

Struktura bakterií

Cytoplazma

Cytoplazma prokaryot má obdobné složení jako buněk eukaryotních. Nenacházejí se v ní žádné membránové struktury. Bakterie postrádají klasický cytoskelet.

Ribozomy

Bakteriální ribozomy mají odlišnou stavbu, než ty eukaryotní. Prokaryotní ribozomy jsou menší, než ty eukaryotní a jejich podjednotky mají odlišné složení. Malá podjednotka je tvořena **30 S** (1 RNA, 21 molekul bílkovin) a velká **50 S** (2 RNA, 34 molekul bílkovin). Dohromady mají **70 S**.

Odlišné stavby ribozomů lze využít při léčbě antibiotiky. Mezi taková antibiotika patří například streptomycin, tetracyklin, chloramfenikol, erytromycin atd.

Počet ribozomů je úměrný rychlosti růstu buňky (konstantní rychlost překladu asi 13 aminokyselin za sekundu). V daném okamžiku přítomna v buňce 1 mRNA svého druhu (celkem 1000). Mají krátkou dobu života (několik minut), ale zároveň mají rychlou adaptační odpověď. **Transkripce a translace mohou probíhat zároveň.**

Plazmidy

Jeden nebo více malých kruhových chromosomů, které nejsou nezbytně nutné k přežití a dělení bakterie, jsou nazývány **plazmidy**. Jsou genetickými endosymbionty. Plazmid má schopnost integrace do chromosomu. V buňce se může nacházet 1–100 plazmidů (plazmidové číslo). Mohou obsahovat geny, které mění vlastnosti bakterie.

- **Tox** plazmidy – geny pro produkci toxinů.
- **R** plazmidy – rezistentní faktor, geny pro enzymy rozkládající či modifikující ATB.
 - Často součástí transpozonu – bakteriální kmen se může rychle stát nositelem plazmidů mnohočetné rezistence.
 - Často bývají konjugativní – šíření.
- **Col** plazmidy – tvorba bakteriocinů (např. kolicinů) zabíjejících jiné bakterie.
- **F-faktor** – geny pro tvorbu sex-pili, připojení b. F+ k b. F–, E. coli, salmonely.
- Plazmidy **virulence** – tvorba endotoxinu, kolonizačních faktorů.
- **Metabolické** plazmidy.

Buňka není sama schopna plazmid vytvořit – může ho získat:

- **Konjugací** přes fimbrie z jiné bakteriální buňky – šíření rezistence na antibiotika, horizontální přenos genetické informace.
- **Transdukci** – přes baktriofág.
- **Transformaci** – přechod volné DNA z prostředí do buňky (Griffithovy pokusy, důkaz DNA jako nositele genetické informace).

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Parasexuální děje u bakterií*.

Další funkce a využití

Degradace a oxidace toxických látek, rezistence na antibiotika, těžké kovy, produkce antibiotik, toxinů, tvorba restrikčních a modifikačních enzymů. Využívají se pro svou velkou replikační schopnost jako **vektory** v genetickém inženýrství.

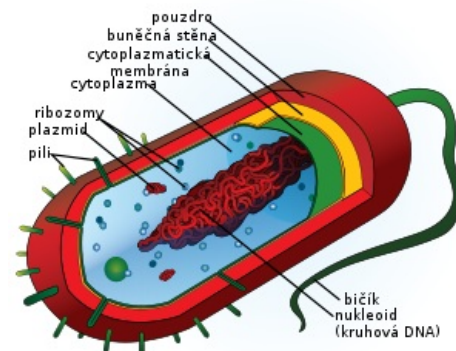
Inkluzní tělíska, granula

- Glykogen,
- kapénky polybetahydroxymáselné kyseliny – specifická zásobní látka pro bakterie,
- polyfosfáty,
- lipidy,
- vakuoly – nadnášení vodních bakterií.

Spory

V některých bakteriích (*Bacillus*, *Clostridium*) se mohou nacházet spory.

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Bakteriální spora*.



Bakteriální buňka.

Hlavní kruhovitý chromosom (nukleoid)

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Reprodukce bakterií*.

DNA bakterií se nachází volně v cytoplazmě, není obalena membránou, proto nehovoříme o jádře. Je tvořena jedním kruhovým chromosomem. Ten je v tzv. *nukleolární oblasti* a je uchycen v jednom místě k cytoplazmatické membráně (**OriC**). Toto místo je označováno jako **mesosom**.

