



VÝZNAM SANITAČNÍCH PROSTŘEDKŮ A JEJICH VLIV NA VÝSKYT INHIBIČNÍCH LÁTEK V PRVOVÝROBĚ MLÉKA

Marcela Klimešová¹, Hana Nejeschlebová¹,
Eva Samková², Lucie Hasoňová², Oto Hanuš¹

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

² Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Fakulta zemědělská a technologická

The significance of sanitizing agents and their influence on the occurrence of inhibitory substances in the primary milk production

Abstrakt

Jako významné hygienické ukazatele mléka jsou spolu s počtem somatických buněk a celkovým počtem mikroorganismů označována rezidua inhibičních látek. Vedle antibiotik, která tvoří více jak 95 % všech reziduí, patří do této skupiny mimo jiné i zbytky čisticích a dezinfekčních prostředků. Moderní prvovýroba se bez nasazení těchto přípravků neobejde i za cenu jejich možného výskytu v mléce. V práci je popsán vliv sanitačních a dezinfekčních přípravků na nežádoucí mikroorganismy a následně jejich možný vliv na výsledky inhibičních testů nebo kysací schopnost mléka (jogurtový test).

Klíčová slova: mléko, inhibiční látky, dezinfekce, sanitace, kvasinky, bakterie, inhibiční test, kysací schopnost mléka

Abstract

The residues of inhibitory substances, together with the number of somatic cells and the total number of microorganisms, are indicated as important hygienic indicators of milk. In addition to antibiotics, which comprise more than 95% of all residues, this group also includes residues of cleaning and disinfecting substances. Modern

milk production cannot exist without the use of these preparations, even at the cost of their possible occurrence in milk. The work describes the effect of sanitizing and disinfecting preparations on unwanted microorganisms and, subsequently, their possible effect on the results of the inhibitor test or the milk fermentation ability (yoghurt test).

Key words: milk, inhibitory substances, disinfecting, sanitizing, yeasts, bacteria, inhibitor test, milk acidification, milk fermentation ability

Hygienické ukazatele mléka

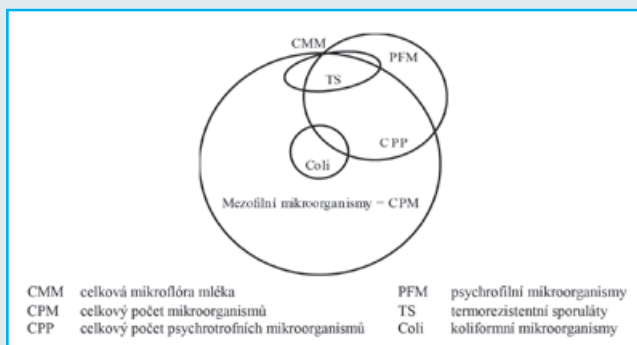
Celkový počet mezofilních mikroorganismů (CPM) je považován za hygienický i zdravotní ukazatel syrového mléka. Jako významné hygienické ukazatele mléka jsou pak označovány také rezidua inhibičních látek (RIL) a počet somatických buněk (PSB).

CPM v sobě zahrnuje mléčnou mikroflóru, běžně se v mléce vyskytující, dále mikroflóru, která se do mléka dostává z prostředí během dojení a představuje technické a zdravotní problémy, dále i mikroflóru, která může kontaminovat finální mléčné výrobky během technologického zpracování mléka jako suroviny. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 stanovuje limitní hodnoty, na kterých jsou výrobci mléka finančně zainteresováni, které jsou pro CPM $\leq 100\ 000$ KTJ (kolonie tvořící jednotky) v 1 ml. Zvýšení hodnoty CPM signalizuje zhoršení stavu některého z níže uvedených faktorů seřazených přibližně podle důležitosti, které mohou být i vzájemně ovlivněny:

- technický a hygienický stav dojicího a úchovného zařízení;
 - hygienická úroveň dojení (dostatečná sanitace a množství teplé vody, čistota vemen a program jejich toalety – dezinfekční vlhčení struků, pre-dip a post-dip);
 - doba a úroveň chlazení mléka;
 - kvalita krmiv;
 - hygienická úroveň stáje (kvalita podlah, kanalizací a ostatních stavebních konstrukcí, podestýlky, větrání);
 - kontrolní mastitidní program (např. léčba v zaprahlosti).
- Vzhledem k dlouholetým sledováním fázových vzorků syrového kravského mléka lze říci, že zhoršená technická

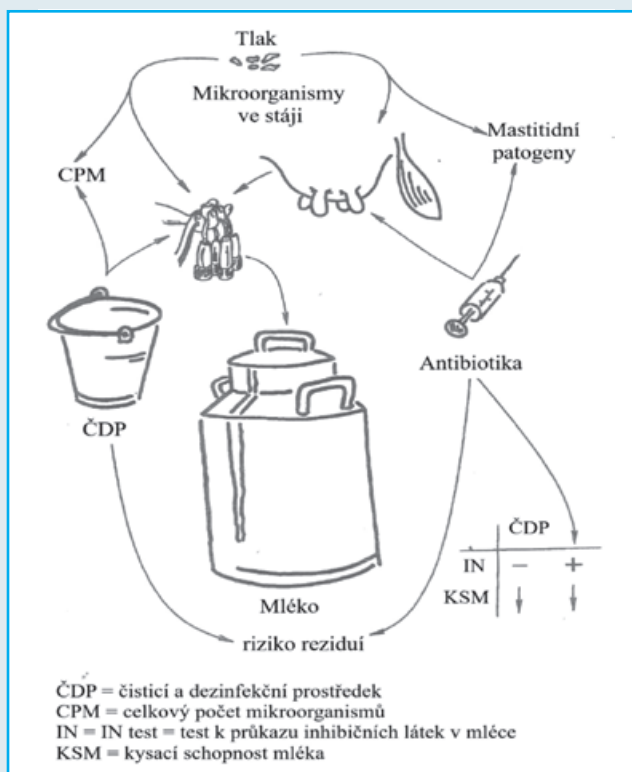
a hygienická úroveň dojícího zařízení při dojení je hlavní příčinou zvýšených výskytů CPM, celkového počtu psychrotrofních mikroorganismů (CPP) a koliformních bakterií. V Obr. 1 je uvedeno schéma nejpravděpodobnějšího propojení kontaminující mléčné mikroflóry podle technologicko-fyziologického dělení a ve vztahu k hlavnímu hygienickému ukazateli CPM (Ticháček a kol., 1998).

PSB má přímou souvislost hlavně s výskytem infekcí mléčné žlázy, s různými metabolickými onemocněními (např. ketóza), spojenými převážně s nedostatečnou nebo nevyrovnanou výživou, dále pak souvisí s technikou dojení, plemenem, počtem a obdobím laktace, s různým stresovým prostředím, kterým může být způsob chovu, roční období, teplota apod. Mezi somatické buňky patří především bílé krvinky (leukocyty), a to zejména makrofágy, polymorfonukleární leukocyty a lymfocyty. Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 stanovuje limitní hodnoty PSB $\leq 400\ 000$ buněk v 1 ml vzorku mléka.



Obr. 1 Schéma možného technologicko-fyziologického dělení základní kontaminující mléčné mikroflóry (Ticháček a kol., 1998)

Inhibiční látky (IL) – jak již bylo zmíněno, jedním z hlavních kritérií hygienické jakosti syrového mléka je absence reziduí nežádoucích, tj. cizorodých a inhibičních látek, které se do mléka dostávají hlavně v důsledku prevence a tlumení mastitid. Vedle antibiotik, která představují největší technologická rizika a tvoří více jak 95 % všech reziduí IL, patří do této skupiny i zbytky čisticích a dezinfekčních prostředků (ČDP) a další cizorodé substance, jakými jsou prostředky používané proti škůdcům zemědělských plodin, pesticidy, mykotoxiny, konzervační prostředky a jiné (Jepsen, 1962; Hanuš a kol., 1998). Hanuš a kol. (1995) ve své předchozí práci názorně demonstrovali hlavní rizika výskytu inhibice v syrovém mléce (Obr. 2). Přítomnost těchto látek se v mléce detekuje jako RIL. Legislativní předpisy se převážně zaměřují na rezidua veterinárních léčiv a stanovení jejich maximálních limitů. V popředí zájmu pak stojí toxické a jiné nežádoucí látky (např. hormonální), které mají negativní zdravotní dopad na lidský organismus. Vlivy toxických látek na zdraví člověka jsou odvozovány z výsledků získaných v pokusech na zvířatech (Waltner-Toews a McEwen, 1994; Kološta, 2007; Navrátilová, 2011). Zvláštní skupinu pak tvoří antimikrobiální látky vyskytující se jako přirozený ochranný systém mléčné žlázy, tj. imunoglobu-



Obr. 2 Hlavní rizika výskytu inhibice v syrovém mléce (Hanus a kol., 1995)

liny, lysozym, laktoferin, laktoperoxidáza, kyselá fosfatáza, případně i další bakteriostaticky působící látky. Většina těchto přirozených látek však ztrácí inhibiční účinnost pasteurací mléka (Navrátilová, 2002).

Co se týče prvovýroby mléka, je v Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 pro kritéria pro syrové kravské mléko uvedeno, že aniž je dotčena Směrnice Rady ES 96/23 (platná do 14. 12. 2022 a nahrazená Nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/625), musí provozovatelé potravinářských podniků zajistit, že syrové mléko nepřekračuje přípustnou hodnotu celkové kombinace reziduí antibiotik v syrovém mléce. Dále je zde uvedeno, že dojení musí být prováděno hygienicky a zejména musí být zajištěno, aby byla identifikována zvířata, která se podrobila léčbě, která může vést k přenosu reziduí do mléka, a aby mléko od takových zvířat nebylo do konce předepsané ochranné lhůty použito k lidské spotřebě. Koupele nebo postřiky struku musí být použity pouze, pokud to schválil příslušný orgán, a způsobem, který nevede k nepřijatelným hladinám reziduí v mléce. Současná evropská legislativa stanoví zvláštní hygienická pravidla pro produkci potravin živočišného původu (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004), kde se uvádí, že provozovatelé potravinářských podniků musí zavést postupy, jimiž zajistí, že syrové mléko nebude uvedeno na trh, pokud: a) obsahuje rezidua antibiotik v množství, které pro jakoukoli z látek přesahuje maximální hodnoty (MRL) stanovené platnými předpisy, b) celkový obsah reziduí všech antibiotik překračuje jakoukoli z maximálních povolených hodnot.

V zákonu č. 166/1999 Sb. o veterinární péči (veterinární zákon) je uvedeno, že zvířata, jimž byly podány doplňkové látky, léčivé přípravky a další přípravky zanechávající nežádoucí rezidua v živočišných produktech, mohou být využívána k získávání nebo výrobě produktů určených k výživě lidí až po uplynutí ochranné lhůty stanovené výrobcem nebo schválené příslušným orgánem. Jde-li o léčivé přípravky, které byly použity v případě nepředpokládaném rozhodnutím o jejich registraci, anebo jde-li o neregistrované léčivé přípravky, u kterých není uvedena ochranná lhůta, mohou být zvířata takto využívána po uplynutí ochranné lhůty stanovené podle čl. 115 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/6, ve kterém se uvádí, že v případě mléka ze zvířat, která produkují mléko pro lidskou spotřebu, nesmí být ochranná lhůta kratší než: *i*) nejdelší ochranná lhůta stanovená pro mléko v souhrnu údajů o přípravku pro jakýkoli druh zvířete vynásobená koeficientem 1,5; *ii*) sedm dnů, pokud léčivý přípravek není registrován pro zvířata, která produkují mléko pro lidskou spotřebu; *iii*) jeden den, pokud je ochranná lhůta léčivého přípravku nulová. Nařízení Komise (EU) č. 37/2010 obsahuje výčet farmakologicky účinných látek ve vztahu ke zvířeti (druh zvířete) a deklaruje v případě nutnosti jejich vyšetření MRL. V případě dezinfekčních prostředků a jejich účinných látek používaných v prvovýrobě mléka (jód, chlór, kyseliny) není nutné MRL stanovovat.

Biofilmy v prvovýrobě mléka

V prostředí prvovýroby mléka jsou vážným zdravotním problémem patogenní mikroorganismy s produkcí biofilmů. Biofilmy jsou společenství mikroorganismů stejného nebo různého druhu, které se vyskytují v nejrůznějších prostředí (Dworecka-Kaszak a kol., 2012). Tato společenství mohou být prospěšná (např. čistírna odpadních vod) nebo naopak problematická ve zdravotnictví nebo potravinářském průmyslu (Klaban, 2001). Biofilmy usnadňují mikroorganismům přežití v nepříznivějším období (sucho, nedostatek živin) a chrání je rovněž před účinkem dezinfekčních prostředků nebo antibiotik (Bridier a kol., 2011; Algburi a kol., 2017). Tento mikroekosystém je zdrojem nežádoucích patogenních mikroorganismů (např. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Pseudomonas aeruginosa*), které mohou být často příčinou chronických a těžko léčitelných onemocnění (Mukherjee a Chandra, 2004; Tande a kol., 2014). Nejčastějšími původci infekcí ze skupiny eukaryotních mikroorganismů jsou pak kvasinky *Candida albicans* a *Candida parapsilosis*, a zástupci plísní *Aspergillus* spp. (Azzam a kol., 2009; Cavalheiro a Teixeira, 2018; Klimešová a kol., 2022).

