

nejhůře vyšly vzorky kopru a koriandru, u kterých byly jen malé rozdíly v celkovém počtu mikroorganismů a v počtu kvasinek a plísní v bylinkách před a po praní a také mezi jednotlivými oplachovými vodami. Souvislost mezi vlastnostmi bylinky (např. velikost listů, členitost povrchu, apod.) a účinností oplachu však shledána nebyla.

Závěr

Provedeny byly odběry vybraných vzorků surovin a složek, které jsou k mléčných meziproductům přidávány a které společně s nimi tepelným ošetřením neprocházejí. Stanoveny v nich byly hlavní skupiny kontaminujících a technologicky nežádoucích mikroorganismů. Tepelně ošetřené gelové ochucující složky vyšly jako mikrobiologicky nerizikové. V případě použití sušených bylinek ošetřených ionizujícím zářením by problémy mohla způsobovat kontaminace termorezistentními mikroorganismy. To v případě, pokud by se jednalo o enzymaticky vysoce aktivní kmeny a fyzikálně-chemické vlastnosti výrobku a podmínky jeho skladování by pomnožování těchto mikroorganismů umožňovaly. Nežádoucí mikroorganismy byly zachyceny i v neošetřené soli, přičemž vzorky mořské soli vyšly hůře než vzorky soli kamenné. Organická kontaminace mořské soli může být zdrojem nejen technologicky nežádoucích, ale i patogeních mikroorganismů, a proto by mořská sůl měla být používána pouze u výrobků mikrobiologicky nerizikových. V rámci sledovaného souboru nejrizikovější byly neošetřené čerstvé bylinky, které typicky obsahovaly pestré směs nežádoucích mikroorganismů, někdy i ve vysoké denzitě. Ani oplach ve třech vodách nebyl dostatečně spolehlivý pro snížení míry mikrobiální kontaminace, a tak opláchnuté čerstvé bylinky významně zhoršovaly mikrobiologickou kvalitu ochucených výrobků.

Poděkování

Tato práce vznikla s finanční podporou Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství České republiky při řešení projektu QK1710156 v programu ZEMĚ.

Literatura

- BANYKÓ J., VYLETĚLOVÁ M. (2009): Determining the sources of *Bacillus cereus* and *Bacillus licheniformis* isolated from raw milk, pasteurized milk and yoghurt. *Letters of Applied Microbiology*, 48, s. 318-323.
- ČSN 56 9609 (2008): Pravidla správné hygienické a výrobní praxe – Mikrobiologická kritéria pro potraviny – Principy stanovení a aplikace. Český normalizační institut.
- FYSUN O., KERN H., WILKE B., LANGOWSKI H.CH. (2019): Evaluation of factors influencing dairy biofilm formation in filling hoses of food-processing equipment. *Food and Bioprocess Technology*, 113, s. 39-48.
- GELBÍČOVÁ T., KARPIŠKOVÁ R. (2019): Kontrola výskytu a šíření *Staphylococcus aureus* v mlékárenských provozech. Dostupné online: http://www.vumlekarensky.cz/upload/soubory/vysledky_projektu/syr-kval/03_w_syr-kval_s_aureus.pdf
- CHRISTIANSEN P., WAAGNER NIELSEN E., VOGENSEN F.K., BRAYEN C.H., ARDÖ Y. (2006): Heat resistance of *Lactobacillus paracasei* isolated from semi-hard cheese made of pasteurized milk. *International Dairy Journal*, 16, s. 1196-1204.

- MARTIN N.H., BOOR K.J., WIEDMANN N. (2018): Symposium review: Effect of post-pasteurization contamination on fluid milk quality. *Journal of Dairy Science*, 101, s. 861-870.
- NĚMEČKOVÁ I., SCHMIDTOVÁ M., ROHACKÁ H., ROUBAL P., DRBOHLAV J. (2011): Metody stanovení a charakterizace termorezistentních mikroorganismů v mléce. *Mlékařské listy – zpravodaj*, 125, s. I-IV.
- ORTUZAR J., MARTINEZ B., BIANCHINI CH., STRATTON J., RUPNOW J., WANG B. (2018): Quantifying changes in spore-forming bacteria contamination along the milk production chain from farm to packaged pasteurized milk using systematic review and meta-analysis. *Food Control*, 86, s. 319-331.
- RANKIN S.A., BRADLEY R.L., MILLER G., MILDENHALL K.B. (2017): A 100-year review: A century of dairy processing advancements – Pasteurization, cleaning and sanitation, and sanitary equipment design. *Journal of Dairy Science*, 100, s. 9903-9915.
- REICHLER S.J., MURPHY S.I., ERICKSON A.W., MARTIN N.H., SNYDER A.B., WIEDMANN M. (2020): Intervention designed to control post-pasteurization contamination in high-temperature, short-time-pasteurized fluid milk processing facilities: A case study on the effect of employee training, clean-in-place chemical modification, and preventive maintenance programs. *Journal of Dairy Science*, v tisku, dostupné na <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030220304136>

