

# Úvod do studia

Lékařská mikrobiologie je rychle se rozvíjející obor medicíny, který se zabývá etiologií a patogenezí nemocí vyvolaných mikroorganismy. Její klinická část je pak zaměřena na laboratorní diagnostiku infekčních nemocí, jejich antimikrobiální léčbu a epidemiologické sledování.

Na první dojem zavání studium tohoto předmětu pouhým memorováním faktů, ale i v mikrobiologii je logika a systém, které její studium usnadňují. A tento systém reflektuje i členění naší učebnice do jednotlivých oddílů:

1. **Obecná mikrobiologie.** Nejprve je nutné seznámit se se základními fakty o mikrobech jako takových a pochopit, jak interagují s hostitelem a jeho imunitním systémem.
2. **Speciální mikrobiologie.** Poté je nutné blíže poznat mikrobiální „padouchy“ schopné vyvolat onemocnění a znát i základní fakta o nemoci jako takové. Jelikož daných mikroorganismů je mnoho, jsou systematicky rozčleněny do skupin a v jejich rámci pak dále tříděny a popisovány. Na začátku každé podkapitoly je přehled všech zmíněných mikrobů pro možné zařazení do konkrétní škatulky. U každého mikroba jsou zmíněny základní informace o jeho vlastnostech, faktorech virulence, čím škodí hostitelskému organismu, jakými laboratorními technikami ho můžeme detekovat a identifikovat, a nakonec, jaké máme možnosti antimikrobiální léčby.
3. **Vyšetřovací metody.** Víme-li to základní o mikrobech a nemocech, které způsobují, je třeba blíže porozumět technikám, které umožňují diagnostiku onemocnění. Jaké jsou možnosti, jaké jsou principy jednotlivých metod, jejich možné výhody a nevýhody a v kterých situacích je má smysl využívat.
4. **Antimikrobiální látky.** Pokud jsme zjistili, co je původcem nemoci, je třeba znát „arzenál“ terapeutických možností antimikrobiální léčby.
5. **Klinická mikrobiologie.** Syntézou výše zmíněných informací je pak kapitola klinické mikrobiologie, která nabízí shrnutí toho nejdůležitějšího o infekčních nemocech v klinické praxi – jací mikrobi jsou původcem infekcí jednotlivých orgánových systémů a jaké jsou metody jejich laboratorní diagnostiky a antimikrobiální léčby.

# OBSAH

## 1. OBECNÁ MIKROBIOLOGIE 1

### 1.1 TAXONOMIE A NOMENKLATURA 2

Binomická nomenklatura a zvyklosti v jejím zápisu 3

Subtypizace bakterií 4

### 1.2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA BAKTERIÍ 5

#### 1.2.1 Morfologie bakterií 5

Prokaryota 5

Bakteriální buňka 5

Tvary bakterií 6

Uspořádání bakterií 6

Intracytoplazmatické struktury 6

Obaly a povrchové struktury 7

Spory a sporulace bakterií 9

#### 1.2.2 Množení a růst bakterií 10

Bakteriální buněčný cyklus 10

Růst bakterií v biofilmu 11

#### 1.2.3 Metabolismus bakterií 12

Energetický metabolismus bakterií 12

Rozdělení bakterií podle vztahu k atmosféře 12

#### 1.2.4 Faktory virulence/patogenity 13

Invazivita 14

Toxicita 16

Imunitně podmíněné faktory 18

#### 1.2.5 Bakteriální genetika 19

Genetická informace bakterií 19

Genetické procesy 20

Plasticita bakteriálního genomu 21

### 1.3 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA VIRŮ 25

#### 1.3.1 Obecná virologie 25

#### 1.3.2 Struktura, rozdělení a replikace virů 25

Struktura virů 25

Rozdělení virů 27

Replikace virů 27

Genetika virů 29

#### 1.3.3 Patogeneze virových infekcí 30

Cytopatogeneze 30

Virová infekce organismu 32

Epidemiologie virových infekcí 33

### 1.4 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA MIKROMYCET 34

#### 1.4.1 Morfologie a vlastnosti 34

#### 1.4.2 Rozmnožování 34

#### 1.4.3 Kultivační a biochemické vlastnosti 35

#### 1.4.4 Patogenita 35

Podmínky vzniku infekce 35

Způsob přenosu 35

Mechanismus patogeneze 36

#### 1.4.5 Mykotoxiny 37

<b>1.5</b>	<b>OBECNÁ PARAZITOLOGIE</b>	<b>38</b>
1.5.1	Klasifikace	38
1.5.2	Charakteristika skupin parazitů	39
	Protozoa (prvoci)	39
	Helminti	42
	Arthropoda (členovci)	44
<b>1.6</b>	<b>VZTAH HOSTITELE A MIKROORGANISMU</b>	<b>45</b>
1.6.1	Symbiotické interakce	45
	Základní formy symbiotických interakcí	45
	Dynamika vztahů	45
1.6.2	Patogenní působení mikrobů	46
	Infekce a patogenita	46
	Kontagiozita (přenosnost)	46
	Průběh a formy infekcí	47
1.6.3	Fyziologická mikrobiota	48
	Úvodní charakteristika	48
	Mikrobiota orgánových systémů	49
	Funkce mikrobioty	53
	Probiotika, prebiotika a synbiotika	54
<b>1.7</b>	<b>ANTIINFEKČNÍ IMUNITA</b>	<b>56</b>
1.7.1	Nespecifická imunita	56
	Buněčná složka nespecifické imunity	58
	Látková složka nespecifické imunity	59
	Obranné bariéry	61
1.7.2	Specifická imunita	61
	T-lymfocyty a buněčná imunitní odpověď	62
	B-lymfocyty a protilátková imunitní odpověď	63
1.7.3	Principy obrany proti jednotlivým infekčním agens	65
	Obrana proti extracelulárním bakteriím	65
	Obrana proti intracelulárním bakteriím a plísňovým organismům	66
	Obrana proti virům	66
	Obrana proti protozoárním parazitům	67
	Obrana proti mnohobuněčným parazitům	68
	Obrana proti toxinům	68
1.7.4	Faktory ovlivňující antiinfekční imunitu	69
<b>1.8</b>	<b>STERILIZACE A DEZINFEKCE</b>	<b>70</b>
1.8.1	Základní pojmy	70
	Sterilizace	70
	Dezinfekce	70
	Antisepse	70
	Germicidní látky	71
	Sporicidní látky	71
1.8.2	Fyzikální způsoby sterilizace	71
1.8.3	Fyzikální způsoby dezinfekce	72
1.8.4	Chemické způsoby sterilizace	72
	Alkylační činidla	72
1.8.5	Chemické způsoby dezinfekce	73
	Oxidační činidla	73
	Halogeny	73
	Kvarterní amoniové kyseliny	73
	Alkoholy	73

## 2. SPECIÁLNÍ MIKROBIOLOGIE 74

### 2.1 GRAMPOZITIVNÍ BAKTERIE 75

#### 2.1.1 G+ koky 76

- Rod *Staphylococcus* 76
- Staphylococcus aureus* 77
- Koaguláza negativní stafylokoky 82
- Rod 84
- Streptococcus pyogenes* 85
- Streptococcus agalactiae* 89
- Ostatní beta-hemolytické streptokoky 90
- Streptococcus pneumoniae* 91
- Ústní streptokoky 94
- Rod *Enterococcus* 95