DNA dvoušroubovice je uzavřená do superhelicity – fyziologická je negativní, tj. více rozvolněná, negativní superhelicita je udržována enzymy topoizomerázami (I – uvolňuje, II – za spotřeby ATP vytváří). Dvoušroubovice je tvořena cca 3 Mbp o délce asi 1–2 mm (stupeň spiralizace závisí na transkripční aktivitě genů, které leží v daném úseku). Velikost genomu bakterií je druhově specifická, pohybuje se kolem šesti až osmi tisíc genů.

Množství proteinů v okolí chromosomu je nekonstantní a závisí na intenzitě proteosyntézy (jsou to zejména DNA (nukleová kyselina) a RNA polymerázy). Zastoupení RNA v okolí chromosomu závisí na počtu aktuálně transkribovaných genů. Rychlost dělení buňky je závislá na frekvenci iniciací replikací (nová může začít ještě během jiné probíhající).

Při dělení se DNA přichycuje na mesosom. Duplikace DNA podléhá negativní regulaci – vyředění inhibitoru replikace v rostoucím objemu buňky. Při poškození DNA je aktivován SOS regulační systém. V klidové nerostoucí buňce je jen jeden haploidní chromosom, mRNA neupravována – vysoká rychlost transkripce.

Bakteriální stěna

Bakteriální stěna je tvořena několika vrstvami. Protože cytoplasmatická membrána je nezbytnou součástí všech bakterií, ostatní složky bakteriální stěny se mohou a nemusí vyskytovat. Jejich přítomnost může **zvyšovat patogenitu** mikroba.

Cytoplasmatická membrána

Sestává se z fosfolipidové dvouvrstvy, kterou prostupují transmembránové proteiny a glykoproteiny. Neobsahuje cholesterol a při nižších teplotách je vyšší podíl nenasycených mastných kyselin. Zastává funkce transmembránového transportu, respirační funkce (zastupuje mitochondrie), zakotvuje rotor bakteriálních bičíků.

Buněčná stěna

 Podrobnější informace naleznete na stránce *Buněčná stěna bakterií*.

Hlavními složkami bakteriální stěny jsou **peptidoglykanové polymery (mureiny)**, složené z dlouhých disacharidových a kratších peptidových řetězců, které dohromady tvoří jakousi *mříž*. Stěna zajišťuje **tvar** bakterií a umožňuje jim přežití v **hypotonickém prostředí**.

Na jejím složení záleží, zda se bakterie jeví jako **G+** nebo **G–**.

- Bakterie s lipopolysacharidy a částí proteoglykanů jsou **gramnegativní**.
- Bakterie se stěnou pouze z peptidoglykanů jsou **grampozitivní**.

 Podrobnější informace naleznete na stránce *barvení podle Grama*.

Je přítoma u většiny bakterií, nevyskytuje se u mykoplazmat a **L-forem bakterií**.

Informace o struktuře bakteriální stěny jsou podstatné pro **volbu antibiotik** v léčbě bakteriálních infekcí.

Pohybové a adhezní organely

Vyskytují se jen u některých bakterií. Jejich stavba a funkce se liší od eukaryotních pohybových organel.

Funkce adhezních molekul (adhezínů)

- **Adherence** – interakce mezi strukturami na povrchu bakterie.
 - Tkáňový tropismus bakterií, **specifická vazba** na určité struktury na povrchu buňky.
 - Potřeba správné orientace (negativní náboje adhezínů i receptorů).
 - Adherence není charakteristická jen pro patogenní mikroby.
- Tvorba **biofilmu**.
- Znalost chemické struktury receptorů → možnost blokády pro bakterie.

Extracelulární polymery (glykokalyx)

Extracelulární polymery se vyskytují jen u některých bakterií (např. *E. coli*). Přítomnost může být **rozhodujícím faktorem patogenity** mikroba (*Haemophilus influenzae*). Tvorba je ovlivňována okolním prostředím. Glykokalyx má **polysacharidový** charakter (pneumokoky, klebsielly, hemofily, ...). U *Bacillus anthracis* je tvořeno polypeptidy. Znázorňuje se negativním barvením (**tuš**). Kolonie mají mukózní vzhled.

Funkce

- **Adherence** (funce adhesinů) – kolonizace hostitele, koagregace bakterií.
- Tvorba **biofilmu**.
- **Vzdorování** fagocytóze.
- **Rezistence** na antibiotika.

