

# Struktura a funkce buňky

doc. RNDr. Jana Horáková, Ph.D.

5.3.2024

12.3.2024

# Definice buňky



- Základní stavební a funkční jednotka organismů schopná se dělit
- *Jednobuněčné organismy* – nejjednodušší forma života
- *Mnohobuněčné organismy* (člověk cca 200 typů buněk)
- **Společné znaky buněk:** cytoplazmatické membrána, buněčné jádro (genetický materiál), cytosol

# Obecná charakteristika živých soustav

- Jednobuněčné / mnohobuněčné organismy (?viry)
- 1. **Přítomnost nukleových kyselin a bílkovin** → zajištění metabolismu (=přeměny látek a energií)
- 2. **Vysoká organizace** se stupňovitým uspořádáním (atomy - makro/molekuly – buněčné organely – buňky – tkáně – orgány – organismus)
- 3. **Otevřené soustavy** z hlediska termodynamiky – výměna látek, energie, informace s okolím
- 4. **Schopnost autoregulace** – systém zpětných vazeb z vnějšího okolí
- 5. **Metabolismus**
- 6. **Autoreprodukce, specifické vývojové rysy** (individuální / druhové)

# Buněčná teorie

- Stojí na vědeckých poznatcích **Matthias Schleidena**, 1838 **Theodora Schwanna**, 1839: „Buňky jsou univerzálními stavebními jednotkami živých tkání“
- **Louis Pasteur** (60. léta 19. století): „Buňky vznikají z již existujících buněk“
- **Rudolf Virchow** (1858): „*Omnis cellula e cellula.*“

# Buněčná teorie

1. Všechny živé organismy se skládají z jedné nebo více buněk
2. Buňka je základní strukturní a funkční jednotkou všech živých organismů
3. Buňky vznikají z již existujících buněk buněčným dělením
4. Buňky nesou genetický materiál a při dělení jej předávají dceřinným buňkám
5. Chemické složení buněk je podobné
6. Uvnitř buněk se odehrávají obdobné metabolické, energetické, biochemické procesy

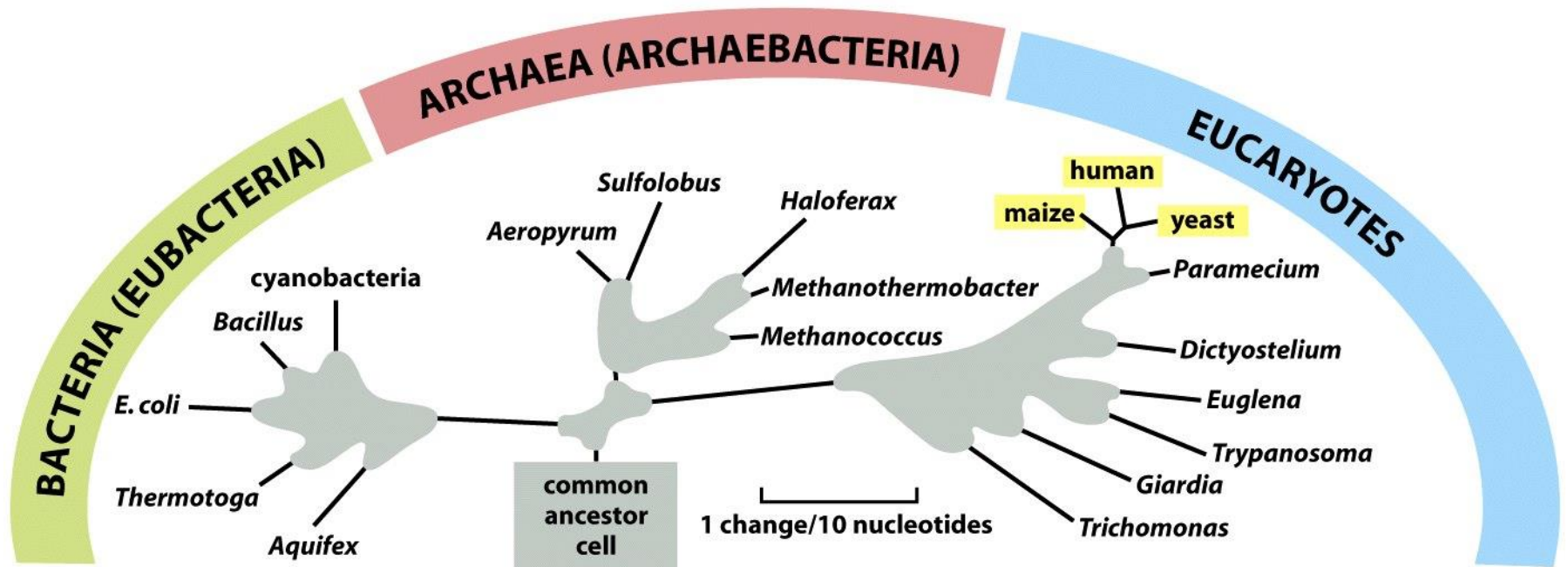


Figure 1-21 *Molecular Biology of the Cell*, Fifth Edition (© Garland Science 2008)

# Druhy buněk

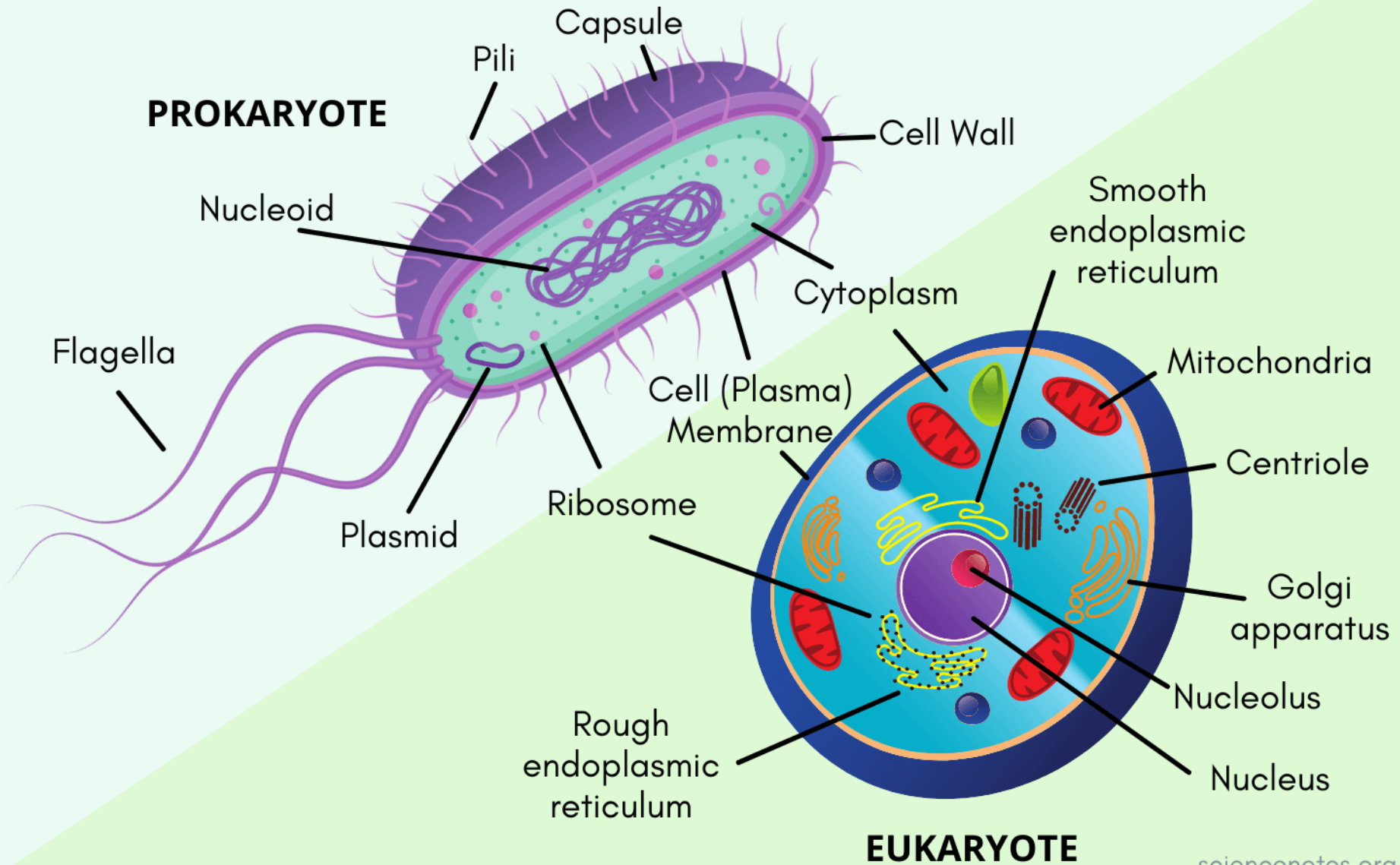
## Prokaryontní

- (Eu)bakterie, Archebakterie
- 1-10  $\mu\text{m}$
- DNA volně v cytoplazmě
- Málo vnitřních struktur
- Prosté dělení

## Eukaryontní

- Prvoci, houby, rostliny, živočichové
- 10-100  $\mu\text{m}$
- Organizovaná DNA v jádře
- Mnoho organel ohraničených membránami
- Mitóza, meióza

# Prokaryotic vs Eukaryotic Cell





# Prokaryontní buňka

- Buňka neobsahující jádro (*pro*=před, *karyon*=jádro)
- Bakterie, jednobuněčné organismy / vytvářející vícebuněčné struktury (řetězce, shluky)
- Nukleoid – není oddělen od cytoplazmy membránou, složen pouze z jedné molekuly DNA
- Nepřítomnost membránových organel
- Odlišná stavba ribozomů

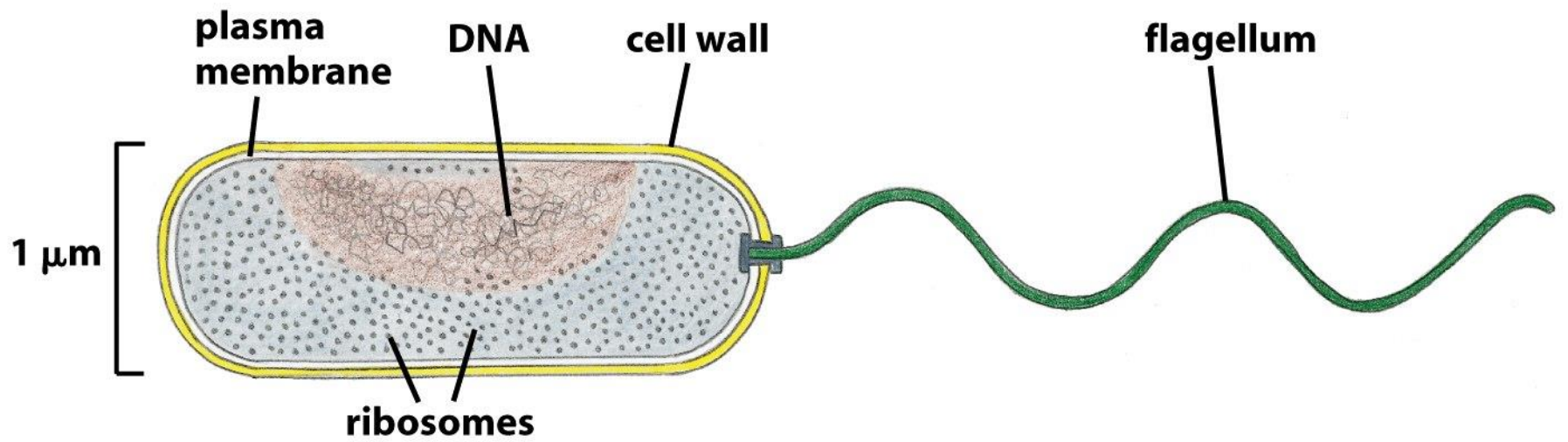
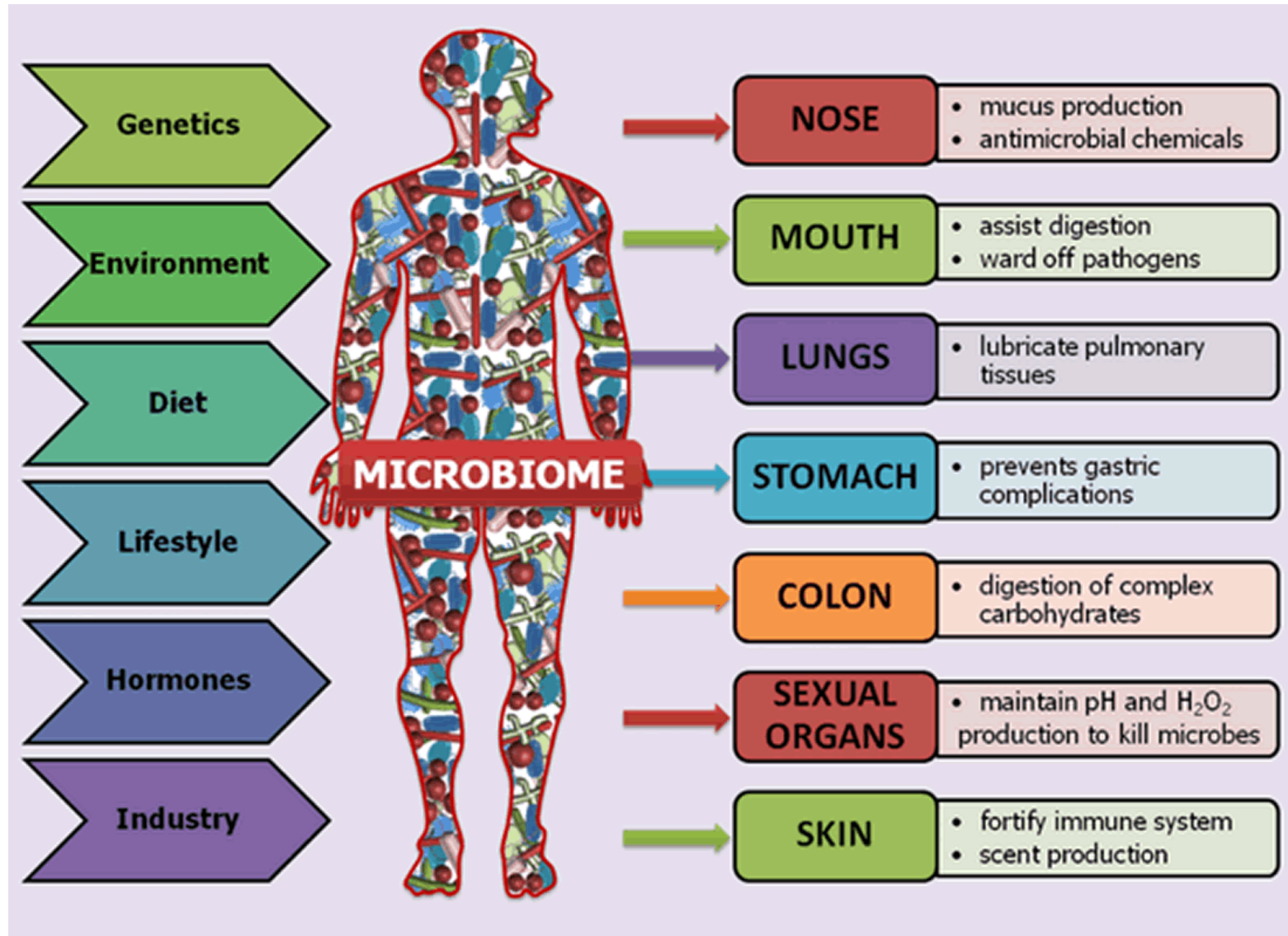


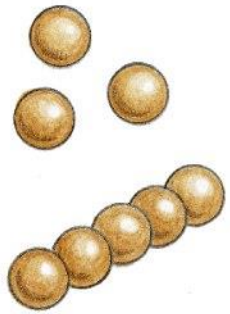
Figure 1-18a *Molecular Biology of the Cell*, Fifth Edition (© Garland Science 2008)

# Bakterie

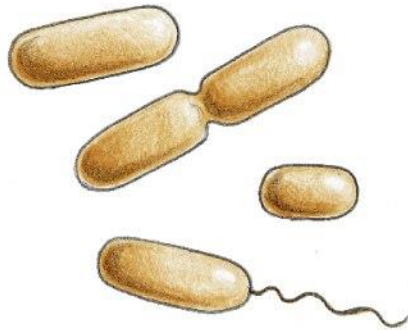
- Kulové/okrouhlé/spirálovité
- Buněčná stěna (G+/G-)
- Cytoplasmatická membrána uzavírající cytoplasmu (DNA)
- Rychle se množí (20 minut) → schopnost vývoje a přizpůsobení se novým podmínkám (rezistence)
- Různé prostředí (aerobní/anaerobní, teplotní optimum)
- V lidském těle až 10x více bakterií než lidských buněk (cca 1-2 kg)

# Mikrobiom





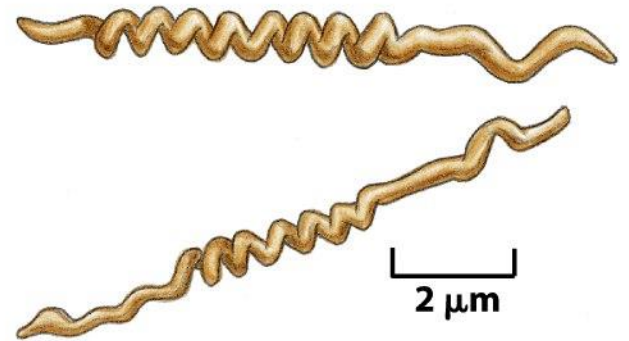
**spherical cells**  
e.g., *Streptococcus*



