text{Na}^+$ -ionok a koncentráció-grádiensnek megfelelően az intracelluláris térbe áramlanak, majd a  $\text{K}^+$ -csatornák nyílnak ki, mely mozzanatot az utóbbi ionok extracelluláris térbe áramlása követ. A rövid idő alatt lezajló folyamat után a membránban elhelyezkedő ún. K-Na-pumpa ATP energiáját felhasználva aktív transzporttal állítja helyre az eredeti ioneloszlást. Tehát az ingerületi folyamatban részben passzív transzport valósul meg, majd a sejt ATP-felhasználása közben állítja helyre az eredeti ionelosztást. Utóbbi aktív transzport.

A **diffúzió** koncentrációkülönbségek hatására kialakuló, spontán módon végbemenő anyagtranszport. Az anyagi részecskék mozgása az egyenletes eloszlásra, a koncentráció kiegyenlítésére irányul. A folyamat energiaszükségletét a részecskék hőmozgása fedezi (Brown-féle hőmozgás).



A részecskék mozgásának sebessége függ a hőmérséklettől, a diffundáló részecskék méretétől és a közeg sűrűségétől. Ha a részecske polaritása megengedi, és a mérete sem túl nagy, akkor a koncentráció-grádiensnek megfelelően áramlik az adott részecske a sejtmembránon keresztül.



EMELT SZINT

- A segített (facilitált) diffúzió esetén a transzport a membránon található, integráns fehérjék által képzett csatornákon keresztül valósul meg. Kisebb poláris részecskék pl. víz juthat így át a membránon. A kisebb apoláris molekulák átoldódása a lipidrétgen (foszfatidréteg) át történő diffúzióval valósul meg.

Számos folyamat alapja a diffúzió.

- A talajoldat ionjai a sejtfaalon keresztül diffúzióval jutnak a sejthártyához, hogy az aktív transzport révén bekerüljenek a sejtbe. A hánscrészben is ez a folyamat meghatározó a szerves molekulák más növényi részekbe juttatásában.
- A diffúzió folyamata biztosítja az oxigén áramlását sejtről sejtbe és a szén-dioxid-molekula leadását a tüdőt bélelő egyrétegű laphámon keresztül a légúterek belső terébe.

Az **ozmózis** olyan „nehézített” diffúzió, amelyben a koncentrációkiegyenlítés egy szemipermeábilis hártán keresztül valósul meg. Az oldott részecskék polaritásuk vagy méretük miatt nem képesek a koncentráció-grádiensnek megfelelően áramlani, ezért a kiegyenlítésre való törekvés az oldószer (víz) áramlásával valósul meg. Azt a nyomáskülönbséget, amely az oldószer beáramlását kompenzálja, ozmózisnyomásnak nevezzük. Híg oldatok esetén az ozmózisnyomás adott hőmérsékleten arányos az oldat koncentrációjával. A közeg **izotóniás**, amennyiben koncentrációja a sejt ozmotikus koncentrációjával megegyező, **hipertóniás**, ha nagyobb. Ha a közeg kisebb ozmotikus koncentrációjú, akkor **hipotóniás** környezetről beszélünk.

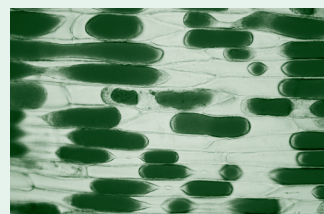


EMELT SZINT

A növényi sejtfaal merev, ezért ha a sejtekbe az ozmózis folyamatában több víz kerül, a térfogata növekszik, és a növekvő sejtterefogat a sejtfaalra nyomást gyakorol. Ezt a nyomást nevezzük **turgornyomásnak**. Ez a feszesség ad tartást pl. a mocsári növényeknek, amelyek kevés szilárdító szövetrel rendelkeznek. Ha a növényi sejteket hipertóniás oldatba helyezünk, pl. tömény  $\text{CaCl}_2$ -oldatba, a víz kiáramlik a sejtekből, és a sejt plazma (a sejthártyával együtt) elválik a sejtfaaltól. Ez a jelenség a **plazmolízis, amely az élő növényi sejtre jellemző**.

A gyökérszörök és a talajoldat eltérő koncentrációja eredményezi a gyökér vízfelvételét.

