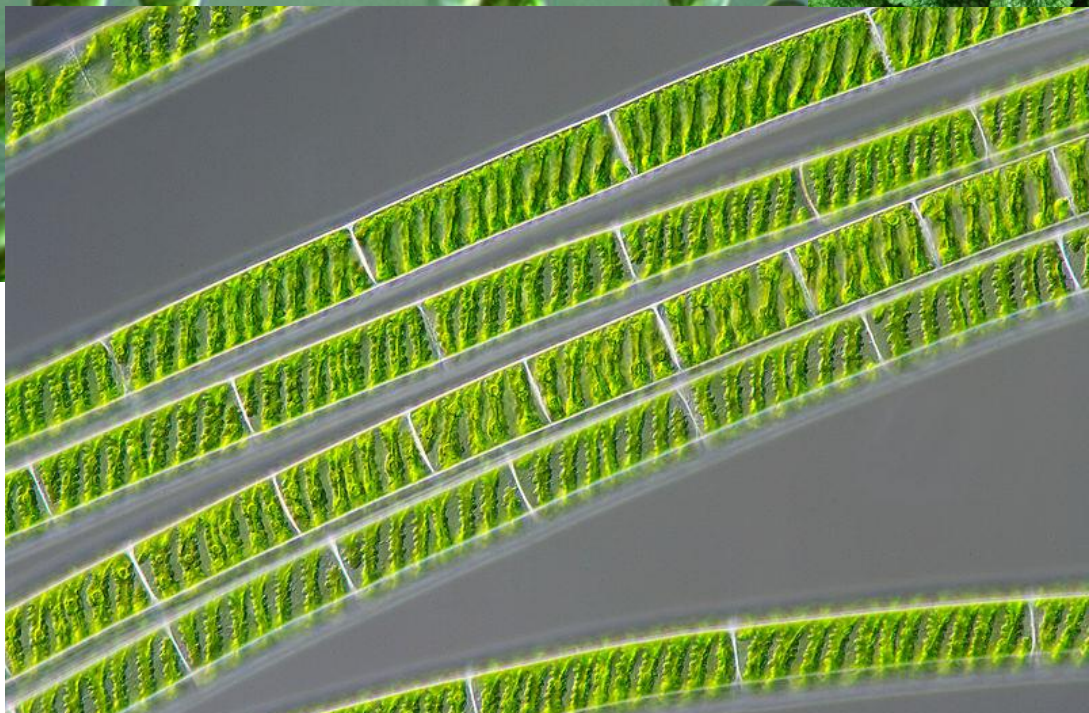
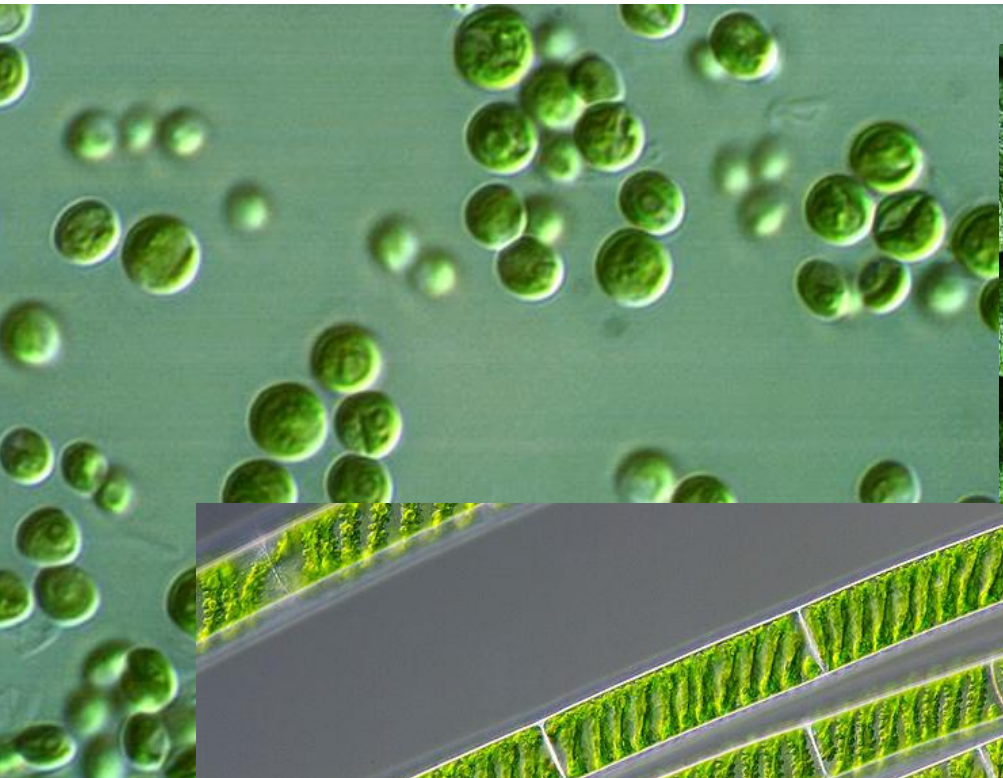


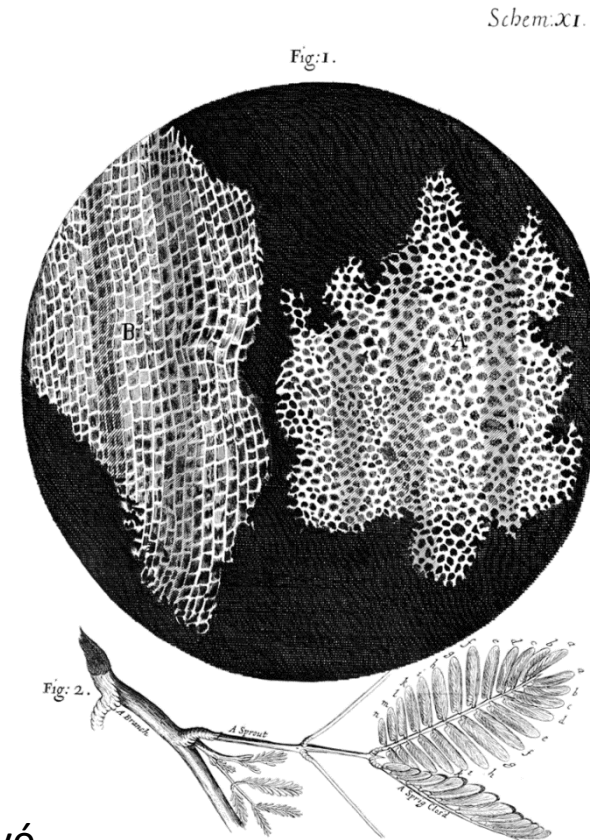
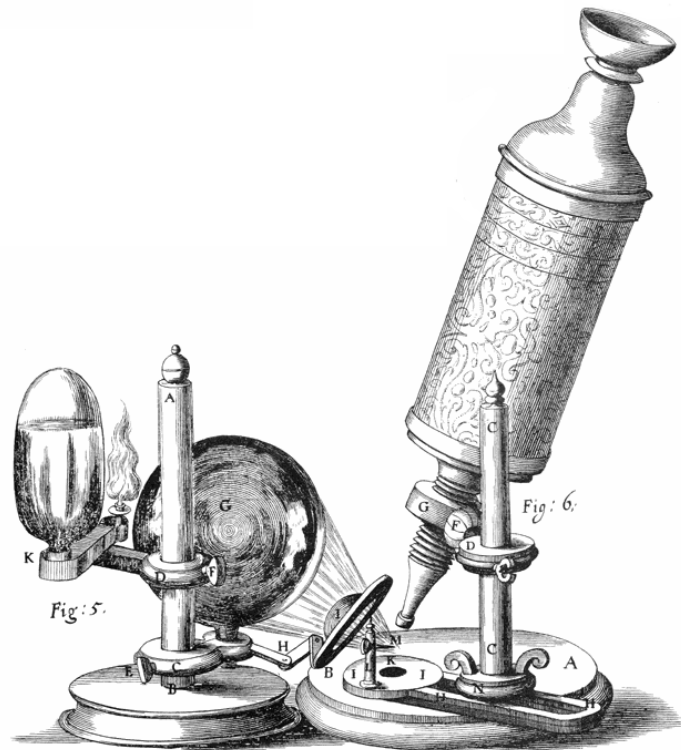
Rostlinná buňka



Buněčná teorie života

Buněčná teorie života (1839):

Buňka je základní strukturní a organizační jednotka všech organismů na planetě Zemi

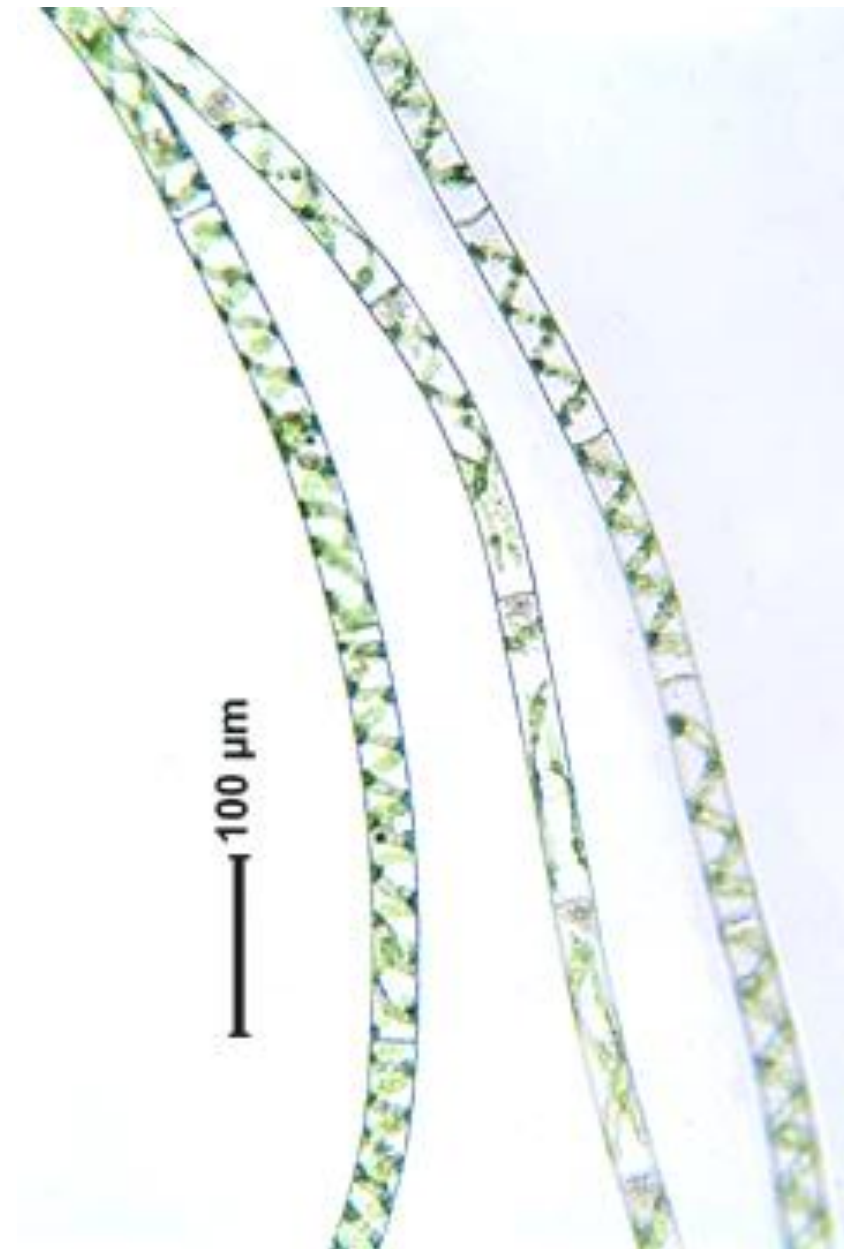


Poprvé pozoroval buňku Robert Hooke (1665), a to v korkové zátce nařezané na velmi tenké plátky.

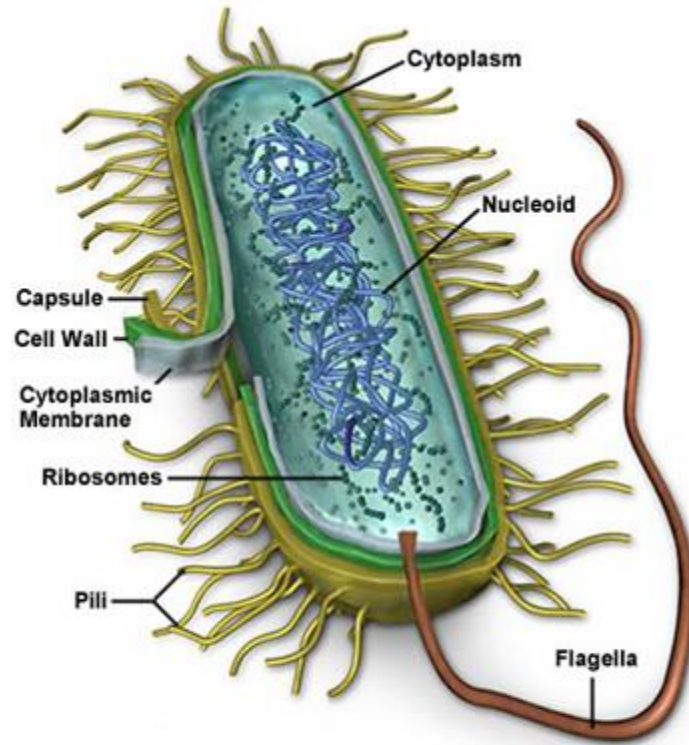
Anthony van Leeuwenhoek (1632-1723)

Mikroskopem své vlastní konstrukce, který zvětšoval až 300x, pozoroval různé objekty ze svého okolí. Prohlásil, že **pohyb je základní vlastností života.**

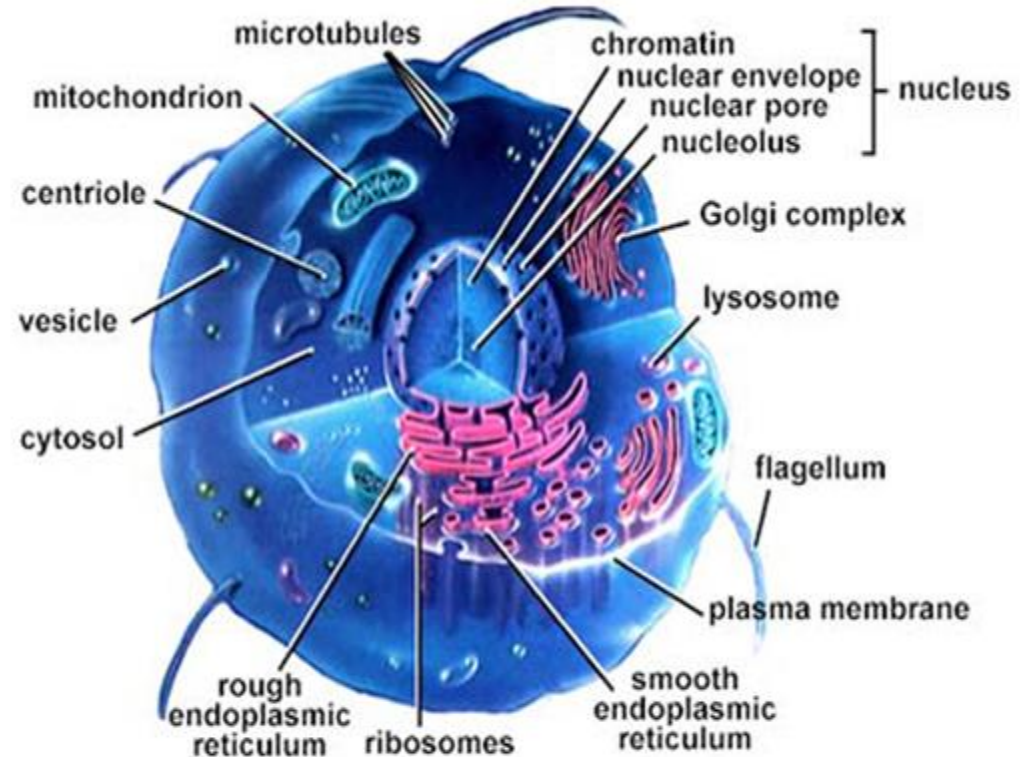
(Mimořádně, poprvé též popsal chloroplast, a to v řase šroubatka).



Prokaryota a eukaryota

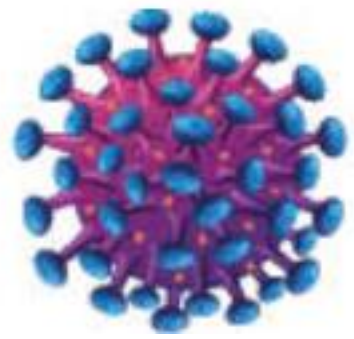


Prokaryotická
buňka (bakterie)



Eukaryotická buňka
(prvoci, houby,
živočichové, rostliny)

- Virální zastávka: co jsou viry? Jsou živé? Odkud přišly?



Viry neodpovídají plně definici živého organismu:

- Nemají buňky (mají jen obal, zpravidla z proteinů, který chrání genetický materiál)
- Nereprodukuje se (nedokáže sami replikovat svou genetickou informaci, ale zneužívají k tomu skutečné buňky) a nerostou
- Nepoužívají a nevytvářejí energii (ATP), nejsou schopny metabolismu

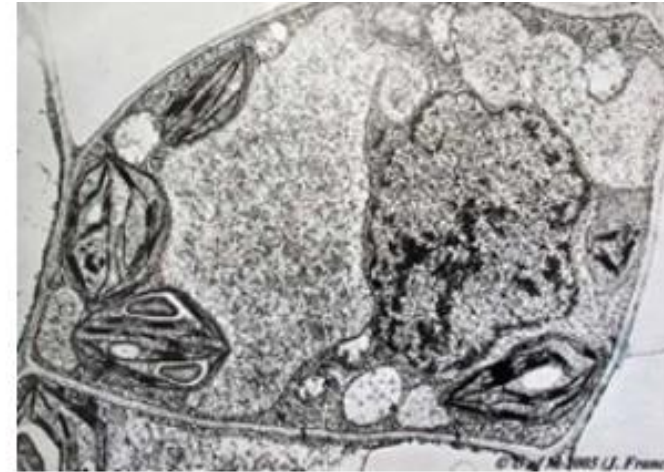


Původ virů:

1. Progresivní hypotéza: Viry vznikly z mobilních genetických elementů (např. retrotranspozonů)
2. Regresivní hypotéza: Viry vznikly ze složitějšího volně žijícího organismu postupnou redukcí na genetický element a proteinový obal, a replikují se parazitováním na buňkách.
3. Hypotéza virus-first: možná viry existovaly před vznikem buněk, a postupně daly vznik buněčným formám života zvyšováním komplexity (membrána).



