



JE TŘEBA SE OBÁVAT ENTEROKOKŮ V SÝRECH?

Plocková Milada, Hlochová Žaneta, Vrchotová Blanka, Macurková Anna, Horáčková Šárka

Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT Praha

Is there a need to be afraid of enterococci in cheese?

Abstrakt

Článek předkládá základní charakteristiku enterokoků a uvádí jejich význam pro výrobu a zrání různých typů sýrů. Jsou uvedeny pozitivní i negativní aktivity zvláště u druhů *Enterococcus faecalis* a *Enterococcus faecium*. V rámci pozitivních vlastností je popsán jejich technologický, protektivní a probiotický potenciál. Z negativních vlastností jsou shrnuta rizika spojená s výskytem β -hemolýzy a dalších virulentních faktorů, možné produkce biogenních aminů a šíření genů antibiotické rezistence, včetně možného přeceňování těchto rizik.

Klíčová slova: antibiotická rezistence, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, faktory virulence, protektivní, probiotická a technologická funkce, sýr.

Abstract

The article presents the basic characteristics of enterococci and their importance for the production and ripening of various types of cheese. Both positive and negative activities are shown, especially for the species *Enterococcus faecalis* and *Enterococcus faecium*. As part of positive properties, their technological, protective and probiotic potential is described. Among the negative properties, the risks associated with the occurrence of β -hemolysis and other virulent factors, the possible production of biogenic amines and the transfer of antibiotic resistance genes from enterococci are summarized, including the possible overestimation of these risks.

Key words: antibiotic resistance, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, virulence factors, protective, probiotic and technological function, cheese.

Úvod

Taxonomické zařazení rodu *Enterococcus* prošlo v nedávné minulosti celou řadou změn. Až do taxonomické revize v osmdesátých letech minulého století byly enterokoky řazeny do rodu *Streptococcus* (Schleifer a Kilper-Balz, 1987). Aktuálně se rod *Enterococcus* řadí do kmene *Firmicutes*, třídy *Bacilli*, řádu *Lactobacillales*, čeledi *Enterococcaceae* (Bergey). Většina kmenů roste v teplotním rozmezí 10 – 45 °C a přežívá záhřev na 60 °C trvající 30 min, roste při pH 9,6 a v prostředí s 6,5 % NaCl. Enterokoky tvoří gram-pozitivní nesporeující sférické nebo vejčité buňky uspořádané do párů nebo řetězků. Jsou to fakultativně anaerobní, obligátně fermentativní chemoorganotrofové, kteří jsou obvykle homofermentativní a produkují kyselinu mléčnou jako konečný produkt fermentace glukosy bez produkce plynu (Lebreton a kol., 2014).

Rod *Enterococcus* není fylogeneticky koherentní a homogenní. Druhy *E. faecalis* a *E. faecium*, často přítomné v sýrech z pasterovaného i nepasterovaného mléka, jsou také nalézány v půdě, vodě, na rostlinách, hmyzu i divokých zvířatech a jsou běžnými komenzálními mikroorganismy osidlujícími lidský i zvířecí intestinální trakt. *E. faecalis* je dominantním druhem nalézáným v lidských fekáliích, *E. faecium* v bovinních fekáliích. Enterokoky jsou považovány za poněkud kontroverzní rod skupiny bakterií mléčného kvašení (BMK). Na jedné straně jsou uváděny jejich výhodné technologické, protektivní a probiotické vlastnosti, na druhé straně zvažována jejich rizika, zvláště šíření genů antibiotické rezistence a přítomnost faktorů virulence (Foulquié Moreno a kol., 2006). Rod *Enterococcus* je nahlížen jako častý původce nozokomiálních infekcí, zvláště na jednotkách intenzivní péče a u imunosuprimovaných pacientů (Giraffa, 2002). Přestože byly u nemocničních pacientů identifikovány některé infekční kmeny enterokoků rezistentní vůči antibiotikům, včetně *E. faecium*, velmi zřídka představují riziko infekce pro lidi mimo zdravotnické zařízení. Navzdory nejnovějším vědeckým poznatkům

umožňujícím odlišení komenzálních kmenů od patogeních, s ohledem na bezpečnost nejsou druhy rodu *Enterococcus* doporučeny ani pro seznam QPS („Kvalifikovaný předpoklad bezpečnosti“, EFSA Panel on Biological Hazards, 2017), ani nemají status GRAS. V tomto ohledu však pokrok v molekulární epidemiologii založený na molekulárním fingerprintingu, multilokusové sekvenční typizaci, fenotypových studiích a celogenomových analýzách poskytuje další důkazy, že nozokomiální kmeny *Enterococcus* jsou genotypově odlišné od komenzálních kmenů (Hanchi a kol., 2018).

