

WOJDAK-MAKSYMIEC K., KMIEC M., ZIEMAK J. (2006): Associations between bovine lactoferrin gene polymorphism and somatic cell count in milk. *Veterinarni Medicina*, 51, (1), s. 14–20.

ZHAO C. H., HE G., WANG Y., ZHANG Z. (2008): Polymorphism analysis of the promoter of cow lactoferrin gene with PCR-RFLP and its correlation with subclinical mastitis. *Acta agriculturae Slovenica*, 92, (2), s. 185–187.

Korespondujúci autor: Mgr. Hana Nejeschlebová

Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.,

Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6

e-mail: hana.nejeschlebova@seznam.cz

Přijato dne: 26. 9. 2022

Lektorováno: 20. 1. 2023

VPLYV POČTOV SOMATICKÝCH BUNIEK NA SPOL' AHLIVOSŤ STANOVENIA CELKOVÉHO POČTU MIKROORGANIZMOV SUROVÉHO KOZIEHO MLIKA METÓDOU LASEROVEJ PRIETOKOVEJ CYTOMETRIE

Martin Tomáška, Maroš Drončovský, Miroslav Kološta

Výskumný ústav mlékárenský, a.s. Žilina

**Influence of the somatic cell counts
on the reliability of the determination of total
counts of microorganisms in raw goat's milk by
the laser flow cytometry method**

Abstrakt

Laserová prietoková cytometria sa bežne používa na meranie celkového počtu mikroorganizmov v surovom mlieku. Po zavedení tejto metódy na Slovensku pre surové kravské a ovčie mlieko, bude táto využitá aj pre surové kozie mlieko. Bolo preukázané, že vytvorenie prepočítavacieho vzťahu priamo meraných výsledkov na zariadení BactoScan FC do stupnice KTJ.ml⁻¹ je spoľahlivejšie, pokiaľ sú merania na tomto zariadení uskutočnené v takzvanom „vylepšenom“ móde. Takisto z výsledkov vyplýva, že väčšie rozdiely medzi meraniami v „normálnom“ a vo „vylepšenom“ móde sa vyskytujú u vzoriek s vyšším počtom somatických buniek (aj keď to neplatí vždy). Preto pri vzorkách s vysokými počtami somatických buniek je vhodné výsledky merania laserovou prietokovou cytometriou potvrdiť aj určenou kultivačnou metódou.

Kľúčové slová: surové kozie mlieko, celkový počet mikroorganizmov, somatické bunky, laserová prietoková cytometria

Abstract

Laser flow cytometry is commonly used to measure the total number of microorganisms in raw milk. After the introduction of this method in Slovakia for raw cow's and sheep's milk, it will also be used for raw goat's milk. It has been proven that the creation of a conversion relationship of directly measured results on the BactoScan FC device to the CFUI.ml⁻¹ scale is more reliable if the measurements on this device are carried out in the so-called “enhanced” mode. The results also show that larger differences between measurements in “normal” and “enhanced” mode occur in samples with higher somatic cell counts (although this is not always the case). Therefore, in the case of samples with high numbers of somatic cells, it is advisable to confirm the results of laser flow cytometry measurements with the anchor cultivation method.

Keywords: raw goat's milk, total cell count, somatic cells, laser flow cytometry

Úvod

Celkový počet mikroorganizmov (ďalej len CPM) je jedným z povinných ukazovateľov kvality a zdravotnej bezpečnosti surového kozieho mlieka, v zmysle európskeho potravinového práva (Nariadenie ES č. 853/2004). Geometrický priemer CPM za dva mesiace, pri odbere minimálne dvoch vzoriek za mesiac, nesmie presiahnuť hodnotu 500 000 KTJ.ml⁻¹, ak sa mlieko ďalej spracováva bez tepelného ošetrenia a 1 500 000 KTJ.ml⁻¹, ak sa mlieko následne tepelne ošetrí.

