

# NOVELIZACE ODBORNÉHO POHLEDU NA KYSELOST SYROVÉHO KRAVSKÉHO MLÉKA, 2024

## REVISION OF THE EXPERT OPINION ON THE ACIDITY OF RAW COW'S MILK, 2024

Oto Hanuš<sup>1</sup> – Hana Nejeschlebová<sup>1</sup> – Gavin Thompson<sup>2</sup> –  
Marcela Klimešová<sup>1</sup> – Murat Su<sup>2</sup> – Jaroslav Kopecký<sup>1</sup> –  
Radoslava Jedelská<sup>1</sup> – Jitka Čejková<sup>2</sup> – Petr Tichovský<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Výzkumný ústav mlékárenský, Praha, Zemědělská 16, Šumperk 787 01

<sup>2</sup> Bentley Czech s.r.o., Dolní, Prostějov 1, 796 01

<sup>3</sup> Moravia Lacto a.s., Jiráskova 2430/94, Jihlava 1, 586 01

### ABSTRACT

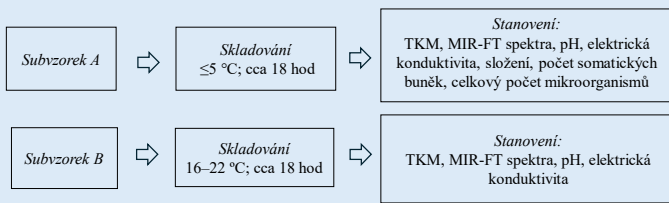
This work aimed to address some new aspects of interest in titratable acidity of milk (TAM) that have emerged recently. Therefore, interpretation of TAM values from the current point of view was updated on the created database. Further, calibration models of Fourier transformed mid-infrared spectroscopy (MIR-FT) for rapid TAM estimation were found (A calibration correlation coefficient  $r = 0.695$  ( $P < 0.001$ ),  $n = 207$ ; A and B  $r = 0.91$  ( $P < 0.001$ ),  $n = 414$ )). Lastly, calibration model for pH estimation from MIR-FT spectra was validated (A and B,  $n = 418$ ;  $r = 0.907$  ( $P < 0.001$ )).

### ÚVOD

Titrační kyselost mléka (TKM) je významná technologická vlastnost, má složku primární a sekundární. Zatímco primární TKM vyjadřuje kyselost původních složek mléka, sekundární TKM je ukazatelem získané kyselosti (mikrobiální rozklad laktózy, příp. kontaminace kyselými sanitacními prostředky). V mlékařské vyspělých zemích včetně ČR se v důsledku dlouhodobě stabilní kvality mléka od sledování TKM v kontrolních laboratořích upustilo a TKM zůstala sledována prakticky pouze mlékárnami. Řada zemí ve světě však TKM dále v kvalitě suroviny zohledňuje, především v náročnějších transportních a klimatických podmínkách (Machado et al., 2017; Özdemir a Kahyaoglu, 2020; Khastayeva et al., 2021). Proto je zde zájem o rychlé stanovení TKM pomocí rutinní infračervené spektroskopie. Předmětem opětovného zájmu v ČR se TKM stala opět v srpnu 2023, kdy byly mlékárnami hlášeny abnormálně nízké hodnoty TKM nakupovaného mléka. V souvislosti s novými aspekty zájmu o TKM bylo cílem této práce *i*) na vytvoření databázi novelizovat pohled na interpretaci hodnot TKM z aktuálního pohledu, *ii*) nalézt efektivní modely kalibrace nepřímé rutinní metody infračervené spektroskopie ve středové oblasti s Michelsonovým interferometrem a Fourierovou transformací (MIR-FT) pro rychlý odhad TKM a *iii*) validovat MIR-FT kalibrační model pro odhad pH.

