

# Biofilm

**Biofilm** je struktura tvořena bakteriemi, která slouží k jejich **adherenci, komunikaci a ochraně**. Také může být faktorem patogenity a virulence. Adheruje k povrchům inertním či anorganickým (vlhké povrchy v přírodě, implantáty, katetry, kanyly) i živým (epiteliální buňky). Je to **složitá struktura** s kanálky (voda přináší živiny a odnáší odpad). Připomíná tkáň vyšších organismů. Na jeho vzniku se většinou podílí **několik druhů mikrobů**.

Biofilm **zvysuje odolnost bakterií** (před nepříznivými podmínkami prostředí nebo imunitními mechanismy) a umožňuje jejich bohatou komunikaci, což může značně komplikovat léčbu.

## Vznik biofilmu

Přilnutí (adheze) bakterií na povrch (pomocí fimbrií, glykokalyxu, povrchových proteinů atd.) podmíní spuštění genů pro tvorbu extracelulárních polymerů. Další buňky vznikají v **extracelulární polysacharidové hmotě**. Dělením vzniknou tzv. **mikrokolonie**, které rychle rostou. Mikrokolonie se obalí slizem a diferencuje v biofilm. Mohou být tvořeny nejen bakteriemi, ale také vyššími organismy (v těle např. *Candida albicans*). Z biofilmu se mohou uvolnit volné buňky (**planktonické buňky**) a kolonizovat jiná místa.

Komunikace bakterií prostřednictvím biofilmu spočívá především ve výměně genetické informace (např. plazmidů) mezi bakteriemi. Tím mohou bakterie získat například rezistenci vůči antibiotikům.

### Quorum sensing

Mechanismy, kterými mohou bakterie vnímat přítomnost jiných bakterií ve svém okolí a přizpůsobovat se jim. Bakterie při svém růstu produkují tzv. **autoinduktory**. V momentě, kdy koncentrace autoinduktorů dosáhne prahové koncentrace, dojde k ovlivnění transkripce genů množících se bakterií. Touto změnou exprese genů mohou podmínit **zastavení růstu** bakterií nebo její další růst. Tímto mechanismem si kolonie udržuje optimální hustotu populace. Dalším faktorem, který mohou autoinduktory ovlivňovat je **produkce některých metabolitů** (např. produkce proteáz u *Pseudomonas aeruginosa*).

Biofilm lze pozorovat konfokálním laserovým mikroskopem v optických řezech a z nich složit prostorovou strukturu. Tloušťka biofilmu kolísá od několika až do stovky mikrometrů, podle dostupnosti živin.

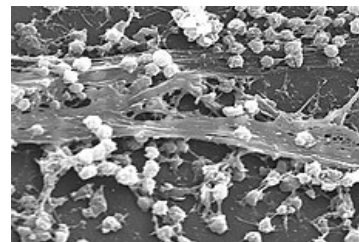
## Příklady míst tvorby biofilmu

- **Zubní plak** – viridující streptokoky.
- Periodontitida – v kapsách pod dásní (tvorba polymikrobiálního biofilmu, kam neproniká kyslík), nahromaděná bakteriální hmota, odumřelé buňky a hnisavé buňky situaci zhoršují.
- **Zánět středního ucha** – hemofily.
- Osteomyelitis – *Staphylococcus aureus*;
- Cystická fibróza, k primárním respiračním infekcím se přidávají chronické nebo opakující se infekce. Dochází k ucpávání průdušek a trvalé poškození epitelu. Na tomto poškozeném epitelu se biofilmem usadí *Pseudomonas aeruginosa* a jí podobné.
- Záněty žlučových cest – G– střevní tyčinky.
- Při chronickém zánětu prostaty – bakterie pronikají do prostaty proti proudu moče, akutní prostatitida může přejít v chronickou. Zpočátku je biofilm jen komplikace, později i příčina onemocnění.
- Špatně vyživovaná kůže a podkoží při bércových vředech, na povrchu popálených ploch.
- Nitroděložní tělísko může být příčinou zánětů v dutině pánve a sepse.
- Asistované dýchání – tvorba na stěně trubic. Při nedostatku ošetřování mohou bakterie proniknout až do průdušek a plic.
- Intravenózní **katetry** – koaguláza negativní stafylokoky.
- Umělé srdeční chlopně.
- Kloubní náhrady.
- Kontaktní čočky – při nesprávném užívání se usazuje *Pseudomonas aeruginosa*.
- V urologii je biofilm nejčastější příčinou infekce při **zavedeném močovém katétru**.

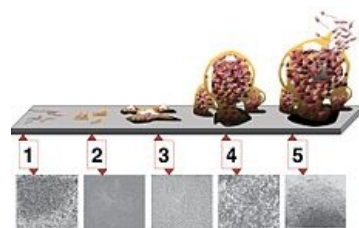
## Rezistence buněk biofilmu k antibiotikům

Buňky biofilmu jsou **velmi rezistentní k antimikrobním látkám a dezinfekcím** (až tisíckrát více než buňky planktonické). V lékařské praxi to znamená, že k léčbě nestačí ani vysoké dávky antibiotik. Odolnost je vyjádřena fenotypově – nejde o rezistenci podmíněnou geneticky.

Laboratorní vyšetření citlivosti vůči antibiotikům podává nesprávné výsledky. Bakterie biofilmu jsou rezistentní, ale oproti planktonickým bakteriím se v optimálních laboratorních podmínkách jeví jako citlivé.



Biofilm *Staphylococcus aureus* na katetru



**5 fází tvorby biofilmu:**

1. Iniciální přilnutí, 2. Ireverzibilní přilnutí, 3. Zrání I, 4. Zrání II, 5. Odlučování bakterií a šíření kolonie

Odolné buňky tolerující antibiotikum a setrvávající v těle se obecně nazývají **perzistoři**. V biofilmu se mezi buňkami přenáší geny až tisíckrát úspěšněji, než mezi planktonickými buňkami (podpora přenosu genů rezistence v populaci). Hlenovou hmotou jsou buňky v biofilmu také fyzicky **chráněny před protilátkami**.

## Odkazy

### Související články

- Množení bakterií in vitro

### Použitá literatura

- SCHINDLER, Jiří. *Mikrobiologie pro studenty zdravotnických oborů*. 1. vydání. Praha : Grada, 2010. 0 s. ISBN 978-80-247-3170-4.

### Zdroj

- JANSKÝ, Petr. *Zpracované otázky z mikrobiologie* [online]. [cit. 2012-02-06]. <[https://www.yammer.com/wikiskripta.eu/uploaded\\_files/3804405](https://www.yammer.com/wikiskripta.eu/uploaded_files/3804405)>.