

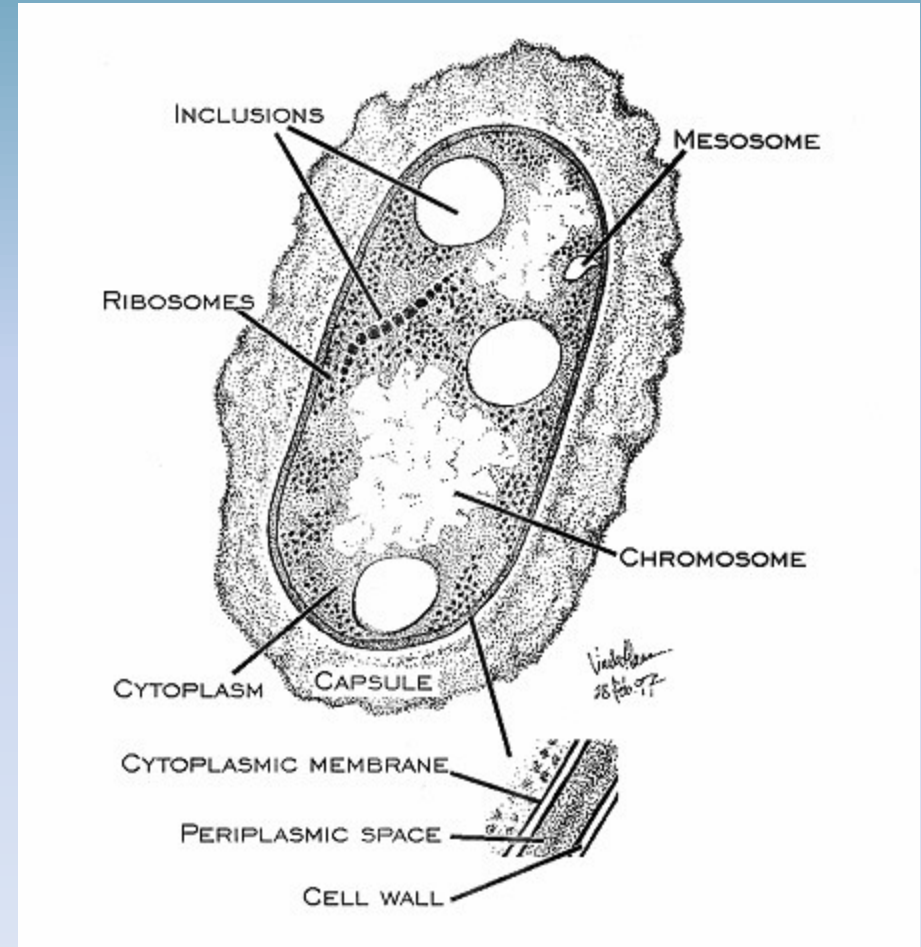
# Cytologie a morfologie bakterií

## Sylabus přednášek

- Struktury buňky – esenciální a obvyklé
- Proměnlivost struktur buňky
  - patogeni; adherující buňky; buněčný stres
- Vybrané struktury b. (exo a endotoxiny, inkluze...)
- Mikroskopické techniky
- Životní cykly bakterií
  - binární dělení; střídání stádií; komplexní buněčné cykly...

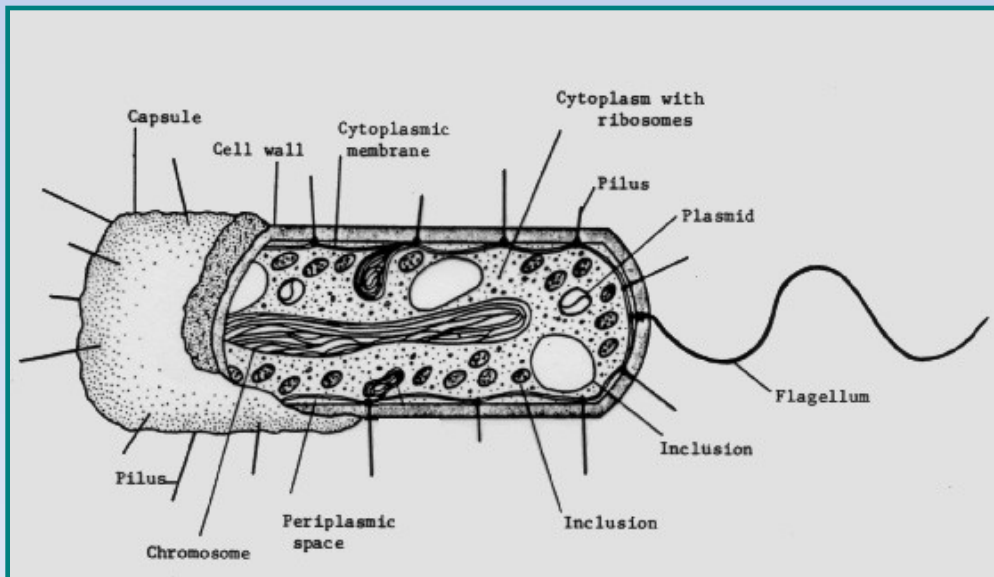
# Struktury prokaryotické buňky

- Základní - esenciální
- Obvyklé
  - nejsou nutné k přežití buňky, poskytují výhodu

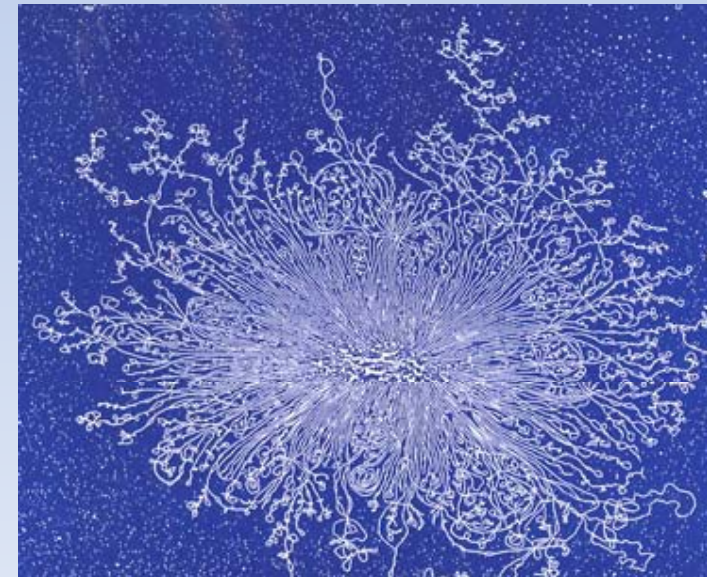


# Základní struktury

- Cytoplazmatická membrána
- Nukleoid
- Ribozómy



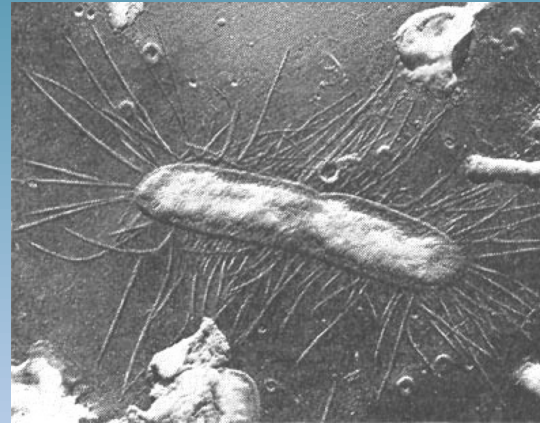
26.9.2014



Rozvinutý nukleoid *E.coli*

# Obvyklé struktury

- Buněčná stěna
- Organely pohybu
- Fimbrie
- Plazmidy
- Kapsuly, slizy
- Inkluze



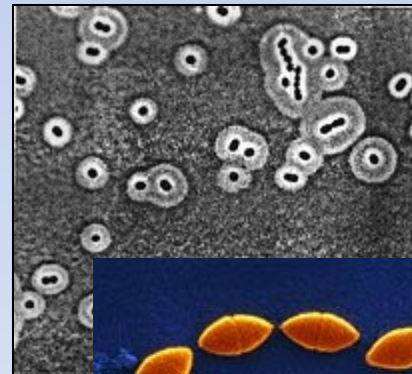
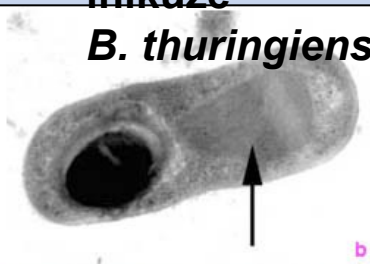
*E.coli* - fimbrie



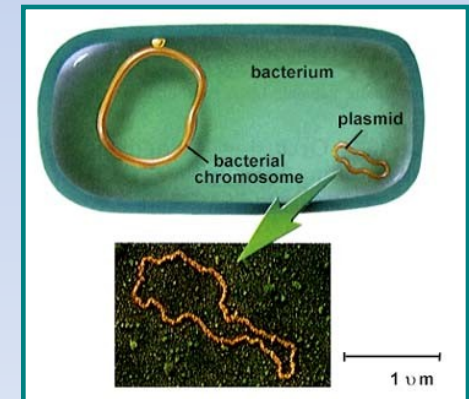
*E.coli* - bičičky

Parasporální  
inkluzie

*B. thuringiensis*



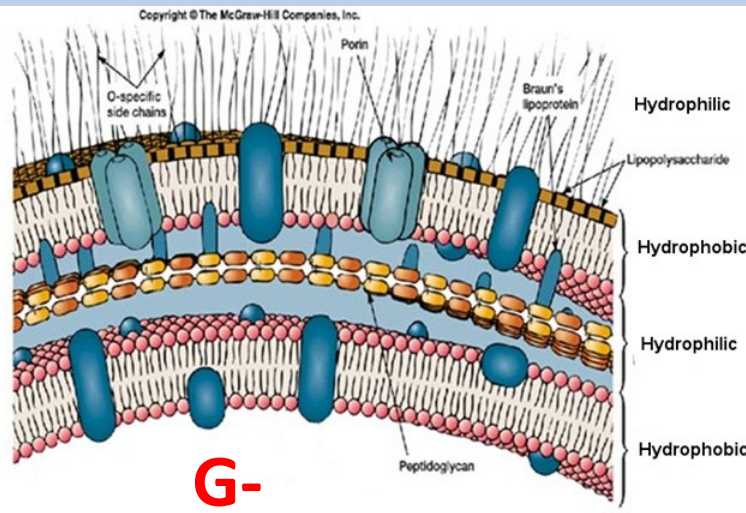
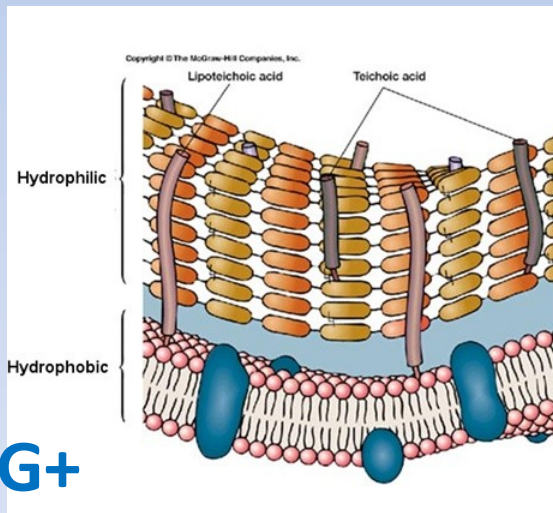
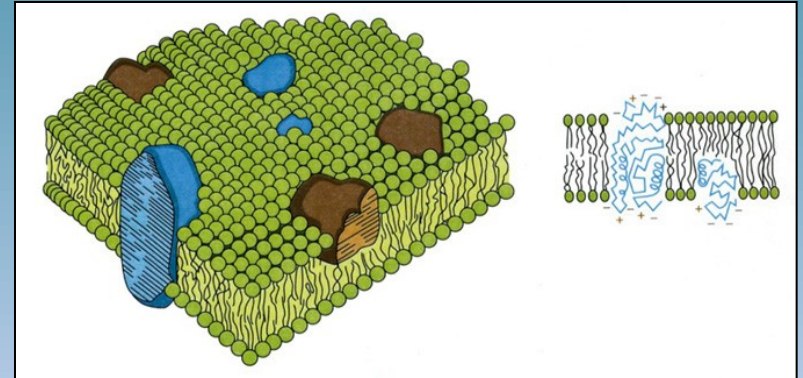
*Streptococcus pneumoniae*



replikony

# Cytoplazmatická membrána

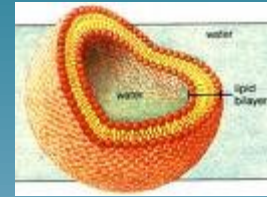
- Fluidní vrstva **fosfolipidů**  
(jednoduchý řetězec, esterová vazba)  
*Archea – etherová v. !!*
- Vnořené bílkoviny – mnoho proti Eucarya
- Semipermeabilní – transport



**G- buňky**  
**Lipid A**  
**(toxin)**

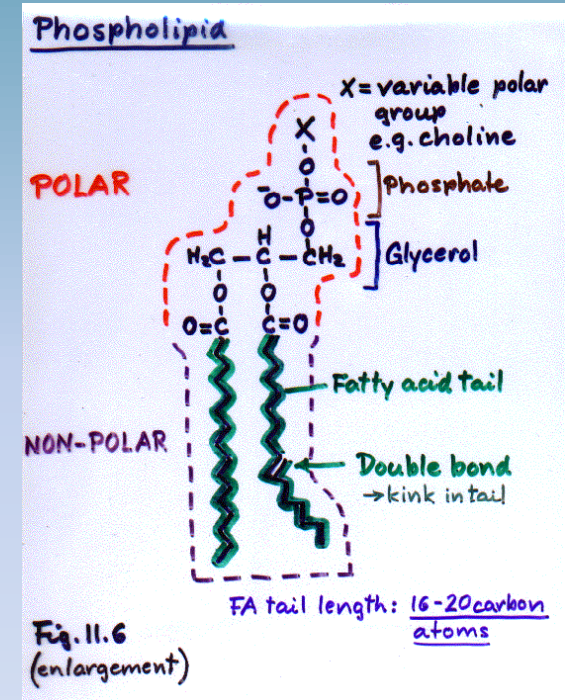
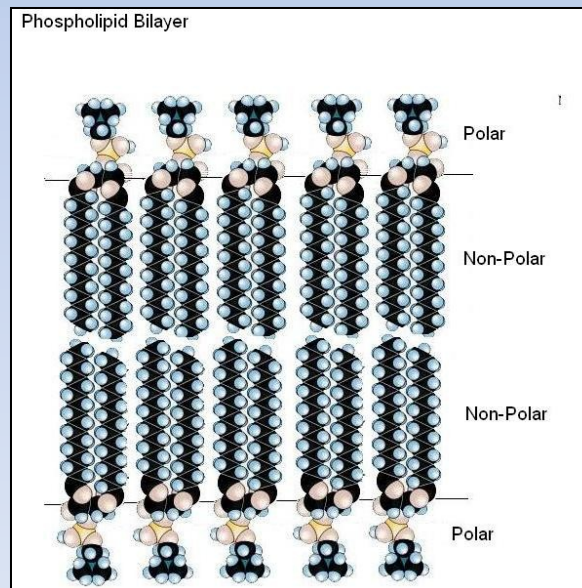
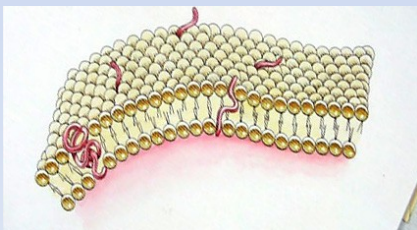
**G- buňky**  
**cytoplazmatická membrána**  
**+ vnější membrána!!**

