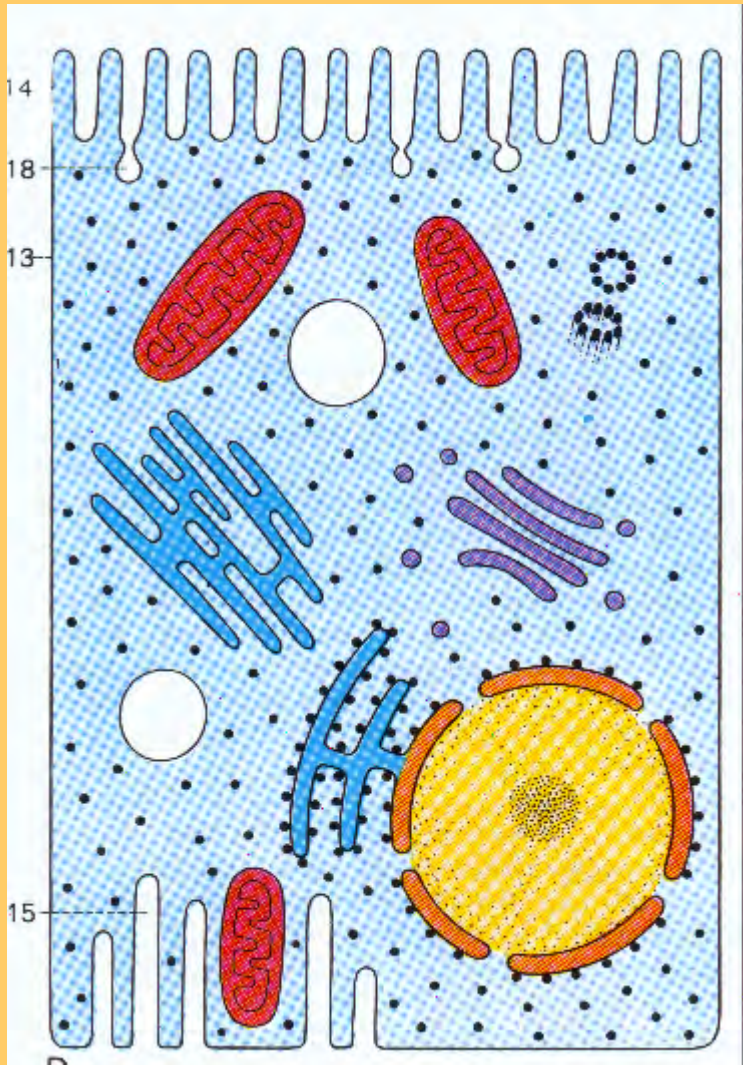


Az állati és növényi sejtekről

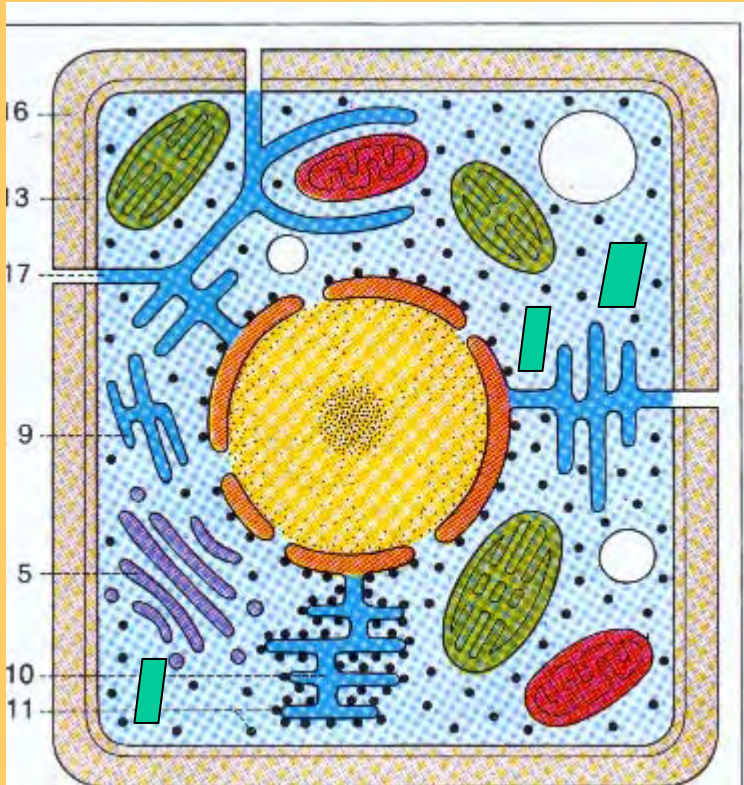
A sejt felépítése I.



állati sejt

- plazma
- sejthártya
- sejtmag
- magvacska
- endoplazmatikus membrán
- Golgi membrán
- mitokondrium
- lizoszóma

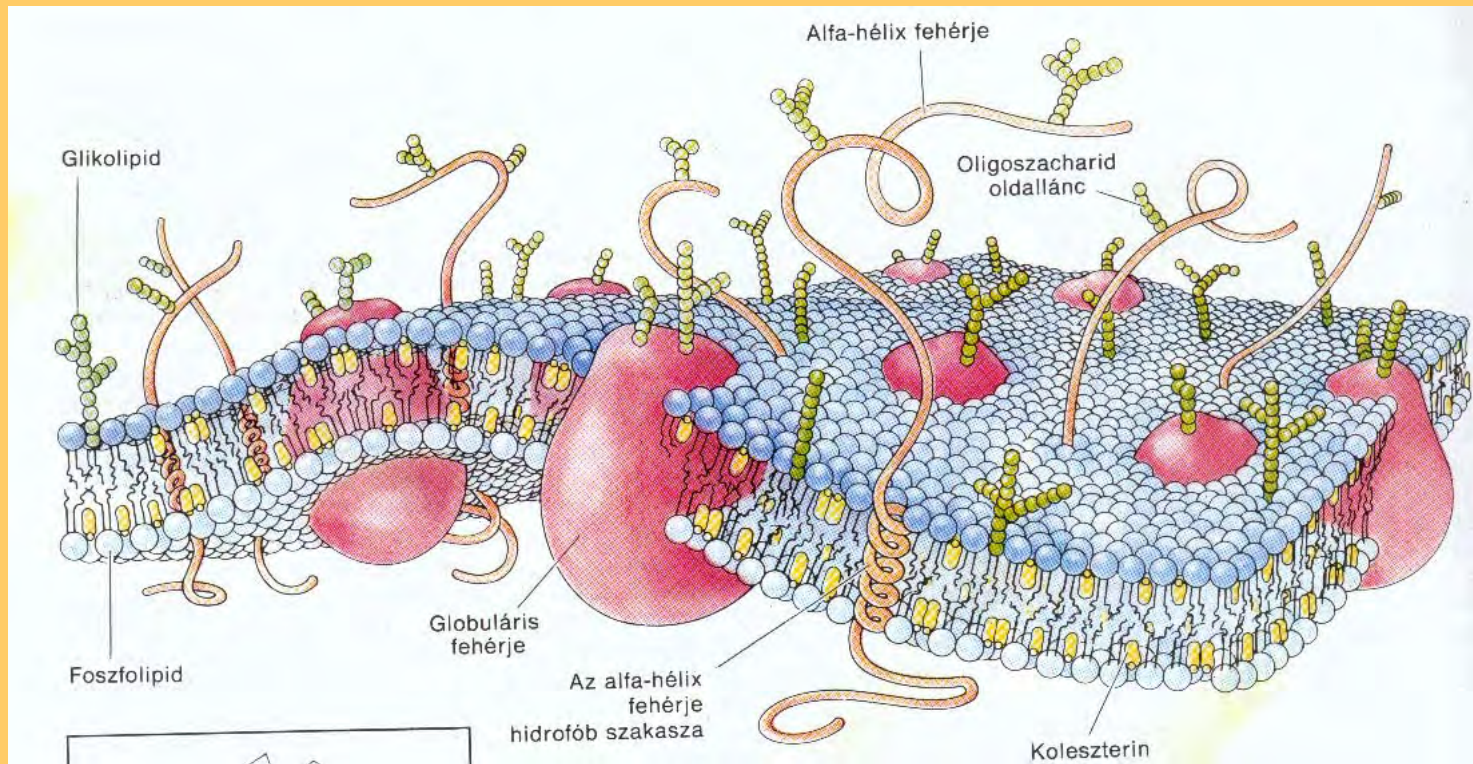
A sejt felépítése II.



