

Výroba sýrů typu pasta filata z různých druhů mléka

Bc. Kateřina Slintáková

Diplomová práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina Slintáková**
Osobní číslo: **T15302**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Výroba sýrů typu pasta filata z různých druhů mléka**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakterizujte chemické složení a vlastnosti kozího mléka
2. Uvedte přehled kozích sýrů, případně sýrů ze směsi mlék různých druhů a uveďte princip technologie výroby
3. Popište organoleptické vlastnosti kozího sýra a faktory ovlivňující texturu sýrů typu pasta filata

II. Praktická část

1. Optimalizujte výrobu sýrů typu pasta filata
2. Srovnajte vybrané vlastnosti výrobků z různých druhů mlék a jejich směsí
3. Provedte analýzu produktů

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] GAJDŮŠEK, S.; KRÁČMAR, S.; JELÍNEK, S.; KUČTÍK, J. Changes in protein content and correlations between contents of amino acids of goat's colostrum during the first 72 hours after parturition. Czech Journal of Animal Science. Leden 2001. Svazek 46, č. 1, s. 11-16.
- [2] ŠUSTOVÁ, K.; SÝKORA, V.. Mlékárenské technologie. Brno. 2013. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agronomická fakulta.
- [3] FOX, P.F.; McSWEENEY, P.L.H. Dairy Chemistry and Biochemistry. New York: Thompson Science 1998. ISBN 0-412-72000-0
- [4] ROWNEY, M.; ROUPAS, P.; HICKEY, M.W.; EVERETT, D.W. Factors affecting functionality of Mozzarella cheese, The Australian Journal of Dairy Technology. 1999, č. 54
- [5] PARK, Y.W. ; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small ruminant research. 2007, svazek 68, s. 88-113
- [6] BÄHLER, B.; RUF, T.; SAMUDRALA, R.; SCHENKEL, P.; HINRICHS, J. Systematic approach to study temperature and time effects on yield of pasta filata cheese. International Journal of Dairy Technology. 2016, č. 69, svazek 2, s. 184-190

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Buňka, Ph.D.

Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

3. února 2017

Termín odevzdání diplomové práce:

28. dubna 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Slintáková Kateřina, Bc.

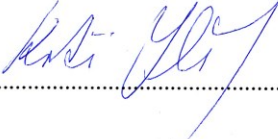
Obor: Technologie potravin

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 ²⁾;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 ³⁾ odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 12. 4. 2019


.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

- (1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.
- (2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.
- (3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce bylo optimalizovat výrobu sýrů typu pasta filata a pokusit se o částečnou či úplnou substituci kravského mléka kozím mlékem.

V laboratorních podmínkách byly vyzkoušeny různé receptury a byla vybrána ta nejvhodnější. Na vybraných vzorcích pak byla provedena, základní chemická, texturní a senzorická analýza.

Z výsledků pokusu vyplynulo, že substituce kravského mléka kozím mlékem pro sýry typu pasta filata není vhodná, protože kozí mléko významně negativně ovlivňuje texturní vlastnosti výsledného sýra.

Klíčová slova: kozí mléko, kravské mléko, kozí sýry, Mozzarella, sýry pasta filata

ABSTRACT

The aim of this thesis was to optimize manufacturing of pasta-filata cheeses and to attempt partial or complete substitution of cow's milk with goat's milk.

All those pasta-filata cheeses were produced under laboratory condition. There were tested different recipes and the most appropriate one has been chosen. A basic chemical, textural and sensory analysis was done on selected samples.

The results of the experiment showed, that substitution of cow's milk with goat's milk is not appropriate for pasta-filata cheeses, because goat's milk has negative impact on textural properties of final pasta-filata cheeses.

Keywords: goat's milk, cow's milk, goat's cheeses, Mozzarella, pasta-filata cheeses

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Františku Buňkovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, ochotu, podnětné připomínky a čas věnovaný konzultacím. Chtěla bych také poděkovat doc. Ing. Vendule Pachlové, Ph.D. za cenné rady při zpracování praktické části a Ing. et Ing. Ludmile Zálešákové za pomoc při stanovení výsledků analýz. V neposlední řadě také děkuji svým rodičům a mému manželovi, za jejich velkou podporu při studiu a pomoc při chovu koz.

Prohlašuji, že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ KOZÍHO MLÉKA	11
1.1 SLOŽENÍ KOZÍHO MLÉKA.....	13
1.1.1 Mléčný tuk.....	14
1.1.2 Bílkoviny.....	17
1.1.3 Sacharidy.....	19
1.1.4 Vitaminy.....	20
1.1.5 Enzymy.....	21
1.1.6 Minerální látky.....	22
1.2 VÝVOJ OBSAHOVÝCH SLOŽEK V PRŮBĚHU LAKTACE	22
2 PŘEHLED PAŘENÝCH SÝRŮ A PRINCIP TECHNOLOGIE JEJICH VÝROBY	26
2.1 TECHNOLOGIE VÝROBY SÝRŮ.....	27
2.2 PŘEHLED VYBRANÝCH PAŘENÝCH SÝRŮ	31
3 ORGANOLEPTICKÉ VLASTNOSTI KOZÍHO SÝRA	35
3.1 AROMA.....	35
3.2 TEXTURA.....	35
II PRAKTICKÁ ČÁST	38
4 CÍL PRÁCE	39
5 METODIKA PRÁCE	40
5.1 VÝROBA VZORKŮ MOZZARELLY	42
5.2 POUŽITÝ MATERIÁL, SUROVINY A POMŮCKY	46
5.3 POUŽITÉ METODY STANOVENÍ	47
5.3.1 Základní chemická analýza	47
5.3.2 Senzorická analýza.....	47
5.3.3 Analýza texturního profilu	48
6 VÝSLEDKY A DISKUZE	50
6.1 VÝSLEDKY	50
6.2 DISKUZE.....	65
ZÁVĚR	68
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	69
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	77
SEZNAM OBRÁZKŮ	78
SEZNAM TABULEK	80

ÚVOD

Sýry typu pasta filata (z italštiny lze tento název doslova přeložit jako „točená kaše“) je všeobecný název pro skupinu sýrů, do níž patří oblíbené sýry typu Mozzarella, Kashkaval, Provolone, Scarmoza [1] či nám bližší slovenské Korbáčky a Oštěpky. Sýr Mozzarella je jeden z nejvyráběnějších sýrů na světě. Z technologického hlediska je výroba sýrů typu pasta filata výzvou, protože kombinuje několik operací – zahřívání, míchání a hnětení sýřeniny. Tento proces nazývá paření (v angličtině výstižněji cooking-stretching) a je typický právě pro tuto skupinu sýrů. A právě při paření vzniká charakteristická anizotropní (což znamená, že vlastnosti sýra jsou v různých směrech různé) vláknitá struktura. [2]

Samotná historie pařených sýrů není zcela známá. O některých druzích jsou zápisy už z 6. století, často je vznik pařených sýrů úzce spjat s určitým zvířecím druhem a územím. Ku příkladu v Itálii se Mozzarella původně vyráběla z mléka vodních buvolů (*Bubalus arnee* f. *bubalis*). Tato zvířata byla do Itálie zavlečena pravděpodobně v 9. století v průběhu arabských invazí.

Pařené sýry se vyrábějí v různých zemích pod různými názvy. Technologie jejich výroby je v základu u všech podobná. Rozdílnost chutí vzniká použitím různých startérových kultur, odlišnými teplotami prokysávání či specifickým propracováním sýřeniny a podmínkami zrání. [3]

Zatím nebylo publikováno mnoho studií, které by se zabývaly částečnou či úplnou substitucí kravského mléka mlékem kozím, při výrobě pařených sýrů, proto by tento experiment mohl být přínosem pro producenty kozích výrobců či pro výzkumná a vývojová pracoviště, která by se tímto tématem chtěla dále zabývat.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ KOZÍHO MLÉKA

Mléko je sekret, který je vylučován mléčnou žlázou všech savců. Primárně slouží pro výživu mláďat, nicméně již několik tisíciletí tvoří i důležitou potravinovou složku člověka - jak samotné mléko (kravské, ovčí, kozí, buvolí i velbloudí), tak i mléčné výrobky z něj. Obsahuje téměř plnohodnotné živočišné bílkoviny, lehce stravitelný tuk a celou řadu důležitých minerálních látek a vitaminů. Nachází se v něm mnoho esenciálních aminokyselin v příznivém vzájemném poměru, vitaminů, mléčný cukr a mnohé stopové prvky pro výživu a vývoj organismu a pro normální funkci látkové výměny. [4]

Odhaduje se, že více než 80 % světové populace koz se nachází v Asii a Africe. Domestikace kozy je známa už od starověku. [5] Chov koz je také hojně rozšířen v některých evropských zemích. [6] Největší část evropské populace koz připadá na Řecko (cca 4 miliony kusů), dále pak na Španělsko (cca 3 miliony kusů), Rumunsko (cca 1,4 milionů kusů) a Francii (cca 1,2 milionů kusů). Přibližný odhad počtu koz ve státech Evropské unie je 12,5 milionů kusů. Pro Českou republiku nebyl počet koz kvantifikován, množství koz v Česku je oproti výše uvedeným evropským zemím minoritní. Uvedené počty jsou vztaženy k roku 2015, kdy byl proveden poslední průzkum počtu dobytka v členských státech EU. [7]

V minulosti byly kozy považovány za okrajové druhy pro zemědělství chudých populací a byla podceňována jejich ekonomická role a možnosti. V současnosti již však kozy nejsou synonymem k zaostalosti a chudobě, ve skutečnosti kozí mléko hraje důležitou roli ve výživě člověka v oblastech, na něž se pohlíží, jako na kolébku moderní civilizace. Co dělá kozy tak populární je jejich schopnost poskytovat vysoce kvalitní produkty v různých klimatických podmínkách, mnohdy až extrémních prostředích. [8] Kozy jsou schopny vyprodukovat cca 200 - 1200 kg mléka v průběhu laktační periody (přibližně 180 - 300 dní). [5]

Ve vyspělých zemích v Evropě, Oceánii a severní a jižní Americe má produkce kozího mléka stále větší význam zejména díky výrobě kozích sýrů, které jsou považovány za gurmánský pokrm a díky tomu se také řadí mezi sýry s vyšší cenovou úrovní. [9]

Kozí mléko bývá také často používáno jako náhrada za mléko kravské, při alergii na kravské mléko, která je velmi častá v prvních letech života. Důvod, proč je kozí mléko, oproti mléku kravskému, tolerováno některými pacienty trpícími alergií na bílkovinu

kravského mléka, je rozdílné zastoupení proteinů. Některé studie prokázaly, že pokud je jedinec alergický na α_{S1} -kasein, jehož obsah je v kozím mléce nízký až nulový, může lépe přijímat kozí mléko. Avšak předpokládá se, že lidé, kteří vykazují alergii na β -laktoglobulin, budou reagovat stejnou mírou jak na kozí, tak i na kravské mléko, protože obě mléka obsahují podobné množství této bílkovinné frakce (viz kapitola 1.1.2 Bílkoviny). [10] Toto hledisko je však sporné, mnoho odborníků se naopak domnívá, že jak u alergie na bílkovinu kravského mléka, tak u intolerance laktózy není vhodné používat jako náhradu kozí mléko. [11] V případě intolerance laktózy není náhrada kravského mléka kozím řešením, neboť obě mléka obsahují signifikantní koncentraci laktózy.

Kozí mléko má bílou barvu a výraznější aroma než ovčí a kravské mléko. Díky vyššímu obsahu bílkovin s odlišným uspořádáním fosforečnanů má spíše zásaditou povahu (hodnota pH se pohybuje okolo 6,50-6,80). Tato vlastnost je významná z hlediska výživy, kdy mléko zásaditější povahy může být nápomocno spotřebitelům s problémy s překyslením žaludku. [12] Srovnání dalších vlastností kozího a kravského mléka je uvedeno v tabulce č. 1.

Tab. 1: Fyzikální vlastnosti kozího a kravského mléka [6, 9]

Vlastnost	Kozí mléko	Kravské mléko
Hustota [$\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$]	1029-1039	1023-1040
Viskozita [$\text{Pa}\cdot\text{s}$]	2,12	2,00
Povrchové napětí [$\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$]	0,052	0,042-0,052
Vodivost [$\Omega^{-1}\text{m}^{-1}$]	0,000043-0,000139	0,000040-0,000055
Index lomu [1]	1,450±0,390	1,451±0,350
Bod tuhnutí ($^{\circ}\text{C}$)	-0,540 až -0,573	- 0,530 až -0,570
Titrační kyselost (% kys. mléčné)	0,14-0,23	0,15-0,18
pH [1]	6,50-6,80	6,65-6,71

Nejdůležitějšími vlastnostmi z hlediska zpracování je termostabilita mléka, jeho kysací schopnost a dále schopnost koagulace mléka syřidlem. V porovnání s kravským mlékem je

kozí mléko citlivější na tepelný záhřev, což je dáno odlišným složením bílkovin kozího mléka. Ze sledování růstu mléčných bakterií v kozím mléce vyplývá, že nelze aplikovat zkušenosti z výroby zakysaných produktů a sýrů z kravského mléka přímo na kozí. Jsou popsány případy částečné nebo úplné inhibice růstu různých čistých mlékařských kultur při kultivaci v mléce se silnou kozí vůní. Tento jev je způsoben vysokým obsahem volných mastných kyselin, který je do určité míry daný geneticky. Obsah volných mastných kyselin se také zvyšuje při dlouhodobém skladování syrového mléka vlivem degradace mléčného tuku bakteriemi, enzymy anebo nešetrným čerpáním mléka. Při výrobě některých druhů sýrů může být silná kozí vůně žádoucí, ale pro většinu výrobků, zejména tekutých, je vhodné mléko jen s málo výraznou kozí vůní. [13]

Mimo genetických faktorů je strava kozy hlavním faktorem, jenž ovlivňuje chemické složení mléka a vlastnosti látkové přeměny. Stravou mohou být také přenášeny toxické či jiné nežádoucí látky, jež mohou přecházet do mléka. [14] Kozy konzumují širokou škálu rostlin, s oblibou také okusují mladší výhonky keřů a stromovou kůru, která obsahuje deriváty kyseliny salicylové, které se dostávají do mléka a ovlivňují funkci imunitního systému. Do mléka přechází i aromatické látky, takže chuť mléka je silně ovlivněna výživou koz.

1.1 Složení kozího mléka

Kozí mléko patří mezi mléka kaseinová, které produkují přežvýkavci a v nichž je obsah kaseinu nad 75 % celkového obsahu proteinů. [15] Kozí mléko dobře prokysává a sráží syřidlem, ale sraženina je měkká a má tendenci se rozpadat.

Složení kozího mléka kolísá v poměrně širokých mezích. Je ovlivněno mnoha faktory, jako je plemeno, stadium laktace, věk, výživa, způsob chovu, životní prostředí, způsob dojení atd. [16] Obsah jednotlivých složek kozího, ovčího, kravského a mateřského mléka je uveden v tabulce č. 2.

Tab.2: Srovnání základních složek v kozím, ovčím, kravském a mateřském mléce [9]

Složka [hm. %]	Kozí	Ovčí	Kravské	Mateřské
<i>Tuk</i>	3,5 – 3,9	6,7 - 7,9	3,3 - 3,9	3,7 – 4,7
<i>Tukuprostá sušina</i>	8,7 – 10,6	10,3 – 12,3	9,0 – 9,5	8,9 – 10,0
<i>Laktóza</i>	4,1 - 4,3	3,7 - 4,9	4,5 - 4,7	6,8 – 7,0
<i>Bílkoviny</i>	2,8 - 3,4	5,6 - 6,2	3,2 – 3,4	0,9 - 1,5
<i>Kasein</i>	2,2 – 3,0	4,2 – 5,2	2,6 – 3,7	0,2 - 0,4
<i>Syrovátkové bílkoviny</i>	0,4 - 0,7	0,8 – 1,3	0,6 – 0,7	0,3 - 0,7
<i>Nebílkovinné dusíkaté látky</i>	0,4 - 0,5	0,8 – 0,9	0,2 – 0,5	0,2 - 0,5
<i>Popeloviny</i>	0,8 -1,0	0,9 – 1,0	0,6 - 0,8	0,2 - 0,3
<i>Energetická hodnota (kJ/100 ml)</i>	293,1 – 322,4	427,1 – 439,6	288,9 – 305,6	280,0–285,0

1.1.1 Mléčný tuk

Tuk z kozího mléka je lépe stravitelný než tuk v mléce kravském, což je dáno mimo jiné také velikostí kapének tuku. Díky menší velikosti mohou být kapénky lépe rozptýleny a tvoří lépe homogenní směs než u mléka kravského. [15] Triacylglyceroly se v mléce vyskytují převážně v tzv. tukových kuličkách, než ve formě volné. [17] Tukové kuličky se skládají z jádra, které tvoří triacylglyceroly (TAG) membrány, která je složena z proteinů, glykoproteinů, enzymů, fosfolipidů a sterolů. [18] Kuličky tuku v kozím mléce mají velikost do 3 μm (v kravském se velikost pohybuje od 1 do 25 μm), tím pádem mají nižší schopnost vystupovat na povrch – tento jev popisuje Stokesův zákon. Obsah mastných kyselin s krátkým řetězcem, které dodávají kozímu mléku specifickou chuť a způsobují lehčí stravitelnost tuku, je vyšší než v kravském mléku. Lepší stravitelnost je v tomto případě dána tím, že lipázy snáze napadají esterové vazby MK s kratším řetězcem než u MK s delším řetězcem. V kozím mléce je poměrně vysoký obsah nasycených mastných kyselin s délkou řetězce 4-12 atomů uhlíku. V porovnání s kravským obsahuje kozí mléko větší množství

nenasycené mastné kyseliny linolové (viz tabulka níže), která podporuje imunitní systém. [15] Vyšší obsah kyseliny kapronové a kaprinové způsobuje typický nádech po kozině, jehož intenzitu lze ovlivnit šlechtěním, výživou a především dobrou hygienou ustájení a ošetření mléka. Kyselina kapronová, kaprylová a kaprinová mají mimoto také pozitivní vliv na zdraví člověka. Jejich metabolismus probíhá většinou rychle a jsou transportovány krví přímo do jater, kde jsou pohotovým zdrojem energie. Využívají se ku příkladu při léčbě chorob zažívacího systému. Pozitivně působí při výživě předčasně narozených dětí. [19]

Volné mastné kyseliny mají mimo jiné funkci antimikrobiální, která je dána strukturou a tvarem každé volné mastné kyseliny. Záleží na délce uhlíkového řetězce a přítomnosti, počtu, umístění a orientaci dvojných vazeb.[20] Nenasycené volné MK s dlouhým či středním řetězcem jsou účinné vůči Gram-pozitivním bakteriím.[21] Z toho důvodu mají inhibiční účinek i na bakterie mléčného kvašení, mezi něž patří ku příkladu rod *Lactococcus*. Velmi dobře inhibují zejména *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*. Podle Mullan (2003) je k tomu třeba vysoké hladiny MK (0,1 % kyseliny máselné, kaprinové, kapronové a olejové), které se běžně v moderně hygienicky vyprodukovaném mléce skladovaném při nízkých teplotách vyskytují v malém až zanedbatelném množství [22] (jejich obsah narůstá až při lipolýze), avšak některé studie prokázaly, že k částečné inhibici citlivějších jogurtových kultur stačilo kozí mléko s výraznou kozí vůní. Obecně platí, že nenasycené volné MK jsou více antimikrobiálně účinné než nasycené volné MK se stejnou délkou uhlíkového řetězce.[23] Mechanismus antimikrobiální aktivity volných MK zatím není zcela znám, nicméně primárním cílem je pravděpodobně cytoplazmatická membrána bakteriální buňky a různé základní procesy probíhající uvnitř buňky i na membráně. [21]

Tab.3: Komparace obsahu tuku a vybraných mastných kyselin v kozím a kravském mléce [6, 24, 25] Jednotlivé mastné kyseliny jsou vyjádřeny jako % ze všech MK.