Typy

1. **Pouzdro**
 - Jasně odděleno od okolí, lne pevně k buněčné stěně.
 - Strukturální integrita (dobře kondenzovaný polymer).
 - Antigenní vlastnosti, faktor virulence a invazivity.
2. **Sliz** – volně nasedající amorfnní hmota.
3. **S-vrstva** – dlaždicovitý glykoprotein na povrchu buněčné stěny.

Kapsula

Jen u některých bakterií. Je tvořena polysacharidy. Má ochrannou funkci.

Fimbrie (pili)

- Umožňují adhezi bakterií na buňky hostitele a k ostatním bakteriím (sex pili).
- Krátká rigidní dutá vlákna, z proteinových podjednotek **pilin**, křehká.
- **Jen u G–**, desítky až stovky.
- Funkce **adhezínů** – schopnost kolonizace hostitele.
- Vazba na membránové glykoproteiny a glykolipidy.
- Velmi **četné**, na povrchu většinou rovnoměrně.
- Tvorba fimbrií často koordinována s tvorbou jiných nástrojů patogenity (toxiny).
- Vysoká specifita, pro každý druh bakterie typická.
- Velmi křehké – neustálá tvorba nových fimbrií – faktor virulence – **změna antigenního složení pilinu**, únik před protilátkami IgA (protiadherenční).
- Adherence manózasenzitivní a manózarezistentní (podle možnosti inhibice D-manózou).
- *E. coli* (P-fimbrie – pyelonefritida), *N. gonorrhoeae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacteroides*, *Vibrio*.

1. **Sex fimbrie**
 - Širší a delší než obyčejná fimbrie.
 - Kódováno tzv. fertilním plazmidem.
 - Přenos DNA mezi bakteriemi (**konjugace**).
2. **Curli**
 - Shluky štíhlých a zprohýbaných vláček.
 - Na povrchu některých **escherichií a salmonel**.
 - Vazba sérových bílkovin (**sepse**).

Nefimbriální adheziny

- **Protein F** (váže fibronektin, *Str. pyogenes*).
- Mohou působit též jako hemaglutininy (yersinie, bordetely, mykoplasmata).

Bičíky

- Jsou tvořeny proteinem **flagelinem**, mají jednodušší stavbu než u eukaryot. Pohyb bakterie je vyvolán jejich rotací, kterou způsobuje prstenec proteinů v plazmatické membráně kolem úponu bičíku → prstenec reaguje změnou konformace na změnu gradientu H⁺ iontů.
- Delší než celá buňka – až 20 μm, tloušťka 20–30 nm.
- 3 části – vlákno, háček a bazální část:
 1. **Vlákno** z flagelinu (duté, globulární bílkovina, druhově specifické).
 2. Háček (**kolénko**) – zpevnění a připojení k bazálnímu tělísku, o 90°.
 3. **Bazální tělísko** – zakotvení prstenci do stěny (stator) a cytoplazmatické membrány (rotor), liší se u G+ a G– (rozdílná stavba buněčné stěny).

Rozdělení bakterií podle bičíků

1. Monotricha – jeden na pólu – *Vibrium*.
 2. Lophotricha – svazek na jednom pólu – *Pseudomonas fluorescens*.
 3. Amfitricha – svazky na obou pólech – *Spirillum minus*.
 4. Peritricha – bičíky po celém povrchu – většina (*Proteus*, *Escherichia*).
- Znázornění **stříbřením**, nepřímý průkaz detekcí pohybu.
 - **Axiální vlákna** – stavba analogická s bičíkem, ale umístěna pod povrchem buněk – pohyb **spirochet**.
 - Spirochety se pohybují změnou svého tvaru. Myxobakterie se pohybují pomocí produkovaného sekretu.

Odkazy

Související články

- Bakterie
- Prokaryota
- Reprodukce bakterií
- Parasexuální děje u bakterií
- Regulace genové exprese u prokaryot

Zdroj

- ŠTEFÁNEK, Jiří. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK* [online]. [cit. 11. 2. 2010]. <<http://www.stefajir.cz>>.
- JANSKÝ, Petr. *Zpracované otázky z mikrobiologie* [online]. [cit. 2012-01-31]. <https://www.yammer.com/wikiskripta.eu/uploaded_files/3804405>.

Použitá literatura

- HORÁČEK, Jiří, et al. *Základy lékařské mikrobiologie*. 1. vydání. Praha : nakladatelství Karolinum, 2000. **ISBN 80-246-0006-4**.