# Fosfolipid



- 1) Fosfátová skupina vázaná na glycerol
- 2) 2 mastné kys.vázané na glycerol – 16-18C
  - nevětvené, nasycené – snižují fluiditu
  - nenasycené – zvyšují
- **Hydrofobní složka** - nepolární
- Negativní náboj

Závislost fluidity na teplotě



- **Lipidy** – složení do urč.míry podle výživy a typu prostředí

- **Proteiny**

- integrální - hydrofobní vazby, cca 70%
- periferní – elstat.síly, H-můstky

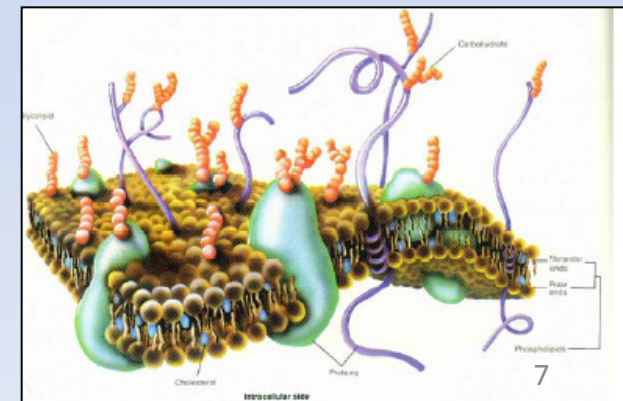
## Syntéza CM - inzercí

- **Lipoproteiny** – lipid do periplazmy

- **Glykoproteiny a glykolipidy** – orientovány cukernou složkou vně membrány

- **Lipopolysacharidy** G- - Ag

- **Hopanoidy** – lipidy u 50% bakt.  
- obdoba euk. sterolů



- **Bílkoviny pevně vázané – enzymy**  
(ATPáza, nukleáza, fosfatázy), **transportéry, strukturální.**
- **Volné bílkoviny – fosfatázy**
  
- **Inducibilní složky membrány** existují, dokud existuje spouštěcí faktor syntézy  
= bílkovinné spektrum proměnlivé

Pozn: Membránou obdány i některé typy **inkluzí** (glykogen, PHB, S, plyn. vakuoly, karboxyzomy) – 1 vrstevná, nebiologická!!



# G+ vs. G- !!

Techoic acid

Lipotechoic acid

GRAM POSITIVE

Polysaccharides

GRAM NEGATIVE

Porins

Outer Membrane

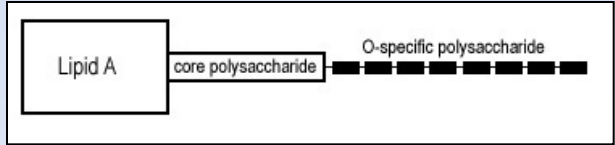
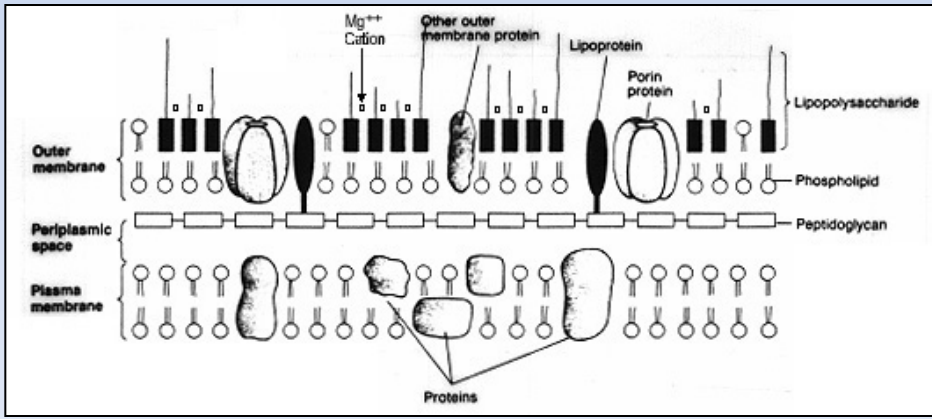
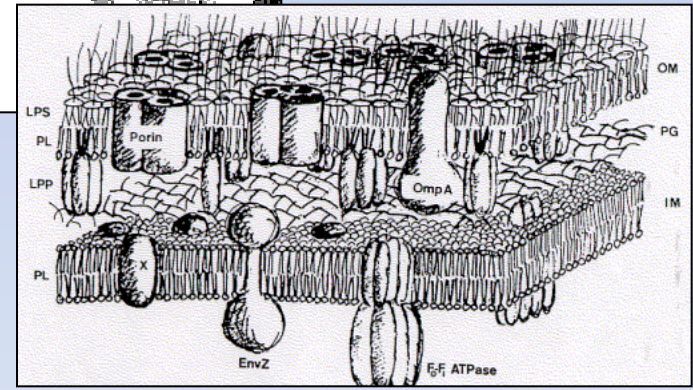
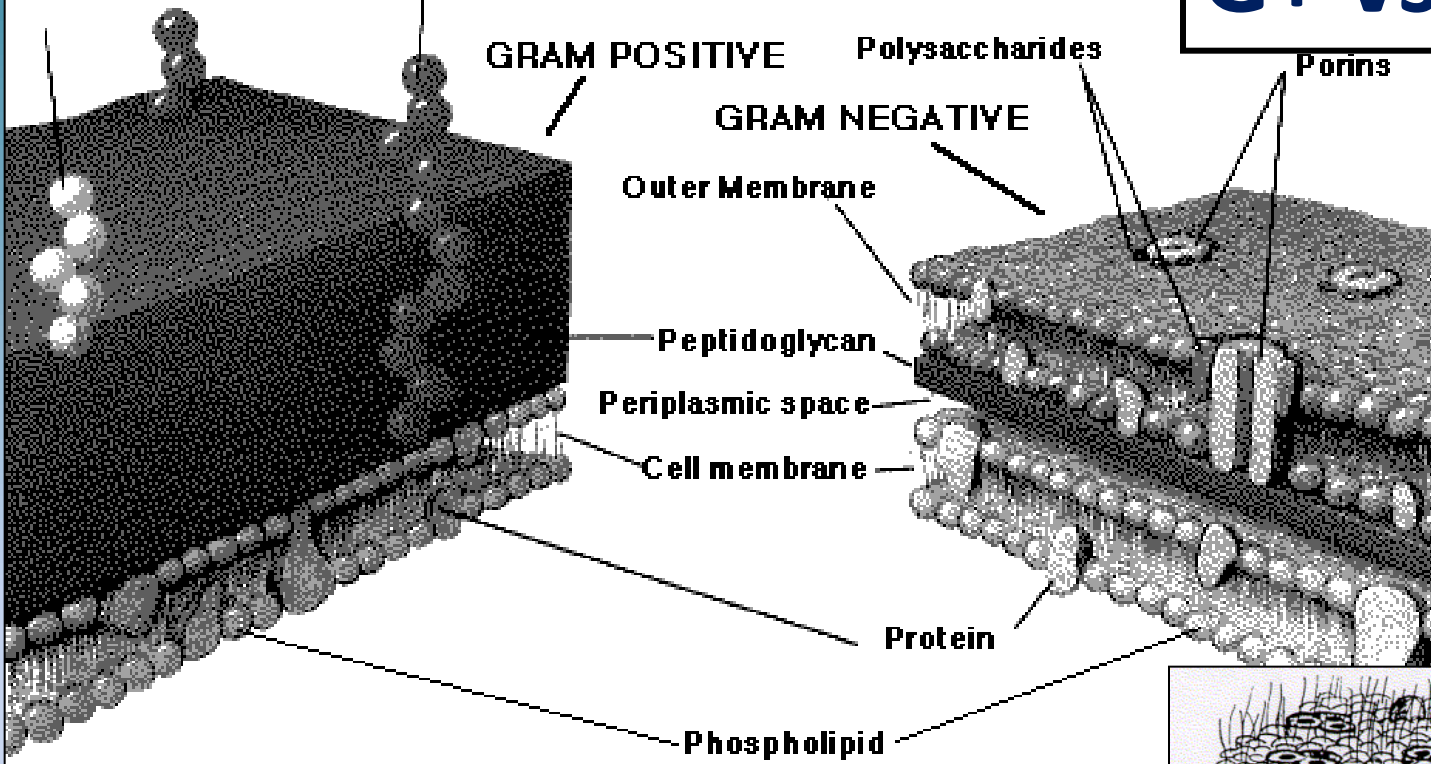
Peptidoglycan

Periplasmic space

Cell membrane

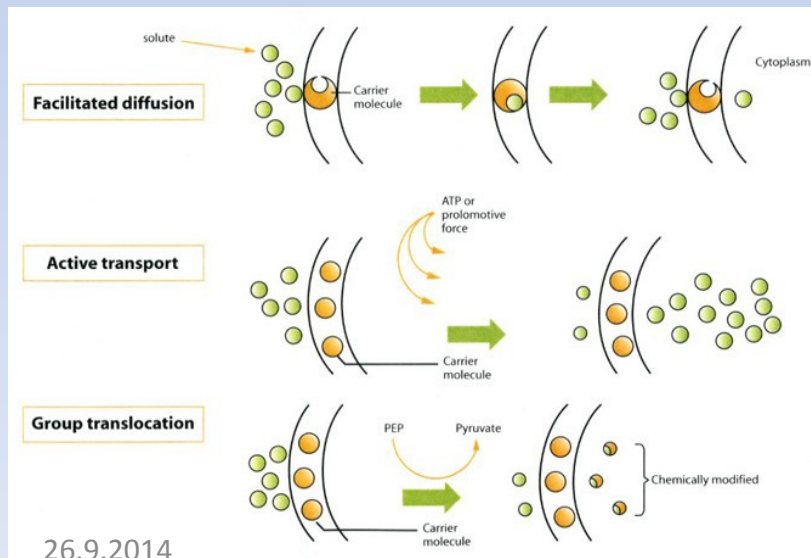
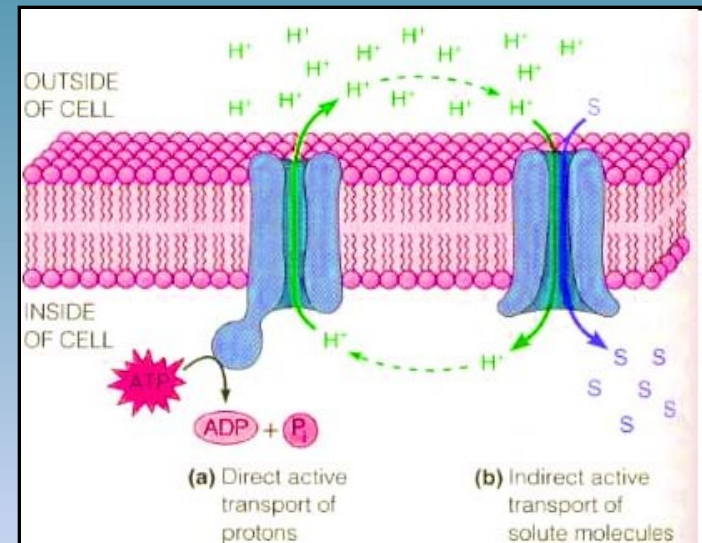
Protein

Phospholipid



# Funkce cytoplazmatické membrány

- Bariéra; receptory; antigeny
- **Transport** – schopnost akumulace
- Tvorba a transformace **energie**  
– elektrontransportní systém



- **Enzymy:**  
vektorový  
metabolismus

- je místem syntéz

- Sídlo replikátoru

# Permeabilita membrány

- poměrně **volně prostupují** malé, nenabitě nebo hydrofobní molekuly (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> – ne NH<sub>4</sub>) a voda
- ostatní – **specifické mechanismy**

**Př:**

**Msc channels** – mechanosensitivní – reagují na zvýšení turgoru buňky zvětšením velikosti póru – adaptace na osmotický stres - MscL – *E. coli*

**MIP channel** (major intrinsic protein)

**Aqp** – aquaporiny – voda a nenabitě látky, 1 protein, u někt. bakterií, *E. coli* - AqpZ

**Glp** – transport glycerolu

**Náboj CM a b.s. je odlišný  
ale proměnlivý v čase**

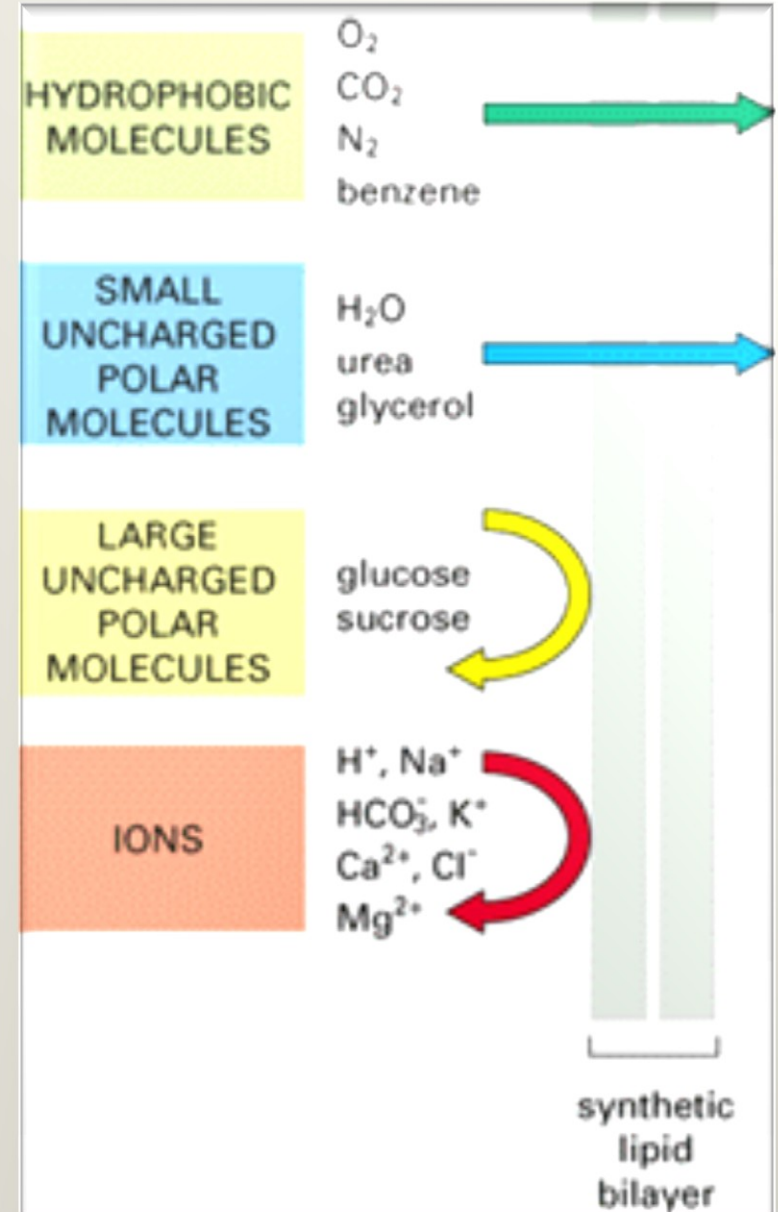
# Dění na membránách

Prostá difúze

Malé nenabité ionty se pohybují **po spádu koncentračního gradientu** usnadněnou difúzí

Většina roztoků může procházet membránou pouze membránovým transportem zprostředkovaným proteiny. Pasivní transport **po směru koncentračního gradientu**.