Korespondující autor: Ing. Irena Němečková, Ph.D.,
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a,
160 00 Praha 6, e-mail: nemeckova@milcom-as.cz

Přijato do tisku: 30. 7. 2020

Lektorováno: 22. 9. 2020

VÝSKYT METHICILIN A VANKOMYCIN REZISTENTNÍCH KMENŮ STAPHYLOCOCCUS AUREUS V SYROVÉM KRAVSKÉM MLÉCE

Marcela Klimešová¹, Tereza Gelbíčová²,
Renáta Karpíšková², Miroslav Skřivánek³,
Hana Nejeschlebová⁴, Ludmila Nejeschlebová¹

¹ Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o., Praha

² Výzkumný ústav veterinárního lékařství, v.v.i., Brno

³ Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta

⁴ Bentley Czech s.r.o., Praha

Occurrence of methicillin and vancomycin-resistant strains of *Staphylococcus aureus* in raw cow's milk

Abstrakt

Byla testována rezistence k vankomycinu, oxacilinu a cefoxitinu u bakteriálních kmenů *Staphylococcus aureus* izolovaných z kravského mléka v letech 2019 a 2020. Celkem bylo vyšetřeno 689 vzorků syrového kravského mléka ze 14 farem, z toho 630 individuálních a 59 bazénových vzorků. Jako *S. aureus* bylo identifikováno 96 kmenů (13,9 %), u kterých byl proveden test citlivosti k antibiotikům diskovou difúzní metodou. U rezistentních a intermediárních kmenů byla provedena metodou PCR

detekce *mecA* a *vanA* genu. Žádný z kmenů *S. aureus* nebyl potvrzen jako MRSA nebo VRSA.

Klíčová slova: mléko; rezistence k antibiotikům; MRSA; VRSA

Abstract

The resistance to vancomycin, oxacillin and cefoxitin was tested in bacterial strains of *Staphylococcus aureus* isolated from cow's milk in 2019 and 2020. A total of 689 samples of raw cow's milk from 14 farms were examined, of which 630 were individual and 59 were bulk milk samples. All 96 strains identified as *S. aureus* were tested for susceptibility to antibiotics by disk diffusion method. In case of resistant or intermediate strains, PCR method was subsequently performed to detect the *mecA* and *vanA* genes. None of the *S. aureus* strains were confirmed as MRSA or VRSA.

Keywords: milk; antibiotic resistance; MRSA; VRSA

Úvod

Světová zdravotnická organizace (WHO) zveřejnila v roce 2017 svůj první seznam bakterií, které představují největší hrozbu pro lidské zdraví a pro které je urgentní potřeba vývoje nových antibiotik (WHO, 2017). Mezi ně patří i ty, které se mohou vyskytovat v prostředí chovů hospodářských zvířat: např. *Pseudomonas aeruginosa* a bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* (rezistentní ke karbapenemům a kolistinu), *Enterococcus faecium* (rezistentní k vankomycinu), *Staphylococcus aureus* (rezistentní k methicilinu MRSA a vankomycinu VRSA či VISA), *Campylobacter* spp. a *Salmonella* spp. (rezistentní k fluorochinolonům). Přitom vankomycin, karbapenemy a kolistinu jsou v humánní medicíně tzv. antibiotika „poslední volby“.

