

Program kursu „Rostlinná buňka“

1) **Poznávání rostlinných buněk**

Buňka a vývoj jejího poznání

Srovnání rostlinné a živočišné buňky

Jak jsou buňky rozčleněny: membrány

2) **Buněčné membrány a vakuoly rostlinných buněk**

Stavba buněčných membrán

Systém vnitřních membrán a vakuolisace rostlinných buněk

3) **Nukleocytoplasmatický kompartment rostlinných buněk**

Jádro buněčné, cytoplasma a buněčná kostra (cytoskelet) rostlinných buněk

Jak se rostlinné buňky množí

4) **Autotrofie rostlinných buněk**

Jak rostliny získávají energii a staví svá těla: mitochondrie a plastidy

Jak vznikla autotrofie rostlin (endosymbiosa) a jaké má důsledky

5) **Rostlinná buňka jako celek**

Buněčné stěny, další jedinečný rys rostlinných buněk

Rostlinná buňka jako celek: ontogenese a diferenciaci buněk

6) **Buňky a rostlina**

Totipotence rostlinných buněk a její využití v biotechnologiích a množení rostlin

Mají rostliny kmenové buňky?

Komunikace mezi buňkami a celistvost rostliny

Šest dvouhodinovek, sedmá - závěr kursu

Poděkování

Kurs University třetího věku „Rostlinná buňka“ vychází z přednášky pro studenty PřF UK „Rostlinná cytologie“.

Děkuji kolegyním Dr. Olze Votrubové, Dr. Kateřině Schwarzerové a Dr. Jindřišce Fišerové za poskytnutí jejich materiálů z této naší přednášky a Dr. Lence Havelkové a Mgr. Stanislavu Vosolsobě za velkou technickou pomoc při přípravě zde uváděné presentace.

1. Poznávání rostlinných buněk

- **Co je buňka?**

Vznik a vývoj cytologie (nauky o buňce) a buněčné biologie, včetně molekulární

Definice buňky

Prokaryota a eukaryota

Rostlinná buňka

- **Srovnání rostlinné a živočišné (například lidské) buňky:**

Rostliny autotrofní, nepohyblivé; živočichové heterotrofní, pohybliví

Tři charakteristické znaky rostlinných buněk:

Plastidy (chloroplasty)

Centrální vakuola

Buněčné stěny

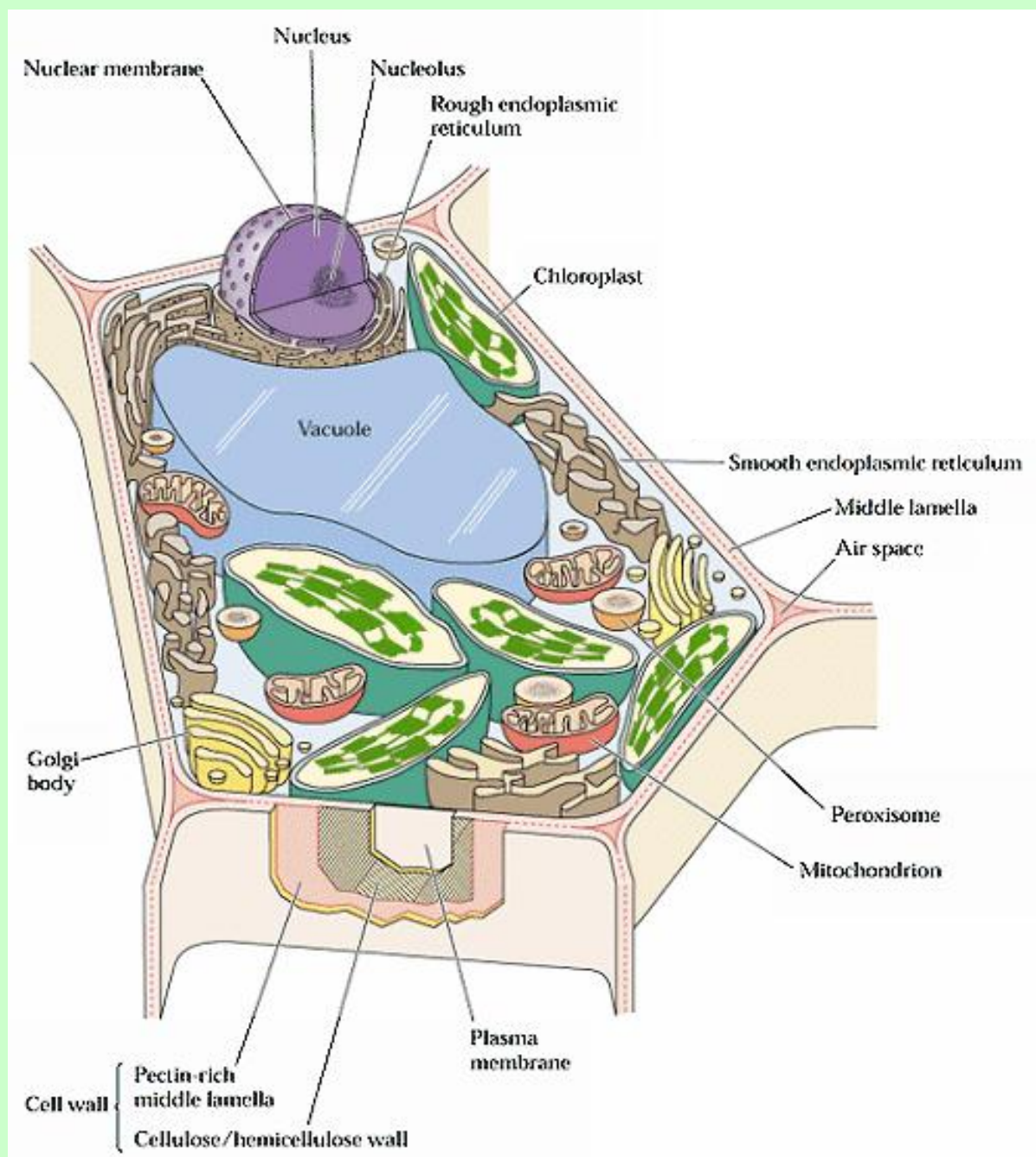
- **Rozčlenění (kompartmentace) rostlinné buňky**

Membrány – hlavní stavební prvek buněk

Co je buňka?

