

Mléčný tuk

Jan Knotek

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan KNOTEK**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Mléčný tuk**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Zpracovat literární rešerži k obsahu mléčného tuku v kravském mléce.
- Technologické zpracování mléka a mléčného tuku.
- Popsat metody stanovení tuku v mléce – Gerberova metoda, Rose-Gottlieb, pomocí přístroje Milkoscope.

II. Praktická část

- Stanovení tuku ve vzorcích mléka z ranního a večerního nádoje metodou dle Gerbera a pomocí přístroje Milkoscope.
- Vyhodnocení a statistické zpracování zjištěných hodnot.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] POKORNÝ, Jan. *Chemie tuků a jiných lipidů*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 242 s.

[2] GURD, F. R. N. *Chemie lipidů*. Praha : NČSAV, 1964. 299 s.

[3] HA, J. K., LINDSAY, R. C. *Metod for the Quantitative Analysis of Volatile Free and Total Branched-chain Fatty Acids in Cheese and Milk Fat*. *Journal of Dairy Science*. 1990, vol. 73, no. 8, s. 1988–1999.

[4] SOYEURT, H., et al. *Variation in Fatty Acid Contents of Milk and Milk Fat Within and Across Breeds*. *Journal of Dairy Science*. 2006, vol. 89, no. 12, s. 4858–4865.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Markéta Šípalová

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

17. února 2009

Termín odevzdání bakalářské práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá složením kravského mléka, zaměřuje se na mléčný tuk, složení tuků a technologického zpracování mléka. V praktické části byla stanovena tučnost mléka bazénových vzorků z mléčné farmy v různých časových intervalech. Toto stanovení bylo provedeno metodou dle Gerbera a také pomocí přístroje MilkoScope Julie C5. Získané hodnoty byly porovnány a byly srovnány obě metody stanovení.

Klíčová slova: mléko, lipidy, Gerberova metoda, MilkoScope Julie C5.

ABSTRACT

The Bachelor thesis deals with the composition of cow milk, it focuses on milk fat, fat composition and technological processing of milk. In the practical part, milk fat in the milk pool samples from the dairy farm was analysed at different intervals. This determination was conducted by the method according to Gerber and also with the usage of the MilkoScope Julie C5 device. Results and both methods of the analysis were compared.

Keywords: milk, lipids, Gerber's method, MilkoScope Julie C5.

Chci velmi poděkovat slečně Ing. Markétě Šípalové za její čas a její neocenitelné odborné rady, které mi pomohly vypracovat tuto práci. Dále bych chtěl poděkovat Jiřímu Hlavinkovi za ochotu a vstřícnost, za odběr vzorků díky nimž jsem mohl zpracovat praktickou část. Děkuji rodině a přátelům, kteří mě podpořili ve studiu.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně

.....

Podpis bakaláře

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 MLÉKO A JEHO SLOŽENÍ	10
1.1 PROTEINY	10
1.1.1 Kaseiny	11
1.1.2 Syrůvčkové bílkoviny	11
1.2 SACHARIDY	11
1.3 MINERÁLNÍ LÁTKY	12
1.4 VITAMINY	12
1.5 LIPIDY	13
1.5.1 Mastné kyseliny.....	14
1.5.2 Homolipidy.....	14
1.5.3 Heterolipidy.....	15
1.5.3.1 Fosfolipidy	15
1.5.3.2 Glykolipidy	17
1.5.3.3 Sulfolipidy a sírany	17
1.5.4 Komplexní lipidy.....	17
1.5.4.1 Lipoproteiny.....	17
1.5.4.2 Mukolipidy.....	18
1.5.5 Doprovodné látky lipidů.....	18
1.5.5.1 Uhlovodíky a alifatické alkoholy	18
1.5.5.2 Steroidy	18
2 PRODUKTY MLÉKA	21
2.1 SMETANA	21
2.2 MÁSLO	21
2.3 TVAROH	21
2.4 KYSANÉ MLÉČNÉ VÝROBKY	22
2.5 MRAŽENÉ VÝROBKY	22
2.6 SÝRY	22
3 METODY STANOVENÍ TUKU MLÉKA	23
3.1 STANOVENÍ TUKU PODLE RÖSE-GOTTLIEBA	23
3.2 STANOVENÍ TUKU PODLE GERBERA	24
3.3 MILKOSCOPE JULIE C5	25
II PRAKTICKÁ ČÁST	26
4 VYŠETŘENÍ TUČNOSTI MLÉKA	27

4.1	ODBĚR VZORKU.....	28
4.2	ÚPRAVA VZORKU PŘED STANOVENÍM.....	28
4.3	METODY STANOVENÍ TUKU MLÉKA	28
4.3.1	Metoda podle Gerbera.....	29
4.3.2	Výsledky.....	30
4.3.3	Pomocí přístroje MilkoScope Julia C5	30
4.3.4	Výsledky.....	32
4.3.5	Diskuze k výsledkům	33
	ZÁVĚR	34
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	35
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	37
	SEZNAM OBRÁZKŮ	38
	SEZNAM TABULEK.....	39
	SEZNAM PŘÍLOH.....	40

ÚVOD

Mléko je důležitou složkou lidské výživy. Mléčný tuk je složen převážně z heterolipidů, homolipidy tvoří minimální množství. Mléčný tuk se vyznačuje významným obsahem esenciálních mastných kyselin a to jak v mléce samotném, tak i v produktech z mléka. Důležité složky tuku jsou především fosfolipidy, lipoproteiny, glykolipidy aj. Dalšími složkami mléka jsou proteiny (kasein, syrovátkový protein), sacharidy (laktosa), vitaminy a minerální látky (vápník). Tuk mléka je možné odstředit a využít jej pro další technologické zpracování a výrobě dalších produktů (smetana, máslo, tvaroh, jogurty, mražené výrobky aj.). Mléko je jedním z mála produktů, kde lze obsah hlavních živin technologicky upravit. Mléko obsahuje minimum cholesterolu, takže nehrozí vážné ohrožení kardiovaskulárního systému.

V současné době se používají různé metody na stanovení tuku v mléce, ať již klasické analytické (Röse-Gottlieba, Gerbera), ale také instrumentální analytické metody (MilkoScope, NIR spektroskopie). Jedním z úkolů této práce bylo také porovnání stanovení tuku pomocí metody dle Gerbera a přístroje MilkoScopu Julie C5.

V posledních letech cena za litr vykupovaného mléka postupně klesá, a proto není divu tolika stávkovým protestům zemědělců. Dle Českého statistického úřadu (viz. PŘÍLOHA P I) však spotřeba mléka a mléčných výrobků stále stoupá, což může být způsobeno nejen širokým sortimentem mléčných výrobků na trhu, ale i právě klesající cenou mléka.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MLÉKO A JEHO SLOŽENÍ

Mléko je produkt mléčných žláz savců. Mlezivo (nezralé mléko) je základním zdrojem výživy pro mláďata, obsahuje protilátky, vitaminy. Mláďata jsou krmena mlékem dokud nejsou schopna trávit pevnou stravu. Člověk je schopen trávit mléčné bílkoviny až do stáří. Ne všichni lidé jsou však schopni si toto trávení zachovat, někteří jej časem ztrácí nebo je omezeno. Nejvíce je konzumováno kravské mléko [24].

Kravské mléko obsahuje asi 4 % tuku, 3,2 % bílkovin, 4,6 % laktosy a 0,7 % popelovin. Mléko představuje polydisperzní systém. Mléčný tuk je přítomen ve formě emulze v mléčné plazmě. Kasein (mléčná bílkovina) je přítomen ve formě koloidní disperze v mléčném séru [12, 13].

Fyzikálně - chemické vlastnosti mléka jsou podmíněny koncentrací a stupněm disperze jednotlivých složek. Viskozitu a povrchové napětí ovlivňují složky, které se v mléce nacházejí ve formě emulgované a koloidním stavu (především tuk a kasein). Fyzikálně - chemické vlastnosti se používají pro hodnocení mléka. Vlastnosti mléka nezávisí jen na obsahu jednotlivých složek, ale i na jejich vzájemném působení. Fyzikálně - chemické vlastnosti se používají pro hodnocení jakosti mléka [12, 13].