Methicilin-rezistentní *S. aureus* (MRSA) se od jeho objevu v roce 1961 rozšířil do mnoha zemí (Jevons, 1961) a v posledních desetiletích je celosvětově v humánní populaci zaznamenáván nepříznivý trend zvyšující se prevalence methicilin-rezistentních kmenů *S. aureus* (Boyce, 1990; Witte a kol., 1997; Chambers, 2001; Le Blanc, 2007; Hassoun, 2017). Podle nejnovějších výsledků Evropského centra pro prevenci a kontrolu nemocí (ECDC, 2019) byl hlášen za rok 2018 výskyt MRSA v humánní populaci v ČR 13,6 % (18. místo ze

všech 30 sledovaných evropských zemí), přičemž v roce 1993 byla incidence MRSA v ČR 6,1% a v roce 2000 jen 4,3 %. Slovensko zaznamenalo za rok 2018 26,6 % (24. místo), v prvním hlášení v roce 2001 potvrdilo jen 4,1 %. Nejvyšší výskyt MRSA dlouhodobě hlásí Rumunsko (43 %), přičemž první záchyt v roce 2002 byl 36,3 %, dále Kypr (40,2 %), Portugalsko (38,1 %) a Malta (36 %), nejnižší pak Island (0 %), Norsko (0,9 %), Holandsko (1,2 %), Dánsko (1,7 %) a Švédsko (1,9 %) - Obr. 1.

Výskyt kmenů MRSA byl kromě humánní populace zjištěn také u zvířat, včetně těch, které jsou určeny k produkci potravin, zejména u prasat. Rezistence k β -laktamovým antibiotikům je způsobena modifikací proteinu PBP2a, který je u stafylokoků kódován genem *mecA*. Je lokalizován na mobilním genetickém elementu stafylokokové chromozomální kazety (SCCmec) a je horizontálně přenosný, což vede k tomu, že je šíření rezistentních kmenů možné i prostřednictvím ošetřujícího personálu (Holmes a Zadoks, 2011).

Na základě epidemiologických a genetických charakteristik se MRSA kmeny dělí na nemocniční (hospital-acquired, HA-MRSA), komunitní (community-associated, CA-MRSA) a skupinu kmenů LA-MRSA (livestock associated) (Holmes a Zadoks, 2011). Zástupci prvních dvou skupin (HA-MRSA a CA-MRSA) se od sebe odlišují některými znaky, např. genetickou linií, umístěním a velikostí chromozomální kazety (SCCmec) a rezistencí k antimikrobiálním látkám (Karpíšková a kol., 2009; Wilcox a kol., 2019). Třetí skupina (LA-MRSA) se rozšířila mezi hospodářskými zvířaty (zejména u prasat, skotu, malých přežvýkavců a drůbeže) a dále i pracovníky v živočišné výrobě (farmáři, veterinární lékaři a pracovníci na jatkách). Pro tyto kmeny je typická rezistence k tetracyklinu a přítomnost menších chromosomálních kaset SCCmec IV a V.



Obr. 1 *Staphylococcus aureus*. Procentuální výskyt humánních izolátů s rezistencí k methicilinu (MRSA) v evropských zemích v roce 2018 (ECDC, 2019).

Vankomycin byl nejspolehlivějším terapeutikem proti infekcím způsobeným methicilin-rezistentními bakteriemi *S. aureus*. V roce 1996 byl však od japonského pacienta izolován první MRSA, který získal rezistenci k vankomycinu a byl označen jako VISA, rovněž nazývaný i jako glykopeptid-intermediární *S. aureus* - GISA (Hiramatsu, 2001). V roce 1997 byly hlášeny další kmeny MRSA se sníženou vnímavostí na vankomycin, které byly izolovány od pacientů, u nichž byla léčba vankomycinem neúčinná. Následná izolace několika kmenů *S. aureus* rezistentních k vankomycinu (VRSA) z USA, Francie, Koreje, Jižní Afriky a Brazílie potvrdila, že výskyt vankomycinové rezistence u *S. aureus* je celosvětovou záležitostí (Hiramatsu, 2001).

Přesnější nomenklatura pro rezistenci k vankomycinu je založena na mezních bodech MIC pro antimikrobiální terapii. Podle pokynů stanovených standardy CLSI (2018), jsou stafylokoky s MIC ≤ 2 mg/l k vankomycinu považovány za citlivé (VSSA), dále s MIC 4 až 8 mg/l jsou intermediární (VISA) a kmeny s MIC ≥ 16 mg/l jsou rezistentní (VRSA). Existují i heterogenní kmeny hVISA, rezistentní k vankomycinu i při MIC < 2 mg/l a mají i subpopulaci rezistentní i při MIC > 4 mg/l, které jsou označovány za prekursory VISA (Hiramatsu a kol., 2014a).