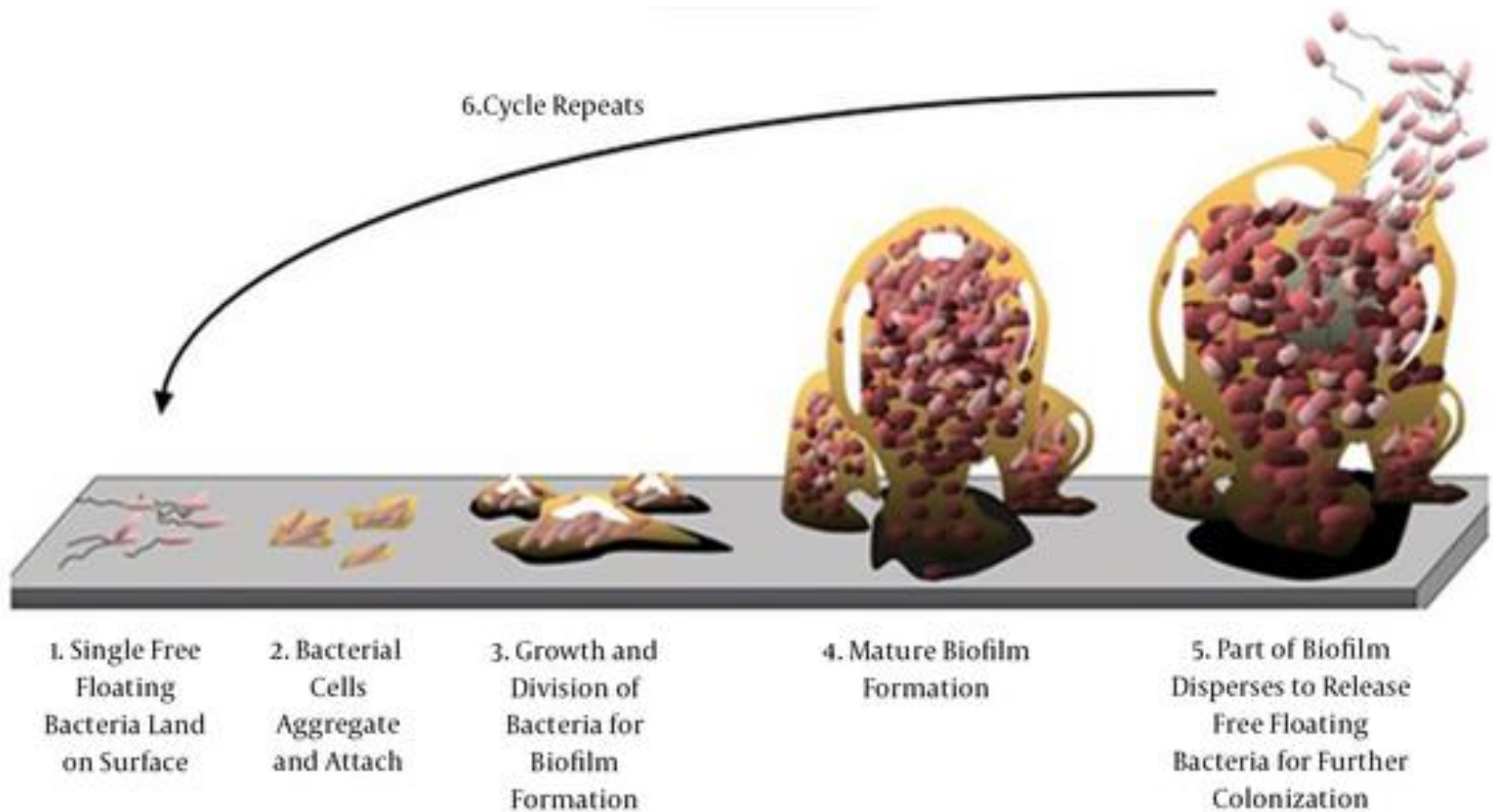
**rod-shaped cells**  
e.g., *Escherichia coli*,  
*Vibrio cholerae*



**the smallest cells**  
e.g., *Mycoplasma*,  
*Spiroplasma*

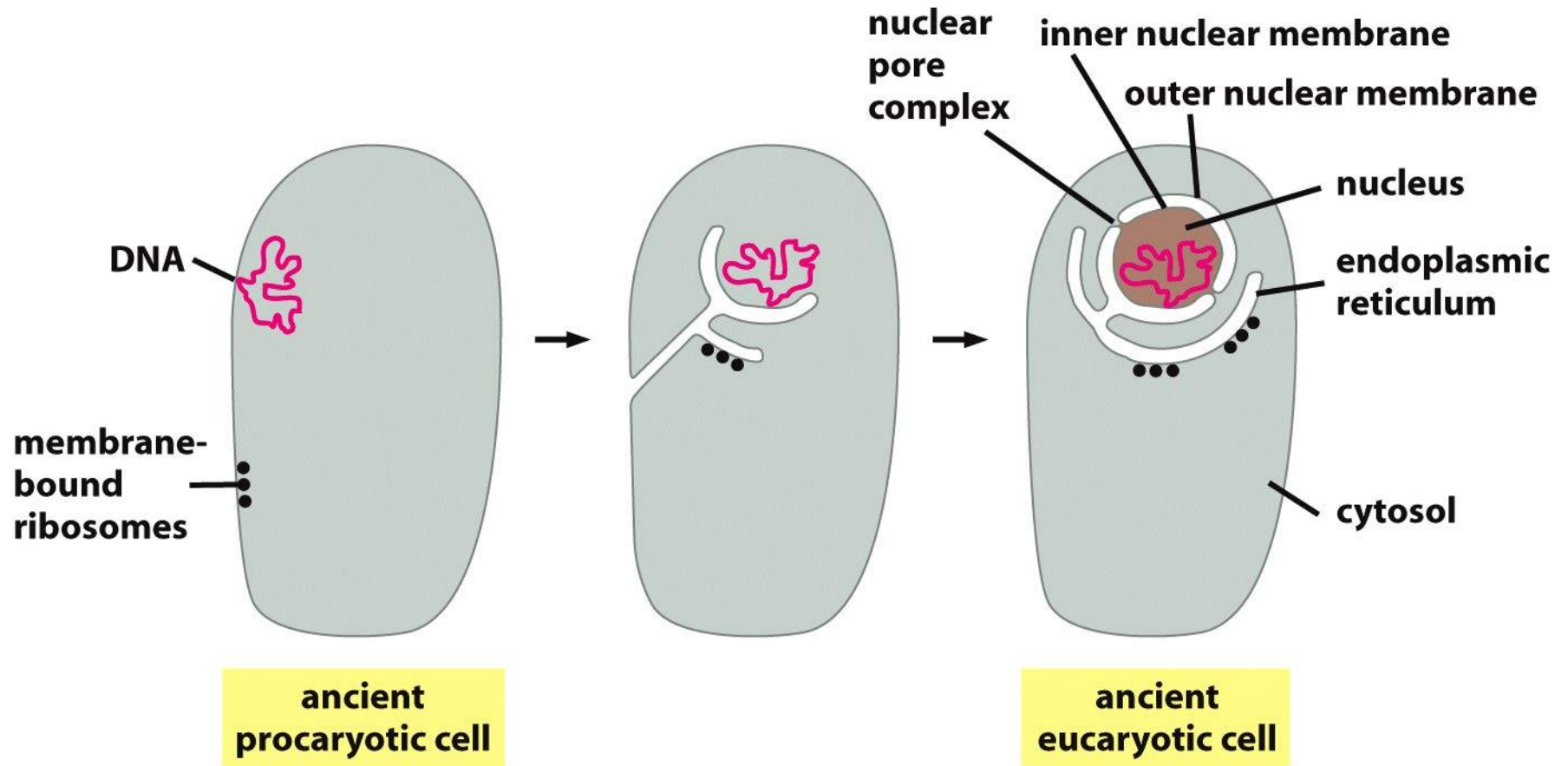


**spiral cells**  
e.g., *Treponema pallidum*



Goudarzi M, Navidinia M, Khadembashi N, Rasouli R. Biofilm Matrix Formation in Human: Clinical Significance, Diagnostic Techniques, and Therapeutic Drugs. Arch Clin Infect Dis. 2021;16(3):e107919. [doi: 10.5812/archcid.107919](https://doi.org/10.5812/archcid.107919)

# Eukaryogeneze



# Eukaryontní buňka

- Buňka obsahující jádro (*eu*=pravý, *karyon*=jádro)
- jednobuněčné organismy (prvoci) / vícebuněčné organismy (rostliny, houby, živočichové)
- Jádro – ohraničeno membránou, obsahuje genetickou informaci
- Přítomnost membránových organel (mitochondrie, Golgiho aparát, endoplazmatické retikulum, lysozomy)



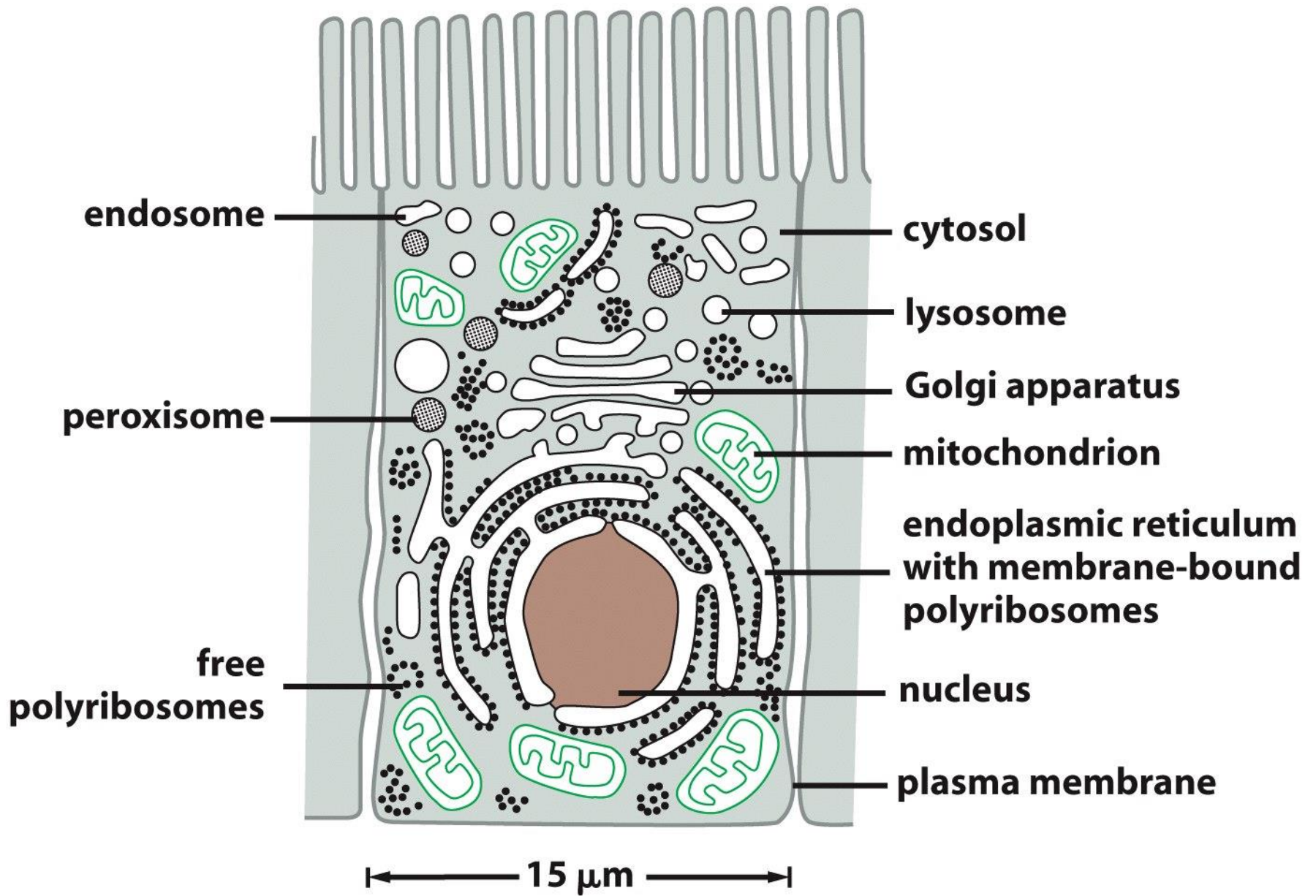
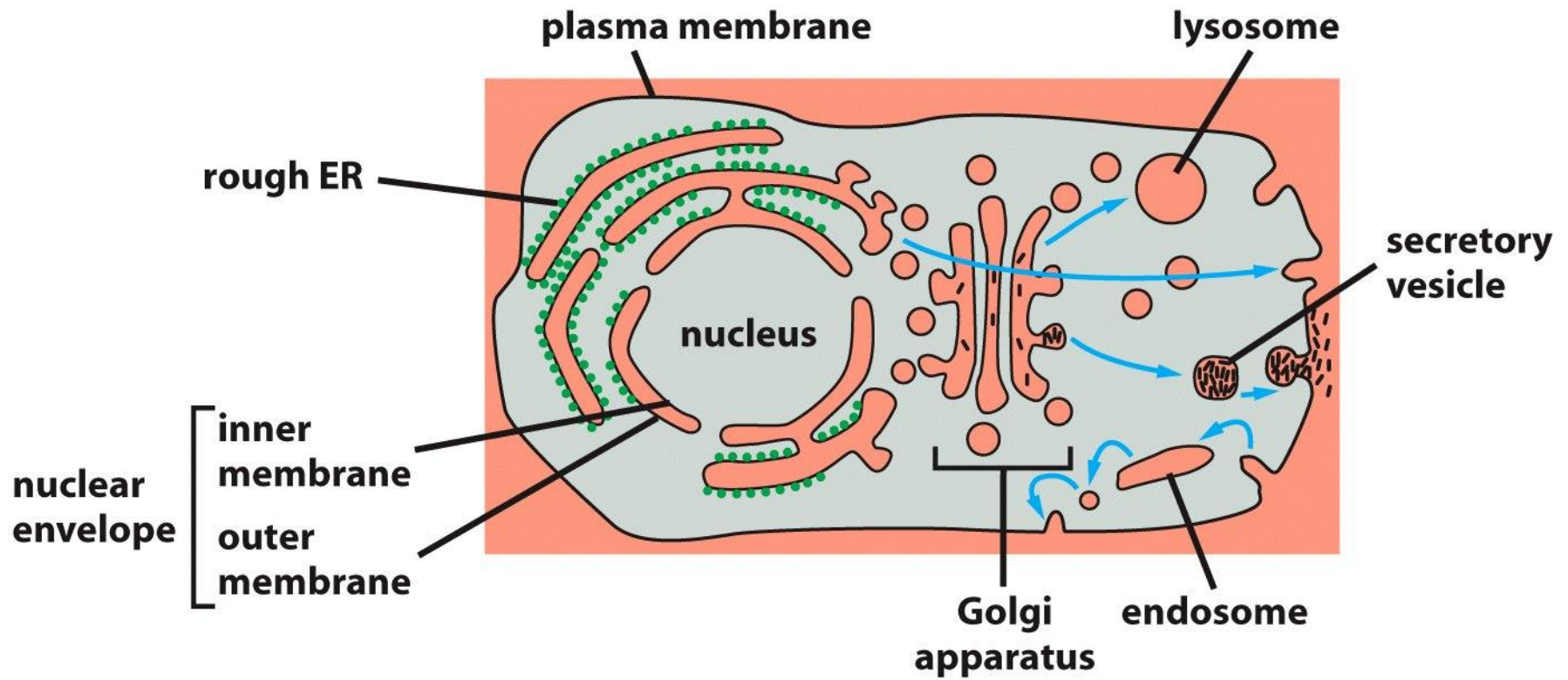


Figure 12-1 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Cytoplazmatická membrána

- Semipermeabilní obal ohraničující vnitřek buněk od vnějšího prostředí a kontrolující pohyb látek do buněk a z buněk
- **Funkce:** buněčná adheze, příjem informace, vstup a výstup molekul, schopnost pohybu a růstu

# Endomembránový systém

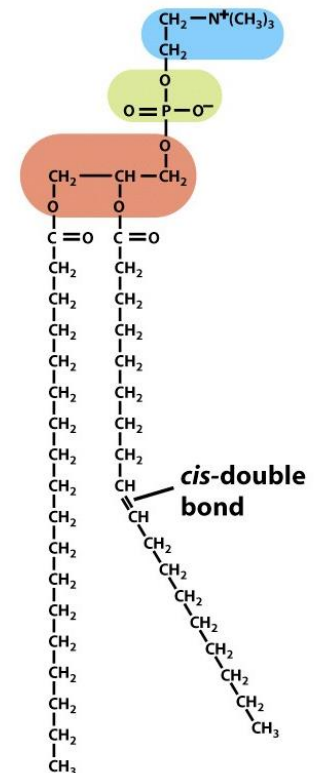
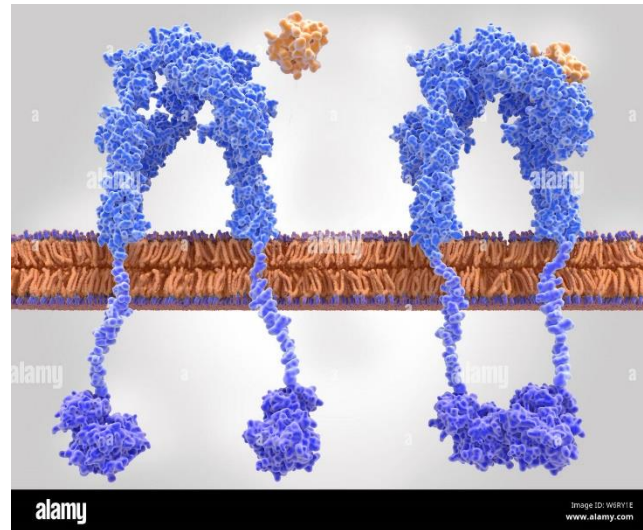
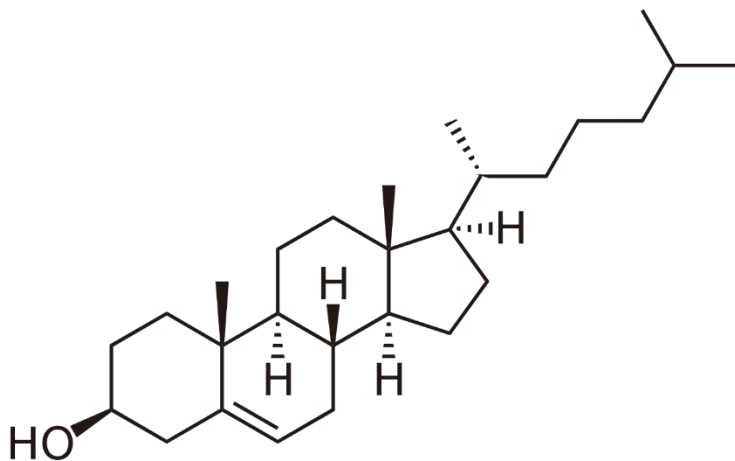


