

Kmen *Cyanobacteria*

- oxigenní fotosyntetická prokaryota, fylogenetická skupina (klouzavé modrozelené bakterie)
 - gramnegativní, jednobuněčné, koloniální, vláknité; mající fotosyntézu
 - přítomnost dvou fotosystémů (PSII a PSI), užití H₂O jako fotoreduktantu při fotosyntéze
 - fotoautotrofní růst (CO₂ je zdroj uhlíku = obligátně fotoautotrofní); některé jsou fakultativně foto- nebo chemoheterotrofní
 - příbuzné G+ bakteriím s nízkým % G+C (*Clostridium*, *Bacillus*)
 - stěna cyanobakterií je G- typu, peptidoglykanová vrstva je tlustší
 - pochva, glykokalyx, kapsula (gelovitá, slizovitá, rosolovitá), složeno z polysacharidů, polypeptidů; akumulace pigmentů
 - vláknité, koloniální formy, vlákna větvená (přerušeni trichomu); nepravé větvení, pravé větvení
 - neprokázány prokaryotické bičíky, klouzavý pohyb
-

- *tylakoidy*: intracelulární fotosyntetický membránový systém, na povrchu jsou fykobilizomy obsahující fykobiliproteiny (přidavná světloběrná složka, umožňuje optimálně využívat světelné spektrum = adaptační mechanismus)
- *glykogenová granula*: hlavní zásobní látka, umístěná mezi tylakoidy; polyhydroxybutyrátová granula
- *cyanofycinová granula*: polymery argininu a kyseliny asparaginové, zásobárna dusíku
- *karboxyzomy*: souvislost s fotosyntézou, velké hranaté struktury složené z ribulózy bifosfát karboxylázy/oxygenázy (RUBISCO), slouží jako rezerva enzymu pro CO₂
- *polyfosfátová (volutinová) granula*: zásobní význam (nadbytek fosforečnanů v prostředí x nedostatek)
- *plynné měchýřky*: složené z válcovitých vezikul (z glykoproteinového pláště propustného pro plyny, kompletně odolné k vodě) – převážně u planktonních cyanobakterií
- *nukleová oblast*: centroplazma (zaujímá středovou část buněk)
- *trichom*: vlákno z řetízku buněk, bez pochvy

Cyanobakterie a specializované buňky:

Heterocysty – specializované buňky vzniklé z vegetativních buněk, funkcí je fixace N_2

Akinety – při nedostatku živin a/nebo světla; z vegetativních buněk, jsou analogem klidových buněk nebo „spor“ (akumulují zásobní látky), tolerují vysušení, zmrazení, uchování v bezkyslíkatých sedimentech; vyklíčení

Hormogonia – jednoduchý krátký řetízek buněk (krátký segment trichomu), pohyblivý a slouží k rozšíření

Termini – koncové buňky odlišeny do rozmanitých tvarů – zúžené, kónické, prodloužené, zahnuté

Baeocyty – reprodukční funkce, vnitřní mnohonásobné dělení rodičovských buněk, uvolňují se (počet od několika až po jeden tisíc)

Fyziologie a biochemie

- hlavní charakteristikou je duální fotosystém (užití H_2O jako fotoreduktantu, uvolnění kyslíku)
- chlorofyl „a“ - pigment reakčního centra, zapojen ve světelné výtěžnosti všech cyanobakterií (chlorofyl „b“, „d“)
- fykobiliproteiny, fykobilizomy, světlo absorbující pigmenty; redukce CO_2

Ekologie

- výskyt a převaha cyanobakterií = jsou všestranné, tolerují široké rozmezí podmínek v prostředí
- cyanobakterie se vyvinuly v prekambriu
- vláknité formy v planktonu souvisí s plynnými měchýřky (vzplývavé)
- schopnost fixace N_2
- schopné využívat CO_2 při nízkých koncentracích
- schopnost využít HCO_3^- při vysokém pH
- v oligotrofních mořských, sladkovodních prostředích je primárně důležitá schopnost fixace N_2
- vylučování sideroforů planktonními cyanobakteriemi inhibuje růst potenciálních konkurentů
- produkce toxinů - inhibitory cyanobakterií, řas
- teplotní optimum je vyšší než pro většinu eukaryotických řas (důležitá úloha v letním období); osídlují horké prameny, povrchy skal, horké pouštní půdy
- převládají ve sladkovodních tůních s nízkou teplotou v polárních oblastech (schopnost tolerovat střídající se zmrazení a roztávání)
- schopnost odolat vysoké salinitě v mořských lagunách, vnitrozemských slaných jezerech
- dusík fixující cyanobakterie = fotosyntetický partner s houbami (trojité společenství, fotosyntézu zajišťují zelené řasy)
- cyanobakterie slouží funkčně jako chloroplasty u eukaryot; jako dusík fixující jednotky u některých zelených rostlin (intercelulární, schopné nezávislého růstu i mimo hostitele)