1.1 Proteiny

Bílkoviny jsou polymery složené z polypeptidových řetězců. Proteiny tvoří nejkompexnější složku mléka. Hlavní složkou mléka jsou kaseinové frakce (2,4 - 2,6 %), méně syrovátkové bílkoviny (0,5 - 0,7 %) [8, 9, 15].

Normální kravské mléko obsahuje kolem 3,5 % proteinu. Koncentrace se mění během laktace, zvláště během prvních pár dní po porodu. Mlezivo není možné průmyslově zpracovat. Je určeno výhradně pro výživu mláďat savců [8, 9, 15].

Proteiny se dle [8, 9, 15] dělí:

- 1) Kaseiny (celkem 80 %)
 - α – kasein (42 %)
 - β – kasein (25 %)
 - κ – kasein (4 %)

- γ – kasein (9 %)

2) Syrovátkové bílkoviny (celkem 20 %)

- α – laktalbumin (4 %)
- β – laktoglobulin (1 %)
- Sérum albumin (9 %)
- Imunoglobuliny (2 %)
- Proteoso-peptony (4 %)

1.1.1 Kaseiny

Kaseiny jsou hlavními bílkovinami mléka, jedná se o směs deseti a více různých bílkovin vázaných na vápník. Je to komplex frakcí fosfoproteinů, které mají známou aminokyselinovou skladbu. Pomocí teplotních změn, okyselením mléka buď kysáním, nebo pomocí kyseliny dosáhneme izoelektrického bodu (pH 4,6). Při této hodnotě se kaseinové micely agregují a dojde k jejich vysrážení. Toto srážení je využíváno při výrobě smetany a sýrů [13, 29].

Kasein se shlukuje do micel a ty následně do větších útvarů - submicel. Na povrchu micel jsou vázány ionty s hydrofilními bílkovinami. Nepochopitelně části jsou v centru submicel. Velikost micel je závislá na obsahu Ca^{2+} , s nízkým množstvím se micely zmenšují [13, 29].

1.1.2 Syrovátkové bílkoviny

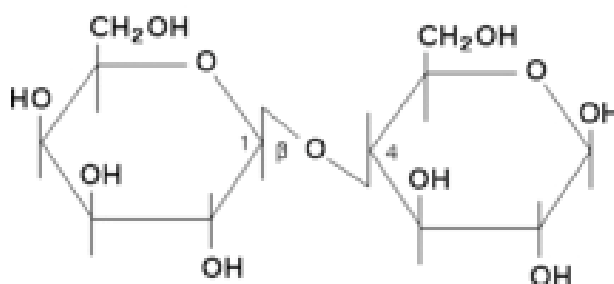
Syrovátkové nebo sérové bílkoviny se označují bílkoviny, které zůstanou v syrovátce po vysrážení kaseinu. Mají vyšší nutriční hodnotu než kasein. Jsou termolabilní a za vyšších teplot (60 °C) denaturují [1, 13, 29].

1.2 Sacharidy

Hlavním sacharidem v mléce je disacharid laktosa složený z galaktosy a glukosy. Jedná se o redukující sacharid. Vyskytuje se pouze v mléce, proto je přezdívaný jako mléčný cukr. Pro bakterie mléčného kvašení slouží jako základní substrát, ovlivňuje trvanlivost, chuť a barvu potravin. Je využívána jako zdroj energie, zvyšuje hladinu glukosy v krvi. Laktosa vykazuje mutarotaci – vyskytuje se ve dvou optických izomerech α a β -laktosa.

Obě formy jsou v rovnováze, ale poměr mezi nimi se mění v závislosti na teplotě [1, 13, 29].

Laktosa je pro většinu lidí stravitelná, problémy se mohou objevit u starších lidí, orientálců a černochoů [1, 13, 29].



Obr. 1 Laktosa [8]

1.3 Minerální látky

Minerální látky v mléce jsou v roztoku mléčného séra nebo koloidní formě. Množství Ca^{2+} ovlivňuje koloidní stabilitu kaseinu. Hlavními složkami jsou fosforečnany, citráty, chloridy, sulfáty, uhličitany, sodík, vápník a magnesium včetně těchto minerálních látek se v mléce dále vyskytuje měď, železo, křemík, zinek a jód. Celkový obsah minerálů v mléce se pohybuje kolem 0,7 % [8, 15, 29].

1.4 Vitaminy

Vitaminy jsou látky, které nemají energetický význam a nejsou příliš v lidském těle syntetizovány. Mléko obsahuje většinu vitaminů, i když jejich koncentrace je minimální. Zvýšené množství vitaminů se vyskytuje v mlezivu [8, 15, 29].

Tab. 1 Vitaminy mléka [1, 8]

Vitamin	obsah ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)
A	0,3 - 1,0
Provitamin A	0,1 - 0,6
Thiamin	0,3 - 0,7
Riboflavin	0,2 - 3,0

Pokračování Tab. 1 Vitaminy mléka [1, 8]

Vitamin	obsah (mg · kg ⁻¹)
Pyridoxin	0,2 - 2,0
Korinoidy	0,003 - 0,038
Niacin	0,8 - 5,0
Folacin	0,03 - 0,28
Pantothenová kyselina	0,4 - 4,0
C	5 - 20
D	0,001
E	0,2 – 1,2
K	0,01 – 0,03
Biotin	0,01 – 0,09

1.5 Lipidy

Lipidy patří k důležitým složkám potravin ve výživě člověka. Jsou jednou z hlavních živin pro zdraví a vývoj organismu. Představují nejednotně definovanou skupinu sloučenin. Hlavním kritériem zařazení sloučenin do této skupiny je hydrofobnost a nikoliv jejich chemické vlastnosti. Jsou izolovány z buněk a tkání organismů extrakcí nepolárními organickými rozpouštědly. Lipidy jsou definovány jako přírodní sloučeniny obsahující esterově vázané mastné kyseliny o více než 3 atomech uhlíku v molekule [1, 2, 3].

Obsah tuků v mléce je rozhodujícím faktorem kvality mléka a je možné jej ovlivnit krmnou dávkou. Tučnost mléka je ovlivněna geneticky, plemenem, stupněm přešlechtění, pořadím a fází laktace, fyziologickým stavem a tělesnou kondicí. Mléčný tuk je na rozdíl od ostatních tuků lépe stravitelný [1, 2, 3].

V praxi se za lipidy považují také netěkavé lipofilní sloučeniny, které v přírodních i průmyslových produktech doprovázejí vlastní lipidy. Doprovodné látky lipidů nazýváme lipoidy [1, 2, 3].

Dělení lipidů do tří hlavních skupin dle [1, 2, 3]:

- Homolipidy
- Heterolipidy

- Komplexní lipidy

1.5.1 Mastné kyseliny

Mastné kyseliny vázané v přírodních lipidech se od sebe liší délkou a charakterem uhlíkového řetězce, stupněm nenasycenosti a v některých případech přítomností dalších substituentů. Nasycené mastné kyseliny mají nerozvětvený řetězec se sudým počtem atomů uhlíků, nejčastěji 4 - 60. Jestliže jsou v molekule dvojně vazby, jejich konfigurace bývá *Z* (*cis*). Kromě systematických názvů se užívají také triviální názvy. Nasycené mastné kyseliny jsou chemicky velmi stálé a mění se za vysokých teplot nebo při dlouhodobém záhřevu [2, 3, 4, 5].

Kyseliny s lichým počtem atomů uhlíku se vyskytují v malém množství v různých lipidech např. v tuku přežvýkavců, kde také byly nalezeny rozvětvené mastné kyseliny [2, 3, 4, 5].