Eukaryotické buňky jsou mnohem složitější než prokaryotické



Prokaryotic vs. Eukaryotic Cells



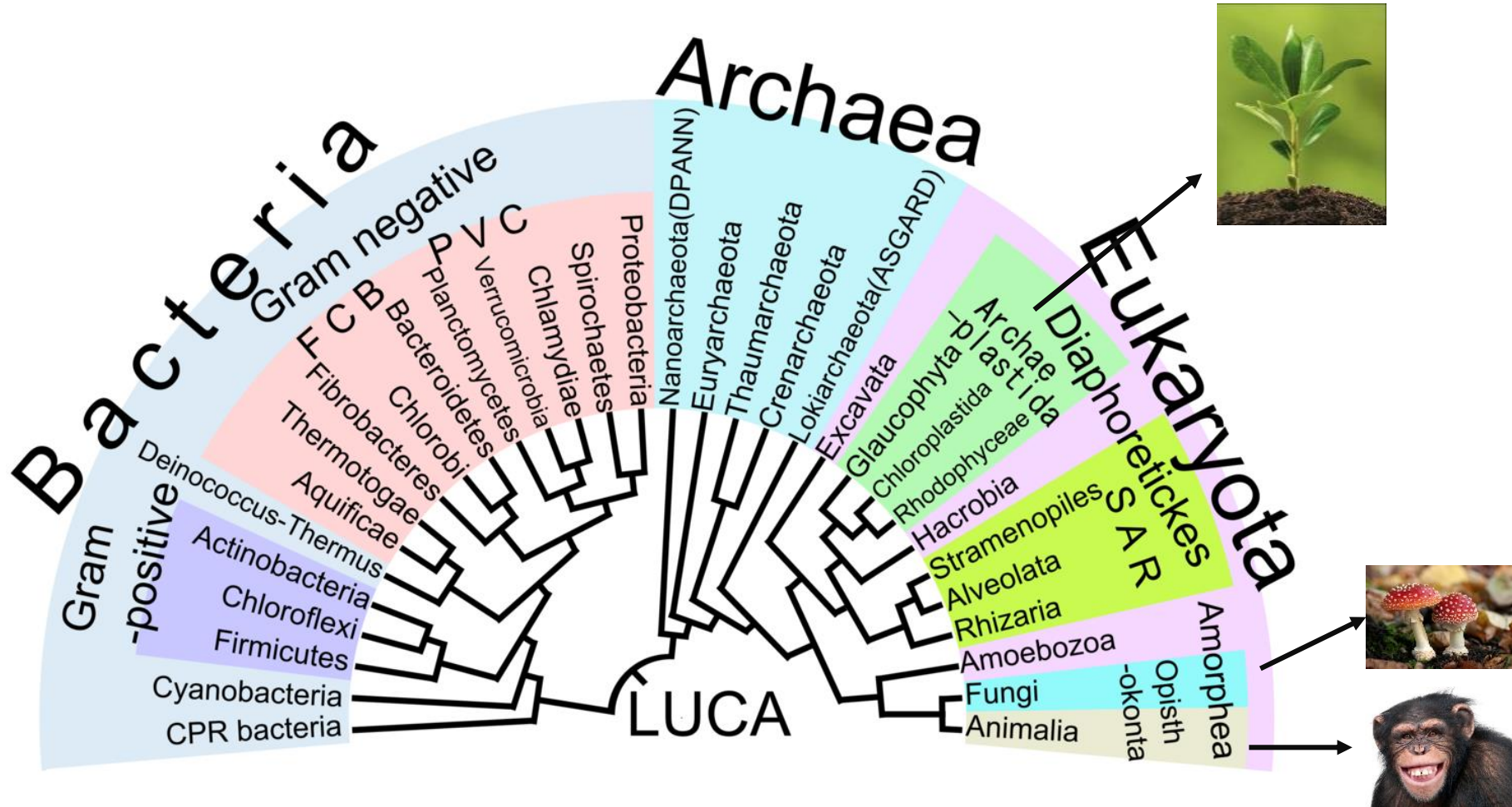
Co mají všechny buňky

1. Buněčná membrána: polopropustná lipidická membrána na povrchu všech živých buněk.
2. DNA: genetický materiál, kódující proteiny a další elementy.
3. Vybavení pro syntézu proteinů.
4. Enzymatické vybavení pro metabolismus – katabolismus a anabolismus.

Co mají navíc eukaryotické buňky

1. Složitou vnitřní strukturu buněk
2. DNA uložena v jádře obaleném jaderným obalem
3. Mohou vytvářet mnohobuněčné organismy

Rostlinné buňky jsou eukaryotické buňky



(LUCA: hypotetický organismus, poslední univerzální společný předek)

Co má rostlinná buňka oproti ostatním eukaryotickým buňkám

(a čím jsou tedy rostliny unikátní?)

Fotosyntézu

Buněčné jádro

Membránové organely:

Endoplazmatické retikulum

Golgiho aparát

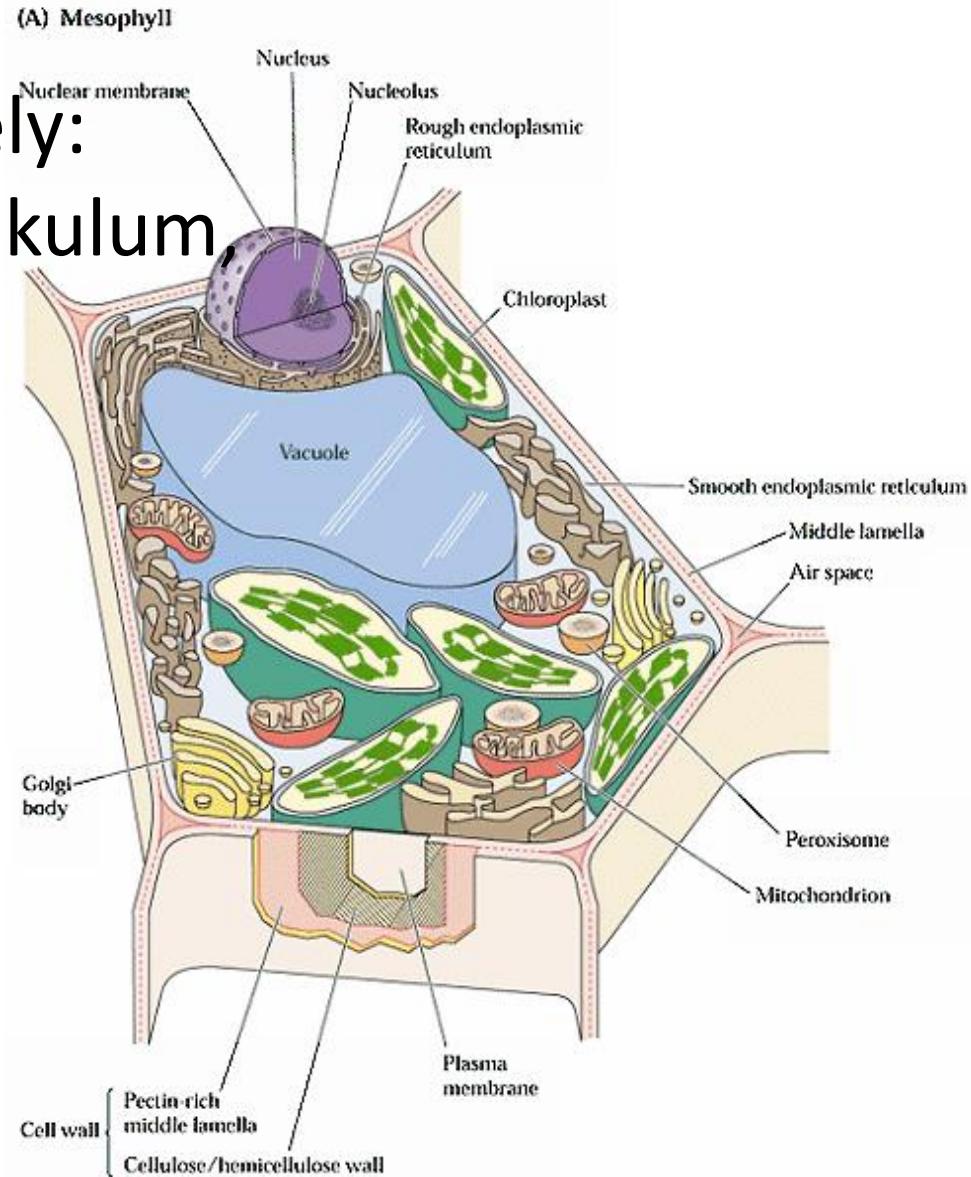
Endozóm

Vakuoly

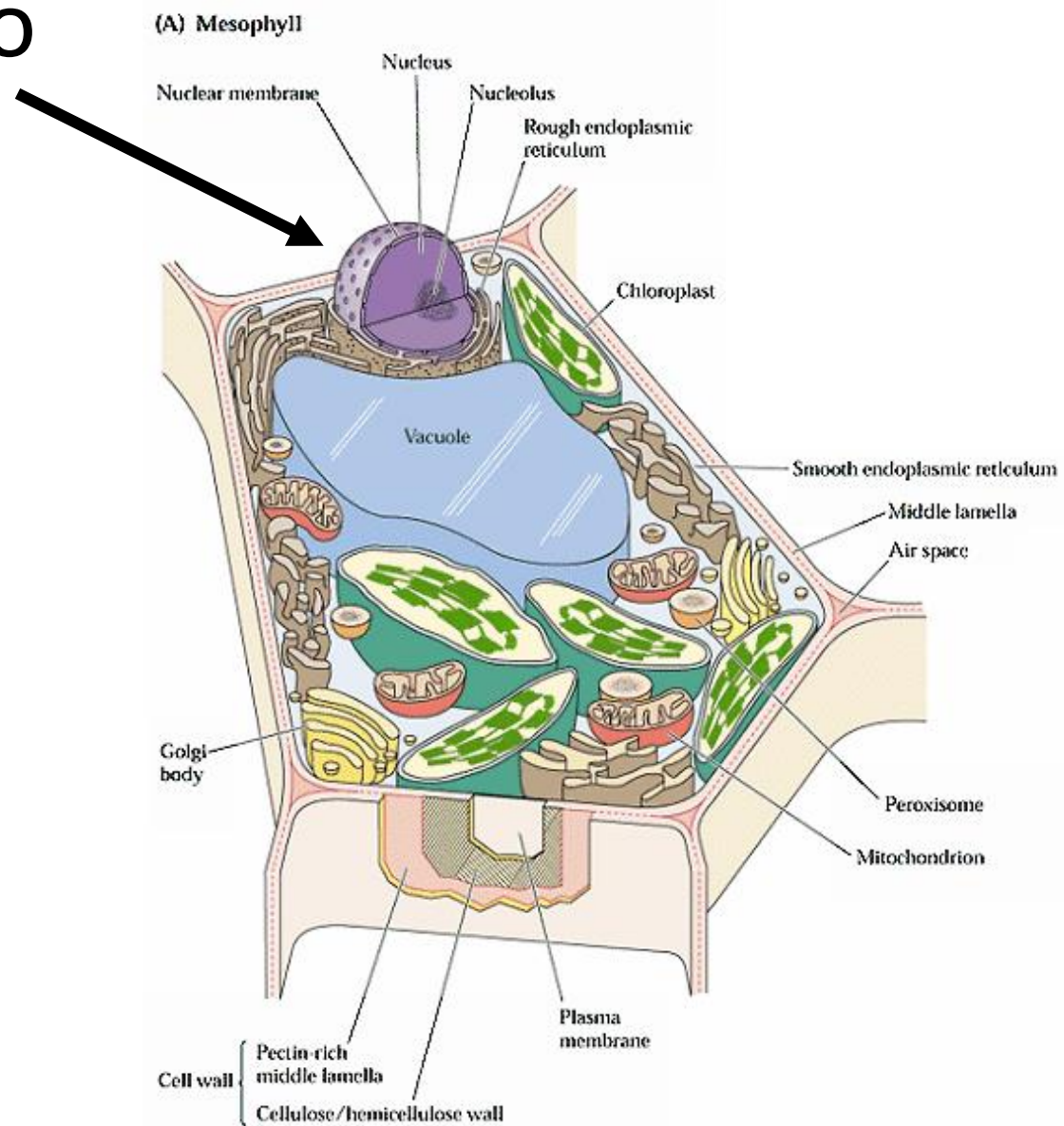
Mitochondrie

Plastidy

Buněčná stěna



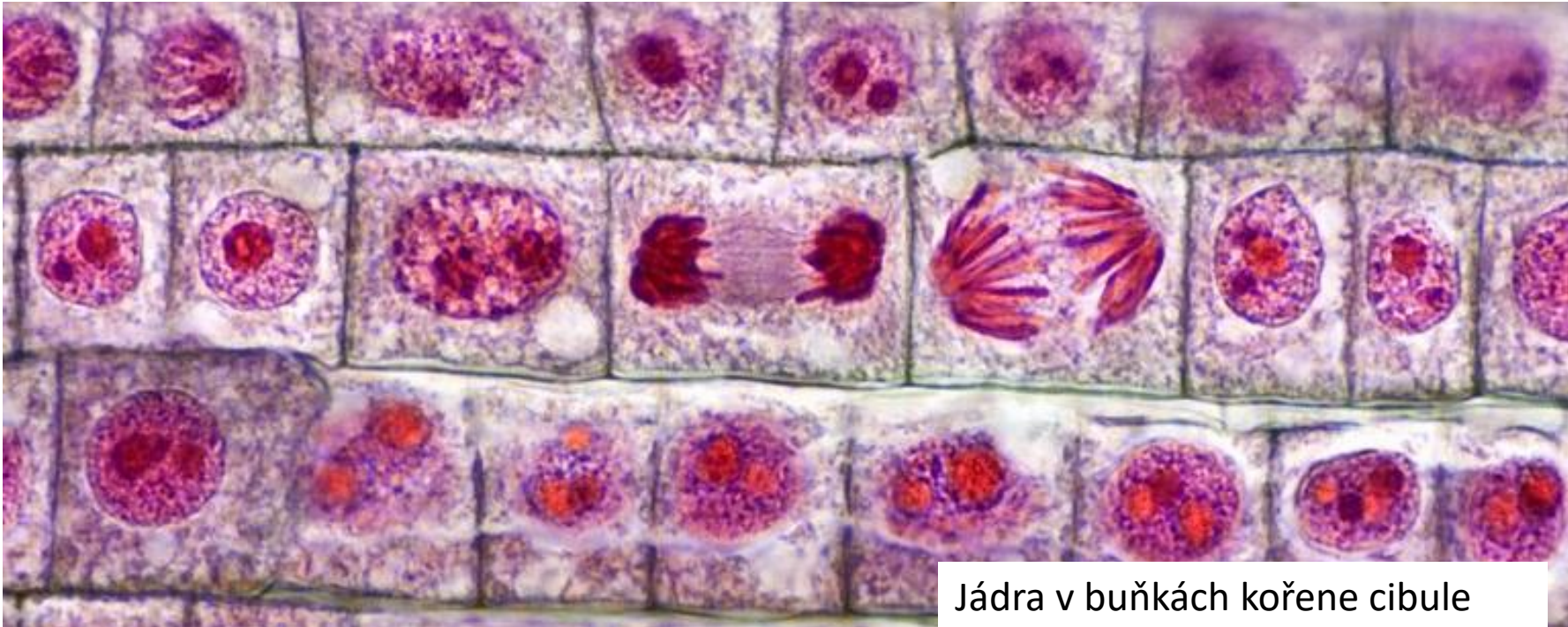
Buněčné jádro



Jádro je místo uložení genetické informace

Funkce jádra:

- Uchování a přenos genetické informace
- Transkripce DNA (syntéza mRNA, tRNA, rRNA)
- Sestřih RNA
- Oprava poškozené DNA



Jádra v buňkách kořene cibule

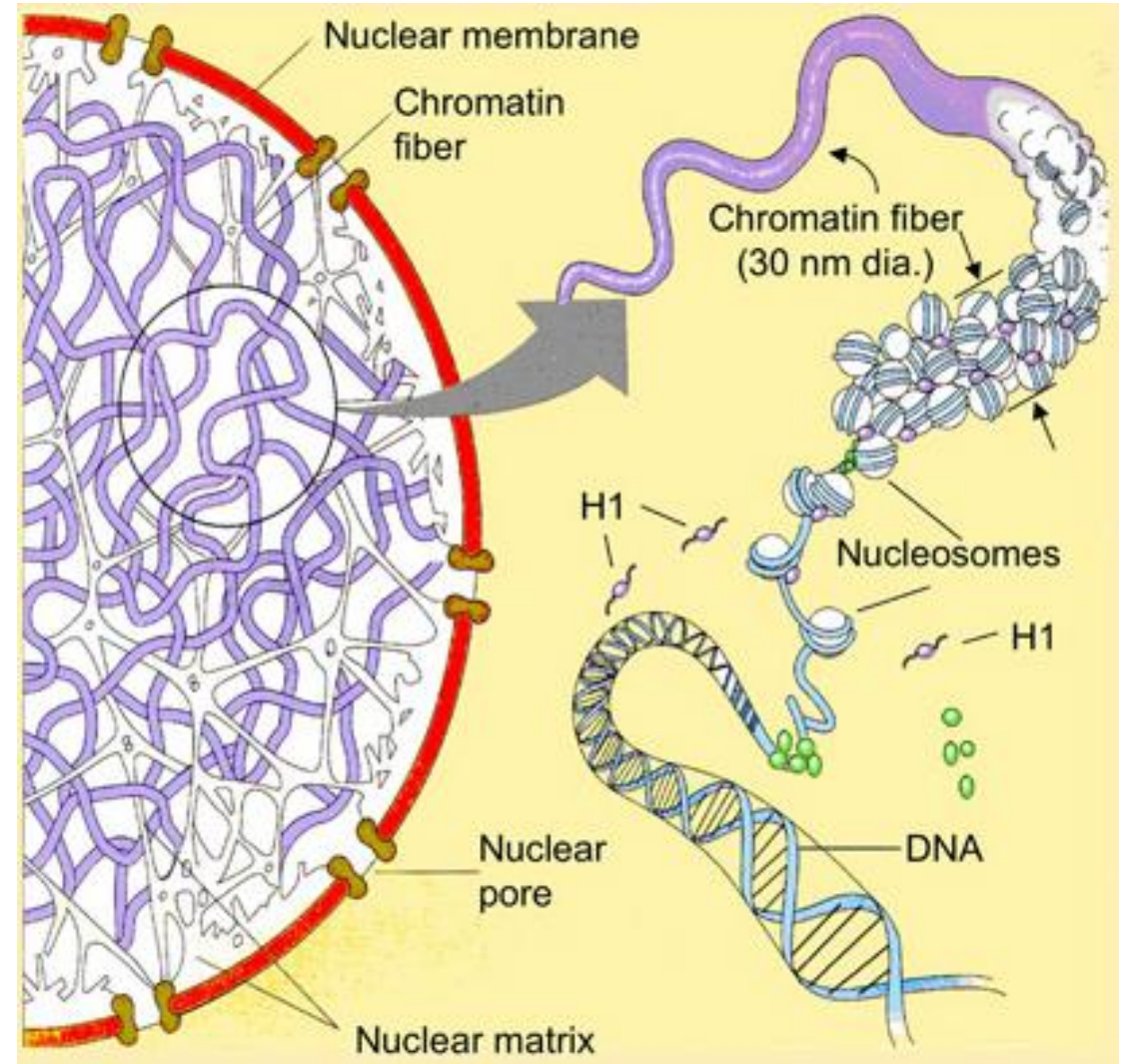
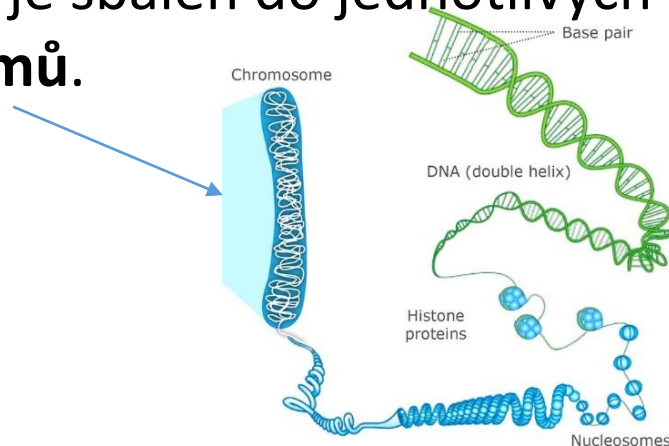
Jádro je místo uložení genetické informace

Funkce jádra:

- Uchování a přenos genetické informace

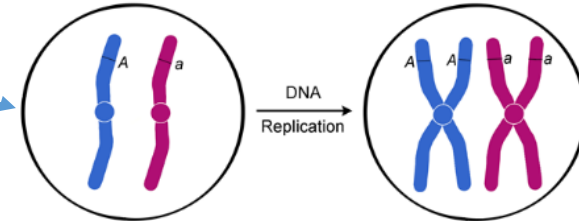
DNA (kyselina deoxyribonukleová) je lineární molekula 100x delší než samotná buňka. DNA je proto v jádře sbalena pomocí proteinů – vzniká **chromatin**.

