

CYTOLOGIE A MORFOLOGIE PROKARYOT

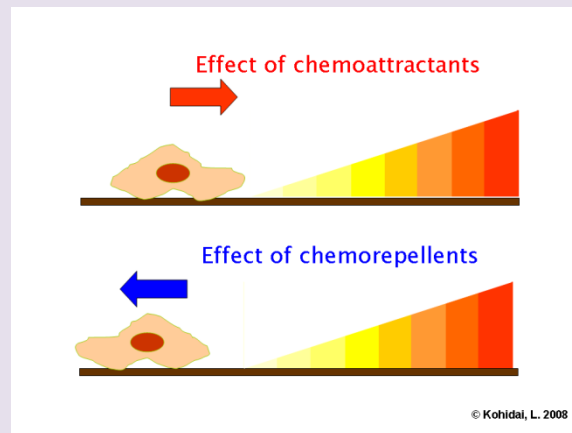
4

Taxe bakteriálních buněk

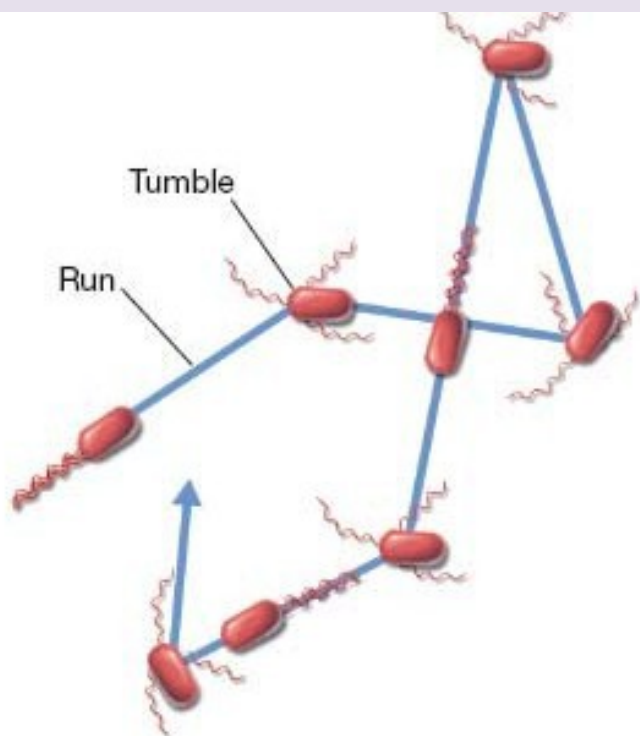
Taxe

- aktivní reakce bakterií na vnější podmět z prostředí
- schopnost přemístit se k místu s optimálními podmínkami
- vyhledání míst s optimální teplotou, pH apod...

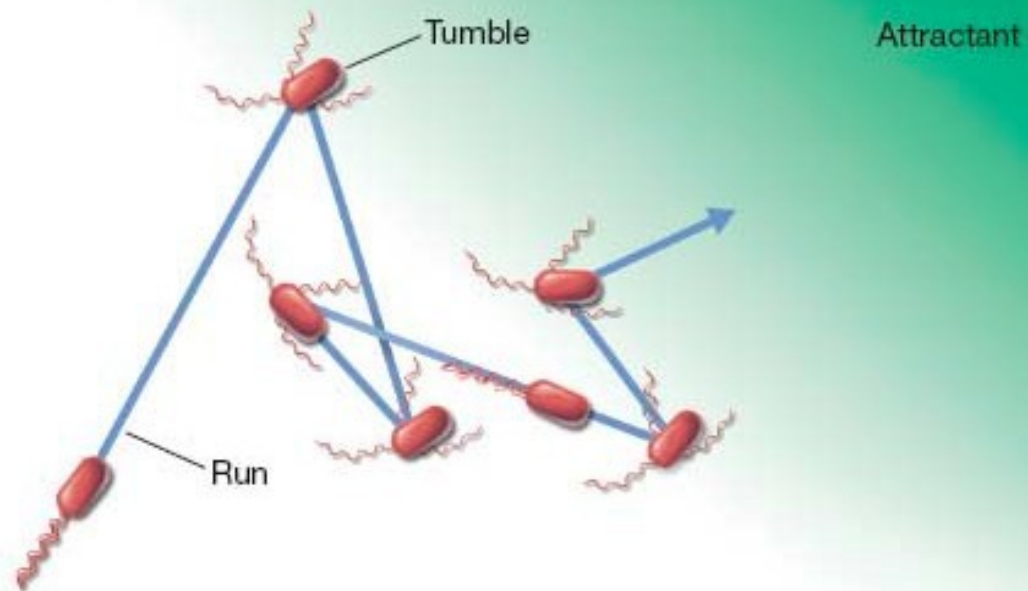
- zpravidla jde o pohyb směrem k/nebo od zdroje signálu
- chem. látky mohou být atraktanty – vyvolávají pohyb bakterie k příhodnějšímu prostředí (vyšší koncentrace vhodných živin)
- repelenty - pohyb z nepříznivého prostředí (vyšší koncentrace negativních látek -toxinů)
- taxe je vykonávána prokaryotickými i eukaryotickými organizmy
- pomocí struktur na povrchu – bičík, fimbrie, pili
- shlukování buněk za účelem vytvoření plodnice – *Myxobacteria*
- intenzita odpovědi závisí i na teplotě



Přítomnost/nepřítomnost atraktantu

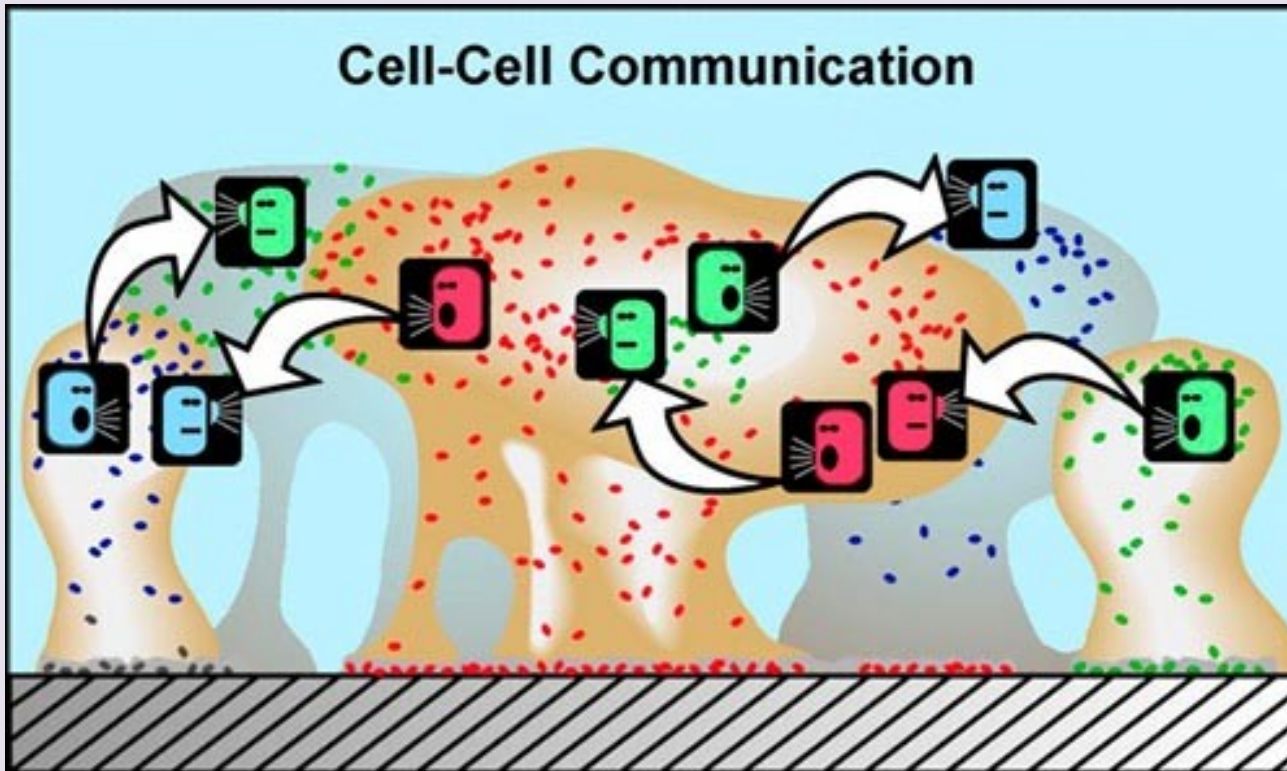


(a) No attractant present: Random movement



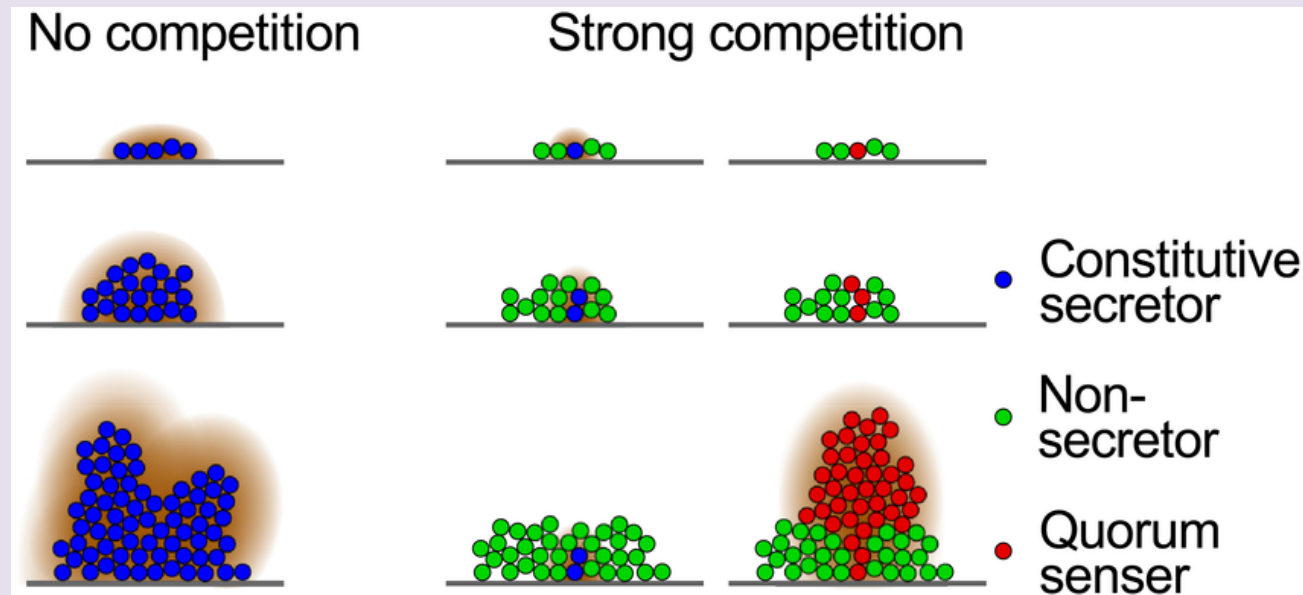
(b) Attractant present: Directed movement

- bakterie se nachází v dynamicky se měnícím prostředí
- mění se dostupnost živin, dochází k vyčerpání esenciálních živin
- dochází ke konkurenčnímu boji o živiny
- mezi buňkami téhož druhu i mezi druhy navzájem
- produkce metabolitů (i toxinů)
- soutěžení o životní prostor
- taxe také závisí na signální komunikaci mezi buňkami – tzv. **quorum sensing**



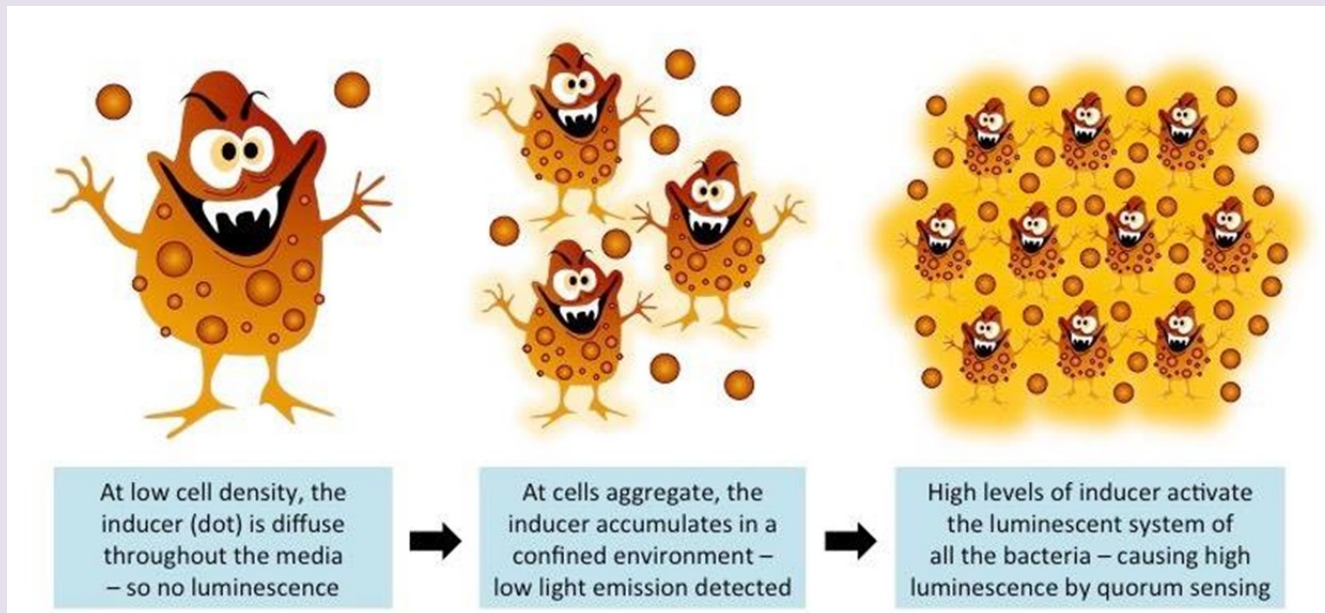
Quorum sensing

- chemická komunikace ve společenstvu
- umožňuje bakterii vnímat a reagovat na změny v hustotě bakterií v daném prostředí
- spočívá v produkci chemických signálních molekul autoinduktorů – účelová komunikace mezi buňkami
- dosažení prahové koncentrace autoinduktoru, produkované dostatečným počtem jedinců, vede k ovlivnění exprese genů
- to vede ke změně fyziologického chování buněk
- klíčem procesu je celkový počet bakterií ve vztahu ke kapacitě jejich okolí
- pokud se v oblasti nachází pouze několik buněk, nic se nestane
- autoinduktor se vyskytuje v příliš nízké koncentraci a nevyvolá u buněk specifické chování

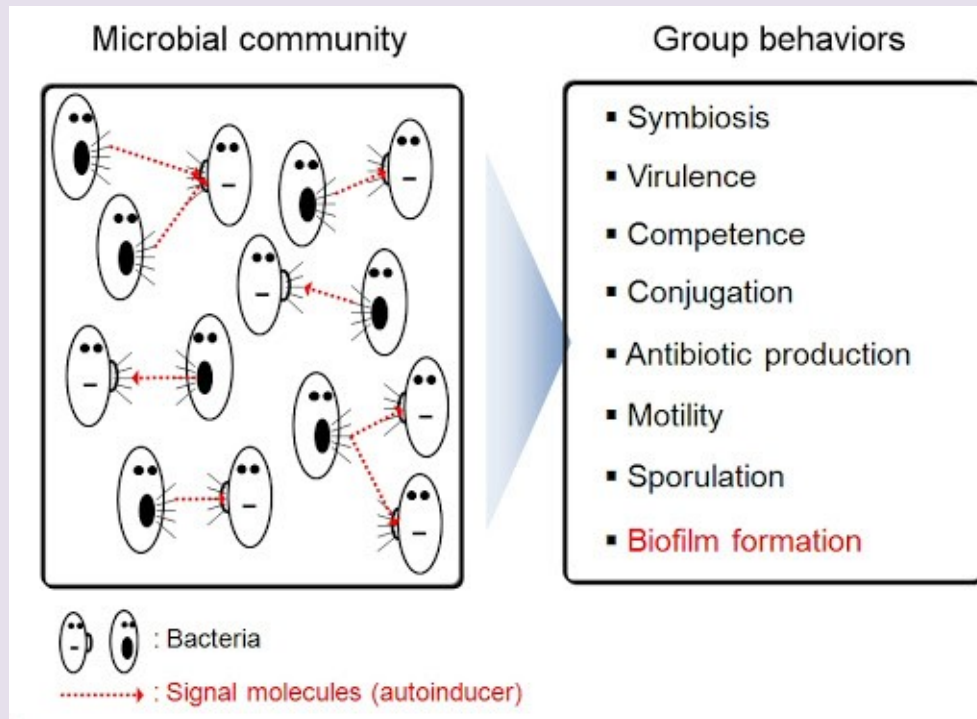


Quorum sensing

- produkce extracelulárních signálů až nad určitou hustotou populace !!!
- důležité v patogenezi - načasování rozmístění faktorů virulence v hostiteli je kritický bod – patogen se může hromadit bez vykazování virulence
- více než 4 % z téměř 6 000 genů *P. aeruginosa* je regulováno pomocí quorum sensing
- přítomnost určitého množství buněk daného druhu (druhů) navozuje symbiózu mezi organizmy, virulenci, produkci antibiotik
- umožňuje populaci koordinovat odpověď na konkrétní situaci



- komunikace probíhá formou signálu: generování signálu a přijetí signálu
 - signálem je chemická látka, autoinduktor -malá bílkovina, oligosacharid, mastná kyselina nebo jejich kombinace
 - u G+ - signální molekuly - oligopeptidy
 - u G- - N-acyl-homoserinlaktón
-
- každý druh má svoje signály, které nejsou rušeny signály jiných druhů
 - signály se uplatňují jak v rámci druhu, tak i mezidruhově („quorum sensing cross talk“)



Typy taxe

Chemotaxe

- pohyb vyvolaný přítomností chemické látky

Aerotaxe

- reakce na koncentraci plynného kyslíku

Fototaxe

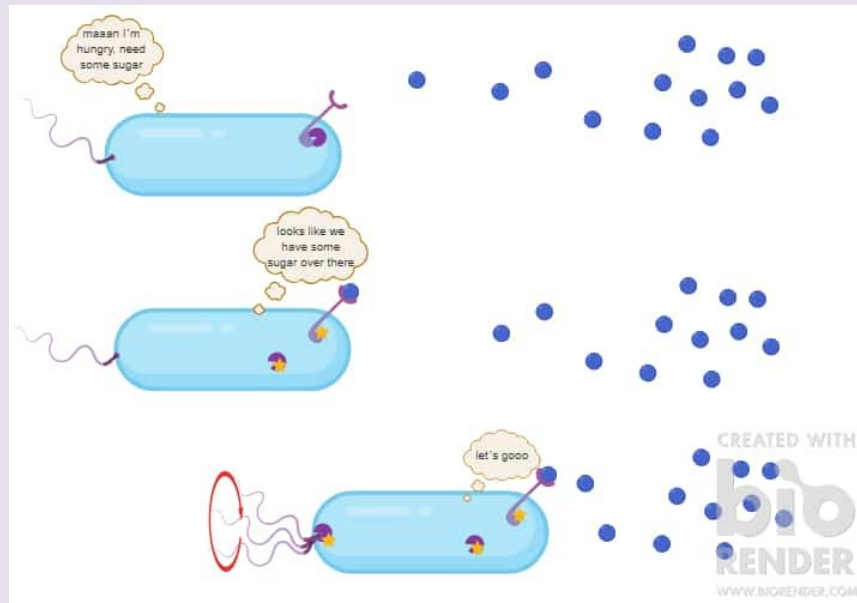
- pohyb jako reakce na světlo (pozitivní, negativní)
- rozpoznávání různých vlnových délek a intenzity světla