Složka	Kozí mléko	Kravské mléko	Mateřské mléko
<i>Tuk [hm. %]</i>	3,5 – 3,9	3,3 – 3,9	3,8 - 4,7
<i>Kyselina máselná</i>	2,1 – 3,0	1,6 – 11,0	4,0 – 8,0
<i>Kyselina kapronová</i>	2,2 - 2,9	1,0 – 5,0	1,0 – 4,0
<i>Kyselina kaprylová</i>	2,5 - 2,8	1,0 – 3,0	1,3 – 4,0
<i>Kyselina kaprinová</i>	8,4 – 10,6	2,0 – 5,0	2,0 – 6,0
<i>Kyselina laurová</i>	3,3 – 6,0	3,0 – 6,0	4,0 – 9,0
<i>Kyselina myristová</i>	9,2 - 12,3	9,0 – 14,0	8,0 -20,2
<i>Kyselina palmitová</i>	24,6 - 31,3	20,0 – 32,0	18,0 – 35,0
<i>Kyselina palmitolejová</i>	1,3 - 2,6	0,9 – 2,3	0,5 – 5,7
<i>Kyselina stearová</i>	6,0 – 12,5	8,0 – 14,6	6,0 – 15,0
<i>Kyselina olejová</i>	18,2 - 28,5	17,0 – 29,8	18,0 – 46,4
<i>Kyselina linolová</i>	2,2 - 3,6	0,3 – 2,5	2,0 – 13,0
<i>Kyselina α-linolenová</i>	0,4 – 0,5	0,1 – 1,8	0,1 – 1,4

Minoritní frakcí celkového obsahu mléčného tuku tvoří steroly, které mají význam pro lidskou výživu. [26] Při nadměrné konzumaci potravin bohatých cholesterolem (zejména LDL frakce) může hrozit ucpaní cév či kancerogeneze. Naopak HDL frakce se podílí na ochranné funkci tím, že transportuje cholesterol do jater, kde je dále metabolizován. [27]

Bylo zjištěno, že kozí mléko obsahuje méně (přibližně 247 mg/ 100 g mléčného tuku) cholesterolu a než mléko kravské a mateřské (přibližně 293 a 351 mg/ 100 g mléčného tuku) Kozí mléko obsahuje také méně lanosterolu a naopak obsahuje více β -sitosterolu a stigmasterolu. V současnosti se zkoumají účinky β -sitosterolu na lidské zdraví, předpokládá se, že by mohl zpomalovat benigní hyperplazii prostaty a snižovat hladinu cholesterolu

v krvi. Stigmasterol má pozitivní účinky jako prevence proti rakovině a podporuje vstřebávání cholesterolu. [26]

1.1.2 Bílkoviny

Mléčné bílkoviny obsahují všech 8 esenciálních aminokyselin (AK), kterých je zde vysoká koncentrace a vhodný vzájemný poměr a jsou důležité pro lidskou výživu. Mléčné bílkoviny jsou syntetizovány v mléčné žláze, ale až 60 % AK nutných k tvorbě bílkovin získávají přežvýkavci z krmiva. Celkový počet mléčných bílkovin a složení AK se mírně liší podle plemene a také podle individuální genetiky zvířat. [28]

Hlavní kategorie mléčných bílkovin jsou: kaseinové bílkoviny a (sérové) syrovátkové bílkoviny. Mezi kaseiny se obecně řadí α_{s1} , α_{s2} , β a κ -kaseiny, zatímco mezi syrovátkové bílkoviny patří například α -laktalbumin a β -laktoglobulin. Sýrovátkové proteiny ku kaseinovým proteinům jsou v kozím mléce v poměru přibližně 20:80.

Mléko také obsahuje menší množství dalších významných proteinů, jako je albumin, imunoglobuliny, laktoferin, transferin, protein vázající vápník (calcium-binding protein), prolaktin, protein vázající zbytky kyseliny listové (folate-binding protein) a proteinosopeptonová frakce. [29]

Tab.4: Komparace obsahu proteinů v kozím a kravském mléce (g/l) [29]

	Kravské mléko	Kozí mléko
<i>Celkem proteinů</i>	32,0 – 34,0	28,0 – 34,0
<i>Celkem kaseinu</i>	26,0 – 37,0	22,0 – 30,0
α_{S1} -kasein	11,0 – 15,0	5,0 – 10,0
α_{S2} -kasein	3,0 – 4,0	3,0 – 19,0
β -kasein	9,0 – 11,0	11,0 – 15,0
κ -kasein	2,0 – 4,0	3,5 - 4,0
<i>Syrovátkové bílkoviny</i>	5,8 – 6,5	5,5 – 6,5
α -laktalbumin	0,6 – 1,5	1,0 – 1,2
β -laktoglobulin	3,0 -4,0	2,9 – 3,1
Minoritní syrovátkové bílkoviny	1,5 – 2,0	1,6 – 2,2

Kaseiny

Kaseiny jsou typické mléčné bílkoviny vznikající výhradně jako produkt mléčné žlázy [30]. Většina kaseinových frakcí (až 95 %) se v mléce nenachází ve formě volných řetězců, ale ve formě tzv. kaseinových micel [17], které kromě proteinu obsahují značné množství vápníku a fosforu a v nepatrné míře i hořčík a citráty. Významný je zejména obsah fosforu a proto ho řadíme k fosfoproteinům. [30] Kasein se sráží působením syřidla a tvoří sraženinu. Na sraženinu se váží další látky obsažené v mléce. Proto se všechny změny ve složení kaseinu odráží i ve výtěžnosti a kvalitě sýra. [31]

Jednotlivé kaseinové frakce jsou schopny asociovat mezi sebou. Asociace nastává zejména díky slabým vazebným interakcím či prostřednictvím vápenatých iontů. [17]

Mléčné proteiny mají variabilní složení aminokyselin díky genetickému polymorfismu, který způsobuje substituce aminokyselin v proteinových řetězcích. Tento jev je zodpovědný za rozdíly ve stravitelnosti, sýrařských vlastnostech (zejména v syřitelnosti) a aromatu polymorfního mléka i produktů z něj vyrobených. [32] Lišit se může také stupeň fosforylace jednotlivých kaseinových frakcí. [17]

α_{S1} kasein má velkou kvalitativní a kvantitativní genetickou variabilitu. Má velký vliv na koagulaci a jeho polymorfismus ovlivňuje velikost micel, mineralizaci, výtěžek sýra a jeho sensorické vlastnosti [33]. Různé studie naznačují významné vztahy kaseinových polymorfismů a vlastností mléka. [34]. Molekula genetické varianty A obsahuje pouze jeden zbytek kyseliny fosforečné, která je estericky vázaná na aminokyselinu serin. Což se považuje za hlavní příčinu toho, že se tato kaseinová frakce sráží v přítomnosti vápenatých iontů, protože na tzv. fosfoserinové zbytky se mohou vázat bivalentní kationty a způsobovat tvorbu gelu při enzymatickém srážení. [17]

Je mnoho metod, které umožňují stanovení genových polymorfismů. Patří mezi ně například metoda polymerázové řetězové reakce (polymerase chain reaction - PCR), která je základní technikou molekulární diagnostiky a manipulace s geny vůbec a umožňuje selektivní zmnožení určité oblasti DNA. [33]

Syrovátkové bílkoviny

Syrovátkové proteiny jsou globulární molekuly s podstatným obsahem struktur α -helix. Asi 75 % syrovátkových proteinů jsou albuminy. Z nutričního hlediska jsou mléčné syrovátkové proteiny považovány za nutričně výhodnější než kasein. [29] Oproti kaseinu syrovátkové bílkoviny neobsahují fosfor a vyznačují se poměrně vysokým množstvím AK obsahujících síru – zejména methionin a cystein. [9] V současné době jsou zkoumány jako prostředek pro zlepšení imunity a jako možná doplňková léčba pro různá onemocnění.

1.1.3 Sacharidy

Sacharidy v mléce jsou zastoupeny především disacharidem laktózou, v malém množství se vyskytují také monosacharidy glukóza, galaktóza a fruktóza a deriváty monosacharidů a oligosacharidů. [36]

Laktóza

Tab.5: Komparace obsahu laktózy v různých druzích mléka [9]

	Kozí	Ovčí	Kravske	Mateřské
Laktóza [%]	4,1 - 4,3	3,7 - 4,9	4,5 - 4,7	6,8 – 7,0

Mléčný cukr, laktóza, je majoritním sacharidem v kozím, ovčím a kravském mléce. Vzniká kondenzační reakcí z glukózy a galaktózy v mléčné žláze s potřebnou aktivní účastí mléčné bílkoviny α -laktalbuminu, který kontroluje celkovou rychlost biosyntézy. [37] Koncentrace laktózy je v kozím mléce mírně nižší a v ovčím mírně vyšší, než u mléka kravského. [38] V různých koncentracích se nachází v mléce všech savců s výjimkou tuleňů, kde je její obsah menší než 1 %. [36]

1.1.4 Vitaminy

V mléku koz se nacházejí vitaminy rozpustné v tucích (A, D, E, K) a vitaminy rozpustné ve vodě (vitaminy skupiny B, C, biotin). Primární rozdíl mezi kozím a kravským mlékem je v nižší koncentraci vitaminů B₆ a B₁₂ v kozím mléce. Vitamin A v kozím mléce existuje výlučně jako vitamin A a nikoliv jako provitamin A, který je prekurzorem vitaminu A a způsobuje v různé míře žluté zbarvení mléka. Jeho nepřítomnost v kozím mléce způsobuje, že mléko, sýr i máslo z něj vyrobené mají bílou barvu. [29]

Jako optimální tepelné ošetření kozího mléka se jeví pasterace působením vysoké teploty po krátkou dobu (HTST). Tím je zajištěno, že nedojde k výraznému poklesu obsahu vitaminů (kromě thiaminu, riboflavinu a vitaminu C), ani k denaturaci β -laktoglobulinu, což by mohlo být při výrobě sýrů nežádoucí. Zároveň je však inhibována nežádoucí vegetativní mikroflóra kromě spor. Tato pasterace se provádí tak, že se mléko ohřeje na teplotu 72 – 75°C, kde se udrží po dobu 15 – 30 sekund a poté se rychle zchladí. [36] Toto ošetření je v souladu s předpisy Evropské unie, které upravují hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004). Ztráty na vitamínech B₁ a C dosahují 10 % při pasteraci a UHT ohřevu, 35 až 50 % sterilaci v obalech. Ztráty na kyanokobalaminu dosahují až 90 % při tepelné sterilaci v obalech a při odpařování. [39]

Tab.6: Obsah vitaminů v různých druzích mléka [6, 40]

Vitaminy [mg/l]	Ovčí	Kozí	Kravské
<i>Riboflavin</i>	3,76- 4,30	1,40 – 2,10	0,16 – 3,00
<i>Thiamin</i>	0,80 - 1,20	0,50 – 0,68	0,30 – 0,70
<i>Niacin</i>	4,16 - 5,40	2,50 – 2,70	0,80 – 5,00
<i>Kyselina pantothenová</i>	4,08 - 5,30	3,10 - 3,60	0,40 – 4,00
<i>Pyridoxin</i>	0,70 – 0,80	0,60 – 0,46	0,20 – 2,00
<i>Kyselina listová [μg/l]</i>	0,40 - 0,50	0,06 - 0,10	0,40 - 0,60
<i>Kyanokobalamin [μg/l]</i>	0,009 – 0,071	0,006 - 0,007	0,003 – 0,038
<i>Biotin [μg/l]</i>	0,93 - 5,00	1,50 - 4,00	0,01 – 0,09

Kozí mléko oproti kravskému obsahuje více vápníku, hořčíku, draslíku, fosforu i chlóru, naopak má méně sodíku, železa, síry a zinku (viz tabulka č. 6).

1.1.5 Enzymy

Významnou roli hrají zejména v syrovém mléce enzymy. Obecně se v mléce vyskytuje několik základních druhů enzymů, mezi nejvýznamnější patří proteázy, lipázy a esterázy, fosfatázy, nukleázy, lysozym a amylázy.

Mezi fosfatázy mléka se řadí alkalická a kyselá fosfatáza, přičemž alkalická fosfatáza je inaktivována při teplotách 63-65°C po dobu 30 minut nebo při teplotách 72-74°C po dobu 10-30 sekund. Tyto tepelné zákroky rovněž inaktivují mnoho mikroorganismů, proto se inaktivace alkalické fosfatázy využívá jako indikátor správně provedeného tepelného zá-
kroku. [17]

Z farmaceutického hlediska je mléko také významným zdrojem prekurzorů inhibitorů di-
peptidyl peptidázy 4 (DPP-4). DPP-4 rychle degraduje hormony inkretinového systému, které pomáhají k léčbě diabetes melitus 2. typu. [41] Inkretinové hormony jsou peptidy, které jsou secernovány endokrinními buňkami zažívacího traktu po požití potravy a mají schopnost zvyšovat sekreci inzulínu. Mezi tyto hormony se řadí GLP-1 (glucagon-like pep-
tide-1), GLP-2 a GIP (glucose-dependent insulinotropic polypeptide). [42] Inhibitory DPP-
4 tedy zvyšují sekreci inzulínu. Dále také korigují i další metabolické odchylky u diabetu 2.
typu a příznivě ovlivňují kardiovaskulární rizika. [43]

Prekurzory inhibitorů DPP-4 se nachází v kaseinových frakcích mléka. V současnosti je studována účinnost těchto peptidů izolovaných z kozího mléka, jako funkčních surovin při léčbě diabetu. [44]

1.1.6 Minerální látky

Minerální látky se v mléce nachází zejména jako sodné, draselné, vápenaté anebo hořečnaté soli fosforečnanů, citronanů, chloridů, síranů a uhličitanů. Jednotlivé minerální látky se mohou nacházet v pravém roztoku, v koloidním systému anebo mohou být vázány na ostatní složky mléka. Celkový obsah minerálních látek se stanovuje ve formě tzv. popelovin [17], kterých kozí mléko obsahuje přibližně 0,8-1,0 % hm.

Kozí i ovčí mléko vykazuje vyšší zastoupení jednotlivých prvků (zejména Ca, P, K, Mg a Cl) než mléko kravské či mateřské. Naopak kozí mléko obsahuje méně Na a S než mléko kravské. Koncentrace základních prvků se příliš neliší a jejich obsah závisí na plemenu, stravě, individuální genetice zvířete, fázi laktace a zdravotním stavu mléčné žlázy. [46]

Tab. 8: Zastoupení minerálních látek v kozím a kravském mléce [6, 9, 17,]

Prvek [mg/ 100 g]	Kozí mléko	Kravské mléko
<i>Vápník</i>	134 - 170	110 – 130
<i>Fosfor</i>	120 - 121	90 – 119
<i>Železo</i>	0,07 - 0,30	0,08 – 0,60
<i>Sodík</i>	11 - 41	16 – 90
<i>Draslík</i>	110 - 181	110 – 170

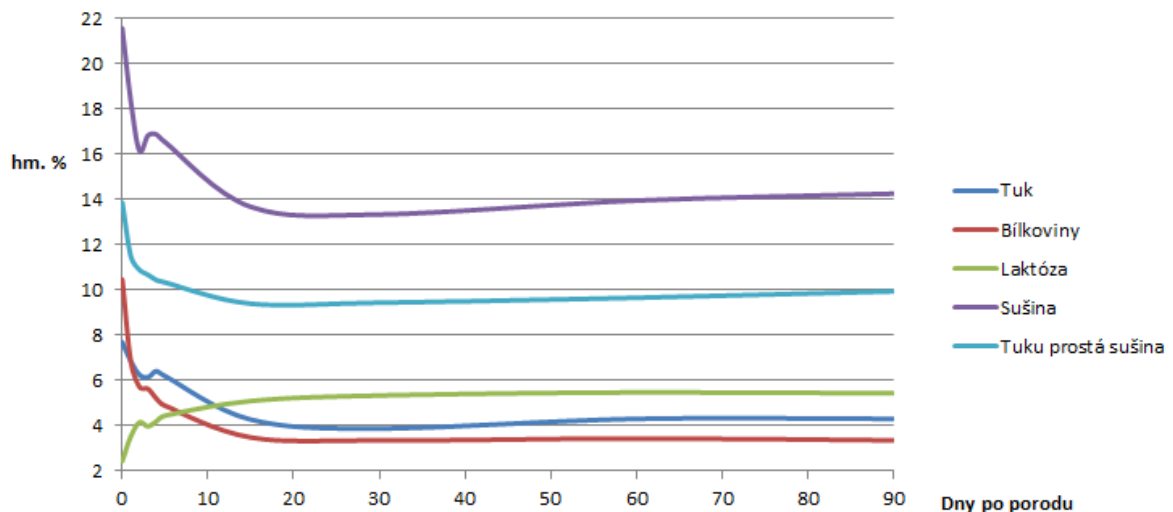
1.2 Vývoj obsahových složek v průběhu laktace

Podle rozdílného složení v průběhu laktace se rozlišují mléka nezralá (mlezivo a mléko starodojné) a mléka zralá (s normálním obsahem složek). [47]

Mlezivo je produkováno mléčnou žlázou krátce před porodem – předběžné mlezivo a zvláště pak po určité období po porodu – pravé mlezivo.

Mlezivo se podílí na utváření imunitního systému novorozenců a poskytuje pasivní imunitu proti některým nežádoucím mikroorganismům. [48] Příjem mleziva během prvních dvou dnů po porodu snižuje úmrtnost novorozenců díky obsahu imunoglobulinů, jejich přežití závisí na kvalitě a objemu požitého mleziva. [49] Mlezivo není vhodné pro použití v mlékárenském průmyslu.