A növény csak akkor képes a vízfelvételre, ha ozmózisnyomása nagyobb a turgornyomásnál, és a borszőveten, valamint az alapszöveti sejteken belül nagyobb az ozmotikus koncentráció, mint a gyökér környezetében lévő talajoldat koncentrációja.



Konvex plazmolízis



EMELT SZINT

Az állatok és az ember folyadéktereinek és sejtjeinek ozmotikus viszonyai a homeosztázis fontos tényezője. Az emberi vérben pl.  $0,166 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$  koncentrációjú sóoldatnak megfelelő az ozmotikus koncentráció, ezért nevezik az ilyen összetételű oldatot fiziológiás (élettani) sóoldatnak.

Ha a vörösvértestek hipotóniás közegbe kerülnek, a víz beáramlása miatt megduzzadnak, majd szétpukkadnak. A jelenséget hemolízisnek nevezi a szakirodalom.

A vese kanyarulatos csatornáiban mind az esődleges (proximálistubulusban), mind a másodlagos kanyarulatos csatornában (disztálistubulusban), valamint a gyűjtőcsatornában a vízvisszaszívás ozmózison, vagyis a víz passzív transzportján alapul.

A szulfátsók nem szívódnak föl a béltartalomból, így növelik a béltartalom ozmózisnyomását, így nagyobb víztartalmú, lazább szerkezetű széklet képződik.

Az ozmózisnak nagy szerepe van a vértérfogat megtartásában (ozmotikusan aktív molekulák pl. fehérjék), melyek hidrátburkot „vesznek” magukra) a nyirok képződésében és még számos esetben.

A felületen való megkötődést (mely rendszerint másodlagos kémiai kötésekkel történik) **adszorbciónak** nevezzük. (Kísérletileg is kimutatható, ha pl. orvosi szénen kármínoldatot szűrünk. A festék részecskéi megkötődnek a szén nagy fajlagos felületén, ezért a szűrlet már nem piros színű, mint az eredeti festékoldat.) Így kötik meg a talajkolloidok a vizet a felületükön (kötött víz – jó vízmegtartó talajok), de adszorpció az alapja az enzimek kontakt katalizátorként való működésének is.

A vizes oldatok a bennük oldott részecskék mérete és ebből következő tulajdonságaik alapján három nagyobb csoportba oszthatók:

Tulajdonság	Valódi oldat	Kolloid rendszer	Durva diszperz rendszer
<b>Részecskeméret</b>	kisebb mint 1 nm	1–500 nm közötti	nagyobb, mint 500 nm
<b>Látható tulajdonság</b>	egynemű, homogén	opalizál	zavaros
<b>Fénnyel megvilágítva</b>	homogén, nem szórja a fényt	áteső fényben opálos, kékes színű, Tyndall-jelenséget mutat	zavaros a nagy méretű részecskék miatt
<b>Példa</b>	kis szervesetlen molekulák, ionrácsos vegyületek oldatai (glükóz-, NaCl-oldatok)	tojásfehérje, keményítő és más makromolekulák oldatai	rostos gyümölcsle, iszapos víz



EMELT SZINT

Az élőlényekben mindhárom anyagi rendszer megtalálható. Kiemelkedő a kolloidok jelentősége. A kolloidokra jellemző a nagy fajlagos felület, vagyis a tömegükhöz képest nagy felület, ami nagy mennyiségű részecske adszorpcióját, felületen történő megkötődését teszi lehetővé.

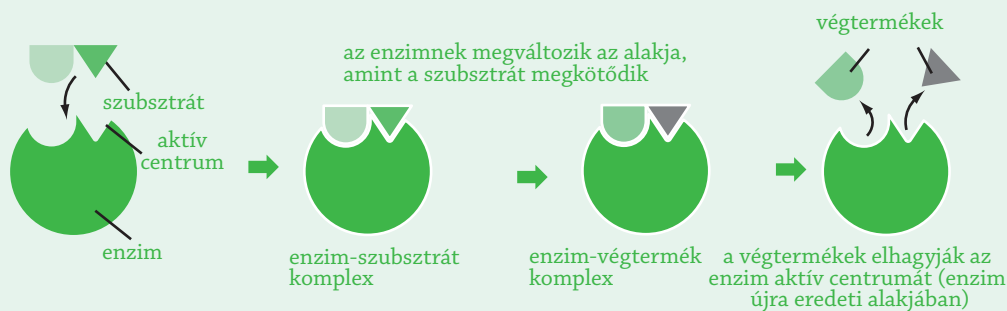
A vízben a makromolekulákat pl. a fehérjéket hidrátburok veszi körül, ez a folyékony, ún. szol állapotú kolloidrendszer hűtés hatására rugalmas kocsonyává dermed. A makromolekulák hidrátburka részlegesen közössé válik, térhálós szerkezet alakul ki. Ez a kocsonyás, gél állapotú kolloid rendszer melegítéssel, vízelvonóssal vagy oldószer hozzáadásával ismét szol állapotúvá alakítható.

