

formě pro snadnou aplikaci v provozech. Některé obsahují bakterie mléčného kvašení či kvasinky s deklarovaným antifungálním účinkem. Než tyto organismy během testů *in vitro* narostou do efektivního množství, je růst a vývoj plísňe již v procesu. Fermenty jsou ve formě tekuté a z praktického hlediska se pak při jejich použití musí upravovat receptura výrobku. Jejich antifungální aktivita spočívá v synergickém účinku organických kyselin a pH (Devlieghere a kol., 2017; Kavková a kol., 2017). Při antifungálních testech se propionát do agaru uvolňuje snadněji, než u komerčních sypkých přípravků, kde je pevně vázán na ve vodě nerozpustné nosiče. Nicméně, praktické pečné zkoušky v minulých letech jasně prokázaly (Kavková a kol., 2017), že syrovátkové fermenty s obsahem propionátu prodloužily trvanlivost toustových chlebů ve srovnání s přidavkem uvedených protektivních přípravků zcela jednoznačně.

Závěr

Za účelem dosažení požadovaných koncentrací antifungálních látek (k. propionová, mléčná a octová) v syrovátkovém fermentu byla oproti minulým studiím nově testována možnost použití dvoufázové fermentace v semikontinuálním provedení. Tímto způsobem lze ve druhé fázi fermentace požadované koncentrace k. propionové kolem 3 % dosáhnout již po 4 dnech. Další fermentační pokusy byly orientovány na možnost semikontinuální fermentace nijak neupravené (nemikrofiltrované), kyselé, zahuštěné syrovátky na antifungální propionový ferment s využitím fermentu se stále aktivními propionibakteriemi. Tento postup se ukazuje být velmi přínosným z hlediska urychlení a dalšího zjednodušení celého procesu přípravy fermentu.

Ve druhé části práce byl srovnáván antifungální efekt připravených fermentů s obsahem propionátu a tří komerčních přípravků určených pro pekárství v *in vitro* testech vůči čtyřem druhům rychle rostoucích plísňů vyskytujících se v pekárských provozech. V rámci *in vitro* testování bylo zjištěno, že dva komerční přípravky (XtendLife® a UpGrade®) neprokázaly žádný inhibiční účinek na růst a vývoj plísňů. Přípravek Sapore Molde-rator® a oba testované fermenty naopak růstu mycelia zamezily.

Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou Ministerstva zemědělství ČR v rámci projektu QJ1510341 a institucionální podpory MZE-RO1418 (DKRVO).

Literatura

- BARUKČIĆ I., BOŽANIĆ R., KULOZIK U. (2014): Effect of pore size and process temperature on flux, microbial reduction and fouling mechanisms during sweet whey cross-flow microfiltration by ceramic membranes. *International Dairy Journal*, 39, s. 8-15.
- DEVLIEGHERE F., VROMAN A., AECKHOUT M. (2017): Antifungal activity of fermentates and their potential to replace propionate in bread. *Food Science and Technology*, 76, s. 101-107.

- DRÁB V., DRBOHLAV J., KAVKOVÁ M. (2016): Antifungálně aktivní přípravek na bázi fermentované syrovátky. PUV 29778 ze dne 13. 9. 2016, MPT: A 23 C 21/08, A 23 C 21/02, A 21 D 2/08, A 23 L 3/3463.
- Fernández García L., Álvarez Blanco S., Riera Rodríguez F. A. (2013): Microfiltration applied to dairy streams: Removal of bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 93, s. 187-196.
- JELIČIĆ I., BOŽANIĆ R., TRATNIK L. (2008): Whey based beverages a new generation of dairy products. *Mljekarstvo*, 58, s. 257-274.
- KAVKOVA M., DRAB V., DRBOHLAV J., HAVELKOVA D. (2017): Antifungal effect and pilot application of whey ferment in toast bread. *Mlékařské listy*, 28, s. 9-13.
- LAVERMICOCCA P., VALERIO F., VISCONTI A. (2003): Antifungal activity of phenyllactic acid against molds isolated from bakery products. *Applied and Environmental Microbiology*, 69, s. 634-640.
- PARRIS N., PURCELL J. M., PTASHKIN, S. M. (1991): Thermal denaturation of whey proteins in skim milk. *Journal of Agricultural and Food Science*, 39, s. 2167-2170.
- REKTOR, A., VATAI, G. (2004): Membrane filtration of Mozzarella whey. *Desalination*, 162, s. 279-286.
- SUHR K. I., NIELSEN P. V. (2004): Effect of weak acid preservatives on growth of bakery product spoilage fungi at different water activities and pH. *International Journal of Food Microbiology*, 95, s. 67-78.

