

**CONTRIBUTION TO THE DEBATE ON THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF RAW MILK FROM VENDING MACHINES***Eubomír Valík, Alžbeta Medved'ová, Lucia Bírošová, Denisa Liptáková, Ladislav Ondruš, Ján Šnelcer***ABSTRACT**

Microbiological quality of raw milk from vending machines was analyzed in this work. Despite the pathogenic bacteria may be present in raw milk, the analyses and evaluations were focused to bacterial indicators only. Refer to total bacterial counts, the criterion  $\leq 100,000$  CFU.ml<sup>-1</sup> met 12 from 15 samples (80%) and all samples complied with the supplementary criterion of  $5 \times 10^4$  CFU.ml<sup>-1</sup> for psychrotrophs. Numbers of coagulase-positive staphylococci ranged closely around the average value  $2.9 \times 10^2$  CFU.ml<sup>-1</sup>. Average numbers of coliforms and *E. coli* in raw milk were found  $4.34 \pm 0.42$  and  $3.25 \pm 0.83$  log CFU.ml<sup>-1</sup>, respectively. These values significantly exceeded even the limits applicable in the past. On the basis of unchanged numbers of these bacteria in milk after 24 h at 6 °C, we assume that the high numbers of coliforms and *E. coli* present in milk are the result of faecal contamination and not growth. As *E. coli* is an indicator of faecal contamination of raw milk comprising the possible presence of *Salmonella* sp. *Campylobacter* sp. and other pathogens, microbiological survey suggested appropriate preventive measures that should be applied in terms of risk management.

**Keywords:** Raw milk, microbiological quality

---

**ÚVOD**

Nevyhnutné opracovanie poľnohospodárskych surovín určených pre výrobu potravín sa v súčasnosti často v negatívnom kontexte spája so všeobecnou globalizáciou v priemysle, medzinárodnom obchode alebo v predaji potravín. Spotrebiteľ to vníma a začína uprednostňovať s minimálnym teplotným opracovaním, prípadne potraviny surové, pričom si ale ťažko zvyká na ich kratšie doby spotreby. Meniace sa požiadavky konzumentov a v niektorých prípadoch nemiace sa návyky pri zaobchádzaní s potravinami môžu viesť častejšie k ich kazeniu alebo dokonca k alimentárnym ochoreniam.

Na dopyt časti konzumentov po tzv. prírodných, resp. biopotravínach v ostatnom čase reagovala prvovýroba ponukou surového kravského mlieka v mliečnych automatoch. Ich sieť v súčasnosti tvorí takmer 200 zariadení, ktoré boli zakúpené a inštalované s dotačnou podporou štátu. Mliečne automaty mali podporiť domácu výrobu surového mlieka, priniesť spravodlivejšie rozdelenie príjmov z produkcie surového mlieka pre prvovýrobcov, poskytnúť pravú chuť mlieka a zvýšiť jeho konzumáciu. Časť odbornej a vedeckej verejnosti pozostávajúcej prevažne z komunity mikrobiológov však poukazovala na skutočnosť, že počet automatov sa zvyšoval veľmi rýchlo. Pričom kritizovala klasickú empirickú argumentáciu zainteresovaných, že „veď aj naši predkovia konzumovali surové mlieko a nič sa im nestalo“. V informačných prostriedkoch sa často a jednotne používal termín „čerstvé mlieko“ a relativizovali sa možné mikrobiologické nebezpečenstvá ako aj riziko ochorenia spojené s priamou konzumáciou takéhoto nepasterizovaného mlieka (Valík, 2010). Dialo sa to aj napriek platnému Nariadeniu Vlády SR č. 352/2009, ktorým sa ustanovovali hygienické požiadavky na priamy predaj a dodávanie malého množstva prvotných produktov živočíšneho pôvodu, ktoré v §4, Hygienické požiadavky na malé množstvá surového mlieka neobsahovalo žiadny iný termín ako len surové mlieko. V súčasnosti prirodzene

pri platnosti legislatívy EÚ toto nariadenie už nie je účinné.

Citovaná kritika bola napokon do určitej miery účinná. Komunikačné prostriedky začali pripomínať, že surové mlieko nie je určené pre priamu konzumáciu a zvlášť deti, tehotné ženy, seniori alebo jedinci s oslabenou imunitou by ho mali piť tepelne ošetrené (prevarené). Konzumácia zmiešaného surového mlieka sa do určitej miery prestala relativizovať. Napokon sa do diskusie pred letnými mesiacmi t. r. zapojilo aj Ministerstvo pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja SR s odporúčaním dôsledne dodržiavať upozornenia umiestnené na automatoch.

Dostatočné argumenty pre náležitú opatrnosť pri rozširovaní konzumácie surového mlieka a tiež aj dôvody, prečo sa v minulosti pasterizácia mlieka zaviedla, nájdeme v odbornej a vedeckej literatúre. Hlavným cieľom zavedenia pasterizácie mlieka bola ochrana zdravia konzumentov a hlavnou príčinou skutočnosť, že v surovom mlieku sa prirodzene môžu nachádzať baktérie schopné (za určitých podmienok) vyvolať ochorenia.

