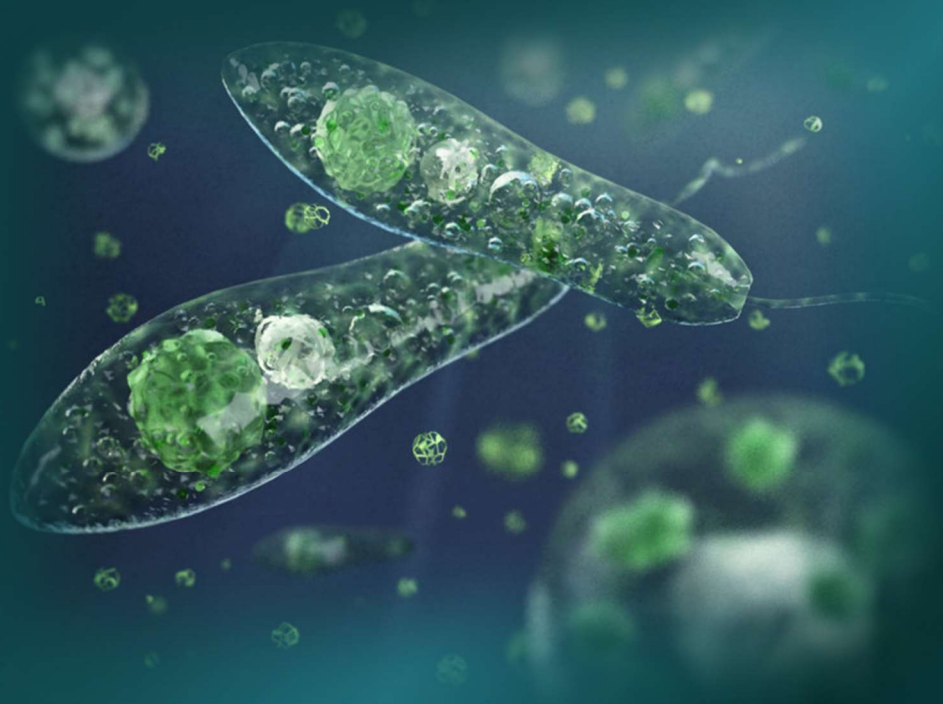


3.2. SEJTES RENDSZEREK
3.2.2. EUKARIÓTÁK
EGYSEJTŰ SZERVEZŐDÉS

Készítette Vizkievicz András

Emelt szintű vizsgakövetelmények 2024

3.2. Sejtes rendszerek

3.2.2. Eukarióták

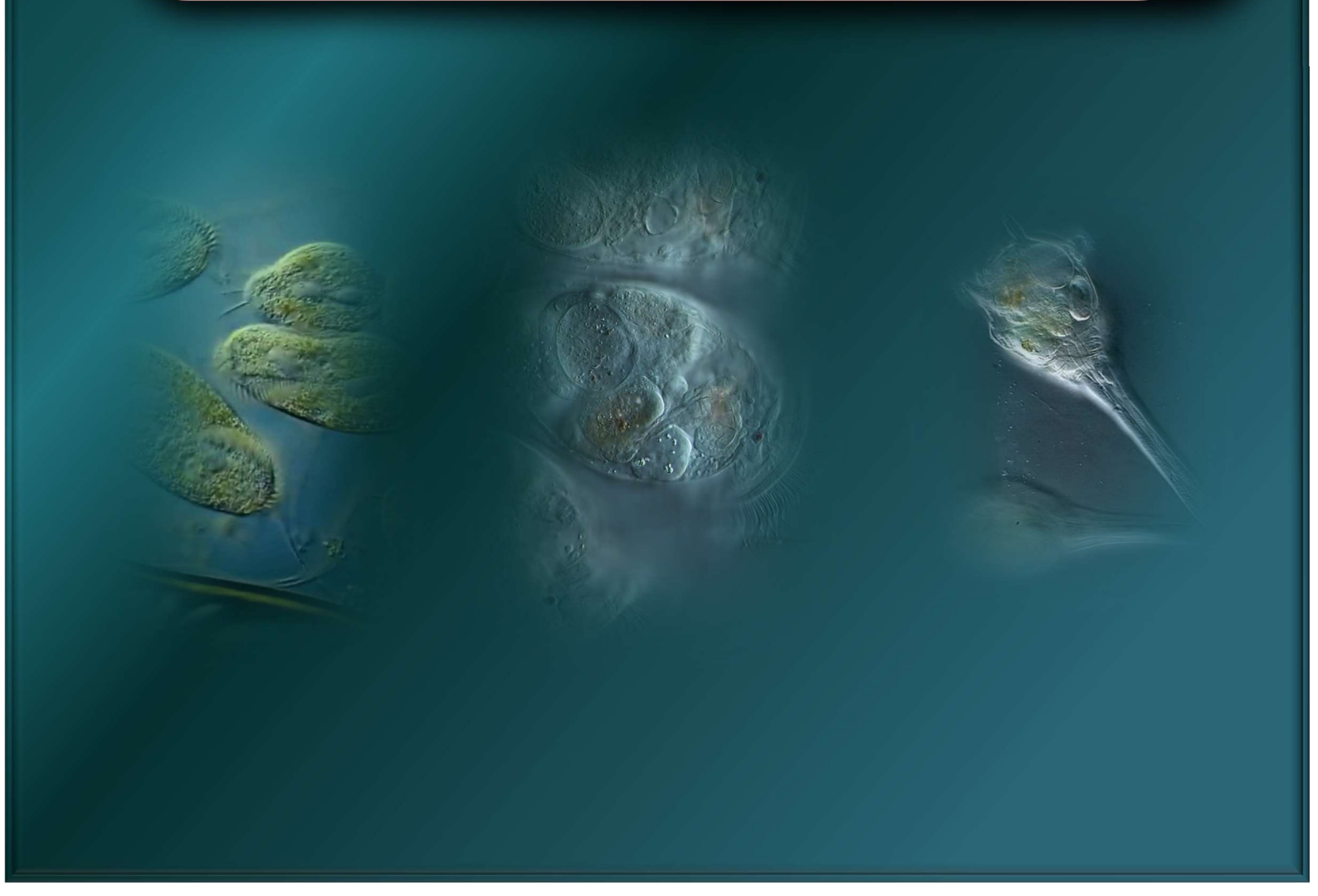
Egysejtű szerveződés

Kulcsfogalmak

- Eukarióta,
- óriás amőba, papucsállatka faj, zöld szemesostoros, emésztő űröcske, lüktető űröcske.

Gondolkodási művelet

- Hasonlítsa össze a prokarióta és az eukarióta sejt felépítését és működését: közös jellemzők és alapvető különbségek. Értékelje ezek jelentőségét.
- Mutassa be az alábbi fajokon az egysejtű élőlények változatos testszerveződését, alapvető életműködéseit (emésztés, mozgás, víztartalom-szabályozás) és felépítő anyagcseréjét: óriás amőba, papucsállatka faj, zöld szemesostoros.
- *Elemezzen az egysejtűek életmódjával összefüggő kísérleteket.*