Určenou metódou na stanovenie CPM v mlieku je kultivačná metóda, podľa STN EN ISO 4833-1. Výhodou tejto metódy je, že výsledky sú vyjadrené priamo v KTJ.ml⁻¹ a je teda možné ich priamo použiť na výpočet príslušných geometrických priemerov. Na druhej strane, sú výsledky zisťované až po troch dňoch kultivácie a teda nie sú dostupné pre chovateľa/spracovateľa mlieka okamžite. Ten tým pádom nemôže robiť v prípade vysokých počtov KTJ nápravné opatrenia v hygiene okamžite.

Z tohto dôvodu sa do praxe zavádzajú rôzne alternatívne metódy, pri ktorých trvá získanie výsledku kratšie alebo sú menej prácne. V oblasti skúšania surového mlieka v centrálnych skúšobných laboratóriách bolo priekopníkom zariadenie MiniPetriFoss, od dánskej spoločnosti FOSS, ktoré umožňovalo automatizovať očkovanie veľkého počtu vzoriek mlieka na Periho misky. Výhodou danej metódy bolo výrazné zníženie používania pipiet na očkovanie, ako aj obídenie prípravy príslušných riedení na samotné očkovanie. Ostatné alternatívne metódy, ktoré sa v mikrobiológii všeobecne používali – meranie impedancie, zákalu a pod. sa pri skúšaní surového mlieka v praxi neujali. Prelom nastal až v zavedení metódy na princípe laserovej prietokovej cytometrie, keď sa objavili zariadenia typu BactoScan (FOSS), či Bactocount (Bentley). Metódu možno zjednodušene popísať tak, že

mlieko sa najprv fyzikálne a chemicky ošetrí, aby sa potlačil vplyv možných interferujúcich zložiek, následne sa bakteriálne bunky selektívne zafarbia a počas prietoku meracou jednotkou sa ožiaria svetlom z lasera a vzniknuté impulzy sa počítajú.

Oproti nespornej výhode laserovej prietokovej cytometrie – získania výsledku o mikrobiologickej kvalite surového mlieka do niekoľko minút, majú metódy na tomto princípe hlavný nedostatok v tom, že sú nimi namerané výsledky vyjadrené v iných jednotkách, ako v KTJ.ml^{-1} . Navyše, zariadenia od rôznych výrobcov majú vlastné spôsoby, akými sa vzorka pred meraním upravuje a aj ako sa meria, preto ani primárne namerané výsledky od dvoch rôznych výrobcov nemožno vzájomne porovnávať.

V krajinách EÚ je možné na hodnotenie mikrobiologickej kvality nakupovaného surového mlieka použiť aj alternatívne metódy, pokiaľ sú nejakým spôsobom naviazané na určenú kultivačnú metódu. V prípade metódy na princípe laserovej prietokovej cytometrie to znamená prepočítanie primárne nameraných výsledkov do stupnice KTJ.ml^{-1} , teda vytvorenie vhodného prepočtu. Pri použití zariadenia BactoScan je závislosť medzi meraním mikrobiologickej kvality v primárnych jednotkách – Individual Bacterial Cells (IBC) a zodpovedajúcim výsledkom z kultivačnej metódy v KTJ lineárna (po transformácii na dekadické logaritmy) v celom meracom rozsahu a preto sa používa jeden prepočítavací vzťah – lineárna rovnica v tvare $\log_{10}(\text{KTJ.ml}^{-1}) = A \times \log_{10}(\text{IBC.l}^{-1}) \pm B$. Podľa našich predchádzajúcich zistení (Suhren et al., 2005; Tomáška et al. 2006) tento vzťah okrem iného ovplyvňuje aj druh surového mlieka a preto sa na Slovensku používajú odlišné prepočítavacie vzťahy pre surové kravské, ovčie aj kozie mlieko.

