

MOŽNOSTI DETEKCE FALŠOVÁNÍ MLÉKA REDUKCÍ POČTU SOMATICKÝCH BUNĚK RŮZNÝMI METODAMI

Oto Hanuš¹, Hana Nejeschlebová¹, Gavin Thompson², Radoslava Jedelská¹, Petr Tichovský³, Jaroslav Kopecký¹, Murat Su², Jitka Čejková²

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

² Bentley Czech s.r.o., Prostějov

³ Moravia Lacto a.s., Jihlava

Possibilities of detecting milk adulteration by reducing the somatic cell count using various methods

Abstrakt

Je uveden stav hledání analytické metody s potenciálem pro identifikaci umělé redukce počtu somatických buněk (ARPSB) v mléce jako nelegální praktiky manipulace se syrovým mlékem s porušením jeho autenticity. Je zmíněna nepotvrzená hypotéza pro mléčné enzymy jako indikátory ARPSB. Studium probíhá v oblasti hypotéz možných změn ve spektrech u infračervené spektroskopie (MIR-FT) a ve frekvenční distribuci (průměr a tvar) počtu somatických buněk (PSB) prostřednictvím ARPSB. Jako způsobila k identifikaci ARPSB je uvedena kalkulace získaná metoda komparace hodnot laktoferinu (LF) a PSB po ARPSB. Tato situace nastává: - při zachytu koncentrace LF v syrovém kravském mléce > 250 mg/l; - při souběžném zachytu PSB ≤ 350 tis./ml. Jako další možnost s potenciálem 85 % spolehlivosti je zmíněna také nová polská metoda (Warsaw University of Life Sciences, 2025) vyhodnocení mikroskopického obrazu mléka prostřednictvím AI po ARPSB. Zde se předpokládá změněný obraz centrifugací poškozených fosfolipidů membrán tukových globulí. Je zřejmé, že k případnému potvrzení podezření z použití technologie ARPSB v praxi bude zatím potřebné kombinovat více doporučených analytických postupů.

Klíčová slova: syrové mléko, počet somatických buněk, laktoferin, tuková globule, porušení autenticity

Abstract

The state of the search for an analytical method with the potential for identifying artificial reduction of somatic cell count (ARSCC) in milk as an illegal practice of manipulating raw milk with violation of its authenticity is presented. An unconfirmed hypothesis for milk enzymes as indicators of ARSCC is mentioned. The study is in the area of hypotheses of possible changes in the spectra of infrared spectroscopy (MIR-FT) and in the frequency distribution (diameter and shape) of the number of somatic cells (SCC) through ARSCC. The calculation-obtained method of comparing the values of lactoferrin (LF) and SCC after ARSCC is presented as capable of identifying ARSCC. This situation occurs: - when the concentration of LF in raw cow's milk is > 250 mg/l; - when the simultaneous detection of SCC ≤ 350 thousand/ml. Another option with a potential of 85% reliability is also mentioned a new Polish method (Warsaw University of Life Sciences, 2025) of evaluating the microscopic image of milk using AI after ARSCC. Here, a changed image is assumed by centrifugation of damaged phospholipids of fat globule membranes. It is clear that in order to possibly confirm the suspicion of the use of ARSCC technology in practice, it will be necessary to combine several recommended analytical procedures.

Keywords: raw milk, somatic cell count, lactoferrin, fat globule, authenticity violation

Potřeba kontroly kvality syrového mléka

Aby byly vytvořeny podmínky pro zajištění zdravotní bezpečnosti mléčného potravinového řetězce a dále pro možnost zvyšování podílu produkce náročnějších mléčných výrobků s vyšší přidanou hodnotou, je kvalita syrového mléka dlouhodobě kontrolována poměrně frekventním stanovováním celé řady analytických ukazatelů. Některé kvalitativní limity mohou činit problémy některým chovům v celkových dodávkách mléka, kdy z důvodu vyššího výskytu subklinických mastitid dosa-

