

Tab. V Obsah laktosy v mléčném vzorku s přidavkem retentátů (RB a RO) a sušeného nízkotučného (SNM) a plnotučného mléka (SPM) technikou HPLC

Laktosa g/100 g	RB		RO		SNM		SPM						
	1	2	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
HPLC	4,59	4,60	4,60	4,59	4,65	4,66	4,73	4,93	5,20	5,60	4,94	5,23	5,66
Bilance ^a	4,65	4,64	4,64	4,63	4,67	4,69	4,73	4,89	5,19	5,63	4,90	5,20	5,67

Výsledky jsou průměrem ze dvou stanovení.

^a vypočtená předpokládaná koncentrace laktosy vycházející z hmotnostní bilance hodnot laktosy v původním materiálu a jednotlivých přidavcích stanovené technikou HPLC a ověřené enzymatickým stanovením laktosy.

navýšen na 3,3 % ve vzorcích označených 1 (RB 1, RO 1, SNN 1 a SPM 1); 3,5 % (ve vzorcích označených 2) a 3,8 % (ve vzorcích označených 3). V tabulce IV je uveden obsah bílkovin a laktosy v původních materiálech.

Výsledky stanovení obsahu laktosy v modelových mléčných vzorcích se změněným obsahem bílkoviny v sušině technikou HPLC jsou uvedeny v tabulce V. Při navýšení mléčné bílkoviny přidavkem retentátů a sušeného mléka může docházet ke změně obsahu laktosy v závislosti na jejím obsahu v původním materiálu. Ve vzorcích s přidavkem retentátů k významné změně obsahu laktosy nedochází. V původním mléce byl stanovený obsah laktosy 4,65 g/100 g a v modelových vzorcích byl obsah stanoven v rozmezí 4,59 až 4,73 g/100 g. Výsledky odpovídaly předpokládanému obsahu laktosy vypočítané hmotnostní bilancí z technikou HPLC stanovených hodnot laktosy v původním materiálu (pasterovaném mléce) a v jednotlivých přidavcích. Správnost stanovení laktosy ve vzorku pasterovaného mléka byla ověřena souběžným stanovením obsahu laktosy v referenčním materiálu zmrazeného syrového mléka muva-RO-0717 (viz výše). Ve vzorcích retentátů RO a RB a sušených mlék SNM a SPM byla správnost stanovení laktosy technikou HPLC ověřena enzymatickým stanovením laktosy (viz Materiál a metody; Tabulka IV). Významný nárůst obsahu laktosy, v rozmezí 4,93 až 5,66 g/100 g, byl zaznamenán ve vzorcích s přidavkem sušených mlék. Výsledky stejně jako u přidavku retentátů odpovídaly předpokládané hmotnostní bilanci.

Závěr

Pro stanovení laktosy v mléčných vzorcích se změněným obsahem mléčné sušiny byla úspěšně verifikována a použita metoda stanovení laktosy technikou vysokoučinné kapalinové chromatografie s vnitřním standardem monohydrátu D(+)-melezitosy. Bylo zjištěno a hmotnostní bilancí původních materiálů ověřeno, že testované navýšení obsahu bílkovin v mléčné matrici přidavkem retentátu RO a RB nemá významný vliv na obsah laktosy v původním mléce. V případě navýšení obsahu bílkovin sušeným mlékem nízkotučným a plnotučným byl zaznamenán významný nárůst obsahu laktosy, v rozmezí o 0,28 až 1,01 g/100 g v závislosti na přidavku sušeného mléka.

Poděkování

Tato práce vznikla v rámci institucionální podpory VÚM s.r.o., rozhodnutí č. RO 0512.