Korespondující autor: Mgr. Ladislav Bár,
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Soběslavská 841,
390 02 Tábor, e-mail: l.bar@vum-tabor.cz

Přijato do tisku: 15. 4. 2019

Lektorováno: 28. 5. 2019

AKTUÁLNÍ POHLED NA PASTERACI MLÉKA

Milada Plocková, Šárka Horáčková

Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT v Praze

Current view of milk pasteurization

Abstrakt

Pasterace mléka se používá v průmyslové praxi od konce 19. století a má zásadní vliv na bezpečnost mléka z pohledu alimentárních onemocnění a prodloužení trvanlivosti čerstvého mléka. V příspěvku jsou shrnuty aktuální poznatky získané z materiálů Mezinárodní mlékařské federace o vlivu pasterace na jednotlivé skupiny zdravotně a technologicky nežádoucích mikroorganismů, které se mohou vyskytovat v syrovém mléce, a o vlivu na nutriční hodnotu mléčných bílkovin, tuku, vitaminů a antimikrobiálních látek.

Klíčová slova: mikroorganismy syrového mléka, pasterované mléko, nutriční hodnota

Abstract

Milk pasteurization has been used in industrial practice since the late 19th century and has a major impact on milk safety from the perspective of foodborne dis-

eases and prolonging the shelf life of fresh milk. The paper summarizes current findings from the materials of the International Dairy Federation on the impact of pasteurization on individual groups of undesirable microorganisms that may be present in raw milk and on the nutritional value of milk proteins, fat, vitamins and antimicrobials.

Key words: microorganisms of raw milk, pasteurized milk, nutritional value

Úvod

Na první pohled by se mohlo zdát, že o pasteraci mléka jako základní operaci při zpracování mléka zajišťující zdravotní nezávadnost výrobků z něj vyrobených, bylo již vše podstatné napsáno. Mezinárodní mlékařská federace (IDF) však považovala za účelné v letošním roce vydat IDF Bulletin 96/2019: The technology of pasteurization and its effect on the microbial and nutritional aspects of milk (Technologie pasterace a její vliv na mikrobiologické a nutriční aspekty mléka), který přináší přehled klíčových technických, mikrobiologických a nutričních aspektů pasterace kravského mléka určeného pro přímou spotřebu.

Pasterace je tepelné ošetření mléka, které má zajistit jednak redukci patogenních mikroorganismů na akceptovatelnou úroveň bezpečnosti, jednak prodloužit trvanlivost mléka redukcí mikroorganismů způsobujících kažení a inaktivací nativních enzymů, které mohou způsobovat kvalitativní změny v průběhu skladovací doby. FAO/WHO, 1986 požaduje pro režimy pasterace potřebu minimálních chemických, fyzikálních a organoleptických změn. To zahrnuje kombinaci teploty a doby záhřevu dostatečnou pro redukci vegetativních forem bakterií s nejvyšší termorezistencí, které by se mohly v mléce vyskytovat (např. *Mycobacterium tuberculosis* a *Coxiella burnetii*), minimálně o 5 logaritmických řádů. Dále pasterace v kombinaci se správnou výrobní praxí redukuje původní nepatogenní mikroorganismy (např. i bakterie mléčného kvašení) na akceptovatelnou hodnotu a inaktivuje nativní enzymy (např. lipoprotein-lipasu), které mohou být spojeny s nemikrobiálním kažením mléka.

