

## Taxonomické změny v rodu *Staphylococcus*

### Taxonomic changes to the genus *Staphylococcus*

**Petr Petráš, Pavel Švec**

#### Souhrn • Summary

Na základě analýzy výsledků moderních genetických metod, především celogenomového sekvenování, dochází k upřesnění taxonomické pozice v řadě bakteriálních rodů. V poslední době byly provedeny rozsáhlé změny v rodu *Staphylococcus*. Pět poddruhů bylo reklasifikováno jako druhy, čtyři dvojice poddruhů byly sloučeny a pět stafylokoků bylo přeřazeno do nově ustanoveného rodu *Mammaliicoccus*. V období leden 2019 až říjen 2020 byly dále popsány čtyři nové druhy rodu *Staphylococcus*.

Based on the analysis of the results obtained by advanced genetic methods, particularly by whole-genome sequencing, the taxonomic position has been revised for a number of bacterial genera. Substantial changes have recently been made to the genus *Staphylococcus*. Five subspecies have been reclassified as genera, four pairs of subspecies have been merged, and five species have been reassigned to the newly established genus *Mammaliicoccus*. From January 2019 to October 2020, four novel species of the genus *Staphylococcus* have been described.

Zprávy CEM (SZÚ, Praha) 2020; 29(11): 444–446

**Klíčová slova:** rod *Staphylococcus*, taxonomie, rod *Mammaliicoccus*

**Keywords:** genus *Staphylococcus*, taxonomy, genus *Mammaliicoccus*

Na konci října tr. vyšla v on-line formě taxonomického časopisu *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* (IJSEM) rozsáhlá publikace s návrhem taxonomických změn v rodu *Staphylococcus*, které byly provedeny na základě analýzy výsledků celogenomového sekvenování a dalších molekulárních metod [1]. Pět poddruhů bylo reklasifikováno jako druhy, čtyři dvojice poddruhů byly sloučeny a pět stafylokokových druhů bylo z rodu vyjmuto a přeřazeno do nově zavedeného rodu *Mammaliicoccus*. V období leden 2019 až říjen 2020 byly dále popsány čtyři nové koaguláza negativní stafylokoky, z nichž tři mají veterinární původ a poslední je z humánního klinického materiálu.

#### Reklasifikace poddruhů na úrovni druhu

Koaguláza pozitivní *S. schleiferi* subsp. *coagulans* z r. 1990, který je nejčastěji izolován od psů, ale vzácně může být zachycen ve zhnisaných ranách po kousnutí psem u člověka, byl nyní zařazen jako samostatný druh *S. coagulans*.

Dalším novým druhem je *S. urealyticus*, který byl od r. 1991 poddruhem *S. cohnii*. Kmeny těchto druhů jsou izolovány z humánních infekcí. Díky podobnému jménu se tento nový druh bude možná plést se *S. capitis* subsp. *urealyticus*.

*S. succinus* z r. 1998 má nejzajímavější původ: byl izolován ze zbytků rostlin uchovaných v jantarových kouscích z třetihor. Podle radiokarbonové analýzy přežily 2 kmeny

5–35 milionů roků. V roce 2003 byl v tomto druhu popsán druhý poddruh *casei*, který byl izolován ze švýcarských zrajících sýrů. I ten byl nyní osamostatněn jako druh *S. casei*. Je třeba si také uvědomit, že reklasifikací těchto tří poddruhů došlo automaticky k zániku zbývajících poddruhových jmen původně popsaných u uvedených druhů (viz tabulka 1).

U druhu *S. petrasii* existovaly dosud 4 poddruhy, jejichž kmeny bývají poměrně často izolovány v souvislosti s lidským onemocněním. Byl to poddruh *jettensis*, o kterém bude pojednáno v následujícím odstavci. Dále to byl subsp. *croceilyticus* popsán Pantůčkem a kol. 2013 [2] a subsp. *pragensis*, uvedený do taxonomie Švecem a kol. 2015 [3]. Oba tyto poddruhy jsou nyní samostatnými druhy *S. croceilyticus* a *S. pragensis*. Seznam poddruhů reklasifikovaných na úroveň druhů je přehledně uveden v tabulce 1.

