

UNIVERZITA PARDUBICE
FAKULTA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2014

Veronika Panáčková

Univerzita Pardubice
Fakulta chemicko-technologická

Technologie a vlastnosti konzumního mléka
Veronika Panáčková

Bakalářská práce

2014

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladu, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně.

V Pardubicích dne 7. 7. 2014

Veronika Panáčková

Chtěla bych poděkovat mému vedoucímu práce doc. Ing. Martinu Adamovi, Ph.D. za cenné rady a pomoc při vypracování bakalářské práce.

Také bych chtěla velmi poděkovat mé rodině za psychickou a finanční podporu v dosavadním studiu.

ANOTACE

Tato bakalářská práce byla vytvořena jako literární rešerše zabývající se získáváním mléka a jeho dalším zpracováním. Popisuje technologii výroby konzumního mléka, a to včetně jednotlivých fází výroby. Dále porovnává složení kravského mléka s mlékem ovčím, kozím, mateřským a také srovnává výhody a nevýhody konzumace mléka s ohledem na lidské zdraví.

KLÍČOVÁ SLOVA

mléko, mlékárenská technologie, složení mléka, alergie

TITLE

Technology and Properties of Milk

ANNOTATION

This thesis was created as a literary research and is dealing with milk production and its processing. It describes the technology of milk production that is presented in individual technological steps. Furthermore, it compares the composition of cow's milk with the milk of sheep, goat, and mother and also it compares the advantages and disadvantages of milk consumption with regard to human health.

KEYWORDS

Milk; Dairy Technology; Milk Composition; Allergy

OBSAH

Úvod.....	12
1 Mléko.....	13
1.1 Druhy mlék.....	13
1.2 Tvorba mléka a jeho získávání.....	14
1.3 Kontrola mléka.....	15
1.3.1 Požadavky na hygienu syrového kravského mléka	15
1.3.1.1 Požadavky na dojnici	15
1.3.1.2 Hygienické požadavky při dojení.....	16
1.3.1.3 Mléka nepoužitelná v potravinářství.....	16
1.3.2 Požadavky na jakost syrového kravského mléka.....	16
1.3.2.1 Mikroorganismy v mléce	17
1.3.2.2 Základní fyzikálně - chemické vlastnosti syrového mléka	18
1.4 Odplynění mléka	18
1.5 Chlazení a přejímka mléka v zemědělském závodě.....	19
2 Rozdělení technologických postupů zpracování mléka	20
2.1 Konzumní mléko	20
2.2 Technologický postup výroby konzumního mléka	22
2.2.1 Přejímka mléka v mlékárně	22
2.2.2 Čištění a odsmetaňování mléka odstředěním.....	22
2.2.3 Tepelné ošetření.....	24
2.2.3.1 Pasterace mléka	24
2.2.3.2 Sterilizace mléka	26
2.2.3.3 Uperizace.....	27
2.2.4 Standardizace	28
2.2.5 Homogenizace	28

2.2.6	Plnění a balení.....	29
2.3	Bezpečnost potravin	29
3	Chemické složení kravského mléka	30
3.1	Voda	30
3.2	Bílkoviny.....	30
3.3	Laktosa	32
3.4	Mléčný tuk	33
3.5	Vitamíny.....	33
3.5.1	Vitamíny rozpustné v tucích	34
3.5.2	Vitamíny rozpustné ve vodě	34
3.6	Minerální látky	36
3.7	Enzymy v mléce	37
3.8	Fyzikálně-chemické vlastnosti kravského mléka.....	38
4	Další běžně konzumovaná mléka	39
4.1	Ovčí mléko	39
4.2	Kozí mléko	40
4.3	Ženské mléko	41
4.4	Celkové porovnání složení mléka od různých druhů zvířat.....	43
5	Význam mléka ve výživě člověka	45
5.1	Mléčné alergie.....	45
5.1.1	Bílkoviny	46
5.1.2	Laktosová intolerance	46
5.2	Mléčný tuk	46
5.3	Pozitivní a negativní účinky konzumace kozího a ovčího mléka	47
6	Závěr.....	48
7	Použitá literatura.....	49

SEZNAM ILUSTRACÍ A TABULEK

Obrázek 1: <i>Schéma výroby konzumního mléka</i>	22
Obrázek 2: <i>Schéma odsmetaňovací odstředivky</i>	23
Obrázek 3: <i>Průtok tekutin deskovým pastérem</i>	26
Obrázek 4: <i>Laktosa</i>	33
Tabulka 1: <i>Základní složky mléka na začátku laktace a po 10 dnech</i>	13
Tabulka 2: <i>Zařazení mléka do jakostních tříd</i>	17
Tabulka 3: <i>Složení mléka</i>	43
Tabulka 4: <i>Obsah aminokyselin [%] v proteinech mléka</i>	44
Tabulka 5: <i>Vybrané mastné kyseliny vyskytující se v mléčném tuku</i>	44

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

°SH	stupně dle Soxhlet-Henkela (počet ml 0,25 M NaOH potřebných k neutralizaci 100 ml vzorku mléka)
EU	Evropská unie
SZPI	Státní zemědělská a potravinářská inspekce
SVS	Státní veterinární správa
ČOI	Česká obchodní inspekce
OOVZ	Orgány ochrany veřejného zdraví
ES	Evropské společenství
KTJ	kolonie tvořící jednotku
UHT	tepelné ošetření za vysoké teploty v krátkém čase (Ultra-High Temperature)
ČSN	Česká technická norma
ESL	mléko s prodlouženou trvanlivostí na delší dobu (Extended Shelf Life)
RIL	rezidua inhibičních látek
LTLT	ošetření nízkou teplotou po dlouhou dobu (Low Temperature-Long Time)
HTST	ošetření vysokou teplotou po krátkou dobu (High Temperature-Short Time)
PE	pasterační efekt
SE	sterilační efekt
PET	polyethylentereftalát
HACCP	system analýzy rizik a kritických kontrolních bodů ve výrobě (Hazard Analysis and Critical Control Point)
GHP	správná hygienická praxe (Good Hygienic Practise)
GMP	správná výrobní praxe (Good Manufacturing Practise)

TAG	triacylglycerol
CLA	konjugovaná kyselina linolová
FMN	flavinmononukleotid
FAD	flavinadenindinukleotid
PUFA	polynenasycené mastné kyseliny
LDL	lipoproteiny o nízké hustotě (Low-Density Lipoproteins)

Úvod

Mléko je považováno za základní složku potravy pro člověka. Jeho produkce začala již před 6000 lety, kdy došlo k domestikaci zvířat. Je důležitým zdrojem vitamínů a minerálních látek jako jsou vápník a fosfor. Je to také nezbytná složka pro správný růst kostí a zubů.

K lidské výživě se nejčastěji využívá mléko kravské, ale v současné době roste zájem i o výrobky z ovčího a kozího mléka.

Kozí mléko bylo ve starém Římě považováno za elixír krásy a dlouhověkosti a bylo vysoce ceněné. Dodnes jej některé národy používají jako součást léčebných mastí. V ČR sice není považováno za zázračný lék, nicméně jde o nutričně hodnotnou potravinu, která má oproti tradičnímu kravskému mléku určité přednosti, ale zajisté i nedostatky.

Cílem této práce je zaměřit se na technologii výroby konzumních mlék, porovnat složení kravského mléka s běžně konzumovanými mléky jiných zvířat v ČR a také se zaměřit na zdravotní aspekty související s konzumací těchto mlék a také porovnat jejich výhody a nevýhody.

1 Mléko

Jako mléko se označuje sekret mléčné žlázy savců, který slouží k výživě mláďat stejného druhu. Je považováno za komplexní potravinu s obsahem nutričně významných látek [1].

1.1 Druhy mlék

Sekrety mléčné žlázy lze rozdělit na mléka nezralá a mléka zralá [2]. Za mléko nezralé neboli mlezivo (kolostrum), které se tvoří krátce před porodem (mlezivo předběžné) nebo ihned po porodu (mlezivo pravé) je považována hustá kapalina nažloutlé až nahnědlé barvy s obsahem sušiny 20-25 hm. %. Další rozdíl od zralých mlék je jeho mírně slaná chuť, vyšší obsah tuku a bílkovin hlavně imunoglobulinů, vyšší obsah popelovin a minerálních látek. Mlezivo má na rozdíl od zralých mlék nižší obsah laktosy, zvýšenou enzymatickou aktivitu a vyšší obsah vitamínů rozpustných v tucích. Jeho hustota se pohybuje nad $1,045 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ a titrační kyselost je obvykle nad 13-15 °SH [3] [4]. Je důležitým krmivem pro novorozená mláďata, kdy zvyšuje jejich imunitu k určitým nemocem [5]. Mlezivo se změní na mléko zralé asi po 7-10 dnech [2]. Porovnání složení mleziva na začátku laktace s mlékem zralým podle následující tabulky.

Tabulka 1: Základní složky mléka na začátku laktace a po 10 dnech [5]

	Mlezivo (hm. %)	Mléko zralé (hm. %)
Tuk	5,20	3,60
Bílkoviny	10,70	3,13
- Kasein	4,60	2,46
- Syrovátkové bílkoviny	6,00	0,67
Laktosa	2,90	4,90
Popeloviny	1,07	0,73
Sušina	20,40	12,30

Mléka zralá lze rozdělit podle poměru albuminové a kaseinové části bílkovin na mléka albuminová a kaseinová. Mléka albuminová obsahují méně než 75 % kaseinu z celkového obsahu bílkovin a patří sem především mléko ženské, ale i mléko kobyly, psí nebo osličí.

Mezi mléka kaseinová, ve kterých obsah kaseinu převyšuje 75 % obsahu celkových bílkovin lze zařadit mléko kravské, kozí, ovčí a další [3]. V ČR se používá k průmyslovému zpracování hlavně mléko kravské, ale v dnešní době roste zájem i o výrobky z kozího a ovčího mléka [2].

1.2 Tvorba mléka a jeho získávání

U krav, koz, ovcí a jiného hospodářského dobytka se mléčné žlázy nacházejí ve vemenu. U krav se vemeno rozděluje na čtyři čtvrtky, které jsou fyziologicky samostatné. Jednotlivým žlázám odpovídá lysý struk vyústující strukovým vývodem. Mléčná žláza je tvořena kulovitými útvary alveolami zevnitř obalenými jednovrstevným epitelem sekrečních buněk. Kolem sekrečních buněk jsou rozptýleny buňky hladkého svalstva nazývané košíčkové buňky, které jsou důležité při vylučování mléka z vemene.

Při tvorbě mléka hrají významnou roli dva hormony, a to prolaktin a oxytocin. Vlivem prolaktinu, hormonu předního laloku hypofýzy, vzniká laktace a mléko přechází z alveol do mlékovodů. Pomocí oxytocinu, hormonu vylučovaného do krve ze zadního laloku hypofýzy, se mléko uvolní ven. Oxytocin se spouští po stimulaci vemene při jeho čištění před dojením. Oxytocin působí pouze několik minut, proto by dojení mělo být dostatečně rychlé a efektivní. Mělo by se dojit klidně, šetrně a především čistě [2]. Před dojením je potřeba vemeno umýt vlažným roztokem desinfekčního prostředku a osušit. První mléko ze struků se vydojuje vždy ručně a je odebráno, protože může obsahovat velké množství bakterií.

Existují dva způsoby dojení. Jedná se o dojení ruční, kdy mechanickým tlakem na struk vemene dochází k vyprazdňování mléka z mléčné žlázy. Nadojené mléko může obsahovat nečistoty z povrchu těla dojnice nebo krmiva. Tyto nečistoty se odstraňují buď filtrací, nebo cezením. Mléko se po odstranění nečistot shromažďuje v 30 až 50 litrových konvích, ve kterých je zchlazeno a skladováno.

Druhým způsobem získávání mléka pomocí vakua o síle 50 kPa je dojení strojní. Zde se střídá sací fáze s fází masážní asi 40 až 60 krát za minutu. V České republice se ve velkovýrobnách nejčastěji používá strojní dojení [2] [6] [7].

1.3 Kontrola mléka

Při získávání mléka v zemědělské prvovýrobě je nutné dodržovat právní předpisy Evropské unie (EU) a České republiky, které uvádějí podmínky pro produkci zdravotně nezávadných potravin.

Na hygienu a zdravotní nezávadnost od počátku výroby až po finální produkt dohlíží řada institucí, jako Státní zemědělská a potravinářská inspekce (SZPI), Státní veterinární správa (SVS), Česká obchodní inspekce (ČOI) nebo Orgány ochrany veřejného zdraví (OOVZ) [8].

1.3.1 Požadavky na hygienu syrového kravského mléka

Syrové kravské mléko je bílá nebo lehce nažloutlá tekutina bez usazenin, vloček a hrubých nečistot. Jeho chuť a vůně je mléčná bez jiných příchutí a pachů [2]. Podléhá různým požadavkům na hygienu, které jsou stanoveny legislativou (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ve znění pozdějších změn (Nařízení Komise (ES) č. 1662 /2006 a dalších) [9].

