

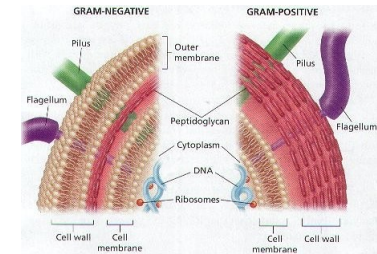
# Tvary bakteriálních buněk

## Morfologie kolonií

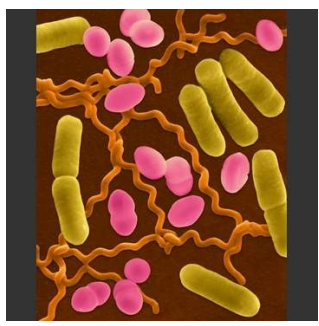
### Barvení buněk

## Interpretace Gramova barvení

# Obrazová dokumentace a zpracování obrazu

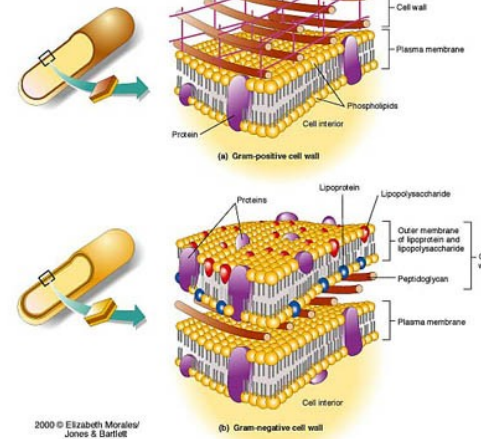


# Morfologická diverzita prokaryot

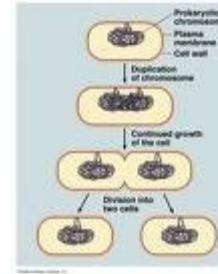


- tvar buňky
- shlukování buněk
- buněčné povrchy
- buněčné dělení
- adaptace k environmentálním extrémům
- diverzita vývojových cyklů
- diverzita metabolismu

Elizabeth Morales  
Illustrations development for the life sciences

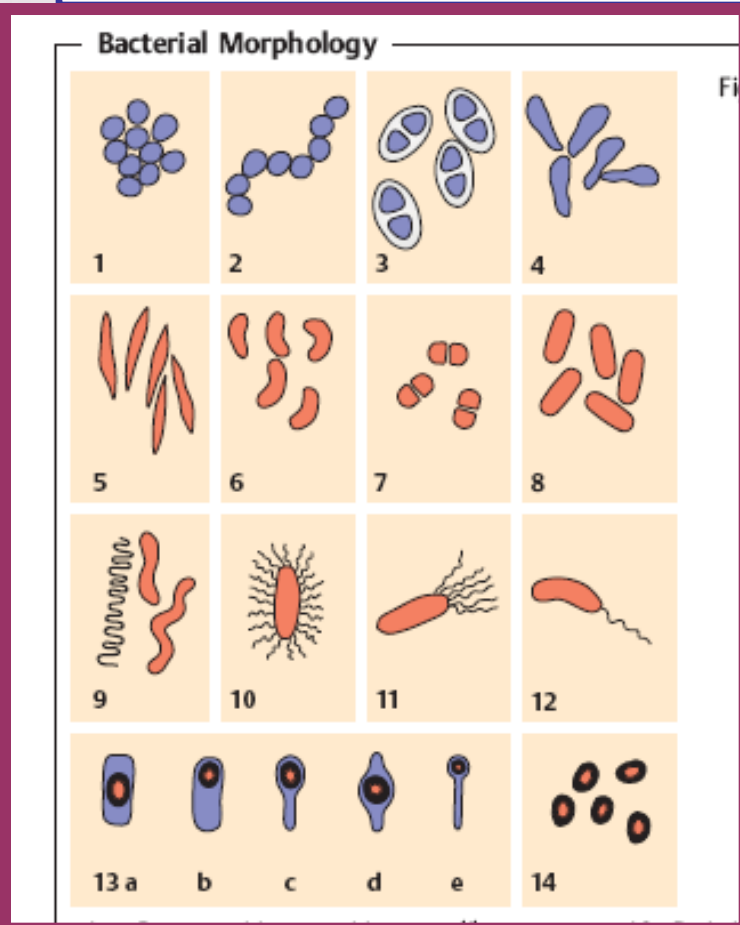


2009 © Elizabeth Morales/  
Jones & Bartlett



ARTWORK | IMAGES.COM / CORBIS

# Tvary bakteriálních buněk optimální hydrodynamické vlastnosti využití přístupných živin



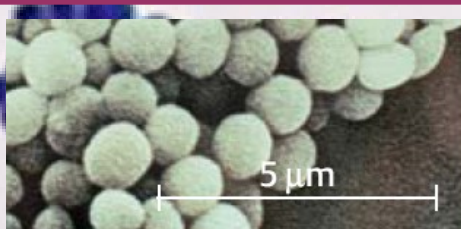
**poměr povrch/objem**

♦ největší - kulaté buňky

♦ dlouhé tenké buňky - menší

1. Gram-positive cocci in grapelike clusters (staphylococci)
2. Gram-positive cocci in chains (streptococci)
3. Gram-positive cocci with capsules (pneumococci)
4. Gram-positive, clubshaped, pleomorphic rods (corynebacteria)
5. Gram-negative rods with pointed ends (fusobacteria)
6. Gram-negative curved rods (here comma-shaped vibrios)
7. Gram-negative diplococci, adjacent sides flattened (neisseria)
8. Gram-negative straight rods with rounded ends (coli bacteria)
9. Spiral rods (spirilla) and Gram-negative curved rods (*Helicobacter*)
10. Peritrichous flagellation
11. Lophotrichous flagellation
12. Monotrichous flagellation
13. Formation of endospores (sporulation) in cells of the genera *Bacillus* and *Clostridium* (spore stain)
  - a) Central spore, vegetative cell shows no swelling
  - b) Terminal spore, vegetative cell shows no swelling
  - c) Terminal spore ("tennis racquet")
  - d) Central spore, vegetative cell shows swelling
  - e) Terminal spore ("drumstick")
14. Free spores (spore stain)

*Borrelia*,  
*Giemsa*



## Velký povrch buňky vůči jejímu objemu

Př: kok o průměru  $2\ \mu\text{m}$  - povrch  $12\ \mu\text{m}^2$

- objem  $4\ \mu\text{m}^3$

- poměr povrchu ku objemu je pak  $12:4 = 3:1$

Proti tomu:

eukaryotická buňka o průměru  $20\ \mu\text{m}$

- povrch  $1200\ \mu\text{m}^2$

- objem  $4000\ \mu\text{m}^3$

- povrch:objem je  $1200:4000 = 0.3:1$

# Velikost bakterií a) nejmenší

Nejmenší rody: *rickettsie* a *mykoplasmata*, *Nanobacterium*

- *Mycoplasma*:

Schopny samostatného růstu!

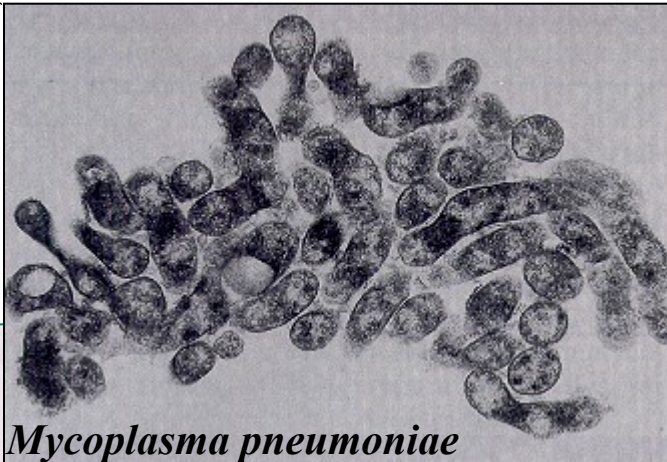
= nejmenší volně žijící bakterie

Nebezpečí: prochází  
protibakteriálními  
filtry!

0,2-0,8  $\mu\text{m}$

- bez buněčné stěny

(= amorfní a nebarvitelné na b.s.)



*Mycoplasma pneumoniae*

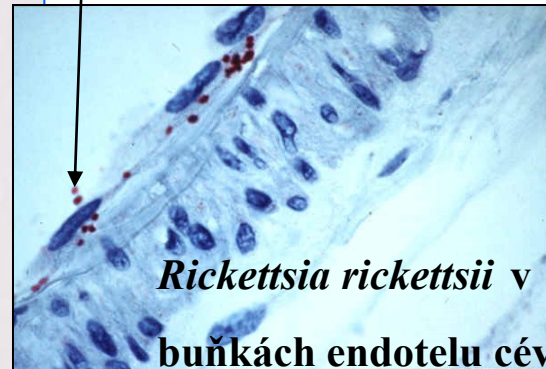
- *Rickettsie*

Nerostou mimo hostitelskou buňku!

0,3-0,8  $\mu\text{m}$  G- koky až tyčinky

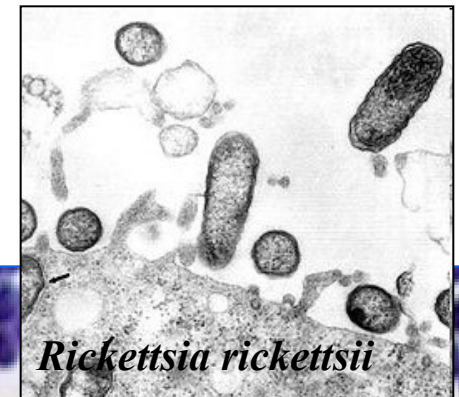
**Barví se červeně** dle Giemsky,  
podlouhlé b. polárně.

- b.s. podobná bakteriální



*Rickettsia rickettsii* v

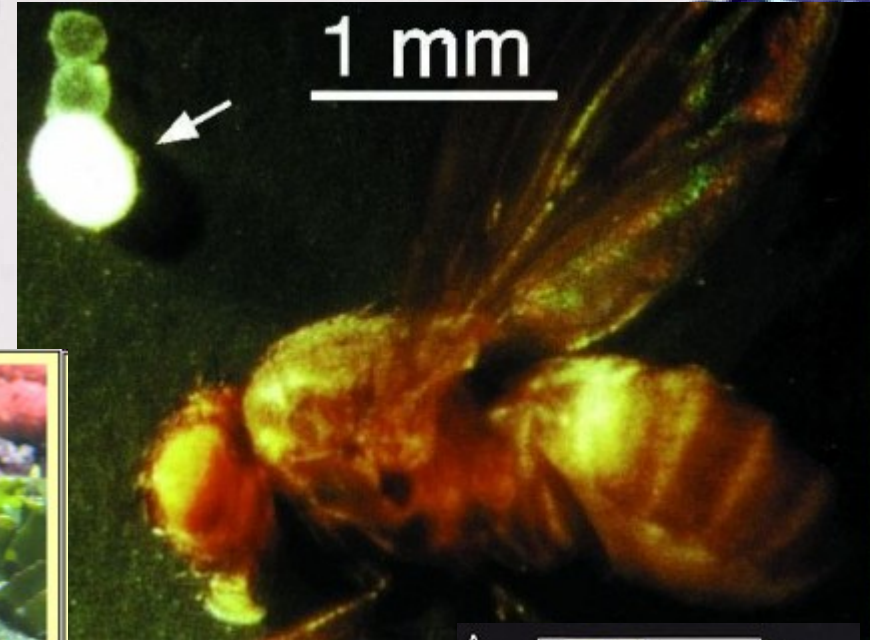
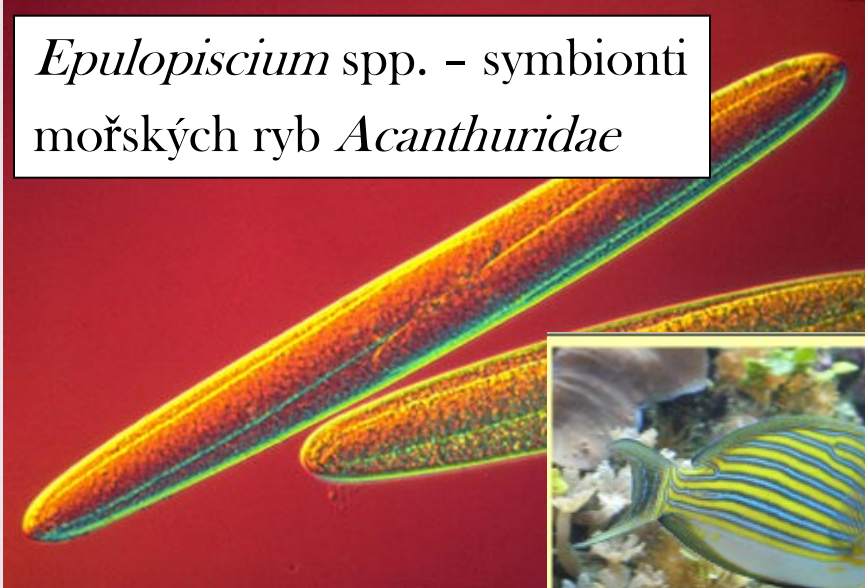
buňkách endotelu cév