V mlékárenských výrobcích včetně sýrů jsou nejvíce zastoupené druhy *E. faecalis* a *E. faecium*, které jsou tradičně využívány nejen jako doplňkové kultury pro výrobu sýrů, ale i do siláží a jako probiotika určená pro lidi i zvířata (Giraffa a kol., 1997).

Enterokoky jako indikátory dodržování správné výrobní praxe

Přítomnost enterokoků byla v minulosti často považována za indikátor nevhodných sanitacních podmínek při produkci a zpracování mléka. Na základě stanovení přítomnosti a počtu enterokoků v konkrétním produktu v průběhu jeho výroby bylo možné usuzovat, zda byly dodrženy zásady správné výrobní praxe (Garg a Mital, 1991). Jak ale bylo prokázáno, přítomnost enterokoků nemusí být přímo spojená s fekální kontaminací (Giraffa a kol., 1997).

Enterokoky v sýrech

Enterokoky jsou díky svým vlastnostem integrální součástí mikrobioty mnoha variant sýrů vyráběných z pasterovaného i nepasterovaného mléka v rámci průmyslové velkovýroby i drobné faremní produkce. Počty enterokoků v sýrech různého původu se pohybují v rozmezí 10^1 – 10^8 KTJ/g sýra (Fuka, 2017; Gursoi, 2018; Giraffa a kol., 1997). Počty vyšší než 10^6 KTJ/g sýra jsou považovány za nežádoucí (Fuka, 2017). Při hodnocení rizik v souvislosti s výskytem enterokoků v sýrech je třeba brát v úvahu, o jaký typ sýra se jedná. U sýrů vyráběných ze syrového mléka s/nebo bez použití kultur BMK (často se používá tzv. tradiční kultura nedefinovaného složení, kdy se syrovátka z předchozího dne výroby používá jako zákysová kultura) se enterokoky přítomné v syrovém mléce, případně v tradiční zákysové kultuře pomnožují v průběhu výroby a zrání sýrů a mohou tvořit převládající složku mikrobioty sýrů, zodpovědnou za typické sensorické vlastnosti výrobků. Jedná se o tradiční měkké, polotvrdé a tvrdé sýry. U sýrů polotvrdých a tvrdých bývají počty enterokoků vyšší a přežívají v nich déle než ostatní BMK.

U sýrů vyrobených z pasterovaného mléka s použitím vybraných a charakterizovaných BMK, zvláště u sýrů čerstvých nebo měkkých, je přítomnost enterokoků nežádoucí, může být indikací špatných sanitacních podmínek při výrobě sýrů (Giraffa a kol., 1997). Do sýrů se

enterokoky mohou dostat jako součást komerčních zákysových a doplňkových kultur nebo jako součást NSLAB (Non Starter Lactic Acid Bacteria). Jako důležitý zdroj NSLAB v sýrech bylo označeno syrové mléko, do něž se enterokoky dostávají ze zvířat, lidí i prostředí získávání mléka (Gobbeti a kol., 2015). Přes souvislost enterokoků se střevní mikrobiotou zvířat poskytujících mléko a lidí se ukazuje, že důležitými zdroji pro vstup enterokoků do mlékárenské výroby jsou rovněž dojící zařízení a velkoobjemové nádrže (Dapkevicius a kol., 2021). Původní mléčná mikroflóra včetně enterokoků může i po tepelném ošetření šetrným pasteračním záhřevem využívaném v technologii výroby sýrů zůstat naživu (Martinez a kol., 2003) a během zrání v syřenině a později v hmotě sýra se regenerovat a množit. Perzistence enterokoků během zrání sýrů vyrobených ze syrového, termizovaného i pasterovaného mléka lze přičíst jejich širokému rozmezí růstových teplot, termorezistenci, širokému rozmezí tolerovaného pH i odolnosti k NaCl. Schopnost vytvářet biofilmy zvyšuje možnost přežití enterokoků po čištění a dezinfekci povrchů výrobního zařízení (Gobbeti a kol., 2015).