Testování účinnosti sanitačních a dezinfekčních prostředků na kvasinky

Klimešová a kol. (2022) sledovali vliv dezinfekčních a sanitačních prostředků na více kmenů vybraných druhů

kvasinek, izolovaných z bazénových vzorků kravského mléka (*Pichia kudriavzevii*, *Pichia fermentans*, *Candida parapsilosis*, *Candida rugosa*, *Candida guilliermondii*, *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida famata*, *Candida lusitaniae* a *Yarrowia lipolytica*). Kmeny jsou uloženy ve sbírce VÚM, Praha a podrobný seznam je uveden v publikaci Klimešová a kol. (2022). Autoři testovali účinek přípravků na vytvořený biofilm a na růst kvasinek na povrchu a v suspenzi.

1) Testování účinnosti na biofilmy

Byly vybrány dva dezinfekční prostředky, běžně používané v praxi v prvovýrobě mléka:

- a) Cid™ Liquid acid detergent (DeLaval), dále označen jako CID,
- b) Super Liquidalkaline detergent (DeLaval), dále označen jako SUPER.

Testovány byly kmeny kvasinek s pozitivní tvorbou biofilmů, popsanych výše. Na vykultivovaný biofilm v mikrotitračních destičkách byl aplikován dezinfekční roztok o předepsané teplotě 70 °C a koncentraci 0,7 % a byl vystaven působení látek po dobu 10 minut. Vedle této koncentrace byla testována a srovnána účinnost i vyšší koncentrace 7 %. Z výsledků lze konstatovat, že použité prostředky byly ve všech případech účinné, ale žádný z nich biofilm úplně neodstranil. Lepší účinek na biofilmy měly oba přípravky vždy s vyšší koncentrací 7 % a alkalický prostředek SUPER působil lépe na biofilmy při obou použitých koncentracích (Klimešová a kol., 2022).

2) Testování účinnosti dezinfekčních prostředků na růst kvasinek na povrchu a v suspenzi

V následné práci Klimešové a kol. (2023) byly testovány dezinfekční přípravky na 12 druhů kvasinek, rovněž izolovaných z bazénových vzorků kravského mléka – *Kluyveromyces marxianus*, *C. inconspicua*, *P. kudriavzevii*, *P. fermentans*, *C. parapsilosis*, *C. rugosa*, *C. guilliermondii*, *C. tropicalis*, *C. famata*, *C. lusitaniae*, *C. glabrata*, *C. albicans*. Pro testování byla použita následující koncentrace vybraných testovaných prostředků a doba jejich působení (kontaktní čas):

Savo – (Savo original, 1 litr, komerční prostředek s obsahem chlornanu sodného 4,7 g/100 g) – byla testována 1, 5 a 10% koncentrace a ředěný přípravek podle návodu (20 ml Savo + 90 ml sterilní destilované vody). Doba působení 15 a 30 minut;

Jod – (Lugolův roztok, P-Lab, Praha; složení 5 g jodu, 10 g jodidu draselného a 85 ml destilované vody) – pro testování v suspenzi (metoda 1) bylo použito ředění 1:1, na neporézním povrchu (metoda 2) bylo použito ředění 1:1, 1:2 a 1:4. Doba působení byla pro obě metody 15 a 30 minut;

Fisherbrand-des 2000 – (Fisher Scientific, FB 2000), aktivní složku tvoří N-(3-aminopropyl)-N-dodecylpropane-1,3-diamine. Testována byla 3% koncentrace, doba působení 15 a 30 minut;

STAR – jedná se o ekologický přípravek bez obsahu chloru (Podlahy dezinfekční strojní čištění – pro potravinářský průmysl; Everstar, Šumperk), kde dezinfekční složku tvoří směs dvou kvarterních amoniových solí KAS (benzalkonium chloride a alkyl dimethyl ethylbenzyl ammonium chlorid). Byla testována 5% koncentrace, doba působení 10 minut.

Účinek dezinfekčních prostředků byl testován dvěma metodami podle následujících norem:

1. Metoda podle ČSN EN 1650 (66 5203; 2020) – kvantitativní zkouška v suspenzi k hodnocení fungicidní nebo protikvasinkové aktivity. Dezinfekce má v testované koncentraci a při aplikaci daného kontaktního času levurocidní účinnost na kvasinky, jestliže dojde k poklesu KTJ alespoň o 4 log řády.
2. Metoda podle ČSN EN 13697+A1 (66 5209; 2020) – kvantitativní zkouška na neporézním povrchu k vyhodnocení baktericidního a/nebo fungicidního účinku. Zde lze dezinfekci hodnotit jako účinnou, pokud dojde k poklesu KTJ alespoň o 3 log řády.

Biocidní účinek dezinfekčních prostředků na neporézním povrchu a v suspenzi byl shodný. Všechny testované prostředky byly účinné, u Savo až při vyšší koncentraci 10 % a při ředění dle návodu výrobce 20:90 (Klimešová a kol., 2023).

Testování účinnosti sanitačních prostředků na tvorbu bakteriálních biofilmů

Němečková a kol. (2022) se ve své práci zaměřili na vliv aktivních složek sanitačních roztoků na tvorbu biofilmu bakteriálního původu. K experimentu byly použity kmeny grampozitivních bakterií (*Kocuria kristinae* S163-AB-1A, *Enterococcus gallinarum* S242-AB-2B, *Bacillus cereus* S242-SA-1 a S242-AB-F, *B. megaterium* S413-AB-FB, *Paenibacillus glucanolyticus* S406-AB-1B, *B. licheniformis* S91-AB-F, *Micrococcus luteus* S363-AB-1B, *Rhodococcus erythropolis* S78-AB-F) a gramnegativních bakterií (*Pseudomonas libanensis* S343-AM6,5-0, *P. brenneri* S667A-6,5-7A, *Buttiauxella izardii* S697-CHR-0, *Aeromonas bestiarum* S708-CHR-2, *Acinetobacter schindleri* S24-AB-1B0, *Klebsiella variicola* S540-CHR-6, *Citrobacter youngae* S231-VCZG-0, *C. freundii* S144-CH-2, *C. farmeri* S145-CH-3, *Enterobacter cloacae* S573-CHR-6), izolované ze syrového mléka a uložené ve sbírce VÚM Praha. Jako aktivní zdroje byly použity chemikálie: NaOH, HNO₃, kyselina citronová, kys. fosforečná, kys. amidosírová, H₂O₂, kys. peroctová a Savo. Výsledný účinek nebyl jednoznačný a závisel na vlastnostech daného kmene. Tvorba biofilmu nebyla ovlivněna vůbec nebo byla ovlivněna slabě anebo naopak velmi silně a to ve smyslu inhibice i stimulace tvorby biofilmu. Závěrem autoři poukazují na testování vlivu reziduí sanitačních roztoků na tvorbu biofilmu jako možný nástroj pro řešení výskytu nežádoucích kmenů v mlékárenských provozech.

Testování biocidních přípravků na bázi elektrochemicky aktivovaných dezinfekčních roztoků (ECA)

V této práci testovali Nejeschlebová a kol. (2021) přípravek neuthox na bázi ECA na vybrané bakteriální kmeny z České sbírky mikroorganismů, MU, Brno: *Staphylococcus aureus* CCM 2022, *Escherichia coli* CCM 4517, *Enterococcus faecalis* CCM 4224, *Streptococcus agalactiae* CCM 6187 a *Candida krusei* 1-1 M2 (nyní *P. kudriavzevii*) ze Sbírký mikroorganismů VÚM, Praha. Testované koncentrace produktu se pohybovaly v rozmezí 1 % až 80 %. Biocidní i levurocidní účinnost byla prokázána u koncentrace 10 % a vyšší při kontaktním čase 10 a 60 minut. Nižší koncentrace 5 % byla účinná na *E. coli* a *P. kudriavzevii*.

Dezinfekční prostředky jako účinný nástroj proti nežádoucím mikroorganismům a jako součást inhibičních látek

Pro výrobu různých mléčných produktů je důležité, aby syrové kravské nebo jiné druhové mléko, zaručovalo hygienicky a zdravotně nezávadnou surovinu. To znamená, že je nutné eliminovat přítomnost patogenních (např. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Candida albicans* apod.) a technologicky nežádoucích mikroorganismů (např. rodu *Pseudomonas*), které jsou součástí CPM. Používání prostředků, které snižují nebo eliminují jejich výskyt, má za následek přítomnost cizorodých látek v mléce, z nichž, jak bylo uvedeno výše, jsou nejdůležitější antibiotika a dále zbytky různých sanitačních a dezinfekčních prostředků. Pro následné zpracování mléka na mléčné výrobky je důležité, aby nedocházelo k likvidaci mléčných kultur, proto mléko nesmí obsahovat žádné látky, které potlačují jejich růst.

Nicméně sanitace, tj. čištění a dezinfekce dojicích zařízení, má pro udržení kvality mléka stále mimořádný význam. Čištěním se odstraňují hlavně nečistoty jako usazeniny, které pak mohou být zdrojem pro růst nežádoucích mikroorganismů a tvorbu biofilmů. Dezinfekcí se pak přímo eliminují ty nežádoucí mikroorganismy, které v průběhu dojicího procesu kontaminovaly dojící zařízení. Správné použití sanitačních a dezinfekčních prostředků ovlivňuje výsledky kontroly zdravotní a hygienické kvality syrového mléka (CPM), vyšetření na přítomnost RIL pak vhodnost použití mléka pro následné technologické zpracování, kdy může docházet v důsledku jejich přítomnosti k inhibici růstu mlékařských kultur a k ovlivnění kysací schopnosti mléka (Holec, 1994).

Vliv sanitačních prostředků na výsledky inhibičních testů a kysací schopnost mléka

Jak již bylo řečeno, ČDP tvoří pouze malou část chemických nečistot v mléce. Inhibiční testy (IT), které jsou v praxi využívány, jsou proto cílené hlavně na vyšetření

přítomnosti antimikrobiálních látek. Šalomskienė a kol. (2013) zkoumali vliv zbytků ČDP na výsledky inhibičních testů pro syrové mléko, kterými byly mikrobiologický test Delvotest SP-NT (Holandsko) a tři rychlé testy Charm 3 MRL BL/TET2 (Charm Sciences Inc., USA – receptorový test pro detekci β -laktamových antibiotik a tetracyklinu – 2 min. test), Charm ROSA MRL BL/TET (Charm Sciences Inc., USA-receptorový test pro detekci β -laktamových antibiotik a tetracyklinu – 8 min. test) a Penzym (Nitrogen Corporation, USA – enzymatická metoda pro detekci β -laktamových antibiotik – 20 min. test).

Autoři testovali tři koncentrace (doporučené výrobcem, desetkrát nižší a dvakrát vyšší) 26 prostředků pro čištění a dezinfekci dojicího a jiného zařízení mléčné farmy (18 alkalického původu a 8 kyselého původu) a 10 prostředků pro hygienu a dezinfekci struků o koncentraci doporučené výrobcem a čtyřikrát nižší koncentraci.

Výsledky ukázaly, že žádný z testů nezaznamenal přítomnost mycích prostředků alkalického a kyselého původu s nižší koncentrací než doporučuje výrobce. Koncentrace prostředků alkalického původu, jak je doporučeno pro čištění a dezinfekci dojicího a jiného faremního zařízení od výrobců nebo dvakrát vyšší, byly detekovány testem Delvotest SP-NT – 39 % zkoumaných látek, Penzym – 39 % látek (všechny výsledky při podezření na přítomnost inhibitorů), Charm 3 MRL BL/TET2 – 50 % látek (všechny výsledky byly netypické), Charm ROSA MRL BL/TET – 39 % látek (všechny výsledky byly netypické).

Koncentrace prostředků kyselého původu dle doporučení od výrobce nebo dvakrát vyšší, byly zjištěny testem Penzym – 50 % látek, Charm 3 MRL BL/TET2 – 88 % látek (všechny výsledky byly netypické); Charm ROSA MRL BL/TET – 62 % látek (všechny výsledky byly netypické). Delvotest SP-NT nezjistil žádný detergent/dezinfekční prostředek kyselého původu ani v případě jejich dvojnásobné koncentrace.

Co se týče hygieny a dezinfekce struků, žádný z testů nezachytil přítomnost prostředků, které měly desetkrát nižší koncentraci. Jen dva prostředky o čtyřikrát nižší koncentraci než je doporučena od výrobce (tj. 2,5% Biofoam a Viri Foam) byly detekovány Penzymem a Delvotestem SP-NT. Detekce pak byla také zaznamenána pouze u některých prostředků o koncentraci doporučené výrobcem, a to testem Delvotest SP-NT (40 % zkoumaných látek), Penzym (40 % látek, pouze suspektní výsledky), Charm 3 MRL BL/TET2 (40 % látek, pouze netypické výsledky). Charm ROSA MRL BL/TET nezachytil žádný z testovaných prostředků ani při doporučené koncentraci.