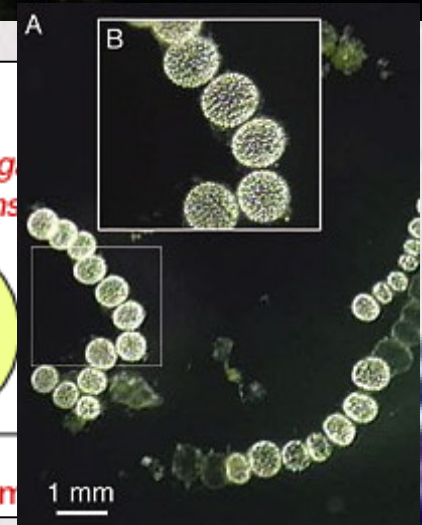
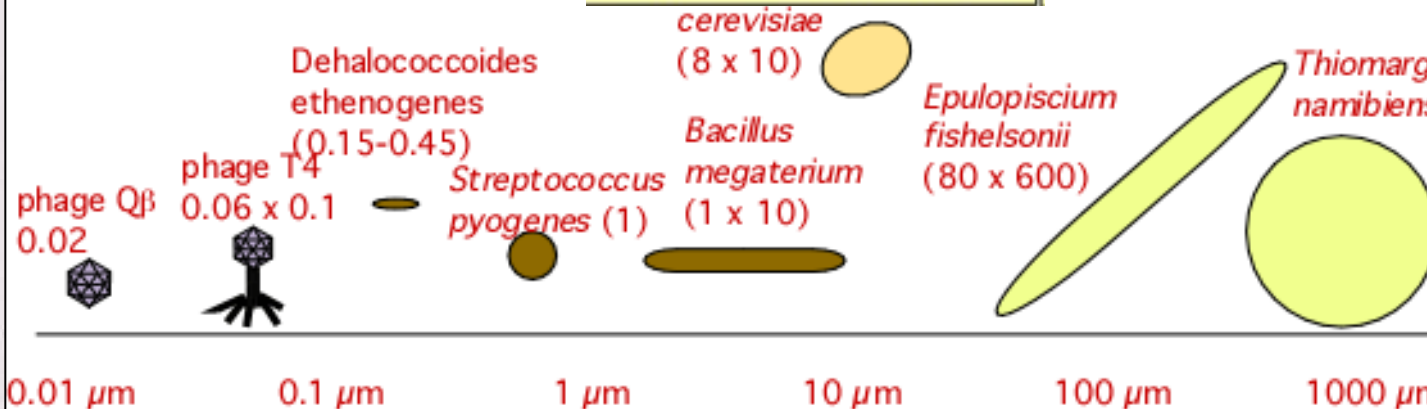
*Rickettsia rickettsii*

# Velikost bakterií b) největší

*Epulopiscium* spp. – symbionti mořských ryb *Acanthuridae*



*Acanthurus lineatus*, the striped surgeonfish

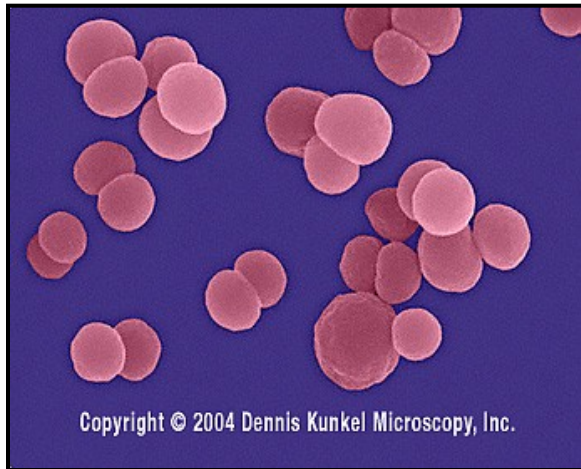


# Koky

Geneticky kódováno dělení v rovinách a odloučení samostatné buňky.

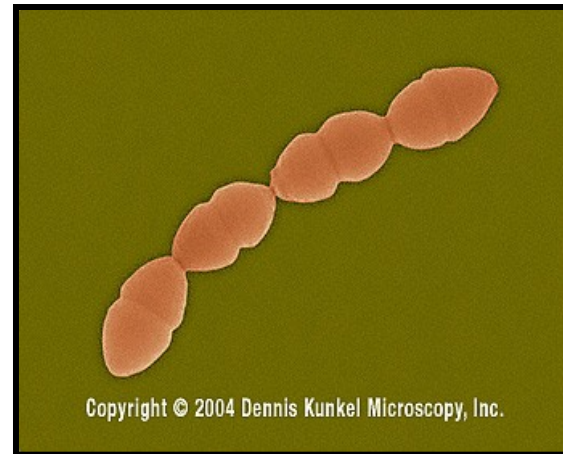
Spojení buněčnou stěnou – Van Der Waalsovy síly

## • oploštělé



*Neisseria meningitidis* – G-  
meningitida,  
Waterhouse-Friderichson syndrom

## zašpičatělé

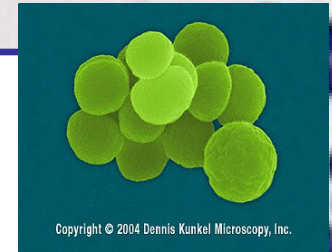


*Streptococcus pneumoniae* – G+  
- pouzdra  
Infekce horní části dých.traktu  
(bronchitida,  
laryngitida, sinusitida, otitis media) i  
dolní části  
(pneumonie).

# v závislosti na rovině dělení :

- **diplokoky** - jedno dělení v jedné rovině i shluky (dle náboje buňky a živin)

*Neisseria gonorrhoeae*, G-



Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

- **streptokoky** - dělení jen v jedné rovině a dělí se každá buňka v řetízku. Jednotlivě, dvojice nebo řetízky (*Streptococcus*, *Lactococcus*)

- **tetrády** dělení ve dvou rovinách, málo časté, většinou přerůstají v balíčky (*Micrococcus luteus*)

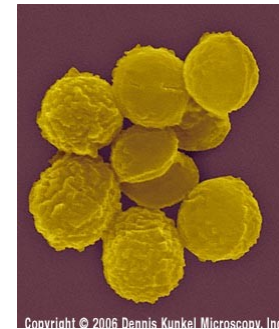
- **pakety, sarciny** dělení ve 3 na sebe kolmých rovinách po dělení zůstávají ve skupinách po 8

- **stafylokoky**

nepravidelné dělení

shluky, hrozníčky

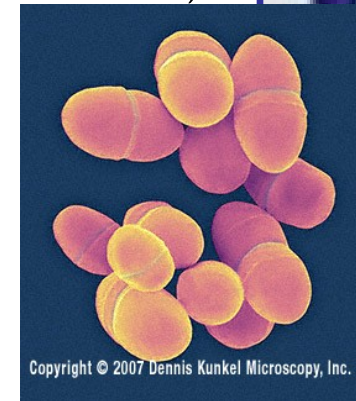
typ shluku **charakteristický** pro každý druh, v prostředí bohatém živinami se tvoří **více** shluků



Copyright © 2006 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

*Micrococcus luteus*

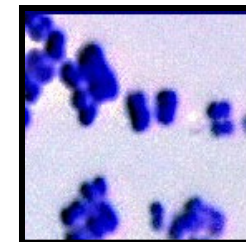
G+



Copyright © 2007 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

*Lactococcus lactis*

G+



*Sarcina*



*Staphylococcus aureus*

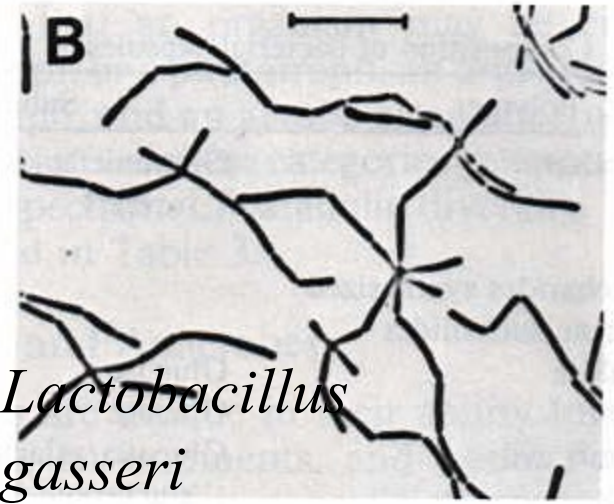


# Charakter shluků závisí na způsobu dělení bakteriálních buněk

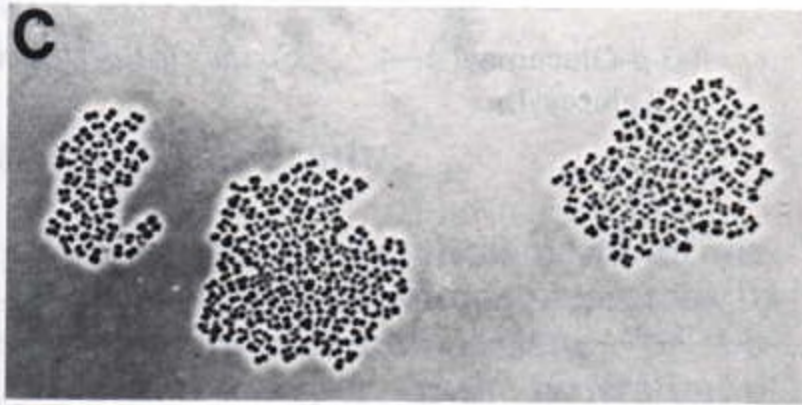
- příčiny tvorby jednotlivých typů shluků u jednotlivých skupin bakterií nejsou jasné
- myxobakterie – produkce extracelulárních enzymů a lyze nerozpustných makromolekul
- studium vztahů mezi strukturou a funkcí
- jiná distribuce živin dovnitř shluku buněk