hují v celkové dodávce vyšší počet somatických buněk ((PSB) > 400 10³ml⁻¹), než je požadovaný (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu, ve znění konsolidovaném k 9. listopadu 2024), a tak musí část mléka z dodávky vyřazovat. Tento vyřazovaný objem se nejčastěji pohybuje od 0 do 3 %, ovšem, místy může být i vyšší, tedy i přes 5 %. To je pak ekonomicky alarmující situace, která, aby tomu zabránili, může vést u některých chovatelů i k použití specifické centrifugační technologie arteficiální redukce PSB (ARPSB). To je však z pohledu potravinové legislativy nekalá praxe a postup lze označit za porušení autenticity potravinové suroviny, tedy za její falšování. Dřívější, dnes neplatná (přesto stále setrvačně pokračující v kvalitativních požadavcích dodavatelsko-odběratelských smluv), norma ČSN 57 0529 (Syrové kravské mléko) obsahovala klauzuli, že syrovému mléku nesmí být nic přidáno ani ubráno. Dnes tento požadavek vystavují sice nezávazné cechovní normy (dobrovolný, akreditační systém Potravinářské komory České republiky, Cechovní norma – Syrové kravské mléko 2016-03-18-0127), ale zejména evropská legislativa, Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013 ze dne 17. prosince 2013, Část III, Mléko a mléčné výrobky: „Mlékem“ se rozumí výhradně běžná tekutina vylučovaná mléčnou žlázou získaná z jednoho nebo více dojení bez toho, aby se do ní cokoli přidávalo nebo z ní odebíralo.

Výzkumný ústav mlékárenský se spolupracujícími pracovišti řeší výzkumný projekt ke zlepšení analytických možností při identifikaci ARPSB: MZe NAZV Země QK 21010212 s názvem „Vývoj metod pro kontrolu manipulace kvality mléka určeného k dalšímu technologickému zpracování a zajištění jeho autenticity“.

Cíl práce

Cílem této práce bylo shrnout dosavadní vývoj při hledání analytických metod s potenciálem identifikovat použití ARPSB v praxi.

Projekt našeho pracoviště se již dříve zabýval identifikací falšování mléka malých přežvýkavců mlékem kravským (Rysová a kol., 2021, 2022) tzn., že určité zkušenosti s hledáním potencionálních analytických metod byly získány již dříve.

Spektrum analytických metod použitých podle hypotéz k hledání potenciálu identifikace ARPSB

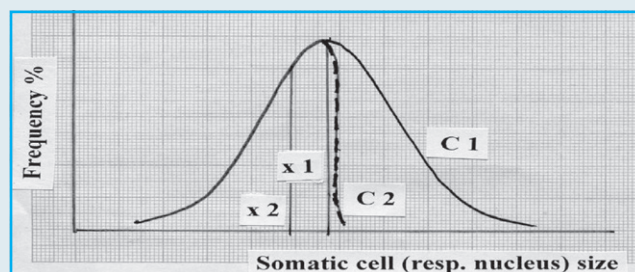
Projektové hypotézy pro hledání analytických metod s potenciálem indikovat použití ARPSB v praxi byly:

- odhad potenciálu identifikace ARPSB pomocí výsledků enzymatických metod (semikvantitativní testy aktivit – kataláza, esteráza, laktátdehydrogenáza). Předpokladem bylo zachování vysoké aktivity enzymů

v mléce po ARPSB, tedy při nízkém PSB – aktivita enzymů bude vysoká pro vysoké PSB a s ARPSB pro výrazný pokles PSB (cca o 50 %) nebude klesat, nebo jen minimálně (o přímou vazbu relevantních enzymů na membrány a další orgány neutrofilů). ARPSB bude pak indikována „vysokou“ aktivitou enzymů (ve vybrané kombinaci) a „nízkým“ PSB (pod cca 300 tis./ml). Hypotéza je zatím nepotvrzena, možná pro nižší citlivost použitých testů. Později byl proveden přechod k hodnotám laktoferinu (LF) v mléce se stejným předpokladem (po faktickém ověření stability hodnoty LF po ARPSB) jako u enzymů, kdy výsledky se jevíly nadějně pro daný účel;