Vzhledem k tomu, že používané testy pro stanovení RIL nejsou primárně určeny pro detekci ČDP, mohou vést k tvorbě atypických reakcí a k falešně pozitivním výsledkům na antibiotika. Právě tyto atypické reakce by měly upozornit na to, že se jedná o přítomnost jiných látek než antimikrobiálních. Na tuto skutečnost poukazují i autoři Hanuš a kol. (1995; 1998). Ti sle-

dovali vliv reziduí ČDP nejen na výsledky IT, ale i na kysací schopnost mléka (KSM) jogurtovou kulturou, protože v některých případech bývá při negativním IT zachycena souběžně snížená KSM. Tento problém nabývá aktuálnosti s rozšířením spektra ČDP na českém trhu. Z výsledků jejich testování lze uvést následující: a) nezávisle na druhu ČDP byla zjištěna vyšší citlivost KSM k reziduím ČDP ve srovnání k IT. Jde o opačný vztah ve srovnání k reziduím antibiotik; b) pozitivní výsledky IT v důsledku reziduí ČDP budou ojedinělé; c) v případě negativního IT a redukované KSM může jít i o rezidua ČDP. Vzhledem k těmto závěrům nelze v praxi podceňovat důsledné výplachy dojicích zařízení, aby po aplikaci ČDP nebyl rozdíl v měření pH nebo vodivosti mezi vstupem a výstupem během čištění dojicího zařízení. Z tohoto pohledu jsou vyšším rizikem alkalické ČDP, které mají vyšší adhezivní schopnosti, a mléko mnohem hůře pufruje v alkalickém prostředí než kyselé (Hanuš a kol., 1998).

Vedle atypických výsledků IT a snížené KSM může být zdrojem upozornění na přítomnost sanitačních látek i výsledek stanovení bodu mrznutí, a to v případě, že během čištění dojicího zařízení dojde k neopatrnému vniknutí roztoku s použitým prostředkem do nádoje. Podle Wiedemanna a kol. (1993) a Buchbergera (1994) ovlivní přítomnost 1% výskytu tzv. cizí vody zvýšení (zhoršení) výsledku bodu mrznutí o 0,005 °C.

Závěr

Zlepšení nebo udržení zdravotní a hygienické kvality mléka jako suroviny je v zájmu nejen prvovýrobců mléka, ale i zpracovatelů a potažmo i konzumentů mléka. Infekce mléčné žlázy a nadměrné využívání antibiotik, obzvláště široko-spektrálních, vede až k tvorbě chronických zánětů mléčné žlázy a k výskytu rezistentních kmenů bakterií, což s sebou přináší i velké ekonomické ztráty. Eliminace nežádoucích mikroorganismů, které způsobují mastitidní onemocnění a tím následný pokles mléčné produkce, je v zájmu všech zainteresovaných subjektů. Používání vhodných sanitačních prostředků nejen k ošetřování struků, ale i pro dezinfekci v prostředí prvovýroby, může dopomoci k úspěšnému snížení výskytu patogenů i technologicky problematických mikroorganismů. Přestože sanitační/dezinfekční prostředky mohou ovlivnit hygienickou kvalitu mléka, je proces sanitace nezbytnou součástí technologie získávání mléka a výroby potravin, která právě v prvovýrobě mléka začíná.

Poděkování

Příspěvek vznikl za podpory projektů MZe NAZV QK 21010326 a QK 21010123.

Seznam literatury

ALGBURI A., COMITO N., KASHTANOV D., CICKS L.M.T., CHIKINDAS M.L. (2017): Control of biofilm formation: antibiotics and beyond. *Applied and Environmental Microbiology*, 83 (3), s. e02508-16. doi: 10.1128/AEM.02508-16.

- AZZAM K., PARVIZI J., JUNGKIND D., HANSEN A., FEHRING T., SPRINGER B., BOZIC K., DELLA VALLE C., PULIDO L., BARRACK R. (2009): Microbiological, clinical, and surgical features of fungal prosthetic joint infections: a multi-institutional experience. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 91 (Suppl. 6), s. 142–149. doi: 10.2106/JBJS.I.00574.
- BRIDIER A., BRIANDET R., THOMAS V., DUBOIS-BRISSENET F. (2011): Resistance of bacterial biofilms to disinfectants: a review. *Biofouling*, 27 (9), s. 1017–1032, doi: 10.1080/08927014.2011.626899.
- BUCHBERGER J. (1994): To milk freezing point depression: evaluation and interpretation. [Zum Gefrierpunkt der Milch: Bewertung und Interpretation]. *Deutsche Milchwirtschaftliche Zeitschrift*, 115, s. 376–383.
- CAVALHEIRO M., TEIXEIRA M.C. (2018): *Candida* Biofilms: threats, challenges, and promising strategies. *Frontiers in Medicine (Lausanne)*, 5 (28), s. 1–15. doi:10.3389/fmed.2018.00028.
- ČSN EN 13697+A1 (66 5209) – *Chemické dezinfekční přípravky a antiseptika – Kvantitativní zkouška na neporézním povrchu k vyhodnocení baktericidního a/nebo fungicidního účinku chemických dezinfekčních prostředků používaných pro potraviny, průmysl, domácnosti a veřejné prostory – Zkušební metoda a požadavky bez mechanického působení (fáze 2 / stupeň 2)*, platnost od 1.2.2020.
- ČSN EN 1650 (66 5203) – *Chemické dezinfekční přípravky a antiseptika – Kvantitativní zkouška v suspenzi k hodnocení fungicidní nebo protikvasinkové aktivity chemických dezinfekčních přípravků a antiseptik používaných v potravinářství, průmyslu, domácnostech a veřejných prostorech – Zkušební metoda a požadavky (fáze 2 / stupeň 1)*, platnost od 1. 3. 2020.
- DWORECKA-KASZAK B., KRUTKIEWICZ A., SZOPA D., KLECZKOWSKI M., BIEGAŃSKA M. (2012): High prevalence of *Candida* yeast in milk samples from cows suffering from mastitis in Poland. *Scientific World Journal*, published online, doi: 10.1100/2012/196347.
- HANUŠ O., HRDINOVÁ E., MALINA F. (1995): Možnosti zachytu inhibice v syrovém mléce v důsledku dezinfekčních postupů prvovýroby. Sborník k semináři, *Hygienu získávání mléka*, Rapotín, Výzkumný ústav pro chov skotu, s. 49–54.
- HANUŠ O., HRDINOVÁ E., MALINA F., JEDELSKÁ R. (1998): Riziko inhibice v mléce z případných reziduí čisticích a dezinfekčních prostředků. *Výzkum v chovu skotu*, 4, s. 6–8.
- HOLEC J. (1994): Výskyt inhibičních látek v mléce a jeho hygienická a technologická rizika. Sborník ze semináře, *Inhibiční látky v mléce*, Rapotín, Výzkumný ústav pro chov skotu, s. 11–15.
- JEPSEN A. (1962): Residues of disinfectants and antibiotics in milk: Milk hygiene. *Nordisk Veterinær Medicin*, 2, s. 449–455.
- KLABAN V. (2001): *Svět mikrobů*. Univerzita Hradec Králové, Gaudeamus, 2001, 416 s. ISBN 80-7041-687-4.
- KLIMEŠOVÁ M., NEJESCHLEBOVÁ H., KUCHAROVIČOVÁ I., ROUBAL P., SEYDLOVÁ R. (2022): Tvorba biofilmu kvasinek izolovaných ze syrového mléka a účinnost dezinfekčních prostředků. *Mlékařské listy*, 191, 33 (2), s. 1–8.
- KLIMEŠOVÁ M., NEJESCHLEBOVÁ H., ROUBAL P., HANUŠ O., SEYDLOVÁ R., NEJESCHLEBOVÁ L., VONDRUŠKOVÁ E. (2023): Testování dezinfekčních prostředků na růst vybraných druhů kvasinek a řas izolovaných z kravského mléka. *Mlékařské listy*, 199, 34 (4), s. 1–4.
- KOLOŠTA M. (2007): *Riziko výskytu reziduí inhibičních látek v mléku* (on line). Staženo 6.5.2024). Dostupné z: www.mpsr.sk/download.php?fid=1497.
- MUKHERJEE P.K., CHANDRA J. (2004): *Candida* biofilm resistance. *Drug Resistance Updates*, 7 (4), s. 301–309. doi.org/10.1016/j.drug.2004.09.002.
- NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) č. 2017/625 ze dne 15. března 2017 o úředních kontrolách a jiných úředních činnostech prováděných s cílem zajistit uplatňování potravinového a krmivového práva a pravidel týkajících se zdraví zvířat a dobrých životních podmínek zvířat, zdraví rostlin a přípravků na ochranu rostlin, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 999/2001, (ES) č. 396/2005, (ES) č. 1069/2009, (ES) č. 1107/2009, (EU) č. 1151/2012, (EU) č. 652/2014, (EU) 2016/429 a (EU) 2016/2031, nařízení Rady (ES) č. 1/2005 a (ES) č. 1099/2009 a směrnice Rady 98/58/ES, 1999/74/ES, 2007/43/ES, 2008/119/ES a 2008/120/ES a o zrušení nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 854/2004 a (ES) č. 882/2004, směrnice Rady 89/608/EHS, 89/662/EHS, 90/425/EHS, 91/496/EHS, 96/23/ES, 96/93/ES a 97/78/ES a rozhodnutí Rady 92/438/EHS (nařízení o úředních kontrolách).
- NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (EU) 2019/6 ze dne 11. prosince 2018 o veterinárních léčivých přípravcích a o zrušení směrnice 2001/82/ES.
- NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004 stanovující zvláštní hygienické předpisy pro potraviny živočišného původu.
- NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 37/2010 ze dne 22. prosince 2009 o farmakologicky účinných látkách a jejich klasifikaci podle maximálních limitů reziduí v potravinách živočišného původu.
- NAVRÁTILOVÁ P. (2002): Problematika reziduí inhibičních látek v syrovém kravském mléce. *Veterinářství*, 52, s. 478–481.
- NAVRÁTILOVÁ P. (2011): Rezidua antimikrobiálních látek v mléce a jejich význam. Sborník ze semináře, *RIL, IR a NIR technologie*, Brno, MZLU, s. 1–11.
- NEJESCHLEBOVÁ H., ŘÍHA J., KLIMEŠOVÁ M., MORÁVKOVÁ M., KUCHAROVIČOVÁ I. (2021): Testování biocidní účinnosti přípravku na bázi elektrochemicky aktivovaných dezinfekčních roztoků. *Mlékařské listy*, 184, 32 (1), s. 14–17.
- NĚMEČKOVÁ I., TREŠLOVÁ Š., LEŠKOVÁ E. (2022): Vliv aktivních složek sanitacních roztoků na tvorbu bakteriálních biofilmů. *Mlékařské listy*, 195, 33 (6), s. 1–8.
- SMĚRNICE RADY 96/23/ES o kontrolních opatřeních u některých látek a jejich reziduí v živých zvířatech a živočišných produktech a o zrušení směrnice 85/358/EHS a 86/469/EHS a rozhodnutí 89/187/EHS a 91/664/EHS.
- ŠALOMSKIENÉ J., MAČIONIENÉ I., ŽVIRDAUSKIENÉ R., JONKUVIENÉ D. (2013): Impact of the residues of detergents and disinfectants used in dairy farms on the results of inhibitor tests for raw milk. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 4, s. 266–272. doi.org/10.4236/abb.2013.42A036.
- TANDE A.J., OSMON D.R., GREENWOOD-QUAINTANCE K.E., MABRY T.M., HANSEN A.D., PATEL R. (2014): Clinical characteristics and outcomes of prosthetic joint infection caused by small colony variant *Staphylococci*. *American Society for Microbiology*, 5 (5), e01910–14. doi: 10.1128/mBio.01910-14.
- TICHÁČEK A., VYLETĚLOVÁ M., HANUŠ O. (1998): Odborné poradenství v prvovýrobě mléka s ohledem na mikrobiologické jakostní ukazatele. Sborník referátů, *Kvalitativní aspekty prvovýroby mléka*, VÚCHS Rapotín, s. 61–69.
- WALTNER-TOEWS D., MCEWEN S.A. (1994): Residues of hormonal substances in foods of animal origin: A risk assessment. *Preventive Veterinary Medicine*, 20, 235247. doi:10.1016/0167-5877(94)90085-X.
- WIEDEMANN M., BUCHBERGER J., KLOSTERMEYER H. (1993): The reasons for abnormal freezing points in raw milk. 1st and 2nd message. [Ursachen für anomale Gefrierpunkte der Rohmilch. 1. und 2. Mitteilung]. *Deutsche Milchwirtschaftliche Zeitschrift*, 114, s. 634–644, s. 656–663.
- ZÁKON MZe č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů.