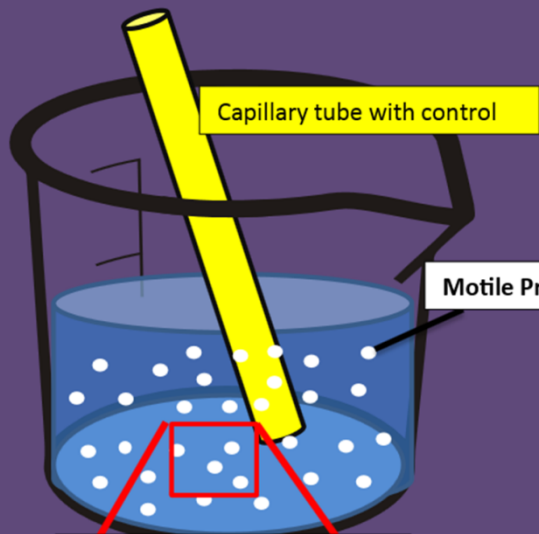
Magnetotaxe

- pohyb podél magnetického pole Země

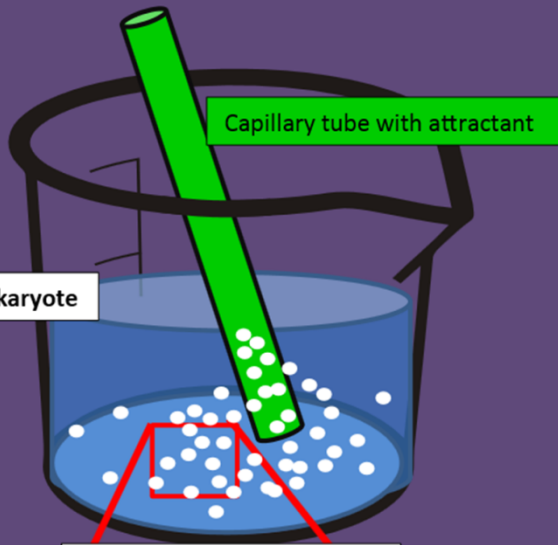
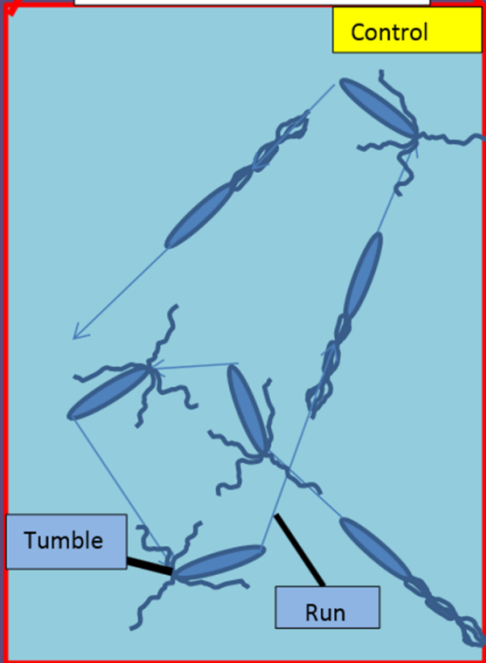
Chemotaxe

- cílený pohyb buňky v koncentračním gradientu chemické látky (obvykle pomocí bičíku)
- během pohybu je měněna doba „pobytu“
- ve vyšších koncentracích živin je delší, v nízkých je kratší
- postupným zjišťováním se buňka dostane až k optimální koncentraci
- proces trvá relativně dlouho, ale buňka se vždy k optimální koncentraci
- buňka se tedy musí neustále adaptovat stávající koncentraci
- na základě této adaptace může buňka rozpoznat vyšší koncentrace
- chemotaxe je jednou z nejprozkoumanějších signálních drah
- bakterie vyhodnocují změnu gradientu koncentrace v prostoru i v čase
- detekují 2% změnu koncentrace

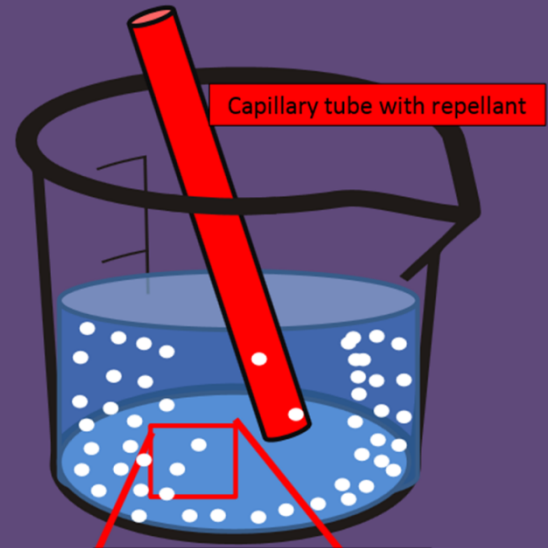
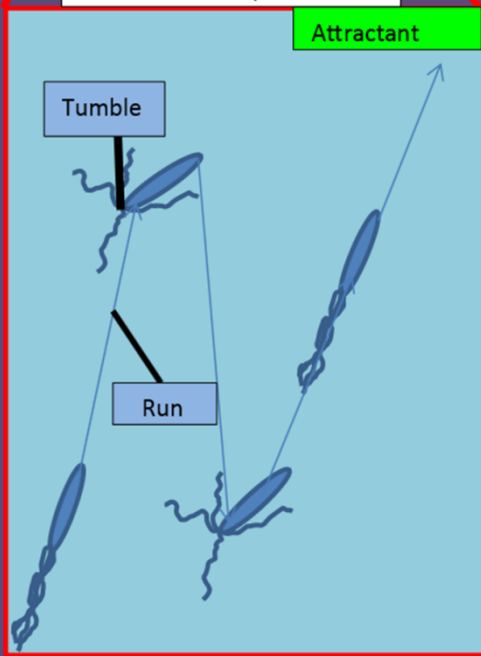




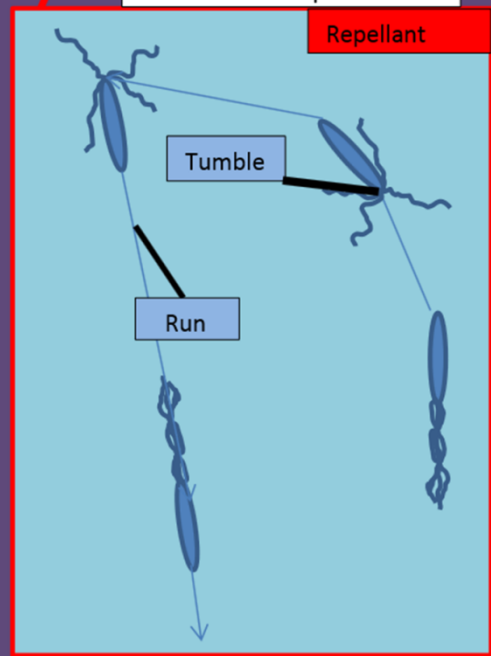
Control: Random Movement. Runs and Tumbles occur sporadically, and with no purpose.



Attractant: Directed net movement towards attractant chemical. Runs become longer, tumbles become less frequent.

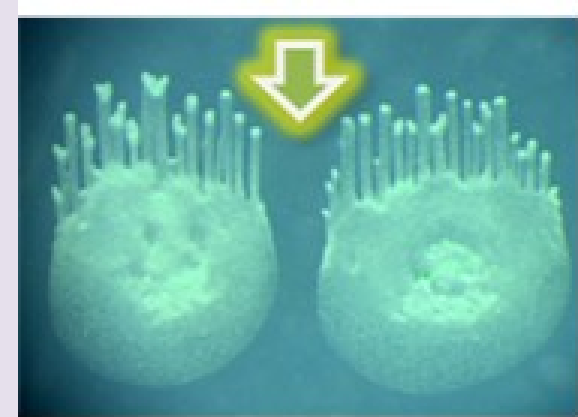


Repellent: Directed net movement away from repellent chemical. Runs become longer and tumbles become less frequent.



Fototaxe

- pohyb bakterií při fototaxi je jiný než u chemotaxe
- při fototaxi je pohyb označován jako šokový
- pokud se buňka dostane do zastíněného místa, rychle se zastaví a změní směr k osvětlenému místu –odpověď na změnu světelných podmínek
- buňka nedokáže změřit absolutní množství světla, ale velmi přesně reaguje na změnu intenzity světla (s přesností až 5%)
- fototaxe je rychlejší než chemotaxe
- většina bakterií je fotofobní (kromě sinic, samozřejmě 😊)
- orientovaný pohyb bakterií (obvykle s bičíkem) řízený světlem
- pohyb není závislý na fototrofii (např. *Isosphaera pallida*, klouzavý pohyb, aerob, heterotrof)
- pozitivní a negativní fototaxe
- reakce buňky na světlo je závislá na druhu pigmentu (absorpční maximum při různých vlnových délkách)
- „nahromadění“ buněk v místě s optimální vlnovou délkou a intenzit



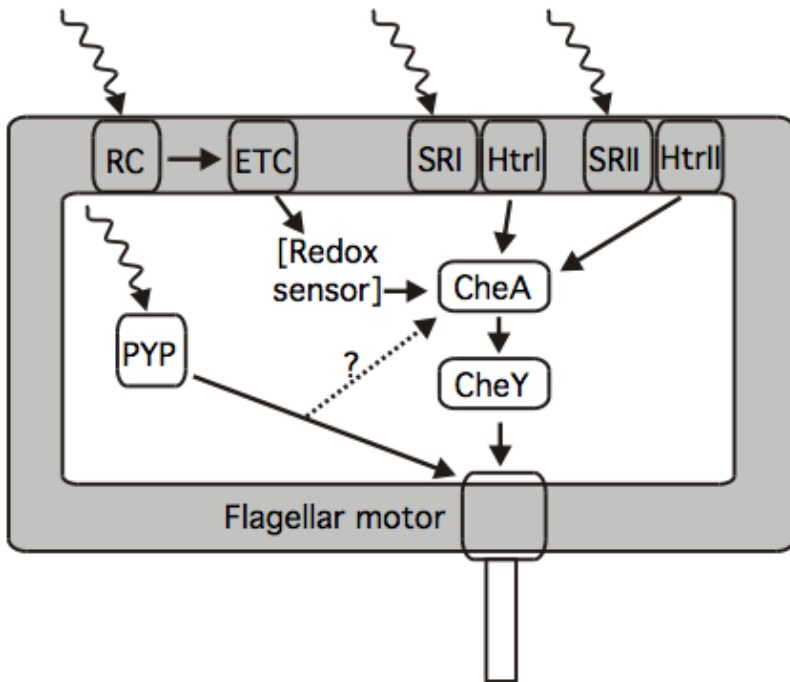
Synechocystis cells spotted on motility plates exhibit phototaxis as shown by the regular finger-like projections one day after growth in directional light (arrow).

fototaxe má 2 mechanismy spuštění:

- odpověď spuštěna bioenergetickými následky fotosyntézy
- nebo odpověď spuštěna fotoreceptory - fotosyntetické reakční centrum=RC

PHOTOMOVEMENT of BACTERIA and ARCHAEA

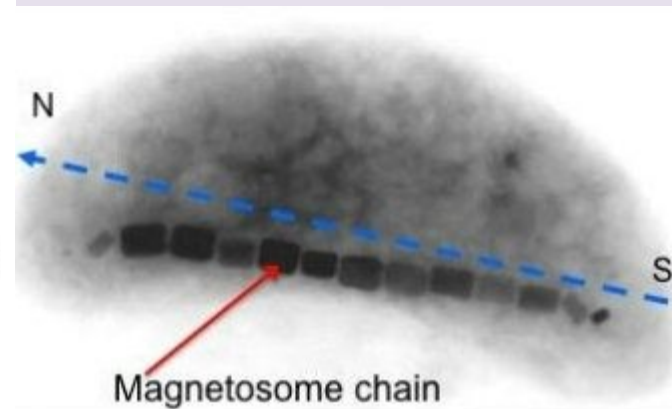
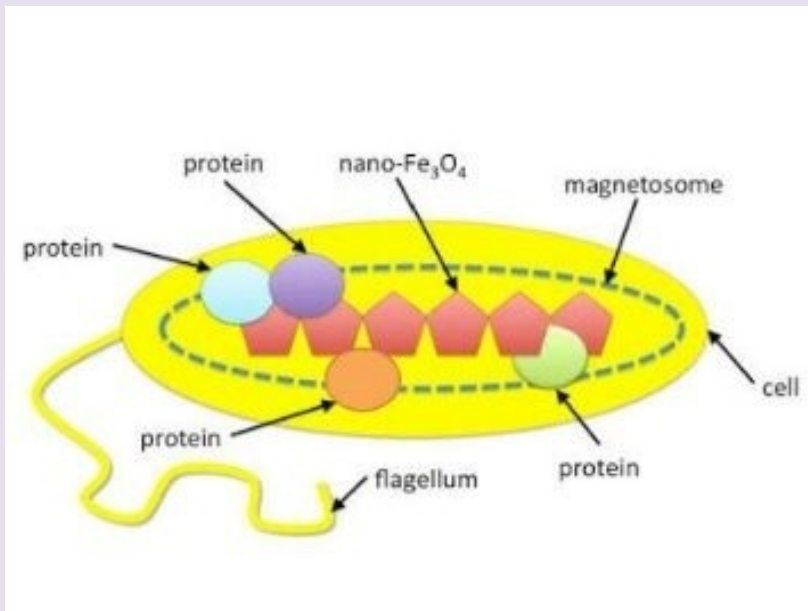
Wouter D. Hoff



Summary of available knowledge on the components in the phototaxis signaling pathways of *Halobacterium salinarum*, *Rhodobacter sphaeroides*, and *Halorhodospira halophila*. *H. salinarum* contains the photoreceptors SRI and SRII, which are complexed in the membrane to their signal transducers HtrI and HtrII. These transducers modulate the autokinase activity of CheA, and thus modulate the phosphorylation status of CheY. Phototaxis of *R. sphaeroides* proceeds via its photosynthetic reaction center (RC) and electron transfer chain (ETC) via a putative redox sensor. Positive phototaxis in *H. halophila* occurs via a similar pathway, while its negative phototaxis is triggered by photoactive yellow protein (PYP). The signal transduction pathway for PYP is unknown; one candidate is the Che system. Possible adaptation mechanisms are not shown. [Adapted from (Hoff 2009)]

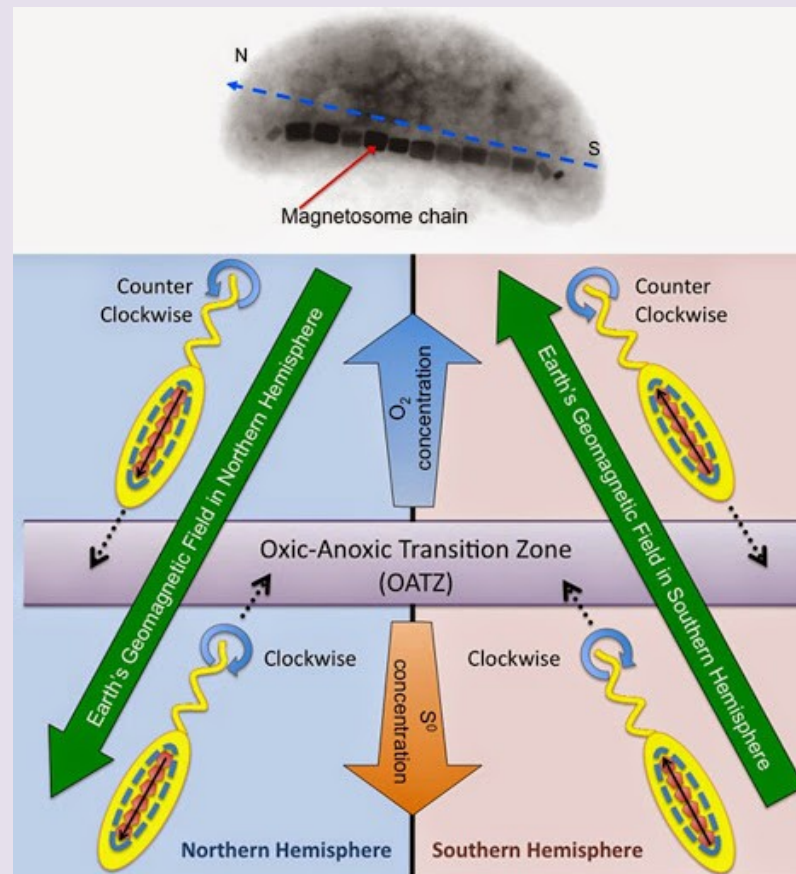
Magnetotaxe

- schopnost bakterií, jednobuněčných řas a některých prvoků orientovat se v magnetickém poli Země
- magnetozomy – permanentní dipólový magnet
- obsahují feromagnetický minerál magnetit(Fe_3O_4) v čisté formě
- bakterie v sulfidických sedimentech mohou obsahovat greigit (Fe_3S_4) nebo pyrit (FeS_2)
- velikost magnetozómů: 30-120 nm, počet: 5 - 40 v buňce
- morfologicky různé
- pohyb buňky je pasivní podél siločar magnetického pole Země
- přímým pohybem (buňky jsou „pasivně“ taženy) pomocí magnetické síly vznikající mezi magnetickým dipólem buňky a magnetickým polem Země
- průměrná rychlost magnetotaktických bakterií je $150 \mu\text{m/s}$