Aktivní transport je umožněn přenašeči a to **proti koncentračnímu gradientu**, je vyžadována energie



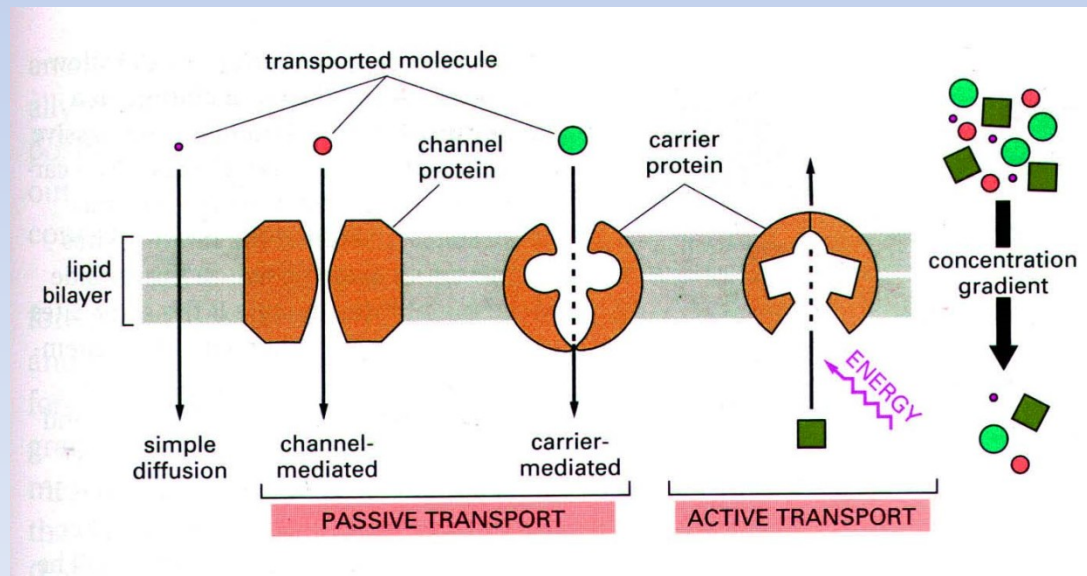
# 1) Nespecifická permeace

- není potřeba proteinových nosičů
- závisí přímoúměrně na koncentračním spádu

- průnik **lipidickou částí**
- prochází tak **LIPOFILNÍ** látky, které se v membráně rozpustí
- malinko a s malou rychlostí propustná i pro nabitě látky (nepravidelnosti ve struktuře otevírají kanálky)

## 2) Průchod IONOFORMY

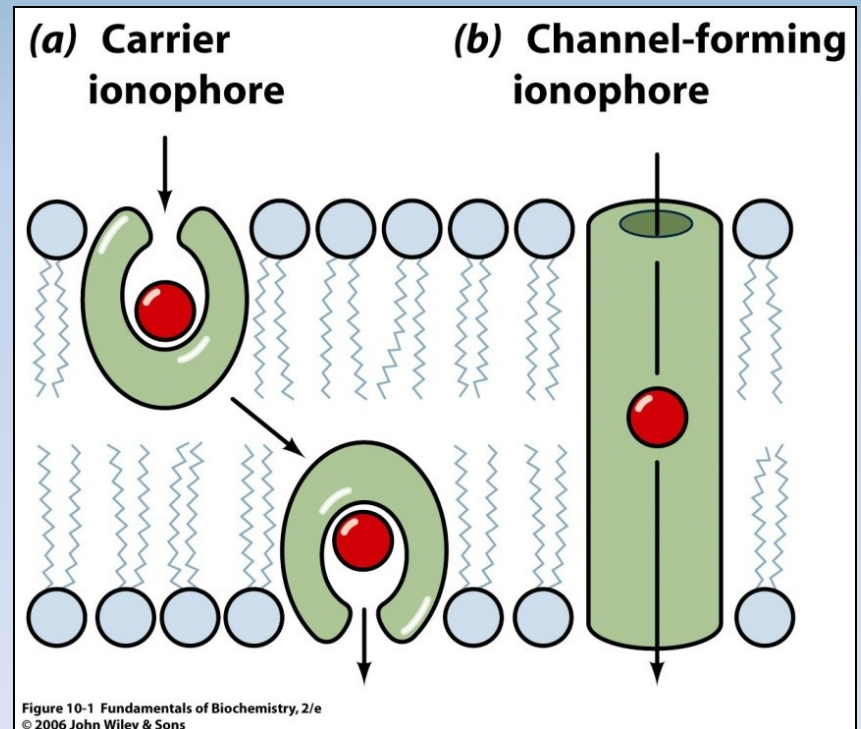
- nezávisí nebo závisí na koncentraci
- I. Kanály
- II. Proteinové nosiče



# Kanály

- váží na sebe iont a transportují jej přes membránu
- **nezávisí na koncentraci**
- společnou vlastností je rozpuštění iontových komplexů v nepolárních rozpouštědlech

- A) prosté
- B) hradlové



# A) KANÁLY prosté

- **stále otevřené** válcové struktury s centrálním vodním kanálem
- **neregulovány**, selektivita až na CM
- př: **poriny**  $\beta$  vnější membrány
  - maltoporin umožňující difúzi maltodextrinů

Maltoporin  
v komplexu  
s maltodextrinem  
(6 Glu jednotek).

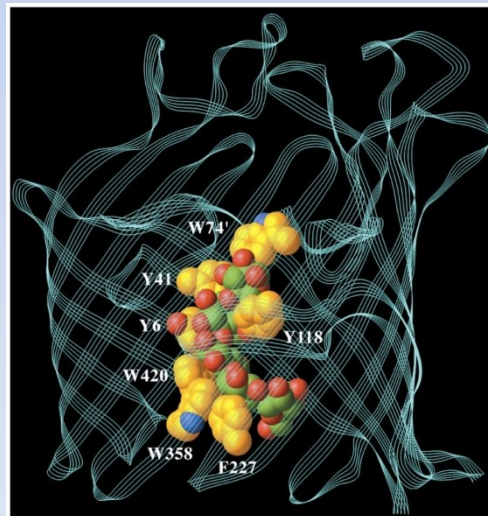


Figure 10-6 Fundamentals of Biochemistry, 2/e

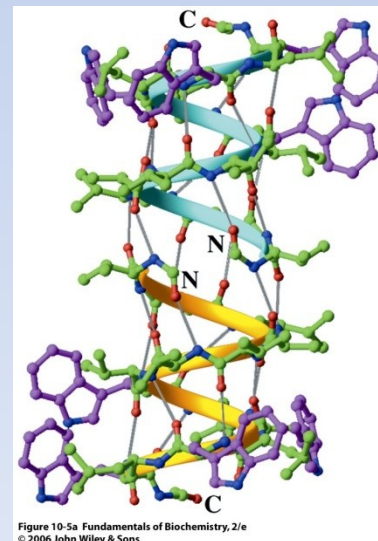
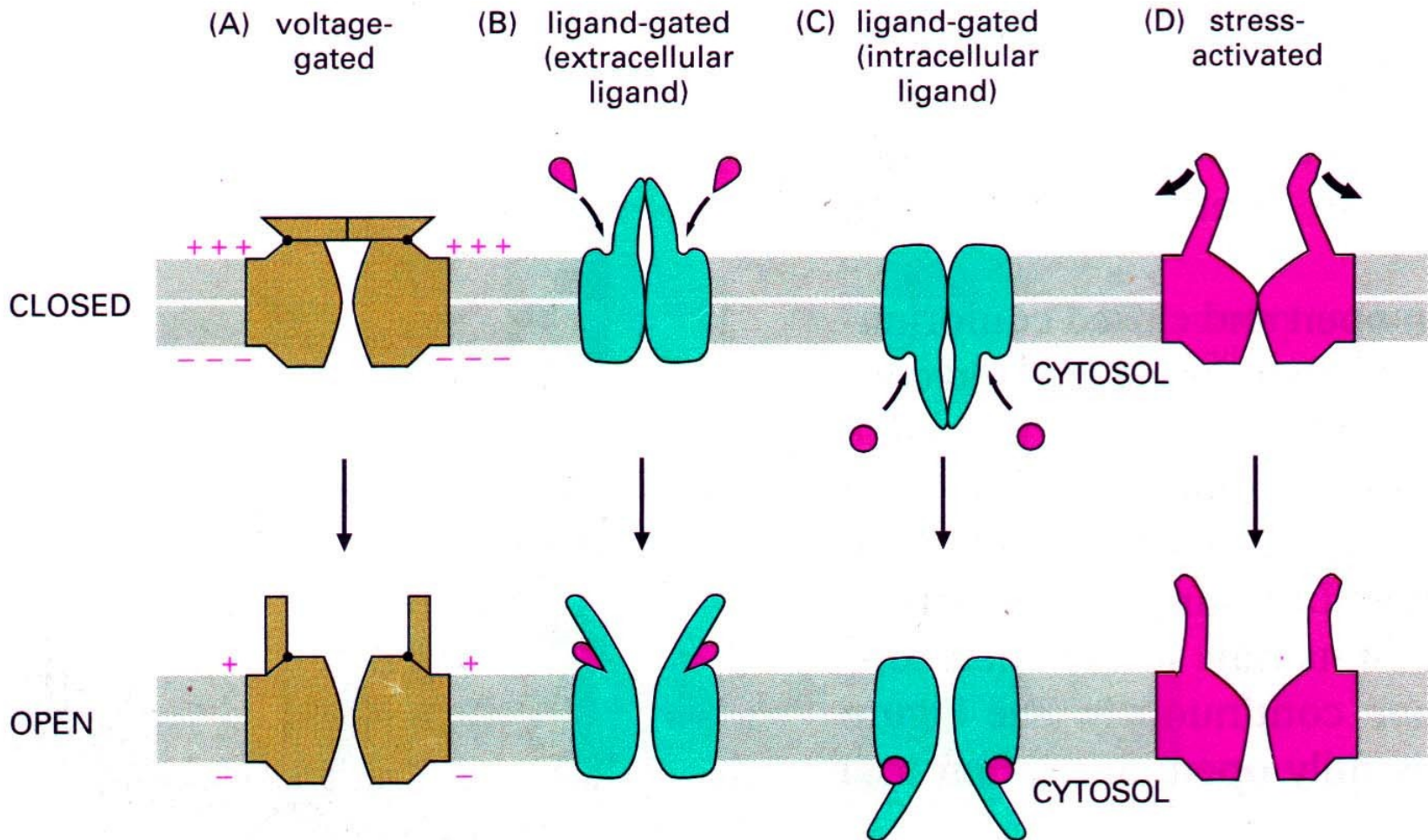


Figure 10-5a Fundamentals of Biochemistry, 2/e  
© 2006 John Wiley & Sons

Dimer  
Gramicidinu A  
tvoří kanálek  
pro  
transport  
lontu  $K^+$



## B) KANÁLY hradlové mají specifitu!!

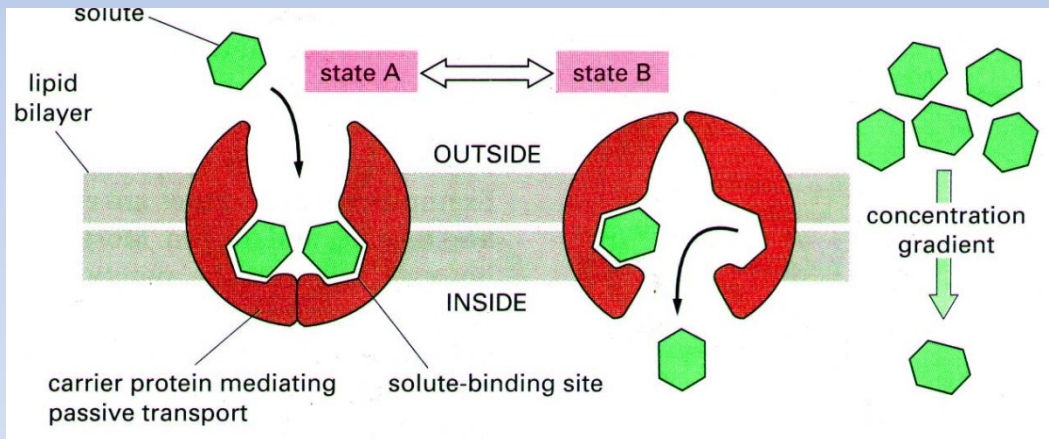


## B) KANÁLY hradlové

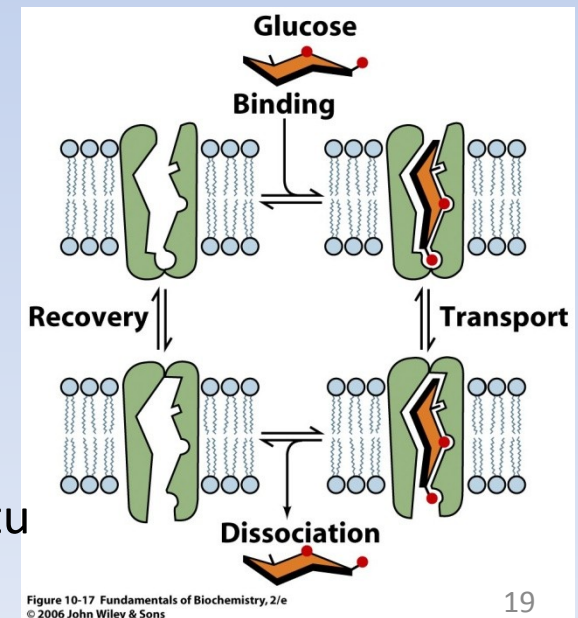
- otevřenost je regulována
- mají specifitu – pomocí vazebných míst rozpoznávají ionty
- část polypeptidického řetězce = uzavíratelé hradlo
- hradlo regulováno:
  - **napětím**
  - **chemicky**
  - **mechanicky**
- specifické iontové kanály slouží pro rychlý průchod iontů jako Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> a Cl<sup>-</sup>
- Příklad: K<sup>+</sup> pasivně difundují z cytoplasmy do extracelulárního prostoru přes transmembránové proteiny
  - tetramery řízené el. polem