Buňka je základní jednotkou všech živých organismů a zároveň nejmenším systémem, který je sám o sobě schopen života a rozmnožování. Buňka může být součástí mnohobuněčného organismu.

Jsou dva základní typy buněk: prokaryotní (stáří přes tři miliardy let) a **eukaryotní** (stáří asi jedna miliarda let).



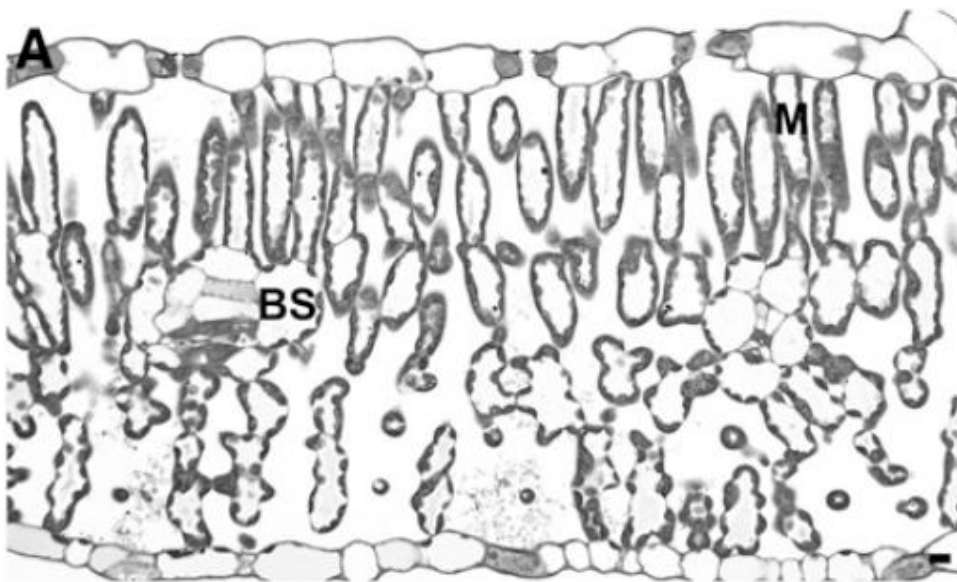
Co jsou rostliny?

Organismy dělíme na **Prokaryota** (bezjaderné) a **Eukaryota** (jaderné).

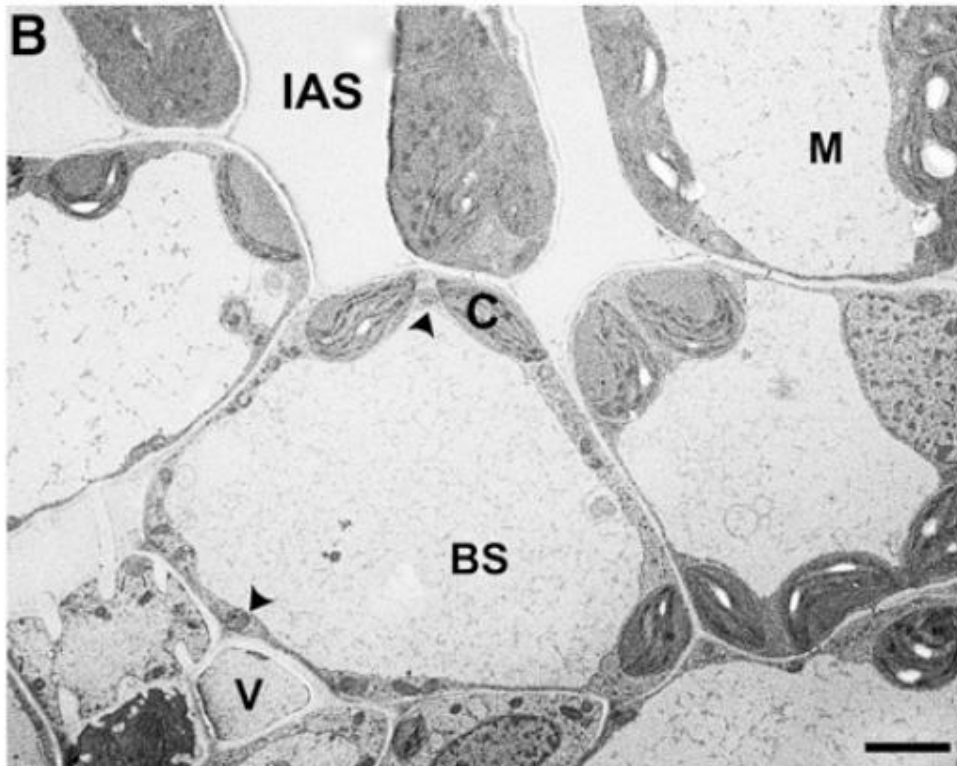
Eukaryota se dělí na Protozoa (prvoky), Animalia (živočichy), Fungi (houby), Chromista a **Plantae – rostliny**. Poslední dvě skupiny mají plastidy a jsou autotrofní.

Mezi rostliny patří řasy Glaucophyta, Rhodophyta (ruduchy) a Chlorophyta (zelené řasy) a dále **Tracheophyta – cévnaté rostliny**, které se vyvinuly asi před 475 miliony let ze zelených řas. Jejich těla jsou prostoupena vodivými pletivy a diferencována na kořeny, stonky a listy.

Buňkami cévnatých rostlin se budeme především zabývat.