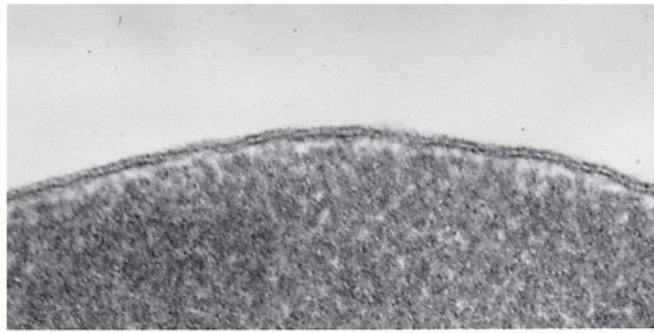
# Cytoplazmatická membrána

- **Složení:**

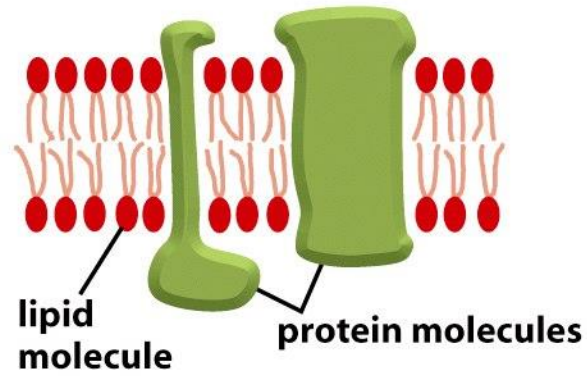
- Lipidy – fosfolipidová (FL) dvouvrstva, cholesterol

- Bílkoviny

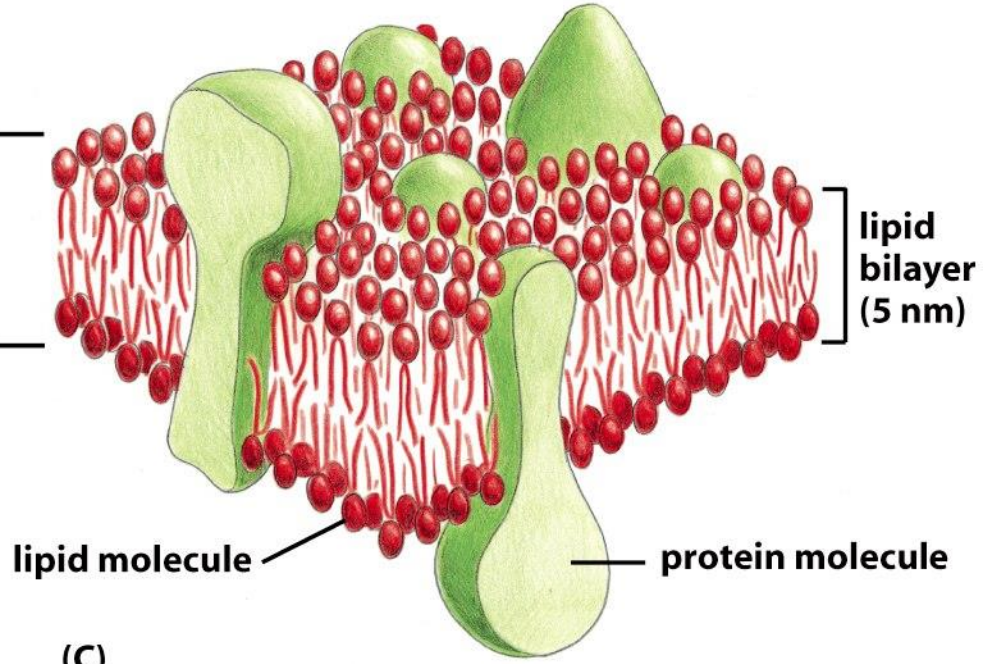




(A)



(B)

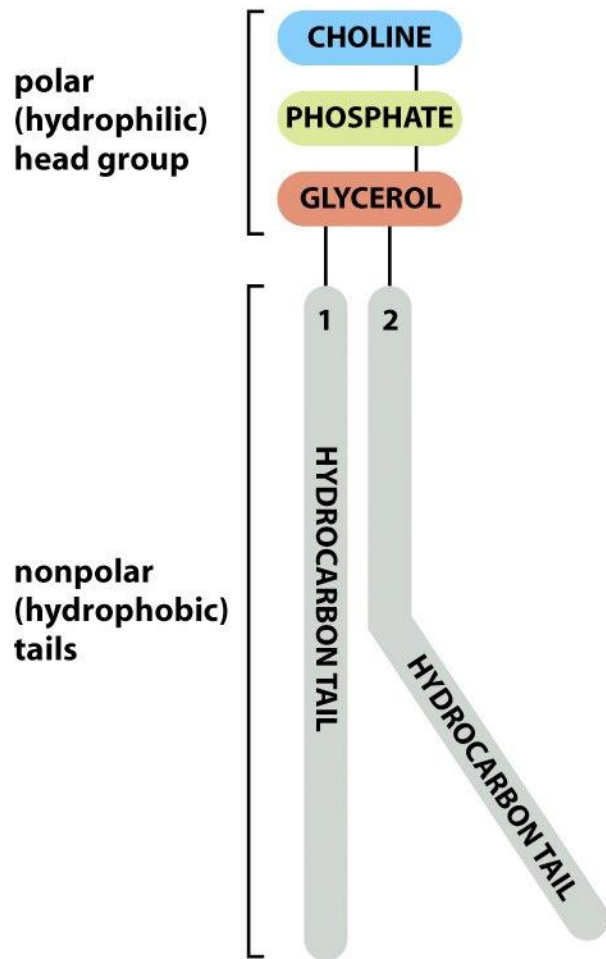


(C)

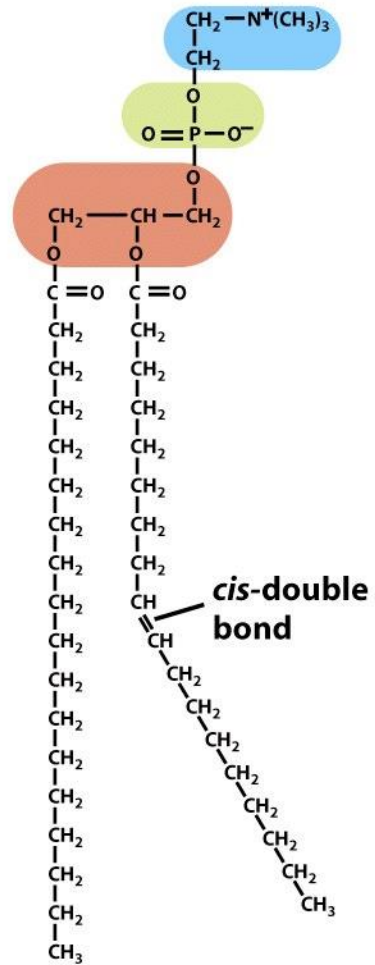
Figure 10-1 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Fosfolipidy

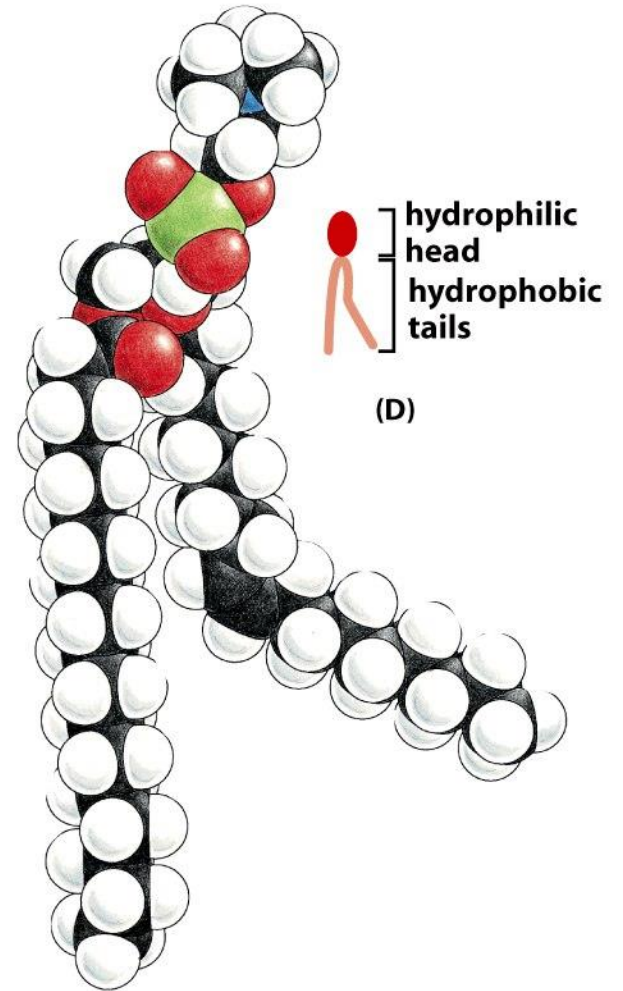
- Obsahují glycerol, mastné kyseliny (MK) a kyselinu fosforečnou
- Uspořádány do dvouvrstvy (self assembly)
- Amfipatické molekuly:
  - hydrofilní část s obsahem fosfátové skupiny
  - hydrofobní část (řetězce mastných kyselin spojené se zbytkem glycerolu)
- Příklady: fosfatidyl cholin (lecitin), fosfatidyl serin, fosfatidyl ethanolamin



(A)



(B)

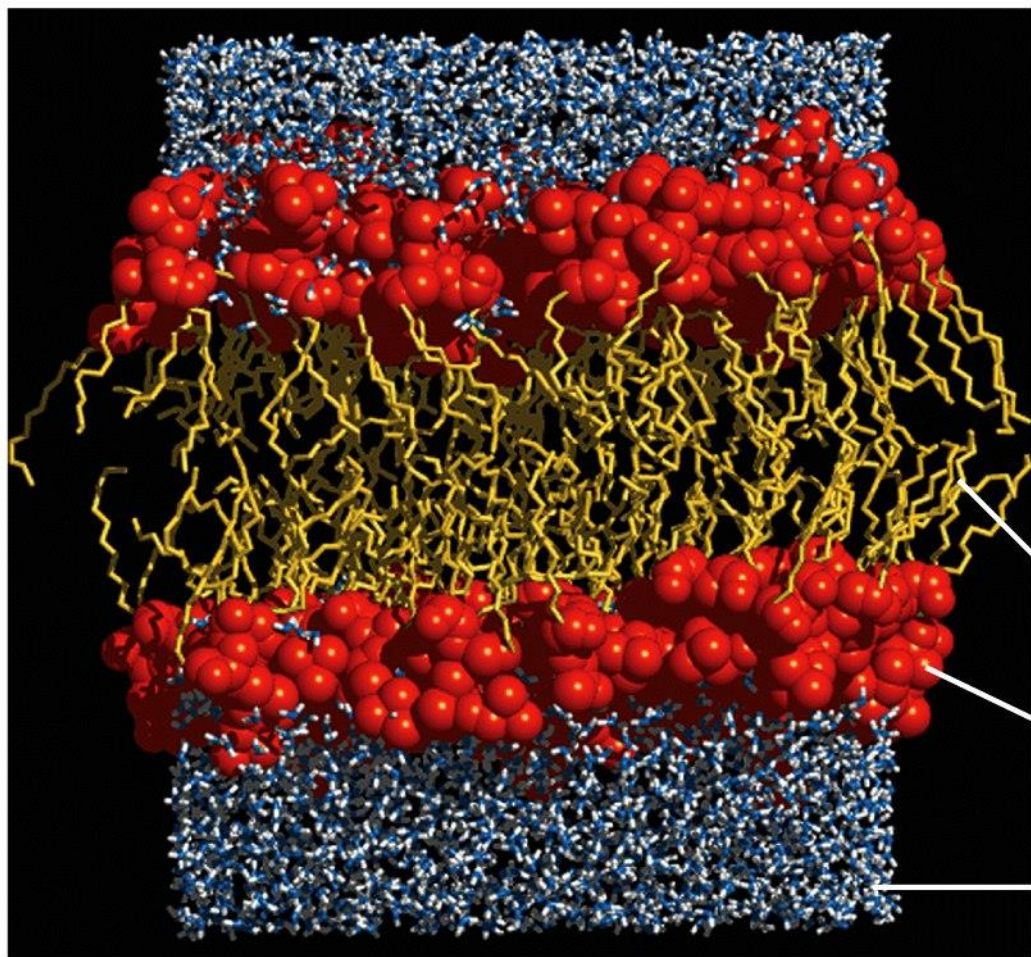


(C)

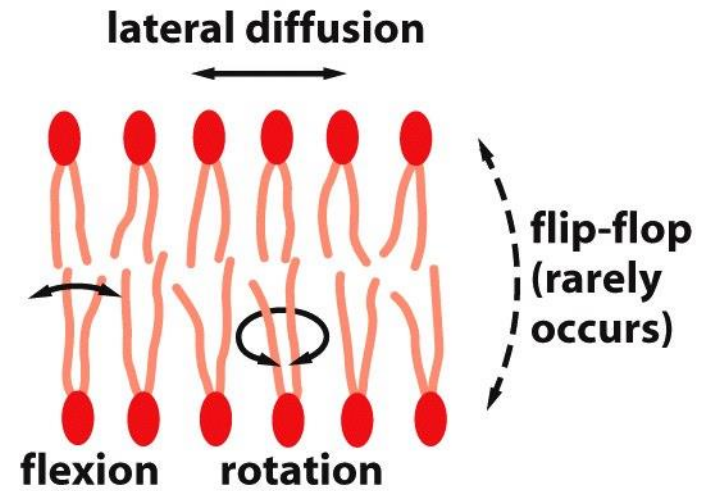
# Tekutost membrány

- Model tekuté fluidní mozaiky
- Důležité pro pohyb membránových proteinů, umožnění fúze membrán, rozdělení membránových molekul při buněčném dělení
- FL dvouvrstva je dvourozměrnou kapalinou, jednotlivé složky se mohou různě pohybovat (laterální difuze, rotace, překlápění)
- Pohyblivost závisí zejména na složení (nasycené / nenasycené MK) a délce uhlovodíkových řetězců MK, na přítomnosti cholesterolu (snižuje tekutost membrány)





(A)



(B)

fatty acid tails

lipid head groups

water molecules

Figure 10-11 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

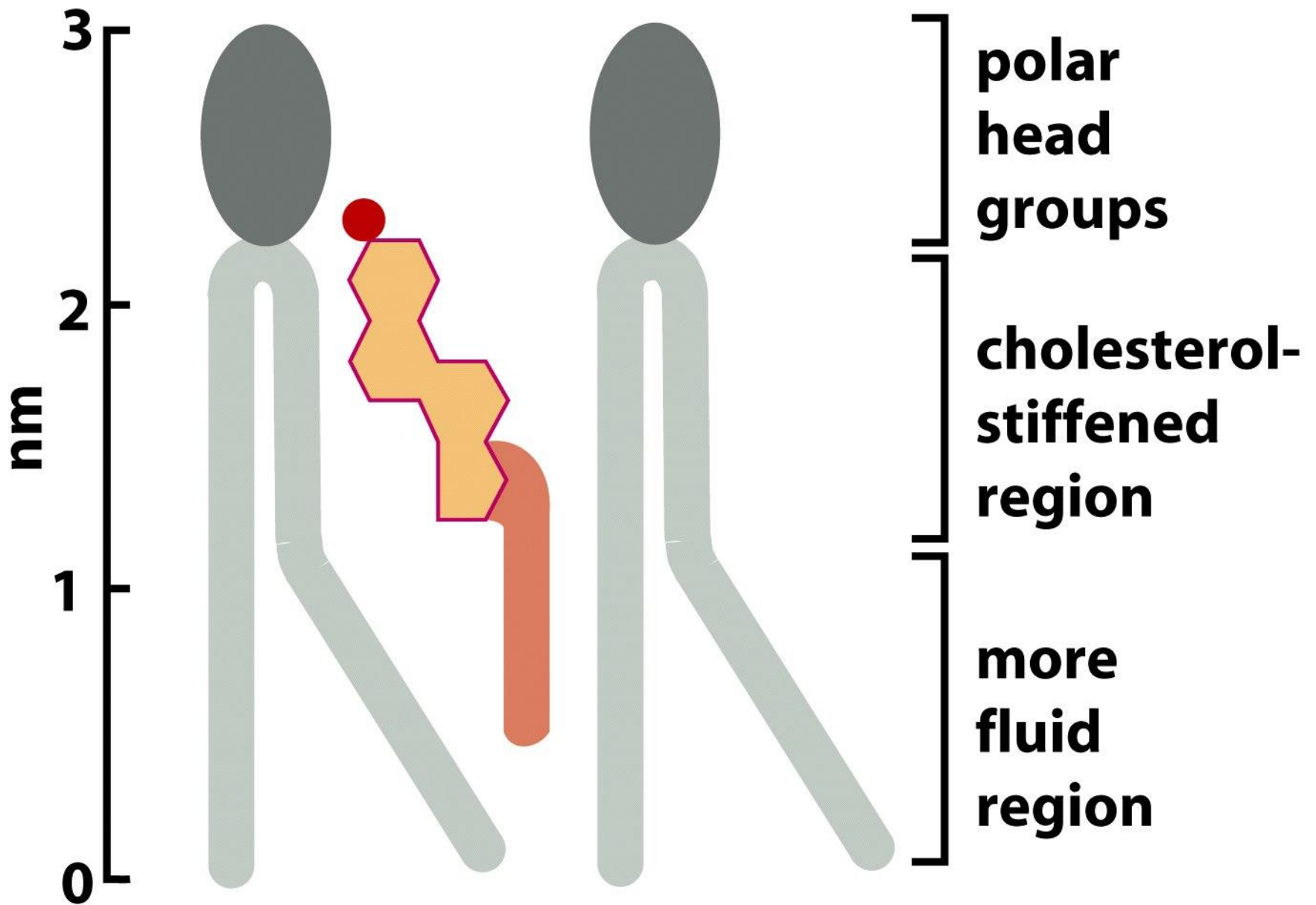


Figure 10-5 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Asymetrie dvouvrstvy