Literatura

- CVAK Z., PETERKOVÁ L., ČERNÁ E. (1992): *Chemické a fyzikálně-chemické metody v kontrole jakosti mléka a mlékárenských výrobků*. Praha, VÚPP, Středisko potravinářských informací, 221 s.
- ČSN 57 0530 (1979): *Metody zkoušení mléka a mléčných výrobků*, Český normalizační institut, Praha.
- ČSN 57 0536 (1999): *Stanovení složení mléka infračerveným absorpčním analyzátozem*, Český normalizační institut, Praha.
- ČSN ISO 22662 (2008): *Mléko a mléčné výrobky - Stanovení obsahu laktózy vysokoúčinnou kapalinovou chromatografií (Referenční metoda)*, Český normalizační institut, Praha.
- FERREIRA I.M.P.L.V.O., GOMES A.M.P., FERREIRA M.A. (1998): *Determination of sugars, and some other compounds in infant formulae, follow-up milks and human milk by HPLC-UV/RI. Carbohydrate Polymers*, 37, s. 225-229.
- CHÁVEZ-SERVÍN J.L., CASTELLOTE A.I., LÓPEZ-SABATER M.C. (2004): *Analysis of mono- and disaccharides in milk-based formulae by high-performance liquid chromatography with refractive index detection*, *Journal of Chromatography A*, 1043, s. 211-215.
- IDF 79B:1991 (1991): *Dried Milk, Dried Ice-Mixes & Processed Cheese, Determination of Lactose Content*.
- SCHUSTER-WOLF-BÜHRING R., MICHEL R., HINRICHS J. (2011): *A new liquid chromatography method for the simultaneous and sensitive quantification of lactose and lactulose in milk*, *Dairy Sci. Technol.*, 91, s. 27-37.

Přijato do tisku: 15. 7. 2013

Lektorováno: 12. 8. 2013

HODNOCENÍ BEZPEČNOSTI ČERSTVÝCH SÝRŮ Z POHLEDU MOŽNÉ TVORBY STAFYLOKOKOVÝCH ENTEROTOXINŮ

**Mgr. Ing. Bohdana Janštová, MVDr. Lenka Necedová, Ph.D.,
Doc. MVDr. Bohumíra Janštová, Ph.D.**

*Veterinární a farmaceutická univerzita Brno,
Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny
a technologie mléka, Brno, Česká republika*

Fresh cheeses safety from the prospective of staphylococcal enterotoxin production

Abstrakt

Cílem této studie bylo hodnocení růstu *S. aureus* a tvorby stafylokokových enterotoxinů v podmínkách modelujících prostředí čerstvých sýrů a porovnání výsledných růstových křivek s křivkami programu prediktivní mikrobiologie. Prostředí čerstvých sýrů bylo modelováno v Brain

Heart Infusion Broth media (BHI) vnitřními a vnějšími faktory (pH = 5,5, 2 % NaCl, t = 15 °C). Dále bylo v pokusu za stejných interních a externích podmínek použito pasteurované mléko z tržní sítě, jakožto potravinová matrice. Počty enterotoxigenických kmenů *S. aureus* při inokulaci modelových vzorků odpovídaly počtům obvyklým během výroby čerstvých sýrů v důsledku post-pasterační kontaminace. Stanovení počtů *S. aureus* bylo prováděno dle ČSN EN ISO 6888-1 za použití kultivačního média Baird-Parker agaru. Detekce stafylokokových enterotoxinů byla realizována metodou ELFA (enzyme-linked fluorescence assay) na přístroji miniVIDAS®. Růstové křivky získané modelovými pokusy byly porovnány s růstovými křivkami vytvořenými v programu prediktivní mikrobiologie (Pathogen Modeling Program). Výsledky této studie potvrdily vhodnost použití programu PMP (Pathogen Modeling Program) při kontrole bezpečnosti potravin a v systému HACCP. Tyto závěry mohou pomoci producentům při výrobě čerstvých sýrů jako prevence růstu *S. aureus* a produkce enterotoxinů.

Klíčová slova: *Staphylococcus aureus*, ELFA, miniVIDAS®, Pathogen Modeling Program, bezpečnost potravin

Abstract

The aim of this study was to evaluate the ability of *Staphylococcus aureus* to grow and the staphylococcal enterotoxins production in the environment which was modeling fresh cheese. The fresh cheese environment was modeled in Brain Heart Infusion Broth media and food matrices - pasteurized milk from retail outlets by internal and external factors (pH = 5.5, 2 % NaCl, and t = 15 °C). The counts of enterotoxigenic strains of *S. aureus* at baseline, i.e. at the time of inoculation of model samples, corresponded to those encountered in the production of fresh cheeses as a result of post-pasteurization contamination. Enumeration of *S. aureus* was performed in accordance with EN ISO 6888-1, using agar medium. Staphylococcal enterotoxins were detected by the enzyme-linked fluorescence assay. The growth curves of *S. aureus* derived from model experiments were compared with the growth curve generated by a predictive microbiology program - Pathogen Modeling Program. The results of this study proved the Pathogen Modeling Program to be suitable for use in the Hazard Analysis Critical Control Points system in the process of the fresh cheese production to help manufacturers prevent the growth of *S. aureus* and enterotoxin production.