Pro mléčné tuky jsou typické nasycené mastné kyseliny s kratším řetězcem, např. máselná kyselina a skupina kyselin s 4 - 18 uhlíky v molekule. Nenasycené mastné kyseliny s jednou dvojnou vazbou (monoenoové) se navzájem liší počtem atomů uhlíku, polohou dvojně vazby a její prostorovou konfigurací. Mastné kyseliny s dvěma dvojnými vazbami (dienové) jsou důležité ve výživě [2, 3, 4, 5].

Kyselina linolová a linolenová se nacházejí ve smetaně, patří mezi esenciální složky lidské potravy. Nedostatek těchto kyselin (např. dlouhodobá dieta s netučným mlékem) způsobuje u dětí poškození kůže a zpomalení růstu. Nenasycené mastné kyseliny mají obvykle nižší teploty tání než nasycené mastné kyseliny. V živočišných tucích je poměr nenasycených mastných kyselin nižší k nasyceným, než v rostlinných olejích, teploty tání jsou u olejů nižší [4, 6].

1.5.2 Homolipidy

Homolipidy se skládají z mastných kyselin vázaných s alkoholy. Rozdělujeme je na základě vázaného alkoholu. V mléce se homolipidy prakticky nevyskytují [2, 7, 8, 9].

1.5.3 Heterolipidy

Heterolipidy obsahují kromě alkoholu a mastné kyseliny jednu složku navíc. Tato složka jim dává polární charakter. Nejčastěji je to kyselina fosforečná, na níž bývá navázán převážně cholin, serin, ethanolamin, dokonce i sacharid [2, 7, 8, 9].

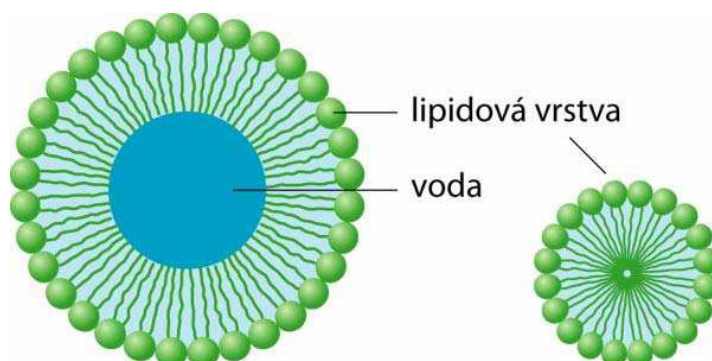
Podle toho, jakou složku obsahují, je dle [1, 8] dělíme na:

- Fosfolipidy
- Ceramidy a cerebrosidy
- Glykolipidy
- Sulfolipidy a sírany
- Sialolipidy

1.5.3.1 Fosfolipidy

Fosfolipidy jsou lipidy obsahující kromě mastných kyselin a alkoholické složky i vázanou kyselinu fosforečnou. Jsou bohatě zastoupené v rostlinných a živočišných tkáních [2, 7, 8, 9].

Fosfolipidy jsou povrchově aktivní látky, hydrofobní část je tvořena mastnými kyselinami, hydrofilní část je tvořena kyselinou fosforečnou, dusíkatými bázemi a hydroxylovou skupinou. Polarita kyseliny fosforečné, popř. dalších sloučenin na ni navázaných, způsobuje hydrofilní a hydrofobní vrstvu, ty jsou základem struktury biologických membrán [2, 7, 8, 9].



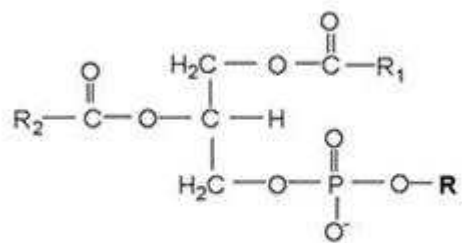
Obr. 2 Micela [32]

Dle [1, 8] rozeznáváme tyto základní skupiny fosfolipidů:

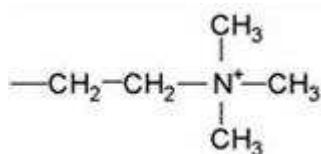
- Fosfatidy
- Lysofosfatidy
- Plasmalogeny
- Sfingofosfolipidy

1.5.3.1.1 Fosfatidy

Jedny z hlavních zástupců fosfolipidů jsou deriváty fosfatidylu, jehož základem je 1,2 - diacylglycerol. Fosfatidová skupina je mezistupněm při syntéze triacylglycerolů a glycerolfosfolipidů. Glycerolfosfolipidy jsou příbuzné olejům a tukům, mají základ molekulu glycerolu, k níž je esterově vázána jedna molekula kyseliny fosforečné. Na kyselině fosforečné může být navázán další zbytek např. aminoalkohol cholin. Při navázání cholinu na fosfatidylový zbytek získáme fosfatidylcholin. Podléhá snadno hydrolýze, je nerozpustný v acetonu a rozpustný v etheru [2, 7, 10].



Obr. 3 Fosfatidyl [8]



Obr. 4 Fosfatidylcholin (lecithin) [8]

1.5.3.1.2 Sfingofosfolipidy

Sfingofosfolipidy neobsahují glycerol, ale dusíkatou bázi sfingosin s dvojnou vazbou konfigurace *E* (*trans*). Na primární hydroxylovou skupinu sfingosinu většinou bývá vázána kyselina fosforečná jako amid, potom jej nazýváme ceramidfosfát. Ceramidfosfát bez vázané kyseliny fosforečné se nazývá ceramid [1, 8, 9].

1.5.3.2 Glykolipidy

Glykolipidy jsou deriváty mastných kyselin, které obsahují vázané cukry. Nejčastěji vázaný cukr je galaktosa, méně glukosa a fruktosa. Lipidová složka je tvořena ceramidy nebo jinou N-acylovou sfingoidní bází. Glykolipidy provázejí fosfolipidy a bývají i součástí buněčných struktur, bývají vázány i v lipoproteidech [1, 8, 9].

1.5.3.3 Sulfolipidy a sírany

Jedná se o heterolipidy, které obsahují kyselinu sírovou. Tyto látky doprovázejí fosfolipidy a jsou součástí některých komplexních lipidů [1, 8, 9].

1.5.4 Komplexní lipidy

Komplexní lipidy jsou makromolekulární látky, jejichž lipidová složka je vázána na nelipidovou pomocí vodíkových můstků, hydrofobními interakcemi a jinými fyzikálními vazbami, částečně i vazbami kovalentními. Nelipidovým podílem bývá polysacharid, lignin, protein a jiné složky [1, 6].

1.5.4.1 Lipoproteiny

Jsou složeny z proteinů a lipidů, přičemž lipidy bývají převážně jádrem makromolekuly, proteiny v hydratované formě tvoří jejich obal. Interakce mezi proteinovou a lipidovou složkou jsou na bázi nepolárních nekovalentních vazeb. Rozpustné lipoproteiny mají většinou kulovitý tvar molekuly [9, 11, 12].

Lipoproteiny krevního séra mají velký význam v rozvoji chorob krevního oběhu a lze je dělit podle své specifické hmotnosti. Čím obsahují lipoproteiny více nepolárních lipidů, tím je jejich specifická hmotnost nižší, proto je dělíme na lipoproteiny s nízkou (LDL - Low Density Lipoproteins) a vysokou hustotou (HDL - High Density Lipoproteins) [9, 11, 12].

1.5.4.2 Mukolipidy

K mukolipidům se řadí gangliosidy přítomné v nervových tkáních. Váží v molekule kyselinu sialovou. Jednotlivé součásti jsou vázány kovalentně s dalšími fyzikálními vazbami. Gangliosidy jsou syntetizovány z ceramidu postupnou adicí aktivovaných cukrů a sialové kyseliny, obvykle N-acetylneuraminové kyseliny [9, 11, 12].