Korespondující autor:

doc. 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: 22. 5. 2024

Lektorováno: 4. 7. 2024

ZHODNOCENÍ OBSAHU AFLATOXINU M1 V MLÉCE PŘEŽVÝKAVCŮ V ČESKÉ REPUBLICE V LETECH 2006–2020

Eva Baldíková¹, Lucie Hasoňová¹, Tereza Uhlíková¹,
Oto Hanuš², Hana Nejeschlebová², Karolína Reindl¹,
Eva Samková¹

¹ Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Fakulta zemědělská a technologická

² Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o., Praha

Evaluation of the presence of aflatoxin M1 in ruminant milk in the Czech Republic in 2006–2020

Abstrakt

Cílem této práce bylo vyhodnocení obsahu aflatoxinu M1 (AFM1) v mléce přežvýkavců na území České republiky v letech 2006–2020. Data byla získána z pravidelného monitoringu kontaminace surovin a potravin cizorodými látkami, prováděného Státní veterinární správou ČR. V průběhu tří období (2006–2010, 2011–2015 a 2016–2020) bylo posouzeno 541 vzorků syrového mléka, z toho 81,7 % tvořilo mléko kravské, 13,3 % kozi a 5,0 % ovčí. Přítomnost AFM1 byla prokázána pouze u čtyř vzorků (0,74 %) kravského mléka, přičemž u žádného z nich nebyl překročen maximální limit reziduí 0,05 µg/kg. Vliv období na obsah AFM1 nebyl statisticky významný.

Klíčová slova: mléko, kontaminace, mykotoxiny, aflatoxin M1

Abstract

The aim of the study was to evaluate the occurrence of aflatoxin M1 (AFM1) in milk in the Czech Republic in 2006–2020. Data was obtained from the regular monitoring of contaminants in the food chain performed by the State Veterinary Administration of the Czech Republic.

Milk samples (n=541) during three periods (2006–2010, 2011–2015, 2016–2020) were assessed, 81.7% of which represented cow's milk, 13.3% goat's milk, and 5.0% sheep's milk. AFM1 was detected only in four cows' milk samples (0.74%), and none exceeded the maximum residue level of 0.05 µg/kg. No significant differences were observed depending on monitored periods.

Keywords: milk, contamination, mycotoxins, aflatoxin M1

Úvod

Mléko a mléčné produkty patří k nezastupitelným složkám lidské výživy. Za účelem zajištění kvality a zdravotní nezávadnosti je nutné mléko pravidelně kontrolovat. Mezi sledované ukazatele patří mimo jiné přítomnost kontaminujících látek, např. rezidua veterinárních léčiv, pesticidy, polychlorované bifenyly nebo mykotoxiny.

Mykotoxiny jsou sekundární metabolity vláknitých mikroskopických hub (plísní) především rodu *Aspergillus*, *Penicillium* a *Fusarium*. Dosud bylo popsáno více než 400 druhů mykotoxinů, pozornost je však věnována pouze deseti až patnácti z nich (Turner a kol., 2015).

Nejvýznamnější a nejvíce prozkoumanou skupinou mykotoxinů jsou bezesporu aflatoxiny, které jsou produkovány hlavně plísněmi *Aspergillus flavus* a *Aspergillus parasiticus* a zahrnují asi 20 zástupců. Čtyři z nich se vyskytují přirozeně: aflatoxin B1 (AFB1), aflatoxin B2 (AFB2), aflatoxin G1 (AFG1) a aflatoxin G2 (AFG2) (Malíř a Ostrý, 2003). Aflatoxiny jsou charakterizovány jako látky s nízkou molekulovou hmotností, bez chuti a zápachu, se schopností fluorescence v UV oblasti (odtud označení B – blue a G – green) a značnou odolností vůči vysokým teplotám (>320 °C) (Khattak a kol., 2015).

Mykotoxiny představují závažné riziko pro zdraví lidí. Kromě méně časté akutní intoxikace způsobené vysokou dávkou požitého toxinu, vykazují především karcinogenní a mutagenní vlastnosti, vyvolávají poškození ledvin, jater, nervové či endokrinní soustavy a způsobují podráždění kůže (Flores-Flores a kol., 2015). Z aflatoxinů vykazuje nejvyšší toxicitu AFB1, který je považován za vůbec nejsilnější přírodní karcinogen, následovaný AFG1 > AFB2 > AFG2. Souhrn nežádoucích účinků mykotoxinů je uveden v Tabulce 1.

Tab. 1 Přehled toxických účinků vybraných mykotoxinů

Mykotoxin	Akutní toxicita	Chronická toxicita						
		Karcinogenita dle IARC	Teratogenita	Neurotoxicita	Nefrotoxicita	Hepatotoxicita	Reprodukční změny	Imunotoxicita
Aflatoxin B1	ano	ano, třída 1	ano			ano		ano
Aflatoxin M1		ano, třída 1	ano			ano		ano
Ochratoxin A	ano	ano, třída 2B	ano		ano	ano		ano
Zearalenon	ano		ano			ano	ano	ano
Fumonisin B	ano	ano, třída 2B		ano	ano	ano		
Deoxynivalenol	ano		ano					ano

IARC – the International Agency for Research on Cancer (Mezinárodní organizace pro výzkum rakoviny);

Zdroj (upraveno): IARC (2002); Malíř a Ostrý (2003); Benkerroum (2016); Alshannaq a Yu (2017); Sirbu a kol. (2020); El-Sayed a kol. (2022); Han a kol. (2022)

Tab. 2 Produkty metabolizace mykotoxinů v bachoru (*v játrech) a míra jejich přenosu do mléka

Mykotoxin v krmivu	Metabolizace v bachoru	Míra přenosu	Mykotoxin v mléce
Aflatoxin B1 (AFB1)	aflatoxikol AFM1 *	0–12,4 µg/l 2,0–6,2 %	AFB1, AFM1, aflatoxikol
Fumonisin B1, B2	beze změny	0–0,05 %	fumonisin B1, B2
Ochratoxin A	ochratoxin α	nezjištěna	ochratoxin A, ochratoxin α
T-2 toxin	beze změny	0,05–2 %	T-2 toxin
Deoxynivalenol (DON)	de-epoxy-DON	nezjištěna	DON, de-epoxy-DON
Zearalenon (ZEN)	α-ZEN, β-ZEN	0,06–0,08 %	ZEN, α-ZEN, β-ZEN

Zdroj: Fink-Gremmels (2008)

U přežvýkavců je dlouhodobá konzumace krmiv s obsahem mykotoxinů spojená se sníženým příjmem krmiva a jeho narušenou konverzí, a s tím souvisejícím poklesem hmotnosti a sníženou produkcí mléka (*Drie-huis a kol., 2008*).

V potravinách a krmivech mohou být detekovány aflatoxiny, ochratoxiny, fumonisy, patulin, zearalenon a trichotheceny, které zahrnují deoxynivalenol a T-2 toxin (*Pereira a kol., 2014*). Nejčastěji se mykotoxiny vyskytují v obilovinách, kukuřici, rýži, sójových bobech, čiroku a arašidech (*Alshannaq a Yu, 2017*). Odhaduje se, že 25 % celosvětové produkce obilovin je kontaminováno mykotoxiny, skutečné hodnoty však mohou být podstatně vyšší, a to 60 až 80 % (*Eskola a kol., 2020*).

Ke kontaminaci krmiv může docházet ve všech fázích výroby, avšak kritické jsou odpovídající podmínky skladování včetně konzervace. Kontaminace mléka probíhá sekundární cestou, tedy v důsledku krmení dojníc zaplísňeným krmivem. Problematické se jeví především zkrmování siláží, obilných šrotů a pokrutin, ovšem ani kontaminace sena nebo senáží není ojedinělá (*Prandini a kol., 2009*). Míra přenosu mykotoxinů z krmiva do mléka je ovlivněna také schopností bachoru metabolizovat tyto látky, většinou a zdravotním stavem zvířete (*Tabulka 2*). AFB1 je v játrech dojníc metabolizován za účasti cytochromu P450 na aflatoxin M1 (AFM1), který je dále vylučován mlékem (*Alshannaq a Yu, 2017*). Uvádí se, že do mléka přechází v podobě AFM1 0,3–6,2 % perorálně přijatého AFB1 (*Camaj a kol., 2018*). AFM1 je v mléce detekován již za 12–24 h po požití AFB1, přičemž jeho koncentrace v mléce je úměrná množství krmivem přijatého AFB1 (*Prandini a kol., 2009*).

Ač byla v mléce prokázána přítomnost i dalších mykotoxinů, pouze pro AFM1 byl stanoven maximální limit reziduí (MRL), a to 0,05 µg/kg pro syrové a tepelně ošetřené mléko a 0,025 µg/kg pro kojeneckou a dětskou výživu na bázi mléka (*Nářízení Komise (EU) 2023/915*).

Problematická mykotoxinů v potravinách a z nich plynoucích zdravotních rizik je celosvětově velice aktuálním tématem, a proto si tato práce

kladla za cíl zhodnotit výskyt AFM1 v syrovém mléce přežvýkavců na území České republiky za patnáctileté období.

Materiál a metodika

Obsah AFM1 v syrovém mléce dojníc (n=442), ovcí (n=27) a koz (n=72) byl hodnocen na základě výsledků monitoringu kontaminace potravního řetězce cizorodými látkami prováděného Státní veterinární správou ČR za období 2006–2020. Směšné vzorky kravského mléka byly v rámci monitoringu odebrány v jednotlivých chovech, v mléčných automatech, případně přímo v mlékárnách před vyprázdněním cisterny, zatímco vzorky mléka ovcí a koz byly získávány v oblastech s vyšším počtem chovaných jedinců (SVS, 2024). Vzorky byly analyzovány metodou vysokoúčinné kapalinové chromatografie dle ČSN EN ISO 14501 (2021) v akreditovaných laboratořích Státního veterinárního ústavu (Praha, Olomouc). Z výsledků byly vyhodnoceny počty pozitivních a nadlimitních vzorků, jejich průměrné a nejvyšší naměřené hodnoty.

K výpočtům pro statistické vyhodnocení dat byl použit program Statistica Cz 12 (Statsoft ČR). Pro vyhodnocení vlivu období (2006–2010, 2011–2015 a 2016–2020) na obsah AFM1 byla zvolena jednofaktorová analýza rozptylu.

Výsledky a diskuse

Pravidelné sledování reziduí a kontaminantů v krmivech, u živých zvířat v hospodářství, v surovinách a potravinách živočišného původu vychází z *Nářízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2017/625*. Maximální limity některých kontaminujících látek v potravinách, včetně MRL pro AFM1 v syrovém mléce uvádělo *Nářízení Komise (ES) 1181/2006*, které bylo v loňském roce nahrazeno *Nářízením Komise (EU) 2023/915*.

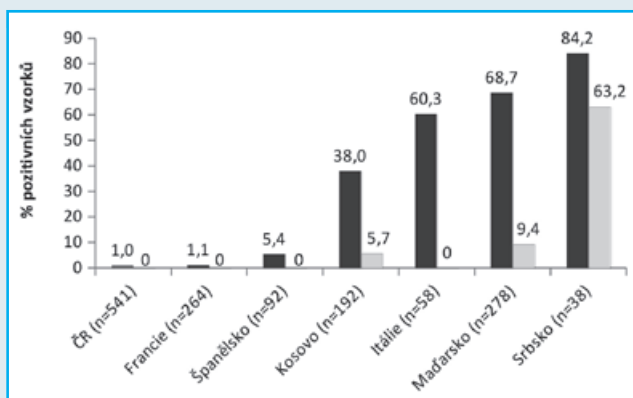
Vliv období

Během patnáctiletého monitoringu bylo na přítomnost AFM1 testováno celkem 541 vzorků syrového mléka, a z toho pouze čtyři vzorky (0,74 %) byly AFM1 pozitivní (*Tabulka 3*).

Za první a druhé hodnocené období byl detekován shodně jeden pozitivní vzorek a ve třetím období se

Tab. 3 Vliv období na výskyt a obsah aflatoxinu M1 v syrovém mléce přežvýkavců

Období	Počet vzorků		% vzorků		Obsah aflatoxinu M1 (µg/kg)			
	vyšetřených	pozitivních	pozitivních	nadlimitních	\bar{x}	s_x	max.	p
2006–2010	148	1	0,68	0	0,00220	0,00137	0,0060	0,4534
2011–2015	192	1	0,52	0	0,00251	0,00002	0,0060	
2016–2020	201	2	1,00	0	0,00253	0,00009	0,0140	
Celkem	541	4	0,74	0	0,00241	0,00079	0,0140	



Graf 1 Výskyt aflatoxinu M1 (AFM1) v syrovém kravském mléce ve vybraných evropských zemích (tmavá výplň = % pozitivních vzorků, světlá výplň = % vzorků s nadlimitním obsahem AFM1). Zdroj (upraveno): Rodríguez Velasco a kol. (2003); Boudra a kol. (2007); Armorini a kol. (2016); Horvatović a kol. (2016); Camaj a kol. (2018); Buzás a kol. (2023)

jednalo o dva pozitivní vzorky. Nejvyšší zastoupení kontaminovaných vzorků bylo zjištěno v období 2016–2020 a činilo 1,0 %. Takto nízký podíl pozitivních vzorků lze pokládat za více než uspokojivý, a to i v porovnání s dalšími evropskými zeměmi (Graf 1). Kromě České republiky rovněž u vzorků mléka z Francie a Španělska bylo zaznamenáno minimální zastoupení pozitivních vzorků, nadto v nízkých koncentracích (0–0,026 µg/l). Pro porovnání v Srbsku činila pozitivita vzorků 84,2 %, přičemž MRL překročilo 63,2 % vzorků. Maximální naměřené AFM1 hodnoty dosáhly 0,173 µg/l v Maďarsku a 0,864 µg/l v Srbsku.