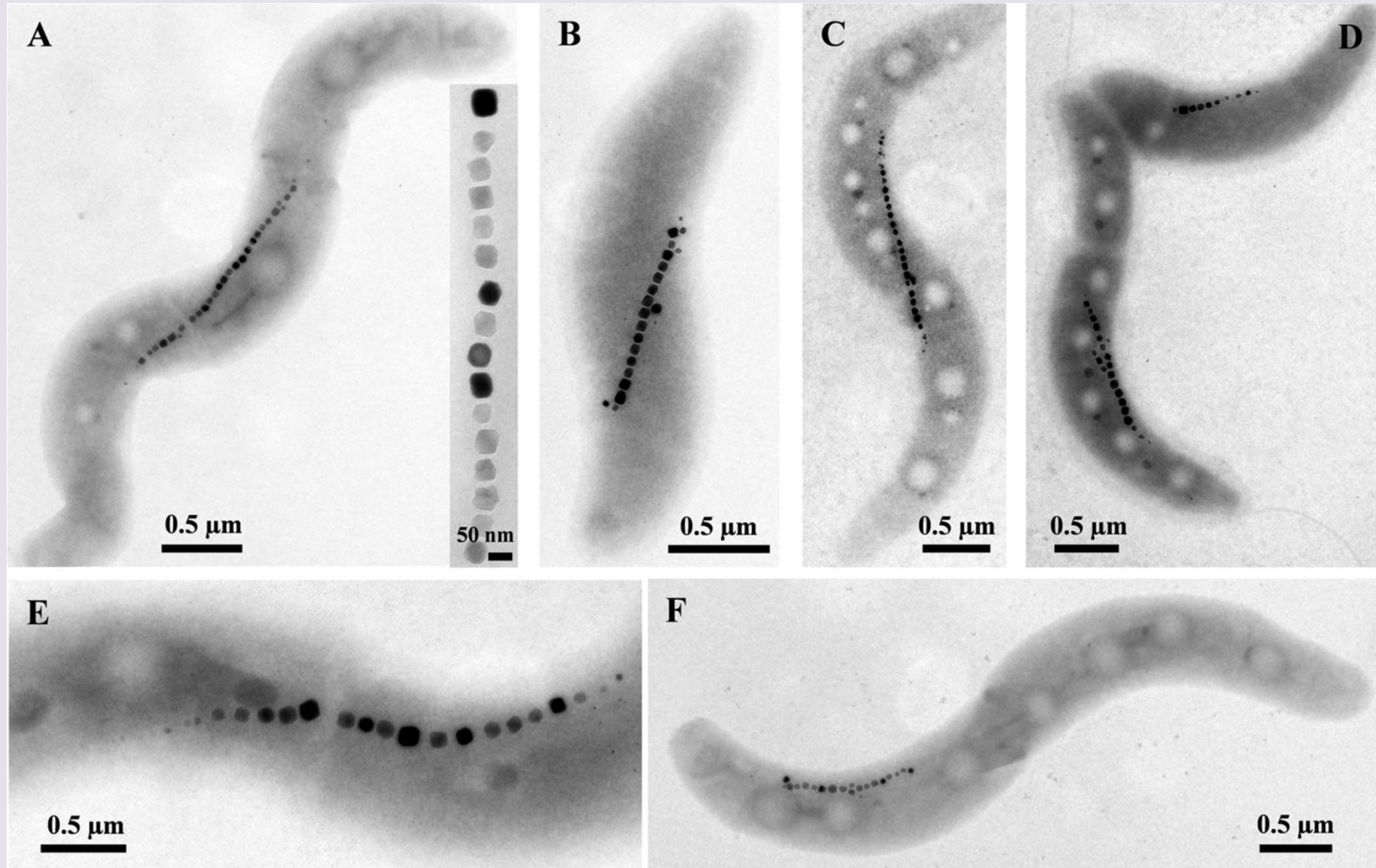


- někdy dojde k seskupení koků sdružených po 10 -30 buňkách do multicelulárního útvaru obdaného společnou vrstvou
- podle typu magnetického materiálu a vztahu ke kyslíku existují 3 základní fyziologické skupiny magnetotaktických bakterií

1. mikroaerofilní (svrchní vrstva vodního sloupce) v magnetozómech magnetit
2. fakultativně anaerobní (větší hloubky s nižší koncentrací O₂) v magnetozómech pyrit
3. obligátní anaerobové (nejspodnější vrstvy) v magnetozómech greigit



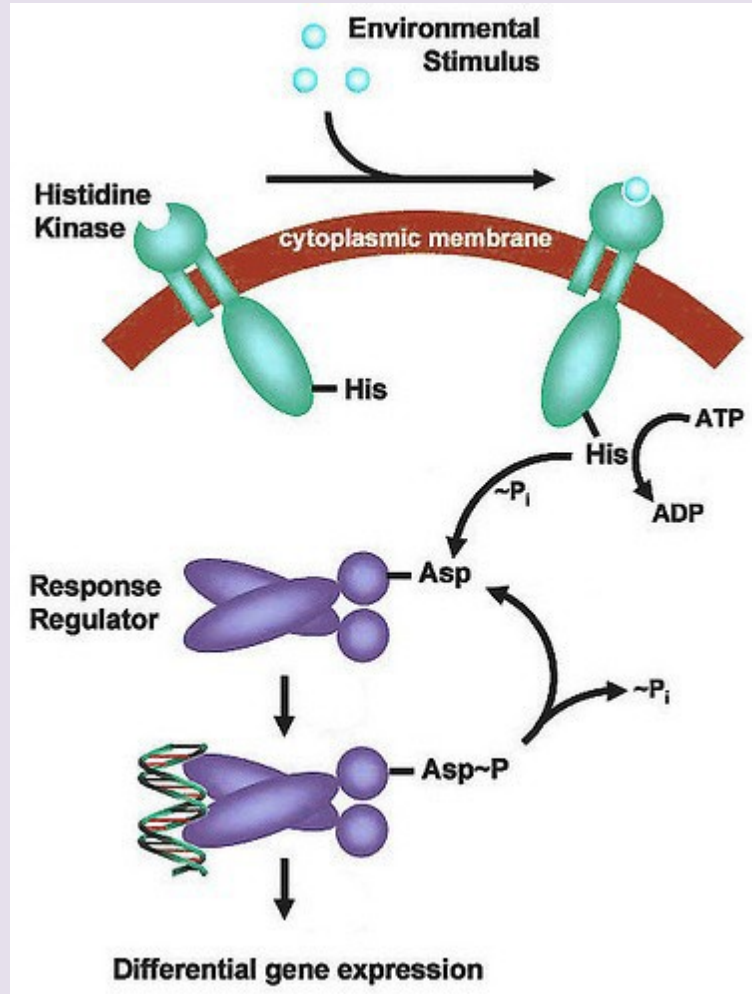
magnetosomy



Signální dráhy

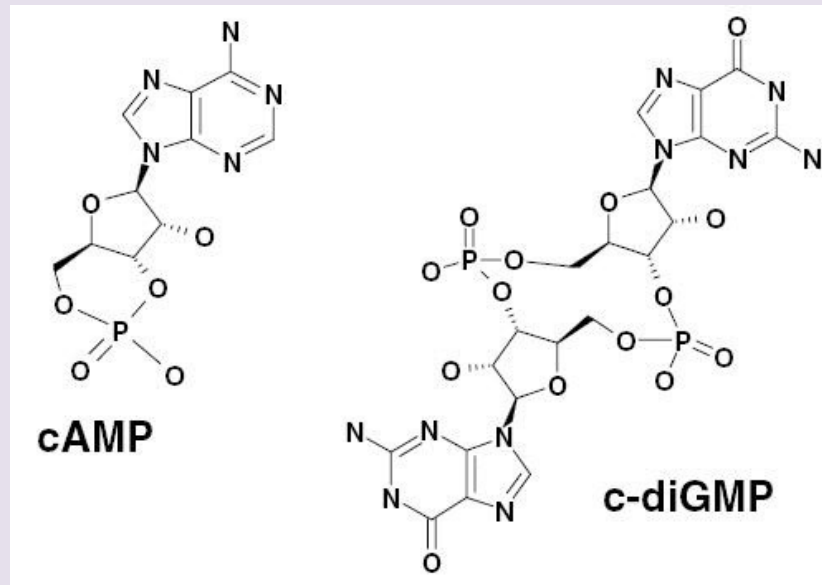
- monitoring environmentálních a vnitrobuněčných dějů a následná odpověď
- založena na rozpoznání významných a nevýznamných signálů
- vytvoření sítě pro regulaci přepisu genů nebo pro přenos signálů
- tj. vypínání či zapínání exprese genů
- neustálá evoluce sensorů, receptorů a přenašečů signálu – pro zvýšení citlivosti a zároveň pro inhibici neustálé stimulace
- adaptace na atraktant/repelent probíhá kovalentními modifikacemi struktur receptorů
- kovalentní modifikace – navázání fosfátu (fosforylace) či ztráta fosfátové skupiny (defosforylace), čímž dojde ke změně konformace enzymu
- zjednodušeně - enzymy katabolických drah jsou fosforylací aktivovány a enzymy anabolických drah deaktivovány
- design chemoreceptorů je konzervovaný
- sestává z membr. receptorů

- u bakterií je to dvoukomponentní signální systém (TCS)
- receptor = histidin fosforyláza
- spustí nebo zastaví transkripci příslušného genu



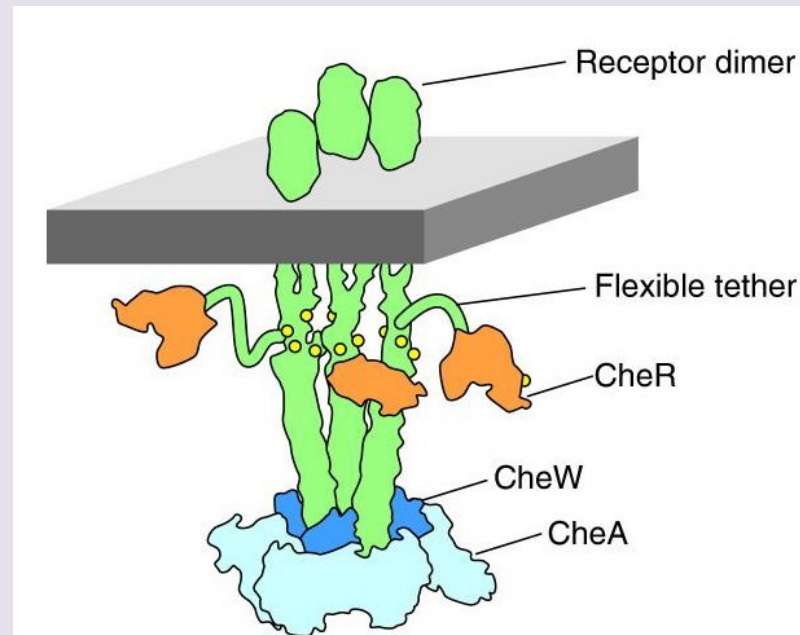
Organizace signálních drah

- pestrá struktura signálních proteinů
- tok informace od N-konce senzoru k C-doméně přenašeče (N-to-C flow)
- různé receptory se shodují v sensorických sektorech
- jeden signál může spouštět více úrovní/drah odpovědi
- posel signální dráhy bývá cAMP (aktivátor proteinkináz) a cyklický diguanylát
- souhra signálních drah



Signalizace a chemotaxe

- výzkum v oblasti chemotaxe od 1880
- síť chemotaktických drah je komplexní, adaptabilní a má „paměť“ ...
- probíhá analýza rušivých elementů spolu s analýzou podstatných signálů
- spočívá v samotné struktuře a interakcích proteinů sítě drah
- chemoreceptory s proměnlivými senzory (5 typů)
- dochází k regulaci chemotaxe
- senzory rozeznávají serin, aspartát, ribózu, galaktózu, dipeptidy a redoxní reakce....

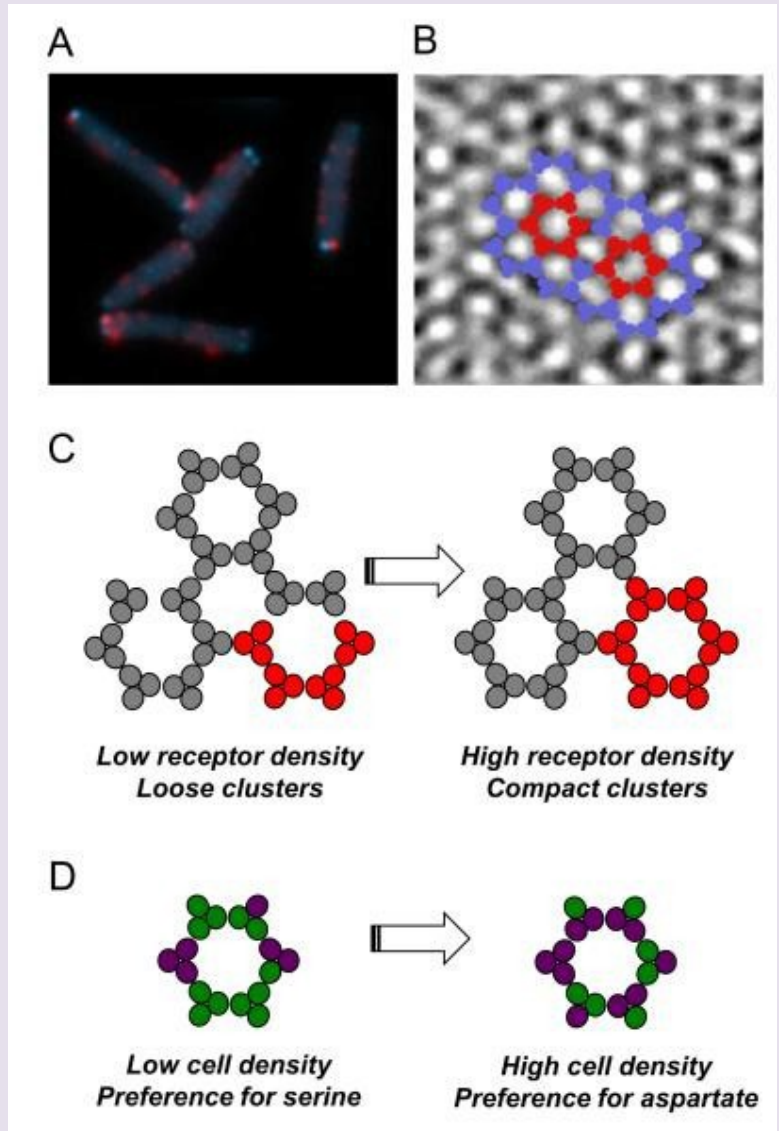


Prostorová organizace senzorů

- proteiny chemotaxe a pohybu jsou rozmístěné do klastrů
- receptory fungují jako signalizující di- nebo trimery
- amplifikují (zesilují) a integrují chemotaktické signály

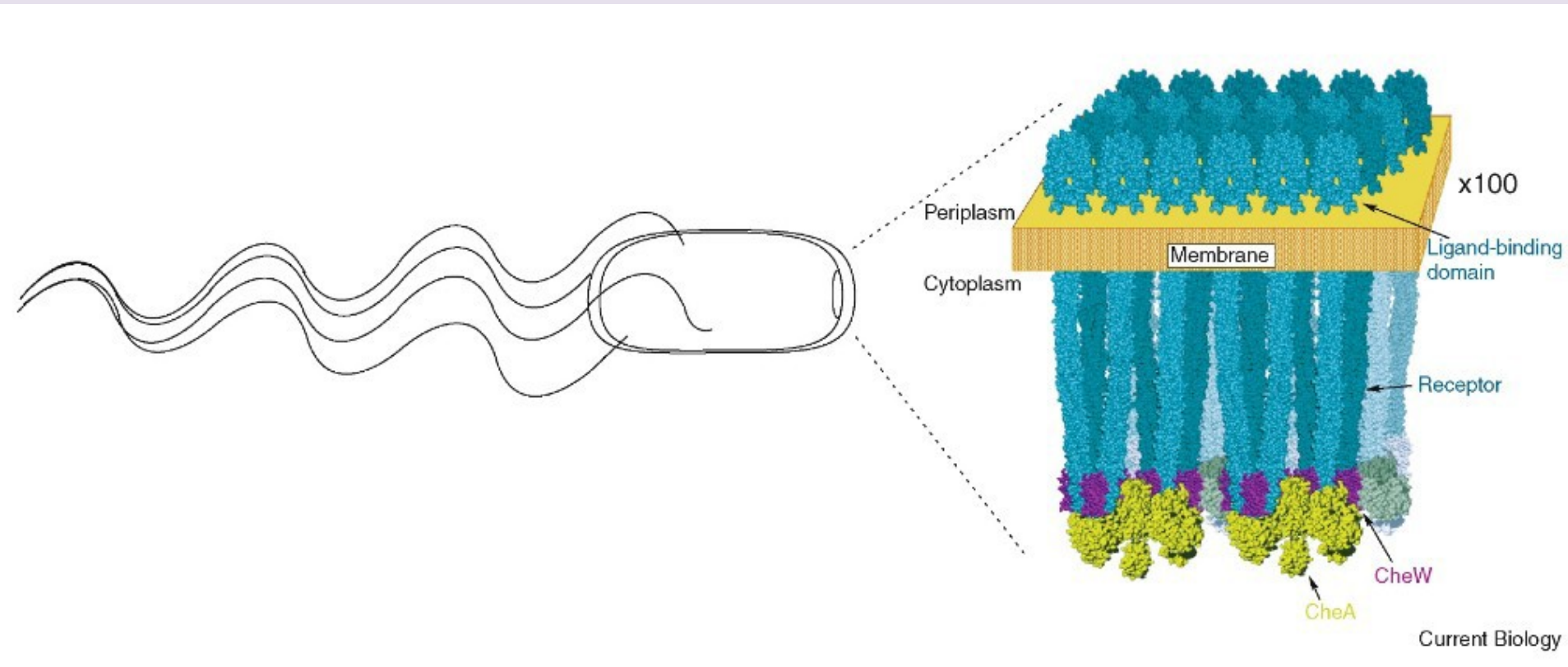
na živiny chudé medium:

- vysoká hladina exprese receptorů a jiných chemotaktických proteinů
- zvyšuje hustotu a kooperaci receptorů
- regulace preference ligandu



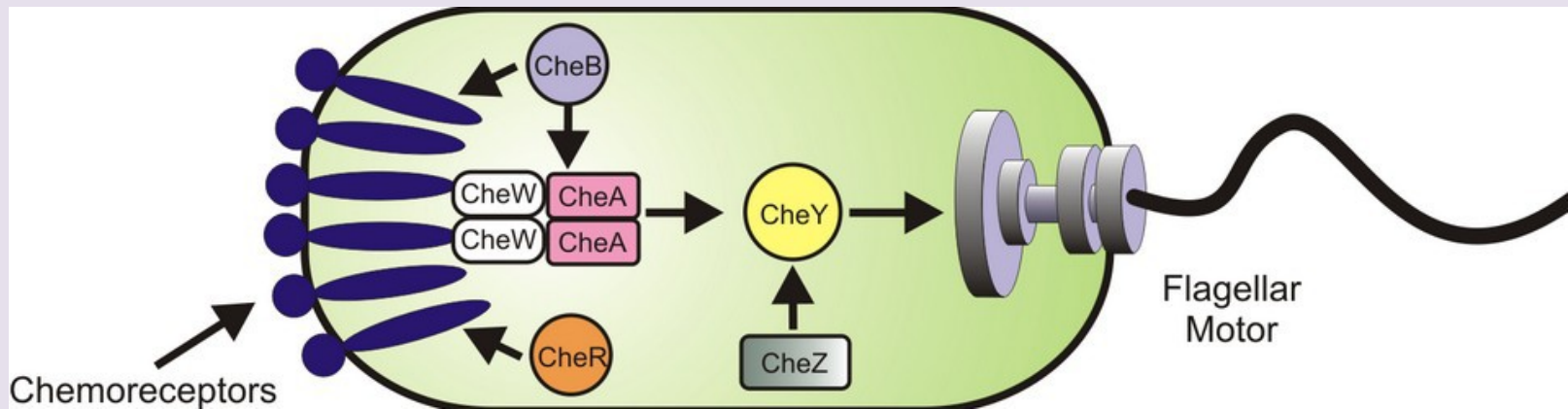
Struktury pohybu

- většina struktur důležitých pro přežití bakterií je umístěna na pólech



Chemotaxe – strukturně-funkční vztahy

- Vysoce konzervované chemoreceptory – Bacteria, Archaea
 - *E. coli* a salmonela - multimer na jednom nebo obou pólech buňky
 - tisíce regulačních proteinů a proteinů pro přenos signálu
 - objevena diverzita od modelových mikroorganismů
- velikost a topologie chemoreceptorů
- modus signálu
- přítomnost přídatných proteinů přenášejících signál