#### Sloučení poddruhů

Následující 3 páry poddruhů se ukázaly jako synonymní a byly sloučeny. Hlavní patogen rodu, *Staphylococcus aureus* z r. 1884, měl dosud dva poddruhy: *aureus* a anaerobní, spíše veterinární poddruh *anaerobius* z r. 1985, který vyvolává onemocnění ovcí. Druh *S. saprophyticus* zahrnoval poddruh *saprophyticus* reprezentující známého původce močových infekcí, a dále poddruh *bovis*, který byl zachycen v nozdřích krav a byl popsán prof. Hájkem a kol. v roce 1996. *S. carnosus* zahrnoval poddruh *carnosus* z uzenin a poddruh *utilis* rovněž z potravin. Na základě publikovaných výsledků tedy tři výše uvedené druhy *S. aureus*, *S. saprophyticus* a *S. carnosus* aktuálně nezahrnují žádné poddruhy.

Poddruh *S. petrasii* subsp. *petrasii* byl popsán Pantůčkem a kol. v roce 2013 [2] ze vzorků humánního klinického materiálu. Velice brzo byl po něm uveden druh *S. jettensis* [4], který byl v roce 2014 reklasifikován jako poddruh *S. petrasii*

Tabulka 1: Poddruhy stafylokoků reklasifikované na úroveň druhu; Madhaiyan M, et al. [1]

Původní klasifikace	hlavní zdroj	popis (první autor, rok)	nová klasifikace
<i>S. cohnii</i> subsp. <i>cohnii</i>	člověk	Schleifer, 1975	<b><i>S. cohnii</i></b>
<i>S. schleiferi</i> subsp. <i>schleiferi</i>	člověk	Freney, 1988	<b><i>S. schleiferi</i></b>
<i>S. schleiferi</i> subsp. <i>coagulans</i>	pes	Igimi, 1990	<b><i>S. coagulans</i></b>
<i>S. cohnii</i> subsp. <i>urealyticus</i>	člověk, zvíře	Kloos, 1991	<b><i>S. urealyticus</i></b>
<i>S. succinus</i> subsp. <i>succinus</i>	jantar	Lambert, 1998	<b><i>S. succinus</i></b>
<i>S. succinus</i> subsp. <i>casei</i>	sýr	Place, 2003	<b><i>S. casei</i></b>
<i>S. petrasii</i> subsp. <i>croceilyticus</i>	člověk	Pantůček, 2013	<b><i>S. croceilyticus</i></b>
<i>S. petrasii</i> subsp. <i>pragensis</i>	člověk	Švec, 2015	<b><i>S. pragensis</i></b>

subsp. *jettensis* [5]. Nyní bylo prokázáno, že jsou tyto dva poddruhy synonymní a bylo navrženo jejich sloučení. Seznam všech sloučených poddruhů je uveden v tabulce 2.

### Přeražení do rodu *Mammaliococcus*

Celkem 5 novobiocin rezistentních a oxidáza pozitivních druhů stafylokoků: *S. sciuri*, *S. lentus*, *S. vitulinus*, *S. fleuretti* a *S. stepanovicii* bylo přeraženo do nově ustanoveného rodu *Mammaliococcus* (mammalia = lat. savci) (tabulka 3). Tyto druhy byly dosud zařazeny v tzv. skupině „*S. sciuri* group“. *S. sciuri* měl do nedávna 3 poddruhy (*sciuri*, *rodentium* a *carnaticus*), které byly 2016 Švecem a kol. sjednoceny do jednoho druhu [6]. Rod *Mammaliococcus* náleží do čeledi *Staphylococcaceae*. Kromě typového rodu *Staphylococcus*, je v zde dalších 9 rodů. Mezi nimi je nejznámější rod

*Macrococcus*, který byl ustanoven v r. 1998, kdy byl tehdejší *Staphylococcus caseolyticus* přeražen jako *Macrococcus caseolyticus* [7].