Key words: *Staphylococcus aureus*, ELFA, miniVIDAS®, Pathogen Modeling Program, food safety

Úvod

Celkový počet mikroorganismů a výskyt patogenů jsou indikátory zdravotní a hygienické bezpečnosti syrového mléka (Hubáčková a Ryšánek, 2007). *Staphylococcus aureus* je významný patogenní mikroorganismus způsobující alimentární onemocnění. Z hlediska mikrobiologie

potravin je klíčovým faktorem schopnost některých kmenů tvořit termostabilní enterotoxiny, které jsou příčinou onemocnění z potravin, nejčastěji stafylokokových enterotoxikóz a gastroenteritid (Scherrer et al., 2004). Stafylokoková enterotoxikóza má rychlý nástup a rychlý průběh. Symptomy otravy stafylokokovými enterotoxiny jsou bolesti břicha, nevolnost, zvracení, někdy doprovázené průjmem (nikdy však pouze průjem). Nástup příznaků je rychlý (30 min - 8 hodin po pozření kontaminované potravy), symptomy zpravidla odezní spontánně během 24 hodin (Loir et al., 2003).

S. aureus je považován za hlavního původce mastitid krav (Rabello et al., 2007) a bývá detekován v mléce a mléčných výrobcích (Morandi et al., 2009; Ertas et al., 2010). Potravin y mohou být kontaminovány i sekundárně a to nejčastěji tak, že je tato patogenní bakterie přítomna na kůži pracovníků manipulujících s potravinami (Sattar et al., 2001).

V průběhu výroby, skladování a distribuce mléka a mléčných výrobků se mohou bakterie množit a následně produkovat stafylokokové enterotoxiny (SEs). Zatímco stafylokoky lze zničit snadno, enterotoxiny přežívají prakticky všechny technologické procesy. Z hlediska onemocnění z potravin může za vhodných podmínek 50 - 75 % kmenů *S. aureus* produkovat termostabilní enterotoxin (Morandi et al., 2009). V současné době je popsáno 22 typů stafylokokových enterotoxinů označených písmeny A-V (Argudín et al., 2010), z nichž v potravinách je nejfrekvencovanější SEA. Za nejčastější původce intoxikací jsou kromě SEA považovány SEB, SEC1, SEC2, SEC3, SED, SEE a další nové enterotoxiny.

Jako základní parametr pro hodnocení bezpečnosti potravin je považováno zjištění počtu životaschopných bakterií *S. aureus* v potravině (Wallin - Carlquist et al., 2010). Jablonski a Bohach (2001) uvádějí, že počty *S. aureus* v rozmezí již $10^3 - 10^5$ KTJ/g mohou vyprodukovat takové množství enterotoxinu, které může představovat pro konzumenta riziko. Mnohem přesnější cesta, jak zjistit, zda je potravina skutečně bezpečná, se však jeví průkaz SEs přímo v potravinách (Wallin - Carlquist et al., 2010). Ačkoli již pasterační teploty ničí bakterie *S. aureus*, termostabilní enterotoxin přetrvává a zachovává si svoji biologickou aktivitu (Asao et al., 2003).

S ohledem na zajištění bezpečnosti potravin a zdraví konzumenta a vzhledem k riziku vzniku onemocnění stafylokokovou enterotoxikózou se podle nařízení komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny ve znění pozdějších předpisů nařizuje u vybraných kategorií potravin stanovovat počet koagulázapozitivních stafylokoků a prokazovat nepřítomnost stafylokokových enterotoxinů, pokud je v nich zjištěn počet koagulázapozitivních stafylokoků vyšší než 10^5 KTJ/g.

Naše studie monitorovala růst šesti kmenů *S. aureus* a jejich schopnost produkovat enterotoxiny v kultivačním médiu (BHI) simulující prostředí čerstvých sýrů a v modelové potravinové matrici. Dosažené výsledky mohou sloužit výrobcům čerstvých sýrů jako informace, jak před-

cházet růstu *S. aureus* a produkci stafylokokových enterotoxinů v procesu výroby čerstvých sýrů a současně hodnotit možnost použití programu prediktivní mikrobiologie při zajištění bezpečnosti těchto mléčných výrobků.

Materiál a metodika

Vzorky

V modelových vzorcích bylo šesti enterotoxinogenními kmeny *S. aureus* zaočkováno BHI médium (Brain Heart Infusion, HiMedia, India) a potravinová matrice (pasterované kravské mléko). Tyto kmeny byly izolovány z různých druhů mléka a mléčných výrobků a byly uchovány ve sbírce mikroorganismů Státního zdravotního ústavu Praha.