Chromatin je sbalen do jednotlivých **chromozómů**.

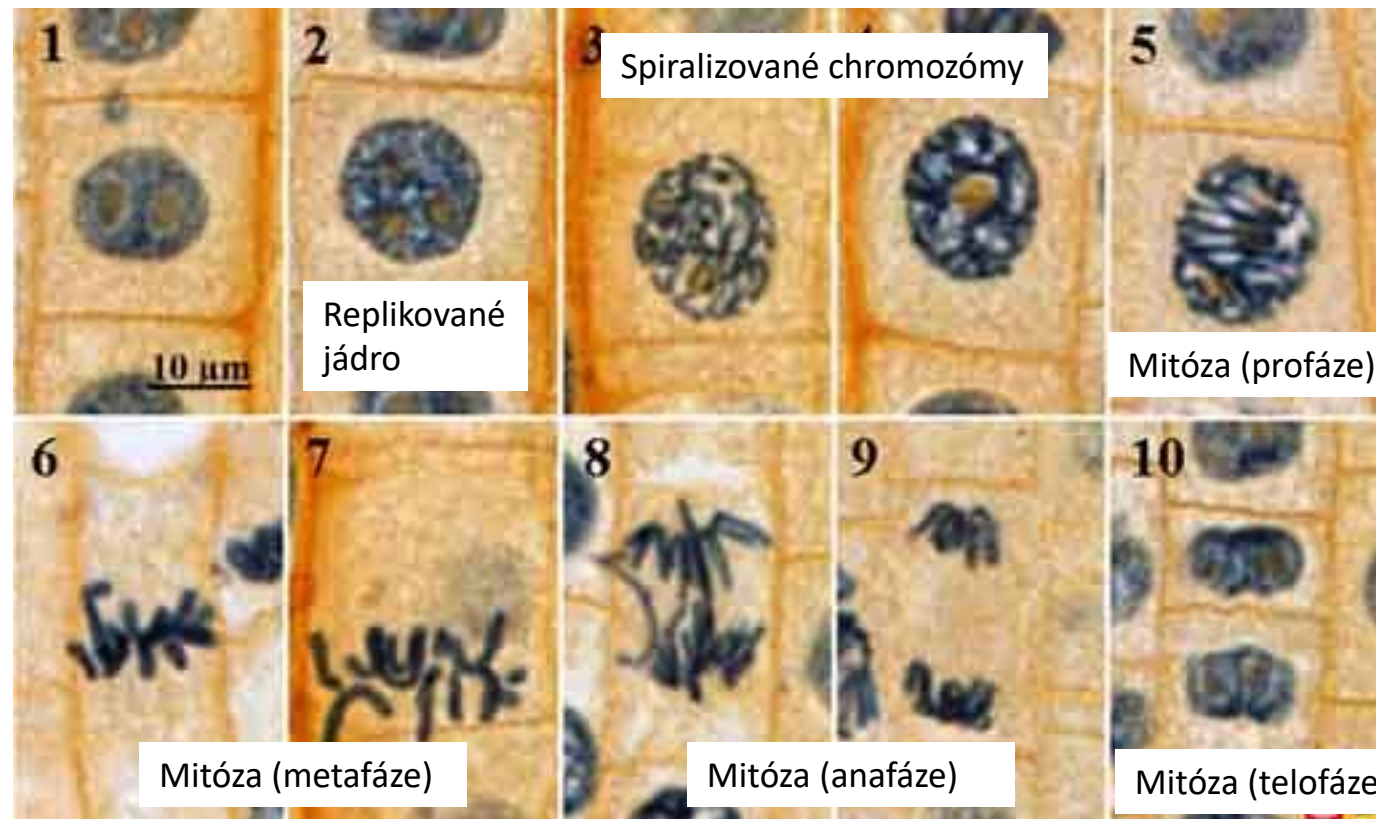


Při dělení buněk se musí rozdělit i jádro na dvě stejné kopie

Před dělením jádra a buňky dochází k syntéze druhé kopie DNA v jádře – **replikaci**.



DNA je před dělením sbalena do pevných balíčků – jsou **spiralizovány chromozomy**. Chromozomy jsou rozděleny do dvou identických dceřiných jader procesem **mitózy**.



Spiralizované chromozómy

Replikované jádro

Mitóza (profáze)

Mitóza (metafáze)

Mitóza (anafáze)

Mitóza (telofáze)

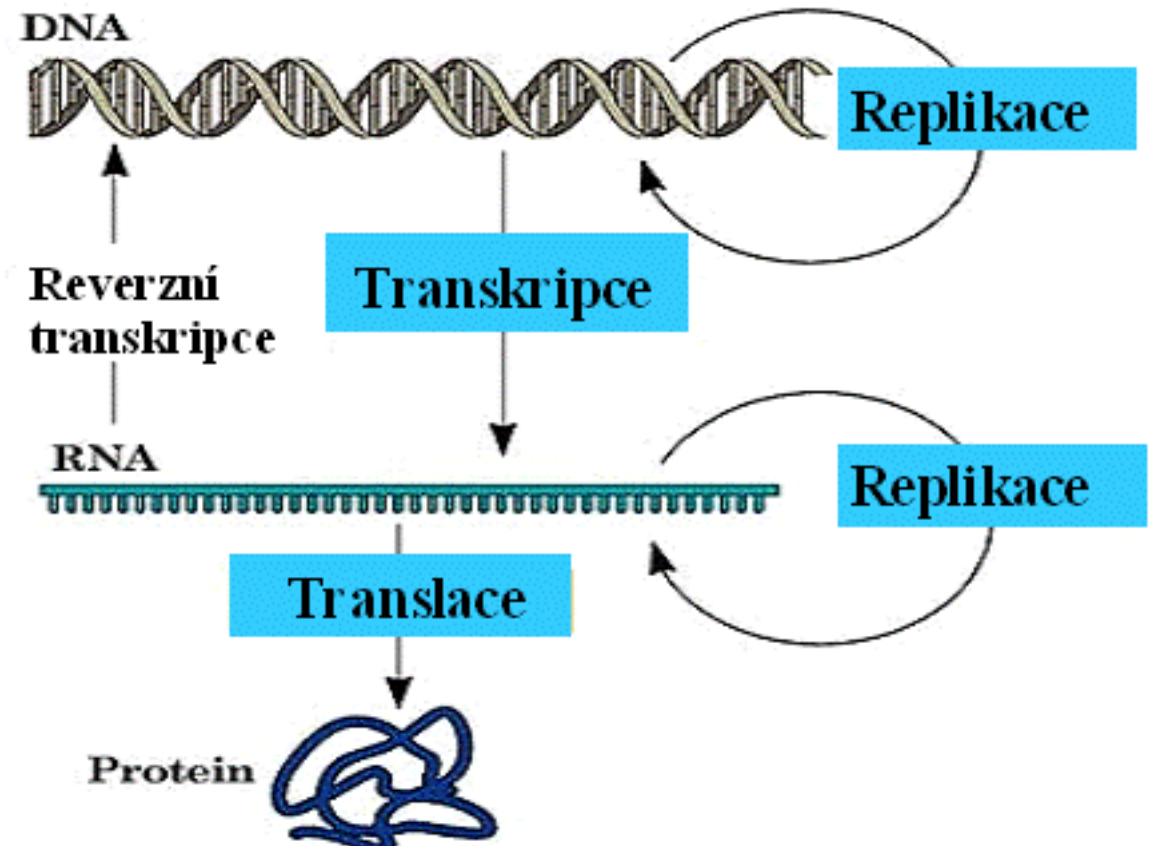
Mitóza v buňkách kořene cibule

DNA nese informaci o struktuře proteinů

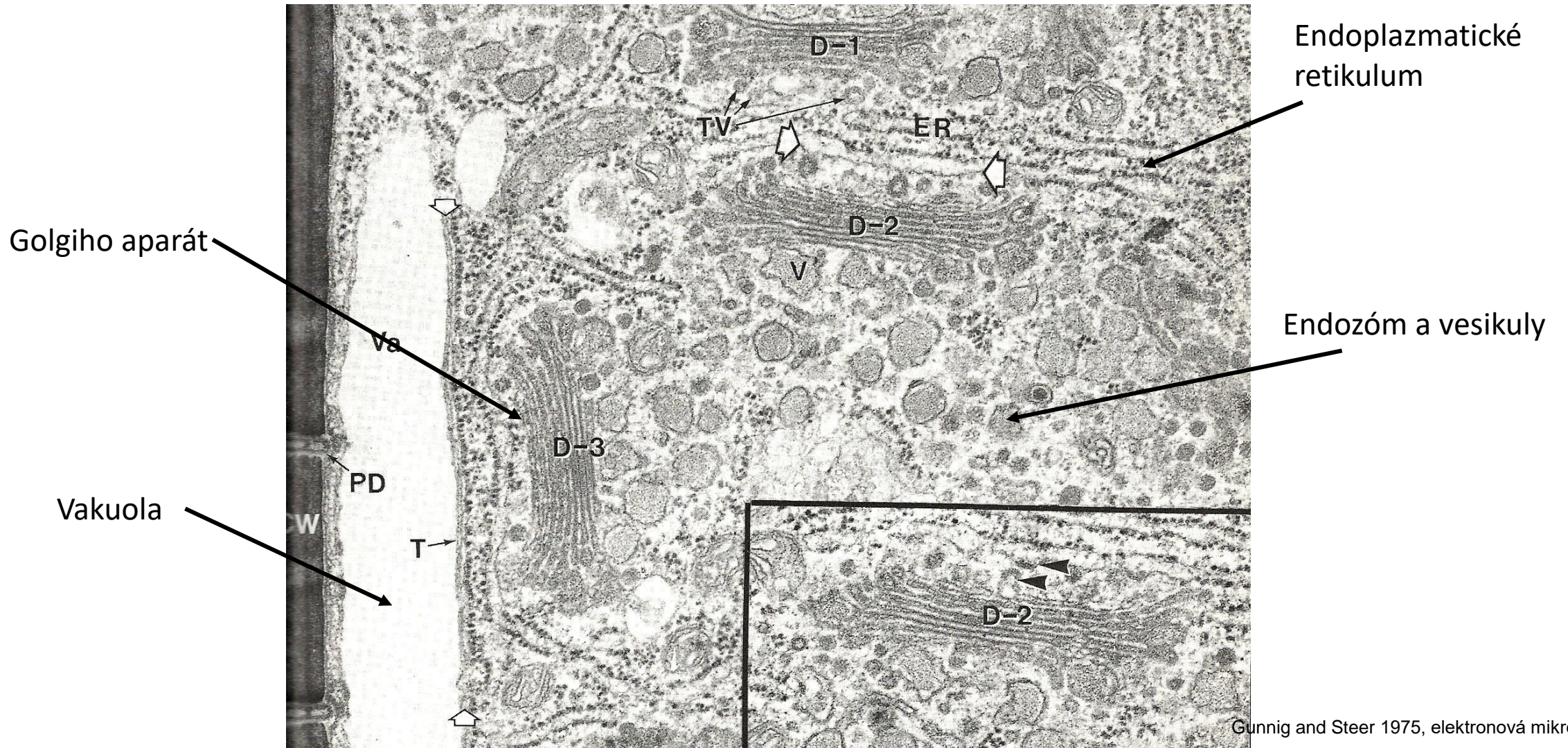
Funkce jádra:

- Transkripce DNA

Informace o struktuře proteinu je nejprve „přepsána“ (**transkribována**) do struktury molekuly mRNA. mRNA je v cytoplazmě použita jako templát pro „přeložení“ (**translaci**) informace ze struktury mRNA do struktury proteinu.



Prostor cytoplazmy je vyplněn membránou obalenými organelami – endomembránovým systémem



Endomembránový systém představuje praktické řešení eukaryotické buňky, jak získat uvnitř buňky prostory s různými funkcemi

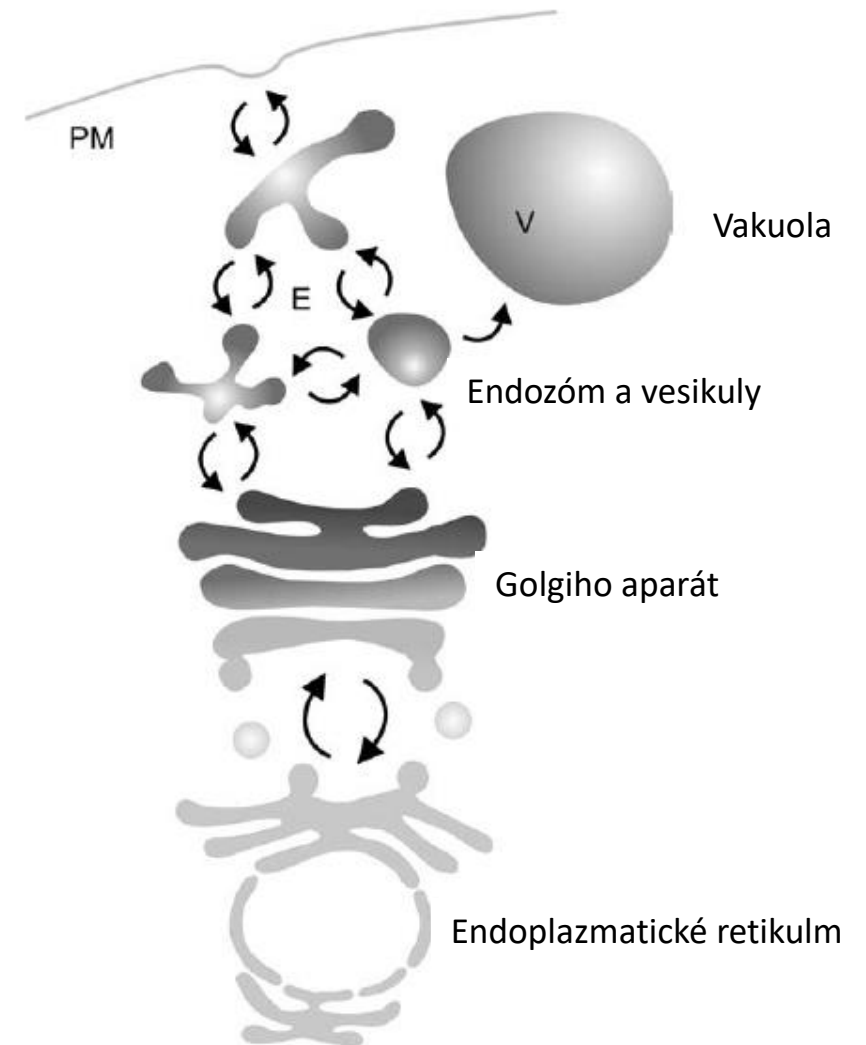
Role **endoplazmatického retikula**: syntéza a úprava proteinů, syntéza lipidů a lipidických látek, zásobárna lipidických (např. rostlinné oleje) či proteinových (např. lepek) látek

Role **Golgiho aparátu**: syntéza **polysacharidů pro budování buněčné stěny**, glykosylace proteinů a lipidů

Role **endozómů** a **vezikulů**: třídění a transport látek po buňce

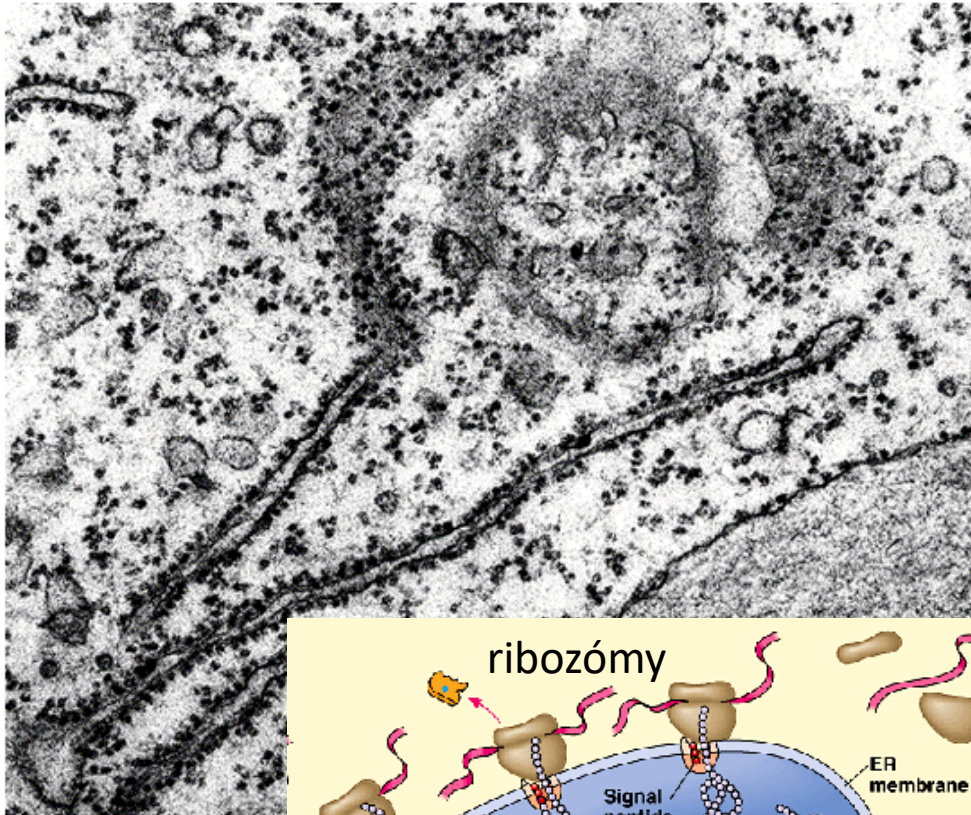
Vakuoly mají v rostlinách mnoho funkcí: degradace látek, ukládání látek sekundárního metabolismu, detoxifikace látek, zásobní funkce, mechanická podpůrná funkce, regulační funkce.