#### 2.1.2 Grampozitivní sporulující tyčinky 97

- Rod *Clostridium* 97
- Histotoxická klostridia 97
- Clostridium perfringens* 99
- Clostridium septicum* 101
- Clostridium novyi* 101
- Clostridium histolyticum* 101
- Neurotoxická klostridia 102
- Clostridium botulinum* 102
- Clostridium tetani* 104
- Enterotoxická a cytotoxická klostridia 106
- Clostridium difficile* 106
- Bacillus anthracis* 109
- Bacillus cereus* 111

#### 2.1.3 Grampozitivní nesporulující tyčinky 113

- Listeria monocytogenes* 113
- Arcanobacterium haemolyticum* 116
- Corynebacterium diphtheriae* 117
- Corynebacterium ulcerans* 119
- Corynebacterium jeikeium* 119
- Corynebacterium urealyticum* 120
- Rod *Nocardia* 120
- Erysipelothrix rhusiopathiae* 121

#### 2.1.4 Grampozitivní nesporulující anaerobní tyčinky a koky 122

- Rod *Actinomyces* 122
- Rod *Propionibacterium* (nově *Cutibacterium*) 124
- Rod *Peptostreptococcus* 125

### 2.2 GRAMNEGATIVNÍ BAKTERIE 127

#### 2.2.1 Gramnegativní nefermentující tyčinky 129

- Pseudomonas aeruginosa* 129
- Bakterie komplexu *Burkholderia cepacia* 131
- Achromobacter* 132
- Stenotrophomonas maltophilia* 133
- Acinetobacter* 133
- Moraxella* spp. 134

#### 2.2.2 Gramnegativní Kultivačně náročné tyčinky 135

- Bordetella* spp. 135
- Brucella* spp. 138
- Francisella tularensis* 140
- Legionella* spp. 141

#### 2.2.3 Mikroaerofilní tyčinky 143

- Campylobacter* spp. 143
- Helicobacter pylori* 144

*Gardnerella vaginalis* 146

#### **2.2.4 Gramnegativní fakultativně ANAEROBNÍ TYČINKY 147**

*Haemophilus* spp. 147  
*Haemophilus influenzae* 147  
*Haemophilus ducreyi* 149  
*Vibrio cholerae* 149  
*Vibrio vulnificus* 151  
*Pasteurella multocida* 152

#### **2.2.5 Enterobakterie 153**

*Escherichia coli* 155  
*Shigella* spp. 157  
*Yersinia pestis* 158  
*Yersinia enterocolitica* a *Y. pseudotuberculosis* 159  
*Salmonella* spp. 160  
*Salmonella* Typhi a Paratyphi 161  
*Salmonella* Enteritidis, *S. Typhimurium*, *S. Infantis* 162  
*Klebsiella* spp. 163  
*Proteus mirabilis* 165  
*Serratia* spp. 165  
*Enterobacter* spp. 165  
*Citrobacter* spp. 165  
*Providencia* spp. 165

#### **2.2.6 Gramnegativní aerobní nebo mikroaerofilní koky 166**

*Neisseria meningitidis* 166  
*Neisseria gonorrhoeae* 168  
Ústní **neisserie** 169

#### **2.2.7 G- anaerobní tyčinky a vlákna 170**

*Fusobacterium* spp. 170  
*Bacteroides* spp. 170  
*Prevotella* spp. 171  
*Porphyromonas* spp. 171

#### **2.2.8 G- anaerobní koky 172**

*Veillonella* spp. 172

### **2.3 JINÉ NEŽ G+ A G- BAKTERIE 173**

#### **2.3.1 Mykobakterie 174**

*Mycobacterium tuberculosis* 174  
*Mycobacterium bovis* 178  
*Mycobacterium leprae* 178  
Atypická mykobakteria 180

#### **2.3.2 Mykoplasmata 181**

*Mycoplasma pneumoniae* 183  
Urogenitální mykoplasmata 184

#### **2.3.3 Chlamydie 186**

*Chlamydia trachomatis* 186  
*Chlamydophila pneumoniae* 188  
*Chlamydophila psittaci* 189

#### **2.3.4 Rickettsie a příbuzní mikrobi 190**

Rickettsie 191  
Ehrlichie 193  
*Coxiella burnetii* 195  
*Bartonella* spp. 196

#### **2.3.5 Spirochety 199**

*Borrelia* spp. 199  
*Treponema pallidum* 202  
*Leptospira* 206

## 2.4 VIRY 208

### 2.4.1 Neobalené RNA viry 208

- Rotaviry 209
- Kaliciviry 211
- Noroviry 212
- Sapoviry 213
- Astroviry 213
- Pikornaviry 213
- Enteroviry 214
- Poliovirus 214
- Coxsackie viry 216
- Echoviry (ECHO viry) 218
- Enteroviry 68–71 219
- Rhinoviry 219
- Aphthovirus (virus slintavky a kulhavky) 220
- Virus hepatitidy A 221
- Virus hepatitidy E 222

### 2.4.2 Obalené RNA viry 224

- Obalené ssRNA viry pozitivní polarity 224
- Virus zarděnek (rubeoly) 225
- Flaviviry 227
- Komplex virů klíšťové encefalitidy 228
- Virus horečky dengue 230
- Virus žluté zimnice 232
- Virus japonské encefalitidy 234
- Virus Zika 235
- Virus hepatitidy C (HCV) 235
- Virus Hepatitidy G (HGV) 238
- Koronaviry 238
- Toroviry 240
- Retroviry 241
- Virus lidské imunitní nedostatečnosti (HIV) 241
- Lidský T-lymfotropní virus typu 1 a 2 (HTLV-1, HTLV-2) 248
- Obalené ssRNA viry negativní polarity 248
- Paramyxoviry 249
- Virus spalniček (morbilli) 250
- Virus příušnic (epidemické parotitidy) 253
- Viry parainfluenzy (hPIV) 254
- Respirační syncytiální virus (RSV) 256
- Lidský metapneumovirus (hMPV) 257
- Virus vztekliny 257
- Filoviry 260
- Virus influenzy A 261
- Virus influenzy B 265
- Virus influenzy C 265
- Virus hepatitidy D (HBV) 265
- Skupina „dalších hemoragických virů“ 266

### 2.4.3 DNA viry 268

- Lidský papillomavirus (HPV) 269
- Polyomaviry 272
- Adenoviry 272
- Parvovirus B19 274
- Herpesviry 275
- Herpes simplex viry 1 a 2 (HSV-1 a HSV-2) 278
- Varicella zoster virus (VZV) 281
- Epstein-Barrové virus (EBV) 283
- Cytomegalovirus (CMV) 287
- Lidské herpetické viry 6A a 6B (HHV-6A a HHV-6B) 290
- Lidský herpetický virus 7 (HHV-7) 291

- Lidský herpetický virus 8 (HHV-8) 291
- Virus hepatitidy B (HBV) 291
- Poxviry 295
- Variola virus 295
- Molluscum contagiosum virus (MCV) 298