Pozitivní vlastnosti enterokoků

Technologický význam enterokoků pro výrobu sýrů lze spatřovat především v jejich vybavení enzymovými systémy, které přispívají k tvorbě výraznější chuti a vůně sýrů. Důležitá je zvláště proteolytická aktivita, která se pozitivně projevuje u celé řady sýrů (čedar, italské polotvrdé sýry). Pozitivní efekt enterokoků na zrání byl nalezen i u sýrů Roquefort a Provolone (Giraffa a kol., 1997). U sýrů Mozzarella, Fontina a dalších byly vybrané kmeny enterokoků použity jako součást definovaných zákysových kultur bakterií mléčného kvašení (Parente a kol., 1989; Villani a Coppola, 1994). Méně významná je z technologického hlediska kysací aktivita enterokoků. Enterokoky nebyly schopné výrazněji ovlivnit rychlost produkce kyselin ani odtok syrovátky u vybraných druhů sýrů (Giraffa a kol., 1997).

Protektivní účinek enterokoků je spojován především s produkcí bakteriocinů. Bakteriociny produkované enterokoky, nazývané enterociny, jsou stabilní v širokém rozmezí pH a teploty a mohou působit proti širokému spektru bakterií včetně vankomycin rezistentních enterokoků (VRE), ostatních bakterií mléčného kvašení, stafylokoků, listerií a klostridií. Z hlediska výroby, zrání a distribuce sýrů je zajímavá zvláště produkce bakteriocinů s baktericidním účinkem vůči *Listeria monocytogenes* a *Clostridium* spp., enterocin TW21 produkovaný *E. faecium* E86 byl účinný proti *Listeria monocytogenes* a VRE (Farias a kol., 2021). Enterocin AS-48 produkovaný *E. faecalis* INIA 4 potlačoval druhy *Clostridium tyrobutyricum*, *C. butyricum*, *C. beijerinckii* fermentujících laktosu a laktát v sýru Manchego a způsobujících nežádoucí pozdní duření sýrů (Garde a kol., 2011).

Tradiční sýry vyráběné ze syrového mléka byly s úspěchem použity jako zdroj enterokoků s probiotickými

vlastnostmi (Saavedra a kol., 2003). V minulosti byly rovněž publikovány práce dokumentující využití **probiotických kmenů enterokoků** při výrobě sýrů. Konkrétním příkladem byl kmen *E. faecalis* PR 88 aplikovaný do sýra Čedar (Gardiner a kol., 1999). I když nebylo schváleno žádné zdravotní tvrzení týkající se enterokoků, byla publikována řada studií věnujících se jejich probiotickému účinku v souvislosti se snižováním hladiny sérového cholesterolu (Yang a kol., 2021) nebo jako prevence průjmových stavů (Greuter a kol., 2020).

Potenciální rizika spojená s výskytem enterokoků

Odborníci na hygienu potravin se často staví k přítomnosti enterokoků v sýrech se značnou opatrností z důvodů β -hemolýzy a dalších virulentních faktorů, možné produkce biogenních aminů a v neposlední řadě kvůli šíření genů antibiotické rezistence. V následujícím textu jsou uvedena a diskutována některá vybraná rizika.

Produkce cytotoxického proteinu haemolyzinu, který rozrušuje membrány lidských, koňských a králičích erytrocytů, je jedním s virulentních faktorů enterokoků. Při testu na krevním agaru se β -hemolýza projevuje vznikem úplně vyjasněné zóny. Enterokoky produkující haemolysin mohou způsobovat lidské infekce (Giridhara Upadhyaya a kol., 2009). Naštěstí pouze menší část enterokoků vyskytujících se v sýrech je riziková. V přehledu Giraffa a kol. (1995) se uvádí výskyt β -hemolytických kmenů druhu *E. faecalis* kolem 10 %. Margalho a kol. (2020) analyzoval vzorky tradičních brazilských sýrů (Marajó, Coalho, Manteiga) vyrobených ze syrového mléka z hlediska zastoupení β -hemolytických enterokoků. Ze 605 izolátů rodu *Enterococcus*, s převahou *E. faecium*, většina kmenů (63 %) nebyla β -hemolytická. Je možné konstatovat, že cytotoxicita enterokoků není příliš rozšířený jev.