1.5.5 Doprovodné látky lipidů

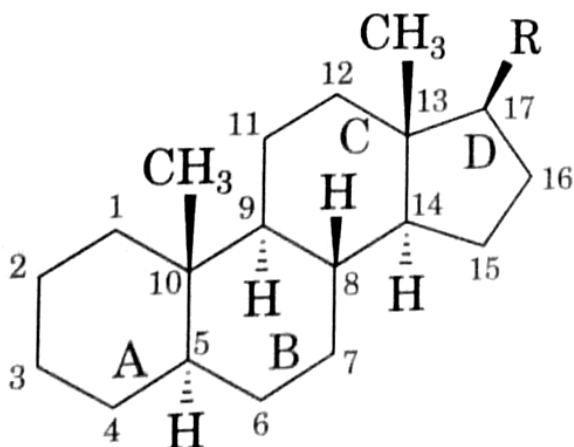
Potravinové suroviny a výrobky obsahují kromě lipidů i další lipofilní látky nazývané lipoidy. Přejíždějí při izolaci lipidů z materiálu do lipidové frakce vzhledem ke své polaritě. Mezi doprovodné látky lipidů patří zejména vyšší primární a sekundární alkoholy, vyšší uhlovodíky, monoketony a diketony, různé steroidy, lipofilní vitaminy, lipofilní barviva a další látky specifické pro některé materiály, např. různé málo polární přírodní antioxidanty [3, 8].

1.5.5.1 Uhlovodíky a alifatické alkoholy

Vyšší uhlovodíky doprovázejí hlavně vosky, mohou tvořit dokonce několik procent jejich hmotnosti, ale v nepatrném množství se vyskytují také v běžných jedlých tucích a olejích [3, 8].

1.5.5.2 Steroidy

Steroidy jsou nejčastěji zastoupenými doprovodnými látkami lipidů a jsou velmi rozšířeny ve všech eukaryotických buňkách. Většinou jsou to velmi hydrofobní látky řazené mezi isoprenoidní lipidy. Steroidy jsou organické sloučeniny, které mají společný strukturální základ - tetracyklický systém. Čtyři kruhy tohoto skeletu se označují od levého dolního okraje strukturálního vzorce jako A, B, C, a D. Atomy uhlíku jsou číslovány od kruhu A. Pokud nemá žádné karbonylové či karboxylové sloučeniny a má jednu nebo více hydroxylových skupin nazýváme ji sterol [1, 2, 5].

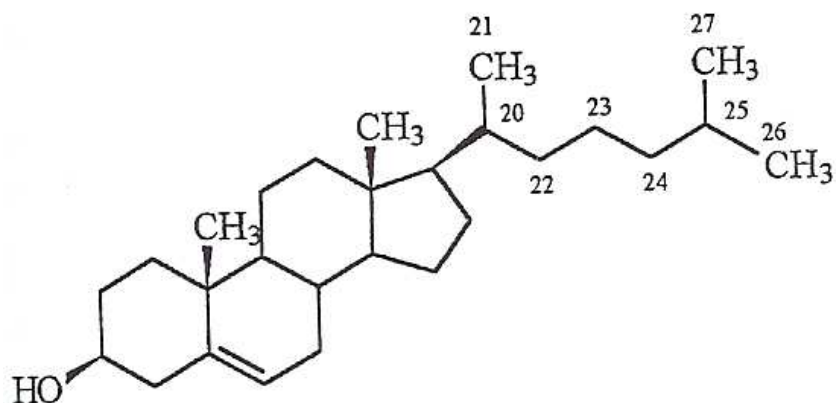


Obr. 5 Základní skelet steroidů [1]

1.5.5.2.1 Steroly

Steroly jsou tuhé krystalické látky nerozpustné ve vodě, s vysokým bodem tání, špatně rozpustné v alkoholu, ale dobře rozpustné v polárních rozpouštědlech [8].

Cholesterol je nejrozšířenějším živočišným steroidem, který je součástí lipidové dvouvrstvy biologických cytoplazmatických membrán a lipoproteinů krevní plasmy. Označujeme jej jako 3-hydroxy-5,6-cholesten, svou délkou odpovídá molekula cholesterolu délce řetězců mastných kyselin. Cholesterol je výchozí látkou pro syntézu nadledvinových hormonů, pohlavních hormonů, žlučových kyselin, vitamínu D a fytoosterolu. Cholesterol je přijímán potravou nebo vzniká biosyntézou z acetyl – koenzymu A. Steroidní skelet je odbourán v buňce savců na jednoduché metabolity. Většina cholesterolu je z těla odstraňována žlučí jaterních buněk. Část cholesterolu je resorbována a zbývající cholesterol je vyloučen stolicí [8].



Obr. 6 Cholesterol [1]

1.5.5.2.2 Kalciferol

Kalciferoly jsou zvláštní skupinou sterolů, jedná se o steroidní hormony. Hlavní složkou je ergosterol vyskytující se v rostlinách a kvasnicích, pro člověka má význam jako prekurzor vitamínu D. Z ergosterolu tak vzniká vitamín D₂ - ergokalciferol a 7-dehydrocholesterolu vitamín D₃- cholekalciferol. Při nedostatku vitamínu D jsou rostoucí a remodelované kosti nedostatečně mineralizovány. V závažných případech se projevuje u dětí křivice (*rachitis*), u dospělých řídnutí kostí (*osteomalacie*) [10].

2 PRODUKTY MLÉKA

V následujících kapitolách jsou uvedeny základní principy výroby daných produktů, které by měly být součástí stravovacích návyků každého člověka. Důležité je ve výrobě mléka a mléčných výrobků přínos pro zdraví člověka. Však samotné mléko a jeho fermentované výrobky jsou důležitým zdrojem látek nezbytných pro život [35].

2.1 Smetana

Základním postupem je odstředění mléka, je to nejdůležitější proces mlékařského průmyslu. Na základě měrné hmotnosti se odstředí mléko a smetana. Po odstředění se teplem ošetří, dojde k usmrcení většiny mikroorganismů. Smetanu získáváme smícháním odstředěného mléka a mlékárenské smetany, závisí na požadovaném obsahu tuku. Smetana by měla obsahovat co nejmenší množství volného tuku [13, 14, 33, 34].

2.2 Máslo

Máslo obsahuje fyziologicky účinné a biologicky potřebné látky (fosfolipidy, vit. A, D, E, K, esenciální mastné kyseliny). Jedná se o mechanické zpracování smetany, kdy se mléčný tuk oddělí od plazmatu smetany. Smetanu zbavíme nepříjemných pachů odvětráváním. Zráním smetany po pasteraci jsou tvořeny krystalky triacylglycerolů v tukových kuličkách. Tvořením tukových kuliček dochází ke zvýšení viskozity a tím se i snadněji získá pěna, jež je prekurzorem máselného zrna, to je následně stloukáno na máslo [13, 14, 33, 34].

2.3 Tvaroh

Vzniká ze sraženého mléka mléčným kysáním. Obsah sušiny musí být nejméně 32 %. Tvaroh se tvoří kyselým srážením odstředěného pasterového mléka. K výrobě tvrdého tvarohu a průmyslového tvarohu se používá dvoutepelný a jednotepelný způsob [13, 14, 33, 34].

Měkký tvaroh se vyrábí kysáním a srážením mléka po dobu 18 – 42 hodin za přídavku syřidla. Odstraní se syrovátka překapáváním nebo odstředováním. Měkký tvaroh se pasterizuje a vyrábí se s různým obsahem tuku v sušině [13, 14, 33, 34].

2.4 Kysané mléčné výrobky

Mléčné výrobky, které jsou získány kysáním mléka, smetany, podmásli nebo směsi za přidání mikroorganismů a nebyly tepelně ošetřeny po kysacím procesu. Fermentace mléka prodlužuje údržnost. Následuje fortifikace, což je zvyšování obsahu sušiny za účelem dosažení reologických vlastností. Tepelné ošetření se provádí pro usmrcení mikroorganismů, inaktivaci enzymů. Základním biochemickým procesem je přeměna laktosy na kyselinu mléčnou a jiné metabolity [13, 14, 33, 34].