- Odlišné složení vnitřní a vnější strany FL dvouvrstvy
- Přítomnost glykolipidů ve vnější části membrány – vytváří ochranný plášť sacharidů obklopující živočišné buňky

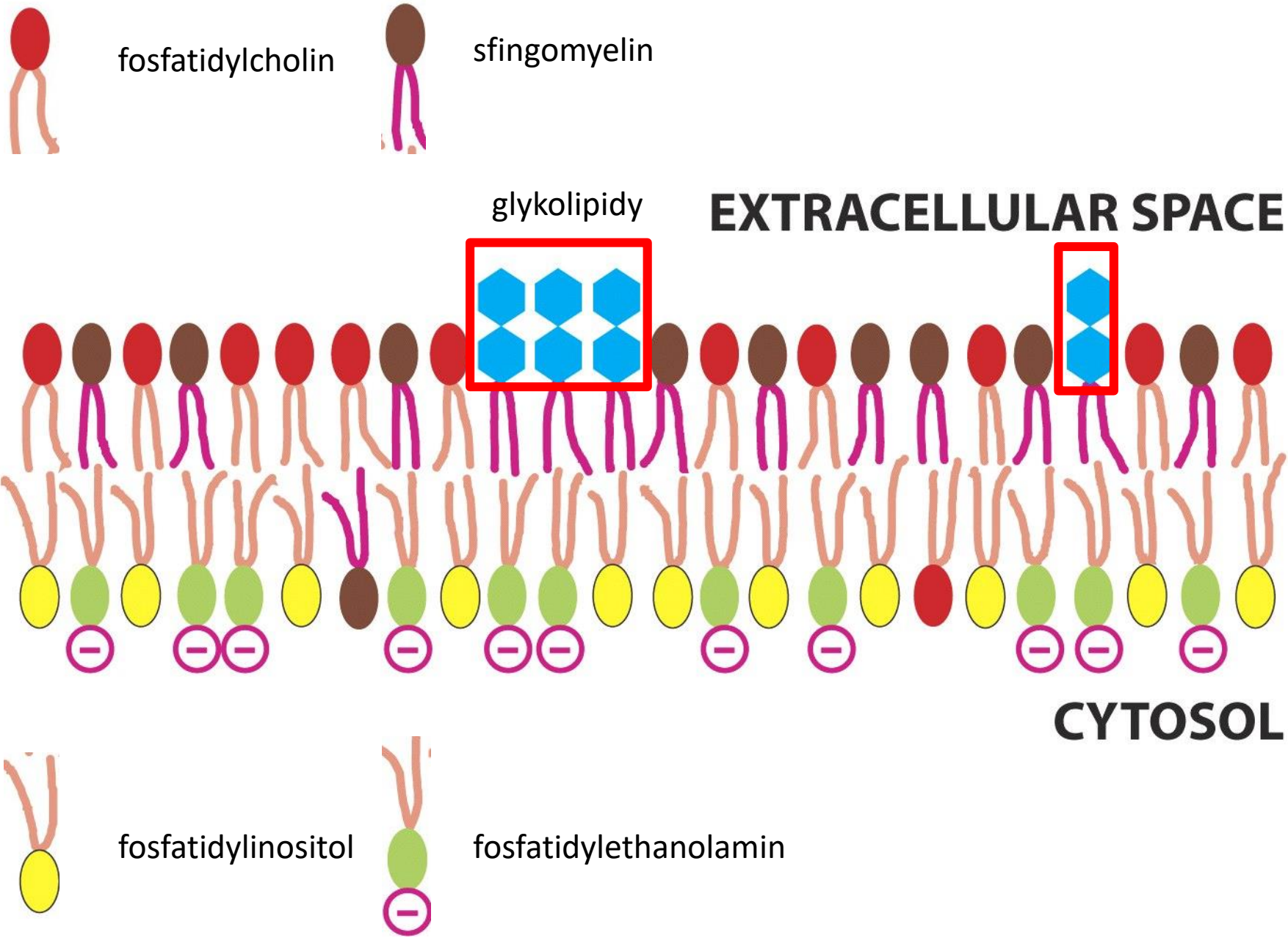
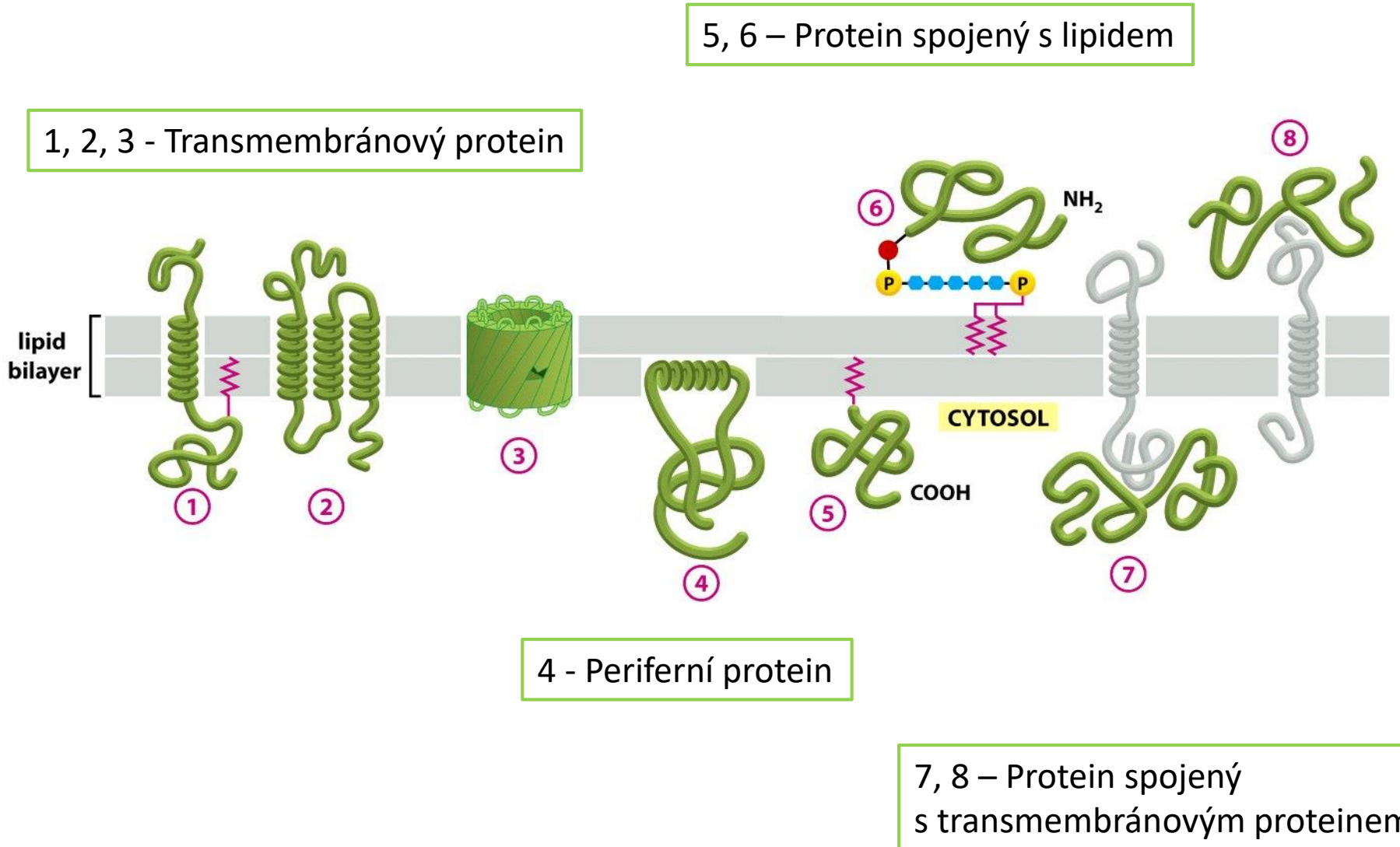


Figure 10-16 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Bílkoviny

- Tvoří asi 50% hmotnosti membrány
- Zajišťují specifické funkce membrány
  - Přenašeče, iontové kanály (Na-K pumpa)
  - Spojníky (Integriny)
  - Receptory (Receptory pro růstové faktory)
  - Enzymy (Adenylátcykláza)

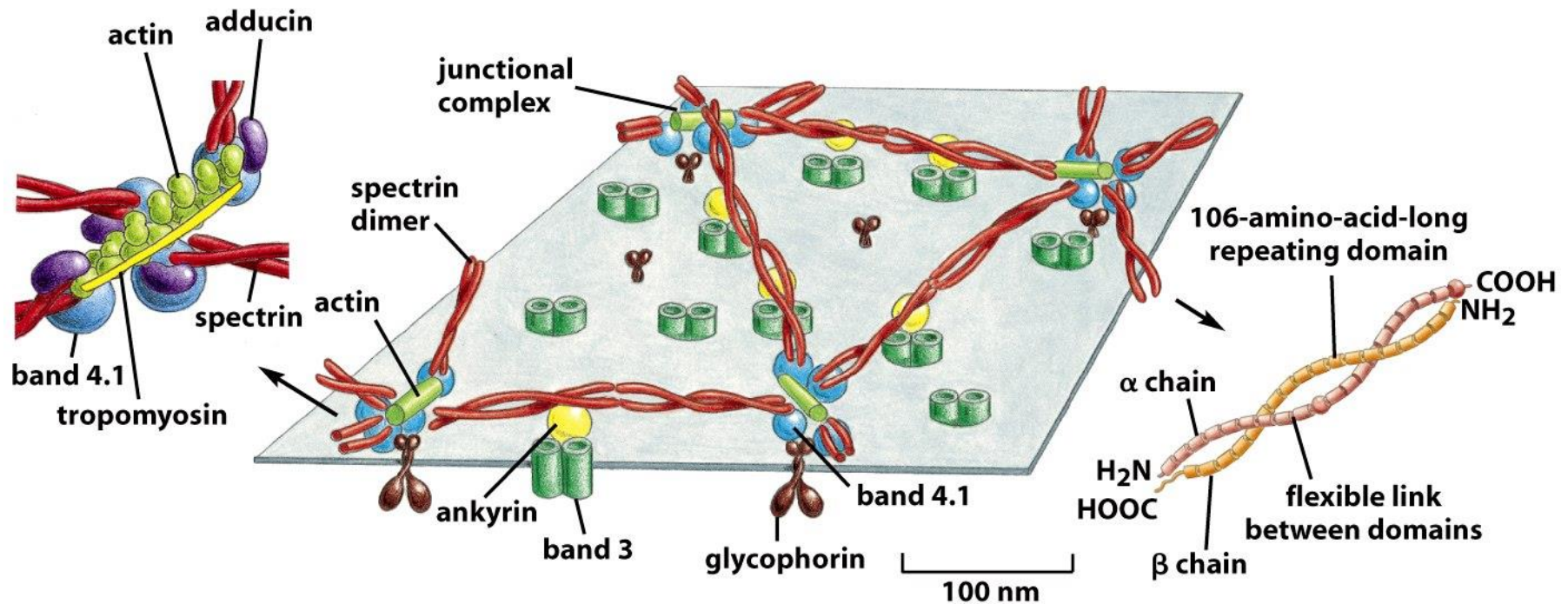
# Ukotvení bílkovin v membráně



# Zesílení cytoplazmatické membrány

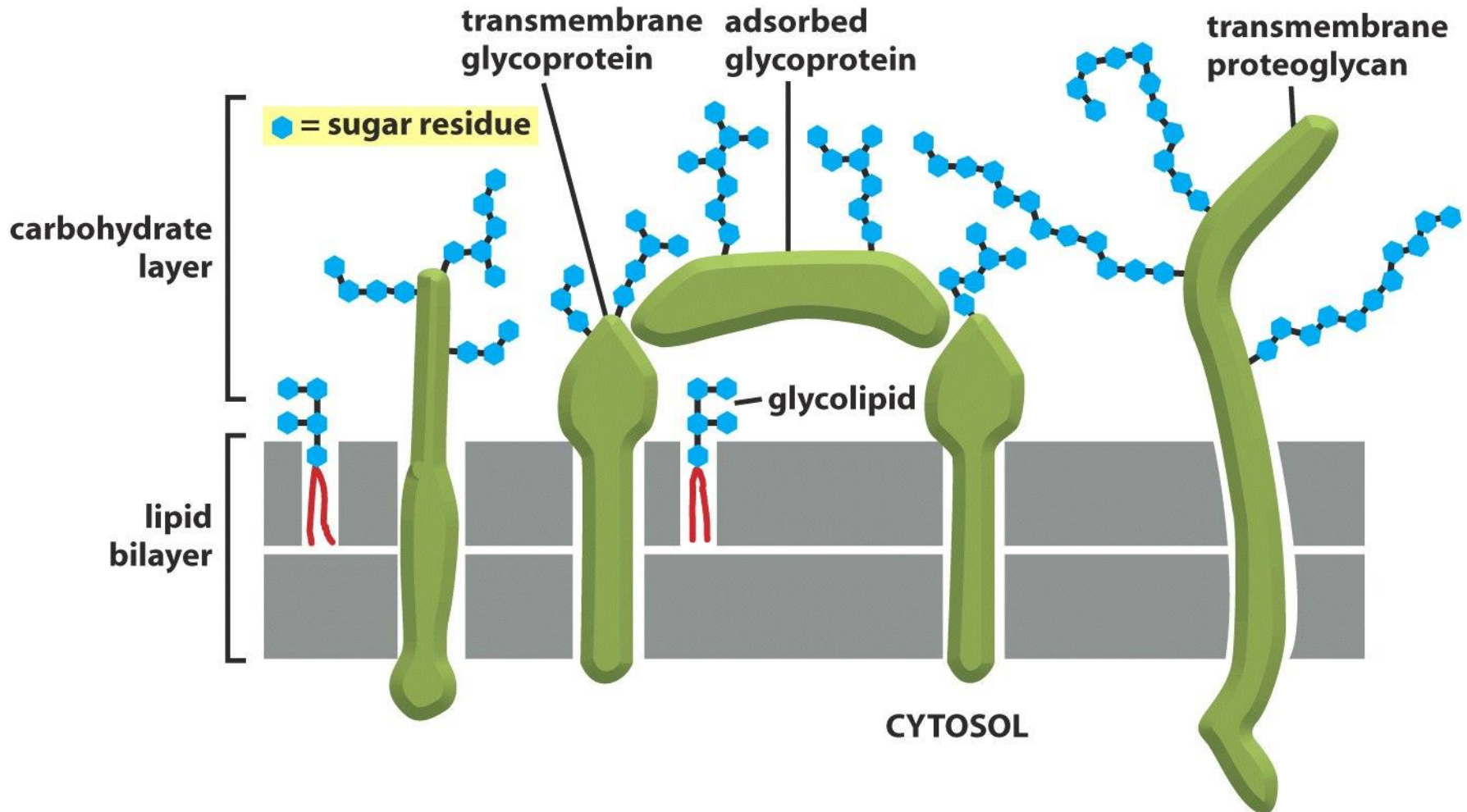
- Na cytosolové straně - síť vláknitých proteinů (např. spektrinová síť u červených krvinek)
- Na extracelulární straně glykokalyx (glykoproteiny + proteoglykany) – ochrana před mechanickým a chemickým poškozením, rozpoznávání buněk, buněčná adheze

# Zesílení cytoplazmatické membrány uvnitř buňky





# Zesílení cytoplazmatické membrány vně buňky



# Buněčné jádro

- Nejdůležitější organela (nukleus)
- Bezjaderné „buňky“: červené krvinky (erytrocyty), krevní destičky (trombocyty)
- **Stavba**: jaderný obal (dvojitá membrána s jadernými póry), chromatin (DNA s histony - chromozomy), jadérko
- **Funkce**: uchování a přenos genetické informace (replikace, transkripce), buněčné dělení

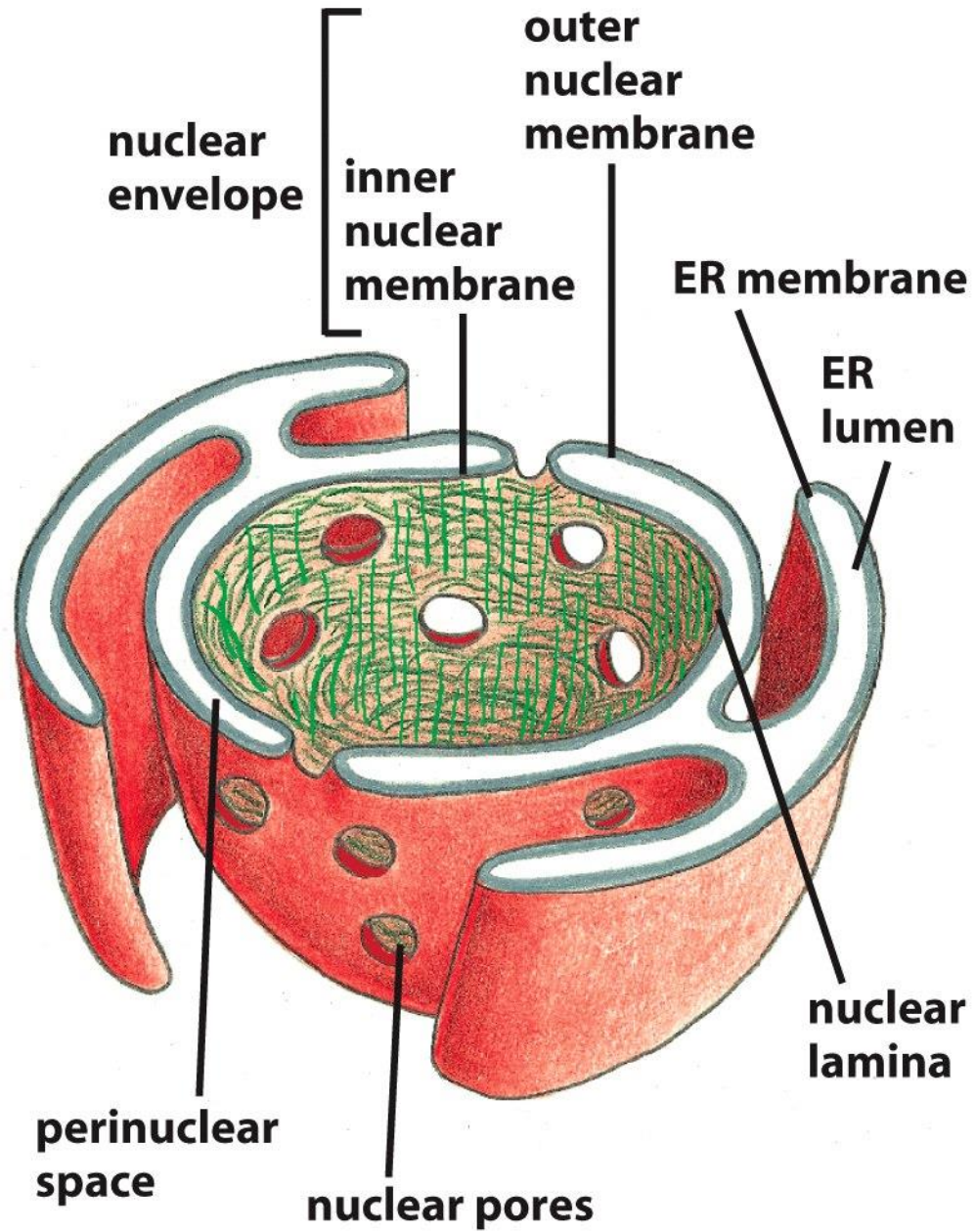


Figure 12-8 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Endoplazmatické retikulum