A biokémiai reakciók lejátszódásához – ugyanúgy, mint a kémiai reakciókéhez – aktiválási energia szükséges. Ez az energia a reakciók beindulásához (az eredeti kötések lazítása miatt) nélkülözhetetlen. A szervetlen kémiai reakciókban általában hőenergia fedezi az aktiválási energiát. Az élő sejtek nem viselnek el magas hőmérsékleti értékeket, hiszen fehérjéik zöme hőérzékeny, denaturálna. A sejtekben lévő enzimek biokatalizátorok, melyek alacsony hőmérsékleten is lehetővé teszik a kívánt reakciók lejátszódását. Ezek a katalizátorok általában fehérjék. Az enzimek legfontosabb tulajdonságai:

- általában globuláris fehérjék,
- jellegzetes térszerkezetük van,
- reakcióspecifikusak vagy fajlagosak,
- az aktív centrum a katalízis tényleges helyszíne.

Az aktív centrumba kötődí(ne)k be a szubsztrát(ok), mely(ek) a katalizált reakció kiindulási anyaga(i). A kötések átrendeződésével alakul ki a termék, mely térszerkezete miatt már nem tud kötődni az enzimhez, és leválik róla. A specifikus megfelelést enzim és szubsztátja(i) között a kulcs – zár elmélettel magyarázzuk. A katalizált reakció lejátszódása után az enzimet maradéktalanul visszakapjuk, tehát a folyamat az enzim szempontjából körfolyamat.

Amennyiben az aktív centrumba valamilyen inhibitor részecske épül be, – a térszerkezet hasonlósága miatt – kompetitív gátlásról beszélhetünk. Az allosztérikus gátlás során a gátló anyag az enzimmolekula aktív centrumán kívül eső más részéhez kapcsolódik, de a kapcsolódás során bekövetkező konformációváltozás miatt az aktív centrum térszerkezete is megváltozik, így a szubsztrát már nem képes az enzimmolekulához kapcsolódni. Az enzimműködés így nem tud megvalósulni.



Az enzimek katalizáló hatása

Mivel az enzimek általában fehérjék, rendkívül érzékenyek, csak optimális körülmények között működnek megfelelően (pl. optimális hőmérséklet, megfelelő pH, ionok megfelelő koncentrációja stb.). Enzimek által katalizált reakciók pl. kondenzációs reakciók (glikogén szintézis), hidrolízis (fehérjebontás), a biológiai oxidáció egyes lépései, aktív transzportok (Na-K-pumpa), DNS duplikációja stb.

Enzimhibán alapuló örökletes megbetegedés pl. a laktózérzékenység. Kezeléséhez laktózmentes diéta vagy laktáz tableta szükséges. A beteg nem tudja lebontani a tejcukrot, aminek következtében a tejtől kellemetlen tünetek alakulnak ki a szervezetében.



EMELT SZINT

A laktóz bontatlanul a vastagbélbe jut, ahol így a béltartalom ozmózisnyomása nem csökken, ezért a víz a belek falában található hajszálerekbe nem tud felszívódni. A béltartalom víztartalma csak kis mértékben csökken, ezért híg széklet képződik. A baktériumok lebontó tevékenysége miatt fokozott gázképződés és puffadás a jellemző tünetek.

A galaktozémia (galaktózt képtelen bontani, laktózmentes diéta szükséges) vagy a fenilketonuria (fenil-alanin bontási képtelenség) is enzimhibán alapuló betegségek.