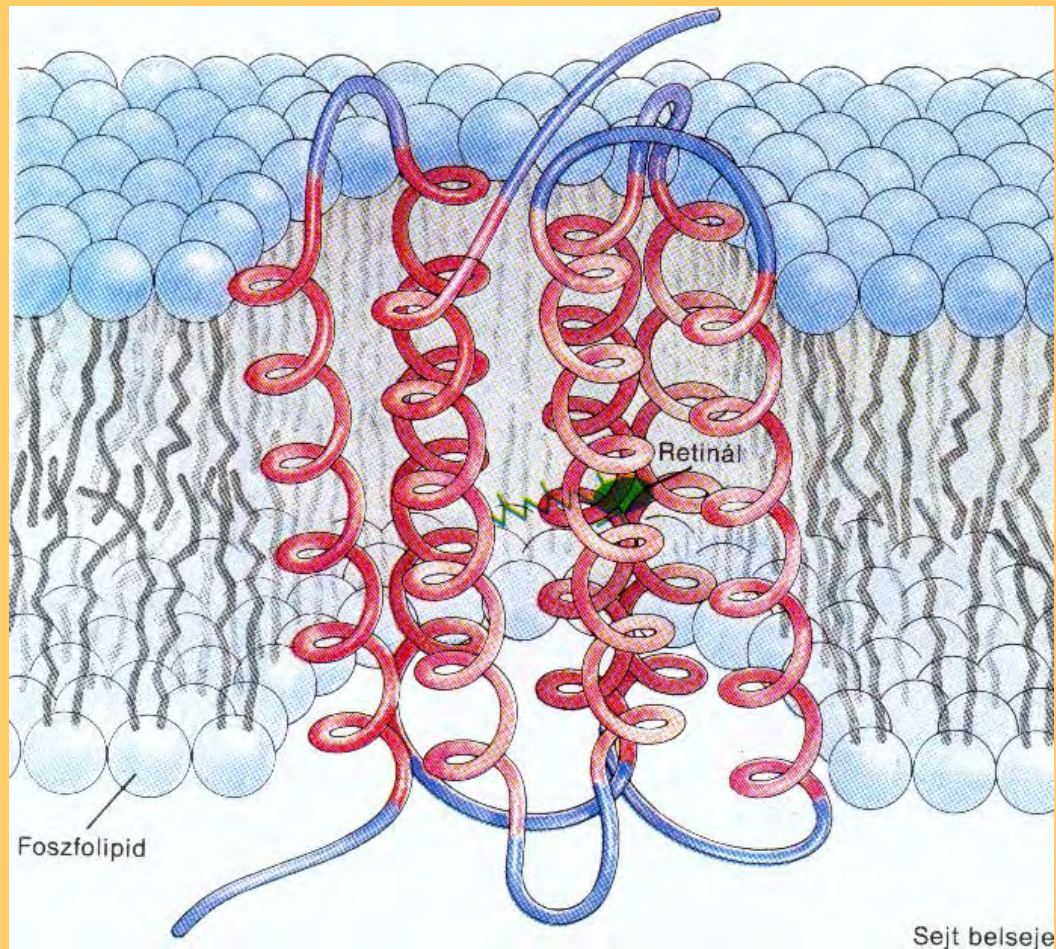
növényi sejt

- plazma
- sejthártya
- sejtfal
- kloroplasztisz
- sejtmag
- magvacska
- endoplazmatikus membrán
- Golgi membrán
- mitokondrium
- lizoszóma
- riboszóma
- zárvány