Složení mléka se po porodu mění a přizpůsobuje se potřebám mláděte. Byly zkoumány změny obsahu jednotlivých složek od několika hodin po porodu až po 90 dní po porodu. V průběhu 72 hodin po porodu obsah všech složek výrazně klesá, s výjimkou kaseinu, nicméně zastoupení proteinů v sušině také klesá. Nejvýraznější jsou změny během prvních 24 hodin po porodu. [50]



Obr. 1: Graf závislosti obsahu jednotlivých složek kozího mléka na čase (od porodu až po 90 dní po porodu) [48]

Dle procentuálního složení uvedeného výše vyplývá, že kromě laktózy se obsah jednotlivých složek mléka snižuje. Procento tuku je vysoké až do pátého dne, patnáctý den už je v normálu. Do druhého dne po porodu poklesne množství bílkovin o 45%, poté se výrazně nemění až do pátého dne. V průběhu tohoto období se mléko skládá z většího množství kaseinu a β -laktoglobulinu. Koncentrace laktózy se postupně zvyšuje. [48]

Tab. 9: Změny ve fyzikálně-chemických vlastnostech mleziva a mléka během prvních 156 hodin po porodu [51]

Hodiny po porodu	Vlastnost				
	Kyselost [$^{\circ}SH$]	pH	Vodivost [mS/cm]	Hustota [g/l]	Bod tuhnutí [$^{\circ}C$]
0	16,13	6,38	4,45	1 052,8	- 0,484
12	11,16	6,54	4,92	1 039,6	- 0,539
24	9,77	6,58	4,99	1 037,7	- 0,545
36	8,56	6,58	5,07	1 035,3	- 0,553
48	8,59	6,56	4,96	1 034,7	- 0,551
60	8,02	6,58	5,03	1 033,1	- 0,548
72	8,26	6,59	4,97	1 031,8	- 0,553
84	7,86	6,60	5,25	1 033,7	- 0,561
96	7,75	6,62	5,00	1 031,8	- 0,560
108	8,00	6,63	5,14	1 031,5	- 0,548
120	7,24	6,66	5,00	1 031,3	- 0,549
132	6,79	6,68	5,17	1 030,7	- 0,547
144	6,64	6,70	5,07	1 030,1	- 0,549
156	6,82	6,70	5,06	1 030,3	- 0,554

Ve výše uvedené tabulce lze pozorovat vývoj vybraných vlastností kozího mléka. Hodnota pH se výrazně zvyšuje do 12 hodin po porodu a mírný nárůst lze pozorovat až do 156 hodin po porodu. Naopak hustota a kyselost mají klesající tendenci. Elektrická vodivost se zvyšuje od porodu do 24 hodin po porodu, poté zůstává konstantní (s možnou výchylnou do 0,05). [51]

Zralé mléko se liší zásadně od mleziva tím, že má vhodné sensorické vlastnosti, hodí se tedy k dalšímu průmyslovému zpracování, má prakticky ustálené složení a může být použito pro lidskou výživu.

Laktační doba je různě dlouhá nejen u různých savců, ale i u jednotlivých plemen. Podstatně se uplatňuje nové zabřeznutí, s nímž je spojeno hormonální potlačování další produkce mléka. V posledních týdnech před zaprahnutím se složení a vlastnosti zralého mléka podstatně mění. Vysokobřezí dojnice se označují jako „starodojné“ a jejich mléko se označuje jako „starodojné mléko“. Složení produkovaného mléka se přibližuje složení mleziva, tj. snižuje se obsah kaseinu a zvyšuje obsah sérových bílkovin, klesá obsah laktózy a zvyšuje se obsah chloridů, snižuje se velikost tukových kuliček, zvyšuje počet somatických buněk v mléku, zvyšuje se aktivita enzymů a mění se i vlastnosti produkovaného mléka. [48] Stejně jako mlezivo ani starodojné mléko není použitelné v mlékárenském průmyslu.

Obecně lze tedy říci, že na počátku laktace koz je v mléce vysoký obsah tuku, bílkovin a potažmo i celkové sušiny, který v průběhu laktační periody rapidně klesá. [36]. Obsahy jednotlivých složek se mohou lišit v závislosti na plemenu a podmínkách chovu. Bylo zjištěno, že mléko ze středomořských oblastí, kde jsou kozy tradičně chovány pro mléčnou produkci, podobně jako v některých tropických oblastech, mělo mléko vyšší obsah tuku a bílkovin než mléko produkované šlechtěnými plemeny ze severnějších oblastí. [52].

2 PŘEHLED PAŘENÝCH SÝRŮ A PRINCIP TECHNOLOGIE JEJICH VÝROBY

Sýry se vyrábí z různých druhů mléka – mimo kravského, kozího a ovčího je používáno také mléko buvolí a jačí. Vlhkost sýra je jednou ze specifických vlastností každé skupiny sýrů. Měkčí sýry obsahují více vody než tvrdé sýry. Extra tvrdé sýry, jako je například Parmazán, obsahují pouze 18 – 31 % vody. [53]

Vyhláška č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje definuje sýr, jako mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka, působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, oddělením podílu syrovátky a následným prokysáním nebo zráním. Dále jsou v této vyhlášce sýry klasifikovány podle obsahu tuku v sušině, konzistence (viz tabulka níže) a zrání.

Tab. 10: Klasifikace přírodních sýrů podle konzistence ve vztahu k obsahu vody v tukuprosté hmotě sýra [53]

Sýr	% VVTPH*
Extra tvrdý	Nejvíce 47,0
Tvrdý	47,0 až 54,9
Polotvrdý	55,0 až 61,9
Poloměkký	62,0 až nejvíce 68,0
Měkký	více než 68,0

*) VVTPH = voda v tukuprosté hmotě sýra, která se stanoví podle následujícího vzorce:

$$\% \text{ VVTPH} = \frac{\text{hmotnost vody v g}}{100 - \text{hmotnost tuku v g}} \cdot 100$$

Obsah vody přímo souvisí s trvanlivostí sýra. Vysoký obsah vody snižuje trvanlivost, protože vlhkost vytváří příznivé podmínky pro nežádoucí mikroorganismy. Voda se z mléka dostává v průběhu separace syřeniny a syrovátky při zpracování sraženiny, při níž dochází k synerezi. Syrovátka je sérum, které vzniká jako vedlejší produkt při srážení kaseinových bílkovin. Obsahuje zejména vodu a laktózu, menší množství tuku, proteinů a větší množství minerálních látek [54] (viz tabulka č. 11).

Tab. 11: Chemické složení syrovátky získané sladkým srážením [55,56, 57]

Složka [g/ 100g bílkovin]	Kozí	Kravská	Ovčí
<i>Sušina</i>	7,07 – 10,80	10,69 - 11,23	12,24 – 13,02
<i>Lipidy</i>	0,30 - 0,84	0,27 - 0,30	0,20 – 0,31
<i>Proteiny</i>	0,63 – 1,30	0,56 – 0,70	0,73 – 2,00
<i>Popeloviny</i>	0,57 – 4,30	4,70 - 7,46	2,50 - 3,96
<i>Laktóza</i>	5,02 - 6,00	8,50 – 8,89	7,90 – 8,25
<i>Vápník</i>	0,04 - 0,29	0,47 – 0,51	0,19 - 0,29
<i>Sodík</i>	0,32 – 0,43	0,40 – 0,57	0,34 - 0,35
<i>Draslík</i>	0,53 - 0,55	0,62 - 0,82	0,43 - 0,56
<i>β-laktoglobulin</i>	48,17 - 70,90	47,33 – 77,10	52,54 – 73,50
<i>α-laktalbumin</i>	11,96 – 27,14	17,30 - 36,91	18,10 - 24,90
<i>Imunoglobulin G</i>	5,80 – 9,80	2,80 - 6,16	4,50 - 7,32
<i>Sérum albumin</i>	4,20 – 7,82	2,90 – 5,23	4,00 - 7,97

Pařené sýry jsou charakteristické tím, že v určité fázi výroby, po vložení do horké vody, získávají tažnost. Natahováním a překládáním vzniká vláknitá struktura. Tímto zpracováním je ovlivněn obsah sušiny a tím i tvrdost a trvanlivost. Takové sýry jsou známé pod italským názvem „pasta filata“. [3]

2.1 Technologie výroby sýrů

Mléko je vzhledem ke svému složení vhodným prostředím pro růst mikroorganismů, obsahuje hodně vody a živin. Nejúčinnějším opatřením k vyloučení mikrobiálních agens v mléce je pasterační proces. [17]

Při výrobě sýrů v České republice se nejčastěji používá šetřeného způsobu pasterace, která odpovídá předpisům Evropské unie upravujících hygienická pravidla pro potraviny

živočišného původu (Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004). Jedná se o zahřátí mléka na teplotu nejméně 72°C po dobu nejméně 15 sekund nebo jinou kombinaci času a teploty vedoucí k rovnocennému účinku pro úplné usmrcení vegetativních forem patogenních bakterií. Účinek pasterace se ověřuje testem na alkalickou fosfatázu, kdy v případě správného ošetření dojde k inaktivaci alkalické fosfatázy a test je negativní. Jsou-li dodrženy doporučené teploty, chemické a fyzikální změny jsou nepatrné. K denaturaci syrovátkových bílkovin dochází jen částečně, průběh sýření se výrazně nezhoršuje. Zrno je jemnější, sýřenina měkčí. Vzniklé změny v mléce vyžadují částečnou změnu výrobního postupu oproti mléku nepasterovanému (přídavek chloridu nebo mléčnanu vápenatého, větší dávka syřidla, delší doba sýření, vyšší teplota mléka při sýření).

Po pasteraci a následném rychlém zchlazení na teplotu přibližně 32°C se do mléka přidává čistá mlékařská kultura (ČMK), protože pasterací se ničí nejen choroboplodné a škodlivé bakterie, ale také mikroorganismy potřebné pro zrání sýrů. Čistě mlékařské kultury zajišťují další správný průběh při výrobě sýrů, včetně procesu zrání. Kultury mohou být buď lyofilizované, v tekutém stavu či hluboce zmrazené. [15] Po přidavku potřebného množství kultury se kultura nechá v mléce pomnožit.

Konvenční metodou výroby sýru Mozzarella je prokysání sýra na pH okolo 5,2 a následné paření v horké vodě při teplotě 55-70°C. Alternativním postupem může být přímé okyselení mléka organickými kyselinami. Nejčastěji bývá používána, pro okyselení mléka, kyselina citronová. Takto vyrobené sýry mívají většinou lehčí strukturu a vyšší tavitelnost, než sýry vyrobené za pomoci startérových kultur. Další výhodou je také to, že takto vyrobená Mozzarella má vyšší výtěžnost, lehčí texturu a větší obsah vody.[58]

Kyselost hraje při výrobě sýrů typu pasta filata klíčovou roli, protože díky kyselému prostředí je možné uvolnění rozpustného vápníku, díky němuž mohou vznikat nové vazby mezi proteiny. [59]

Při alternativní výrobě pařených sýrů dochází k poklesu pH přidavkem kyseliny citronové. Optimální pH pro další zpracování je přibližně 5,2-5,5 u kravského mléka a 4,9-5,2 u kozího mléka. Je-li sýřenina příliš kyselá nebo naopak nedostatečně, může dojít k jistým vadám textury sýra. Přidaná kyselina zachycuje ionty vápníku a způsobuje tak demineralizaci mléka a díky tomu konečná sýřenina získá pružnost. Vápník je minerál, který umožňuje kasei-

nu agregovat a sehrává podstatnou roli při tvorbě sýřeniny. Množství vápníku se tedy v sýrovém zrně snižuje, protože přejde do syrovátky. [58]

Základem výroby sýrů je vysrážení mléčné bílkoviny za pomoci syřidla. Před samotným sýřením je potřeba přidavku roztoku vápenatých solí za účelem zlepšení syřitelnosti. Tento krok je nutný z toho důvodu, že během tepelného ošetření se mění forma vápenatých solí v mléce z rozpustné na nerozpustnou. Přidáním roztoku vápenatých solí se tedy znovu zvedá obsah rozpustné formy. [17] Nejčastěji se používá roztok chloridu vápenatého, méně často pak mléčnanu vápenatého. Pro srážení se používají specifické proteolytické enzymy, především chymozin a pepsinová syřidla anebo tzv. mikrobiální neboli vegetariánská koagulační činidla, které mají identické vlastnosti. [15] Syřidla živočišného původu mohou odrážet biodiverzitu prostředí, odkud jsou získána. Ku příkladu jehněčí či kůzlečí syřidla obsahují mimo pepsinu a chymozinu i lipolytické enzymy, které odštěpují volné mastné kyseliny z triacylglycerolů. Lipolytická aktivita má dopad na charakteristickou pikantní chuť, kterou lze pozorovat u některých tradičních sýrů produkovaných ve státech v okolí Středozemního moře – na tuzemském trhu je můžeme nalézt se známkou chráněného zeměpisného označení – např. řecká Feta, italské Pecorino Romano či španělský Idiazabal. Díky této specifitě je důležitý výběr správného syřidla. Ku příkladu v italské legislativě je přesně specifikováno, jaké syřidlo smí být použito při výrobě sýra, který se bude prodávat pod ochrannou známkou Pecorino Romano nebo Pecorino di Filiano. [60] Mikrobiální koagulační činidla mohou být buď z enzymů, které jsou produkovány mikroorganismy přirozeně anebo pochází z geneticky modifikovaných mikroorganismů. Speciálním případem produkce chymozinu pomocí mikroorganismů je již zmíněná genetická modifikace, kdy se izoluje gen z telecích žaludků a je převeden do vhodných mikroorganismů (bakterie, plísně či kvasinky). Mikroorganismy jsou následně kultivovány v uzavřeném systému (fermentor), v němž uvolňují chymozin do kultivační tekutiny. Ten lze po pročištění od případných nečistot a zbytků z geneticky modifikovaných mikroorganismů použít běžným způsobem.

Působením syřidlových enzymů na mléko dochází k vysrážení kaseinových bílkovin ve formě kompaktní hmoty. Proces srážení je relativně rychlý (nejčastěji 20 až 40 minut), vzniklá sýřenina většinou nestačí ještě prokysat a má chuť sladkého mléka, proto se syřidlové srážení mléka někdy označuje jako tzv. sladké srážení. K prokysání sýřeniny dochází z větší části až během dalšího zpracování na sýry. Sraženina, kterou získáme po

koagulaci mléka, zadržuje po určitou dobu veškerou vodu v mléce obsaženou. Strukturu sraženiny v tomto okamžiku představuje síť tvořená kaseiny a uvnitř této sítě je kapalná fáze – syrovátka. [17]

Následuje rozkrájení sraženiny, vytvoření sýrašského zrna a umožnění odtoku nadbytečné vody, respektive syrovátky. Velikost sýrových zrn odpovídá druhu vyráběného sýra – čím menší je velikost zrna a větší povrch, tím víc syrovátky se vyloučí a tím vyšší je výsledná sušina sýra. [15] Při výrobě pařených sýrů s alternativním postupem přímého okyselení mléka není sýrové zrno tak pevné, jako tomu je při výrobě sýrů z neokyseleného mléka, díky odlišnému mechanismu koagulace. Po zpracování sýřeniny se odstraní část syrovátky.

Poté následuje proces paření sýrů. Ve farmářských podmínkách dochází k samotnému natahování sýřeniny manuálně pomocí dřevěných tyčí a lopatek. Ve velkovýrobě jsou tyto úkony mechanizovány a je tak minimalizováno riziko opaření pracovníků. Paření sýra probíhá při teplotách 50-90°C [61] (záleží na požadované tvrdosti sýra, viz kapitola 3.2), nejčastěji však při teplotách od 55 do 65°C. [59] Během procesu tažení, a to hlavně na začátku, je sýřenina poměrně náchylná ke ztrátě tuku. Musí být dobře propařená v celém objemu, proto se před přidáním horké vody krájí na menší kousky. Ty jsou postupně hněteny, až zcela zvláční. Poté následuje vytahování a skládání, čímž je kontrolováno i množství vody ve výsledném sýru. [3] Tato fáze je považována za ukončenou, když sýr začne být lesklý a homogenní. [61]

Sýr získá potřebný tvar a velikost tak, že se sýřenina formuje ve speciálních formách, v malovýrobě ručně. Je třeba dbát na to, aby byl sýr stále ponořen v horké vodě. [3]

Sýr je po výrobě zchlazen vodou a následuje fáze solení. Solení má sýru dodat slanou chuť, zlepšit konzistenci, umožnit další odtok syrovátky, zastavit či přibrzdit mléčné kysání a příznivě ovlivnit další průběh zrání. Solení reguluje obsah vody v těstě sýra, což potlačuje činnost nežádoucí mikroflóry. Požadavky na čistotu soli používanou při výrobě sýrů jsou v zásadě stejné jako na jedlou kuchyňskou sůl. [15] Díky zchlazení dojde k pozastavení proteinových interakcí, což zabraňuje unikání volného tuku do solné lázně. [62]

Pro pařené sýry se používá několik způsobů solení, podle tradice výroby daného druhu sýra. Jednou z možností je přidavek soli do pařící vody nebo naopak do vody, v níž probíhá chlazení sýra. [3]

Při výrobě sýra Mozzarella může být použito několik forem solení. Jednou z možností je, že samotné paření sýra probíhá v 1% w/v roztoku soli. Další možností je, že voda, která byla použita pro paření je dále využita k přípravě roztoku pařící vody a syrovátky z počátku prokysání (pro úpravu pH na hodnotu 4) a 2% w/v soli. Tento roztok bude kalný díky použití vody, v níž byl sýr pařen. Mozzarella je v tomto nálevu udržována až do doby konzumace. Může být také použit roztok z vody, kyseliny citronové (v množství pro úpravu hodnoty pH na 4) a 2% w/v soli. V tomto případě bude roztok čirý. [61]

U specifických druhů sýra (Korbáčky, Oštěpky) je solení prováděno v nasyceném roztoku NaCl při pokojové teplotě v závislosti na velikosti sýra (ku příkladu v případě Korbáčků se délka solení pohybuje v řádu několika minut, u Oštěpků je doba solení delší). [3]

Uzení bývá použito jen při výrobě některých druhů pařených sýrů. Sýr bývá vystaven udícímu kouři, který je produkován z dřevěných hoblin a slámy anebo bývá vnořen do roztoku kouřových esencí (akroleinu, pyrenu atp.). Po skončení tohoto úkonu je výrobek zabalen.

Mozzarella bývá balena v solném roztoku do sáčků či krabiček, v nichž se také dodává konečnému zákazníkovi. [61] Sýry, u kterých nejsou organoleptické vlastnosti zajišťovány solným nálevem bývají expedovány ve vakuovém balení.

2.2 Přehled vybraných pařených sýrů

V následujícím přehledu budou uvedeny některé druhy kozích sýrů. Přestože je tato práce zaměřena na sýry typu pasta-filata vyráběné z kozího a kravského mléka, tak kozích sýrů typu pasta-filata není mnoho. Je to z toho důvodu, že kozí mléko má odlišné technologické vlastnosti a složení, oproti kravskému mléku, proto je proces paření a tažení obtížnější. Proto jsou zde uvedeny sýry typu pasta-filata z kozího mléka a jen ty nejvýznamnější z kravského či ovčího mléka.

Česká republika

V České republice dominuje chov krav, proto mezi nejčastěji vyráběné sýry patří právě sýry z kravského mléka. Mimo jiné se zde vyrábí i původní český pařený sýr Jadel, který je charakteristický svým pleteným tvarem. Tato operace je při výrobě prováděna ručně. Mimo přírodního soleného sýra se na trhu vyskytuje i Jadel kořeněný a uzený.