Kvalitu a složení mléka ovlivňuje především plemeno dojnice, krmení, zdravotní stav dojnice a jedním z důležitých hygienických ukazatelů je doba před dojením a vlastní dojení.

1.3.1.1 Požadavky na dojnici

Syrové mléko musí pocházet od zvířat, která:

- nevykazují žádný příznak nakažlivé choroby přenosné mlékem na člověka,
- jsou celkově v dobrém zdravotním stavu, nevykazují známky nákazy, která by mohla mít za následek kontaminaci mléka, a netrpí žádnou infekcí doprovázenou horečkou nebo viditelným zánětem vemene,
- nevykazují žádné zranění vemene, jež by mohlo mít vliv na mléko a mlezivo,
- nebyly podány nepovolené látky či přípravky, u nichž byla v případě podání povolených přípravků či látek dodržena ochranná lhůta.

1.3.1.2 Hygienické požadavky při dojení

Dojení musí být provedeno hygienicky a je třeba zajistit, aby:

- před zahájením dojení byly struky, vemeno a přilehlé části čisté,
- v mléce od každého zvířete byly zkontrolovány organoleptické a fyzikálně-chemické abnormality dojičem, a aby mléko vykazující takové abnormality nebylo použito k lidské spotřebě,
- mléko zvířat, která vykazují klinické příznaky onemocnění vemene, nebyly použity k lidské spotřebě jinak, než v souladu s pokyny veterinárního lékaře,
- byla identifikována zvířata, která se podrobila léčbě, v jejímž důsledku může dojít k přenosu reziduí do mléka, a aby mléko od takových zvířat nebylo do konce předepsané ochranné lhůty použito k lidské spotřebě,
- mlezivo bylo dojeno odděleně a nebylo smícháno se syrovým mlékem.

1.3.1.3 Mléka nepoužitelná v potravinářství

Z mlékárenského ošetření a zpracování se vylučuje mléko:

- pocházející od dojnic do 5 dní po otelení (mlezivo nesmí být smícháno s mlékem),
- pocházející od dojnic, které dojí méně než 2 litry,
- z prvních stříků,
- s obsahem reziduí inhibičních, pesticidních a kontaminujících látek,
- nepříznivě ovlivněné ve složení, vlastnostech a smyslově změněné [2] [4] [10].

1.3.2 Požadavky na jakost syrového kravského mléka

Důležitým parametrem z hlediska hygieny a zdravotní nezávadnosti je počet mikroorganismů a somatických buněk. Zvýšený počet mikroorganismů ukazuje na hygienu dojení, protože mléko získané při dodržení všech hygienických podmínek je téměř prosté mikroorganismů a je tedy pravděpodobné, že se mikroorganismy do mléka dostávají hlavně z prostředí.

Počet somatických buněk je ukazatelem zdravotního stavu dojnice. Za somatické buňky jsou považovány všechny tělní buňky kromě buněk pohlavních. V mléce však za somatické buňky lze považovat především bílé krvinky (leukocyty), které přechází do mléka z krve

a buňky epitelu mléčné žlázy. Je-li počet somatických buněk zvýšený, může to být způsobeno zánětem vemene dojnice - mastitidou. V mastitidním mléce se také vyskytuje zvýšený počet bakterií. Mezi bakterie, které způsobují mastitidu, lze zařadit *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus uberis*, *Streptococcus dysgalactiae*, a také koliformní bakterie *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii* a rody *Enterobacter* nebo *Klebsiella*.

Je prokázáno, že při vysokém počtu somatických buněk v mléce dochází ke změnám v chemickém složení, organoleptických i fyzikálně-chemických vlastností, což se v konečném důsledku odráží také v technologických procesech [4]. Takové mléko má nižší obsah sušiny, kaseinu, laktosy, fosforu, draslíku, ale i vápníku. Naopak se zvyšuje obsah chloridů, sodíku a sérového albuminu. Mění se aktivita enzymů a titrační kyselost klesá pod 6,2 °SH [11].

Tabulka 2: Zařazení mléka do jakostních tříd [2]

	Třída jakosti			
	Q	I	II	III
Počet somatických buněk (v tis. na 1 ml)	do 300	do 400	do 500	do 500
Celkový počet mikroorganismů (v tis. na 1 ml)	do 100	do 300	do 800	do 2000

1.3.2.1 Mikroorganismy v mléce

Mléko je vhodným prostředím pro rozvoj mikroorganismů. Jeho mikrobiální čistota je proto významným požadavkem na jakost syrového mléka. Má vliv na trvanlivost, ale i na technologické vlastnosti.

Kromě celkového počtu mezofilních mikroorganismů (při 30 °C do 100000 kolonií tvořících jednotku (KTJ) v 1 ml) jsou sledovány:

- Koliformní bakterie (nejvýše 1000 v 1 ml), které jsou považovány za indikátor fekálního znečištění. Tyto bakterie jsou však po tepelném zásahu inaktivovány.
- Termorezistentní mikroorganismy (nejvýše 2000 v 1 ml), které mohou přežívat pasterační záhřev.
- Sporotvorné anaerobní bakterie (v 0,1 ml negativní), které přežívají pasterační záhřev ve formě spor. Tyto bakterie způsobují vady trvanlivých a kondenzovaných mlék při nedostatečné sterilaci.

- Psychrotrofní mikroorganismy (do 50000 v 1 ml), které se pomalu množí při teplotách pod 10 °C, ničí se pasterací, ale díky produkci proteas a lipas zhoršují technologické vlastnosti mléka a způsobují chuťové vady [1] [10].

V 19. století byly s konzumací syrového mléka spojeny nemoci brucelosa a tuberkulosa, proto bylo zavedeno tepelné ošetření - pasterace. Dříve byly pasterační podmínky upraveny ke zničení *Mycobacterium tuberculosis* a tepelně odolných spor bakterií. Dnes jsou za nejčastější patogeny mléka považovány *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* a patogenní kmeny *Escherichia coli*.

Bylo zjištěno, že alimentární nákazy způsobené bakteriemi v mléce se pohybují kolem 1-5 %. Typickými příznaky u člověka jsou průjem, zvracení, nevolnost a horečka. Tato zdravotní rizika spojená s konzumací syrového kravského mléka jsou však minimalizována volbou vhodného tepelného ošetření, ať už se jedná o termizaci, pasteraci, sterilaci nebo tepelné ošetření za vysoké teploty v krátkém čase (UHT) [12].

1.3.2.2 Základní fyzikálně - chemické vlastnosti syrového mléka

Fyzikálně - chemické vlastnosti mléka se používají také pro hodnocení jakosti mléka. Česká technická norma (ČSN) 57 0529 zahrnuje také požadavky na fyzikálně - chemické znaky. Syrové mléko musí obsahovat minimálně 33,0 g·l⁻¹ tuku, obsah bílkovin by měl být nejméně 28,0 g·l⁻¹, bod mrznutí -0,510 °C a titrační kyselost 6,2-7,8 °SH [2].

1.4 Odplynění mléka

Čerstvé mléko po nadojení obsahuje asi 6 obj. % vzduchu. Obsah vzduchu lze přepravou v cisterně při protřepávání ještě zvýšit až na 10 %. To pak vede k problémům při měření hustoty mléka, snižuje se schopnost oddělení tuku při odstředování, snižuje se vliv pasterace a může být ovlivněna i trvanlivost mléka při skladování. Odstranění plynu lze dosáhnout buď zvýšením teploty, nebo snížením tlaku. Princip je takový, že ve vakuových nádržích dochází ke snižování tlaku do té doby, než se teplota mléčných kapiček pohybuje okolo 8 °C. To způsobí odpařování vzduchu a jiných těkavých složek, které jsou unášeny z mléka pryč [5] [13].

1.5 Chlazení a přejímka mléka v zemědělském závodě

Po nadojení má mléko teplotu kolem 37 °C. To jsou ideální podmínky pro rozvoj mikroorganismů. Čerstvě nadojené mléko musí být zchlazeno do 150 minut od začátku dojení a do doby odvozu do mlékárny uchováno při 4-7 °C, což je teplota, kdy je úroveň růstu mikroorganismů nízká. Hlavním cílem skladování je zabezpečení stejně kvalitního mléka, jako po prvotním ošetření.

Svoz mléka do mlékárny se uskutečňuje na základě smlouvy mezi zemědělským závodem a mlékárnou. Ideální by bylo svážet mléko dvakrát denně (ráno a večer), ale většinou je sváženo jednou denně. Pokud nastane delší čekání na odvoz, hrozí riziko množení psychrotrofní mikroflóry, která pak může zhoršit kvalitu výrobku. Mléko je sváženo v automobilových cisternách z nerezů, které mají objem 8000 až 22000 litrů. Řidič má za úkol odebrat vzorek na stanovení obsahu tuku, zvodnění, titrační kyselosti mléka, který se stanovuje orientačně indikátorovými papírky. Dále se odebírá bazénový vzorek, kterým se zjišťuje počet somatických buněk. Tento vzorek je považován za ukazatel vhodnosti syrového mléka ke konzumaci a zpracování.

Během přepravy musí být mléko udržováno při vhodné teplotě, která nesmí přesáhnout 10 °C.

Mléko je dodavatelům propláceno podle obsahu tuku a dalších jakostních ukazatelů zjištěných v centrálních laboratořích [2] [4] [6] [7] [10].

2 Rozdělení technologických postupů zpracování mléka

Podle toho, jak se vykoupené syrové mléko dále ošetřuje a zpracovává, lze výrobní postup rozdělit do několika stupňů.

- I. stupeň: Hlavními výrobky jsou pasterované mléko a smetana. Jako vedlejší produkt je odstředěné mléko.
- II. stupeň: V tomto stupni jsou dalším ošetřením zpracovávány výrobky z prvního stupně. Lze sem zařadit:
 - výrobu, plnění a balení konzumního mléka a smetany,
 - výrobu, plnění a balení fermentovaných mléčných výrobků,
 - stloukání smetany a výrobu másla,
 - výrobu mražených smetanových krémů,
 - zahuštěná a sušená mléka,
 - výrobky pro kojeneckou a dětskou výživu,
 - sýření a srážení mléka při výrobě sýrů, tvarohů a koncentrátů mléčných bílkovin.
- III. stupeň: Tady se zpracovávají přírodní sýry a tvarohy na výrobu sýrů tavených, tvarohy se upravují na tvarohové speciality nebo kyselé sýry.
- IV. stupeň: Do tohoto stupně jsou zařazeny postupy zpracování vedlejších produktů jako výroba laktosy, kyseliny mléčné, příprava syrovátkových nápojů [2].

2.1 Konzumní mléko

V České republice je konzumní mléko považováno za největšího představitele distribuovaných mléčných výrobků. Konzumní mléko je podle legislativy EU (Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1234/2007) [14]:

- syrové mléko, které nebylo zahřáté na více než 40 °C ani ošetřeno jiným způsobem s rovnocenným účinkem,
- tepelně ošetřené mléko splňující z hlediska obsahu tuku jeden z těchto požadavků:
 - plnotučné mléko se standardizací: mléko s obsahem tuku nejméně 3,50 %,
 - plnotučné mléko bez standardizace: mléko s obsahem tuku, který se od doby dojení nezměnil ani přidáním nebo odebráním mléčného tuku, ani smíšením s mlékem, jehož přirozený obsah tuku byl změněn (obsah tuku však nesmí být nižší než 3,50 %),

- polotučné mléko: tepelně ošetřené mléko, jehož obsah tuku byl snížen na úroveň nejméně 1,50 % a nejvýše 1,80 %,
- odstředěné mléko: tepelně ošetřené mléko, jehož obsah tuku byl snížen na úroveň nejvýše 0,50 %.

Bod mrznutí konzumního mléka by se měl pohybovat kolem bodu mrznutí syrového mléka. Hustota mléka s obsahem 3,5 % při 20 °C musí být nejméně 1028 g·l⁻¹ nebo být ekvivalentní hmotnosti na litr mléka podle obsahu tuku. Konzumní mléka s obsahem tuku 3,5 % musí obsahovat nejméně 2,9 % bílkovin nebo být ekvivalentní s koncentrací bílkovin u mléka s jiným obsahem tuku.