Vysoké počty pozitivních vzorků (dosahující v řadě případů 80–100 % vyšetřených vzorků) i vysoké maximální AFM1 koncentrace jsou typické zejména pro asijský a africký kontinent, a to s ohledem k příznivému klimatu pro růst plísní a často též nevhodným skladovacím podmínkám pro krmiva v těchto oblastech. Např. v Ghaně byla zjištěna maximální AFM1 hodnota 3,52 µg/l (Kortei a kol., 2022), v Indii 4,19 µg/l (Patyal a kol., 2020), v Etiopii 5,16 µg/l (Admasu a kol., 2021) a v Tunisku dokonce 197,37 µg/l (Hassouna a kol., 2023). Camaj a kol. (2018) uvádějí, že výrazné rozdíly v nálezech AFM1 pozitivních vzorků jsou patrné i v jednotlivých regionech v rámci jedné země.

Je zřejmé, že mezi jednotlivými zeměmi jsou v kontaminaci syrového mléka AFM1 značné rozdíly. Ty mohou být způsobeny mj. odlišnostmi v klimatických podmínkách, v používaných krmivech a systémech krmení, v chovaných plemenech, ale samozřejmě mohou být dány též odlišnými metodami detekce mykotoxinů v jednotlivých studiích.

Průměrná hodnota AFM1 v mléce na území České republiky činila za celé sledované období 0,0024 µg/kg, přičemž nejvyšší maxi-

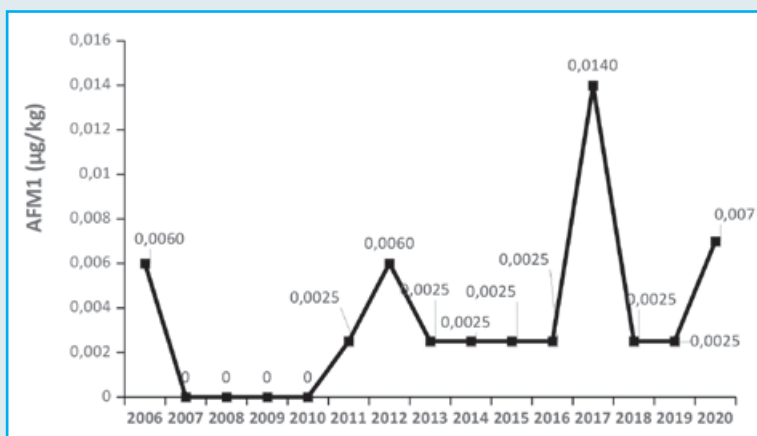
mální hodnota 0,0140 µg/kg byla detekována v letech 2016–2020. Maximální hodnoty AFM1 v jednotlivých letech jsou znázorněny v Grafu 2.

Vliv druhu mléka

Monitoringem zjištěné čtyři AFM1 pozitivní vzorky se týkaly pouze mléka kravského. Vzorky ovčího a koziho mléka byly hodnoceny z pohledu AFM1 jako negativní. Rozdíly v pozitivitě vzorků mléka dojníc a ovcí nalezli v Itálii (Sicílie) Camilleri a kol. (2019), kteří u ovčího mléka zjistili 5 % pozitivních vzorků a u kravského mléka 12,9 %. Nižší výskyt AFM1 v mléce ovcí a koz v porovnání s kravským zjistili v Indii Nile a kol. (2016), kteří u 150 vzorků od každého druhu mléka zaznamenali následující zastoupení kontaminovaných vzorků: 45,3 % kravské, 36,6 % ovčí a 33,3 % kozí. K podobným výsledkům dospěli také Hussain a kol. (2010), kteří v Pákistánu sledovali výskyt AFM1 u pěti druhů mlék. Žádné pozitivní vzorky nebyly zjištěny v mléce velbloudím (0 %), následovalo mléko ovčí (16,7 %) a kozí (20,0 %). Kontaminace mléka buvolího a kravského dosahovala 34,5 % a 37,5 %. Zjištěné rozdíly v obsahu AFM1 v jednotlivých druzích mlék by podle Alrashediho a kol. (2023) mohly být způsobeny odlišnostmi ve způsobu krmení, v mikroflóře zažívacího traktu a v aktivitě jaterních mikrozmálních enzymů zodpovědných za biotransformaci AFB1.

Závěr

Kontaminace potravinového řetězce mykotoxiny představuje v celosvětovém měřítku závažné riziko pro zdraví lidí i zvířat, proto je jejich obsah v surovinách a potravinách pravidelně sledován a legislativně upraven. V této práci byl hodnocen výskyt AFM1 v syrovém mléce přežvýkavců v České republice v patnáctiletém období (2006–2020). Ze získaných dat lze konstatovat, že ve sledovaném období bylo zjištěno pouze nepatrné množství pozitivních vzorků, a to jen u mléka kravského, navíc žádný z nich nepřekročil maximální limit reziduí



Graf 2 Maximální hodnoty aflatoxinu M1 (AFM1) v syrovém kravském mléce v jednotlivých letech

požadovaný v rámci Evropské unie. Uvedené výsledky svědčí o vysoké úrovni výroby mléka v České republice.

Poděkování

Príspevek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR (NAZV QK21010326) a Grantové agentury Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích (GAJU 005/2022/Z).

Seznam literatury

(bez právních předpisů)

- ADMASU F.T., MELAK A., DEMISSIE B., YENEW C., HABTIE M.L., BEKELE T.T., FEYESA T.O., CHANIE E.S., MEDIHN M.T.G., MALIK T., DEJENIE T.A. (2021): Occurrence and associated factors of aflatoxin M1 in raw cow milk in South Gondar Zone, North West Ethiopia, 2020. *Food Science & Nutrition*, 9, s. 6286–6293.
- ALRASHEDI H., OMER S., ALMUTAIRI A., AL-BASHER G., MOHAMMED O. (2023): Determination of aflatoxin M1 (AFM1) in dairy sheep, goats and camel milk in Hail Region, Kingdom of Saudi Arabia and evaluation of different methods reducing its concentrations in milk. *Environmental Pollutants and Bioavailability*, 35, doi: 10.1080/26395940.2023.2283056.
- ALSHANNAQ A., YU J.H. (2017): Occurrence, toxicity, and analysis of major mycotoxins in food. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14, doi: 10.3390/ijerph14060632.
- ARMORINI S., ALTAFINI A., ZAGHINI A., RONCADA P. (2016): Occurrence of aflatoxin M1 in conventional and organic milk offered for sale in Italy. *Mycotoxin Research*, 32, s. 237–246.
- BENKERROUM N. (2016): Mycotoxins in dairy products: A review. *International Dairy Journal*, 62, s. 63–75.
- BOUDRA H., BARNOUIN J., DRAGACCI S., MORGAVI D.P. (2007): Aflatoxin M1 and ochratoxin A in raw bulk milk from French dairy herds. *Journal of Dairy Science*, 90, s. 3197–3201.
- BUZÁS H., SZABÓ-SÁRVÁRI L.C., SZABÓ K., NAGY-KOVÁCS K., BUKOVICS S., SÜLE J., SZAFNER G., HUCKER A., KOCSIS R., KOVÁCS A.J. (2023): Aflatoxin M1 detection in raw milk and drinking milk in Hungary by ELISA – A one-year survey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 121, doi: 10.1016/j.jfca.2023.105368.
- CAMAJ A., MEYER K., BERISHA B., ARBNESHI T., HAZIRI A. (2018): Aflatoxin M1 contamination of raw cow's milk in five regions of Kosovo during 2016. *Mycotoxin Research*, 34, s. 205–209.
- CAMMILLERI G., GRACI S., COLLURA R., BUSCEMI M.D., VELLA A., MACALUSO A., GIACCONE V., GIANGROSSO G., CICERO A., LO DICO G.M., PULVIRENTI A., CICERO N., FERRANTELLI V. (2019): Aflatoxin M1 in cow, sheep, and donkey milk produced in Sicily, Southern Italy. *Mycotoxin Research*, 35, s. 47–53.
- DRIEHUIS F., SPANJER M.C., SCHOLTEN J.M., GIFFEL M.C.T. (2008): Occurrence of mycotoxins in feedstuffs of dairy cows and estimation of total dietary intakes. *Journal of Dairy Science*, 91, s. 4261–4271.
- EL-SAYED R.A., JEBUR A.B., KANG W., EL-DEMERDASH F.M. (2022): An overview on the major mycotoxins in food products: characteristics, toxicity, and analysis. *Journal of Future Foods*, 2, s. 91–102.
- ESKOLA M., KOS G., ELLIOTT C.T., HAJŠLOVÁ J., MAYAR S., KRŠKA R. (2020): Worldwide contamination of food-crops with mycotoxins: Validity of the widely cited 'FAO estimate' of 25%. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60, s. 2773–2789.
- FINK-GREMMELS J. (2008): Mycotoxins in cattle feeds and carry-over to dairy milk: A review. *Food Additives and Contaminants Part A-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, 25, s. 172–180.
- FLORES-FLORES M.E., LIZARRAGA E., DE CERAIN A.L., GONZÁLEZ-PEÑAS E. (2015): Presence of mycotoxins in animal milk: A review. *Food Control*, 53, s. 163–176.
- HAN X., HUANGFU B.X., XU T.X., XU W.T., ASAKIYA C., HUANG K.L., HE X.Y. (2022): Research progress of safety of zearalenone: A Review. *Toxins*, 14, doi: 10.3390/toxins14060386.
- HASSOUNA K.B., SALAH-ABBÈS J.B., CHAIEB K., ABBÈS S., FERRER E., MARTÍ-QUIJAL F.J., PALLARÈS N., BERRADA H. (2023): The occurrence and health risk assessment of aflatoxin M1 in raw cow milk collected from Tunisia during a hot lactating season. *Toxins*, 15, doi: 10.3390/toxins15090518.
- HORVATOVIĆ M.P., GLAMOČIĆ D., JAJIĆ I., KRSTOVIĆ S., GULJAŠ D., GJORGJIEVSKI S. (2016): Aflatoxin M1 in raw milk in the region of Vojvodina. *Mljekarstvo*, 66, s. 239–245.
- HUSSAIN I., ANWAR J., ASI M.R., MUNAWAR M.A., KASHIF M. (2010): Aflatoxin M1 contamination in milk from five dairy species in Pakistan. *Food Control*, 21, s. 122–124.
- IARC. (2002): Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. In: IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Lyon, France: IARC Scientific Publication. s. 19–23.
- KHATTAK A.H.K., FARID K., IQBA M., KHAN M.S., MOHAMMAD D. (2015): Determination of aflatoxin M1 in raw milk for human consumption in Peshawar, Pakistan. *Pakistan Journal of Zoology*, 47, s. 874–876.
- KORTEI N.K., ANNAN T., KYEI-BAFFOUR V., ESSUMAN E.K., BOAKYE A.A., TETTEY C.O., BOADI N.O. (2022): Exposure assessment and cancer risk characterization of aflatoxin M1 (AFM1) through ingestion of raw cow milk in southern Ghana. *Toxicology Reports*, 9, s. 1189–1197.
- MALIŘ F., OSTRÝ V. (2003): Vlákňité mikromycety (plísňe), mykotoxiny a zdraví člověka. Brno: NCO NZO. 349 s.
- NILE S.H., PARK S.W., KHOBRAGADE C.N. (2016): Occurrence and analysis of aflatoxin M1 in milk produced by Indian dairy species. *Food and Agricultural Immunology*, 27, s. 358–366.
- PATYAL A., GILL J.P.S., BEDI J.S., AULAKH R.S. (2020): Occurrence of aflatoxin M1 in raw, pasteurized and UHT milk from Punjab, India. *Current Science*, 118, s. 79–86.
- PEREIRA V.L., FERNANDES J.O., CUNHA S.C. (2014): Mycotoxins in cereals and related foodstuffs: A review on occurrence and recent methods of analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 36, s. 96–136.
- PRANDINI A., TANSINI G., SIGOLO S., FILIPPI L., LAPORTA M., PIVA G. (2009): On the occurrence of aflatoxin M1 in milk and dairy products. *Food and Chemical Toxicology*, 47, s. 984–991.
- RODRÍGUEZ VELASCO M.L., CALONGE DELSO M.M., ORDÓÑEZ ESCUDERO D. (2003): ELISA and HPLC determination of the occurrence of aflatoxin M1 in raw cow's milk. *Food Additives and Contaminants Part A-Chemistry Analysis Control Exposure & Risk Assessment*, 20, s. 276–280.
- SÎRBU V.I., POPA A., ISRAEL-ROMING F. (2020): Mycotoxins in feed: An overview on biological effects and decontamination methods. *Agrolife Scientific Journal*, 9, s. 285–296.
- SVS (2024): Kontaminace potravních řetězců [online], staženo 16. 4. 2024. Dostupné z: <https://www.svs.cz/category/dokumenty-a-publicace/prehled-podle-temat/kontaminace-potravnich-retezcu/>.
- TURNER N.W., BRAMHMBHATT H., SZABO-VEZSE M., POMA A., COKER R., PILETSKY S.A. (2015): Analytical methods for determination of mycotoxins: An update (2009-2014). *Analytica Chimica Acta*, 901, s. 12–33.