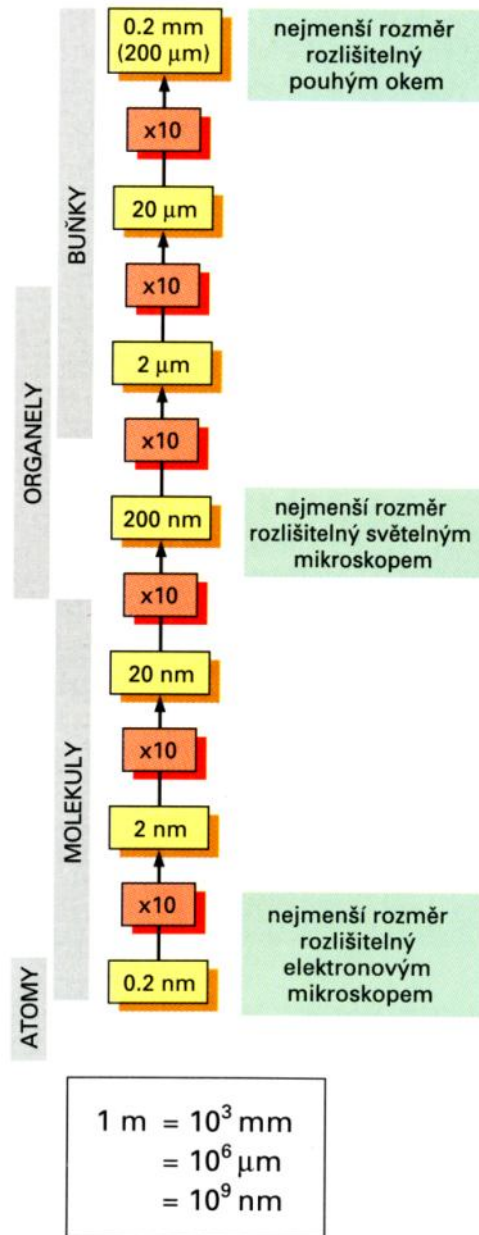


Buňky listu ve světelném mikroskopu (nahore) a v elektronovém mikroskopu (dole)



Měřítka 5 mikrometrů
Sage et al. (2013)

Jak velkými objekty se budeme zabývat?



Obrázek 1-3 Velikosti buněk a jejich částí s uvedením jednotek, ve kterých se tyto velikosti měří.

Z historie poznávání buněk

Tabulka 1-1 Významná data v mikroskopii buněk

-
- 1655 **Hooke** použil jednoduchý mikroskop k popisu pórů v řezu korku. Tyto póry nazval "buňky".
- 1674 **Leeuwenhoek** ohlásil svůj objev prvoků. Bakterie poprvé uviděl o devět let později.
- 1833 **Brown** zveřejnil svá mikroskopická pozorování orchidejí a jasně popsal buněčné jádro.
- 1838 **Schleiden** a **Schwann** navrhli buněčnou teorii s tím, že buňka s jádrem je univerzálním stavebním kamenem rostlinných a živočišných tkání.
- 1857 **Kölliker** popsal mitochondrie ve svalových buňkách.
- 1879 **Flemming** velmi jasně popsal chování chromosomů v živočišných buňkách během mitózy.
- 1881 **Cajal** a další histologové vyvinuli barvicí techniky, které odkryly strukturu nervových buněk a organizaci nervové tkáně.
- 1898 **Golgi** při barvení buněk dusičnanem stříbrným jako první uviděl a popsal Golgiho aparát.
- 1902 **Boveri** pozoroval chování chromosomů během pohlavního rozmnožování a určil jejich vztah k dědičnosti.
- 1952 **Palade, Porter** a **Sjöstrand** vyvinuli techniky elektronové mikroskopie, které umožnily poprvé spatřit řadu struktur uvnitř buňky. Při jednom z prvních použití těchto technik **Huxley** ukázal, že svaly obsahují svazky proteinových vláken – první důkaz existence cytoskeletu.
- 1957 **Robertson** popsal dvojnou vrstvu buněčné membrány spatřené poprvé v elektronovém mikroskopu.

Cytologie, buněčná biologie, molekulární biologie buňky: tři etapy vývoje poznání buněk

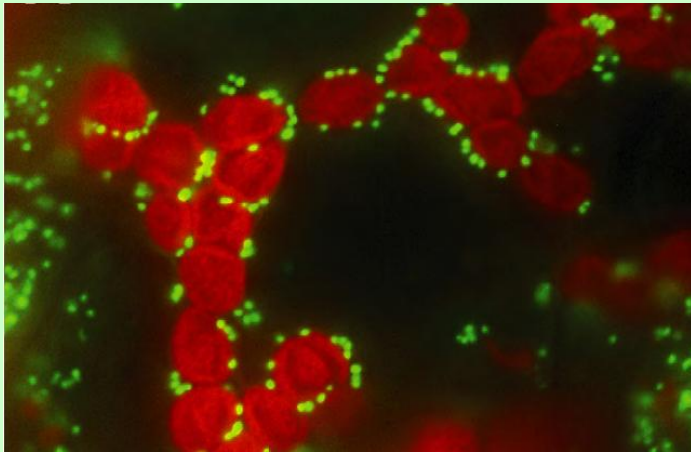
Příklad: studium mitochondrií, buněčných organel dýchání

Klasická cytologie – asi od 80. let 19. století, založena pouze na pozorování v mikroskopu: popis mitochondrií jako drobných tělísek v buňkách

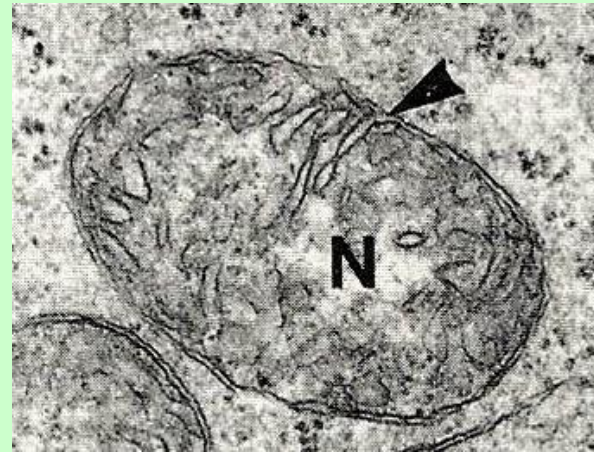
Biologie buňky – asi od 30. let 20. století, elektronová mikroskopie a studium buněčných partikulí izolovaných z homogenátu: elektronmikroskopický snímek mitochondrie na ultratenkém řezu a lokalisace přeměn energie v dýchacím řetězci do mitochondriálních krist

Molekulární biologie buňky - založena na poznání struktury a funkce DNA, nositelky dědičnosti, v 50. a 60. letech 20. století: dnes známe bílkoviny – enzymy dýchacího řetězce a jejich geny a umíme ovlivňovat činnost genů i osud vzniklých bílkovin