Původně byla pasterace Louis Pasteurem využita v letech 1860-1870 pro kontrolu kažení piva a vína. Pro kontrolu kažení mléka byla využita v roce 1880 a později byla prováděna jako prostředek ochrany veřejného zdraví. Vedle zavedení režimu ošetření pitné a odpadní vody bylo zavedení pasterace mléka jedním z nejdůležitějších technologických opatření k omezení přenosu infekčních onemocnění (např. tuberkulózy) potravinami.

Technologické aspekty pasterace mléka

Technologické aspekty připomínají dva minimální režimy pasteračních záhřevů: 63 °C po dobu 30 min pro vsádkové systémy -LTLT (low-temperature, long-time) a 72 °C po dobu 15 s pro kontinuální systémy - HTST

(high-temperature, short-time), kde vztah mezi teplotou a dobou jejího trvání je popsán podle Arrheniova modelu. U teplot nad 72 °C se využívá Kesslerova rovnice (Kessler 1985). Pro oba způsoby záhřevu jsou uváděny technické podmínky jejich provádění i vhodnost záhřevů pro různé typy výrobků podle složení mléka. Rovněž jsou uvedeny způsoby měření účinnosti pasterace s využitím kvantifikace inaktivace mikroorganismů (D-hodnota, z-hodnota) a potvrzení účinku pasterace stanovením enzymu alkalická fosfatasa. Krátce jsou zmíněny senzorké vady spojené s působením světla u mléka skladovaného v transparentních obalech.

Mikrobiologické aspekty pasterace mléka

Dominující mikroflóra syrového mléka obvykle obsahuje několik hlavních skupin bakterií: (i) druhy bakterií mléčného kvašení (BMK, *Lactococcus* a/nebo *Lactobacillus* spp.), (ii) *Pseudomonas* spp., skupinu *Micrococcaceae* (*Micrococcus* a *Staphylococcus* spp.), a (iv) kvasinky. Ostatní mikrobiální skupiny, které se mohou vyskytovat v syrovém mléce, patří do BMK (včetně *Leuconostoc*, *Enterococcus* a *Streptococcus* spp.), rodů *Bacillus*, *Clostridium*, *Listeria* spp. a čeledě *Enterobacteriaceae*, případně do některých rodů Gram-negativních bakterií (*Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Flavobacterium* a *Aeromonas*) nebo Gram-pozitivních bakterií (např. *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Brevibacterium* spp.). Současně je správně poukázáno, že mikroflóra syrového mléka může také obsahovat další patogenní bakterie. Na základě testování produkčních zvířat i vzorků jejich mléka převažují ubikvitní patogenní kmeny *Escherichia coli*, *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes* nebo *Campylobacter* spp. Výrazně méně obvyklé a pouze na určité regiony vázané jsou výskyty *Brucella melitensis* a *Mycobacterium bovis*, které se daří potlačovat pomocí kontrolních programů, které jsou obecně úspěšné. Nedávné studie využívající nekultivační (metagenomické) metody stanovení ukazují, že mikroflóra syrového mléka je pravděpodobně mnohem komplexnější, než by se mohlo zdát z výsledků tradičních metod kultivačních a obsahuje mnoho nekultivovatelných jedinců. Interpretace těchto výsledků však vyžaduje obezřetnost. Není dosud zcela jasné, do jaké míry jsou tyto nekultivovatelné druhy životaschopné a jaký je jejich možný vliv na kvalitu mléka (Quigley a kol 2013).

Mikroflóra pasterovaného mléka se skládá převážně z termorezistentních bakterií, které přežívají pasterační záhřev, případně z mikroorganismů postpasterační kontaminace (zdroji mohou být potrubí, skladovací tanky, personál, obalové materiály...). Termorezistentní bakterie jsou většinou nepatogenní s výjimkou několika sporulujících bakterií. Je možno je klasifikovat do třech kategorií: mírně termorezistentní (jako *Micrococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, silně termorezistentní přežívající záhřev 75 °C po dobu 12 min (rod *Microbacterium*) a vysoce termorezistentní spory

přežívající 80°C po dobu 10 min (*Clostridium spp.*, *Bacillus spp.*). Přítomnost spor skupiny *Bacillus cereus* nebo *Paenibacillus spp.* je limitujícím faktorem trvanlivosti pasterovaného mléka. Riziko otrav z potravin pocházející z pasterovaného mléka je velmi nízké, přesto byly zaznamenány ojedinělé případy (CDC 2008, CDC 2011). Protože režimy pasterace inaktivují patogeny na přijatelnou úroveň, otravy způsobené jinými mikroorganismy než *Bacillus cereus* jsou výsledkem nesprávně provedené pasterace nebo postpasterační kontaminace.

