2. Sejtbiológiai alapok

A sejtek az élővilág legkisebb önálló működésre képes egységei. **Saját anyagcseréjük** van, **szaporodásra képesek**. Bár a külvilágtól el vannak határolva, azzal állandó kapcsolatban állnak, **anyag- és energia-áramlás** történik mindkét irányban. A sejtek nem homogén zsákok; azokban jól meghatározott **makromolekuláris struktúrák** és **sejtalkotók** találhatók. Ahhoz, hogy megérthessük, hogy a biokémiai folyamatok helyileg hol játszódnak le, ismernünk kell a sejtek szerkezetét, a sejtalkotók szerepét a különböző biológiai folyamatokban.

Mekkorák is ezek a sejtek, és a bennük lévő molekuláris struktúrák? A sejtek alakja és nagysága nagyon különböző lehet; átmérőjének a mérete a milliméter tized- és ezredrésze közötti tartományba tehető (1-100 μm, mikrométer), de léteznek ennél jóval nagyobb és kisebb sejtek is. A sejten belüli nagyobb makromolekuláris komplexek átmérője a milliméter százezred részének (10 nm, nanométer) nagyságrendjébe esik, míg az egyes atomok átmérője a milliméter tízmilliomod részéhez (0,1 nm) közelítő nagyságúak (2-1. ábra).

2-1. ábra

http://www.southtexascollege.edu/nilsson/Scanned\_download\_f\_Fall2010\_f/04\_F4\_2\_CellSize.jpg

2010.04.07.

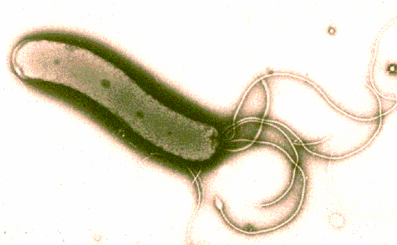
**2.1. A prokarióta sejt**

A legegyszerűbb sejtfelépítés a prokariótákban található. Ezek egysejtű élőlények, közéjük tartoznak a baktériumok és a kékeszöld algák. A prokarióta sejtet kívülről sejtmembrán határolja, melyet kívülről többnyire sejtfal borít (együtt sejtburoknak hívjuk). A membránon belül citoplazma található, mely vizes közegű, fehérjéket, valamint más szerves és szervetlen anyagokat tartalmazó kocsonyás állomány. A citoplazmában makromolekuláris komplexek (például riboszómák) találhatóak, és itt található a DNS formájában a sejt genetikai állománya is. A citoplazmából eredő, a sejtburkon áthatoló csillók és ostorok a sejtek mozgását teszik lehetővé (2-2. ábra, 2-3. ábra).

2-2. ábra

Forrás: Wikimedia Commons

2012.11.24.



2-3. ábra

http://www.steadyhealth.com/4540/Image/H.pylori.gif

2013.04.10.

**2.2. Az eukarióta sejt**

Az eukarióta sejt felépítése sokkal változatosabb. A sejtek a prokarióta sejteknél általában **jóval nagyobbak** (az átmérőjük kb. egy nagyságrenddel nagyobb), kívülről sejtmembrán határolja őket (a **növények** és **gombák** sejtjeinek **sejtfala** is van). A benne lévő citoplazma tele van kisebb-nagyobb, igen változatos formájú és felépítésű, membránnal határolt „zsákokkal” (2-4. ábra). Ennek több előnye is lehet. Egyrészt a különböző biokémiai folyamatok lejátszódásához más és más körülmények optimálisak, a **térbeli elválasztás** megteremti a lehetőséget a különböző körülmények egyidejű létezésének. Másrészt a kémiai reakciók jelentős része membránhoz kötött enzimek segítségével valósul meg (így az egyes reakciólépésekben részt vevő intermedierek lokális koncentrációja jelentősen megemelkedhet, ami a reakciósebességet jelentősen megemelheti). A membránfelület növelése elősegíti az egy időben lejátszódó **reakciók sebességének a növelését**. Harmadrészt a kisebb zsákocskák különböző anyagokat szállíthatnak a különböző nagyobb, membránnal határolt zsákok, illetve a sejtmembrán között.

2-4. ábra

http://www.phschool.com/science/biology\_place/biocoach/cells/review.html

2012.11.23.

Az imént említett, sejten belüli membránnal határolt struktúrákat **sejtszervecskék**nek (organellum) nevezzük. Alakjukat és működésüket tekintve az itt következő fontosabb sejtalkotókat különböztethetjük meg egymástól.