Všechny prostory endomembránového systému spolu komunikují: posílají si nasyntetizované látky, recyklují mezi sebou membrány a regulační molekuly.

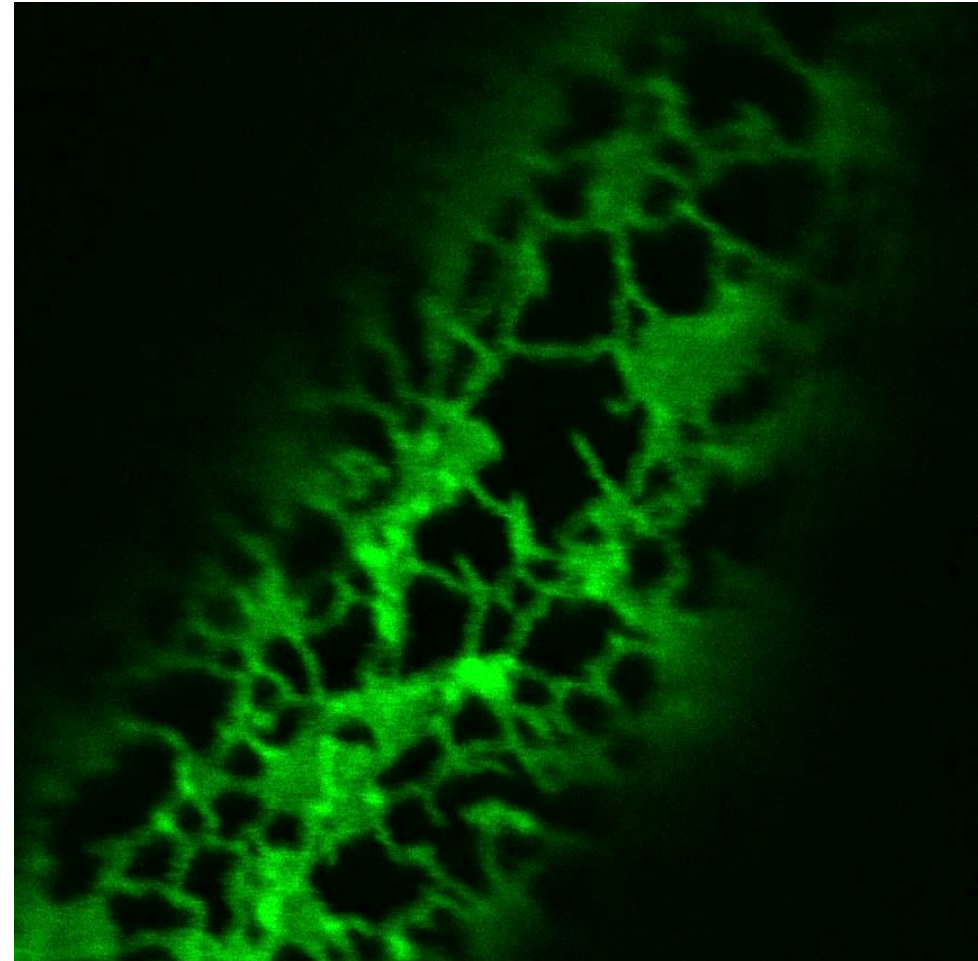


Endoplazmatické retikulum

Membránové tubuly a cisterny endoplazmatického retikula jsou dynamické a prostupují většinu cytoplazmy. Membrána bývá pokryta ribozómy (továrnami na proteiny).



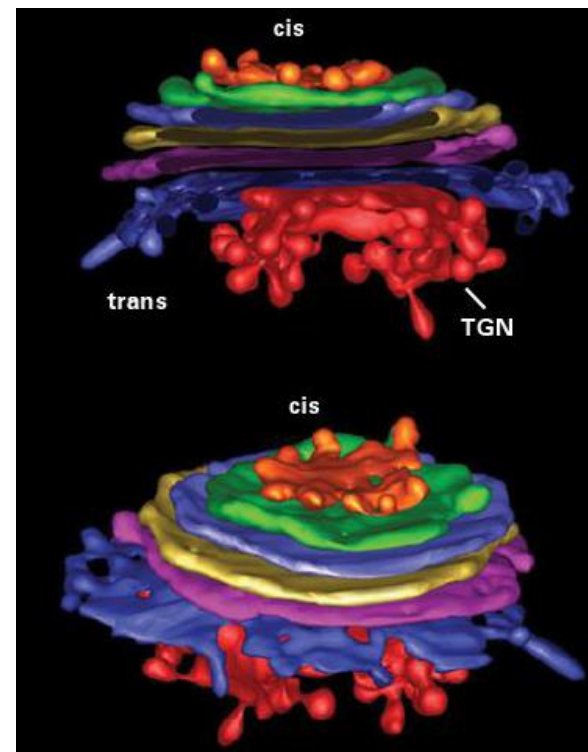
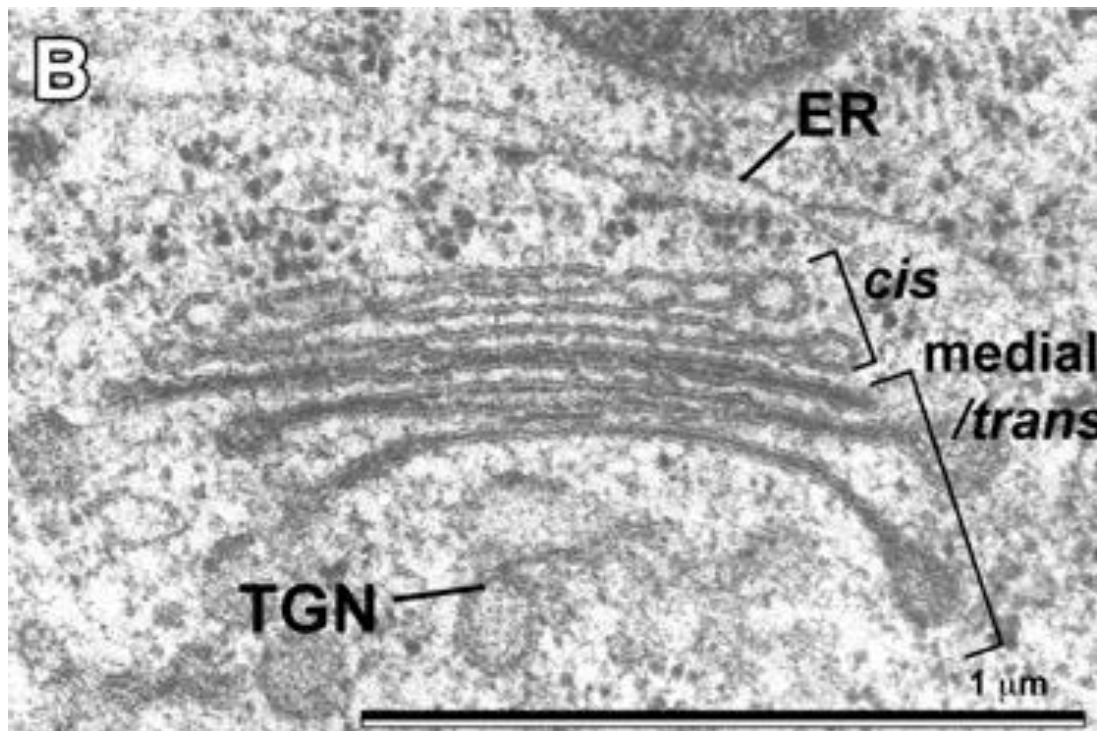
Elektronový
mikroskop



Fluorescenční mikroskop

Golgiho aparát

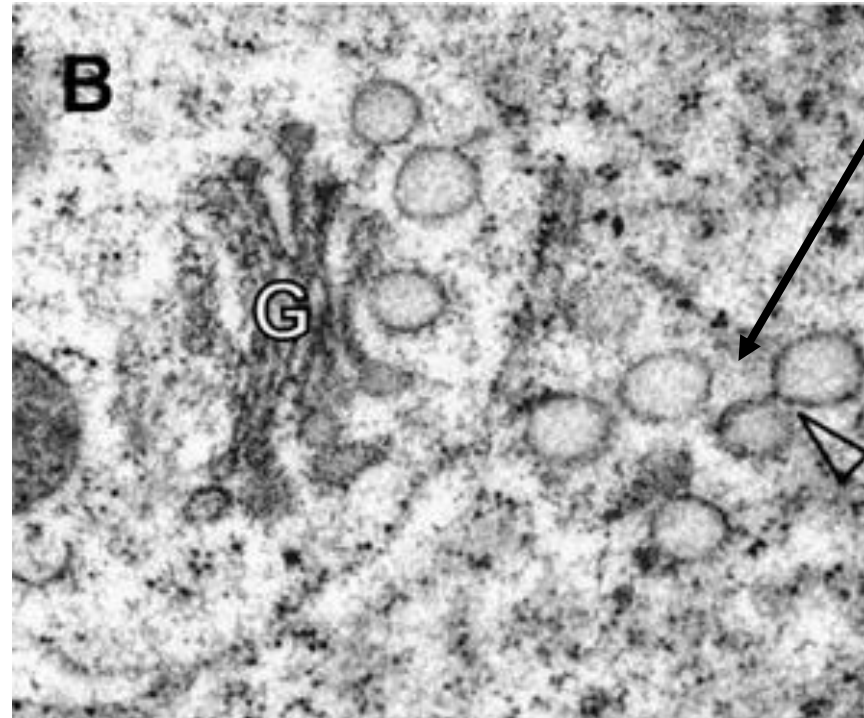
Ploché cisterny naskládané na sebe tvoří strukturní a funkční jednotku rostlinného GA, **diktyozóm**. Každá cisterna je „výrobní halou“ pro konkrétní molekuly. V dalších cisternách se tyto molekuly postupně upravují, dokud není molekula kompletní. Lze takto postupně syntetizovat i velmi složité molekuly (např. rostlinné **pektiny**, které patří k nejsložitějším biomolekulám vůbec).



Endozóm a vesikuly

Nasyntetizované látky je třeba dopravit po buňce do místa určení (do vakuoly, k plazmatické membráně).

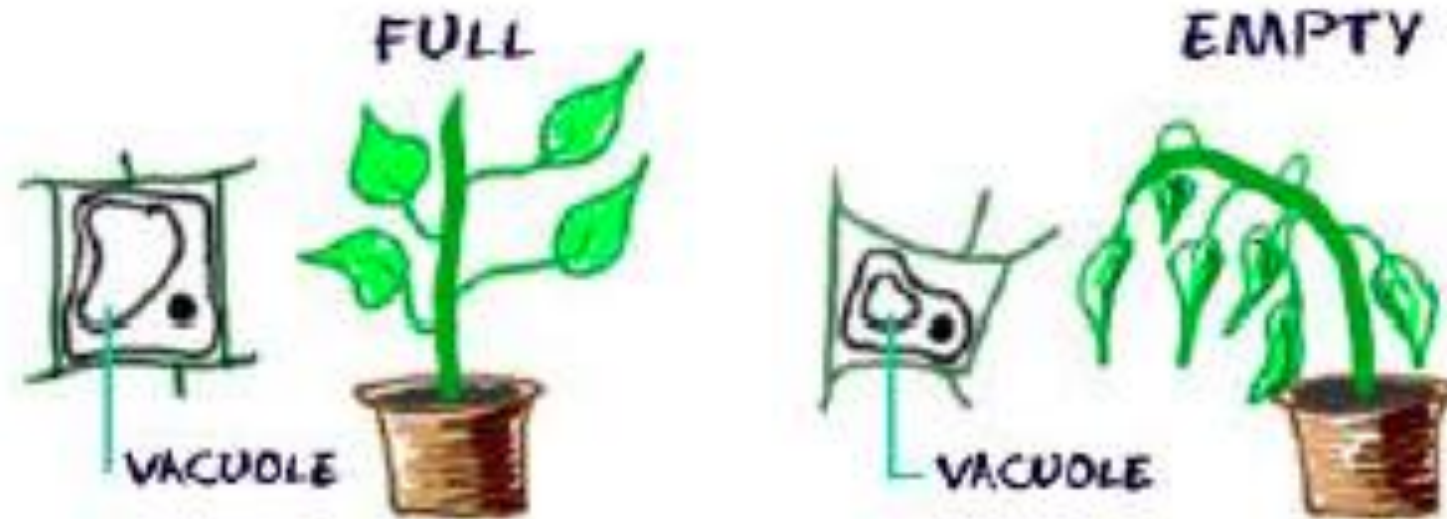
Třídění a dopravu zajišťuje soubor váčků a cisteren – **endozóm**.



Vakuola

Rostlinné vakuoly mají mnoho funkcí:

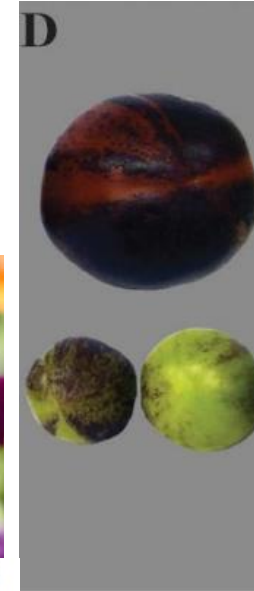
Mechanická podpůrná funkce: turgorový tlak vakuoly a cytoplazmy na buněčnou stěnu poskytuje rostlinám mechanickou oporu.



Vakuola

Rostlinné vakuoly mají mnoho funkcí:

Detoxifikace molekul; ukládání barevných látek,
zodpovědných za barvu květů a plodů



Hydrangea macrophylla - hortenzie



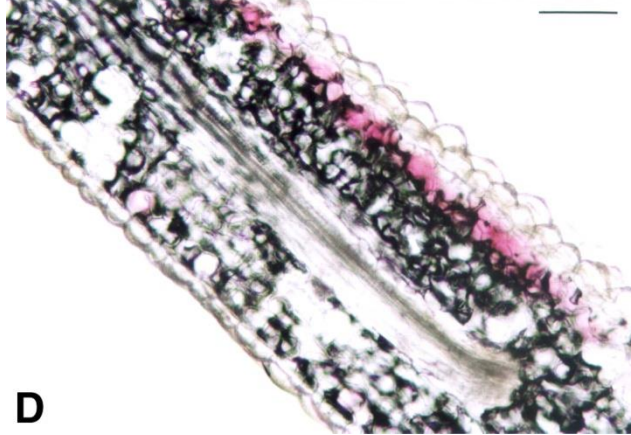
A



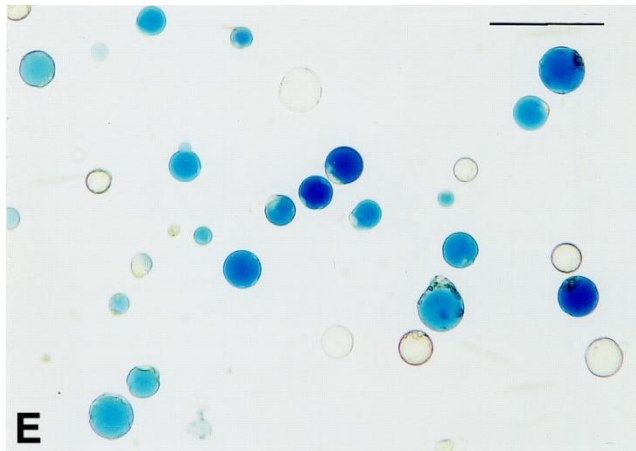
B



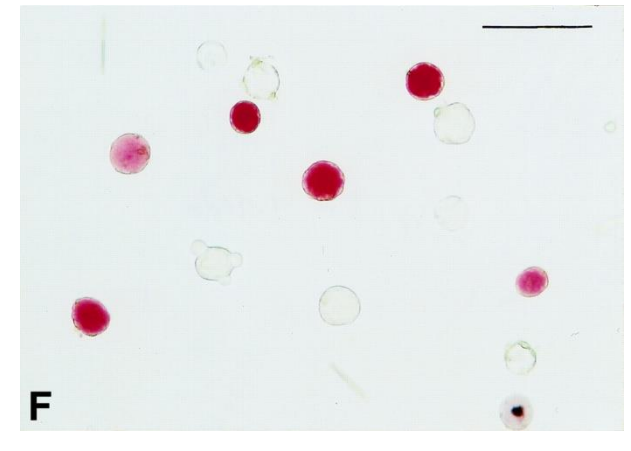
C



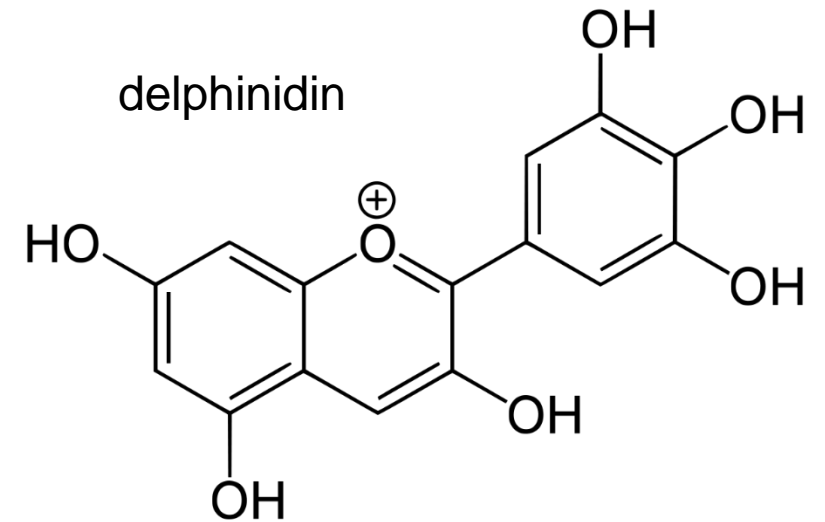
D



E



F



V kyselých půdách je uvolňován hliník. Ten je rostlinou přijímán a ukládán ve vakuolách. Zde ionty hliníku vytvářejí komplex s molekulou delphinidinu, který má modrou barvu. Proto pěstováním hortenzie na kyselých půdách získáváme modré květy.