Na počátku 20. století byly minimální režimy pasterace nastaveny tak, aby inaktivovaly *Mycobacterium tuberculosis* (a *Coxiella burnetii*). V této době bylo *M. tuberculosis* mikroorganismem mimořádně důležitým ve vztahu k veřejnému zdraví. Výhodou tohoto postupu bylo, že pasterační režimy schopné usmrtit *M. tuberculosis* jako velmi termorezistentní druh, byly schopné usmrtit i patogenní druhy aktuální později (např. *E. coli* O157:H7 a *Listeria monocytogenes*). V nedávné době (Robertson a kol. 2017) se zájem odborné veřejnosti soustředil na schopnost *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* (MAP) částečně přežít pasteraci. Tento mikroorganismus způsobuje tzv. "John's disease" u dobytka a je podezřelý (nikoli potvrzený) jako jeden z možných faktorů spojených se vznikem Crohnovy choroby u lidí. Potvrzení nebo vyvrácení výše uvedeného podezření vyžaduje další důkladné zkoumání.

Trvanlivost pasterovaného mléka je podmíněna skladovací teplotou. Obecně, čím je teplota skladování nižší, tím je trvanlivost pasterovaného mléka delší. Přesto psychrotrofní bakterie jako např. *Pseudomonas spp.* mohou růst i pod 4 °C a produkovat extracelulární enzymy zodpovědné za vznik vad chuti. Zvláštní pozornost je třeba věnovat psychrotrofním termorezistentním bakteriím (*Bacillus spp.*), protože mohou přežít pasteraci a růst při 4 °C. Pasterované mléko tak může mít trvanlivost 5 až 20 dní v závislosti na kvalitě syrového mléka, stupni postpasterační kontaminace a na teplotním režimu skladování mléka.

Protože současný konzument vyžaduje méně tepelně opracované avšak stejně bezpečné potraviny, hledají se potenciální netermální - méně tepelně zatěžující alternativy k pasteraci teplem (např. pulzní elektrické pole, UV záření, mikrofiltrace a vysoký hydrostatický tlak). V současné době žádná z těchto technologií není povolena v EU, USA a Kanadě. V Austrálii bylo nedávno povoleno vysokotlaké ošetření syrového mléka (tzv. cold-pressed raw milk) pro komerční prodej (Schuh, 2016).

Nutriční aspekty pasterace mléka

Hlavní pozornost je dle materiálu IDF věnována poznatkům o vlivu pasterace na živiny přítomné v mléce v nutričně významném množství (mléčný tuk, mléčné bílkoviny, vitaminy a minerální látky) a na antimikrobiální faktory (laktoferrin, lysozym a laktoperoxidasa) přítomné v mléce.

Bylo publikováno, že pasterace má minoritní vliv na profil mastných kyselin (MK) přítomných v mléčném tuku (zvláště na polynenasycené a esenciální MK, MK s krátkým řetězcem C4 –C8, na CLA a na obsah trans isomerů nenasycených MK). Pasterační záhřev má minimální efekt na nutriční hodnotu mléčného tuku jako takového.