Dalším českým pařeným sýrem je sýr Koliba. Vyrábí se stejně jako Jadel z kravského mléka, má typický kulatý tvar a udí se kouřem z bukové drtě. Sýr se vyznačuje mléčně nakyslou, mírně slanou chutí, s výraznou vůní po uzení. Na povrchu sýra jsou zřetelné prolisy od košíčků, v nichž při výrobě horká pařenina chladne. [63]

Itálie

Itálie je zemí, kde se sýry těší velké oblibě. Každá oblast je specifická různými druhy sýrů. Obecně jsou v severních oblastech příznivější podmínky pro chov krav a v jižních oblastech je tradiční pastva krav a ovcí. Chov koz převládá zejména v Alpách a na ostrovech Sicílii a Sardinii. Většina tamějšího kozího mléka na sýry je směsí mléka od různých plemen nebo bývá používáno spolu s kravským či ovčím. [6]

Nejznámějším sýrem typu pasta filata je sýr Mozzarella, který původně pochází z jihu Itálie a byl vyráběn z buvolího mléka. Buvolí mléko je v Itálii stále používáno, ale ve světě je pro výrobu tohoto sýra využíváno především kravské mléko. Mozzarella je vyráběna buď měkká, zrající ve slanečném nálevu (často bývá používána do zeleninových salátů), anebo polotvrdá, která bývá používána na pizzu. [64]

Kromě charakteristického kulovitěho tvaru měkké Mozzarely bývají tvořeny i jiné tvary: malé kousky o velikosti jednoho sousta zvané Bocconcini, Perline, Ciliegine, případně malé uzly zvané Nodini. Hmotnost sýra se pohybuje od 100 do 800 g. Speciálním druhem kategorie sýrů typu pasta filata je sýr Burrata, který je tvořen „obalem“ (často tvarovaným do podoby pytlíku) z Mozzarely, který je naplněn směsí sýru Stracciatella a sladké smetany. [3]

Mezi populární sýry typu pasta filata patří v Itálii sýr Caciocavallo. Tento sýr pochází z Kampánie. Tradičně je vyráběn z kravského mléka, které mu dodává plnou a jemnou chuť. Bývá formován do hruškovitého tvaru a zraje zavěšený přibližně 3-4 měsíce. Podobným sýrem je sýr Scamorza, jehož doba zrání je pouze několik dní. V USA je populární uzená obdoba tohoto sýra Scamorza Affumicate. Uzení probíhá nad hořícími skořápkami pekanových ořechů. [65]

Provolone je další italský pařený sýr, který na rozdíl od Mozzarely, má nižší obsah vody a tudíž delší trvanlivost. Pochází z jihu Itálie a vyrábí se z kravského mléka. Tradičně bývá

tvárován do tvaru hrušky, ale v současnosti se můžeme setkat i s tvarem válce. Provolone zraje 2-6 měsíců při 12-14°C. Těsto bývá dobře krájitelné a strouhatelné. [64]

Řecko

V Řecku se vyrábí sýr typu pasta-filata Kasseri. Vyrábí se z ovčího, kozího či kravského mléka nebo jejich směsi. Tento sýr je charakteristický plnou chutí a gumovitou texturou, vzdáleně připomínající Provolone. V řecké kuchyni má podobné využití, jako v Itálii Mozzarella. [65] Podobným sýrem je také sýr Metsovone, vyrábí se také ze směsi kravského a ovčího či kozího mléka a jeho délka zrání je minimálně 3 měsíce. [66]

Slovensko

Slovenská republika je zemí, ve které dodnes dominuje tradiční chov ovcí. Proto se zde doposud těší oblibě pařeného sýry – Oštiepky, Korbáčiky a Parenice. [64]. Při výrobě Oštiepků je propařená sýřenina dle tradiční receptury vtlačována do keramických forem, díky nimž získává charakteristický tvar. Následně je tento sýr solen v nasyceném solném nálevu a často bývá také uzen.

Korbáčiky se vyrábí vytahováním tenké nitě z rozehřátého sýrového těsta a jejím okamžitým zchlazením ke stabilizaci textury. Poté je sýrová nit nařezána na stejně dlouhé kousky a spletena do charakteristického tvaru. Solení probíhá taktéž v nasyceném solném nálevu.

Parenica se vyrábí stočením vyformované stuhy o šíři 2-4 cm a následnou stabilizací v nasyceném solném nálevu. [3]

Sýrie a Turecko

Mezi nejznámější sýry, které jsou produkovány v této oblasti patří sýr Halloumi. Tento sýr se vyrábí z kozího, ovčího či ze směsi obou mlék. Vyrábí se pařením sýřeniny na teplotu 90-92°C, poté je tvarován do tvaru písmene „U“. Po vychladnutí je nasucho nasolen. [6]

Mexiko

V Mexiku je populární sýr typu pasta filata nazývaný Asadero, přezdívá se mu také Mexická Mozzarella. Tento sýr pochází z Oaxaky a vyrábí se z kravského mléka. Jeho chuť může být velmi rozmanitá – od plané, přes máslovou až po zcela sladkou. Často bývá také přirovnáván k italskému sýru Provolone. [65]

3 ORGANOLEPTICKÉ VLASTNOSTI KOZÍHO SÝRA

Organoleptické vlastnosti, jako je aroma, textura a barva se díky složení mléka u kozího sýra liší od sýrů z mléka kravského. Sensorické vlastnosti kozího sýra se také mírně liší v průběhu laktace. [64] Vlastnosti sýra jsou mimo jiné dány nasolením. Obsah soli ve vodné fázi sýra omezuje rozvoj mikroorganismů a zpomaluje kinetiku enzymatických reakcí během zrání. [38]

3.1 Aroma

Aroma kozího mléka je intenzivnější než aroma mléka kravského (viz kapitola 1.1.1 Mléčný tuk), což může negativně ovlivnit preference spotřebitelů. Proto se při produkci mléčných výrobků často využívají směsi mléka a syrovátky od koz a krav přidávající hodnotu mléčným výrobkům na trhu a zlepšující tak jejich fyzikálně-chemické a sensorické vlastnosti. [67] Příliš intenzivní chuť po kozině snižuje celkovou příjemnost chuti sýra, i když u kozího sýra ji není možné považovat za vadu a měla by být brána jako typická. [64]

Významným prvkem, jenž ovlivňuje aroma sýra i mléka, je prostředí, v němž se kozy pohybují, a jejich strava. [68] Na rozdíl od krav si kozy rostliny cíleně vybírají. Jejich silné žaludky snesou mnohé hořké rostliny, kterým se krávy vyhýbají. Mají-li možnost pastvy na otevřené pastvině, tak preferují spíše keře, které mají štiplavou chuť. Tato chuť je přenesena i do sýra, tudíž by si měl výrobce sýra ověřit, že kozy, od nichž mléko odebírá, mají dietu složenou z obilí, trávy a sena. [69] Bylo prokázáno, že kozy, jejichž strava je obohacená o rostliny obsahující fenolické sloučeniny produkují mléko s odlišnými fyzikálně-chemickými a sensorickými vlastnostmi, což se odráží i v sýru, jenž je z tohoto mléka vyroben. Mimoto vysoký obsah fenolických látek v mléce zvyšuje jeho oxidační stabilitu a tím zlepšuje jeho kvalitu. [68]

3.2 Textura

Textura hraje pro konzumenta důležitou roli – podává mu informace o kvalitě produktu. Zejména u sýru je jedním z identifikačních znaků produktu. Jedna z obecně přijímaných definic textury je, že popisuje atribut potravinářského materiálu získaného kombinací

fyzikálních a chemických vlastností, které jsou vnímány převážně smysly – hmatem, zrakem a sluchem. [70]

Jak již bylo dříve uvedeno, obsah soli má významný vliv na texturu sýru. Ionty v soli pomáhají bílkovinám v sýru vázat a zadržovat vodu. [69] Byla také prokázána korelace mazlavosti a soudržnosti s obsahem tuku v sýru – vyšší tučnost sýra přispívá k vyšší mazlavosti a soudržnosti. [64]

Faktory ovlivňující texturu pařených sýrů

Sýry typu pasta-filata, jako je například Mozzarella, jsou známy svou vláknitou makroskopickou a mikroskopickou strukturou. Vlákniťa struktura způsobuje, že sýr je anizotropní v mikrostruktuře a v mechanických vlastnostech. Proces nahřívání, při němž dochází k zvýšení teploty v hmotě sýra za přídavku horké vody, a natahování v průběhu výroby sýra podporuje vznik vláknité struktury. Mimo vzniku vláken napomáhá paření také distribuci tuku a vzniku drobných kanálků vyplněných mléčným sérem. [71]

Funkční vlastnosti sýru Mozzarella se vyvíjí ve dvou fázích. Nejprve při samotné výrobě, kdy je struktura sýřeniny narušena a dále při skladování, kdy se nově vytvořená struktura stabilizuje. V průběhu paření je využívána energie ve formě smykové práce a vznikají tak nové vazby a naopak jiné chemické vazby jsou narušeny. Dynamika těchto dvou reakcí určuje tavitelnost a tažnost výsledného sýra. Tyto vlastnosti jsou důležité u Mozzareilly s nízkým obsahem vody, která se používá na pizzu. Zde je třeba, aby vazby mezi molekulami proteinů byly flexibilní a v případě záhřevu by se mohly navázat na jiné molekuly proteinů. Tak pak může vzniknout výsledný efekt tažnosti rozehřátého sýru, který je charakterizován relaxací a reformací vazeb mezi sousedními molekulami proteinů v průběhu deformace. [58]

Pufrační schopnost mléka závisí na ročním období a může výrobcí zkruslovat skutečnou kyselost mléka a s ní spojenou demineralizací. Lucey a kol. (1992) srovnával Mozzarellu vyrobenou z mléka z konce laktační periody Mozzarellou z mléka v průběhu laktace. Mozzarella, která byla vyrobena z mléka z konce laktace byla měkčí, měla nižší zdánlivou viskozitu a vyšší vlhkost. Autoři dospěli k závěru, že tento jev může být způsoben vyššími koncentracemi plasminu, který hydrolyzuje kasein.

Dalším faktorem ovlivňujícím texturu sýru Mozzarella je obsah soli, který zvyšuje pevnost sýra. Vyšší koncentrace soli snižují vaznost vody a způsobují vysušení sýra. Kindstedt a kol. (1992) předpokládá, že sodík pravděpodobně nahrazuje vápník v kaseinovém komplexu a zlepšuje schopnost kaseinu emulgovat tuk a dodává tak sýru pevnější strukturu.

Obsah vlhkosti v pařeném sýru je způsoben teplotou při paření sýra – tedy čím vyšší je teplota pařící vody, tím je sýr tvrdší. Vlhkost sýra je také ovlivněna tím, jak dlouho trvá proces výroby. Pomalejší tažení sýrového vlákna v průběhu paření podle Renda a kol (1997) zvyšuje vlhkost výsledného sýra.

Patrně nejvýznamnějším faktorem při výrobě pařených sýrů je kyselost. Nižší hodnoty pH způsobují rozpuštění koloidního kalcium fosfátu a disociaci kaseinových micel, což ovlivňuje stabilitu micel v mléce. Když se pH poklesne k hodnotě 5,2, zeta potenciál kaseinových micel vzroste z negativní hodnoty k nule a většina koloidního fosforečnanu vápenatého je rozpuštěna. Pokud pH klesá dále k hodnotě 4,8, téměř všechny koloidní fosforečnan vápenatý je rozpuštěn. pH sýra pravděpodobně také ovlivňuje reaktivitu vazebných míst na molekule kaseinu, což má vliv na strukturu kaseinového komplexu. [58] Zjednodušeně lze říci, že hodnota pH určuje množství vápníku, který bude navázán v sýřenině v průběhu její synergeze a odtoku syrovátky. Mimoto má kyselost vliv i na množství rozpustného a nerozpustného vápníku v konečném sýru. Nerozpustný vápník se přímo váže na bílkoviny sýra a podílí se tak na tvorbě vláknité mikrostruktury sýra v podobě fosforečnanu vápenatého.

Významný vliv na texturu sýra Mozzarella a jeho vlastnosti má vápník. Vyšší koncentrace rozpustného vápníku zlepšují vzájemné interakce proteinů. Tím je zapříčiněna nižší hydratace bílkovin, vyšší odtok syrovátky a nižší tavitelnost. [72]

Velmi důležitou roli hraje ve výrobním procesu také teplota, při níž dochází k paření sýra. Bylo zjištěno, že nárůst teploty v průběhu paření z 57°C na 75°C omezuje elastické vlastnosti výsledného sýra. [58]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

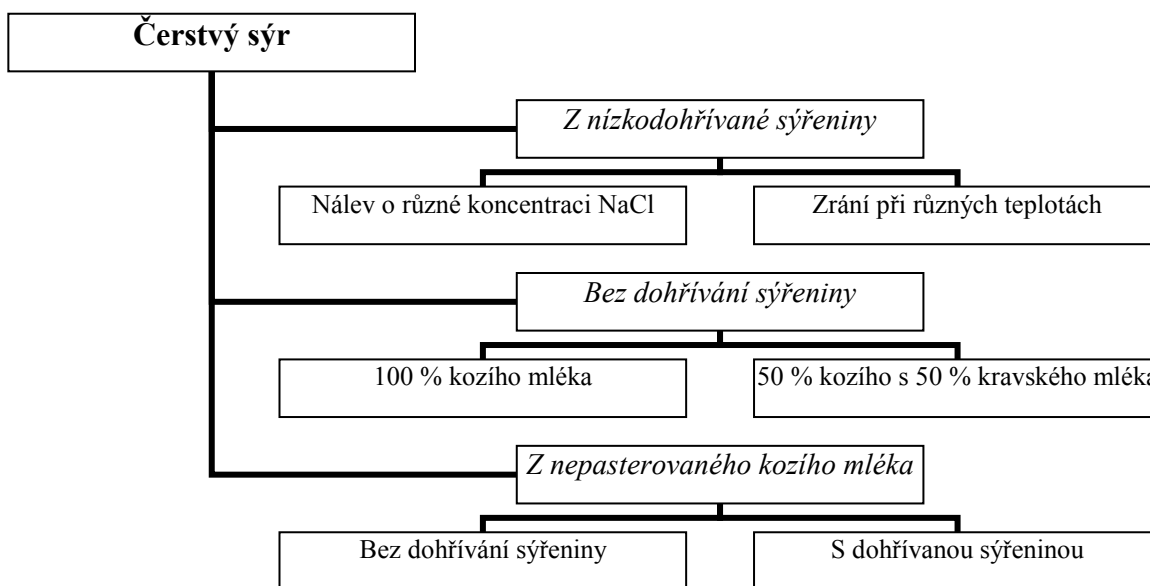
Hlavním cílem této práce byla optimalizace výroby sýrů typu pasta-filata, výroba byla zaměřena na sýr typu Mozzarella. Byla zde snaha o částečnou či úplnou substituci běžně používaného kravského mléka mlékem kozím, které může představovat, pro některé spotřebitele i výrobce, zajímavou surovinu.

Cíl lze stručně rozdělit na tyto dílčí cíle:

- optimalizace výroby sýru Mozzarella za použití různých postupů, tepelného ošetření, složení nálevu, pH a výchozí suroviny, kde bylo použito 0; 25; 50; 75 až 100 % kozího mléka v kombinaci s ekvivalentním množstvím kravského mléka,
- srovnání vybraných vlastností výrobků za pomoci senzoričkého zhodnocení finálního výrobku,
- podrobení vybraných vzorků sýrů chemické, texturní, mikrobiologické a senzoričké analýze.

5 METODIKA PRÁCE

Vzorky sýrů Mozzarella byly vyrobeny v období 27. srpna 2015 až 2. října 2016 na Fakultě technologické v laboratořích Ústavu technologie potravin. Vzorky byly poté zhodnoceny po odležení v nálevu. Vzhledem k okolnostem nebylo schéma experimentu stanoveno předem celé, ale postupovalo se krok za krokem podle výsledků předchozích experimentů.

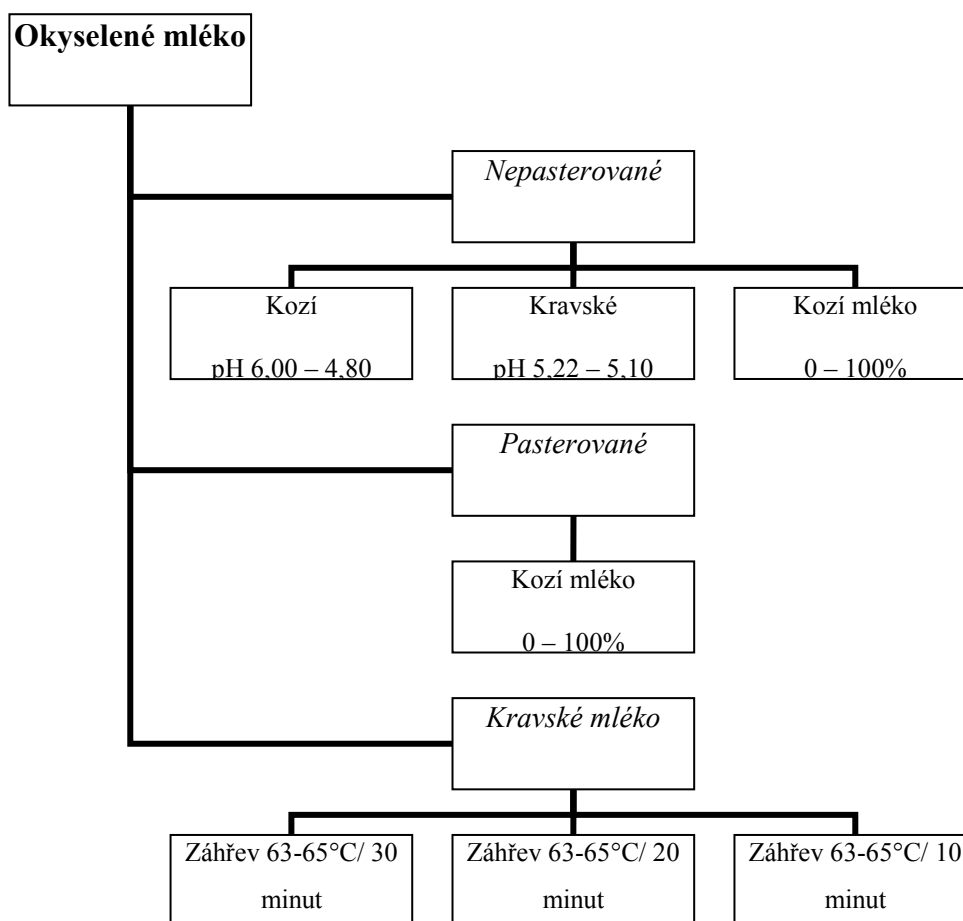


Obr. 2: Schéma výroby pařeného sýra z čerstvého sýra

Nejprve se vycházelo z receptury, kdy byl vyroben čerstvý sýr z nízkodohřívané sýřeniny (viz výše uvedené schéma), který prokysával k určité hodnotě pH. Poté proběhlo nahřívání, tažení a formování sýra a jeho odležení v nálevech o různé koncentraci NaCl. Výrobek neodpovídal sýru Mozzarella, byla tedy provedena modifikace technologického postupu, kdy vyrobené vzorky zrály při různých teplotních režimech v nálevu o stejném složení. Předpokládalo se, že texturu finálního výrobku výrazně ovlivňuje již výchozí surovina, proto byl tento postup považován za nevhodný pro výrobu pařených sýrů z kozího mléka.

Dále se postupovalo dle receptury, která popisovala zpracování čerstvého sýra, který byl vyroben bez dohřívání. Výroba vzorků byla provedena z kozího mléka a ze směsi kozího a kravského mléka smíchaných v poměru 1:1. Sýry opět neodpovídaly komerčnímu standardu sýru tohoto typu. Předpokládalo se, že by na vlastnosti sýra mohlo mít vliv tepelné ošetření, proto byl tento postup modifikován a mléko nebylo tepelně ošetřeno. Byly vyzkoušeny dva postupy – při jednom byla sýřenina dohřívána a při druhém bylo dohřívání vynecháno. V obou případech sýr při prokysávání na stanovenou hodnotu pH vlivem kontami-

nující mikroflóry silně zapáchal a ani jeho textura při tažení a stabilizaci nebyla lepší než v předchozích případech.