2.5 Mražené výrobky

Mražené krémy jsou výrobky z mléčného tuku, ze smetany nebo másla a mléčné tukurozpustné sušiny. Dalšími složkami jsou sacharidy, látky chuťové a aromatické emulgátory a stabilizátory. Mražené krémy dělíme na smetanové, mléčné, s rostlinným tukem, vodové a ovocné. Stabilizátory (proteinové stabilizátory – želatina, mléčné bílkoviny; polysacharidové stabilizátory – modifikované škroby a rostlinné gummy) vážou značné množství vody, brání tvorbě velkých krystalů a vzniku hrubé struktury při skladování. Emulgátory zlepšují šlehatelnost a tvoří nemísitelné fázi (voda – tuk) [13, 14, 33, 34].

2.6 Sýry

Sýry jsou mléčné výrobky obsahující velké množství bílkovin a tuku (především tučné sýry). Získávají se z vysráženého mléka, kdy se odstředí syrovátka, která má zrnitý charakter. Vzniklá hmota se formuje nebo lisuje, solí a po určité době zrání vzniká finální výrobek. Sýry jsou bohaté na esenciální aminokyseliny, zdrojem energie jsou bílkoviny a mléčný tuk. V tučnějších sýrech se vyskytují vitaminy A, D a ve všech B₂ [13, 14, 33, 34].

3 METODY STANOVENÍ TUKU MLÉKA

Chemická analýza v mlékárenském průmyslu užívá jak tradičních, tak moderních metod, od jednoduchých až po složité. Jedná se o základní metody pro stanovení tuku mléka, které jsou většinou běžně užívány v praxi.

3.1 Stanovení tuku podle Röse-Gottlieba

Tato metoda je brána jako rozhodčí metoda pro stanovení tuků. Bílkoviny vzniknou ošetřováním vzorku pomocí amoniaku za přídavku 96%-ho etanolu a peroxidu etyléteru, poté je tuk ze směsi vyextrahován pomocí petroléteru [25, 26].

Postup zkoušky dle [25, 26]:

Do extrakčního přístroje (sifonový nebo Röhrigův se zabroušenou skleněnou či korkovou zátkou) diferenčně navážíme 10 – 11 g mléka s přesností 0,0002 g, přidá se 1,4 ml 25% amoniaku ($\rho = 0,907 \text{ g/cm}^3$) a dobře promíchá. Potom přidáme 10 ml 96% etanolu a opět se promíchá, přidáme 25 ml etyléteru peroxidu (bod varu 34 - 35 °C). Přístroj se uzavře zátkou, protřepává 1 minutu. Při ochlazení přístroje vodou se přidá 25 ml petroléteru. Přístroj se protřepe a vložíme do odstředivky na 30 sekund při 600 ot/min., dojde k oddělení vrstev. Zbytek netukové části se rozpustí v 15 ml petroléteru, opatrně se dekantuje. Baňku sušíme v sušárně při $100 \pm 2 \text{ °C}$ po dobu 1 hodiny.

Výpočet dle [25, 26]:

$$x = \frac{[(b_1 - b) - (c_1 - c)] \cdot 100}{a}$$

a – navážený podíl mléka v g

b_1 – hmotnost baňky + vyextrahovaného tuku v g

b – hmotnost baňky po výjmutí vyextrahovaného tuku petroléterem v g

c_1 – hmotnost baňky po provedení slepého pokusu v g

c – hmotnost baňky po provedení slepého pokusu a extrakci případného zbytku petroléterem v g

3.2 Stanovení tuku podle Gerbera

Množství tuku v mléce je podíl tuku v mléce, který se oddělí v butyrometru odstředěním po rozpuštění bílkovin pomocí 90% kyseliny sírové ($\rho = 1,817 \pm 0,003 \text{ g/cm}^3$ za přídatku amylalkoholu ($\rho = 0,808$ až $0,818 \text{ g/cm}^3$ při $20 \text{ }^\circ\text{C}$) [26, 16, 30].

Pomůcky dle [26, 16, 30]:

- Butyrometr podle ČSN 25 7631
- 11 ml pipeta na mléko podle ČSN 70 4121
- 10 ml automatickou pipetu na kys. sírovou
- 1 ml automatickou pipetu na amylalkohol

Postup zkoušky dle [26, 16, 30]:

Odměříme pomocí 10 ml automatické pipety přelijeme kys. sírovou do butyrometru. Vzorek mléka navrstvíme na kyselinu pomocí 11 ml pipety na mléko. Mléko ztéká po stěně butyrometru a formuje se zřetelná vrstva na povrchu kyseliny. Navrstvíme amylalkohol pomocí 1 ml automatické pipety. Pevně uzavřeme butyrometr zátkou a opatrně promícháme pod úhlem 45° na vertikální ose dokud se sražené mléko nerozpustí. Butyrometr převrátíme na několik minut, zmixovaný obsah důkladně nezhomogenizujeme. V odstředivce necháme butyrometr 5 minut při 1100 ot/min. Butyrometry se v odstředivce rozloží tak, aby byla rovnoměrně zatížena.

Po odstředění dáme butyrometry do vodní lázně při $65 - 68 \text{ }^\circ\text{C}$, butyrometry vyhříváme 3 - 5 minut a pak odečteme obsah tuku. Při odečítání se butyrometr drží ve svislé poloze a meniskus, kde se odečítá tuk ve výši očí. Odečítá se s přesností na polovinu nejmenšího dělení stupnice. Výsledek se zaokrouhlí na dvě desetinná místa. Jestliže dojde při posouvání tukového sloupce dojde k jeho porušení, rozstříknutí nebo odtržení, dáme butyrometr znovu na chvíli do odstředivky, aby se tuk spojil.

Butyrometr na mléko

A – kalibrovaná stupnice, B – tělo butyrometru

C – hrdlo butyrometru, D – zátka



Obr. 7 Butyrometr [33]

3.3 MilkoScope Julie C5

MilkoScope Julie C5 Automatic je přístroj pro mlékárenské laboratoře, kde se provádí analýza mléčných produktů. Hodnotí obsah složek bazénových, cisternových vzorků a dále při analýze příjmových tanků. Tento analyzátor využívají i laboratoře pro kontrolu pasterizačních vzorků, homogenizovaných mléčných směsí nebo finálních pasterovaných či UHT mlék nízkotučných, polotučných i vysokotučných. Přístroj provádí měření základních obsahových složek – tuk, tukuprostá sušina, celkové bílkoviny, hustota, laktosa, přidaná voda a bod mrznutí [19, 27].

V případě analýzy je třeba nechat mléko 2 hodiny po nadojení odstát, aby neobsahovalo vzduch nebo pěnu. Vzorek musí být před odběrem dokonale promíchán. Plnotučné vzorky na 10 % tuku musí být předeřhřáty asi na 30 °C. Vzorky musí být aspoň částečně homogenní, nesmí obsahovat v horní části vzorkovnice odsazenou vrstvu mléčného tuku. Materiál musí být řádně promíchán. Samotné měření vzorku probíhá odkloněním spodního konce nerezového nástavce určeného k čerpání vzorku, jakmile je nerezový nástavec ponořený do vzorku sklopíme jej zpět do svislé polohy, ozve se během 1 - 2 sekund zvukový signál, proběhne načerpání vzorku do měřicí cely a automaticky měří. Na displeji se objeví čas zbývající do konce analýzy. Po ukončení analýzy se ozve zvukový signál a na displeji se zobrazí hodnoty analyzovaných složek [19, 27].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VYŠETŘENÍ TUČNOSTI MLÉKA

Obsah tuků v mléce je rozhodujícím faktorem kvality mléka a je možné jej ovlivnit krmnou dávkou. Tučnost mléka je ovlivněna geneticky, plemenem, stupněm přešlechtění, pořadím a fází laktace, fyziologickým stavem a tělesnou kondicí. Mléko získáno z mléčného plemene Holštýnského černostrakatého skotu. Původ tohoto skotu je z Holandska a severozápadního Německa. Jedná se o plemeno s největší mléčnou užitkovostí pocházející ze severní Evropy, přičemž býčci jsou většinou využíváni k výkrmu. Má velký tělesný rámec. Váha dojné krávy činí 650 - 700 kg, výška v kohoutku kolem 150 cm. Na jednu laktaci vyprodukuje průměrná česká dojnice 8 000 kg mléka [14, 24].