# Proteinové nosiče, přenašeče

- průchod **závisí na koncentraci**
  - konformační změna přenašeče malá
- následuje návrat do původní konformace



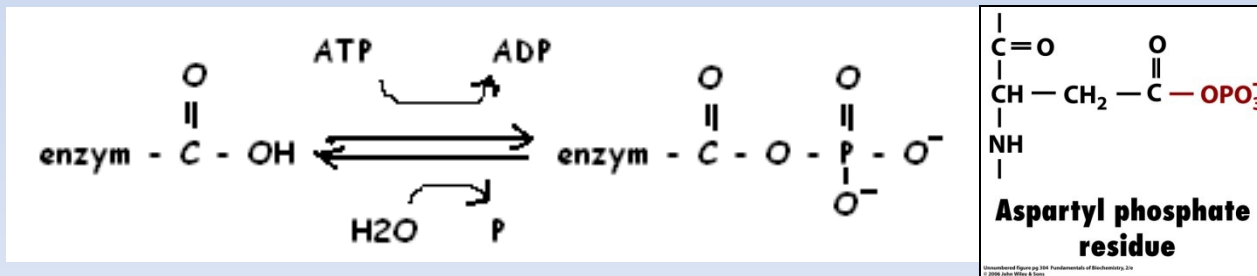
Model  
transportu  
glukosy



# Proteinové nosiče, přenašeče

- **a) pasivní** = zprostředkovaná difúze – netřeba energie, nevede k zakoncentrování přenášené látky
- **b) aktivní** – vede ke kumulaci látky, transport proti koncentračnímu spádu za spotřeby ATP
  - 1) **primární** – zdroj energie nesouvisí s dalším průběhem přenosu

ATPázy – přenáší ionty; fosforylovaný enzym = meziproduct při hydrolyze



*Fosforylace  
probíhá na zbytku  
kys. asparagové*

☹ *Inhibováno  
vanadičitanem  
– zapojuje se namísto P*

# Příklady primárních aktivních nosičů

- **ABC transportéry** – motivy vážící ATP a štěpící je při příjmu látky; u bakterií **stovky typů pro transport živin, vitamínů**

Př: (*E. coli* tak přijímá vit. B<sub>12</sub> z prostředí), export toxinů

- **F<sub>0</sub>F<sub>1</sub> ATPáza** –

F<sub>0</sub> dává enzymu citlivost, kruh z 12ti C kanálem pro H<sup>+</sup>

F<sub>1</sub> katalytická fce střídajících se podjednotek α a β

- syntéza nebo hydrolýza ATP

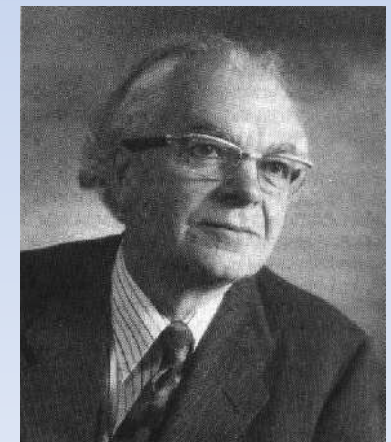
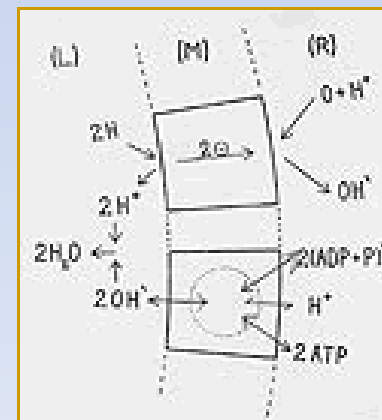
- hydrolyzuje ATP i po izolaci z membrány

- u *E. coli* je z osmi podjednotek

(3x α, 3x β, γ, δ)

kódováno operonem *unc*

- Mitchellova chemiosmotická teorie



- II) sekundární

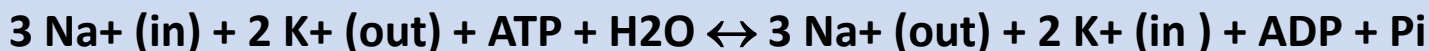
- proces spojen se změnou koncentrace na membráně
- volná E využita pro transport neutrálních molekul proti koncentračnímu spádu

**uniport** – jednosměrný pohyb poháněný elektrickou složkou gradientu

**symport** – energii dodá současně přenášená látka

**antiport**

Na<sup>+</sup>K ATPáza – symport Na<sup>+</sup> a Glu, zároveň antiport Na<sup>+</sup> a K<sup>+</sup>



### 3) skupinová translokace

- méně častá
  - při transportu **substrát chemicky modifikován**
  - př: fosfotransferázový systém
    - fosforylace substrátu; akumulace PEP  
(přináší do buňky cukry proti koncentračnímu spádu)
    - transport purinových bází
- enzymy + substrát (jedna strana membrány)  
enzym + produkt (druhá strana membrány)  
**= vektorový charakter**
- **energie nutná pro reakci = energie vznikající reakcí**

## 4) transport s lokální přestavbou membrány

- přes membránu transportovány i velké molekuly
- přestavbou membrány vzniká váček
- málo časté, neprostudované
- př: transport NK



# Deriváty membrány

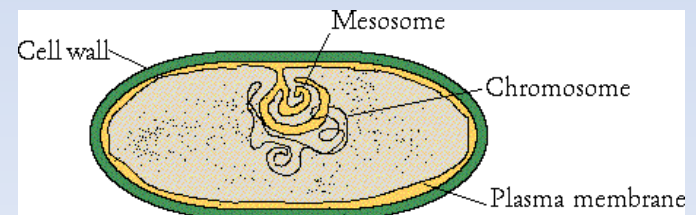
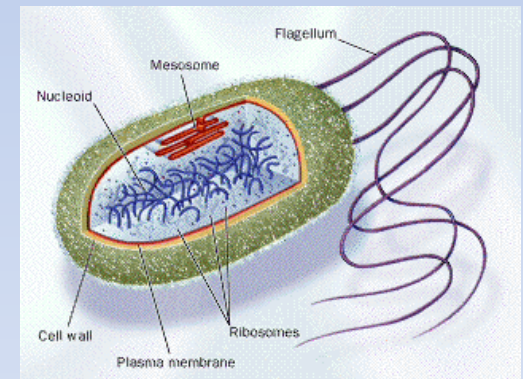
## Chromatofory fototrofů

- Chromatofory purpurových sirných bakterií
- Cylindrické vezikuly zelených bakterií a vícevrstevné tylakoidy *Cyanobacteria* (sinic) – místo fotosyntézy



## Mezozomy

- **Vážou** chromozomy, duplikují se dělením
  - Deriváty CM, viditelné po lehkém obarvení CM
  - Počet závisí na **metabolické aktivitě**
  - Sídla enzymů membrány
- **DNA polymeráza** na 1-4 místech VM



# Buněčná stěna

- **Peptidoglykan**

**Glykan** – cukerná složka, NAG, NAM

N-acetylglukózamin+N-acetylmuramová k.,

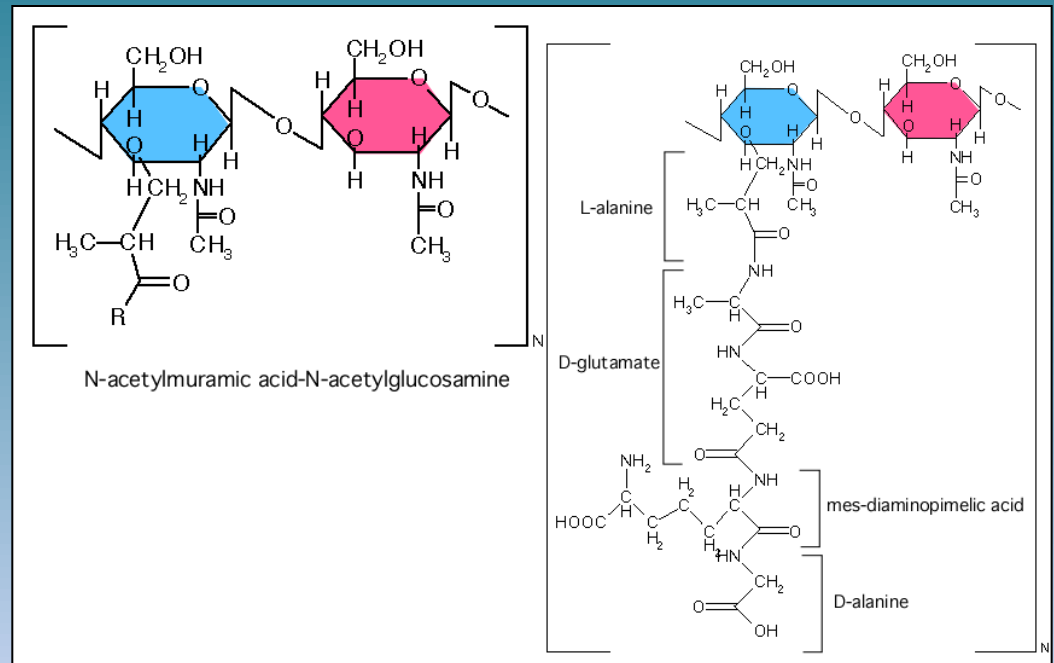
$\beta$ -1,4-glykosidická vazba – kostra = opakování aminocukrů

**Peptid** – tetrapeptid – L-ala – D-glu – R – D-ala

R = DAP – pouze v b.s., taxonomický znak u aktinobakterií, LL DAP, meso DAP

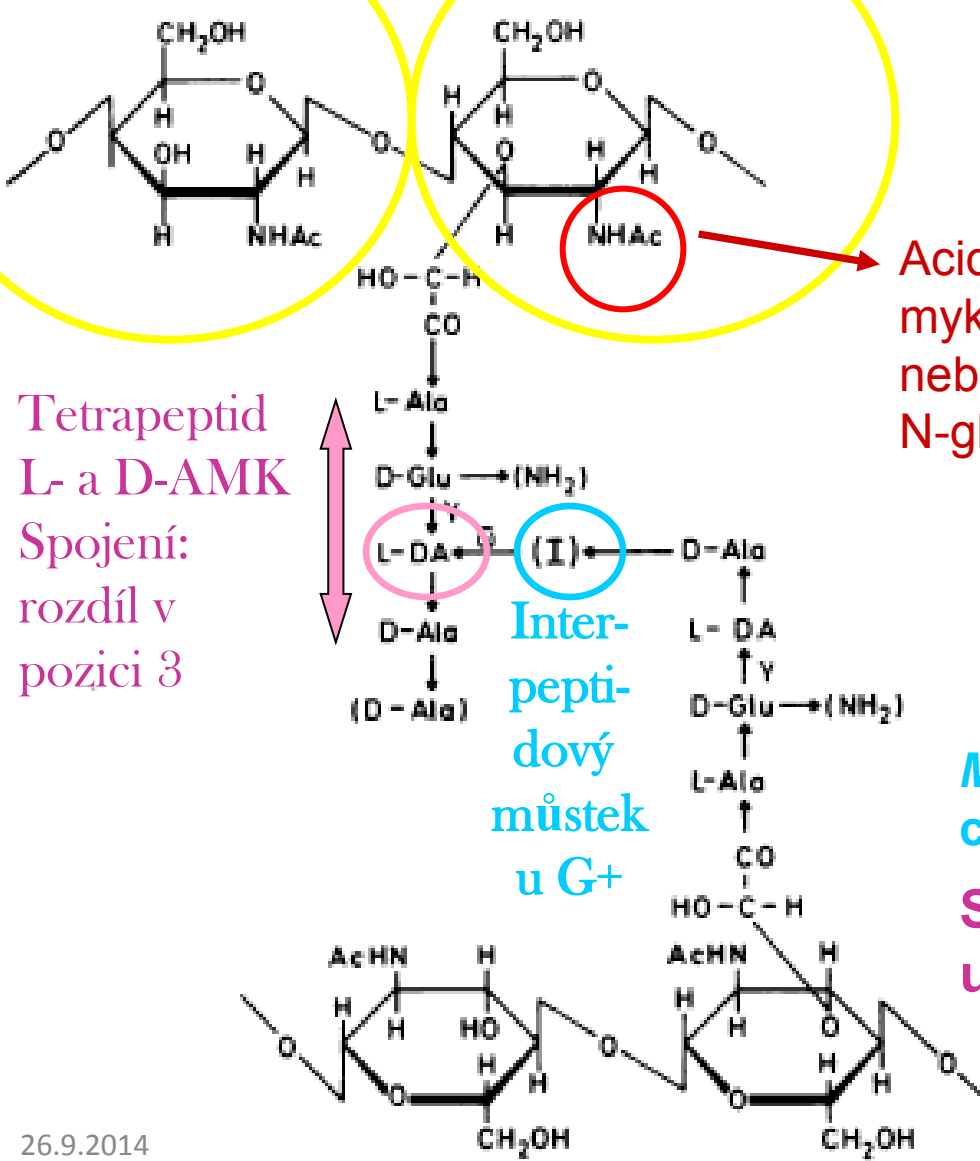
**G+** :R = lysin větš., tetrapeptidy spojeny pentapeptidem

**G-** :vždy DAP a meso-DAP, tetrapeptidy spojeny přímo D-ala na DAP



**Peptidoglykan = uniformní disacharid**  
**N-acetylglukózámin + N-acetylmuramová**

Vztah mezi tvarem buňky a počtem disacharidových jednotek v peptidoglykanu (10 - 65)