- odhad potenciálu identifikace ARPSB pomocí výsledků průtočné cytometrie (FC) PSB. Hypotézou byl předpoklad o vlivu ARPSB na průměrnou velikost somatických buněk a tvar frekvenční distribuce PSB (Obr. 1). Hypotéza je zatím ověřována;
- odhad potenciálu identifikace ARPSB pomocí výsledků spekter infračervené spektroskopie (MIR-FT). Hypotézou je předpokládán vliv ARPSB na změny spektrálních charakteristik. Hypotéza je ověřována, ale první výsledky se zatím nejeví příznivě;
- odhad potenciálu identifikace ARPSB pomocí výsledků metody NMR (hmotnostní magnetická rezonance), hypotéza o vlivu ARPSB na charakteristiky NMR (Kejdová – Rysová a kol., 2025, kde jistě pozitivní výsledky ve smyslu nalezení potenciálu k identifikaci ARPSB byly zaznamenány);
- odhad potenciálu identifikace ARPSB pomocí výsledků metody MALDI-TOF, hypotéza o vlivu ARPSB na charakteristiky MALDI-TOF, zatím v ověřování.

Obr. 1 Zobrazení hypotézy možného vlivu nežádoucí technologie ARPSB na frekvenční distribuci osciloskopického záznamu průtočné cytometrie (FC) PSB



Frequency % = Frekvence %; Somatic cell (resp. nucleus) size = Velikost somatické buňky (resp. jejího jádra); C 1 = Gaussova distribuční křivka pro původní mléko; C 2 = distribuční křivka pro identické mléko po ARPSB; x 1 = aritmetický průměr křivky 1; x 2 = aritmetický průměr křivky 2.

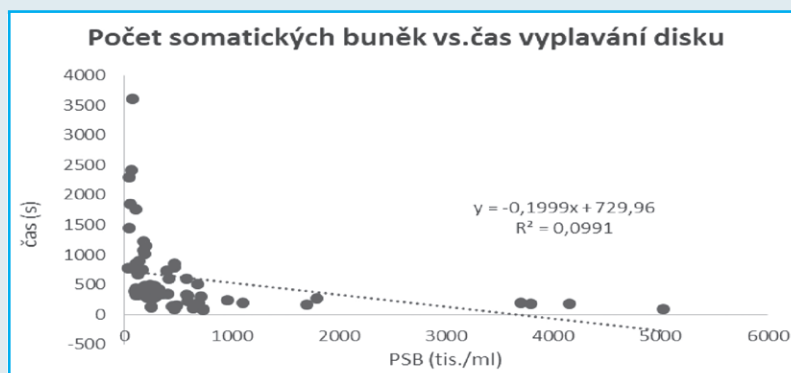
Profil některých dosažených postupů a výsledků možností analytické identifikace ARPSB

V rámci studie (Kejdová Rysová a kol., 2025) bylo odebráno 56 běžných vzorků bazénového kravského mléka ze čtyř farem (plemeno dojnic Holštýn a České strakaté v poměru 2 : 1), včetně kontrolních vzorků pocházejících