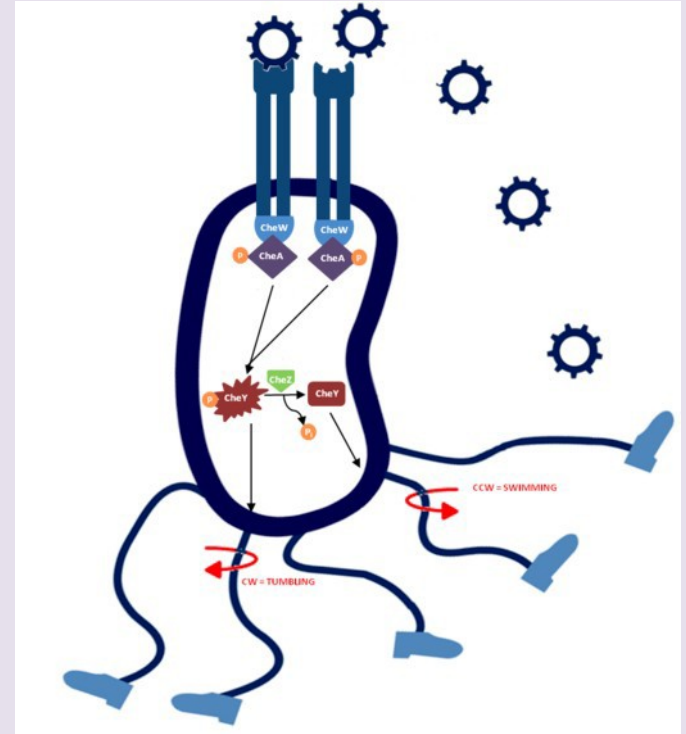


Mechanismus chemotaxe *E. coli*

- regulace pomocí MCP systému
- **MCP** = „*methyl accepting chemotactic protein*“
- váží se na něj proteiny CheA a CheW – enzymy cytosolu
- složen z CHe proteinů

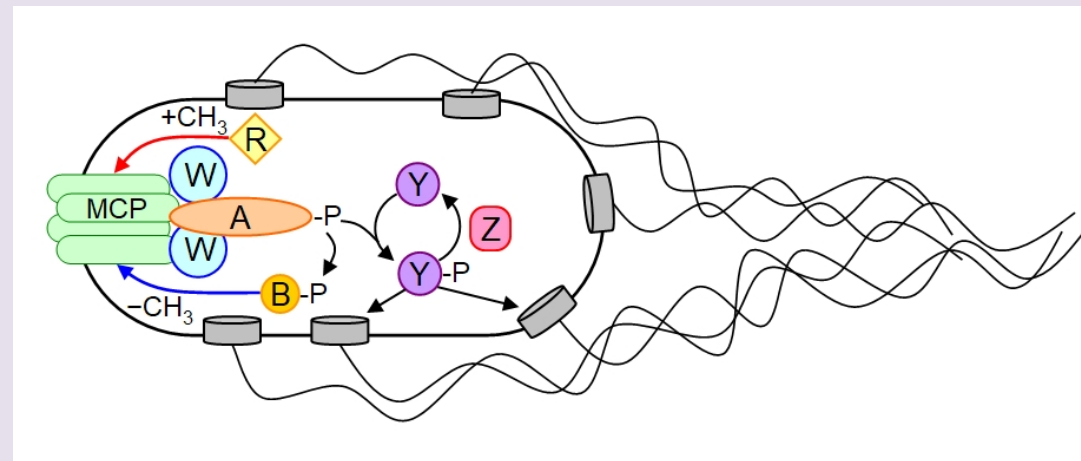
CheW

- receptor, spolupracuje s CheA (to je kináza)
- ta reaguje autofosforylací
- P předá dále na protein s označením Y
- Y pokud je fosforylován naváže se na DNA
- a rotace bičíku je PO směru hodin.ručiček



CheZ

- odebírá fosfát z Y
- Y je nefosforylované
- bičík se otáčí PROTI směru hod.ručiček



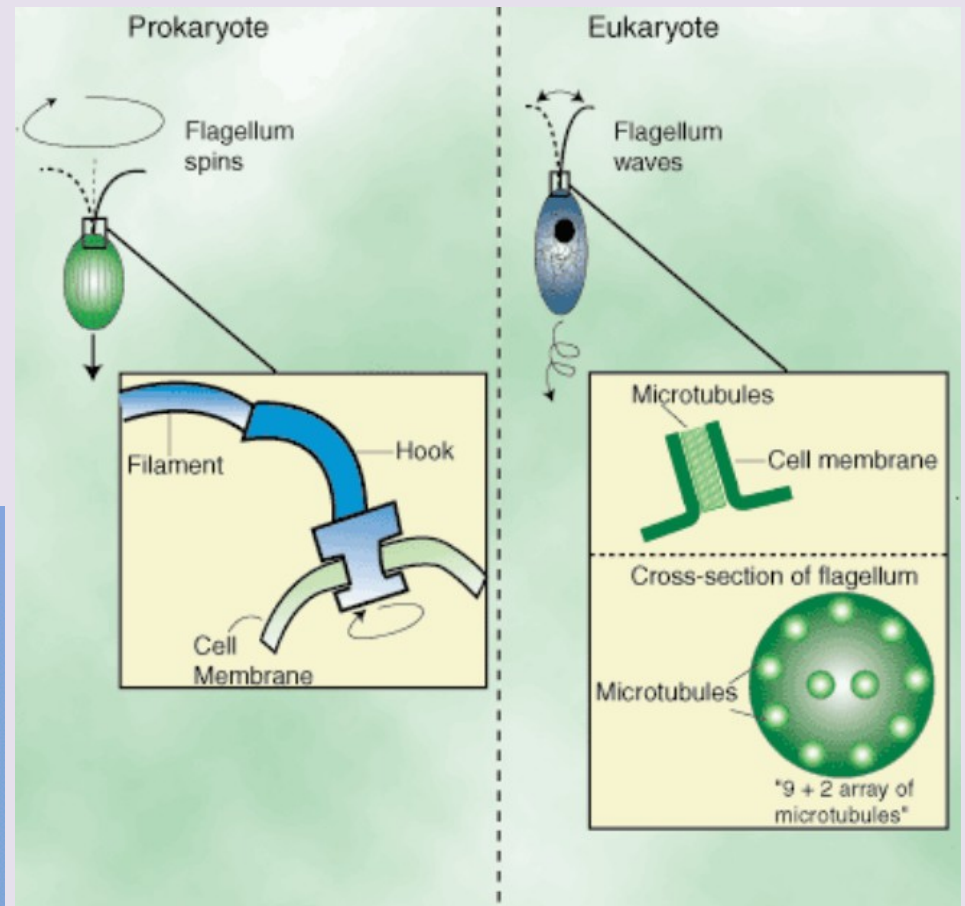
Bičik - prokaryota vs eukaryota

prokaryota

- bičik z flagelinu, hnací síla=pmf
- proton motive force (pmf) – pohyb protonů přes cytoplazmatickou membránu
- rotace bičíku kolem vlastní osy


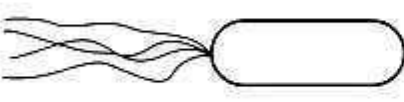

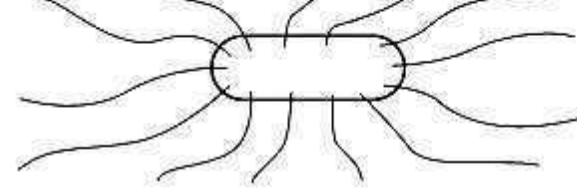
eukaryota

- hnací motor = ATP, bičik je z tubulinu
- pohyb = ohýbání



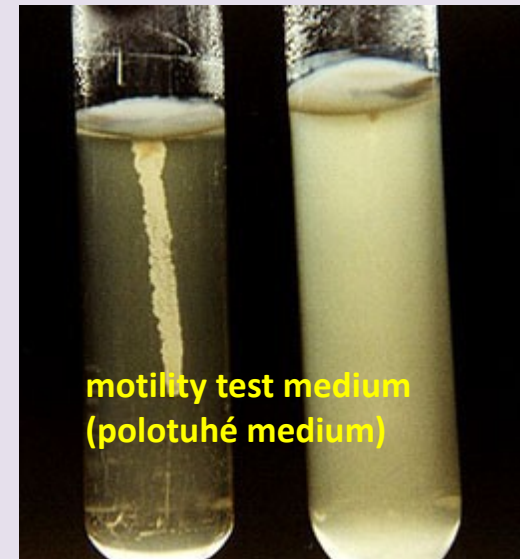
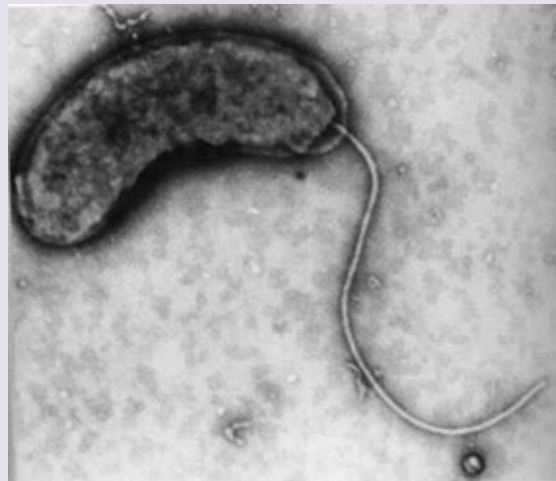
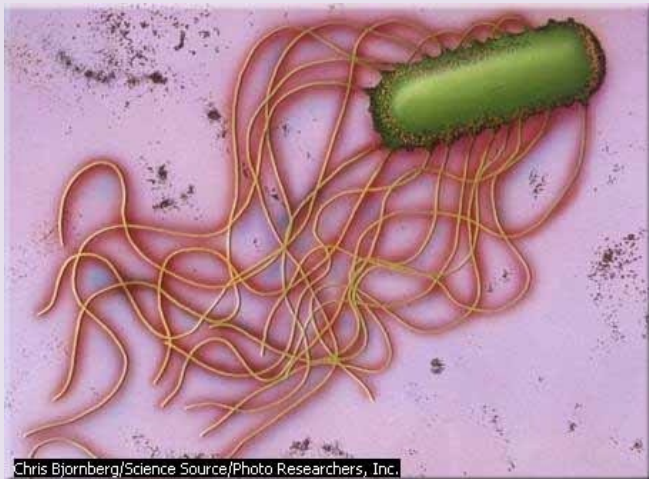
Vnitřní faktory ovlivňující pohyb

- počet bičků
- lokalizace bičků
- dostatek redukčních ekvivalentů

Structure	Flagella Type	Example
	Monotrichous	<i>Vibrio cholerae</i>
	Lophotrichous	<i>Bartonella bacilliformis</i>
	Amphitrichous	<i>Spirillum serpens</i>
	Peritrichous	<i>Escherichia coli</i>

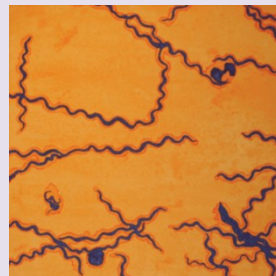
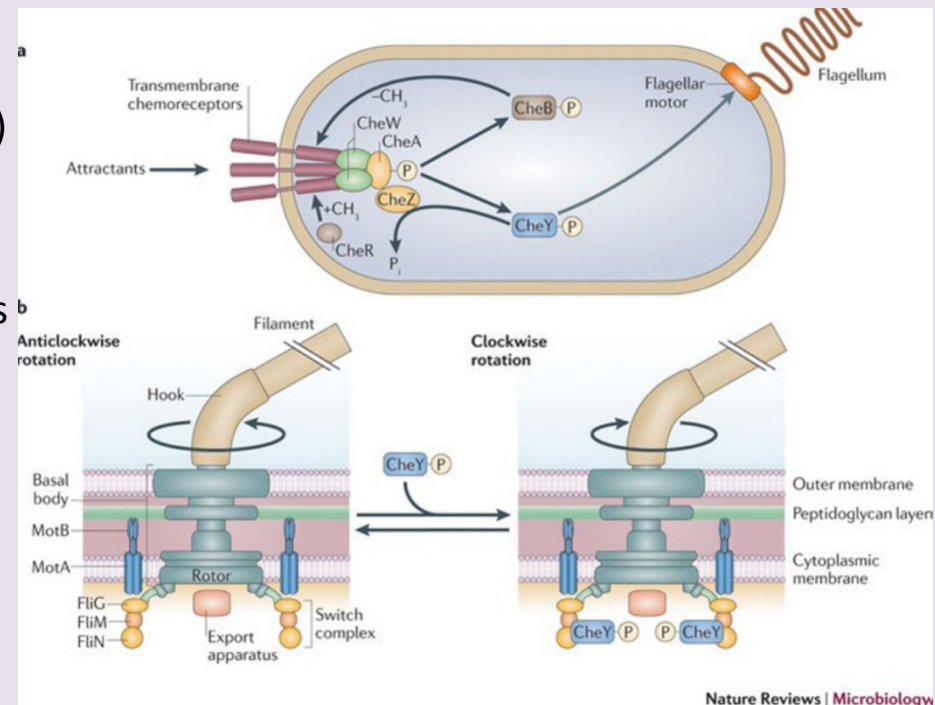
Bakteriální bičík - flagellum

- dutá trubice tvořena globulárním proteinem flagelinem
- **flagelin** je tvořen 1 – 4 proteiny
- podobná stavba bičíku u všech dosud zkoumaných druhů bakterií
- tloušťka 13 – 20 nm, délka bičíku několikanásobně větší než délka buňky
- rychlost pohybu 1 – 100 $\mu\text{m/s}$
- počet bičíků se v průběhu života bakterie může měnit
- pokud je bičíků víc - mohou se spolu splétat
- zpravidla se při přestupu do viskóznějšího prostředí vytvoří další bičíky
- molekul.hmotnost flagelinu větší než pilinu
- flagelární antigen – H antigen u enterobakterií
- začíná v CM (oproti fimbriím)
- bičíky lze snadno odstranit sklem – lámou se

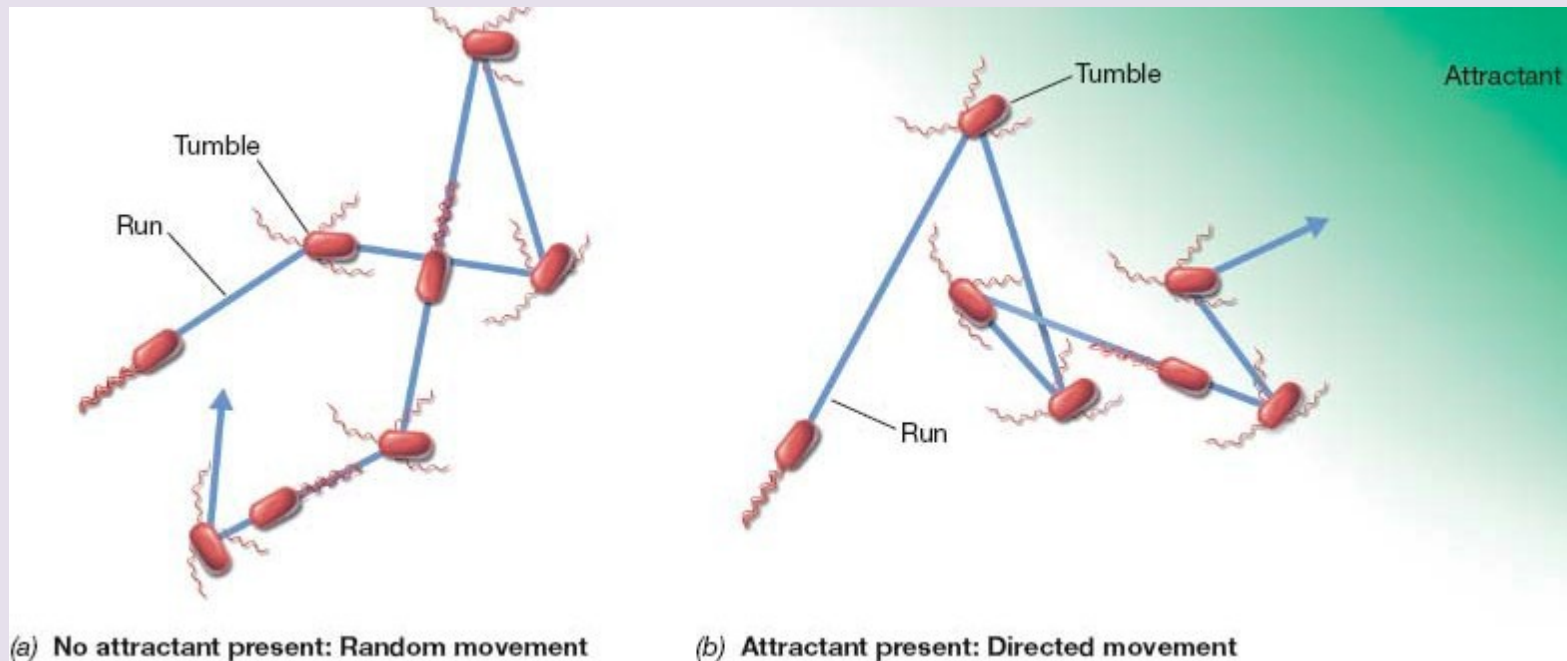


Bičik

- semirigidní vláknitá struktura
- těsně nad plasmatickou membránou upevněn pružným háčkem („hook“)
- ten ho spojuje s komplexem proteinů tvořícím motor
- motor je fixován v membráně a pracuje na principu protonové pumpy
- je to skupina proteinů pracujících jako rotor a stator motoru
- pod háčkem se nacházejí 3 páry kruhových destiček
- 2 páry jsou statické, 1 pár se točí
- všemi třemi páry prochází točící se bičik
- kolem páru točících se destiček se nachází statický protein MOT (odv. od „motility“)
- MOT je zodpovědný za transport protonů
- pro funkci bičíku nezbytný!
- pod 3. párem destiček se nachází protein FLI (flip)
- dokáže přepínat směr otáčení bičíku