K výrobě konzumních mlék lze použít jen syrové mléko, které prošlo určitým tepelným záhřevem a je zdravotně nezávadné. Podle tepelného ošetření lze konzumní mléka rozdělit na:

- mléka pasterovaná

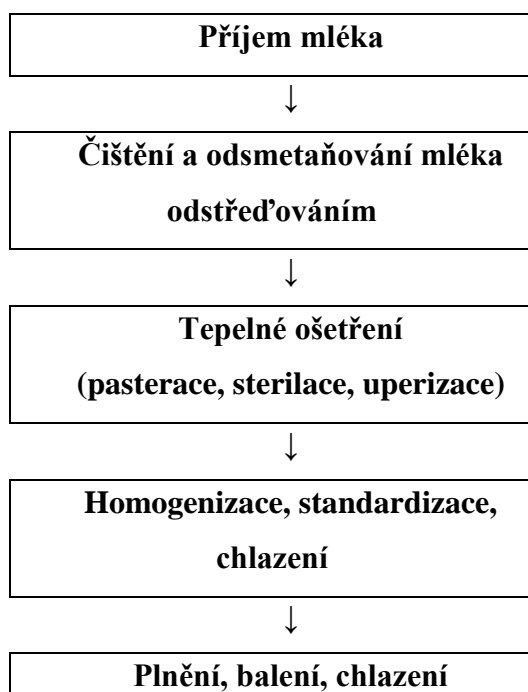
Mezi mléka pasterovaná patří mléka ošetřená běžnými metodami pasterace, balení a s dobou trvanlivosti do 10-14 dnů při 4-8 °C. Dále pak sem lze řadit mléka, u kterých se využívá specifických postupů tepelného ošetření a balení. Jsou to mléka s trvanlivostí prodlouženou na delší dobu (několik desítek dnů) při 4-8 °C, a to třeba mléko ESL - Extended Shelf Life (záhřev 125-135 °C; 0,5 sekundy), jehož trvanlivost je až 6 týdnů.

- mléka trvanlivá

Mezi mléka trvanlivá lze zařadit mléka sterilovaná v obalu, která mohou mít trvanlivost i několik měsíců při pokojové teplotě a také mléka ošetřená UHT záhřevem, asepticky zabalená s trvanlivostí několik měsíců (3-6 měsíců) při pokojové teplotě [4] [10].

2.2 Technologický postup výroby konzumního mléka

Výroba konzumního mléka se skládá z několika základních operací [2]. Tyto operace zahrnuje následující schéma (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Schéma výroby konzumního mléka [2]

2.2.1 Přejímka mléka v mlékárně

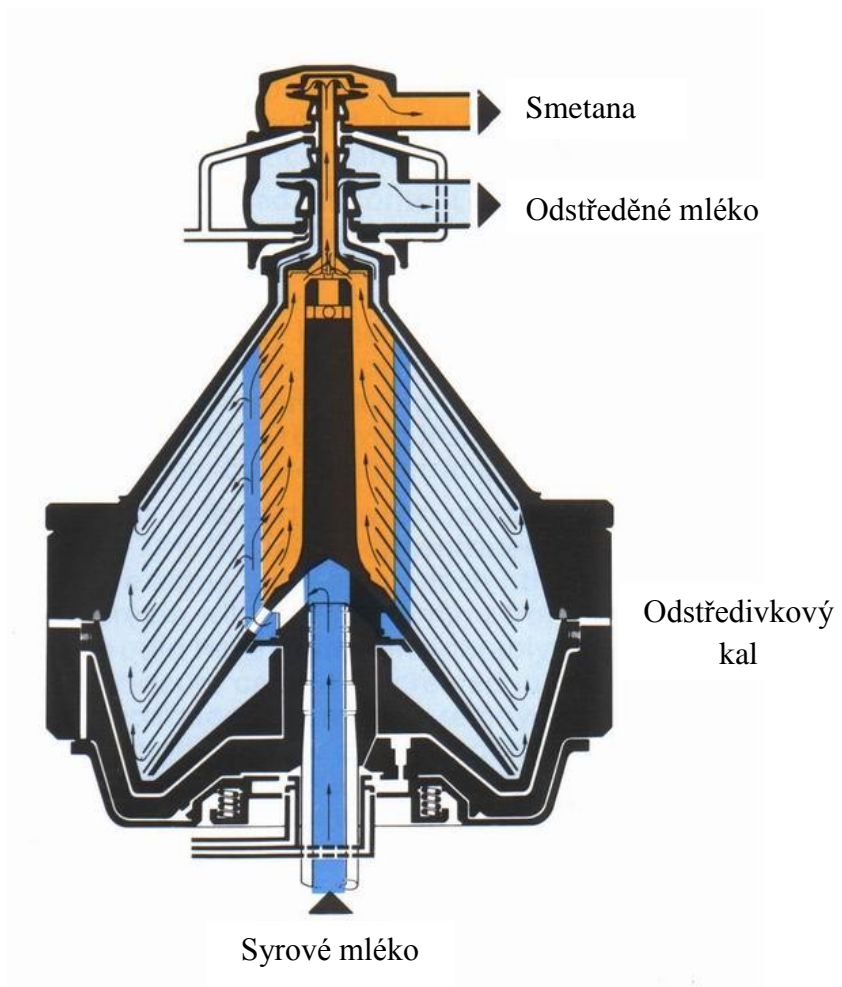
Z mléka přivezeného do mlékárny se odebere cisternový vzorek, který se používá ke kontrole reziduí inhibičních látek (RIL). Pokud jsou v mléce obsaženy RIL, nemůže ho mlékárna přijmout. Při přejímce mléka jsou opět kontrolovány parametry jako teplota mléka, titrační kyselost, obsah tuku, mikrobiální čistota a hmotnost nebo objem přijatého mléka pomocí objemových čerpadel, indukčních průtokoměrů nebo vážením na mostních vahách. Pokud mléko projde příslušnou kontrolou, je přečerpáno do zásobních tanků, kde se udržuje zchlazeno při 5 °C do doby dalšího zpracování [10].

2.2.2 Čištění a odsmetaňování mléka odstředěním

Čištění mléka je zbavení mléka jemných mechanických nečistot, části mikroorganismů a buněčných částic. Provádí se současně s odsmetaňováním v odstředivkách (viz obrázek 2), jejichž hnací silou je síla odstředivá. Odsmetaňování lze zařadit mezi procesy, kdy dochází

k rozdělení syrového mléka na mléko odstředěné se zbytkovým obsahem tuku kolem 0,05 % a smetanu s tučností obvykle 40 %. Při separaci v rotačním válci bubnu odstředivky vzniká odstředivé zrychlení. Díky tomu se těžší složka mléka (mléčná plazma) soustřeďuje kolem stěny bubnu a lehčí kapalina (smetana) je vytlačována do středu k ose otáčení. Těžké částice, jako jsou mikroorganismy a buněčné částice, jsou pomocí odstředivé síly vyneseny až na stěnu kruhu, kde jsou shromažďovány ve formě kalu [15].

Čistota mléka se dá kontrolovat jednoduchým filtračním přístrojem, přes který se přelévá 0,5 litru mléka a nečistoty se zachytávají na bavlněném nebo celulosovém kotouči. Po vysušení se kotouč porovnává se standardním. Nejčastěji se používají vatové filtry, protože jsou hygieničtější [7].



Obrázek 2: Schéma odsmetaňovací odstředivky [16]

2.2.3 Tepelné ošetření

Tepelné ošetření patří mezi nejdůležitější procesy při zpracování mléka. Cílem je zvýšení trvanlivosti, dosažení bakteriologické a zdravotní nezávadnosti zničením patogenních a technologicky nežádoucích mikroorganismů a rozvoj chuťových vlastností. Při tepelném zpracování dochází kromě ničení nežádoucí mikroflóry i k inaktivaci enzymů (lipas, oxidoreduktas a proteas).

Za negativní vlastnost tepelného záhřevu lze považovat určitý dopad na termolabilní složky mléka - vitamíny [13].

Tepelné ošetření mléka lze rozdělit na dva způsoby:

- Pasterace neboli záhřev do 100 °C s trvanlivostí zchlazeného mléka omezenou na několik dnů.
- Sterilace neboli záhřev vyšší než 100 °C s trvanlivostí mléka skladovaného při pokojové teplotě několik týdnů až měsíců [15].

2.2.3.1 Pasterace mléka

Jak už bylo zmíněno, pasterace je považována za záhřev do 100 °C, jejímž cílem je zničení vegetativních forem mikroorganismů. Vzhledem k malé intenzitě tepelného záhřevu zůstává nutriční kvalita mléka zachována [13]. Pasterací by mělo dojít ke snížení počtu virulentních mikroorganismů pod 1000 KTJ·ml⁻¹ a k inaktivaci mléčné lipasy pod 1 % původní aktivity.

Pasterační záhřevy se dělí do několika druhů:

Dlouhodobá pasterace neboli záhřev na 63-65 °C po dobu 30 minut. Patří sem metoda LTLT (low temperature / long time). Dochází k inaktivaci alkalické fosfatasy. Tento způsob se využívá jen výjimečně v malých výrobnách nebo při domácí výrobě.

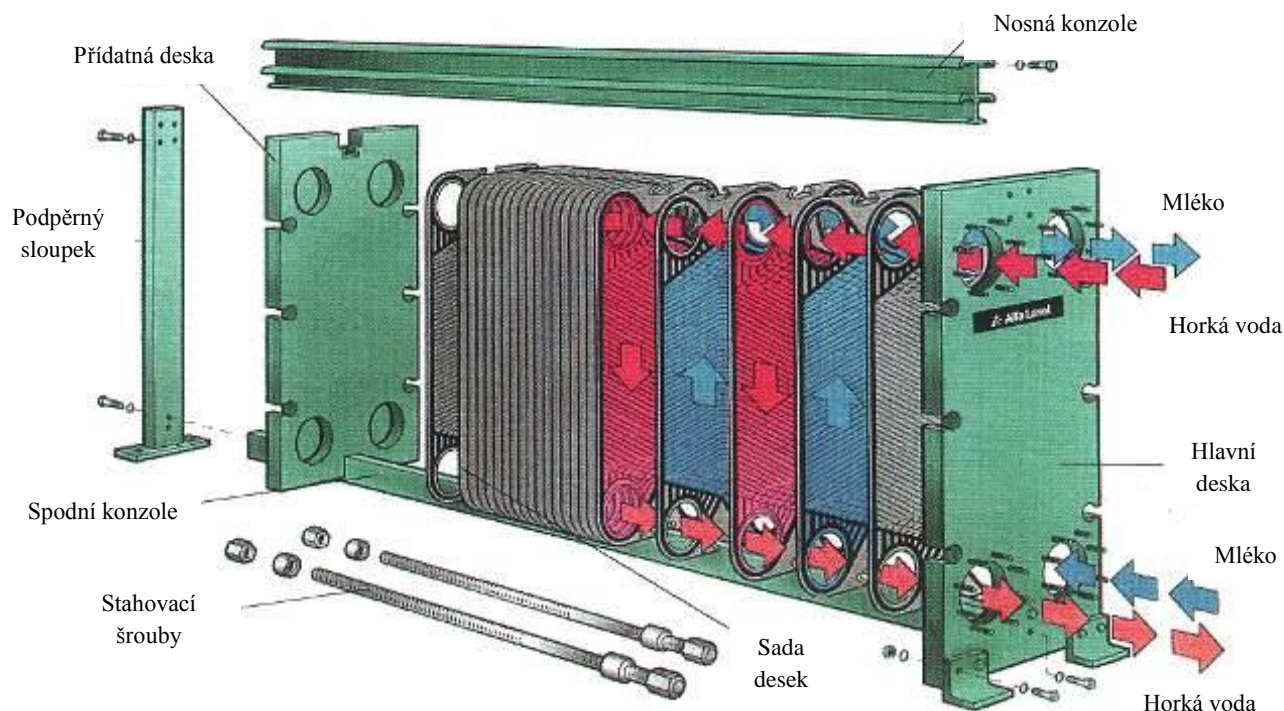
Šetrná pasterace neboli záhřev na 72-75 °C po dobu 15-20 minut. Patří sem metoda HTST (high temperature / short time). Tento způsob je indikován inaktivací alkalické fosfatasy, ale zachováním aktivní laktoperoxidasy. Při tomto druhu pasterace mohou přežívat sporotvorné a termorezistentní bakterie. Nejsou ovlivněny chuťové vlastnosti mléka. Záhřev má příznivý vliv na trvanlivost, protože je denaturováno jen 15 % syrovátkových bílkovin. Využívá se k výrobě tvrdých a polotvrdých sýrů a v některých zemích i k výrobě konzumních mlék.

Vysoká pasterace neboli záhřev na 85 °C (a teploty vyšší i nad 100 °C) po dobu 5 sekund. Tato metoda je indikována inaktivací laktoperoxidasy i jiných enzymů. Dochází zde k větší denaturaci syrovátkových bílkovin, a to až z 50 %, změně rozpustných forem vápníku na formu koloidní a také ke značným změnám vlastností sensorických a technologických. Tento druh pasterace je neúčinnější. V ČR se nejčastěji využívá při pasteraci konzumních mlék nebo při výrobě fermentovaných mléčných výrobků, kondenzovaných a sušených mlék [4] [16].

Je známých také několik druhů pasteračních zařízení, kam patří pastéry kotlové, trubkové a deskové. Deskový pastér neboli deskový výměník tepla (viz obrázek 3) je nejpoužívanějším zařízením na tepelné ošetření mléka. Je využíván k ohřevu i chlazení mléka vzájemnou výměnou tepla - regenerací. Přenos tepla pomocí topného média (teplé vody) je uskutečňován přes desky z nerezové oceli k produktu (mléko).

Proces pasterace mléka končí jeho ochlazením. Dochází k němu kontinuálně v přímé návaznosti na tepelné ošetření. Mléko se ochladí na 6 °C a tím se vytvoří podmínky, kdy prakticky ustává schopnost růstu patogenních mikroorganismů a přežívající mikroflóry. Pasterované mléko může být však opět kontaminováno hlavně při balení [10] [16].