Třída *Cyanobacteria*

- charakteristika shodná s údaji uvedenými při popisu kmene
- taxonomie revidována, mnoho změn - pododdělení (morfologie)
- ve shodě se shluky ve fylogenetických stromech, klasifikace neuzavřená
- zástupci dříve platných řádů *Chroococcales*, *Pleurocapsales* a *Oscillatoriales* tvoří souvislý fylogenetický rodokmen
- *Prochlorales* nejsou fylogeneticky odlišní od jiných cyanobakterií
- doporučuje se uspořádání v pěti hlavních skupinách – pododděleních

Pododdělení I. (*Chroococcales*)

- sekvencováním genu pro 16S rRNA - jednobuněčná cyanobakteria tvoří jednotnou fylogenetickou skupinu
- reprodukce binárním dělením, pučením
- sférické, elipsoidní, tyčkovitý tvar, rozmanitá velikost (tvoří vlákna)
- plynné měchýřky, tylakoidy; fykobiliproteiny
- rodově početná skupina; rody prozatím zařazeny do jedné čeledě

Pododdělení II. (*Pleurocapsales*)

- reprodukce baeocyty (4 – 1000); odlišuje zástupce tohoto pododdělení
- sekvencování 16S rDNA - není přirozené fylogenetické seskupení
- baeocyty x endospory, nanocysty; stěna složena ze tří vrstev
- nepohyblivé, rostou na pevných substrátech (koloniální, vláknité)
- vodní prostředí, nejsou planktonní; epility, epifyty
- suchozemské osídlují chladné i horké pouště
- seskupeny ve dvou čeledích

Pododdělení III. (*Oscillatoriales*)

- skupina není fylogeneticky jednotná (16S rDNA)
- vláknitá nevětvená cyanobakteria, dělení v jedné rovině
- vegetativní buňky, transcelulární trichomová fragmentace
- pochva, nepravé větvení (zlom v pochvě, výstupek trichomu)
- krátké fragmenty několika buněk se oddělí – hormogonia
- hormogonia nejsou strukturálně odlišné od vegetativních trichomů
- pohybují se klouzáním; tvoří heterocysty
- diverzita habitatů (voda, plankton, bentická masa, periphyton, horké prameny, suchozemské usazeniny, trávníky, polární sladkovodní tůně)
- rodově bohatá skupina; rody sdruženy v jedné čeledi

Pododdělení IV. (*Nostocales*)

- vláknité, reprodukují se binárním dělením, nepravé větvení
- heterocysty (fixace N_2), terminální nebo vložená poloha v trichomu, charakteristický obal (vnitřní vrstvená vrstva, vnější vláknitá vrstva - uloženy vně existující buněčné stěny)
- akinety (klidové buňky, z vegetativní buňky), rezistentní k chladu, vysychání; umístěny v sousedství nebo odděleně od heterocyst
- hormogonia rozmanitého tvaru, pohyblivé klouzáním, plynné měchýřky
- velká rozmanitost habitatů - schopnosti fixovat N_2 , planktonní (složka vodního květu), osídlují pevné substráty (usazeniny $CaCO_3$)
- přežívají při nízkých teplotách; endosymbionti, exosymbionti hostitelů
- pododdělení obsahuje 12 rodů ve dvou čeledích

Pododdělení V. (*Stigonematales*)

- nejvyšší stupeň morfologické složitosti a rozrůznění mezi cyanobakteriemi
- podélné, šikmé podélné dělení - doplněk příčného dělení = pravé větvení (tvar připomíná „T“, „V“ a „Y“); nepravé větvení
- heterocysty vmezeřené, terminální
- reprodukce náhodným oddělením trichomu, hormogonia, akinéty
- tekoucí vody horkých pramenů, mírně kyselá oligotrofní jezera, rychle tekoucí říčky, vlhké subaeriální prostředí, mořské habitaty
- rodově nepočtená skupina zařazená do jedné čeledě