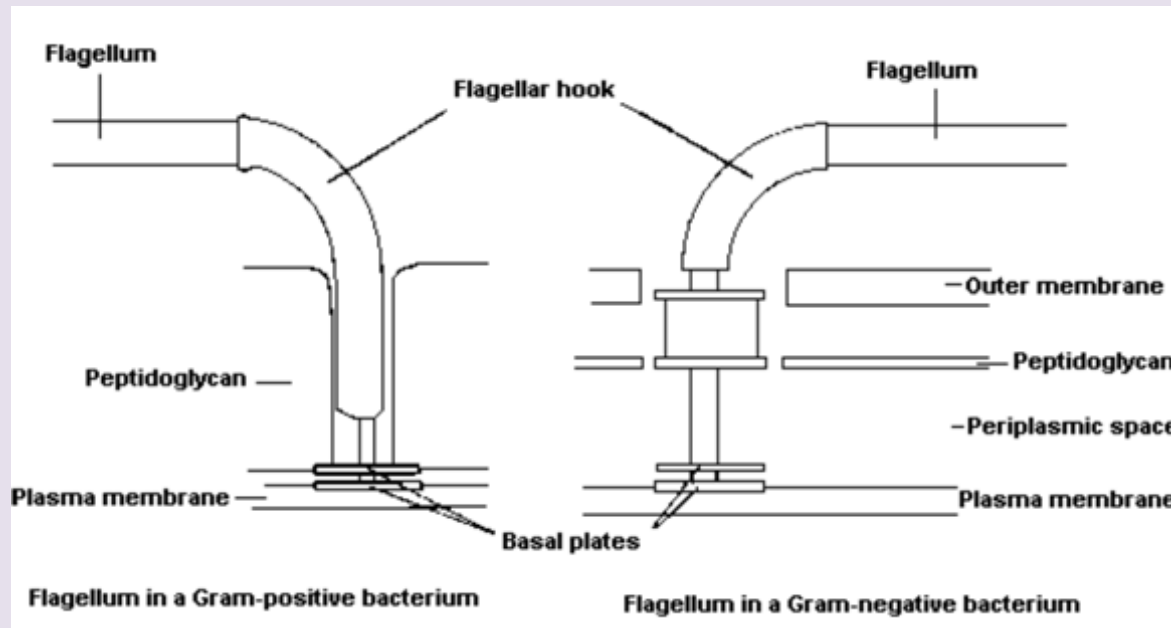
- při otáčení **CCW** (counter-clockwise, proti směru hodinových ručiček) bakterie plave vpřed
- při otáčení **CW** (clockwise, po směru hodinových ručiček) bičík pořádně nezabírá, protáčí se, a bakterie zůstává na místě
- přepínání mezi CW a CCW zajišťuje protein FLI
- během chemotaxe plave bakterie cca 1 sec CCW a 1/10 sekundy stojí díky CW na místě
- při CW vyhodnocuje, zda se pohybuje správným směrem vzhledem k atraktantu
- pokud se přiblížila ke zdroji pokračuje při pohybu stejným směrem
- pokud se vzdálila, náhodně zvolí směr jiný



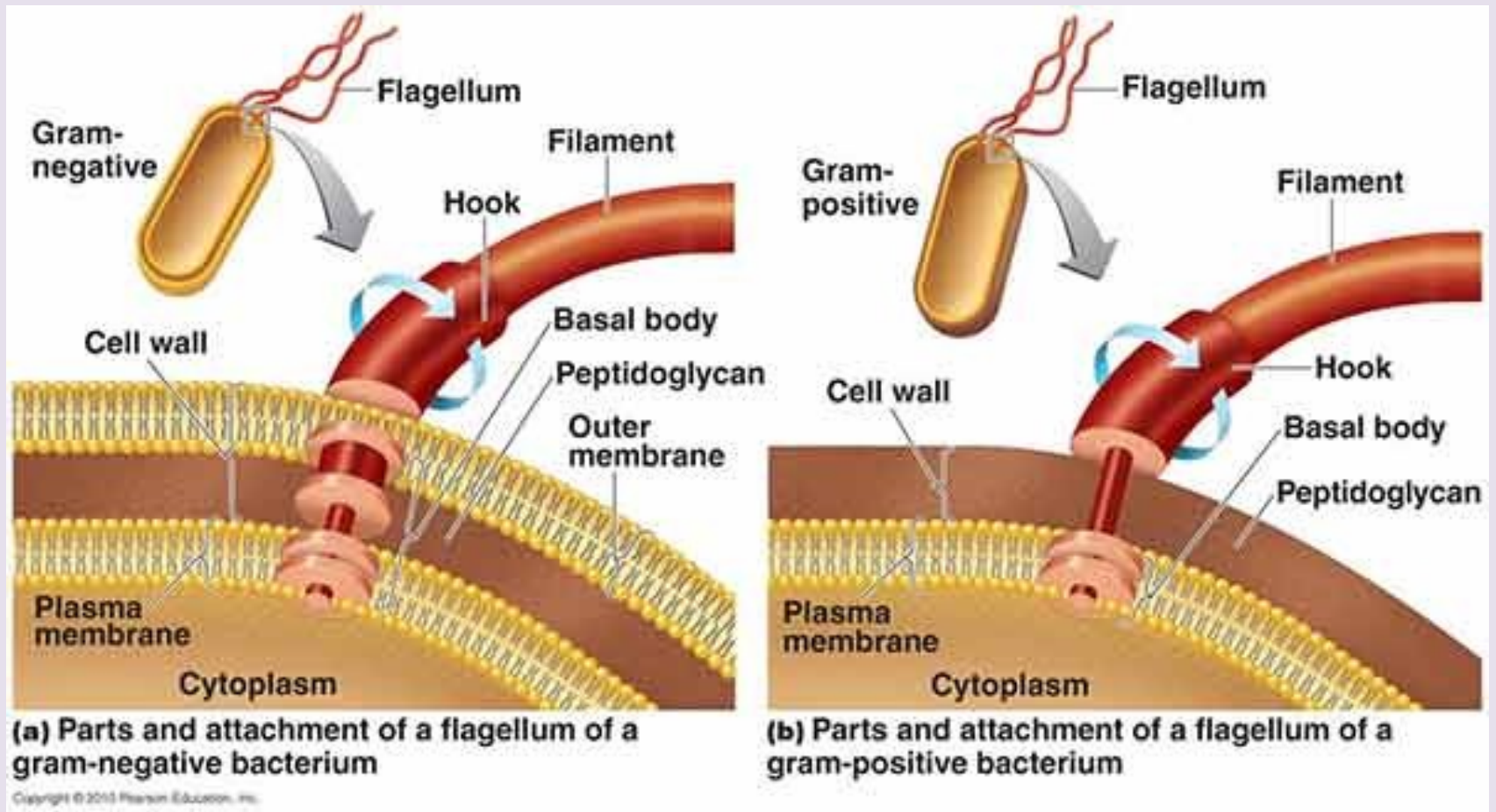
Komponenty bičíku

- **bazální tělísko**, kterým je ukotven v membráně
- G- bakt. - 3 kruhy (CM, PG a VM) v cyt.membrane, peptidoglykanu, vnější membráně
- G+ bakt. - 2 kruhy

- **háček** (hook)
- vlastní **vlákno**
- bazální tělísko zůstává ukotveno i po odstranění bičíkového vlákna
- to je do 20 až 30 min dosyntetizováno



Rozdíl v ukotvení bičíku u G- a G+ bakterií

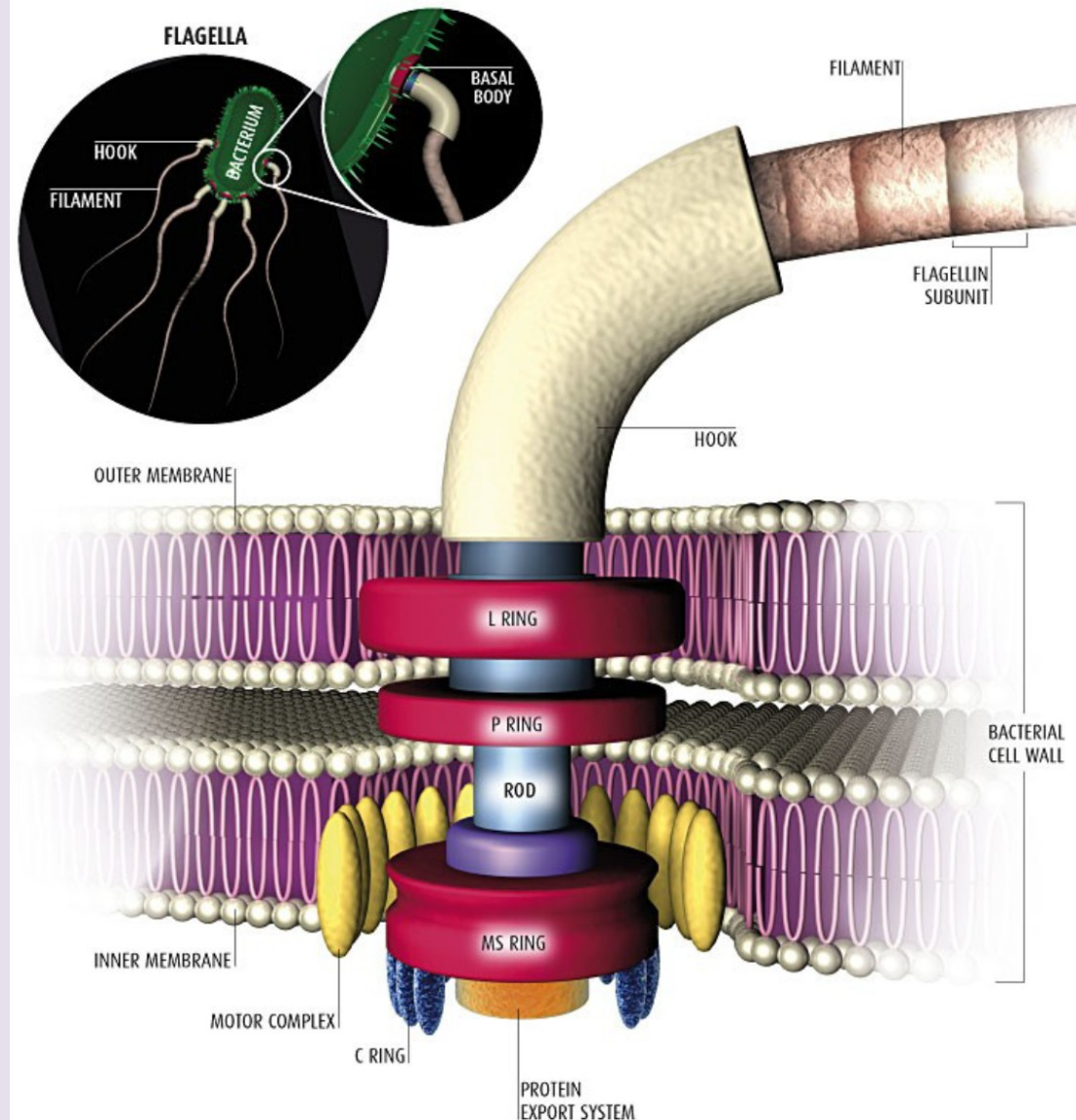


G- bakterie

- buň.stěna není tak pevná
- navíc mají vnější membrána
- = více kotvících disků
- L ring - vnější membrána
- P ring – PG buněčné stěny

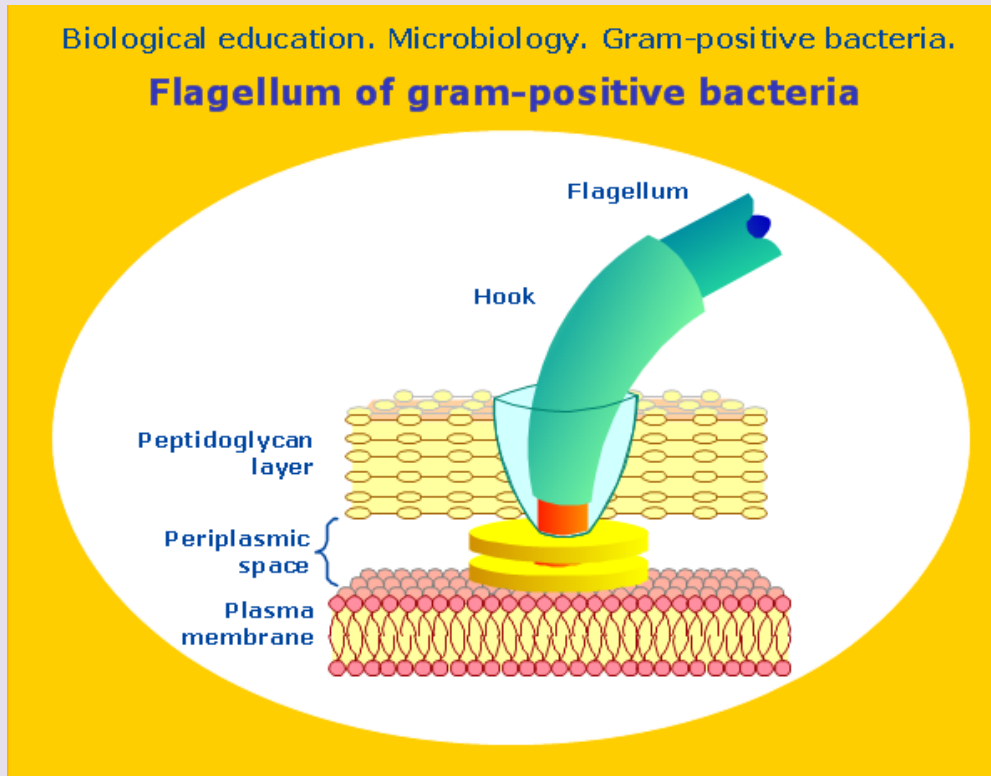
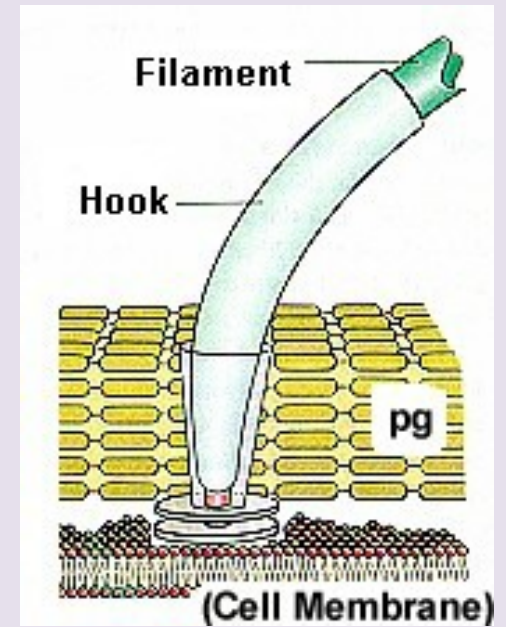
NATURE'S OUTBOARD MOTOR

Despite the intricacies of the bacterial flagellum, biologists are unravelling its workings and making great headway in understanding how the nanoscale appendage evolved



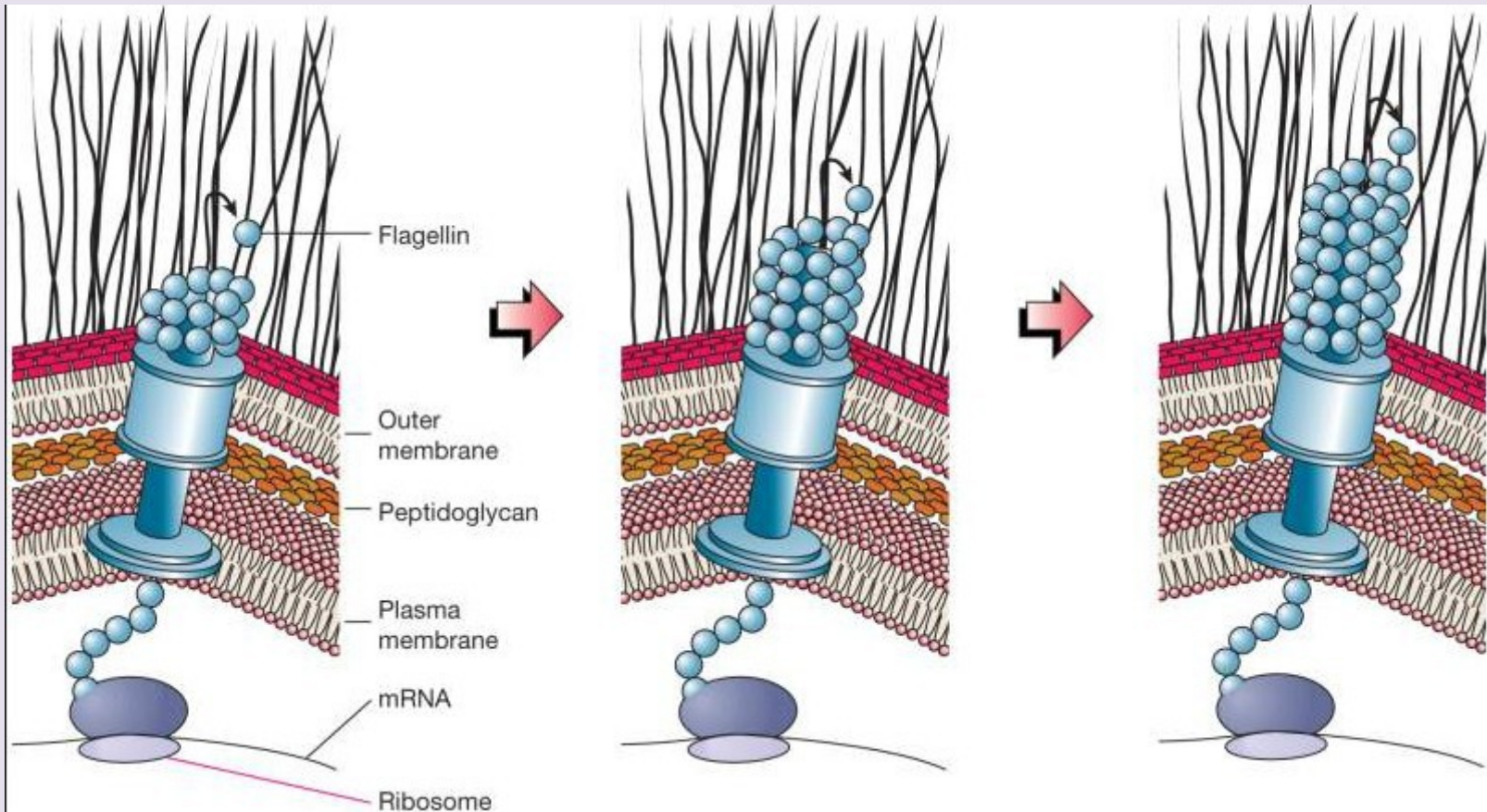
G+ :