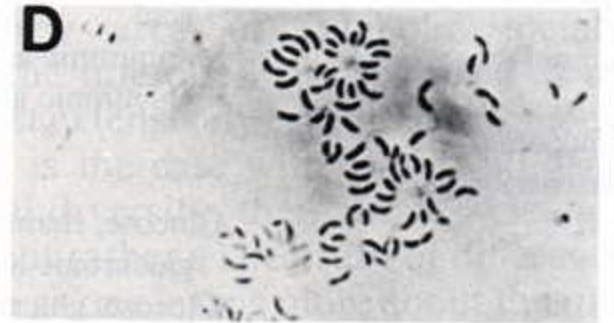
*Streptococcus lactis*



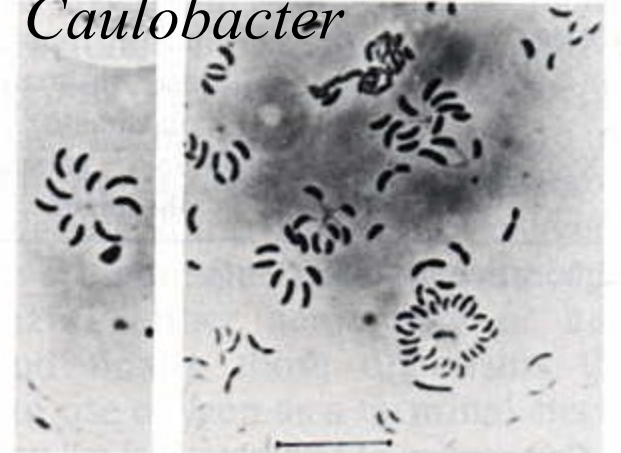
*Lactobacillus gasseri*

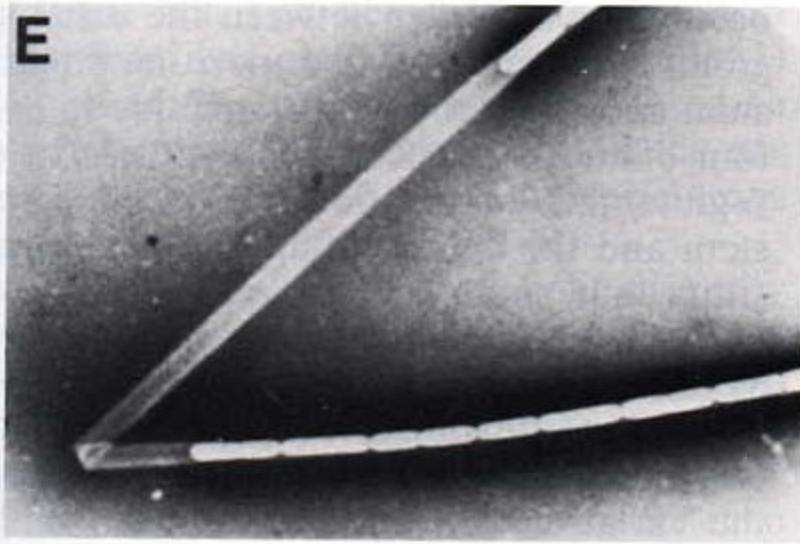


*Stomatococcus mucilaginosus*

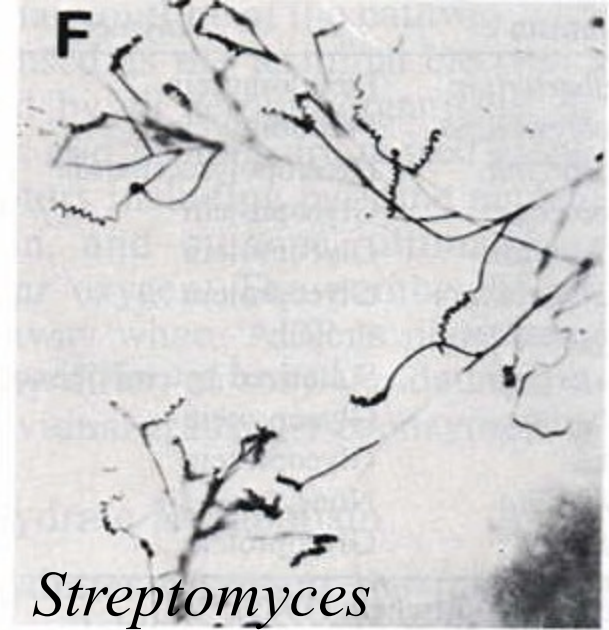
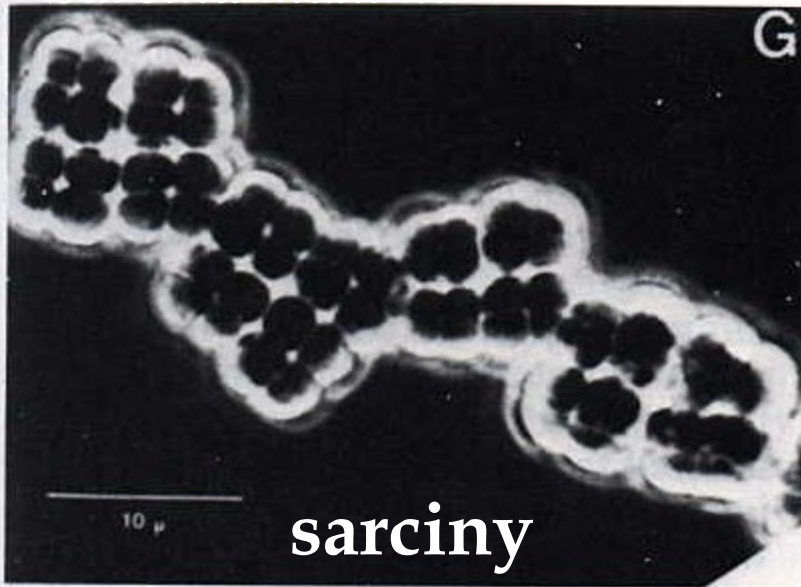


*Caulobacter*

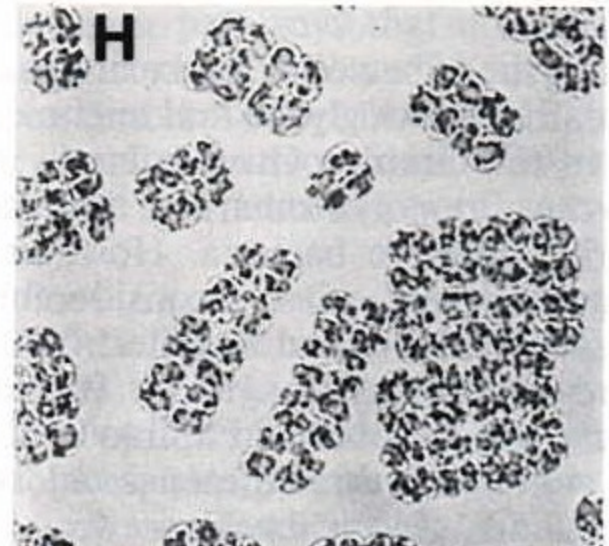




*Sphaerotilus*



*Streptomyces*



*Amoebobacter  
pedioformis*

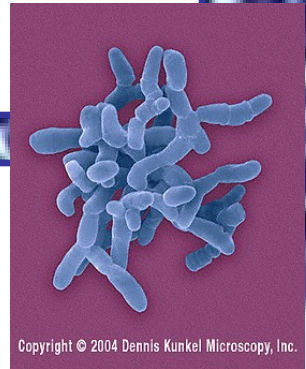


*Salmonella typhi*

# Tyčinky, tyčky

Dělení jen v 1 rovině, vždy jen příčně.

U bacilů poměr délka/šířka větší než 0,5.



Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

*Mycobacterium paratuberculosis*

rovné (většina bakterií, *E.Coli*, *Salmonella*...)

krátké (kokobacily viz níže)

dlouhé - vlákna (*Erysipelothrix*, *Actinomyces*)

štíhlé (*Mycobacterium tuberculosis*, *Clostridium tetani*)

robustní (r. *Lactobacillus*, *Clostridium perfringens*)

rozštěpené (r. *Bifidobacterium*)

větvící se (rr. *Nocardia*, *Actinomyces*)

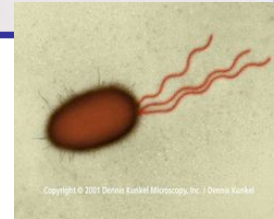
zakřivené (*Vibrio*, *Campylobacter*) *Vibria* – různě prohnuté na jednu stranu, divoké kmeny více než sbírkové. Mikroskopie: vždy jednotlivě, dvojice jen na konci buněčného cyklu.

s rovnými až konkávními konci (*Bacillus anthracis*)

vřetenovité (r. *Fusobacterium*)

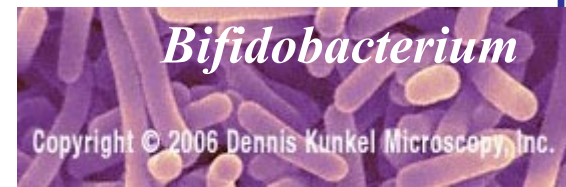
kyjovité (r. *Corynebacterium*)

pleomorfní (viz níže)



Copyright © 2001 Dennis Kunkel Microscopy, Inc. / Dennis Kunkel

*E. coli*



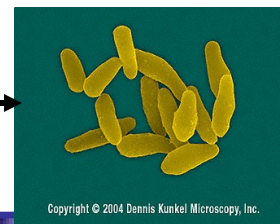
*Bifidobacterium*

Copyright © 2006 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.



*Vibrio*

Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.



Copyright © 2004 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

*Actinomyces virosus*

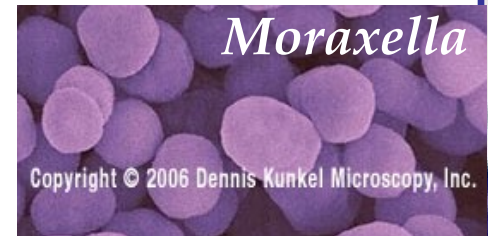
Copyright © 2006 Dennis Kunkel Microscopy, Inc.

# Tyčinky

Dělí se typicky jen podél své krátké osy a zůstávají většinou odděleně;

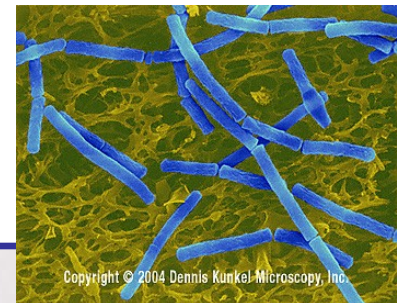
- Diplobacily:

tyčky ve dvojicích s kratšími konci u sebe (např. rod *Moraxella*)



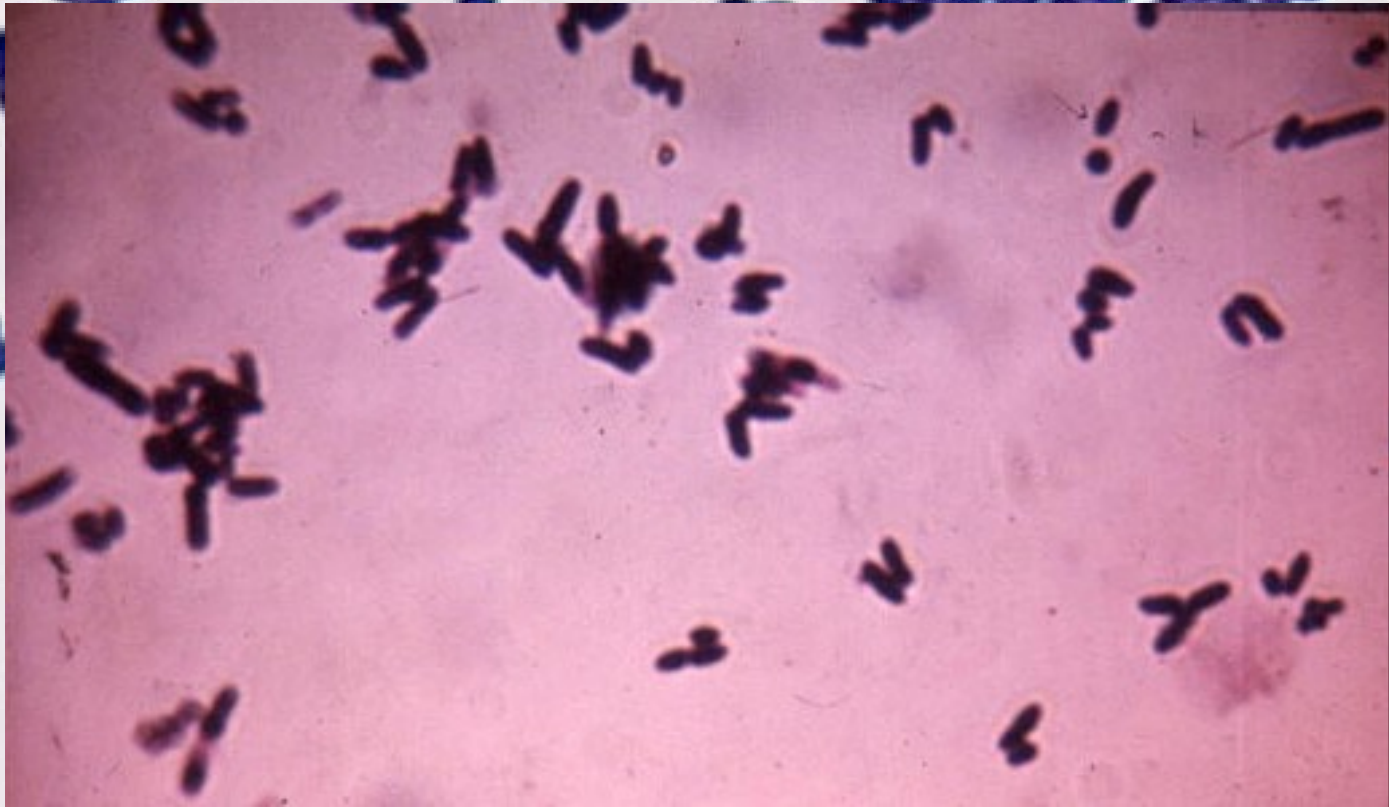
- Streptobacily:

Tyčky, které zůstávají v řetízku po dělení (např. *Streptobacillus moniliformis*, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, *Bacillus*, *Lactobacillus*)



**Palisádovité uspořádání**, v podobě klád či římských číslic (např. rod *Corynebacterium*, *Mykobacterium* a tzv. nokardioformní bakterie - *Nocardia asteroides*, *Arcanobacterium haemolyticum*, *Rhodococcus equi*)

**Palisády** - vznikají rozpadem řetízku u buněk produkujících palisádový enzym, buňky pak sekundárně spojeny nábojem. Palisády existují v prostředí vždy krátce (výskyt proteáz).



Korynebakteria - G+ FANA tyčinky

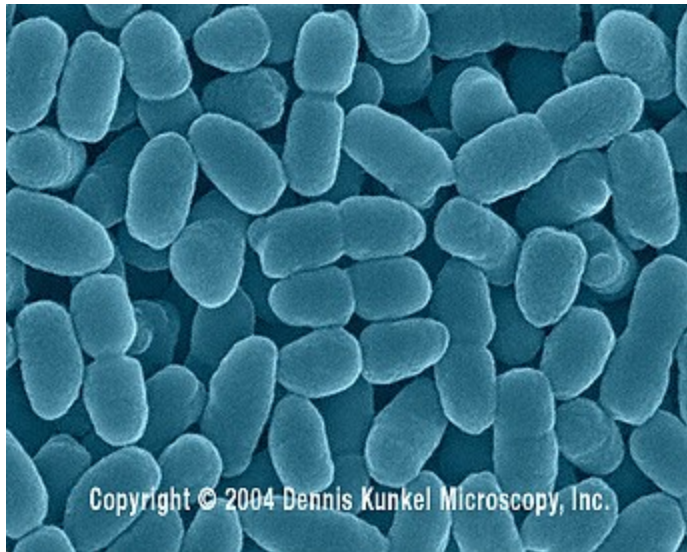
„havraní křídla“, palisády, X, Y, rozsypaný čaj...kyjovité buňky

- a) *Corynebacterium diphtheriae* - gramlabilní
- b) *C. ulcerans* - primárně zvířecí; čl.- kožní záněty
- c) difteroidy - kožní flora

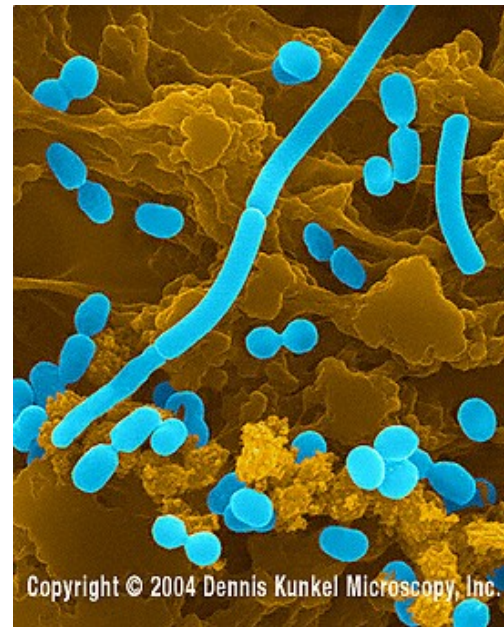
# Kokobacily

kokobacily a kokotyčky dvojice nebo shluky, nikdy řetízky

- *Bordetella pertusis*, *Kingella*, *Acinetobacter*



*Bordetella holmesii*



*Acinetobacter* spp.