Hodnocení přítomnosti biogenních aminů (BA) v potravinách je ve veřejném zájmu. Prahové hodnoty toxicity jsou závislé na konkrétních vlastnostech konzumentů (celkový zdravotní stav, individuální citlivost). Koncentrace histaminu vyšší než 500 – 1000 mg/kg se považují pro člověka za nebezpečné. Bakterie dekarboxylující aminokyseliny (včetně enterokoků) nacházejí vhodné podmínky k růstu i produkci BA v průběhu zrání sýrů. Tsanasidou a kol. (2021) u autochtonních izolátů *E. faecium* a *E. durans* z tradičních řeckých sýrů vytipovaných jako potenciální sýrařské doplňkové kultury prokázali v *in vitro* pokusech produkci tyraminu u všech testovaných izolátů. U žádného izolátu nebyla prokázána produkce histaminu. Produkce tyraminu byla potvrzena po kultivaci enterokoků v kultivačních médiích obsahujících přidaný prekurzor tyrozin, ale ne přímo v sýrech (Tsanasidou a kol., 2021). Na obsah histaminu v sýrech může mít vliv rovněž teplota skladování. Při dlouhodobém skladování při nevhodných teplotách mohou u některých typů sýrů koncentrace histaminu přesáhnout

bezpečnou hranici a sýry se mohou stát pro citlivé konzumenty rizikovými, např. Madejska a kol. (2018) publikovali rozdíl v obsahu histaminu u sýrů skladovaných při teplotě 22 °C a 4 °C a našli nejvyšší koncentraci histaminu (730,47 mg/kg) u sýra Gorgonzola Piccante skladovaném při 22 °C.

Předmětem zkoumání je také otázka, do jaké míry mohou být enterokoky v sýrech zodpovědné za šíření genů antibiotické rezistence (ATBR). Komerční zákysové a doplňkové kultury používané při výrobě sýrů obsahující enterokoky jsou prověřeny, aby neobsahovaly přenositelné geny ATBR. Enterokoky však tvoří podstatnou součást NSLAB, které se vyskytují v sýrech ze syrového i pastertovaného mléka, a nejsou charakterizované z hlediska přítomnosti těchto genů (Maietti a kol., 2007).

Rod *Enterococcus* má potenciál být rezistentní v podstatě ke všem klinicky využívaným antibiotikům (Hollenbeck a Rice, 2012). Enterokoky jsou k některým antibiotikům rezistentní vrozeně (klindamyciny, cefalosporiny, aminoglykosidy), kromě toho mohou horizontálním přenosem získávat a dále šířit plazmidy kódující rezistenci na další ATB (klinicky nejsledovanější vankomycin rezistentní kmeny), (Arias a Murray, 2012). Rezistence vrozené jsou charakteristikou daného druhu a v rámci tohoto druhu jsou přítomné u téměř všech kmenů. Geny pro vrozené rezistence jsou kódovány na chromozomu podobně, jako je tomu i u jiných charakteristik druhu (Murray, 1990). Vrozené rezistence a rezistence získané vlivem mutace nejsou z hlediska přenositelnosti považovány za rizikové, na rozdíl od získaných rezistencí způsobených akvizicí nových genů (Amaral a kol., 2017). Jednou z nejčastěji se projevujících forem antibiotické rezistence u enterokoků izolovaných z potravin (včetně sýrů) je rezistence k tetracyklinu, přičemž u tohoto typu rezistence byl nejčastěji detekován gen *tetM* (Mrkonjic Fuka a kol., 2017; Hejazi a kol., 2019). U *E. faecalis* byl detekován i gen zodpovědný za protekci ribozomu *tetS* i geny kódující reflexní pumpu *tetK* a *tetL*. Kromě toho byla zjištěna rezistence k chloramfenikolu ve spojení s přítomností genu *cat*, rezistence k erytromycinu ve vazbě na gen *ermBa* nesoucí rezistenci k aminoglykosidům (příslušné geny *aph3'IIIa*, *aph2''-aac6'*, *aadE*) (Dapkevicius a kol., 2021; Jamet a kol., 2012; Werner a kol. 2013).