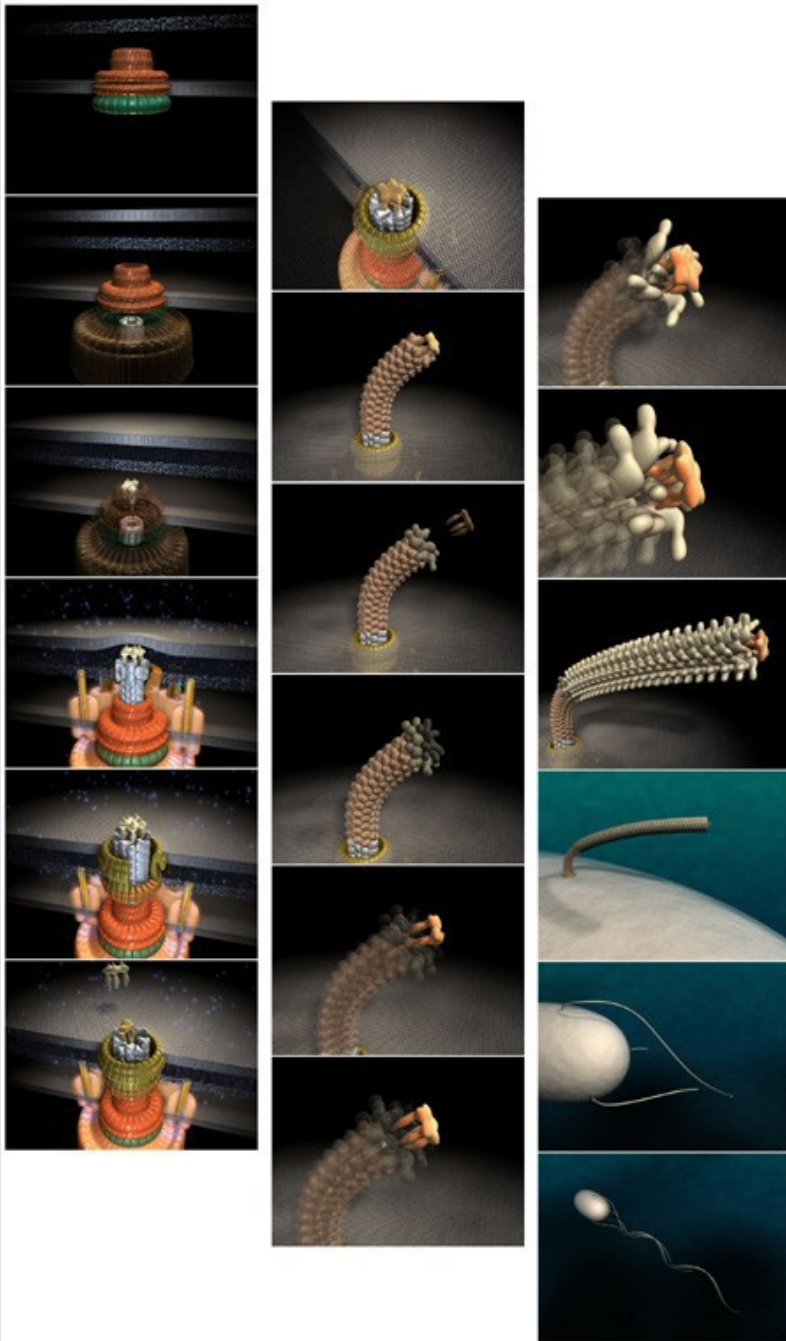
- bazální tělísko - 2 disky
- spodní disk v cytoplasmatické membráně
- **horní disk v buněčné stěně** – složí jako kluzné ložisko
- tam se otáčí osa a je ukotven háček pro ohyb



Tvorba bičíku

- schopnost samouspořádání – „self-assembly“
- molekuly flagelinu jsou středem vlákna transportovány na konec bičíku
- flageliny jsou skládány ve formě levotočivé šroubovici
- na konci se připevňují a bičík tím prodlužují
- bičík se dosyntetizuje vždy do stejné délky
- tvorba bičíku velmi rychlá

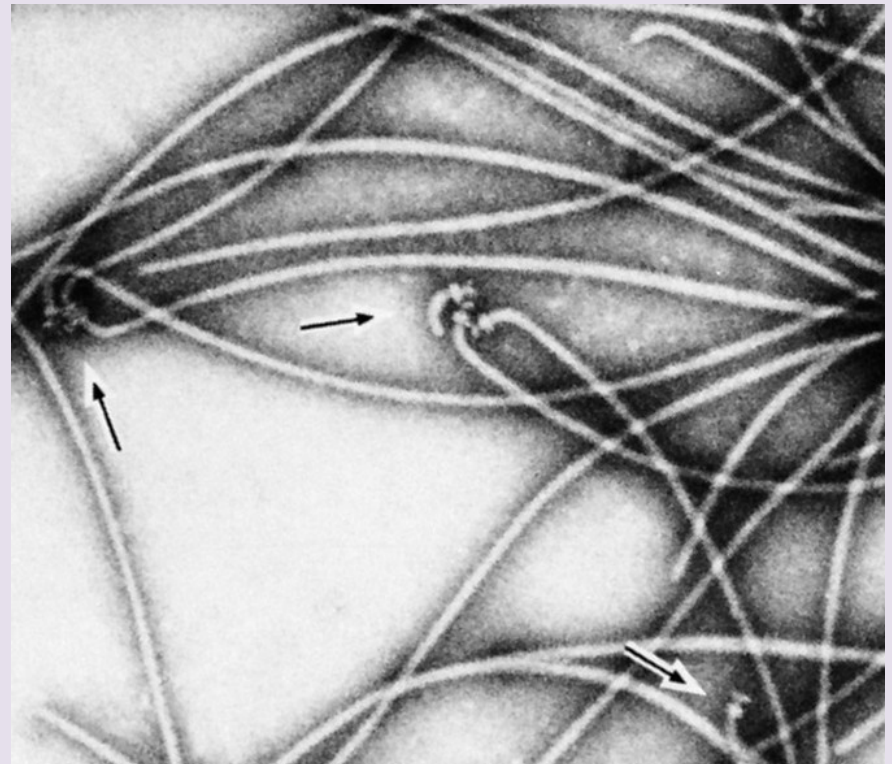
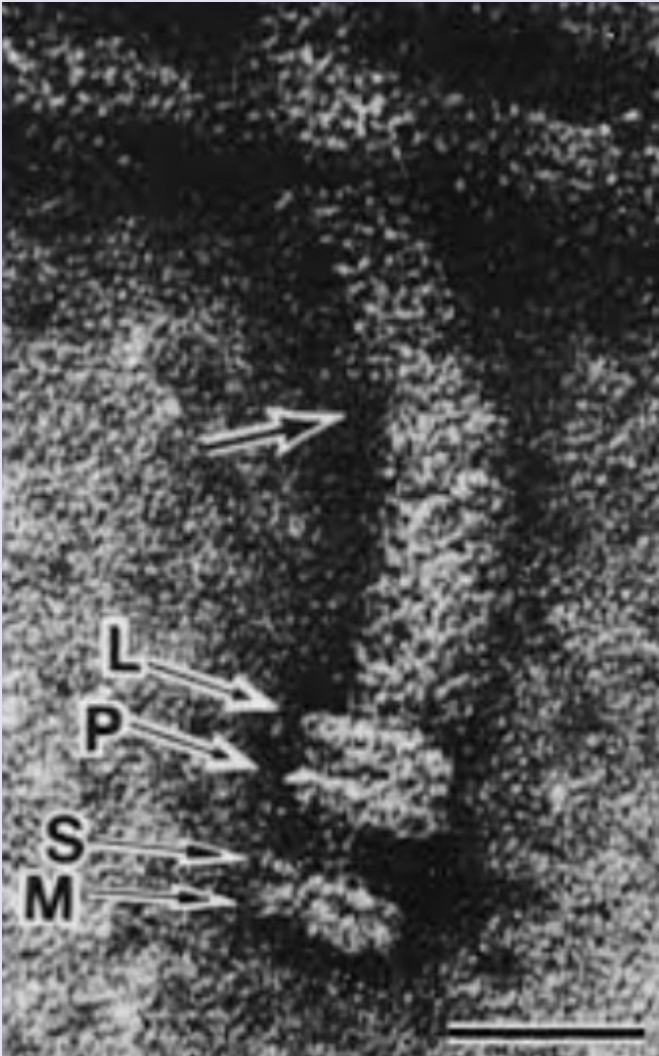




Selfassembly....

https://www.youtube.com/watch?v=N5Dv_u81Rw4

EM - ultrastruktura bičíku



Metody pozorování bičíků – taxon. znak

Pozorování pohybu bičíku – visutá kapka

- důležitý dostatek kyslíku
- v temném poli a intenzivním světle

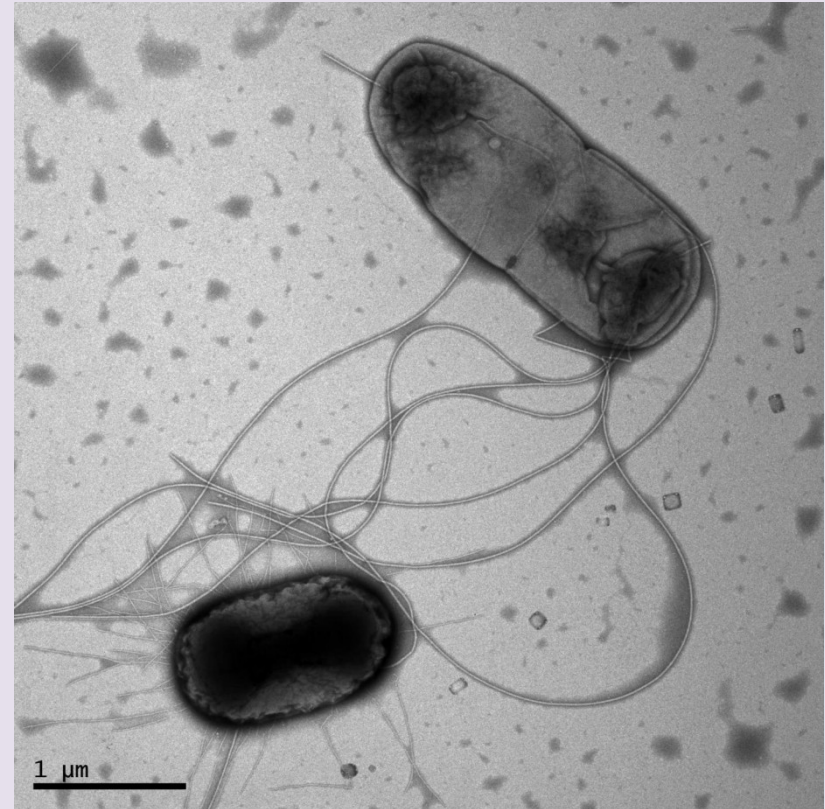
Pozorování bičíků samotných:

světelný mikroskop

- spec. barvení (obalení bičíku vrstvou mořidla, znásobení a zviditelnění jeho průměru)

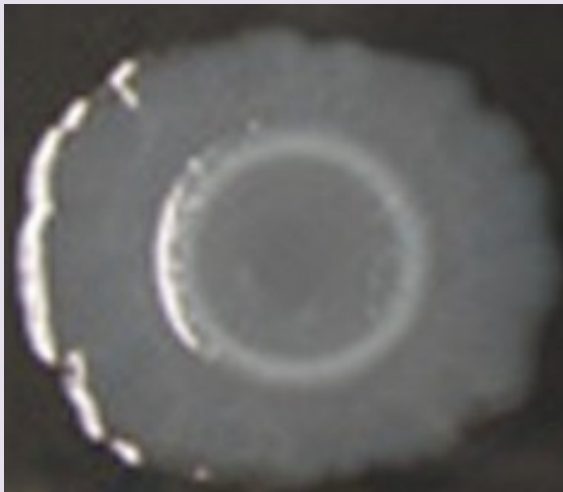
elektronový mikroskop

- negativní barvení – barvení pozadí
- otiskové preparáty po rychlém zmražení na -150 C



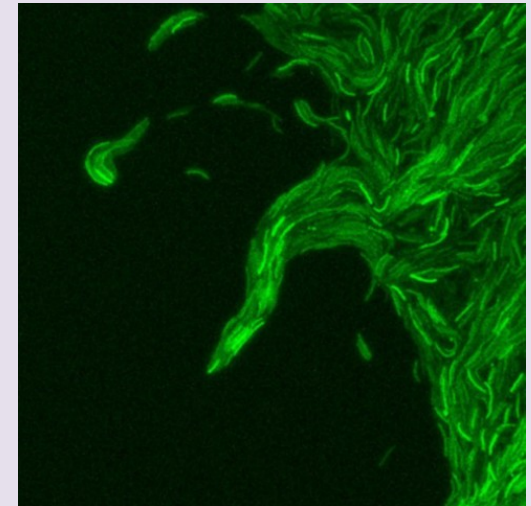
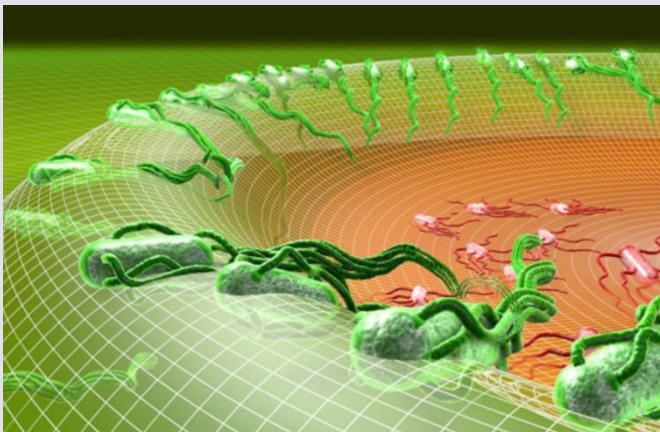
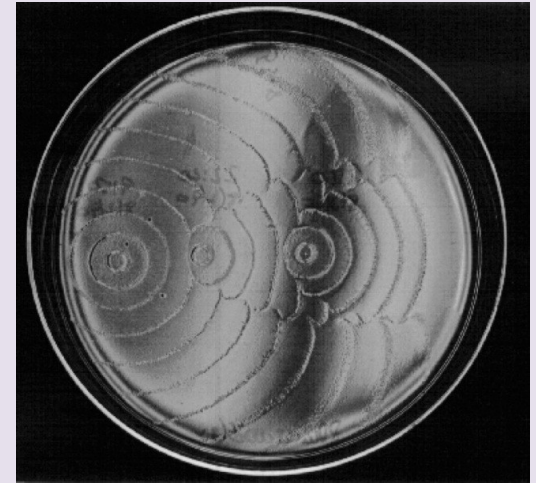
Pohyb bakteriální buňky

- spojeno s pohybem po tkáních/sliznicích
- swimming motility – pohyb bičíky, plavání - schopny všechny buňky s bičíkem
- swarming motility – plazivý pohyb kolonií, bičíky, *Proteus*
- twitching motility – trhavý, skákavý pohyb – př. *Neisseria gonorrhoeae*, *Legionella pneumophila*
- gliding motility – klouzavý pohyb
- motility medium - terasovitý růst – střídání fází u rodu *Proteus*
- twitching motility -*Legionella pneumophila*



Plazivý pohyb kolonií (swarming)

- ***Proteus, Vibrio***
- pohyb indukovaný kontaktem s tuhým médiem
- delší buňky, více bičičků
- oblak, roj buněk, který se pohybuje koordinovaným pohybem
- má schopnost přerůstat i vyvýšené útvary na médiu
- plazení je char. jen pro některé rody
- např. proteus, salmonella)
- umožňuje jim to lepší adherenci k hostiteli
- plazivý pohyb je dáván do souvislosti s infekcemi v urogenital.traktu
- pro plazení je potřeba tuhe medium a další bakterie
- samostatná buňka plazení není schopna



Klouzavý pohyb (Gliding motility)

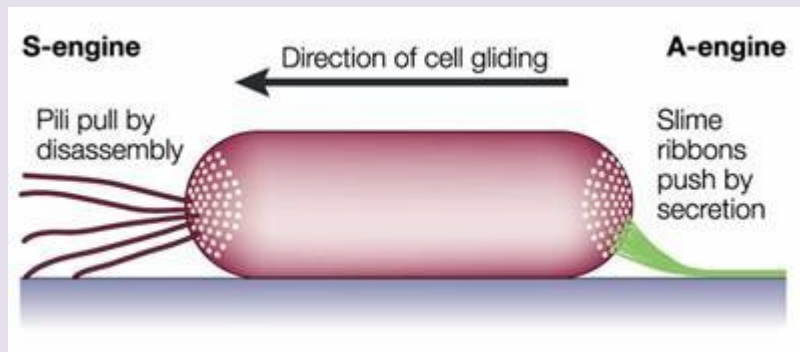
- uplatňuje se na pevných površích
- mechanismus nejasný
- proton multi force (PMF) je asi taky hnací silou

- přizpůsobení – tvorba slizu, surfaktanty, specif. membránové komponenty
- které tvoří reverzibilní vazbu se substrátem – „actine-like“ systém

Makoto Miyata - zkoumal klouzavý pohyb *Mycoplasma mobile*

- pomoci **cytoskeletárních filament udržují nesférický tvar**
- není zatím znám mechanismus, jak k němu dochází

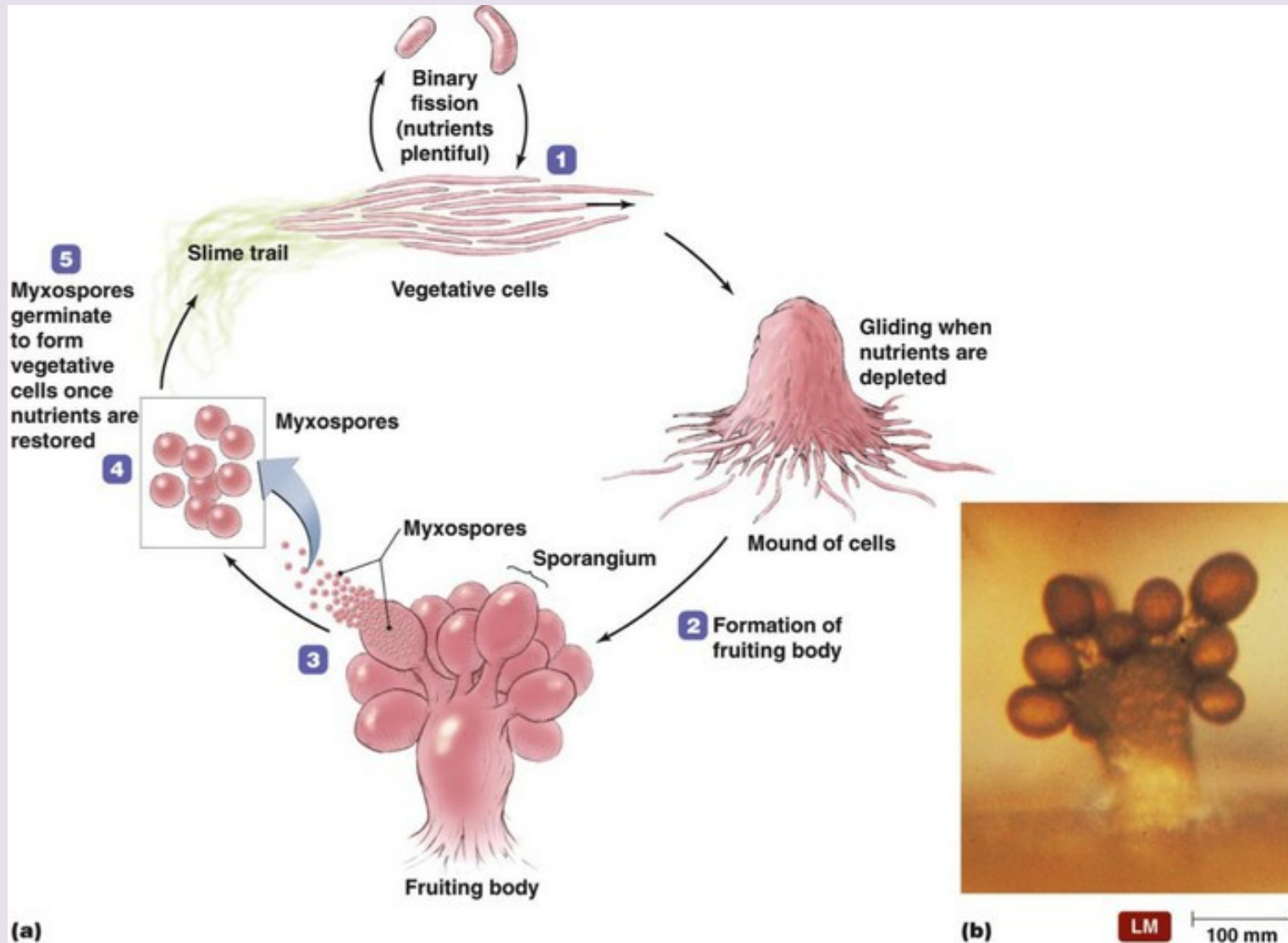
(„They look like schmoos that are pulled along by their heads. How they are able to glide is a mystery“.)



