

VÝZNAM HODNOTY TITRAČNÍ KYSELOSTI MLÉKA DŘÍVE A NYNÍ – část I

Oto Hanuš¹, Jan Říha², Josef Kučera³,
Zdeňka Hegedúšová⁴, Radoslava Jedelská¹

¹ Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o.

² Bentley Czech s.r.o., Praha

³ Českomoravská společnost chovatelů a. s., Hradištko;
Praha

⁴ Taura ET s.r.o., Litomyšl

Importance of the titratable acidity value of milk before and now – part I

Abstrakt

Tato rešerše (část I) o významu a způsobech měření hodnot titrační kyselosti mléka (TKM) shrnuje zdroje variability a ostatní charakteristiky tohoto technologického ukazatele. Práce uvádí dále dřívější dosažené poznatky o TKM, vývoj problematiky sledování TKM a definuje význam tohoto ukazatele a způsoby jeho měření pro současnost. Současné globální, provozní podmínky mlékařského prostředí ukázaly na potřebu vývoje rychlé predikce hodnoty TKM pro kontrolu kvality mléka dodávaného k mlékárenskému zpracování v oblastech se specifickými, těžšími geografickými, klimatickými a technologickými podmínkami, ale také pro flexibilní, metodickou možnost rychlé kontroly kvality vzorků mléka v relevantních mlékařských experimentech.

Klíčová slova: hygiena dojení, látkové složení mléka, produkční poruchy dojnic, technologické vlastnosti mléka

Abstract

This review (part I) on the importance and methods of measuring the values of titratable acidity of milk (TMA = TKM) summarizes the sources of variability and other characteristics of this technical indicator. Paper presents

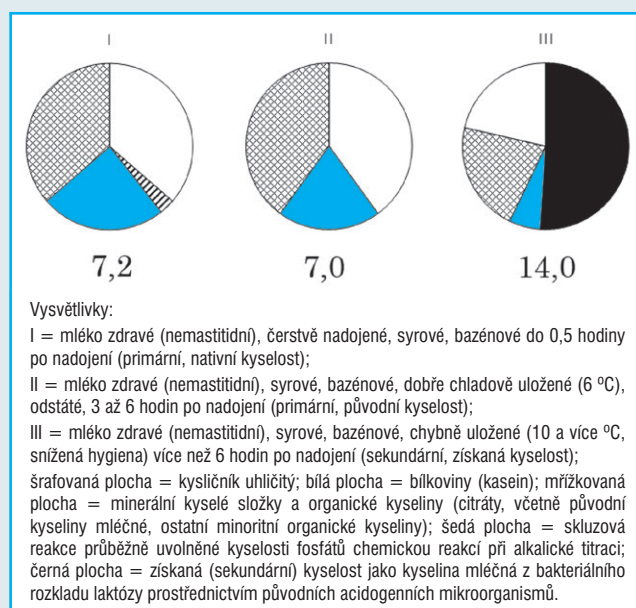
further previous knowledge about TMA, the development of TMA monitoring and defines the importance of this indicator and methods of measuring it for the present. Current global, operational conditions of the dairy environment have shown the need to develop a rapid prediction of the TMA value for quality control of milk delivered to dairy processing in areas with specific, more difficult geographical, climatic and technological conditions, but also for flexible, methodological possibility of rapid quality control of milk samples in relevant dairy experiments.

Keywords: milking hygiene, milk composition, production disorders of dairy cows, technological properties of milk

Současný stav

Titrační kyselost (TKM, nebo SH; PIJANOWSKI, 1977; KLÍČNÍK, 1978; DOLEŽAL et al., 2000; SAMKOVÁ et al., 2012; NAVRÁTILOVÁ et al., 2012) se stanovuje titračně-neutralizačním postupem podle normy ČSN 57 0530. TKM se vyjadřuje ve stupních Soxhlet-Henkela ($^{\circ}\text{SH}$, titrace roztokem NaOH v ml $0,25 \text{ mol} \times 100 \text{ ml}^{-1}$ (v $\text{ml} \times 2,5 \text{ mmol} \times 1^{-1}$)). Je ukazatelem kyselosti složek mléka (primární, nativní SH) a pak, po uložení mléka, také získané kyselosti (sekundární, získané SH) nestandardními procesy. Tyto jsou představovány rozkladem, tedy kysnutím mléka, např. při skladování a vyšší bakteriální kontaminaci. To je obvykle důsledkem zhoršené hygieny dojení nebo uložení a transportu mléka. Hodnotu TKM (SH) standardního mléka určuje nyní nezávazná norma ČSN 57 0529 od 6,2 do 7,8 $^{\circ}\text{SH}$. Např. (HANUŠ, 1992), v nasávací oblasti mlékárny s poradenským systémem ke kvalitě mléka činila $\text{TKM } 6,49 \pm 0,4 \text{ }^{\circ}\text{SH}$ (pět zimních měsíců, 1 866 vzorků bazénového mléka z 230 stájí 30 podniků). Nativní TKM je tvořena ze 2/5 kaseinem (PIJANOWSKI, 1977; KRATOCHVÍL, 1984; BOROŠ et al., 1988), ze 2/5 minerálními látkami a stopami organických kyselin a z 1/5 sekundární reakcí připadající na fosfáty (Obr. 1).