# Další tvary tyčinek

Mycelium tvořící - aktinomycety, streptomycety

## Prostéky tvořící

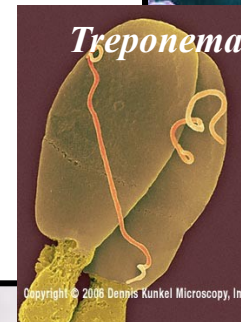
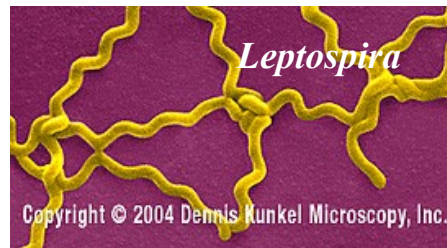
prostéka - buněčný výběžek s cytoplazmou, ohraničený cytoplazmatickou membránou a buněčnou stěnou  
(*Filomicrobium, Hyphomicrobium*)

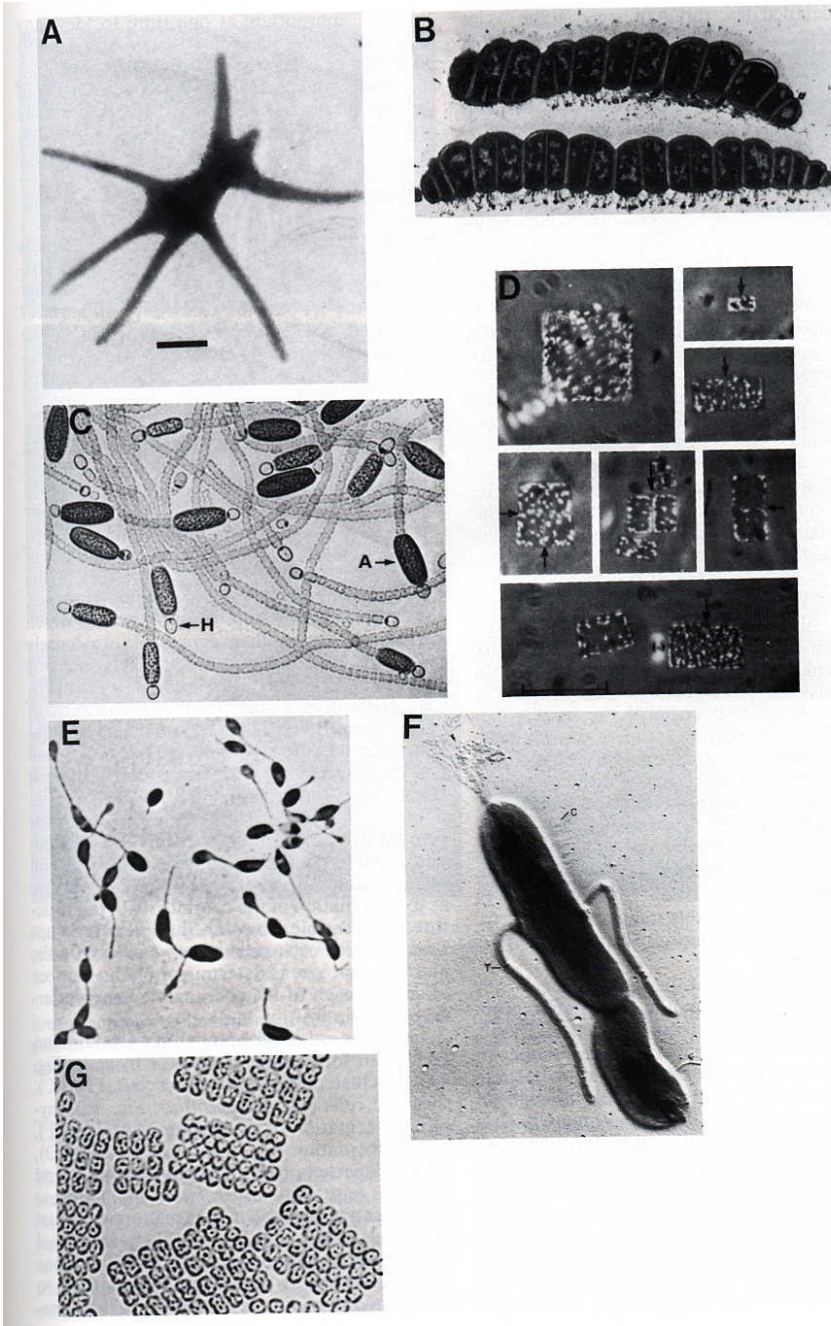
## Pupeny, pučení

Pupeny na rozdíl od kvasinek vždy na krátké straně, pučí většinou tyčky. Pupen vždy opouští mateřskou buňku.  
U pučících i příčné dělení.  
(*Ancalomicrobium, Blastobacter, Hyphomonas*)

## Spirálovité

nepravidelné (rody *Spirillum, Helicobacter*)  
hrubé (r. *Borrelia*)  
jemné (r. *Treponema*)  
jemné se zahnutými konci (r. *Leptospira*)





*Prosthecomicrobium*

*Simonsiella*

*Cylindrospermum*

*Rhodomicrobium*

*Asticacaulis*

*Thiopedia rosea*

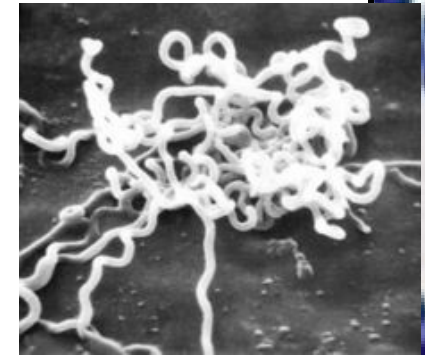
**Spirilly** – určitý a konstantní počet závitů  
(– max 5-7.) a vždy stejné stoupání



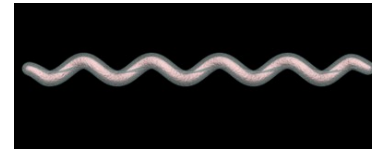
Pohyb a udržování počtu závitů vždy dle osového vlákna, závity jen v 1 rovině, relativně tenké buňky.

**Spirochety** – více závitů ve 2 či 3 rovinách,  
tlustší buňky.

Bičíky v horním periplazmatickém prostoru, axiální bičíky vidíme až na řezu (jeden až několik desítek).



Undulující membrána – bílkovina + sacharid v 1 rovině, výlučně u vodních.



U spiril i spirochet bičíky vždy na koncích, jednotlivě či ve svazku. Pokud spojení buněk, tak háčkem, ne plochou. Pro pozorování se využívá **mikroskopie v zástinu**. Mikroskopie: buňky vždy jednotlivě.

## Bakterie monomorfní

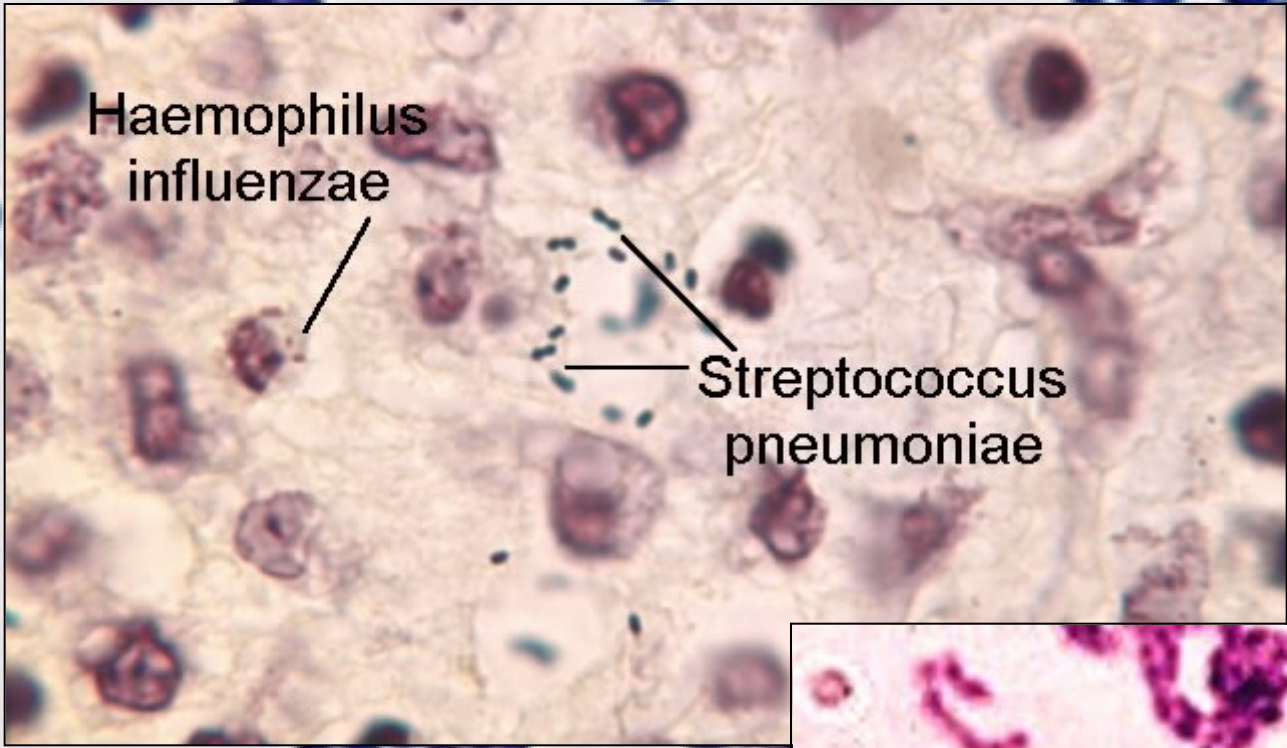
existence jedné morfologické formy nezávisle na podmínkách růstu

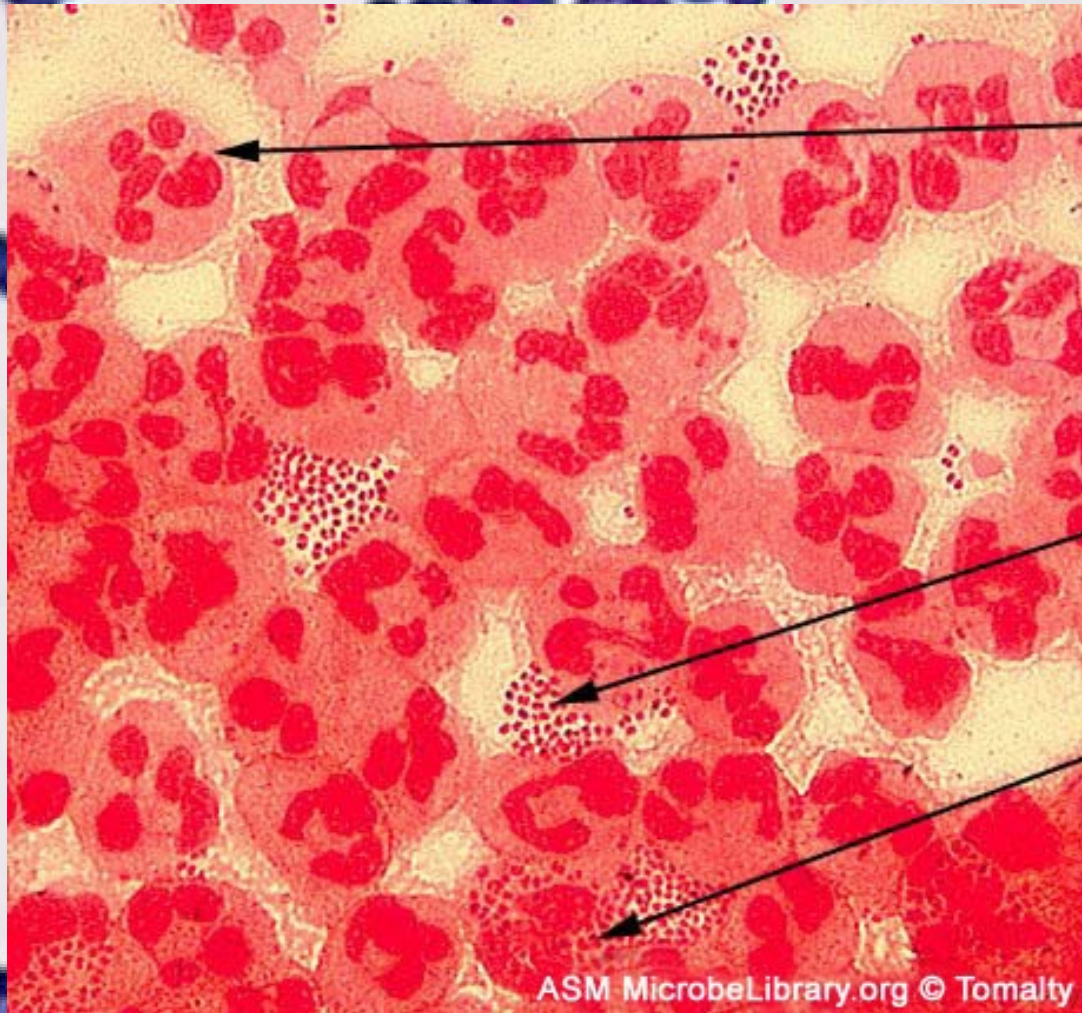
## Bakterie pleomorfní (mnohotvaré, pleiomorfní)

existence odlišných morfologických forem u téhož druhu či kmene (vlivem různých podmínek pro růst, často starší kultury)

příklady: *Corynebacterium diphtheriae*, *Mycoplasma pneumoniae*, *Rickettsia prowazeki*, *Rickettsia rickettsia*

1. mykobakterie
2. corynebacterium -plectridium (ztluštění terminálně) či clostridium (ztluštění centrálně), corynebacterium mikroskopie: jednotlivě, dvojice nebo shluk.
3. aktinomycety - mikroskopie: jednotlivě, dvojice nebo shluky. U streptomycet např. čím delší kultivace tím větší pleomorfismus.