Miyata, M., Ryu, W.S., and Berg, H.C.
"Force and velocity of
Mycoplasma mobile gliding." *J. Bacteriol.* 184, 1827-1831 (2002).

Klouzavý pohyb – tvorba plodnice myxobakterií

- při nedostatku živi u myxobakterií --> vytvoří plodnici --> přežije díky ní nutriční stres



Bičíky Archaea

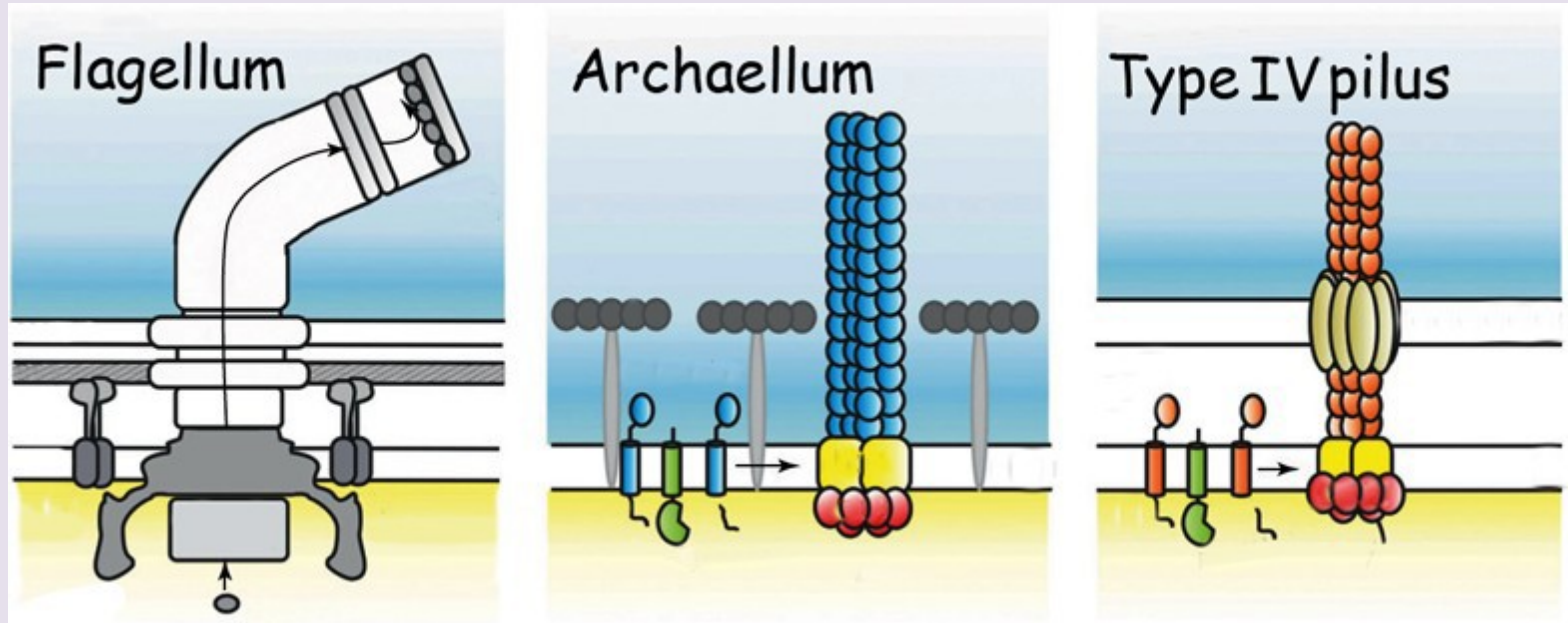
- strukturní a funkční podobnost bakteriálním bičíkům

Rozdíly:

- pohon ATP (mechanismus neznámý)
- bičík nemá centrální dutiny – nemožnost dorůstání od konce
- k jeho skládání nedochází od konce ale od základu
- koordinovaný pohyb více filament

Revealing the Secrets of Motility in Archaea

News Release Paul Preuss 520-486-6249 • FEBRUARY 14, 2013



Fimbrie - pili

- termín fimbrie je obecnější, pilus označuje struktury sloužící ke konjugaci
- struktura BS, stovky
- kratší než bičík
- \varnothing 2-8 nm, délka 0,1 – několik nm, 3-5 molekul
- fce: přenos DNA konjugací, přichycení fágů

- primárně skládají z oligomerních pilinových proteinů – dutá vlákna stočená do spirály
- různě velké, typicky u G- bakterií

- některé pilusy (tzv. pilusy čtvrtého typu) slouží k pohybu
- dojde k adhezi pilusu na substrát, pak se pilus stáhne a přitáhne k sobě celou buňku
- výsledný pohyb charakteristicky trhaný

- mnohé fimbrie umožňují adhezi buněk k nenabitému povrchu
- např. při vzniku infekce, biofilmu
- zpravidla rozmístěné rovnoměrně po celém povrchu buňky a nebo rostou z opačných pólů
- mutantní bakterie postrádající tyto fimbrie - nemohou přilnout k jejich cílovému povrchu
- proto nemohou způsobit chorobu

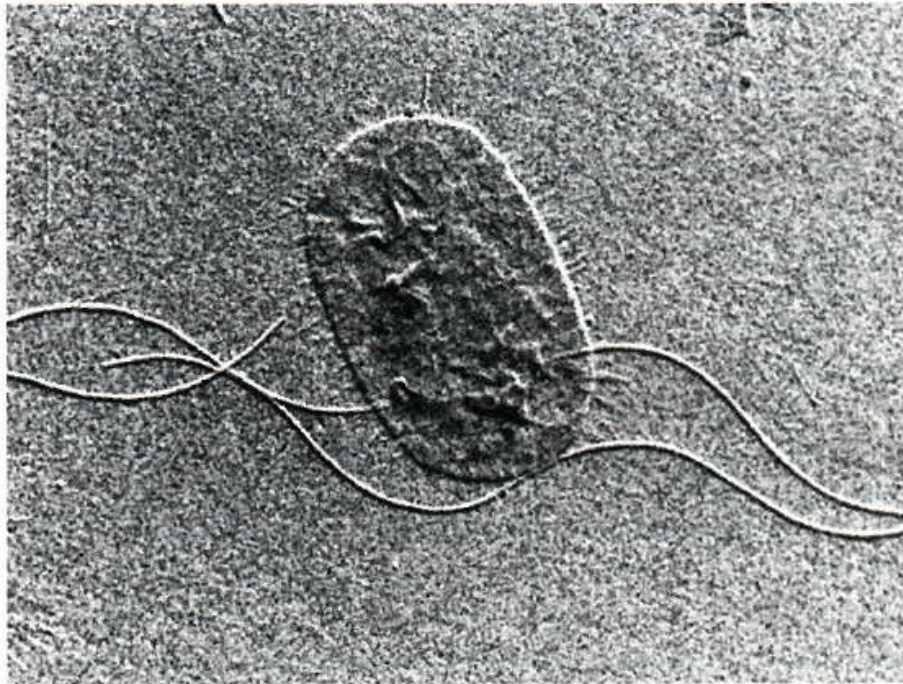


Figure 3.32 Flagella and Fimbriae. The long flagella and the numerous shorter fimbriae are very evident in this electron micrograph of *Proteus vulgaris* ($\times 39,000$).

PILI – fimbrie – 2 typy

I.

- kódované chromozomálně
- slouží ke specifické kolonizaci u symbiontů, parazitů a patogenů
- PŘ: *Vibrio cholerae* O1, *E.coli* – uropatogenní P pilus, adherence fimbrie + enterotoxin *E. coli*)

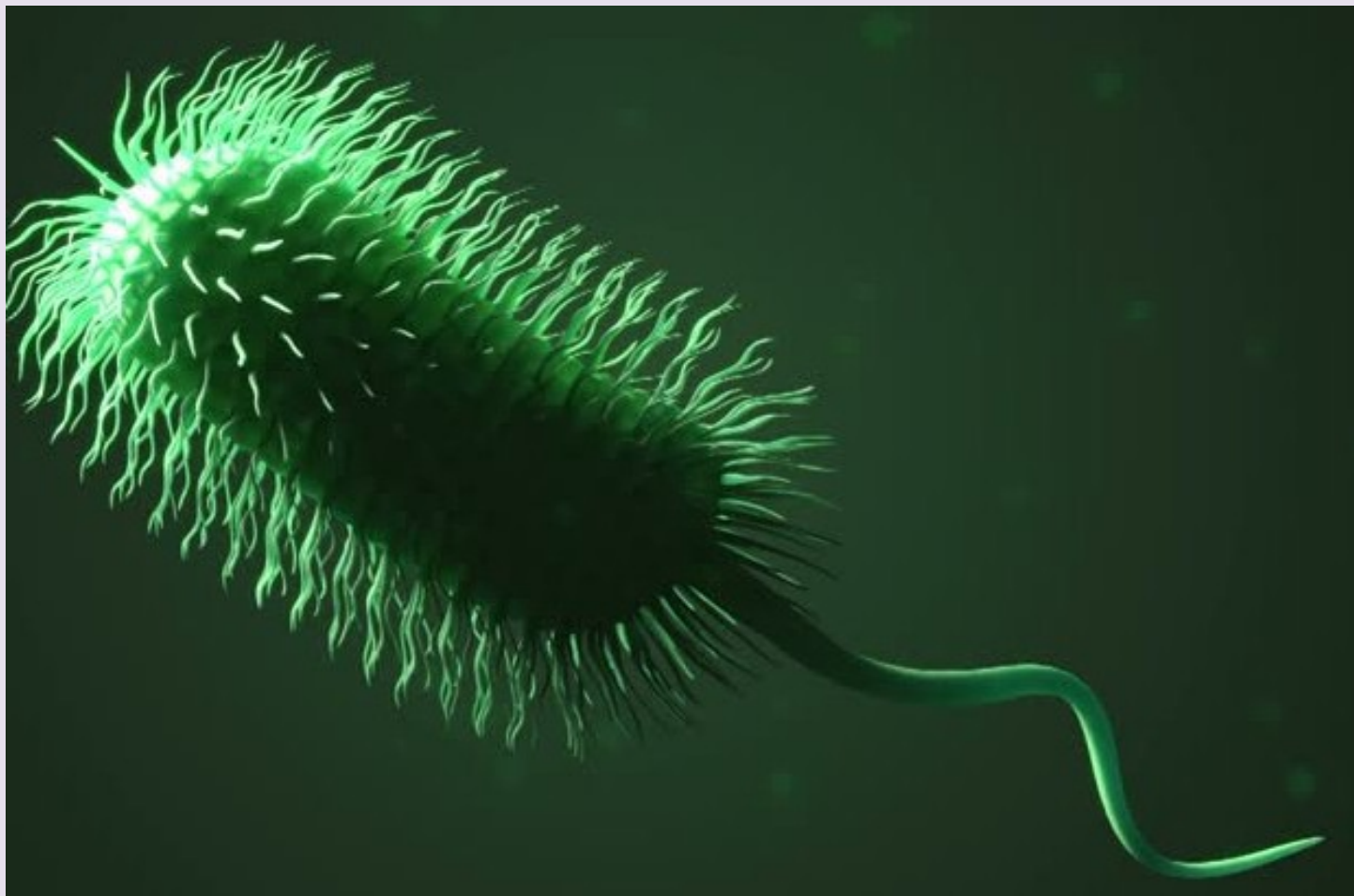
II.

- sex fimbrie - **F-pilusy** či **konjugativní pilusy**
(F pilus u *E.coli*, konjugativní plazmidy salmonel)
- kódované konjugativním plazmidem u donora
- spojují jednu bakterii k druhé, propojují jejich cytoplazmy
- umožňují tím výměnu genetické informace – plazmidů
- plazmidy mohou následně umožnit určitou novou funkci, například rezistenci k ATB
- bakterie mohou mít až 10 sexuálních pilusů
- někdy jich využívají bakteriofágy při vstupu do bakteriálních buněk

barvení fimbrií:

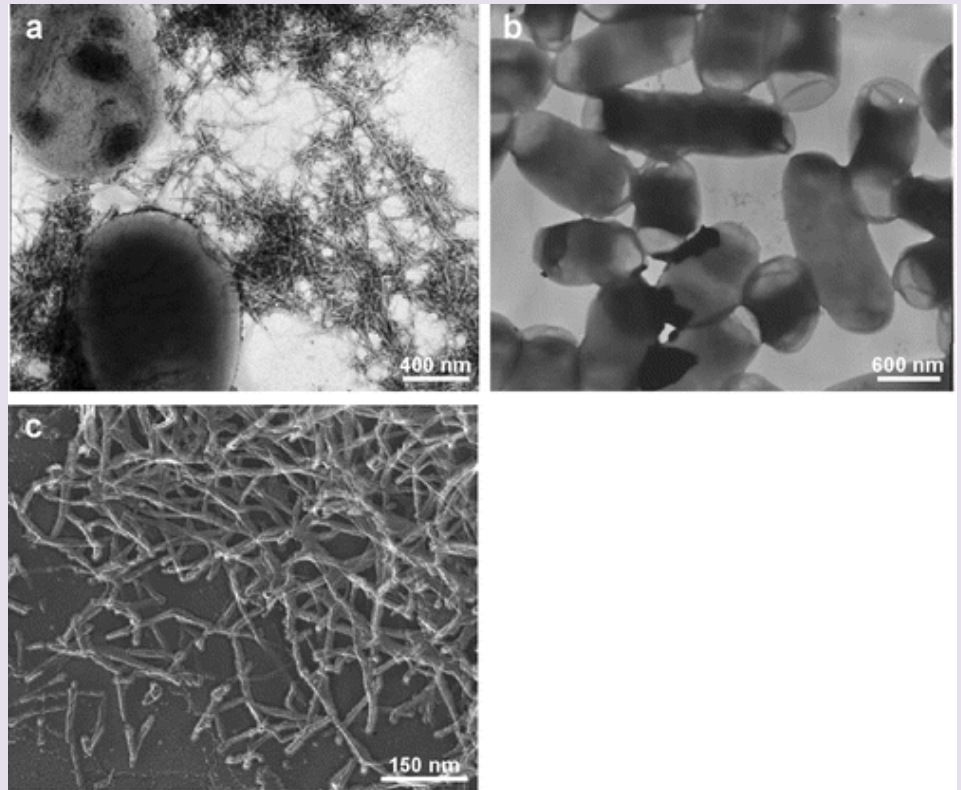
- kys.fosfowolframová
- kys. osmičelová

základní stavební jednotka...oligomerní pilinové proteiny



Curli

- u enterobakterií
- slouží k agregaci, adhezi, formování
- proteinové komponenty *Enterobacteriaceae*
- forma amyloidních vláken
- objeveny 1980
- slouží k adhezi na povrchy, agregace buněk
- formování biofilmu
- napomáhají invazi do hostitele
- indukují zánět



Eukaryotický cytoskelet a jeho modifikace vlivem patogenů

Cytoskelet hostitele slouží k:

- k adheze na povrch
- následuje invaze - vstup patogena do buňky
- umožňuje pohyb uvnitř a mezi buňkami
- pak dojde k remodelaci hostitelských buněk – např. formování vakuol
- je ovlivněn viry i bakteriálními patogeny

Virulenční faktory :

- struktury umožňující patogenům dostat se do hostitele
- překonat jeho imunitní systém
- kolonizovat a využívat buňky hostitele
- většina je kódována plazmidy

Patogenita bakterií a eukaryotický aktinový cytoskelet hraje roli při změnách (pohybu buňky a pohlcení bakterie) euk. CM při fagocytóze

Intracelulární patogeni

- interakce bakteriálních produktů s receptory CM za regulace cytoskeletu
- nebo přímým vstupem produktů do buňky
- mají ligandy reagující s receptory a translokují tak molekuly efektorů do cytoplasmy
- bakterie tak svými produkty manipulují aktinový cytoskelet pro vlastní proliferaci
- dojde ke stimulaci polymerace aktinu a zvýšené fagocytóze bakterií
- a tedy rychlému násobení počtu bakteriálních buněk ve tkáních

