

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2017

RŮŽENA VÁVROVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agonomická fakulta
Ústav chovu a šlechtění zvířat



**Změny ve složení a technologických vlastnostech
kravského mléka v průběhu dojení**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
prof. Ing. Gustav Chládek, CSc.

Vypracovala:
Růžena Vávrová

Brno 2017

Původní zadání

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:.....

.....
.....vypracoval/a samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom/a, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu prof. Ing. Gustavu Chládkovi, CSc. za cenné rady, konzultace, věcné připomínky a odborné vedení při vypracování této bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat paní Ing. Ireně Komzákové za vedení při provádění laboratorních rozborů vzorků mléka. Velké díky patří i моým rodičům, kteří mi umožnili odběr vzorků k této bakalářské práci.

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce byla analýza změn ve složení a technologických vlastnostech kravského mléka v průběhu dojení. Součástí práce byl praktický výzkum na farmě a následné rozборы vzorků mléka získaných celkem od čtyř krav. Vzorky byly odebírány v průběhu dojení pomocí speciální konve, která umožnila rozdělit mléko do čtyř frakcí. 1. frakce byla získána na začátku dojení, 2. a 3. v průběhu a 4. frakce na konci dojení. Průměrné hodnoty odebíraných vzorků mléka byly následující: množství mléka 1,72 kg, obsah tuku 4,1 %, obsah bílkovin 3,09 %, laktóza 4,62 %, tukuprostá sušina 8,41 %, popel 0,69 %, hustota 28,51 kg/l, voda 1,11 %, bod mrznutí -0,538 °C, syřitelnost 136,59 sec a kvalita sýřeniny 1,47. Z výsledků tohoto výzkumu mohu konstatovat, že vliv jednotlivé frakce mléka vysoce průkazně ovlivnil jeho množství, obsah tuku, hustotu, procento vody a bod mrznutí mléka. U ostatních sledovaných složek byl vliv neprůkazný. Individualita dojnice průkazně ovlivnila pouze množství mléka. Skutečnost, zda bylo mléko získáno v létě či v zimě ovlivnilo průkazně obsah tuku, bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny, popela, hustotu, procento vody a bod mrznutí mléka. Zbývající sledované parametry byly ovlivněny neprůkazně.

Kravské mléko, obsahové složky, mléčný tuk, technologické vlastnosti mléka

ABSTRACT

The aim of this thesis was to analyze changes in the composition and technological properties of cow's milk during the milking. Part of the work was practical research on the farm and subsequent analyzes of milk samples obtained from four cows. Samples were taken during milking using a special cane that allowed the milk to be divided into four fractions. The 1st fraction was obtained at the beginning of milking, 2nd and 3rd during and 4th fraction at the end of milking. Average values of samples of milk were as follows: 1.72 kg quantity of milk, fat content 4.1 %, protein content 3.09 %, lactose 4.62 %, non-fat dry matter 8.41 %, ash 0.69 %, density 28.51 kg/l, 1.11 % water, the freezing point of -0.538 °C, rennet coagulation time 136.59 sec and 1.47 the quality of the curd. From the results of this research, I can say that the influence of the individual

milk fraction has greatly influenced its quantity, fat content, density, water percentage and milk freezing point. For other monitored components, the effect was inconclusive. The individuality of the cow has a significant influence on the quantity of milk. The fact that the milk was obtained in summer or winter significantly affected fat, protein, lactose, non-fat dry matter, ash, density, water percentage and milk freezing point. The remaining monitored parameters have been implicitly affected.

Cow's milk, content components, milk fat, technological properties of milk

OBSAH

1	Úvod	10
2	Cíl práce.....	11
3	Literární přehled	12
3.1	Tvorba mléka	12
3.2	Chemické složení kravského mléka	13
3.2.1	Mléčný tuk	13
3.2.2	Mléčné bílkoviny	14
3.2.3	Sacharidy mléka.....	14
3.2.4	Minerální látky.....	15
3.2.5	Nebílkovinné dusíkaté látky	15
3.2.6	Biokatalyzátory	16
3.3	Technologické vlastnosti mléka	16
3.3.1	Hustota mléka	17
3.3.2	Syřitelnost a kvalita syřeniny.....	17
3.3.3	Bod mrznutí mléka.....	18
3.4	Vztah mezi obsahovými složkami a technologickými vlastnostmi mléka.....	18
3.4.1	Vliv změny obsahu bílkovin na technologické vlastnosti mléka.....	18
3.4.2	Vliv změny obsahu tuku na technologické vlastnosti mléka.....	18
3.5	Faktory ovlivňující složení a technologické vlastnosti mléka	19
3.5.1	Faktory ovlivňující mléčný tuk.....	19
3.5.2	Faktory ovlivňující mléčné bílkoviny	20
3.5.3	Faktory ovlivňující mléčné sacharidy.....	20
3.5.4	Faktory ovlivňující minerální látky v mléce.....	21
3.5.5	Faktory ovlivňující syřitelnost mléka	22
3.5.6	Faktory ovlivňující bod mrznutí mléka	23
4	Materiál a metodika	24
4.1	Výběr plemene	24
4.2	Odběr vzorků.....	24
4.2.1	Stanovení obsahu mléčných složek a fyzikálně-chemických vlastností...	25
4.2.2	Stanovení syřitelnosti a kvality syřeniny	25
4.3	Vyhodnocení a zpracování výsledků	26
5	Výsledky a diskuze.....	27