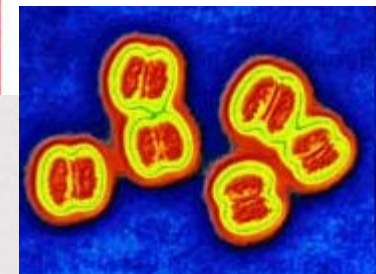


polymorphonuclear leukocyte

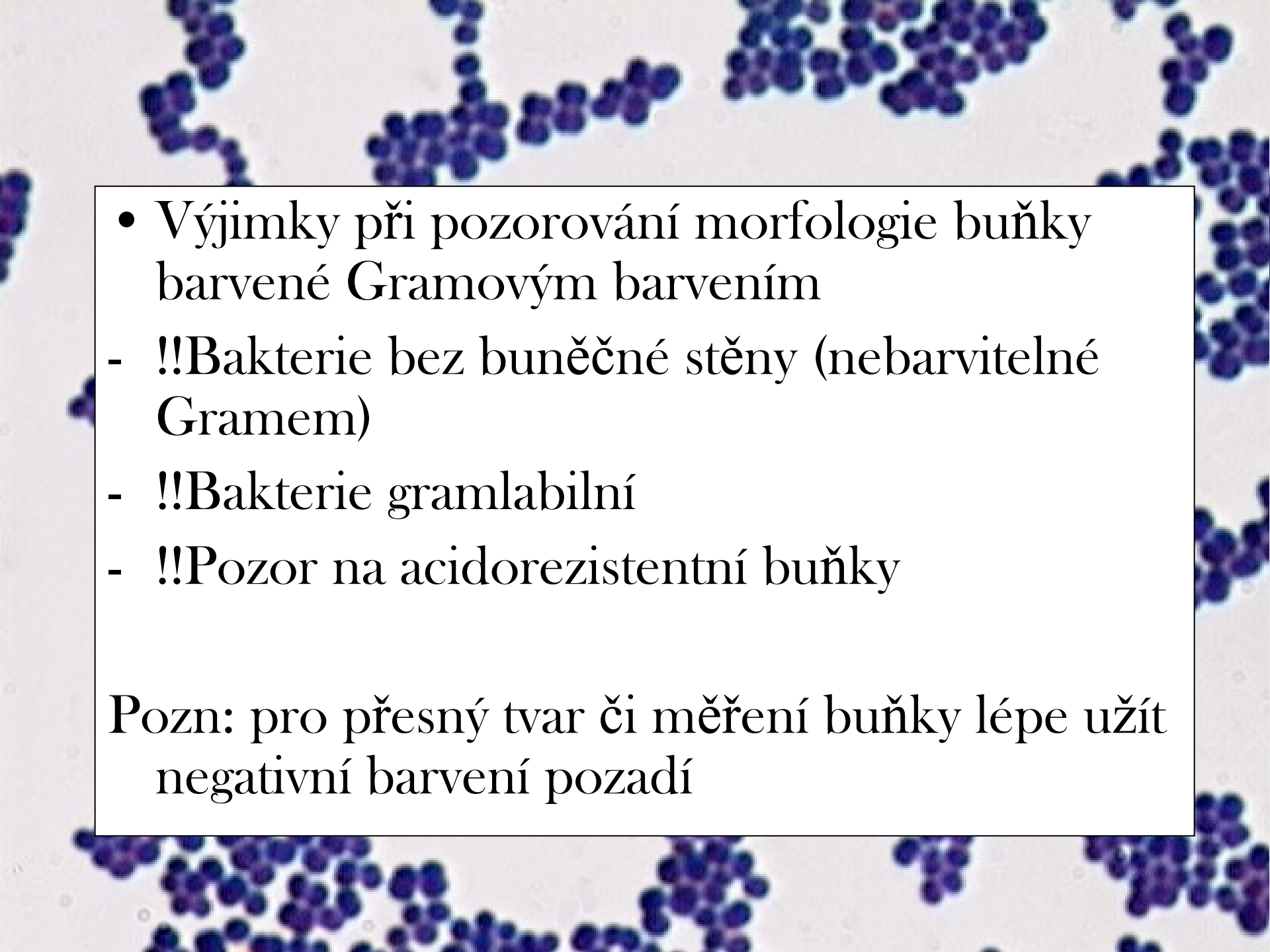
Extracellular gram-negative diplococci

Intracellular gram-negative diplococci

ASM MicrobeLibrary.org © Tomalty



*Neisseria gonnorrhoea, meningitidis*

- 
- Výjimky při pozorování morfologie buňky barvené Gramovým barvením
    - !!Bakterie bez buněčné stěny (nebarvitelné Gramem)
    - !!Bakterie gramlabilní
    - !!Pozor na acidorezistentní buňky

Pozn: pro přesný tvar či měření buňky lépe užít negativní barvení pozadí

# Bakterie bez buněčné stěny

- Sekundární ztráta b.s.
- Mutací tzv. „L-formy“ bakterií (G<sup>+</sup> i G<sup>-</sup>)
- Primárně sférický tvar, ale i jiný
- Žijí v osmoticky stabilním prostředí (př. parazit *Mycoplasma*)
- Větš. specifická stavba membrány
- Malý genom - nepotřebují enzymy biosyntéz



## Bakterie nebarvitelné Gramem

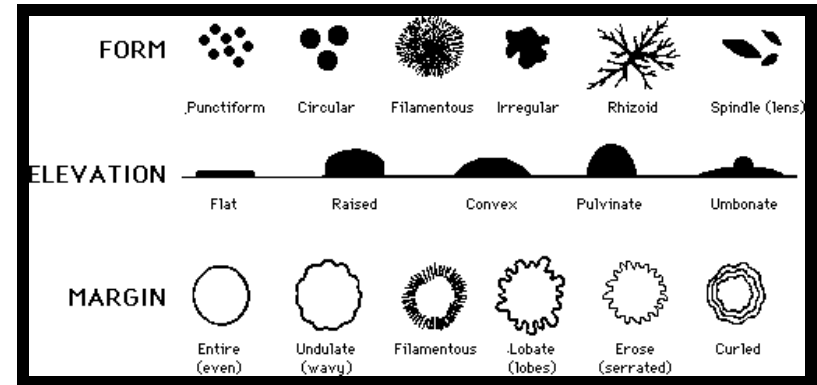
- *Borrelia burgdorferi* (fig [1](#), [2](#))
- *Borrelia recurrentis* (fig [1](#))
- *Bartonella henselae* (fig [1](#), [2](#))
- *Chlamydia trachomatis* (fig [1](#), [images of elementary bodies](#), [images of reticulate bodies](#))
- *Chlamydophila pneumoniae* ([images of elementary bodies](#), [images of reticulate bodies](#))
- *Chlamydophila psittaci* ([images of elementary bodies](#), [images of reticulate bodies](#))
- *Coxiella burnetii* (fig [1](#), [2](#))
- *Ehrlichia chaffeensis* (fig [1](#), [2](#))
- *Anaplasma phagocytophilum* (formerly; *Ehrlichia phagocytophilum* or *E. equi*; Fig. [1](#))
- *Legionella* sp. (fig [2](#))
- *Leptospira* sp. (fig [1](#), [2](#))
- *Mycobacterium bovis* (fig [1](#))
- *Mycobacterium tuberculosis* (fig [1](#), [2](#) thanks to Anders Olav Lande, [3](#))
- *Mycobacterium avium*, *Mycobacterium intracellulare* (fig [1](#) thanks to Anders Olav Lande)
- *Mycobacterium kansasii* (fig [1](#))
- *Mycobacterium leprae* (fig [1](#), [for a close up](#) thanks to Anders Olav Lande)
- *Mycobacterium marinum* (fig [1](#))
- *Rickettsia rickettsii* (Fig. [1](#); scroll down to bottom of the page. [2](#))
- *Orientia tsutsugamushi* (formerly; *Rickettsia tsutsugamushi*; Fig. [1](#))
- *Treponema pallidum* (fig [1](#), [2](#), [3](#))

# Morfologie kolonií

Charakteristická pro daný bakteriální druh



- Kolonie - tvorba a stavba, uspořádání (organizace) a dorozumívání (komunikace).
- Mezikoloniální vztahy a vlivy - komunikace mezi jednotlivými koloniemi.
- Závislost na době kultivace, teplotě a výživě.
- Kolonie bakteriální = společenství buněk vzniklé obvykle na povrchu pevné kultivační půdy z třeba i jediné životaschopné buňky.



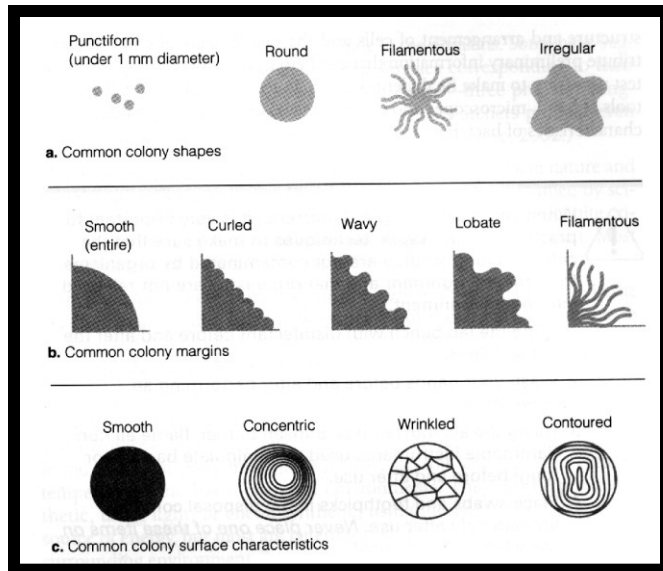
**Velikost** (průměr; mm)

**Tvar** – kolonie pravidelná kulatá, oválná, nepravidelně laločnatá, vláknitá, rhizoidní, plazící se

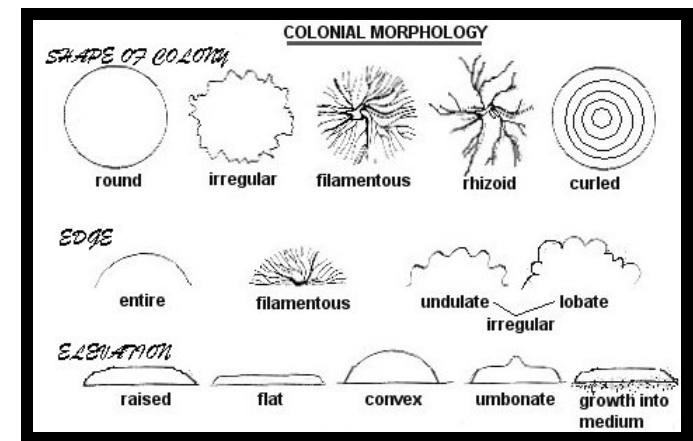
**Profil** – kolonie vyvýšená, plochá, pupkovitá, miskovitá ...