Farma, ze které byly vzorky získány, se nachází v okolí Napajedel v místní části Prusinky. Počet chovaných kusů dojnic se pohybuje kolem 800. Dojnice jsou ustájeny volně a jsou živeny krmnou dávkou zobrazenou v Tab. 2. Dojení probíhá ráno a večer.

Tab. 2 Krmná dávka pro plemeno Holštýnské černostrakaté, vysokoprodukční, krmení 2x denně na 1 ks (platná od 7.10. 2005)

Surovina	Množství (kg)		
PRISMA FAT (palmový tuk)	0,35		
Melasa	0,25		
Kukuřičný šrot	4,337		
Vápenec	0,15		
Pšeničný šrot	1		
Cukrovarnické řízky	7		
Sojový extrahovaný šrot	2,4		
MCP	0,08		
		Pšeničný šrot	1
		Sůl	0,034
		Vápenec	0,15
		Soda	0,06
Mix pšenice ve složení	1,6	Hamag (Mg, MgO)	0,02
		Min DOJ	0,18
		Močovina	0,075
		Kvasnice	0,05
Řepka pokrut.	0,4		
Glycerin	0,48 l		
Seno trav. vojtěška	2,2		
Senáž vojtěška	13,465		
Siláž	10		
Suma šrot	17,417		
SUMA	43,562		



Obr. 8 Holštýnské černostrakaté plemeno [24]

4.1 Odběr vzorku

Vzorky byly získány v lednu 2009, při ranní a noční směně. Při noční směně byly vzorky odebrány dvakrát, nejprve na začátku směny (tj. v 17 hod.) a poté před odčerpáním mléka z bazénové nádrže do cisterny (tj. ve 23 hod.). Vzorky mléka byly odebrány do plastových uzavíratelných zkumavek a následně byly ihned po odběru zamrazeny.

4.2 Úprava vzorku před stanovením

Před laboratorním vyšetřením byly vzorky mléka rozmrazeny ve vodní lázni při 38 °C. Jednotlivé vzorky mléka byly homogenizovány v 75 ml kádince pomocí míchadla na magnetickém míchadle HEIDOLPH MR3001K (viz. Obr. 10) při 35 °C a 700 ot/min. Teplotu i otáčky nastavíme pomocí otočného regulátoru.

4.3 Metody stanovení tuku mléka

Mléčný tuk byl stanoven dvěma způsoby. Prvním z nich byla metoda podle Gerbera a v druhém případě bylo stanovení provedeno pomocí přístroje MilkoScope Julia C5.



Obr. 9 Plastová zkumavka se vzorkem mléka

Obr. 10 Magnetické míchadlo
HEIDOLPH MR3001K [34]

4.3.1 Metoda podle Gerbera

Do butyrometru bylo napipetováno 10 ml 90% kys. sírové ($\rho = 1,817 \text{ g/cm}^3$), navrstveno 11 ml homogenizovaného vzorku mléka. Po odběru vzorku, mléko bylo opět homogenizováno na elektronickou míchačku. Pomocí 1 ml automatické pipety byl navrstven amylalkohol ($\rho = 0,808 - 0,818 \text{ g/cm}^3$). Butyrometr byl řádně uzavřen, aby obsah dosahoval k nejvyššímu dílu sloupce. Butyrometr byl protřepán pod úhlem 45° , aby se obsah dostatečně promíchal. Potom byl butyrometr vložen do odstředivky při 1000 ot./min. po dobu 15 min. Mezitím vodní lázeň byla předehřána na 60°C . Jakmile byly vzorky odstředěny, byly přesunuty do vodní lázně na 10 min.

4.3.2 Výsledky

Vypočítané průměrné hodnoty tučnosti mléka stanovené metodou podle Gerbera jsou znázorněny v Tab. 3. V tabulce je taktéž uvedena směrodatná chyba měření. Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí programu Unistat, v.5.1. Z tabulky vidíme, že ranní tučnost je nižší než noční.

Tab. 3 Tučnost vzorku mléka (%) v závislosti na době odběru stanovená dle Gerbera

	doba odběru vzorku		
	ranní	noční	před odvozem
1. vzorek	3,70	4,20	3,80
2. vzorek	3,70	4,20	3,80
3. vzorek	3,70	4,10	3,80
4. vzorek	3,70	4,20	3,70
Průměrná hodnota	3,70	4,18	3,78
Směrodatná chyba (S.E.)	0,001	0,025	0,025
Variační koeficient (%)	0,10	1,20	1,30

4.3.3 Pomocí přístroje MilkoScope Julia C5

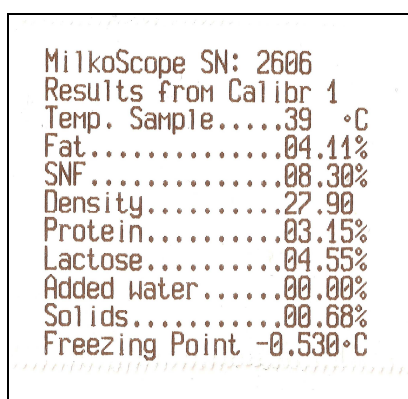
Po zapnutí přístroje MilkoScope Julia C 5 (viz. Obr. 11) bylo nastaveno v hlavním menu na *Calibr 1*, což byla volba určena na vzorky čerstvého neupravovaného mléka. Homogenizovaný vzorek byl dán pod nerezový nástavec pro odčerpání vzorku. Jakmile byl sklopen nerezový nástavec, během 1 - 2 sekund ozval zvukový signál a proběhlo odčerpání vzorku a jeho následné měření. Na displeji se objevil zbývající čas do konce analýzy. Po skončení se opět ozval zvukový signál a na displeji byly objeveny hodnoty všech analyzovaných složek (viz. Obr. 12). Případně byl výsledek stanovení vytisknut (viz. Obr. 13) vytisknut.



Obr. 11 MilkoScope Julia C5



Obr. 12 Displej MilkoScopu Julia C5



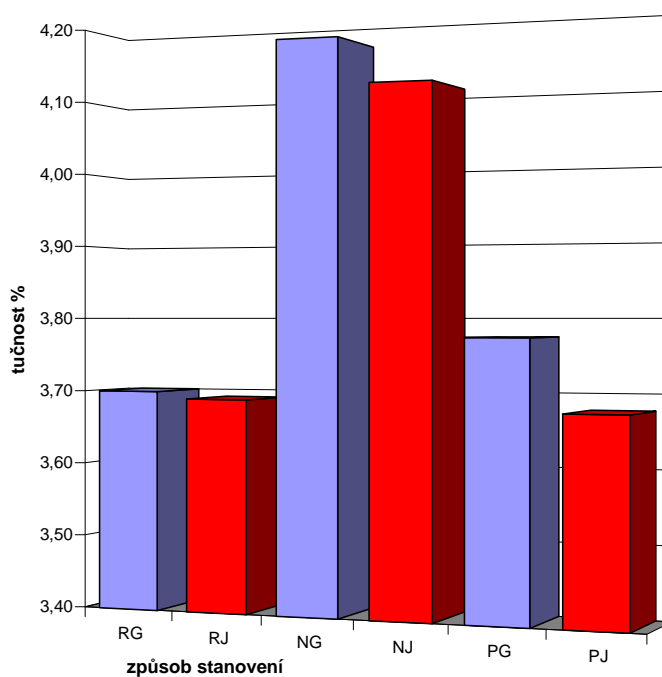
Obr. 13 Vytištění analyzovaných složek mléka

4.3.4 Výsledky

Vypočítané průměrné hodnoty tučnosti mléka stanovené pomocí přístroje MilkoScopu Julia C5 jsou znázorněny v Tab. 4. V tabulce je taktéž uvedena směrodatná chyba měření. Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí programu Unistat, v.5.1. Z tabulky vidíme, že ranní tučnost je nižší než noční.