Kmen *Chlorobi*

- schopné fotosyntetického růstu (sírnik, síra - donor elektronů pro CO₂)
- vně buňky tvoří sirná zrna, G-, sférické, ovoidní, rovné, zakřivené tyčky
- striktně anaerobní, obligátně fototrofní; růstové faktory
- jsou zelené (bakteriochlorofyl *c* nebo *d*), hnědé (bakteriochlorofyl *e*)
- bakteriochlorofyly v chlorozomech, využívají amoniak
- jedna třída s jedním řádem a jednou čeledí; původně řazeny do „5. podskupiny“ tzv. anoxygenních fototrofních bakterií
- fylogeneticky příbuzné kmenu *Bacteroidetes*

Třída *Chlorobia*

- charakteristika – viz popis kmene *Chlorobi*

Řád *Chlorobiales*

- charakteristika – viz popis kmene *Chlorobi*

Čeď *Chlorobiaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Chlorobi*, třída *Chlorobia*, řád *Chlorobiales*.

- charakteristika – viz popis kmene *Chlorobi*
- někdy se nazývají jako zelené sirné bakterie
- taxonomická klasifikace založena na morfologii, fenotypu
- sekvencování genů pro 16S rRNA a *fmo* (FMO protein)

Rody: *Chlorobium*, *Ancalochloris*, *Chlorobaculum*, *Chloroherpeton*, *Pelodictyon*, *Prosthecochloris*

Chlorobium

- rovné, zakřivené tyčky, ovoidní, sférické; svázány navzájem do vláken či řetízků; pevné nebo volné spirály
- nepohyblivé, zbarvené zeleně nebo hnědě
- fotosyntetické pigmenty v chlorozomech (bakteriochlorofyly *c*, *d* nebo *e*, malé množství *a*; karotenoidy chlorobakten, isorenieraten)
- obligátně anaerobní, fotoautotrofní (sírnik donorem elektronů)
- sirná zrna, produktem je síran; fotoasimilace organických látek
- bahno, sladké i brakické vody, mořské prostředí

Kmen *Thermotogae*

- extrémně termofilní, tvar tyček, nesporulující, G- s vnějším pouzdrém
- neobsahuje *meso*-diaminopimelovou kyselinu
- striktně anaerobní heterotrofové (široké spektrum organických látek)
- redukují thiosíran a/nebo S^0 ; růst je inhibován H_2
- jedna třída, jeden řád; fylogeneticky je příbuzný kmenu *Aquificae*

Třída *Thermotogae*

- charakteristika shodná s popisem kmene

Řád *Thermotogales*

- termofilní G- tyčky, pouzdra, nesporulující
- anaerobní, heterotrofní, fermentují řadu substrátů, růst inhibován H_2
- mírně termofilní, hypertermofilní s acylovanými éterovými lipidy
- lipidy obsahují dlouhé řetězce dikarboxylových mastných kyselin
- pouze jedna čeleď

Čeleď *Thermotogaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Thermotogae*, třída *Thermotogae*, řád *Thermotogales*.

- charakteristika shodná s popisem kmene, řádu

Rody: *Thermotoga*, *Fervidobacterium*, *Geotoga*, *Marinitoga*, *Petrotoga*, *Thermosiphon*

Thermotoga

- anaerobní G- tyčky, pochvě podobná struktura, pohyblivé, nepohyblivé
- termofilní, metabolizují sacharidy, trypton, kvasniční extrakt
- hlavními produkty fermentace glukózy jsou acetát, CO_2 a H_2
- růst je inhibován vodíkem (síra - H_2S)
- kosmopolitní, z geotermálně zahřátých sedimentů, horkých pramenů, hydrotermálních systémů, solfatarových pramenů, ropných ložisek

Fervidobacterium

- G-, rovné tyčky, terminální zduření (spheroidy), nesporulující, pohyblivé
- termofilní, obligátně anaerobní; chemoorganotrofní, heterotrofní (fermentují řadu cukrů na acetát, laktát, CO_2 , H_2 , ethanol)
- síra redukována na H_2S ; molekulární vodík inhibuje růst
- vulkanická horká zřídla, geotermální prameny s nízkou salinitou

Kmen *Thermodesulfobacteria*

- dva rody G- tyček, vnější membránová vrstva s výčnělky
- termofilní, striktně anaerobní, chemoorganotrofní
- další charakteristika shodná s vlastnostmi třídy *Thermodesulfobacteria* a rodu *Thermodesulfobacterium*