- **Stavba:** Soustava propojených membránových cisteren a trubiček – napojené na vnější membránu jaderného balu a Golgiho aparát
- **Funkce:** syntéza, úprava a degradace proteinů (**drsné ER**), syntéza lipidů, steroidních hormonů, detoxifikace, skladování a uvolňování  $\text{Ca}^{2+}$  (**hladké ER**)
- Drsné ER – ribosomy
- Hladké ER

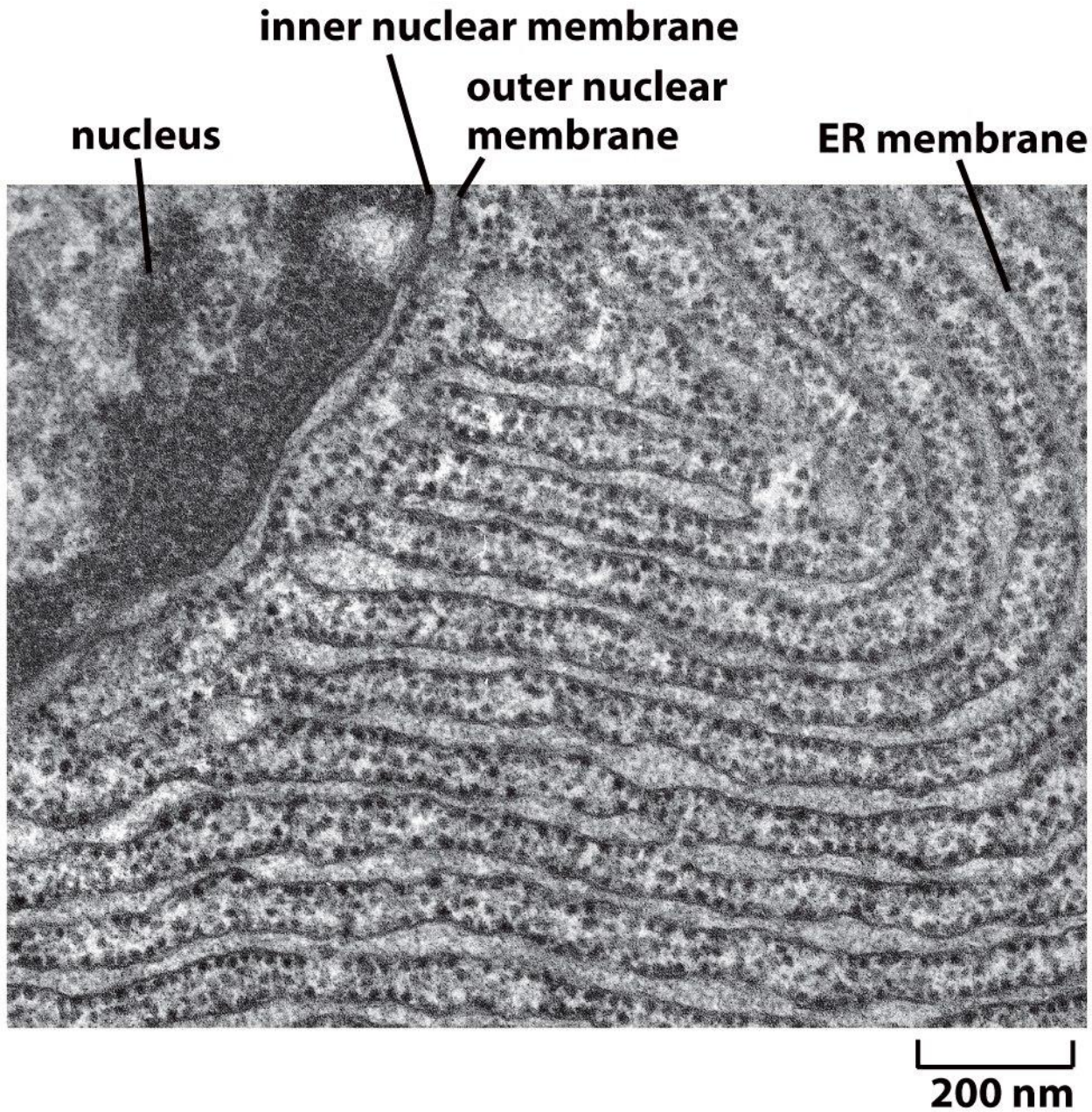


Figure 12-36a *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

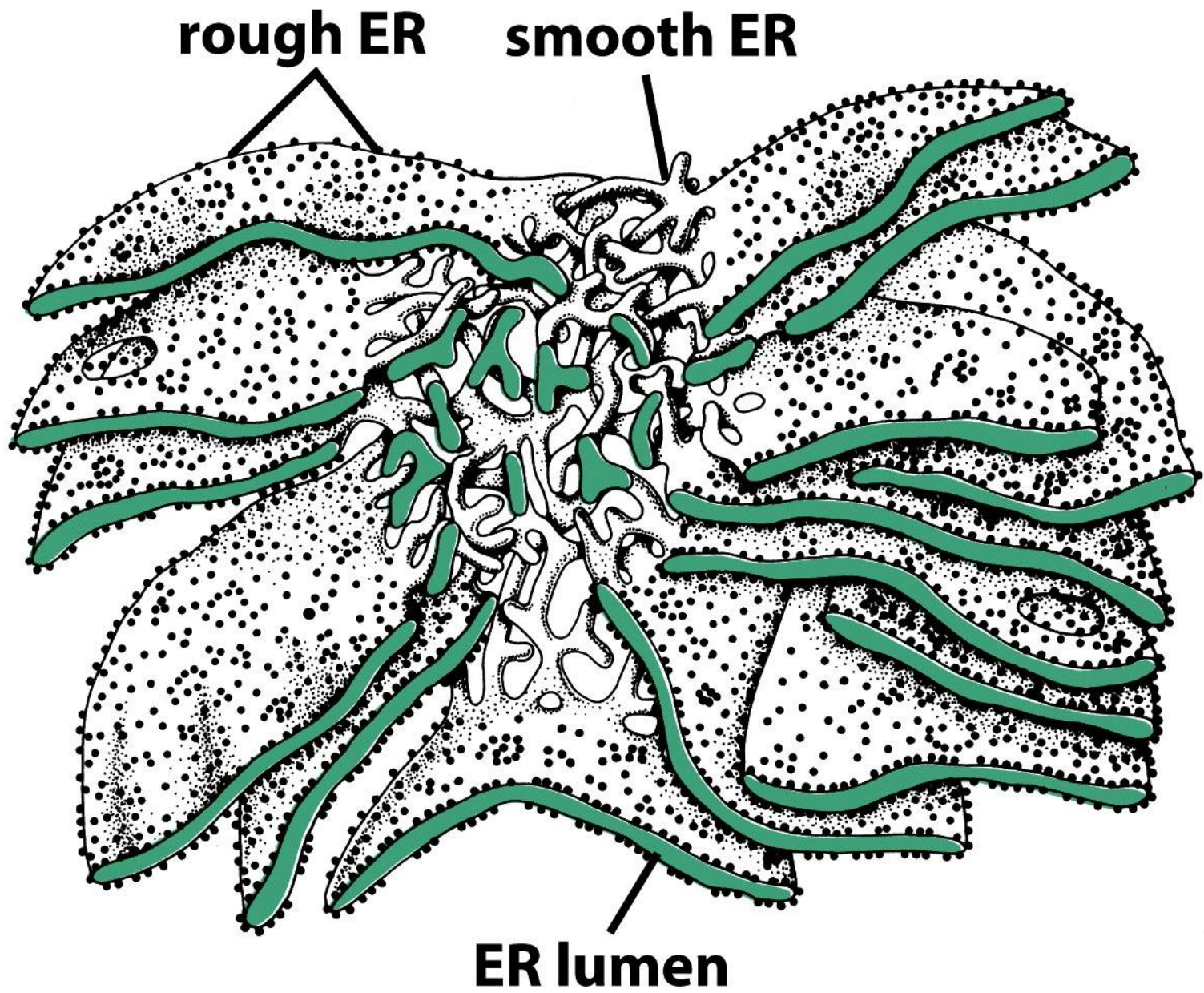
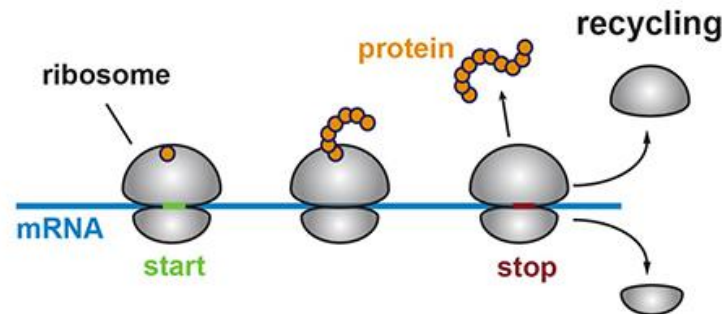
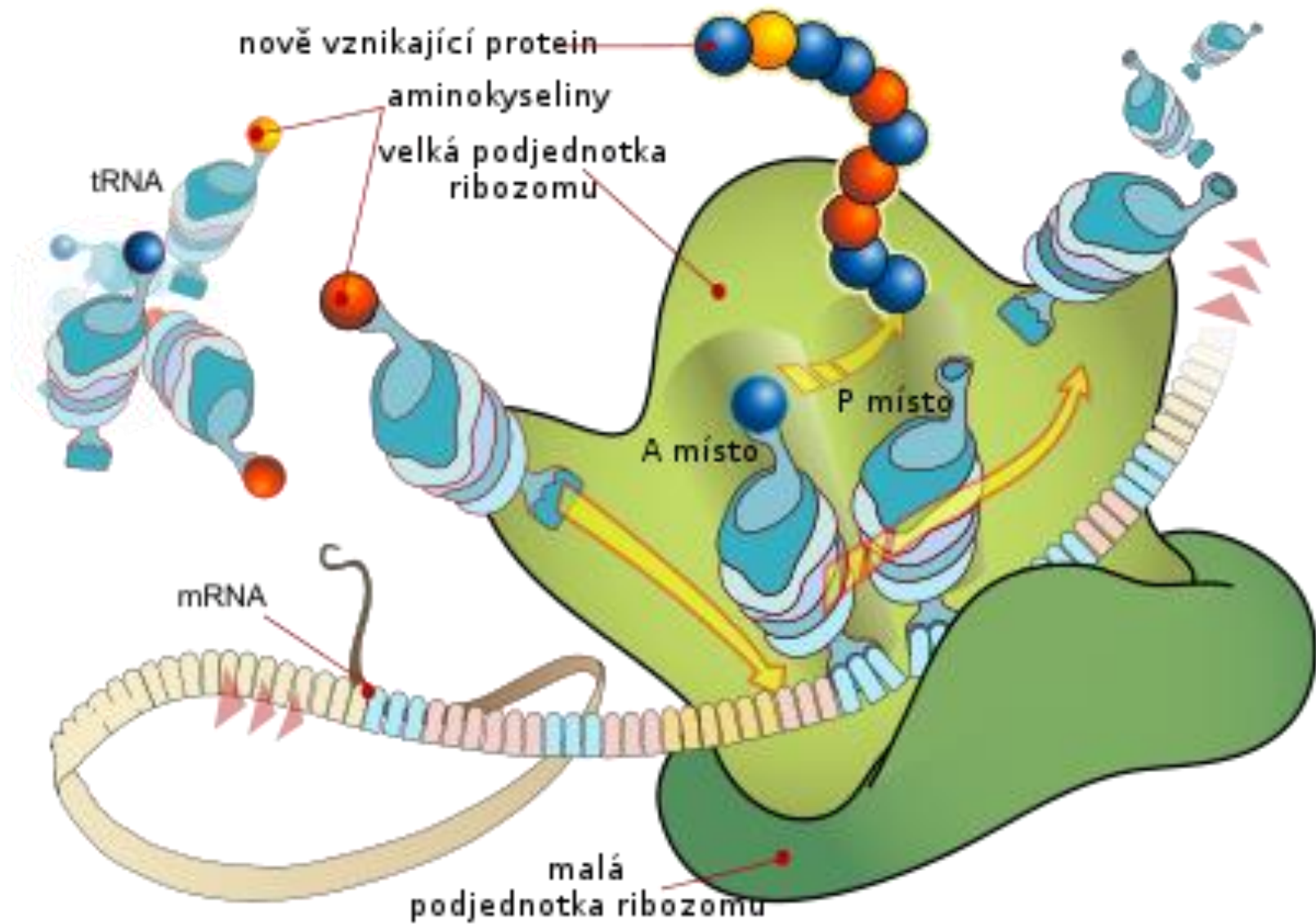


Figure 12-36c *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Ribosomy

- nepovažovány za buněčné organely
- výskyt v cytoplasmě (volné ribosomy) / na povrchu hrubého ER (vázané ribosomy)
- **Stavba**: ribonukleoproteiny (rRNA + proteiny), malá a velká podjednotka
- **Funkce**: tvorba proteinů (translace)







# Golgiho aparát

- **Stavba:** soustava buněčných váčků a cisteren, 2 různé povrchy – vstupní (cis) a výstupní (trans)
- **Funkce:** transport a úprava bílkovin

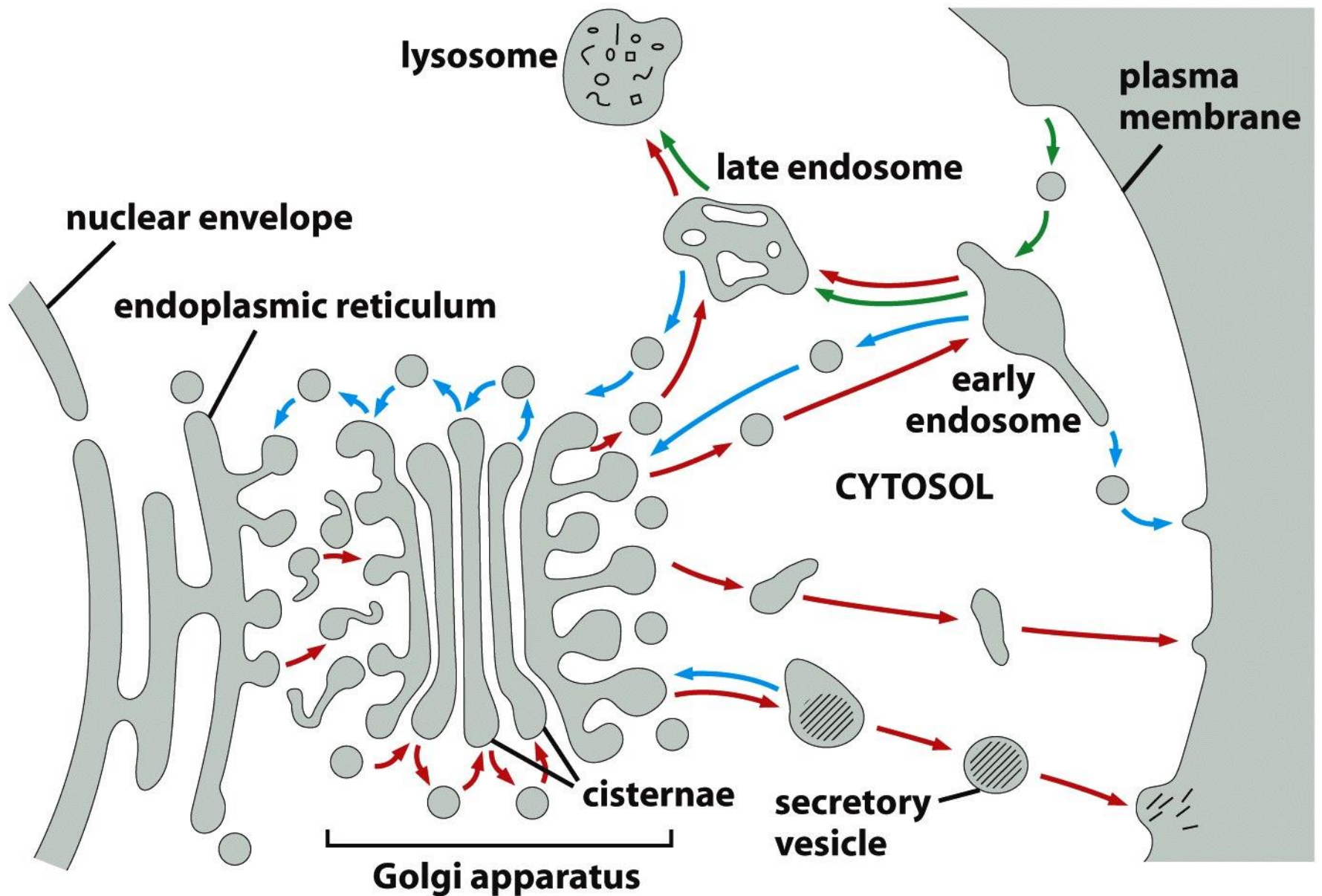


Figure 13-3b *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Lysozomy

- **Stavba**: váčky s hydrolytickými enzymy
- **Funkce**: degradace látek účinkem enzymů, kyselého prostředí
- **Primární lysozomy** (bez vlastní trávicí funkce) - vznik odštěpením z cisteren GA, syntéza enzymů v drsném ER
- **Sekundární lysozomy** – vznik po fúzi primárních lyzozomů s váčky obsahující substráty určené k hydrolýze