## 2.5 MIKROMYCETY 300

### 2.5.1 Klasifikace v mykologii 300

### 2.5.2 Kvasinkové mikromycety 301

- Rod *Candida* 301
- Candida albicans* 303
- Kandidy non-*albicans* 303
- Cryptococcus neoformans* 303

### 2.5.3 Pneumocystis jirovecii 304

### 2.5.4 Vlákňité mikromycety 305

- Dermatofyta 305
- Rod *Aspergillus* 306
- Mukormycety 307

### 2.5.5 Dimorfní mikromycety 308

- Histoplasma capsulatum* 308
- Coccidioides immitis* 308

## 2.6 PARAZITI 309

### PROTOZOA 309

#### 2.6.1 Amoebozoa 309

- Entamoeba histolytica* 310
- Acanthamoeba* spp. 311

#### 2.6.2 Chromista 311

- Toxoplasma gondii* 311
- Cryptosporidium hominis* a *C. parvum* 313
- Plasmodium* spp. 314
- Balantidium coli* 318

#### 2.6.3 Excavata 319

- Trypanosoma* spp. 319
- Africké trypanosomy 319
- Americká trypanosoma 321
- Leishmania* spp. 322
- Naegleria fowleri* 324
- Trichomonas vaginalis* 325
- Dientamoeba fragilis* 326
- Charakteristika mikroorganismu 326
- Giardia lamblia* (*G. intestinalis*) 326

### HELMINTI 328

#### 2.6.4 Motolice (Trematoda) 328

- Schistosoma* spp. (krevničky) 328

#### 2.6.5 Tasemnice (Cestoda) 331

- Taenia saginata* (tasemnice bezbranná) 331
- Taenia solium* (tasemnice dlouhočlenná) 332
- Diphyllobothrium latum* (škulovec široký) 334
- Hymenolepis nana* (tasemnice dětská) 335
- Echinococcus granulosus* (měchožil zhoubný) 336
- Echinococcus multilocularis* (měchožil bublinatý) 338

#### 2.6.6 Nematoda (hlístice) – střevní nematodózy 339

- Enterobius vermicularis* (roup dětský) 339
- Ascaris lumbricoides* (škrkavka dětská) 340
- Trichuris trichiura* (tenkohlavec lidský) 341

- 2.6.7 Nematoda (hlístice) – tkáňové nematodózy 342**  
*Toxocara canis, Toxocara cati* (škrkavka psí a kočičí) 342  
*Trichinella spiralis* (svalovec stočený) 344  
*Dracunculus medinensis* (vlasovec medinský) 345
- 2.6.8 Nematoda (hlístice) – filariózy 346**  
*Wuchereria bancrofti* (vlasovec mízní) 346  
*Brugia malayi* (vlasovec malajský) 347  
*Loa loa* (vlasovec oční) 348  
*Onchocerca volvulus* (vlasovec kožní) 349
- 2.6.9 Acari (roztoči) 351**  
*Ixodes ricinus* (klíště obecné) 351

### **ARTHROPODA (ČLENOVCI) 351**

- Neotrombicula autumnalis* (sametka podzimní) 352  
*Sarcoptes scabiei* (zákožka svrabová) 352

### **2.6.10 Insecta (Hmyz) 354**

- Anoplura* (vši) 354  
*Siphonaptera* (blechy) 355  
*Diptera* (dvoukřídlí) 356

## **3. VYŠETŘOVACÍ METODY V MIKROBIOLOGII 357**

### **3.1 ÚVOD K MIKROBIOLOGICKÉMU VYŠETŘENÍ 358**

- Biologický materiál 360

### **3.2 ODBĚR, UCHOVÁNÍ A TRANSPORT BIOLOGICKÉHO MATERIÁLU 360**

- Transport a uchování 364

### **3.3 PŘÍMÝ PRŮKAZ BAKTERIÍ A PRINCIPY METOD 365**

#### **3.3.1 Mikroskopický průkaz 365**

- Mikroskopické techniky 366  
Příprava nativního a fixovaného preparátu 367  
Barvení preparátu 368  
Popis preparátu 369

#### **3.3.2 Izolace a identifikace mikroorganismu 370**

- Kultivace 370  
Stanovení citlivosti vůči antibiotikům 379

#### **3.3.3 Biochemická analýza 381**

#### **3.3.4 Průkaz antigenu 384**

#### **3.3.5 Imunochromatografie 385**

#### **3.3.6 Průkaz toxinu 386**

#### **3.3.7 Průkaz nukleových kyselin a molekulární mikrobiologie 386**

- Polymerázová řetězová reakce (PCR) 388  
Další molekulárně biologické metody 391  
Hmotnostní spektrometrie 392  
Molekulární epidemiologie 393

### **3.4 SÉROLOGIE A NEPŘÍMÝ PRŮKAZ 395**

#### **3.4.1 Sérologické reakce 395**

#### **3.4.2 Precipitace (imunoprecipitace) 396**

#### **3.4.3 Aglutinace 397**

- Průkaz antigenu aglutinací (přímý průkaz) 398  
Zpětná neboli nepřímá aglutinace (aglutinace na sklíčku) 398  
Průkaz protilátek aglutinací (nepřímý průkaz) 399

#### **3.4.4 Komplementfixační reakce (KFR) 400**

#### **3.4.5 Neutralizace 401**



3.4.6	Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)	402
3.4.7	Western blot (imunoblot)	403
3.4.8	Imunofluorescence v mikrobiologii	405
3.4.9	Imunochromatografie	406
3.4.10	Interpretace výsledků při prokazování protilátek	407
3.5	VYŠETŘOVACÍ METODY VE VIROLOGII	410
	Přímý průkaz	410
	Nepřímý průkaz	413
3.6	VYŠETŘOVACÍ METODY V MYKOLOGII	415
3.6.1	Metody přímého průkazu	415
	Metody identifikace	416
3.6.2	Metody nepřímého průkazu	417
3.7	VYŠETŘOVACÍ METODY V PARAZITOLOGII	418
3.7.1	Protozoární infekce	418
	Metody přímého průkazu	418
	Metody nepřímého průkazu	419
3.7.2	Helmintózy	420
	Metody přímého průkazu	420
	Metody nepřímého průkazu	420
3.8	CITLIVOST A SPECIFICITA METODY	422
	Citlivost (senzitivita) metody	422
	Specificita metody	422
	Výběr metody podle senzitivity a specificity	422

## 4. ANTIMIKROBIÁLNÍ LÁTKY 424

4.1	OBECNÁ CHARAKTERISTIKA ANTIMIKROBIÁLNÍCH LÁTEK	425
4.1.1	Definice, historie a základní vlastnosti	425
	Definice základních pojmů	425
	Shrnutí vývoje antimikrobiálních látek	425
	Základní vlastnosti antimikrobiálních látek	426
4.1.2	Účinek antimikrobiálních látek	426
	Typ účinku	426
	Mechanismus účinku	427
	Účinnost antimikrobiálních látek	428
4.1.3	Spektrum účinku, indikace a použití	428
	Spektrum účinku antibiotik	428
	Schéma použití antibiotik u akutních infekcí	429
	Kombinování antimikrobiálních látek	429
4.1.4	Rezistence k antimikrobiálním látkám	430
	Genetický podklad vzniku rezistence	431
	Mechanismy rezistence	431
	Selekce	433
	Racionální antibiotická terapie	433
	Multirezistentní kmeny	434
4.1.5	Nežádoucí účinky	436
4.2	BETA-LAKTAMOVÁ ANTIBIOTIKA	438
4.2.1	Peniciliny	440
	Základní peniciliny (přirozené peniciliny)	440
	Protistafylokokové peniciliny	441
	Širokospektré peniciliny	442
4.2.2	Cefalosporiny	443