**2.2.1. Sejtmag**

A **sejtmag (nucleus)** a sejt viszonylag jelentős részét elfoglaló, mikroszkóppal könnyen látható, gömb alakú struktúra. A sejtmagot **két membrán** veszi körül, a külső membrán szervesen kapcsolódik egy másik sejtalkotó, az endoplazmás retikulum (ER) szerkezetéhez (2-5. ábra). A sejtmag feladata a sejt **genetikai állományának tárolása** (ún. kromoszómákban), de itt játszódnak le a genetikai állomány megkettőződésének, az átírásának és az RNS-molekulák érésének is a folyamatai. A sejtmag felszínén mindkét membránrétegen áthatoló **póruskomplexek** találhatóak, melyek a sejtmagmembránon keresztül történő szabályozott transzportot teszik lehetővé. A sejtmagon belül találunk egy vagy több olyan részt, amely(ek)ben a riboszómális RNS-ek (rRNS-ek) keletkeznek, érnek, és végül összeállnak riboszóma-alegységekké a riboszómális proteinekkel együtt. Ezt a részt **sejtmagvacskának (nucleolus)** hívjuk.

2-5. ábra

http://micro.magnet.fsu.edu/cells/nucleus/nucleus.html

2012.11.24.

**2.2.2. Mitokondrium**

A **mitokondriumok** a sejtmagnál jóval kisebb, kb. bakteriális méretű sejtalkotók. Számuk a különböző sejtekben igen változó, 0-1000-ig terjedhet. A sejtmaghoz hasonlóan ezeket is **két membránréteg** határolja. A **külső membrán** mérete jóval kisebb; a kisebb molekulákra, ionokra, biokémiai intermedierekre **teljesen áteresztő**, de a nagyobb molekulákra (például fehérjékre) nem. Az utóbbiak csak aktív transzporttal, speciális transzportereken keresztül képesek átjutni a külső membránon. A **belső membrán** sokkal nagyobb, ezért csak **redőzött**en képes a külső membrán által határolt térrészbe beleférni. Az egész ahhoz hasonlítható, mintha egy nagyobb zsákot belegyűrtünk volna egy kisebbe. A belső membránfelület ilyen módon történő megnövekedése esszenciális a membránhoz kötődő biokémiai reakciók nagy mennyisége miatt. A két membrán közti részt **intermembrán térnek**, a belső membránon belülit pedig **mátrixnak** hívjuk (2-6. ábra). A belső membrán gyakorlatilag **átjárhatatlan**, kivéve néhány hidrofób molekula számára, amelyek képesek átdiffundálni. A többi anyag (víz, ionok, biokémiai intermedierek) speciális transzporter-fehérjék segítségével közlekedik a belső membránon keresztül.

A mitokondrium elsődleges feladata a sejtben az **oxidatív energiatermelés**. A mátrixban találhatóak a **citrát-ciklus** enzimei, míg a belső membránban az energiatermelő folyamathoz nélkülözhetetlen **elektrontranszfer-lánc** és az ATP-szintáz komplexei. A mitokondriumoknak a mátrixban **saját genetikai állományuk**, saját RNS- és fehérjeszintetizáló-apparátusuk van. A sejten belül a sejtosztódástól függetlenül osztódni képesek. Ez bizonyítéka annak, hogy a mitokondriumok valamikor önálló életet élő prokarióták voltak, melyet az evolúció során az **eukarióta sejtek bekebeleztek**, de nem fogyasztottak el, s azóta **szimbiózisban** élnek egymással. A mitokondrium felépítéséhez és működéséhez szükséges fehérjék ma már java részt a gazdasejtből származnak; szintézisükhöz az információt a sejtmag kódolja.

2-6. ábra

http://biology.about.com/od/cellanatomy/ss/mitochondria.htm

2012.11.24.

**2.2.3. Endoplazmás retikulum**

Az **endoplazmás retikulum** (ER) kiterjedt, ciszternákból, zsákocskákból és csövekből álló összefüggő membránszerkezet, mely a sejtmag külső membránjával is kapcsolatban áll. Két fő része ismert, a **sima és a durva felszínű** endoplazmás retikulum. A durva felszínű ER felszíne azért durva, mert fehérjeszintetizáló részecskék, ún. **riboszómák** ülnek rajta (2-7. ábra). Az endoplazmás retikulumban történik a sejtmembrán és a szekretálandó **fehérjék szintézise**, és itt kezdődik meg a **glikozilácó**juk. Az ER részt vesz a lipidek szintézisében, a szénhidrát-metabolizmusban, a kalciumionok tárolásában és a drogmetabolizmusban is. Az izomsejtek összehúzódását az ER-ből pillanatszerűen kiáramló Ca2+-ionok okozzák. Harántcsíkolt izomban a sima felszínű ER specializált formája, a szarkoplazmás retikulum is jelen van. Az ER-ben termelődött fehérjék lefűződő transzport-vezikulumokon keresztül az ER közelében lévő Golgi-készülékbe kerülnek további érésre.

2-7. ábra

http://cronodon.com/BioTech/Cell\_structure.html

2012.11.24.