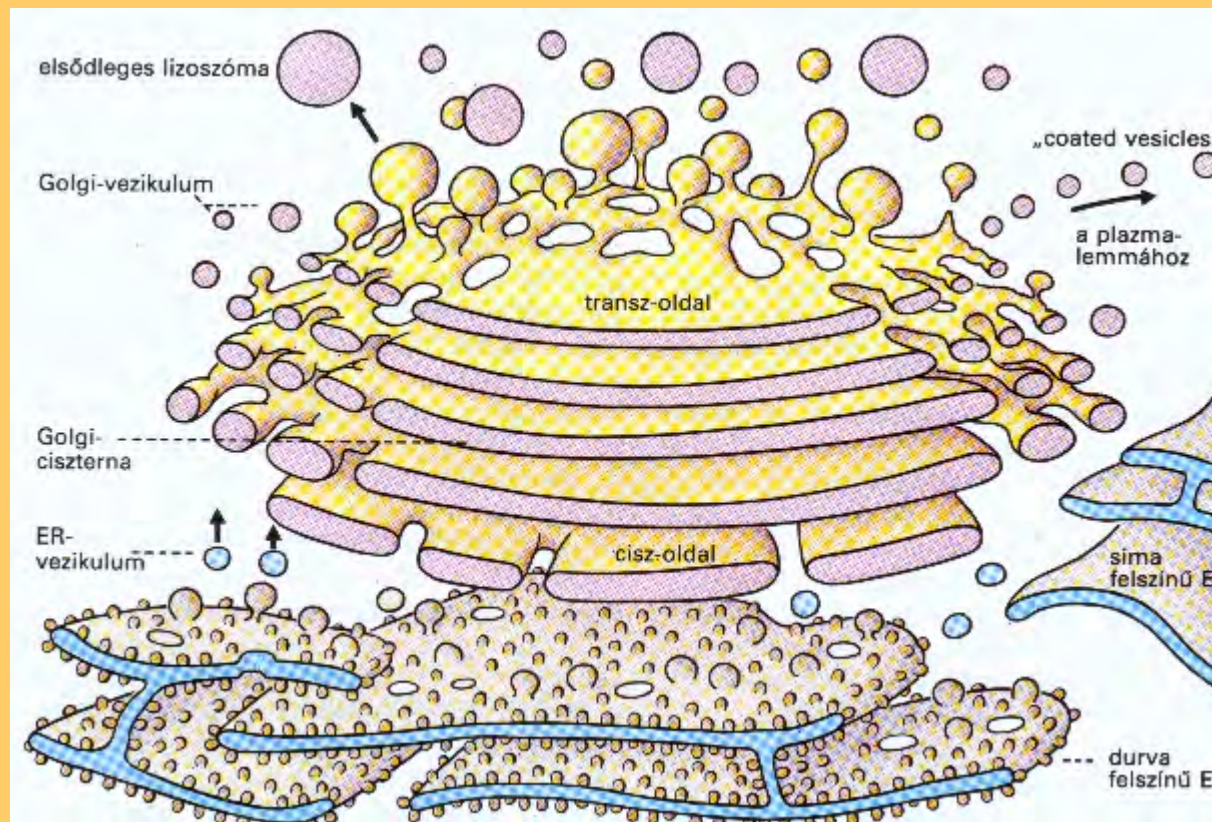
A sejtmembrán



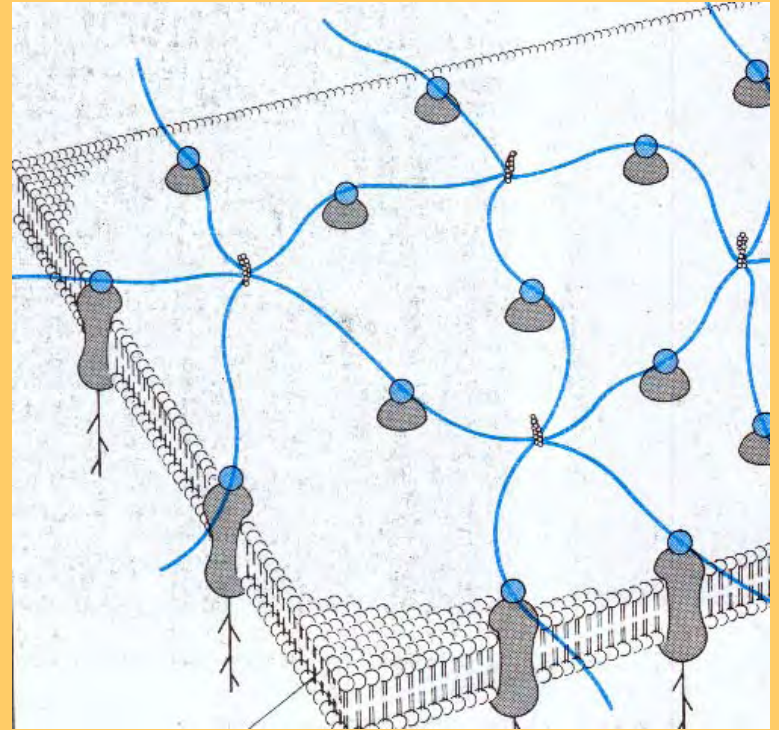
A membránfehérjék



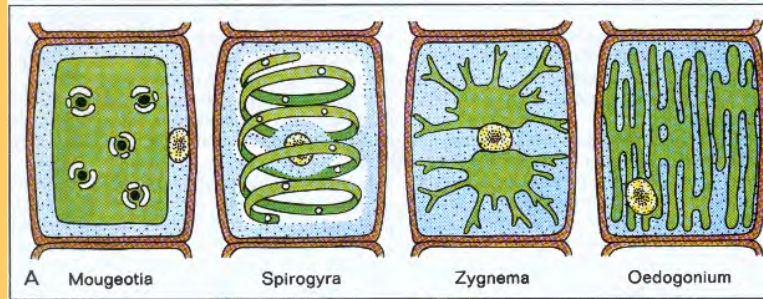
Az endoplazmatikus retikulum és a Golgi apparátus