**Okraje** – pravidelné, filiformní, laločnaté, okrouhlé ...

**Povrch** – hladký, lesklý (S - fáze), matný, drsný (R- fáze)

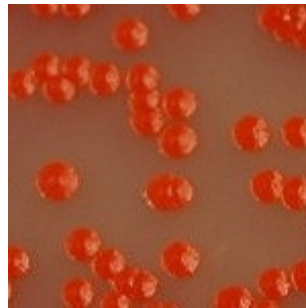


Transparence  
 Vůně, zápach  
 Tvorba mycelia  
 Změny media  
 Barva  
 Konzistence





*Serratia*



*Chromobacterium violaceum*

Kulaté, vypouklý profil,  
pravidelné okraje



*Micrococcus luteus*

Drobné = tečkovité,  
pravidelné, vypouklé



*Klebsiella ozanae*  
Kulaté kolonie



*Enterococcus faecalis*

Kulaté, vypouklý profil,  
pravidelné okraje

**Drobné** – neúčinný  
metabolismus

Kultivace 3-4 dny

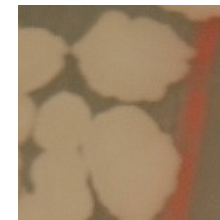


*Lactobacillus plantarum*



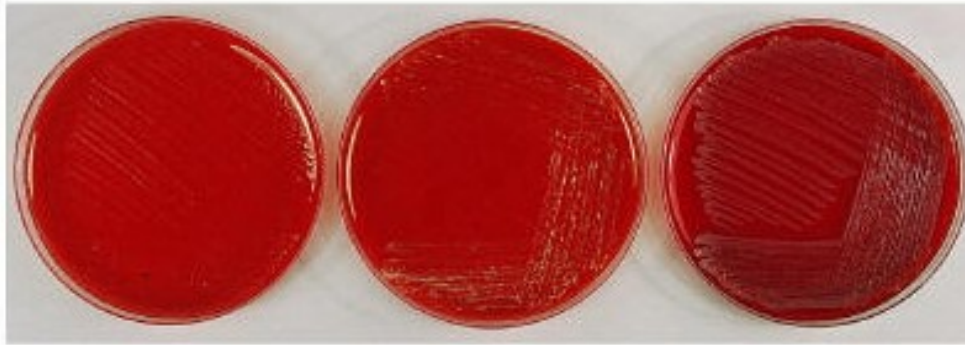
*Salmonella*

Jeden druh tvoří i **rozdílnou** morfologii kolonií



*Bacillus cereus*

Kolonie velké,  
nepravidelné,  
plochý profil, okraj vlnitý

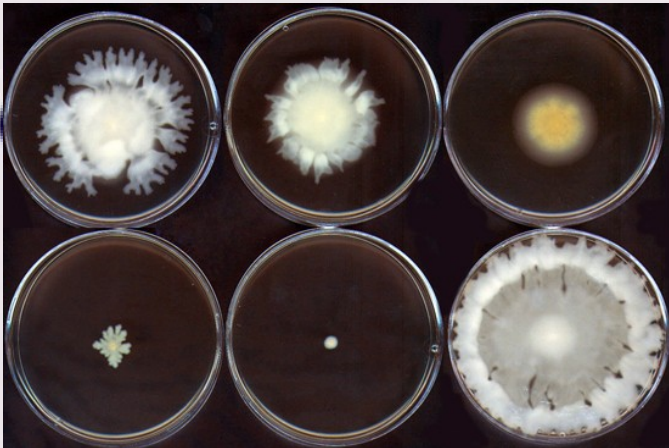


5°C

25°C

35°C

Colony morphology of an exopolysaccharide-overproducing mutant of *P. fluorescens* CHA0.

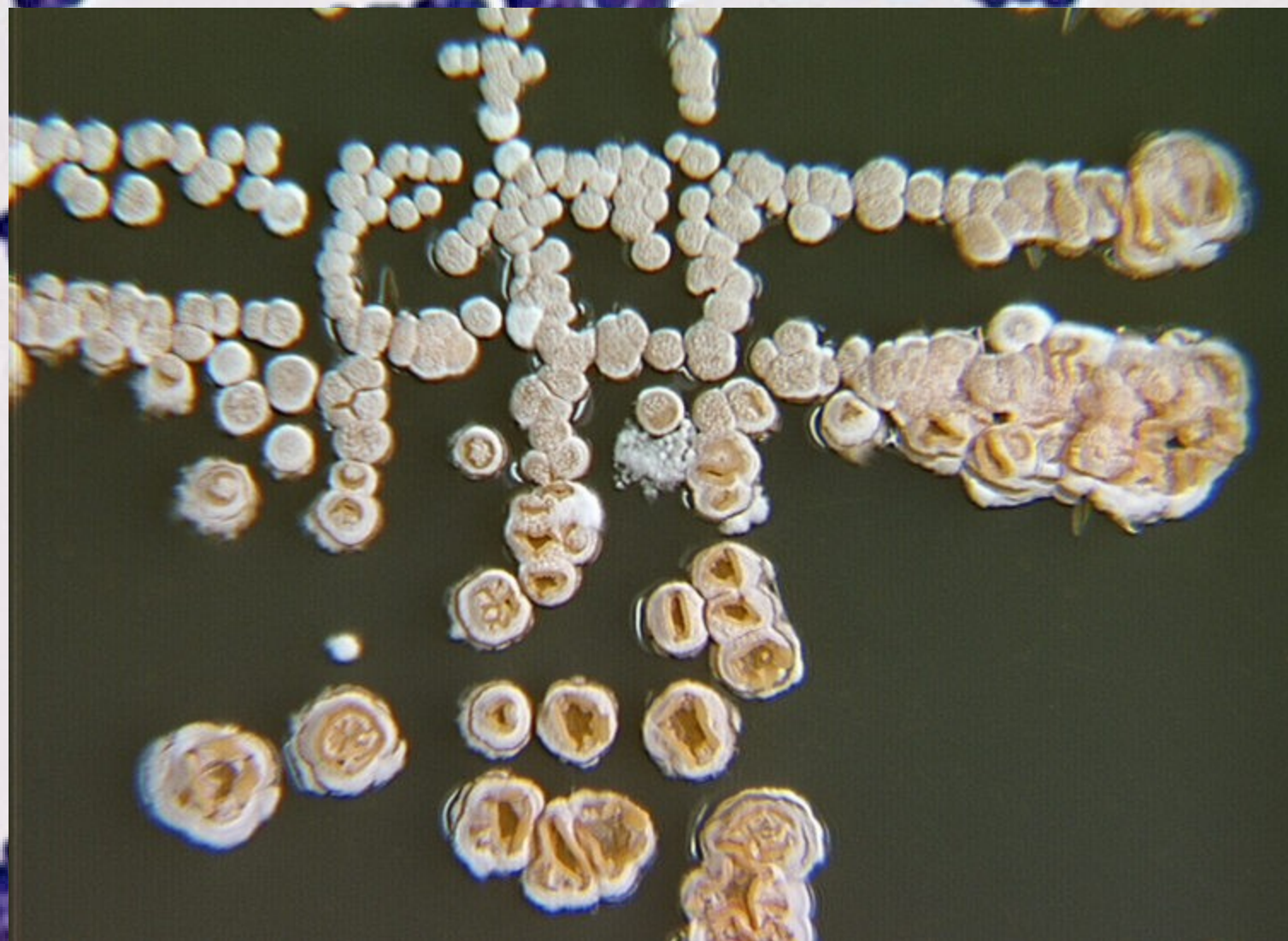


Surface motility patterns of mutant derivatives of *P. fluorescens* CHA0.