Obr. 3: Schéma výroby pařeného sýra z okyseleného mléka

Následně se vycházelo z tradičních receptur, které popisovaly výrobu Mozzarely z okyseleného nepasterovaného mléka (viz schéma výše). Mléko bylo okyseleno přidávkem roztoku kyseliny citronové a byly pozorovány vlastnosti sýra při zpracování a po stabilizaci při různé počáteční kyselosti mléka (hodnoty pH 6,00 až 4,80). Bylo zjištěno, že při určitých hodnotách pH vykazovaly vzorky relativně dobrou tažnost. Po stabilizaci však byly tuhé. Byl proto aplikován stejný postup za použití kravského mléka. Vzorky z kravského mléka měly při záhřevu velmi dobrou tažnost a po stabilizaci v nálevu měly stejnou texturu, jaká je běžná u komerčně dostupných produktů. Následujícím krokem tedy byla výroba vzorků ze směsi kozího a kravského mléka. Vzhledem k předpokládané mikrobiální kontaminaci, potenciálnímu zdravotnímu riziku pro konzumenta i krátké údržnosti byl na další šarži vzorků aplikován tepelný záhřev (73°C po dobu 30 sekund). V porovnání se vzorky z ne-

pasterovaného kravského mléka měly tyto vzorky zcela odlišné vlastnosti při koagulaci, tažení i po stabilizaci. Pro potvrzení hypotézy, že vlastnosti sýrů typu pasta-filata negativně ovlivňuje tepelný záhřev byla provedena výroba, při níž byly použity stejné poměry kozího a kravského mléka, jako při předchozí výrobě, ale tepelný záhřev byl vynechán. Hypotéza se potvrdila a vzorky z kravského mléka měly uspokojujivé texturní i senzorické vlastnosti. Se zvyšující se koncentrací kozího mléka se organoleptické vlastnosti vzorků zhoršovaly. Aby se zabránilo předpokládané degradaci proteinů a zároveň aby byla zajištěna zdravotní nezávadnost produktu, byl zvolen kompromis v podobě dlouhodobé pasterace (záhřev na 63-65°C po různou dobu), která odpovídá požadavkům platné legislativy. Vzhledem k tomu, že se při předchozí výrobě ukázalo kozí mléko jako faktor, který zhoršoval texturu výsledného sýra, byla tato výroba provedena pouze s kravským mlékem.

5.1 Výroba vzorků Mozzarely

Experiment 1.: Výroba Mozzarely z čerstvého kozího sýra vyrobeného z nízkodohřívané sýřeniny, uložení do nálevu o různé koncentraci soli

Kozí mléko bylo ošetřeno šetrnou pasterací (záhřev na 73°C po dobu 30 sekund), po zchlazení na 37°C byl přidán chlorid vápenatý a startérová kultura. Po 30 minutách bylo přidáno syřidlo a po 45 minutách sýření byla sýřenina rozkrájena. Sýřenina byla 10 minut vytužována v klidu, následně byla rozdrobena na sýrové zrno. Poté byla dohřívána na 40°C a za občasného míchání prokysávala v syrovátce 40 minut. Pak bylo sýrové zrno slito do formy a takto vyrobený sýr prokysával do dosažení pH ~ 4,1. Následně probíhalo tažení a formování sýra ve vodě o teplotě 80-90°C. Výsledný sýr byl uložen do nálevu, na jehož přípravu byla použita voda a kyselina citronová v takovém množství, aby se docílilo pH ~ 4. Dále byla do nálevů přidána sůl v takovém množství, aby se docílilo stanovené koncentrace. Po devíti dnech skladování byl sýr podroben chemické a texturní analýze.

- A. Vzorek v nálevu s 0,0020% NaCl
- B. Vzorek v nálevu s 0,0035% NaCl
- C. Vzorek v nálevu s 0,0050% NaCl

Experiment 2.: Výroba Mozzarely z čerstvého kozího sýra vyrobeného z nízkodohříváné sýřeniny, zrání při různých teplotách

Kozí mléko bylo ošetřeno šetrnou pasterací (záhřev na 73°C po dobu 30 sekund), po zchlazení na 37°C byl přidán chlorid vápenatý a startérová kultura. Po 30 minutách bylo přidáno syřidlo a po 45 minutách sýření byla sýřenina rozkrájena. Sýřenina byla 10 minut vytužována v klidu, následně byla rozdrobena na sýrové zrno. Poté byla dohřívána na 40°C a za občasného míchání prokysávala v syrovátce 40 minut. Pak bylo sýrové zrno slito do formy a takto vyrobený sýr prokysával do dosažení pH ~ 4,7. Následně probíhalo tažení a formování sýra ve vodě o teplotě 80-90°C. Výsledný sýr byl uložen do nálevu, na jehož přípravu byl použit 1 litr pařící vody, 1 litr vody, 1 litr syrovátky a 1 lžička kyseliny citronové a sůl tak, aby její koncentrace byla 2%. Takto vyrobené vzorky byly uloženy při různých teplotních režimech čtyři dny a následně byly podrobeny analýze.

- A. Vzorek bez nálevu, uložen při 8-10°C
- B. Vzorek v nálevu, uložen při 8-10°C
- C. Vzorek v nálevu, uložen při 14-16°C

Experiment 3.: Výroba Mozzarely z čerstvého sýra vyrobeného bez dohřívání, různý obsah kozího mléka

Mléko bylo ošetřeno šetrnou pasterací (záhřev na 73°C po dobu 30 sekund), po zchlazení na 37°C byl přidán chlorid vápenatý a startérová kultura. Po 30 minutách bylo přidáno syřidlo a po 45 minutách sýření byla sýřenina rozkrájena. Sýřenina byla 10 minut vytužována v klidu, následně byla rozdrobena na sýrové zrno. Poté bylo sýrové zrno slito do formy a takto vyrobený sýr prokysával do dosažení pH ~ 4,8. Následně probíhalo nahřívání, tažení a formování sýra ve vodě o teplotě 80-90°C. Výsledný sýr byl uložen do nálevu, na jehož přípravu byla použita voda s přídavkem kyseliny citronové tak, aby výsledná hodnota pH roztoku byla 4. Takto vyrobené vzorky byly uloženy do následujícího dne, kdy byly podrobeny texturní, chemické a senzorické analýze.

- A. Vzorek ze směsi kozího a kravského mléka smíchaného v poměru 1:1
- B. Vzorek z kozího mléka

Experiment 4.: Výroba Mozzarely z čerstvého sýra vyrobeného z nepasterovaného kozího mléka

Mléko nebylo ošetřeno tepelným záhřevem. Bylo pouze zahřáto na teplotu 30°C, bylo přidáno syřidlo a následně bylo provedeno syření po dobu 45 minut. Vzniklá sýřenina byla pokrájena, 10 minut byla vytužována v klidu a poté byla rozmíchána. Následně byla sýřenina přesunuta do formy, v níž prokysávala při pokojové teplotě na pH 5,1. Při výrobě druhého vzorku byla sýřenina dohřívána na teplotu 39-40°C. Následně byla přesunuta do formy, v níž prokysávala při pokojové teplotě na pH 5,1. Poté následovalo tažení a formování v horké vodě při teplotě 70-80°C.

Experiment 5.: Výroba Mozzareilly ze sýřeniny z okyseleného nepasterovaného mléka, různé počáteční hodnoty pH

Mléko nebylo ošetřeno tepelným záhřevem. Bylo pouze zahřáto na teplotu 25°C, při níž byl přidán roztok kyseliny citronové pro dosažení stanoveného pH. Poté bylo mléko zahřáto na teplotu 30°C, bylo přidáno syřidlo a následně bylo provedeno syření po dobu 45 minut. Vzniklá sýřenina byla pokrájena, 10 minut byla vytužována v klidu a poté byla rozmíchána. Následně bylo šetrně odstraněno co největší množství syrovátky (přibližně 50 % původního objemu mléka) a byla přidána horká voda tak, aby bylo dosaženo výsledné teploty roztoku 50-65°C. Při této teplotě byla sýřenina manuálně propracována a formována do výsledného tvaru sýra. Pro nálev byl využit vodný roztok kyseliny citronové o pH 4 s přídavkem soli tak, aby její koncentrace byla 2,5%.

Na většině z těchto vzorků byla prováděna pouze senzorická analýza, protože sýry neodpovídaly standartnímu výrobku tohoto typu.

- A. Vzorky z nepasterovaného kozího mléka – okyselení roztokem kyseliny citronové na hodnoty pH 6,00 – 4,80
- B. Vzorky z nepasterovaného kravského mléka – okyselení roztokem kyseliny citronové na hodnoty pH 5,22 – 5,10

Experiment 6.: Výroba Mozzareilly ze sýřeniny z okyseleného mléka s použitím různých poměrů kozího a kravského mléka

Při výrobě vzorků tepelně ošetřených bylo mléko nejprve ošetřeno pasterací záhřevem na 73°C po dobu 30 sekund a následně ihned zchlazeno. V druhé šarži byl krok tepelného ošetření a následného chlazení vynechán. Při dosažení teploty 25°C byl přidán chlorid vápenatý. Pak byl přidán roztok kyseliny citronové pro dosažení pH~5,1. Poté bylo mléko zahřáto na teplotu 37°C, byla přidána startérová kultura a po 30 minutách bylo přidáno syřidlo a následně bylo provedeno syření po dobu 45 minut. Vzniklá sýřenina byla pokrájena, 10 minut byla vytužována v klidu a poté byla rozmíchána. Následně bylo šetrně odstraněno co největší množství syrovátky (přibližně 50 % původního objemu mléka) a byla přidána horká voda tak, aby bylo dosaženo výsledné teploty roztoku 50-65°C. Při této teplotě byla sýřenina manuálně propracovávána a formována do výsledného tvaru sýra. Pro nálev byla použita syrovátka s přídavkem soli tak, aby její koncentrace byla 2,5%. Vzorky byly po odležení podrobeny chemické, texturní a senzorické analýze.

Pracovalo se s následujícími poměry kozího a kravského mléka:

- 100:0 – 0 % kozího mléka, 100 % kravského mléka
- 75:25 – 25 % kozího mléka
- 50:50 – 50 % kozího mléka
- 25:75 – 75 % kozího mléka
- 0:100 – 100 % kozího mléka, 0 % kravského mléka

Experiment 7.: Výroba Mozzarely ze sýřeniny z okyseleného kravského mléka za použití záhřevu 63-65°C po různou dobu

Mléko bylo nejprve ošetřeno pasterací záhřevem na 63-65°C po stanovenou dobu. Po zchlazení na 25°C byl přidán chlorid vápenatý. Pak byl přidán roztok kyseliny citronové pro dosažení pH~5,1. Poté bylo mléko zahřáto na teplotu 37°C, byla přidána startérová kultura a po 30 minutách bylo přidáno syřidlo a následně bylo provedeno syření po dobu 45 minut. Vzniklá sýřenina byla pokrájena, 10 minut byla vytužována v klidu a poté byla rozmíchána. Následně bylo šetrně odstraněno co největší množství syrovátky (přibližně 50 % původního objemu mléka) a byla přidána horká voda tak, aby bylo dosaženo výsledné teploty roztoku 50-65°C. Při této teplotě byla sýřenina manuálně propracovávána a formována do výsledného tvaru sýra. Pro nálev byla použita syrovátka s přídavkem soli tak, aby její koncentrace byla 2,5%. Vzorky byly po odležení podrobeny texturní a senzorické analýze.

Byly zvoleny následující doby záhřevu:

- I. 30 minut
- II. 20 minut
- III. 10 minut

5.2 Použitý materiál, suroviny a pomůcky

- Startovací kultura: Flora danica - CHR Hansen Czech Republic s.r.o.

Jedná se o mezofilní kulturu, která dodává máslovou chuť měkkým sýrům, jako je Havarti, Gouda, Eidam, Camembert, Brie, Feta, Blue. Tato kultura produkuje malé množství oxidu uhličitého, což odlehčuje texturu sýra. [61]

Výrobce deklaruje přítomnost těchto mikroorganismů: *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Leuconostoc*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar *diacetylactis*.

- Kozí mléko z domácího zdroje o tučnosti 5,28 % a pH 6,4
- Kravské mléko z farmy o tučnosti 4,55 % a pH 6,6
- Chlorid vápenatý 36% roztok, Mlékárna Polná Česká republika
- Syřidlo Chymax M, CHR Hansen
- Sůl kamenná jemně mletá, K+S Czech Republic a.s., závod SOLNÉ MLÝNY
- Kyselina citronová, Kaufland Česká republika v.o.s.
- Pomůcky byly dezinfikovány 20% roztokem chloraminu: naběračka, cedník, nůž, zrací nádoby
- Analytické váhy
- Sterilní rukavice
- Potravinářský pH metr pH Spear, Eutech Instruments Europe B.V.

5.3 Použité metody stanovení

5.3.1 Základní chemická analýza

Při základní chemické analýze byl stanovován obsah sušiny vysušením homogenizovaného vzorku v elektrické sušárně a výpočtem na základě rozdílu hmotností (sušení do konstantního úbytku hmotnosti). Tato analýza byla prováděna pouze u vybraných vzorků. Dále bylo stanovováno pH pomocí vpichového pH metru (Spear Eutech pH-metr s pevnou vpichovou elektrodou, EUTECH INSTRUMENTS, Nizozemí), přičemž byly provedeny tři vpichy do různých míst na sýru. Měření bylo provedeno u všech vzorků sýru. Průměrné hodnoty těchto měření včetně odchylek jsou uvedeny u každé kultury, průměr byl prováděn ze tří měření.

Na některých vzorcích byla zjišťována také titrační kyselost. Ta je dána spotřebou odměrného roztoku NaOH o koncentraci $0,25 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ při titraci 100 g vzorku na indikátor fenolftalein. Udává se v jednotkách SH (Soxhlet-Henkel) na 100 g vzorku.

Tučnost sýra byla měřena u vybraných vzorků acidobutyrometrickou metodou, která spočívá v rozpuštění netukových látek při zvýšené teplotě pomocí silné kyseliny (kyselina sírová), čímž je uvolněn tuk, který se odstředí a jeho množství je stanoveno v butyrometrech změřením jeho objemu a odečtením na stupnici v % hmotnosti tuku.

U vybraných vzorků bylo také provedeno stanovení NaCl pomocí titrace dusičnanem stříbrným s potenciometrickým zjištěním bodu ekvivalence, kdy je indikována změna potenciálu vyvolaná nadbytkem Ag^+ .

Všechny prováděné metody jsou v souladu s platnou technickou normou ČSN EN ISO 57 0107.

5.3.2 Senzorická analýza

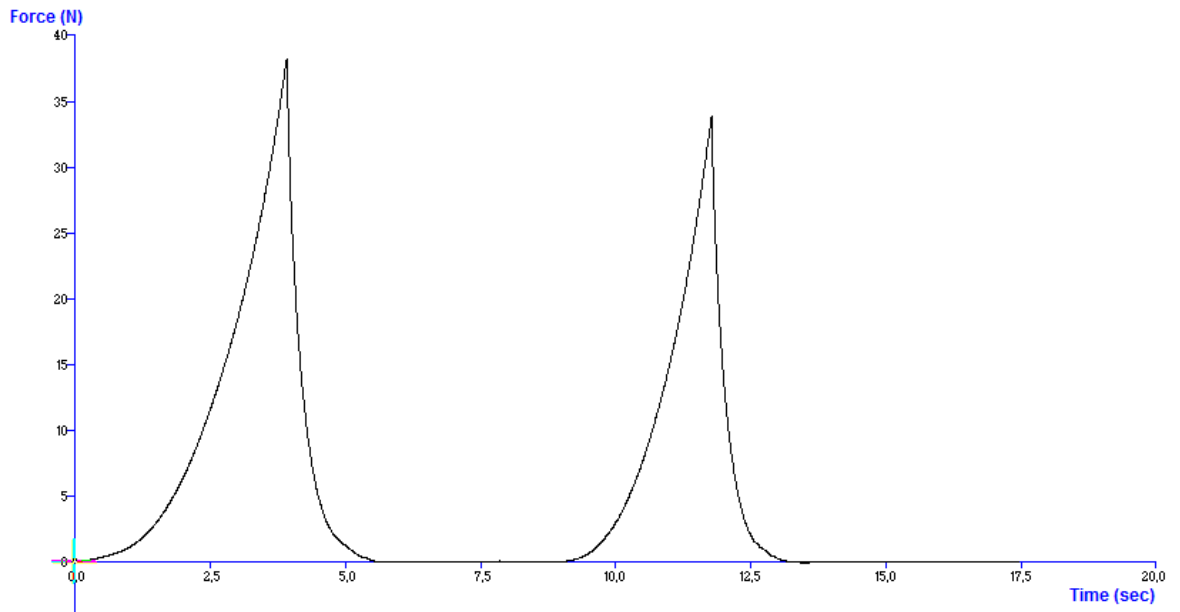
Některé vzorky vyrobené při experimentu byly podrobeny senzorickému hodnocení autorkou této práce, v případě, že byla jejich textura na první pohled nevyhovující standardu sýru Mozzarella, nebylo třeba dalších analýz. Byl-li vzorek svou texturou blízky standardu sýru Mozzarella, účastnil se hodnocení, mimo vybraného posuzovatele, také expert senzorický posuzovatel. Pro toto zhodnocení nebylo použito žádných statisticky vyhodnotitelných metod.

5.3.3 Analýza texturního profilu

Analýza texturního profilu byla provedena pouze na vybraných vzorcích. Tato analýza je principiálně založena na simulaci podmínek, jakým je potravina vystavena v ústech. Pro toto měření byl použit přístroj TA.XT Plus (Stable Micro Systems, Velká Británie). Před samotným měřením bylo potřeba vykrojit vzorek sýra ve tvaru válce, který svým průměrem 50 mm odpovídal požadavkům pro používání přístroje. Dále bylo potřeba upravit povrch vzorku tak, aby plocha, která byla v kontaktu s pístem, měla hladký a rovný povrch. Taktéž bylo potřeba provést kalibraci přístroje. Analýza byla provedena dvěma po sobě jdoucími kompresemi sondou, přičemž rychlost komprese činila 1 mm s^{-1} . Výsledkem měření je zatěžovací křivka znázorňující závislost síly na čase, čímž popisuje deformaci daného vzorku. Hodnota tvrdosti (N) byla získána jako maximální síla naměřená během kompresního testu. [73] Parametry byly vyhodnoceny pomocí programu Exponent Lite.

Sledované parametry:

- Tvrdost - mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k dosažení deformace nebo penetrace výrobkem, neboli maximální hodnota píku během prvního kompresního cyklu. [74]
- Soudržnost - mechanická texturní vlastnost vztahující se ke stupni, do něhož může být látka deformována, než se rozpadne. Vyjadřuje tedy sílu vnitřních vazeb tvořící texturu produktu. Lze ji vypočítat jako bezrozměrný poměr ploch $A2/A1$. [74]
- Přílnavost - mechanická texturní vlastnost vztahující se k síle potřebné k odstranění látky, která lne k ústům nebo k podkladu. Je to práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem potravin a čidlem přístroje. Jednotkou je $\text{N} \cdot \text{s}$. [74]



Obr.4: Příklad grafu závislosti síly na čase u vzorku pařeného sýra z nepasterovaného kravského mléka.