Napriek týmto faktom ako aj skutočnosti, že v automatoch sa predáva surové mlieko od väčšieho počtu dojnic, teda zmiešané bazénové mlieko, propagátori mlieka z automatov, tvrdili, že pitie surového mlieka je absolútne bezpečné. Okrem iného stále tvrdia, že takéto mlieko obsahuje dokonca probiotické baktérie a je možné z neho vyrobiť kvalitný čerstvý syr ([www.mliekomat.sk](http://www.mliekomat.sk), október 2010).

Zámerom tejto práce bolo reagovať na uvedené informácie a vykonať prieskum v obsahu relevantných skupín mikroorganizmov vo vzorkách surového mlieka odobratých z automatov využívajúc pritom naše skúsenosti s kvantitatívnym hodnotením dynamiky správania sa mikroorganizmov v potravinách.

**MATERIÁL A METÓDY****Mlieko**

Vzorky mlieka boli štandardne odobrané do sterilných fliaš podľa postupu určeného automatmi (Stromová ul., Rožňavská ul., Bratislava) v období od 21. 6. do 6. 7. 2010. Vzorky sa podrobili počiatocnej mikrobiologickej analýze zahrňujúcej stanovenie celkového počtu mikroorganizmov (CPM), počet psychrotrofných baktérií (PTB), koliformných baktérií (KFB) a *E. coli* (EC), kvasiniek a vláknitých húb (KaP), predpokladaný počet laktobacilov na MRS agare (PrLB), predpokladaný počet laktokokov (PrLC) na agare M17 a počty koagulázo-pozitívnych stafylokokov (*S. aureus* - STA) ihneď po transporte do laboratória trvajúceho max. 20 min. Tieto stanovenia boli vykonané aj po 24 h inkubácii vzoriek pri  $6 \pm 1$  °C.

**Mikrobiologické analýzy**

Počty jednotlivých skupín mikroorganizmov boli stanovené zriedovacou kultivačnou metódou podľa príslušných STN ISO. Celkový počet mikroorganizmov (CPM) sa stanovoval na GTK agare (Imuna, Šarišské Michaľany, SR) podľa STN ISO 4833, počet psychrotrofných baktérií (PTB) na tom istom agare, ale pri inkubácii Petriho misiek pri  $6 \pm 1$  °C počas 7 až 10 d. Predpokladané počty laktobacilov (PrLB) sa stanovili podľa STN ISO 15 124 na MRS agare okyselenom kyselinou mliečnou na pH 5,4 (Merck, Darmstadt, Nemecko), predpokladané počty laktokokov (PrLC) podľa STN ISO 4833 na agare M17 (Merck, Darmstadt, Nemecko), počty koagulázo-pozitívnych stafylokokov (STA) podľa STN ISO 6888-1 na agare podľa Baird-Parkera (Biokar, Allonne, Francúzsko), počty koliformných baktérií (KFB) a *E. coli* podľa STN ISO 4832 na chromogénnom agare Chromocult (Merck, Darmstadt, Nemecko).

**Matematicko-štatistické hodnotenie**

Výsledky mikrobiologických stanovení mlieka sme podrobili základnému štatistickému hodnoteniu (popisná štatistika, histogramy) s využitím štatistického balíka Microsoft Office 2007 (Microsoft, Redmond, USA).

**VÝSLEDKY A DISKUSIA****Mikrobiologická kvalita surového mlieka**

V súvislosti s ukazovateľmi, ktoré sme sledovali v tejto práci, bolo možné pri hodnotení mikrobiologickej kvality surového mlieka oficiálne vychádzať z limitov uvedených v aktuálnych Nariadeniach EÚ č. 853/2005, 2073/2005, 1441/2007. Dodatočne, aj napriek neplatnosti, sme brali do úvahy aj niektoré ukazovatele bývalej STN 57 0529 alebo Nariadenia vlády SR č. 312/2003. Doplnkové mikrobiologické limity týchto dokumentov majú podľa nás stále pragmatický význam.

Legislatíva EÚ predpokladá, že surové mlieko nie je určené pre priamu konzumáciu, preto mikrobiologické ukazovatele zredukovala len na limit pre CPM ( $100\,000\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$ ). Niektoré krajiny, v ktorých sa predáva surové mlieko alebo sa z neho vyrábajú syry, limitné hodnoty mikrobiologických ukazovateľov uvádzajú v hygienických príručkách (NZFSA, 2010),

v Potravinovom kódexe (FSA, 2010) alebo v produktových štandardoch, napr. v Kalifornii (CDFA, 2008). Ich prehľad je uvedený v tab. 1.