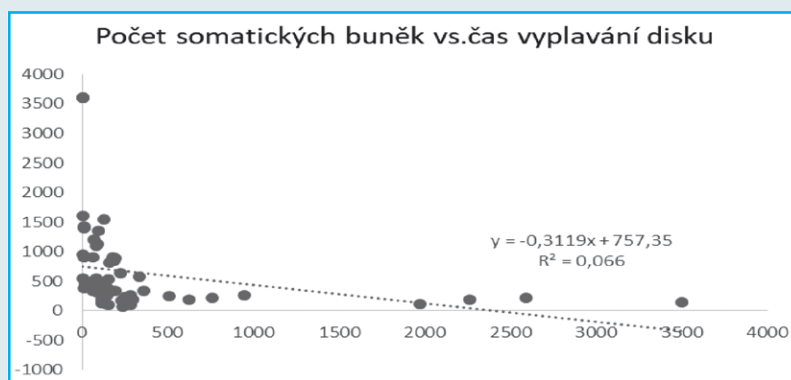
od stád vykazujících nízký výskyt subklinické mastitidy i přídatků mléka mastitidního. Všechny vzorky byly podrobeny ARPSB ($n = 112$, původní mléko a párové ekvivalenty falšovaného mléka). Následně byla provedena fyzikálně-chemická analýza. Pro detailní analýzu struktury a dynamiky metabolitů v mléku byla použita technika nukleární magnetické rezonance (NMR) s využitím jednorozměrného experimentu *noesypr1d*. Získaná data byla statisticky zpracována diskriminační analýzou založenou na metodě částečných nejmenších čtverců (PLS-DA). Bylo zjištěno, že model PLS-DA nedokázal s dostatečnou přesností odlišit vzorky mléka před a po centrifugaci, což naznačuje, že tento technologický zásah neovlivňuje nízkomolekulární profil mléka. Naproti tomu klasifikace dle PSB při hranici PSB $400 \text{ } 10^3 \text{ ml}^{-1}$ dosáhla přesnosti 74,5 %, při striktnějším vymezení skupiny vzrostla přesnost na 81,2 %. Ještě vyšší klasifikační přesnost byla pozorována při použití nižšího prahu PSB $200 \text{ } 10^3 \text{ ml}^{-1}$, a to 84 %. Zahnutí doplňkových parametrů (obsah laktózy, pH, vodivost atd.) nepřineslo významné zlepšení predikce. Z výsledků vyplývá, že NMR je schopna zachytit sekundární metabolické stopy zánětlivých procesů, i když byl vzorek mléka ošetřen technologií ARPSB.

Dále byla provedena analýza výsledků, podle shora uvedené hypotézy, k detekci falšovaných vzorků mléka na základě měření aktivity vybraných nativních enzymů. Aktivita některých nativních enzymů mléka je úzce spjata se zdravotním stavem mléčné žlázy. U aktivity některých enzymů (např. kataláza, laktátdehydrogenáza, esteráza) byly zjištěny korelace s PSB. V praxi mlékařství lze zaznamenat příležitostně aktivitu vedoucí k falšování suroviny prostřednictvím nežádoucího snížení PSB (ARPSB). Cílem bylo ohodnotit potenciál různých vybraných mlékařských analytických metod k možnosti odhalování (identifikace) ARPSB. Bylo odstředěno (ARPSB) 64 vzorků mléka. U původních i odstředěných vzorků mléka byl současně stanoven PSB průtokovou cytometrií přístrojem Somacount 300 (Bentley Instruments Inc., Chaska, Minnesota, USA) a přístrojem DeLaval Cell Counter (Hisira et al., 2024) a aktivita enzymů katalázy, laktátdehydrogenázy a esterázy. Enzym kataláza rozkládá peroxid vodíku na O_2 a H_2O . Disk namočený v mléce po vhození do zkumavky obsahující peroxid vodíku klesne ke dnu, avšak v důsledku kyslíku vznikajícího rozkladem peroxidu vodíku je opětovně vynesena na hladinu. Čas, za který tento jev nastane, je nepřímo úměrný aktivitě katalázy v mléce. Na disky o průměru 6 mm bylo nanášeno 15 μl syrového mléka. Následně byly disky vhozeny do zkumavky s obsahem 5 ml 3% peroxidu vodíku v Tris HCl (Sigma Aldrich), pH 7,2. Byl zaznamenán čas, který

Obr. 2 Platnost hypotézy se potvrdila u enzymatických testů pouze částečně pro katalázu a laktátdehydrogenázu: Výsledky pro katalázu ($r = -0,315$) v původním mléce (bez ARPSB)



Obr. 3 Platnost hypotézy se potvrdila u enzymatických testů pouze částečně pro katalázu a laktátdehydrogenázu: Výsledky pro katalázu ($r = -0,257$) v mléce s ARPSB