Tab. 4 Tučnost vzorku mléka (%) v závislosti na době odběru stanovená pomocí MilkoScopu Julia C5

	doba odběru vzorku		
	ranní	noční	před odvozem
1. vzorek	3,70	4,04	3,75
2. vzorek	3,74	4,09	3,64
3. vzorek	3,68	4,21	3,64
4. vzorek	3,64	4,11	3,68
Průměrná hodnota	3,69	4,11	3,68
Směrodatná chyba (S.E.)	0,021	0,036	0,026
Variační koeficient (%)	1,1	1,7	1,4



Obr. 14 Graf naměřené tučnosti mléka metodou podle Gerbera a pomocí přístroje MilkoScope Julia C5

RG – ranní vzorek mléka stanovený metodou dle Gerbera

RJ – ranní vzorek mléka stanovený pomocí přístroje MilkoScope Julia C5

NG – noční vzorek mléka stanovený metodou dle Gerbera

NJ – noční vzorek mléka stanovený pomocí přístroje MilkoScope Julia C5

PG - vzorek mléka odebraný před odvozem odběratele stanovený metodou dle Gerbera

RJ – vzorek mléka odebraný před odvozem odběratele stanovený pomocí přístroje MilkoScope Julia C5

4.3.5 Diskuze k výsledkům

Auldist, M.J., *et al.*, 2006 při infračervené spektroskopické analýze mléka stanovili tučnost mléka 3,73 %, stejně jako Carroll, S.M., 2006, kde tučnost mléka od zkoumaných dojnic dosahovala hodnoty 4,00 %. Bleck, G.T. *et al.*, 2007 naměřili tučnost u 136 kusů holštýnského plemene jako 3,31%. V dubnu 2008 Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR zveřejnil na svých webových stránkách tučnost mléka u tohoto plemene 3,86 %. Odběratel mléka od mléčné farmy odkud byly vzorky odebrány uvádí tučnost 3,82 % [21, 22, 23, 28].

ZÁVĚR

Metodou podle Gerbera byla stanovena ranní, noční tučnost mléka a tučnost mléka před odvozem do mlékárny ($3,70 \pm 0,001$ %, $4,18 \pm 0,025$ % a $3,78 \pm 0,025$ %, resp.). Pomocí přístroje MilkoScope Julia C5 byla stanovena následující ranní, noční tučnost mléka a tučnost mléka před odvozem do mlékárny ($3,69 \pm 0,021$ %, $4,11 \pm 0,036$ % a $3,68 \pm 0,026$ %, resp.) Na Obr. 14 jsou hodnoty získané pomocí těchto dvou metod porovnány graficky. Na první pohled a také z grafu (viz. Obr. 14) je patrné, že noční tučnost mléka je vyšší než ranní. Při porovnání metod, kterými byly vzorky analyzovány, bylo zjištěno, že na přístroji MilkoScope Julia C5 vychází tučnost v menších hodnotách než stanovením podle Gerbera, to může být způsobeno problematickou homogenizací syrového mléka. Během pokusu byla snaha o co nejlepší homogenizaci vzorku, kdy jsme experimentovali se způsobem ohřevu v rozmezí teplot 20 - 35 °C, tak způsobu míchání. Míchali jsme pomocí jak ručního, tak magnetického míchadélka.

Při zhodnocení analýzy se Gerberova metoda jeví pro stanovení tuku v mléce jako přesnější (blíží se více hodnotě uváděné Svazem chovatelů holštýnského skotu ČR v roce 2008 a odběratelem mléka od dané mléčné farmy), avšak je náročnější na chemikálie, čas, bezpečnost práce a vybavení laboratoře (odstředivka, butyrometry). Dále může být chyba v butyrometrech, kdy výrobce uvádí chybu 0 - 6 % na 1 balení (15 kusů).

Kalibrace (*Calibr 1*) přístroje MilkoScope Julia C5 byla nastavena pro čerstvě nadojené mléko (syrové mléko), jedná se sice o rychlejší stanovení všech složek mléka, avšak dle nízkých dosažených výsledků tučnosti mléka ji můžeme považovat za metodu poměrně nepřesnou.

Někteří odběratelé mléka oceňují zvláštním finančním bonusem tučnost mléka a v tomto případě by stanovení tučnosti mléka pomocí přístroje MilkoScope Julie C5 z pohledu mléčné farmy bylo nevýhodné.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, Jan. *Chemie potravin I*. 1. vyd. Nová tiskárna Pelhřimov, s.r.o. : [s.n.], 1999. 352 s. ISBN 80-902391-3-7.
- [2] ULLRICH, Ladislav. *Chémia a technológia jedlých tukov a olejov*. 1. vyd. Bratislava : Slovenské vydavateľstvo technickej literatury, n.p., 1990. 436 s.
- [3] POKORNÁ, Jana, et al. *Technologie tuků*. 1. vyd. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, n.p., , 1986. 452 s.
- [4] HANAHAN, D.J., et al. *Chemie lipidů*. Novotný Ladislav. Praha : Nakladatelství Československé akademie věd, 1960. 300 s.
- [5] MCMURRY, John. *Organická chemie*. Svoboda Jiří. 1. vyd. Vysoké učení technické v Brně : VUTIUM, 2007. 1356 s. ISBN 978-80-214-3291-8.
- [6] DAVÍDEK, Jiří. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha : Technické literatury, 1983. 632 s.
- [7] ODSTRČIL, Jaroslav. *Chemie potravin*. 1. vyd. Brno : Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. 164 s. ISBN 57-853
- [8] HOZA, Ignác, KRAMÁŘOVÁ, Daniela. *Potravinářská biochemie*. 1. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005. 172 s. ISBN 80-7318-295-5.
- [9] DOSTÁL, Jiří, KAPLAN, Petr. *Lékařská chemie II : Bioorganická chemie*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 2003. 223 s. ISBN 80-210-2731-2.
- [10] VODRÁŽKA, Zdeněk. *Biochemie 2*. 1. vyd. Praha : Československé akademie věd, 1992. 136 s. ISBN 80-200-0441-6.
- [11] DOSTÁL, Jiří, et al. *Biochemie pro bakaláře*. 1. vyd. Brno : Masarykova univerzita, 2003. 174 s. ISBN 80-210-3232-4.
- [12] BŘEZINA, Pavel, JELÍNEK, Jaroslav. *Chemie a technologie mléka*. 1. vyd. Praha : VŠCHT Praha Čs. redakci VN MON, 1990. 325 s. ISBN 80-7080-075-5.
- [13] KADLEC, Pavel, et al. *Technologie potravin II.* 1. vyd. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická Praha, 2007. 236 s. ISBN 80-7080-510-2.
- [14] HRABĚ, Jan, BŘEZINA, Pavel, VALÁŠEK, Pavel. *Technologie výroby potravin živočišného původu : bakalářský směr*. 1. vyd. Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Academia centrum, 2006. 182 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [15] GAJDŮŠEK, Stanislav. *Laktologie*. 1. vyd. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 84 s. ISBN 80-7157-657-3.
- [16] NIELSEN, I., SUZZANE, S. *Food analysis*. 3rd edition. New York : Science+Business Media,LLC, 2003. 545 s. ISBN 978-0-306-47495-8.
- [17] MATISSEK, Reinhard, STEINER, Gabriele. *Lebensmittelanalytik: Grundzüge, Methoden, Anwendungen*. [s.l.] : Springer, 2005. 408 s. ISBN 9783540625131.
- [18] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. *Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků*. Praha, 1995. 100 s.