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Níže uvedené výsledky shrnují zhodnocení vyrobených sýrů v průběhu experimentu tak, jak byl popsán v kapitole 5. V několika případech je jako výsledek uvedeno pouze senzorické hodnocení, protože dalších analýz nebylo vzhledem k nevyhovující textuře sýra potřeba.

6.1 Výsledky

Vzorky z experimentu č. 1 vykazovaly již při procesu nahřívání a tažení tuhost, nebyly homogenní a trhaly se. U výsledných vzorků byla při senzorické analýze zaznamenána nízká koncentrace soli, což potvrdila i chemická analýza (viz tabulka č. 12). Dále byla při konzumaci zjištěna nevyhovující textura, kdy byly vzorky posouzeny jako tuhé. Výsledky analýzy všech vzorků jsou přibližně stejné (mimo hodnoty tvrdosti u vzorku, který byl v nálevu o koncentraci 0,0035 % NaCl, která je výrazně vyšší, tato odchylka mohla být způsobena chybou v přípravě vzorku, kdy mohl být vzorek při paření špatně propracován nebo mohlo jít o chybu při analýze), proto lze předpokládat, že velmi nízké koncentrace soli v nálevu nemají vliv na texturu těchto sýrů.

Tab.12: Výsledky analýzy vyrobených vzorků z experimentu č. 1

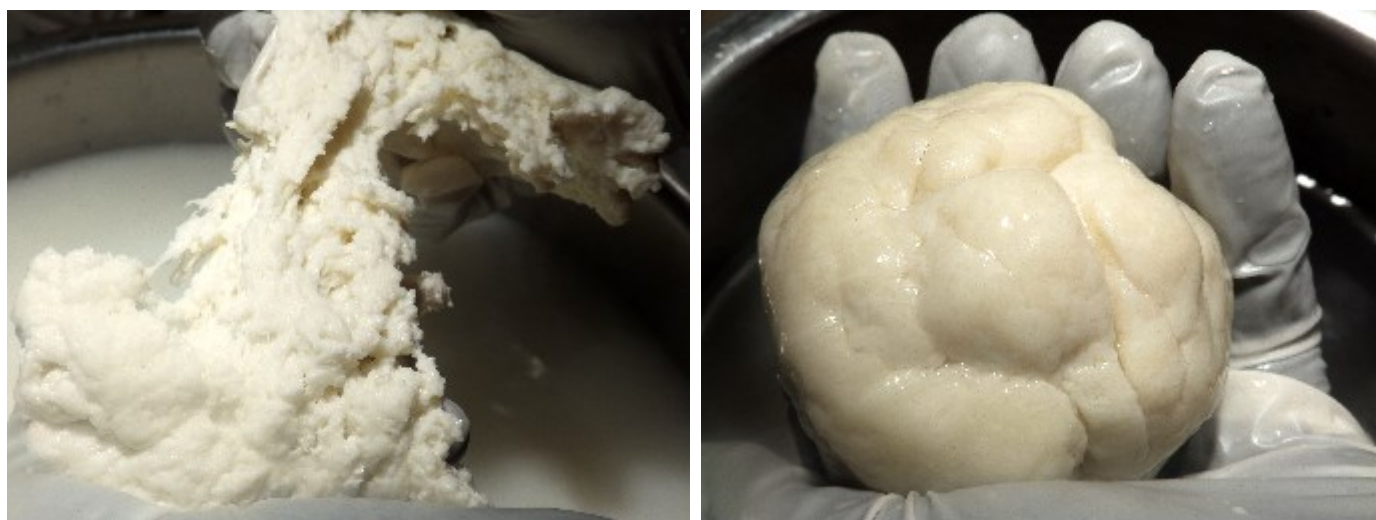
Koncentrace NaCl v nálevu	sušina [hm.%]	NaCl [hm.%]	pH [1]	lepivost [N.s]	soudržnost [1]	tvrdost [N]
0,0020 %	39,67±0,35	0,21±0,06	5,05±0,09	0,56	0,87	37,35
0,0035 %	41,21±0,51	0,23±0,03	5,22±0,03	0,78	0,89	115,05
0,0050 %	38,48±0,24	0,12±0,02	5,08±0,05	0,78	0,87	42,86

Při provádění experimentu č. 2 byly nevyhovující vlastnosti sýra patrné již v průběhu výroby. Sýr byl při paření řídký, hmota nebyla homogenní, ale trhala se. Byla také patrná velmi malá výtěžnost, kdy bylo ze 7 litrů mléka získáno 240 g konečného produktu.

Všechny vzorky se po stabilizaci textury v nálevu rozpadaly (viz obrázek č. 5) a při senzoričném hodnocení byl zaznamenán velmi nízký obsah soli, což potvrdila i chemická analýza (viz tabulka č. 13). Kyselost se v závislosti na prostředí zvyšovala, nejméně kyselý byl sýr, který se stabilizoval při teplotě 8-10°C bez nálevu.

Tab. 13: Výsledky analýzy vyrobených vzorků z experimentu č. 2

Podmínky skladování	Sušina [%]	NaCl [%]	Tuk v sušině [%]	pH [1]
8-10°C, bez nálevu	51,83±0,62	0,39±0,17	38,59±0,27	5,15±0,01
8-10°C, v nálevu	50,24±0,03	0,28±0,10	45,78±0,03	4,81±0,05
14-16°C, v nálevu	49,38±0,18	0,40±0,18	44,27±0,12	4,91±0,17



Obr. 5: Vzorek sýra z experimentu č. 2 při paření (vlevo) a těsně po paření (vpravo)

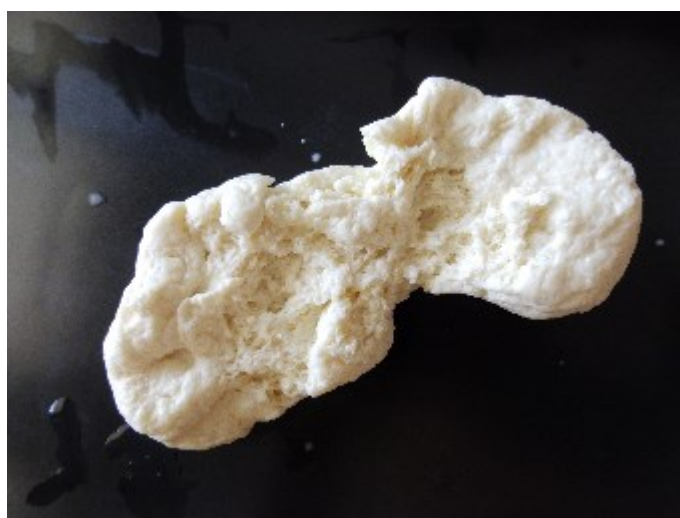
Při výrobě vzorku z šarže 3 bylo zjištěno, že pařená hmota se trhá a proto z ní nebylo možné vyrobit homogenní vzorek. Tato vada byla zaznamenána i při texturní analýze (viz tabulka č. 14), kdy byla tvrdost tohoto vzorku výrazně vyšší a naopak hodnota lepivosti se

blížila nule. Vzorek vyrobený ze směsi kozího a kravského mléka měl v průběhu paření lepší vlastnosti, ale po odležení v nálevu neměl texturu podobnou, jako standartní sýr tohoto typu. Oba vzorky byly po odležení v nálevu na povrchu oslzlé a nálev byl výrazně zakažený.

Tab. 14: Výsledky analýzy vyrobených vzorků z experimentu č. 3

Obsah kozího mléka	Sušina [%]	NaCl [%]	pH	Lepivost [N.s]	Soudržnost [1]	Tvrдость [N]
50 %	40,83±0,52	1,12±0,36	5,05±0,05	1,56	0,93	25,95
100 %	40,44±0,60	1,38±0,43	5,07±0,05	0,01	0,92	120,06

Při experimentu č. 4 byl nejprve vyráběný vzorek sýra bez dohřívání. Při jeho paření se hmota trhala (viz obrázek č. 6), výsledný sýr díky aktivitě kontaminující mikroflóry zapáchal. Tento zápach byl patrný už při prokysávání čerstvého sýra na stanovenou hodnotu pH. Vzhledem k tomu, že tento vzorek byl shledán jako nevyhovující, nebyl podroben dalším analýzám ani uložen do nálevu pro delší zrání.



Obr. 6: Sýr vyrobený z čerstvého sýra z nepasterovaného kozího mléka po paření

Dále byl podobným postupem vyroben sýr s tím rozdílem, že sýřenina byla dohřívána. Stejně jako u předchozího vzorku čerstvý sýr po prokysání vykazoval silný zápach, ten byl patrný i v sýru po paření. V průběhu paření nebyla hmota kompaktní, trhala se, výsledkem byla nehomogenní tvrdá hrudka (na obrázku č. 7). Stejně jako v předešlém případě nebylo třeba po potvrzení nevhodnosti dalších analýz a zrání.



Obr. 7: Čerstvý sýr z nepasterovaného mléka s dohřívanou sýřeninou po prokysání (vlevo) a po paření (vpravo)

Při experimentu č. 5 se při výrobě mléko okyselo roztokem kyseliny citronové, kdy bylo potřeba najít pH, při němž bude možno vyrobit sýr o texturních vlastnostech, které by odpovídaly standartnímu výrobku tohoto typu. Na většině z těchto vzorků byla prováděna pouze sensorická analýza, protože sýry neodpovídaly standartnímu výrobku tohoto typu.

a) Vzorky vyrobené z kozího mléka

Při výrobě vzorků z kozího mléka byla vyzkoušena široká škála hodnot pH od 4,80 do 6,00. Při vyšším pH (5,25 - 6,00) nebyla sýřenina pařitelná a hrudkovatěla již při záhřevu, po stabilizaci vznikala tvrdý sýr, místy docházelo k povrchovému osliznutí. Při okyselení na nižší hodnoty pH (4,80 – 5,20) přibližně ve 40 % výrob byla sýřenina tažná, ve zbylých 60 % se při paření trhala. V této množině nebyla shledána korelace v závislosti na pH, lze tedy předpokládat, že zde mohla hrát roli ku příkladu fáze laktace. Výsledné sýry však ve většině případů byly tvrdé.

Při okyselení na pH 6,0 byla při paření sýřenina neforemná a trhala se. Byla tuhá již při tvarování, po uležení v nálevu měl sýr tvrdý střed (viz obrázek č. 8)



Obr. 8: Sýřenina vyrobená z okyseleného kozího mléka na pH 6,0 v průběhu paření a řez výsledným sýrem po odležení v nálevu.

Při úpravě pH mléka před zasýřením na 5,6 bylo výsledné sýrové zrno tužší, sýr šlo dobře pařit, obsahoval elastická vlákna. Po uležení v nálevu měl vzorek tvrdý střed a na povrchu bylo mírné osliznutí (viz obrázek č. 9).



Obr. 9: Sýr vyrobený z kozího mléka okyseleného na pH 5,6 při paření (vlevo) a po stabilizaci v nálevu (vpravo)

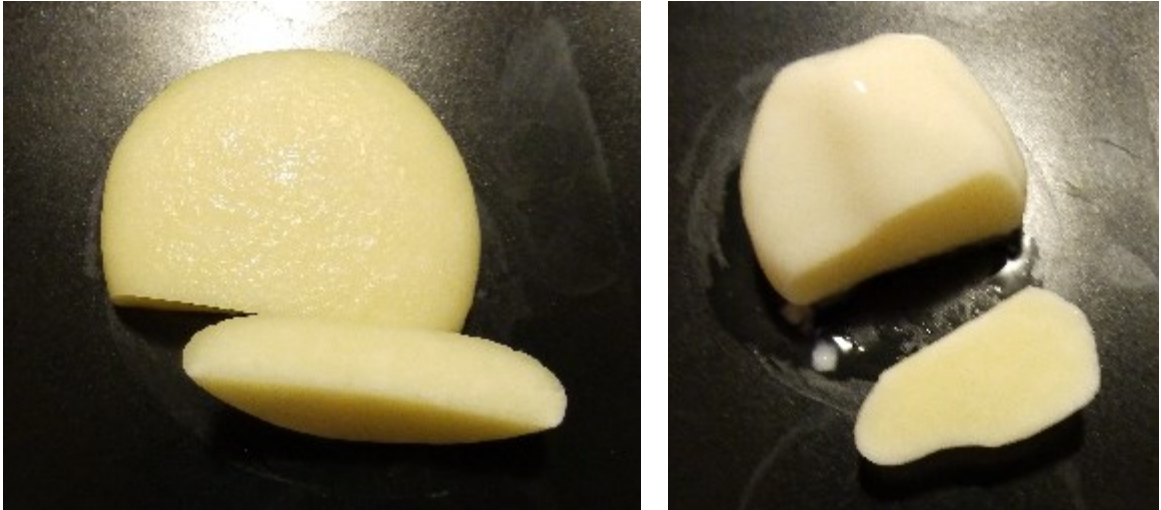
Při okyselení mléka na pH 5,2 vznikla po rozkrájení koagulátu velmi křehká až drobná sýřenina (viz obrázek č. 10). Při paření vznikla pružná hmota, která šla velmi dobře natahovat a tvarovat. Sýr po dvouhodinovém uležení měl hladkou texturu. Po odležení v nálevu byl povrch mazlavý a střed tuhý (obrázky č. 11 a 12).



Obr. 10: Sýřenina s okyselením na pH 5,2 před pařením (vlevo) a sýr těsně po paření (vpravo)



Obr. 11: Řez sýrem vyrobený z okyseleného mléka na hodnotu 5,2 ihned po paření (vlevo) a po patnáctihodinovém odležení v nálevu (vpravo)



Obr. 12: Kozí sýr vyrobený z okyseleného mléka na hodnotu 5,2 po stabilizaci mimo nálev (vlevo) a v nálevu (vpravo)

Výsledná tuhá textura a povrchové osliznutí nebylo způsobeno jenom špatným technologickým postupem, ale i nevhodným složením nálevu, proto pro další výroby byla použita pro uchování sýrů syrovátka z výroby sýra s mírným přidavkem soli. Lze předpokládat, že při použití okyseleného roztoku s přidavkem soli docházelo k reakcím na povrchu sýra s okolním prostředím a použití osolené syrovátky by mohlo těmito reakcím zamezit.

Na základě výsledků výroby byla vyzkoušena výroba několika vzorků z nepasterovaného kravského mléka.

b) Vzorky vyrobené z kravského mléka

Výroba z nepasterovaného kravského mléka byla provedena pro komparaci vlastností při sýření a při paření a ověření správnosti technologického postupu. U kravského mléka byla pozorovatelná koagulace již za přidavku roztoku kyseliny citronové při snížení pH pod 6,0. Vysrážené bílkoviny byly v podobě drobných vloček (viz obrázky č. 13 - 16). Okyselení kravského mléka na hodnoty pH 5,10 – 5,25 bylo shledáno jako optimální, pro výrobu sýrů typu pasta-filata, protože sýřenina byla při paření velmi tažná a sýr byl po stabilizaci měkký a obsahoval vlákna stejně jako podobné komerčně dostupné výrobky.



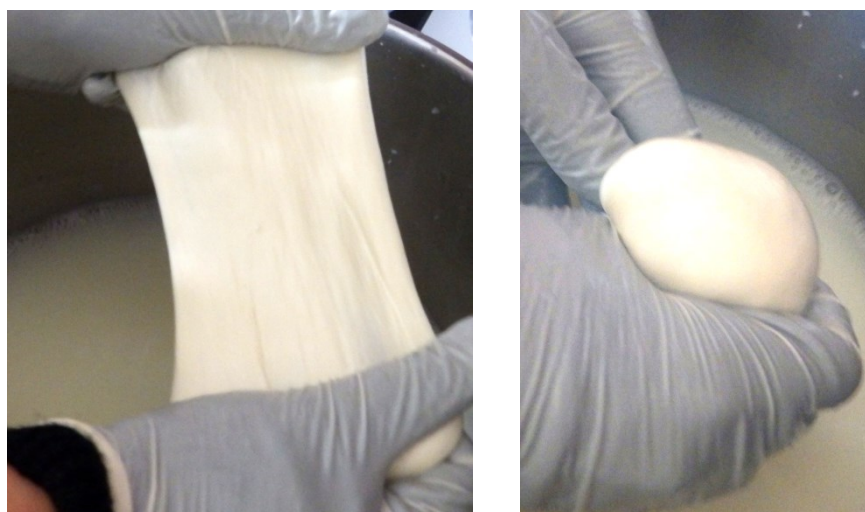
Obr. 13: Koagulát z kravského mléka okyseleného na pH 5,1



Obr. 14: Zpracování sýřeniny z kravského mléka okyseleného na pH 5,1



Obr. 15: Sýřenina z kravského mléka okyseleného na pH 5,1 po odstranění syrovátky



Obr. 16: Sýřenina z kravského mléka okyseleného na pH 5,1 při paření a formování

Podle experimentu č. 5 lze předpokládat, že obsah bílkovin v kravském mléce je technologicky příznivější než obsah bílkovin v kozím mléce (viz kapitola 1.1.2 Bílkoviny). Při kyselém srážení mléka dochází ke ztrátě hydratačního obalu kaseinové micely, vyrovnávání nábojů na obale kaseinové micely a také k disociaci koloidního fosforečnanu vápenatého, které společně vedou k destabilizaci systému a vzniku polotuhého koagulátu. [17]

Dále byl proveden experiment č. 6, ve kterém byl sledován vliv různých poměrů kozího a kravského mléka a tepelného záhřevu na vlastnosti sýra.

a) S použitím šetrné pasterace

Tab. 15: Naměřené hodnoty výsledných vzorků mozzareilly z pasterovaného kozího a kravského mléka

Kravské: kozí	<i>100:0</i>	<i>75:25</i>	<i>50:50</i>	<i>25:75</i>	<i>0:100</i>
pH [1]	5,33±0,01	5,25±0,03	5,52±0,01	5,49±0,07	5,51±0,03
Sušina [%]	41,44±0,37	42,07±0,51	40,90±0,13	38,72±0,19	39,68±0,74
NaCl [%]	1,14±0,05	0,72±0,03	0,65±0,12	0,86±0,02	1,11±0,34
Titrační kyselost [°SH]	3,16±0,23	3,48±0,21	3,47±0,09	4,13±0,59	3,55±0,80
Lepivost [N · s]	0,03	0,11	0,00	0,08	0,01
Soudržnost [1]	0,89	0,89	0,86	0,86	0,93
Tvrdost [N]	31,62	51,74	73,41	63,56	71,17
Výtěžnost [g]¹	135,61	131,74	127,86	121,56	103,28
Tuk v sušině [%]	31,37±1,13	42,78±0,58	31,79±0,96	33,57±0,28	27,72±1,03

1) Uvedená výtěžnost je množství sýra v gramech získané z 1 litru mléka

Při výrobě vzorků z mléka ošetřeného pasterací byly pozorovány odlišné vlastnosti mléka při koagulaci sýřeniny i při paření. Při přidavku kyseliny do mléka nebyly pozorovány vločky vysrážených bílkovin, jako v předchozím případě, a sýřenina se při paření trhala. Výsledné sýry byly tuhé (viz obrázek č. 17). Bylo možné pozorovat také odlišnou výtěžnost v závislosti na množství přidaného kravského mléka, která se zvyšovala s vyšším obsahem kravského mléka. Při tepelném opracování pravděpodobně došlo k denaturaci většiny sérových bílkovin, které se nejspíš podílí na reologických vlastnostech pařených sýrů, protože vyrobené sýry byly tuhé. Při kyselém srážení tepelně ošetřeného mléka dochází vlivem navázaného β -laktoglobulinu na κ -kasein ke zpomalení

procesu [17]. Proto byla vyrobena další šarže s využitím stejných poměrů mléka, ale bez tepelného ošetření.