Všech 6 kmenů mělo schopnost produkovat enterotoxiny typu A nebo B (1515-A, 1665-A, 1666-A, 1106-B, 1057-B, 1735-B). Na kultivačním médiu Baird-Parker (Oxoid, UK) vykazovaly typický růst a schopnost kmenů produkovat enterotoxin byla ověřena pomocí metody RPLA (Reverse Passive Latex Agglutination, Denka Seiken Co., Ltd., Japan).

Modelový pokus byl zaměřen na sledování počtu *S. aureus* a produkci stafylokokových enterotoxinů SEA a SEB za následujících podmínek: pH = 5,5, 2 % NaCl a t = 15 °C. BHI médium a potravinová matrice (pasterované mléko z tržní sítě) byly zaočkovány *S. aureus* v koncentračním rozmezí log 1,97 - 2,89 KTJ·ml⁻¹. Interval odběru vzorků pro stanovení SEs byl každé 3 hodiny, stanovení počtů *S. aureus* probíhalo ve 12 hodinovém intervalu. Výsledky byly spočítány z průměrných hodnot získaných ze dvou paralelních pokusů a opakování celého experimentu.

Kvantitativní stanovení *S. aureus*

V každém vyšetřovaném vzorku byly stanoveny koagulázopozitivní stafylokoky a určen jejich počet dle ČSN EN ISO 6888-1 na kultivačním médiu Baird-Parker (Oxoid, UK). Konfirmace typických kolonií byla provedena na krevním agaru a pomocí koagulázového testu Staphylo LA Seiken (Denka Seiken Co., Ltd., Japan) a Dry Spot Staphytest Plus (Oxoid, UK).

Detekce stafylokokových enterotoxinů

Stafylokokové enterotoxiny byly stanoveny metodou ELFA (Enzyme-Linked Fluorescence Assay) na přístroji miniVIDAS® (Vitek Immuno Diagnostic Assay System, bioMérieux, France), který je schopen detekovat sumu enterotoxinů SEA-SEE s detekčními limity 0,5 ng/g nebo na ml potravin pro SEA a SEB a 1,0 ng/g nebo na ml potravin pro SEC-SEE.

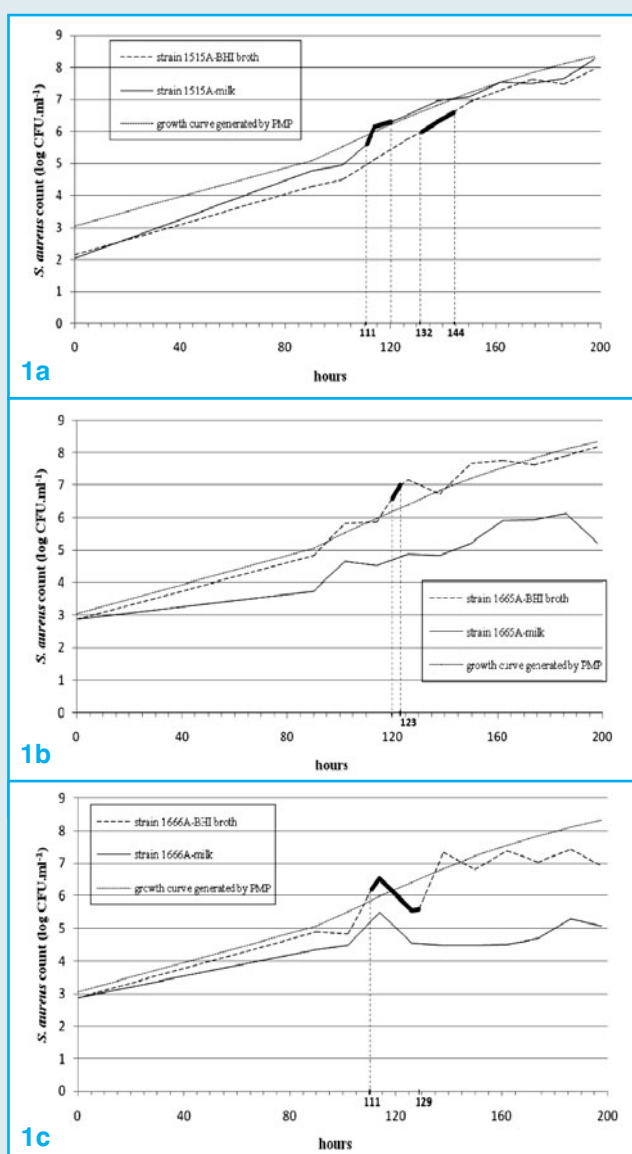
Tyto vzorky byly zpracovány podle pokynů výrobce: pH bylo upraveno na hodnotu 7,5 až 8 a vzorek byl napipetován do jamky stripu Vidas SET2. Vzhledem k tomu, že metoda ELFA neumožňuje kvantitativní detekci SEs, výsledky jsou vyjádřeny pouze jako pozitivní, nebo negativní na základě jejich relativní fluorescenční hodnoty (RFV- relative fluorescence value).