Rámcové požiadavky na vytvorenie prepočítavacieho vzťahu sú definované v ISO 21187. Spoľahlivý prepočet by mal byť vytvorený z meraných vzoriek mlieka, ktoré sú typické pre daný región, kde sa tento bude používať – môže to byť celá krajina, či iba regionálna oblasť. Vzorky použité na meranie by mali byť odobraté presne rovnakým spôsobom, ako sa budú odberať na oficiálnu kontrolu, mali by pochádzať z malých, ale aj väčších stád, počas celej sezóny získavania mlieka, rešpektujúc používané spôsoby dojenia a doby úschovy nadojeného mlieka. Takisto je potrebné do dátového súboru zahrnúť aj individuálne vzorky, ak sa predpokladá, že tieto sa okrem bazénových budú tiež merať.

Spoločnosť FOSS so zavedením nového obslužného softvéru na ich meracie zariadenia – FOSS Integrator umožnila merať mikrobiologickú kvalitu mlieka aj v tzv. „vylepšenom“ móde. Hoci z komerčného hľadiska nie sú známe podrobnosti v čom spočíva, odporúča sa ho používať na „problematické“ vzorky – to znamená také, kde by mohli ostatné zložky mlieka negatívne vplývať na samotné meranie. Výrobca vyslovene hovorí o vzorkách nebovinných mliek. Meranie oproti normálnemu módu sa z pohľadu postupu merania nijako nelíši, akurát je pomalšie. V predchádzajúcej štúdií (Drončovský et al.,

2022) sme preukázali, že pri surovom kozom mlieku je korelačný koeficient medzi výsledkami z kultivačnej metódy a z metódy na princípe laserovej prietokovej cytometrie vyšší, ak sú vzorky na zariadení BactoScan merané vo „vylepšenom“ móde. Cieľom tejto štúdie je posúdiť, či somatické bunky prirodzene vyskytujúce sa vo vyšších počtoch v surovom kozom mlieku, majú s so spoľahlivosťou merania mikrobiologickej kvality súvis.

Materiál a metódy

V práci boli použité vzorky (bazénové aj individuálne) surového kozieho mlieka, ktoré boli odoberané ručne od rôznych prvovýrobcov surového kozieho mlieka z celého Slovenska. Vzorky boli po odbere konzervované Acidiolom a boli uchovávané pri teplote 1°C až 8°C až do doby skúšania. Všetky skúšky boli vykonané zvyčajne do 48 hodín po odbere vzoriek.

CPM bol meraný kultivačnou metódou podľa EN ISO 4833-1. Metóda bola vnútrolaboratórne kontrolovaná opakovaným meraním vybraných vzoriek rôznymi pracovníkmi, berúc do úvahy kritérium reprodukovateľnosti a externe účasťou v medzilaboratórnom porovnaní (Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o., ČR).

Súbežne s týmto meraním boli vzorky merané aj na zariadení BactoScan FC, ktoré bolo vybavené softvérom Foss Integrator (FOSS Dánsko). Každé meranie sa uskutočnilo paralelne a v dvoch módoch merania – „normálnom“ a „vylepšenom“ móde. Metóda bola vnútrolaboratórne kontrolovaná meraním opakovateľnosti, chyby z prenosu a používaním slepých vzoriek, pilotných vzoriek a mliečnych štandardov (Milk and Dairy Institute Dr Huefner, Nemecko). Externe sa laboratórium zúčastňovalo medzilaboratórnych porovnaní (Milk and Dairy Institute Dr Huefner, Nemecko).