### MATERIÁL A METODY

- Byly opakovaně odebrány bazénové vzorky syrového kravského mléka ( $n = 207$ ) z vazných, ale zejména volných (95 %) stájí ( $n = 36$ ) od května 2021 do dubna 2022, měsíčně cca 16.
- Soubor zahrnoval cca 5 000 dojníc s poměrně vyrovnaným zastoupením dojených plemen Holštýn (62 %) a České strakaté (38 %) pro poměry v ČR.
- V laboratoři byl každý vzorek rozdělen na 2 subvzorky a zpracován dle schématu níže.

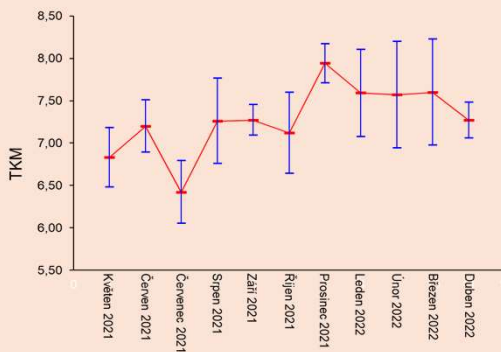


- TKM byla stanovena podle ČSN 57 0530 (ve "SH = ml  $\times$  2,5 mmol $\times$ l $^{-1}$ ); infraspektra pro TKM metodou MIR-FT na přístroji Bentley DairySpec FT (Bentley Instruments Inc.); složkové ukazatele (obsah tuku, hrubých bílkovin, monohydrátu laktózy, caseinu, tukuprosté sušiny, močoviny, volných mastných kyselin), počet somatických buněk na kombinovaném analyzátoru CombiFoss FT+ MilkoScan 7 (Foss Electric), CPM na průtokovém cytometru BactoScan FC (Foss Analytical A/S); aktivní kyselost mléka (pH) byla změřena pH-metrem 1100L (VWR pHenomenal pH); elektrická vodivost mléka na konduktometru Hanna Instruments.

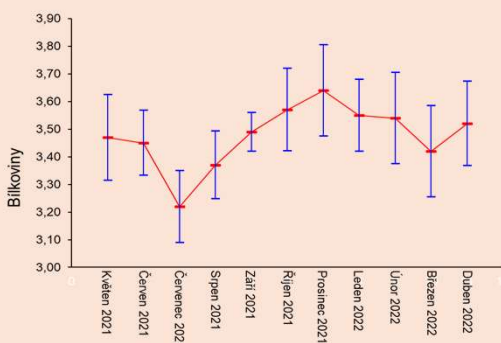
#### Statistické postupy

- Databáze 207 původních vzorků a 414 vzorků celkem (původní a modifikované) byly statisticky vyhodnoceny (MS Excel).
- Pro stanovené mléčné ukazatele byly vypočteny střední hodnoty (aritmický průměr ( $\bar{x}$ ), medián ( $m$ )), variabilita ve formě směrodatné odchylky ( $sd = s_x$ ) a variačního koeficientu ( $vx$  v %).
- Zaznamenaná spektra MIR-FT vyhodnotil podle TKM pan Craig Parsons (Bentley Instruments). Tím byly získány odhady TKM metodou MIR-FT.
- Byly vypočteny relevantní lineární regrese a korelační koeficienty ( $r$ ).

### VÝSLEDKY A DISKUZE



Obr. 1 Sezónní dynamika primární TKM (°SH; A,  $n = 207$ ).



Obr. 2 Sezónní dynamika obsahu hrubých bílkovin (%; A,  $n = 207$ ).

Tabulka Základní charakteristiky mléčných ukazatelů a primární TKM (A,  $n = 207$ ) a sekundární s primární TKM (B,  $n = 207$ ) v bazénových vzorcích mléka pro celý kalendářní rok a dvě dojená plemena.