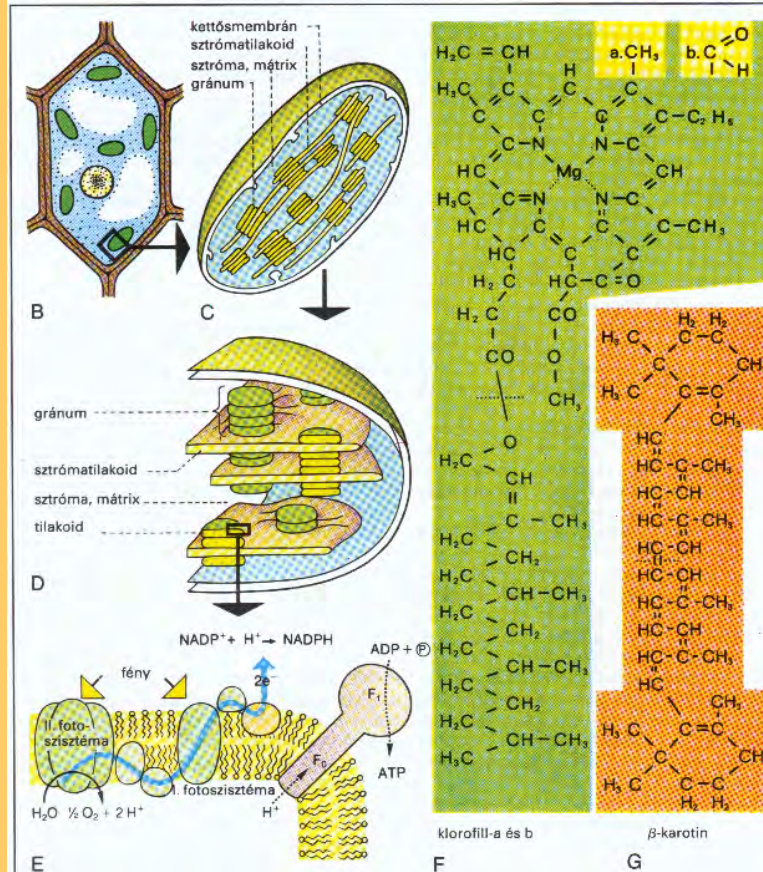
A citoszkeleton



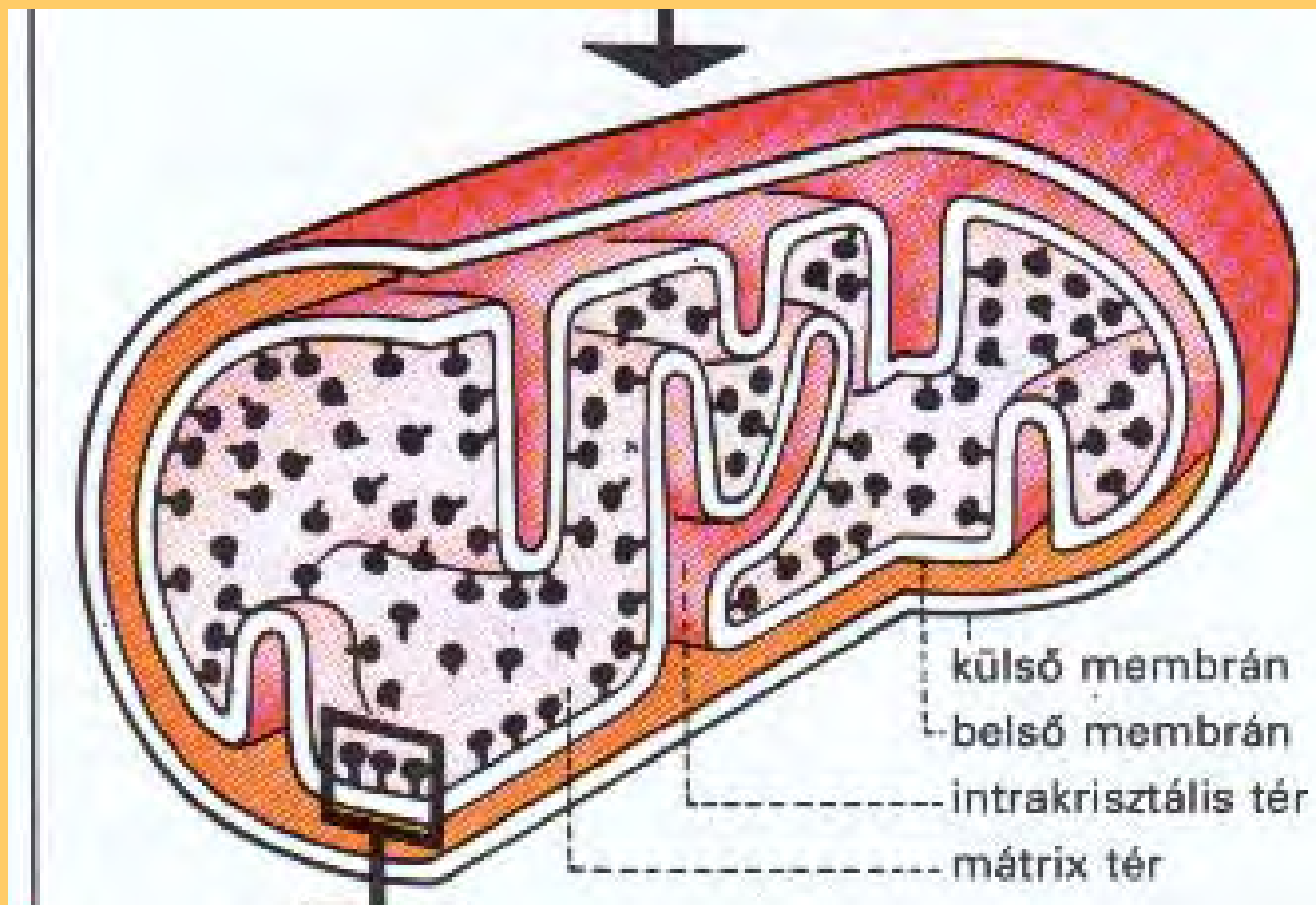
A kloroplasztisz



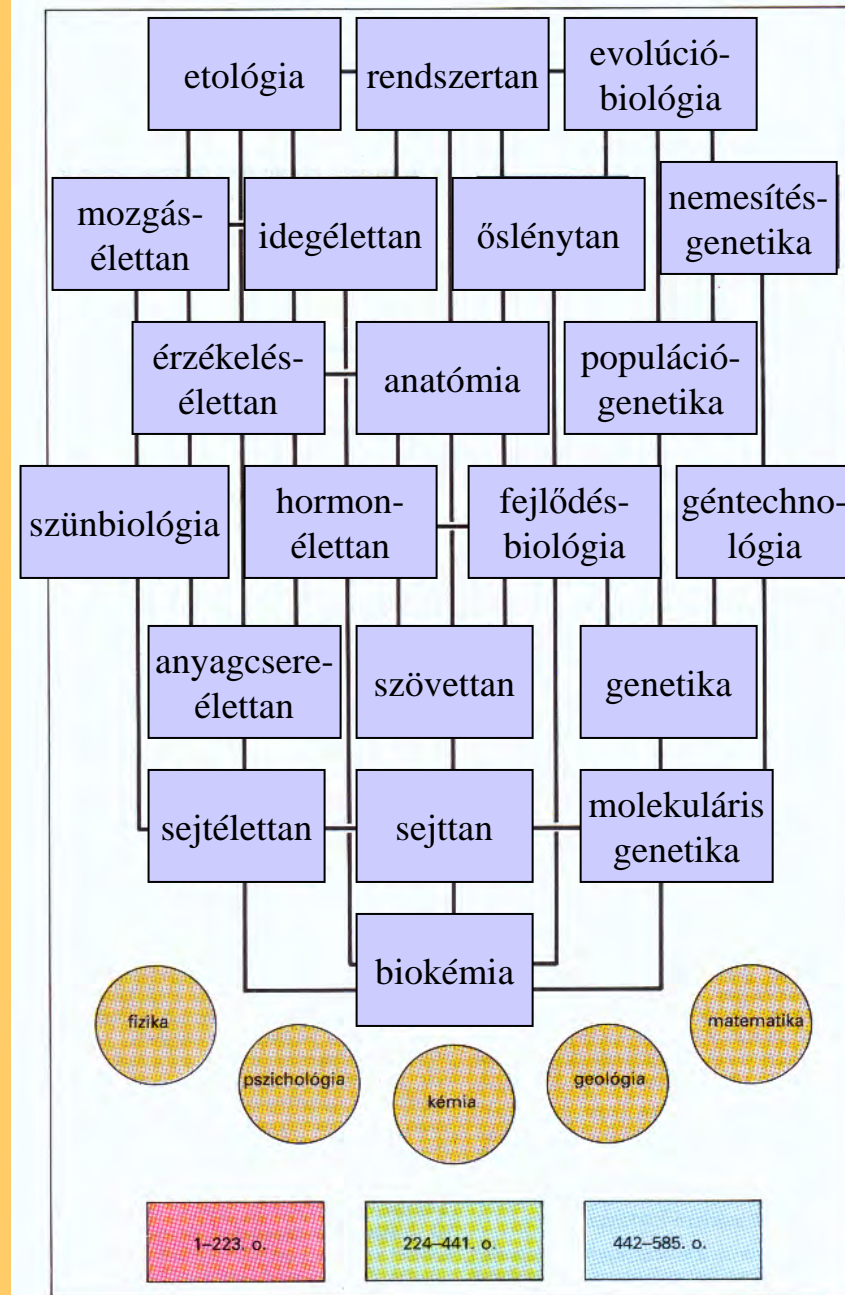
Különböző alakú kloroplasztiszok algáknál



A mitokondrium



A biológia résztudományai



Szerveződési szintek



Az élőlények megjelenési formái

A rendszerezés szükségessége és
lehetőségei

A rendszerezésnek két formája van

- **Mesterséges** – amikor önkényesen választott tulajdonságok alapján történik
- **Fejlődéstörténeti** – a rokonsági kapcsolatokon és a származáson alapszik

Linné (1707-1779)- mesterséges rendszere

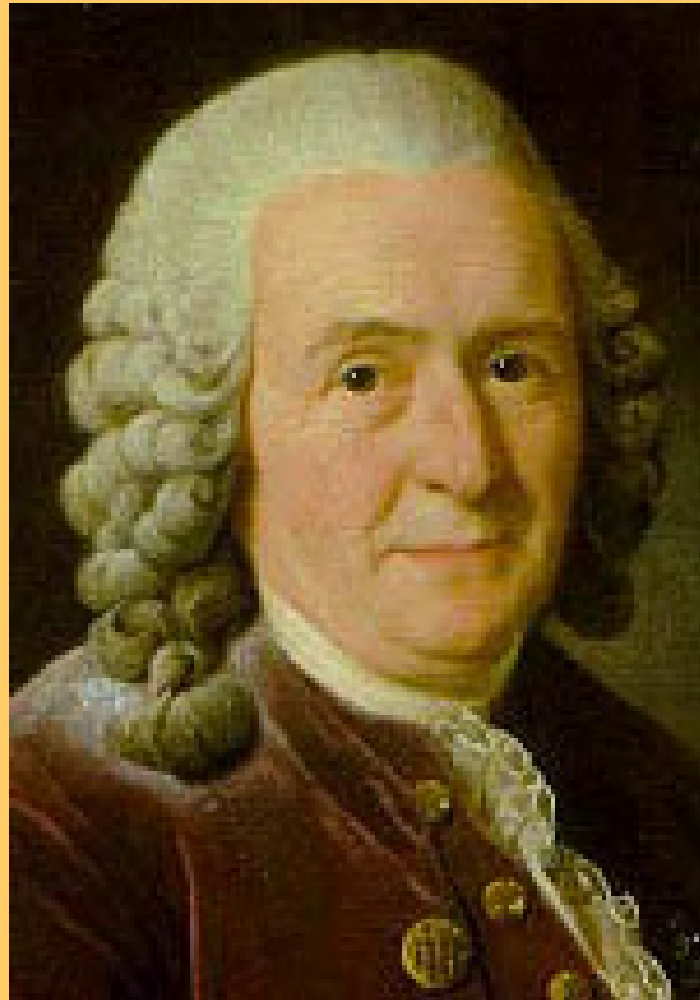
Systema Naturae (1735)

Species Plantarum (1753) – 8500 növényfaj

Linné a fajok állandóságát hirdeti

A származástan gondolata: Lamarck, Darwin, Wallace

Carl von Linné (1707-1778)