Původní, primární TKM kolísá v souborech individuálních vzorků mléka obou plemen (Holštýn (H) a České strakaté (C) – převažující populace dojnic v ČR)



Obr. 1 Hypotetické grafické znázornění možné dynamiky titrační kyselosti (°SH) mléka (proporcionální zdroje kyselosti)

kolem průměrů $7,52 \pm 0,89$ a $7,62 \pm 0,97$ a $7,27 \pm 0,9$ a $7,28 \pm 1,03$ °SH (plemeno C, vysoká a nízká mléčná užitkovost a plemeno H, totéž). Variační koeficienty tak činily 11,8 %, 12,7 % a 12,4 % a 14,1 % (HANUŠ et al., 2007; JANŮ et al., 2007; SOJKOVÁ et al., 2010 a, b). U bazénových vzorků mléka lze přirozeně očekávat variabilitu TKM nižší, poloviční až třetinovou oproti vzorkům individuálním, nebo čtvrtovým. Ve výsledcích je jasně patrné, vyšší obsah bílkovin a vyšší nativní SH, podle plemen i uvnitř plemen podle dojivosti. Rovněž byl nalezen významný ($P < 0,01$) pozitivní korelační koeficient mezi TKM a obsahem bílkovin 0,52 (GENČUROVÁ et al., 1997). Shodný ($P < 0,01$), ale méně těsný vztah ($r = 0,16$), byl potvrzen u dojnic plemen české strakaté a černostrakaté nížinné ve střední fázi laktace (individuální vzorky mléka, $n = 288$) také ke kaseinovému číslu (HANUŠ et al., 1995). Výše uvedené ohledně variability TKM (SH) bazénového mléka mohou doložit výsledky $7,14 \pm 0,54$ °SH ($n = 1331$, vzorky odebrány měsíčně po jeden rok, plemena C a H, cca 100 stád) a $6,62 \pm 0,38$ °SH ($n = 216$), kdy variační koeficienty činily 7,6 a 5,8 % (GENČUROVÁ et al., 1993, 1997).

Titrační kyselost mléka (TKM) je, od doby vzniku průmyslového mlékárenství, zejména ve Švýcarsku, jednou z prvních a nejdéle hodnocených vlastností mléka, spolu s obsahem tuku. Často byla stanovována pro kontrolu kvality mléka (složení a hygienické způsobilosti) a to až do konce osmdesátých let minulého století. Tedy až do doby plošného nasazení resazurinového testu (od 60. až 70. let, v ČR) nebo zavedení stanovení pyruvátu (kyseliny pyrohroznové; např. v Bavorsku). TKM byla využívána primárně ke kontrole mikrobiologické kvality mléka, tedy indikaci nežádoucího zkysnutí. V ČR byla TKM stanovována a intenzivně studována až do 90. let, jak

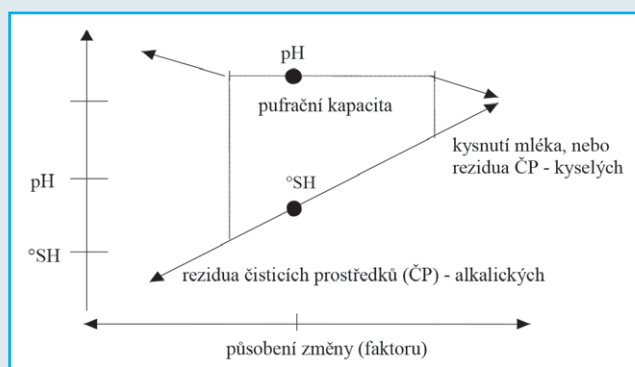
svědčí četné práce. Pak již, i když stanovení TKM v technologii v mlékárnách nevymizelo docela dodnes, byla tato analýza kvality při hodnocení syrového mléka nahrazena jinými, podstatou souvisejícími, ale náročnějšími a více vypovídajícími postupy. V souhrnu se jedná rámcově o stanovení celkového počtu mikroorganismů, stanovení skupin technologicky nežádoucích mikroorganismů, stanovení elektrické konduktivity, bodu mrznutí, počtu somatických buněk, obsahu bílkovin (resp. kaseinu) a dnes i volných mastných kyselin mléčného tuku. Tuto náhradu umožnil výzkum, vývoj a nástup modernějších analytických metod v mlékařství.

Popsaný vývoj proběhl podobně zejména v mlékařsky vyspělých zemích, tedy v západní a střední Evropě a na Islandu, v Severní Americe, Austrálii, na Novém Zélandu a v Jihoafrické republice. Další světové oblasti jako východní Evropa, Asie, Afrika, Oceánie a Jižní Amerika, které jsou obvykle geograficky a klimaticky náročnější, s extrémně velkou fluktuací počasí, s řidší sítí komunikací a většími vzdálenostmi, stejně jako déle trvajícím transportem (nezřídka s méně důkladným technologickým transportním vybavením) mléka ke zpracování, jsou kraje, kde je tento vývoj pomalejší a TKM je dodnes často využívanou hodnotou v mlékařství ke kontrole kvality syrového mléka. Stále jsou z tohoto pohledu velkou technologickou výzvou pro transport syrového mléka rozsáhlé horské, pouštní nebo severské končiny. Jak je patrné (ÖZDEMİR a KAHYAOGU, 2020), v Turecku slouží hodnota TKM (vyjadřovaná jako % kyseliny mléčné) k hodnocení kvality syrového mléka i dnes. Podobně platí také o Ruské federaci. Aktuálně a obecně je tedy TKM stále důležitou technologickou vlastností. Proto docházelo i k dalšímu výzkumu a vývoji metod rychlého, nepřímého stanovení této hodnoty.

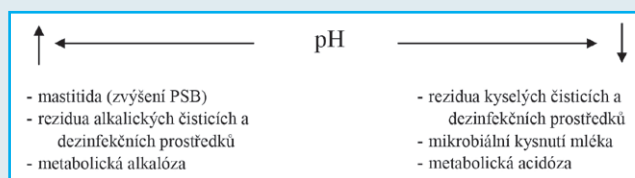
Vztahy TKM k faktorům mlékařské praxe a ostatním mléčným ukazatelům – zdroje přirozené (biologické, fyziologické a technologické) variability TKM