Porovnání s výsledky Programu prediktivní mikrobiologie (Pathogen Modeling Program - PMP online)

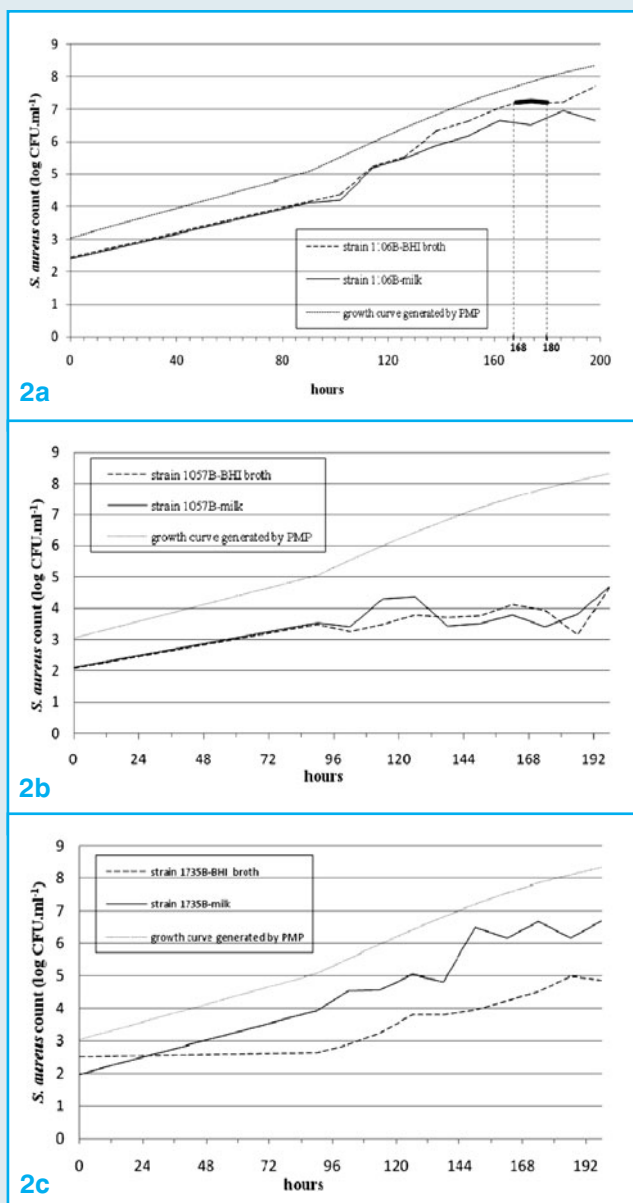
Získané růstové křivky *S. aureus* našich experimentů byly porovnány s růstovými křivkami vytvořenými pomocí programu prediktivní mikrobiologie, Pathogen Modeling Program (PMP) Online (USDA-ARS, USA).

Výsledky

Pokus se detailněji zaměřil na studium produkce SEA a SEB v prostředí s 2 % NaCl, pH 5,5 a t = 15 °C. Jak je patrné z grafu 1a-1c, produkce SEA byla poprvé detekována u všech tří kmenů (1515-A, 1665-A, 1666-A) v BHI médiu mezi 111.-144. hodinou inkubace (5.-6.den). V mléce byl enterotoxin detekován pouze u kmene 1515-A a to mezi 111.-120. hodinou inkubace (den 5.). U kmenů 1665-A a 1666-A nebyla produkce enterotoxinu v potravinové matrici zaznamenána po celou dobu inkubace (8 dní).