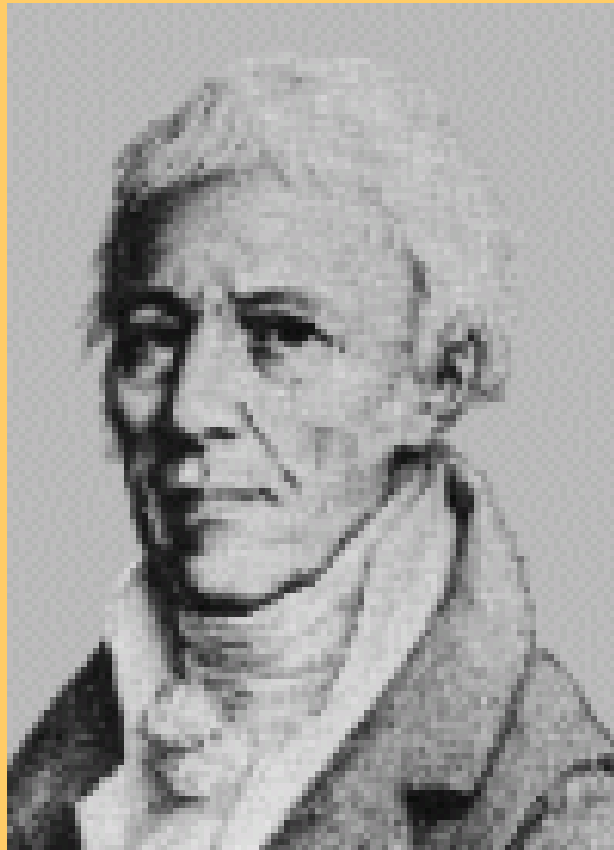
Carl von Linné (1707-1778)

- Svédországban született. Természettudós, egyetemi tanár. A természet leírásával, rendszerezésével foglalkozott.
- Systema Naturae (1735) című munkájában rendszerezte az addig ismert összes növényt, állatot és ásványt.
- Rendszerezésének egységei: osztály, rend, nem, faj, változat.
- A növényvilágot huszonnégy osztályba sorolta a porzók száma, megjelenése és a bibék száma szerint. Ezek önkényesen kiragadott morfológiai bélyegek voltak.

Carl von Linné (1707-1778)

- Ebből láthatjuk, hogy ez a rendszer mesterséges, szemben a mai törzsfejlődési rendszerekkel.
- Species Plantarum című művében (1753) használta először helyesen a növények kettős elnevezését (binominális nómenklatúra), külön nevet adva a nemnek és a fajnak.
- Idealista felfogását példázza Philosophia botanica című munkája. Ebben a művében a fajok állandóságát hirdeti.

Jean-Baptist Lamarck (1744-1829)



Jean-Baptist Lamarck (1744-1829)

- Az első tudományos evolúció elmélet megalkotója.
- Lamarck nézeteit, amelyet a Természet filozófiája c. művében fejtett ki, sokszor, sokan kigúnyolták és félremagyarázták.
- Az első tudományos szempontból fajsúlyos evolúciós elméletet Lamarck dolgozta ki.

Jean-Baptist Lamarck (1744-1829)

- Lamarck többekkel együtt állította, hogy a fajok mindig is léteztek, új volt azonban az az elképzelése, hogy a fajok az időben nem változatlanok, hanem fejlődnek. Négy törvényben foglalta össze az evolúciós változások feltételezett alapjait:
 1. Az életerő a test, és annak részeinek növekedésének irányába hat
 2. Az új igényeknek megfelelően új szervek keletkezhetnek a testben
 3. A szervek a használatukkal arányosan fejlődnek
 4. A szervekben bekövetkező változások átadódnak az állat utódaiba.
- A négy "törvényt" mai szemmel tekinthetjük zseniális sejtésnek, vagy akár misztikus zagyvaságnak is. A mai tankönyvek, éppúgy mint kortársainak zöme ez utóbbi nézetet képviselték és Lamarck sohasem nyerte el tudós kollégáinak megbecsülését.
- Szegényen, elszigeteltségben halt meg.

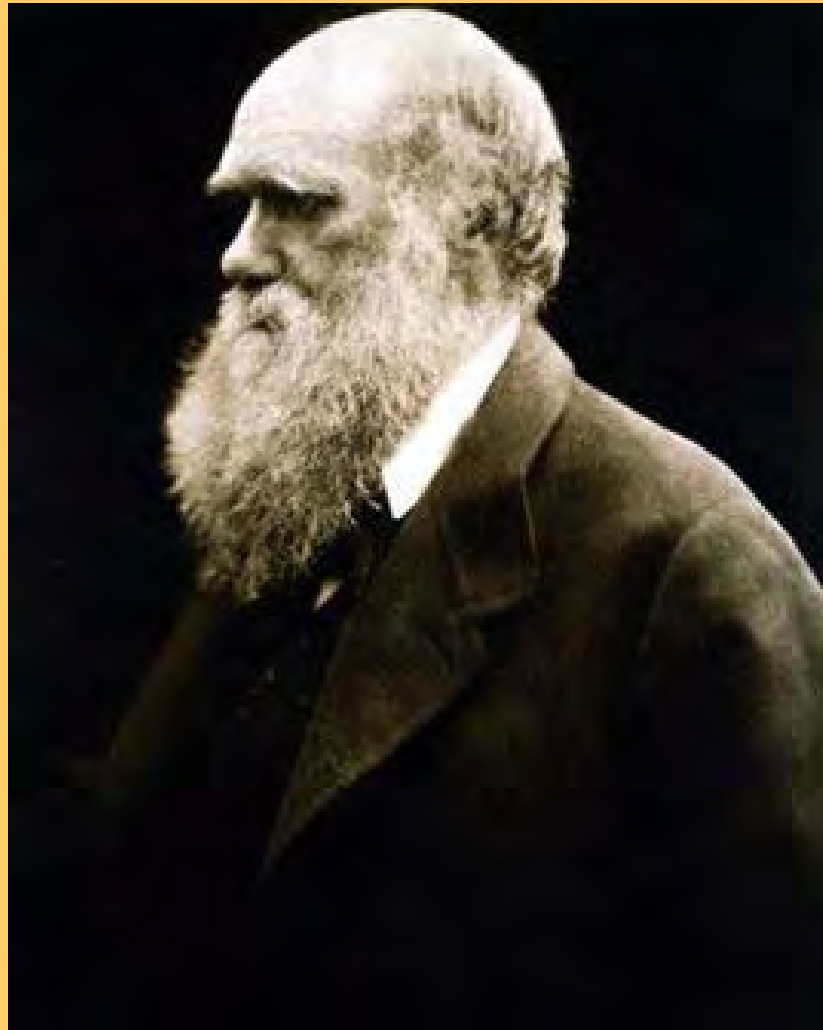
Jean-Baptist Lamarck (1744-1829)

- Lamarck sokoldalú tudós volt, a zoológián kívül kémiával és meteorológiával is foglalkozott.
- Meteorológiai előrejelzéseit 1799-től minden év elején közzétette. Amint ma a superszámítógépek korában sincs tökéletes előrejelzés, kétszáz évvel ezelőtt szinte lehetetlen volt megbízhatóan jósolni az időjárást.
- Lamarck rendszeresen híressé vált tévedéseiről.
- Amikor az evolúciós elméletét kifejtő művét, a Philosophie Zoologique-et 1809-ben Napóleonnak ajánlotta, a császár át sem vette, mert azt hitte, hogy a kötet újabb időjárás erőjelzéseket tartalmaz.

Darwin (1809-1882) és Wallace (1823-1913)

- Az első, tudományos szempontból alapjaiban máig nem cáfolt evolúciós elméletet egymástól függetlenül Darwin és Wallace alkotta meg.
- Darwin ismerte és sokáig el is fogadta Lamarck elméletét, de nem találta kielégítőnek.
- Darwin a világkörüli útján (1832-1837) kiváló megfigyelőként számtalan faj esetében figyelte meg a környezethez való alkalmazkodás példáit.
- Ilyen nagy változatosságra véleménye szerint sem a fajokat a tökéletesedés felé hajtó "belső erő", sem a használat közbeni alkalmazkodás átörökítésének elve nem magyarázhatott.