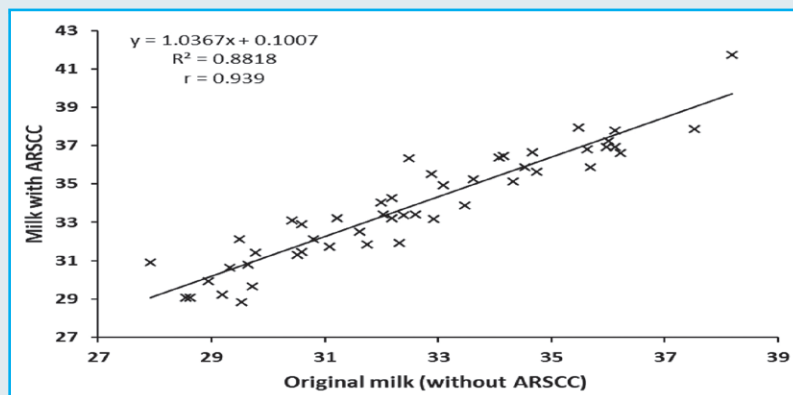


uplynul mezi okamžikem vhození disku do zkumavky a jeho vyplaváním na hladinu. Stanovení aktivity laktátdehydrogenázy v mléce testem Uddercheck: reagenční podložka testovacího proužku obsahuje imobilizovaný substrát L-laktát. V sérii spřažených reakcí je L-laktát oxidován enzymem laktátdehydrogenáza (LDH) a současně je redukován indikátor nitrotetrazoliová modř na fialový formazan. Intenzita fialové barvy je úměrná koncentraci LDH v mléce. Stanovení aktivity esterázy v mléce testem PortaSCC Quick Test: V důsledku chemické reakce barviva na testovacím proužku a enzymu esterázy v mléce se proužek barví modře. Intenzita zbarvení je úměrná aktivitě esterázy v mléce. Některé výsledkové vztahy mezi sledovanými jsou uvedeny na Obr. 2 a 3. Nicméně, z výsledků převážně vyplývá, že aktivita enzymů s ARPSB mírně poklesla, což testy podchytily (nebylo očekáváno), potvrdily tedy svoji původní funkci, ale nikoliv výzkumnou hypotézu, přičemž se citlivost převážně semikvantitativních testů jevila pro daný rozsah manipulací s mlékem jako poměrně nedostatečná.

Metodickou otázkou byl také vliv ARPSB na kvalitativní ukazatele mléka. Z etického pohledu je zřejmé, že mléko od mastitidních dojníc do potravinového řetězce samozřejmě nepatří. Mastitidní mléko může, kromě vyššího zastoupení patogenů mastitid (např. *Staphylococcus aureus*, *St. haemolyticus*, *Streptococcus uberis*, *Str. dysgalactiae*, *Escherichia coli*, atd.), které sice bu-

dou inaktivovány pasterací, také obsahovat tepelně stabilní, zdravotně rizikové enterotoxiny jako produkty metabolismu těchto bakterií a zánětu celkem. Tím je dostatečně definována rizikovost takové případné praxe ARPSB. Dále je odejmutí části z PSB z mléčné suroviny porušením potravinové legislativy (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1308/2013), kde je, jak již bylo zmíněno, explicitně stanoveno, že odejmuto nic být nesmí. Přes tato omezení byly, pro kompletní informaci, provedeny studie posouzení vlivu ARPSB na kvalitu syrového kravského mléka. Bylo zjištěno (Hanuš a kol., 2025 b), že na všech hladinách původního PSB v mléce provedení ARPSB v rozsahu cca 50 % vede ke zvýšení hodnoty jogurtového testu, tedy ke zlepšení výchozí kvality mléka ve smyslu zlepšení jeho kysací schopnosti ($+ 1,29 \pm 1,0$ °SH; $P < 0,001$; Obr. 4). Toto poměrně nečekané zjištění lze však logicky vysvětlit skutečností, že s odstraněním určité části PSB z mléka je také odstraněn relevantní podíl gamaglobulinů, jako protilátek na membránách somatických buněk, které by jinak mohly přispívat k dílčí inhibici použité ušlechtilé mlékařské kultury (termofilní jogurtová kultura YC-180, 50U (Chr. Hansen, Denmark), *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*).