Třída *Thermodesulfobacteria*

- tvar tyček, pleomorfní, G-, nesporulující, nepohybliví, vně buněčné stěny tenká vrstva
- termofilní, neutrofilní, chemoorganotrofní, striktně anaerobní
- fermentují pyruvát na acetát, CO₂ a vodík (síran akceptorem elektronů, donorem je laktát, pyruvát)
- termální nádrže pro anaerobní vyhívání, horké prameny, horké ropné rezervoáry

Řád *Thermodesulfobacteriales*

- charakteristika řádu *Thermodesulfobacteriales* shodná s vlastnostmi třídy *Thermodesulfobacteria*

Čeleď *Thermodesulfobacteriaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Thermodesulfobacteria*, třída *Thermodesulfobacteria*, řád *Thermodesulfobacteriales*.

- charakteristika shodná s vlastnostmi třídy *Thermodesulfobacteria*

Rody: *Thermodesulfobacterium*, *Thermodesulfatator*

Thermodesulfobacterium

- G-, ovoidní až tyčkovité, pohyblivé, nepohyblivé
- striktně anaerobní, chemoorganotrofní, síran je redukován na H₂S; pyruvát nebo laktát je oxidován jako donor elektronů
- organické látky neúplně oxidovány na acetát
- schopné růstu na jednoduchých médiích, termofilní
- horké prameny, teplá ropná úložiska

Kmen *Deinococcus-Thermus*

- kmen definován na základě 16S rDNA nukleotidů
- dva řády, každý obsahuje jednu čeleď; charakteristika kmene shodná s popisy řádů *Deinococcales* a *Thermales*

Třída *Deinococci*

- charakteristika shodná s popisem řádů *Deinococcales* a *Thermales*

Řád *Deinococcales*

- G⁺ koky (původně *Micrococcus* rezistentní k UV a ionizujícímu záření), nepohyblivé, nesporulující
- chemoorganotrofní, aerobní, kataláza pozitivní; metabolismus respiratorní, červeně pigmentující
- rezistentní ke γ -záření, mezofilní, mírně termofilní (liší se obsahem nevětvených a větvených karboxylových kyselin)
- fosfolipidy neobsahují fosfatidylglycerol, mastné kyseliny nasycené i nenasycené, peptidoglykan obsahuje L-ornitin, chybí kyselina teichoová

Čeleď *Deinococcaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Deinococcus-Thermus*, třída *Deinococci*, řád *Deinococcales*.

- charakteristika shodná s popisem řádu a rodu

Rod: *Deinococcus*

Deinococcus

- sférické (větší, ve srovnání s jinými koky), tyčky, G⁺, stěna z několika vrstev; ojediněle G⁻
- aerobní, nepohyblivé, nesporulující; červené, růžové, oranžové
- rezistentní ke γ -záření; proteolytické, mezofilní, termofilní
- chemoorganotrofní s respiratorním metabolismem, nevyužívají cukry
- lipidy obsahují palmitoleát, peptidoglykan obsahuje L-ornitin
- mezi deinokoky byli přerazeni zástupci rodu „*Deinobacter*“
- široce rozšířené v prostředí; primární zdroj neznámý, sekundárně maso, ryby, piliny; horké prameny

D. radiodurans – rezistentní k 1,5 kGy gama záření; vepřové, hovězí maso

Řád *Thermales*

- rovné G- tyčky až vlákna, nepohyblivé, nesporulující
- žlutě, červeně pigmentované kolonie, některé nepigmentující
- aerobní se striktně respiratorním typem metabolismu
- oxidáza, kataláza pozitivní; termofilní (50 - 75 °C)
- chemotaxonomie klíčová pro diferenciaci
- heterotrofní, někteří mohou chemolithoheterotrofně oxidovat sírné sloučeniny
- hydrotermální prostředí s neutrálním až alkalickým pH, z uměle vytvořených termálních prostředí (např. rozvod teplé vody)

Čeď *Thermaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Deinococcus-Thermus*, třída *Deinococci*, řád *Thermales*.