EMELT SZINT

A fenilalanin lebontásában szerepet játszó egyik enzim (fenilalanin-hidroxiláz) hiánya mérgező köztes termék felhalmozódását okozza, amely főként idegrendszeri károsodást okoz. Recesszíven örökletes genetikai eredetű betegség. Szűrése csecsemőkorban történik. Pozitív diagnózis után szigorú diétát igényel.

Az enzimek optimális körülmények között működnek a legmegfelelőbbben. Ez kísérletileg is kimutatható pl. az alábbi vizsgálattal. Kémcsövekbe keményítőtoldatot készítünk, majd mindegyikhez nyál-amiláz oldatot csepegtetünk. A körülményeket, mint pl. a pH-t és a hőmérsékletet vesszük kísérleti változóknak. Megfigyelhetjük, hogy abban a kémcsőben lesz a legintenzívebb a keményítő bontása, amelyet közel 37 °C-on és semleges pH-n tartottunk. A keményítő lebontását a negatív Lugol-próba jelzi.



A független változók a kísérlet során tehát a pH és a hőmérséklet. Egy-egy kísérletsorozatban csak az egyik változót vizsgálhatjuk, a többit állandó szinten tartjuk. A függő változót, vagyis az enzimműködés mértékét a keményítő, vagyis a szubsztrát fogyásából állapítjuk meg. A Lugol-oldat (KI-os jódooldat) színe keményítő nélkül sárgásbarna, keményítő jelenlétében (kékeslila) színváltozásának mértékéből következtetünk az átalakulás mértékére.

### *Tudósok és munkásságuk*

**Semmelweis Ignác** (1818–1865) felismerte, hogy a gyermekágyi lázat az orvosok okozzák azzal, hogy boncolások után kézfertőtlenítés nélkül vizsgálják meg a szülészeti osztályon a várandós nőket, így okozva a bakteriális fertőzésüket. Világossá vált számára, hogy ez volt az oka annak, hogy a bábák által kezelt várandós nők körében sokkal ritkább jelenség volt a gyermekágyi láz, mint az orvosok és orvostanhallgatók által is kezelték között. Több vegyszer kipróbálása után a klórmeszet választotta fertőtlenítőszernek. Kötelezte klóros vizes kézmosásra az orvosokat, az orvostanhallgatókat és az ápolókat a szülészeti osztályokra történő belépés előtt és az egyes betegek vizsgálata között is. A könyékig, körömkefével végrehajtott, negyedórás procedura mint kötelező intézkedés rendkívül népszerűtlen volt a maga korában. Az utókor „az anyák megmentője”-ként őrzi emlékét.

**Selye János** (1907–1982) foglalkozott endokrinológiával, a szívvel kapcsolatos szövethalás kérdésével, valamint a szteroidos fájdalomcsillapítás problémáival; neve elsősorban az általa kidolgozott stresszelméletéről ismeretes. A stressz és a distressz, az általános adaptációs szindróma, melynek fázisai: az alarmreakciós, az ellenállási és a kimerüléssel szakasz. Egy sor leírt egyéb fogalom köthető hozzá. Az elméleti és gyakorlati szempontokból egyaránt fontos következtetések egyike, hogy ha a szervezet saját védelmi készségét a stresszel szemben felerősítjük, elősegíthetjük a betegségek leküzdését. Ismert volt, hogy a trauma vagy a váratlan öröm ugyanazt a következményt, szervezeti reakciót váltja ki. Akár kellemes, akár kellemetlen hatás éri az embert, mindkettő hasonló élettani reakciót (szimpatikus idegrendszeri aktivitást) vált ki. Selye ebből azt a fontos következtetést vonta le, hogy a stressz a szervezet nem specifikus válasza az igénybevételre. **„A stressz az élet sava-borsa.”** Az embert érő pozitív hatások (például a szerelem) is stresszt okoznak, a **distressz** pedig a kellemetlen, káros stresszek csoportját jelenti. Általa nyert bizonyítást, hogy a stressz számos betegség okozója, s így kutatási eredménye több orvosi szakágat is érintett.