### Nové druhy stafylokoků popsáné 2019 až říjen 2020

V našem časopise jsme naposledy referovali o nových stafylokokových taxonech v říjnu 2018 [8], kdy byl popsán koaguláza pozitivní *S. cornubiensis*, izolovaný z lidské kožní infekce v Cornwallu [9] a *S. caeli* zachycený z vnitřního ovzduší velkofarem králíků v Itálii [10]. V následujících letech byly popsány 3 druhy z veterinárních zdrojů: *S. debucki* (2019) z bovinního mléka [11], *S. pseudoxylosus* (2019) z bovinní mastitidy [12] a *S. ursi* (2020) izolovaný ze zdravých černých medvěďů z Great Smoky Mountains v Tennessee [13]. Dosud posledním druhem stafylokoků je

Tabulka 2: Sloučené poddruhy stafylokoků; Madhaiyan M, et al. [1]

Původní klasifikace	hlavní zdroj	popis (první autor, rok)	nová klasifikace
<i>S. aureus</i> subsp. <i>aureus</i>	člověk, zvíře	Rosenbach, 1884	<b><i>S. aureus</i></b>
<i>S. aureus</i> subsp. <i>anaerobius</i>	ovce, člověk zřídka	DeLaFuente, 1985	
<i>S. saprophyticus</i> subsp. <i>saprophyticus</i>	člověk	Shaw, 1951	<b><i>S. saprophyticus</i></b>
<i>S. saprophyticus</i> subsp. <i>bovis</i>	skot	Hájek, 1996	
<i>S. carnosus</i> subsp. <i>carnosus</i>	uzeniny	Schleifer, 1982	<b><i>S. carnosus</i></b>
<i>S. carnosus</i> subsp. <i>utilis</i>	potraviny	Probst, 1998	
<i>S. petrasii</i> subsp. <i>petrasii</i>	člověk	Pantůček, 2013	<b><i>S. petrasii</i></b>
<i>S. petrasii</i> subsp. <i>jettensis</i>	člověk	De Bell, 2015	

Tabulka 3: Druhy stafylokoků přeražené do rodu *Mammaliococcus*; Madhaiyan M, et al. [1]

Původní klasifikace	hlavní zdroj	popis (první autor, rok)	nová klasifikace
<i>S. sciuri</i>	člověk, zvíře	Kloos, 1976	<b><i>Mammaliococcus sciuri</i></b>
<i>S. lentus</i>	zvíře, člověk zřídka	Schleifer, 1983	<b><i>Mammaliococcus lentus</i></b>
<i>S. vitulinus</i>	zvíře, potravina, člověk zřídka	Webster, 1994	<b><i>Mammaliococcus vitulinus</i></b>
<i>S. fleurettii</i>	sýr z kozího mléka	Vernozy-Rozand, 2000	<b><i>Mammaliococcus fleurettii</i></b>
<i>S. stepanovicii</i>	hlodavci, hmyzožravci	Hauschild, 2012	<b><i>Mammaliococcus stepanovicii</i></b>

Tabulka 4: Nové druhy v rodu *Staphylococcus* popsáné leden 2019–říjen 2020

Druh	zdroj	lokality	fylogenetická příbuznost
<b><i>S. debuckii</i></b>	bovinní mléko	Kanada	<i>S. piscifermentans</i> , <i>S. condimenti</i> , <i>S. carnosus</i> , <i>S. simulans</i>
<b><i>S. pseudoxylosus</i></b>	bovinní mastitida	Francie	<i>S. saprophyticus</i> , <i>S. xylosus</i> , <i>S. edaphicus</i> , <i>S. caeli</i>
<b><i>S. ursi</i></b>	stěry z medvěďů	USA	' <i>S. intermedius</i> group'
<b><i>S. borealis</i></b>	klinické izoláty	Norsko	<i>S. haemolyticus</i>

*S. borealis* (2020) [14], který byl popsán na základě studia pěti kmenů izolovaných ze stěrů lidské pokožky a hemokultury v nemocnici v norském Tromsø (tabulka 4).

Po změnách popsaných v této aktualitě je v rodu *Staphylococcus* aktuálně 56 validně popsaných druhů, z nichž 3 mají po dvou poddruzích (*S. hominis*, *S. capitis* a *S. equorum*).

Asi nějaký čas potrvá, než si na novou klasifikaci zvykne. Např. *S. sciuri*, který patří podle výsledků NRL pro stafylokoky do desítky nejčastěji izolovaných koaguláza negativních druhů (především z močových infekcí), není podle tohoto nového návrhu klasifikace stafylokok, ale *Mammaliococcus sciuri*. Jako stafylokok ho však bude samozřejmě i nadále identifikovat MALDI-TOF hmotnostní spektrometrie, která je často využívána v rutinních laboratořích, a to až do doby, než bude aktualizována její identifikační databáze.