Somatické bunky boli vo vzorkách mlieka merané na zariadení Fossomatic 7, ktoré bolo vybavené softvérom Foss Integrator (FOSS Dánsko). Každá vzorka bola meraná trikrát. Zariadenie bolo kalibrované v trojmesačných intervaloch na kalibračné certifikované referenčné materiály – somatické bunky v kozom mlieku (Milk and Dairy Institute Dr. Huefner, Nemecko). Metóda bola vnútrolaboratórne kontrolovaná meraním opakovateľnosti, chyby z prenosu a používaním slepých vzoriek, pilotných vzoriek a mliečnych štandardov (Milk and Dairy Institute Dr. Huefner, Nemecko). Externe sa laboratórium zúčastňovalo medzilaboratórnych porovnaní (Milk and Dairy Institute Dr. Huefner, Nemecko).

Všetky namerané výsledky boli transformované do škály dekadických logaritmov. Prepočítavacie vzťahy boli vypočítané ako rovnice lineárnej čiary, po vylúčení 1% najvyšších a najnižších výsledkov z oboch metód.

Výsledky a diskusia

Ako už bolo spomenuté v úvode tohto článku, preukázali sme (Drončovský et al., 2022), že meranie vzo-

Tab. 1 Predbežný prepočet výsledkov merania mikrobiologickej kvality surového kozieho mlieka na zariadení BactoScan FC do stupnice KTJ.ml⁻¹

Počet vzoriek (n)	Mód merania	Rovnica prepočtu	s _(y,x)	Korelačný koeficient (R)
400	Normálny	$\log_{10}(\text{KTJ.ml}^{-1}) = 0,975 \times \log_{10}(\text{IBC.ml}^{-1}) - 0,353$	0,77	0,70
395	Vylepšený	$\log_{10}(\text{KTJ.ml}^{-1}) = 1,158 \times \log_{10}(\text{IBC.ml}^{-1}) - 1,139$	0,66	0,79

Tab. 2 Distribúcia počtov somatických buniek vo vzorkách surového kozieho mlieka

Počet vzoriek	476
Priemerná hodnota (geometrický priemer)	902 000 .ml ⁻¹
Maximálna hodnota	25 512 000 .ml ^{-1*}
Minimálna hodnota	52 293 .ml ⁻¹
Počet vzoriek (0 – 499 000) .ml ⁻¹	27 %
Počet vzoriek (500 000 – 999 000) .ml ⁻¹	35 %
Počet vzoriek (1 000 000 – 1 499 000) .ml ⁻¹	12 %
Počet vzoriek (1 500 000 – 1 999 000) .ml ⁻¹	7 %
Počet vzoriek > 2 000 000 .ml ^{-1*}	19 %

* Hodnota mimo rozsah kalibrácie zariadenia

riek surového kozieho mlieka na zariadení BactoScan FC vo „vylepšenom“ móde má svoje opodstatnenie, pretože korelačný koeficient medzi výsledkami kultivačnej metódy a metódy na princípe laserovej prietokovej cytometrie bol vyšší a zároveň hodnota s_(y,x) nižšia, ako keď sa použil normálny mód merania (Tab. 1). Znamená to, že pri vytvorení reprezentatívneho prepočtu výsledkov merania na zariadení BactoScan FC do stupnice KTJ.ml⁻¹ bude tento spoľahlivejší, pokiaľ budú vzorky surového kozieho mlieka merané v tomto móde.

Samozrejme, uvedené prepočty sú len predbežné, pretože počet použitých vzoriek nebol ešte reprezentatívny, v zmysle požiadaviek ISO 21187. Avšak sa predpokladá, že i pri väčšom počte vzoriek bude situácia obdobná.

Somatické bunky v surovom kozom mlieku nie sú povinný ukazovateľ kvality, podľa Nariadenia ES č. 853/2004, pretože ich priamy súvis s ochorením mliečnej žľazy nie je jednoznačný. Napriek tomu majú tieto vplyv na technologickú kvalitu mlieka a jeho senzorké vlastnosti pri jeho spracovaní a začínajú sa používať ako indikátor kvality mlieka. Počty somatických buniek v surovom kozom mlieku sú prirodzene vyššie, ako v mlieku kravskom a môžu sa vyskytovať bežne aj v počtoch 1 100 000 .ml⁻¹ až 1 300 000 .ml⁻¹ (Bognanovičová et al., 2016; Novotná et al., 2018). Podľa štúdie Podhoreckej et al., 2021 už počty nad 600 000 .ml⁻¹ môžu negatívne ovplyvniť technologickú kvalitu kozieho mlieka.