Pasterace nezpůsobuje významné změny v kvalitě bílkovin, je ale příčinou mírné denaturace bílkovin syrovátky. Nutriční hodnota mléčných bílkovin závisí na jejich stravitelnosti a zajištění příspěvku k příjmu esenciálních aminokyselin. Klíčovou esenciální aminokyselinou přítomnou v mléce je lysin. V důsledku pasteračního záhřevu dochází pouze k velmi nízkým (1-4%) ztrátám dostupného lysinu. Ztráty ostatních esenciálních aminokyselin jsou nepodstatné. Podle některých studií může HTST pasterace mírně modifikovat funkční vlastnosti bílkovin mléka (emulgační schopnost, vazba vody nebo rozpustnost), což nemá vliv na jejich stravitelnost a nutriční vlastnosti.

Mléko je významným zdrojem vápníku a fosforu a pasterace má malý nebo žádný vliv na koncentraci těchto minerálních látek. Rovněž biologická dostupnost vápníku není pasterací pozměněna. Mléko obsahuje významná množství vitaminů A, B2 a B12, nižší ale stále podstatná množství vitaminů D, B1, B6, B3 a folátu. Pasterace může způsobovat nízké ztráty vitaminů rozpustných ve vodě, ale neovlivňuje koncentraci vitaminů rozpustných v tucích. Pasterace může způsobovat 7-10% ztráty vitaminu B12, přesto pasterované mléko zůstává významným zdrojem tohoto vitaminu dostupného téměř výhradně z živočišných zdrojů.

Antimikrobiálně aktivní složky mléka laktoferrin (váže volné železo, čímž limituje jeho dostupnost pro růst patogenů) a lysozym (antimikrobiální enzym) nejsou pasterací ovlivněny vůbec, další antimikrobiálně aktivní enzym laktoperoxidasa je ovlivněn HTST pasterací minimálně (uchovává si 70% původní aktivity).

Závěr

Závěrem možno uvést, že na základě informací, které jsou v současné době k dispozici, pití pasterovaného mléka je nejbezpečnější způsob, jak využít zdravotních benefitů spojených s pitím mléka.

Literatura:

Zpracováno volně dle Bulletin of the International Dairy Federation 496/2019. The technology of pasteurisation and its effect on the microbiological and nutritional aspects of milk.

CDC (2008): Outbreak of *Listeria monocytogenes* infections associated with pasteurized milk from a local dairy – Massachusetts, 2007. Centres for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Report, 57, s. 1097-1100.

CDC (2011): Notes from the Field: *Yersinia enterocolitica* infections associated with pasteurized milk – Southwestern Pennsylvania, March-August, 2011. Centres for Disease Control and Prevention. Morbidity and Mortality Weekly Report, 60, s. 1428.

- FAO/WHO (1986): Milk Committee (21st Session; June, 1986). Rome, Italy: Food and Agriculture Organisation of the United Nations and World Health Organization.
- KESSLER H.G. (1985): Thermal processing of liquid foods. Paper presented to the IUFoST Symposium „Aseptic processing and packaging of foods“ held in Tylösand, Sweden, 9.-12.9.1985.
- QUIGLEY L., MCCARTHY R., O'SULLIVAN O., BERESFORD T. P., FITZGERALD G.F., ROSS R.P. et al. (2013): The microbial content of raw and pasteurised cow milk as determined by molecular approaches. *Journal of Dairy Science*, 96, s. 4928-4937.
- ROBERTSON R.E., CERF O., CONDRON R.J., DONAGHY J.A., HEGGUM C., JORDAN K. (2017): Review of the controversy over whether or not *Mycobacterium avium* subsp. *paratuberculosis* poses a food safety risk with pasteurised dairy products. *International Dairy Journal* 73, s. 10-18.
- SCHUH N. (2016): Made by Cow. *Food Australia* 68, s. 20-21.