Přestože sýry mohou obsahovat enterokoky rezistentní k antibiotikům (Mrkonjic Fuka a kol., 2017), za jejich častější zdroj byly v nedávno publikované práci označeny maso a masné výrobky (Chajecka-Wierzchowska a kol., 2020). Výskyt antibiotické rezistence u izolátů enterokoků z mléčných výrobků včetně sýrů se v různých studiích různí a zdá se být jak kmenově, tak regionálně specifický (Hejazi a kol., 2019). V porovnání s množstvím studií týkajících se rezistencí u klinických enterokoků je k dispozici pouze malý počet studií se zaměřením na kmeny enterokoků ze sýrů (Dapkevicius a kol., 2021). V některých pracích enterokoky z mléčných výrobků vykazovaly vyšší senzitivitu k antibiotikům nežli kmeny

izolované z klinických a environmentálních zdrojů (Giraffa a kol., 1997; Giraffa a kol., 2002).

Závěr

Když se vrátíme k otázce vyslovené na počátku, můžeme odpovědět, že enterokoků v sýrech se není třeba přehnaně obávat, samozřejmě za podmínky racionálního posouzení rizik spojených s výskytem enterokoků v různých typech sýrů. V čerstvých a měkkých sýrech z pasterovaného mléka může přítomnost enterokoků znamenat nedostatečné hygienické podmínky při výrobě. U polotvrdých a tvrdých sýrů ze syrového mléka se mohou enterokoky původem z mléka nebo z „přírodních“ kultur pomnožit při výrobě a reprezentovat převažující skupinu BMK. Mají v tomto případě nezastupitelnou roli při vzniku typické chuti a vůně sýrů a mohou mít i protektivní a probiotické aktivity. Potenciálních rizik enterokoků se není třeba přehnaně obávat, avšak ani je podceňovat. Určitým rizikem, které stojí za pozornost, je možné riziko antibiotické rezistence u enterokoků nezákysového původu, které nepodléhají kontrole jako cíleně používané komerční, zvláště doplňkové kultury.