Účinnost pasterace se vyjadřuje pomocí pasteračního efektu (PE), který udává procento usmrcených mikroorganismů vzhledem k jejich výchozímu počtu. U dlouhodobé pasterace se udává PE \approx 95-99 %, u šetrné pasterace PE \approx 99,9 % a u vysoké pasterace je PE \approx 99,99 %. Dříve byla pozornost z hlediska účinku pasterace věnována odolnému choroboplodnému mikroorganismu *Mycobacterium tuberculosis*, který by měl být zničen při záhřevu na 63 °C po dobu 10 minut. Dnes je za důkaz účinnosti pasterace považován test na alkalickou fosfatasu, který musí být negativní [4] [6] [15].



Obrázek 3: Průtok tekutin deskovým pastérem [4]

2.2.3.2 Sterilace mléka

Cílem sterilace mléka (záhřevu nad 100 °C) je usmrcení nežádoucích mikroorganismů včetně inaktivace jejich spor a tím dosažení prodloužení trvanlivosti výrobků až na několik měsíců. Mléka podrobená sterilačnímu zásahu neboli trvanlivá mléka obvykle nevyžadují (na rozdíl od pasterovaných mlék) teploty skladování pod 8 °C. Požadavkem pro dosažení praktické sterility je snížení četnosti spor sterilací na méně než 1 zárodek v 10000 litrech mléka. Jsou známy dva způsoby sterilačního zahřevu, a to sterilace v obalu, která probíhá při 115-120 °C po dobu 20-30 minut a UHT zahřev, což je vlastně kontinuální zahřev při teplotě 135-150 °C po dobu několika sekund, s následným aseptickým balením [16].

Sterilace v obalu se provádí buď diskontinuálně v autoklávech, nebo v kontinuálně pracujících sterilizátorech. Diskontinuální sterilace v obalech se používá hlavně při výrobě zahuštěných mléčných výrobků nebo při výrobě trvanlivé smetany. Mléko naplněné do obalů a hermeticky uzavřené se vloží do sterilizátoru. Sterilizátor se po uzavření naplní do poloviny vodou a je vyhříván parou na teplotu 110-120 °C po dobu 15-20 minut. Otáčivá vložka uvnitř sterilizátoru urychluje přenos tepla a umožní rovnoměrné prohřátí obsahu obalů.

Při kontinuální sterilaci se využívá tlakově uzavřený systém. Linka na kontinuální sterilaci je rozdělena na tři sekce. V první sekci se mléko v plechovkách zahřívá na 95 °C, v druhé sekci dochází ke sterilaci při 116 °C po dobu 10 minut a v závěrečné třetí sekci je mléko zchlazeno na 30 °C [10] [15] [16].

UHT proces lze rozdělit na UHT s přímým ohřevem nebo UHT s nepřímým ohřevem. Přímý ohřev spočívá v zavádění páry o tlaku 1 MPa do předehřátého mléka o teplotě 80-100 °C buď vstřikováním páry do mléka nebo vstřikováním mléka do prostoru plněného parou o tlaku 0,5 MPa (parní infuze). V obou případech se mléko rychle zahřeje na teplotu kolem 150 °C a dojde k jeho mírnému zvodnění zkondenzovanou parou. Po 2-3 sekundách se mléko vstříkuje do expanzní komory se sníženým tlakem, kde se rychle ochladí odpařením vody pod 100 °C.

U nepřímého ohřevu se využívá deskových výměníků tepla. Mléko je v kontaktu s topnou párou nebo horkou vodou, ale tyto fáze jsou od sebe odděleny nerezovou stěnou výměníku tepla. Topná pára nebo horká voda předá teplo mléku a sama se ochladí [16] [17].

Přímý ohřev je šetrnějším způsobem tepelného ošetření, který způsobuje jen minimální změny chuťových vlastností, ale vyžaduje větší spotřebu energie ve srovnání s nepřímým ohřevem, kde jsou naopak nízké pořizovací i provozní náklady. Při přímém ohřevu nelze také používat běžnou technickou páru, ale použitá pára musí splňovat určité hygienické požadavky z důvodu přímého kontaktu s potravinou.

Za nevýhody UHT záhřevu lze považovat nižší inaktivaci enzymů, hlavně lipas a proteas, snížení obsahu vitamínů (vitamín B o 10 %, kyselina listová o 15 % a vitamín C o 25 %). Dále pak riziko rekontaminace při balení, ale také kratší dobu trvanlivosti UHT mléka oproti výrobkům sterilovaných v obalu, jejichž trvanlivostí je až 1 rok.

Ukazatelem účinnosti sterilace je sterilační efekt (SE). Vyjadřuje se jako logaritmus podílu počtu bakteriálních spor před a po ošetření. SE udává, o kolik řádů se sníží kontaminace mléka [16] [18].

2.2.3.3 Uperizace

Uperizace neboli ultrapasterace je způsob kontinuální sterilace, která se provádí při teplotách 125-145 °C po dobu 0,3-4 sekund ve stejných zařízeních, jako tomu bylo při výrobě UHT mléka, ale za šetrnějších podmínek. Mléko se vstříkem ostré páry pod tlakem 0,36 MPa krátce zahřívá na požadovanou teplotu. Doba záhřevu bývá asi 1 sekunda.

Před vlastní sterilací se mléko předejde na deskovém výměníku na teplotu 70-80 °C. Dále je dopravováno vysokotlakou pumpou do uperizátoru, kde po vstříknutí nasycené páry dojde k jeho okamžitému zahřátí na teplotu 135-140 °C a po 3-4 sekundách k dvoustupňovému chlazení, nejdříve na 70 °C v expanzní vakuové nádrži, kde dochází k odloučení přidané vody, a poté v aseptickém výměníku tepla na 25-30 °C. Díky tomu, že uperizované mléko má nezměněnou chuť, barvu a minimální ztráty vitamínů, je tento způsob také často využíván [4] [10] [15].

2.2.4 Standardizace

Proces standardizace zahrnuje úpravu obsahu tuku v mléce. Úpravu tučnosti lze provádět několika způsoby. Šaržovitě, kdy do standardizačního tanku anebo přímo do výrobníku se napustí vypočtený objem odstředěného mléka a mléka s vyšším obsahem tuku (nebo smetany). Tímto způsobem lze míchat jakákoliv mléka s různou tučností.

Dalším způsobem neboli kontinuálně za pomoci průtokových standardizačních zařízení. Linka je vybavena měřicími a regulačními prvky pro měření tučnosti obou složek před smícháním, pro měření teploty a regulace průtoku složek [4]. Mléko po standardizaci tuku se nazývá mléko egalizované [15].

2.2.5 Homogenizace

Cílem homogenizace je zmenšení tukových kuliček pod 1 μm a tím zabránění vyvstávání mléčného tuku při skladování. K homogenizaci se používají homogenizátory. Hlavním prvkem homogenizátoru je homogenizační hlava (ventilová vysokotlaká komora). Nejprve se mléko nasaje do válce pístového čerpadla, stlačí se a vlivem vysokého tlaku (5-25 MPa) se ventil homogenizační hlavy pootevře a vytvoří úzkou štěrbinu (0,1 mm), kterou proudí mléko velkou rychlostí. K rozbití tukových kuliček dochází vlivem změny proudění a náhlým poklesem tlaku. Vliv na homogenizační účinek má charakter snížení tlaku, který musí být nárazový, jinak dochází pouze k tření částic, což je žádoucí jen v počáteční fázi. Aby homogenizace proběhla úspěšně, musí mléko mít dostatečný obsah bílkovin a tuk musí být v kapalném stavu. Proto homogenizace většinou probíhá při teplotách 55-80 °C.

Pro zvýšení homogenizačního účinku se častěji používá dvoustupňových homogenizačních hlav. Mléko prochází dvěma hlavami za sebou. Ve druhém stupni

už nedochází ke zmenšování tukových kuliček, ale k rozbití jejich shluků a k dosahování optimálních podmínek z předchozího stupně regulací tlaku [15] [16].

2.2.6 Plnění a balení

Mezi hlavní funkce obalu patří umožnit efektivní distribuci potravin, udržovat hygienu produktu, chránit živiny a chuť, snížit kažení, zvýšit dostupnost a také zprostředkovat informace o produktu. Mléko se může plnit do vratných nebo nevratných obalů. Mezi vratné obaly patří skleněné lahve, které se v dnešní době už moc nepoužívají a jsou často nahrazovány nevratnými obaly z plastů (PET, polyethylenové sáčky a další) a také z papíru [15]. Nevýhodou skleněných lahví je jejich křehkost, vysoká hmotnost, náročnost na přepravu a mytí. Další nevýhodou hlavně u čirých bezbarvých skel je riziko destrukce fotolabilních látek, kam patří vitamín B₂-riboflavin [4].

Trvanlivé mléko je nutné balit asepticky do sterilních obalů. Nejčastěji se toto mléko balí do nevratných obalů Tetra Pak, Tetra Brik nebo Pure-Pack. Tyto obaly jsou několikavrstevné, obsahují vnější i vnitřní polyethylenovou vrstvu, laminovaný papír a hliníkovou folii, která brání přístupu vzduchu a světla. Výhodou těchto obalů je jejich pevnost a schopnost udržovat stálý tvar.

Plastové lahve na balení mléka se formují vyfukovacím zařízením, vnitřek je sterilní, hrdlo je po naplnění mlékem uzavřeno šroubovacím uzávěrem (někdy i folií) [6] [15].

2.3 Bezpečnost potravin

Aby byla zajištěna produkce bezpečných a kvalitních potravinářských výrobků, došlo k zavedení systému HACCP. Je to systém analýzy rizik a kritických kontrolních bodů ve výrobě. Tento systém se používá v potravinářství. Dochází při něm k identifikaci kritických kroků v průběhu výroby a k tvorbě plánu pro monitorování a minimalizaci těchto rizik se zaměřením na prevenci před alimentární nákazou.

U malých podniků jsou zřízeny správná hygienická praxe (GHP) a správná výrobní praxe (GMP), které spolu úzce souvisí, a u kterých je nutné dodržovat hygienické a technologické předpisy k zajištění zdravotní nezávadnosti a jakosti potravin [19] [20].

Veškeré tyto předpisy jsou součástí hygienického balíčku podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 a je nutné je dodržovat [21].

3 Chemické složení kravského mléka

Mléko a mléčné výrobky mají ve výživě člověka klíčové postavení [5]. Chemické složení kravského mléka může být ovlivněno řadou faktorů, jako plemenem skotu, jeho genetickým potenciálem, výživou nebo aktuálním zdravotním stavem [4].

Mléko je považováno za polydisperzní systém, který je složen z disperzního prostředí (vody) a dispergovaných fází neboli malých částic rozptýlených ve vodě. Tyto fáze lze rozdělit na fázi molekulární, koloidní a emulzní. Molekulární fázi tvoří složky jako laktosa, chloridy či fosforečnany, které vytváří s vodou pravé roztoky. Koloidní fázi tvoří bílkoviny. Emulzní fáze je tvořena hlavně mléčným tukem [5].

Hlavní složkou mléka je tedy voda, ve které jsou rozpuštěny nebo rozptýleny další složky. Obsah vody je průměrně 86-88 %. Ostatní složky, které zbyly po vysušení mléka do konstantní hmotnosti při 103-105 °C, jsou souhrnně označovány jako sušina. Obsah sušiny se pohybuje kolem 12-14 %. Sušinu mléka tvoří především mléčný tuk, bílkoviny, mléčný cukr, vitamíny, enzymy a hormony.

Kravské mléko obsahuje přibližně 4 % tuku, tukuprostou sušinu minimálně 8,5 % (dáno normou), 3,2 % bílkovin (2,6 % kaseinu a 0,6 % syrovátkových bílkovin), 4,6 % laktosy a 0,7 % popelovin [5] [16] [22].

3.1 Voda

Jak už bylo uvedeno, je voda považována za hlavní složku mléka. Voda přechází do mléka z krve. Vyskytuje se v něm především jako voda volná nebo vázaná na koloidy. Volná voda tvoří převážnou většinu vody mléka a jsou v ní rozpuštěny jeho složky. Tuto vodu lze z mléka odpařit nebo vymrazit ve formě krystalů.

Voda vázaná na koloidy tvoří obal na povrchu částic. Její množství závisí hlavně na chemickém složení, obsahu bílkovin a fosfolipidů. Lze ji také z mléka odstranit, ale až při teplotách nad 100 °C.

3.2 Bílkoviny

Bílkoviny tvoří významnou část sušiny mléka. Z chemického hlediska jde o dlouhé řetězce L - α - aminokyselin spojených peptidovou vazbou. Podle fyzikálních a chemických

vlastností lze bílkoviny dělit na fibrilární (lineární), které jsou ve vodě zcela nerozpustné, a globulární (sféroproteiny), které mají kulovitý tvar a ve vodě tvoří koloidní roztoky. Bílkoviny mléka se řadí do skupiny sféroproteinů [5] [22].