Graf 1 Růstové křivky kmenů *S. aureus* 1515-A (1a), 1665-A (1b), 1666-A (1c) a interval první detekce SEA v BHI médiu a v mléce (pH = 5,5; t = 15 °C; 2 % NaCl)



Graf 2 Růstové křivky kmenů *S. aureus* 1106-B (2a), 1057-B (2b), 1735-B (2c) a interval první detekce SEB v BHI médiu a v mléce (pH = 5,5; t = 15 °C; 2 % NaCl)

Grafy 2a - 2c ukazují, že produkce SEB nebyla prokázána v mléku ani v BHI médiu během celého pokusu (8 dní) s výjimkou kmene 1106-B, který vytvořil enterotoxin v BHI médiu mezi 168.-180. hodinou (7.-8. den).

Diskuze

Výsledky našich modelových experimentů ukázaly, že růst *S. aureus* a produkce stafylokokových enterotoxinů mohou při výrobě čerstvých sýrů znamenat potenciální zdravotní riziko. Jak ukazují práce jiných autorů, izoláty *S. aureus* z čerstvých sýrů, schopné tvořit SEs, bývají nejčastěji producenty SEA, SEB nebo SEC. Izoláty získané např. z čerstvých kozích sýrů nejčastěji tvořily enterotoxiny A a C (Akineden et al., 2008). Ertas et al. (2010) zkoumali izoláty *S. aureus* z čerstvých ovčích sýrů a v nich zjistili

následující zastoupení genů: *sea* (1,6%), *seb* (0,6%) a *sed* (0,3%), kódujících tvorbu příslušných enterotoxinů.

S. aureus roste v teplotním rozmezí 7 - 48 °C, s optimem mezi 35 - 40 °C, pH 4 - 10, kdy nevhodnější pH pro růst je 6 - 7. *S. aureus* toleruje až 15% koncentraci NaCl.

Enterotoxiny se tvoří mezi 10 až 46 °C, s optimem 35 - 45 °C. Při teplotách pod 10 °C se enterotoxiny netvoří. K produkci enterotoxinů nejčastěji dochází při hodnotách pH 6 - 7, přičemž minimální pH je asi 4,8. Při teplotách nižších než 8 °C je růst *S. aureus* inhibován, bakterie rostou pouze za optimálního pH a a_w . Při teplotě 7,5 °C již není pozorován žádný růst *S. aureus* (Valero et al., 2009).

Aby došlo k produkci SEs, je nutné dosáhnout počtu *S. aureus* minimálně 10^6 KTJ·ml⁻¹ (Necidová et al., 2009). V pokusech Roberts et al. (1996) byl pozorován pomalý růst *S. aureus* při chladničkových teplotách bez produkce stafylokokových enterotoxinů. U našich výsledků je absence produkce SEs spojena s nízkými počty *S. aureus* (graf 1a-c, 2a-c). Počty byly často pod hranicí tvorby SEs, ačkoli Jablonski a Bohach (2001) uvádí, že již množství *S. aureus* 10^3 - 10^5 KTJ·ml(g)⁻¹ v potravině může vyprodukovat takové množství enterotoxinu, které představuje pro konzumenta potenciální riziko. V naší studii byla produkce SEA a SEB detekována v BHI bujónu i v mléce, až když počet *S. aureus* překročil kritickou úroveň 10^5 KTJ·ml⁻¹.

Grafy 1a-c, 2a-c ukazují růstové křivky vytvořené pomocí programu prediktivní mikrobiologie (PMP on-line, USDA-ARS, USA) pro bakterie *S. aureus* kultivované aerobně při 15 °C, pH 5,5 a 2,1 % NaCl. Výchozí počet bakterií představuje hodnotu 10^3 KTJ·ml⁻¹. Tento program je založen na experimentálních výsledcích získaných za použití kultivačních médií, jako například BHI (Buchanan et al., 1993). Program by měl předpovídat charakteristický růst bakterií v potravinách. I další studie (Sutherland et al., 1994; Zurera-Cosano et al., 2004) se zabývaly kinetickými prediktivními modely růstu *S. aureus*.

Výsledky našich studií potvrdily rozdílné tempo růstu *S. aureus* a zejména rozdílnou rychlost produkce stafylokokových enterotoxinů v BHI médiu a v potravinové matrici - mléce. Růst *S. aureus* a produkce SEs je ovlivněna souborem vnitřních a vnějších faktorů, ke kterým patří nejen námi sledovaná hodnota pH, obsah NaCl a teplota, ale také např. složení potraviny (kultivačního média), přítomnost antimikrobiálních látek nebo počet a druhové zastoupení doprovodné mikroflóry (Bhunua, 2008). Tato skutečnost bude s největší pravděpodobností příčinou vyšší produkce SEA a SEB v kultivačním médiu BHI nebo neexistující produkce v potravinové matrici - pasterovaném mléce (graf 1 a 2). Je navíc zřejmé, že rychlejší produkce SEA je charakteristická právě pro tento enterotoxin.