Obr. 17: Vyrobené sýry z pasterovaného koziho a kravského mléka s a) 0 %, b) 25 %, c) 50 %, d) 75 %, e) 100 % podílem koziho mléka

b) Bez tepelného ošetření

Tab. 16: Naměřené hodnoty výsledných vzorků mozzarely z nepasterovaného kozího a kravského mléka

Kravské: kozí	<i>100:0</i>	<i>75:25</i>	<i>50:50</i>	<i>25:75</i>	<i>0:100</i>
pH [1]	5,33±0,03	5,25±0,04	5,29±0,01	5,42±0,03	5,50±0,01
Sušina [%]	43,97±0,88	43,66±0,60	44,92±0,74	43,43±0,29	46,78±0,34
NaCl [%]	0,38±0,04	0,34±0,07	0,39±0,14	0,99±08	0,48±0,12
Titrační kyselost [°SH]	4,35±0,47	4,23±0,19	4,15±0,05	4,21±0,43	3,79±0,81
Lepivost [N · s]	0,08	0,09	0,02	0,03	0,09
Soudržnost [1]	0,86	0,89	0,93	0,91	0,96
Tvrdost [N]	38,24	20,90	35,56	74,79	62,42
Výtěžnost [g]¹	135,61	116,41	114,28	116,57	87,93
Tuk v sušině [%]	43,21±0,05	50,39±1,08	44,53±0,41	44,90±0,98	40,62±1,03

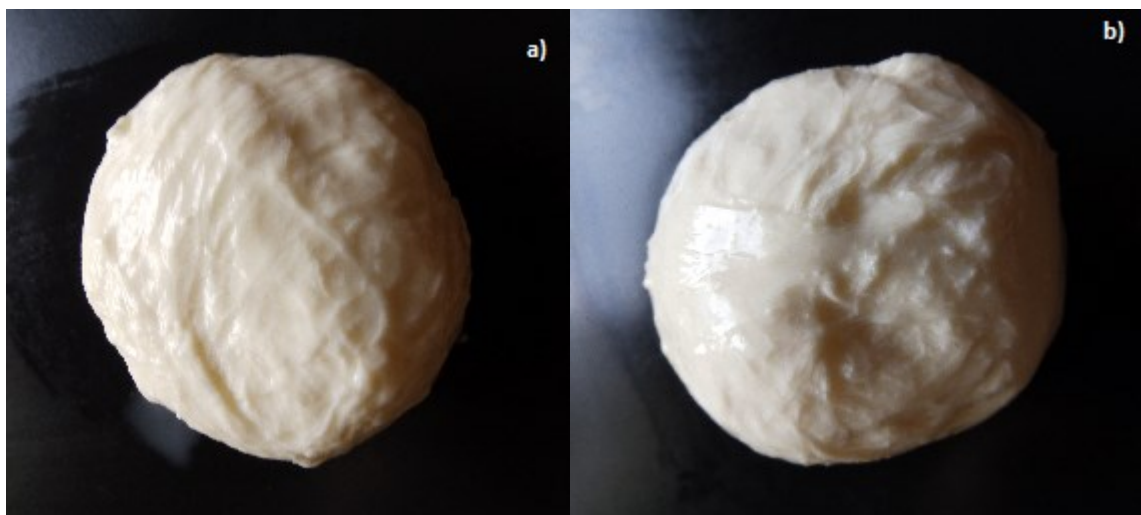
1) Uvedená výtěžnost je množství sýra v gramech získaného z 1 litru mléka

Při výrobě vzorků s 100 % kravského mléka se při přidavku kyseliny citronové objevovaly hojně vločky vysrážených bílkovin. U výroby, kde byl podíl kravského mléka jen 75 %, se objevovaly vločky koagulátu jen mírně a u dalších vzorků, kde bylo zastoupení kravského mléka nižší se neobjevovaly vůbec. Sýřenina vyrobená ze 100 % kravského mléka vykazovala dobré vlastnosti při paření a vyrobený sýr je srovnatelný se standartním výrobkem. U vzorků, kde bylo zastoupení kravského mléka 75 % a 25 % kozího byla sýřenina také dobře tažná a i takto vyrobený sýr byl vyhovující. Při výrobě vzorků s 50 % kozího a kravského mléka se sýřenina mírně trhala, sýr měl o něco horší texturu než v předchozích případech, ale stále byla vyhovující. V dalších případech, kdy sýry obsahovaly většinový podíl kozího mléka (75 % a 100 %) se sýřenina při paření trhala a sýr byl po stabilizaci v nálevu tvrdý. Z toho lze usoudit, že čistě kozí mléko pravděpodobně není příliš vhodné pro výrobu pařených sýrů. V případě sýrů z nepasterovaného mléka je obsah tuku vyšší než u sýrů z mléka

tepelně ošetřeného. V obou případech byla nejnižší tučnost naměřena u sýrů se 100 % podílem kozího mléka.

Celkově byl pozorován nárůst sušiny (viz tabulka č. 16) oproti skupině vzorků z pasterovaného mléka (tabulka č. 15) v průměru až o čtyři procenta. Při texturním měření nebyly zaznamenány velké rozdíly v lepivosti a soudržnosti oproti předchozí sadě vzorků. Obecně lze říci, že se zvyšujícím se podílem kozího mléka byly vzorky méně lepivé a více soudržné. Vzorky z nepasterovaného mléka byly méně tvrdé, s převažujícím podílem kozího mléka byla zaznamenána tvrdost téměř dvojnásobná. Oproti předchozí sadě vzorků byla také zjištěna v průměru o deset gramů nižší výtěžnost sýra. Hmotnost vzorku se v obou případech snižovala se zvyšujícím se obsahem kozího mléka, což pravděpodobně souvisí se schopností vazby vody a vzájemné interakce mezi proteinovými frakcemi. Obsah tuku v sušině byl u vzorků z nepasterovaného mléka vyšší v průměru o 11 %, v porovnání s předchozí sadou vzorků. V tomto případě nebyl pozorován ani vzestupný ani sestupný trend, nelze tedy přesně říci, do jaké míry ovlivňuje přidavek kozího mléka obsah tuku ve výsledném sýru.

Vzhledem k tomu, že měkké sýry ze syrového mléka nejsou dle platné české legislativy povoleny a mohou představovat určité riziko pro konzumenta, byly vyzkoušeny různé teplotní záhřevy, které by mohly snížit výskyt nežádoucích mikroorganismů a zároveň by nenarušovaly technologické vlastnosti mléka.





Obr. 18: Vyrobené sýry z nepasterovaného kozího a kravského mléka s a) 0 %, b) 25 %, c) 50 %, d) 75 %, e) 100 % podílem kozího mléka

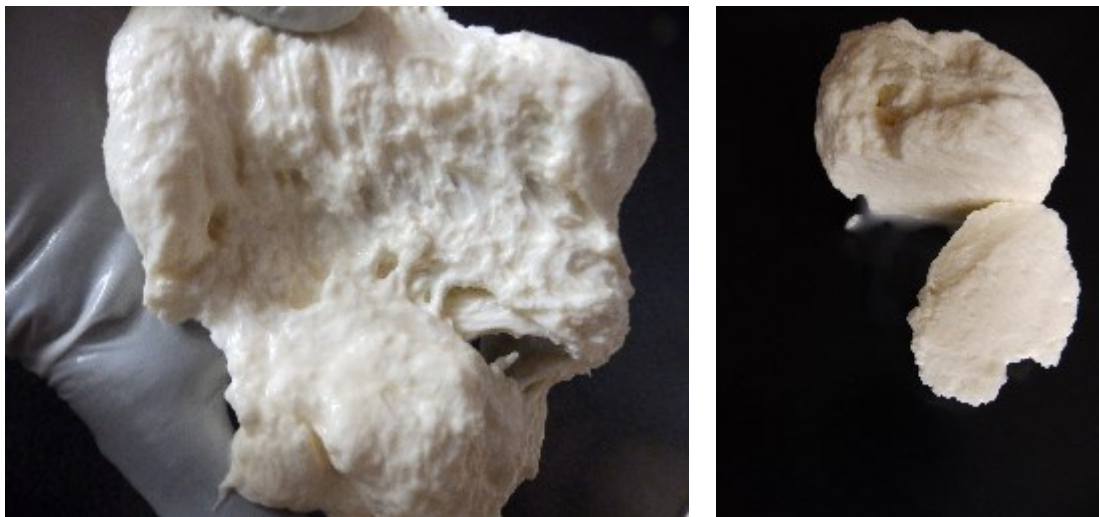
V experimentu číslo 7 byl pozorován vliv záhřevu 63-65°C po různou dobu na texturní vlastnosti sýra (viz tabulka č. 17).

Tab. 17: Měření textury u vyrobených vzorků

Doba záhřevu	lepivost [N.s]	soudržnost [1]	tvrdost [N]
30 minut	0,16	0,75	15,26
20 minut	0,20	0,88	13,98
10 minut	0,11	0,88	11,45



Obr. 19: Vzorek s dobou záhřevu 30 minut v průběhu paření (vlevo) a po stabilizaci v nálevu (vpravo)



Obr. 20: Vzorek s dobou záhřevu 20 minut v průběhu paření (vlevo) a po stabilizaci v nálevu (vpravo)



Obr. 21: Vzorek s dobou záhřevu 10 minut v průběhu paření (vlevo) a po stabilizaci v nálevu (vpravo)

U vzorku, kdy byla použita dlouhodobá pasterace mléka s výdrží 30 minut, bylo patrné zhoršení textury při paření sýra (viz obrázek č. 19), oproti sýrům z kravského nepasterovaného mléka. Výsledný sýr byl měkký, jeho textura byla lepší než u šarží s vyšším záhřevem (73°C/ 30 sekund), ale horší oproti sýrům bez tepelného ošetření. Vzorky vyrobené z mléka ošetřeného po dobu 20 a 10 minut byly při paření velmi dobře tažné a po stabilizaci v nálevu měkké (viz obrázky č. 20 a 21). Mezi těmito vzorky nebyl shledán po senzoričké stránce výrazný rozdíl. Tato metoda byla shledána, jako optimální pro výrobu pařených sýrů v domácích podmínkách.

Při texturním měření byly zjištěny výrazně odlišné hodnoty, oproti vzorkům vyrobeným z nepasterovaného a šetrně pasterovaného mléka (73°C po dobu 30 sekund). Vzorky ošetřené dlouhodobou pasterací vykazovaly vyšší lepivost a nižší tvrdost oproti předchozím šaržím vzorků z kravského mléka. Hodnota soudržnosti byla nepatrně nižší u vzorku s výdrží 30 minut a mírně vyšší u vzorků s kratší výdrží oproti vzorkům z nepasterovaného mléka. Vzorek z šetrně pasterovaného mléka vykazoval nepatrně vyšší soudržnost. Odlišné hodnoty texturního měření oproti předchozím šaržím vzorků mohly být způsobeny buď chybou při paření sýra nebo reakcemi, které mohly v mléce proběhnout, při delším záhřevu.

V návaznosti na senzoričké hodnocení bylo shledáno, jako optimální tepelné ošetření záhřev na 63 – 65°C po dobu 20 minut.

6.2 Diskuze

Při provádění výše popsaného experimentu byly pozorovány značné rozdíly při zpracování kozího a kravského mléka. Při okyselování tepelně neošetřeného kravského mléka přidávkou roztoku kyseliny citronové došlo ke koagulaci bílkovin. Kyselost je přivýrobě sýra Mozzarella klíčová. Zvýšením kyselosti dochází k poklesu obsahu vápníku v parakaseinovém komplexu, kdy dochází k přeměně parakaseinátu vápenatého na monokalciium parakaseinát. Díky tomuto jevu dostává sýr vláknitou strukturu a lesk. [72, 75] Lze předpokládat, že u kozího mléka probíhá tento mechanismus odlišně, protože při okyselení tepelně neošetřeného kozího mléka ke tvorbě vloček bílkovin nedošlo.

Jedním z parametrů, který ovlivňuje texturu sýra Mozzarella je obsah tuku a tvar tukových kuliček. Vzhledem k odlišnému obsahu tuku u kozího mléka a menším tukovým kuličkám

oproti mléku kravskému (viz kapitola 1.1.1 Mléčný tuk) je pravděpodobné, že při paření dochází k nadměrným ztrátám tuku, což může přispívat k tvrdosti výsledného sýra.

Kozí mléko vykazuje také vyšší koncentrace vápníku než kravské mléko (viz kapitola 1.1.6 Minerální látky), což může být dalším faktorem, který by mohl zapříčiňovat nevyhovující texturu vzorků vyrobených z kozího mléka. Podle Ge a kol. (2002) vyšší koncentrace rozpustného vápníku způsobují nižší hydrataci bílkovin, vyšší odtok syrovátky a nižší tavitelnost [76](viz kapitola 3.2 Textura). S klesajícím pH se zvyšuje podíl rozpustného vápníku, což vede k velmi nízké solvataci proteinů i jejich omezenému bobtnání. Naopak, při vysokém pH, matrix proteinu nabobtná a absorbuje více vody. [62] Právě tento faktor může být důvodem, proč u vzorků z kozího mléka, kdy i při výrobě, kdy byla sýřenina i při paření velmi dobře tažná (viz podkapitola 6.1.5), měla po stabilizaci tuhou texturu.

Je nutno brát v potaz, že výsledky tohoto experimentu nelze zcela přesně aplikovat na každý kozí výrobek a každé kozí mléko, jelikož bylo použito velmi malého množství dojnic. Pro objektivnější výsledek by bylo třeba většího a různorodého stáda nebo možná spíše směs mléka od různých chovatelů, složení mléka závisí na genetice zvířete, stravě a způsobu ustájení (viz kapitola 1). Dále má vliv také stádium laktace (viz podkapitola 1.2), proto je otázkou kdy by muselo být mléko pro experiment odebíráno, aby byly výsledky zcela objektivní. Mléko pro tuto studii bylo odebíráno od dojnic v průběhu delšího období laktace (výroba probíhala v období 27. srpna 2015 až 2. října 2016, s tím, že v době březosti koz a ještě měsíc po porodu se vzorky nevyroběly). Lze tedy předpokládat, že se postupně měnilo složení mléka, což mohlo mít vliv na výsledky některých výrob. Dojnice byly zdravé, kozy přes den pobývaly na pastvině, krávy byly ustájeny v kravíně.

Tento experiment by mohl být přínosem zejména pro chovatele koz i jiné amatérské sýraře, kteří se snaží o domácí výrobu sýrů Mozzarella. Autorka této práce při snaze o nalezení vhodné receptury narazila na několik sýrařských diskuzí, kde se mnoho domácích výrobců sýrů potýkalo se stejnými problémy, které jsou popsány v této práci, zejména tedy nevyhovující tvrdou texturou. Není příliš odborných studií, které by se zabývaly substitucí kravského mléka kozím mlékem, při výrobě sýru typu pasta-filata, proto by tato práce mohla být přínosem i někomu, kdo by chtěl ve studiu těchto sýrů pokračovat. K datu odevzdání práce byly nalezeny pouze dvě podobné studie, které se zabývaly podobným tématem: Imm a kol. (2003) sledoval fyzikálně-chemické vlastnosti Mozzarely z kozího a kravského

mléka a jejich změny při skladování v chladu (4°C). V této studii se však zabývali tvrdou Mozzarellou, která se používá na pizzu, kde je tvrdá textura sýra žádoucí.

Druhou studií byla studie Niro a kol. (2014), kde se autoři snažili inovovat výrobu sýra Caciocavallo přidávkem kozího či ovčího mléka. V této studii autoři zjistili, že optimální poměr kravského mléka ku kozímu je 65:35. Pozorovali také vyšší tvrdost, drobivost a menší lepivost sýra vyrobeného ze směsi s kozím mlékem než z čistě kravského mléka. Tyto poznatky korespondují se zjištěnými výsledky při výrobě Mozzarely.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce byla optimalizace výroby sýrů typu pasta filata – konkrétně se jednalo o měkký sýr Mozzarella, z kozího, kravského a směsi kozího a kravského mléka. Zároveň byl také sledován vliv různých faktorů, jako je pH, technologický postup, složení nálevu a tepelné ošetření, na texturu sýra.

Na základě výsledků předložené diplomové práce je možné vyvodit následující závěry:

- kozí mléko není pro výrobu sýrů typu pasta filata příliš vhodné,
- při snaze o částečnou či úplnou substituci kravského mléka mlékem kozím bylo pozorováno zhoršení organoleptických vlastností vyrobených sýrů, byla zjištěna podstatně vyšší tvrdost sýra,
- při výrobě sýra Mozzarella z kravského mléka se ukázalo jako optimální tepelné ošetření dlouhodobá pasterace a přímé okyselení mléka kyselinou citronovou na $\text{pH} \sim 5,1$.