TKM je významná pro technologické zpracování mléka (pro sýrařství – koagulace, i pro fermentované mléčné výrobky), ale i pro trvanlivost mléka (konzumní mléko). Pufrační kapacita mléka je silnější v oblasti kyselé než alkalické. Proto když vzroste kyselost mléka, např. rozkladem laktózy bakteriální činností, zatímco hodnota pH ještě neklesá, hodnota SH již vzrůstá (Obr. 2). SH reaguje tedy citlivěji oproti pH. Proto někdy mezi kyselostmi pH a SH nemusí být příliš těsný vztah (Obr. 3). Pufrační kapacita mléka je, jak známo, chemicky determinována obsahy fosfátů, koloidního kalcium-fosfátu, citrátů, uhličitánů, proteinů a solí kyseliny mléčné v mléce (PIJANOWSKI, 1977; KLÍČNÍK, 1978; NAVRÁTILOVÁ et al., 2012). TKM ovlivňuje řada faktorů, závisí na kyselé reakci organických kyselin, solí a bílkovinných molekulárních konců, které určují nativní hodnotu TKM. Proto, čím více bílkovin tím vyšší TKM a naopak, neboť

bílkoviny tvoří až 2/5 nativní kyselé reakce mléka. TKM pak může vzrůstat kysnutím mléka (bakteriální rozklad, např. laktobacily nebo lépe baktériemi mléčného kvašení) nebo kyselými příměsími (dezinfekční prostředky). Tímto způsobem může dosáhnout TKM hodnot až 12 až 14 °SH, pokud zůstane mléko v tekutém stavu. TKM může naopak klesat prostřednictvím alkalických příměsí (dezinfekční prostředky; Obr. 2). TKM také reaguje na metabolický stav (normální, metabolická acidóza nebo alkalóza) zvířete a tedy jeho výživu a následné složení mléka. Např. energetický deficit výživy dojníc značí méně bílkovin v mléce a i nižší nativní TKM. Např. BOROŠ et al. (1988), při studiu souboru bazénových vzorků (n = 23) s hodnotami TKM blízkými spodní hranici normy cca 6,3 °SH, spojují výskyt anomálně nízkých hodnot TKM s nedostatkem zásobení organismu dojnice energetickou složkou krmné dávky a narušení rovnovážného stavu mléka prostřednictvím porušení acidobázické rovnováhy metabolismu zvířat. Podobně argumentovali i MARTINKO a KROKAVEC (1987; cit. GENČUROVÁ a HANUŠ, 1998). Bylo zároveň poukázáno (BOROŠ et al., 1988) na snížený obsah hrubých bílkovin v mléce, rozpustných bílkovin a laktózy a sníženou stabilitu laktoproteinů, resp. mléka, vůči etanolu.



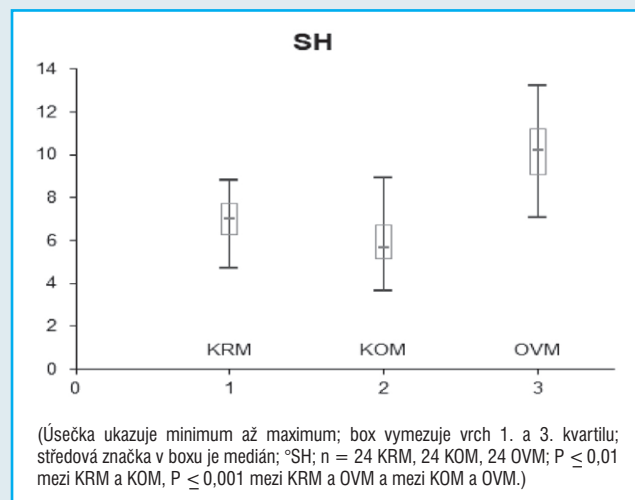
Obr. 2 Schéma vlivu pufrční kapacity mléka na změny kyselosti pH a SH



Obr. 3 Faktory působící na pH - jen malé kolísání u mléka z důvodu fyziologického uplatnění pufrční kapacity této biologické tekutiny

Nedávno bylo v ČR provedeno (HANUŠ et al., 2020), na sezónně a plemenně dobře profilovaných vzorcích bazénového mléka skotu (aritmetický průměr a směrodatná odchylka = $7,0 \pm 1,05$ °SH, variační koeficient $v_x = 15,0$ %), koz ($5,97 \pm 1,38$ °SH, $v_x = 23,1$ %) a ovcí ($10,15 \pm 1,69$ °SH, $v_x = 16,7$ %), srovnání hodnot původní TKM. Byly logicky shledány významné rozdíly (Obr. 4), v zásadě odpovídající i rozdílu v obsahu kyselých bílkovinných složek (především kaseinu)

u těchto druhů mléka. Je tak zřejmé, že biologický druh mléka je významným faktorem variability TKM. Byl také sledován vliv ranního a večerního dojení (SKÝPALA a CHLÁDEK, 2008) na hodnotu primární TKM během roku u krav plemene Holštýn (n = 12 dojníc). Rozdíl byl mezi nádoji nevýznamný ($P > 0,05$; 7,75 a 7,64 °SH). Již dříve BRAUNER a HANUŠ (1984) nenalezli významný rozdíl ($P > 0,05$) v TKM mezi ranním a večerním nádojem (12/12 hodin; $7,09 \pm 0,94$ a $7,45 \pm 0,75$ °SH, při korelaci 0,85 ($P < 0,01$), n = 70 a 70) pro červenostrakaté dojnice na 2. a vyšší laktaci. Mnohem větší vliv ($P < 0,01$) byl naopak pozorován v případě pořadí laktace dojníc (HANUŠ a FOLTYS, 1991), kde prvotelky vykazovaly vyšší hodnotu primární TKM oproti kravám na druhé a vyšší laktaci 7,19 versus 6,81 °SH, při PSB 202 versus $291 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$ (geometrický průměr). Zatímco roční období nebylo významným faktorem, plemeno krav se ukázalo být faktorem významným ($P < 0,01$): - české strakaté 7,03; - slovenské strakaté 6,64; - slovenské pincgavské 7,14; - černostrakaté nížinné 6,9 °SH. Významné korelační koeficienty ($P < 0,05$) TKM v této studii (n = 191) byly k: - obsahu kaseinu 0,2; - obsahu sušiny tukuprosté 0,23; - obsahu sušiny celkové 0,19; - indexu refrakce 0,18; - kysací schopnosti mléka 0,15; - aktivní kyselosti pH -0,22; - obsahu Ca 0,33; - obsahu anorganického P -0,2; - koncentraci chloridů -0,28; - PSB -0,28.