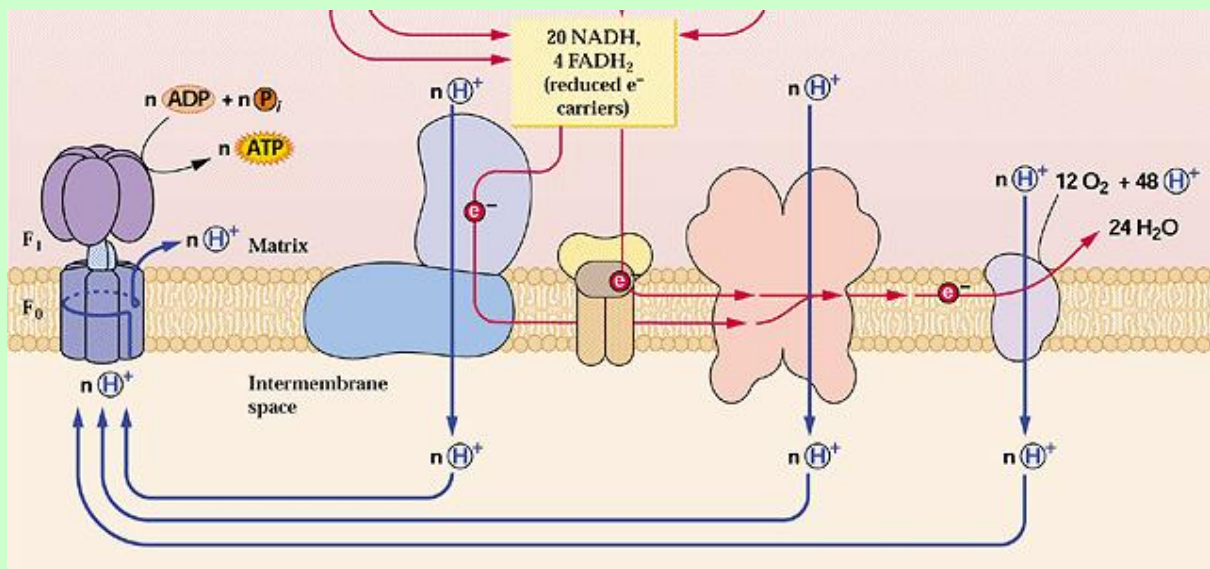
Mitochondrie



světelná mikroskopie



transmisní elektronová mikroskopie



dýchací řetězec – funkční struktura

Prof. Bohumil Němec (1873 – 1966)

Největší český rostlinný biolog – statolithová teorie geotropismu, popis přeměny pylového zrna v zárodečný vak rostliny, odlišení Eukaryot a „Akaryot“ a další objevy, zakladatel naší katedry



Prokaryotická x eukaryotická buňka

Kompartimentace – vedle přítomnosti buněčného jádra základní vlastnost eukaryotické buňky

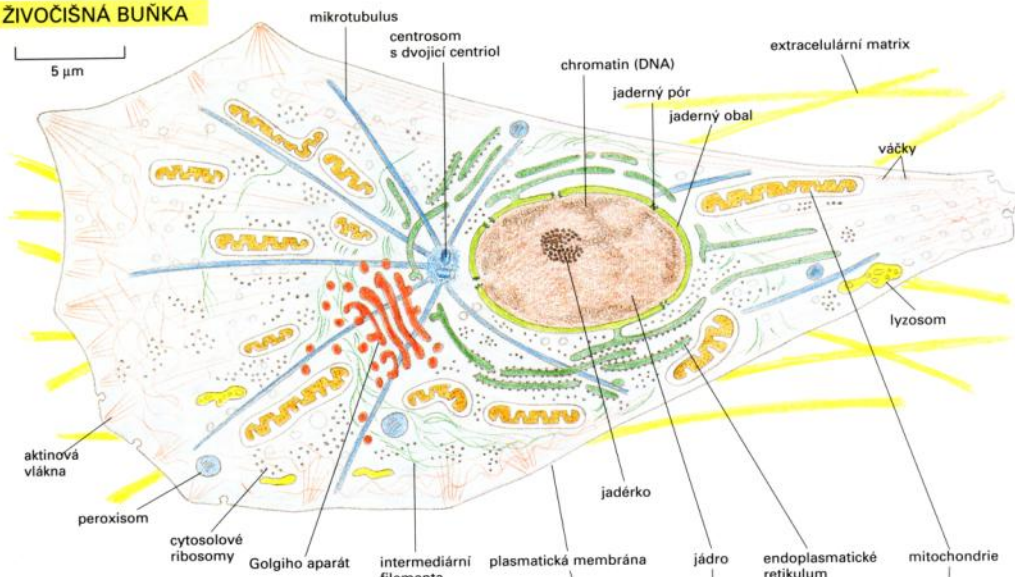
Rozdělení buňky na funkční celky – kompartmenty – hlavně **pomocí buněčných membrán**

Eukaryotické buňky jsou objemově asi tisíckrát větší než prokaryotické.

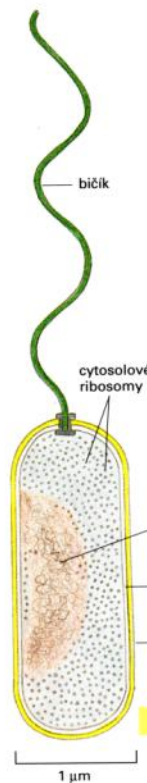
Eukaryotické buňky získaly ve fylogenesi endosymbioticky organely energetického metabolismu – mitochondrie a (u rostlin) plastidy.

Buněčné organely („ústrojky“) : útvary v buňce množící se pouze dělením – jádro buněčné, mitochondrie a u rostlin plastidy