Cefalosporiny I. generace	443
Cefalosporiny II. generace	443
Cefalosporiny III. generace	444
Cefalosporiny IV. generace	444
Cefalosporiny „V. generace“	445
<b>4.2.3 Kombinace s inhibitory <math>\beta</math>-laktamáz</b>	<b>446</b>
<b>4.2.4 Novější <math>\beta</math>-laktamová antibiotika</b>	<b>447</b>
Karbapenemy	447
Monobaktamy	447
<b>4.3 NEBETALAKTAMOVÁ ANTIBIOTIKA</b>	<b>448</b>
<b>4.3.1 Makrolidy</b>	<b>448</b>
<b>4.3.2 Glykopeptidy</b>	<b>450</b>
<b>4.3.3 Linkosamidy</b>	<b>452</b>
<b>4.3.4 Aminoglykosidy</b>	<b>453</b>
<b>4.3.5 Tetracykliny</b>	<b>455</b>
<b>4.3.6 Polypeptidová antibiotika</b>	<b>456</b>
<b>4.3.7 Amfenikoly (chloramfenikol)</b>	<b>458</b>
<b>4.4 VÝZNAMNÁ CHEMOTERAPEUTIKA</b>	<b>460</b>
<b>4.4.1 Chinolony</b>	<b>460</b>
<b>4.4.2 Sulfonamidy a kotrimoxazol</b>	<b>463</b>
<b>4.4.3 Nitrofurany</b>	<b>464</b>
<b>4.4.4 Nitroimidazoly</b>	<b>464</b>
<b>4.4.5 Oxazolidinony</b>	<b>465</b>
<b>4.4.6 Antituberkulotika</b>	<b>466</b>
Antituberkulózní léčba	466
Zástupci antituberkulotik	467
<b>4.5 ANTIVIROVÉ LÉKY (VIROSTATIKA)</b>	<b>469</b>
Antivirová léčba	470
<b>4.5.1 Antivirové léky proti herpesviróvým infekcím</b>	<b>470</b>
Antivirové léky používané zejména proti $\alpha$ -herpesvirům	471
Antivirové léky používané zejména proti $\beta$ -herpesvirům	471
Antivirové léky používané zejména proti $\gamma$ -herpesvirům	472
<b>4.5.2 Antivirové léky v léčbě virových hepatitid</b>	<b>472</b>
Antivirové léky v léčbě hepatitidy B	472
Antivirové léky v léčbě hepatitidy C	473
<b>4.5.3 Antivirové léky proti viru chřipky</b>	<b>474</b>
<b>4.5.4 Antiretrovirotika</b>	<b>474</b>
<b>4.5.5 Interferony</b>	<b>475</b>
<b>4.6 ANTIMYKOTIKA</b>	<b>476</b>
Vlastnosti antimykotik	476
Polyenová antimykotika	478
Triazolová antimykotika	478
Imidazolová antimykotika	479
Echinokandiny	480
Antimetabolity	480
Allylaminy	480
Mitotické inhibitory	480
<b>4.7 ANTIPARAZITIKA</b>	<b>482</b>
<b>4.7.1 Antiprotozoika</b>	<b>482</b>
Antimalarika	483
Léčba ostatních parazitárních infekcí	486