Vakuola

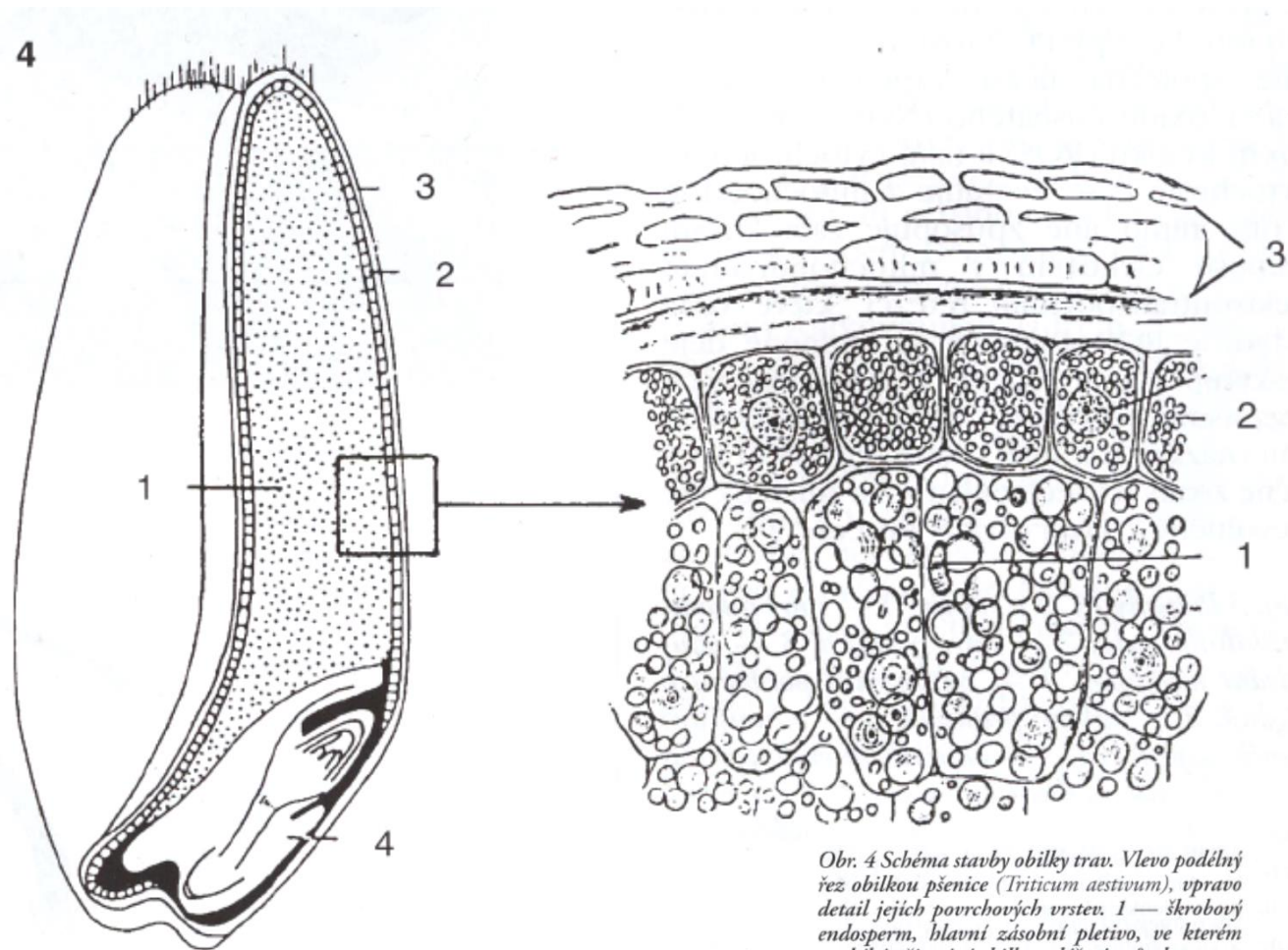
Rostlinné vakuoly mají mnoho funkcí:

Příklady **zásobních proteinů**:

- albuminy, globuliny (semena kvetoucích rostlin)
- gluteliny (hlavně semena rýže)
- prolaminy (lepek; semena trav)

Příklady **dalších látek**:

- ricin
- morfin
- organické kyseliny
- lytické enzymy



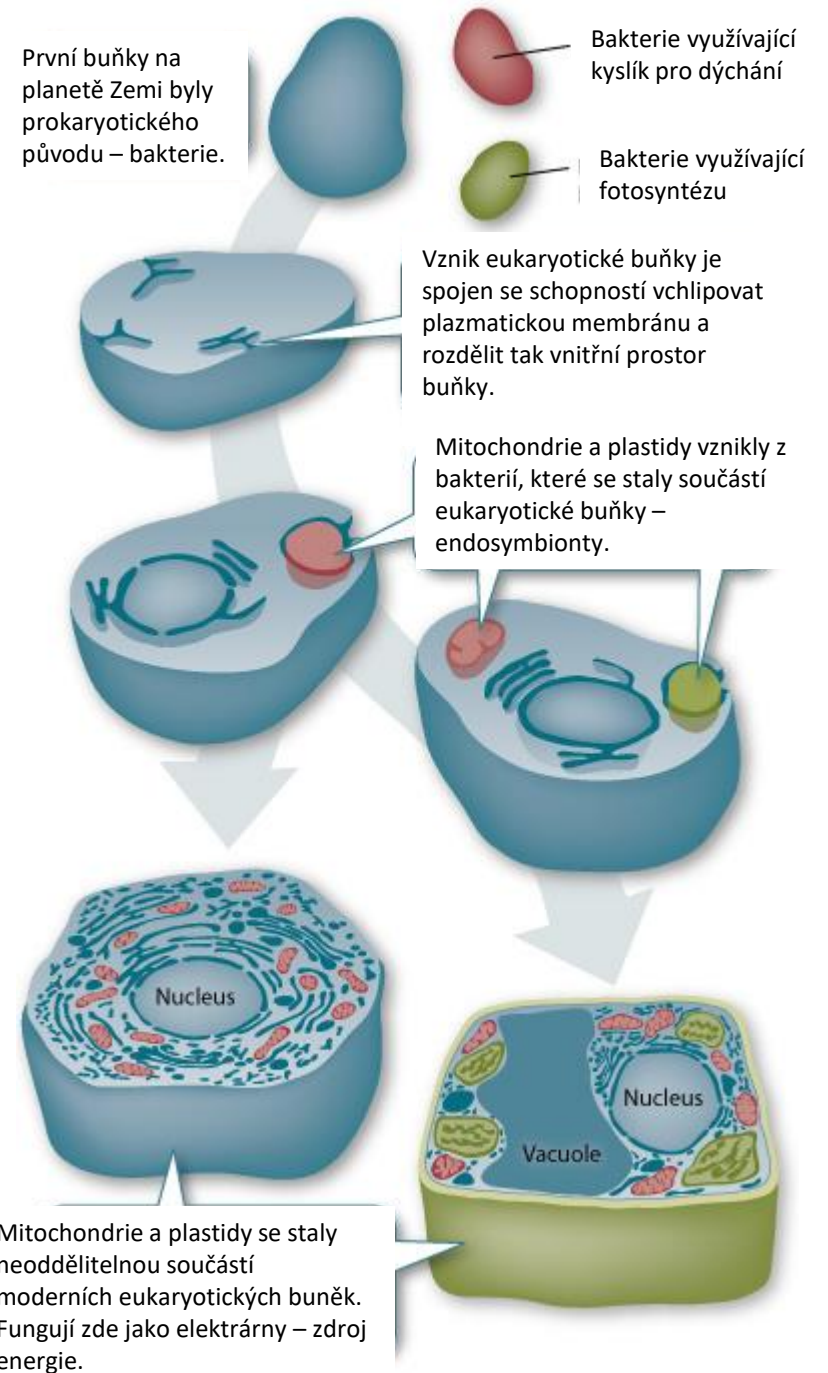
Obr. 4 Schéma stavby obilky trav. Vlevo podélný řez obilkou pšenice (*Triticum aestivum*), vpravo detail jejích povrchových vrstev. 1 — škrobový endosperm, hlavní zásobní pletivo, ve kterém probíhá při zrání obilky zvláštní způsob programované buněčné smrti — PCD (blíže viz text), 2 — buňky aleuronové vrstvy, které obsahují zásobní proteiny a během klíčení produkují enzymy rozkládající jak látky v buňkách škrobového endospermu, tak v aleuronové vrstvě; po odbourání zásob rovněž podléhají PCD, 3 — osemení a oplodí obilky, 4 — embryo. Orig. O. Votrubová, D. Bartáková

Endosymbiotické organely, **plastidy** a **mitochondrie**, jsou původem prokaryotické organismy (bakterie), které se staly součástí eukaryotických buněk

Vznik mitochondrie: před cca 1,5 miliardou let.

Vznik plastidu: před cca 1 miliardou let.

Obě organely mají v moderních eukaryotických organismech především roli elektrárny – jsou místem **produkce energie**.

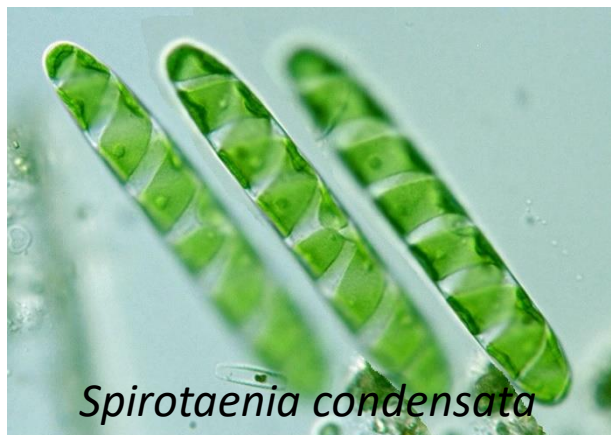


Plastidy

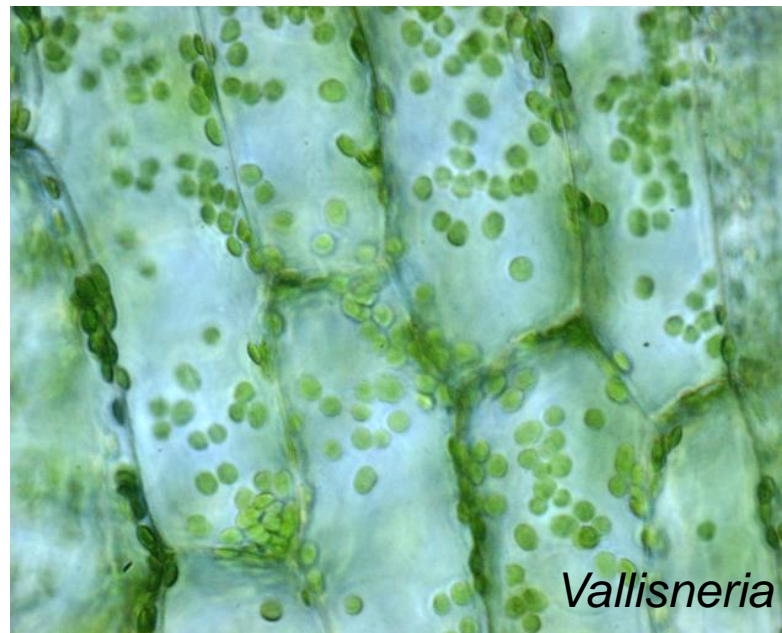
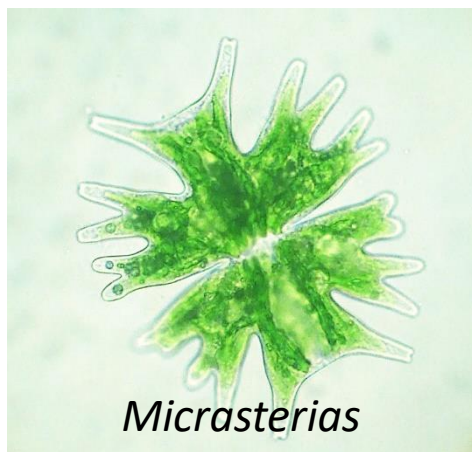
Původní funkce plastidu je **fotosyntéza**. Fotosyntetizující plastid se nazývá **chloroplast**.

Řasy mají jeden či několik málo chloroplastů různých tvarů.

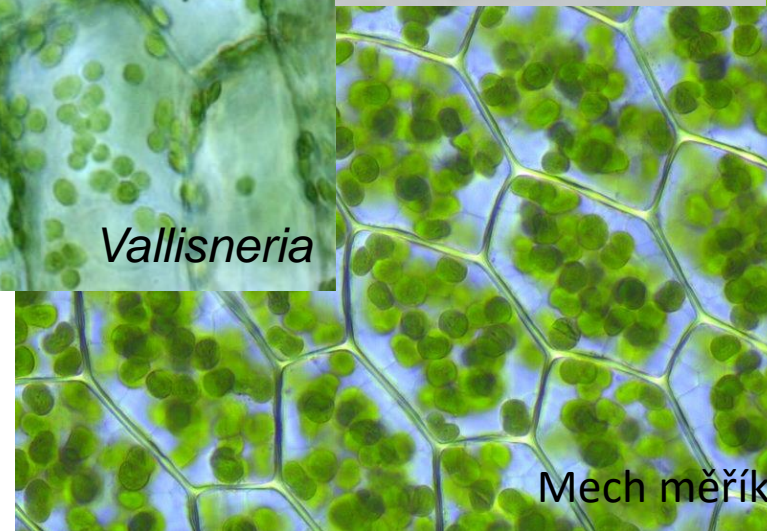
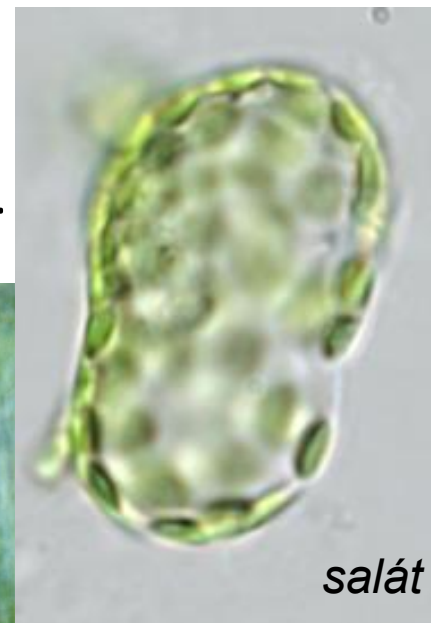
Vyšší rostliny mají ve svých buňkách mnoho chloroplastů kulovitého až čočkovitého tvaru.



řasy



Vyšší rostliny



Fotosyntéza

Definice: oxido-redukční proces, ve kterém je světelná energie konvertovaná do energie chemických vazeb, tedy stabilních chemických produktů.

Fotosyntéza je základní proces na naší planetě. Díky tomuto procesu je využita energie slunečního záření a CO_2 ze vzduchu pro syntézu sacharidů – cukrů. (A dokáží to jen fotosyntetizující organismy!)

Během fotosyntézy se uvolňuje **kyslík** jako odpadní produkt. Během evoluce se většina živých organismů na naší planetě naučila využívat tento reaktivní kyslík pro „spalování“ organických látek za produkce energie – tedy dýchat.

<https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2017/cislo-2/kyslikova-odysea.html>

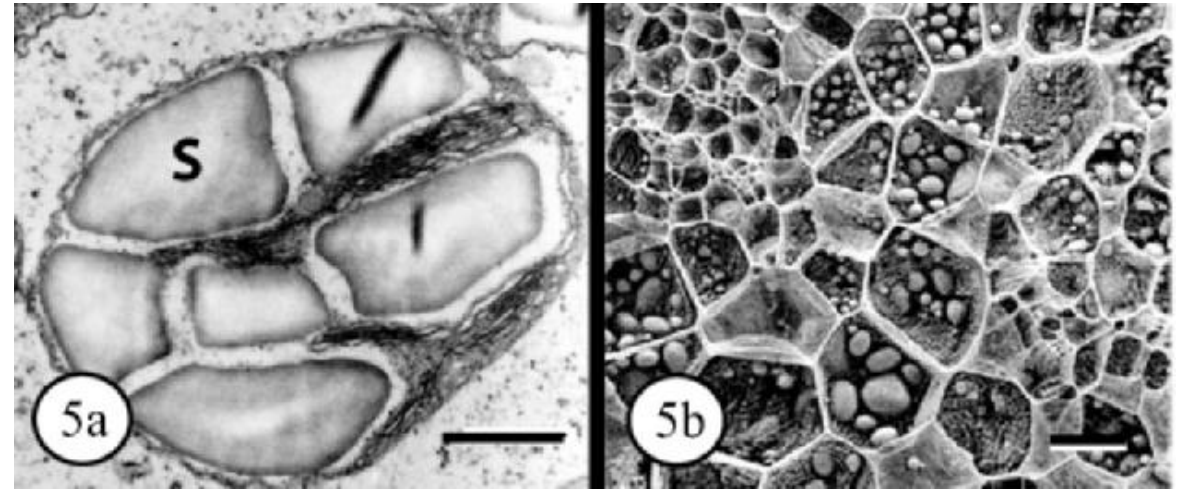
Zásadní význam fotosyntézy:

- **Syntéza cukrů za využití sluneční energie a CO_2**
- **Spotřeba CO_2**
- **Produkce kyslíku**

Plastidy vyšších rostlin mají také další funkce

Amyloplasty: V buňkách semen, hlíz, plodů, stonků a lodyh skladují **škrob**.

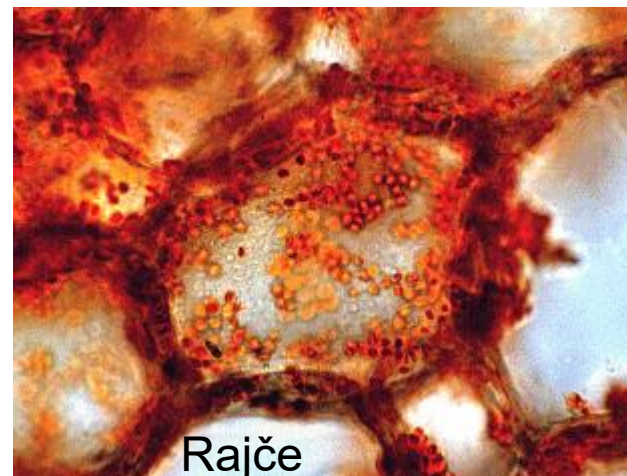
Amyloplasty obilnin: hospodářsky důležité.
(75% energie v průměrné lidské výživě pochází ze škrobu, produkovaného v amyloplastech!)



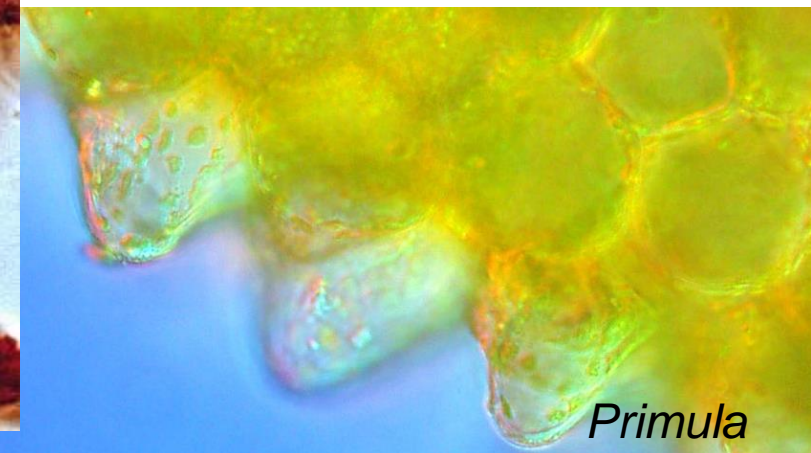
Amyloplast (jahoda)

Amyloplast (hlíza bramboru)

Chromoplasty: Jasně zbarvené plastidy v některých plodech, květech, listech a kořenech. Barviva: především karotenoidy.