- *Ismerje fel ezeket az élőlényeket és jellemző sejtalkotóikat fénymikroszkópos képeken, rajzolt ábrákon.*



3.2. Sejtes rendszerek

A fejezet a követelményrendszer 3.2.2. pontja alapján készült.

Készítette: Vizkievicz András

3.2.2. Eukarióták

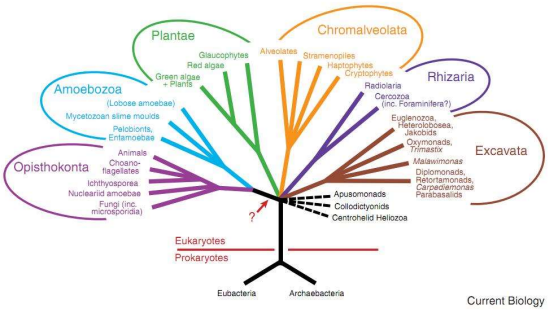
Az élővilág nagyobb szerveződési szintjei

Az élőlényeket ma 3 nagy **birodalomba** – valódi baktériumok, ősbaktériumok és az *eukarióták* - soroljuk. **Újabban egyes filogenetikai rendszerekben** az **eukarióta** élőlények közé **testszerveződésük** és **anyagcseréjük** alapján 6 (7) ország tartozik:

- **Állatok (Animalia) országa.**
- **Növények (Plantea) országa.**
- **Gombák (Fungi) országa.**
- Amőbák (Amoebozoa) országa.
- Rhizaria ország (pl. likacsos héjúak).
- Excavata ország (pl. euglénák).
- (Chromalveolata ország.)