5.1	Změny ve složení mléka.....	27
5.2	Změny v technologických vlastnostech mléka	29
6	Závěr.....	32
7	Seznam použité literatury	33
	Přílohy.....	36

1 ÚVOD

Chov skotu je důležitou součástí zemědělské výroby. Je nepostradatelným odvětvím z hlediska mléčné a masné produkce. Pro produkci mléka se v České republice chovají nejčastěji tyto plemena – holštýnské plemeno, které je specializováno na mléčnou užitkovost a české strakaté plemeno, které má kombinovanou užitkovost.

V posledních letech stavy skotu v České republice klesají. Jedním z důvodů je nedávné zrušení mléčných kvót a dále pak stagnující celosvětová spotřeba mléka a stoupající náklady na produkci mléka. Poklesla poptávka především v Číně a Rusku, čímž klesá i výkupní cena mléka.

Kravné mléko je bráno za velmi hodnotnou potravinu, jelikož obsahuje velké množství látek potřebných pro správný vývoj a funkci organismu. Obsahuje výborný zdroj vápníku, je dobře stravitelné a lze z něj vyrobit velké spektrum mléčných výrobků.

Složky mléka jsou výrazně ovlivňovány různými faktory a jejich obsah se v průběhu dojení mění. Je proto důležité sledovat jejich obsah z hlediska změn zdravotního stavu dojnic a dále z technologického hlediska, kde hraje důležitou roli při zpracování mléka.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce byla analýza změn ve složení a technologických vlastnostech kravského mléka v průběhu dojení. Složení mléka zahrnovalo obsah tuku, obsah bílkovin, obsah laktózy, obsah tukuprosté sušiny a obsah popele. Technologické vlastnosti pak zahrnovaly hustotu, vodu, bod mrznutí, syřitelnost a kvalitu sýřeniny. Praktická část práce byla soustředěna na analýzu vzorků mléka získaných v průběhu dojení konkrétních dojnic.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Tvorba mléka

Mléčná žláza je specifickou žlázou savců. Jejím úkolem je tvorba kompletní výživy pro výživu novorozeného jedince v prvních dnech/měsících života. Samotná tvorba mléka (laktace) je proces syntézy, sekrece, shromažďování a uvolňování mléka. Tyto procesy jsou na sebe navzájem značně závislé (Pavlík a Sába 2015).

V první fázi laktace dochází k přípravě mléčné žlázy na samotnou laktaci působením mnoha hormonů a dalších látek. Tvoří se receptory na imunoglobuliny (protilátky), které se hromadí v mléčných alveolách a jsou důležité pro tvorbu mleziva. Postupně (už během několika hodin) dochází k poklesu protilátek, a všech obsahových látek na přirozenou hladinu. Po několika dnech je již mléko zralé (Marvan 2003).

Tvorba mléka začíná filtrací z krve a krevní plazmy přes stěny cév až do sekrečních buněk v mléčné žláze. Zde se mléko tvoří nepřetržitě. Dle potřeby (při dojení či při sání mláděte) se poté postupně uvolňuje. První část mléka, takzvaná alveolární frakce se nachází v dutinkách sekrečních alveol a uvolňuje se jen při vzniku reflexu spouštění mléka. Druhá část mléka tzv. cisternová frakce zahrnuje mléko, které je uloženo ve žlázové a strukové části mléčné cisterny (mlékojemu). Tuto frakci mléka lze získat pouhým překonáním sil strukového svěrače (Pavlík a Sába 2015).