Bílkoviny mléka jsou považovány za plnohodnotné, což znamená, že mají dostatečný obsah esenciálních aminokyselin. K esenciálním aminokyselinám patří valin, leucin, isoleucin, threonin, fenylalanin, tryptofan, methionin a lysin. Navíc u malých dětí se za esenciální aminokyseliny považují také histidin a arginin, protože je nedokážou v dostatečném množství syntetizovat. Mezi neesenciální aminokyseliny patří cystein, tyrosin, alanin, serin, prolin, glycin, kyselina glutamová a asparagová [23].

Hlavními bílkovinami mléka jsou kaseiny a syrovátkové bílkoviny [10].

Kasein je hlavní bílkovinou mléka a představuje přibližně 80 % celkové bílkoviny kravského mléka. Jde o komplex frakcí fosfoproteinů. Kaseiny se dobře absorbují v gastrointestinálním traktu, ale ne všechny jsou dobře stravitelné. Mezi základní kaseinové frakce patří α_s , β a κ - kasein. Jednotlivé frakce spolu tvoří komplexy, které jsou pak uspořádány do větších částic - micel. Kaseinové micely mají velikost 30-300 nm. Každá micela je tvořena z 93 % kaseiny, 3 % vápenatými ionty, 3 % anorganickým fosfátem, 2 % fosfátem vázaným jako fosfoserin, 0,4 % citrátem a 0,5 % sodnými, draselnými a hořečnatými solemi [3].

α_s - kaseiny tvoří největší podíl v kaseinovém komplexu. Jejich primární struktura je tvořena 199-207 aminokyselinami. Neobsahují cystein a jsou bohatým zdrojem fosforu. V přítomnosti vápníku tvoří nerozpustné vápenaté soli.

β - kaseiny patří mezi hydrofobnější frakce kaseinů. Jejich primární struktura obsahuje 209 aminokyselin. Obsahují méně fosforu a jsou citlivé vůči vysrážení vápníkem při 35 °C.

κ - kasein tvoří s vápenatými ionty rozpustné soli, které v přítomnosti iontů vápníku stabilizují α_s a β - kaseiny. Obsahují v molekule fosfor, ale i galaktosu, galaktosamin a kyselinu sialovou. Jejich primární struktura je tvořena 169 aminokyselinami [3] [5].

Jako syrovátkové bílkoviny jsou označovány ty bílkoviny, které zůstanou po vysrážení kaseinu z mléka při pH 4,6. Tvoří asi 17-20 % z celkového množství bílkovin mléka. Mají vyšší nutriční hodnotu než kasein, hlavně díky vysokému obsahu cystinu. Lze je zařadit do skupiny globulárních bílkovin. Patří sem β - laktoglobulin, α - laktalbumin a v menším množství pak sérový albumin a imunoglobuliny [3] [24].

β - laktoglobulin tvoří syrovátkové bílkoviny asi z 50 %. Je syntetizován v mléčné žláze. Tvoří ho 162 aminokyselin. V mléce se vyskytuje jako dimer. Vlivem tepla, zvýšené koncentrace vápenatých iontů nebo vlivem prostředí o $\text{pH} > 8,6$ dochází k jeho nevratné denaturaci.

α - laktalbumin tvoří syrovátkové bílkoviny asi z 25 %. Také se syntetizuje v mléčné žláze. Je důležitý pro syntézu laktosy, má biologickou funkci jako součásti enzymů.

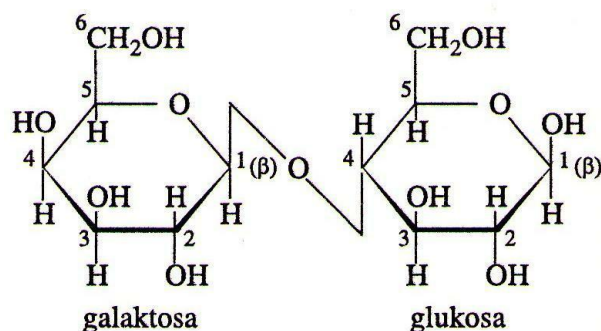
Imunoglobuliny jsou minoritní, ale biologicky významnou skupinou protilátek, které jsou součástí systému, který zpomaluje růst nežádoucí mikroflóry v mléce. V mléce se vyskytují hlavně imunoglobuliny IgG, IgM, IgA. Zajišťují zejména přenos imunity z matky na mládě, a proto jsou ve zvýšené koncentraci obsaženy hlavně v mlezivu.

Sérový albumin se vyskytuje v množství asi 0,7-1,3 % z celkových bílkovin mléka. K jeho zvýšení může dojít při zánětech mléčné žlázy [3] [24].

3.3 Laktosa

Mléčný cukr - laktosa (viz obrázek 4) je disacharid složený z D-glukosy a D-galaktosy. Stáčí rovinu polarizovaného světla a je tedy opticky aktivní. Považuje se za unikátní sacharid, který je schopna syntetizovat jen mléčná žláza, a proto se přirozeně vyskytuje pouze v mléce a mléčných výrobcích. Je dobrým zdrojem energie. Hraje důležitou roli ve výživě novorozenců, protože jsou schopni metabolizovat pouze laktosu jako jediný sacharid. Umožňuje využívat vápník a fosfor z potravy. Sladkost laktosy je výrazně menší než je tomu u monosacharidů, ze kterých se skládá. Je méně kariogenní než ostatní sacharidy. Laktosa je také redukující cukr, proto při tepelném ošetření reaguje s volnými aminoskupinami a podléhá Maillardovým reakcím, jejichž produkty mohou ovlivňovat barvu, vůni a chuť sterilovaných mléčných výrobků. Často se využívá jako výchozí látka při mléčném kvašení v technologii fermentovaných mléčných výrobků a sýrů.

V mléce se kromě laktosy tvořící 90 % všech sacharidů v mléce, vyskytují i jiné monosacharidy (hlavně glukosa), ale jejich obsah je zanedbatelný [5] [10] [16].



Obrázek 4: Laktosa [4]

3.4 Mléčný tuk

Tuk se v mléce vyskytuje ve formě tukových kuliček. Hlavní složku mléčného tuku tvoří z 98 % triacylglyceroly (TAG), ale vyskytují se zde i jiné lipidy, jako jsou diacylglyceroly (2 %), cholesterol (méně než 0,5 %), fosfolipidy (asi 1 %) a volné mastné kyseliny (0,1 %).

V TAG je zastoupeno široké spektrum mastných kyselin, a to jak nasycených tak nenasycených. Z nasycených jsou to hlavně mastné kyseliny se 14, 16 a 18 uhlíky, ale v mléce se vyskytují i mastné kyseliny s kratším řetězcem (C4-C8), které mají vliv na chuť a vůni mléka.

Z nenasycených jsou to především kyselina olejová a kyseliny linolová a linolenová, které jsou považovány za esenciální [3].

Kravné mléko je také zdrojem konjugované kyseliny linolové (CLA) s obsahem 2-37 mg·g⁻¹ tuku. Má protizánětlivé, protikarcinogenní, protimutagenní a protialergenní účinky, podporuje tvorbu kostní hmoty a je součástí doplňků stravy, protože má příznivý vliv na redukci ukládání tuku v těle [10].

3.5 Vitamíny

Vitamíny jsou esenciální nízkomolekulární organické sloučeniny, které jsou nezbytné pro správnou funkci organismu. Rozdělují se na vitamíny rozpustné v tucích (vitamíny A, D, E, a K) a na vitamíny rozpustné ve vodě (vitamíny skupiny B, C a H) [25]. V mléce a hlavně v mlezivu se vyskytují všechny životně důležité vitamíny, i když koncentrace některých z nich jsou minimální. Ze složek mléka mají největší význam vitamíny A, D, E, B₁, B₂ a C [5].

3.5.1 Vitamíny rozpustné v tucích

Vitamín A je názvem pro mnoho látek (retinol, retinal nebo kyselinu retinovou). Dostává se potravou do krve živočichů a odtud přechází do mléka. Vitamín A se tvoří z β - karotenu, což je jeho provitamin. Mlézivo obsahuje desetkrát více karotenů a vitamínu A než normální mléko, což způsobuje jeho typickou nažloutlou barvu. Je důležitý pro růst a vývoj, rozmnožování a také pro zdraví očí. Při nedostatku hrozí šeroslepost, rohovatění sliznic nebo poruchy růstu. Mléko obsahuje poměrně málo vitamínu A, a to asi kolem $0,3-1,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Tento obsah je však úměrný obsahu tuku, což znamená, že mléčné výrobky s vyšším obsahem tuku a máslo jsou velmi dobrými zdroji retinolu. Retinol je tepelně odolný za nepřístupu vzduchu, ale na světle se lehce oxiduje. Při pasteraci, UHT a sušení dochází ke ztrátě 6 % vitamínu [5] [26] [27].

Vitamín D je společný název pro vitamín D_2 -ergokalciferol a vitamín D_3 -cholecalciferol. Vitamíny D vznikají působením UV záření z provitaminů D. Nejvýznamnější formou tohoto vitamínu v mléce je cholecalciferol. Je spojen s metabolismem vápníku a fosforu, které jsou důležité pro správný růst a vývoj kostí. Zvyšuje vstřebávání vápníku. Při nedostatku vitamínu D dochází ke křivici nebo k osteomalacii. Jeho obsah v mléce je ovšem docela nízký, a to kolem $1 \text{ }\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$. Proto dochází k fortifikaci potravin vitamínem D [26] [28] [29].

Za vitamín E jsou považovány tokoferoly a tokotrienoly. Vitamín E se řadí mezi významné antioxidanty, kdy chrání nenasycené lipidy před oxidací volnými radikály. Je termostabilní a dobře snáší působení kyselin a zásad. Jeho obsah v mléce se pohybuje kolem $0,2-1,2 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Při zpracování a skladování mléka nepřesahují ztráty 10 % [26].

Vitamín K je tvořen vitamínem K_1 -fylochinonem, vitamínem K_2 -farnochinonem a vitamínem K_3 -menadionem, který je syntetickou látkou. Je důležitý při biosyntéze protrombinu při procesu srážení krve. V mléce se vyskytuje jen ve stopových množstvích $0,01-0,03 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [5] [26].

3.5.2 Vitamíny rozpustné ve vodě

Vitamín B_1 (thiamin) se v mléce vyskytuje především jako volná látka (50-70 %), dále ve formě fosfátů (18-45 %) a z 5-17 % vázaného na bílkoviny. Je tvořen bachorovou mikroflórou a z toho důvodu je jeho obsah v kravském mléce daleko vyšší než v mléce jiných

přezvýkavců. Nedochází k jeho rozkladu v silně kyselém prostředí, ovšem při záhřevu v alkalickém prostředí se ničí úplně. Biochemicky aktivní formou thiaminu je thiamindifosfát, jenž je významným kofaktorem enzymů. Při jeho nedostatku dochází k únavě svalů, nechutenství a podráždění. Když vitamín úplně chybí, dochází k onemocnění zvanému Beri-beri. Mléko je důležitým zdrojem vitamínu B₁. Jeho obsah v mléce se pohybuje kolem 0,3-0,7 mg·kg⁻¹. Při pasteraci a sterilaci se ztráty thiaminu pohybují v rozmezí 10-20 %.

Mléko je hlavním zdrojem vitamínu B₂. Jeho obsah je zde kolem 0,2-3,0 mg·kg⁻¹. V mléce se riboflavin vyskytuje volný (65-69 %) nebo ve formě vázaného s bílkoviny. Jako riboflavin-5'-fosfát (FMN- flavinmononukleotid) a flavinadenindinukleotid (FAD) je součástí kofaktorů enzymů. Roztok riboflavinu má typickou žlutozelenou fluorescenci, což způsobuje typické zbarvení syrovátky. Má hořkou chuť. Je také tvořen bachorovou mikroflórou, a proto je jeho obsah v kravském mléce výrazně vyšší než třeba v mléce mateřském. Během pasterace a sterilace je riboflavin velmi stálý, ztráty dosahují méně než 5 %. K velkým ztrátám dochází při ozáření slunečním světlem [3] [26].

Vitamín B₆ (pyridoxin) je skupina tří příbuzných látek, a to pyridoxolu, pyridoxalu, pyridoxaminu. Ve formě fosfátů je vitamín B₆ kofaktorem enzymů. V mléce se nalézá ze 14 % ve formě vázané a z 86 % ve volné formě. Nejčastější výskyt je ve formě pyridoxalfosfátu. Při nedostatku dochází k dermatitidám a nervovým poruchám. Jeho obsah v mléce je nízký asi 0,2-2,0 mg·kg⁻¹. Dochází k fortifikaci tímto vitamínem hlavně u dětské mléčné výživy. B₆ je poměrně odolný vůči záhřevu, kyselinám nebo zásadám. Málo odolný je však proti oxidačním činidlům. Při pasteraci a UHT jsou ztráty vitamínu do 10 % [5] [26].