Az eukarióta sejtek kb. **1,5-2 milliárd** évvel ezelőtt jöttek létre. Kialakulásukat ma az ún. **endoszimbióta elmélettel** magyarázzák (lásd 3.2.1 fejezet). Az eukarióta sejtekre általánosan jellemző, hogy

- tartalmaznak **sejtmagot**,
- különféle feladatokra specializálódott **sejtszervecskéket**,
- jól fejlett **belső membránrendszereket,**
- méretük 10-100 x nagyobb a prokarióták méreténél.



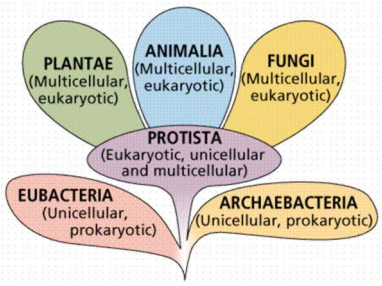
A prokarióták és az eukarióták összehasonlítása

Szempontok	Prokarióta sejtek	Eukarióta sejtek
Testszerveződés	Egysejtű, sejttársulás	Egysejtű és többsejtű sejttársulás, telepes, szövetes
Sejtek mérete	1-10 µm	10-100 µm többnyire
Maghártya	Nincs	Van
Belső hártyarendszer	Kevéssé fejlett, sejthártya betüremkedésekből alakul ki	Fejlett, DER, Golgi, membránhólyagok
Örökítőanyag	Citoplazmában, cirkuláris DNS, szerkezeti fehérjék nincsenek	Sejtmagban, lineráris DNS, szerkezeti fehérjék vannak
Plazmidok	Jellemzően	Ritkán
Kromoszómák száma	1	Több
Sejtszervecskék	Nincsenek	Vannak, pl. mitokondrium stb.
Színanyag	A sejthártya betüremkedéseiben	Színtestekben
Osztódás	Hasadás	Mitózis, meiózis
Sejtváz	Nincs	Van
Sejtfal	Van	Állati sejtek kivételével van
Ostor, csilló	Van	Van

Egysejtű szerveződés

Az egysejtűek teste egyetlen sejtből áll, amely rendelkezik az összes életjelenséggel, mint pl. anyagcsere, önfenntartás, szaporodás, ingerlékenység stb.

Jellemzően **vízi környezetben**, ill. nedves körülmények között **fordulnak elő, planktoni szervezetek**. Az egysejtűek többnyire a mikroszkopikus mérettartományba tartoznak, **fénymikroszkóppal vizsgálhatók**, ugyanakkor némelyek szabad szemmel is észlelhetők. A legkisebbek 1 mikrométeresek, a legnagyobbak mm-es nagyságrendűek, mint pl. a kék kürtállatka 1,5 mm-es. Fosszíliákból ismeretesek 12 cm-es példányok (likacsoshéjúak).



A korábbi rendszerek szerint az egyes országokba egysejtű és többsejtű szerveződésű élőlények egyaránt tartoztak. Azonban a rendszertan újabban az egysejtűeket külön rendszertani csoportba – **eukarióta egysejtűek (protiszták)** - sorolja, nem választja szét állati, növényi, ill. gomba egysejtűekre. Ez érthető, hiszen az élet szerveződésének ezen a szintjén még nem különülnek el határozottan az egyes élőlénytípusok. Erre jó bizonyítékot láttunk pl. a nyálkagombáknál, amelyek hasonlóan az állatokhoz helyváltoztatásra képesek és heterotróf életmódot folytatnak, s emiatt közelebb állnak az állati jellegű amőbákhoz, mint a magasabb rendű többsejtű gombákhoz.

Ostorosok törzse

A ma élő ostorosok igen komplikált szervezetek, **felépítésükben mind az állatokra, mind a növényekre utaló jelleget találunk.**

Ide tartozik a **zöld szemesostoros**.

Sejtfelépítés

- Kívül egy merev, fehérjékből álló **tok** található, (az ostor a tok nyílásán hatol a szabadba).
- A tok alatt a **sejthártya**, alatta
- a **sejtplazmában** membránnal határolt **sejtmag** helyezkedik el.