V naší studii jsme testovali rezistenci k cefoxitinu, oxacilinu a vankomycinu u bakteriálních kmenů *S. aureus* izolovaných z bazénových a individuálních vzorků kravského mléka a mléčných automatů.

Materiál a metody

Původ vzorků

Za poslední dva roky (2019 – červenec 2020) bylo vyšetřeno celkem 689 vzorků mléka, z toho 630 individuálních vzorků od zvířat se suspektní mastitidou a 59 bazénových vzorků mléka ze 14 farem. Celkem bylo získáno 82 kmenů (13 %) *S. aureus* z individuálních vzorků a 14 kmenů (23,7 %) z bazénových vzorků mléka. Do celkového hodnocení bylo zařazeno i 600 izolovaných kmenů *S. aureus* z předchozího období 2013 až 2018 pocházejících z mléčných automatů, individuálních a bazénových vzorků původem ze 42 mléčných farem (Tabulka 1).

Mikrobiologické analýzy, identifikace a testování citlivosti

Vzorek mléka (0,05 ml) byl sterilní tyčinkou přenesen souběžně na Baird Parker Agar (BP, HiMedia, Indie)

a krevní agar (KA, Columbia Blood Agar, HiMedia, Indie) a rozetřen. Kultivace proběhla při 37 °C/24 hodin. Suspektní kolonie s jasnou zónou precipitace na BP agaru a β -hemolytickou reakcí na KA agaru byly dále přeočkovány na krevní agar a inkubovány při teplotě 37 °C/24 hodin. Vybrané kolonie byly následně potvrzovány koagulázovou reakcí a identifikovány pomocí STAPHY-testu a identifikačního programu TNW Pro 7.0 (Erba-Lachema, Brno). Ve sporných případech byla u kmenů *S. aureus* dodatečně provedena pomocí PCR identifikace specifického fragmentu pro *S. aureus* SA442 (Martineau a kol., 1998). U všech kmenů *S. aureus* byla provedena diskovou difúzní metodou zkouška na citlivost k oxacilinu OX 1 μ g (Oxoid, UK; zóna pro senzitivní hodnocení S > 13 mm; CLSI, 2012), cefoxitinu FOX 30 μ g (S > 23 mm; CLSI, 2012) a k vankomycinu VA 30 μ g (S > 17 mm; CLSI, 2012). U vankomycinu tato metoda však v některých případech nesprávně klasifikuje intermediární kmeny jako plně citlivé (Tenover a kol., 1998). U všech intermediárních kmenů a kmenů vykazujících rezistenci diskovou difúzní metodou byla provedena i PCR detekce *mecA* genu pro potvrzení MRSA (Bosgelmez-Tinaz a kol., 2006) a *vanA* genu pro potvrzení VRSA (Lu a kol., 2001).

Výsledky a diskuse

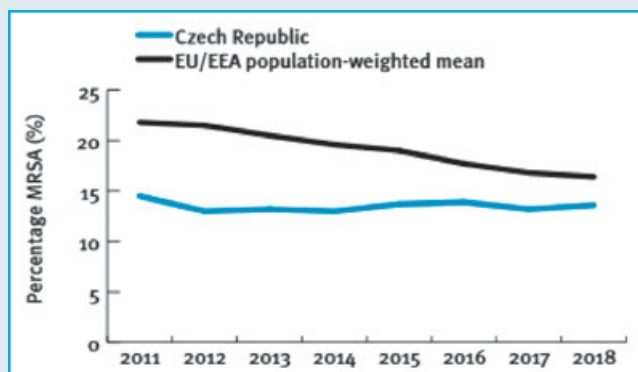
Výskyt methicilin a vankomycin rezistentních kmenů *S. aureus*