Ostatné dva štandardy, „kalifornský“ a „austrálsky“ obsahujú najprísnejšie limity,  $\text{KFB} \leq 10\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$ , resp.  $E. coli \leq 3\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$  a z praktického hľadiska sa zdajú byť diskutabilné. Napríklad, samotné oznámenie o kalifornskom limite uviedlo rozporuplné informácie. Na jednej strane sa v ňom konštatuje, že limit  $\text{KFB} \leq 10\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$  je možné v surovom mlieku na farme dosiahnuť rutinne účinným čistením a dezinfekciou, ale na druhej strane uviedlo prieskum, v ktorom len 20 % vzoriek surového mlieka obsahovalo počty fekálne koliformných baktérií  $\leq 10\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$ . Reálnejším sa zdá byť limit novozélandského úradu pre *E. coli*  $\leq 100\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$  (NZFSA, 2010), ktorý je najbližšie k slovenskému limitu  $\text{KFB} \leq 1000\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$  (STN 57 0529) logicky vyššiemu o jeden logaritmický poriadok. Najlepšia zhoda medzi platnými i neplatnými dokumentmi z tab. 1 je v limitnej hodnote  $\text{CPM} \leq 100\,000\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$ . Výnimku tvorí len austrálsky potravinový kódex (FSA, 2010).

**Celkový počet mikroorganizmov**

Vybrané ukazovatele štatistického hodnotenia mikrobiologickej analýzy 15 vzoriek surového mlieka z automatov sú zosumarizované v tab. 2. Na základe limitu pre CPM ( $\leq 100\,000\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$ ) môžeme konštatovať, že z 15-tich toto kritérium splnilo 12 vzoriek (80 %). Tri vzorky prekročili tento všeobecne akceptovaný limit a naznačili tak problémy so sekundárnou kontamináciou surového mlieka (Görner a Valík, 2004).

**Počet psychrotrofných baktérií**

Indikátorový význam počtu psychrotrofných baktérií je tiež spojený so sekundárnou kontamináciou mlieka, najmä z dojacích zariadení. Prakticky zaujíma predovšetkým spracovateľa, a to z hľadiska doby trvanlivosti mliečnych výrobkov alebo predpovede spôsobu ich prípadného kazenia. Psychrotrofné baktérie sú pôvodom mezofilné, ktoré dobre rastú a rozmnožujú sa pri teplotách 5 až 7 °C. Zahrňujú gramnegatívne druhy rodov, napríklad, *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Serratia*, *Alcaligenes*, *Chromobacterium* a *Flavobacterium*, ako aj grampozitívne baktérie z rodov *Bacillus*, *Clostridium*, *Corynebacterium*, *Lactococcus*, *Lactobacillus* a *Microbacterium* (Sørhaug a Stepaniak, 1997). Vyznačujú sa tvorbou termostabilných proteolytických a lipolytických enzýmov, ktoré sa podieľajú na kazení mlieka a mliečnych výrobkov, vrátane ultravysoko zahriatych (UHT). V surovom mlieku sa ich vyššie počty spájajú s podporou rastu baktérií mliečného kysnutia. Peptidy alebo aminokyseliny vzniknuté dôsledkom aktivity týchto enzýmov podporujú rast a rozmnožovanie baktérií, ktoré prežili pasterizačný záhrev ako aj ostatných kontaminačných baktérií. Týmto sa kazenie teplotne ošetrovaných produktov značne urýchľuje.

Napriek tomu, že tento ukazovateľ nie je v súčasnosti zakotvený v platnej legislatíve, pre hodnotenie mikrobiologickej kvality je smerodajný. Ak vezmeme do úvahy základné štatistické parametre (Tab. 2) a histogram rozdelenia početností, je možné konštatovať, že všetky vzorky z automatov vyhovovali nezáväznému kritériu  $5\cdot 10^4\text{ KTJ}\cdot\text{ml}^{-1}$  (STN 57 0529). Podobne aj Muir (1996b)

**Tab. 1** Prehľad niektorých ukazovateľov mikrobiologickej kvality surového mlieka vo vybraných štandardoch (EÚ, Nového Zélandu, Austrálie, Kalifornie a SR pred vstupom do EÚ)

Ukazovateľ	NK č. 853 (2005)	NZFSA (2010)	FSA (2010)	C DFA (2008)	STN 57 0529 (1993)
	KTJ.ml <sup>-1</sup>				
CPM	100 000	100 000	25 000	-	100 000
PTB	-	-	-	-	50 000
KFB	-	-	100	10*	1 000
<i>E.coli</i>	-	100	3	-	-
STA	-	-	-	-	-

Vysvetlivky: CPM – celkový počet mikroorganizmov, PTB – počet psychrotrofných baktérií, KFB – počet koliformných baktérií, STA – počet koagulázo-pozitívnych stafylokokov; \*limit pre surové mlieko predané konzumentovi, - príslušný limit sa neuvádza.

považoval počet psychrotrofných baktérií za dôležitý V našich vzorkách surového mlieka z automatov sa počty

**Tab. 2** Vybrané ukazovatele štatistického hodnotenia mikrobiologickej kvality 15 vzoriek surového mlieka z automatov v Bratislave

Ukazovateľ	CPM	PTB	KFB	<i>E. coli</i>	STA	PrLB	PrLC
	log KTJ.ml <sup>-1</sup>						
Priem. hodnota	4,75	3,70	4,34	3,25	2,46	3,78	3,96
Smer. odchýlka	0,56	0,54	0,42	0,83	0,18	0,55	0,53
Rozptyl	0,31	0,30	0,18	0,68	0,03	0,30	0,28
Interval	1,85	2,02	1,63	3,45	0,73	1,73	1,67
Minimum	4,15	2,40	3,39	1,00	1,93	2,99	3,30
Maximum	6,00	4,41	5,02	4,45	2,66	4,72	4,97
Počet	15	15	15	15	15	15	15