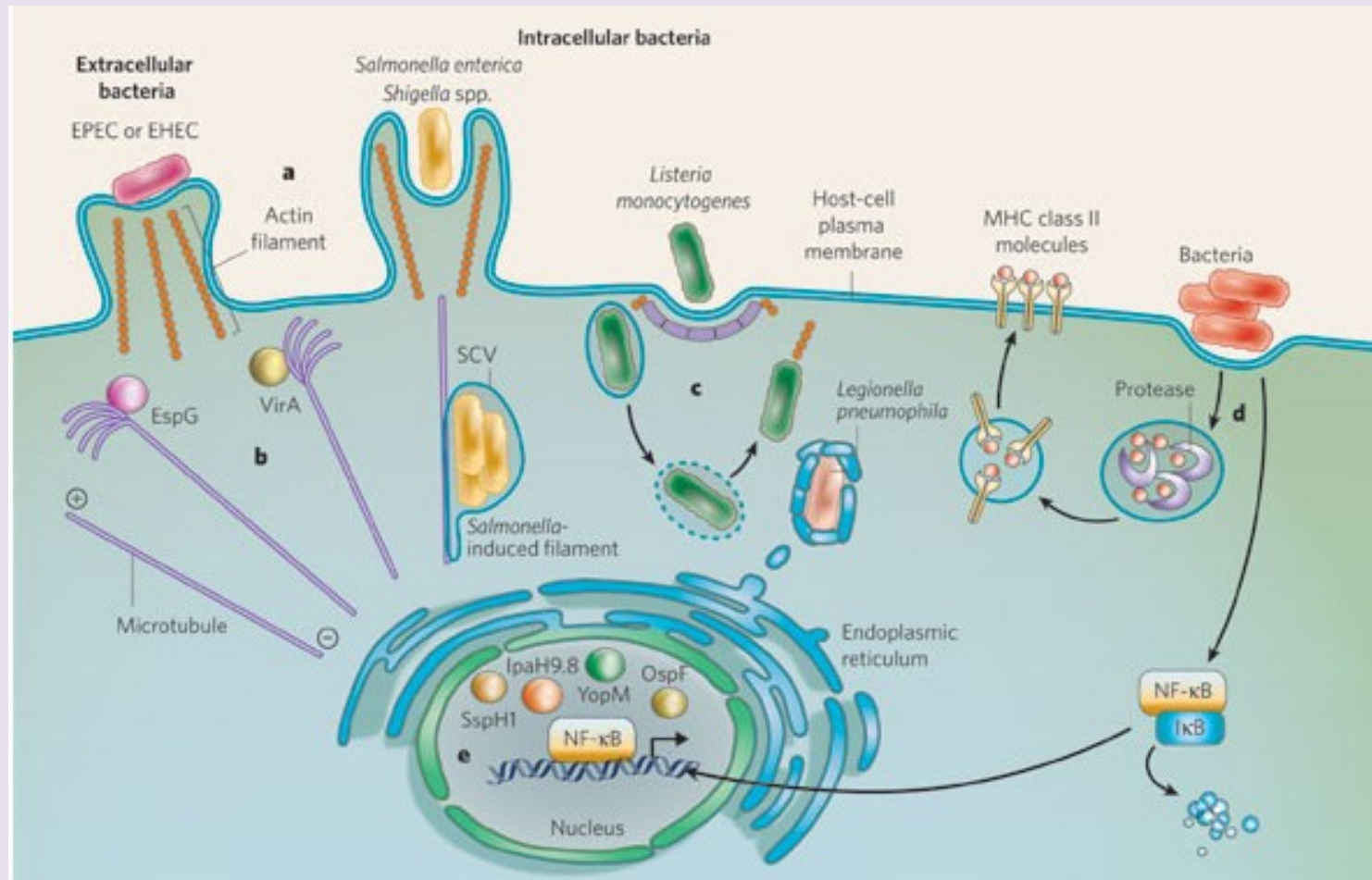
Extracelulární patogeni

- naopak produkují substance vstupující do eukaryotické buňky
- ty pak ničí síť aktinových vláken
- to zabrání pohlcení a natrávení eukaryotickou buňkou

- extracel. patogeni se přichytí pomocí podstavců, intra. pak se do buňky dostanou endocytózou

Review Article Manipulation of host-cell pathways by bacterial pathogens

Amit P. Bhavsar¹, Julian A. Guttman^{1,2} & B. Brett Finlay¹

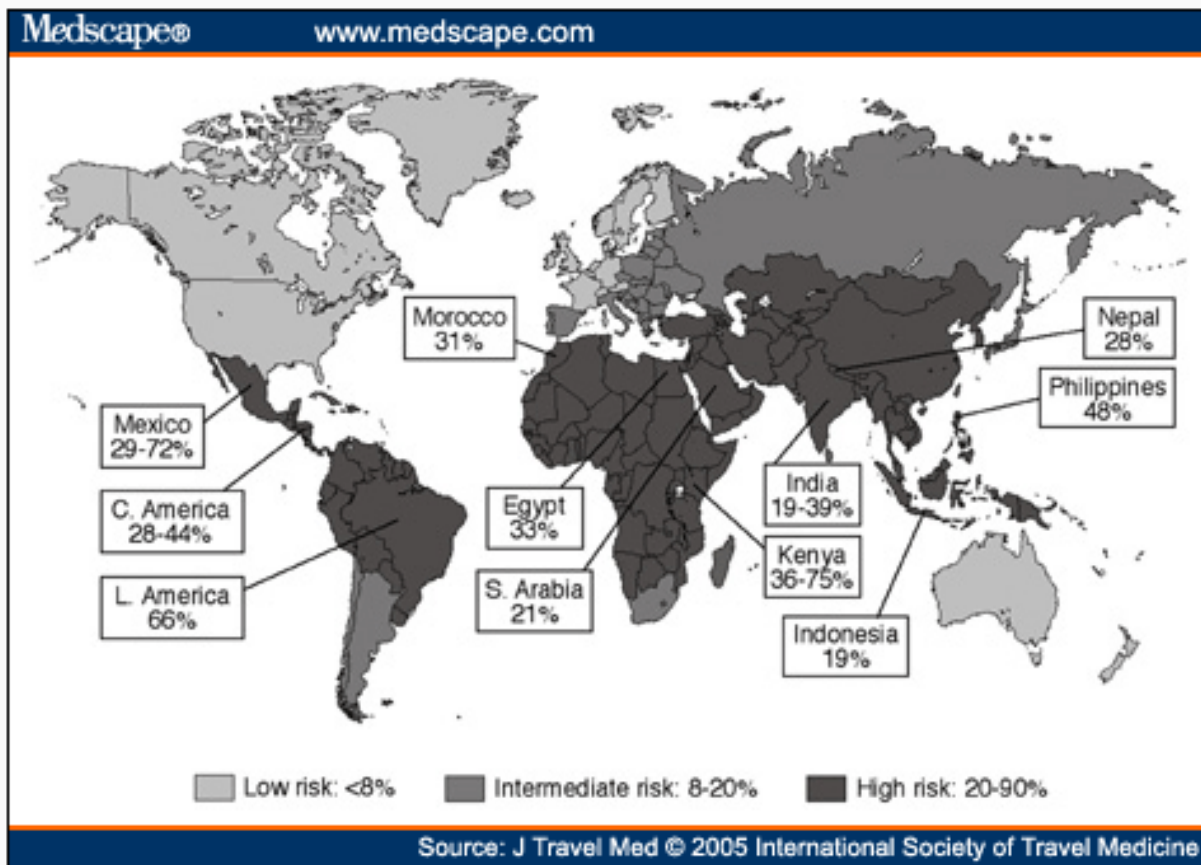
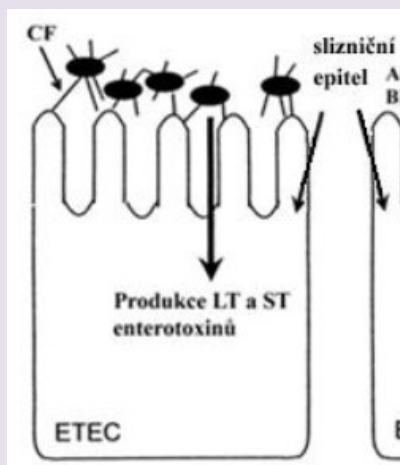


Enterotoxigenní *E. coli* (ETEC)

- tzv. cestovatelský průjem

4 typy fimbriálních struktur:

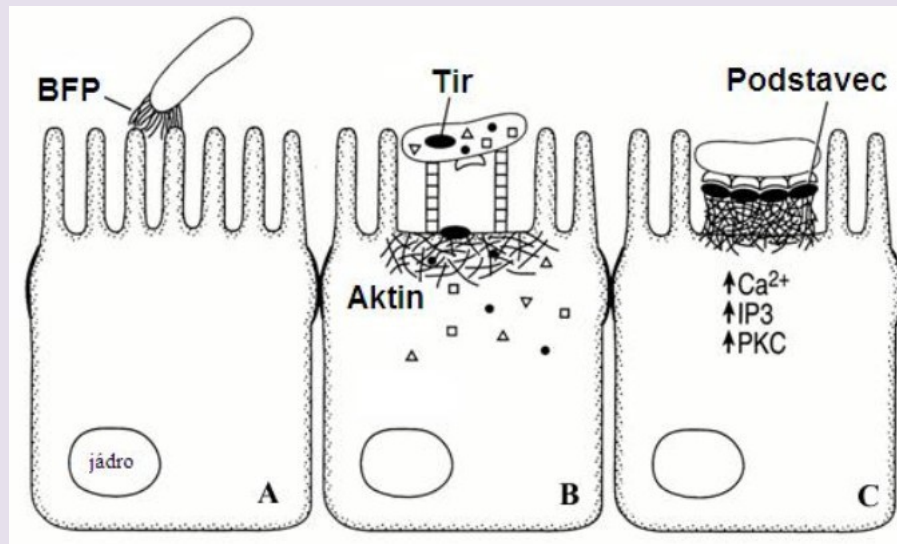
- Fimbrie *sensu stricto*
- Fibrily
- Fimbrie typu 4
- curli



Percentage incidence of travelers' diarrhea caused by enterotoxigenic Escherichia coli.

Enteropatogenní *E. coli* (EPEC)

- prujmovité onemocnění u dětí
- ve vyšších dávkách i u dospělých
- jejím vlivem dochází k lézím a k polymerizaci aktinu a myosinu --> přestavba cytoskeletu
- vytváří tzv. intimní adherenci = přilne velice blízko k povrchu pílů
- dojde k přemístění receptoru Tir ke stěně střeva --> přestavba aktinu a myosinu --> tvorba podstavce --> pohyb bakterie, kolonizace
- bakterie vylučuje EspC protein --> produkce toxinu



BFP = pilusy tvořící svazky („bundle forming pilus“); Tir = receptor intiminu („translocated intimin receptor“); IP3 = inozitoltrifosfát; PKC = proteinkináza C.

Enteropathogenic *Escherichia coli*: unravelling pathogenesis

Huiwen Deborah Chen, Gad Frankel *

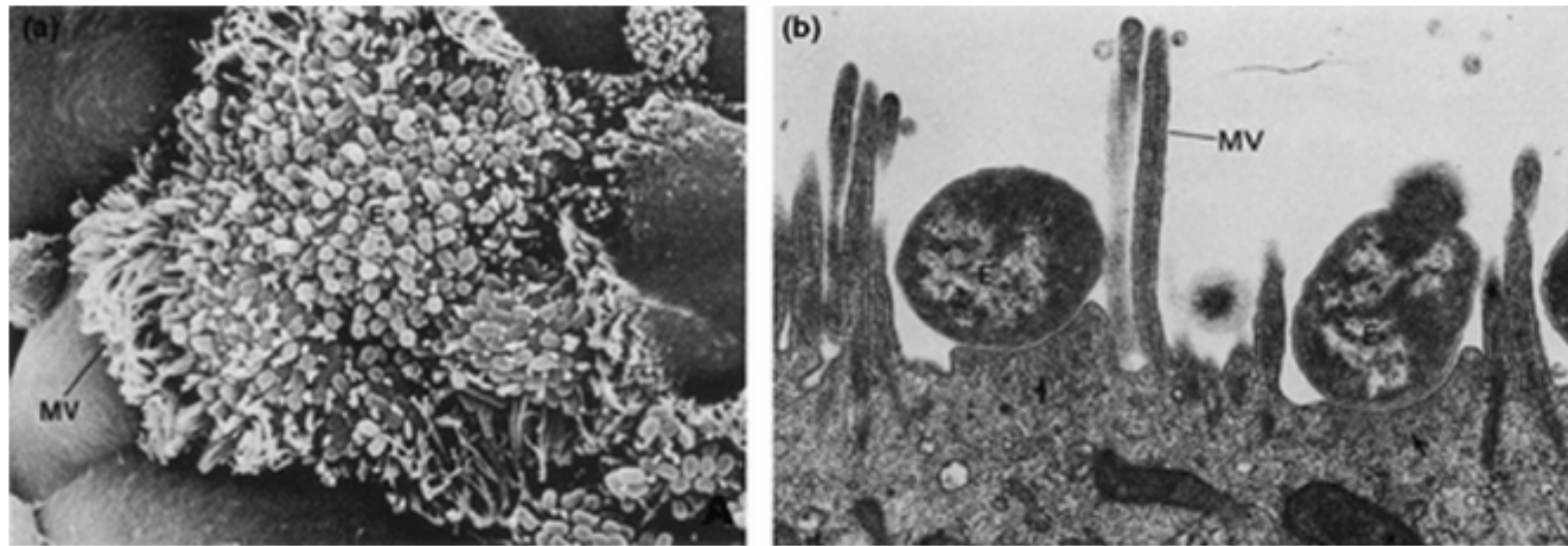
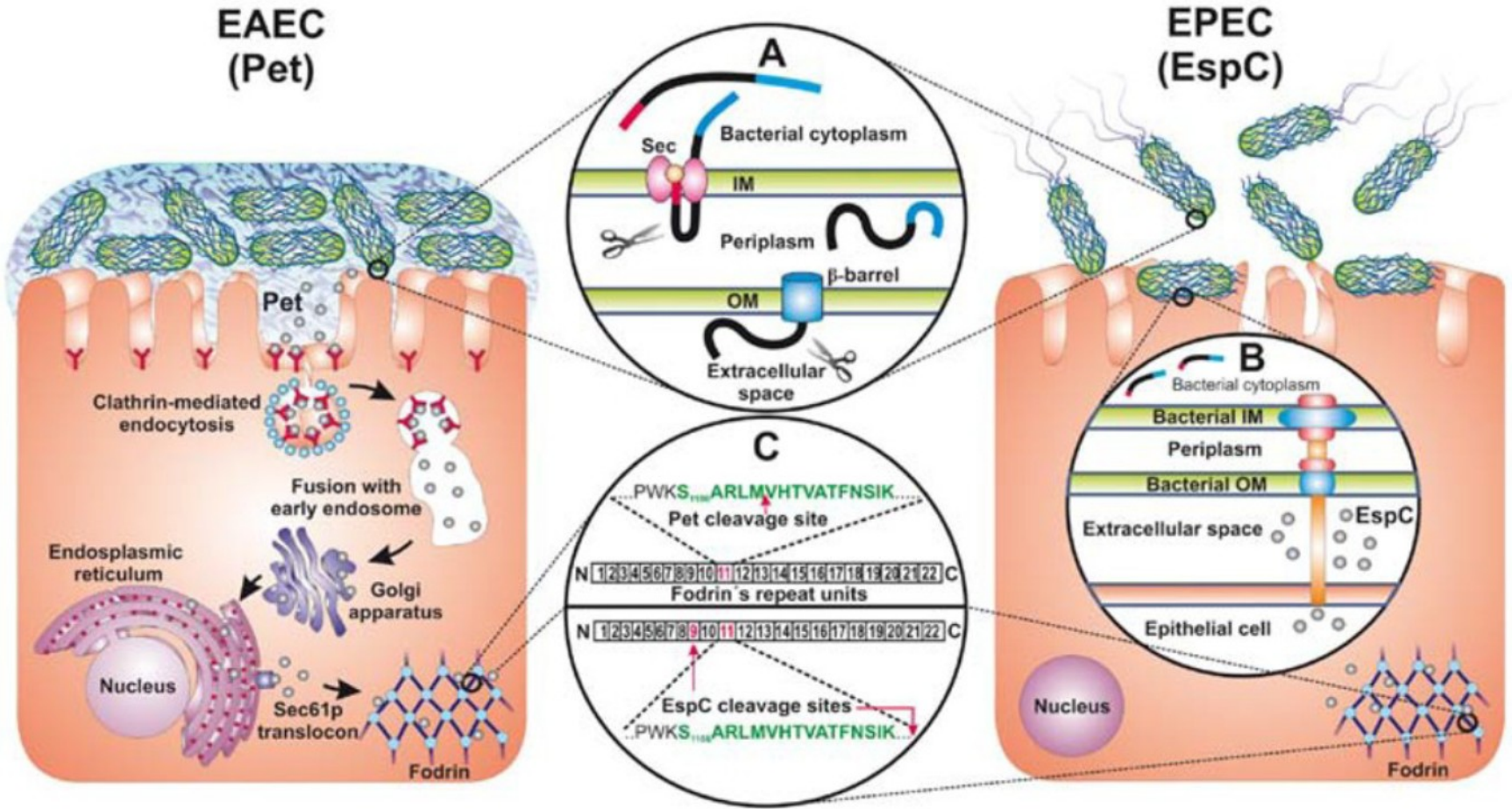
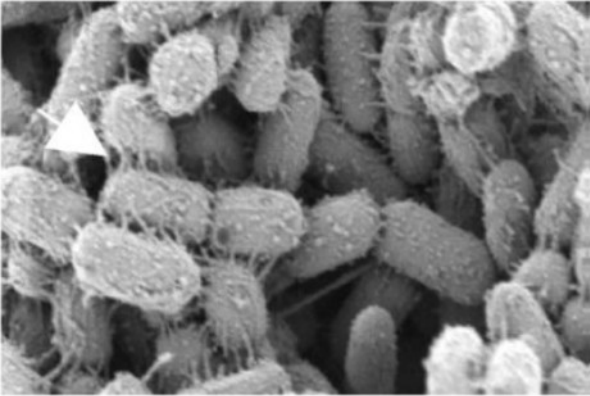


Figure 1

(a) Gross localised perturbation of brush border architecture. Original magnification: 5000 \times . (b) Electron micrograph of cultured human intestinal mucosa infected with EPEC, illustrating the key features of A/E histopathology. Bacteria are intimately attached to cup-like projections of the apical enterocyte membrane. At regions of attachment, localised destruction of microvilli (MV) and disruption of cytoskeleton were observed. Magnification: 45,000 \times . Reproduced from Knutton et al. (1987), with permission from ASM press.

Enteroagregativní *E. coli* (EAEC)

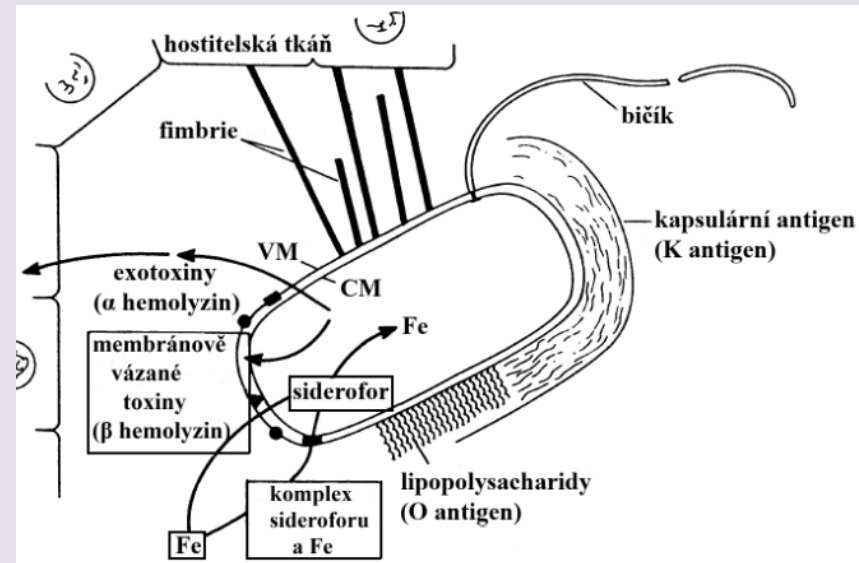
- průjem a zvýšená teplota, děti i dospělí
- ke kolonizaci dochází díky agregativní adhezenci
- tato *E. coli* donutí enterocyty k tvorbě slizu
- plazmid pAA kóduje fimbrie agregativní adherence



Extraintestinální *E. coli*

- tato *e. coli* není primárně ve střevech
- často jsou v močových cestách, v krvi
- způsobují novorozenecké meningitidy
- hrají roli v nozokomiálních nemocích

mají hodně virulenčních faktorů :



- bičíky, fimbrie
 - produkce exotoxinů, membr. vázaných toxinů
 - siderofory
- (vážou železo z host.buněk – Fe pak stimuluje růst bakterii)

DĚKUJI ZA POZORNOST