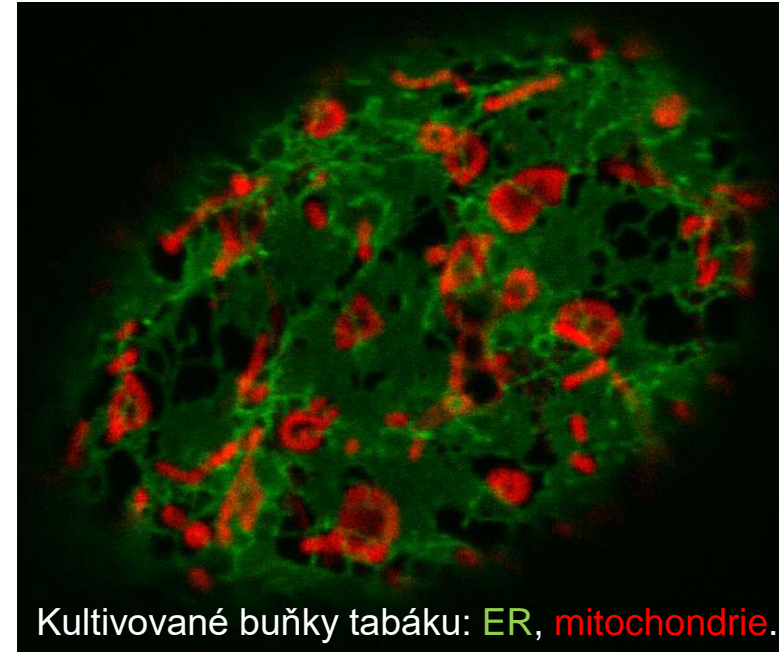
Rajče



Primula

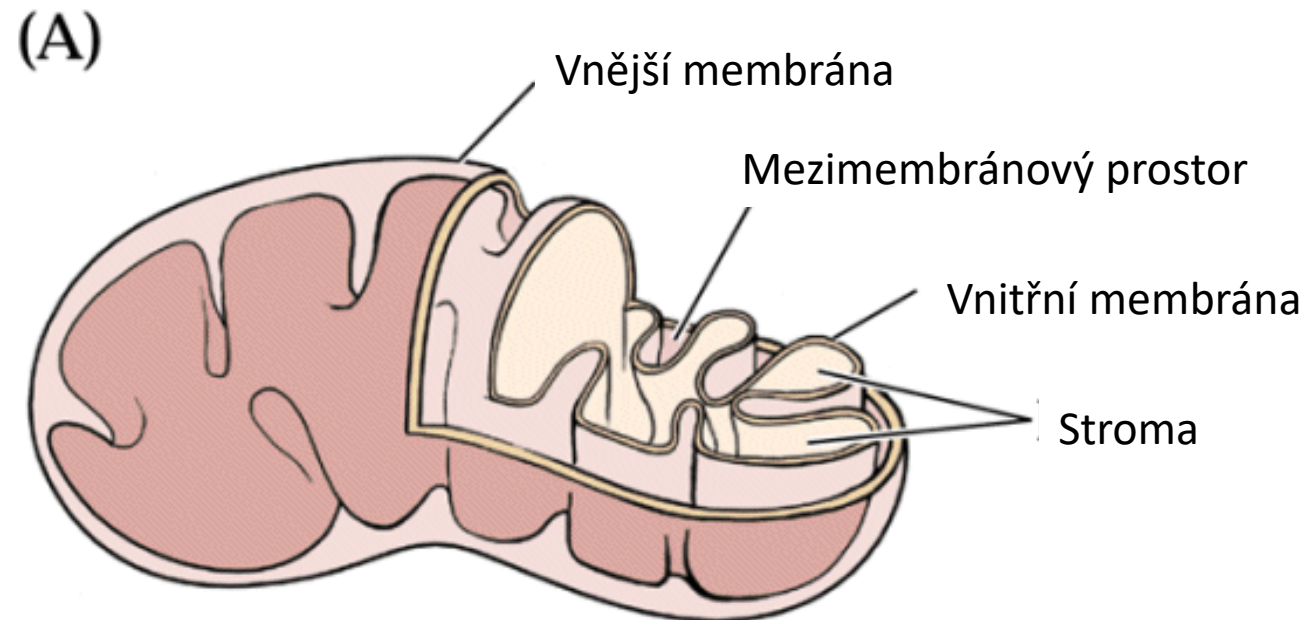
Mitochondrie

Mitochondrie jsou další endosymbiotickou organelou eukaryotické buňky. Vznikla pohlcením bakterie, která uměla pomocí kyslíku štěpit organické látky a získávat tak energii. Až na malé výjimky (vzniklé druhotně) mají všechny eukaryotické buňky mitochondrie.



Mitochondrie

Mitochondrie jsou místem buněčné oxidace. Analogicky k plastidu, i zde dochází na vnitřních membránách této organely, které jsou bohatě zvrásněny do **krist** za účelem zvýšení plochy, k procesu tvorby energie. Zdrojem energie je **oxidace organických látek pomocí kyslíku** v procesu oxidativní fosforylace.



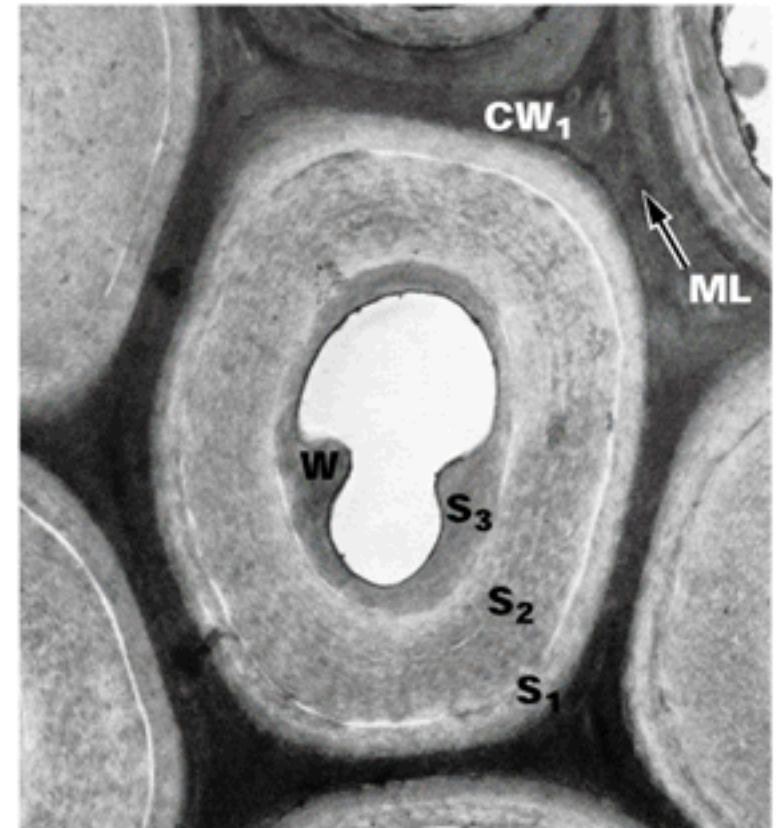
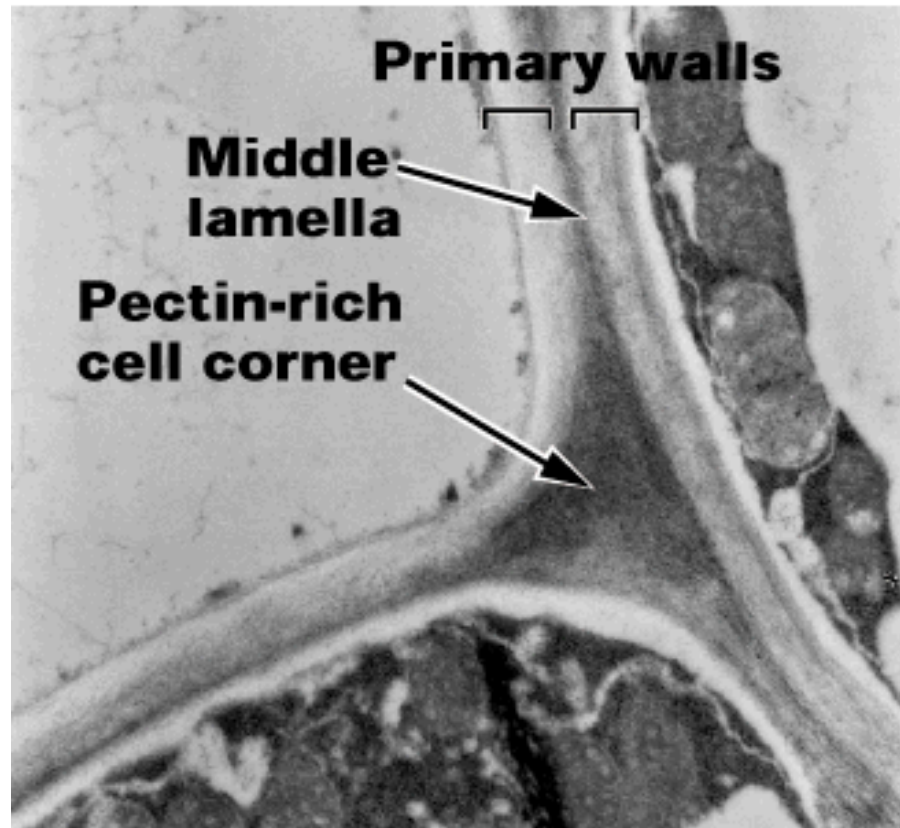
Buněčná stěna

Buněčná stěna představuje typickou rostlinnou strukturu. Je tvořena polysacharidy a je ukládána vně buňky, na vnější stranu plazmatické membrány. Buněčná stěna je jednou z nejdůležitějších struktur rostlin.

Při dělení buněk je mezi dceřinými buňkami ukládána nejprve **střední lamela**, tvořená pektiny.

Posléze je ukládána **primární buněčná stěna**, tvořená polysacharidy **celulózou**, **hemicelulózami**, a **pektiny**.

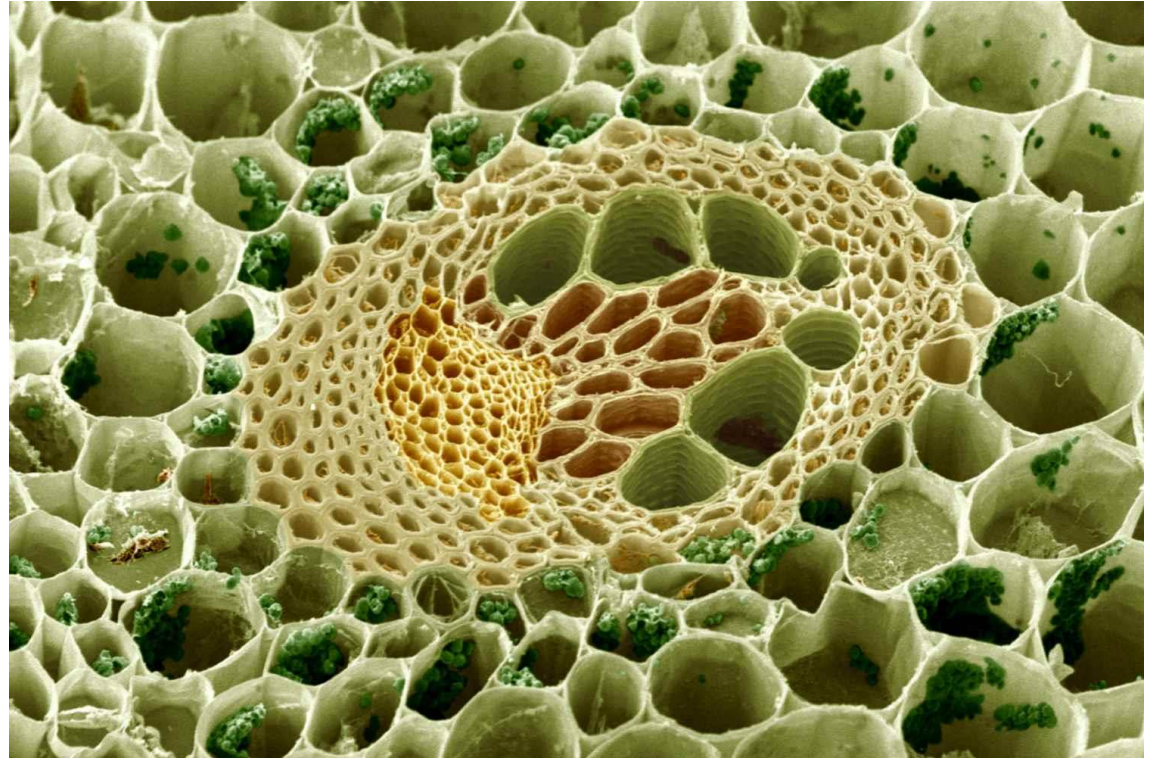
Některé buňky ukládají i **sekundární buněčnou stěnu**.



Funkce buněčné stěny:

1. Udržení tvaru buněk
2. Zajištění pevnosti buňky
3. Ochrana buňky, mechanická pevnost pletiv

Pevná buněčná stěna však zároveň musí s buňkou růst – jak to funguje?



Buněčná stěna

Stěna se skládá ze 3 základních polysacharidů, propojených v 3D síť:

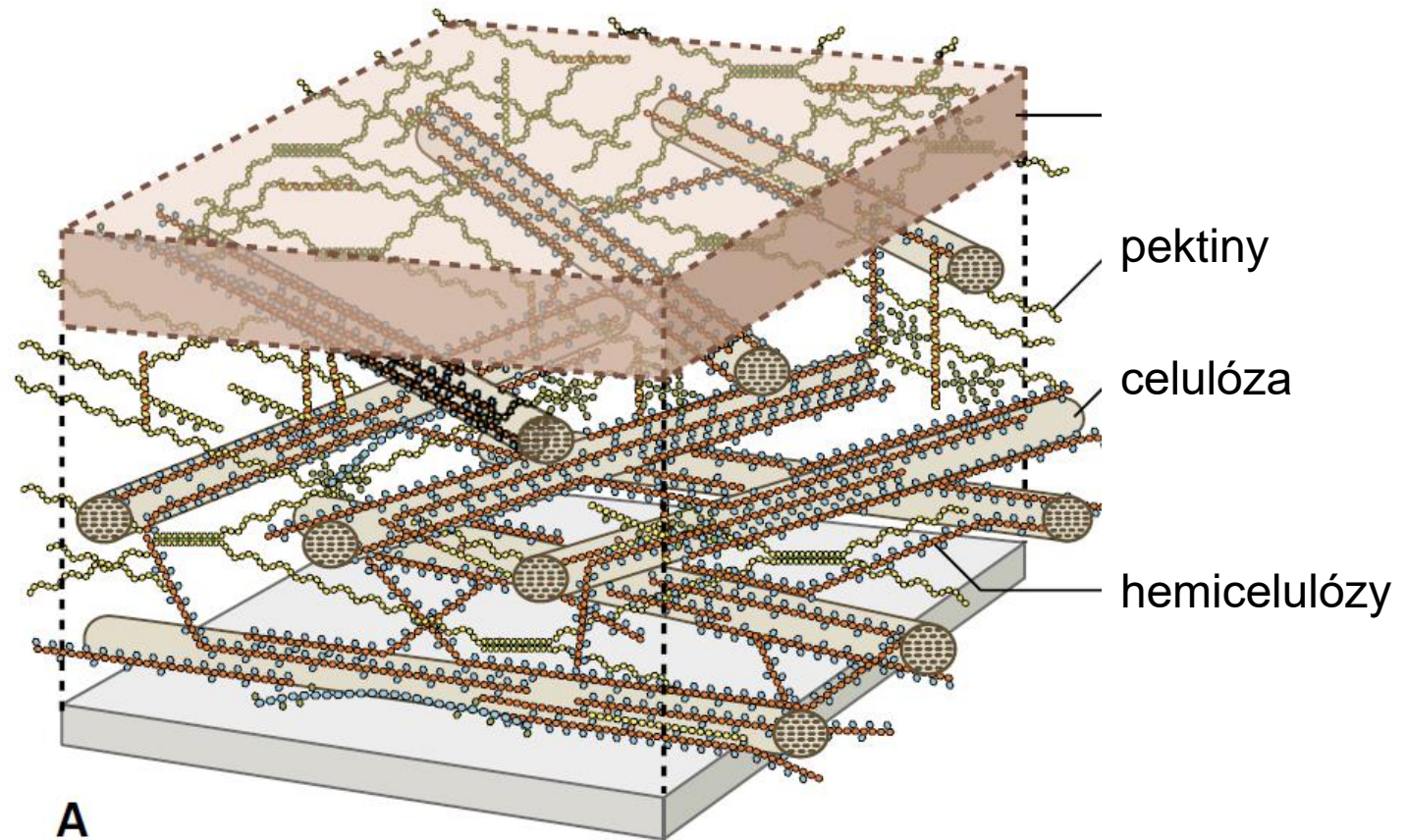
Celulóza (pevná vlákna v tahu)

Hemicelulóza (větvená elastická vlákna)

Pektiny (složité polysacharidy, silně hydratované)

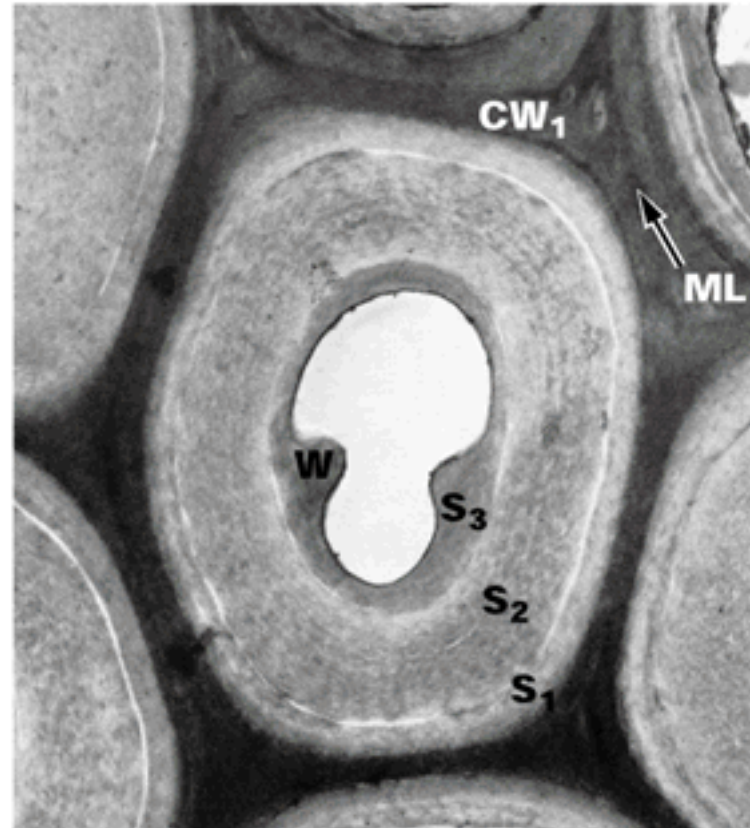
Propojení polysacharidových vláken udávají buněčné stěně pevnost. Řízené rozvolnění jejich vazeb udává naopak buněčné stěně plasticitu.