ZIVOČIŠNÁ BUŇKA

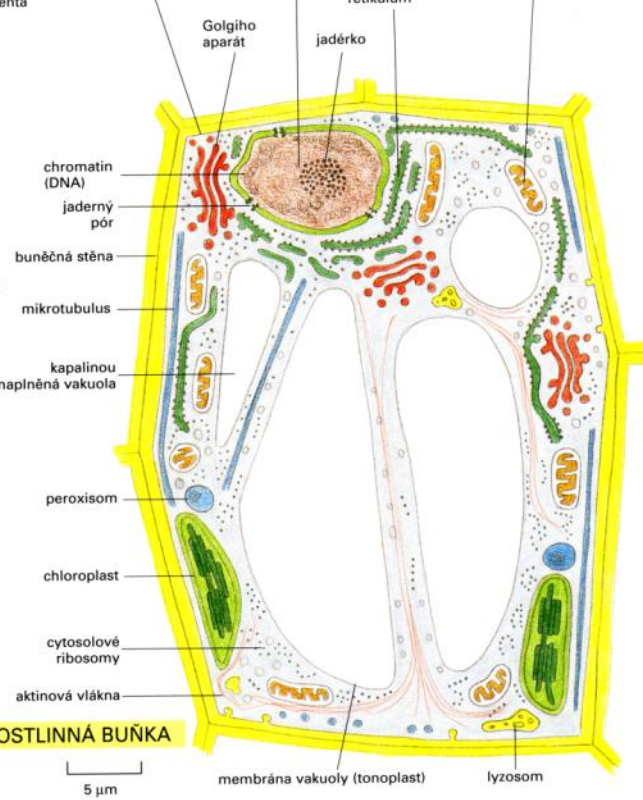


Tři typy buněk tu jsou znázorněny realističtěji než na obrázku 1-17. Je však použito stejných barev pro odlišení hlavních buněčných složek. Živočišná buňka je podobná fibroblastu, který dokáže prolézat pojivovou tkání a ukládat tam extracelulární matrix. Živý fibroblast je na obrázku 1-4A. Rostlinná buňka je pak typickou listovou buňkou s chloroplasty a velkou vakuolou. Bakterie je zde ukázána jako tyčinkovitý bacil s jediným bičíkem pro zajištění pohybu.