Literatura

- ARIAS C.A., MURRAY B.E. (2012): The rise of the *Enterococcus*: beyond vancomycin resistance. *Nat. Rev. Microbiol.*, 10, s. 266–78.
- DAPKEVICIUS M.L.E., SGARDIOLI B., CAMARA S.P.A., POETA P., MALCATA F.X. (2021): Current Trends of *Enterococci* in Dairy Products: A Comprehensive Review of Their Multiple Roles. *Foods*, 10, s. 1–30.
- FARIA S.F.M., TEIXEIRA L.M., VALLIM D.CH., FREIRE BASTOS M., MIGUEL M.A.L., BONELLI R.R. (2021): Characterization of *Enterococcus faecium* E86 bacteriocins and their inhibition properties against *Listeria monocytogenes* and vancomycin-resistant *Enterococcus*. *Braz. J. Microbiol.*, 52, s. 1513–1522.
- FUKA M.M., MAKSIMOVIC A. Z., TANUWIDJAJA I., HULAK N., SCHLOTTER M. (2017): Characterization of Enterococcal Community Isolated from an Artisan Istrian Raw milk Cheese: Biotechnological and Safety Aspects. *Food Technol. Biotechnol.*, 55, s. 368–380.
- FOULQUIÉ MORENO M.R., SARANTINOPOULOS P., TSAKALIDOU E., VUYST L.D. (2006): The role and application of enterococci in food and health. *Int. J. Food Microbiol.*, 106, s. 1–24.
- GARDE S., ARIAS R., GAYA P., NUNEZ M. (2011): Occurrence of *Clostridium* spp. in ovine milk and Manchego cheese with late blowing defect: Identification and characterization of isolates. *Int. Dairy J.*, 21, s. 272–278.
- GARDINER G.E., ROSS P.R., WALLACE J.M., SCANLAN, F.P., JAGERS P.P.J.M., FITZGERALD G.F., COLLINS J.K., STANTON C. (1999): Influence of a Probiotic Adjunct Culture of *Enterococcus faecium* on the Quality of Cheddar Cheese. *J. Agric. Food Chem.*, 47, s. 4907–4916.
- GARG S.K., MITAL B.K. (1991): Enterococci in milk products. *Clin. Rev. Microbiol.*, 18, s. 15–45.
- GIRAFFA G., PEPE G., LOCCI F., NEVIANI E., CARMINATI D. (1995): Hemolytic activity, production of thermonuclease and biogenic amines by dairy enterococci. *Ital. J. Food Sci.*, 7, s. 339–347.
- GIRAFFA G., CARMINATI D., NEVIANI E. (1997): Enterococci isolated from dairy products: A review of risks and potential technological use. *J. Food Prot.*, 60, s. 732–738.
- GIRAFFA G. (2002): *Enterococci* from foods. *FEMS Microb. Rev.*, 26, s. 163–171.
- GIRIDHARA UPADHYQAYA P.M., RAVICUMAR K.L., UMAPATHY B.L. (2009): Review of virulence factors of *Enterococcus*: an emerging nosocomial pathogen. *Ind. J. Med. Microbiol.*, 27, s. 301–305.
- GOBBETTI M., De ANGELIS M., Di CAGNO R., MANCINI L., FOX P.F. (2015): Pros and Cons for Using NSLAB as Secondary/Adjunct Starters for Cheese Ripening. *Trends Food Sci. Technol.*, 45, s. 167–178.
- GREUTER T., MICHEL M.C., THOMANN D., WEIGMANN H., VAVRICKA S.R. (2020): Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind and Open-Label Studies in the Treatment and Prevention of Acute Diarrhea With *Enterococcus faecium* SF68. *Front. Med.*, 7, s. 276.
- HANCHI H., MOTTAWEA W., SEBEI K., HAMMAMI R. (2018): The Genus *Enterococcus*“ Between Probiotic Potential and Safety Concerns – An Update. *Front. Microbiol.*, 9, s. 1791.
- HEJAZI M.A., GHAFOURI-FARD S., ESLAMI S., AFSHAR D., BARZEGARI A., KHORSHIDIAN N. (2019): Polyphasic Characterization of *Enterococcus* Strains Isolated from Traditional Moghan Cheese in Iran. *J. Food Safety*, 39, s. 1–9.
- HOLLENBECK B.L., RICE L.B. (2012): Intrinsic and acquired resistance mechanisms in enterococcus. *Virulence*, 3, s. 421–33.
- CHAJECKA-WIERZCHOWSKA W., ZADERNOWSKA A., GARCÍA-SOLACHE M. (2020): Ready-to-eat dairy products as a source of multidrug-resistant *Enterococcus* strains: Phenotypic and genotypic characteristics. *J. Dairy Sci.*, 103, s. 4068–4077.
- JAMET E., AKARY E., POISSON M.A., CHAMBA J.F., BERTRAND X., SERRORE P. (2012): Prevalence and Characterization of Antibiotic Resistant *Enterococcus faecalis* in French Cheeses. *Food Microbiol.*, 31, s. 191–198.
- LEBRETON F., WILLEMS R. J. L., GILMORE M. S. (2014): *Enterococcus* Diversity, Origins in Nature and Gut Colonization. In: *Enterococci: From Commensals to Leading Causes of Drug Resistant Infection*. Gilmore M. S., Clewell D. B., Ike Y., Shankar N. Eds. Boston. PMID: 24649513. Bookshelf ID NBK 190427.
- MADEJSKA A., MICHALSKI M., PAWUL-GRUBA M., OSEK J. (2018): Histamine Content in rennet Ripening Cheeses During Storage at Different temperatures and Times. *J. Vet. Res.* 62, s. 65–69.
- MAIETTI L., BONVINI B., HUYS G., GIRAFFA G. (2007): Incidence of Antibiotic Resistance and Virulence Determinants among *Enterococcus italicus* Isolates from Dairy Products. *Syst. Appl. Microbiol.*, 30, s. 509–517.
- MARGALHO L.P., van SCHALKWIJK S., BACHMANN H., ANDERSON S., SANTANA A.S. (2020): *Enterococcus* spp. in Brazilian artisanal cheeses: Occurrence and assessment of phenotypic and safety properties of a large set of strains through the use of high throughput tools combined with multivariate statistic. *Food Control.*, 118, s. 107425.
- MARTINEZ S., LOPEZ M., BERNARDO A. (2003): Thermal inactivation of *Enterococcus faecium*: effect of growth temperature and physiological state of microbial cells. *Lett. Appl. Microbiol.*, 37, s. 475–481.
- MRKONJIC FUKA M., ZGOMBA MAKSIMOVIC A., TANUVIDJAJA I., HULAK N., SCHLOTTER M. (2017): Characterization of Enterococcal Community Isolated from an Artisan Istrian Raw Milk Cheese: Biotechnological and Safety Aspects. *Food Technol. Biotechnol.*, 55, s. 368–380.
- ORVIN MUNDT, J. (1986): *Enterococci*, p. 1063–1065. In P. H. A. Sneath, N. S. Mair, M. E. Sharpe and J. G. Holt (Ed.). *Bergey's manual of systematic bacteriology*, vol. 2 Williams and Wilkins, Baltimore.
- PARENTE E.F., VILLANI R., COPPOLA R., COPPOLA S. (1989): A multiple strain starter for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. *Lait*, 69, s. 271–279.
- SAAVEDRA L., TARANTO M.P., SESMA F., FONT de VALDES G. (2003): Homemade traditional cheeses for the isolation of probiotic *Enterococcus faecium* strains. *Int. J. Food Microbiol.*, 88, s. 241–245.
- SCHLEIFER K. H., KILPER-BALZ R. (1987): Molecular and chemotaxonomic approaches to the classification of streptococci, enterococci a lactococci: a review. *Syst. Appl. Microbiol.* 10, s. 1–9.
- TSANASIDOU CH., ASIMAKOULA S., SAMELI N., FANITSIOS CH., VANDERA E., BOSNEA L., KOUKOU A.I., SAMELIS J. (2021): Safety Evaluation, Biogenic Amine Formation, and Enzymatic Activity Profiles of Autochthonous Enterocin-Producing Greek Cheese Isolates of the *Enterococcus faecium/durans* Group. *Microorganisms*, 9, s. 777.
- VILLANI F., COPPOLA S. (1994): Selection of enterococcal strains for water-buffalo Mozzarella cheese manufacture. *Ann. Microbiol. Enzymol.*, 44, s. 97–105.