Tato práce byla pro mne velkým přínosem jak v teoretických znalostech o kozím mléce a o sýrech typu pasta filata, tak i po stránce praktické, kdy jsem si osvojila technologii výroby těchto sýrů a mohu ji aplikovat v praxi při své domácí výrobě.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CHEN a kol. 2009. Cit. podle BÄHLER, B.; RUF, T.; SAMUDRALA, R.; SCHENKEL, P.; HINRICHS, J. Systematic approach to study temperature and time effects on yield of pasta filata cheese. *International Journal of Dairy Technology*. Květen 2016, číslo 69, č. 2, s. 184-190
- [2] BÄHLER, B.; RUF, T.; SAMUDRALA, R.; SCHENKEL, P.; HINRICHS, J. Systematic approach to study temperature and time effects on yield of pasta filata cheese. *International Journal of Dairy Technology*. Květen 2016, číslo 69, č. 2, s. 184-190
- [3] Korbáčky, parenice, mozzarella a další tažené sýry [online]. 2012. [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: [http://www. www.syrar.cz](http://www.www.syrar.cz)
- [4] HORÁK, F. Chov ovcí. Praha: Brázda, 1999. ISBN 80-209-0284-8
- [5] HAENLEIN, G. F. W. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small ruminant research*. Březen 2007, číslo. 68, s. 3-6
- [6] HUI, Y.; ÖZGÜL, H.; EVRANUZ, E. Goat Milk Cheeses. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press 2012, s. 285–308, ISBN: 978-1-4398-5023-7
- [7] Agricultural production – animals. *Agriculture, forestry and fishery statistics*. [online] ISBN: 978-92-79-43201-9. [cit. 2017-01-20] Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agricultural_production_-_animals
- [8] SILANIKOVE , N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small ruminant research*. Březen 2000, číslo 35, č. 3, s. 181-193
- [9] PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small ruminant research*. 2007, číslo 68, s. 88-113
- [10] ROBINSON 2011. Cit. podle HUI, Y.; ÖZGÜL, H.; EVRANUZ, E. Goat Milk Cheeses. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press 2012, s. 285–308, ISBN: 978-1-4398-5023-7

- [11] FRÜHAUF, P. Alergie na bílkovinu kravského mléka. *Doporučené postupy pro praktické lékaře*. Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně, 2001
- [12] JANDAL 1996. Cit. podle HUI, Y.; ÖZGÜL, H.; EVRANUZ, E. Goat Milk Cheeses. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press 2012, s. 285–308, ISBN: 978-1-4398-5023-7
- [13] SVAČINOVÁ, M. *Porovnání vybraných technologických vlastností mléka koziho a kravského*. Zlín 2012. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí bakalářské práce: Josef Mrázek
- [14] PULINA, G.; NUDDA, A. BATTACONE, G.; FANNACELLU, S.; FRANCESCONI, A:H:D. Nutrition and quality of goat's milk. *Dairy Goats Feeding and nutrition*. CABI 2008
- [15] ŠUSTOVÁ, K. Kozí mléko a jeho zpracování na sýry. *Chov koz v systému trvale udržitelného zemědělství*. Sloup v Moravském krasu: MAS Moravský kras, 2013, s. 21-25
- [16] DOSTÁLOVÁ, J. Kozí mléko. *Výživa*. 1994, s. 43-44
- [17] BUŇKA, F.; PACHLOVÁ, V.; BUŇKOVÁ, L.; ČERNÍKOVÁ, M. *Mlékárenská technologie I*. Zlín. UTB, Fakulta technologická, 2013
- [18] GARCIA-SAEZ, A.J. ; CHIANTIA, S.;SCHWILLE, P. Effect of line tension on the lateral organization of lipid membranes. *Journal of Biological Chemistry*, Zář 2007, s. 33537–33544
- [19] FERRAND-CALMELS, M.; PALHIÈRE, I.; BROCHARD, M. Prediction of fatty acid profiles in cow, ewe and goat milk by mid-infrared spektrometry. *Journal of Dairy Science*. Leden 2014, číslo 97, s.17-35
- [20] DESBOIS, A.P.; SMITH, V.J. Antibacterial Free Fatty Acids: Activities, mechanisms of action and biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Prosinec 2009, číslo 85, s. 1629-1642
- [21] KODICEK, WORDEN 1945; GALBRAITH et al. 1971. Cit. podle: DESBOIS, A.P.; SMITH, V.J. Antibacterial Free Fatty Acids: Activities, mechanisms of acti-

- on and biotechnological potential. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Prosinec 2009, číslo 85, s. 1629-1642
- [22] MULLAN, W.M.A. (2003) . *Inhibitors in milk*. [On-line]. [Cit: 2015-02-03] Dostupné z: <http://www.dairyscience.info/index.php/inhibitors-in-milk/51-inhibitors-in-milk.html>
- [23] KABARA et al 1972,. GREENWAY; DYKE 1979; FELDLAUFER et al. 1993; ZHENG et al. 2005; DESBOIS et al. 2008. Cit. podle: DESBOIS, A.P.; SMITH, V.J. Antibacterial Free Fatty Acids: Activities, mechanisms of action and biotechnological potential. s. Prosinec 2009, číslo 85, s. 1629-1642
- [24] VELÍŠEK, 2002. Cit. podle HOMOLKA, P.; KUDRNA, V. Zvýšení obsahu zdraví prospěšných polynenasycených mastných kyselin mléka výživou zvířat. *Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha, 2007*
- [25] ALONSO, L.; FONTECHA, J.; LOZADA, L.; FRAGA, M.J.; JUÁREZ, M. Fatty Acid Composition of Caprine Milk: Major, Branched-Chain, and Trans Fatty Acids. *Journal of Dairy Science*. 1999, s. 878-884
- [26] YAO, Y.; ZHAO, G.; XIANG, J.; ZOU, X.; JIN, Q., WANG, X. Composition and structural characteristics of bovine, caprine and human milk fat globules. *International Dairy Journal*. 2016
- [27] SVAČINA, Š.; ŠMAHELOVÁ, A.; BRETŠNAJDROVÁ, A. Dieta při dyslipoproteinémiích. *Klinická dietologie*. Grada Publishing a.s., Praha 2008. ISBN 978-80-247-2256-6
- [28] Milk protein. *Milk facts*. Dostupné z: <http://www.milkfacts.info/Milk%20Composition/Protein.htm>
- [29] SELVAGGI, M.; LAUDADIO, V.; DARIO, C. Major proteins in goat milk: an updated overview on genetic variability. *Molecular biology reports*. Únor 2014, číslo 41, č. 2, s. 1035-1048
- [30] ŠEBELA, F. DUŠEK, B. PAVEL, J. *Mlékařství*. 1. vyd. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1964. 328 s. ISBN 07-018-64

- [31] SINDAYIKENGERA, S.; XIA, WS. Nutritional evaluation of caseins and whey proteins and their hydrolysates from Protamex. *Journal of Zhejiang University SCIENCE B*. Únor 2006, s. 90-98
- [32] HAENLEIN 2004. Cit. podle HUI, Y.; ÖZGÜL, H.; EVRANUZ, E. Goat Milk Cheeses. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press 2012, s. 285–308, ISBN: 978-1-4398-5023-7
- [33] CAROLLI, A.; JANN, O.C.; BUDELLI, E.; BOLLA, P.; JÄGER, S.; ERGARDT, G. Genetic polymorphism of goat K-casein (CSN3) in different breeds and characterization at DNA level. *Animal Genetics*. 2001, číslo 32, s. 226-230. ISSN 0268-9146
- [34] WARD, T.; HONEYCUTT, R.L.; DERR, J.N. 1997 cit. podle JANN, O.C.; PRINZENBERG, E.M.; LUIKART, G. CAROLLI, A. ERGARDT, G. High polymorphism in the K-casein (CSN3) gene from wild and domestic caprine species revealed by DNA sequencing. *Journal of Dairy Research*. 2004., číslo 71, s. 188-195. ISSN 0022-0299
- [35] URBAN, F. *Chov dojného skotu*. Apros, Praha 1997
- [36] PARK, Y.W.; HAENLEIN, G.F.W. *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*. 1. vydání. Iowa: Blackwell Publishing, 2006. ISBN-13: 978-0-8138-2051-4
- [37] LARSON, B.L.; SMITH, V.R. 1974. *Lactation, vol. 4*. Academic Press, New York, p. 1994
- [38] Dairy Goat Milk Composition [online]. [cit. 2017-04-15]. Dostupný z: <http://drinc.ucdavis.edu/goat1.htm>
- [39] ŠUSTOVÁ, K.; SÝKORA, V. Zpracování mléka [online]. [cit. 2017-04-15] Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=408
- [40] LAVIGNE, C.; ZEE, J.A.; SIMARD, R.E.; BELIVEAU, B. Effect of processing and storage conditions on the fate of Vitamins B1, B2, and C and on the shelf-life of goat's milk. *Journal of Food Science*. 1989, číslo 54, s. 30-34
- [41] SZABÓ, M. Inhibitory dipeptidyl peptidázy 4. *Interní medicína pro praxi*. 2013, číslo 15, s. 49-50
- [42] ČÁP, J. Inkretinové hormony. *Vnitřní Lékařství*. 2011; číslo 57, s. 405-410

- [43] RYBKA, J.; KVAPIL, M. Inkretinová léčba diabetu. *Postgraduální medicína*. [online] Duben 2011. [cit. 2017-02-03] Dostupné z: <http://zdravi.euro.cz/clanek/postgradualni-medicina/inkretinova-lecba-diabetu-459232>
- [44] ZHANG, Y.; CHEN, R.; ZUO, F.; MA, H.; ZHANG, Y.; CHEN, S. Comparison of dipeptidyl peptidase IV-inhibitory activity of peptides from bovine and caprine milk casein by in silico and in vitro analyses, *International Dairy Journal*. Únor 2016, číslo 53, s. 37-44
- [45] BRAMANTI, E.; SORTINO, C.; ONOR, M.; BENI, F.; RASPI, G. Separation and determination of denatured α_{S1} -, α_{S2} -, β - and κ -caseins by hydrophobic interaction chromatography in cows', ewes' and goats' milk, milk mixtures and cheeses. *Journal of Chromatography A*. 2003, číslo 994, s. 59–74
- [46] PARK, CHUKWU 1988. Cit. podle PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small ruminant research*. 2007, číslo 68, s. 88-113
- [47] GAJDŮŠEK, S. Druhy mlék. *Laktologie*. Brno. 2003. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. s. 66-68
- [48] SANCHEZ-MACIAS, D.; MORENO-INDIAS, I.; CASTRO, N.; et al. From goat clostrum to milk: Physical, chemical, and immune evolution from partum to 90 days postpartum. *Journal of Dairy Science*. Leden 2014, číslo 97, s. 10-16
- [49] AGUELLO, A.; CASTRO, N.; CAPOTE, J. Growth of milk replacer kids fed under three different managements. *Journal of Applied Animal Research*. Březen 2004, číslo 25, s. 37-40
- [50] GAJDŮŠEK, S.; KRÁČMAR, S.; JELÍNEK, S.; KUČTÍK, J. Changes in protein content and correlations between contents of amino acids of goat's colostrum during the first 72 hours after parturition. *Czech Journal of Animal Science*. Leden 2001, číslo 46, s. 11-16
- [51] ROMERO, T.; BELTRAN, M.C.; RODRIGUEZ, M. a kol. Short communication: Goat colostrum quality: Litter size and lactation number effects. *Journal of Dairy Science*. Prosinec 2013, číslo 96, s. 7526-7531

- [52] AGNIHOTRI, PRASAD 1993. Cit. podle HUI, Y.; ÖZGÜL, H.; EVRANUZ, E. Goat Milk Cheeses. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press 2012, s. 285–308, ISBN: 978-1-4398-5023-7
- [53] Vyhláška č. 397/2016 Sb. o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. *Sbírka zákonů České republiky*. 2016, částka 162
- [54] LEVERENTZ, J.R. *The Complete Idiot's Guide to Cheese Making*. New York. 2010. Penguin Group Inc. ISBN: 978-1-101-19782-0
- [55] SANMARTÍN, B.; DÍAZ, O.; RODRÍGUEZ-TURIENZO, L.; COBOS, A. Composition of caprine whey protein concentrates produced by membrane technology after clarification of cheese whey. *Small Ruminant Research*. Červen 2012, číslo 105, s. 186-192
- [56] PINTADO, M.E.; LOPES DA SILVA, J.A.; MALCATA, F.X. Comparative characterization of whey protein concentrates from ovine, caprine and bovine breed. *LWT - Food Science Technology*. Červen 1999, číslo 32, s. 231–237
- [57] CASPER, J.L.; WENDORFF, W.L.; THOMAS, D.L. Functional properties of whey protein concentrates from caprine and ovine specialty cheese wheys. *Journal of Dairy Science*. Únor 1999, číslo 82, s. 265–271
- [58] ROWNEY, M.; ROUPAS, P.; HICKEY, M.W.; EVERETT, D.W. Factors affecting functionality of Mozzarella cheese. *The Australian Journal of Dairy Technology*. Říjen 1999, číslo 54
- [59] BÄHLER, B.; RUF, T.; SAMUDRALA, R.; SCHENKEL, P.; HINRICHS, J. Systematic approach to study temperature and time effects on yield of pasta filata cheese. *International Journal of Dairy Technology*. Květen 2016, číslo 69, s. 184-190
- [60] RUBINO a kol. 1999, SCINTU, PIREDA 2007. Cit. podle HUI, Y.; ÖZGÜL, H.; EVRANUZ, E. Goat Milk Cheeses. *Handbook of Animal-Based Fermented Food and Beverage Technology*. CRC Press 2012, s. 285–308, ISBN: 978-1-4398-5023-7

- [61] CALANDRELLI, M. *Manual on the production of traditional buffalo mozzarella cheese*. [online] [cit. 2017-04-16] Dostupné z: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/documents/milk/mozzarella.pdf>
- [62] GUINEE, T. P.; 2004. Cit. podle: ONIPCHENKO, N. *Distribution of Casein Molar Fractions in Pasta Filata Cheeses*, Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin, 2012
- [63] Přehled výrobků. *Mlékárna Polná*. [online] [Cit.: 2017-02-24] Dostupné z: www.mpolna.cz
- [64] FOX, P.F.; GUINEE, T.P; COGAN, T.M. ; McSWEENEY, P.L.H. Rennet-Coagulated Cheeses. *Fundamentals of Cheese Science*, Springer, 2016, ISBN: 1489976817
- [65] Pasta filata cheese. [online] [Cit.: 2017-02-21] Dostupné z: <http://www.food.com/about/pasta-filata-cheese-914>
- [66] NIRP, S.; FRANTIANNI, A.; TREMONTE, p. SORRENTINO, E.; TIPALDI, L.; PANFILI, G.; COPPOLA, R. Innovative Caciocavallo cheeses made from a mixture of cow milk with ewe or goat milk. *Journal of Dairy Science*. Březen 2014, číslo 97, s. 1296-1304
- [67] BOUTOIAL, K.; FERRANDINI, E.; ROVIRA, S.; GARCÍA, V.; LÓPEZ, M.B. Effect of feeding goats with rosemary (*Rosmarinus officinalis* spp.) by-product on milk and cheese properties. *Small Ruminant Research*. 2013, číslo 112, s. 147-153
- [68] FOX & WALLACE, 1997. cit. podle PADILLA, B.; BELLOCH, C.; LÓPEZ-DÍEZ, J.J.; FLORES, M.; MANZANARES, P. Potential impact of dairy yeasts on the typical flavour of traditional ewes' and goats' cheeses. *International Dairy Journal*. 2014, číslo 35, s. 122-129
- [69] PLUTOWSKA & WARDENCKI, 2007. cit. podle PADILLA, B.; BELLOCH, C.; LÓPEZ-DÍEZ, J.J.; FLORES, M.; MANZANARES, P. Potential impact of dairy yeasts on the typical flavour of traditional ewes' and goats' cheeses. *International Dairy Journal*. 2014, číslo 35, s. 122-129

- [70] PINHO et. Al. 2004. Cit. podle FRESNO, M.; ÁLVAREZ, S. Chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Majorero goat cheese. *International Journal of Dairy Technology*. 2012, číslo 65, s. 393-399
- [71] SHARMA,P.; MUNRO, P.A.; DESSEV, T.T.; WILES, P.G. Shear work induced changes in the viscoelastic properties of model Mozzarella cheese. *International Dairy Journal*. Květen 2016, číslo 56, s.108-118
- [72] ONIPCHENKO, N. *Distribution of Casein Molar Fractions in Pasta Filata Cheeses*, Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin, 2012
- [73] PACHLOVÁ, V. *Distribuce vybraných složek v přírodním sýru v průběhu jeho zrání*. Zlín, 2011. Dizertační práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin. Vedoucí dizertační práce: František Buňka
- [74] ŠTĚTINA, J., 2012. Cit. podle: ŠPUNAROVÁ, M. *Vliv typu zracího obalu na změny vybraných ukazatelů přírodního sýra holandského typu*. Zlín 2014. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin. Vedoucí diplomové práce: František Buňka
- [75] BEJBLOVÁ, M. *Změny proteinů v průběhu zrání měkkých sýrů s plísní na povrchu*. Zlín, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická, Ústav technologie potravin, 2010
- [76] GE, Q.; ALMENA-ALISTE, M.; KINDSTEDT, P.S. Reversibility of pH-induced changes in the calcium distribution and melting characteristics of Mozzarella cheese. *The Australian Journal od Dairy Technology*. 2002, číslo 57, s. 3-9

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MK Mastné kyseliny.

AK Aminokyseliny.

TVS Tuk v sušině.

SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek 1: *Graf závislosti obsahu jednotlivých složek kozího mléka na čase (od porodu až po 90 dní po porodu)*
- Obrázek 2: *Obr. 2: Schéma výroby pařeného sýra z čerstvého sýra*
- Obrázek 3: *Obr. 2: Schéma výroby pařeného sýra z okyseleného mléka*
- Obrázek 4: *Příklad grafu závislosti síly na čase u vzorku pařeného sýra z nepasterovaného kravského mléka.*
- Obrázek 5: *Vzorek sýra z šarže 2 při paření a těsně po paření*
- Obrázek 6: *Sýr vyrobený z čerstvého sýra z nepasterovaného kozího mléka po paření*
- Obrázek 7: *Čerstvý sýr z nepasterovaného mléka s dohřívanou sýřeninou po prokysání a po paření*
- Obrázek 8: *Sýřenina vyrobena z okyseleného kozího mléka na pH 6,0 v průběhu paření a řez výsledným sýrem po odležení v nálevu.*
- Obrázek 9: *Sýr vyrobený z kozího mléka okyseleného na pH 5,6 při paření a po stabilizaci v nálevu*
- Obrázek 10: *Sýřenina s okyselením na pH 5,2 před pařením a sýr těsně po paření*
- Obrázek 11: *Řez sýrem vyrobený z okyseleného mléka na hodnotu 5,2 ihned po paření a po patnáctihodinovém odležení v nálevu*
- Obrázek 12: *Kozí sýr vyrobený z okyseleného mléka na hodnotu 5,2 po stabilizaci mimo nálev a v nálevu*
- Obrázek 13: *Koagulát z kravského mléka okyseleného na pH 5,1*
- Obrázek 14: *Zpracování sýřeniny z kravského mléka okyseleného na pH 5,1*
- Obrázek 15: *Sýřenina z kravského mléka okyseleného na pH 5,1 po odstranění syrovátky*
- Obrázek 16: *Sýřenina z kravského mléka okyseleného na pH 5,1 při paření a formování*
- Obrázek 17: *Vyrobené sýry z pasterovaného kozího a kravského mléka s 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % podílem kozího mléka*
- Obrázek 18: *Vyrobené sýry z pasterovaného kozího a kravského mléka s 0 %, 25 %, 50 %, 75 %, 100 % podílem kozího mléka*

Obrázek 19: Vzorek s dobou záhřevu 30 minut v průběhu páření a po stabilizaci v nálevu

Obrázek 20: Vzorek s dobou záhřevu 20 minut v průběhu páření a po stabilizaci v nálevu

Obrázek 21: Vzorek s dobou záhřevu 10 minut v průběhu páření a po stabilizaci v nálevu

SEZNAM TABULEK

- Tabulka 1: Fyzikální vlastnosti kozího a kravského mléka*
- Tabulka 2: Srovnání základních složek v kozím, ovčím, kravském a mateřském mléce*
- Tabulka 3: Komparace obsahu tuku a vybraných mastných kyselin v kozím a kravském mléce*
- Tabulka 4: Komparace obsahu proteinů v různých druzích mlék*
- Tabulka 5: Komparace obsahu laktózy v různých druzích mléka*
- Tabulka 6: Obsah vitaminů v různých druzích mléka*
- Tabulka 7: Výskyt prekurzorů inhibitorů DPP-4 v kozím a kravském mléce*
- Tabulka 8: Zastoupení minerálních látek v kozím a kravském mléce*
- Tabulka 9: Změny ve fyzikálně-chemických vlastnostech mleziva a mléka během prvních 156 hodin po porodu*
- Tabulka 10: Klasifikace přírodních sýrů podle konzistence ve vztahu k obsahu vody v tukuprosté hmotě sýra*
- Tabulka 11: Chemické složení syrovátky získané sladkým srážením*
- Tabulka 12: Výsledky analýzy vyrobených vzorků z šarže č. 1*
- Tabulka 13: Výsledky analýzy vyrobených vzorků z šarže č. 2*
- Tabulka 14: Výsledky analýzy vyrobených vzorků z šarže č. 3*
- Tabulka 15: Naměřené hodnoty výsledných vzorků mozzareilly z pasterovaného kozího a kravského mléka*
- Tabulka 16: Naměřené hodnoty výsledných vzorků mozzareilly z nepasterovaného kozího a kravského mléka*
- Tabulka 17: Měření textury u vyrobených vzorků*