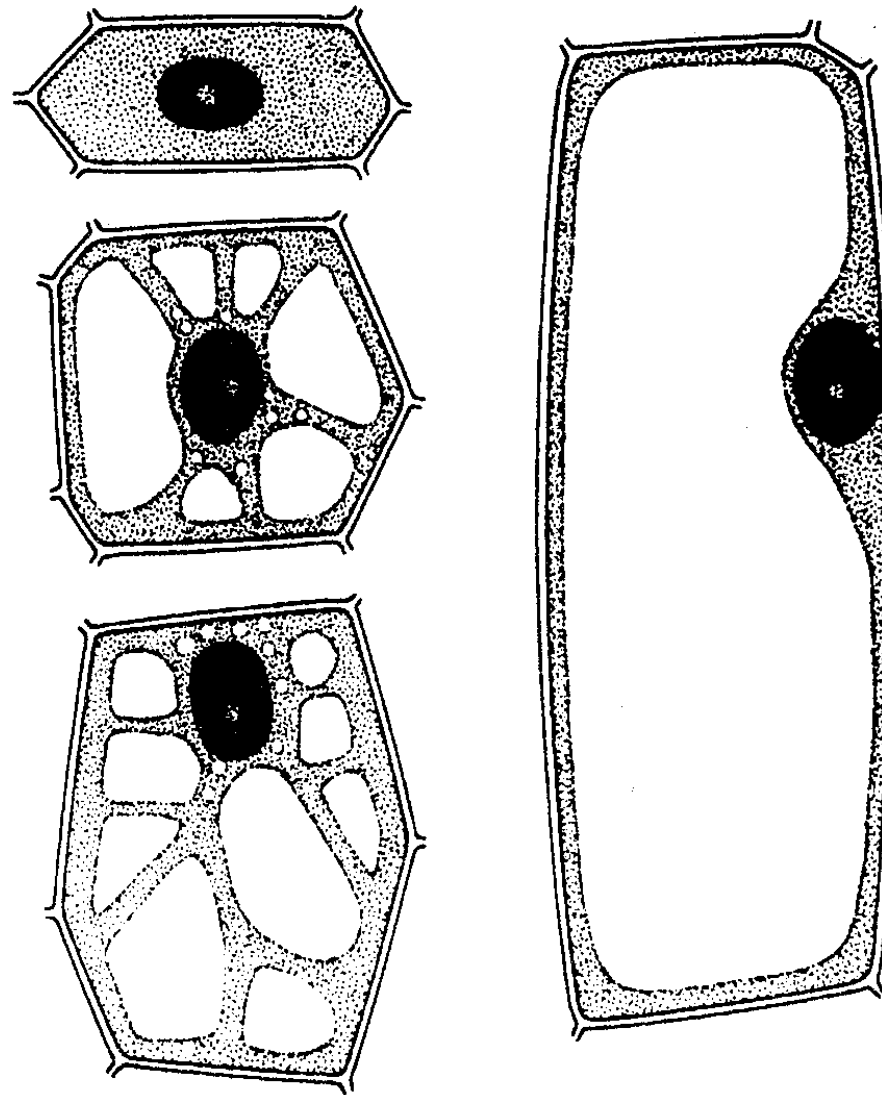


BAKTERIÁLNÍ BUŇKA

ROSTLINNÁ BUŇKA



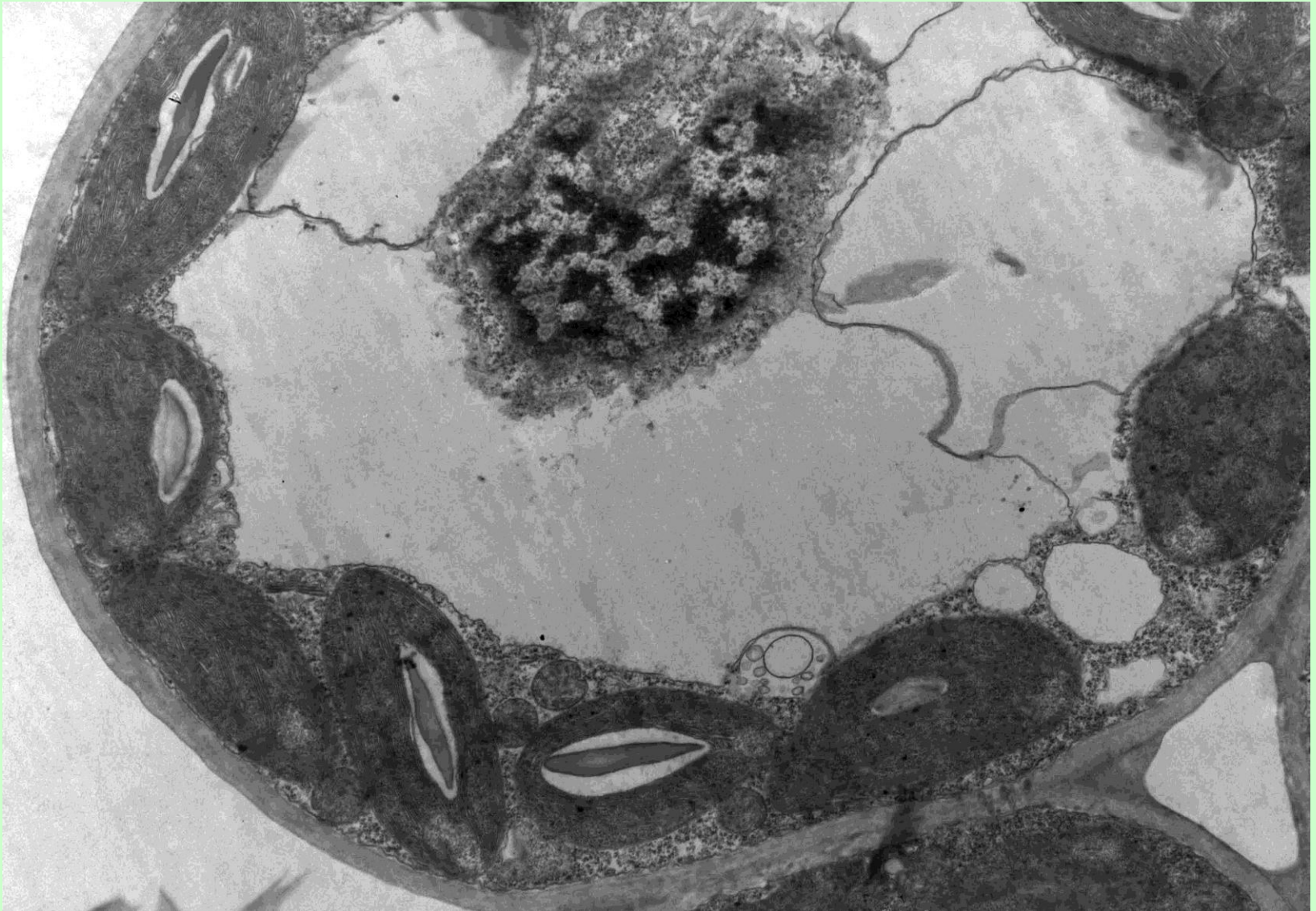
Vakuolisace rostlinných buněk



Skripta Anatomie rostlin, doc. O. Votrubová

Rostlinná buňka s chloroplasty

-snímek z transmisního elektronového mikroskopu



Příprava trvalých preparátů z rostlinného materiálu

Fixace materiálu - rychlé a šetrné usmrcení a uchování: např. fixáž „FAA“ (90 ml 70% etanolu, 5 ml formolu, 5 ml „ledové“ kyseliny octové)

Vypírání fixáže (70% etanolem)

Odvodnění nafixovaných objektů (ve vzestupné alkoholové řadě)

Zalítí objektů pro řezání (do parafinu, přes intermedium, např. xylen, potom za zvýšené teploty)

Řezání zalitých objektů na mikrotomu, nalepení řezů na podložní sklíčka (glycerolbílkem)

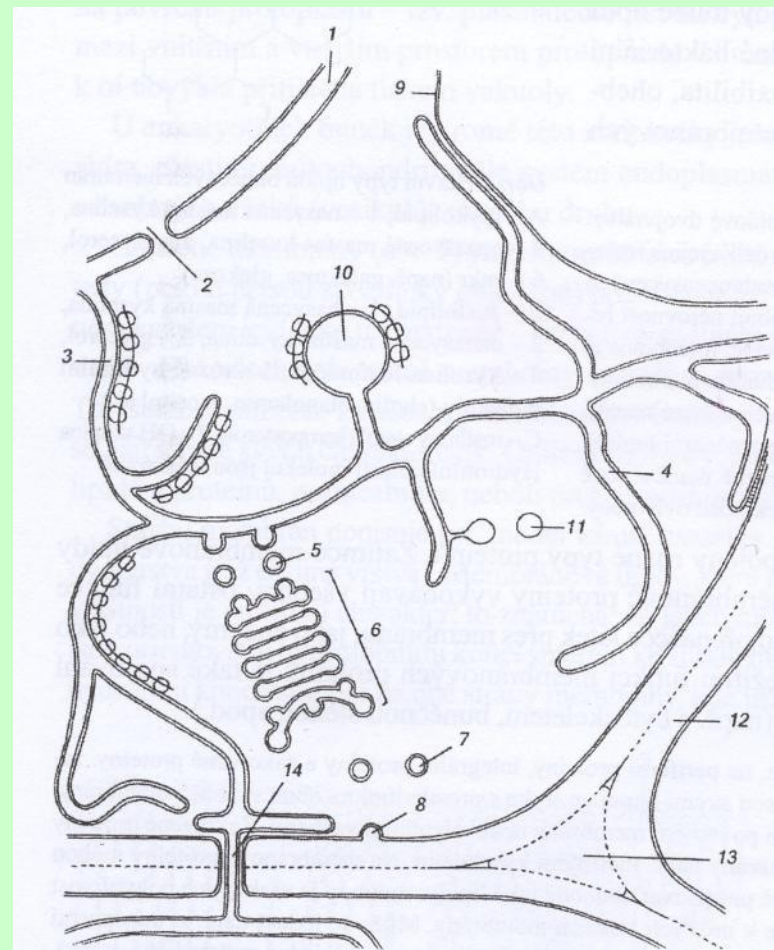
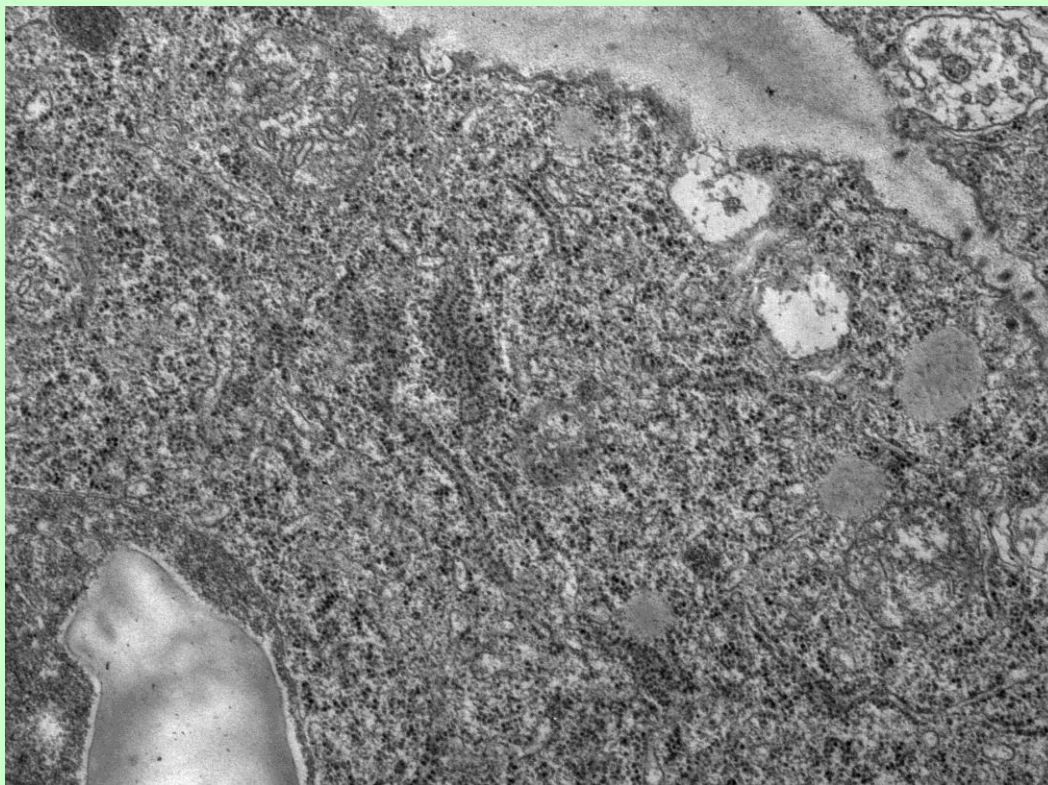
Odparafinování řezů (přes intermedium, sestupná alkoholová řada)