V Tabulce 1 je uveden počet vyšetřených a rezistentních kmenů ke sledovaným antibiotikům. Všechny kmeny *S. aureus* izolované v letech 2019 a 2020 byly k antibiotikům VA, OX a FOX citlivé. Výsledky jsme srovnali s údaji z předchozích let 2013 až 2018. Z databáze je zřejmé, že v tomto období byly potvrzeny u čtyř farem rezistentní kmeny k methicilinu jak diskovou, tak metodou PCR, a to ve 4 bazénových vzorcích (2 %) a v 7 individuálních (1,8 %). Rozdíl výsledků mezi sledovanými obdobími (pozitivní výskyt v letech 2013-2018 a nulový výskyt MRSA v letech 2019 a 2020) může být dán rozdílným spektrem farem nebo tím, že v předchozích letech jsme vyšetřili více vzorků a izolovali více kmenů *S. aureus*. Nicméně výsledky na sledovaných farmách ukazují na zatím nízkou incidenci rezistentních kmenů MRSA a nulový výskyt VRSA v prvovýrobě mléka, což je v souladu i s našimi dřívějšími studii (Vyletřelová a kol., 2011; Klimešová a kol., 2017; Klimešová a kol.,

Tabulka 1 Výsledky rezistence kmenů *S. aureus* k methicilinu a vankomycinu

období	automaty				bazény				individuální vzorky			
	n	SA	MRSA n/%	VRSA n/%	n	SA	MRSA n/%	VRSA n/%	n	SA	MRSA n/%	VRSA n/%
2013-18	15	15	0	0	617	201	4 (2%)	0	895	384	7 (1,8%)	0
2019	NA	NA	NA	NA	20	6	0	0	269	66	0	0
2020	NA	NA	NA	NA	39	8	0	0	361	16	0	0

n=počet; SA=S. aureus celkem; MRSA=methicilin rezistentní SA; VRSA=vankomycin rezistentní SA; NA=neanalyzováno



Obr. 2 Srovnání výskytu humánních MRSA (%) mezi Českou republikou a zeměmi EU/EEA v letech 2011–18 (ECDC, 2019)

2018). Podobně Štátková a kol. (2009a) potvrdili 23 kmenů MRSA z celkového počtu 299 bazénových vzorků kravského mléka (7,7 %) v ČR v období let 2006–2008.

Prevalence MRSA v mléce a mléčných výrobcích zaznamenaná v různých zemích nebo dokonce regionech stejné země se výrazně liší (Pexara a Solomakos, 2013). Ve většině evropských zemí byla obecně zjištěna nízká prevalence MRSA v kravském mléce (0 - 16,7 %), v USA a Kanadě byly dokonce hlášeny nulové nebo jen nízké hodnoty (0 - 4 %). Vysoká prevalence MRSA byla zaznamenána ve většině afrických zemí, například až 60,3 % v Etiopii nebo 35,6 % v Nigérii, v asijských zemích se pohybovala od vyšších hodnot, např. 28,3 % v Iránu, až po nízké (např. V Koreji 6,2 % a Japonsku 1,1 %). V Indii byl potvrzen pozitivní výskyt VRSA u 5 kmenů z 269 vyšetřených vzorků kravského mléka (1,9 %), které byly současně rezistentní i k methicilinu (Bhattacharyya a kol., 2016). Swetha a kol. (2017; Indie) identifikovali ve 100 vzorcích syrového kravského mléka 42 kmenů *S. aureus*, z nichž celkem 10 bylo potvrzeno jako MRSA a 5 z nich současně i jako VRSA. Umaru a kol. (2014; Nigérie) identifikovali ve 300 vzorcích individuálního kravského mléka 36 kmenů *S. aureus* (12 %), z nichž 15 (20 %) bylo dále potvrzeno jako VRSA. V 18ti bazénových vzorcích mléka pak identifikovali 9 jako *S. aureus* (50 %) a 4 jako VRSA (22,2 %).

Výskyt MRSA je popsán i u malých přežvýkavců, což je hlavně problematické při společném chovu dojníc a ovcí nebo koz. Štátková a kol. (2009b; ČR) uvádějí 14,7% prevalenci MRSA. Naopak nulový výskyt MRSA nebo VRSA a absenci *mecA* a *vanA* genů popsali Öztürk a kol. (2019; Turecko) u kmenů *S. aureus* izolovaných z kozího mléka. Mašlanková a kol. (2009; ČR) také popisují nulový výskyt MRSA v ovčím mléce. Výskyt humánních izolátů MRSA v je České republice naštěstí dlouhodobě stabilní a ve srovnání se zeměmi EU/EEA i nižší (ECDC, 2019; Obr. 2).