Obr. 4 Vztah KSM (°SH) v původním mléce a v mléce po ARPSB



$n = 49$, $r = 0,939$, $P < 0,001$; Original milk (without ARSCC) = Původní mléko (bez ARPSB); Milk with ARSCC = Mléko s ARPSB.

Ve většině našich zpracovaných jogurtů byl po ARPSB pozorován ve vyšší míře výskyt žlutých tukových oček na povrchu výrobku. Tento jev svědčí o existenci vyšší míry uvolněného tuku a tedy i volných mastných kyselin. To ovšem může limitovat trvanlivost relevantního mléčného výrobku. Protože tento fenomén nebyl nijak exaktně změřen, resp. kvantifikován, lze ho onačit pouze za výsledek pozorování ze zkušenosti. Tento poznatek je však v souladu s polskou metodikou kontroly ARPSB (Golebiewski a kol., 2025), s předpokladem porušení integrity obalů tukových kuliček v důsledku falšování mléka. Také jogurt s vyšším PSB měl významně vyšší ($P < 0,05$) obsah volných mastných kyselin (Fernandez a kol., 2007).

Na téma vlivu ARPSB (byla nalezena pouze jedna práce) na technologické vlastnosti mléka Carmo a kol.

(2024) zjistili, že mléko s $PSB \leq 200\,000$ v 1 ml vykazovalo vyšší výtěžnost v syrařství a ačkoli centrifugace a mikrofiltrace snížily obsah mléčného tuku (centrifugace z 3,3 na 2,9 %), celkové sušiny (centrifugace z 11,8 na 11,27 %) a PSB (centrifugace z 221 na $122\,10^3 \times \text{ml}^{-1}$), tyto procesy neovlivnily výtěžnost čerstvého syra. Toto zjištění však bylo uděláno při nižších hladinách PSB.

Rozsah provádění ARPSB v praxi lze těžko odhadovat. Nekalá činnost je obvykle prováděna přes noc, pod zámek, a nikdo se jí přirozeně nechlubí, jak plyne implicitně z logiky věci. Přesnější odhad tedy neexistuje. V Polsku bylo uvedeno (Golebiewski a kol., 2025), že by se ARPSB mohla týkat 10 až 15 % dodávek mléka do mlékáren. Je možné se domnívat, že v ČR to může být podobné. Poměrně zásadní ovšem může být, pro způsobilost analytické identifikace ARPSB, a to pro všechny testované metody, mísicí poměr (ředicí; poměry přilítí ošetřeného mléka do neošetřeného (původního)), nebo ošetření celého objemu dodávaného mléka ARPSB. Tyto vlivy mohou metodicky komplikovat efektivitu prokazování ARPSB (Hanuš a kol., 2025 a).

Až doposud, do roku 2025, nebyly nalezeny žádné studie naznačující analytickou možnost identifikace ARPSB, až nyní (Golebiewski a kol., 2025): ARPSB vlivem odstředovací technologie poškozuje tukové kapénky (tukové globule (TG)) tím, že uvolňuje obalové fosfolipidy

do mléka. Porušením membrán tukových kuliček pak logicky dochází k uvolnění tuku do mléka, kdy vlivem vlastních enzymů z mléka, ale i bakteriálních (pseudomonády, Vyletělová a kol., 2000) může v čase docházet lipolýzou ke zřetelnému vzrůstu obsahu volných mastných kyselin a tím logicky i k porušení trvanlivosti mléka a následně vyrobených mléčných produktů, tedy ke zhoršování kvality. Tento přístup (Golebiewski a kol., 2025) pak pracuje s hypotézou možné identifikace ARPSB:

- obaly TG mléka (fosfolipidy a proteiny) lze vhodně obarvit na mikroskopickém preparátu mléka a vizualizovat a snímkovat;

- pak může vzniknout rozdíl v obrazech mezi nativním mlékem s původními globulemi a falšovaným mlékem s částečně centrifugací destruovanými obaly TG mléka;

- rozdíl může být vyhodnocen vhodnou metodou analýzy obrazu.