V nami meranom súbore vzoriek surového kozieho mlieka bola distribúcia počtov somatických buniek nasledovná (Tab. 2).

Na základe nameraných údajov sa potvrdilo že geometrický priemer počtov somatických buniek sa pohybuje na hranici 1 mil.ml⁻¹ (902 000 .ml⁻¹) pričom pod touto úrovňou bolo 62% nameraných vzoriek. Predsa však sa v súbore vzoriek nachádzali aj také, ktoré mali veľmi vysoké počty somatických buniek – 26 % vzoriek nad 1 500 000 .ml⁻¹.

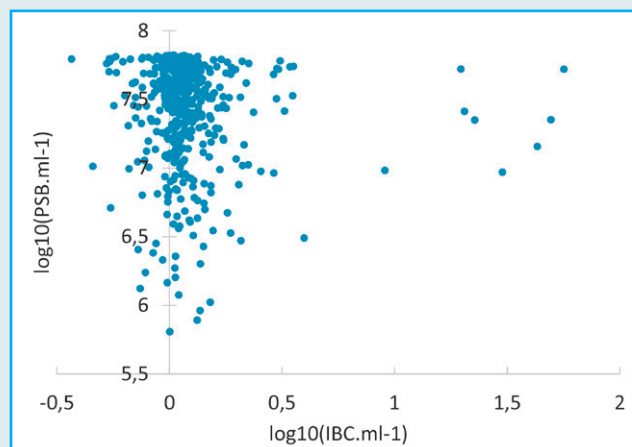
Somatické bunky v surovom kozom mlieku sú oveľa menšie, ako somatické bunky v kravskom mlieku. Z tohto dôvodu, je aj na kalibráciu prietokových cytometrov potrebné použiť špeciálne referenčné materiály (STN ISO 13366-2). Aj

v našom laboratóriu majú aktuálne kalibračné rovnice na zariadení Fossomatic rôzne tvary pre surové kravské a ovčie mlieku ($y = 1,004x$) a pre surové kozie mlieko ($y = 0,926x$) – tieto sa môžu meniť po každej kalibrácii.

Hoci presný postup merania mikrobiologickej kvality na zariadení BactoScan (ako aj na zariadeniach iných značiek) nie je presne známy, pretože je komerčne chránený, predpokladá sa, že „vylepšený“ mód merania súvisí aj s tým, koľko potenciálne interferujúcich zložiek môže daná vzorka obsahovať. Obr. 1 poskytuje analýzu, či počty somatických buniek môžu mať vplyv na meranie mikrobiologickej kvality surového kozieho mlieka na zariadení Bactoscan FC. Z obrázku je zrejme súvislosť medzi rozdielmi počtov IBC meraných v „normálnom“ a „vylepšenom“ móde a počtami somatických buniek. V praxi sa ukázalo, že počty IBC merané v „normálnom“ móde sú zvyčajne vyššie, ako vo „vylepšenom“ móde. Z uvedeného obrázku vyplýva, že naozaj rozdiely v meraní IBC medzi oboma módmi sa zvyšovali so stúpajúcim počtom somatických buniek vo vzorkách a u niektorých vzoriek boli značné (v rozmedzí 1,0 až 2,0) log₁₀ IBC.ml⁻¹ – rozdiely merané na úrovni počtov somatických buniek približne 7,0 log₁₀X a vyššej. Na druhej strane táto závislosť nie je platná všeobecne, pretože, u väčšiny vzoriek boli rozdiely minimálne.