Během růstu jsou rozvolňovány složky buněčné stěny, přičemž nové syntetizované polysacharidy zajišťují stálou tloušťku.



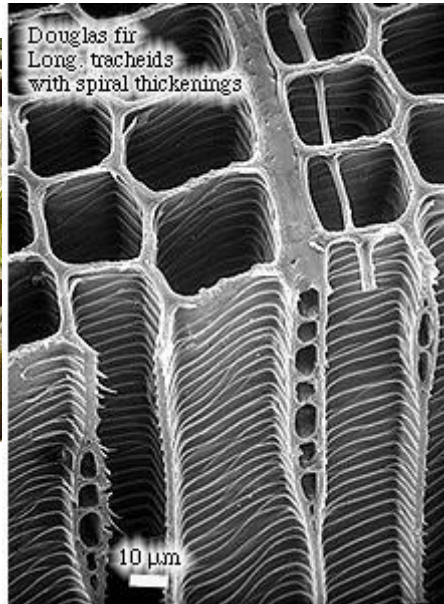
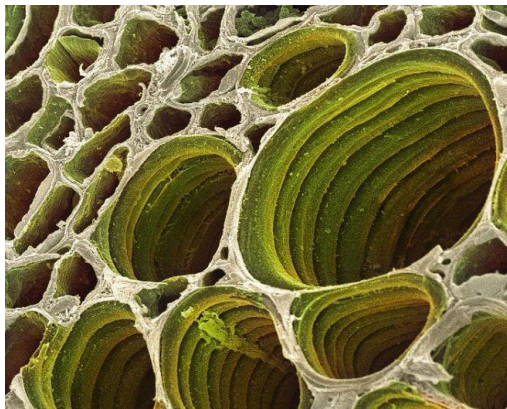
Sekundární buněčná stěna

Sekundární buněčná stěna se ukládá dostředivě u buněk, které již dále nerostou. Tato stěna může být velmi silná a plní zejména mechanickou roli. Po uložení sekundární buněčné stěny buňky také často odumírají, a jejich buněčné stěny tvoří dále oporu rostlinného těla.

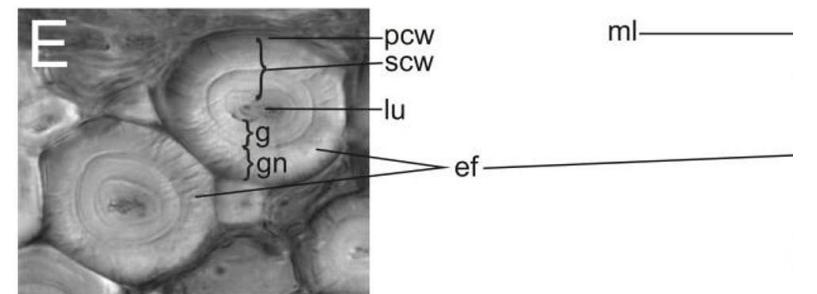
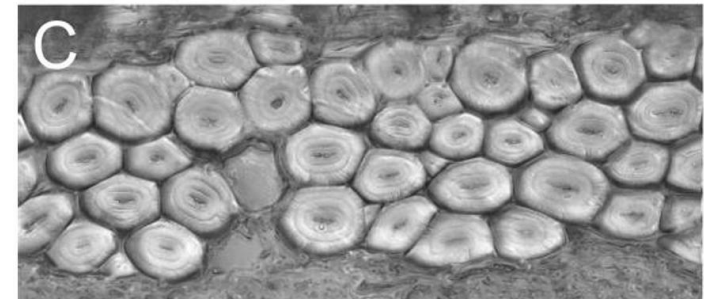
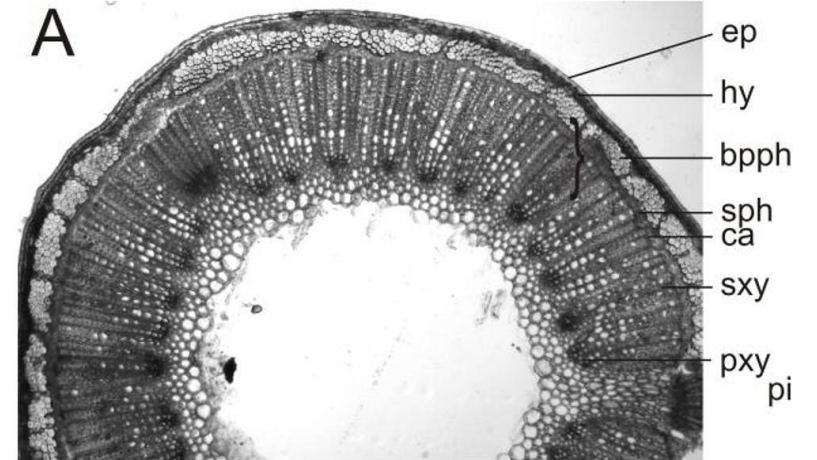


Sekundární buněčná stěna

Sekundárně ztlustlé buněčné stěny mohou být ukládány nestejně (např. u rostlinných cév).

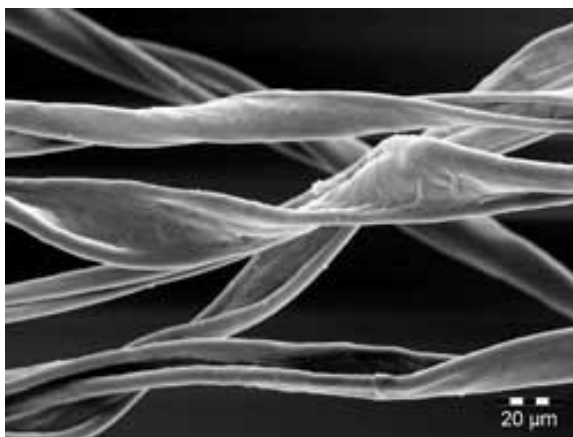


Rovnoměrně ztlustlé sekundární buněčné stěny mají např. buňky **sklerenchymu**. Příkladem jsou sklerenchymatická vlákna u lnu, která jsou základem prádlných vláken lnu.



Sekundární buněčná stěna

Bavlněná vlákna jsou trichomy semen bavlníku. Jejich buněčné stěny obsahují až 98% obsahu celulózy (šlechtěné odrůdy bavlny).

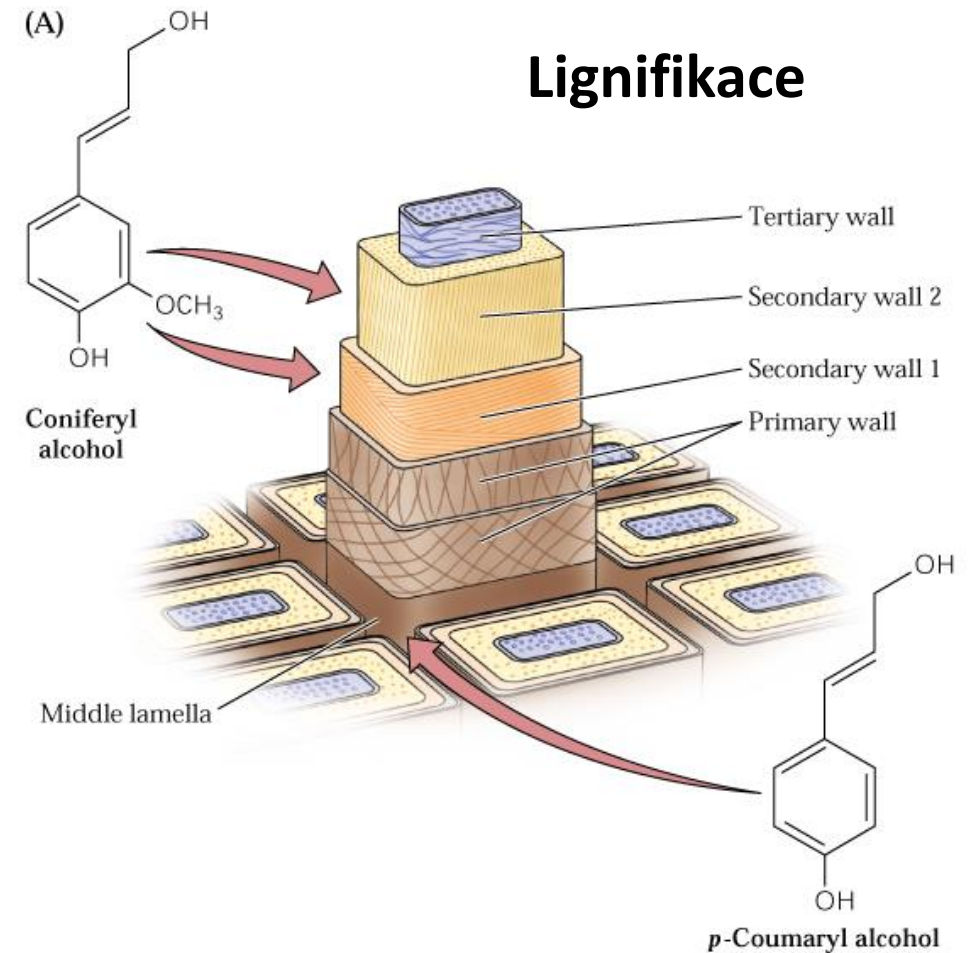
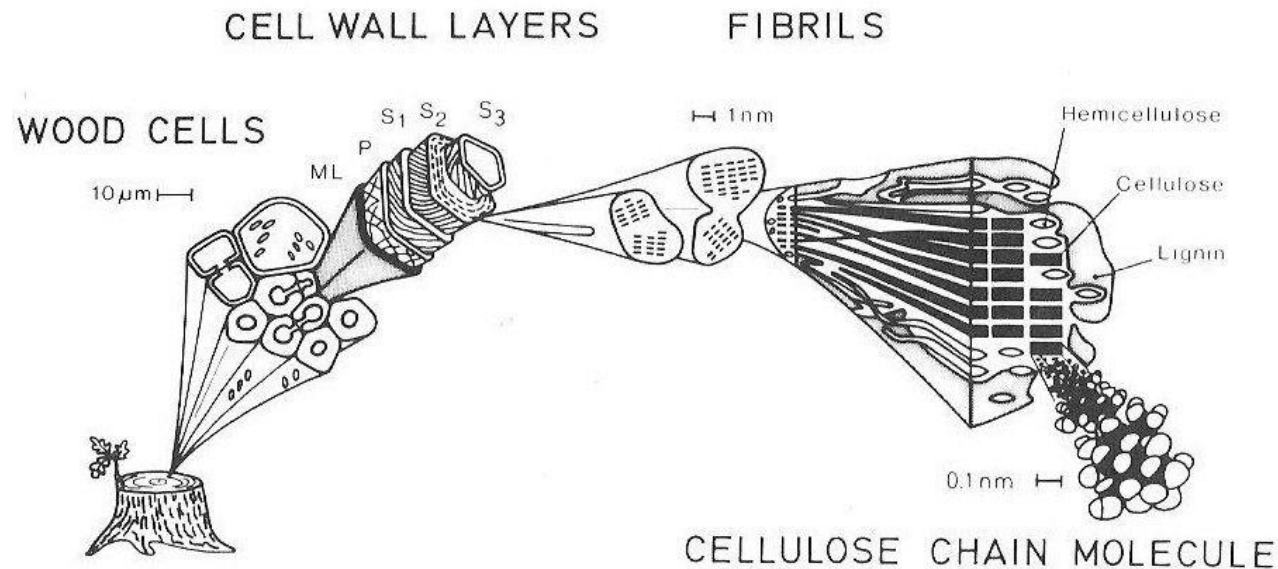


Modifikace buněčné stěny

Některé buňky do buněčné stěny ukládají další látky pro zvýšení její pevnosti, nepropustnosti pro vodu a patogeny, atd.

Modifikace buněčné stěny:

- **Lignifikace** (ukládání ligninu; dřevnatění)
- **Suberinizace** (ukládání suberinu - korku)



Význam buněčných stěn pro planetu a lidstvo:

-dřeviny tvoří až 80% totální planetární **biomasy** (zdroj uhlíku, sink CO₂)

-zdroj **potravy**

-zdroj **materiálů** (textilní vlákna bavlny, konopí, juty, lnu a dalších, dřevo, papír)

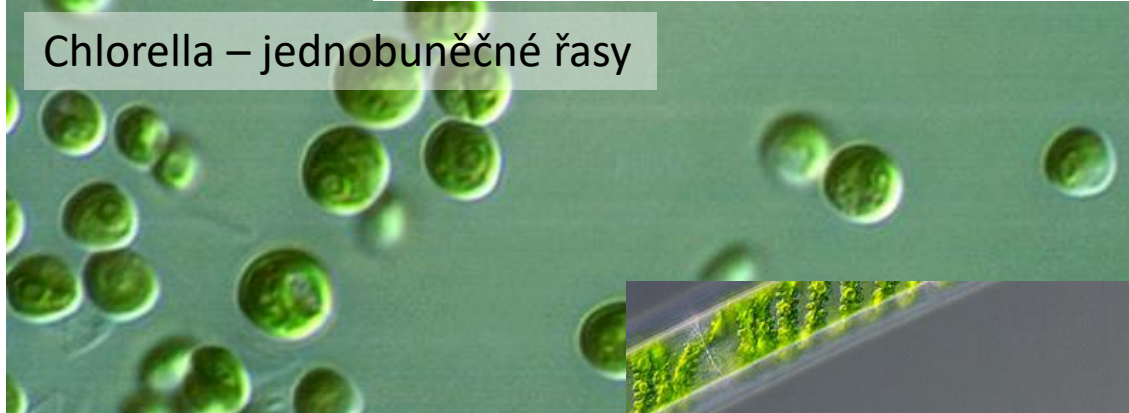
-zdroj **energie** pro lidstvo (dřevo, fosilní rostliny)



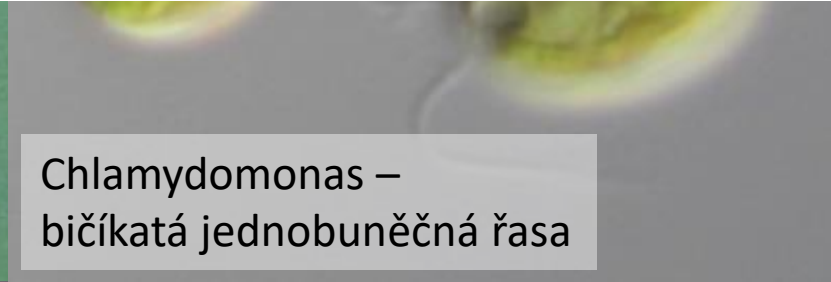
Jednobuněčnost *versus* mnohobuněčnost

Řasy: jednobuněčné či jednoduchá stavba těla, vodní prostředí

Chlorella – jednobuněčné řasy



Chlamydomonas –
bičíkatá jednobuněčná řasa



Chara – mnohobuněčná řasa se stélkou



Volvox - kolonie



Spirogyra – vláknité řasy



Micrasterias – dvoubuněčná řasa



Jednobuněčnost *versus* mnohobuněčnost
Vyšší rostliny: mnohobuněčné; přechod na souš
spojen se složitou stavbou těla



K čemu došlo po přechodu rostlin na souš?

Ztráta vodního prostředí → nutnost vytvořit:

- **Kořeny** pro příjem vody a minerálních látek; kotvení rostliny v půdě
- **Stonek** pro transport mezi kořenem a zbytkem rostlinného těla, udržení listů ve vhodné poloze, rozmnožování
- **Listy** – rozsáhlé plochy pro fotosyntézu a transpiraci (výdej vody výparem pro pohánění transportu rostlinou),

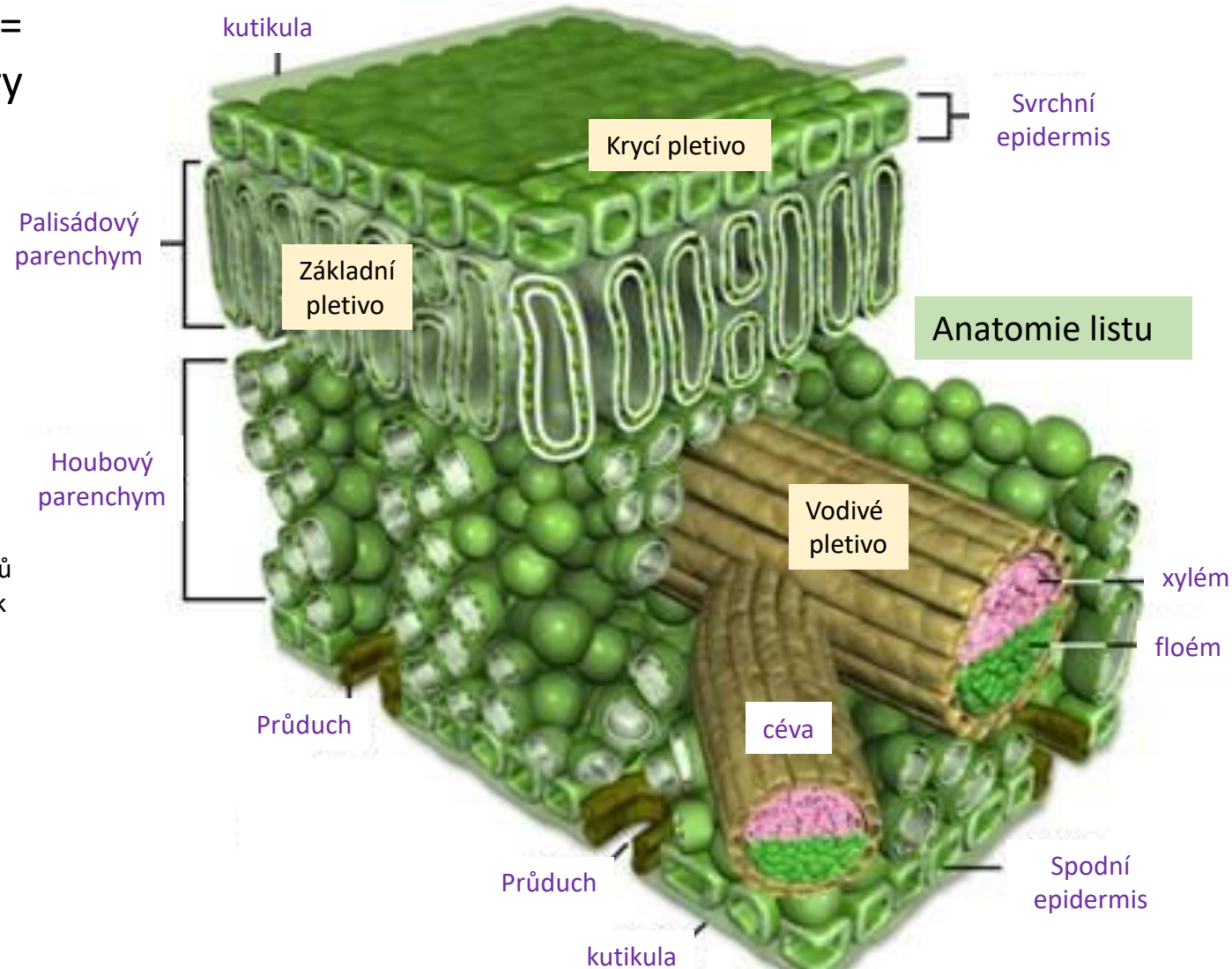
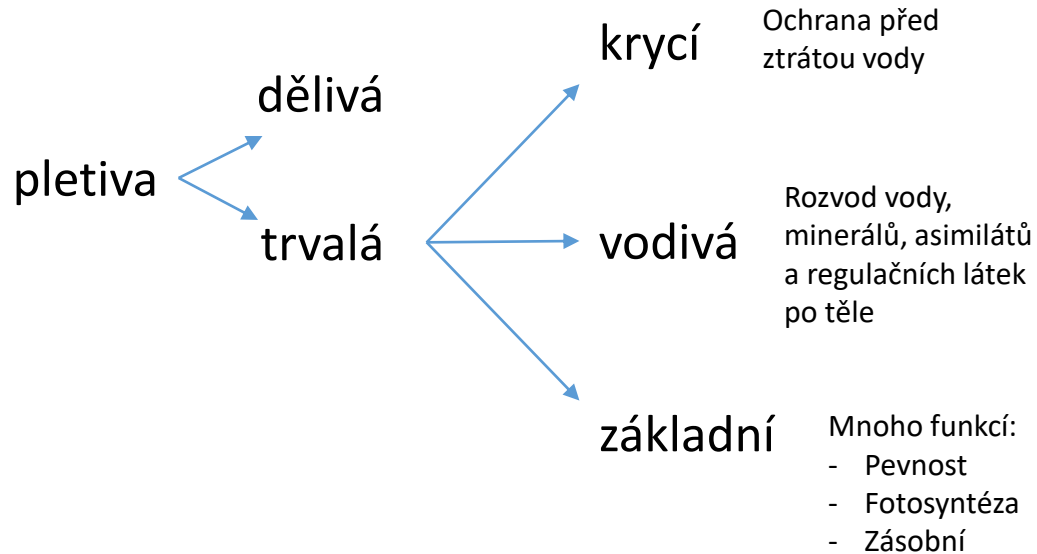
Tedy:

Diferenciace orgánů – kořene, stonku a listu



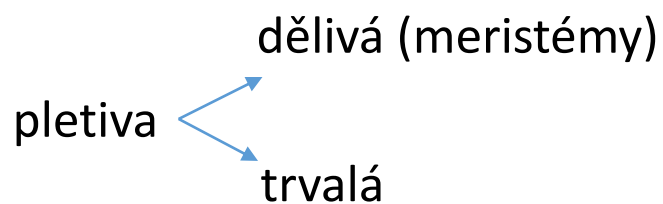
K čemu došlo po přechodu rostlin na souš?