Vysvetlivky: CPM - celkový počet mikroorganizmov, PTB - počet psychrotrofných baktérií, KFB - počet koliformných baktérií, STA - počet koagulázo-pozitívnych stafylokokov; PrLC - predpokladané počty laktokokov); PrLB - predpokladané počty laktobacilov

ukazovateľ. Ak tieto baktérie v čase do spracovania surového mlieka prekročia  $5 \cdot 10^6$  KTJ.ml<sup>-1</sup>, prejavajú sa vysokou koncentráciou extracelulárnych degradačných enzýmov. Valík, Görner a Lauková (2003) stanovili v mlieku pri teplote 5 a 7 °C rastové rýchlosti psychrotrofných baktérií okolo 0,5 log KTJ.ml<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, čo by znamenalo, že horeuvedený limit by nemal byť dosiahnutý ani za 48 h. Týmto by sme mohli nielen potvrdiť dobré kvalitatívne vlastnosti surového mlieka z automatov na ďalšie spracovanie, ale spätne aj doplnkový limit pre psychrotrofné baktérie v surovom mlieku podľa bývalej STN 57 0529.

#### Počet koagulázo-pozitívnych stafylokokov

Počty koagulázo-pozitívnych stafylokokov sú meradlom zvládnutia mastitídnych ochorení dojníc prvovýrobcami, vrátane ich chronických prejavov. Prípadné problémy s týmito ochoreniami je možné potvrdiť vyššími počtami somatických buniek ako 400 000 buniek.ml<sup>-1</sup> (NK č. 853/2004). Tento ukazovateľ sme však nestanovovali. Samotný *S. aureus* sa pri tzv. chladničkových teplotách (5 až 7 °C) nerozmnožuje a pasterizačný záhrev ho devitalizuje. Limitné počty koagulázo-pozitívnych stafylokokov sú uvádzané väčšinou v syroch všeobecne a zvlášť v syroch vyrobených zo surového mlieka. Maximálne prípustné počty *S. aureus*, m = 500 KTJ.ml<sup>-1</sup> a v prípade 2 vzoriek z 5 M = 2000 KTJ.ml<sup>-1</sup> priamo v surovom mlieku prakticky uvádzalo len v minulosti platné Nariadenie Vlády SR č. 312/2003.

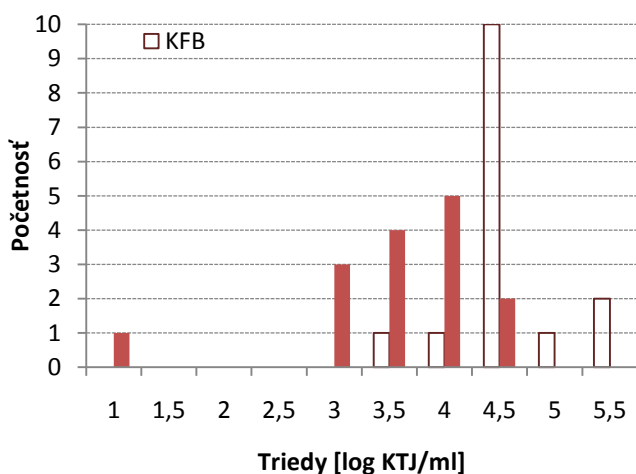
*S. aureus* pohybovali tesne okolo priemernej hodnoty  $10^{2,5}$ KTJ.ml<sup>-1</sup>, t.j.  $2,9 \cdot 10^2$  KTJ.ml<sup>-1</sup> (tab. 2). Prekročenie limitu sme nezaznamenali ani u jednej vzorky.

#### Počet koliformných baktérií a *E. coli*

Vyššie obsahy týchto gramnegatívnych baktérií v surovom mlieku indikujú jeho kontamináciu z prostredia na farme obyčajne znečisteného fekáliami. Tieto baktérie sa potom s mliekom dostávajú do dojacích zariadení a technologickej časti pre primárne ošetrenie a uchovávanie mlieka. Nakoľko sú vo všeobecnosti citlivé voči čistiacim a dezinfekčným prípravkom ako aj zvýšeným teplotám používaných pri sanitačných postupoch, napokon sú aj indikátormi nedostatočného čistenia a dezinfekcie týchto zariadení. Indikátorový a indexový význam týchto baktérií sa v ostatnom čase zvýšil a ich limity sa v potravinách sprísnil. Na jednej strane stanovenie počtu koliformných baktérií zahrňujúcich 4 rody z čeľade *Enterobacteriaceae* boli nahradené všetkými členmi čeľade a na druhej strane aj špecificky priamym stanovením *E. coli*. Podľa týchto kritérií hygieny procesu sa hodnotí väčšina, ak nie prakticky všetky skupiny potravín (NK č. 2073/2005 a NK č. 1441/2007). Pokiaľ by sme ďalej nazreli do argumentácií prečo, museli by sme spomenúť ich priamy indikátorový súvis s najčastejšie sa vyskytujúcimi alimentárnymi ochoreniami, kamylobakteriázami a salmonelózami ako aj s ťažkými hemoragickými a inými infekciami alebo intoxikáciami spôsobenými početnou

skupinou enteropatogénnych *E. coli* (EFSA, 2010; Valík a Prachar, 2009).