Korespondující autor: Doc. ing. Milada Plocková, CSc.
Ústav mléka, tuků a kosmetiky VŠCHT Praha,

Technická 5, 166 28 Praha 6. e-mail: plockovm@vscht.cz

Přijato do tisku: 29. 5. 2019

Lektorováno: 10. 6. 2019

VÝSKYT DDT V SYROVÉM MLÉCE V OBDOBÍ 2005 - 2018

Lucie Hasoňová, Eva Samková, Karolína Straková,
Lenka Pecová

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská
fakulta, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice

Occurrence of DDT in raw milk during 2005-2018

Abstrakt

Cílem práce bylo zjistit procento pozitivních vzorků vyšetřovaných v rámci monitoringu SVS ČR na přítomnost DDT v kravském, ovčím a kozím mléce za období 2005 - 2018. Za dané období bylo celkem vyšetřeno 530 vzorků mléka, z toho ve více než 50 % bylo zjištěno měřitelné množství DDT. Za příznivý lze však označit trend snižování výskytu pozitivních vzorků i naměřených hodnot DDT během sledovaného období. Zatímco v roce 2005 bylo pozitivních vzorků 90 % s průměrnou hodnotou 0,0130 mg/kg tuku, v roce 2016 jen 11 % a 0,0006 mg/kg tuku. V letech 2017 a 2018 nebylo DDT detekováno dokonce v žádném z vyšetřených vzorků mléka. S ohledem na vysokou míru globalizace obchodu je však pokračování monitoringu DDT stále důležité.

Klíčová slova: DDT, pesticid, mléko, maximální reziduální limit

Abstract

The aim of the study was to determine the percentage of positive samples for DDT in cow, sheep and goat

milk samples in the Czech Republic during the period 2005-2018. A measurable amount of DDT was detected in more than 50% of total examined milk samples (n=530). On the other hand, the trend of decreasing occurrence of positive samples as well as the average values of DDT during the period can be considered as favourable. In 2005, 90 % of milk samples were positive with an average value 0.0130 mg/kg of fat. In 2016, only 11 % of samples were positive with an average value 0.0006 mg/kg of fat. In 2017 and 2018, DDT was not detected in any of examined samples. Continuing monitoring of milk samples is still needed, particularly in view of the high level of trade globalization.

Keywords: DDT; pesticide; milk; maximal residue limit

Úvod

Mléko s průměrnou roční spotřebou okolo 60 kg na osobu představuje jednu z nejkompexnějších potravin, konzumovanou napříč celým věkovým spektrem české populace. Vyšší konzumace se týká zejména nejmladších věkových kategorií. Tyto lze současně označit za nejvímavější, a to jak z hlediska přítomnosti patogenních mikroorganismů, tak i kontaminujících látek.

Vzhledem k lipofilní povaze významných kontaminantů je mléko jedním z vhodných indikátorů environmentální zátěže včetně následné expozice člověka. Ačkoliv mnoho z tzv. perzistentních organických polutantů bylo postupně, s ohledem k potvrzené toxicitě a negativním účinkům na životní prostředí i člověka, zakázáno či mezinárodně omezeno, dopady jejich dřívějšího nadužívání trvají mnohdy dodnes (*Ibigbami et al., 2019*).

Jednou z nejskloňovanějších chemických látek dříve používaných v zemědělství je bezpochyby organochlorový pesticid dichlordifenyiltrichlorethan (DDT). Prvně byl použit již během druhé světové války, a to k likvidaci přenašečů smrtelných chorob – malárie a skvrnitého tyfu (*Berry-Caban, 2011*). Období 50. – 60. let pak bylo příznačně nadužíváním tohoto insekticidního přípravku, zejména v zemědělství k hubení různých škůdců. Na začátku 60. let byla roční spotřeba DDT více než 400 tisíc tun celosvětově, z toho 70 – 80 % bylo použito právě v zemědělství (*Turusov et al., 2002*). Neuvážlivé používání DDT mělo za následek silnou kontaminaci vnějšího prostředí a následně i surovin a potravin, a postupně byly potvrzovány četné negativní dopady na vyšší organismy. Během 70. let docházelo na základě mezinárodních environmentálních úmluv k postupnému zákazu používání DDT ve více než 70 vyspělých zemích (*Beránek a Petrlík, 2005*). V současné době umožňuje Stockholmská konvence použití DDT pouze ke kontrole vektorů onemocnění, hlavně malárie (*Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants, 2009*). Jediným producentem DDT je dnes Indie, ve které se i většina (82 %) této látky využije. Zbývající část je vyvážena zejména do afrických zemí (*Van den Berg et al., 2017*).