Acidorezistentní mykobakteria, nokardie..  
 nebarvitelné Gramem:  
 N-glykolylmuramová

**CHEMOTAXONOMIE:**

**Aminkokyselinové složení tetrapeptidu a můstku!!**

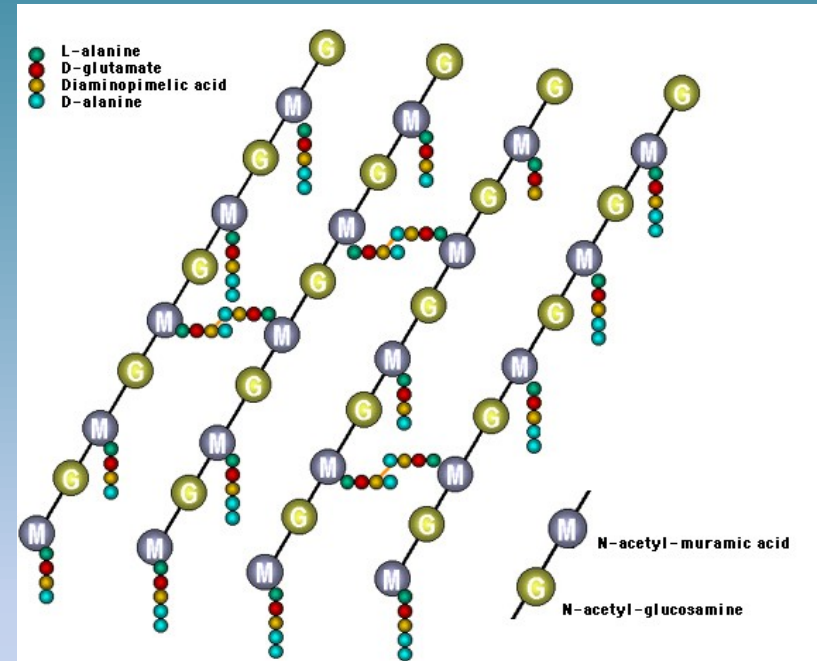
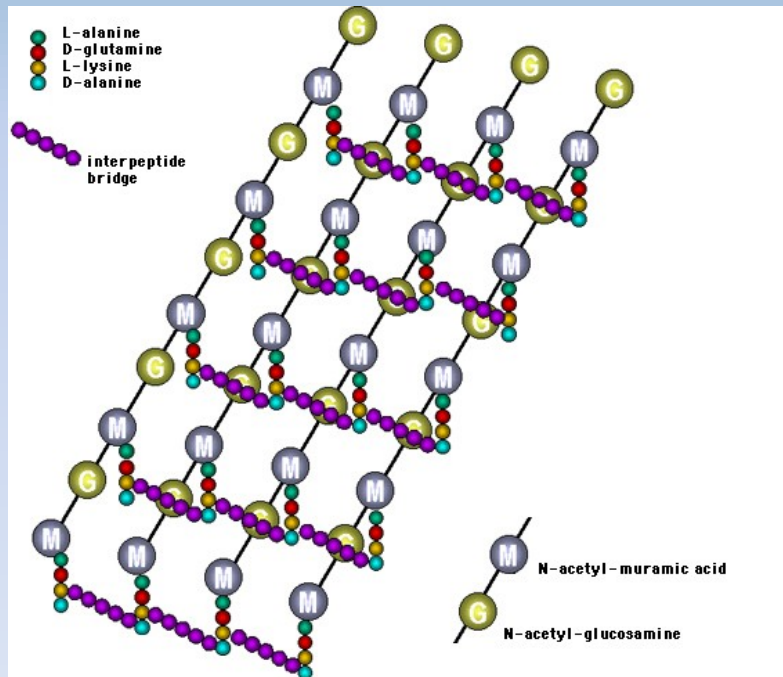
**Micrococcaceae – až druhově charakteristická struktura můstku**

**Streptomycety: 3 pozice unikátní L-amino DAP kyselina**

**Stěna spory: jiné a unikátní složení peptidoglykanu!**

# Peptidoglykan

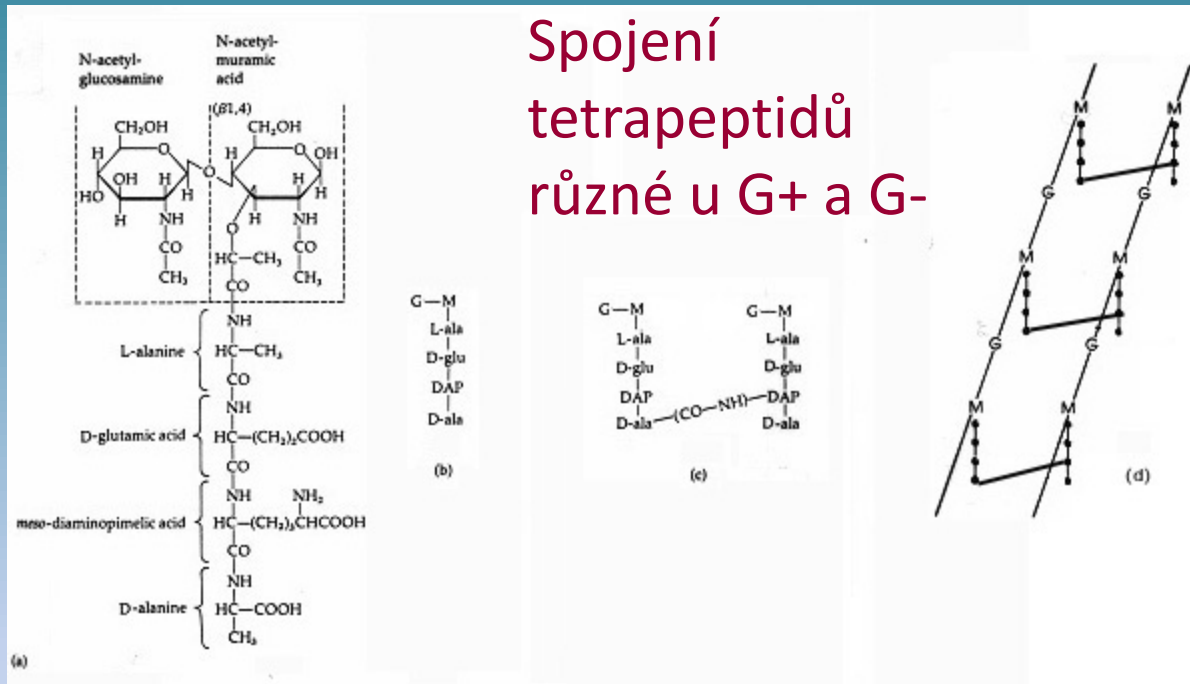
G+



G-

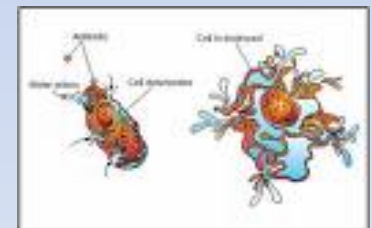
**G+** : tetrapeptidy spojeny pentapeptidem  
**G-** : tetrapeptidy spojeny přímo D-ala na DAP

# Spojení tetrapeptidů různé u G+ a G-



Polymer

- **Lysozym** – štěpí vazbu mezi aminocukry;  
= působí na hotovou stěnu
- **Penicilin** – brání spojení tetrapeptidů  
= působí při syntéze stěny
- **Bacitracin** - cyklický polypeptid blokující defosforylaci fosfolipidu, potřebného pro transportní funkci během výstavby *buněčné stěny*.



# Taxonomický význam

- Barvení buněčné stěny
- Chemotaxonomie složek stěny a membrány
- FAME profil mastných kyselin – char.pro jednotlivé rody, druhy až kmeny, závislý na kultivaci
  - celobuněčný, ale hlavně z CM

## Význam struktury peptidoglykanu v taxonomii bakterií

### ■ diaminopimelové kyseliny

■ přítomny pouze v buněčné stěně – průkaz z celé buňky

■ G- buněčná stěna jednotného charakteru, bez DAP nebo stopy meso-DAP

### G+

■ přítomnost či nepřítomnost DAP charakteristická

■ např. nokardioformní aktinomyceity, mykobakteria – meso-DAP

■ streptomyceity – LL-DAP

■ *Micrococcaceae* – bez DAP, L-lysin

# *Bacteria vs. Archaea !!*

*Archea* –  
extrémní podmínky:

strukturní shody  
ale rozdílné chemické složení



- ---- rozdílná citlivost na ATB

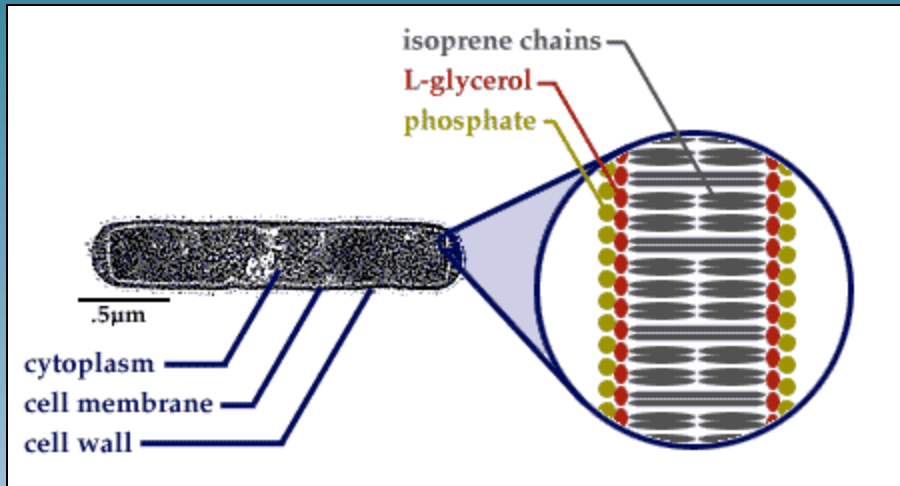
- CM

- PEPTIDOGLYKAN

**5 typů buněčné stěny**

- tRNA archeí podobná eukaryotické





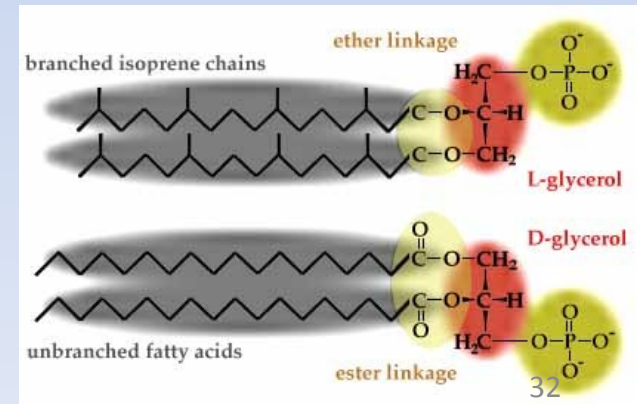
## Cytoplazmatická membrána archeí

Sulfolipidy, glykolipidy, nepolární isoprenoidní lipidy, fosfolipidy, větvené lipidy,  
**mnoho proteinů v membráně**

### FOSFOLIPID:

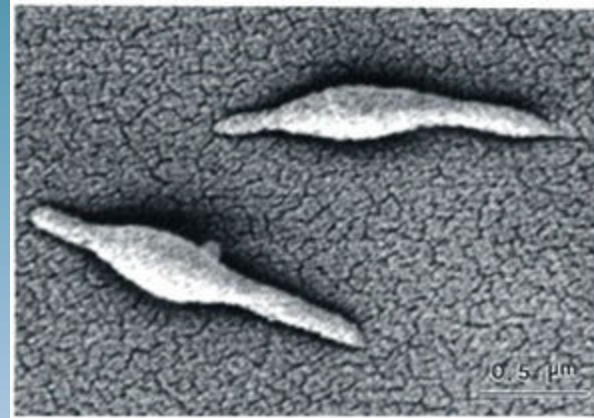
- (1) **chiralita glycerolu** (L-glycerol; dáno enzymy)
  - (2) **etherové vazby** - glyceroldiether, tetraether = jiné chem.vlastnosti fosfolipidů
  - (3) řetízky větvených **isoprenoidů** namísto MK
- Nepřítomnost sterolů**

**jednovrstevná – diglycerol tetraether**

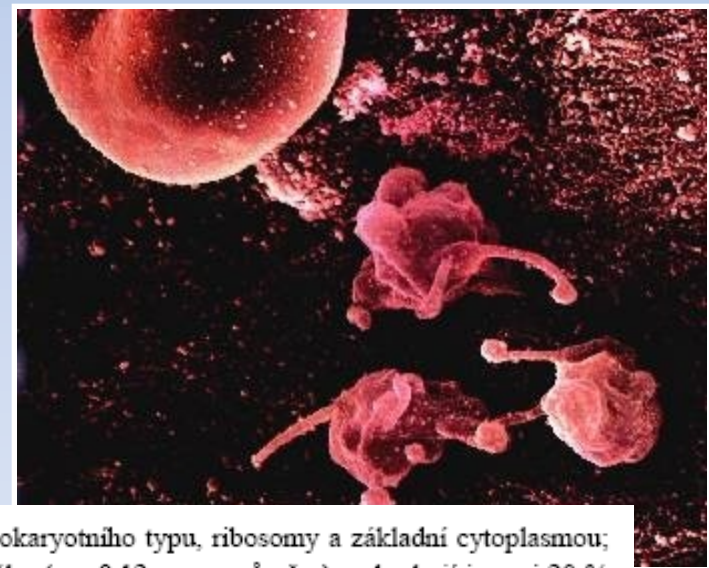




- Mykoplazmata  
- bez b.s.



- Protoplasty
- Sféroplasty



Mykoplazmata jsou tvořena pouze plazmatickou membránou, chromozomem prokaryotního typu, ribosomy a základní cytoplasmou; postrádají pevnou buněčnou stěnu ostatních prokaryot. Jsou to nejmenší živé buňky (cca 0,12 μm v průměru) a obsahují jen asi 20 % DNA ve srovnání s *E. c.* Tato genetická informace se blíží minimálnímu množství nezbytnému k zajištění základního metabolického vybavení pro život buňky.