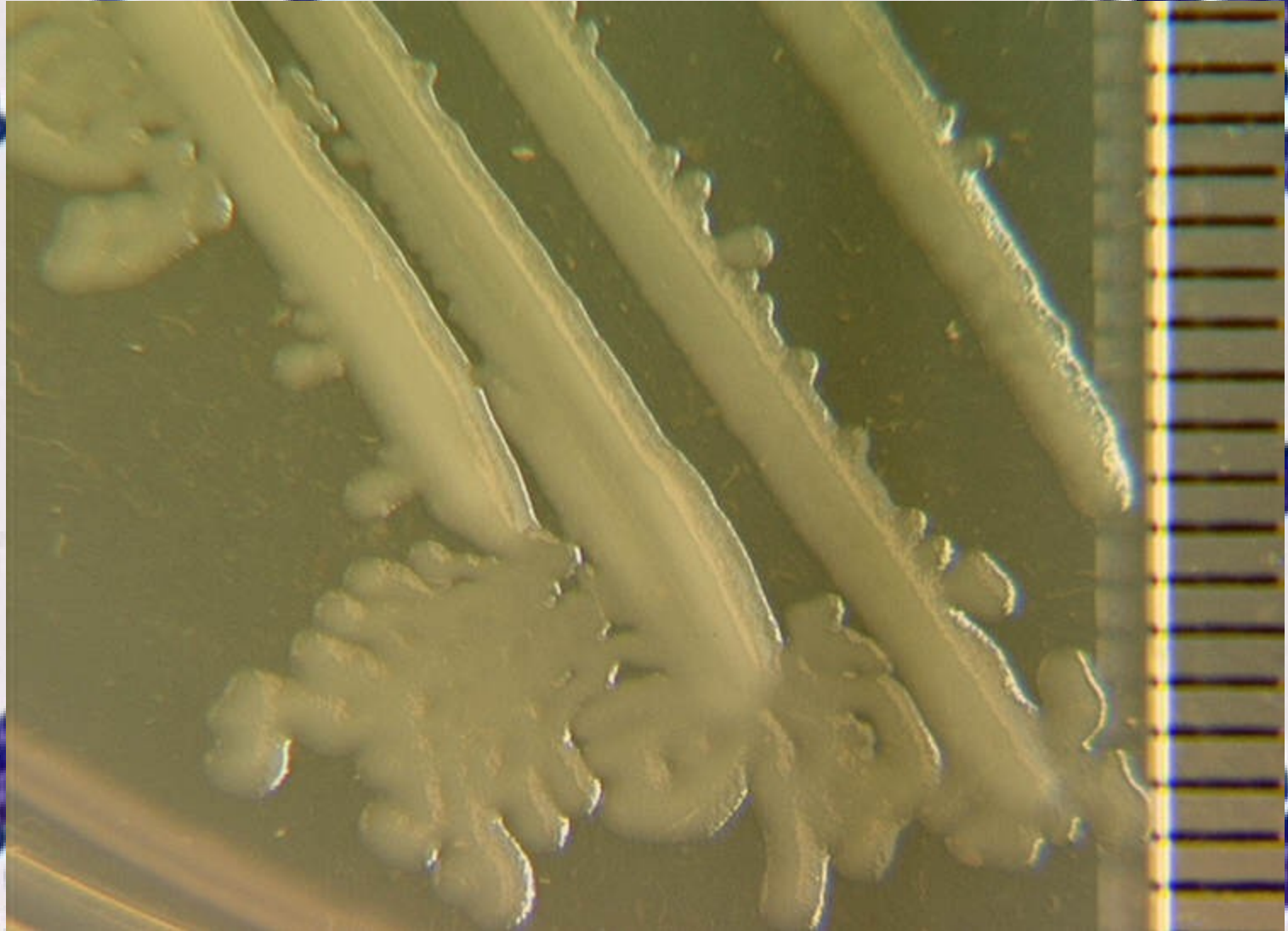


*Bacillus licheniformis*



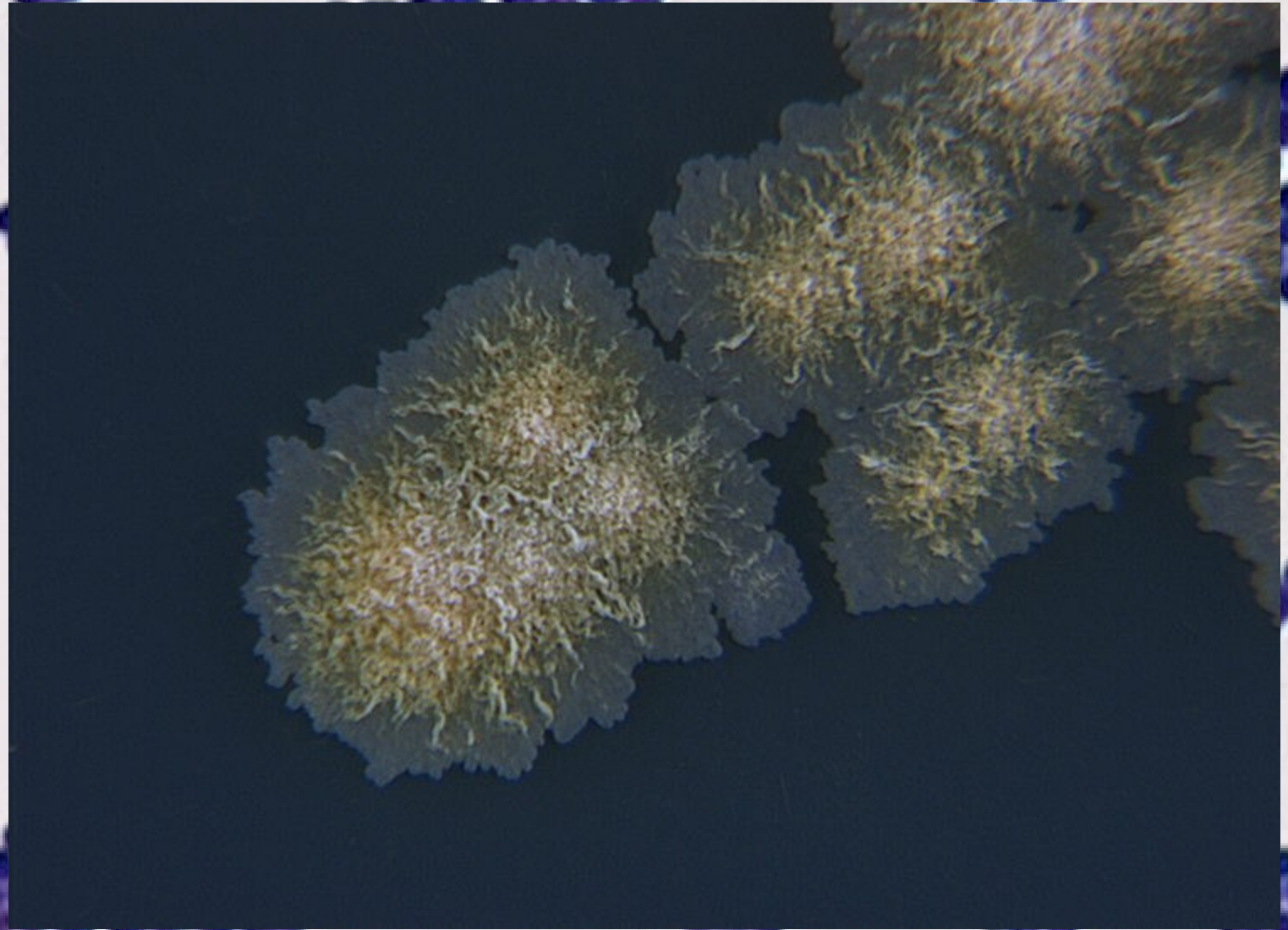


*Proteus vulgaris*

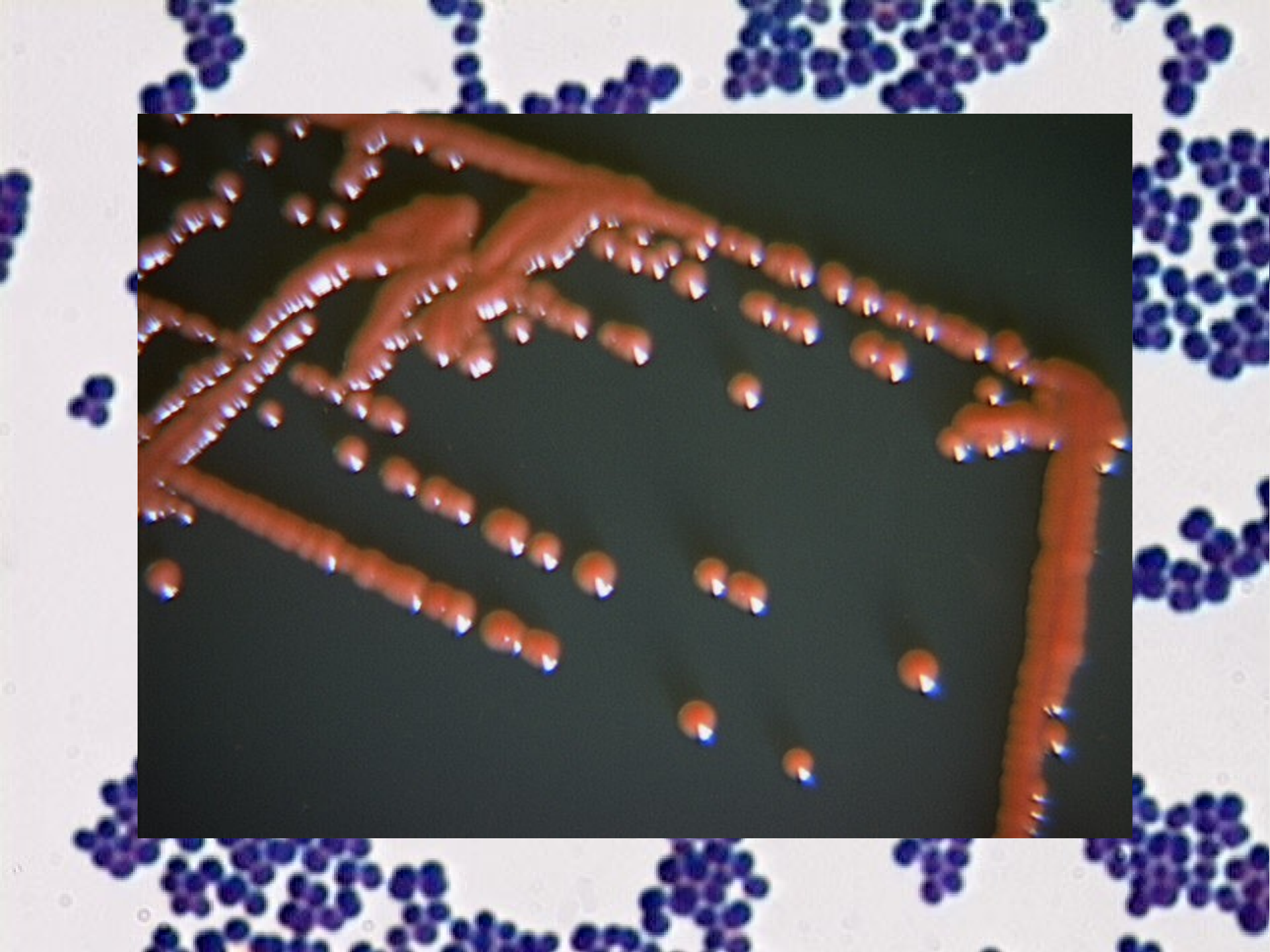












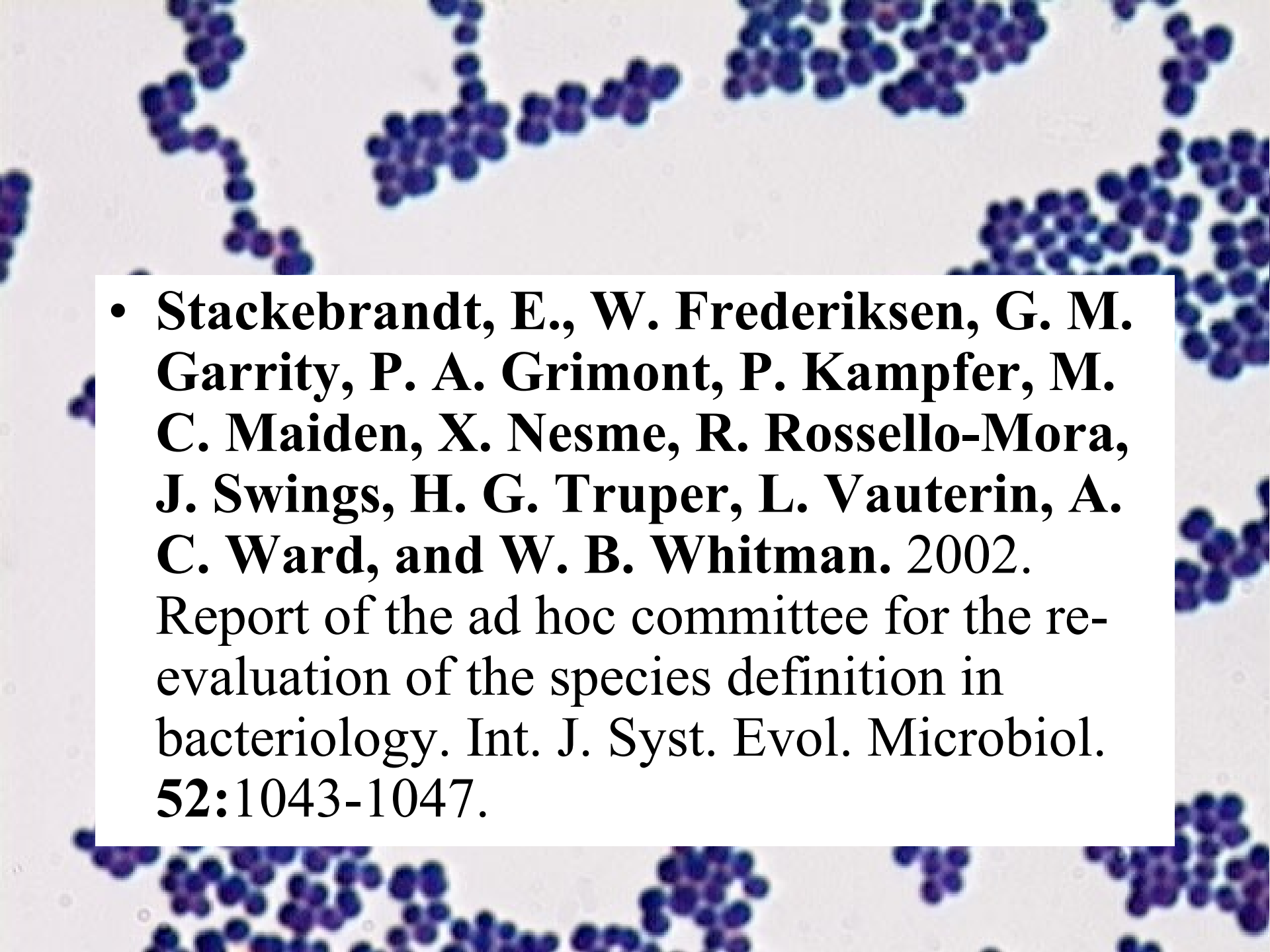
# Definice bakteriálního druhu

- **bakteriální druh**

je souborem bakteriálních kmenů sdílející stálé shodné vlastnosti (fenotypové i genotypové – sekvence genů pro 16S rRNA, DNA-DNA hybridizace) a lišící se jimi od kmenů jiných validně popsaných druhů

- Druh se od fylogeneticky nejbližšího příbuzného (stanoveno genotypizačními metodami) musí lišit i fenotypově (fyziologické znaky – biochem. testy, chemotaxonomie)
- **Typové kultury** druhu musí být **kultivovatelné a jsou uloženy alespoň ve 2 světových sbírkách**
- Nekultivovatelné mikroorganismy popisovány jako tzv. *candidatus*

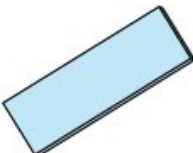
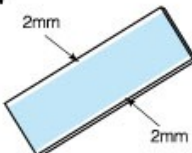
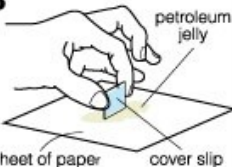
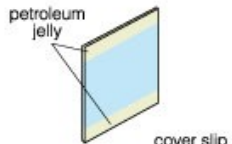
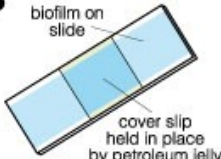
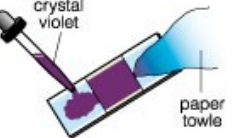
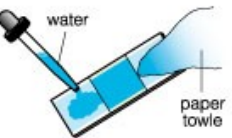
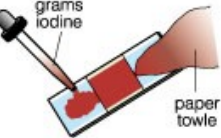
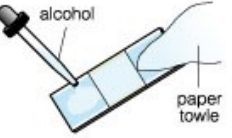
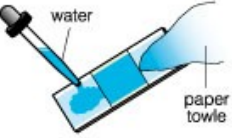
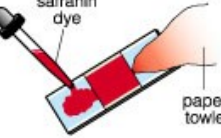
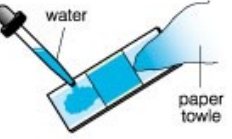
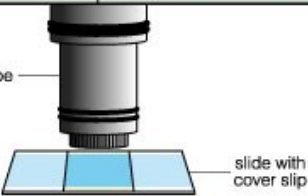
- Approved List of Bacterial Names (IJCB )
- Bacterial Nomenclature Up-to-Date:  
<http://www.dsmz.de/bactnom/bactname.htm>

- 
- **Stackebrandt, E., W. Frederiksen, G. M. Garrity, P. A. Grimont, P. Kämpfer, M. C. Maiden, X. Nesme, R. Rossello-Mora, J. Swings, H. G. Truper, L. Vauterin, A. C. Ward, and W. B. Whitman. 2002.**  
Report of the ad hoc committee for the re-evaluation of the species definition in bacteriology. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* **52:1043-1047.**

- Koncilium International Commitee for the Systematics of Prokaryotes definuje druh jako „organismus charakterizovaný souborem popisů a charakteristik hlavně analýz genomu. Jeden druh je tvořen koherentní skupinou individuálních izolátů s vysokým stupněm podobnosti v mnoha nezávislých vlastnostech testovaných za standardizovaných podmínek. Druh je taxonem, který je analyzován metodami 16S rDNA a DNA-DNA hybridizací (DNA - typizačními metodami), dále pulzní gelovou ELFO, MS“ ...
- Nové druhy jsou tedy analyzovány pomocí těchto metod a pomocí vhodných statistických programů. To je rozdílem pojetí druhu např. u 1. a 2. vydání Bergey's Manual.