**4.7.2 Anthelmintika 488**

Antitreumatodika 488

Anticestodika 489

Antinematodika 489

**4.7.3 Antiektoparazitika 491**

Insekticidy 491

Repelenty

**5. KLINICKÁ MIKROBIOLOGIE 492**

Úvod k respiračním infekcím 493

**5.1 RESPIRAČNÍ INFEKCE 493****5.1.1 Infekce horních cest dýchacích 494**

Infekce HCD a jejich etiologie 494

Patogeneze infekcí HCD 496

Mikrobiologická diagnostika infekcí HCD 496

Terapie infekcí HCD 497

**5.1.2 Infekce dolních cest dýchacích (kromě pneumonií) 498**

Onemocnění DCD a jejich etiologie 498

Patogeneze infekcí dolních cest dýchacích 500

Mikrobiologická diagnostika infekcí dolních cest dýchacích 500

Terapie infekcí dolních cest dýchacích 501

**5.1.3 Pneumonie 501**

Úvod do pneumonií 502

Etiologie pneumonií 503

Patogeneze pneumonií 505

Mikrobiologická diagnostika pneumonií 505

Terapie pneumonií 506

Definice a rozdělení 508

Makulopapulózní exantémy 508

**5.2 INFEKČNÍ EXANTÉMOVÁ ONEMOCNĚNÍ 508**

Vezikulopustulozní až bulózní exantémy 511

Další nemoci provázené exantémy 512

**5.3 INFEKCE TRÁVICÍHO SYSTÉMU 513****5.3.1 Alimentární infekce 513**

Úvod do alimentárních infekcí 514

Alimentární infekce dle etiologie 514

Patogeneze alimentárních infekcí 516

Mikrobiologická diagnostika alimentárních infekcí 516

Terapie alimentárních infekcí 517

**5.3.2 Alimentární intoxikace 518**

Úvod do alimentárních intoxikací 518

Alimentární enterotoxikózy dle etiologie 518

Patogeneze alimentárních intoxikací 519

Mikrobiologická diagnostika alimentárních intoxikací 519

Terapie alimentárních intoxikací 520

**5.3.3 Infekce vyvolané Clostridium difficile 520**

Úvod do klostridiové kolitidy 520

Patogeneze klostridiové kolitidy a jiných postantibiotických průjmů 521

Mikrobiologická diagnostika klostridiové kolitidy 521

Terapie klostridiové kolitidy 521

**5.4 VIROVÉ HEPATITIDY 523**

Přenos 524

Epidemiologie 524

Diagnostika 525

Terapie a prevence 527

## **5.5 UROGENITÁLNÍ INFEKCE 528**

### **5.5.1 Infekce močového traktu 528**

Úvod do močových infekcí 528

Etiologie močových infekcí 529

Patogeneze močových infekcí 530

Mikrobiologická diagnostika močových infekcí 532

Terapie 534

### **5.5.2 Infekce mužského a ženského pohlavního ústrojí 535**

Terminologie, rozdělení infekcí a jejich klinické projevy 535

Etiologie urogenitálních infekcí u muže a ženy 538

Patogeneze 539

### **5.5.3 Sexuálně přenosné nemoci 539**

Úvod do sexuálně přenosných nemocí 539

Etiologie a přehled sexuálně přenosných nemocí 540

Patogeneze sexuálně přenosných nemocí 542

Mikrobiologická diagnostika infekcí pohlavního ústrojí a STD 542

Mikrobiální obraz poševní (MOP) 544

Terapie infekcí pohlavního ústrojí a STD 545

## **5.6 NEUROINFEKCE 546**

### **5.6.1 Postup diagnostiky neuroinfekcí se zaměřením na mikrobiologické vyšetření 546**

Epidemiologická situace a anamnéza pacienta 546

Klinické vyšetření 546

Vyšetření likvoru 546

Mikrobiologická diagnostika 547

### **5.6.2 Hnisavé meningitidy a meningoencefalitidy 548**

Úvod do hnisavých infekcí CNS 548

Etiologie hnisavých infekcí CNS 549

Patogeneze hnisavých meningitid 550

Mikrobiologická diagnostika hnisavých meningitid 550

Terapie hnisavých meningitid 551

### **5.6.3 Nehnisavé neuroinfekce 552**

Úvod do problematiky nehnisavých neuroinfekcí 552

Etiologie nehnisavých neuroinfekcí 554

Patogeneze nehnisavých neuroinfekcí 555

Mikrobiologická diagnostika nehnisavých neuroinfekcí 555

Terapie aseptických infekcí CNS 556

## **5.7 INFEKCE KŮŽE A MĚKKÝCH TKÁNÍ 557**

### **5.7.1 Infekce bez nekrózy 558**

Patogeneze 558

Rozdělení bakteriálních infekcí bez nekrózy 559

Mikrobiologická diagnostika infekcí bez nekrózy 562

Terapie infekcí bez nekrózy 562

### **5.7.2 Nekrotizující infekce kůže a měkkých tkání 563**

Rozdělení a popis nekrotizujících infekcí kůže a měkkých tkání 563

Patogeneze infekcí měkkých tkání 565

Mikrobiologická diagnostika nekrotizujících infekcí 565

Terapie nekrotizujících infekcí 565

### **5.7.3 Infekce v místě chirurgického výkonu 566**

Etiopatogeneze SSI 566

Terapie a prevence SSI 566

Úvod do infekcí kostí a kloubů 567

## **5.8 INFEKCE KOSTÍ A KLOUBŮ 567**

Etiologie infekcí kostí a kloubů 569

Patogeneze infekcí kostí a kloubů 570

Mikrobiologická diagnostika infekcí kostí a kloubů	571
Terapie infekcí kostí a kloubů	571
<b>5.9 SEPSE A INFEKCE KREVNÍHO ŘEČIŠTĚ</b>	<b>572</b>
<b>5.9.1 Bakteriémie, SIRS, sepse, septický šok</b>	<b>572</b>
Úvod k septickým stavům	573
Etiologie IKŘ a septických stavů	575
Patogeneze a průběh sepse	576
Mikrobiologická diagnostika septických stavů	577
Terapie septického stavu	578
<b>5.9.2 Infekční myokarditidy a perikarditidy</b>	<b>578</b>
Infekční myokarditida	578
Infekční perikarditida	579
<b>5.9.3 Infekční endokarditidy</b>	<b>580</b>
Úvod do infekčních endokarditid	580
Etiologie infekčních endokarditid	581
Patogeneze endokarditidy	582
Mikrobiologická diagnostika infekčních endokarditid	582
Terapie infekčních endokarditid	582
Úvod	584
<b>5.10 NOZOKOMIÁLNÍ INFEKCE (INFEKCE SPOJENÉ SE ZDRAVOTNÍ PÉČÍ)</b>	<b>584</b>
Etiologie nozokomiálních infekcí	585
Patogeneze nozokomiálních infekcí	586
Mikrobiologická diagnostika nozokomiálních infekcí	586
Terapie a prevence nozokomiálních infekcí	587
Úvod do infekcí v těhotenství, infekcí plodu a novorozence	589
<b>5.11 INFEKCE V TĚHOTENSTVÍ A INFEKCE PLODU A NOVOROZENCE</b>	<b>589</b>
Specifika infekcí matky během těhotenství	591
Etiologie vertikálně přenosných infekcí plodu a novorozence	592
Etiologie postnatálních infekcí novorozence	593
Patogeneze vertikálních infekcí a infekcí novorozence	594
Mikrobiologická diagnostika infekcí v těhotenství a novorozenců	594
Terapie a prevence	595
Úvod do problematiky imunokompromitovaných pacientů	596
<b>5.12 INFEKCE U IMUNOKOMPROMITOVANÝCH PACIENTŮ</b>	<b>596</b>
Mikrobiologická diagnostika	601
Terapie vybraných infekcí u imunokompromitovaných	601
Úvod do anaerobních infekcí	602
<b>5.13 ANAEROBNÍ INFEKCE</b>	<b>602</b>
Etiologie anaerobních infekcí	603
Patogeneze anaerobních infekcí	604
Mikrobiologická diagnostika anaerobních infekcí	604
Terapie anaerobních infekcí	605
<b>5.14 OČKOVÁNÍ Z MIKROBIOLOGICKÉHO POHLEDU</b>	<b>606</b>
<b>5.14.1 Principy aktivní imunizace</b>	<b>606</b>
Terminologie	606
Imunitní odpověď na očkování	607
Typy očkovacích látek	608
Organizace očkování	609
<b>5.14.2 Přehled vakcín</b>	<b>609</b>
Přehled nejčastěji používaných vakcín	609
Reakce po očkování a možné komplikace	611
Současná situace a aktuální témata v oblasti očkování	611