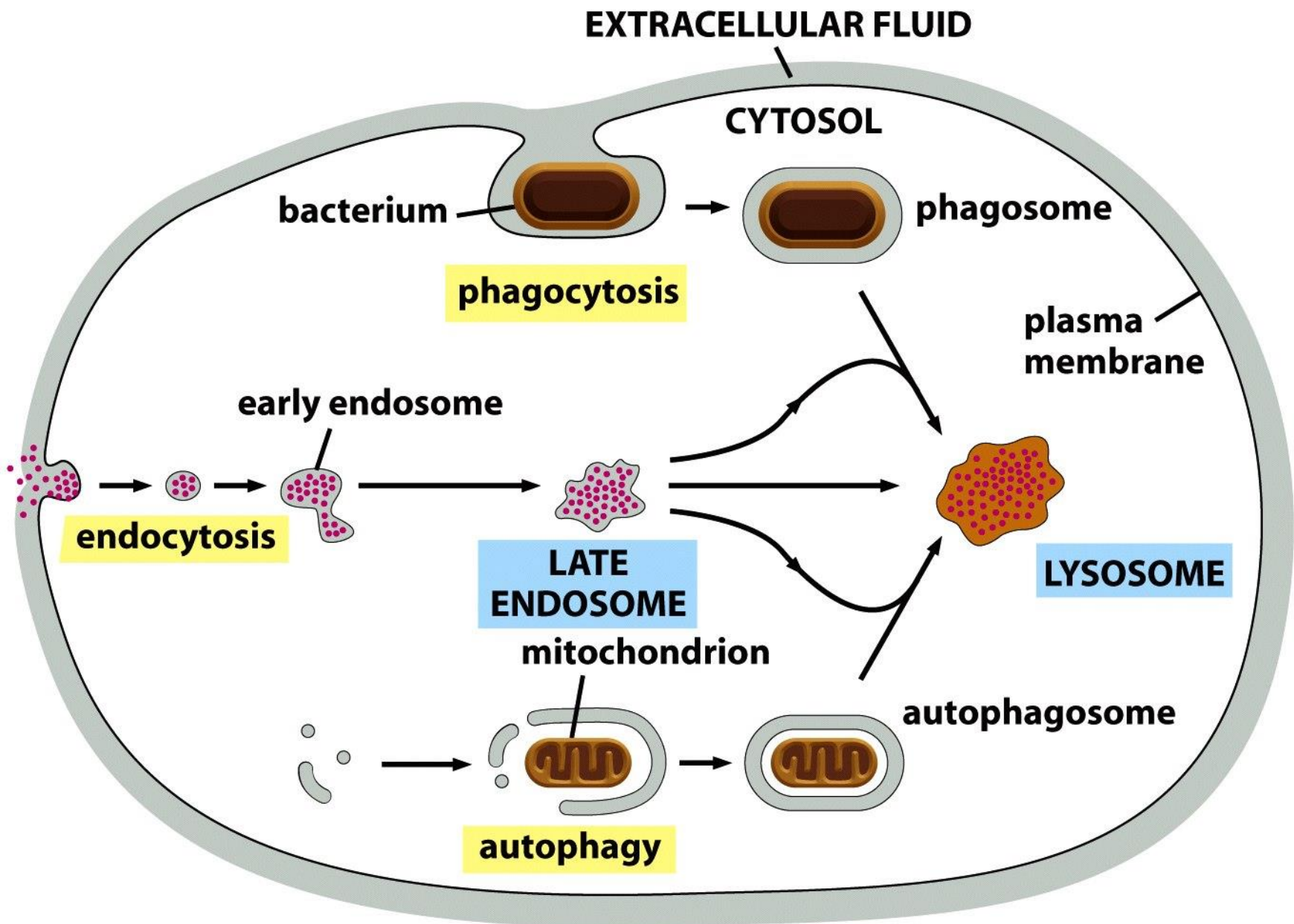


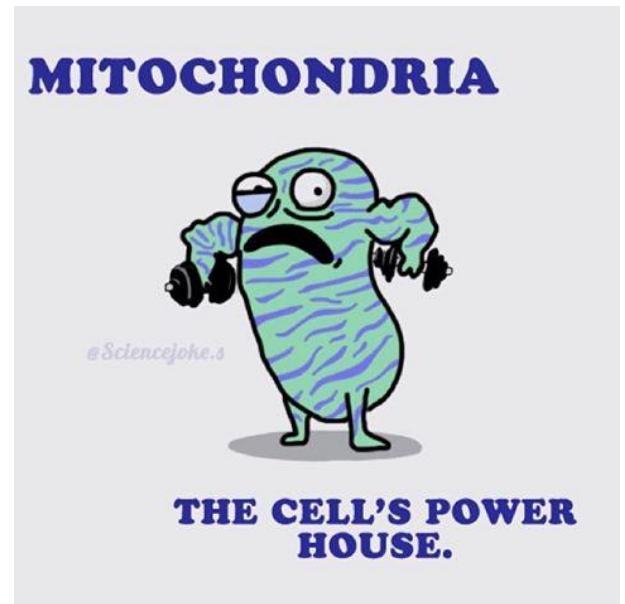
Figure 13-42a *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Peroxisomy

- **Stavba:** váčky obklopené membránou s enzymy (peroxidáza, kataláza)
- **Funkce:** detoxikace a degradace živin (degradace MK, aminokyselin, tvorba žlučových kyselin, detoxikace ethanolu, kyslíkových radikálů)

# Mitochondrie

- **Stavba:** dvě membrány (vnitřní → kristy, vnější), mtDNA, enzymy
- **Funkce:** buněčné dýchání a syntéza ATP



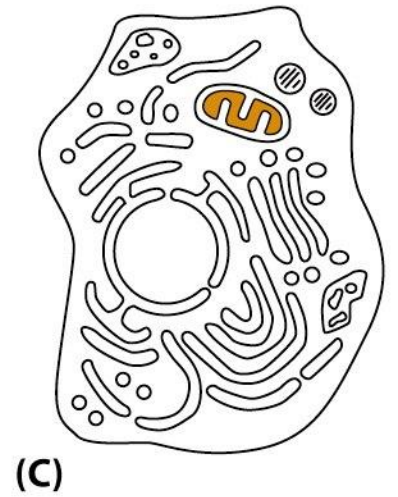
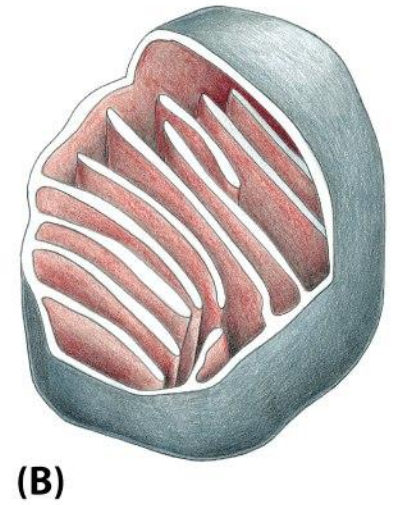
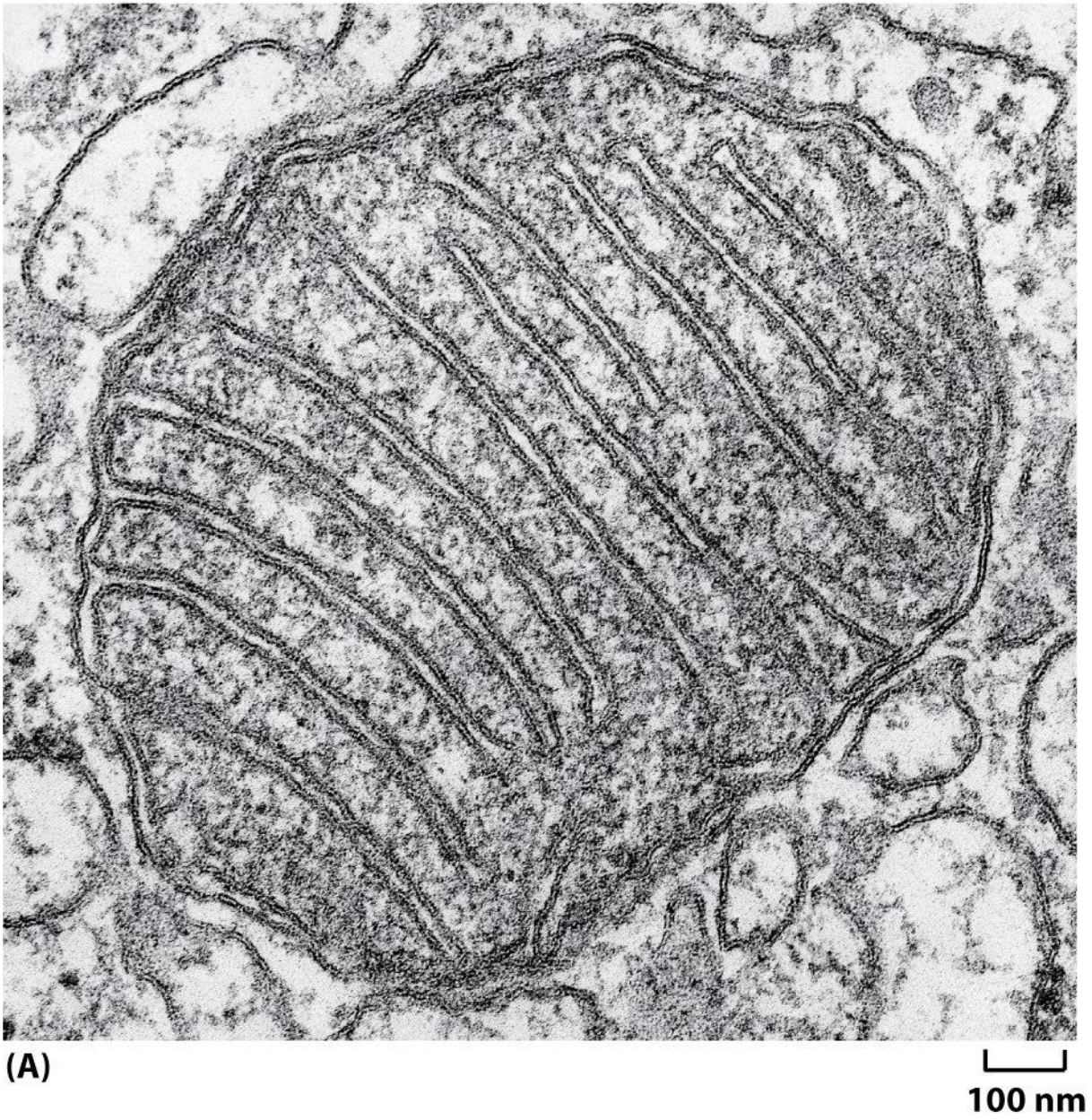


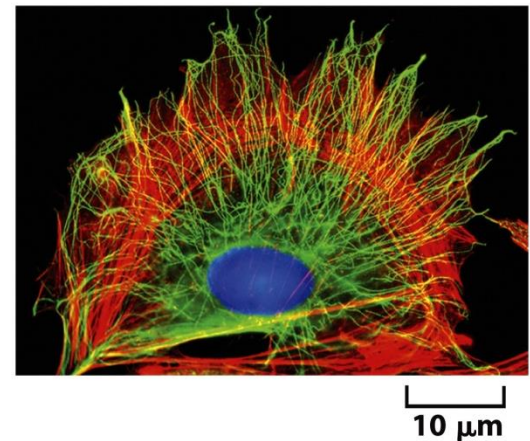
Figure 1-33 *Molecular Biology of the Cell*, Fifth Edition (© Garland Science 2008)

# Cytoskelet

- **Stavba:** dynamický systém proteinových vláken a tubulů
- **Funkce:** transport látek a buněčných komponent, opora buňky, buněčné dělení

3 hlavní složky:

- **Mikrotubuly**
- **Mikrofilamenta**
- **Střední filamenta**





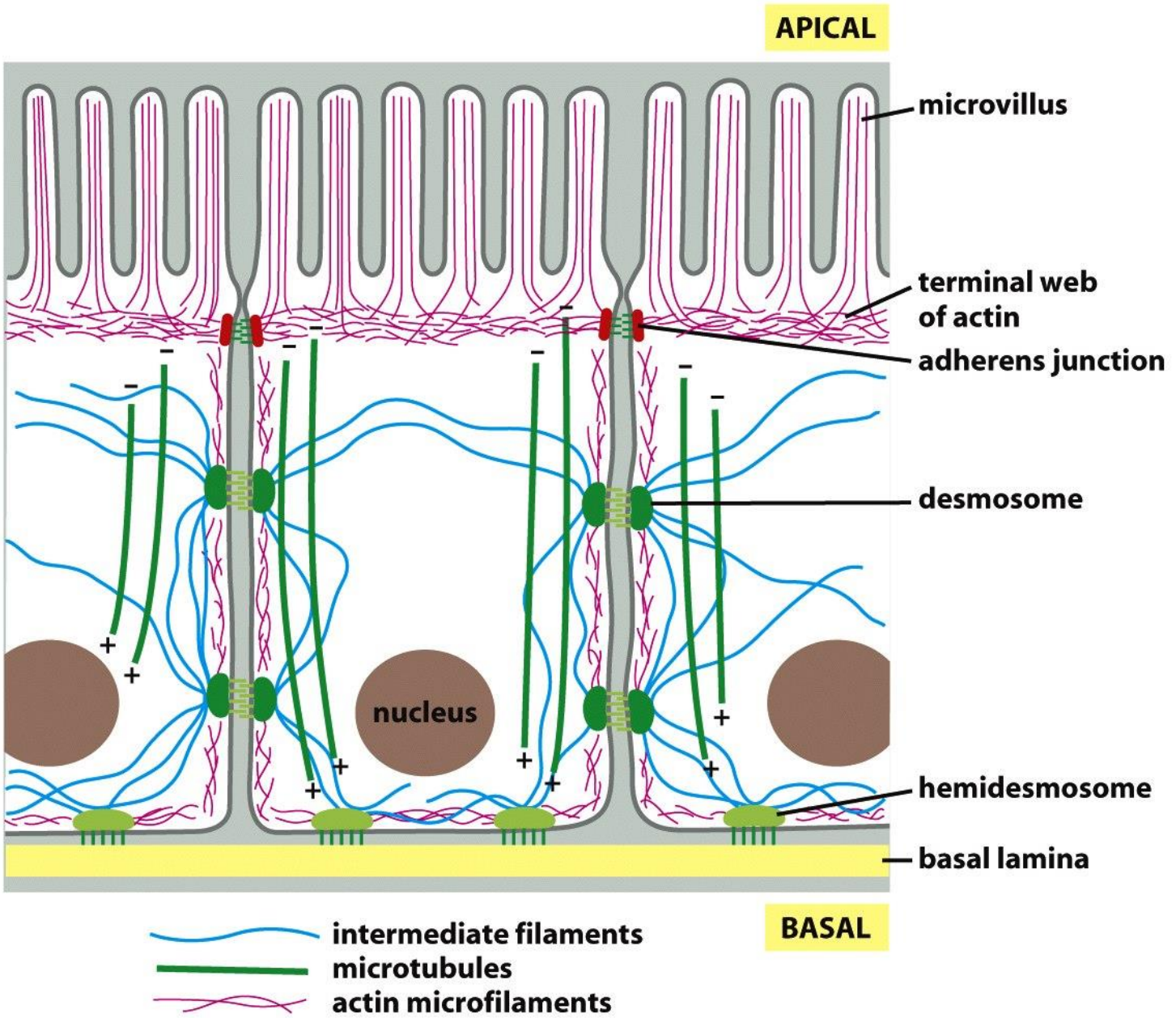
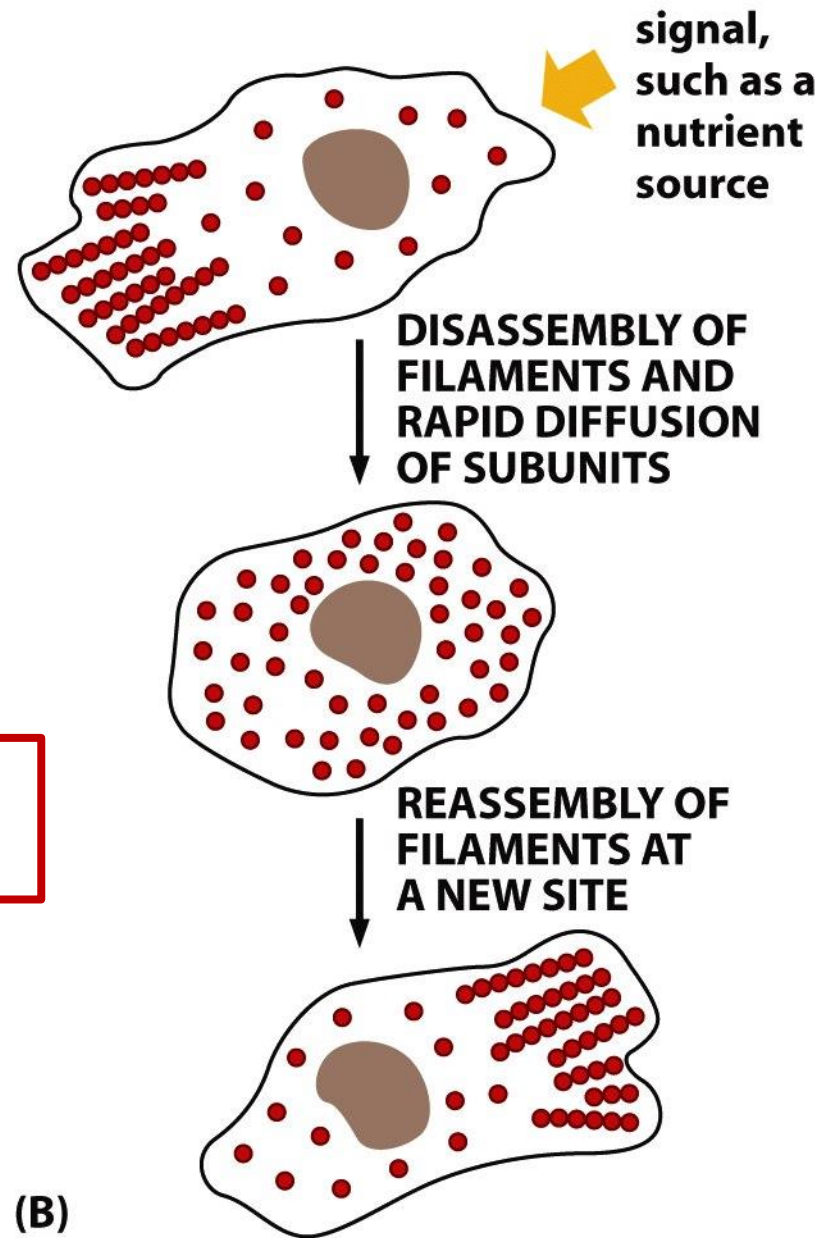
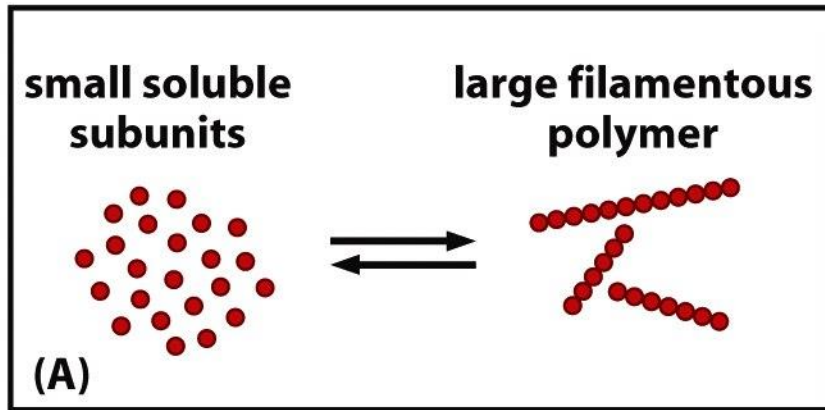