Az **állati jellegek** a következők:

- **ostor**: a sejtszáj alján levő sejtgaratból ered és a sejt **mozgásszerve**.
- **Szemfolt**, mellyel a sejt képes a fényt érzékelni,
- **sejtszáj**, amely a heterotróf táplálkozást – szerves anyag felvételét - teszi lehetővé,
- **lüktető üregecskék**: amelyek a felesleges víz és a vízben oldott, az anyagcsere során keletkezett, de feleslegessé váló anyagok eltávolítását végzik, s így a **kiválasztás** feladatát látják el.

Az **autotróf fotoszintetizáló** életmódot – a növényi életmódot - a sejtplazmában található **zöld színtestek** teszik lehetővé, melyekben egyéb színanyagok mellett, főleg zöld színű **klorofillok** vannak. A zöld szemesostoros sejtfelépítésének köszönhetően képes autotróf, fototróf, ill. heterotróf életmódra egyaránt, ún. **mixotróf** anyagcseréjű. **Fényben fotoszintetizál, fény hiányában szerves anyagokkal táplálkozik.**

Az amőbák (országa)

Példaállat a **próteusz (óriás) amőba**

Előfordulás

Elsősorban **állóvizekben**, **bomló szerves anyagban gazdag pocsolyák iszapjában** található meg.

Szerveződés

Egysejtű eukarióta szervezet. A csoport fajai főleg magányosan élnek.

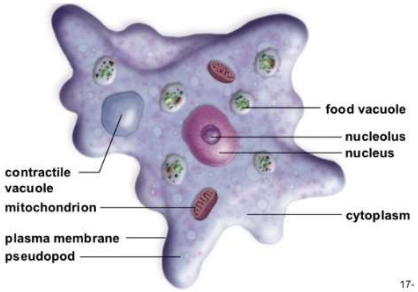
Méret

Az amőbák átlagos mérete **400 mikrométer** körüli, de az óriás amőba elérheti ennek a dupláját is.

Alak

Az amőbák mozgásuk, táplálkozásuk során **alakjukat** állandóan **változtatják**, így **jellemző sejtalakjuk nincs.**

Sejtfelépítés, életműködések

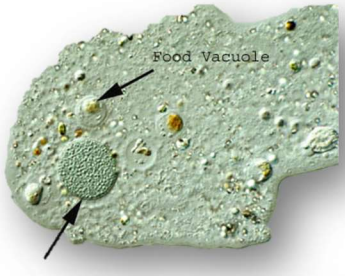


Az amőbát - mint minden sejtet - kívülről **sejthártya** borít. A sejthártya elsődleges feladata, hogy a sejtet **elválassza** és egyben **összekösse** a környezetével.

Az **elválasztás** elsősorban **fizikai elkülönítést jelent**, megszabja a sejt határát. Ugyanakkor a sejthártya összekötő szerepe rendkívül fontos, mivel a sejt nem szigetelődik el a környezetétől, hanem azzal **állandó anyag- és energiaforgalmat tart fent**.

A sejthártya alatt található a **sejtplazma** vagy **citoplazma**. A citoplazma egy félig folyékony, tömény vizes oldat, amely a sejt **alapállományát** adja, benne találhatók meg a sejt életműködéseit ellátó **sejtszervecskék**. A **sejtszervecskék** látják el a sejt **életműködéseit**, a sejthártyával együtt biztosítják a sejt működéséhez elengedhetetlen **belső stabilitást**.

Sejtmag



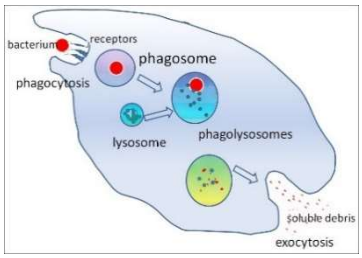
A sejtmag feladata a **sejt működésének** a **szabályozása**, **tartalmazza** a **sejt örökítőanyagát a DNS-t** mely **kromoszómákat** alkot.

Emésztő űröcske, a táplálkozás

Az amőba az aljzatra lesüllyedő **szerves anyagokkal,** ill. az azokkal táplálkozó **baktériumokkal** és más **egysejtűekkel táplálkozik**.