- [19] *MilkoScope, vysokorychlostní analyzátor mléka, Model: Julia C5 Automatic : Návod k obsluze.* [s.l.] : [s.n.], 2008. Dostupný z WWW: <biopro.cz>.
- [21] AULDIST, M.J., et al. Comparative Reproductive Performance and Early Lactation Productivity of Jersey × Holstein Cows in Predominantly Holstein Herds in a Pasture-Based Dairying System. *American Dairy Science Association.* 2007, 90, p. 4856-4862.
- [22] CARROLL, S.M., et al. Milk composition of Holstein, Jersey, and Brown Swiss cows in response to increasing levels of dietary fat. *Animal Feed Science and Technology.* 2006, 131, p. 451-473.
- [23] *Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, o.s.* [online]. 1999 [cit. 2009-04-16]. Dostupný z WWW: <<http://www.holstein.cz/>>.
- [24] *Wikipedia* [online]. 2001 [cit. 2009-01-27]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org>>.
- [25] MATISSEK, Reinhard, STEINER, Gabriele. *Lebensmittelanalytik: Grundzüge, Methoden, Anwendungen.* Springer, 2005. 408 s. ISBN 9783540625131.
- [26] Československá státní norma : Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. Praha : S.p. Print, 1995. 108 s.
- [27] *O.K. Servis BioPro* [online]. 2001, 2009 [cit. 2009-03-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.biopro.cz>>.
- [28] BLECK, G.T., et al. Lactose Synthase Components in Milk: Concentrations of α -Lactalbumin and β -1,4-Galactosyltransferase in Milk of Cows from Several Breeds at Various Stages of Lactation. *Reproduction in Domestic Animals.* 2008, 44, p. 241-247.
- [29] FOX, P.F., MCSWEENEY, P.L.H. *Dairy Chemistry and Biochemistry.* Springer - Verlag, 2004. 478 s. ISBN 978-0-412-72000.
- [30] GULF STANDARD 570. *Methods for the physical and chemical analysis of milk,* 1994. s. 7-8, [cit. 2008-05-26] Dostupný z WWW: <http://www.saso.org.sa/prj/gso_stand_en/570E.pdf>
- [31] *Český statistický úřad* [online]. 1997 , 2009 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/home>>.
- [32] KODÍČE, Milan. *Biochemické pojmy : Výkladový slovník* [online]. VŠCHT Praha. 2004, 2008 [cit. 2009-02-04]. Dostupný z WWW: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/figures/micela.01.jpg>.
- [33] ZIMÁK, Evžen. *Technologie.* Praha, Nakladatelství technické literatury, 1988. 364 s.
- [34] ČEPIČKA , Jaroslav. *Obecná potravinářská technologie.* 1. vyd. Praha : VŠCHT Praha, 1995. 246 s.
- [35] *Mlieko.sk* [online]. 1998 [cit. 2009-05-13]. Dostupný z WWW: <<http://www.mlieko.sk/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČSN Československá státní norma

UHT Ultra - high temperature procesing (vysokoteplotní úprava)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Laktosa [8]	12
Obr. 2 Micela [32]	15
Obr. 3 Fosfatidyl [8]	16
Obr. 4 Fosfatidylcholin (lecithin) [8].....	16
Obr. 5 Základní skelet steroidů [1]	19
Obr. 6 Cholesterol [1]	20
Obr. 7 Butyrometr [33]	25
Obr. 8 Holštýnské černostrakaté plemeno [24].....	28
Obr. 9 Plastová zkumavka se vzorkem mléka	29
Obr. 10 Magnetické míchadlo HEIDOLPH MR3001K [34].....	29
Obr. 11 MilkoScope Julia C5	31
Obr. 12 Displej MilkoScopu Julia C5.....	31
Obr. 13 Vytištění analyzovaných složek mléka	31
Obr. 14 Graf naměřené tučnosti mléka metodou podle Gerbera a pomocí přístroje MilkoScope Julia C5	32

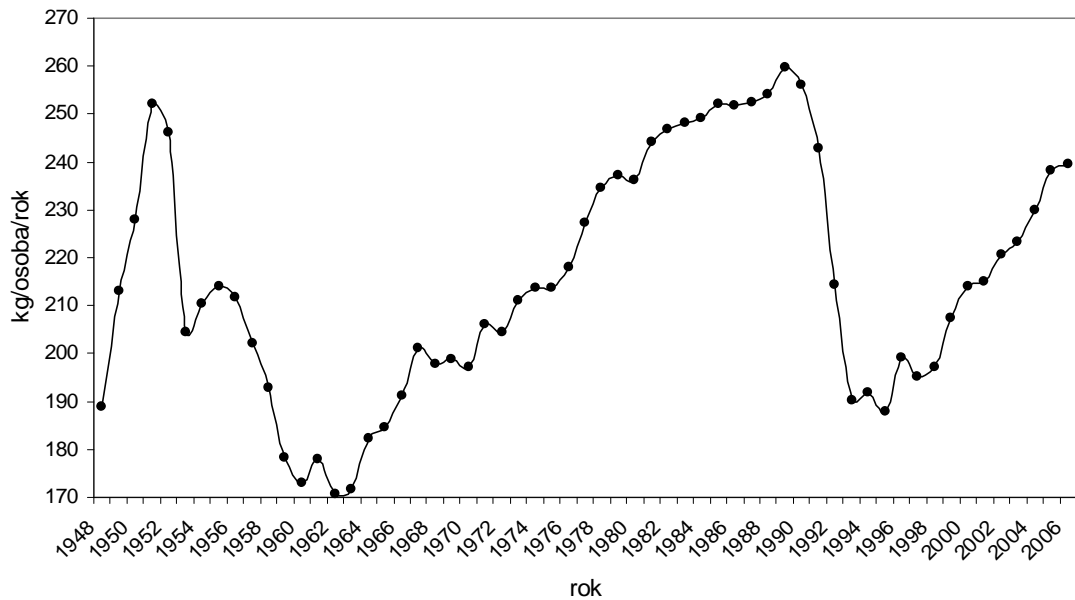
SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Vitaminy mléka [1, 8].....	12
Tab. 2 Krmná dávka pro plemeno Holštýnské černostrakaté, vysokoprodukční,.....	27
Tab. 3 Tučnost vzorku mléka (%) v závislosti na době odběru stanovená dle Gerbera.....	30
Tab. 4 Tučnost vzorku mléka (%) v závislosti na době odběru stanovená pomocí MilkoScopu Julia C5.....	32

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: Spotřeba mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla) v ČR v letech 1948- 2006 (kg/obyvatele/rok)	41
---	-----------

**PŘÍLOHA P I: Spotřeba mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla)
v ČR v letech 1948- 2006 (kg/osoba/rok)**



rok	mléko a mléčné výrobky (kg/osoby/rok)	rok	mléko a mléčné výrobky (kg/osoby/rok)	rok	mléko a mléčné výrobky (kg/osoby/rok)
1948	188,9	1968	197,9	1988	254,0
1949	213,1	1969	198,8	1989	259,6
1950	227,9	1970	197,1	1990	256,2
1951	252,1	1971	206,2	1991	242,7
1952	246,1	1972	204,6	1992	214,4
1953	204,3	1973	211,2	1993	190,1
1954	210,5	1974	213,6	1994	191,9
1955	213,9	1975	213,8	1995	187,8
1956	211,6	1976	218,0	1996	199,2
1957	202,0	1977	227,2	1997	195,2
1958	192,8	1978	234,6	1998	197,1
1959	178,3	1979	237,3	1999	207,3
1960	173,1	1980	236,2	2000	214,1
1961	178,1	1981	244,3	2001	215,1
1962	170,8	1982	246,7	2002	220,6
1963	171,5	1983	248,0	2003	223,4
1964	182,3	1984	249,2	2004	230,0
1965	184,7	1985	252,2	2005	238,3
1966	191,1	1986	251,8	2006	239,4
1967	201,0	1987	252,5		