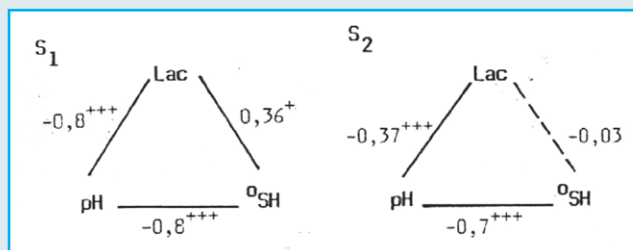
Obr. 4 Vliv druhu mléka (kráva KRM, koza KOM, ovce OVM) na titrační kyselost mléka (TKM, SH ve °SH)

Dalším důležitým sledovaným faktorem se ukázal být vliv intenzity hospodaření. Při produkci biomléka se ukázala významně ($P < 0,05$) vyšší hodnota TKM oproti konvenčnímu kravskému mléku (CERMANOVÁ et al., 2011) $8,34 \pm 0,87$ a $7,82 \pm 0,66$ °SH (n = 32 a 32, bazénové vzorky mléka plemene Holštýn). Podobné výsledky ($P < 0,001$) byly získány také v dřívější studii (HANUŠ et al., 2008) $8,71 \pm 0,48$ a $7,17 \pm 0,52$ °SH (n = 36 a 16, bazénové vzorky mléka plemene Holštýn). Nížinná (247 ± 46 m; při dojivosti $26,3 \pm 7,9$ kg/den) a podhorská (581 ± 26 m; při dojivosti $27,4 \pm 8,4$ kg/den)

oblast přitom nebyly zdrojem významné změny TKM $7,41 \pm 0,88$ °SH ($v_x = 11,8$ %) oproti $7,4 \pm 1,01$ °SH ($v_x = 13,6$ %) u 240 a 444 (plemeno České strakaté a Holštýn $\frac{1}{2}$ a $\frac{1}{2}$) individuálních vzorků mléka (HANUŠ et al., 2005). ÖZDEMİR a KAHYAĞLU (2020) označili sezónu v klasickém dělení jaro ($0,188 \pm 0,0$ %), léto ($0,191 \pm 0,01$ %), podzim ($0,18 \pm 0,01$ %) a zima ($0,178 \pm 0,01$ %), kdy léto je poměrně logicky nejvyšší, za významný ($P < 0,01$) faktor variability TKM v Turecku ($n = 240$; celkový aritmetický průměr $0,184 \pm 0,01$ % kyseliny mléčné; pH $6,61 \pm 0,13$). Také GENČUROVÁ a HANUŠ (1998) uvedli výrazný vliv sezóny po měsících na TKM včetně sezónní variability jednotlivých složek celkové TKM podle její frakcionace na zdroje jako kasein, sérové bílkoviny, koloidní kalciumfosfát, syrovátka, atd. (metodou dle LINGA, 1936). Dále TKM vykázala nižší hodnoty uprostřed laktace a vyšší na začátku a ke konci laktace (ČEJNA, 2006), což může souviset především s opačným průběhem křivky bílkovin, resp. kaseinu. Na začátku laktace měly prvotelky TKM 7,28 a starší krávy 7,22 °SH, uprostřed laktace 6,74 a 6,91 °SH a ke konci 7,31 a 7,56 °SH. RATHNAYAKE et al. (2016) pak technologicky ověřili na Sri Lance významně ($P < 0,01$) zvýšenou odolnost mléka (laktoproteinů) vůči koncentraci etanolu při nižších hodnotách TKM vyjádřené jako kyselina mléčná: - 0,1 % vůči 74 % etanolu; - 0,3 % vůči 66 %.

Ve studii s 553 bazénovými vzorky mléka krav plemene české strakaté a černostrakaté nížinné (HANUŠ et al., 1993 a) byly zjištěny významné ($P < 0,01$) korelace TKM ($6,88 \pm 0,52$ °SH; $v_x = 7,6$ %) k: - PSB -0,25; - obsahu acetonu -0,17; kyselosti pH -0,28; - elektrické vodivosti -0,33. Zejména u acetonu lze vztah interpretovat jako pokles TKM s růstem nedostatku energie ve výživě dojníc, tedy růstem obsahu acetonu jako ukazatele subklinické ketózy v souladu s názorem FAMIGLI-BERGAMINI (1987). V další studii (HANUŠ et al., 1993 b) s přidávkou nežádoucích metabolitů do mléka (močovina, aceton, dusičnany) bylo roční období prokázáno jako významný faktor TKM: - zima $6,8 \pm 0,4$ °SH, $n = 311$, bazénové vzorky; - léto $6,99 \pm 0,64$ °SH, $n = 224$. Byly rovněž, částečně překvapivě, nalezeny i vlivy genetické na tento metabolický ukazatel primární TKM (HANUŠ et al., 2011), kde vliv otců krav (na dcery) na TKM byl významný ($P = 0,0012$). Uvedené platilo pro 13 býků s více než 5 dcerami (prvotelkami) na otce plemene České strakaté při 191 individuálních vzorcích mléka s periodou vzorkování u krav od 90. do 180. dne laktace a s průměrnou TKM $8,23 \pm 1,03$ °SH ($v_x = 12,6$ %). Italská studie (MARIANI a BONATTI, 1988) zabývající se vysvětlením anomálních (zvýšených) hodnot primární TKM chemismem mléka uvádí zřetelnou vazbu TKM na obsah kaseinu, kaseinové číslo, zejména obsah fosforu a také vápníku ve smyslu popisu fosfokaseinátu vápenatého, jako ústřední bílkovinné molekuly kaseinových mlék, ale i disociovaných fosfátových a vápenných iontů (minerální fosfor a vápník). Vybraná mléka, anomál-