- charakteristika shodná s popisem řádu

Rody: *Thermus*, *Marinithermus*, *Meiothermus*, *Oceanithermus*, *Vulcanithermus*

Thermus

- rovné G- tyčky, vlákna, nepohyblivé, nesporulující
- žlutě, oranžově, červeně pigmentované; aerobní, striktně respiratorní typ metabolismu (kyslík je konečným akceptorem elektronů)
- oxidáza, kataláza pozitivní, termofilní (70 - 75 °C)
- chemotaxonomické znaky klíčové pro klasifikaci
- horké prameny, ohříváče horké vody, přírodní vody (termální působení)

T. aquaticus – roste při 70 °C, produkuje jasně žlutý pigment

Kmen *Chloroflexi*

- G-, vláknité, s neobvyklým buněčným obalem, pohyblivé klouzáním
- vyskytují se v prostředí; peptidoglykan obsahuje L-ornitin, vnější membrána nepřítomna
- kmen vytyčen na základě sekvencování genu pro 16S rRNA
- pět pododdělení (řádů) včetně tříd *Chloroflexi* a *Thermomicrobia*

Třída *Chloroflexi*

- skupina fylogeneticky příbuzných vláknitých bakterií
- obligátně, fakultativně fototrofní; obsahující bakteriochlorofyl
- skupina „flexibakterií“ bez fototrofní schopnosti
- málo společných fenotypových vlastností (postrádají vnější membránu, meso-diaminopimelová kyselina nahrazena L-ornitinem)
- společným rysem je klouzavý pohyb

Řád *Chloroflexales*

- buňky v mnohobuněčných vláknech, klouzavý pohyb
- fakultativně aerobní, přednostně využívají organické látky (fototrofní, chemotrofní)
- bakteriochlorofyly, karotenoidy
- dvě čeledě s pěti rody; patřily původně do tzv. „podskupiny 6“ anoxygenních fototrofních bakterií
- fylogeneticky nepřibuzné s fotosyntetickými bakteriemi

Čeď *Chloroflexaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Chloroflexi*, třída *Chloroflexi*, řád *Chloroflexales*.

- fototrofní bakterie, tvar mnohobuněčných vláken, G-, klouzavý pohyb
- stěna flexibilní, bakteriochlorofyl *a*, *d*, *e* umožňuje fotosyntézu
- původně vláknité anoxygenní fototrofní bakterie (fotosyntetická flexibakteria, zelené nesírné bakterie)
- na rozdíl od zelených sírných bakterií je tato čeď fakultativně aerobní, přednostně využívá organické substráty
- rody navzájem fylogeneticky příbuzné, odlišné od zelených sírných bakterií (dvě skupiny „zelených“ bakterií nemají žádnou příbuznost)

Rody: *Chloroflexus*, *Chloronema*, *Heliothrix*, *Roseiflexus*

Čeľad' *Chloroflexaceae* - pokračování

Chloroflexus

- mnohobuněčná vlákna, septa, tenká pochva, pohyblivé klouzáním
- anaerobní fototrofní (špinavě žlutohnědé), aerobní - oranžovočervené
- anaerobní na světle – chlorozomy (bakteriochlorofyly *c*, *a*, karotenoidy)
- primárně fotoheterotrofní (anaerobně), chemoheterotrofní (aerobně)
- využívají organické substráty, termofilní, mezofilní
- termofilní kmeny rozšířeny celosvětově v horkých pramenech; mezofilní kmeny - slané bažiny, sladkovodní jezerní sedimenty

Chloronema

- mnohobuněčná vlákna rozmanité délky, obklopena pochvou, pohyblivá klouzáním; plynné vakuoly
- mají chlorozomy (světlo-sběrné bakteriochlorofyly *c*, *d* a karotenoidy)
- anoxygenní fotosyntéza, aerobní chemotrofní metabolismus
- nevyskytují se v čisté kultuře; žlutozelené zbarvení
- sladkovodní (dominantní fytoplankton)

Čeľad' *Oscillochloridaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Chloroflexi*, třída *Chloroflexi*, řád *Chloroflexales*.

- charakteristika – viz popis řádu a rodu

Rod: *Oscillochloris*

Oscillochloris

- mnohobuněčná vlákna neurčité délky, septa, nemají pochvu, plynné vakuoly
- vlákna ohebná, pohyblivá klouzáním; G+ nebo G- (žlutozelené, zelené)
- chlorozomy, bakteriochlorofyl *c*, karotenoidy; fototrofní, chemoheterotrofní, neexistují v čisté kultuře
- bahno obsahujícího sírníky u sladkovodních nádrží a jezer, běžný výskyt ve znečištěných vodách

Řád *Herpetosiphonales*

- jedna čeleď s jedním rodem, bude rozšířen o flexibakterie postrádající bakteriochlorofyl, pohyblivé klouzáním
- aerobní, chemoheterotrofní, příbuzné fototrofům z řádu *Chloroflexales*
- postrádají lipopolysacharidovou vnější membránu, meso-diaminopimelová kyselina nahrazena L-ornitinem

Čeleď *Herpetosiphonaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Chloroflexi*, třída *Chloroflexi*, řád *Herpetosiphonales*.