Záver

Počty somatických buniek v surovom kozom mlieku, nie sú povinný ukazovateľ kvality v Európskej únii. Ich vyšší počet, ale môže negatívne ovplyvniť senzorkú kvalitu mliečnych výrobkov, najmä dlho zrejúcich syrov



Obr. 1 Závislosť rozdielov meraní IBC.ml⁻¹ v „normálnom“ a „vylepšenom“ móde na zariadení BactoScan FC a počtov somatických buniek v surovom kozom mlieku

(Chan et al., 2010). V USA boli stanovené aj limity pre počty somatických buniek v kozom mlieku a to pre triedu A maximálne 1 000 000.ml⁻¹ (PMO, 2007). Meranie tohto ukazovateľa má však svoj význam aj z pohľadu metodiky spoľahlivého merania celkového počtu mikroorganizmov metódou laserovej prietokovej cytometrie. Tu, pri používaní zariadenia BacoScan sa určite odporúča vykonať takéto merania vo „vylepšenom“ móde, pretože neistota merania pri prepočte na jednotky KTJ bude menšia, ako pri „normálnom“ móde – neistota merania sa zvykne počítať ako 1,96 x s(y,x). Napriek tomu, ako to všeobecne pri tvorení takéhoto prepočtu býva, sa môžu vyskytnúť vzorky, kde vytvorený prepočet v porovnaní s priamym počítaním kolónií, nemusí byť spoľahlivý. Práve vzorky s vysokými počtami somatických buniek môžu byť v tomto problematické. V takých prípadoch je vhodné na meranie CPM použiť určenú kultivačnú metódu. Teda aj z tohto dôvodu má pri posudzovaní kvality surového kozieho mlieka má zmysel pracovať s informáciou o počte somatických buniek. Navyše pre chovateľa, či spracovateľa kozieho mlieka to môže byť cenná informácia pre ďalšie spracovanie mlieka.

Z vykonanej štúdie vyplýva aj to, že pokiaľ laboratórium používa na prepočet výsledkov z laserovej prietokovej cytometrie do stupnice KTJ.ml⁻¹ rovnicu, ktorá bola vytvorená meraním vzoriek v „normálnom“ móde, pri prechode merania vo „vylepšenom“ móde, by malo vytvoriť rovnicu novú, nakoľko táto sa bude od pôvodnej pravdepodobne odlišovať.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci projektu APVV-20-0204 „Metóda pre hodnotenie mikrobiologickej kvality surového kozieho mlieka a aplikácia autochtónnych kyslomliečnych baktérií pri spracovaní nebovinných mliek.“

Použitá literatúra

- BOGDANOVIČOVÁ, K., VYLETĚLOVÁ-KLIMEŠOVÁ, M., BABÁK, V., KALHOTKA, L., KOLÁČKOVÁ, I., KARPÍŠKOVÁ, R. (2016): Microbiological quality of raw milk in the Czech Republic. *Czech Journal of Food Sciences*, 3, s. 189–196
- DRONČOVSKÝ, M., TOMÁŠKA, M., KOLOŠTA, M. (2022): Úvod do optimalizácie stanovenia celkovej mikrobiologickej kvality surového kozieho mlieka metódou laserovej prietokovej cytometrie v: Hygiena a technológia potravín LI. Lenfeldovy a Höklovy dny – Sborník přednášek a posterů (Golian, J., Dudříková E, E., Pospiech, M., Javůrková, Z. ed..) 12. – 13. október 2022, Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, Brno, s. 128–132
- CHAN, S.X., WANG, J.Z., VAN KESSEL, J.S., REN, F.Z., ZENG, S.S. (2010): Effect of somatic cell count in goat milk on yield, sensory quality, and fatty acid profile of semisoft cheese. *Journal of Dairy Sciences*, 93, s. 1345. doi: 10.3168/jds.2009-2366
- ISO 21187|IDF 196. 2021. Milk – Quantitative determination of bacteriological quality – Guidance for establishing and verifying a conversion relationship between routine method results and anchor method results, ISO|IDF
- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 z 29. apríla 2004, ktorým sa ustanovujú osobitné hygienické predpisy pre potraviny živočíšneho pôvodu. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX%3A02004R0853-20190726&qid=1604494902566>