# Zajímavé zdroje a odkazy

- <http://www.microbelibrary.org/asmonly/details.asp?id=2566&Lang=English>
- <http://www.whoi.edu/oceanus/viewArticle.do?id=2539>
- <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/3504/gallery.htm>

GRAM STAINING		
<b>1</b> 	<b>2</b> 	
Flow Through Procedure	Wipe bottom of biofilm slide clean	Clean top edges of slide about 2mm
<b>3</b> 	<b>4</b> 	<b>5</b> 
Build up a ridge of petroleum jelly on the top and bottom of a cover slip	Cover slip with petroleum jelly	Biofilm on slide with cover slip
<b>6</b> 	<b>7</b> 	<b>8</b> 
Add crystal violet-wait 30 sec.	Wash with water	Add Grams Iodinet-wait 1.5 min.
<b>9</b> 	<b>10</b> 	<b>11</b> 
Decolorize with alcohol	Wash with water	Stain with Safranin dye-wait 30 sec.
<b>12</b> 	<b>13</b> 	
Wash with water	Examine under oil immersion through the cover slip	

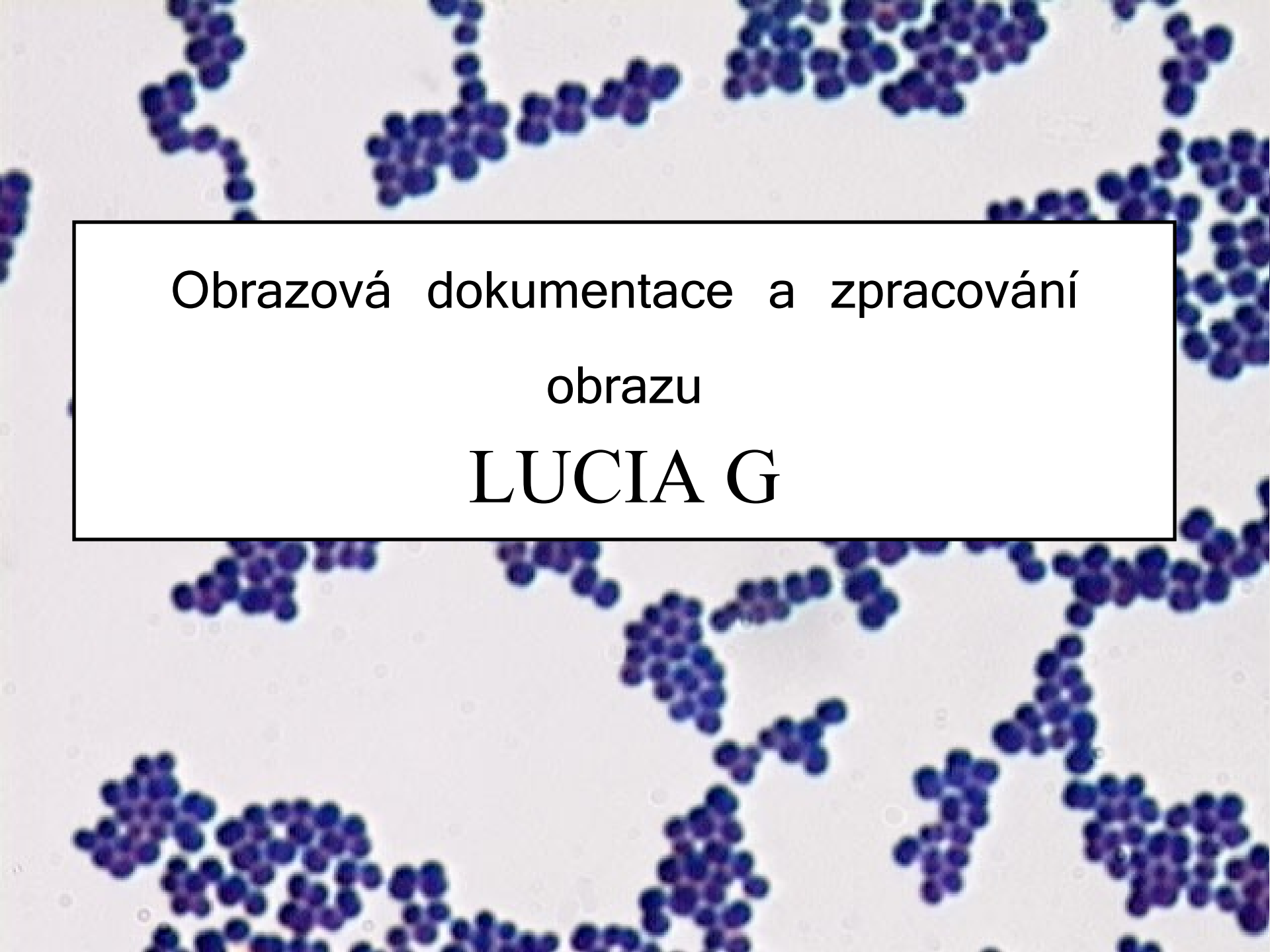
- Při neutrálním pH – buněčné bílkoviny většinou na alkalické straně izoelektrického bodu

Proto barvíme bazickými barvivy – methylenová modř, krystalová a genciánová violeť, fuchsin, safranin.

Barviva soutěží o ionty na buněč. povrchu.

- Bazická barviva – barvicí složka v kationtu (methylenová modř – tetramethylthionin hydrochlorid). Reakce = výměna iontů, bazické barvivo nahradí kation adsorbovaný na buňce
- Kyselá – v aniontu (eosin – sodná sůl tetrabromfluorescinu)
- Buněčná suspenze – amfoterní, tvoří vazby s bazickými barvivy – nad izoelektr. bodem s kyselými – pod izoel. bodem





Obrazová dokumentace a zpracování  
obrazu

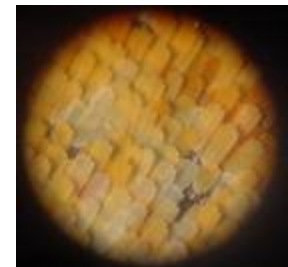
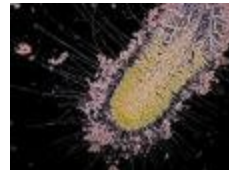
LUCIA G

# Rozdělení obrazu

Makrofoto (z binokulární lupy, např. kolonie) do Z = 30:1



Mikrofoto (z mikroskopu) Z nad 30:1



Microphoto  
butterflywing

# Zařízení

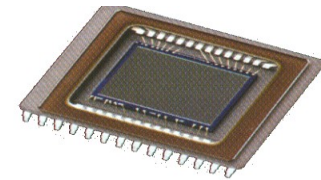
konvenční a digitální fotoaparáty, video- a digitální kamery

- o **konvenční** - snímaný prvek je políčko filmu, princip chemické reakce
- o **digitální** - snímaný prvek je CCD čip, CMOS, princip el. výboj

Jednotka **rozlišení** je pixel (bod výsledného obrázku; kvalitní fotoaparát 3 – 6MP)

- Kamery RGB (red, green, blue) – nejčastěji tříčipová kamera, alternativa binokulární lupy  
Doplňkové zařízení – stativ, osvětlení, počítač

# Světlocitlivé snímací čipy



- **CCD / CMOS čip - snímá obraz za objektivem digitálního fotoaparátu**
- **Liší se ve 1) velikosti světločivné oblasti**  
(palce, 1/2", 1/1.8", 1/2.7" a 1/3.6,,)
- **2) v rozlišení - skládají se až z miliónů jednotlivých buněk (pixelů, které registrují světlo a vyhodnocují jeho intenzitu)**

# Jak čip rozeznává barvy?

- světlo lze rozložit do 3 základních barev

červené, zelené a modré + kombinace

(255  + 255  a 0  =  )

- nad každou světločivnou buňkou (pixel) je malý barevný filtr, proto některé buňky registrují jen červenou,

jiné jen modrou a ty poslední

jenom zelenou.

Celkem se všem těmto filtrům na CCD či CMOS čipu říká

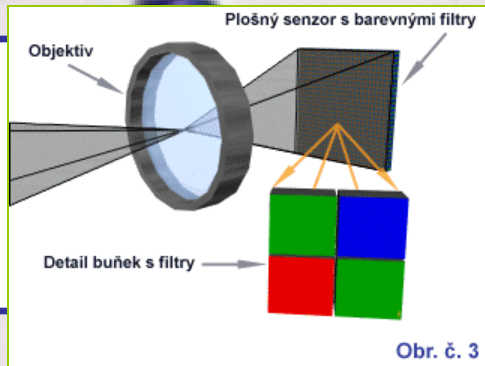
**RGB filtr (Red, Green, Blue filtr).**

# Počet pixelů - hlavní údaj CCD/CMOS čipu

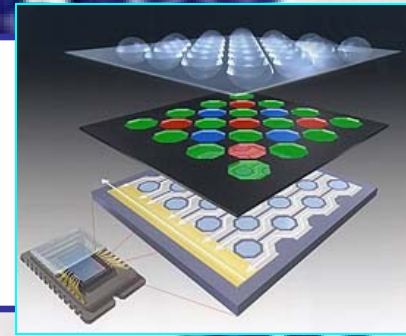


- **Ale není nejdůležitější**  
(neudává, kolik % z něj dokáže digitální fotoaparát využít)
- **Například CANON PowerShot Pro 90 IS má 3.34 Mpix CCD čip, ale používá z něj sotva 80% pixelů.**





# CCD čip



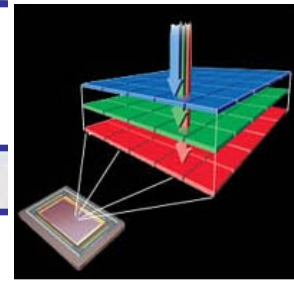
- nejčastěji používaný obrazový čip
- nákladný
- Výstup informací z CCD čipu není digitální, ale analogový - za CCD čipem musí následovat obvody pro digitalizaci obrazu (A/D převodník) = vyšší odběr elektrické energie a zpomalení toku dat
- Obvody digitalizují obraz u CCD čipu pro všechny pixely postupně

# CMOS čip

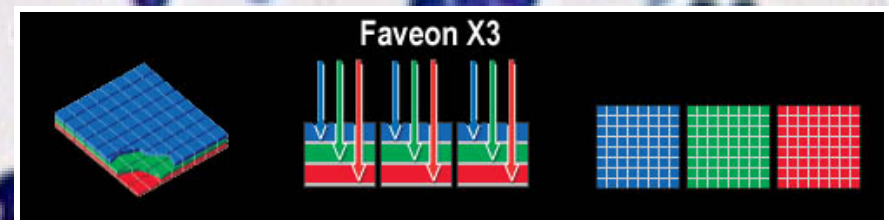
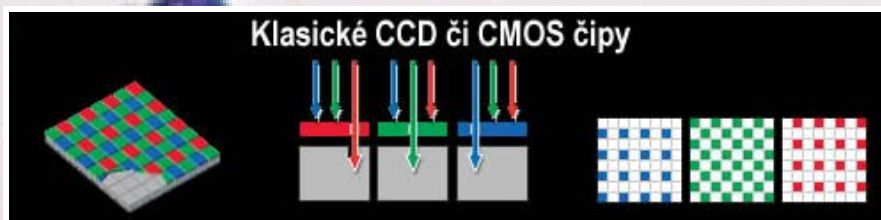
- **konstrukčně složitý, ale levnější**
- **obvody CCD čipů zde již součástí (každá světločivná buňka - pixel - má tyto obvody přímo u sebe**
- **digitalizace obrazu se provádí pro všechny pixely zvlášť a najednou. To snižuje dobu pro přečtení obrazu z CMOS čipu a snižuje spotřebu energie**
- **každá buňka dostane nad sebe kromě RGB filtru i miniaturní čočku (celkem miliony) – ta soustředí paprsky dopadající na plochu s digitalizačními obvody do místa citlivého na světlo.**



# CMOS Faveon X3 čipy



- U klasických CCD či CMOS čipů se detekují pouze tři základní barvy –RGB
- Světločivná buňka na CCD či CMOS čipu rozpozná pouze intenzitu dopadajícího světla
- Nad vlastní světločivnou buňku je filtr v inverzní barvě - pohltí všechny barvy kromě té na kterou je nastaven. (Tak nám tato buňka detekuje pouze intenzitu jedné barvy. Dohromady se detekují všechny barvy, které mohou vzniknout složením červené, zelené a modré).



# Rozlišení snímku

- **kolik bodů (pixelů) vodorovně a svisle je schopen fotoaparát rozeznat.**
- **Tak můžeme potkat fotoaparáty oba s 3.34 Mpix, ale jeden dosáhne 2048x1536 pixelů rozlišení, a ten druhý jen 1856x1322 pixelů rozlišení.**

# Digitální fotoaparáty

- nastavování rozlišení snímku
- k potlačení tónování barev (např.kvůli zářivkového osvětlení) při focení slouží vyvážení bílé barvy
- nastavení citlivosti CCD nebo CMOS čipu  
(v jednotkách ASA)
- barevná hloubka - v bitech

nejčastější je 24 bitů - na každou barvu připadá 8 bitů

Čím větší je toto číslo, tím více barev je možné rozeznat na výsledném snímku.

Více než 32 bitů na barvu lidské oko nerozezná.

# Nikon Coolpix 4500

<http://www.dpreview.com/reviews/nikoncp4500/page2.asp>



# Software

- snímání a analýza obrazu
  - LUCIA G / GF
- zpracování digitálního obrazového materiálu
  - PhotoShop
  - IrfanView
  - Xnview
  - GIMP

# LUCIA G

- možnosti software (snímání, akceptovatelné formáty ...)
- interaktivní měření (měření, délka)
- automatické měření – binární obraz, prahování
- editace obrazu – výřezy, zoom, jas, kontrast, doplňkové barvy ...

Komprimace (komprese) dat – snižuje datový objem

Formáty obrázků –

BMP – bezkompresní

TIFF – bezzátová komprese

JPG – lze volit míru komprese

Ukládání obrazových dat – digitální fotoaparát smart media karty, kamery – obraz přímo, ale počítač musí mít digitalizační kameru – grabbor



Děkuji za pozornost