Z pohľadu počtov koliformných baktérií a *E. coli* stanovených na chromogénnom médiu Chromocult (Merck, Darmstadt, Nemecko), prieskum mikrobiologickej kvality surového mlieka nedopadol dobre. Na základe diskusie uvedenej na začiatku tejto kapitoly, ako smerodajné vezmeme do úvahy najmiernejšie limity, pre KFB 1 000 KTJ.ml<sup>-1</sup> a pre *E. coli* 100 KTJ.ml<sup>-1</sup> (NZFS, 2010). V oboch prípadoch zistené priemerné počty v surovom mlieku z automatov prekračovali limity zhruba o jeden logaritmickej poriadok, v poradí 4,34 ±0,42 a 3,25 ±0,83 log KTJ.ml<sup>-1</sup> (tab. 2). Z detailnejšej analýzy stanovených počtov znázornenej na Obr. 1 vyplynulo, limit KFB ≤1000 KTJ.ml<sup>-1</sup> nebol splnený ani u jednej vzorky a limit pre *E. coli* splnila len jedna vzorka. Pre porovnanie, Shabani (2003) vykonal prieskum takmer 40 vzoriek surového mlieka v 4 regiónoch Albánsku. Priemerné počty koliformných baktérií stanovených metódou MPN sa v mlieku pohybovali z troch regiónov pohybovali poriadkovo v stovkách KTJ.ml<sup>-1</sup>, v jednom regióne bola zistená priemerná hodnota 1,8.10<sup>3</sup> KTJ.ml<sup>-1</sup>. Priemerné obsahy *E. coli* sa vo vzorkách mlieka podľa regiónov pohybovali od 20 do 32 KTJ.ml<sup>-1</sup>. Napriek tomu, že tieto hodnoty boli podstatne nižšie ako naše, autor aj tak vyjadril značnú nespokojnosť s hygienickými podmienkami počas dojenia mlieka a konštatoval fekálne znečistenie surového mlieka. Získané výsledky pritom hodnotil oproti prísnejším limitom, konkrétne pre KFB <100 KTJ.ml<sup>-1</sup> a *E. coli* neprítomnosť v 1 ml.



Obrázok 2 Histogram rozdelenia početností počtov KFB a *E. coli* v 15 vzorkách surového mlieka

Vysoký obsah koliformných baktérií a *E. coli* v mlieku z automatov nie je možné podceňovať. Na základe zistených výsledkov, odporúčame preskúmať oficiálne analýzy kompetentných inštitúcií, vyhodnotiť prípadné riziko a v prvovýrobe vykonať príslušné opatrenia. K uvedenému konštatovaniu nás viedli aj ďalšie argumenty. *E. coli* je indikátorom fekálneho znečistenia surového mlieka zahrňujúcim možnú prítomnosť kampylobakterov a salmonel. Práve pre dostatočný indikátorový význam *E. coli* sa kampylobaktery bežne v potravinách nestanovujú a v mikrobiologickej legislatíve nemajú špecifický limit. Ďalším argumentom pre zvýšenie opatrnosti sú doteraz prebiehajúce propagačné kampane

v prospech priamej konzumácie zmiešaného surového mlieka. Riziko, že časť konzumentov nerespektuje odporúčanie uvedené na každom automate a mlieko z automatov konzumuje bez teplotného opracovania, je pravdepodobne vysoké.

Medzi mikroorganizmy s pravidelným výskytom v surovom mlieku patria salmonely, kampylobaktery, skupina enteropatogénnych *E. coli*, prípadne stafylokoky (*Staphylococcus aureus*). Sporadicky môžu byť prítomné listérie, napríklad *L. monocytogenes*. Niektoré z nich spôsobujú infekcie a na ich vyvolanie postačuje nízka infekčná dávka, niektoré tvoria enterotoxíny, pričom ich prítomnosti musí nevyhnutne predchádzať pomnoženie mikroorganizmu (Valík a Prachar, 2009). V minulosti bolo surové mlieko tiež nosičom mykobaktérií (*M. tuberculosis*), brucel ako aj pôvodcu Q-horúčky *Coxiella burnetii*. Nakoľko *M. tuberculosis* a *C. burnetii* sa považovali za najtermorezistentnejšie vegetatívne (nespórotvorné) patogénne mikroorganizmy, pasterizačné teploty a príslušné trvanie záhrevu sa nastavili tak, aby spoľahlivo devitalizovali tieto infekčné agens (Meunier-Goddik a Sandra, 2003). Povinná šetrná pasterizácia mlieka sa zaviedla po celom svete a v Bratislave dokonca už v r. 1929. Teda skôr, ako v samotnom Československu, v ktorom sa legislatívne zakotvila až v r. 1934 (Kolektív autorov, 1998). Pasterizácia mlieka významne prispela k zabráneniu šírenia tuberkulózy a iných infekčných chorôb prenosných zo zvierat na človeka. Súčasne sa zvýšila bezpečnosť distribúcie mlieka a jeho konzumácia najmä v mestách s vysokou koncentráciou obyvateľstva (Görner a Valík, 2004).