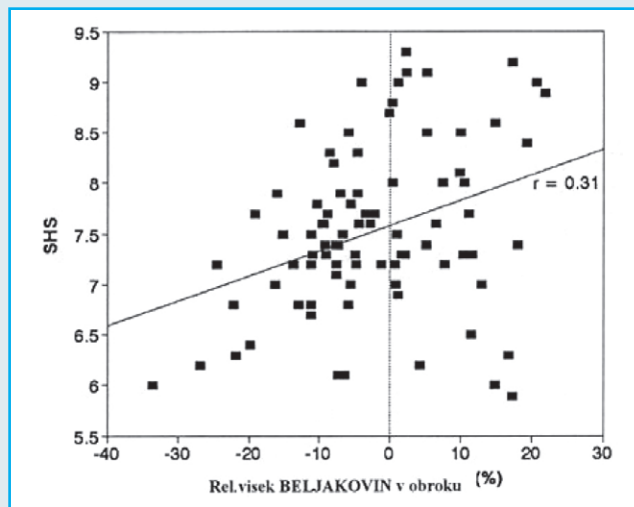
ní a normální, vykazovala TKM $4,18 \pm 0,25$ a $3,36 \pm 0,13$ °SH (ovšem na 50 ml mléka) při $2,5 \pm 0,21$ a $2,48 \pm 0,2$ % kaseinu, $99,4 \pm 6,8$ a $85,9 \pm 4,3$ mg/100 ml P, $115,2$ a $112,9$ mg/100 ml Ca a $78,2 \pm 1,9$ a $78,4 \pm 1,8$ % kaseinového čísla (kaseinový N \times 100/celkový N). MARIANI et al. (1989) pro sníženou a normální ($P < 0,001$) TKM $2,82 \pm 0,15$ a $3,33 \pm 0,34$ °SH (50 ml mléka) zaznamenali významné rozdíly ($P < 0,05$ až $P < 0,001$) pro: pH $6,78 \pm 0,03$ a $6,7 \pm 0,03$; - obsah kaseinu $2,1 \pm 0,16$ a $2,24 \pm 0,22$ %; - kaseinové číslo $76,54 \pm 1,7$ a $77,87 \pm 1,97$ %; - celkový P (organický i anorganický) $77,5 \pm 4,9$ a $87,3 \pm 5,8$ mg/100 ml; a nevýznamné ($P > 0,05$) pro: - celkový Ca (organický i anorganický) $104,7 \pm 4,8$ a $107,7 \pm 6,7$ mg/100 ml; - kyselinu citrónovou $171,9 \pm 18,3$ a $182,7 \pm 19,7$ mg/100 ml; - obsah monohydrátu laktózy $4,82 \pm 0,11$ a $4,89 \pm 0,12$ g/100 ml. PATSCHOVÁ a ŠMIDRIAKOVÁ (1990) našly rozdílné korelační vztahy mezi laktózou a kyselostí pH a TKM (SH) u skupin dojníc se sníženou (pod $6,2$ °SH; S1) a normální (S2) TKM (Obr. 5). U první skupiny byla záporná korelace -0,8 mezi laktózou a pH ($P < 0,001$) a kladná mezi laktózou a TKM 0,36 ($P < 0,05$). U druhé skupiny to bylo -0,37 ($P < 0,001$) a -0,03 ($P > 0,05$). V experimentu byly studovány vztahy pro původní TKM, primární, nikoliv tedy sekundární, čili jednalo se o principy fyziologických vztahů, neboť chemicky a chladem nekonzervované vzorky mléka byly zpracovány do 3 hodin po nadojení (Obr. 1).



Obr. 5 Korelační vztahy složek a vlastností kravského mléka ve vzorcích se syndromem primární snížené a normální TKM, S1 a S2 (podle PATSCHOVÁ a ŠMIDRIAKOVÁ, 1990)

Rozsáhlá dvouletá studie v celé ČR (Čechy a Morava; VARVAŽOVSKÝ et al., 1985) zahrnuje vybrané chovy s trvale nízkou TKM (pod $6,2$ °SH). Byl hodnocen charakter ustájení (vazné stelivové a volné boxové, od 96 dojníc po 1 048) a byly klasifikovány krmné dávky dojníc, kdy tehdejší mléčná užitkovost činila v průměru 3 600 kg mléka za laktaci. Zahrnutá plemena byla České černostrakaté, dále jeho kříženci s plemenem Ayrshire a Černostrakaté nížinné, a Černostrakaté nížinné. Podle klasifikace krmné dávky byla TKM: - vhodná 6,0 – 7,3; - s mírnou úpravou 6,0 – 7,6; - s úpravou většího rozsahu 6,0 až 7,0; - se zásadní úpravou 5,8 – 7,3 °SH. Zohledněny byly vztahy k ostatním složkám mléka, nicméně, závěry pro praxi pro snížení výskytu nízké TKM byly poměrně obecné: - zajistit vyrovnanost výživy dojníc; - zajistit vhodnou skladbu krmných dávek dojníc; - řádně vy-

bilancovat krmné dávky; - vyloučit z krmných dávek dieteticky nevhodná krmiva; - dodržovat zoohygienické zásady získávání mléka; - udržovat dojící techniku v požadovaném technickém a hygienickém stavu (pravidelný servis a údržba); - dbát o účinné a včasné chlazení mléka; - pravidelné efektivní čištění a dezinfekce dojící a chladičské techniky a úchovných tanků; - udržovat dobrý zdravotní stav dojnic; - vylučovat mléko léčených dojnic; - zásady správné praxe předávat pracovníkům prvovýroby mléka. Poměrně zajímavá studie se uskutečnila ve Slovinsku (PEN et al., 1994 a PEN, 1995) na příčiny zvýšených hodnot TKM v čerstvém mléce v letním období. Nebyl nalezen důvod v případně nehygienických podmínkách. Jednalo se zřejmě o nevyvážené diety dojnic při přebytku energie v krmných dávkách (Obr. 6), kdy mléčná močovina se neukázala jako vlivný faktor. Je doloženo, že ani vzorky s vysokou hodnotou TKM nebyly zatíženy zvýšenými celkovými počty mikroorganismů ($66,7\%$ vzorků do $100 \cdot 10^3 \text{ CFU} \cdot \text{ml}^{-1}$), kdy se tedy jednalo o analýzu původní (primární) TKM. Také byla představena metoda interpretace výskytu zvýšené hodnoty TKM (Tab. 1). V dřívější studii (HANUŠ a PITNEROVÁ, 1987) chovatelských faktorů v ČR byl prokázán celkově nevýznamný vliv sezóny s maximálními hodnotami v dubnu, květnu a listopadu a významný vliv plemene ($P < 0,01$) na TKM ($n = 426$; Červenostřakaté plemeno = $6,9$ a Černostrakaté plemeno = $6,72$ °SH). Souběžně (BRAUNER a HANUŠ, 1985) bylo zjištěno, že rostoucí TKM zkracovala významně ($P < 0,01$) enzymatickou syřitelnost (čas koagulace laktoproteinů).