Korespondující autor: prof. Ing. Eva Samková, Ph.D.
Katedra potravinářských biotechnologií a kvality
zemědělských produktů,
Fakulta zemědělská a technologická,
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,
Studentská 1668, 370 05 České Budějovice,
e-mail: samkova@fzt.jcu.cz

Přijato do tisku: 22. 5. 2024

Lektorováno: 4. 7. 2024

INFORMACE ZE SVĚTOVÉHO IDF CHEESE SCIENCE & TECHNOLOGY SYMPOSIUM 2024

Jiří Kopáček¹, Šárka Horáčková²

¹ Českomoravský svaz mlékařenský z.s.

² Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Vysoká škola chemicko-technologická



Počátkem června 2024 uspořádala Mezinárodní mlékařská federace (IDF) v norském Bergenu IX. vědecké sympozium o technologii sýrů, kterého se zúčastnilo téměř 200 účastníků z celého světa. Českou republiku zastupovali Ing. Kopáček z ČMSM, doc. Plocková, doc. Horáčková a dr. Macůrková z Ústavu mléka, tuků a kosmetiky VŠCHT Praha. Norský komitét IDF ve spolupráci s několika univerzitami a hlavním zpracovatelem mléka v Norsku, společností TINE SA, připravily velmi bohatý konferenční odborný program, který zahrnoval devět odborných sekcí. V jednotlivých sekcích pak se svými příspěvky vystoupili zástupci akademické sféry i mlékařské, resp. sýrařské praxe.

Sympozium zahajovali společně Pierchristiano Brazzale, prezident IDF, Ida Berg Hauge, předsedkyně organizačního výboru a současně Norského komitétu IDF a generální ředitelka Norské mlékařské rady (Norwegian Dairy Council) a prof. Siv Skeie z Fakulty chemie, biotechnologie a potravinářských věd z Norské univerzity přírodních věd (Norwegian University of Life Science).

1. sekce: Udržitelná výroba sýrů

Tento úvodní blok moderoval světově uznávaný prof. Paul McSweeney z univerzity v irském Corku (School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork).

O úvodní vystoupení se postaral prof. Julien Chamberland z Université Laval v Kanadě, který se zaměřil na téma **využití vedlejších produktů z výroby sýrů a problematiku snižování dopadů sýrařských závodů na životní prostředí**. Jedním z hlavních sýrařských témat je beze-

sporu zhodnocení syrovátky. Vzhledem k tomu, že sýr představuje pouze malý objemový podíl původní mléčné suroviny, musí být většina dopadů na životní prostředí připisována právě vedlejším produktům. Stále však neexistuje univerzální řešení, které by určilo, který způsob recyklace by měl být upřednostněn, aby se dopady na životní prostředí minimalizovaly (a maximalizovala ziskovost) v závislosti na geografické poloze závodu, objemu nebo složení generovaných vedlejších produktů. Přednášející následně představil přístup vyvinutý v Kanadě pro provincii Quebec (východní část Kanady) s cílem určit neoptimálnější scénáře zhodnocení syrovátky na příkladu několika výrobních závodů.

Další přednášející Piercristiano Brazzale představil sofistikovaný program udržitelné mlékařské výroby, který je v současnosti uplatňován celosvětově ve společnosti Brazzale S.p.a. Představil např. jejich projekt eliminující uhlíkovou stopu z výroby vysazováním eukalyptových hájů, které oxid uhličitý pohlcují.

S velmi zajímavým tématem vystoupil Manon Perrignon z francouzské společnosti Agrocampus Ouest a jednalo se o **optimalizaci ekonomické výhodnosti průmyslové výroby sýra prostřednictvím statistické analýzy**. Proces výroby sýrů, jakkoliv je standardizován, naráží na variabilitu řady proměnných, které ovlivňují výkonnostní ukazatele, tj. reprodukovatelnost kvality výrobků a hospodářský výsledek. Pro zlepšení ukazatelů výkonnosti je proto nezbytné se podrobně zaměřit na všechny tyto faktory. I když máme k dispozici mnoho dat o výrobním procesu, zůstává jejich využití do značné míry nevyužito. Integrace umělé inteligence, zejména tzv. strojového učení (*machine learning* = ML), nabízí zcela nové perspektivy prostřednictvím

přístupu založeného na datech a vícecílové optimalizaci (MOO). V této studii byla MOO použita ke zvýšení celkové výkonnosti sýrařského závodu. Stručně řečeno, použití MOO s ML k maximalizaci celkového výkonu představuje pro mlékařský průmysl významný průlom.

Prateek Sharma z organizace USU v USA hovořil o **zlepšení udržitelnosti operací při výrobě sýrů**. Způsob zpracování mléka ovlivňuje výslednou strukturu mléčných výrobků, což má dopad na reologii a konečné vlastnosti potravních materiálů. Pochopení základního vztahu mezi procesem, strukturou a konečnými vlastnostmi může být slibným způsobem řešení problémů výzkumu a vývoje v mlékařském průmyslu i v akademické sféře.

2. sekce: Zákysové a doplňkové kultury (včetně protektivních)

S úvodní přednáškou v této sekci na **téma nových pohledů na startovací kultury** pro sýry Gouda předstoupil prof. Luc De Vuyst z Vrije Universiteit v Bruselu.

Startovací kultury pro výrobu sýrů se používají již řadu let. Přestože umožnily standardnost výroby sýrů, musí vždy fungovat ve složité matici s ohledem na zastoupenou mikroflóru a dynamiku metabolismu v průběhu fermentace a zrání sýrů. Zákysové kultury používané při výrobě sýrů Gouda jsou složeny ze směsi kmenů rodů *Lactococcus* a *Leuconostoc*. Průmyslová výroba Goudy stále čelí řadě nových výzev. Mohlo by být tudíž užitečné lépe monitorovat diverzitu přidávaných kmenů. Bylo prokázáno, že relativní četnost *Leuc. pseudomesenteroides* se významně lišila pro každou testovanou směs startovacích kultur pro sýry Gouda. Navíc bylo zjištěno, že role rodu *Leuconostoc* při tvorbě máselného aroma je zanedbatelná ve srovnání s druhem *Lc. lactis* biovar *diacetylactis*. Rod *Leuconostoc* kontroloval hladinu nezákysových bakterií mléčného kvašení (NSLAB), které mají v době výroby a zrání sýrů různé funkce a které musí konkurovat typickým rodům NSLAB jako je *Lacticaseibacillus paracasei*, ale i méně typickým NSLAB, např. kmenům *Loigolactobacillus rennini* a *Tetragenococcus halophilus*. Tyto NSLAB vykazovaly dočasný výskyt a počet obou zmíněných kmenů se s dobou zrání zvyšoval od středu k povrchu sýra. Kmeny těchto NSLAB mohou produkovat biogenní aminy způsobující technologické vady, jako jsou například netypické praskliny. To je zapříčiněno produkcí kyseliny γ -aminomáselné kmenem *L. rennini*.

Hans Brandsma z nizozemské společnosti DSM se ve svém vystoupení zabýval **urychlením vývoje sýrové chuti**. Na vývoji chuti má zásadní význam rod *Lactococcus*. Lepší pochopení omezujících faktorů podmiňujících výslednou chuť může napomoci nalezení nových způsobů vedoucích k urychlení vývoje chuti v průběhu zrání. Jednotlivé dílčí chutě jsou vlastně produkty metabolismu aminokyselin, kdy je prvním krokem přenos aminové skupiny z aminokyselin na α -ketokyselinu (transaminace), které se následně přeměňují na těkavé aromatické sloučeniny. Za podmínek zrání sýra se předpokládá, že rychlost transaminace je omezena dostupností α -ketoglutarátu, který je považován za preferovaný akceptor amoniaku pro transaminázy. Dosud se studie zaměřovaly hlavně na selekci nebo vývoj kmenů z rodu *Lactococcus* s aktivitou glutamátdehydrogenázy za účelem tvorby α -ketoglutarátu. Odborníci z DSM studovali u kmene *Lactococcus lactis* transaminaci leucinu a produkci těkavých sloučenin typických pro sýrovou chuť (3-methylbutanal). Pokud byla u tohoto kmene zvýšena aktivita glutamátdehydrogenázy, pak již nebyl produkován 3-methylbutanal. Bylo současně zjištěno, že uvedený kmen používal alternativní akceptor amoniaku, který lépe stimuloval transaminaci leucinu na kyselinu α -ketoisokapronovou a podporoval produkci 3-methylbutanalu. Zjištění poskytuje pohled na to, jak lze urychlit tvorbu chuti v průběhu výroby a zrání Goudy s pomocí kmenů z rodu *Lactococcus*.

Flavio Tidona z italské společnosti Crea hovořil o **aplikaci protektivních kultur na ovlivnění výsledné kvality měkkých sýrů** Crescenza a Mozzarella. Tyto

sýry se mohou rychleji kazit vzhledem k tomu, že jsou to sýry měkké (vysoký obsah vody) a nezrající. Ve výzkumné práci byly testovány protektivní kultury *Lactococcus lactis*. Při výrobě sýra Crescenza byla do mléka zaočkována směs koliformních bakterií produkujících plyn a leukonostoků a sledováno duření sýra. Použité protektivní kultury při skladování potlačovaly růst koliformních bakterií. V sýru Mozzarella byl cílovým kontaminantem rod *Pseudomonas*, který byl schopen produkovat modré pigmenty. V tomto případě byly protektivní kultury naočkovány do solné lázně. Z dvou testovaných kmenů byl jeden neúčinný, zatímco druhý významně redukoval proliferaci rodu *Pseudomonas* a omezoval defekty zbarvení sýrů během 30 dnů skladování. Sýry byly po aplikaci tohoto kmene měkké, ale bez ovlivnění výsledné chuti.

Anna Rossi z Itálie řešila **použití protektivní kultury** *Lacticaseibacillus casei* k prevenci vad projevujících se v duření polotvrdých sýrů. Tato kultura se ukázala jako vhodná k zamezení duření sýrů souvisejících s kontaminací rodem *Clostridium*. Při zkouškách se vycházelo z mléčné suroviny silně kontaminované klostridiiemi. Kontrolní sýry bez použití protektivní kultury zduřely, zatímco u sýrů s protektivní kulturou *Lacticaseibacillus casei* se tato vada neprojevila.

3. sekce: Mikrobiota sýrů

Ředitelka výzkumu ústavu INRAE ve Francii Dr. Céline Delbes se zaměřila ve svém vystoupení na **mikrobiální ekologický pohled na výrobu a zrání sýrů**. Tradičně vyráběné sýry obsahují komplexní mikroflóru tvořenou cíleně přidanými zákysovými a doplňkovými kulturami a původní mikrobiotou. Jejich vývoj a působení v době výroby a zrání má značný vliv na výslednou kvalitu a zdravotní nezávadnost. Pokud se jedná o sýry s CHOP a CHZO, resp. zejména o sýry vyrobené ze syrového mléka, přispívá přirozeně se vyskytující (přítomná v mléce či v prostředí výroby) mikrobiota k typičnosti daného sýra. Rovnováha mezi cíleně přidanými kulturami a přirozenou mikroflórou může představovat velký problém u sýrů typu „terroir“ (Poznámka: „terroir je takový souhrnný vliv zejména přírodních podmínek konkrétního místa na zde vyráběné sýry, že vzniká jedinečný a nezaměnitelný zemědělský produkt. Jde svým způsobem o duch daného místa.) Nově vyvinuté vysoce výkonné omické přístupy umožnily nové způsoby charakterizace rozmanitosti zastoupené celkové mikroflóry.