A táplálékfelvétel során a táplálék irányába ún. **állábat fejleszt**, **testével körülveszi**, majd megköti a sejthártya felszínén. A megkötődés eredményeként a citoplazma a sejthártyán megkötött táplálékkal betűrődik a sejt belsejébe, minek következtében

kialakul egy sejthártyával körülvett hólyag az ún. **fagoszóma** (Phagia=evés, szoma=test lat.). A fagoszóma képzése, a táplálék felvétele a sejt felületének bármely pontján megtörténhet. A folyamatot **bekebelezésnek**, **fagocitózisnak** nevezzük.



A **fagoszómával** a táplálékot lebontó emésztőenzimeket tartalmazó, hártyával körülvett hólyagocskák, ún. **lizoszómák egyesülnek**. A fagoszóma és a lizoszóma egybeolvadásával létrejött hólyagocskát **emésztő űröcskének** nevezzük. Az emésztő űröcskében történik a táplálék megölése, majd lebontása. A citoplazmában, egy időben sok emésztő űröcske található - ezek adják főleg a sejtplazma szemcsézettségét -, amelyek a sejt mozgásának megfelelően határozatlan irányú mozgást végeznek.

Az emésztés befejezésével az emésztő űröcskék a sejthártyához sodródnak és a **lebonthatatlan salakanyagot** a felvétellel ellentétes folyamattal – exocitózissal - **leadják** a környezetbe.

A leadás akárcsak a felvétel a sejt bármely pontján megtörténhet. Ha a tápanyagok lebontása teljes mértékben a sejten belül megy végbe - ahogy azt fent láttuk - **sejten belüli emésztésről** beszélünk.

Lüktető űröcskék, a kiválasztás, víztartalom szabályozás

Az édesvízi egysejtűeknél, mivel a citoplazma koncentrációja meghaladja a környezeti közeg – édesvíz – töménységét, folyamatosan víz áramlik a sejt belsejébe, amit onnan a sejt optimális működésének az érdekében el kell távolítani, ki kell választani. A jelenség hátterében az ozmózis áll. A **kiválasztás folyamatában** az élő szervezet, tehát a feleslegben felvett anyagokat – vizet, és pl. sókat – továbbá az **anyagcserében feleslegessé váló, ill. a keletkező mérgező termékeket távolítja el.** Kiválasztás alatt csak a **vízben oldott anyagok** eltávolítását értjük, aminek értelmében az emészthetetlen táplálékmaradványok ürítése nem ide tartozik.

Egysejtűekben a kiválasztást hártyával határolt kis hólyagocskák az ún. **lüktető űröcskék** végzik. Működésük során a citoplazmából a **felesleges vízzel és a benne oldott anyagokkal** fokozatosan **telítődnek**, majd **tartalmukat exocitózissal a környezetbe ürítik**. A folyamatot fénymikroszkópban szemlélve a telítődés, kiürülés periódusai a lüktetés benyomását keltik.

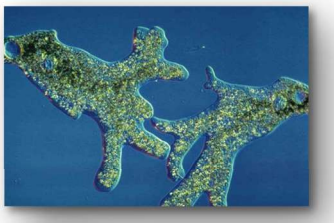
A **légzésre** - azaz a szükséges oxigén felvételére és a felesleges szén-dioxid leadására – **nem alakultak ki külön sejtszervecskék**, a folyamat lebonyolítása a **sejthártyán keresztül** történik.

Az **anyagszállítást** - azaz a sejt különböző részei között a tápanyag és a salakanyag szállítását - az **áramló citoplazma végzi**.

Mozgás

Az amőbák **állábak** segítségével mozognak, mely jellemző mozgásformát **amőboid mozgásnak** nevezzük. Ennek lényege, hogy különböző **ingerek hatására** - táplálék, fény - az állat az ingerforrás felé **citoplazmanyúlványokat fejleszt**, melyeket **állábnak** nevezünk. Az állábas mozgáshoz feltétlenül valamilyen **szilárd aljzatra** van szükség. Hasonló mozgású sejtekkel a többsejtű szervezetekben is találkozhatunk, ilyenek pl. a szivacsok testében található állábas sejtek, ill. a gerincesek vérében előforduló fehérvérsejtek.

Szaporodás



A próteusz amőba csak egyféleképpen, **ivartalanul tud szaporodni**, amely egy **egyszerű kettéosztódás, mitózis**. A folyamat során először **megkettőződik az örökítőanyag**, majd a citoplazma befűződésével létrejött két utódsejt között egyenlő arányban megoszlik.