Pro funkci kořene, stonku a listů (stonek + listy = prýt) vznikla specializovaná **pletiva** (soubory buněk se stejnou funkcí).



Meristémy: dělivá pletiva.

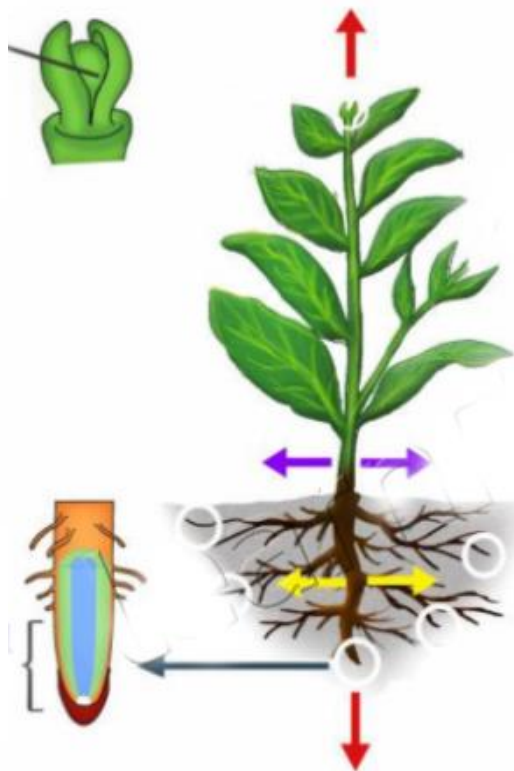
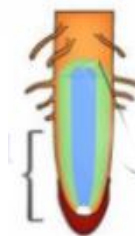
Buňky vzniklé v meristémech dále diferencují v pletiva trvalá.



Apikální meristém vzrostného vrcholu



Apikální meristém kořene



Meristém úžlabních pupenů



Laterální meristém

Jak rostlinné tělo vzniká?

Vývoj suchozemských rostlin z embrya

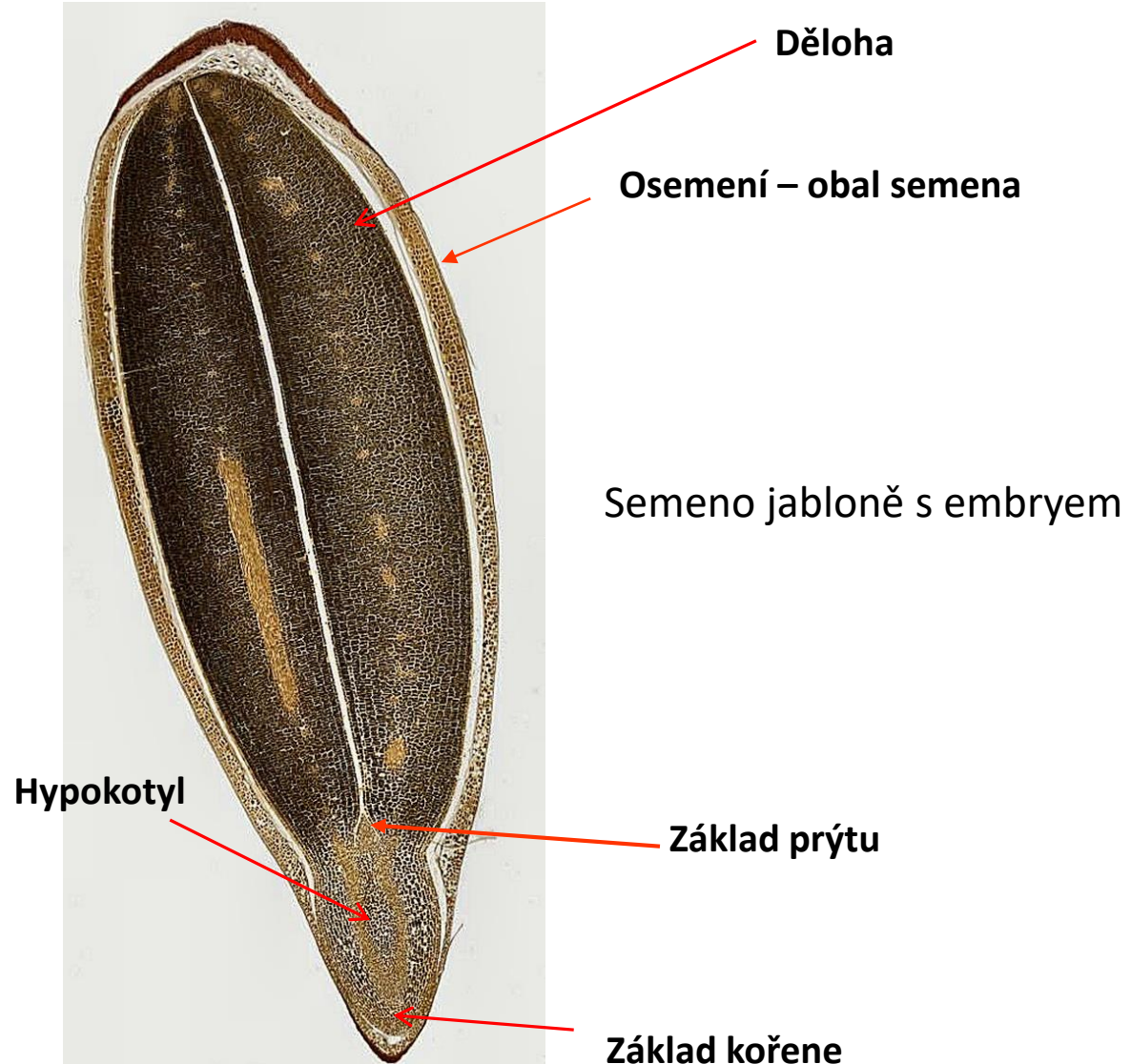
Embryo se zakládá na mateřské rostlině (u semenných rostlin v semeni).

Obsahuje základy všech orgánů.

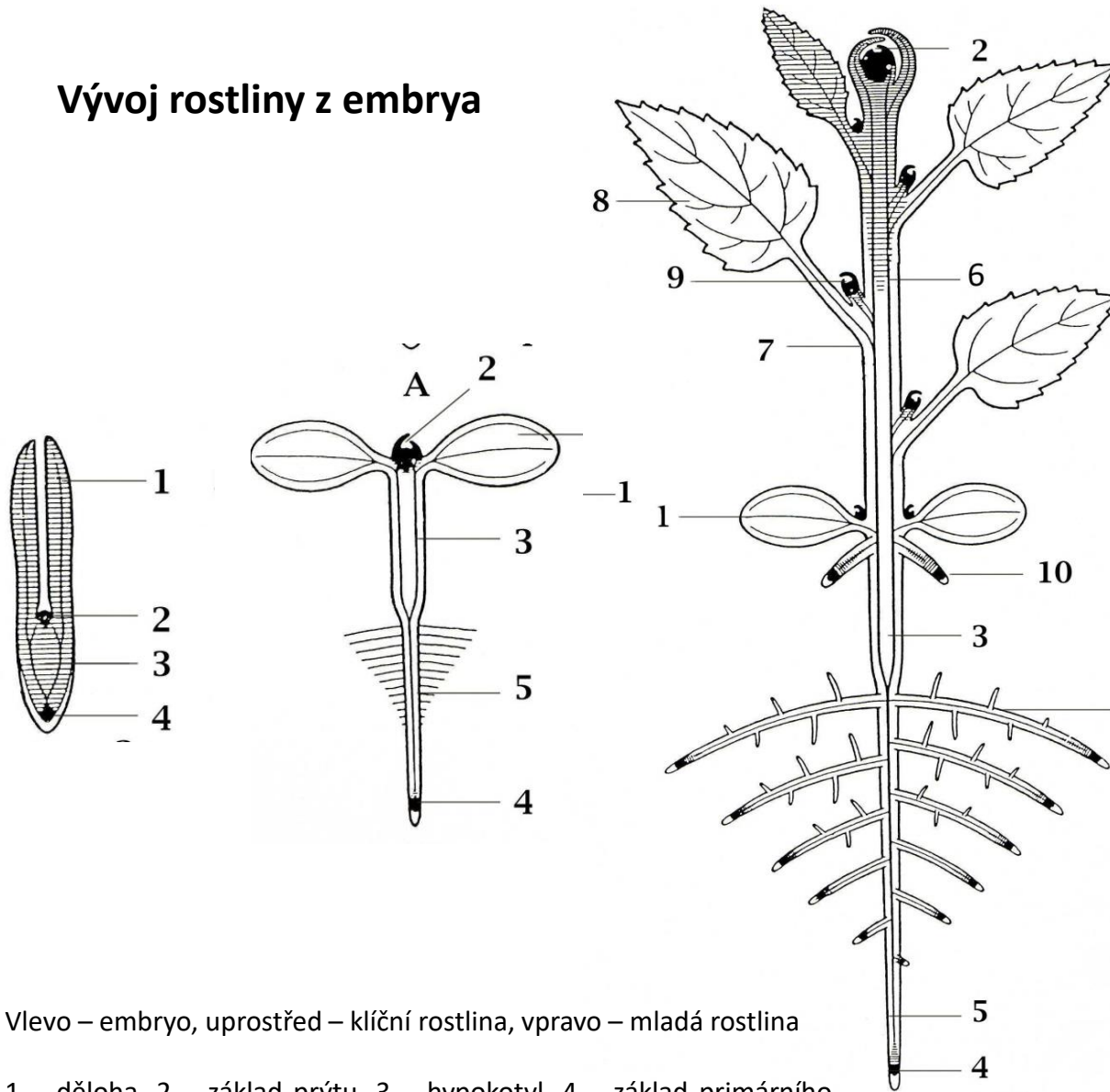
Počet děloh:

2 → **dvouděložné rostliny**
(např. bobovité, hvězdnicovité, tykvovitě, lilkovité atd.)

1 → **jednoděložné rostliny**
(např. trávy)



Vývoj rostliny z embrya

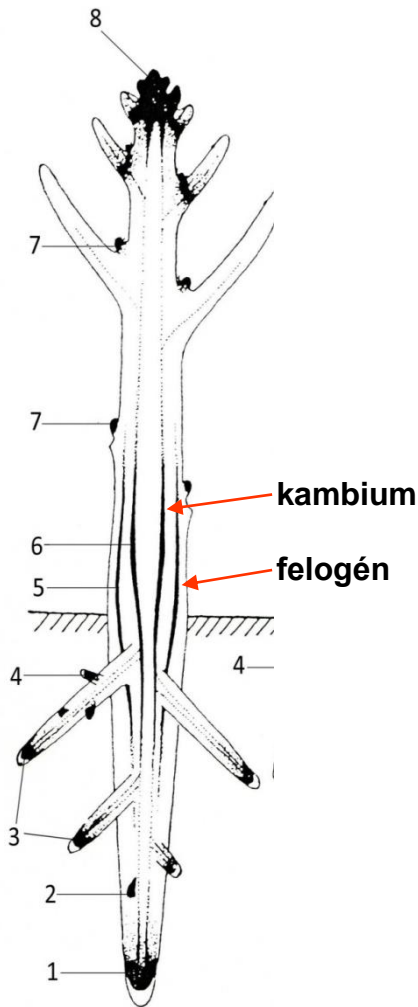


Vlevo – embryo, uprostřed – klíčící rostlina, vpravo – mladá rostlina

1 – děloha, 2 – základ prýtu, 3 – hypokotyl, 4 – základ primárního kořene, 5 – primární kořen, 6 – stonkové internodium, 7 – stonkový nodus, 8 – list, 9 – úžlabní pupen, 10 – adventivní kořen, 11 – postranní kořeny 1. řádu a z nich vyrůstající kořeny 2. řádu

V průběhu klíčení vzniká z kořenového základu **primární (hlavní) kořen**, na jehož vrcholu se udržuje dělivé pletivo, vrcholový neboli **apikální meristém kořene**, který vytváří trvalá pletiva kořene. Primární kořen se v určité vzdálenosti od vrcholu větví. Větvením vznikají **postranní (boční, laterální) kořeny**, na jejichž vrcholech jsou rovněž dělivá pletiva, podobná dělivým pletivům na vrcholu hlavního kořene. Ze základu prýtu vyrůstá hlavní **prýt** (stonek s listy). Na jeho vrcholu, stejně jako u kořene, zůstává oblast dělivých pletiv, vrcholový neboli **apikální meristém prýtu**, který dává vzniknout trvalým pletivům jak stonku, tak listů. Část dělivých pletiv odvozených od apikálního meristému prýtu se uchovává v úžlabí listů, kde tvoří tzv. **úžlabní (axilární) pupeny**, ze kterých pak mohou prorůst postranní větve prýtu. I na jejich vrcholech se udržují oblasti dělivých pletiv podobné jako na vrcholu hlavního prýtu.

Apikální meristémy se nacházejí u všech cévnatých rostlin. Pletiva vznikající jejich činností jsou **pletiva primární**. Mnohé rostliny se skládají pouze z těchto pletiv, která dohromady tvoří tzv. **primární rostlinné tělo**. Patří mezi ně většina **jednoděložných rostlin** a některé **drobné, obvykle krátce žijící dvouděložné byliny** a **rostliny cévnaté výtrusné**.



Umístění meristémů v rostlině

1 – apikální meristém primárního kořene, 2 – zakládající se postranní kořen, 3 – apikální meristémy postranních kořenů prvního řádu, 4 – apikální meristémy postranních kořenů druhého řádu, 5 – felogén, 6 – kambium, 7 – meristémy úžlabních pupenů, 8 – apikální meristém prýtu, 9 – interkalární meristém

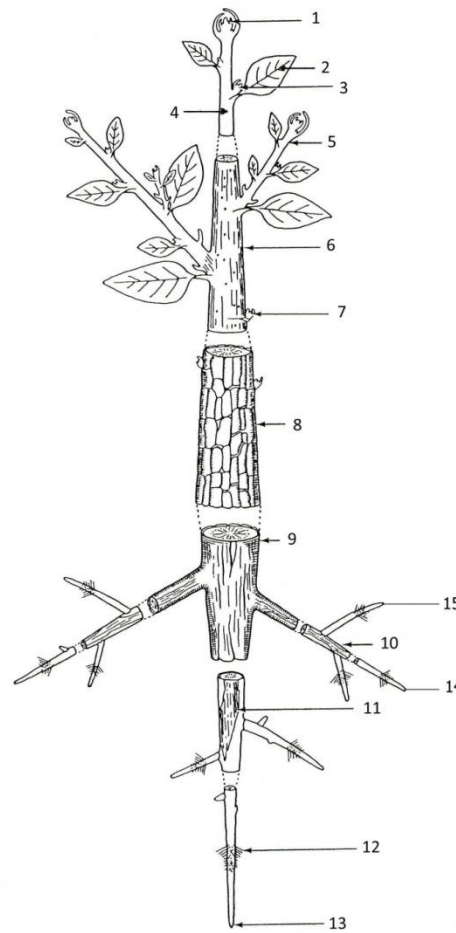


Schéma sekundárně tloustnoucí rostliny

1 – apikální meristém prýtu, 2 – list, 3 – úžlabní pupen, 4 – část stonku tvořená primárními pletivy, 5 – postranní stonek, 6 – sekundárně tloustnoucí stonok, 7 – dormantní (spící) pupen, 8 - sekundárně tloustnoucí stonok s borkou na povrchu, 9 – sekundárně ztloustlá část primárního kořene, 10 – sekundárně ztloustlá část postranního kořene, 11 – počátek sekundárního tloustnutí kořene, 12 - část kořene tvořená primárními pletivy, 13 – apikální meristém primárního kořene, 14 – apikální meristém postranního kořene prvního řádu, 15 – apikální meristém postranního kořene druhého řádu

Ostatní rostliny, tedy nahosemenné a většina dvouděložných, mají primární tělo jenom po určitou dobu, často velmi krátkou. Po této době se začnou přidávat k primárním pletivům ve stoncích a kořenech **pletiva sekundární**, jejichž soubor tvoří sekundární rostlinné tělo. Tato pletiva vznikají z meristémů uložených rovnoběžně s povrchem orgánu (stonku, kořenu), které se vzhledem ke své poloze nazývají **laterální (boční) meristémy**. Patří sem **kambium**, které vytváří sekundární pletiva vodivá a **felogén**, který vytváří sekundární pletiva krycí. Množství sekundárních pletiv může být malé u bylin, ale je velmi výrazné u dřevin, jejichž stonky a kořeny jsou u dospělých jedinců tvořeny převážně sekundárními pletivy.