## LITERATURA

- [1] Madhaiyan M, Wirth JS, Saravanan VS. Phylogenomic analyses of the *Staphylococcaceae* family suggest the reclassification of five species within the genus *Staphylococcus* as heterotypic synonyms, the promotion of five subspecies to novel species, the taxonomic reassignment of five *Staphylococcus* species to *Mammaliococcus* gen. nov., and the formal assignment of *Nosocomiicoccus* to the family *Staphylococcaceae*. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2020; 70(11): 5926–5936.
- [2] Pantůček R, Švec P, Dajcs J, et al. *Staphylococcus petrasii* sp. nov. and *Staphylococcus petrasii* subsp. *petrasii* subsp. nov. and *Staphylococcus petrasii* subsp. *croceilyticus* subsp. nov., isolated from human clinical specimens and human ear infections. *Syst Appl Microbiol*. 2013; 36: 90–95.
- [3] Švec P, De Bel A, Sedláček I, et al. *Staphylococcus petrasii* subsp. *pragensis* subsp. nov., occurring in human clinical material. *IJSEM*. 2015; 64(7): 2071–2077.
- [4] De Bel A, Van Hoorde K, Wybo I, et al. *Staphylococcus jettensis* sp. nov., a coagulase-negative staphylococcal species isolated from human clinical specimens. *IJSEM*. 2013; 63: 3250–3256.
- [5] De Bel A, Švec P, Petráš P, et al. Reclassification of *Staphylococcus jettensis* De Bel et al. 2013 as *Staphylococcus petrasii* subsp. *jettensis* subsp. nov. and emended description of *Staphylococcus petrasii* Pantucek et al. 2013. *IJSEM*. 2014; 64: 4198–4201.
- [6] Švec P, Petráš P, Pantůček R, et al. High intraspecies heterogeneity within *Staphylococcus sciuri* and rejection of its classification into *S. sciuri* subsp. *sciuri*, *S. sciuri* subsp. *carnaticus* and *S. sciuri* subsp. *rodentium*. *IJSEM*. 2016; 66: 5181–5186.
- [7] Kloos WE, Ballard DN, George CG, et al. Delimiting the genus *Staphylococcus* through description of *Macrocooccus caseolyticus* gen. nov., comb.nov., and *Macrocooccus equipercicus* sp. nov., *Macrocooccus bovicus* sp. nov. and *Macrocooccus carouselicus* sp. nov. *Int J Syst Bacteriol*. 1998; 48: 1085–1087.
- [8] Petráš P, Kečliková J. *Staphylococcus cornubiensis*, nový druh koaguláza pozitivního stafylokoků izolovaného z klinického materiálu. *Zprávy CEM (SZÚ, Praha)*. 2018; 27(10): 243–245.
- [9] Murray AK, Lee J, Bendall R, et al. *Staphylococcus cornubiensis* sp. nov., a member of the *Staphylococcus intermedius* Group (SIG). *IJSEM*. 2018; 68: 3404–3408.
- [10] MacFadyen AC, Drigo I, Harrison EM, et al. *Staphylococcus caeli* sp. nov., isolated from air sampling in an industrial rabbit holding. *IJSEM*. 2019; 69: 82–86.
- [11] Naushad S, Kanevets U, Nobrega D. et al. *Staphylococcus debuckii* sp. nov., a coagulase-negative species from bovine milk. *IJSEM*. 2019; 69: 2239–2249.
- [12] MacFadyen AC, Leroy S, Harrison EM. *Staphylococcus pseudoxylosus* sp. nov., isolated from bovine mastitis. *IJSEM*. 2019; 69: 2208–2213.
- [13] Perreten V, Kania SA, Bernis D. *Staphylococcus ursi* sp. nov., a new member of the "S. intermedius group" isolated from healthy black bears. *IJSEM*. 2020; 70: 4637–4645.
- [14] Pain M, Wolden R, Jaen-Luchoro D. *Staphylococcus borealis* sp. nov., isolated from human skin and blood. *IJSEM*. 2020; DOI 10.1099/ijsem.0.004499.