Výskyt rezistence na vankomycin ukončil dominantní roli vankomycinu při léčbě grampozitivních bakteriálních infekcí. Naštěstí výskyt infekcí způsobených VRSA zůstává vzácný ve srovnání s rychlým vznikem

a rozšířením rezistence vankomycinu u enterokoků (Conga a kol., 2020). Nárůst vankomycin rezistentních *Enterococcus faecium* v některých zemích dosáhl v roce 2018 hranici 40 % (Irsko, Rumunsko), na Kypru až 59,1 %, v ČR zatím 20,7 %, přičemž v roce 2014 to bylo jen 4,4 % (ECDC 2015, 2019).

Vankomycin je stále prvním antibiotikem používaným proti infekcím vyvolaných u lidí kmeny MRSA. Jeho klinická účinnost je však ohrožena u kmenů, jejichž MIC vankomycinu jsou v rozmezí citlivosti CLSI (≤ 2 mg/l). Hiramatsu a kol. (2014b) tuto skutečnost vysvětlují tím, že existuje mnoho kmenů MRSA, jejichž hodnoty MIC vankomycinu jsou v citlivém rozmezí (≤ 2 mg/l) a přesto odolávají účinkům vankomycinu. Vysvětlením jsou právě kmeny hVISA, rezistentní k vankomycinu, které se stávají při vysoké frekvenci prekursorů tzv. kmenů VISA.

Závěr

I když se z výsledků této studie jeví, že je zatím výskyt VRSA nebo MRSA v prostředí prvovýroby mléka nulový, byl výskyt kmenů MRSA v ČR v mléce již popsán jak u lidí, tak u skotu a malých přežvýkavců. Sledování rezistence stafylokoků u hospodářských zvířat je důležité, a to i s ohledem na možnost šíření genů rezistence pomocí mobilních genetických elementů z nepatogenních na patogenní druhy. Proto je kladen velký důraz na sledování vývoje rezistence nejen u izolátů *S. aureus*. Tento fakt platí nejen v humánní medicíně, ale i ve veterinární praxi.

Poděkování:

Příspěvek vznikl za podpory projektů MZe RO1420 a RO0520.

Literatura

- BHATTACHARYYA D., BANERJEE J., BANDYOPADHYAY S., MONDAL B., NANDA P.K., SAMANTA I., MAHANTI A., DAS A.K., DAS G., DANDAPAT P., BANDYOPADHYAY S. (2016): First report on vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* in bovine and caprine milk. *Microbial Drug Resistance*, Vol. 22, No. 8, s. 675–681. doi: 10.1089/mdr.2015.033.
- BOŞGELMEZ-TINAZ G., ULUSOY S., ARIDOGAN B., COŞKUN-ARI F. (2006): Evaluation of different methods to detect oxacillin resistance in *Staphylococcus aureus* and their clinical laboratory utility. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, Vol. 25, s. 410–412.
- BOYCE J.M. (1990): Increasing prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the United States. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, Vol. 11, No. 12, s. 639–642.
- CLSI (2012): Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing. Twenty-Second Informational Supplement. CLSI supplement M100: M100–S22. Clinical and Laboratory Standards Institute; 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, 2012. <https://www.facm.ucl.ac.be/intranet/CLSI/CLSI-M100S22-susceptibility%20testing-2012-original.pdf>.
- CLSI (2018): Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing (28th edition). CLSI supplement M100: M100–S22. Clinical and Laboratory Standards Institute; 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087 USA, 2018. <http://file.qums.ac.ir/repository/mmrc/CLSI-2018-M100-S28.pdf>.
- CONGA Y., YANG B.S., RAOC X. (2020): Vancomycin resistant *Staphylococcus aureus* infections: A review of case updating and clinical features. *Journal of Advanced Research*, Vol. 21, s. 169–176. doi.org/10.1016/j.jare.2019.10.005.