Medzi najčastejšie ochorenia z kontaminovaných potravín v súčasnosti patria kampylobakteriázy vyvolané termofilnými kampylobaktermi (*Campylobacter jejuni* a *C. coli*; EFSA, 2010). V Európskej únii, ako celku, sa darí ich počet znižovať, ale na Slovensku ich počet od r. 2004 vykazuje stúpajúci trend. Napríklad, chorobnosť na kampylobakteriázy bola v EÚ v r. 2008 40,7/100 000 obyvateľov, na Slovensku v r. 2009 činila až 72,2/100 000 obyvateľov (MPŽPRR SR, 2010).

Tieto ochorenia nie sú len doménou hydinyového mäsa, ale jeho pôvodcom môže byť aj surové mlieko. Heuvelink et al. (2009) potvrdili skupinové ochorenia kampylobakteriáz zo surového mlieka vo Francúzsku z rokov 2005 a 2007. Dve triedy žiakov navštívili farmu a pili nepasterizované mlieko, pričom polovica z každej ochorela. Na druhej strane z ostatných patogénnych baktérií v bazénových vzorkách surového mlieka bol dokázaný aj výskyt pôvodcu Q-horúčky *C. burnetii* s prevalenciou vyššou ako 94 % (Kim et al., 2005).

#### Počet baktérií mliečného kysnutia

Baktérie mliečného kysnutia sa v analyzovaných vzorkách surového mlieka z automatov pohybovali okolo priemerných počtov 3,8 a 4,0 log KTJ.ml<sup>-1</sup> stanovených na MRS a M17 agare, v poradí. Ich histogramy rozdelenia početností ukázali, že polovica analyzovaných vzoriek vykazovala počty vyššie ako 1,0.10<sup>4</sup> KTJ.ml<sup>-1</sup>. V prípade predpokladaného počtu laktobacilov stanovených na MRS agare boli tieto počty zaznamenané v 8 z 15 vzoriek a v druhom prípade predpokladaného počtu laktokokov vyššie počty ako 1,0.10<sup>4</sup> KTJ.ml<sup>-1</sup> vykazovalo 7 vzoriek. Počty baktérií mliečného kysnutia v surovom mlieku

**Tab. 3** Vybrané ukazovatele štatistického hodnotenia mikrobiologickej kvality surového mlieka z automatov (n=15) po 24h inkubácii pri 6 ±1 °C

Ukazovateľ	CPM	KFB	<i>E. coli</i>	STA	PrLB	PrLC
	log KTJ.ml <sup>-1</sup>					
Priem. hodnota	<b>5,80</b>	<b>4,44</b>	<b>3,63</b>	<b>2,43</b>	<b>4,57</b>	<b>4,80</b>
Smer. odchýlka	0,66	0,14	0,64	0,23	0,36	0,50
Rozptyl	<b>0,44</b>	<b>0,30</b>	<b>0,41</b>	<b>0,05</b>	<b>0,13</b>	<b>0,25</b>
Interval	<b>2,75</b>	<b>2,02</b>	<b>2,01</b>	<b>0,82</b>	<b>1,30</b>	<b>1,75</b>
Minimum	4,40	3,27	2,81	1,99	3,78	3,88
Maximum	7,15	5,29	4,82	2,81	5,08	5,62
Počet	15	15	14	13	15	15

Vysvetlivky: CPM - celkový počet mikroorganizmov, PTB - počet psychrotrofných baktérií, KFB - počet koliformných baktérií, STA - počet koagulázo-pozitívnych stafylokokov; PrLC - predpokladané počty laktokokov; PrLB - predpokladané počty laktobacilov

určenom na výrobu syrov stanovovali v ostatnom čase aj **Franciosi et al. (2009)**. Ich priemerné hodnoty predpokladaných počtov laktobacilov (MRS, 30 °C) a laktokokov (M17, 30 °C) odobratých z piatich mliekarní v severnom Taliansku boli vyššie o jeden logaritmickej poriadok, 4,8 a 5,5 log KTJ.ml<sup>-1</sup>, v poradí. Skôr sa približovali k počtom, ktoré sme stanovili v našich vzorkách po 24 h inkubácii pri 6 ±1 °C (4,6 a 4,8 log KTJ.ml<sup>-1</sup>, v poradí; tab. 2).