Petr Petráš

NRL pro stafylokoky CEM – SZÚ, Praha

Pavel Švec

Česká sbírka mikroorganismů PřF MU, Brno

## Upřesnění k článku „Taxonomické změny v rodu *Staphylococcus*“

### *An update to the article „Taxonomic changes to the genus Staphylococcus“*

**Petr Petráš**

*Příspěvek byl publikován v listopadovém čísle našeho časopisu Zprávy CEM (SZÚ, Praha). 2020; 29(11): 444–446 [1].*

Nová jména nových bakteriálních taxonomických jednotek, která jsou uveřejněna v jiném časopise než v *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* (IJSEM), musí být následně validována uvedením v tzv. validačních listech publikovaných pravidelně v IJSEM. Také originální popisy uveřejněné v IJSEM jsou konfirmovány v tzv. notifikačním listě, který vychází obvykle v následujícím čísle. K reklasifikaci indických autorů, která v listopadovém čísle IJSEM uváděla na základě výsledků moderních genetických metod řadu změn v rodu *Staphylococcus* [2] vyšel notifikační list až v únoru 2021 [3].

V tomto notifikačním listu byly potvrzeny reklasifikace 8 dosavadních stafylokokových poddruhů na úroveň druhu (viz tabulka 1 v [1]) a přeřazení 5 novobiocin rezistentních a oxidáza pozitivních stafylokoků bývalé „*S. sciuri* group“ do nově utvořeného rodu *Mammaliicoccus* (viz tabulka 3 v [1]). Nebylo zde však akceptováno sloučení 4 dvojic poddruhů z publikace [2] (viz tabulka 2 v [1]), takže *S. aureus* subsp. *aureus* a *S. aureus* subsp. *anaerobius* zůstávají i nadále samostatnými poddruhy – stejně jako ostatní 3 dvojice.

Jméno „*S. ursi*“, navržené pro nový druh izolovaný ze zdravých černých medvědů v Národním parku Great Smoky Mountains v Tennessee [4], také dosud validováno nebylo. Důvodem je požadavek Federální správy Národního parku o dodatečný souhlas s uvolněním typové kultury z americké sbírky ATCC. Jedním ze základních požadavků při popisu nového druhu je uložení typového kmene v minimálně dvou veřejných sbírkách mikroorganismů v různých zemích a jeho

dostupnost z těchto sbírek bez jakéhokoliv omezení, což v tomto případě splněno nebylo.

V rodu *Staphylococcus* je v současnosti tedy 56 validně popsanych druhů, z nichž 7 má po dvou poddruzích (*S. aureus*, *S. saprophyticus*, *S. capitis*, *S. hominis*, *S. carnosus*, *S. equorum* a *S. petrasii*). Z nich 11 je koaguláza pozitivních, z těch *S. hyicus* a *S. agnetis* variabilně. *S. aureus* subsp. *anaerobius* a *S. saccharolyticus* jsou anaerobní, zbývající stafylokoky preferují normální atmosféru.

#### LITERATURA

- [1] Petráš P, Švec P. Taxonomické změny v rodu *Staphylococcus*. *Zprávy CEM (SZÚ, Praha)*. 2020; 29(11): 444–446.
- [2] Madhaiyan M, Wirth JS, Saravanan VS. Phylogenomic analyses of the *Staphylococcaceae* family suggest the reclassification of five species within the genus *Staphylococcus* as heterotypic synonyms, the promotion of five subspecies to novel species, the taxonomic reassignment of five *Staphylococcus* species to *Mammaliicoccus* gen. nov., and the formal assignment of *Nosocomiicoccus* to the family *Staphylococcaceae*. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2020; 70(11): 5926–5936.
- [3] Oren A, Garrity GM. Notification that new names of prokaryotes, new combinations, and new taxonomic opinions have appeared in volume 70, part 11 of the IJSEM. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2021; 71(2). <https://doi.org/10.1099/ijsem.0.004732>.
- [4] Perreten V, Kania SA, Bemis D. *Staphylococcus ursi* sp. nov., a new member of the '*Staphylococcus intermedius* group' isolated from healthy black bears. *Int J Syst Evol Microbiol*. 2020; 70(8): 4637–4645.

15. 3. 2021

Petr Petráš