WERNER G., COQUE T.M., FRANZ C.M.A.P., GROHMAN E., HEGSTAD K., JENSEN L., van SCHAİK W., WEAVER K. (2013): Antibiotic Resistant Enterococci – Tales of a Drug Resistance Gene Trafficker. *Int. J. Med. Microbiol.* 303, s. 360–379.

YANG L., XIE X., LI Y., WU L., FAN C., LIANG T., XI Y., YANG S., LI H., ZHANG J., DING Y., XUE L., CHEN M., WANG J., WU Q. (2021): Evaluation of the Cholesterol-Lowering Mechanism of *Enterococcus faecium* Strain 132 and *Lactobacillus paracasei* Strain 201 in Hypercholesterolemia Rats. *Nutrients*, 13, s. 1982.

Korespondující autor: doc. Ing. Milada Plocková, CSc., VŠCHT Praha, Technická 5, 160 28 Praha 6, e-mail: milada.plockova@vscht.cz

Přijato do tisku: 16. 10. 2023

Lektorováno: 26. 11. 2023

SVĚTOVÉ MLÉKÁRENSTVÍ V LETECH 2022–2023

Ing. Jiří Kopáček, CSc.

Českomoravský svaz mlékárenský z.s.

Světové mlékárenství v letech 2022–2023

Abstrakt

Rešeršní článek popisující současný stav světového mlékárenství, který byl hodnocen na World Dairy Summit IDF v americkém Chicagu v říjnu 2023.