Barvení řezů (ve vodných roztocích, mnoha způsoby)

Uzavření řezů (např. do kanadského balzámu, po odvodnění ve vzestupné alkoholové řadě)

Označení preparátů

Endomembránový systém (systém vnitřních membrán) rostlinné buňky



Obr. 9 Endomembránový systém rostlinné buňky

1 – jaderný obal, 2 – jaderný pór, 3 – drsné ER s ribosomy, 4 – hladké ER, 5 – váček putující od ER k diktyosomu, 6 – diktyosom, blíže ER je cis strana, 7 – váček putující od diktyosomu k plasmalemě, 8 – váček splývající s plasmalemou, 9 – tonoplast, 10 – vznikající proteinové tělísko, 11 – oleosom, 12 – buněčná stěna, 13 – mezibuněčná prostora, 14 – desmotubulus v plasmodesmu

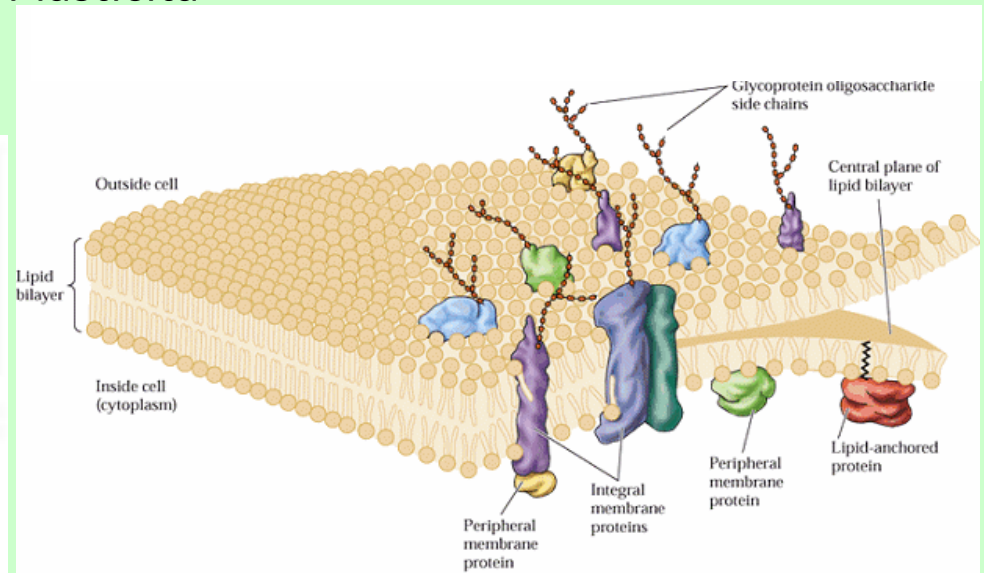
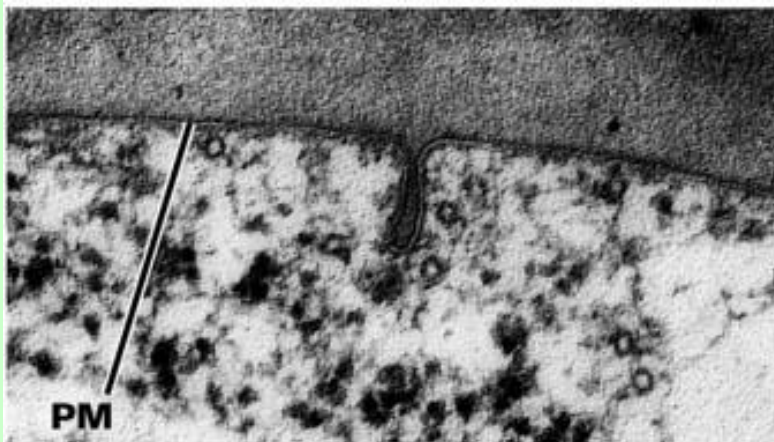
Buněčné membrány

5-10 nm tlustá lipidová dvojvrstva, obsahující proteiny – **model tekuté mosaiky**
(Singer a Nicolson, 70. léta 20. století)

Nevznikají *de novo*, ale dědí se

Semipermeabilita

Plasticita



Buněčné membrány - - hlavní funkce:

- **tvorí většinou hranice mezi kompartmenty**
- **regulují transport** (semipermeabilita – transport solutů; různé transportní systémy; možnosti přenosu váčků)
- **fungují v přenosech signálů** (receptory, změny membránového potenciálu aj.)
- **účastní se komunikace mezi buňkami** (např. plasmodesmy a kontinuita plasmalemy a endoplasmatického retikula, ER)
- **mají další specifické funkce** díky enzymům apod., které se v nich nacházejí – např. vnitřní membrány organel obsahující elektrontransportní řetězce, syntéza ATP