- ECDC (2015): European Centre for Disease Prevention and Control. *Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2014*. Annual Report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Stockholm: ECDC, November 2015, ps. 130. ISBN: 978-92-9193-729-5. doi 10.2900/23549.
- ECDC (2019): European Centre for Disease Prevention and Control. *Surveillance of antimicrobial resistance in Europe 2018*. Annual Report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Stockholm: ECDC, November 2019. <https://www.ecdc.europa.eu/sites/default/files/documents/surveillance-antimicrobial-resistance-Europe-2018.pdf>. ISBN: 978-92-9498-387-9.
- HASSOUN A., LINDEN P.K., FRIEDMAN B. (2017): Incidence, prevalence, and management of MRSA bacteremia across patient populations—a review of recent developments in MRSA management and treatment, *Critical Care*, Vol. 21, No. 1, s. 211–220. doi: 10.1186/s13054-017-1801-3.
- HIRAMATSU K. (2001): Vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus*: a new model of antibiotic resistance. *Lancet Infectious Diseases*, Vol. 1, s. 147–155.
- HIRAMATSU K., KAYAYAMA Y., MATSUO M., AIBA Y., SAITO M., HISHINUMA T., IWAMOTO A. (2014a): Vancomycin-intermediate resistance in *Staphylococcus aureus*, *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, Vol. 2, No. 4, s. 213–224. doi.org/10.1016/j.jgar.2014.04.006.
- HIRAMATSU K., KAYAYAMA Y., MATSUO M., SASAKI T., MORIMOTO A., SEKIGUCHI A., BABA T. (2014b): Multi-drug-resistant *Staphylococcus aureus* and future chemotherapy. *Journal of Infection and Chemotherapy*, Vol. 20, No. 10, s. 593–601. <https://doi.org/10.1016/j.jiac.2014.08.001>.
- HOLMES M.A., ZADOKS R.N. (2011): Methicillin resistant *S. aureus* in human and bovine mastitis. *Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia*, Vol. 16, No. 4, s. 373–382.
- CHAMBERS H.F. (2001): The Changing Epidemiology of *Staphylococcus aureus*? *Emerging Infectious Diseases (Special issue)*, Vol. 7, No. 2, s. 178–182.
- JEVONS M.P. (1961): „Celbenin”-resistant *Staphylococci*. *British Medical Journal*, Vol. 1, No. 5219, s. 124–125. PMC1952888.
- KARPIŠKOVÁ R., ŠTÁSTKOVÁ Z., KARPIŠKOVÁ S. (2009): Nález methicilin rezistentních *Staphylococcus aureus* u zvířat. *Veterinářství*, Vol. 9, s. 34–36.
- KLIMEŠOVÁ M., HANUŠ O., NEJESCHLEBOVÁ L., VONDRUŠKOVÁ E., ŽÁK P. (2018): Rezistence *Staphylococcus aureus* a koaguláza-negativních stafylokoků k vybraným antibiotikům. *Mlékařské listy-zpravodaj*, Vol. 29, No. 4, s. 1–5.
- KLIMEŠOVÁ M., MANGA I., NEJESCHLEBOVÁ L., HORÁČEK J., PONIŽIL A., VONDRUŠKOVÁ E. (2017): Occurrence of *Staphylococcus aureus* in cattle, sheep, goat and pig rearing in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, vol. 86, no. 1, s. 3–10. doi: 10.2754/avb201786010003.
- LE BLANC D.M., REECE E.M., HORTON J.B., JANIS J.E. (2007): Increasing incidence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in hand infections: a 3-year county hospital experience. *Plastic and Reconstructive Surgery*, Vol. 119, No. 3, s. 935–40.
- LU J., PERNG C., CHIUH T., LEE S., CHEN C., CHANG F., WANG C.C., CHI W. (2001): Detection and typing of vancomycin-resistance genes of enterococci from clinical and nosocomial surveillance specimens by multiplex PCR. *Epidemiology and Infection*, Vol. 126, No. 3, s. 357–363. doi.org/10.1017/S0950268801005453.
- MARTINEAU F., PICARD F.J., ROY P.H., OUELLETTE M., BERGERON M.G. (1998): Species-specific and ubiquitous-DNA-based assays for rapid identification of *Staphylococcus aureus*. *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 36, s. 618–623.
- MAŠLANKOVÁ J., PILIČINCOVÁ I., TKÁČIKOVÁ L. (2009): Pheno- and genotyping of *Staphylococcus aureus* isolates of sheep origin. *Acta Veterinaria Brno*, Vol. 78, s. 345–352.