NOVOTNÁ, L., SVITÁKOVÁ, A., RYCHTÁŘOVÁ, J., FANTOVÁ, M., NOHEJLOVÁ, L. (2018): methodology of under description and the effect on somatic cell count in Czech White Shorhaired goat breed. *Medycyna Weterynaryjna*, 74, s. 497–500

PMO (2007): Grade „A“ Pasteurized milk ordinance. Public health Service, FDA, U. S. Department of health and Human Services, Washington, DC http://www.michigan.gov/documents/mda/MDA_DP07PMOFinal_251324_7.pdf Accessed Dec. 18, 2008

PODHORECKÁ, K., BORKOVÁ, M., ŠULC, M., SEYDLOVÁ, R., DRAGOUNOVÁ, H., ŠVEJCAROVÁ, M., PEROUTKOVÁ, J., ELICH, O. (2021): Somatic cell count in goat milk: An indirect quality indicator. *Foods*, 10, 1046. doi: 10.3390/foods.10051046

STN EN ISO 4833-1 (2014): Mikrobiológia potravinárskeho re´azca. Horizontálna metóda na stanovenie počtu mikroorganizmov. Časť 1: Metóda počítania kolónií kultivovaných pri 30 °C zalievaním inokula. ÚNMS SR

STN EN ISO 13366-2 (2007): Mlieko. Stanovenie počtu somatických buniek. Časť 2: Návod na obsluhu zariadenia na elektronické počítanie častíc fluorescenčnou optickou metódou. SÚTN

SUHREN, G., BARTH, K., TOMÁŠKA, M. (2005): Erfahrungen bei der Untersuchung von Schaf- und Ziegenmilch mit dem Bactoscan® FC-Verfahren. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 57, s. 65–72

TOMÁŠKA, M., SUHREN, G., HANUŠ, O., WALTE, H.-G., SLOTTOVÁ, A., HOFERICOVÁ, M. (2006): The application of flow cytometry in determining the bacteriological quality of raw sheep milk in Slovakia. *Le Lait*, 86, s. 127–140

Korespondující autor: Ing. Martin Tomáška, PhD.

Výskumný ústav mliekárenský, a.s., Dlhá 95,

010 01 Žilina, Slovensko, e-mail: tomaska@vumza.sk

Prijato dne: 29. 11. 2022

Lektorováno: 20. 1. 2023

SOUČASNÝ STAV SVĚTOVÉHO MLÉKÁRENSTVÍ

Jiří Kopáček

Českomoravský svaz mlékárenský z.s.

Abstrakt

Rešeršní článok popisuje súčasný stav svetového mlékárenství, který byl hodnocen na *World Dairy Summit IDF* v indickém Dillí v září 2022.

Celkově lze konstatovat, že ani v roce 2021 neměl další rok pandemie COVID-19 zásadní dopad na globální mlékárenský sektor. Podprůměrný byl ale růst světové produkce mléka a v závěru roku prudce rostoucí náklady na energie, krmiva a hnojiva začaly ovlivňovat vývoj v roce 2022. Stejně jako v posledních letech došlo k významnému růstu mléčné produkce především v Indii, Pákistánu a Číně. Vysoký růst zaznamenala především výroba buvolího mléka.

Dodávky mléka ke zpracování zůstaly poměrně stabilní, došlo ovšem k propadu výroby u většiny produktových kategorií, s výjimkou sýrů. V návaznosti na růst světové populace se zvýšila celosvětová spotřeba mléka vyjádřená v hodnotě mléčného ekvivalentu o +1,4 %.