Charles Robert Darwin (1809-1882)



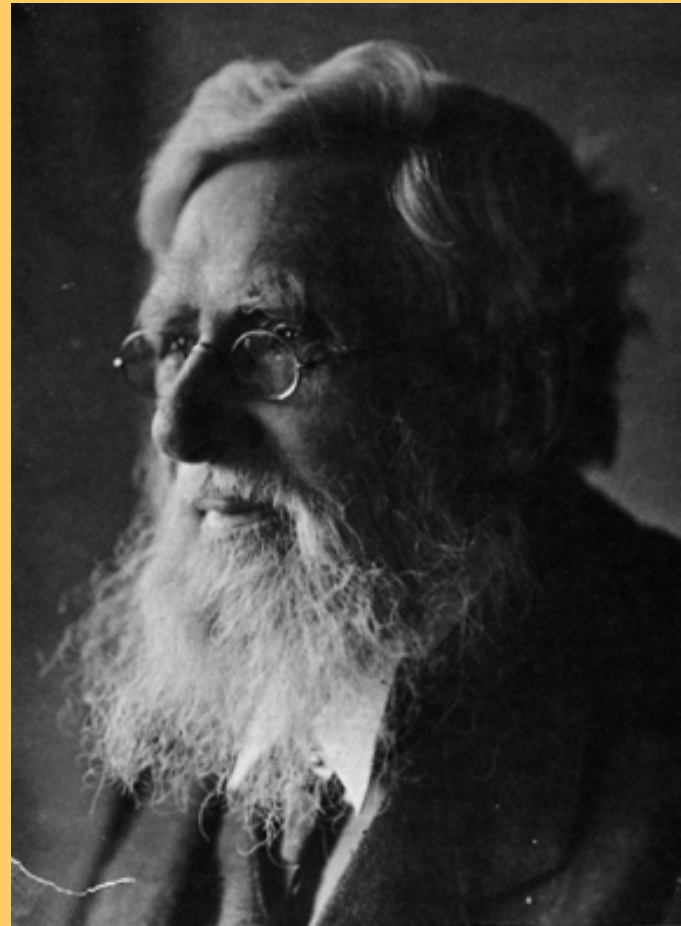
Charles Robert Darwin (1809-1882)

- Darwin evolúciós kiválasztódás elmélete azt mondja ki, hogy vannak olyan fajok, amelyek véletlenszerűen jelennek meg, azonban kimondja azt is, hogy csak azok a változatok voltak képesek a túlélésre, amelyek a legjobban tudtak alkalmazkodni a környezethez és a környezeti hatásokhoz. Az elméleteit 1859-ben egy könyvben foglalta össze, amelynek rövid és közismert címe "A fajok eredete".

Alfred Russel Wallace (1823-1913)

- Darwin már húsz éve foglalkozott az evolúciós elmélettel: megfigyeléseket végzett, adatokat gyűjtött másoktól, ellenőrizte ezeket és beillesztette elméletébe, amikor levelet kapott **Alfred Russel Wallace** zoológustól, aki az evolúciót illetően az övéhez hasonló következtetésekre jutott. Az elméletről egy időben, 1858-ban tartottak előadást a Londoni Linné Társaságban. Addigra azonban Darwin már javában dolgozott az elmélet "rövid" összefoglalóján, ami ma is a biológia klasszikus művének számít: A fajok eredetéről című munkája 1858-ban jelent meg.

Alfred Russel Wallace (1823-1913)



Alfred Russel Wallace (1823-1913)

- Alfred Russel Wallace a korszerű evolúció elmélet egyik megalkotója.
- Az evolúció elmélet szempontjából legfontosabb műve: On the Law which has Regulated the Introduction of New Species.

Rendszertani egységek

- Alapegység a **faj (species)**

Egy fajba azoknak az élőlényeknek a populációi tartoznak, amelyek közös származásúak, más faji minőségű populáció csoportoktól jól megkülönböztethetők, egyedeik pedig külső alakjukban és belső felépítésükben hasonlóak egymáshoz, és képesek egymással párosodva termékeny utódok létrehozására.

A ma ismert fajok száma

- Növényfajok: **0,5** millió
- Állatfajok: **1,3** millió (de a valós szám akár 5, 15, 30 sőt az 50 milliót is elérheti!)

E számok az általunk ismert, leírt fajok számát mutatják.

- Linné a fajokat kettős latin névvel látta el – ezt nevezzük bináris nómenklatúrának

- Linné óta az élőlények tudományos neve a nemzetségnévből és a fajnévből áll, pl.
- *Nymphaea alba* - fehér tündérrózsa
- *Lacerta viridis* - zöld gyík
- A rendszerezés során azokat a fajokat, amelyek sok rokon vonást mutatnak egy nemzetségbe (**genus**), a rokon nemzetségeket egy családba (**familia**) soroljuk. A közös származású családok alkotják a rendet (**ordo**), majd a rokon rendek az osztályt (**classis**). Az egységes fejlődéstörténeti osztályok törzset (**phylum**) alkotnak. A törzsek képezik az országot (**regnum**).

Példa a rendszertani besorolásra

- Ország (regnum) Növények országa (Regnum plantarum)
- Törzs (phylum) Zárvatermők (Angiospermmatophyta)
- Osztály (classis) Kétszikűek (Dicotyledonopsida)
- Rend (ordo) Hüvelyesek (Fabales)
- Család (familia) Pillangósvirágúak (Fabaceae)
- Nem (genus) Herék (Trifolium)
- Faj (species) Réti here (*Trifolium pratense*)

Létezik tagoltabb rendszerezés is (másod-, harmad- sőt negyedrendű) kategóriákkal (pl. másodrendű: alosztály - subclassis)

Faj alatti: alfaj (**subspecies**) változat (**varietas**) sőt a legkisebb az **aberratio** (forma – növényrendszertanban, eltérés – állatrendszertanban)