#### Mikrobiologické ukazovatele po 24 h inkubácii surového mlieka pri 6 °C

Dodávatelia surového mlieka do automatov určili jeho dobu spotreby na 48 h. Okrem iného pre odobranie smotany odporučili uchovať mlieko v chladničke 24 h, potom ju pozberať a prevariť. Takto ošetrovanú smotanu je možné používať na prípravu šľahačky minimálne 7 dní. Vzorky surového mlieka inkubované pri 6 ±1 °C sme preto vyšetrili aj po 24 h. Výsledky sú zosumarizované v Tab. 3. Za predpokladu konštantnej rýchlosti rastu je možné z nárastu počtov jednotlivých skupín mikroorganizmov po 24 h odhadnúť celkom presne aj denzity po 48 h. Ako je vidieť z tab. 3, priemerná hodnota CPM sa po 24 h zvýšila o jeden logaritmickej poriadok na 5,8 log KTJ.ml<sup>-1</sup>. Na základe horeuvedeného predpokladu počty baktérií po 48 h by mali dosiahnuť priemerne 6,8 log KTJ.ml<sup>-1</sup> (6,3.10<sup>6</sup> KTJ.ml<sup>-1</sup>). Predpokladané počty laktobacilov a laktokokov by z takejto koncentrácie za 48 h mali vytvoriť populáciu s 5,4 až 5,6 log KTJ.ml<sup>-1</sup> (2,5.10<sup>5</sup> a 4,0.10<sup>5</sup> KTJ.ml<sup>-1</sup>, v poradí). Počty *S. aureus* sa v surovom mlieku pri 6 °C prirodzene nezvýšili, nakoľko jeho minimálna teplota pre rast a rozmnožovanie sa všeobecne pohybuje okolo 8 °C (**Medved'ová et al., 2009**).

Získané výsledky, i keď len na základe 5, resp. 4 mikrobiologických ukazovateľov, poukázali na skutočnosť, že surové mlieko z automatov si do 48 h zachovalo vhodnosť pre ďalšie spracovanie. Treba podotknúť, že súčasťou takéhoto spracovania má byť jeho teplotné opracovanie (prevarenie). Ďalej sa ukázalo, že neuspokojivé výsledky koliformných baktérií a *E. coli* sa po 24 h inkubácii pri 6 °C zvýšili len nepatrne. Na druhej strane však potvrdili predchádzajúce vysoké počty stanovené ihneď po odobratí vzoriek. Z tohto vyplýva, že vysoké počty KFB a *E. coli* boli spôsobené s najväčšou pravdepodobnosťou kontamináciou, vrátane fekálnej a nie

ich rozmnožovaním. Nepriamo túto dedukciu potvrdili aj výsledky **Shabaniho (2003)**, ktorý v porovnaní s našimi výsledkami zistil síce vyššie celkové počty baktérií v surovom mlieku, ale preukázateľne nižší obsah KFB a *E. coli*.

#### ZÁVER

Výsledky mikrobiologického prieskumu surového mlieka z automatov naznačili viaceré skutočnosti, ku ktorým je z hľadiska manažmentu rizika potrebné zaujať stanovisko. Na jednej strane sa ukázalo, že zmiešané mlieko by mohlo byť vhodné na spracovanie v domácnostiach (pre prípravu niektorých mliečnych výrobkov), prirodzene po vhodnom teplotnom opracovaní, ale na strane druhej, ukazovatele indikujúce fekálnu kontamináciu boli v závislosti od diskutovaných limitov významne prekročené. Ich počty pritom neboli zvýšené v dôsledku ich množenia, ale fekálnej kontaminácie. Z prieskumu vyplynulo, že v praxi je potrebné analyzovať surové mlieko z automatov, plošne sa zamerať na indikátory fekálnej kontaminácie, tieto štatisticky vyhodnotiť a prijať príslušné hygienické a sanitčné opatrenia v prvovýrobe. V súčasnosti nepokladáme za podstatné v mlieku dokazovať prítomnosť jednotlivých patogénnych baktérií, predpokladáme, že ak sa nám podarí preventívnymi opatreniami znížiť obsah koliformných baktérií alebo *E. coli* v mlieku, môžeme významne prispieť k minimalizácii rizika z konzumácie mlieka dodávaného automatmi.

#### LITERATÚRA

- BARANYI, J., ROBERTS, T. A., MCCLURE, P., 1993. A non-autonomous differential equation to model bacterial growth. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 10, 1993, p. 43-59.
- CDFA Press Release on raw Milk. 2008. New Coliform Standard for Milk Sold Raw to Consumers. Sacramento. Dostupné na internete: <[http://www.cdfa.ca.gov/AHFSS/Milk\\_and\\_Dairy\\_Food\\_Safety/pdfs/ColiformStandardMilkConsumedRaw.pdf](http://www.cdfa.ca.gov/AHFSS/Milk_and_Dairy_Food_Safety/pdfs/ColiformStandardMilkConsumedRaw.pdf)>.
- EFSA, 2010. The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. European Food Safety Authority, Parma, 1496 p.
- FOOD STANDARDS AUSTRALIA, 2010. Standard 1.6.1 - Microbiological Limits for Food. Dostupné na internete:

<<http://www.foodstandards.gov.au/foodstandards/foodstandardcode/>>.

FRANCIOSI, E., SETTANNI, L., CAVAZZA, A., POZNANSKI, E., 2009. Biodiversity and technological potential of wild lactic acid bacteria from raw cows' milk. In *International Dairy Journal*, vol. 19, no. 1, p. 3-11.

GÖRNER, F., VALÍK, L., 2004. Aplikovaná mikrobiológia požívateľov. Bratislava, Malé Centrum, 528 p. ISBN 80-967064-9-7.