Žádná z reálných růstových křivek nepřekročila rizikovou hranici pro produkci SEs (10^5 KTJ·ml⁻¹) dříve, než křivky vytvořené v programu prediktivní mikrobiologie. Tato skutečnost podporuje vhodnost programu prediktivní mikrobiologie v systémech HACCP při výrobě čerstvých sýrů.

Závěr

Sledování počtu *S. aureus* a přítomnosti stafylokokových enterotoxinů (SEs) je u čerstvých sýrů významným kritériem bezpečnosti těchto mléčných výrobků. Tvorba SEs byla v případě použití BHI média a potravinové matrice rozdílná. Nejrychlejší tvorba byla zaznamenána u enterotoxinu A. Porovnáním vytvořených růstových křivek s křivkami programu prediktivní mikrobiologie byla potvrzena vhodnost využívání programu jako součásti systému HACCP v procesu výroby čerstvých sýrů v rámci minimalizace potencionálního rizika onemocnění stafylokokovou enterotoxikózou.

Poděkování

Práce vznikla za finanční podpory Výzkumného záměru MSM 6215712402 Veterinární aspekty bezpečnosti a kvality potravin a IGA VFU Brno 16/2013/FVHE.

Literatura

- AKINEDEN Ö., HASSAN A.A., SCHNEIDER E., USLEBER E. (2008): Enterotoxigenic properties of *Staphylococcus aureus* isolates from goat's milk cheese. *Int J Food Microbiol.*, 124, s. 211-216.
- ARGUDÍN M.A., MENDOZA M.C., RODICIO M.R. (2010): Food Poisoning and *Staphylococcus aureus*. Enterotoxins. *Toxins*, 2, s. 1751-1773.
- ASAO T., KUMEDA Y., KAWAI T., SHIBATA T., ODA H., HARUKI K., NAKAZAWA H., KOZYKIS. (2003): An extensive outbreak of staphylococcal food poisoning due to low-fat milk in Japan: estimation of enterotoxin A in the incriminated milk and powdered skim milk. *Epidemiol Infect.*, 130, s. 33-40.
- BHUNIA A.K. (2008): Foodborne microbial pathogens. Mechanisms and pathogenesis. 1st ed. New York, USA: Springer Science+Business Media, LLC. s. 276.
- BUCHANAN R.L., SMITH J.L., MCCOLGAN C., MARMER B.S., GOLDEN M.H., DELL B.J. (1993): Response surface models for the effects of temperature, pH, sodium chloride and sodium nitrite on the aerobic and anaerobic growth of *Staphylococcus aureus* 196E. *J Food Safety*, 13, s. 159-175.
- ČSN EN ISO 6888-1 (1999): Mikrobiologie potravin a krmiv - Horizontální metoda stanovení počtu koagulázopozitivních stafylokoků (*Staphylococcus aureus* a další druhy) - Část 1: Technika s použitím agarové půdy podle Baird-Parkera. 15 s.
- EC No. 2073/2005: Commission Regulation (EC) No. 2073/2005 on microbiological criteria for foodstuffs. *Official J of the EU*, L 322/12.
- ERTAS N., GONULALAN Z., YILDIRIM Y., KUM E. (2010): Detection of *Staphylococcus aureus* enterotoxins in wheel cheese and dairy desserts by multiplex PCR technique. *Int J Food Microbiol.*, 142, s. 74-77.
- HUBÁČKOVÁ M., RYŠÁNEK D. (2007): Effects of freezing milk samples on the recovery of alimentary pathogens and indicator microorganisms. *Acta Vet Brno*, 76, s. 301-307.
- JABLONSKI L.M., BOHACH G. (2001): *Staphylococcus aureus*. V: DOYLE M.P., BEUCHAT L.R., MONTVILLE T.J. (Ed.): Food microbiology: Fundamentals and Frontiers. ASM Press, Washington, s. 411-434.
- LOIR Y., BARON F., GAUTIER M. (2003): *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genet Mol Res.*, 2, s. 63-76.
- MORANDI S., BRASCA M., ANDRIGHETTO C., LOMBARDI A., LODI R. (2009): Phenotypic and genotypic characterization of *Staphylococcus aureus* strains from Italian dairy products. *Int J Microbiol.*, s. 1-8.
- NECIDOVÁ L., ŠTÁŠTKOVÁ Z., POSPÍŠILOVA M., JANŠTOVÁ B., STREJČEK J., DUŠKOVÁ M., KARPÍŠKOVÁ R. (2009): Influence of soft cheese technology on the growth and enterotoxin production of *Staphylococcus aureus*. *Czech J Food Sci.*, 27, s. 127-133.
- RABELLO R.F., MOREIRA B.M., LOPES R.M., TEIXEIRA L.M., RILEY L.W., CASTRO A.C. (2007): Multilocus sequence typing of *Staphylococcus aureus* isolates recovered from cows with mastitis in Brazilian dairy herds. *J Med Microbiol.*, 56, s. 1505-1511.