- charakteristika čeledě shodná s popisem řádu *Herpetosiphonales* a rodu *Herpetosiphon*

Rod: *Herpetosiphon*

Herpetosiphon

- nevětvené flexibilní tyčky, vlákna, pochva, G-, pohyblivé klouzáním
- striktně aerobní, mezofilní, termofilní, chemoorganotrofní, metabolismus respiratorní (akceptorem elektronů je O₂)
- produkují žluté, oranžové, červené karotenoidní pigmenty
- degradují celulózu, chitin
- mohou lyzovat živé buňky bakterií, kvasinek
- sladké vody, mořské pobřeží, půda, hnůj, rozkládající se rostlinný materiál, horké prameny

Třída *Thermomicrobia*

- původně navržená jako samostatný kmen; dva řády
- pleomorfní, nepohyblivé, nesporulující tyčky s atypickou proteinovou buněčnou stěnou

Řád *Thermomicrobiales*

- G- krátké tyčky, nepravidelný tvar, nepohyblivé, nesporulující
- peptidoglykan neobsahuje diaminokyselinu
- hypertermofilní (70 - 75 °C); obligátně aerobní, chemoorganotrofní
- další charakteristika – viz popis rodu

Čeleď *Thermomicrobiaceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Chloroflexi*, třída *Thermomicrobia*, řád *Thermomicrobiales*.

- charakteristika – viz popis řádu a rodu

Rod: *Thermomicrobium*

Thermomicrobium

- krátké G- tyčky, nepravidelný tvar, nepohyblivé
- obligátně aerobní, termofilní (45 - 80 °C); chemoorganotrofní, striktně respiratorní typ metabolismu
- růžové, využívají kvasniční extrakt, peptony (ne glukózu, *n*-alkany)
- horké prameny

Řád *Sphaerobacterales*

- charakteristika – viz popis třídy, čeledě, rodu

Čeleď *Sphaerobacteraceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Chloroflexi*, třída *Chloroflexi*, řád *Sphaerobacterales*.

- jeden rod, mírně termofilní, barví se G+ (původně *Actinobacteria*)

Rod: *Sphaerobacter*

Sphaerobacter

- nepravidelné tyčky, variabilní tvar, G+ , nepohyblivé, nesporulující
- aerobní, růstová teplota 55 °C, chemoorganotrofní
- netvoří kyselinu z glukózy; hydrolyzují škrob, ne želatínu, celulózu
- teplé bahno v odpadních kalech

Kmen *Nitrospira*

- v současnosti se skládá z jedné třídy, řádu a čeledě; izoláty z prostředí
- G-, zakřivené, vibrioidní, spirální tvar
- metabolismus rozmanitý, aerobní chemolitotrofní; nitrifikační
- rozlišují se na sírany redukující a magnetotaktické bakterie
- rod *Thermodesulfovibrio* je termofilní, obligátně acidofilní, anaerobní

Třída *Nitrospira*

- charakteristika shodná s popisem kmene *Nitrospira*

Řád *Nitrospirales*

- charakteristika shodná s popisem kmene *Nitrospira*

Čeď *Nitrospiraceae*

Doména *Bacteria*, kmen *Nitrospira*, třída *Nitrospira*, řád *Nitrospirales*.

- charakteristika shodná s popisem kmene *Nitrospira*

Rody: *Nitrospira*, *Leptospirillum*, *Magnetobacterium*, *Thermodesulfovibrio*

Nitrospira

- vibrioidní, šroubovice, nepohyblivé, G-, nejsou intracytoplazmatické membrány
- chemolitoautotrofní (nitrifikační bakterie – oxidují dusitan), mixotrofní
- mořská voda je nezbytná k růstu (70 až 100%), dusitany, pyruvát, glycerol, kvasniční extrakt, peptony
- rozmanité mořské prostředí, ojedinele půda

Leptospirillum

- G-, vibrioidní, tvar spirál, pohyblivé
- obligátně chemolitotrofní, využívají Fe^{2+} , využívají siřníky, aerobní
- acidofilní (pH 1,5 - 4,0); některé mírně termofilní
- široce rozšířené v úložkách rud