**Szent-Györgyi Albert** (1893–1986) Az 1937-es élettani-orvosi Nobel-díjat nyerte el „a biológiai égésfolyamatok, különösképpen a C-vitamin és a fumsavkatalízis szerepének felismerése terén tett felfedezéseiért”, amelyet Szegeden elvégzett kutatásai után kapott meg. Olyan növényi forrást keresett, melyből nagyobb mennyiségben lehet kivonni hexuronsavat (C-vitaminsav). Erre a célra a szegedi paradicsompaprika alkalmasnak bizonyult. Szegeden kezdett foglalkozni az izomműködés biokémiájával, vizsgálta az izom fehérjéinek szerepét az izom-összehúzódban. Később az Egyesült



Államokban a sejtszintű szabályozást kutatta, és a rák kialakulásával kapcsolatos biokémiai folyamatokat vizsgálta.

A svéd **Karl Linné** (1707–1778) volt az első, aki tudományos igényességgel alkotott az élőlényeket katalogizáló rendszert. Rendszerének alapja ugyanakkor egy olyan feltevés, azaz hipotézis volt, mely szerint az élőlények csoportosíthatók morfológiájuk, látható tulajdonságaik alapján. Ez a hipotézis a későbbiekben nem lett bizonyítható, így csak feltevés maradt, ezért Linné munkásságának ezt a részét nem fogadjuk el. Számos újítását viszont igen, mint pl. a rendszertani kategóriákat, sok faj elsőkénti leírását, a kettős nevezéktant és a fajt, mint a rendszerezés alapegységét.

**Kitaibel Pál** (1757–1817) a hazai növény és egyes állatfajok leírója. Útjai során a Kárpát-medence növényfajait begyűjtötte, rendszerezte, leírta, és élőhelyi jellemzőkkel is ellátta. A „Flora Hungarica” című műve a hazai flóra első tudományos igényű leírása. Polihisztor volt a maga korában, mivel a botanikán kívül zoológiával (több állatfajt is ő írt le, pl. a földi kutyát), vegyészettel, geológiával, balneológiával (ásványvízkutatás) is foglalkozott.



ELŐSZÓ.....	5
TANÁCSOK A KÖNYV HASZNÁLATÁHOZ.....	6
<b>BEVEZETÉS A BIOLÓGIÁBA .....</b>	<b>7</b>
A BIOLÓGIA TUDOMÁNYA .....	7
FIZIKAI, KÉMIAI ALAPISMERETEK .....	21
<b>EGYED ALATTI SZERVEZŐDÉSI SZINT .....</b>	<b>28</b>
SZERVETLEN ÉS SZERVES ALKOTÓELEMEK .....	28
AZ ANYAGCSERE FOLYAMATAI .....	49
SEJTALKOTÓK (AZ EUKARÓTA SEJTEN) .....	56
<b>AZ EGYED SZERVEZŐDÉSI SZINTJE .....</b>	<b>68</b>
NEM SEJTES RENDSZEREK .....	68
SEJTES RENDSZEREK .....	75
TÖBBSEJTŰ EUKARIÓTÁK .....	81
SZÖVETEK, SZERVEK, SZERVRENDSZEREK, TESTTÁJAK .....	87
<b>AZ EMBERI SZERVEZET .....</b>	<b>112</b>
HOMEOSZTÁZIS .....	112
KÜLTAKARÓ .....	115
A MOZGÁS .....	121
A TÁPLÁLKOZÁS .....	133
AZ ANYAGSZÁLLÍTÁS .....	153
KIVÁLASZTÁS .....	162
A SZABÁLYOZÁS .....	167
SZAPORODÁS ÉS EGYEDFEJLŐDÉS .....	212
<b>EGYED FELETTI SZERVEZŐDÉSI SZINTEK .....</b>	<b>221</b>
POPULÁCIÓ .....	221
ÉLETKÖZÖSSÉGEK (ÉLŐHELYTÍPUSOK) .....	229
BIOSZFÉRA .....	237
ÖKOSZISZTÉMA .....	239
KÖRNYEZET- ÉS TERMÉSZETVÉDELEM .....	247



ÖRÖKLŐDÉS, VÁLTOZÉKONYSÁG, EVOLÚCIÓ .....	256
MOLEKULÁRIS GENETIKA .....	256
MENDELI GENETIKA .....	266
EVOLÚCIÓ .....	272
A BIOSZFÉRA EVOLÚCIÓJA .....	284
TARTALOMJEGYZÉK .....	294