Řecký vědec Konstantinos Papadimitriou z ústavu AUA se věnoval **studiu tradičních řemeslných bílých solených sýrů vyráběných v Řecku a na Kypru** (Feta a Sfela) pomocí multiomického přístupu. K analýze mikrobiomu využíval sekvenování ampikonu 16S rDNA a metagenomiku. Ve svém výzkumu našel ve velkém množství bakterie mléčného kvašení (LAB), zejména rod *Lactococcus*, jakož i zástupce rodů *Streptococcus*, *Enterococcus* či druhy fakultativně heterofermentativních

laktobacilů. Kromě toho byly během analýz v některých vzorcích nalezeny i některé nežádoucí mikroorganismy, např. *Streptococcus parauberis*, *Streptococcus suis*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas putida*, *Klebsiella oxytoca*, *Morganella morganii*, *Enterococcus casseliflavus* a *Staphylococcus quorum*. Genomické a metagenomické metody jsou velmi důležitými a progresivními nástroji pro zkoumání celkové mikrobioty sýrů. Očekává se, že další nové nástroje a metody sekvenování nové generace NSG (z angl. Next Generation Sequencing) přinesou další revoluci v této oblasti i pro aplikace na testování přítomnosti nežádoucích mikroorganismů z hlediska kažení sýrů a jejich bezpečnosti.

Amandine Martin z francouzské Université Lorraine se ve svém výzkumu zabývala povrchovou **barevnou heterogenitou u francouzských sýrů s mazem na povrchu**, většinou ze seznamu sýrů s chráněným označením původu. Vzhled povrchu sýra je velmi důležitým faktorem při výběru spotřebitelem. Barva kůry sýrů zrajících pod mazem je obvykle vlivem činnosti mikroorganismů červenooranžová. Ve své studii zkoumala po dobu až dvou měsíců vývoj vzhledu u třiceti tří sýrů z různých farem a společností pomocí tzv. prostorové analýzy obrazu. Barva každého pixelu na sledovaných sýrech byla analyzována v barevném prostoru CIELAB. Statistická analýza odhalila značnou variabilitu mezi sýry od různých výrobců, mezi sýry ze stejné šarže, ale i mezi částmi povrchu každého jednotlivého sýra. Bylo prokázáno, že tyto rozdíly souvisely se strukturou zastoupeného společenstva mikroorganismů, což naznačuje, že změny v této mikrobiální struktuře by mohly vést k heterogenitě barvy kůry.

4. sekce: Vliv mikrobiologické a chemické kvality mléka na kvalitu sýrů

V úvodní přednášce této sekce připomněl doc. Davide Porcellato z Norské univerzity přírodních věd, že mléko je ideální pro mikrobiální růst a může být mikrobiologicky kontaminováno v celém hodnotovém řetězci od farem, např. patogeny mastitidy, rekontaminací dojícího zařízení apod., až po rekontaminaci při zpracování sýrů. To tedy představuje nepřetržitou a mnohostrannou výzvu pro mlékárenský průmysl kvůli rozdílům v mikrobiologické kvalitě mléka používaného pro výrobu sýrů. Komplexní mikroflóra obsahuje několik taxonů, které negativně nebo pozitivně ovlivňují výslednou kvalitu sýra díky jejich metabolismu probíhajícímu při skladování a zpracování mléka na sýry, což může degradovat mléčné složky ovlivňující parametry výroby, jako je koagulace a výtěžnost sýra apod. Ve svém vystoupení uvedl příklady, jak mohou některé taxony zhoršující kvalitu ohrozit výrobu vysoce kvalitních sýrů a popsal technologická řešení, jak tomu čelit.

Prof. Diarmuid Sheehan z University College Cork se věnoval v druhé části této sekce **posouzení vlivu chemických a fyzikálně chemických složek mléka na kvalitu sýra**.

Sýr je trojrozměrná proteinová matrice složená z kaseinových micel, které se spojují a vytvářejí řetězce propojené pevnými vazbami vytvářejícími hustou matici, ve které jsou rozptýleny tukové kuličky, volný tuk, rozpustné a kaseinem vázané minerální látky, jako je vápník, voda a chlorid sodný. S výjimkou zákysových kultur, syřidla a chloridu sodného, případně chloridu vápenatého a barviv jsou všechny ostatní složky sýrů odvozeny z mléka. Změny chemického složení mléka tedy významně ovlivňují složení a tím i zrání a kvalitu sýrů. Změny složení mléka jsou dány sezónností mléčných dodávek, fázi laktace, zdravotním stavem zvířat a jejich výživou, ale v poslední době vzrůstá zájem i o další faktory. Patří mezi ně zvýšená intenzita programů šlechtění dojníc zaměřených na zvýšení obsahu mléčného tuku a bílkovin, změny v genetických profilech v populacích stáda včetně produkce mléka s různým genotypem β -kaseinu, dopad opatření zaměřených na zmírnění klimatických změn a problémy životního prostředí, dopady změny klimatu, resp. výskyt atypického počasí a zaměření na produkty získané z pastvin.

V konečném důsledku je kvalita mléka pro výrobu sýra ovlivněna změnami jeho proteinových, tukových a minerálních frakcí. V případě proteinu to zahrnuje koncentrace kaseinu, κ -kaseinu, β -kaseinu a také faktory, jako je velikost kaseinových micel a hladiny glykosylace κ -kaseinu. V případě minerálních látek jsou důležité změny celkových koncentrací jednotlivých minerálních látek nebo koncentrací přítomných v sérové fázi mléka, zatímco u tuku ovlivňují sýry z něj vyrobené jak velikost tukových kuliček, tak i profil mastných kyselin mléka.

Jeho přednášku doplnil švýcarský biolog Remo Schmidt, který popisoval **vliv kvality mléka na výrobu sýrů ze syrového mléka**. Švýcarský výzkumný ústav Agroscope nedávno studoval vliv moderních postupů dojení na kvalitu syrového mléka používaného pro výrobu sýrů švýcarského typu. Předmětem výzkumu bylo prodloužení úchovy mléka před zpracováním z 24 na 29 hodin ve srovnání tradičních dojíren s automatickými dojícími systémy (AMS). Mléko z AMS nevykazovalo žádné rozdíly v klasických mikrobiologických analýzách. Švýcarští sýraři však aplikují soubor osvědčených praktických testů, u kterých zaznamenali mírně zvýšenou mikrobiologickou aktivitu, která se projevila i ve výsledné kvalitě sýra. Tyto rozdíly zahrnovaly nižší proteolýzu, odlišnou fermentaci kyseliny mléčné, silnější fermentaci kyseliny propionové a slabé rozdíly v senzorickém hodnocení. Zatímco některé rozdíly byly skutečně významné, rozdíly mezi mléčnými výrobky byly mnohem větší než celkové rozdíly mezi systémy dojení.

5. sekce: Sýry z kozího a ovčího mléka

Kyperský expert doc. Papademas Photis se ve své rešeršní přednášce věnoval obsírně **výrobě sýrů z nebovinných mlék** a jejich specifikám ve srovnání se sýry z mléka kravského. Ve svém vystoupení popsal jednot-

livé geografické oblasti, pro které je výroba nebovinných sýrů typická. Jedná se zejména o Středozeví, Balkán, Střední východ, ale také země Latinské Ameriky, Afriky a částečně i země střední a severní Evropy. Většina těchto sýrů se stále vyrábí spíše manuálně způsobem nebo jsou předmětem tzv. farenního zpracování mléka. Rozdíly mezi ovčím a kozím mlékem ve srovnání s kravským mlékem, pokud jde o jejich chemické složení, mimo jiné ovlivňují technologické zpracování a jsou odpovědné za odlišné organoleptické vlastnosti. Řada těchto sýrů (např. Roquefort, Feta, Halloumi, Pecorino Romano, Manchego, Mozzarella di bufala) získala status chráněného označení původu (CHOP) tím, že vytvořila vazbu mezi historickým/kulturním dědictvím se specifikovanou zeměpisnou oblastí produkce, použitým mlékem (včetně plemen zvířat a zemědělských systémů), výrobními postupy a jedinečnými kvalitativními vlastnostmi konečného produktu. Sýry z velbloudího, kobyliho, osličího a kozího mléka byly kromě jejich jedinečných organoleptických vlastností zkoumány z hlediska jejich potenciálu sloužit jako slibná platforma pro zdravě vylepšené mléčné výrobky. Výzvy týkající se autenticity a zachování kvality produktů při dodržování přísných specifikací jsou důležité a průmysl i akademická sféra je nadále řeší.

Paní Ragnhild Aabø Inglingstad z norské společnosti TINE popsala zkušenosti se **zpracováním kozího mléka v Norsku**. Před 20 lety byly hlavním problémem norského kozího mléka jeho špatné koagulační vlastnosti a časté kyselé a žluklé příchutě. Zhoršená kvalita souvisela s mutací v genu kódujícím $\alpha 1$ -kasein, která vedla k nízké koncentraci $\alpha 1$ -kaseinu v mléce. Problém byl tehdy v Norsku pozorován u více než 70 % koz.

Počátkem šedesátých let se objevily obavy z příliš jemné chuti sýra Brunost, tedy hlavního produktu z kozího mléka. I zde byla přijata opatření, avšak po letech si spotřebitelé zase stěžovali na příliš silnou chuť výrobků z kozího mléka. V tomto případě byla nalezena souvislost mezi volnými mastnými kyselinami, špatnými koagulačními vlastnostmi a mutací v exonu 12 genu CSN1S1. Selektivním šlechtěním byl snížen obsah volných mastných kyselin z 1,53 mM (2005) na 0,39 mM (2015). Výsledkem je, že norské kozí mléko má nyní vynikající kvalitu.

S velmi zajímavým příspěvkem předstoupila před účastníky sympozia mongolská sýrařka paní Tsetsgee Ser-Od, která popsala historii **zavedení výroby sýrů z jačího mléka ve venkovských oblastech Mongolska**. Tento příběh je podrobněji popsán v samostatném článku v tomto čísle Mlékařských listů.

6. sekce: Textura a funkční vlastnosti sýrů

Sekci zahájila s přednáškou na téma „**Pochopení a optimalizace vazeb mezi strukturou, funkčností a texturou sýra – od molekulárního rozsahu až po velký rozsah**“ prof. Sally Gras z University of Melbourne. Během zpraco-

vání mléka dochází k mnoha změnám v molekulárním a mikronovém měřítku. Tyto změny mohou mít významný dopad na vlastnosti velkých blokových či bochníkových sýrů, významně ovlivnit funkčnost produktu, konkurenceschopnost průmyslu a také udržitelnost procesu. Melbournská univerzita spolupracuje v tomto směru s australským mlékárenským průmyslem a mezinárodními partnery na vývoji a aplikaci nových nástrojů pro lepší pochopení a optimalizaci zpracování mléka. To přispělo k lepšímu pochopení, jak se struktura vyvíjí během zpracování mléka, a snížilo výrobní náklady a rizika. Univerzita vyvinula nové mikroskopické techniky, které nyní australský průmysl běžně používá při ověřování procesů. S pomocí procesního inženýrství se podařilo porozumět a lépe řídit výrobní procesy, a to od laboratorních modelů až po pilotní zkoušky, a nakonec až po velkosériovou výrobu. Výzkum se zaměřil např. na problematiku přenosu tepla a hmoty při výrobě sýra Mozzarella a jeho zmrazování a rozmrazování a techniky strojového učení, čerpané z počítačové vědy s cílem předpovědět průběh proteolýzy a nalezení souvislostí mezi zpracováním, molekulární mikro- a makrostrukturou a zajištění optimální textury a funkčnosti výrobku.

Další dvě přednášky byly vysoce odborné:

- Gaurav Kr Deshwal, Nizozemí: **Vliv hladiny vápníku a sekvestrujících vápenatých solí v odtučněném a tučném tvarohu na solubilizaci kaseinů a minerálních látek a na reologické a texturní vlastnosti tavených sýrů**
- Liesbeth van der Meulen, NL: **Vliv pH, stupně zrání, obsahu soli a typu sýra na zastoupení minerálních látek v sýru**

7. sekce: Inovace ve výrobě a zpracování sýrů

Vědecká pracovnice Rani Govindasamy-Lucey z University of Wisconsin-Madison v USA informovala o **ultrafiltraci s nízkým koncentračním faktorem (LCF-UF)**, která je široce používána v sýrařském průmyslu ke standardizaci obsahu bílkovin a snížení sezónních odchylek ve složení a vlastnostech sýra a ovlivňuje tudíž i výtěžnost. Při obsahu bílkovin <4 % v mléce jsou potřeba jen malé změny v receptuře. Jakmile se zvýší obsah proteinů, jsou nutné provést další změny ve výrobním procesu, zejména při zpracování zrna a tím ovlivnit dosažení požadovaných texturních vlastností a vyšší sušiny sýra. Těmito změnami může být např. předkysání mléka, změny v teplotě dohřívání a v mechanickém zpracování zrna.