Csillósok törzse, kétfélemagvúak

Példaállat a **papucsállatka.**

Előfordulás

Szerves anyagokat tartalmazó **állóvizekben**, pocsolyákban.

Szerveződés

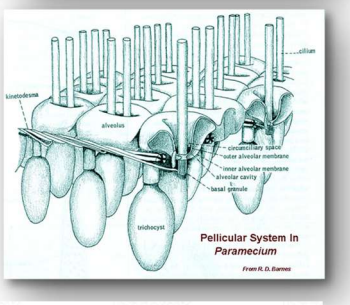
A papucsállatka **egysejtű**, de a törzsben ismertek többsejtű fajok is melyek **sejttársulásban** élnek, pl. a harangállatka.

Méret

A papucsállatka sejtjének a hossza kb. **200 mikron**.

Alak

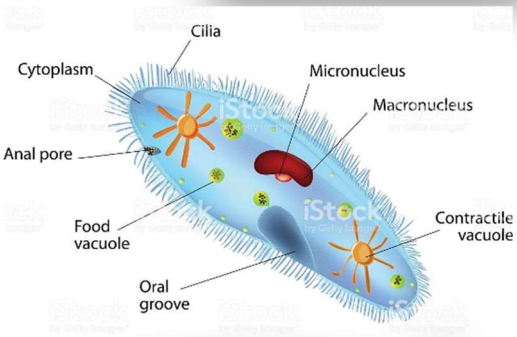
A **sejtek alakállandóak,** jellegzetesen **papucsformájúak**, a sejt lapos, kicsit hosszúkás, középen egy kis bemélyedéssel.



Sejtfelépítés, életműködések

A sejtet kívülről egy speciális szerkezetű képződmény, az ún. **bőrke** borítja, amely tulajdonképpen a sejthártyából felépülő, a sejtalakját meghatározó, a csillók számára szilárd alapot biztosító szerkezet.

A bőrke felülnézetből egy lépre hasonlít, kissé megnyúlt hatszöges egységekből épül fel, melyek közepe bemélyedve egy pár csilló eredési helyéül szolgál.



A sejt **citoplazmája szemcsés,** azonban az amőbával ellentétben a citoplazma áramlása már korlátozott, az egyes **sejtszervecskéknek** **határozott helyük van**.

Sejtmag

A csoport neve arra utal, hogy a sejtekben **kétféle sejtmag** található, van egy **nagyobb** méretű, gömbölyű, amely a **sejt életfolyamatait irányítja**, ez a nagy mag, a **kisebb** a **szaporodásért** felelős.

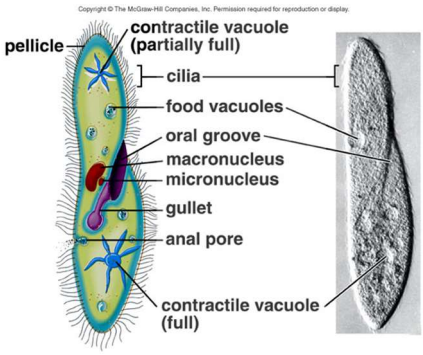
Táplálkozás

A papucsállatka szerves anyagokat bontó **baktériumokkal** táplálkozik. A bőrke speciális szerkezete miatt a táplálékfelvétel - szemben az amőbával - **sejtfelszín egy meghatározott pontján** következhet csak be. A sejt közepén található egy **tölcsérszerű bemélyedés**, amit **szájmezőnek** nevezünk. A tölcsér alját **sejtszájnak** nevezzük. A sejtszájban történik a táplálék **bekebelezése**.

Ahogy a táplálék felvételének, úgy a leadásának is meghatározott helye van, amit **alrésnek** nevezünk. Az emésztőűröcskék működése lényegében megegyezik az amőbánál leírtakéval.

Kiválasztás

Papucsállatkában **két lüktető űröcske** található, egyik a sejt elején, a másik a végén. Két fő részből állnak, a **központi hólyagból** és az ahhoz sugarasan kapcsolódó 4 **sugárcsatornából**.