**REJSTŘÍK 612****SEZNAM ZKRATEK 621**





# **OBEČNÁ MIKROBIOLOGIE**

**1**

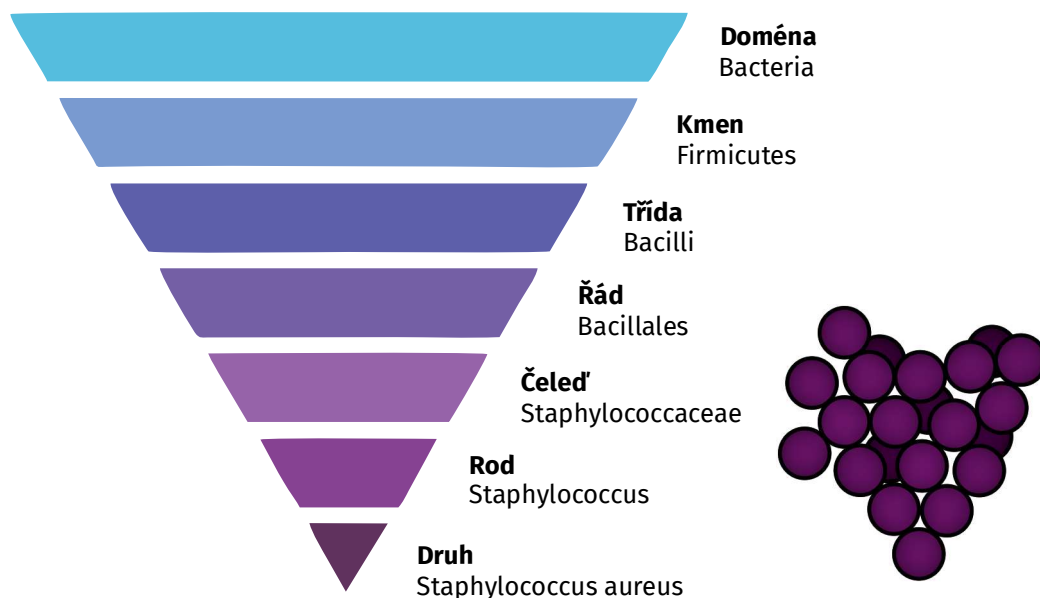


## 1.1 TAXONOMIE A NOMENKLATURA

- Taxonomie je vědní obor, který se zabývá klasifikací, nomenklaturou a identifikací organismů. Při vytváření taxonomických kategorií se tak běžně postupuje ve třech zmíněných bodech:
  - **Klasifikace** se zabývá tříděním organismů do taxonomických skupin (taxonů) podle genotypových či fenotypových vlastností.
  - **Nomenklatura** se zabývá pojmenováním těchto taxonů podle pravidel Kodexu bakteriální nomenklatury.
  - **Identifikace** je konečnou fází, kdy se organismus podle svých genotypových či fenotypových vlastností zařazuje do pojmenovaných taxonů. Pokud jeho vlastnostem žádný známý taxon (obvykle druh) nevhovuje, může jít o objev nového taxonu.
- V současném taxonomickém systému buněčných organismů je nejvyšší kategorií doména (nebo také nadříše). V třídoménovém systému rozlišujeme domény **Archaea**, **Bacteria** a **Eukarya** (možno psát také Eukaryota). Často se setkáváme se starším pojmenováním **Prokaryota**, které zahrnuje archebakterie (doména Archaea) a bakterie (doména Bacteria). Lékařská mikrobiologie se zabývá organismy z domén Bacteria a Eukarya (tam patří např. mikromycety, prvoci či helminti).
- Rozlišujeme osm hlavních, hierarchicky seřazených taxonomických kategorií:
  - **Doména** je nejvyšší kategorie, která zahrnuje Archaea, Bacteria a Eukarya.
  - **Říše** (*regnum*) je kategorie dnes využívaná zejména v doméně Eukarya, obsahuje rostliny (*Plantae*), živočichy (*Animalia*), houby (*Fungi*) a Protista. V doméně Bacteria a Archaea se většinou nepoužívá.

Novější rozdělení eukaryot je však více než na morfologii založené na molekulárních fylogenetických analýzách a místo kategorie „Říše“ využívá tzv. superskupiny – Opisthokonta, Amoebozoa, SAR (Stramenophiles, Alveolata, Rhizaria), Archaeplastida, Excavata a nezařazené organismy. V učebnici je z didaktických důvodů pro členění organismů využito staršího dělení.

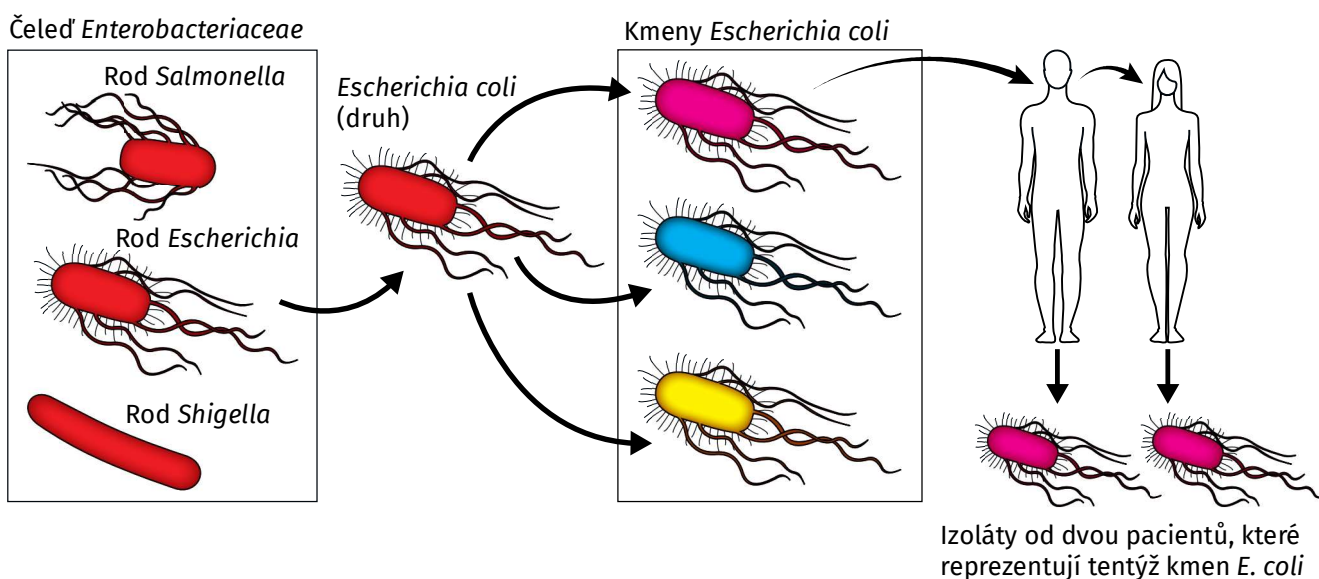
- **Kmen** (*phylum*) je kategorie, dnes využívaná zejména v mikrobiomových studiích. Dvě nejvýznamnější skupiny dnes nejvíce studovaného střevního mikrobiomu jsou *Bacteroidetes* a *Firmicutes*. V bakteriologii se však termín „kmen“ používá i v jiném, populačně-genetickém významu (viz níže).
- **Třída** (*classis*).
- **Řád** (*ordo*).
- **Čeleď** (*familia*).
- **Rod** (*genus*) zahrnuje obvykle více druhů. Rodové jméno tvoří první část názvu v binomické nomenklatuře.
- **Druh** (*species*) – ačkoliv na jeho pojmovém vymezení dosud nepanuje shoda, bakteriální druh se dnes obvykle definuje jako soubor vzájemně podobných a fylogeneticky příbuzných organismů, které se jasně odlišují od ostatních takových souborů.



OBR. 1 TAXONOMICKÉ KATEGORIE

– **Specifická bakteriologická taxonomie:**

- **Kmen** označuje populaci bakteriálních buněk, která vznikla postupným dělením z jediné buňky (jde o bakteriální klon, tj. geneticky homogenní populaci vzniklou nepohlavním dělením). Bakteriální kmene jednoho druhu se mohou lišit například svou odolností vůči antibiotikům, virulencí či schopností epidemického šíření. Mluvíme potom např. o infekci rezistentním kmenem daného druhu (např. kmenem druhu *Acinetobacter baumannii* rezistentním ke karbapenemům) či o epidemickém kmeni způsobujícím epidemie.
- Pro úplnost uvádíme i pojem **izolát**, který se liší od pojmu kmen. Izolát označuje populaci buněk vzešlou z jedné bakteriální kolonie, která byla získána vyočkováním klinického materiálu na růstové plotně. Různé izoláty (od více pacientů) mohou někdy reprezentovat tentýž kmen, např. pokud byli pacienti nakaženi ze stejného zdroje infekce.
- Některé druhy jsou seskupeny do větších celků, označovaných jako **komplexy**. Děje se tak v případech, kdy takové druhy nelze od sebe spolehlivě rozlišit (jsou-li evolučně příbuzné a značně fenotypově podobné). Například komplex *Mycobacterium tuberculosis* nebo komplex *Burkholderia cepacia*.