**Tab. 1 – Klasifikace mykoplazmat**

Říše	<i>Bacteria</i>
Kmen:	<i>Firmicutes</i>
Třída:	<i>Mollicutes</i>
Řád:	<i>Mycoplasmatales</i>
Čeleď:	<i>Mycoplasmataceae</i>
Rod:	<u><i>Mycoplasma</i></u>
Druh:	<i>Mycoplasma pneumoniae</i> <i>Mycoplasma genitalium</i> <i>Mycoplasma hominis</i> pg <i>Mycoplasma penetrans</i> <i>Mycoplasma fermentans</i> a další
Rod:	<u><i>Ureaplasma</i></u>
Druh:	<i>Ureaplasma urealyticum</i> (dříve <i>Ureaplasma urealyticum</i> biovar 2) <i>Ureaplasma parvum</i> (dříve <i>Ureaplasma urealyticum</i> biovar 1)

Během evoluce se objevily mnohonásobné redukce velikosti genomu a byl pozměněn i genetický kód. Celkové tempo evoluce je necharakteristicky vysoké. Jediným předpokládaným významem redukce velikosti genomu je evoluce Mollicutes na striktní parazity, jejichž velká část metabolické mašinerie zakrněla.

nejmenší známý mikroorganismus schopný samostatného života

- netvoří peptidoglykan
- V.S., D. S.
- *M. hominis* vyvolává lidskou primární atypickou pneumonii (PAP) a je označované jako PPLO (pleuropneumonia-like organism)
- Studium genomu

# Acidoresistentní bakterie nebarvitelné Gramem

## Buněčná stěna:

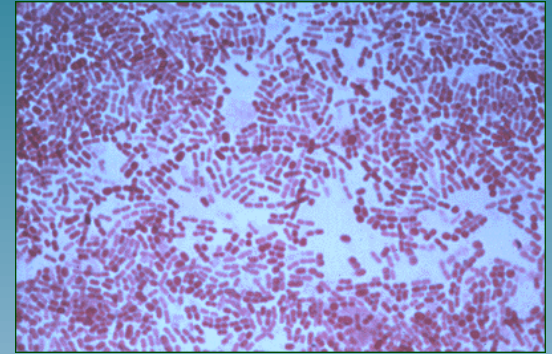
- Obsah lipidických látek
  - hl.**mykolové kyseliny**  
(3-OH mastné kyseliny s dlouhým C řetězcem na pozici 2).
  - **Délka řetězce specifická.**
- Př: mykobakterie, nokardioformní aktinomycety, korynebakterie
- Mykolyl-arabinogalaktan tvoří lipidickou bariéru – brání penetraci kyseliny
- **Odbarvování** 1) kyselým alkoholem (striktní)  
2) slabou kyselinou (2.stupeň)

## *Mycobacterium*

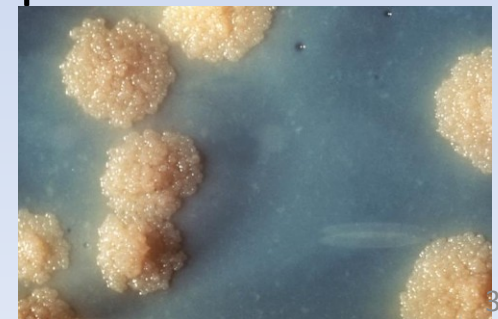
acidorezistence 1.stupně – po 1.obarvení bazickým barvivem (fuchsin) se již neodbarví kyselinou ani alkoholem

- **Mykolové kyseliny s 60-90C**
  - rezistence vůči pronikání barviv, ATB, vysychání, fagocytóze
- **Barvení za horka** – lipidy nepropouští barvivo, a nepravidelně (nerovnoměrně)
- Gramovo barvení – vůbec nebo špatně
- **Peptidoglykan:**
  - amidické skupiny na glutamátu i na meso-DAP, opakování peptidických podjednotek
  - přítomnost 2 typů mezopeptidového spojení  
**(D-ala + meso-DAP, meso-DAP + DAP – 70%, pouze zde)**
  - N-glykolylmuramová kyselina místo N-acetylmuramové

# *Mycobacterium*



- **Hydrofobní buněčná stěna**
  - problém s transportem Fe (siderofory – chelatizují Fe)
    - exocheliny – extracelulární
    - mykobaktiny – uvnitř buňky
- **Pomalý růst – 3-9 týdnů**
  - zpomalení transportu přes hydrofobní povrch
  - RNA-pol – nižší reakční rychlost, (pomalejší syntéza RNA)
  - nízký poměr RNA/DNA – pomalejší syntéza proteinů

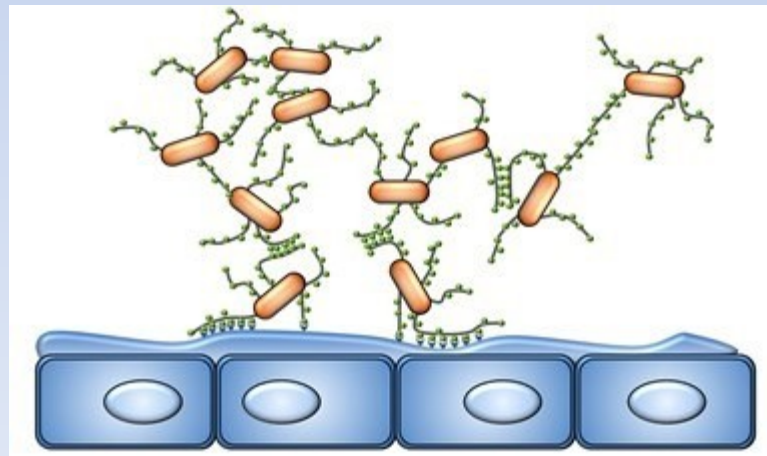


# Buněčné povrchy

Buněčný náboj

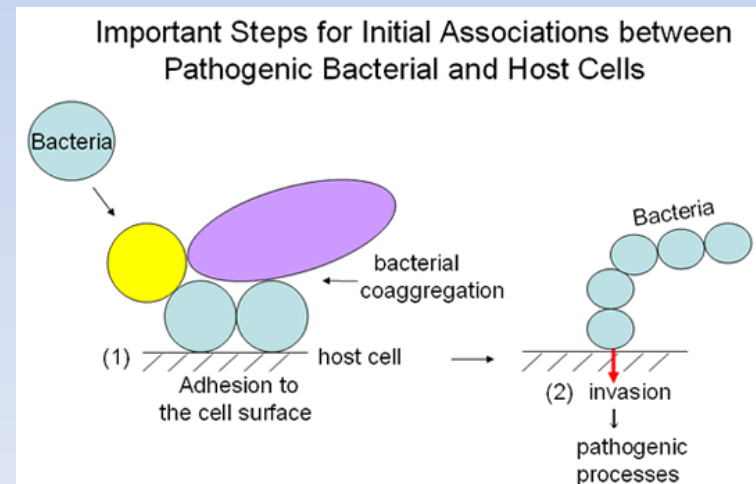
Adheze buňky

**Souvislost mezi cytologickými znaky a proměnlivými formami existence buňky – v závislosti na kontaktu, receptorech, substrátu, prostředí...**



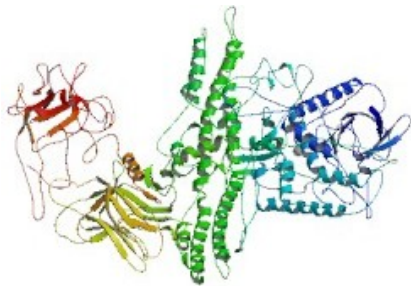
# Adheze bakterií

- **Interakce s povrchy** – biotickými i abiotickými
- Bakterie evolučně úspěšné – kolonizují všechny niky...
- Research topic (pubmed 120-200 publikací/rok)
- Jeden z **faktorů virulence**



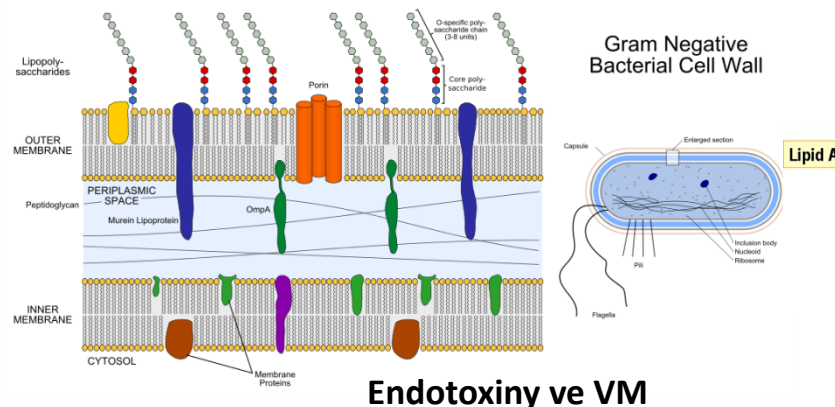
# Vsuvka: Cytologie buňky a virulence

- **Patogenita** – schopnost organismu způsobovat onemocnění
- **Virulence** – stupeň patogenity – míra schopnosti organismu infikovat makroorganismus a způsobovat onemocnění
- **Faktory virulence** = struktury/složky buňky
  - faktory adheze
  - extracelulární enzymy – invazivní faktory (hyaluronidáza, kolagenáza, koaguláza, kinázy, keratináza, mucináza)
  - faktory zabraňující fagocytóze (kapsuly, produkty metabolismu)
  - toxiny (exo- a endotoxiny)

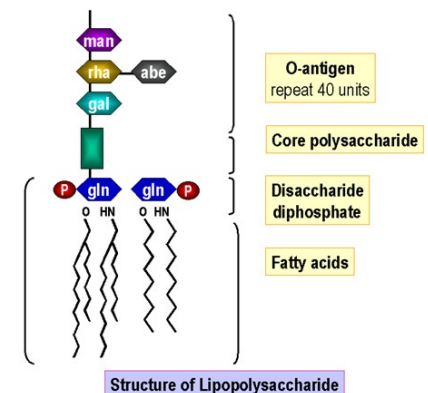


Exotoxin - botulotoxin

26.9.2014



Endotoxiny ve VM



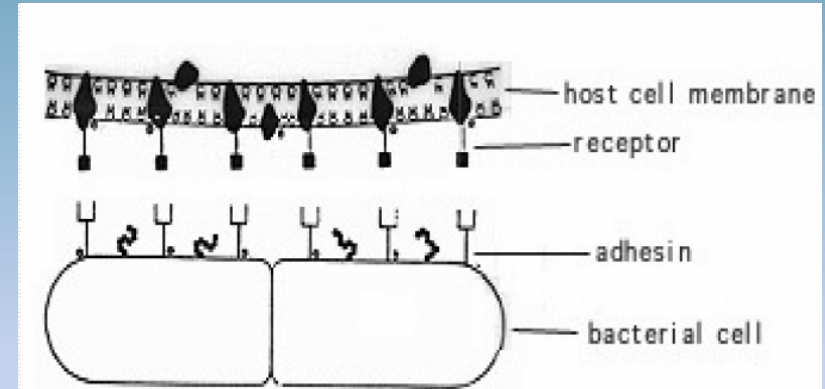
Structure of Lipopolysaccharide

Endotoxin = LPS A



# Adheze bakterií a indukce cytologických změn

- „surface sensing“;  
ne všechny buňky na všechny povrchy



- **Roli hrají:**
  - vhodné receptory a kompatibilita s cílovou molekulou (*C. diphtheriae* epitel hrdla; *S. salivarius* – zub, chlopně...)
  - vznik ireverzibilní vazby s povrchem/mlk
  - hydrofobicita buněčného povrchu (hydrofobní MO formují biofilmy)
- Interakce buňky s povrchem indukuje **změnu exprese genů** buněčné morfologie, motility a adheze

# Přilnutí k povrchu

- Prostřednictvím: pilli, povrchových proteinů, kapsul a slizů
- „surface sensing“ --- swarming --- reverzibilní vazby (hydrostatické, elektrostatické) --- irreverzibilní vazby; specializace
- Inhibice adherence
  - izolované adheziny nebo molekuly receptorů
  - analogy receptorů nebo adhezinů
  - enzymy nebo chem. l. specificky ničící adheziny/ receptory
  - protilátky povrchově specifické
- Výhody:
  - substrát zdroj živin/iontů/... – přenos pilli/OMP  
(Př. *Shewanella* – ionty kovů Fe, Mg – term.akcept. při respir)
  - biofilm – laterál. výměna genů, lipidů
  - vyšší rezistence (spuštění genů...)

# Adheze bakterií

- Př. studie termodynamiky adheze kmenů *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli* a *Listeria monocytogenes*
  - povrchy – různé polymery (teflon, polyetylen, polystyren, acetal..)
  - 10(8) CFU/ml; 30min; 20 °C
  - závisí na povrchové tenzi adherujících částic, substrátu a tekutého prostředí

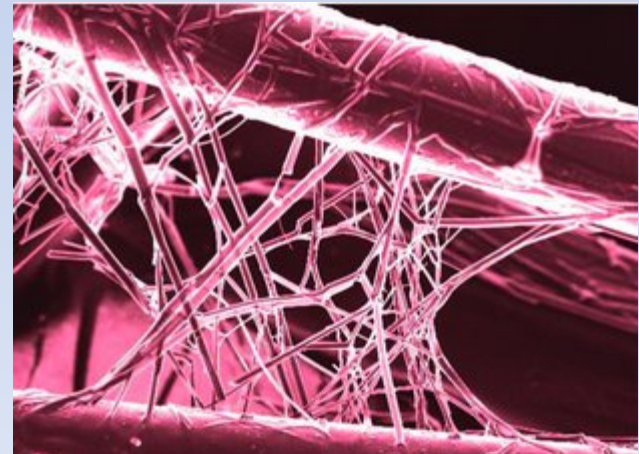
Počet adherujících bakterií koreluje s termodynamikou povrchových jevů/napětí.