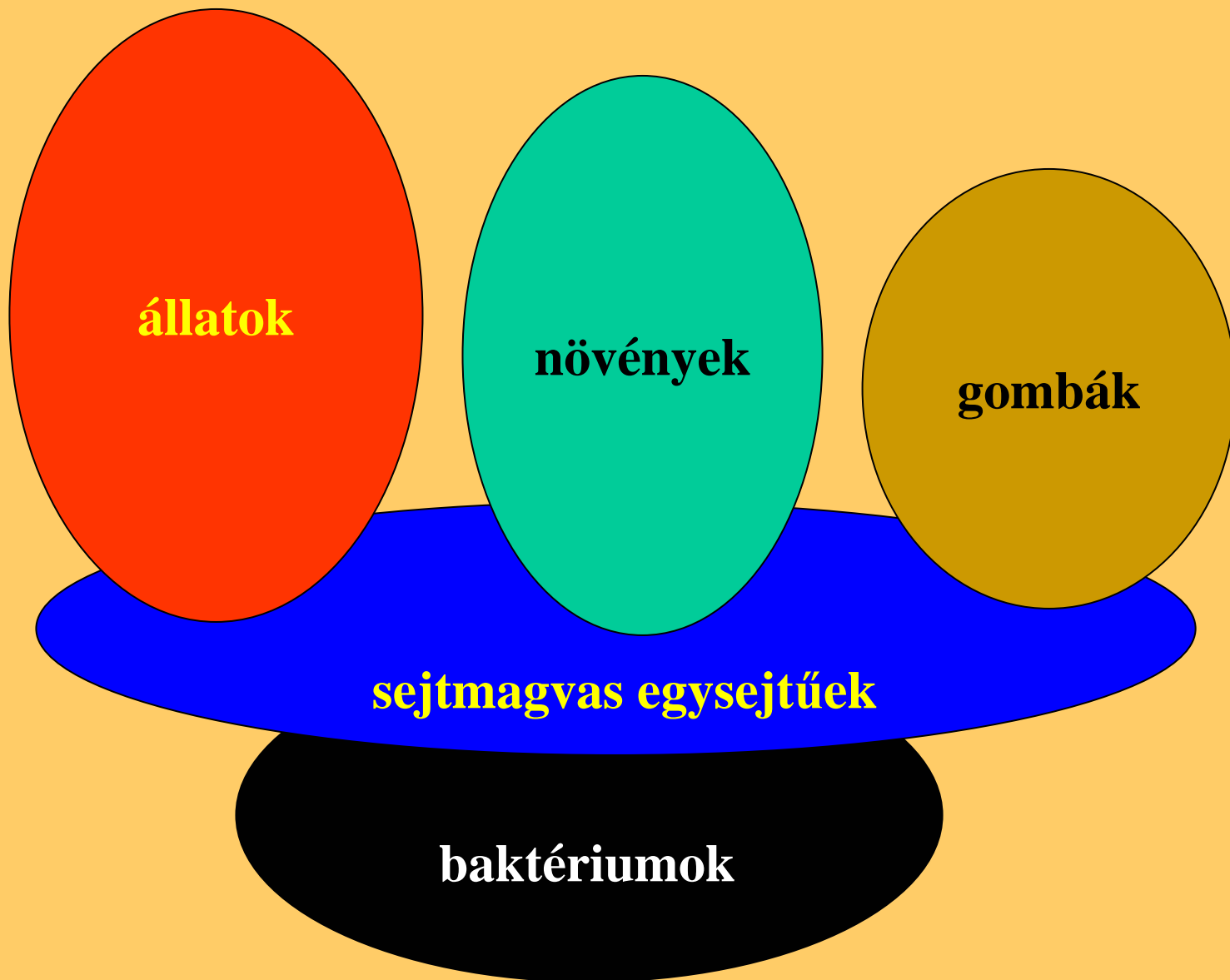
A fajták

- Az ember által különböző termesztési, tenyésztési és nemesítési eljárásokkal jöttek létre.
- Rendszertanilag a változatokkal (varietas) egyeznek meg.
- A mai ember (*Homo sapiens sapiens*) rendszerezésénél alkalmazott elnevezés a földrajzi rassz vagy nagyrassz elnevezés az **alfajnak** felel meg, a rassz pedig a **fajtával** azonos értékű.

A fejlődéstörténeti rendszerezés

- Leggyakrabban két országról beszélnek:
 - Növények országa (Regnum plantarum)
 - Állatok országa (Regnum animale)
- Whittaker azonban rokonségi kapcsolatok alapján osztotta fel az élővilágot 5 országra:
 1. Monerea (prokarióta egysejtűek országa - baktériumok)
 2. Protista (eukarióta egysejtűek országa - sejtmagvasok)
 3. Növények országa
 4. Gombák országa
 5. Állatok országa

Az élőlények felosztása



Két királyságtól háromig

- A rendszertan a biológia ABC-je. Ez könnyíti meg, hogy tájékozódni tudjunk az élővilágban, pontosan meghatározhassuk, mi az, amit vizsgálunk, amiről beszélünk. Azonban fontos leszögeznünk, hogy a rendszertan emberi alkotmány, mindazok a kategóriák, melyeket használ (nemzetség, család, törzs, sokak szerint a faj is) a természetben nem léteznek. **Az élőlények a természetben populációkban és életközösségekben vannak, nem rendszertani egységekben.** Mégis nagy szükségünk van erre a rendezésre, hogy tudományos igényvel vizsgálhassuk az élet különféle formáit. Az évszázadok során nem csak egy élőlény helye változott a rendszertanban, egész csoportokat választottak szét, vagy olvasztottak egybe a rendszertannal foglalkozó tudósok, a taxonómusok. Nem kímélték a legnagyobb csoportokat, a királyságokat sem. Ezek változását mutatja be az alábbi animációkon:

Linné rendszere

- Az első nagy rendszerező Carl Linné nem csak a kettős nevezéktant alkotta meg, ő hozta létre az élővilág legnagyobb csoportjait, a királyságokat is. Művében az állatok királyságát (*regnum animalae*) és a növényekét (*regnum plantae*) különítette el. A felosztás egyszerű volt, ami mozog, az állat, ami zöld, vagy nagyon egyhelyben van, az növény. Természetesen akadtak már ekkor is olyan élőlények (kiváltképp a zöldszemes ostoros egysejtű), amik rámutattak a beosztás hibáira, de a semminél ez a rendszer is jobb volt.

A rendszerezés fejlődéstörténete



Owen rendszere

- 1858-ban az angol **Sir Richard Owen** külön királyságot hozott létre az egysejtű élőlényeknek, véleménye szerint ezek annyira különböznek mind a növényektől, mind az állatoktól, hogy saját csoportot érdemelnek.
- Owen Protozoa névre keresztelte a csoportot, amit 1860-ban **John Hogg** Proctocsta-ra változtatott, mivel a *zoa* az állatokra utal, pedig pont az lenne a lényeg, hogy ezek nem állatok. Ebbe a királyságba kerültek a heterotróf egysejtűek és az egysejtű algák, valamint a szivacsok, a gombák és a többsejtű algák maradtak a növények között.

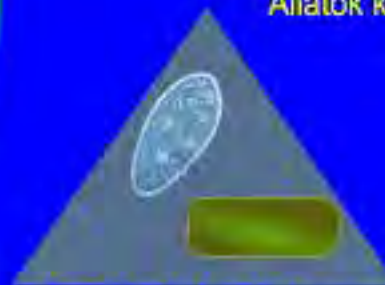
Owen 1858



Növények királysága



Állatok királysága



Egysejtűek királysága

Háromból négy királyság

- Darwin nagy német követője, **Ernst Haeckel** 1866-ban már fejlődéstörténeti alapon próbált rendszerezni. Kiterjesztette az egysejtűek csoportját és azokat az élőlényeket sorolta ide, melyek véleménye szerint alacsonyabb fejlettséget jelentenek. Így kerültek ide a gombák, zuzmók, kékalgák is a már megszokottak mellé.

Haeckel 1866



Növények királysága



Állatok királysága



Egysejtűek királysága

Haeckel átgondolta rendszerét

- Évekkel később Haeckel mégis úgy határozott, hogy a Protista királyságba csak egysejtű élőlények kerüljenek, így a gombák, a zuzmók és a többsejtű algák visszakerültek a növények közé, a szivacsok pedig az állatokhoz.

Haeckel 1905



Növények királysága



Állatok királysága



Egysejtűek királysága

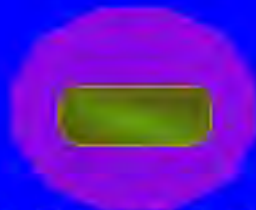
Copeland megalkotja a baktériumok királyságát

- A következő évtizedekben számos lényeges felfedezés történt, de ezek nem érintették a királyságokat. A francia **Edouard Chatton** már 1925 felosztotta a Protista királyságot eukariótákra és prokariótákra, majd egy 1937-es írásában azt is megjegyezte, hogy a növények és állatok praktikusán szintén eukariótáknak tekinthetők, de nem alkotott új királyságokat ezen az alapon. Az amerikai **Herbert Copeland** hasonló elvek alapján alkotja meg a baktériumok királyságát (*Monera*) 1956-ban. Ebbe a csoportba a baktériumok és kékalgák kerültek, ez utóbbiakat innétől már kékbaktériumoknak nevezik.

Copeland 1956



Növények királysága



Baktériumok királysága



Állatok királysága



Egysejtűek királysága

Megjelennek a birodalmak

- A szintén amerikai **Robert Whittaker**, noha elsősorban ökológiával foglalkozott, mégis nagyon jelentősen járult hozzá a rendszertanhoz.
- Rámutatott, hogy a gombák sem az egysejtűek közé nem helyezhetők (hiszen soksejtűek), sem a növények közé (hiszen heterotrófok, ebből látszik, hogy ökológusként gondolkodott). Ezért új királyságot hoz létre nekik (*Fungi*).