**OB. 2 SCHÉMA KE ZNÁZORNĚNÍ TAXONOMICKÝCH VZTAHŮ A POJMŮ (VYSVĚTLENÍ V TEXTU)**

- **Taxonomie virů** se řídí pravidly Mezinárodního výboru pro taxonomii virů (International Committee on Taxonomy of Viruses, ICTV). Nejnižším taxonem je druh, který je definovaný jako skupina tvořící replikační linii, která se vyskytuje v určité ekologické nise. Taxonomický systém se pravidelně aktualizuje, jak přibývá nově identifikovaných virů molekulárně-genetickými metodami. Dle posledního vydání z roku 2019 obsahuje systém 4 nadříše, 9 říší, 16 kmenů, 36 tříd, 55 řádů, 168 čeledí, 1421 rodů a 6590 druhů.

## Binomická nomenklatura a zvyklosti v jejím zápisu

- Pro biologické pojmenování určitého organismu se používá dvou názvů – **rodového jména a druhového jména**, proto se tento systém nazývá binomická nomenklatura. Název je v latině, píše se kurzívou, s velkým písmenem na začátku rodového jména a s malým písmenem na začátku druhového jména.
- Např. *Staphylococcus aureus* (rod bakterie nese jméno *Staphylococcus*, druh bakterie se jmenuje *Staphylococcus aureus*), *Escherichia coli* (rod *Escherichia*, druh *Escherichia coli*).
- Rodové jméno se často zkracuje na první písmeno následované tečkou (*S. aureus*, *E. coli*).
- Zkratka „sp.“ a „spp.“ za rodovým označením (např. *Staphylococcus spp.*) označuje rod jako takový a používá se pro případy, kdy hovoříme v širší rovině a nepotřebujeme uvést konkrétní druh nebo druhy. Jedná se o zkratku latinského slova „species“, které má stejný tvar v singuláru i v plurálu. Ve zkratce se zamýšlený plurál uvede právě pomocí „spp.“. Píše se bez kurzívy.
- Pokud spatříme velké písmeno na začátku druhového jména a ještě navíc celé druhové jméno psané bez použití kurzívy, pak se buď jedná o chybu pisatele, nebo o označení sérovaru bakterie (viz níže; typické při označování salmonel, např. *Salmonella Typhi*).

## Subtypizace bakterií

- V současnosti často nestačí určit rod a druh patogenní bakterie, někdy je nutné rozlišit její specifické vlastnosti. Tím se taxonomicky dostáváme pod úroveň druhu. Tento přístup se nazývá subtypizace.
- Typicky se rozlišuje:
  - **Sérotyp** neboli **sérovar** – termín je odvozen od toho, že subtypizaci provádíme na základě antigenních vlastností pomocí sérologických metod (více o charakterizaci sérotypu pomocí určení tělového, bičkového a pouzdrného antigenu viz kapitolu o enterobakteriích, pro které je sérotypizace typická).
  - Můžeme se setkat také s pojmem **séroskupina**, který je používán v charakterizaci a nomenklatuře některých druhů. Např. u pneumokoků se primárně rozlišují sérotypy, ale existují i séroskupiny, do nichž se sérotypy sdružují (jde tedy o nadřazený pojem). U meningokoků se použití pojmu séroskupina striktně dodržuje (séroskupina A, B, C, X, Y, W).
  - **Biotyp** – na základě biochemických vlastností.
  - Pro genotyp a rozdíly na úrovni bází nukleových kyselin znovu používáme pojmu **kmen** (tj. geneticky se shodující izoláty, více viz genotypizace bakterií v kap. Metody molekulární biologie).

### DŮLEŽITOST SPECIFIKACE PATOGENNÍ BAKTERIE UVEDEME NA PŘÍKLADECH:

- *Vibrio cholerae* je G- bakterie, která je původcem cholery. *V. cholerae* má dva **biotypy**: klasický a El tor. Klasický biotyp způsobuje závažnou formu cholery s profuzními průjmy. Biotyp El tor způsobuje častěji slabou formu onemocnění nebo infekce proběhne zcela asymptomaticky.
- Relativně komplikovaná je situace u rodu *Salmonella*. Salmonely mohou způsobovat břišní tyfus nebo „pouhou“ enteritidu. Oba typy onemocnění způsobuje stejný druh *Salmonella enterica*, poddruh (neboli subspecies) *enterica*.
  - O tom, zda se jedná o původce tyfu nebo enteritidy, rozhoduje specifický sérotyp. Celý název se píše takto: *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sérovar Enteritidis (původce enteritidy) anebo *Salmonella enterica* subsp. *enterica* sérovar Typhi (původce břišního tyfu).
  - Všimněte si způsobu psaní kurzívy tohoto názvu, subsp. (zkratka pro poddruh) a ani sérovar (sérotyp) není napsán kurzívou. Pojmenování sérovaru začíná velkým písmenem a je bez kurzívy.
  - Zjednodušeně a v praxi se pak používá jen rodové jméno a název sérotypu, např. *Salmonella* Typhi.