Vitamín B₁₂ (kobalamin) má nejsložitější strukturu ze všech vitamínů. Obsahuje komplexně vázaný kobalt a řadí se mezi korinoidy. V mléce je 78-95 % vázáno na bílkoviny. Je syntetizován bachorovou mikroflórou. Má léčivé účinky proti anémii. Jeho obsah v mléce se pohybuje kolem 3-38 μg·kg⁻¹. Při záhřevu je stálý. Při pasteraci dochází ke ztrátám do 10 %, při UHT jsou ztráty asi 10-20 % [5].

Další přítomné vitamíny, ať už skupiny B-komplexu, jako jsou vitamín B₃-niacin, vitamín B₅-kyselina pantothenová, vitamín B₉-kyselina listová nebo vitamín H-biotin, se sice v mléce vyskytují, ale pouze v nepatrných množstvích [26].

Vitamín C (kyselina askorbová) je velmi citlivý na světlo, záhřev a přítomnost těžkých kovů, které urychlují její oxidaci za vzniku kyseliny L-dehydroaskorbové, jejíž obsah v mléce se pohybuje okolo 24-33 % z celkové sumy vitamínu C. Kyselina askorbová působí jako

důležitý antioxidant, v potravinářství se využívá jako aditivum. Při nedostatku vzniká únava a snižuje se odolnost k infekcím. Při avitaminose dochází k onemocnění zvaném kurděje. Obsah vitamínu C v mléce je $5\text{-}20\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Díky její citlivosti dochází při skladování syrového mléka ke značným ztrátám, a to až 50 %. Při tepelném ošetření klesá obsah vitamínu C o 20-50 % [26] [30].

3.6 Minerální látky

Minerální látky hrají důležitou roli ve výživě člověka. Přejíždějí do mléka z krve. V mléce se vyskytují v různé formě. Buď v mléčném séru, roztoku, ve formě koloidů nebo jsou vázány na organické součásti mléka. Kvůli obtížnosti jejich stanovení se minerální látky stanovují ve formě popelovin, což je zbytek po spálení vzorku mléka při teplotě $550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Obsah popelovin v mléce je přibližně 0,7-0,8 %. Kravské mléko je bohaté hlavně na vápník, fosfor, sodík, draslík, hořčík a chlor [3] [5].

Vápník a hořčík jsou v mléce hojně zastoupeny. Vápník je zde přítomen hlavně jako fosforečnan vápenatý nebo v kaseinovém komplexu. Oba prvky jsou důležité pro správný růst kostí a zubů, nervovou a svalovou činnost, navíc je vápník důležitý pro srážlivost krve. Při nadbytku vápníku a nedostatku lipidů dochází ke snižování vstřebávání hořčíku. Výskyt vápníku v mléce se pohybuje kolem $1100\text{-}1300\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, obsah hořčíku v mléce se pohybuje kolem $110\text{-}140\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [3] [26].

Stejně jako vápník je i fosfor v mléce částečně vázán ve formě vápenatých solí jako hydrogenfosforečnan vápenatý a z části vázán s kaseinem. Je důležitý pro správný růst kostí a zubů a je složkou biologických struktur. Při nadměrném příjmu fosforu dochází k redukci vstřebávání vápníku, proto je důležitější než absolutní množství ve stravě zachování vhodného poměru s vápníkem. Pro vstřebávání je důležitý poměr vápníku a fosforu 1,2 : 1. Obsah fosforu v mléce je asi $870\text{-}980\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [4] [5] [26].

Hlavní funkcí sodíku a draslíku v organismu je udržovat osmotický tlak a aktivovat enzymy. Draslík také ovlivňuje svalovou aktivitu. Při nedostatku dochází ke křečím a průjmům, naopak při nadměrném množství může docházet k poruchám ledvin. Optimální poměr sodíku a draslíku je regulován hormonálně. Obsah v mléce je asi $480\text{-}500\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ pro sodík a $1550\text{-}1600\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ pro draslík.

Hlavní funkcí chloridů je udržovat osmotický tlak. Nachází se v mléce hlavně ve formě chloridu sodného. Obsah v mléce se pohybuje okolo $900\text{-}980\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ [26].

3.7 Enzymy v mléce

Mezi minoritní složky mléka patří i enzymy, které jsou často označovány jako biokatalyzátory. Z chemického hlediska jde o jednoduché nebo složené bílkoviny. Enzymy hrají důležitou úlohu při rozlišování mlék od různých savců, při diagnostice zdravotního stavu mléčné žlázy nebo při kontrole hygieny a tepelného ošetření mléka. V mléce savců lze najít až 100 typů enzymů.

Podle původu se rozdělují na enzymy endogenní, které jsou přirozenými enzymy mléka, a na enzymy exogenní, kterými jsou mikrobiální enzymy přidávané při technologických procesech. Řada endogenních enzymů se podílí na přirozeném antibakteriálním systému mléka, ale některé mohou katalyzovat i biochemické reakce, které mohou vést k sensorickým nebo technologickým vadám.

Čerstvé kravské mléko obsahuje asi 60 přirozených enzymů. Přirozené enzymy mohou pocházet například z cytoplazmy, krve nebo somatických buněk.

Podle významu v mlékárenství se enzymy dělí na dvě skupiny. První skupinou jsou enzymy, které podmiňují fyzikálně - chemické ukazatele a používají se pro hodnocení jakosti mléka. Druhou skupinou jsou enzymy používané v testech pro hodnocení stupně mechanického, tepelného a jiného působení na mléko [4] [5] [16].

Mezi nejdůležitější enzymy v mléce patří:

Proteasy, které působí na peptidické vazby bílkovinných složek. Nejvýznamnější je plasmin (alkalická proteasa) a katepsin D (kyselá proteasa). Výsledkem enzymové hydrolýzy bílkovin proteasami je zvýšení obsahu nebílkovinných dusíkatých látek v mléce, snížení obsahu bílkovin a stability kaseinových micel, což vede ke zhoršení technologických vlastností mléka [4].

Lipasy katalyzují hydrolýzu TAG na glycerol a mastné kyseliny. Jsou zodpovědné za hydrolytické žluknutí mléka a mléčných výrobků. Hlavní přirozenou lipasou mléka je lipoproteinlipasa. Mezi lipasy lze zařadit i mikrobiální lipasy. Vysoká lipolytická aktivita (10^6 - 10^7 zárodků v ml) je ukazatelem mikrobiálního znečištění mléka.

Fosfatasy mají schopnost hydrolyzovat esterovou vazbu, kterou je kyselina fosforečná vázána na různé substráty. Přirozenou součástí mléka je alkalická a kyselá fosfatasa. Alkalická fosfatasa vzniká v epitelu mléčné žlázy, v krvi a buněčných elementech. Je částečně produkována i mikroorganismy v mléce. Teplotní optimum tohoto enzymu je 37 °C. Je inaktivována při 63-65 °C po dobu 30 minut. Využívá se jako indikátor účinnosti pasterace.

Kyselá fosfatasa se vyskytuje v mléce v nižších koncentracích a pochází z leukocytů. Její aktivita se zvyšuje při zánětech mléčné žlázy. Tento enzym je termostabilní, ničí ho až několikaminutový záhřev při 95 °C.

Laktoperoxidasa je první enzym, který byl objeven v mléce a také izolován v čistém stavu. Její výskyt v kravském mléce je ve vysoké koncentraci 10-30 $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$. Laktoperoxidasa je součástí obranného systému mléčné žlázy. Rozkládá peroxid vodíku za uvolnění kyslíku, který předává vhodnému akceptoru. Je tepelně odolná, inaktivuje se při 80 °C po dobu 30 sekund. Podle přítomnosti laktoperoxidasy v pasterovaném mléku se ověřuje správnost provedení vysoké pasterace [4] [5].

Laktasa (β -D-galaktosidasa) štěpí laktosu na glukosu a galaktosu. Její obsah v mléce je velmi nízký, převážně jde o laktasu mikrobiálního původu [5].

3.8 Fyzikálně-chemické vlastnosti kravského mléka

Z technologického hlediska je nejdůležitějším ukazatelem mléka jeho kyselost. Produkce kyselin je projevem rozvoje kontaminující mikroflóry v mléce. Kyselost lze vyjádřit dvěma způsoby, a to jako kyselost titrační nebo aktivní. Titrační kyselost mléka se stanovuje podle Soxhlet-Henkela. Používá se 0,25 M NaOH potřebný k neutralizaci 100 ml mléka a fenolftalein jako indikátor. Na výsledné kyselosti se podílejí složky jako kasein nebo fosfáty. Čerstvé mléko má titrační kyselost kolem 6,8-7,2 °SH. Při skladování mléka může docházet vlivem kyseliny mléčné (produktu bakterií mléčného kvašení při fermentaci laktosy) ke zvýšení titrační kyselosti o 4,4 °SH.

Aktivní kyselost je měření koncentrace vodíkových iontů neboli pH. Čerstvé mléko má pH okolo 6,6-6,8 [15] [31].

Hustota mléka se pohybuje kolem 1,028-1,032 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Výsledná hodnota je závislá na obsahu bílkovin, laktosy, tuku a minerálních látek. Tuk v mléce hustotu snižuje, naopak vlivem bílkovin, laktosy a minerálních látek dochází k jejímu zvýšení. Pokud se zjistí, že hustota mléka klesla pod 1,028 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ je to předběžný ukazatel zvodnění mléka [3].

Bod mrznutí je důležitým ukazatelem přídavku vody do mléka. Pohybuje se většinou v rozmezí -0,57 až -0,54 °C. Pokud dojde k přídavku 1 % vody do mléka, bod mrznutí se zvýší o 0,005-0,006 °C [4].

4 Další běžně konzumovaná mléka

4.1 Ovčí mléko

Produkce ovčího mléka je ve srovnání s produkcí mléka kravského zanedbatelná. Odpovídá asi 2 % z celku. Ovčí mléko je tvořeno z 81 % vodou. Má zhruba dvakrát vyšší obsah tuku (7 %) a bílkovin (5,8 %) a stoupá i obsah sušiny (15-21 %). Obsah laktosy je srovnatelný s mlékem kravským. Díky vyššímu obsahu tuku a bílkovin roste i jeho výživová hodnota. Nejčastěji je ovčí mléko využíváno pro výrobu sýrů [32].

Ovčí mléko je velmi proměnlivé. Hlavními faktory, které ovlivňují jeho složení, jsou vlastnosti genetické a fyziologické. Toto mléko se některými vlastnostmi výrazně liší od mléka kravského. Má neprůhlednou bílou barvu, protože obsahuje méně karotenů, mírně nasládlou chuť a typický zápach, což je způsobeno vyšším podílem mastných kyselin s krátkým řetězcem, hlavně kyselinou kaprinovou a kaprylovou. Ovčí mlezivo obsahuje průměrně 13 % tuku, 12 % bílkovin, 3,5 % laktosy a 28 % tvoří sušina mléka.

V mléčném tuku je asi dvakrát více mastných kyselin s řetězcem C4-C12 [32] [33]. Ovčí mléko má vyšší obsah konjugované kyseliny linolové (CLA) a ω -3 mastných kyselin. Mléčný tuk obsahuje tukové kapénky, které jsou mnohem menší, což dělá ovčí mléko lépe stavitelné [34].

Zastoupení bílkovin v ovčím mléce je ze 76-83 % kaseiny. Micely kaseinu jsou menší než v mléce kravském a jejich velikost se pohybuje pod 80 nm.

Je také bohatší na syrovátkové bílkoviny. Jejich obsah se pohybuje kolem 17-22 %. Hlavními syrovátkovými bílkovinami jsou β - laktoglobulin a α - laktalbumin, a to stejně jako v kravském mléce [32] [33]. Přestože obsah bílkovin v ovčím mléce je vyšší než v mléce kravském, poměry mezi kaseiny a syrovátkovými bílkovinami jsou si velmi podobné, a to 82 : 18 pro ovčí mléko a 80 : 20 pro kravské mléko [6].

Vyšší je i obsah všech esenciálních aminokyselin. Největší rozdíl proti kravskému mléku byl zaznamenán u cysteinu (o 54 %) a prolinu (o 45 %), rozdíl kolem 30 % byl u asparaginu, treoninu, serinu, kyseliny glutamové, glycinu, alaninu, valinu, leucinu, histidinu, lysinu a argininu [35].

Ovčí mléko je daleko výživnější a nutričně významnější. Je bohatší na vitamíny A, B₁, B₂, B₆, B₁₂, E a minerální látky jako vápník, fosfor, draslík, hořčík, zinek a jod [34]. Obsah vápníku je o 70 % vyšší než v kravském mléce.

Je zde i vyšší podíl enzymů, hlavně amylas. Dále bylo zjištěno, že alkalická fosfatasa je více aktivní než v kravském mléce [33].

Z fyzikálně-chemických vlastností je ovčí mléko více viskózní. Je mírně kyselější právě kvůli většímu obsahu bílkovin. Jeho titrační kyselost se pohybuje kolem 6,7-14 °SH a aktivní kyselost se pohybuje kolem 6,3-6,8. Hustota je 1,028-1,051 g·cm⁻³, bod mrznutí je -0,570 °C a index lomu se pohybuje kolem 1,3492-1,3497.