Mikrofiltrace s nízkým koncentračním faktorem (LCF-MF) produkuje jako vedlejší produkt syrovátkový permeát (tj. syrovátku bez přidaného barviva, zákysové kultury nebo syřidla) a mléko lze standardizovat na požadovanou úroveň kaseinu. MF nekonzentruje syrovátkový protein, na rozdíl od UF, což je důležitý rozdíl při použití vyšších koncentračních faktorů pro výrobu sýrů. Sýr vyrobený z UF retentátu s vyšším obsahem bílko-

vin má více zbytkových syrovátkových bílkovin a má pomalejší proteolýzu ve srovnání se sýry vyrobenými z mléka s podobným obsahem bílkovin, ale koncentrovanými MF. Membránová filtrace může zlepšit výtěžnost a regeneraci bílkovin a tuku. Byla odzkoušena nová metoda membránové filtrace, která eliminuje potřebu promývání tvarohu pro kontrolu kyselosti během výroby sýrů (např. pro sýry Colby, Gouda a jiné.). Standardizaci laktózy lze považovat za sofistikovanější proces standardizace mléka pro výrobu sýrů než je tradiční kontrola poměru bílkovin/tuků nebo obsahu bílkovin. Tento přístup zahrnuje standardizaci mléka na konkrétní obsah laktózy při konkrétním obsahu bílkovin. Cílem je kontrolovat obsah laktózy v mléce, aby se určilo konečné pH sýra. Standardizaci laktózy lze snadno integrovat s technikami membránové filtrace (např. LCF-UF). Tento přístup zlepšuje udržitelnost tím, že znovu používá vodu získanou z původního mléka a eliminuje potřebu přidávat podzemní vodu během procesu výroby sýra.

Xiaoming Liu z čínské univerzity Jiangnan University vystoupil s přednáškou „**Tavený sýr: Jedinečný nástroj pro vývoj funkčních potravin**“.

Paní Ester F. Pastrana z Dánska hovořila o emulgaci mléčného tuku a sýrového koagulátu bez tuku a **vlivu teploty na reologické vlastnosti a texturu**. Uvedla, že aby bylo možné vyhovět novým požadavkům spotřebitelů, zlepšit efektivitu a řešit problémy udržitelnosti, je potřeba vyvinout inovativní způsoby zpracování sýrů. Ve své práci zkoumala emulgaci beztučného sýrového zrna a másla pomocí termomechanického procesu při teplotách v rozmezí 70-90 °C. Složení sýra, reologické vlastnosti a mikrostruktura byly hodnoceny po dobu 14denního skladování. Kromě konfokální laserové mikroskopie (CSLM) byly k charakterizaci teplotního vlivu na gelovou síť použity nukleární magnetická rezonance v nízkém poli (LF-NMR) a rentgenový rozptyl (SAXS/WAXS). Výsledky práce naznačily, že vyvinutý termomechanický proces je vhodný při vytváření stabilního emulzního gelu a teplota má významný vliv na reologické vlastnosti sýrů v důsledku ztráty vody při vyšších teplotách. Zvýšení teploty vedlo ke zmenšení velikosti tukových kapiček, čímž se vytvořila kompaktnější struktura.

Maggie Becher z University of Wisconsin z USA informovala o možnostech **prodloužení trvanlivosti pařených sýrových tyčinek**, které jsou stále více oblíbenými produkty coby dětské výrobky a „zábavné“ snacky. Významný ukazatel u těchto sýrů je přiměřená tuhost a vláknitá struktura. Přednášející popsala technologické postupy tzv. vysokotlakého zpracování (HPP), nízkoteplotního skladování (LTS) a acidifikaci sýrové hmoty a použití vysokých teplot při formování a paření těchto sýrů.

8. sekce: Udržitelné balení sýrů

Hlavní řečnickem této sekce byla Sarah Baylis z novozélandské společnosti Fonterra. Ve svém vystoupení uved-

la, **jak může obal optimalizovat trvanlivost produktu**, je-li navržen pro vlastnosti produktu a podmínky dodavatelského řetězce. Funkce balení zajišťuje, že produkty společnosti Fonterra jsou vhodné pro daný účel od výroby až po dodání do obchodu. Formáty balení a designové funkce poskytují zákazníkům další výhody a zajišťují nejlepší uživatelský komfort. Udržitelnost přinesla do vývoje nový prvek, ve kterém je třeba brát v úvahu také vlastnosti výrobku na konci doby použitelnosti jako součást fáze návrhu obalu v procesu vývoje produktu. Reformulace složitých struktur obalových materiálů na udržitelné struktury připravené k recyklaci byla pro obalový průmysl zásadní změnou a vytvořila nový základ pro funkčnost. Stanovení parametrů skladovatelnosti je základem každého projektu vývoje nového produktu, a to vyžaduje hluboké porozumění obalům a interakci produktů. Vývojáři nových sýrových produktů a jejich receptur musí vzít v úvahu obaly již ve fázi konceptů, aby zajistili úspěch navrhované novinky. Tento postup ilustrovala na konkrétních příkladech ze společnosti Fonterra. Společnost čelí výzvam na zachování trvanlivosti a funkční výkonnosti nových materiálů při jejich použití na vysokorychlostních výrobních linkách. Vše je vždy testováno a optimalizováno, což v konečném důsledku vytváří novou základní linii pro udržitelné balení a zároveň minimalizuje kompromis ve funkčnosti balení a trvanlivosti.

Niccolo Renoldi z Itálie diskutoval **vliv obalových materiálů s nízkým dopadem na životní prostředí na trvanlivost porcovaných polotvrdých sýrů**. Jednosložkové plastové fólie by mohly být zajímavým řešením balení pro zachování kvality porcovaných sýrů s nižším dopadem na životní prostředí. Byly testovány dva typy monomateriálových (jednosložkových) plastových fólií s různými bariérovými a mechanickými vlastnostmi certifikované podle CYCLOS-HTP. Vlastnosti těchto udržitelných fólií byly porovnány s vlastnostmi konvenčních multimateriálů běžně používaných pro balení polotvrdých sýrů. Při zkouškách byly testovány mikrobiologické a chemické vlastnosti balených sýrů. Jedna z pokusných fólií byla zodpovědná za mikrobiologické vady z důvodů její vyšší propustnosti pro kyslík, a tudíž i za vývoj nažluklé chuti. V případě druhé pokusné fólie byla sice skladovatelnost o něco snížena v porovnání s kontrolními multimateriálovými obaly, nicméně by mohlo toto řešení představovat účinný kompromis mezi komerční skladovatelností a udržitelností.

9. sekce: Sýrová matrice a nutriční aspekty

Didier Dupont z francouzského ústavu INRAE hovořil o **biologické dostupnosti živin v návaznosti na strukturu mléčných výrobků**. Struktura potravní matrice je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících osud potravy v trávicím traktu a následně i kinetiku uvolňování živin. Pomocí široké škály statických a dynamických *in vitro* modelů trávení a pokusů na zvířatech

(prasata) bylo prokázáno, že rozdíly v makrostruktuře mléčných výrobků (tekuté vs. gelové vs. tuhé) mohou vést k rozdílům ve vyprazdňování žaludku, v kinetice hydrolýzy bílkovin v tenkém střevě i k rozdílům v biologické dostupnosti aminokyselin. Tyto rozdíly v kinetice trávení byly přisuzovány schopnosti kaseinových micel koagulovat v podmínkách při trávení v žaludku, což má za následek tvorbu pevné sraženiny, která je pomalu rozkládána trávicími enzymy na částice dostatečně malé, aby byly absorbovány v tenkém střevě. Trávení sýrů v podmínkách žaludku probíhá v porovnání s dalšími mléčnými matricemi jiným způsobem z důvodu jejich pevné struktury. Studie se v tomto případě zaměřovala na potvrzení, že mikroorganismy přítomné v sýru mohou rovněž přispívat k trávení mléčných bílkovin. Pro starší dospělou populaci byly rovněž vyvinuty sýry na bázi syrovátkových bílkovin. Tyto sýry mají vyšší koncentrace leucinu než jejich protějšky na bázi kaseinu a mohou být ideálními nástroji pro obnovení syntézy svalových bílkovin u starších lidí trpících sarkopenií. Přednášející uvedl, že struktura mléčných výrobků může být považována za vhodný nástroj pro řízení kinetiky uvolňování živin během trávení, aby byly splněny nutriční potřeby specifických populací (starší lidé, obézní lidé, sportovci).

Rodrigo A. Ibáñez z University of Wisconsin z USA řešil **vliv začlenění frakce hydrolyzátu mléčné bílkoviny na kvalitu a bioaktivní vlastnosti sýra typu Cheddar**. Nejprve zmínil, že hypertenze představuje vážný celosvětový zdravotní problém. Věda již dříve potvrdila, že ve fermentovaných mléčných výrobcích vznikají činnosti některých bakterií mléčného kvašení bioaktivní peptidy s antihypertenzním účinkem. Ve své studii ověřil při pokusných výrobcích sýru Cheddar, že přímé přidání hydrolyzátu mléčných bílkovin (DPH) do sýra by okamžitě zlepšilo jeho biologickou aktivitu. Přidání DPH vedlo u sýrů ke zvýšení obsahu rozpustného dusíku a obsahu antihypertenzních peptidů (inhibitorů ACE-I-inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu) již po jednom měsíci zrání. Simulované gastrointestinální trávení také potvrdilo zvýšení obsahu bioaktivních peptidů. Přidavek DPH zvýšil bioaktivní vlastnosti sýra bez potřeby dlouhého zrání.

Nor Helge Einar Lundberg popsal výsledky své klinické studie zabývající se **pozitivními účinky denního příjmu sýra Jarlsberg na markery kostního obratu a hustotu minerálních látek v kostním skeletu u premenopauzálních žen**.

Závěrečnou přednášku na konferenci měl Sitong Zhou z Irsku, který hovořil o **vlivu krmných režimů na obsah vitamínu K v sýrech Cheddar**. Vitamin K je přítomen v nízkých koncentracích v řadě mléčných výrobků. Cílem jeho studie bylo prozkoumat účinky krmení skotu a fáze laktace na hladiny vitamínu K v sýrech. V práci byly testovány sýry z kravského mléka ze třech různých krmných systémů a ze třech fází laktace. Krmné režimy a fáze laktace měly dopad na obsah vitamínu K v sýru, přičemž nejvyšší množství vitamínu bylo nalezeno u sýrů z mlé-

ka krav krmných trávou. Z pohledu fáze laktace byly hodnoty vitamínu K nejvyšší u mléka z pozdní laktace doby.

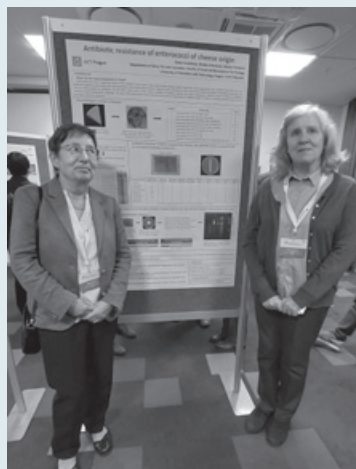
Vydavatel a editor International Dairy Journal (IDJ) Thom Huppertz informoval o připravovaném vydání IDJ s odbornými příspěvky z tohoto „*IDF Cheese Science and Technology Symposium*“.

Po ukončení symposia připravila účastníkům ještě Norská univerzita přírodních věd tři zajímavé odpolední workshopy na téma:

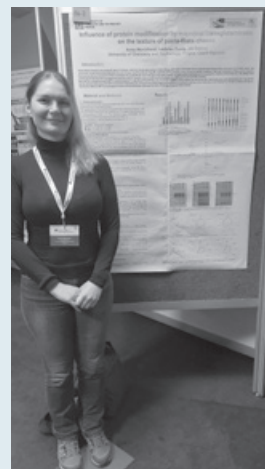
1. Budoucnost výroby sýrů tváří v tvář klimatickým a společenským změnám.
2. Precizní zemědělství. Zajištění živočišných bílkovin bez chovu hospodářských zvířat.
3. Výroba sýrových analogů, kde je věda a průmysl v rámci tohoto tématu?

Součástí symposia byla rovněž rozsáhlá posterová sekce, kde se prezentovaly se svými pracemi i na sympoziu přítomné české účastnice z VŠCHT:

- Horáčková Š., Vrchotová B., Plocková M.: Antibiotická rezistence enterokoků izolovaných ze sýrů
- Macůrková A., Čurda L., Štětina J.: Vliv modifikace proteinů pomocí mikrobiální transglutaminasy na texturu sýrů typu pasta-filata



Doc. Plocková a doc. Horáčková před svým posterem v Bergenu



Dr. Macůrková před svým posterem v Bergenu

Zajímavé a přínosné byly také ochutnávky norských mléčných výrobků od společnosti TINE SA. Někteří účastníci měli rovněž možnost zúčastnit se nejen výletu do dechberoucí norské krajiny, ale také navštívit výrobu sýra Gamalost (viz. další příspěvek v Mlékařských listech) a mléčné biofarmy.

Korespondující autor: Ing. Jiří Kopáček, CSc.
Českomoravský svaz mlékárenský z.s.,
V Olšinách 75, 100 00 Praha 10,
e-mail: jkopacek@cheesespectrum.cz

Přijato do tisku: 28. 7. 2024
Lektorováno: 7. 8. 2024