Ukazatel	TKM	VOD	pH	PSB	T	HB	L	STP	MOC	CPM
Jednotka	°SH	mS $\times$ cm $^{-1}$	-	10 $^3$ $\times$ ml $^{-1}$	%	%	%	%	mg $\times$ l $^{-1}$	10 $^3$ KJT $\times$ ml $^{-1}$
x A	7,28	4,46	6,75	204	4,03	3,48	4,99	9,1	256	18
sd	0,566	0,165	0,059	103	0,294	0,176	0,086	0,199	80	61
x B	13,76	4,87	6,25							
sd	6,961	0,426	0,553							
párový t-test	13,07	15,18	12,98							
signif.	P<0,001	P<0,001	P<0,001							

A, původní mléko; B přirozeně fermentované mléko; x aritmický průměr; sd směrodatná odchylka; TKM, titrační kyselost mléka; VOD, vodivost (elektrická vodivost); pH, aktivní kyselost; PSB, počet somatických buněk; T, obsah tuku; HB, obsah hrubých bílkovin; L, koncentrace monohydrátu laktózy; STP, obsah sušiny tukuprosté; MOC, koncentrace močoviny; CPM, celkový počet mezofilních mikroorganismů.

- V souboru A sezónní průběh středních hodnot TKM zřetelně kopíroval sezónní průběh středních hodnot obsahu hrubých bílkovin, s maximem v zimě a minimem v létě (obr. 1 a 2).
- To bylo podpořeno pozitivní korelací TKM a hrubých bílkovin ( $r = 0,611$ ;  $P < 0,001$ ). Jako pravděpodobná příčina poklesu TKM v letním období se jeví pokles obsahu bílkovin v mléce v důsledku tepelného stresu dojníc.
- V databázích A a B byly v transmisním modu MIR-FT (DairySpec FT) derivovány kalibrační modely pro TKM podle relevantních spekter MIR-FT:
- Model A ( $n = 207$ , původní mléko, primární TKM)
  - kalibrační korelační koeficient 0,695 ( $P < 0,001$ ),  $n = 207$ ;
  - je méně těsný, vhodný pro odhad TKM v oblastech s dobrou technologií chlazení mléka, bezproblémovou dopravní infrastrukturou, menšími svozovými vzdálenostmi a mírnějším klimatem.
- Model A a B ( $n = 414$ , primární a sekundární TKM)
  - kalibrační korelační koeficient 0,91 ( $P < 0,001$ ),  $n = 414$ ;
  - je těsnější, vhodný pro odhad TKM v oblastech s problémy s dopravní infrastrukturou, slabší technologií chlazení, většími svozovými vzdálenostmi, drsnějším klimatem.
- Validace (A a B,  $n = 418$ ) kalibračního modelu (Bentley Instruments, USA) pro odhad pH metodou MIR-FT poskytla regresní lineární rovnice  $y = 0,9619x - 0,1593$  a korelační koeficient  $r = 0,907$  ( $P < 0,001$ ). Jedná se o překvapivě nadějný výsledek pro efektivní využití v analytické praxi.

### ZÁVĚR

Práce ozřejmila praktickou aktuální interpretaci hodnot titrační kyselosti mléka s ohledem na četné faktory a nové možnosti analytických postupů.

### PODĚKOVÁNÍ

Sdělení vzniklo s podporou záměru MZE, RO 1424 a projektu MZE NAZV KvalSom, Zemědělč. č. QK21010212. Dílčí aktivita Odboru živočišné výroby České akademie zemědělských věd.

### LITERATURA

Khastayeva, A. Z. et al. (2021): Qualitative indicators of milk of Simmental and Holstein cows in different seasons of lactation. Veterinary World, 14(4): 956–963. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2021.956-963>.  
Machado, S. C. et al. (2017): Seasonal variation, method of determination of bovine milk stability, and its relation with physical, chemical, and sanitary characteristics of raw milk. Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian Journal of Animal Science, 46(4): 340-347. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000400010>.  
Özdemir, D., Kahyaoglu, D. T. (2020): Identification of microbiological, physical, and chemical quality of milk from milk collection centers in Kastamonu Province. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 44: 118–130. <https://doi.org/10.3906/vet-1908-86>.