A kiválasztandó folyadék először a sugárcsatornákba kerül, majd onnan azok összehúzódásával a központi hólyagba. Ha a központi hólyag telítődik, érintkezésbe lép a sejthártyával és egy kis lyukon keresztül tartalmát **exocitózissal** a környezetbe üríti. A központi hólyag összehúzódásával egy időben a sugárcsatornák újra telítődnek, tehát e két alkotórész felváltva működik.

Mozgás

A papucsállatka **csillók** segítségével helyzet, ill. helyváltoztatásra képes. A csillók az egész testfelszínt beborítják, számuk több ezer.

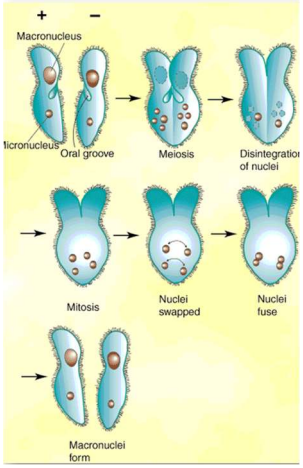
A csillók mozgása ún. evezőmozgás, amelynek két fő fázisa van, a gyors egyenes vonalú lecsapás, melynek során a csilló merev, és a lassabb köröző visszatérés, miközben a csillószál elveszítve merevségét behajlik. A több ezer csilló mozgása összehangolt, ugyanakkor nem egyszerre működnek. A sejt hátsó végéről indul a lecsapási hullám, amely egy képzeletbeli spirál mentén fut végig a sejt felszínén. A csillók lecsapási iránya nem párhuzamos az állat hossztengelyével, hanem ferde, aminek következtében a **sejt ún. kettősen balra csavarodó mozgást végez.** Ez azt jelenti, hogy egyszer a hossztengelye körül forog, másrészt egy spirál mentén csavarvonalban halad előre.

Szaporodás

A papucsállatka szaporodhat **ivartalanul** és **ivarosan** egyaránt.

Kedvező körülmények között egyszerű osztódással, **mitózissal** szaporodik **ivartalanul**.

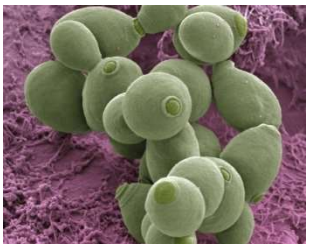
Ivaros szaporodását egybekelésnek (konjugáció) nevezzük, amelynek során két sejt **átmenetileg összekapcsolódik**, közöttük **plazmahíd alakul ki**, majd ezen keresztül **genetikai anyaguk egy részét (kis sejtmag) kicserélik**. Az egybekelést követően a szétvált sejtek ivartalanul szaporodnak.



Fő lépések a következők:

1. Az egybekelő sejtek szájmezőjükkel egymás felé fordulnak és egy citoplazma híddal összekapcsolódnak.
2. A nagy magok lebomlanak, a kis magok meiózissal 4 felé osztódnak, melyből 3 azonnal felszívódik.
3. A megmaradó kis magok (sejtenként 1-1) mitózissal kettéosztódnak és két utódmagot produkálnak (sejtenként 2-2-t).
4. Az egyik magot maradó-, a másik magot vándormagnak nevezzük. Nevüket onnan kapták, hogy a vándormagokat a sejtek kicserélik egymással, a maradómagokat nem. A kicserélődést követően a partnerből származó vándormag összeolvad a maradómaggal, aminek eredményeképpen helyre áll az eredeti kromoszóma szám, a sejtek újra diploidok lesznek.
5. A sejtek közötti plazmahíd megszakad, a sejtek elválnak egymástól.
6. A sejtmag kettéosztódik, az egyik mag lesz a kis mag, a másik a nagy mag.