Obr. 6 Korelační závislost TKM ($\text{SHS} = \text{°SH}$) na relativním obsahu bílkovin v krmné dávce krav ($n = 86$; $r = 0,31$; $P < 0,05$; podle PEN et al., 1994)

FISCHER et al. (2011; cit. MACHADO et al., 2017) v Brazílii se věnovali řešení problému výskytu alkoholové (tepelně) nestabilních mlék, která nebyla identifikována jako kyselá. Pro 1 583 vzorků kravského mléka ze tří roků uvedli průměrnou TKM $15,85$ °D ($v_x = 8,6$ %) s alkoholovou stabilitou $74,75$ %. Při rozdělení souboru (bazénové vzorky syrového mléka z 50 farem) po-

d o l o ž i t v e (enota)	vred.	< normativ >
suha snov v mleku (%)	13.49	
brezmasna suha snov (%)	9.04	
proteini v mleku (%)	3.44	
maščoba v mleku (%)	4.45	
laktóza (%)	5.00	
urea v mleku (%)	3.19	
rel. razmerje B/E v obroku (%)	0.88	
rel.višek beljakovin v obroku (%)	-1	
rel.višek energije v obroku (%)	12	

(obsah sušiny v mléce; obsah sušiny tukuprosté; obsah bílkovin v mléce; obsah tuku v mléce; obsah laktózy; koncentrace močoviny v mléce; poměr bílkoviny/energie v krmivu; relativní podíl bílkovin v krmivu; relativní podíl energie v krmivu)

Tab. 1 Interpretace výskytu zvýšené hodnoty primární TKM na případu jedné farmy (podle PEN et al., 1994)

dle alkoholové stability (≤ 72 , $72 - 78$, a > 78 °GL) pak byly rozdíly v TKM významné ($P < 0,0001$): $16,2$, $15,7$ a $15,5$ °D. Uvedené dále prokazuje význam znalosti hodnot TKM pro mlékárenské technologie. Nicméně, MOLINA et al. (2001) neuvedli stejnou podporu tomuto názoru, neboť v korelační matici neuvedli významný vztah TKM ani k alkoholovému testu ($r = 0,14$), ani k termostabilitě mléka ($r = 0,03$), ale pouze k aktivní kyselosti pH ($r = -0,47$, $P < 0,05$). Pak hodnotili (FISCHER et al., 2011) výsledky různých experimentů s ovlivněním výživy krav, kdy mléka kyselejší nebyla vždy více citlivá k alkoholovému testu, jak by se očekávalo, dokonce častěji i naopak. Při snížení živin v krmné dávce oproti normované na 50 % (v podstatě hladovějící zvířata) uvedli FISCHER et al. (2011, citace FRUSCALSO, 2007) TKM $15,03 < 17,31$ °D ($P = 0,0308$), pravděpodobně zejména kvůli souběžně silnější redukci obsahu kaseinu $2,07 < 2,21$ %, přičemž denní produkce mléka byla odpovídajícím způsobem téměř poloviční $10,11 < 19,69$ kg/den a citlivost vůči alkoholu zvýšená $68,89 < 77,41$ % a redukován byl i obsah anhydridu laktózy $4,51 < 4,67$ %. V jiném sledování (FISCHER et al., 2011, cit. ZANELA et al., 2006) živinově normované krmné dávky a krmení krav pouze pící (objemnou složkou), byla TKM snížena $18,23 < 19,56$ °D ($P = 0,0006$) a byl souběžně redukován obsah hrubých bílkovin $3,06 < 3,4$ % ($P = 0,0001$) i obsah laktózy $4,52 < 4,67$ % ($P = 0,0007$) při zvýšené citlivosti vůči alkoholu (76 %) $2,13 > 1,47$ ($P = 0,0434$), vyšší koncentraci močoviny v mléce $23,93 > 12,65$ mg/100ml ($P = 0,001$) a vyšším PSB $480 > 319 \cdot 10^3 \cdot \text{ml}^{-1}$. Zajímavý byl výsledek při konzumaci krav u aniontové diety (FISCHER et al., 2011). TKM byla nevýznamně snížena $16,77 < 17,36$ °D při snížené odolnosti vůči alkoholu $74,45 < 77,28$ % ($P = 0,0175$), poklesu laktózy $4,2 < 4,41$ % ($P = 0,0059$) a hrubých bílkovin v mléce $3,60 < 3,79$ % ($P = 0,0302$). Vůbec se ukázalo, že v Brazílii a Chile byly TKM, alkoholová stabilita a termostabilita mléka v posledních letech zvláště intenzivně studované technologické vlastnosti mléka (UNAM), zřejmě v těsné souvislosti s tamním progresivním rozvojem průmyslového zpracování mléka a souběžným výskytem případných technologických problémů. ROSA et al. (2020) v uvedené souvislosti

popsali schéma aktuální analytické metody identifikace tzv. UNAM bazénových vzorků, tedy nestabilních (pozitivní etanolový test 72 °GI a negativní test varem) nekyselých vzorků kravského mléka (pH ≥ 6,6 nebo TKM ≤ 18 °D). Zabývali se dále také vysvětlením možných faktorů zmíněného efektu.

Rešerše byla finančně podporována projektem NAZV Země QK 21010212.