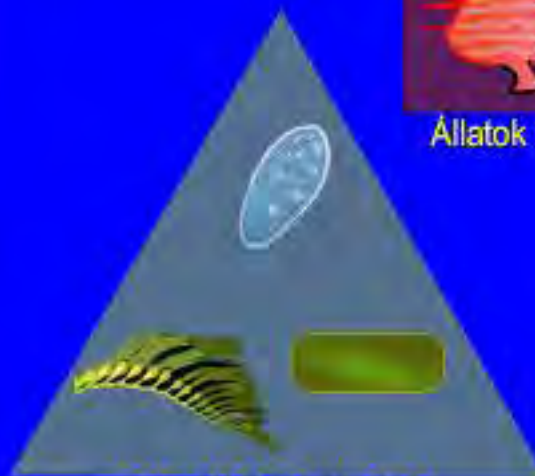
Whittaker 1969



Növények királysága



Gombák királysága



Egysejtűek királysága



Állatok királysága

Tom Cavalier-Smith megoldása

- Mindeközben az angol **Tom Cavalier-Smith** megpróbált egy huszáros vágással rendet termetni a királyságok között. 1978-ban közölt rendszerében létrehozott két, a királyságnál is nagyobb egységet. A prokarióták birodalmába kerültek a baktériumok, az eukarióták birodalmába az egysejtű eukarióták, a gombák, az állatok és a növények.
- A középiskolai tankönyvekben leggyakrabban ezzel, az öt királyság-elmélettel találkozhatunk.

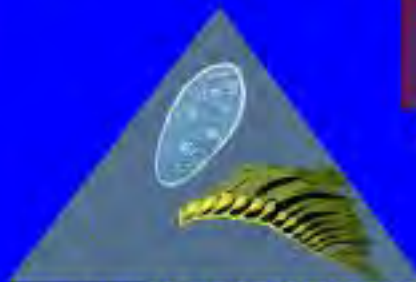
Cavalier-Smith 1978



Növények királysága



Gombák királysága



Egysejtűek királysága



Állatok királysága



Prokarióták birodalma

Eukarióták birodalma

Ahogy most állunk!

- Amikor már rendeződni látszott minden, egy új felfedezés alapjaiban forgatta fel a rendszert.
- **Carl Woese** 1977-ben fedezte fel, hogy a korábban egységes csoportnak hitt baktériumok között találhatóak olyanok, melyek mind anyagcseréjükben, mind sejthártyájuk felépítésében alapvetően eltérnek a többi baktériumtól.
- Ezek a mikroorganizmusok a mélytengeri vulkánoknál, a földkéregben, forró savas tócsákban vagy különösen sós vizekben tenyésznek vígan.
- Életmódjuk alapján extremofileknek nevezik őket, mivel extrém életkörülményeket kedvelnek. Ezek a körülmények nagyban hasonlítanak arra, ami a Földön lehetett hárommilliárd évvel ezelőtt, ezért a csoportot ősbaktériumoknak nevezték el.
- Mostantól tehát a prokarióták birodalma is két királysággal büszkélkedhetett, az ős- és a valódi baktériumokéval.

Woese 1977



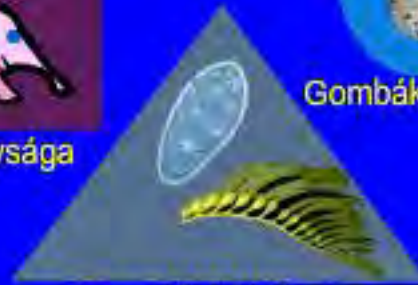
Növények királysága



Állatok királysága

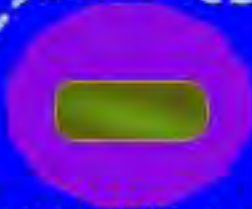


Gombák királysága

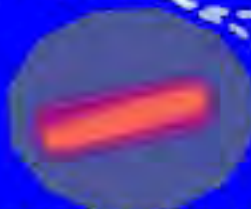


Egysejtűek királysága

**Eukarióták
birodalma**



Valódi baktériumok
királysága



Ősbaktériumok királysága

**Prokarióták
birodalma**

Cavalier-Smith újabb királysága

- Természetesen az eukarióták háza táján sem volt rendben minden, itt is akadt renitens csoport.
- A többsejtű algák között bőven vannak olyanok (főleg a barna algák között), amiket jó szívvel egyik királyságba sem helyezhetünk el. Egyértelműen soksejtűek és differenciált szervekkel rendelkeznek, tehát az egysejtű eukarióták között semmi keresnivalójuk. Másfelől viszont nem a növényeknél megszokott színanyagokat tartalmazzák és a szintestjeik nagyon különbözőek a növényekétől.
- A probléma megoldására hozta létre Cavalier-Smith 1981-ben az algák királyságát (*Chromista*) az eukarióták birodalmán belül. Ebbe a csoportba kerültek a barna algák és néhány vörös alga is.

Gavalier-Smith 1981



Növények királysága



Állatok királysága



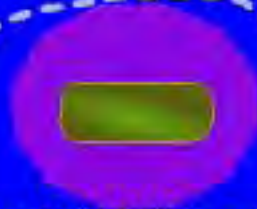
Egysejtűek
királysága



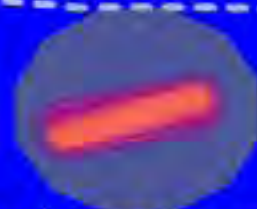
Gombák
királysága



Algák királysága



Valódi baktériumok
királysága



Ősbaktériumok királysága

**Eukarióták
birodalma**

**Prokarióták
birodalma**

- A 80-as évek végétől a molekuláris biológia fejlődésével új lehetőségek nyíltak a rendszertani kapcsolatok elemzésére.
- A DNS-szekvenálással új távlatok nyíltak meg. Ez vezetett ahhoz a felismeréshez, hogy az ősbaktériumok genetikai értelemben távol állnak a valódik baktériumoktól, sőt bizonyos tekintetben közelebbi rokonai az eukariótáknak.
- Enek hatására hozott létre **Woese** 1990-ben új birodalmat a korábban ősbaktériumoknak nevezett csoportnak. A csoport nevéből törölték a baktériumokra történő utalást, így lett a neve egyszerűen *Archea* (magyar megfelelője nincs). Ezzel a birodalmak száma háromra gyarapodott.

Woese 1990



Növények királysága



Állatok királysága



Egysejtűek
királysága

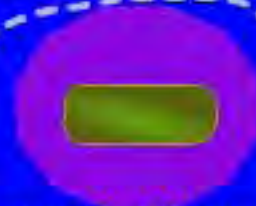


Gombák
királysága

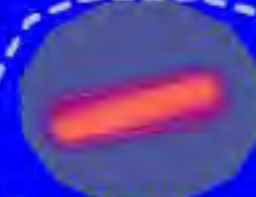


Algák királysága

Prokarióták
birodalma



Valódi baktériumok
királysága



Archeák királysága

Archeák
birodalma

Eukarióták
birodalma

Melyik a jó felosztás?

- A taxonómusok természetesen ezután sem pihennek a babérjaikon. A közelmúltban is történtek érdekes változások a rendszerben.
- Például egy egysejtű törzset (*Choanoflagellata*), melyek megtévesztésig hasonlítanak a szivacsok galléros ostoros sejtjeihez, ma már az állatok királyságába sorolnak egyesek, tehát ebben a királyságban is megjelent egy egysejtű csoport.
- Hasonlóan a zöldalgákat, melyeknek sok faja magányos életet él, a növények királyságába teszik.
- **A rendszertan nem a természet műve, hanem emberi konstrukció**, ne csodálkozzunk tehát azon, ha - ahogy a világról való ismereteink egyre bővülnek - folyamatos változásban van.