Role membránového transportu

- **Přeměny energie** (vznik ATP v mitochondriích a chloroplastech)
- **Přenos signálů** (např. přechodné zvýšení koncentrace Ca^{2+} v cytoplasmě a opětovné ustavení gradientu)
- **Ustavení turgoru buněk** (akumulace solí a dalších osmoticky aktivních látek ve vakuolách)
- **Akumulace minerálů** pro biosyntézu organických molekul (NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} , bor, zinek, měď, železo atp.)
- **Vylučování odpadních produktů** (zejména do vakuol)
- **Distribuce metabolitů** (organické látky, produkty fotosynthesy, jsou transportovány z asimilujících pletiv do celé rostliny)
- **Kompartmentace** (umožňuje probíhání několika metabolických dějů v jedné buňce najednou)

Membránový transport - typy transportérů

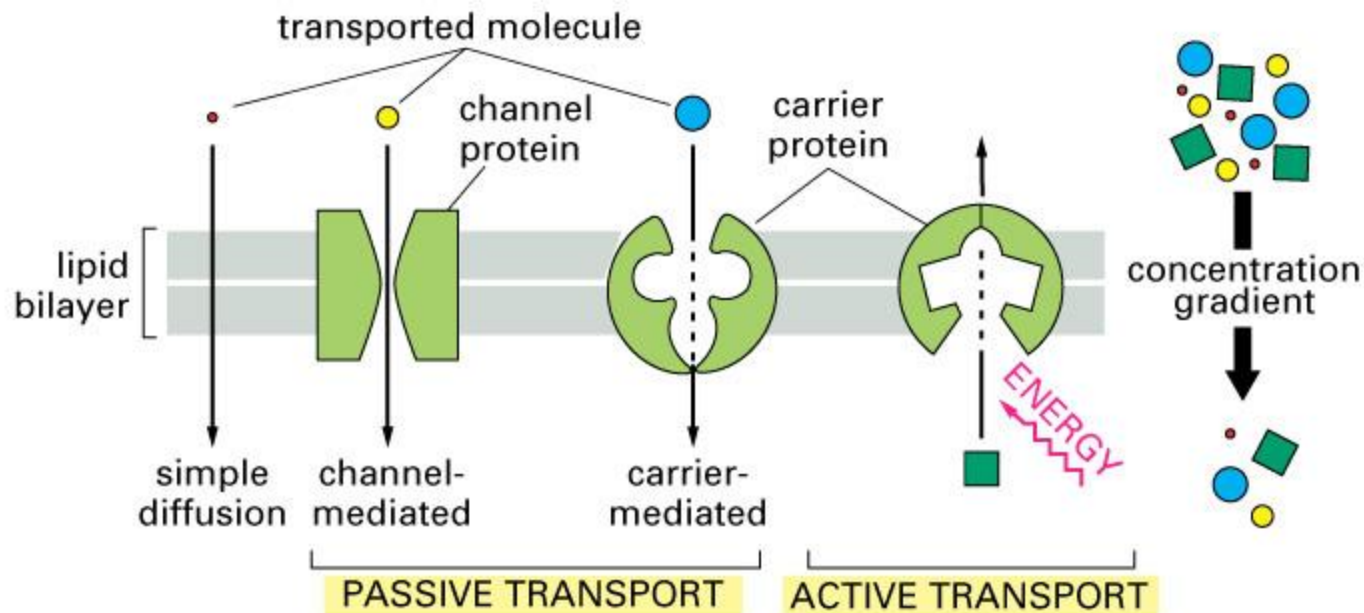


Figure 12-4 Essential Cell Biology, 2/e. (© 2004 Garland Science)

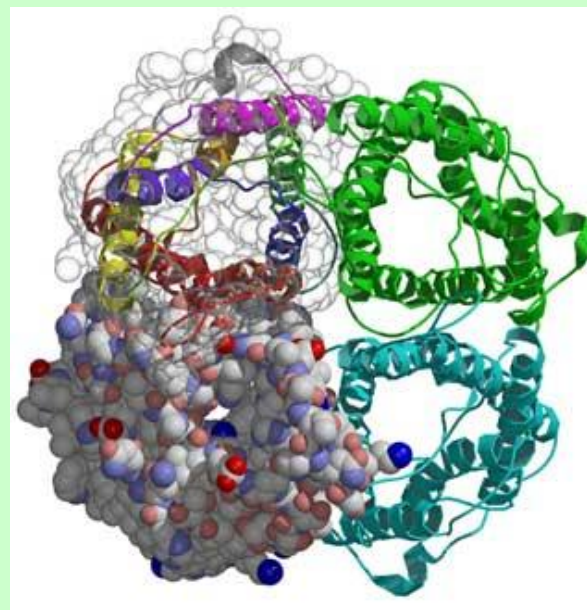
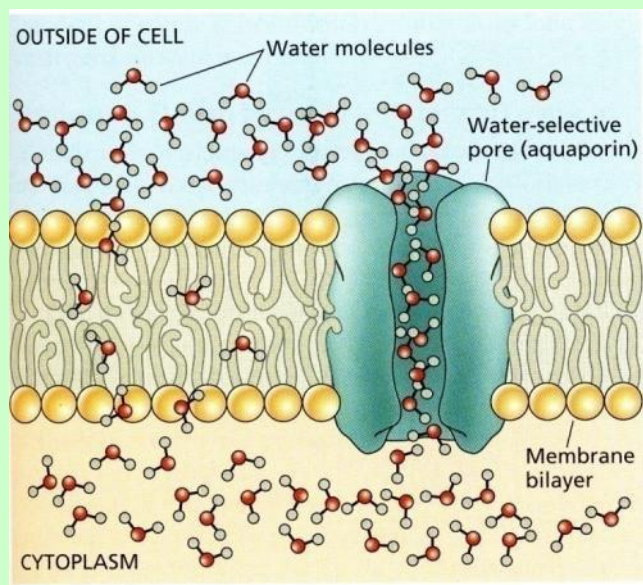
Membránový transport

Aquaporiny jako příklad

Malé integrální membránové proteiny (25-30kDa), tvořící póry

Usnadňují transport vody přes membránu

Rostliny kódují mnoho isoform; exprese je pletivově-specifická



http://www.als.lbl.gov/als/science/sci_archive/54aquaporin.html