**2.2.3. Golgi-készülék**

A **Golgi-készülék** négy-nyolc egymás melletti, **lapos membránkorong**ból (ciszternákból) álló sejtorganellum (2-8. ábra). Az emlős sejtek tipikusan negyven-száz Golgi-készüléket tartalmaznak. Egy-egy Golgi-ban az ER-hez közeli zsákokat **cisz-**, középen középső, az ER-től távol lévőket pedig **transz-Golgi**nak hívjuk, ezekben különböző enzimek találhatóak, és más-más a feladatuk. A Golgi-ba érkeznek az ER-felől az ott szintetizálódott fehérjék és lipidek **transzport-vezikulákon** kersztül. A Golgiban ezek a makromolekulák tovább módosulnak, itt fejeződik be a membrán és az extracelluláris fehérjék **glikoziláció**ja. Az érés során a makromolekulák **vezikuláris transzport**tal a cisz-Golgiból előbb a középső-Golgiba, majd a transz-Golgiba kerülnek. A Golgi végül szortírozza az elkészült molekulákat, majd vezikuláris transzporttal elküldi őket a rendeltetési helyükre (lizoszómákhoz, sejtmembránhoz stb).

2-8. ábra

http://kaityconnor.wikispaces.com/Golgi+Body

2012.11.24.

**2.2.4. Lizoszómák**

A **lizoszómák** egyrétegű membránnal határolt gömbszerű zsákok, a sejten belüli **emésztés** központi organellumai. A Golgi-készülékből kapják a szükséges emésztő enzimeket, amelyeknek savas közegben (pH=4,5) van a működési optimumuk. Nemcsak az endocitózissal bekerült táplálékmolekulákat emésztik, hanem a sejten belüli, elöregedett sejtorganellumok törmelékeit is ezek bontják le. Vírusok és baktériumok emésztésében is részt vesznek.

**2.2.5. Peroxiszómák**

A lizoszómákhoz hasonlóan egyrétegű membránnal határolt vezikulumok, melyek sok fontos anyag metabolizmusában részt vesznek. Itt zajlik például a nagyon hosszú szénláncú **zsírsavak** és az elágazó láncú zsírsavak **oxidációja**, valamint a poliaminok lebontása is. A peroxiszómák részt vesznek az éter-foszfolipidek szintézisében is, melyek néhány szövetben fontos membránalkotók. A peroxiszómákban az oxidációs folyamatok során jelentős mennyiségű **hidrogén-peroxid** keletkezik, mely **peroxidáz** és **kataláz** enzimek segítségével eliminálódik.

**2.2.6. Színtestek**

Színtestek csak a növényi sejtekben találhatóak. A leggyakoribbak a zöld színtestek (**kloroplaszt**), melyek a bennük található klorofill vörös-elnyelése miatt zöldek. Három membrán található a felépítésükben: külső, belső és azon belül egy igen nagy felületű, ún. **tilakoid membránrendszer**. A külső és belső membrán közti teret **intermembrán térnek**, a belső és a tilakoid membrán köztit **sztrómának**, a tilakoid membránon belülit pedig **tilakoid térnek** nevezzük (2-9. ábra). A színtestek legfontosabb funkciója a **fény energiájának kémiai energiává alakítása**. Az ehhez szükséges enzimkomplexek a tilakoid membránrendszerhez kötöttek.

A mitokodriumokhoz hasonlóan a színtesteknek is van saját genetikai állományuk, saját RNS- és fehérjeszintetizáló-apparátusuk. Ez bizonyítja a színtestek **endoszimbionta** (sejtekbe beépült) eredetét. Egy, már mitokondriummal rendelkező eukarióta sejt bekebelezhetett egy ősi kékeszöld algát, majd a kölcsönös előnyök miatt szimbiózisban élt vele. Valószínűleg ekkor vált el a növények törzsfejlődése az állatokétól és a gombákétól.

2-9. ábra

http://www.biocyclopedia.com/index/chloroplast.php

2012.11.24.

**2.2.7. Vakuólum**

A vakuólum membránnal (ún. tonoplaszttal) határolt, vízzel teli organellum, mely leginkább **növények**re és **gombák**ra jellemző (2-10. ábra). Szerepe többféle lehet, mindig az adott élőlénytől és sejttípustól függően. A **tároló funkció** jellemző rá a leginkább. Tárolhat a sejtnek már nem szükséges és mérgező anyagokat, a turgorállapot megtartásához szükséges vizet és különböző sókat. Részt vehet a sejtek **homeosztázis**ának fenntartásában **ozmoregulációs** működésük következtében. A vakuólum néha olyan nagy, hogy a sejt térfogatának 90%-át elfoglalja. Ilyenkor a citoplazma és a sejtszervecskék csak egy vékony rétegben vannak jelen a sejtfal mentén.

2-10. ábra

http://en.wikipedia.org/wiki/Vacuole

2012.11.24.

**2.2.8. Citoszkeleton**

A citoszkeleton nem tekinthető valódi sejtszervecskének, nem határolja kívülről membrán. Hosszú, változatos felépítésű és működésű **fehérjefonalak**ból áll, amelyek segítenek a sejtek alakjának megtartásában, a sejten belüli **transzportfolyamatok**ban és a **sejtmozgás**ban. A 2-11. ábrán a különböző típúsú citoszkeleton-fonalak különböző színű fluorszcens festékkel megfestve válnak láthatóvá.

2-11. ábra

http://en.wikipedia.org/wiki/File:FluorescentCells.jpg

2012.11.24.