Mikroskopický snímek vyhodnocený algoritmy neuro-nové sítě prostřednictvím umělé inteligence umožňuje identifikovat ARPSB. Účinnost detekce přesahuje 85 % (Golebiewski a kol., 2025). Je patrné, že je zde naznačen vyšší podíl neidentifikovatelných případů, než by mohlo být žádoucí, což je ovšem případ všech doposud popsaných metod s možným potenciálem pro detekci ARPSB (Kejdová Rysová a kol., 2025; Hanuš a kol., 2025 a).

Po zamítnutí hypotézy možnosti použití enzymatických testů v kombinaci s PSB pro identifikaci ARPSB se ukázalo, že v této hypotéze by obsah LF mohl nahradit výsledky enzymatických testů. Obsah LF v mléce nebyl významně redukován postupem ARPSB ani podle výsledků referenční metody vysoce účinné kapalinové chromatografie (HPLC), ani podle nepřímé metody infračervené spektroskopie (ve středové oblasti infračerveného záření a s aparátém Fourierovy transformace po vyhodnocení měření rozdílů celého spektra) MIR-FT (Nejeschlebová a kol., 2024). Provedená studie naznačila možnost potenciálu identifikace ARPSB (se spolehlivostí 80 % kvalifikovaným odhadem) komparací hodnot LF a PSB v mléce. Aplikací studovaných typů analýz PSB průtočnou cytometrií (FC) a LF v bazénovém mléce metodou HPLC nebo MIR-FT) a vhodnou kombinací výsledků lze odhadnout podezření na praktické použití ARPSB jako nelegální praktiky. Tato situace nastává: - při zachytu koncentrace LF v syrovém kravském mléce > 250 mg/l; - při souběžném zachytu PSB ≤ 350 tis./ml. Korelace mezi stanovením LF metodou referenční (HPLC) a nepřímou (MIR-FT) byla 0,767, $P < 0,001$. Korelace mezi zdravotně významnými složkami mléka pak byly: - $\log \text{PSB} \times \text{LF (HPLC)}$ 0,578, $P < 0,001$; - $\text{LF (HPLC)} \times \text{laktóza}$ -0,451, $P < 0,001$. Z výsledků lze tedy vyvozovat, zejména ze vztahu mezi LF určeným metodami HPLC a MIR-FT, že pro vyšší spolehlivost případné detekce ARPSB je samozřejmě vhodnější až potřebné využívat výsledků stanovení LF metodou HPLC.

Závěr

Jak plyne z uvedeného souhrnu výsledků, otázka možností analytické identifikace použitím postupu ARPSB v mlékařské praxi je stále komplikovaná a není dořešena s konečnou potřebnou jistotou. Je tak zřejmé, že k případnému potvrzení podezření z použití ARPSB bude zatím potřebné kombinovat více doporučených analytických postupů.

Práce vznikla za podpory projektů MZe NAZV ZEMĚ QK 21010212 a MZe RO 1425.

Seznam literatury

- CARMO, R. M. d., NASCIMENTO, L. E. C. d., LEO, P. V. T., DE PAULA, G. H., DIAS, M. B. d. C., FERNANDES, P. B., MESQUITA, A. A., NICOLAU, E. S., REZENDE, M. M. R., SOUSA, W. A. d., A KOL. (2024): Influence of somatic cell removal on milk quality and yield. *Beverages*, 10, 1: 5.
- FERNANDEZ, A. M., OLIVEIRA, C. A. F., LIMA, C. G. (2007): Effects of somatic cell counts in milk on physical and chemical characteristics of yoghurt. *International Dairy Journal*, 17, (2), s. 111–115. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2006.02.005>

GOLEBIEWSKI, M. A KOL. (2025): SGGW researchers use AI to assess milk quality. Warsaw University of Life Sciences, 2025. <https://www.sggw.edu.pl/en/sggw-researchers-use-ai-to-assess-milk-quality/#:~:text=Milk%20fraud%2C%20which%20involves%20separating,of%20milk%20fraud%20from%20the>

HANUŠ, O., NEJESCHLEBOVÁ, H., KLIMEŠOVÁ, M., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R., NEJESCHLEBOVÁ, L. (2025 a): Metodika CM 48 – Vybrané mastitidní ukazatele jako příznaky podezření na neoprávněné snížení počtu somatických buněk v syrovém kravském mléce. ISBN 978-80-88390-14-5.