## 1.2 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA BAKTERIÍ

### 1.2.1 MORFOLOGIE BAKTERIÍ

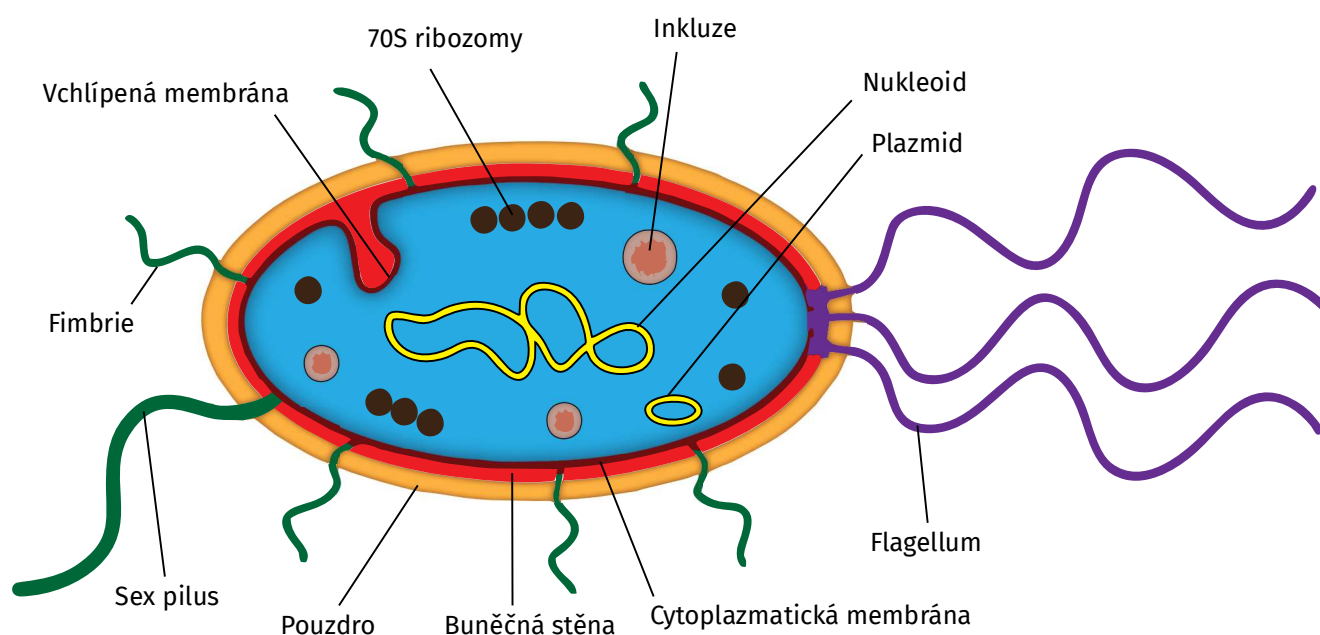
#### Prokaryota

Prokaryota jsou skupinou jednoduchých jednobuněčných organismů, zahrnující domény *Archaea* a *Bacteria*. Původ slova pochází z řečtiny, odkazuje na „primitivní jádro“. Tedy už v názvu je řečeno, že bakterie nemají buněčné jádro s membránou a místo něj mají bakteriální chromozom (nukleoid). Naproti tomu Eukaryota, v řečtině „pravé jádro“, jsou organismy, jejichž buňky obsahují pravé, membránou ohraničené jádro. Dalšími rozdíly mezi prokaryotickými a eukaryotickými organismy jsou zejména nepřítomnost organel či odlišná stavba ribozomů.

Pro úplnost je třeba dodat, že v moderním klasifikačním schématu se termín Prokaryota již nepoužívá. Jedná se vlastně o zastaralý název, protože v moderních klasifikačních schématech se tato jedna skupina rozdělila na dvě domény zvané *Bacteria* a *Archaea*. Do *Archaea* patří mikroorganismy, často asociované se životem v prostředí s extrémními podmínkami a snad i některé složky komenzální mikrobioty.

#### Bakteriální buňka

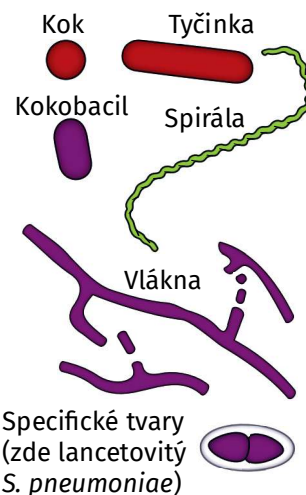
- Bakteriální buňka je od okolí ohraničena cytoplazmatickou membránou a buněčnou stěnou. Některé bakterie jsou navíc kryty extracelulárními polysacharidy, které tvoří pouzdro. Dále mohou mít i další povrchové struktury jako např. bičíky, sekreční systémy a fimbrie. Buňku vyplňuje cytoplazma, ve které jsou uloženy struktury na bázi organel, odlišné od eukaryotických protějšků – ribozomy, bakteriální chromozom (spolu s navázanými proteiny pak označovaný jako nukleoid) a případně plasmidy, vakuoly, inkluze a někdy i spory.
- Velikost patogenní bakteriální buňky se pohybuje kolem 1–3  $\mu\text{m}$ .



OBR. 3 BAKTERIÁLNÍ (PROKARYOTICKÁ) BUŇKA A JEJÍ STRUKTURA

## Tvary bakterií

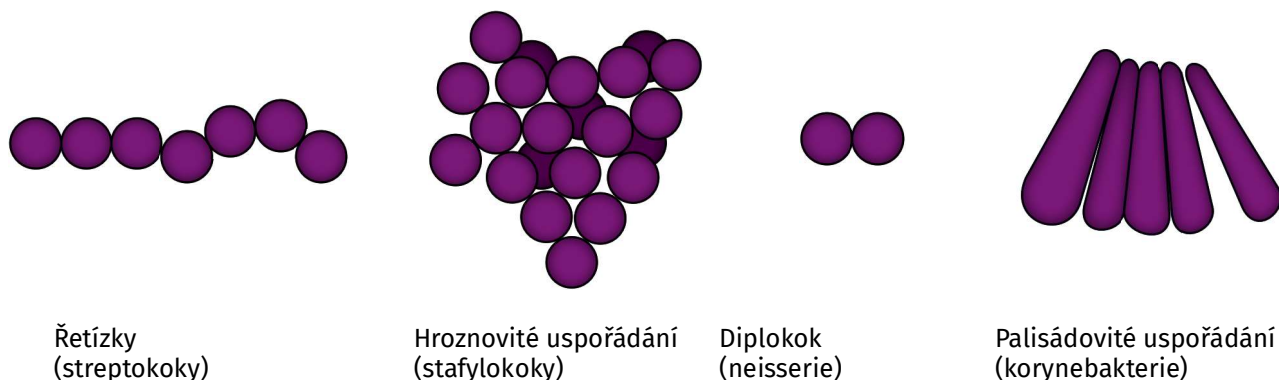
- Bakteriální buňky mají tři základní tvary – **koky, tyčinky a spirály**.
  - **Koky** jsou kulaté buňky. Příkladem jsou stafylokoky nebo streptokoky.
  - **Tyčinky** jsou buňky protáhlého tvaru. Příkladem „jednoduché“ tyčinky jsou enterobakterie.
    - **Kokobacily** jsou jakýmsi přechodem mezi kokem a tyčinkou. Např. *Francisella tularensis*.
    - **Vlákna** popisujeme jako velmi dlouhé tyčinky. Typickými představiteli jsou *Nocardia* a *Actinomyces*.
  - **Spirály** jsou buňky s tvarem dlouhé, štíhlé spirály. Příkladem jsou spirochety jako *Borrelia*, *Treponema* či *Leptospira*.
  - Některé bakterie mají zvláštní specifický tvar. Např. *Streptococcus pneumoniae* má tvar lancetovitý (tj. tvar plamene nebo špičky kopí).



OBR. 4 TVARY BAKTERIÍ

## Uspořádání bakterií

- Některé druhy bakterií vytvářejí ve větším počtu specifické uspořádání. Příklady:
  - Streptokoky vytvářejí řetízky, shluky stafylokoků mají podobu hroznu.
  - *Neisseria* a *Str. pneumoniae* zůstávají typicky ve dvojicích – takovýmto útvarům se pak říká diplokoky.
  - Palisádovité uspořádání je charakteristické pro rod *Corynebacterium*.



OBR. 5 USPOŘÁDÁNÍ BAKTERIÍ

## Intracytoplazmatické struktury

### NUKLEOID

- Nukleoid je struktura obsahující DNA, RNA a proteiny, která od svého okolí není ohraničena biologickou membránou. Ve většině případů je v buňce pouze jeden.

### RIBOZOMY

- Bakteriální ribozomy se liší od těch v eukaryotních buňkách – jsou menší (celková váha 70S; podjednotky pak 30S a 50S) a mají odlišnou stavbu. Funkci mají stejnou jako u eukaryot, tedy translační část proteosyntézy.
- Malá podjednotka (30S) obsahuje 16S rRNA. Gen, který kóduje 16S rRNA, je důležitý v molekulárně genetické diagnostice bakterií (viz Vyšetřovací metody).

### INKLUZE A GRANULA

- Inkluze slouží bakteriální buňce jako zásoba živin a energie. Můžeme najít inkluze lipidů, glykogenu apod.