Egysejtű gombák, pl. a sör- és borélesztők

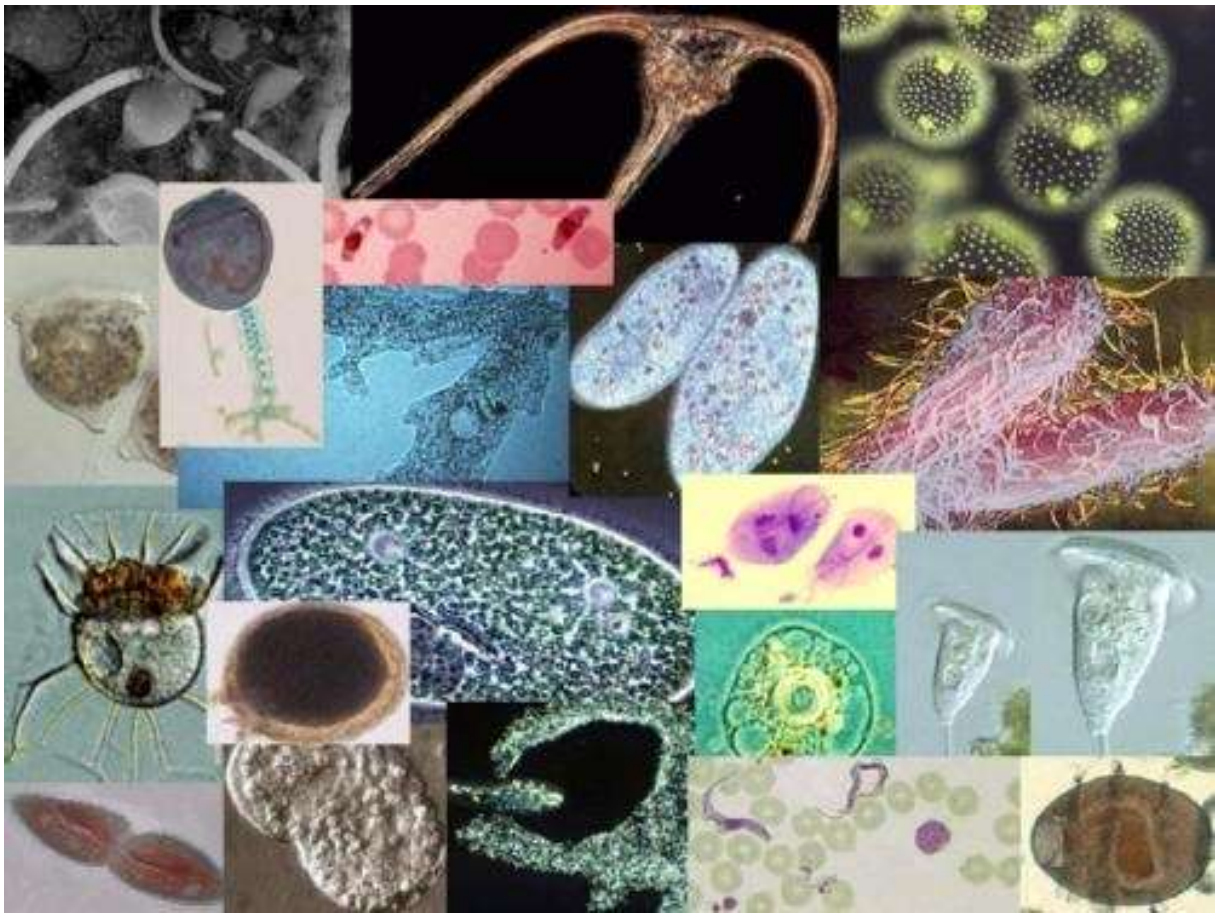


A **gyakorlati életben fontosak:**

- **bor-, sör-, szeszgyártás,**
- **fontos B-vitamin források**.

Cukros oldatokban, erjedő mustban egyedül álló, vagy rövid láncokat alkotó sejteket figyelhetünk meg, ún. **sarjadzó gombák**. Sejtjeiket **kitin sejtfal** határolja, tartaléktápanyaguk **glikogén**. Szaporodásuk spórák segítségével, ill. bimbózással történik.

Az élesztők heterotróf szervezetek, alkoholos erjedést idéznek elő: a cukrot etanollá és szén-dioxiddá alakítják át oxigénszegény környezetben.

Az erjedésben más élesztők mellett baktériumok is részt vesznek. Ezek a mikroorganizmusok kb. 15%-os alkoholt képesek előállítani, ennél töményebb oldatban elpusztulnak.

A kereskedelemben árusított élesztő szeszélesztők préselt tömege. Tésztafélék elkészítésénél használják: az élesztők a tésztában található cukrot bontják alkoholra és szén-dioxidra, a keletkező szén-dioxid felfújja a tésztát, közben az alkohol elillan. **Sok élesztő fontos gyógyhatású, mivel különféle B-vitaminokat tartalmaznak.**