V ČR se syrové ovčí mléko nesmí prodávat. Pasteruje se při 62-65 °C 30 minut nebo při 72-75 °C 20 minut [32] [33].

4.2 Kozí mléko

Produkce kozího mléka je stejně jako produkce ovčího v porovnání s kravským zanedbatelná. Jeho význam však roste zejména ve výživě, protože je považováno za surovinu vysoké kvality. Je stejně jako ovčí často využíváno na výrobu sýrů nebo jogurtů [32] [36].

Kozí mléko má také neprůhlednou bílou barvu. To je způsobeno tím, že kozy dokážou úplně přeměnit karoten na vitamín A. Navíc má kozí mléko i výraznější chuť než mléko ovčí.

Mlezivo koz obsahuje přibližně 86 % vody, 4,3 % tuku, 3-4,5 % bílkovin, 4,81 % laktosy, 13,1 % sušiny a 0,717 % popelovin [32].

Průkazné rozdíly mezi kozím a kravským mlékem jsou ve složení a struktuře tuku. V kozím mléce je nižší obsah tuku než v mléce kravském. Tuk se zde vyskytuje ve formě tukových kuliček, které se po ochlazení a stání mléka neshlukují jako u mléka kravského, protože kozí mléko nemá aglutinin, který je zodpovědný za shlukování tukových kuliček. Lepší stravitelnost kozího mléka je také dána tím, že tukové kuličky jsou menší a lépe rozptýlené. Spektrum mastných kyselin v mléčném tuku koz je podobné jako v mléce kravském, ale je zde až dvakrát více kyseliny kapronové, kaprinové a kaprylové, což právě způsobuje specifickou chuť kozího mléka. V porovnání s kravským obsahuje kozí mléko také větší množství nenasycených mastných kyselin, hlavně kyselinu linolovou a linolenovou, které mají vliv na zvýšení odolnosti organismu proti infekčním chorobám [32] [35].

Bílkoviny kozího mléka jsou velmi podobného složení. Je zde rozdíl v zastoupení jednotlivých kaseinových frakcí. Hlavními bílkovinami jsou α_{s2} - kasein, β - kasein, κ - kasein, α - laktalbumin a β - laktoglobulin [32].

Kasein kozího mléka obsahuje o 18 % více lysinu a glycinu, avšak méně argininu a aminokyselin obsahujících síru (methionin) než kravské mléko [37]. Kozí mléko na rozdíl od kravského obsahuje pouze nepatrná množství α_{s1} -kaseinu. Tento typ kaseinu má vliv na technologické vlastnosti mléka a výrobu sýra.

Podíl syrovátkových bílkovin je výrazně vyšší. Poměry kaseinu k syrovátkovým bílkovinám jsou i zde velmi podobné. U kozího mléka je to 75 : 25, u kravského 80 : 20. Díky vyššímu podílu syrovátkových bílkovin může mít kozí mléko nižší tepelnou stabilitu. Bílkoviny kozího mléka jsou také lépe stravitelné a méně alergenní [6] [32] [36].

Stejně jako u kravského mléka, laktosa představuje hlavní sacharid v kozím mléce. Její obsah se v průměru pohybuje kolem 4,1 %.

Obsah popelovin je v kozím mléce také vyšší. Jejich obsah se pohybuje kolem 0,69-0,88 %. Kozí mléko má také více vápníku, fosforu, draslíku, hořčíku, manganu, vitamínu A, B₂ a niacinu, ale obsahuje menší množství vitamínu E, B₆, B₁₂, kyseliny listové, zinku a selenu [32] [35].

V kozím mléce jsou obsaženy stejné enzymy, jaké jsou v mléce kravském, ale je zde větší obsah kyselých fosfatasy. Alkalická fosfatasa se inaktivuje při 45 °C, proto ji nelze použít jako vhodný důkaz účinku pasterace.

Z fyzikálně-chemických vlastností je kozí mléko mírně alkalické. Jeho titrační kyselost se pohybuje kolem 5,94 °SH a aktivní kyselost kolem 6,44. Hustota kozího mléka je 1,028 g·cm⁻³ [32].

4.3 Ženské mléko

Ženské mléko je komplexní biologická tekutina. Je nejvhodnějším zdrojem živin pro novorozence a kojence. Mateřské mléko tvoří ideální kombinaci sacharidů, bílkovin a tuků. Obsahuje důležité složky, které mají významnou roli pro správný růst, vývoj a také ochranu proti nemocem [38].

Hlavními faktory ovlivňující složení ženského mléka je strava matky, její věk, váha nebo stavba těla. Mateřské kolostrum obsahuje zvýšenou koncentraci bílkovin, sodíku a zinku, zatímco laktosa a tuk jsou ve zvýšené koncentraci v mléce zralém. V ženském mléce je po vodě druhou nejdůležitější složkou laktosa. Její obsah se pohybuje kolem 70 g·l⁻¹, což je oproti kravskému mléku velký rozdíl, a proto je mateřské mléko výrazně sladší.

Lipidy ženského mléka jsou nejvíce proměnnou složkou. Jejich složení a hlavně obsah mastných kyselin je ovlivněn stravovacími návyky matky. Toto mléko má daleko vyšší podíl polynenasycených mastných kyselin (PUFA), které jsou důležité pro vývoj mozku a očí, zato nižší podíl nasycených mastných kyselin. Tukové kuličky jsou menší než v kravském mléce.

Ženské mléko je chudší na obsah bílkovin, a proto je lépe stravitelné. Hlavními bílkovinami jsou syrovátkové bílkoviny, které tvoří 50-80 % proteinů mateřského mléka. Zbytek připadá na kasein. Právě díky této skutečnosti je mléko ženské považováno za mléko albuminové na rozdíl od kravského, které patří mezi mléka kaseinová.

Ze syrovátkových bílkovin převládají v mateřském mléce α - laktalbumin a laktoferin. Naproti tomu β - laktoglobulin, který je ve významném množství zastoupen v kravském mléce, mateřské mléko neobsahuje. Právě β - laktoglobulin je nejčastější příčinou alergické reakce na mléčnou bílkovinu u dětí.

V mateřském mléce se nachází všechny významné vitamíny a minerální látky v optimálním množství, i když hlavně podíl minerálních látek je výrazně menší než je v mléce kravském. Je známé, že mateřské mléko obsahuje nedostatečné množství vitamínu D a K, které je nutné dětem dodávat uměle. Stejně jako u tuku je výživa matky hlavním faktorem ovlivňujícím obsah těchto nutričně významných látek v mléce.

V ženském mléce jsou obsaženy enzymy lipasy, které usnadňují trávení tuků a také enzym lysozym, který v mateřském mléce převládá a má vliv na antimikrobiální ochranu [38] [39].

Mateřské mléko tvoří jemnější a měkčí sraženinu, která je z fyziologického hlediska vhodnější pro kojeneckou výživu, protože je lépe stravitelná oproti pevné sraženině z kravského mléka [39].

4.4 Celkové porovnání složení mléka od různých druhů zvířat

V následujících tabulkách 3-5 je porovnáno zastoupení jednotlivých složek, obsah aminokyselin a mastných kyselin v kravském, ovčím, kozím a mateřském mléce.

Tabulka 3: Složení mléka [40] [41]

Složka	Kravské	Ovčí	Kozí	Ženské
Tuk (%)	3,67	7,62	3,80	3,67
Tukuprostá sušina (%)	9,02	10,33	8,68	8,90
Bílkoviny (%)	3,23	6,21	2,90	1,10
Kasein (%)	2,63	5,16	2,47	0,40
Syrovátkové bílkoviny (%)	0,60	0,81	0,43	0,70
Laktosa (%)	4,78	3,70	4,08	6,92
Popeloviny (%)	0,73	0,90	0,79	0,31
Ca (mg·l⁻¹)	1200	1950 *	1260	320
P (mg·l⁻¹)	920	1240 *	970	150
K (mg·l⁻¹)	1500	1360 *	1900	550
Na (mg·l⁻¹)	450	440 *	380	200
Cl (mg·l⁻¹)	1100	1100 *	1600	450
Mg (mg·l⁻¹)	110	180 *	130	40
Zn (μg·l⁻¹)	3800	5200 *	3400	3000
Vitamín A (mg/100 g)	0,04	0,08	0,04	0,06
Vitamin B₁ (mg/100 g)	0,04	0,08	0,05	0,02
Vitamin B₂ (mg/100 g)	0,17	0,35	0,14	0,03
Vitamin B₃ (mg/100 g)	0,09	0,42	0,20	0,16
Vitamin B₆ (mg/100 g)	0,04	0,08	0,05	0,01
Vitamin B₁₂ (μg/100 g)	0,35	0,71	0,06	0,04
Vitamin C (mg/100 g)	1,00	5,00	1,30	4,00
Vitamin D (μg/100 g)	0,08	0,18	0,06	0,06
Vitamin E (mg/100 g)	0,11	0,11	0,04	0,23

Poznámka: * mg · kg⁻¹

Tabulka 4: Obsah aminokyselin [%] v proteinech mléka [24]

Aminokyselina	Kravske	Ovčí	Kozí	Ženské
Alanin	3,5	3,2	2,7	3,9
Arginin	3,3	2,9	1,3	3,9
Kyselina asparagová	7,7	7,0	7,6	8,5
Cystein	0,8	1,4	1,6	1,3
Kyselina glutamová	22,2	22,1	18,3	15,2
Glycin	2,0	1,9	1,4	2,5
Histidin	2,7	2,5	3,6	2,5
Isoleucin	4,7	4,6	5,2	4,1
Leucin	9,5	9,3	9,2	8,8
Lysin	7,8	7,2	5,2	6,8
Methionin	2,5	1,6	1,3	1,6
Phenylalanin	5,4	4,9	3,8	3,5
Prolin	9,1	10,8	8,3	7,1
Serin	5,8	5,6	4,1	4,7
Threonin	4,5	3,7	4,4	4,5
Tryptofan	1,4	1,9	1,3	1,8
Tyrosin	4,8	5,0	3,2	3,3
Valin	5,8	6,2	6,5	4,5

Tabulka 5: Vybrané mastné kyseliny vyskytující se v mléčném tuku [39] [40]

Mastná kyselina	Kravske	Ovčí	Kozí	Ženské
Kyselina máselná (C4:0)	3,3	4,0	2,6	0,1
Kyselina kapronová (C6:0)	1,6	2,6	2,9	0,2
Kyselina kaprylová (C8:0)	1,3	2,5	2,7	0,3
Kyselina kaprinová (C10:0)	3,0	7,5	8,4	2,0
Kyselina laurová (C12:0)	3,1	3,7	3,3	6,8
Kyselina myristová (C14:0)	9,5	11,9	10,3	10,4
Kyselina palmitová (C16:0)	26,5	25,2	24,6	28,1
Kyselina stearová (C18:0)	14,6	12,6	12,5	6,9
Kyselina olejová (C18:1)	29,8	20,0	28,5	33,6
Kyselina linolová (C18:2)	2,5	2,1	2,2	6,4

5 Význam mléka ve výživě člověka

Jak už bylo dříve uvedeno, mléko má nezastupitelnou roli ve výživě zejména u evropské populace obyvatel. Mléko i výrobky z mléka jsou z hlediska výživy vysoce ceněny, protože obsahují prakticky všechny složky potřebné pro růst, vývoj a činnost lidského těla. Jeho konzumace je tudíž velmi prospěšná. Pro správnou výživu by podíl příjmu energie z bílkovin měl tvořit zhruba 15 %, z tuků 30 % a ze sacharidů 55 % [5].

Mléčné bílkoviny jsou zdrojem stavebních prvků pro člověka, nezbytným zdrojem aminokyselin hlavně lysinu. Výhodou příjmu bílkovin z mléka a mléčných výrobků je velmi nízký obsah purinových bází (složek nukleových kyselin). Z nich se v lidském těle tvoří zdravotně nežádoucí kyselina močová, kterou člověk nedokáže dále rozložit a při její dlouhodobě zvýšené koncentraci v krvi přispívá k tvorbě ledvinových kamenů a vzniku onemocnění zvanému dna [42].

Důležitou roli hraje také jeho vyváženost a snadná stravitelnost. Působí detoxikačně při otravách a je vynikajícím zdrojem vápníku a dalších vitaminů a minerálů. Význam mléka jako vynikajícího zdroje vápníku spočívá nejen v jeho vysoké koncentraci 1200 mg·l⁻¹ mléka, při doporučené denní dávce 800 mg, ale také v jeho vysoké dostupnosti z mléka, která činí asi 30 %. Z ostatních zdrojů bohatých na vápník je využitelnost pouze 10 % [10].

V těle se vápník nejčastěji využívá pro správnou stavbu zubů a kostí. Při nedostatečném příjmu vápníku hrozí onemocnění v dětství označované jako rachitis a v dospělosti osteomalacie, které se projevují měknutím kostí. Dalším onemocněním způsobeným nedostatkem vápníku je osteoporosa, která má za následek lámavost kostí [23] [43].