HEADRICK, M. L., ANGULO, F. J., POTTER, M. E., 1998. The Epidemiology of Raw Milk-Associated Foodborne Disease Outbreaks Reported in the United States, 1973 Through 1992. In *American Journal of Public Health*, vol. 88, no. 8, 1219-1221 p.

KIM, S. G., KIM, E. H., LAFFERTY, C. J., DUBOVI, E., 2005. *Coxiella burnetii* in Bulk Tank Milk Samples, United States. In *Emerging Infectious Diseases*, vol. 11, no. 4, 2005, p. 619-621.

TOMKA, M., 1998. Historie mlékarenství v Čechách a na Moravě. (D. Broncová, Ed.) Praha: Vydavatelství a nakladatelství Milpo, 236 p.

MEDVEĐOVÁ, A., VALÍK, L., SIROTNÁ, Z., LIPTÁKOVÁ, D., 2009. Growth Characterization of *Staphylococcus aureus* in Milk: a Quantitative Approach. *Czech Journal of Food Science*, vol. 27, 2009, p. 443-453.

MEUNIER-GODDIK, L., SANDRA, S., 2003. Liquid milk products. In H. Roginski, J. W. Fuquay, & P. F. Fox, *Encyclopedia of Dairy Sciences*. Amsterdam: Academic Press, vol. III, 1627-1650 p.

Ministerstvo pôdohospodárstva, životného prostredia a regionálneho rozvoja SR, 2010. Správa o zoonózach a pôvodcoch zoonóz v Slovenskej republike za rok 2009. Bratislava, 2010, 120 p.

MUIR, D. D., 1996a. The shelf-life of dairy products: 1. Factors influencing raw milk and fresh products. *Journal of the Society of Dairy Technology*, vol. 49, no. 1, p. 24-33.

MUIR, D. D., 1996b. The shelf-life of dairy products: 2. Raw milk and fresh products. *Journal of the Society of Dairy Technology*, vol. 49, no. 2, p. 44-48.

NARIADENIE KOMISIE (ES) č. 1441/2007 z 5. decembra 2007, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériách pre potraviny. In Úradný vestník Európskej únie, L 322, 2007, p. 12-29.

NARIADENIE KOMISIE (ES) č. 2073/2005 z 15. novembra 2005, o mikrobiologických kritériách pre potraviny. In Úradný vestník Európskej únie, L 338, 2005, p. 1-26.

NARIADENIE VLÁDY SR č. 352 z 19. augusta 2009, ktorým sa ustanovujú hygienické požiadavky na priamy predaj a dodávanie malého množstva prvotných produktov živočíšneho pôvodu, mäsa z hydiny a domácich králikov, voľne žijúcej zveri a zveriny z nej. Zbierka zákonov, 2009, p. 2746-2755.

NARIADENIE VLÁDY SR z 9. júla 2003 o zdravotných požiadavkách na výrobu a uvádzanie na trh surového mlieka, tepelne ošetrovaného mlieka a mliečnych výrobkov. In Zbierka zákonov č. 312/2003, 2003, p. 2406-2440.

NEW ZEALAND FOOD SAFETY AUTHORITY, (2010). *Code of Practice: Additional Measures for Raw Milk Products*. Wellington, 46 p.

SHABANI, L., 2003. Microbial pollution of milk by environment as an indicator of its contamination rate. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, vol. 4, no. 2, p. 401-405.

SØRHAUG, T., & STEPANIAK, L., 1997. Psychrotrophs and their enzymes in milk and dairy products: Quality aspects. In *Trends in Food Science & Technology*, vol. 8, no. 2, p. 35-41.

STN 57 0529 Surové kravské mlieko na mliekarenské ošetrovanie a spracovanie. Úrad pre normamizáciu, metrologiu a skúšobníctvo SR, 1993. Bratislava, 8 p.

VALÍK, L., PRACHAR, V., 2009. *Pôvodcovia ochorení z požívateľov a minimalizácia ich rizika*. Bratislava: Nakladateľstvo STU, 167 p. ISBN 978-80-227-3200-0.

VALÍK, L., GÖRNER, F., LAUKOVÁ, D., 2003. Growth Dynamics of *Bacillus cereus* and Shelf-life of Pasteurised Milk. In *Czech Journal of Food Science*, vol. 21, no. 6, p. 195-202.

### Acknowledgments:

This work was supported by grant MŠ SR VEGA no. 1/0094/10.

### Contact address:

Lubomír Valík, Department of Nutrition and Food Safety, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: lubomir.valik@stuba.sk.

Alžbeta Medveďová, Department of Nutrition and Food Safety, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: alzbeta.medvedova@stuba.sk.

Lucia Bírošová, Department of Nutrition and Food Safety, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: lucia.birosova@stuba.sk.

Denisa Liptáková, Department of Nutrition and Food Safety, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: denisa.laukova@stuba.sk.

Ladislav Ondruš, Department of Nutrition and Food Safety, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: ondrus.ladislav@gmail.com.

Ján Šnelcer, Department of Nutrition and Food Safety, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, Email: 28509@is.stuba.sk.