Rok 2022 byl obdobím geopolitických otřesů, ve kterém došlo k narušení globální ekonomiky provázené nárůstem rekordní inflace a prudce rostoucími cenami surovin a v podstatě všech ostatních nákladů, což se nevyhnulo ani mlékárenství. V prvovýrobě došlo k dalšímu zpomalení růstu světové výroby mléka (pouze +1,1 %), ke snížení celkové produkce mléčných výrobků a ve většině výrobních kategorií byl zaznamenán nižší růst oproti dlouhodobému trendu. Celosvětová spotřeba mléka zůstala relativně nezměněna a s výší 117,7 kg v hodnotě mléčného ekvivalentu stagnovala poprvé od roku 2016. I přes ekonomickou složitost roku 2022 lze konstatovat, že celosvětová poptávka po mléčných výrobcích zůstala poměrně stabilní, i když s nižšími dovozně-vývozními toky než v roce 2021. Článek naznačuje odlišný vývoj pro rok 2023, ve kterém se odhaduje opětovné oživení výroby mléka, ale také spotřebitelské poptávky v návaznosti na pozvolný pokles inflace.

Ve druhé části se článek věnuje identifikaci globálních marketingových trendů, které vyplynuly z obšírného průzkumu realizovaného ve 22 zemích světa.

Abstract

A research article describing the current state of world dairying, which was evaluated at the IDF World Dairy Summit in Chicago, USA in October 2023.

The year 2022 has been a time of geopolitical upheaval in which the global economy has been disrupted, accompanied by record inflation and skyrocketing prices for raw materials and basically all other costs, and the dairy industry has not been spared. In primary production, there was a further slowdown in the growth of world milk production (only +1.1%), a decrease in the total production of dairy products, and in most product categories a lower growth compared to the long-term trend was recorded. Global milk consumption remained relatively unchanged, stagnating at 117.7 kg in milk equivalent value for the first time since 2016. Despite the economic complexity of 2022, it can be stated that global demand for dairy products has remained relatively stable, albeit with lower import-export flows than in 2021. The article suggests a different development for 2023, in which milk production is estimated to recover again, but also consumer demand following a gradual decline in inflation.

In the second part, the article is devoted to the identification of global marketing trends that resulted from an extensive survey carried out in 22 countries of the world.

Ve druhé polovině října 2023 se v Chicagu (USA, stát Illinois) uskutečnil výroční Světový mlékárenský summit Mezinárodní mlékařské federace (IDF). Konal se pod ústředním heslem „*BE DAIRY – Boundless potential. Endless possibilities*“ (*BE DAIRY = Bezmezný potenciál. Nekonečné možnosti.*) a sjelo se na něj na 900 delegátů z 56 zemí světa. Letošní summit připomněl také již 120letou existenci Mezinárodní mlékařské federace, která od roku 1903 působí jako uznávaná vědecká a technická autorita globálního mlékárenského světa. V rámci tohoto důležitého zasedání přijala valná hromada IDF zásadní prohlášení, ve kterém si v souladu s mottem letošního summitu klade za cíl posilovat význam a důležitost spolupráce všech aktérů mlékárenského sektoru a zavázat především generace příštích lídrů globálního mlékárenství k trvale udržitelnému zajišťování výživy a obživy pro stále rostoucí světovou populaci a přispívat tak k pozitivním změnám ve světovém vývoji. IDF letos ale slaví ještě další jubileum, a to 60. výročí spolupráce s Codex Alimentarius a ISO (Mezinárodní organizace pro standardizaci).

Uprostřed nesčetných problémů, s nimiž se v posledních letech setkáváme včetně pandemických a ekonomických krizí, prokazuje globální mlékárenský sektor neustále svoji pozoruhodnou schopnost předvídat, přizpůsobovat se a reagovat na změny ve svém prostředí a přeměňovat je na nové a inspirativní příležitosti. Tato jeho odolnost, spolu s přijímanými závazky na nasycení rychle rostoucí světové populace dnes převyšující osm miliard obyvatel bezpečnými, výživnými, udržitelnými a cenově dostupnými potravinami, je rok co rok jasně patrná.

Význam mléka a mléčných výrobků pro bezpečnost výživy zůstává zcela nesporný. Mlékárenství ale není pouhým primárním zdrojem nejdůležitějších živin, a to ve všech fázích života lidí, je ale současně nezpochybně