5.1 Mléčné alergie

Konzumace mléka může mít i nevýhody. Nepříznivou odezvu organismu na potraviny je možné rozdělit na toxickou a netoxickou reakci.

Alergie je odpověď organismu zprostředkovaná imunitním systémem většinou prostřednictvím IgE. Další možností je laktosová intolerance, která nevyvolává odpověď imunitního systému [10] [44].

5.1.1 Bílkoviny

V kravském mléce jsou hlavními alergeny bílkoviny. Mohou to být syrovátkové bílkoviny β - laktoglobulin a α - laktalbumin, ale i kaseiny nejčastěji α_{s1} - kasein. Díky odlišnému bílkovinnému složení kravského a mateřského mléka je alergie na kravské mléko jedním z nejčastějších projevů právě u dětí do tří let [10] [45].

V současné době je kozí mléko považováno za vhodnou náhradou pro osoby alergické na bílkoviny z kravského mléka kvůli jeho lepší stravitelnosti a menší alergicitě a také pro jeho větší podobnost s mlékem mateřským [45].

5.1.2 Laktosová intolerance

Laktosa se normálně v trávicím systému štěpí enzymem laktasou (β - galaktosidasou) na glukosu a galaktosu. U osob s vrozeným nedostatkem nebo u lidí s přibývajícím věkem, u nichž dochází ke snížení enzymatické aktivity laktasy, se může laktosová intolerance projevit. Takové osoby nejsou schopny trávit laktosu a dochází u nich k průjmům a nadýmání po konzumaci mléka. U lidí s tímto onemocněním se doporučuje konzumace fermentovaných mléčných výrobků a jogurtů. Vlivem fermentace dochází ke snížení obsahu laktosy o 20-50 %. Navíc některé kmeny přidávaných laktobacilů jako *Lactobacillus acidophilus* mají schopnost adaptace v zažívacím traktu a produkci laktasy [10] [23].

5.2 Mléčný tuk

Hlavní funkcí tuku v mléce je uspokojení energetických požadavků novorozenců. Zlepšuje chuťové vlastnosti mléka a mléčných výrobků. Je významným zdrojem esenciálních mastných kyselin a lipofilních vitamínů (především vitamínu A), ale jako u ostatních potravin živočišného původu je i zdrojem cholesterolu. Mléčný tuk je svým charakterem tukem nasyceným, pro který je specifický vysoký obsah těkavých mastných kyselin (hlavně kyseliny máselné, kapronové, kaprylové a kaprinové), které obvykle chybějí v ostatních tucích. Jeho vysoká nasycenost je výhodnou pro dětskou populaci, ovšem pro dospělou populaci znamená riziko negativního ovlivnění LDL-cholesterolem, který může způsobit aterosklerosu. Součástí tuku jsou i fosfolipidy, které působí proti negativním účinkům cholesterolu.

Ve srovnání s ostatními potravinami živočišného původu je však obsah cholesterolu v mléce nízký a činí kolem 0,3 % z celkového obsahu lipidů [10].

5.3 Pozitivní a negativní účinky konzumace kozího a ovčího mléka

Velkou výhodou konzumace kozího a ovčího mléka je jejich lepší stravitelnost. Dále se kromě využití těchto mlék jako vhodné alternativy při alergiích na kravské mléko využívá ovčí kvůli rozdílům v aminokyselinovém složení v porovnání s kozím mlékem k léčbě onemocnění trávicího traktu. Ovčí mléko je bohaté na polynenasycené mastné kyseliny (PUFA), které jsou prospěšné pro lidské zdraví a mají vliv na kardiovaskulární systém a zabraňují ucpávání cév. Nutriční hodnota i technologické vlastnosti jsou u ovčího mléka lepší než u kravského.

Kozí mléko je užitečné pro lidi s problémy s překyselením žaludku, a to díky jeho zásaditějšímu charakteru. Připisují se mu i zázračné účinky při onemocnění kůže, dýchacího ústrojí, působí proti rakovině a také jako antioxidant [35] [40] [45].

Nevýhodou hlavně u kozího mléka je jeho typický zápach, proto je pro spoustu lidí jeho konzumace nepřijatelná. Dalším důvodem, proč se často nepoužívá kozí a ovčí mléko, je ekonomický. Kráva dává daleko větší množství mléka. U ovčího a kozího je problém s jeho složitým získáváním a zpracováním, a proto roste i jejich cena [32].

6 Závěr

Cílem práce bylo popsat postup úpravy čerstvého mléka na mléko konzumní. Dalším cílem bylo porovnat složení kravského mléka s mlékem od jiných zvířat a také i se zaměřením na rozdíly od mléka mateřského. Záměrem bylo rovněž zhodnotit zdravotní aspekty související s konzumací mléka.

Mléko patří mezi základní potraviny. Má blahodárný účinek a je nezbytné pro kvalitní výživu lidského organismu, především dětí. Obsahuje prakticky všechny složky potřebné pro růst, vývoj a činnost lidského těla. Podle statistik se spotřeba mléka a mléčných výrobků v ČR pohybuje kolem 234,2 kg na osobu a rok, z toho spotřebě konzumního mléka odpovídá přibližně 57,3 litrů na osobu a rok. Lze tedy říci, že Češi patří ve srovnání s ostatními zeměmi EU spíše mezi jeho průměrné konzumenty, i když spotřeba mléka rok od roku mírně stoupá.

Přestože produkce ovčího a kozího mléka je stále oproti kravskému zanedbatelná, má jejich příjem pozitivní vliv na zdraví, a to zejména u lidí, u kterých se vyskytují problémy s konzumací kravského mléka. Kozí mléko se také doporučuje jako vhodnější náhražka pro kojence díky jeho větší podobnosti s mateřským mlékem.

7 Použitá literatura

- [1] Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M., *Přehled tradičních potravinářských výrob: Technologie potravin*, Ostrava: Key Publishing, 2012.
- [2] Čepička, J. (ed.), *Obecná a potravinářská technologie*, Praha: VŠCHT, 1995.
- [3] Gajdůšek, S., *Laktologie*, Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2003.
- [4] Buňka, F., Pachlová, V., Buňková, L., Černíková, M., *Mlékárenská technologie I.*, Zlín: UTB, 2013.
- [5] Březina, P., Jellínek, J., *Chemie a technologie mléka I.část*, Praha: MON, 1990.
- [6] Bylund G., „Dairy Processing Handbook,“ *Tetra Pak Processing Systems*, Lund, 1995.
- [7] Drdák, M., Studnický, J., Mόrová, E., Karovičová, J., *Základy potravinářských technologií*, Bratislava: Malé centrum, 1996.
- [8] Sovják, R., Reisnerová, H., Matějčková, R., *Hygiena a zdravotní nezávadnost potravin II.*, Praha: ČZU, 2002.
- [9] „NAŘÍZENÍ KOMISE (ES) č. 1662/2006, kterým se mění nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu,“ *Úřední věstník Evropské unie L 320*, 2006.
- [10] Janštová, B., Vorlová, L., Navrátilová, P., Králová, M., Necidová, L., Mařicová E., *Technologie mléka a mléčných výrobků*, Brno: VFU, 2012.
- [11] Žižka, B., Korbelová, M., *Mikrobiologie I.*, Praha, 1992.
- [12] Claeys, W. L., Cardoen, S., Daube, G., De Block, J., Dewettinck, K., „Raw or heated cow milk consumption: Review of risks and benefits,“ *Food Control*, č. 31, s. 251-262, 2013.
- [13] Rolf, J., „Milk and dairy products,“ v *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*, Germany, VCH, 2011, s. 316-346.

- [14] „NAŘÍZENÍ RADY (ES) č. 1234/2007, kterým se stanoví společná organizace zemědělských trhů a zvláštní ustanovení pro některé zemědělské produkty („jednotné nařízení o společné organizaci trhů“),“ *Úřední věstník Evropské unie* L 299, 2007.
- [15] Březina, P., Jelínek, J., *Chemie a technologie mléka II.část*, Praha: MON, 1990.
- [16] Kadlec, P., *Technologie potravin II.*, Praha: VŠCHT, 2002,
- [17] Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M.,
Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích, Ostrava: Key Publishing, 2013.
- [18] Chavan, R. S., Chavan, S. R., Khedkar, CH. D., Jana, A. H., „UHT Milk Processing and Effect of Plasmin Activity on Shelf Life: A Review,“ *Comprehensive Review in Food Science and food safety*, č. 10, s. 251-268, 2011.
- [19] Smigic, N., Djekic, I., Tomasevic, I., Miocinovic, J., Gvozdencovic, R., „Implication of food safety measures on microbiological quality of raw and pasteurized milk,“ *Food Control*, č. 25, s. 728-731, 2012.
- [20] Kirk-Othmer, *Food and Feed technology* vol. 2, Hoboken: Wiley, 2008, s. 66-114.
- [21] „NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin,“ *Úřední věstník Evropské unie* L 139, 2004.
- [22] Pavelka, A., *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*, Brno: Littera, 1996.
- [23] Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J., *Základy výživy a výživová politika*, Praha: VŠCHT, 2007.
- [24] Velíšek, J., *Chemie potravin 1*, Tábor: OSSIS, 1999.
- [25] Plozza, T., Trenerry, V. C., Caridi, D., „The simultaneous determination of vitamins A, E and b-carotene in bovine milk by high performance liquid chromatography–ion trap mass spectrometry (HPLC–MS),“ *Food Chemistry*, č. 134, s. 559–563, 2012.
- [26] Velíšek, J., *Chemie potravin 2*, Tábor : OSSIS, 2002.

- [27] Debier, C., Pottier, J., Goffe, Ch., Larondelle, Y., „Present knowledge and unexpected behaviours of vitamins A and E in colostrum and milk,“ *Livestock Production Science*, č. 98, s. 135-147, 2005.
- [28] Pereira, P. C., „Milk nutritional composition and its role in human health,“ č. 30, s. 619-627, 2014.
- [29] Kaushik, R., Sachdeva, B., Arora, S., „Vitamin D2 stability in milk during processing, packaging and storage,“ *LWT - Food Science and Technology*, č. 56, s. 421-426, 2014.
- [30] Pisoschi, A. M., Pop, A., Serban, A. I., Fafaneata, C., „Electrochemical methods for ascorbic acid determination,“ *Electrochimica Acta*, č. 121, s. 443– 460, 2014.
- [31] Kadlec, P., Melzoch, K., Voldřich, M., *Co byste měli vědět o výrobě potravin? Technologie potravin*, Ostrava: Key Publishing, 2009.
- [32] Semjan, Š., *Mliekárstvo*, Nitra: Vysoká škola polnohospodárska, 1994.
- [33] Ramos, M., Juarez, M., „Sheep milk,“ v *Encyclopedia of dairy science*, Amsterdam, 2003, s. 2539-2544.
- [34] „Got Milk?,“ [Online] <http://www.sheep101.info/dairy.html>. [cit. 24. 4. 2014].
- [35] Mnísterstvo zemědělství, „A-Z Slovník pro spotřebitele,“ [Online] <http://www.bezpecnostpotravin.cz/>. [cit.24. 4. 2014].
- [36] Sanz Ceballos, L., Ramos Morales, E., de la Torre Adarve, G., Diaz Castro, Ch., Perez Martinez, L., Remedios Sanz Sampelayo, M., „Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology,“ *Journal of Food Composition and Analysis*, č. 22, s. 322–329, 2009.
- [37] Svaz chovatelů ovcí a koz, „Kozí mléko pod lupou - bílkoviny vládnu mléku,“ *Zpravodaj SCHOK*, 2002.
- [38] Donangelo, C. M., Trugo, N. M. F., „Human milk: Composition and nutritional value,“ v *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, UK, Academic Press, 2003, s. 3449-3458.

- [39] Malacarne, M., Martuzzi, F., Summer, A., Mariani, P., „Protein and fat composition of mare’s milk: some nutritional remarks with reference to human and cow’s milk,“ *International Dairy Journal*, č. 12, s. 869–877, 2002.
- [40] Jandal, J. M., „Comparative aspects of goat and sheep milk,“ *Small Ruminant Research*, č. 22, s. 177-185, 1996.
- [41] Raynal-Ljutovaca, K., Lagriffoulb, G., Paccardb, P., Guillet, I., Chilliardc, Y., „Composition of goat and sheep milk products: An update,“ *Small Ruminant Research*, č. 79, s. 57–72, 2008.
- [42] Ústav mléka a tuků, „Encyklopedie mléka,“ VŠCHT, [Online]
<http://tresen.vscht.cz/tmt/ESO/EM/0.htm>. [cit. 28. 5. 2014].
- [43] Zhu, K., Prince R. L., „Calcium and bone,“ *Clinical Biochemistry*, č. 45, s. 936–942, 2012.
- [44] Pelto, L., Salminen, S., „Milk allergy,“ v *Encyclopedia of dairy science*, Amsterdam, 2003, s. 1821-1828.
- [45] Haenlein, G. F. W., „Goat milk in human nutrition,“ *Small Ruminant Research*, č. 51, s. 155–163, 2004.