- SATTAR S.A., SPRINGTHORPE S., MANI S., GALLANT M., NAIR R.C., SCOTT E., KAIN J. (2001): Transfer of bacteria from fabrics to hands and other fabrics: development and application of a quantitative method using *Staphylococcus aureus* as a model. *J Appl Microbiol.*, 90, s. 962-970.
- SCHEERER D., CORTI S., MUEHLHERR J.E., ZWEIFEL C., STEPHAN R. (2004): Phenotypic and genotypic characteristics of *Staphylococcus aureus* isolates from raw bulk-tank milk samples of goats and sheep. *Vet Microbiol.*, 101, s. 101-107.
- SUTHERLAND J.P., BAYLISS A.J., ROBERTS T.A. (1994): Predictive modeling of growth of *Staphylococcus aureus*: the effects of temperature, pH and sodium chloride. *Int J Food Microbiol.*, 21, s. 217-236.
- United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service Department of Agriculture-Agricultural Research Service (USDA-ARS), Eastern Regional Research Center (ERRC) in Wyndmoor, Pennsylvania. Pathogen Modeling Program (PMP) Online. Staženo: 5.4.2012. Dostupné z: www.pmp.arserrc.gov/PMPOnline.aspx?ModelID=4&Aerobic=True.
- VALERO A., PÉREZ-RODRIGUEZ F., CARRASCO E., FUENTES-ALVENTOSA J.M., GARCÍA-GIMENO R.M., ZURERA G. (2009): Modelling the growth boundaries of *Staphylococcus aureus*: Effect of temperature, pH and water activity. *Int J Food Microbiol.*, 133, s. 186-194.
- WALLIN-CARLQUIST N., BORCH D.M.E., RÄDSTRÖM P. (2010): Prolonged expression and production of *Staphylococcus aureus* enterotoxin A in processed pork meat. *Int J Food Microbiol.*, 141, s. 69-74.
- ZURERA-COSANO G., CASTILLEJO-RODRIGUEZ A.M., GARCÍA-GIMENO R.M., RINCÓN-LEÓN F. (2004): Performance of response surface and Davey model prediction of *Staphylococcus aureus* growth parameters under different experimental conditions. *J Food Protect.*, 67, s. 1138-1145.

Přijato do tisku: 10. 6. 2013

Lektorováno: 29. 7. 2013

POROVNÁNÍ PRODUKCE KYSELINY PROPIONOVÉ PŘI FERMENTACI ZAHUŠTĚNÉ SYROVÁTKY VYBRANÝMI KMENY PROPIONIBAKTERIÍ

Eva Kvasničková, Šárka Havlíková, Vladimír Dráb
Výzkumný ústav mlékárenský s. r. o.

The comparison of propionic acid production by selected strains of propionic bacteria during the fermentation of concentrated whey

Abstrakt

Práce byla zaměřena na prozkoumání schopnosti produkce kyseliny propionové vybranými kmeny propionových bakterií při fermentaci zahuštěné syrovátky. Fermentace probíhaly v laboratorním fermentoru INFORS 4 při pH 6 a teplotě 30 °C. Jednotlivé kmeny se lišily jak v množství vytvořené kyseliny propionové, tak i v produkci kyseliny octové a schopnosti fermentovat vedle laktátu také laktózu. Nejvyšší produkce kyseliny propionové bylo dosaženo u kmene MAD-8AP (3 400 mg/100 ml) a kmene CCM 3323 (1 200 mg/100 ml). Tyto dva kmeny byly vybrány k dalšímu testování.