HANUŠ, O., NEJESCHLEBOVÁ, H., LEGAROVÁ, V., KEJDOVÁ-RYSOVÁ, L., ŘÍHA, J., SAMKOVÁ, E., THOMPSON, G., NĚMEČKOVÁ, I., KLIMEŠOVÁ, M., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R. (2025 b): The effect of artificial reduction of the somatic cell count, as a violation of authenticity, on milk quality indicators. *Czech Journal of Animal Science*, 70, (8), s. 319–334. <https://doi.org/10.17221/90/2025-CJAS>

HISIRA, V., ZIGO, F., KADAŠI, M., KLEIN, R., FARKAŠOVÁ, Z., VARGOVÁ, M., MUDROŇ P. (2024): Comparative analysis of methods for somatic cell counting in cow's milk and relationship between somatic cell count and occurrence of intramammary bacteria. *Veterinary Sciences*, 10, 5.

KEJDOVÁ RYSOVÁ, L., CEJNAR, P., NEJESCHLEBOVÁ, H., LEGAROVÁ, V., MASCELLANI BERGO, A., HAVLÍK, J. (2025): Klasifikace počtu somatických buněk metodou NMR spektroskopie jako nástroje pro detekci falšování kravského mléka. XXVII. Den VÚM, Praha. Poster, 29. 5. 2025.

NEJESCHLEBOVÁ, H., HANUŠ, O., BARTÁKOVÁ, K., PARSONS, C., SAMKOVÁ, E., VORLOVÁ, L., THOMPSON, G., HASONOVÁ, L., KONEČNÝ, R., NAVRÁTILOVÁ, P., KLIMEŠOVÁ, M. (2025): Lactoferrin content determined in bovine milk by HPLC and mid-infrared spectrometry – relation to udder health and potential for detection of milk adulteration. *Czech Journal of Animal Science*. Manuskript přijat k publikaci, v tisku.

NEJESCHLEBOVÁ, H., HANUŠ, O., BARTÁKOVÁ, K., SAMKOVÁ, E., KOPECKÝ, J., JEDELSKÁ, R. (2024): Metodika CM 46 - Postup rychlého stanovení obsahu laktoferinu v mléce rutinní metodou infračervené spektrometrie. ISBN: 978-80-88390-12-1 https://agronavigator.cz/sites/default/files/users/user446/Postup_rychleho_stanoveni_laktoferinu.pdf

RYSOVÁ, L., CEJNAR, P., HANUS, O., LEGAROVA, V., HAVLIK, J., NEJESCHLEBOVA, H., NEMECKOVA, I., JEDELSKA, R., BOZIK, M. (2022): Evaluation of MALDI-TOF MS technology in small ruminants' milk adulteration using raw bovine milk. *Journal of Dairy Science*, 105, (6), s. 4882–4894. <https://doi.org/10.3168/jds.2021-21396>

RYSOVÁ, L., LEGAROVA, V., PACAKOVA, Z., HANUS, O., NEMECKOVA, I., KLIMESOVA, M., HAVLIK, J. (2021): Detection of bovine milk adulteration in caprine milk with N-acetyl carbohydrate biomarkers by using ¹H nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal of Dairy Science*, 104, (9), s. 9583–9595. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-20077>

VYLETĚLOVÁ, M., FICNAR, J., HANUŠ, O. (2000): Vliv lipolytických enzymů *Pseudomonas fluorescens* na uvolňování mastných kyselin z mléčného tuku. *Czech Journal of Food Science*, 18, (5), s. 175–182.

Korespondující autor:

prof. Ing. Oto Hanuš, Ph.D.
Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.,
Ke Dvoru 12a, 160 00 Praha 6,
e-mail: hanus.oto@seznam.cz

Přijato do tisku: 9. 10. 2025

Lektorováno: 24. 11. 2025