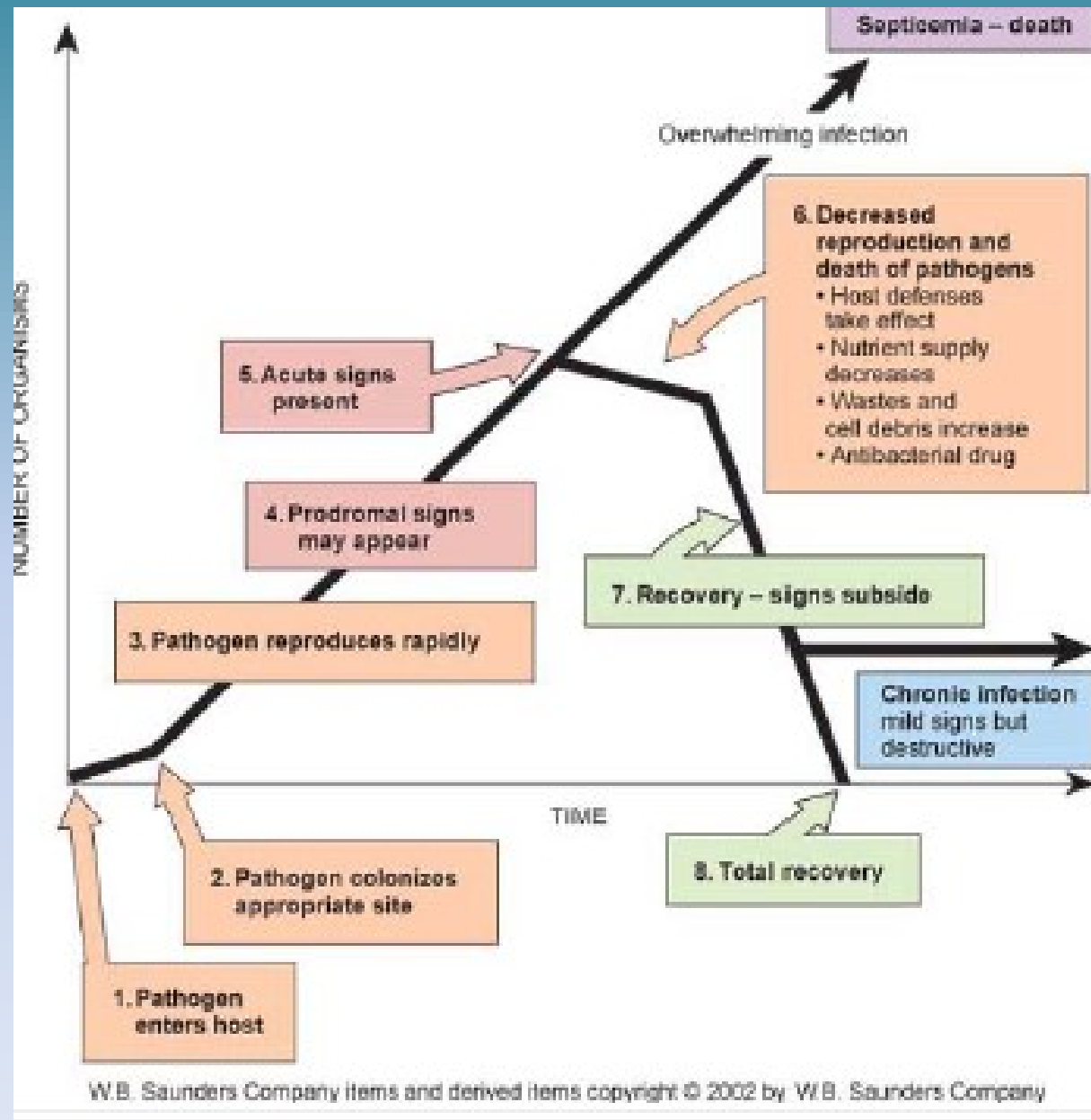
Míra adheze roste s hydrofilitou povrchu (tzn. substráty s vysokou mírou povrchového napětí), pokud je povrchové napětí bakteriálních buněk vyšší než povrchové napětí tekutiny.

Pokud je povrchové napětí kapaliny vyšší než napětí povrchu bakt. buněk, pak míra adheze roste s hydrofilitou povrchu.

# Adheze bakterií - význam

- Bioenergetika, technologie (fermentory), znečištění, bioremediace, biofilm, infekce
- Budoucí výzkum: ovlivněním buněčné adheze modulací hydrofobicity buněk; vývoj nepřilnavých materiálů





# Bakterie a hostitelský makroorganismus

## adheze bakterií

### biofilm

#### Zubní povlak

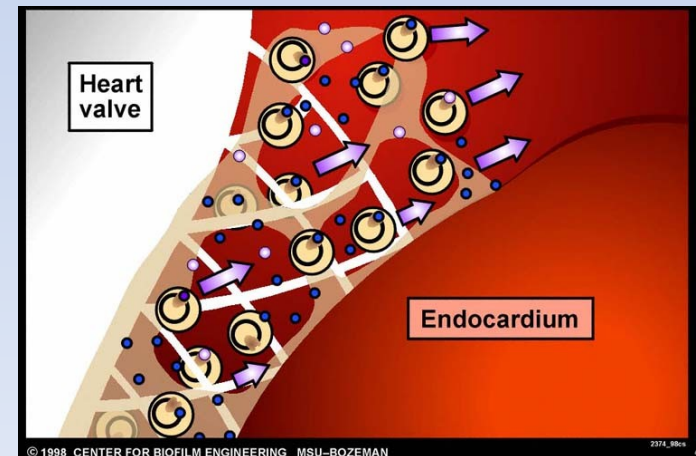
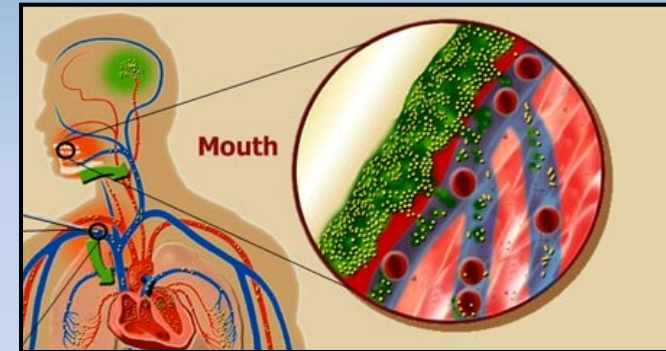
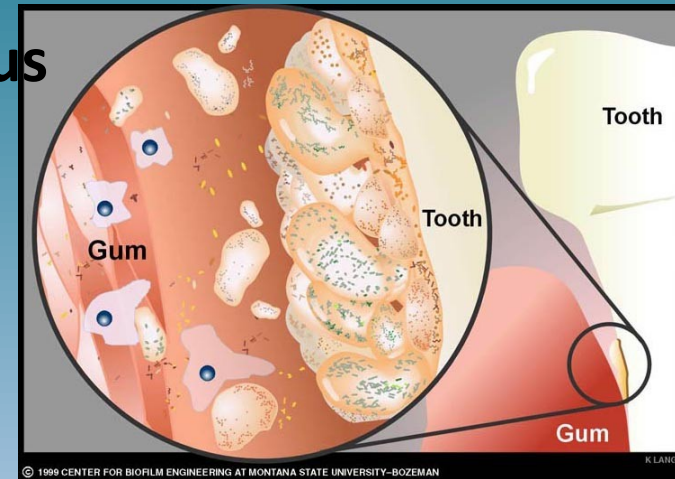
- A. van Leewenhoek
- periodontitida

#### Střevní sliznice

#### Infekce

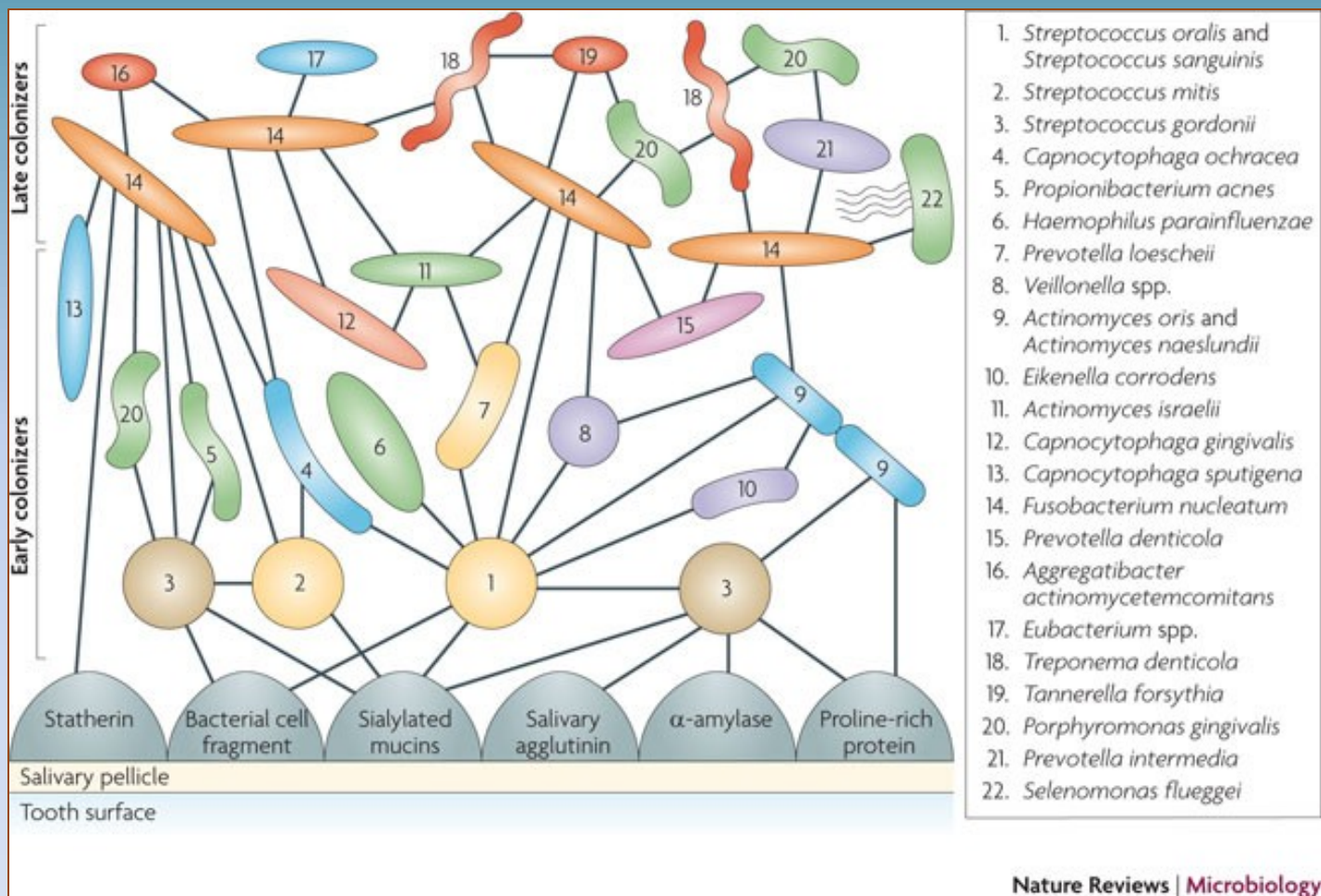
- sliznice nebo uvnitř tkáně;
- endokarditida
  - trvalý biofilm na chlopních (hl. strepto- a stafylokoky; nebezpečí krvácivých dásní..)
- rány; bércové vředy; spáleniny

perzistence  
rezistence



# Biofilm skloviny

700 kmenů z 18ti rodů



Mezibuněčný kontakt – role **adhezinů (lektiny)** a **receptorů (sacharidy)**

Kontakt s povrchem zubu – pelikula proteinů, lektiny... (Rickert et al. 2003)

# Biofilm a medicína

Cévkky – arteriální, žilní

Močové katetry

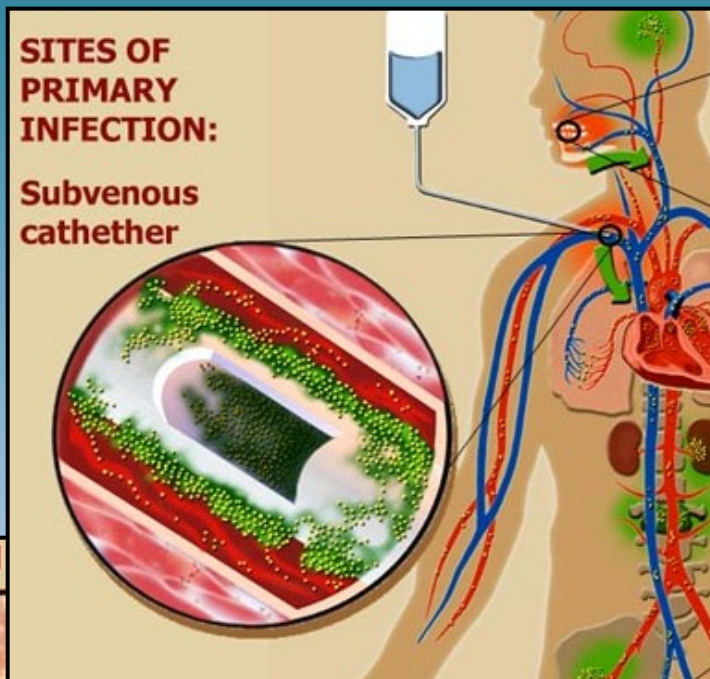
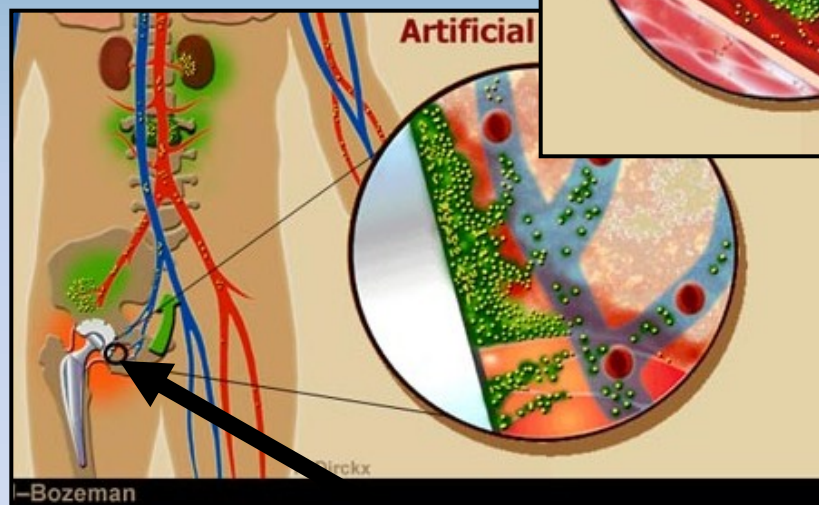
Dýchací a dializační přístroje

Umělé chlopně

Kontaktní čočky

Děložní tělísko

Bakterie jsou unášeny proudem krve a mohou začít infekční proces na odlehlem místě....



Vytrvalá syntéza a uvolňování toxinů...

Nemusí být kontakt s vnějškem! - kovové náhrady kloubů

Stafylokoky – fibronektin-binding protein..

pseudomonády, *E. coli*, streptokoky, aktinomycety...