Figure 16-5 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)



**Dynamický systém**

# Mikrotubuly

- **Stavba:** bílkovina **tubulin** uspořádaná do dimerových jednotek ( $\alpha$ ,  $\beta$ )  $\rightarrow$  protofilamenta
- Mikrotubulus – dutý váleček tvořený z 13 protofilament (25 nm)
- Vyrůstají z centrozomu - de/polymerace na koncích mikrotubulu (+ / - konec)

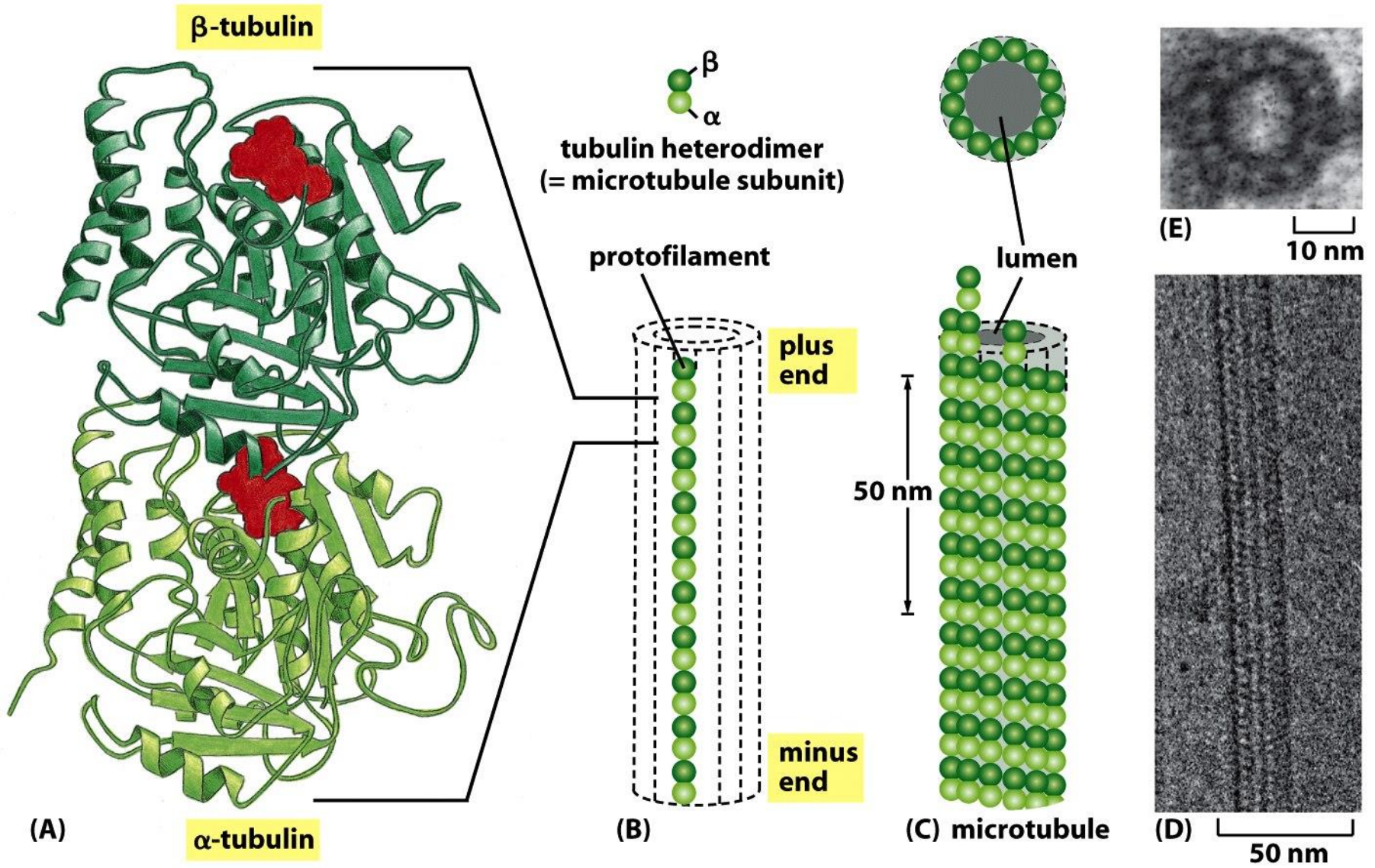
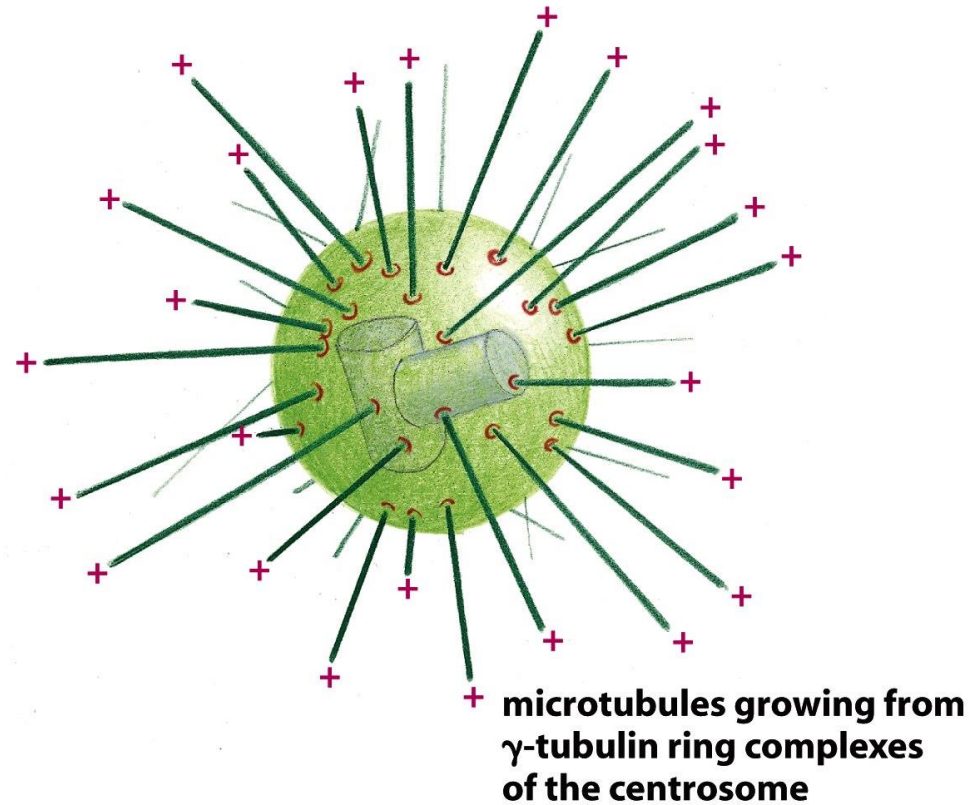
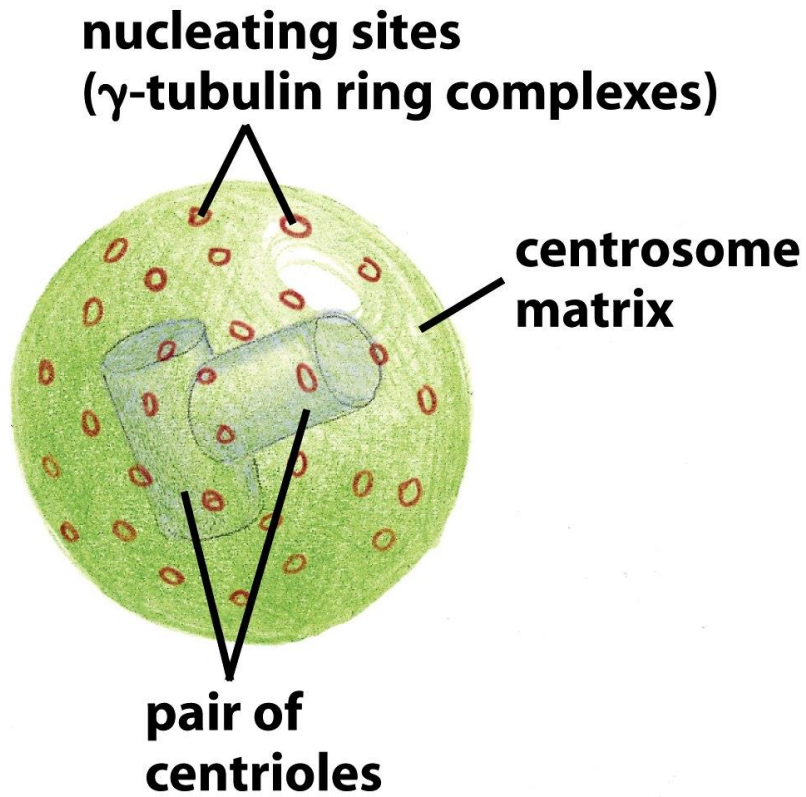


Figure 16-11 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)



# Mikrotubuly

## Funkce

- organizovaný transport buněčných organel, transportních váčků (molekulové motory kinesiny, dyneiny)
- buněčné dělení – dělicí vřeténko
- specializované buněčné struktury (řasinky na povrchu epitelových buněk, axony neuronů)

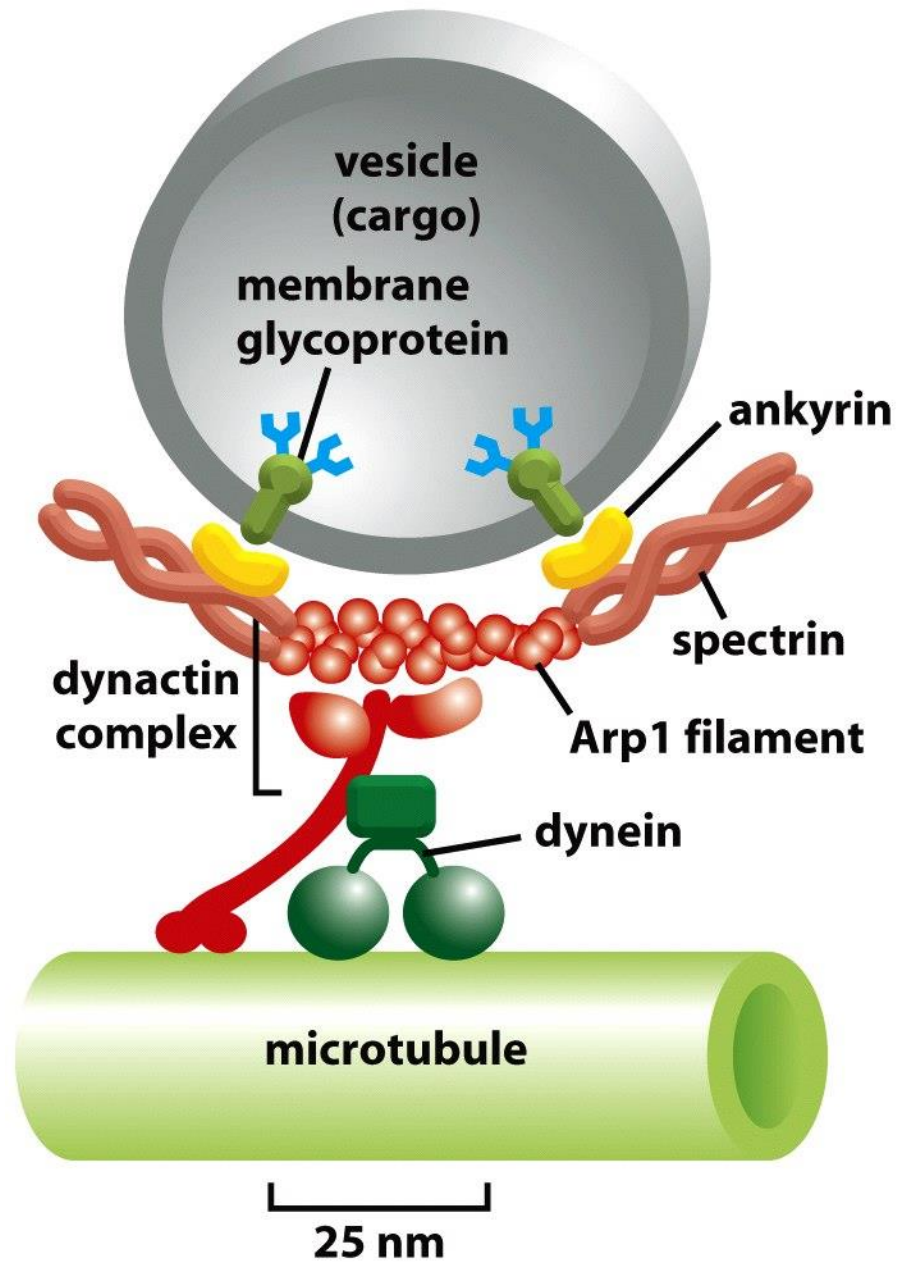


Figure 16-67 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

# Mikrofilamenta

- **Stavba**: základní protein = **aktin**
- Globulární G-aktin → agregace ve vláknitý F-aktin
- **Funkce**: buněčný pohyb - vytváří soustavu vláken v cytoplazmě, tvorba specializovaných struktur (stresová vlákna u fibroblastů, kontraktilní prstenec u dělicích se buněk, mikroklky epiteliálních buněk), svaly