Seznam literatury

- BOROŠ, V., KRČÁL, Z., SOBOTKA, J. (1988): Príspevok k objasneniu príčin anomálneho zloženia a anomálnych vlastností surového mlieka. *Mlékárenství*, s. 35-42.
- BRAUNER, J., HANUŠ, O. (1984): Technologické vlastnosti mléka a jeho chemické složky u večerního, ranního a celkového výdojku. *Bulletin VÚCHS Rapotín, Výzkum v chovu skotu*, 3, s. 5-9.
- BRAUNER, J., HANUŠ, O. (1985): Vzájemné vztahy technologických vlastností mléka a počtu somatických buněk vzhledem k jeho zpracovatelnosti. *Průmysl potravin*, 10, s. 97-100.
- CERMANOVÁ, I., HANUŠ, O., ROUBAL, P., VYLETĚLOVÁ, M., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., DOLÍNKOVÁ, A. (2011): Effect of organic farming on selected raw cow milk components and properties. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*, LIX, 6, s. 81-92.
- ČEJNA, V. (2006): Vliv laktace krav na vybrané technologické vlastnosti mléka. Doktorská práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, *Agronomická fakulta*, s. 28.
- ČSN 57 0529: Surové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování. *Czech Normalization Institute*, Prague, 1993.
- ČSN 57 0530: Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. 1972: ČNI Praha.
- DOLEŽAL, O., HLÁSNÝ, J., JÍLEK, F., HANUŠ, O., VEGRICHT, J., PYTLOUN, J., MATOUŠ, E., KVAPILÍK, J. (2000): Složení a kvalita mléka. *Odborná publikace „Mléko, dojení, dojírny“*, kap. 4 *Agrospoj Praha*, s. 239.
- FAMIGLI-BERGAMINI, P. (1987): Rapporti tra patologia (non mammaria) ed aspetti quali-quantitativi del latte nella bovina. *Società Italiana di Buiatria*, Bologna, 19, s. 8-10, 89-99.
- FISCHER, V., RIBEIRO, M. E. R., ZANELA, M. B., MARQUES, L. T., ABREU, A. S., MACHADO, S. C., FRUSCALSO, V., BARBOSA, R. S., STUMPF, M. T. (2011): Leite instável não ácido: um problema solução nável? Unstable non acid milk: a solvable problem? XXI Congresso Brasileiro de Zootecnia, Universidade Federal de Alagoas, 23 a 27 de maio, s. 1-19.
- GENČUROVÁ, V., HANUŠ, O. (1998): Sezónní dynamika fyzikálních a technologických vlastností individuálních vzorků kravského mléka. *Bulletin VÚCHS Rapotín, Výzkum v chovu skotu*, 3, s. 11-16.
- GENČUROVÁ, V., HANUŠ, O., BEBER, K., KOPECKÝ, J., HAVLÍČKOVÁ, K. (1993): Vztah alkoholové stability kravského mléka k některým mléčným složkám a faktorům prvovýroby. *Živočišná Výroba / Czech Journal of Animal Science*, 38, 9, s. 837-848.
- GENČUROVÁ, V., HANUŠ, O., HRDINOVÁ, E., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (1997): Vztahy kysací schopnosti a dalších technologických vlastností k vybraným parametrům mléka. *Živočišná Výroba / Czech Journal of Animal Science*, 42, 8, s. 375-382.
- HANUŠ, O. (1992): Krátké chronologické shrnutí některých kvalitativních znaků bazénového mléka v oblasti mlékárny KDV Zábřeh na Moravě. *Bulletin VÚCHS Rapotín, Výzkum v chovu skotu*, 3, s. 21-23.
- HANUŠ, O., BEBER, K., FICNAR, J., GENČUROVÁ, V., GABRIEL, B., BERANOVÁ, A. (1993 a): Vztahy mezi kysací schopností bazénového kravského mléka, jeho složením a obsahem některých metabolitů. *Živočišná Výroba / Czech Journal of Animal Science*, 38, 7, s. 635-644.
- HANUŠ, O., FOLTYS, V. (1991): Některé vlastnosti a minerální složky mléka plemen skotu v Československu. *Živočišná Výroba / Czech Journal of Animal Science*, 36, 6, s. 497-505.
- HANUŠ, O., FRELICH, J., JANŮ, L., MACEK, A., ZAJÍČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R. (2007): Impact of different milk yields of cows on milk quality in Bohemian spotted cattle. *Acta Veterinaria Brno*, 76, 4, s. 563-571.
- HANUŠ, O., GAJDŮŠEK, S., BEBER, K., FICNAR, J., JEDELSKÁ, R. (1995): Složení a technologické vlastnosti mléka od dojníc ve střední části laktace a jejich vzájemné vztahy. *Živočišná Výroba / Czech Journal of Animal Science*, 40, 12, s. 555-561.
- HANUŠ, O., GENČUROVÁ, V., PONÍŽIL, A., HLÁSNÝ, K., GABRIEL, B., MIČOVÁ, Z. (1993 b): Vliv ročního období, přídatku močoviny, acetonu a dusičnanů a přirozeného obsahu mikroprvků na kysací schopnost kravského mléka. *Živočišná Výroba / Czech Journal of Animal Science*, 38, 8, s. 753-762.
- HANUŠ, O., KUČERA, J., YONG, T., CHLÁDEK, G., HOLÁSEK, R., TRÍNÁCTÝ, J., GENČUROVÁ, V., SOJKOVÁ, K. (2011): Effect of sires on wide scale of milk indicators in first calving Czech Fleckvieh cows. *Archiv Tierzucht / Archives Animal Breeding*, 54, 1, s. 36-50.
- HANUŠ, O., PITNEROVÁ, J. (1987): Hodnota titrační kyselosti kravského mléka ve vztahu k některým faktorům. *Náš chov*, 12, s. 2-4.
- HANUŠ, O., RYSOVÁ, L., NĚMEČKOVÁ, I., LEGAROVÁ, V., KUČERA, J., KLIMEŠOVÁ, M., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., NEJESCHLEBOVÁ, L. (2020): Změny technologických vlastností mléka malých přežvýkavců v důsledku falšování mlékem kravským. *Mlékařské listy - zpravodaj*, 31, 183, 6, s. 4-13.
- HANUŠ, O., VORLÍČEK, Z., SOJKOVÁ, K., ROZSYPAL, R., VYLETĚLOVÁ, M., ROUBAL, P., GENČUROVÁ, V., POZDÍŠEK, J., LANDOVÁ, H. (2008): A comparison of selected milk indicators in organic herds with conventional herd as reference. *Folia Veterinaria*, 52, 3-4, s. 155-159.
- JANŮ, L., HANUŠ, O., FRELICH, J., MACEK, A., ZAJÍČKOVÁ, I., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R. (2007): Influences of different milk yields of Holstein cows on milk quality indicators in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 76, 4, s. 553-561.
- KLÍČNÍK, V. (1978): Technologie živočišných produktů (Mlékařství). SPN, VŠZ Brno, s. 270.
- KRATOCHVÍL, L. (1984): Kyselost mléka a hodnota pH. *Náš chov*, 3, příloha *Mlékárenský Průmysl*, s. 1-2.
- MACHADO, S. C., FISCHER, V., STUMPF, M. T., STIVANIN, S. C. B. (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, s. 340-347.
- MARIANI, P., BONATTI, P. (1988): Il latte ad acidità anomala. III. Osservazioni sulla composizione chimica dei latini ad elevata acidità titolabile. *Scienza e tecnica lattiero-casearia*, 39, 1, s. 43-48.
- MARIANI, P., BONATTI, P., PECORARI, M. (1989): Il latte ad acidità anomala. IV. Fosforo solubile cloruri e tipi di latte ipoacido. *Scienza e tecnica lattiero-casearia*, 40, 3, s. 215-225.
- MOLINA, L. H., GONZÁLEZ, R., BRITO, C., CARRILLO, B., PINTO, M. (2001): Correlacion entre la termoestabilidad y prueba de alcohol de la leche a nivel de un centro de acopio lechem. Correlation between heat stability and alcohol test of milks at a milk collection center. *Archivos de medicina veterinaria / Archives Medicine Veterinary*, 33, 2.
- NAVŘÁTILOVÁ, P., KRÁLOVÁ, M., JANŠTOVÁ, B., PŘÍDALOVÁ, H., CUPÁKOVÁ, Š., VORLOVÁ, L. (2012): Hygiene produkce mléka. Veterinární a farmaceutická univerzita v Brně, *Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie mléka*, ISBN 978-80-7305-625-4, s. 129.
- ÖZDEMİR, D., KAHYAĞLU, 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, s. 118-130.
- PATŠCHOVÁ, D., ŠMIDRIAKOVÁ, M. (1990): Laktóza vo vzťahu k aktuálnej a titračnej acidite mlieka. *Veterinárstvo*, 40, 4, s. 188-189.
- PEN, A. (1995): Ursachen des erhöhten Säuregrades in der Kuhmilch. The appearance of elevated physiological acidity in milk. (In Germany) *Bericht über die 22. Tierzuchttagung BAL Gumpenstein*, Aktuelle Forschungsergebnisse und Versorgungsempfehlungen in der Rindermast und Milchviehfütterung. s. 51-57.
- PEN, A., PUHAN, J., LEBAR, J., MAJČEN, M., SREŠ, F., STAJNKO, M., LAŠIČ, T., KRESLIN D., ČELAK, S., MARINIČ, M. (1994): Problem kisllosti mleka. Živinorejsko-Veterinarski zavod za Pomurje, Oddelek za kmetijsko raziskovanje, Murska Sobota, Slovenija, s. 43.
- PIJANOWSKI, E. (1977): Základy chémie a technologie mlékárstva. Basics of chemistry and dairy technology. *Príroda – Bratislava*, 69.