# Adheze: Střevní mikroflora

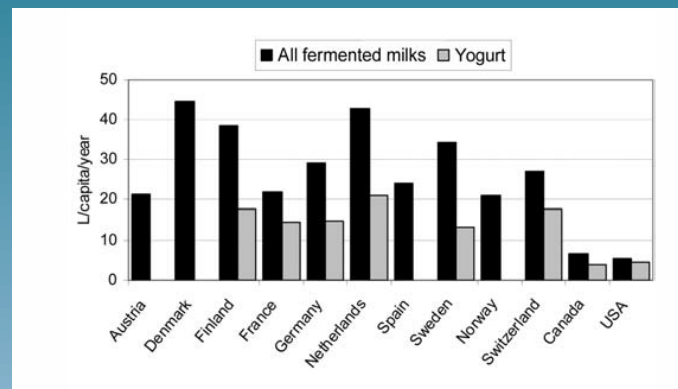
- Střevní mikroflora:  $10^{14}$  CFU/ml; 150 x větší genom
- Proměna s věkem, dietou (polysacharidy; prebiotika..), imunitou, hygienou a ATB léčbou
- Poměr populací – „přínosná mikroflora“ vs. anaerobní mikroflora jako clostridia...
- Alterovaná střevní mikroflora – obezita, cukrovka, záněty, metabolické poruchy

# Střevní mikroflora a probiotika

- Funkční potraviny: bakterie mléčného kvašení
- Fce: metabolismus, produkce vitamínů, zábrana adheze patogenů, modulace imunity – alergie, bakteriociny
- probiotický efekt – kmenově specifický  
(genetické inženýrství – konstrukce vhodných kmenů...)
- živé vektory a nosiče vakcín – protektivních antigenů:  
(LABVAC – evrop. projekt – *Lactococcus lactis*, *Streptococcus gordonii*, *Lactobacillus* spp.)

# Příjem probiotik

- Ovoce a zelenina
- Mléčné produkty
- Fermentované cereálie, ovoce a zelenina (severské země; intolerance laktózy)



Spotřeba mléčných produktů

Forma: potraviny, doplňky, léčiva....

*Lactobacillus acidophilus/johnsonii/gasseri*

*Lactobacillus casei*

*Lactobacillus paracasei*

*Lactobacillus rhamnosus*

*Lactobacillus plantarum*

*Lactobacillus reuteri*

*Bifidobacterium animalis/lactis*

*Bifidobacterium bifidum*

*Bifidobacterium breve*

*Bifidobacterium longum*

*Bifidobacterium adolescentis*

**Nejběžnější  
Probiotické kultury  
v potravinách**

*Lactobacillus* and *Bifidobacterium* species<sup>a</sup>

*Streptococcus thermophilus*<sup>b</sup>

*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*<sup>b</sup>

*Enterococcus faecalis*

*Enterococcus faecium*

*Bacillus subtilis*<sup>c</sup>

*Bacillus clausii*<sup>c</sup>

*Escherichia coli* strain Nissle

*Saccharomyces boulardii* and other yeasts

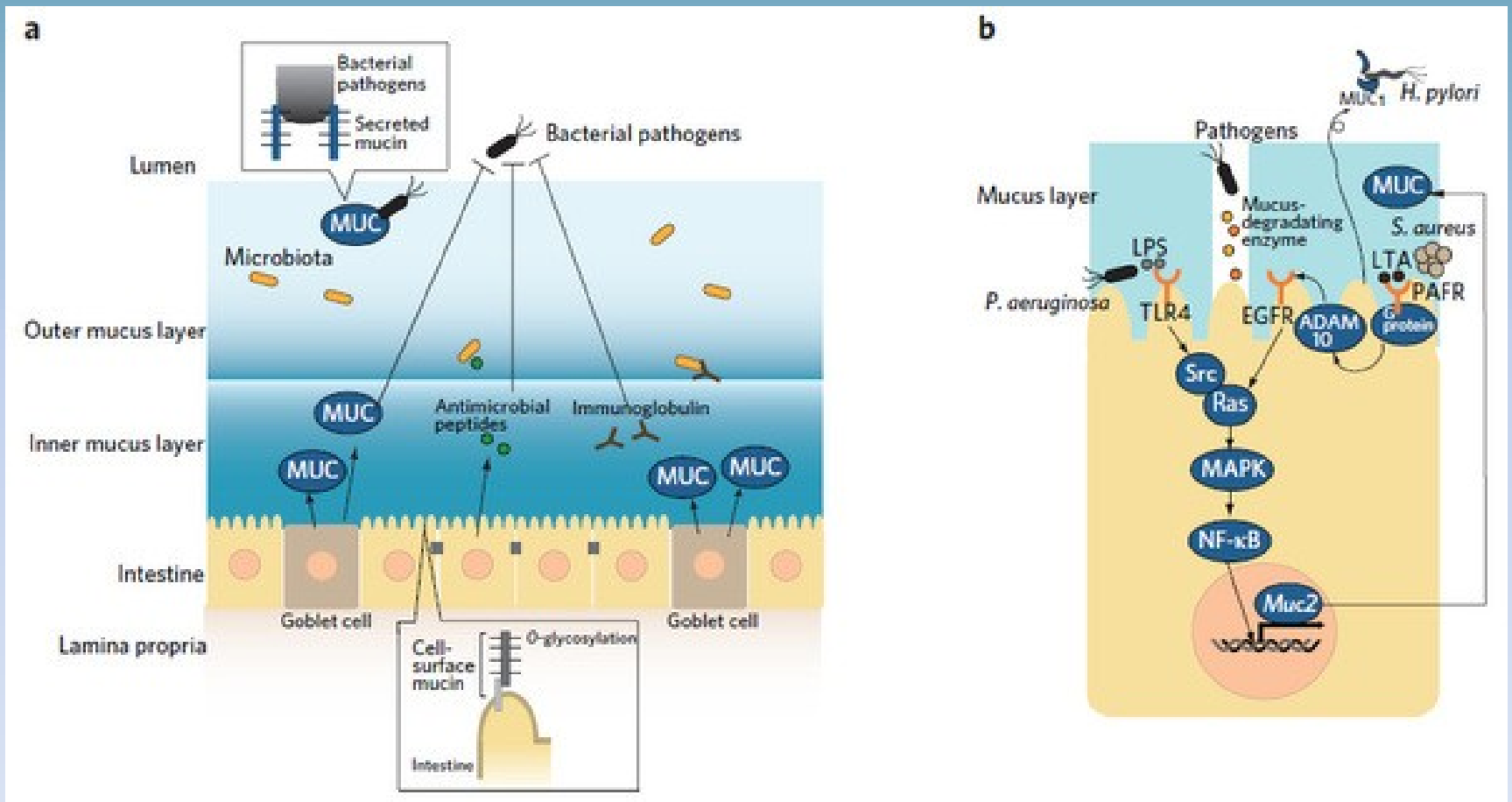
**Nejběžnější  
probiotické kultury  
v doplňcích a léčivech**

<sup>a</sup> See table 1 for names of specific species.

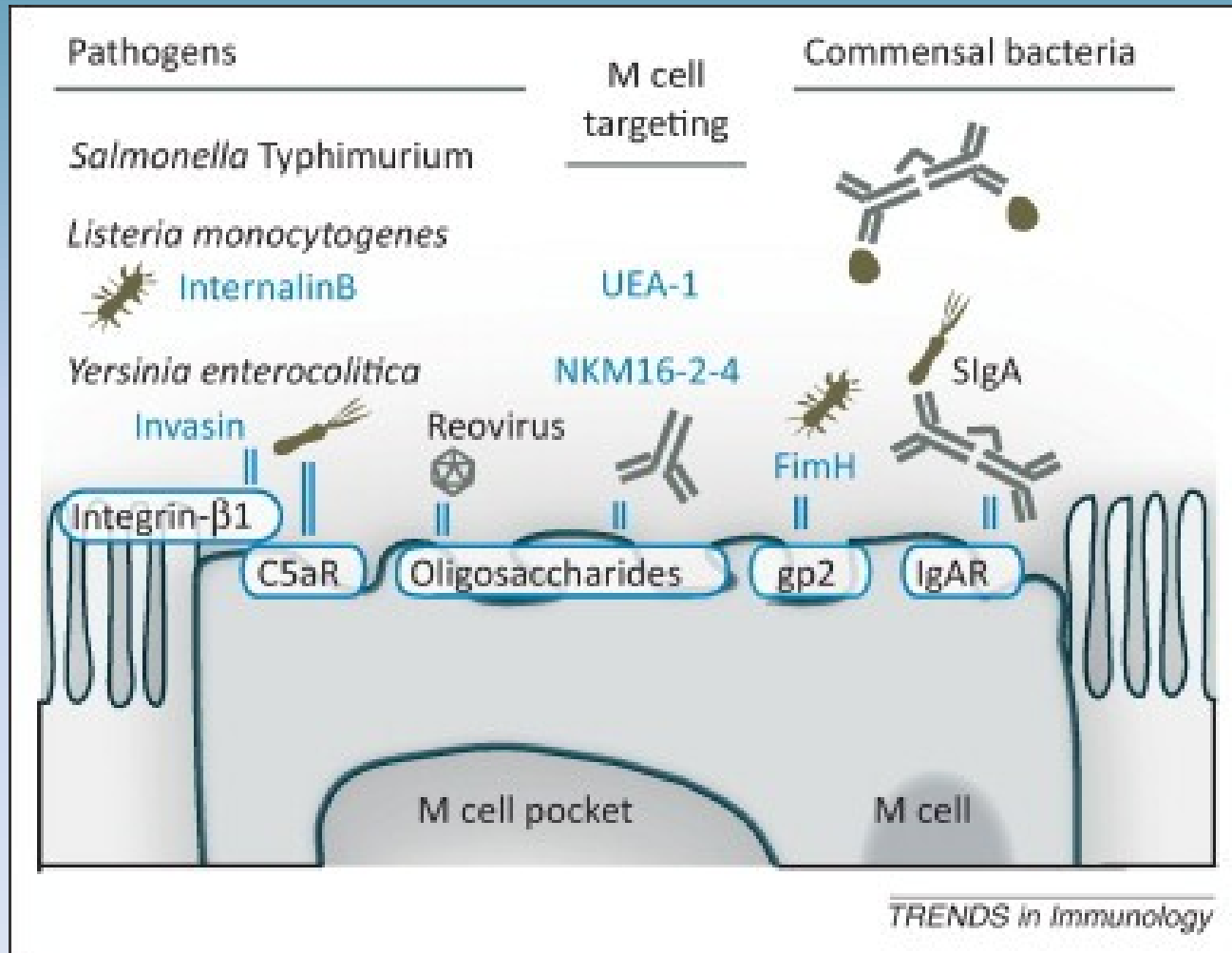
<sup>b</sup> Yogurt cultures.

<sup>c</sup> Spores.

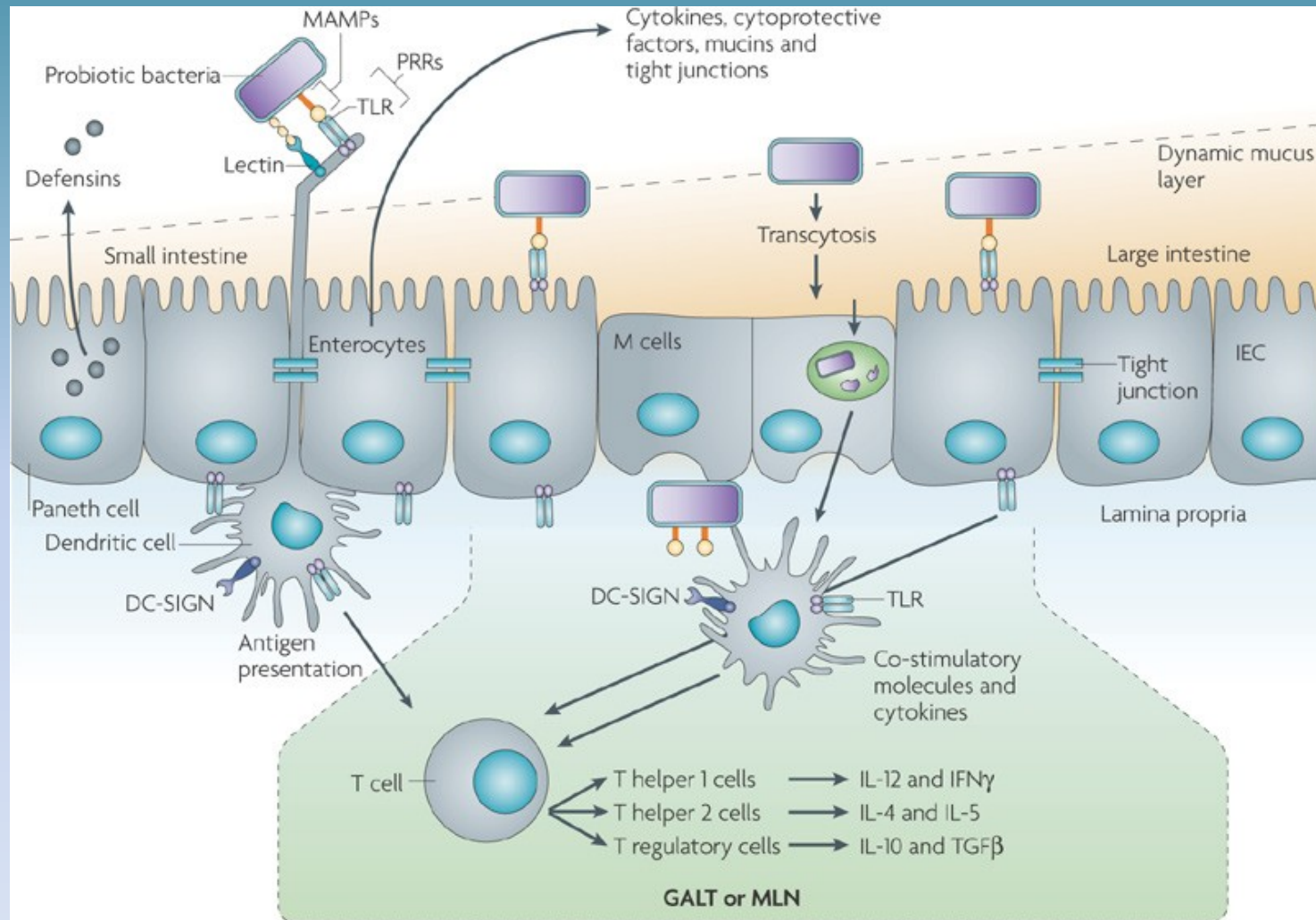
# Adheze bakterií na sliznici



# Adheze bakterií na sliznici



# Adheze probiotik



# Vsuvka: jiné funkce probiotik než je vysycení lektinů adhezí

- Produkce bakteriocinů – x patogenům
- Produkce EPS – biofilm – quorum sensing
- Produkce biosurfaktantů – antimikrobní aktivita proti pg, snížení adheze pg
- Produkce antioxidantů – vychytávají volné radikály (superoxidové anionty, hydroxylové radikály)

# Probiotika – otázky k zamyšlení:

- Identita kmene (patentové kultury)
- Testování čistoty kultury?
- Bezpečnost kmene
- enkapsulace; životaschopnost kmene (bakteriociny hostitele..)  
„immobilized cell technology“ (ICT)
- Intolerance laktózy; cholesterol