- ÖZTÜRK D., TÜRÜTOĞLU H., PEHLİVANOĞLU F., YAPICIER Ö.S. (2019): Identification of bacteria isolated from dairy goats with subclinical mastitis and investigation of methicillin and vancomycin resistant *Staphylococcus aureus* strains. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, Vol. 66, s. 191–196. doi: 10.33988/auvf.431465.
- PEXARA A., SOLOMAKOS N. (2013): Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in milk and dairy products. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*. Vol. 64, s. 17–34.
- SWETHA CH.S., SUPRIYA R.A., GOUD S.S., A JAGADEESH BABU A.J., RAO T.M. (2017): A study on the prevalence of zoonotic important methicillin resistant and vancomycin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA & VRSA) and coagulase negative *Staphylococci* (MR-CNS & VR-CNS) in raw milk samples of Tirupati, Andhra Pradesh. *The Pharma Innovation Journal*, Vol. 6, No. 9, s. 17–24.
- ŠTÁSTKOVÁ Z., KARPIŠKOVÁ S., KARPIŠKOVÁ R. (2009a): Findings of methicillin-resistant strains of *Staphylococcus aureus* in livestock. *Czech Journal of Food Science*, Vol. 27, s. S236–S241.
- ŠTÁSTKOVÁ Z., KARPIŠKOVÁ S., KARPIŠKOVÁ R. (2009b): Occurrence of methicillin-resistant strains of *Staphylococcus aureus* at a goat breeding farm. *Veterinarni Medicina*, Vol. 54, s. 419–426.
- TENOVER F.C., LANCASTER M.V., HILL B.C., STEWARD C.D., STOCKER S.A., HANCOCK G. A., O'HARA C.M., MCALLISTER S.K., CLARK N.C., HIRAMATSU K. (1998): Characterization of *Staphylococci* with reduced susceptibilities to vancomycin and other glycopeptides. *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 36, No. 4, s. 1020–1027. doi: 10.1128/JCM.36.4.1020-1027.1998. Erratum in: *Journal of Clinical Microbiology*, Vol. 36, No. 7, s. 2167. PMID: 9542929; PMCID: PMC104681.
- UMARU G.A., KABIR J., UMOH V.J., BELLO M., KWAGA J.K.P. (2014): Occurrence of vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* (VRSA) in fresh and fermented milk in Nigeria: A preliminary report. *International Journal of Public Health and Epidemiology*, Vol. 3, No. 8, s. pp. 54–58. ISSN: 2326-7291.
- VYLETĚLOVÁ M., VLKOVÁ H., MANGA I. (2011): Occurrence and characteristics of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* and methicillin resistant coagulase-negative *Staphylococci* in raw milk manufacturing. *Czech Journal of Food Science*, Vol. 29, s. 11–16. ISSN: 1212-1800.
- WHO (2017): WHO publishes list of bacteria for which new antibiotics are urgently needed. <https://www.who.int/news-room/detail/27-02-2017-who-publishes-list-of-bacteria-for-which-new-antibiotics-are-urgently-needed> (naposledy evidováno 6.7.2020).
- WILCOX M., AL-OBEID S., GALES A., KOZLOV R., MARTÍNEZ-OROZCO J.A., ROSSI F., SIDORENKO S., BLONDEAU J. (2019). Reporting elevated vancomycin minimum inhibitory concentration in methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: consensus by an International Working Group. *Future Microbiology*, Vol. 14, No. 4, s. 345–352. doi: 10.2217/fmb-2018-0346.
- WITTE W., KRESKEN M., BRAULKE CH., CUNY CH. (1997): Increasing incidence and widespread dissemination of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in hospitals in central Europe, with special reference to German hospitals. *Clinical Microbiology and Infection*, Vol. 3, No. 4, s. 414–422.

Korespondující autor: RNDr. Marcela Klimešová, Ph.D.
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a,
160 00 Praha 6, e-mail: marcela.vyletelova@seznam.cz

Přijato do tisku: 24. 8. 2020

Lektorováno: 16. 9. 2020

CO JE ZAJÍMAVÉHO VE VĚDECKÉ LITERATUŘE

Mléko a mléčné výrobky jsou neustále centrem pozornosti výzkumu. Výběr z vědecké literatury pro toto číslo zahrnuje následující publikace:

ŽIVOTASCHOPNOST PROBIOTICKÝCH MIKROORGANISMŮ V MLÉČNÝCH PRODUKTECH

Využití arabské gummy a *Synsepalum dulcificum* pro mikroenkapsulaci *Lactococcus lactis* Gh1 pro možnost výroby funkčního jogurtu