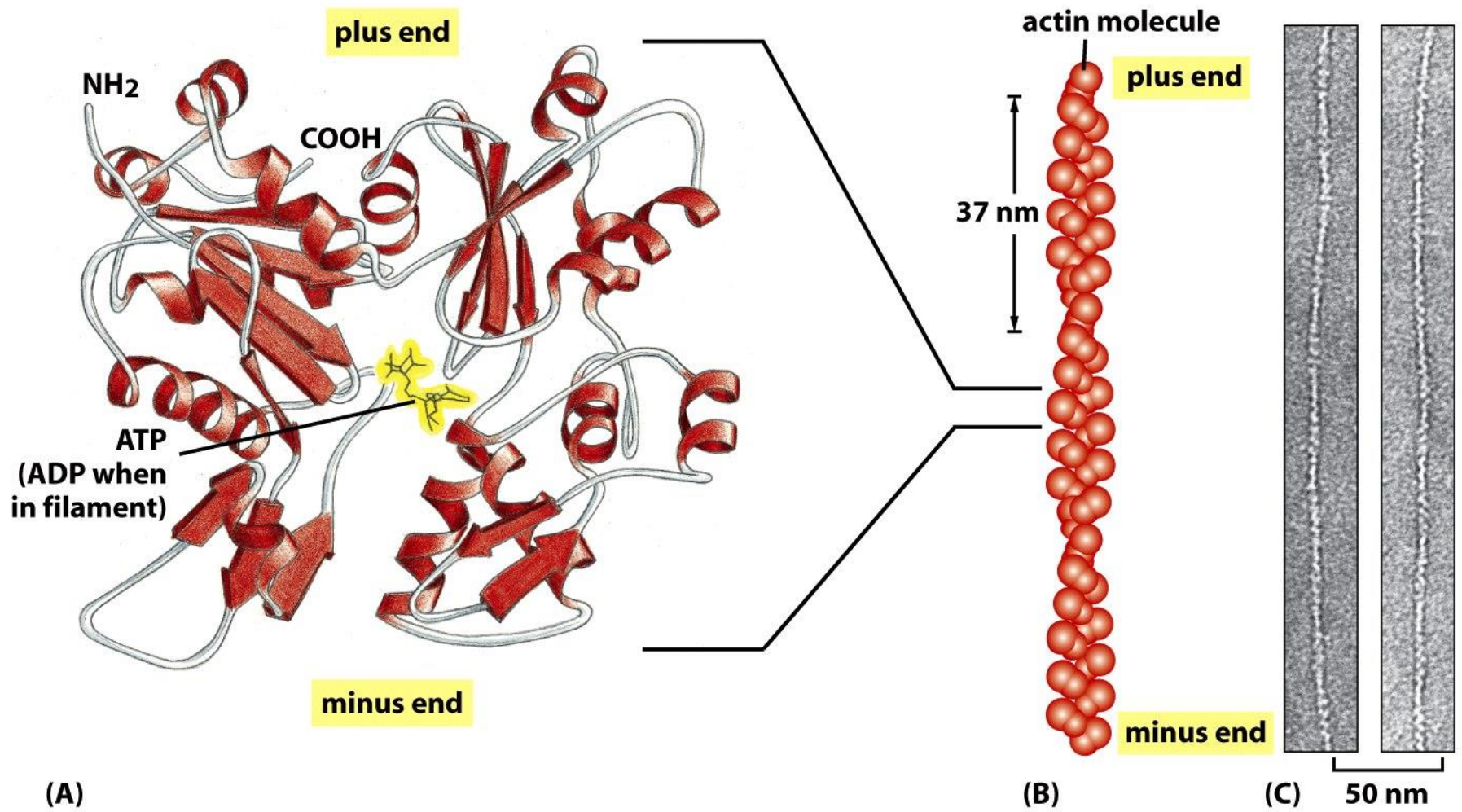


Figure 16-12 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

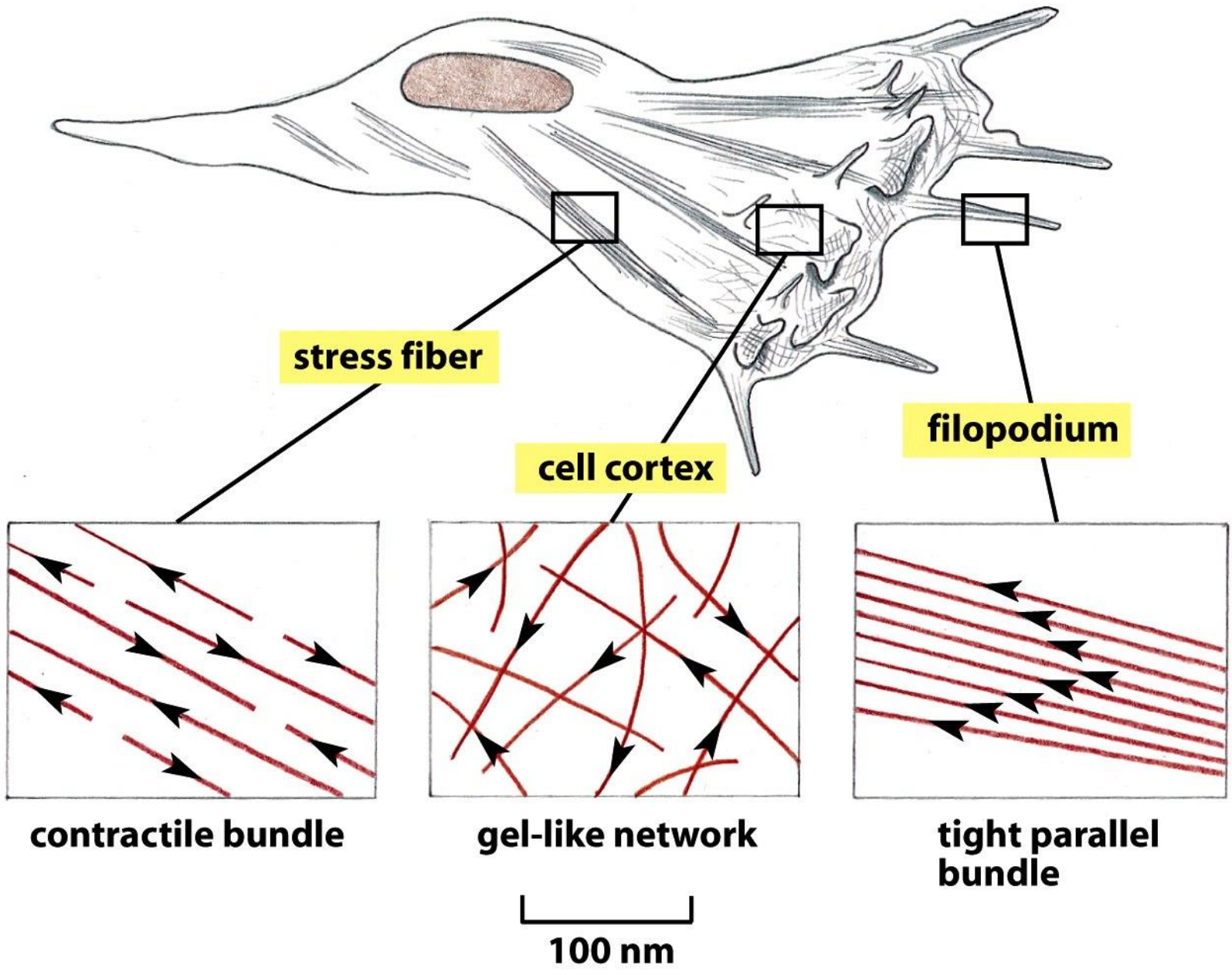
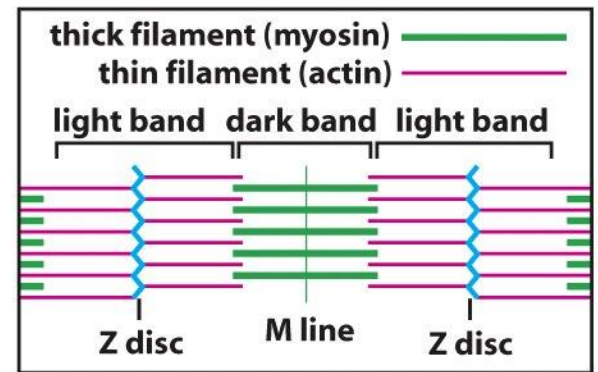
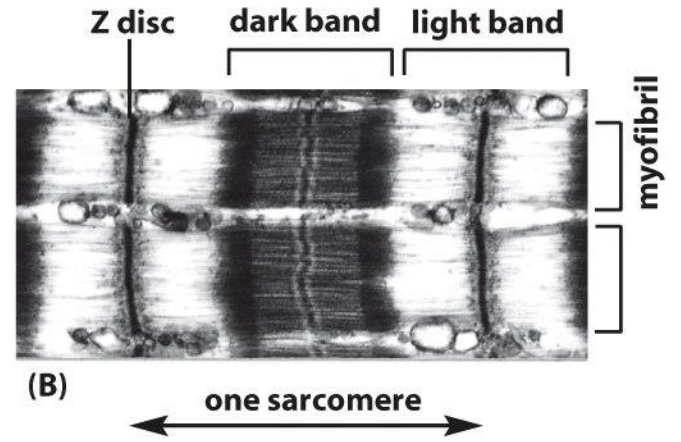
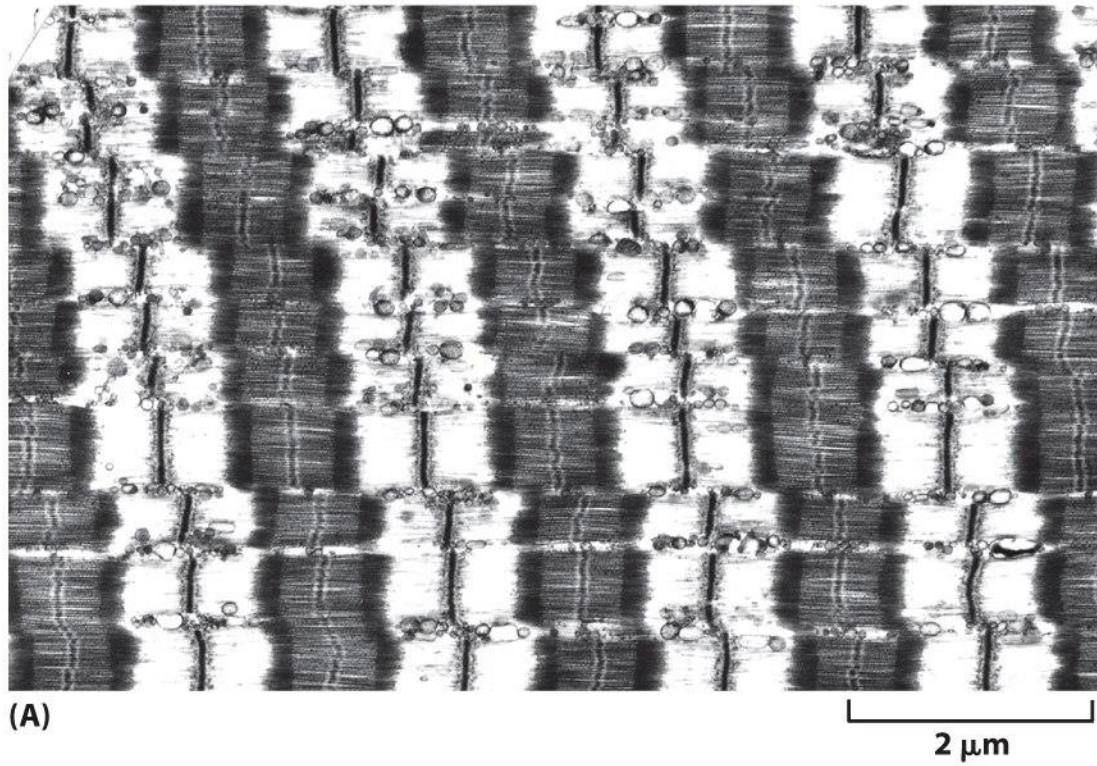
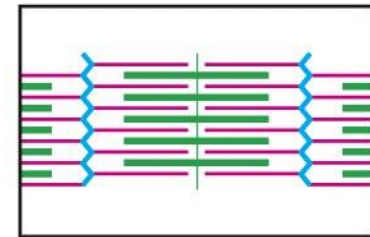


Figure 16-47 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)



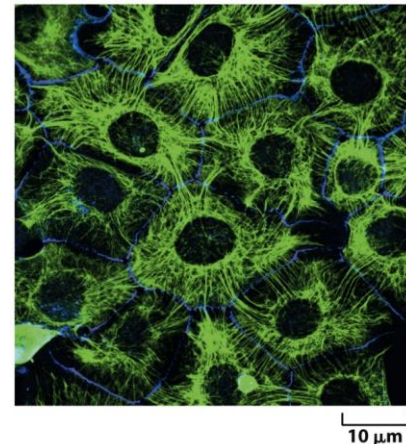
(C)



(D)

# Střední filamenta

- Stálá struktura (méně dynamická)
- **Stavba**: Fibrilární proteiny → tetramery → protofilamentum → agregace na konečná střední filamenta o průměru 10 nm
- **Funkce**: pasivní podpůrná kostra buňky (pevnost v tahu)



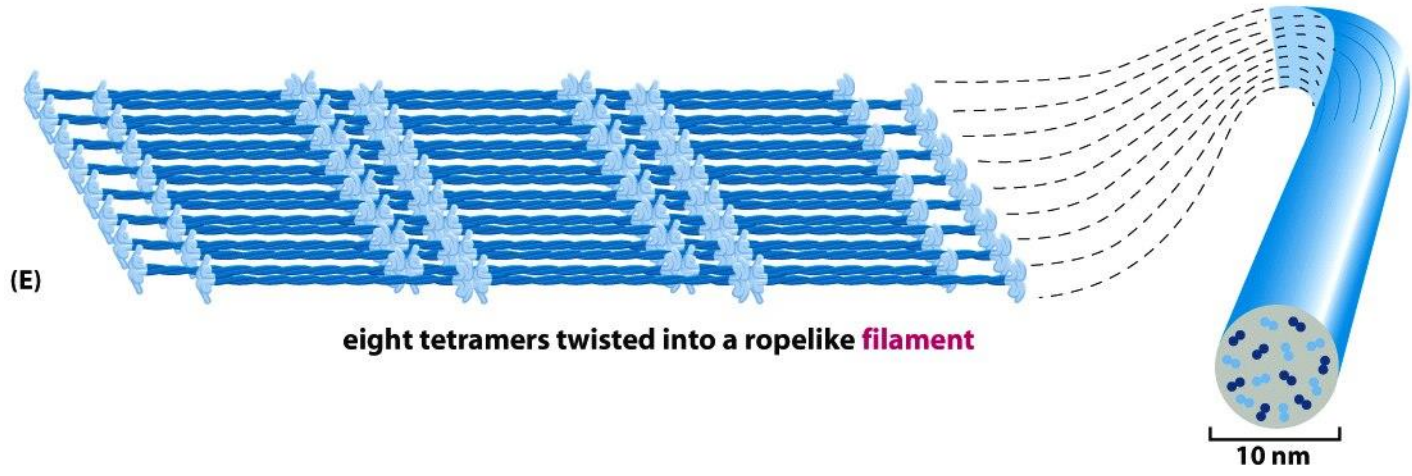
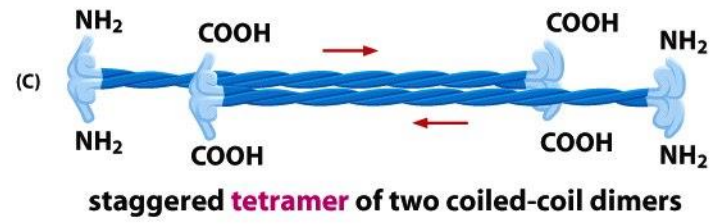
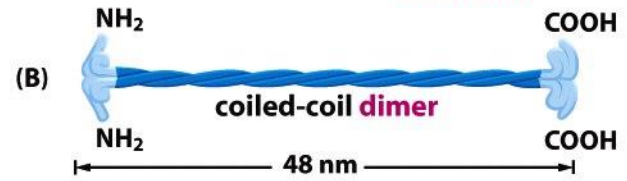
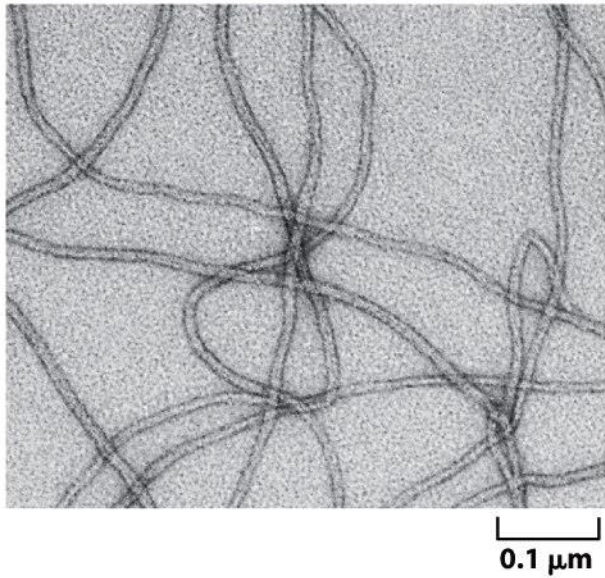


Figure 16-19 *Molecular Biology of the Cell* (© Garland Science 2008)

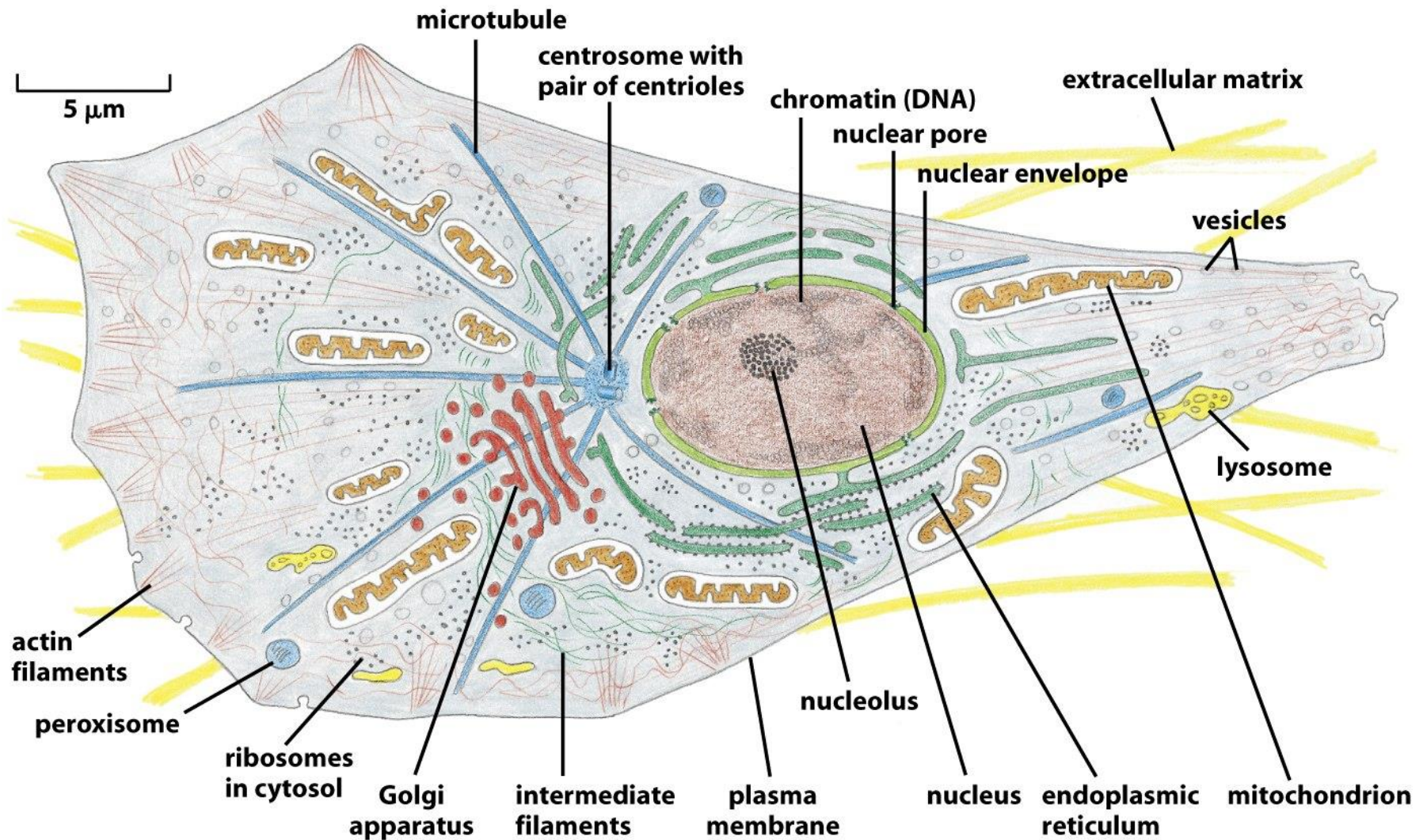


Figure 1-30 *Molecular Biology of the Cell*, Fifth Edition (© Garland Science 2008)

- <https://www.youtube.com/watch?v=2YCgro6BV8U>
- <https://www.youtube.com/watch?v=fqWs1aM7BQs>

# Opakování=zkouškové otázky

- Obecná charakteristika živých soustav
- Prokaryontní buňky
- Cytoplazmatická membrána
- Buněčné jádro
- Buněčné organely
- Cytoskelet