- RATHNAYAKE, R. M. C. S., MANGALIKA, U. L. P., ADIKARI, A. M. J. B., NAYANANJALIE, W. A. D. (2016): Changes in Compositional and Keeping Quality Parameters of Cow Milk on Ethanol Stability. *International Journal of Livestock Research*, 6, 4, s. 83-89.
- ROSA, P. P., ÁVILA B. P., ANGELO, I. D. V., SILVA, P. M., CHESINI, R. G., MOTA, G. N., SEDREZ, P. A., FERNANDES, T. A., BUGONI, M., ROLL, V. F. B. (2020): Factors that affect the thermal stability of bovine milk and the use of alcohol test in the milk industry – a review. *Nucleus Animalium*, 12, 2, s. 15-46.
- SAMKOVÁ, E. et al. (CEMPÍRKOVÁ, R., HANUŠ, O., HASOŇOVÁ, L., HLAVÁČEK, J., JELEN, P., JERÁBKOVÁ, J., KOPÁČEK, J., LUŽOVÁ, T., NAVRÁTILOVÁ, P., SEYDLOVÁ, R., ŠUSTOVÁ, K., ŠPIČKA, J., VORLOVÁ, L., VYLETĚLOVÁ, M.) (2012): Mléko: produkce a kvalita. Milk: production and quality. Vědecká monografie, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN: 978-80-7394-383-7, s. 240.
- SKÝPALA, M., CHLÁDEK, G. (2008): Složení a technologické vlastnosti mléka získaného z ranního a večerního dojení. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*, LVI, 5, s. 187-198.
- SOJKOVÁ, K., HANUŠ, O., ŘÍHA, J., GENČUROVÁ, V., HULOVÁ, I., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2010 a): Impacts of lactation physiology at higher and average yield on composition, properties and health indicators of milk in Holstein breed. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41, 1, s. 21-28.
- SOJKOVÁ, K., HANUŠ, O., ŘÍHA, J., YONG, T., HULOVÁ, I., VYLETĚLOVÁ, M., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J. (2010 b): A comparison of lactation physiology effects at high and lower yield on components, properties and health state indicators of milk in Czech Fleckvieh. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 41, 2, s. 84-91.
- VARVAŽOVSKÝ, V., KUKAČKA, F., MÁCHA, F., KROULÍK, J. et al. (1985): Sledování příčin výskytu nestandardního mléka v kyselosti pod 6,2 ml a s omezenými prokysávacími schopnostmi v návaznosti na úroveň výživy. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚS), Praha, Závěrečná zpráva 1984 – 1985, s. 21.

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

Přijato to tisku: 26. 2. 2021
Lektorováno: 23. 3. 2021