Mléčný tuk je z převážné části syntetizován v mléčné žláze, kde se uvnitř buněk formuje do tukových kapének a následně se vlivem apokrynní sekrece uvolní do dutin alveolů. Velkou část prekurzorů mléčného tuku u skotu tvoří těkavé mastné kyseliny, které se tvoří při fermentačních procesech v bachoru. Největší množství zaujímá kyselina octová, která svým obsahem ovlivňuje tučnost mléka, konkrétně při jejím snížení klesá i obsah tuku v mléce (Bouška et al. 2006).

Mléčné bílkoviny jsou syntetizovány v mléčné žláze z aminokyselin krevní plazmy. Malá část proteinů (sérový albumin a imunoglobuliny) přichází do mléka z krve. Pro přežvýkavce je zdrojem bílkovin nejen nezbytný přísun esenciálních a neesenciálních aminokyselin, ale i jejich bachorová tekutina (Bouška et al. 2006).

Mléčný cukr neboli laktóza je tvořena pouze v mléčné žláze. Glukóza, která je jednou ze složek laktózy, přechází do mléčné žlázy z krve. Galaktóza, která je druhou složkou laktózy, vzniká v alveolárních buňkách přeměnou glukózy. Významným

prekurzorem laktózy, který se tvoří při fermentačních procesech v bachoru je kyselina propionová (Bouška et al. 2006).

3.2 Chemické složení kravského mléka

Mléko je jednou z nejvyváženějších potravin a tvoří velmi hodnotnou složku výživy novorozenců. Vzhledem ke složení se mléko dělí na dvě základní skupiny, a to vodu a sušinu. Voda v mléce tvoří převážnou část, její množství se v mléce pohybuje okolo 88 %. Sušina, která se v mléce vyskytuje v rozmezí 12-14 % se dále dělí na tuk a tukuprostou sušinu (8,5-9%). Tukuprostá sušina se skládá z bílkovin, laktózy, minerálních látek, nebílkovinných dusíkatých látek a enzymů (Samková et al. 2012).

3.2.1 Mléčný tuk

Lipidy jsou jednou ze základních složek mléka a nezbytnou složkou základních živin nejen člověka, ale i živočichů. Tuky v potravinách významně ovlivňují jejich senzorycké vlastnosti a jejich obsah se v kravském mléce pohybuje v rozmezí 3-5 %. Obsahují vysoký podíl nasycených mastných kyselin, zejména kyseliny laurové, myristové, palmitové, dále pak nízkomolekulární MK jako je kyselina máselná, kapronová, kaprilová (Samková et al. 2012). (Šustová a Sýkora 2013) uvádí, že z hlediska výživy je vysoký podíl nasycených mastných kyselin v mléku vytýkán odborníky, na druhou stranu je díky specifické skladbě MK mléčný tuk nositelem chuti a vůně mléka a mléčných výrobků. Nenasycené mastné kyseliny zaujímají asi 1/3 z celkových MK, z nichž jsou nevýznamnější především tzv. esenciální mastné kyseliny (linolová, linoleová a arachidonová). Tyto mastné kyseliny se podílejí na transportu lipidů a při regulaci cholesterolu v krvi (Kratochvíl et al. 1987).

Z hlediska chemického tvoří podstatnou část ve složení mléčného tuku homolipidy, a to mono-, di- a nejčastěji triacylglyceroly (Samková et al. 2012) tvořící asi 98% celkových lipidů (Gajdůšek a Klíčnický 1985). Další složky tvoří volné mastné kyseliny, steroly, fosfolipidy, uhlovodíky či vitamíny rozpustné v tucích (Gajdůšek 2003).

Jak dále uvádí Samková et al. (2012) asi polovina MK vzniká přímo v mléčné žláze, druhá polovina je do mléčné žlázy přinášena krví ve formě volných MK přímo z krmné dávky nebo tkáňového a zásobního tuku.

Tuk se v mléce vyskytuje ve formě tukových kapének v tzv. emulzi. Tyto tukové kapénky se vyskytují ve velikosti od 0,1 až 15 μm . V jádře tukových kapének se nachází triacylglyceroly chráněné tenkou membránou, která zajišťuje stabilitu, či případně chrání před lipolytickou hydrolýzou. Malé množství lipidů, především membrány tukových kuliček, je vázané na kaseinových micelách a při kyselém srážení se sráží společně s kaseinem (Samková et al. 2012).

3.2.2 Mléčné bílkoviny

Bílkoviny mléka se řadí k nejlhodnotnějším bílkovinám, jelikož obsahují nenahraditelné esenciální aminokyseliny, které jsou důležité pro normální výživu (Kratochvíl et al. 1987). Jejich biologická hodnota, udávající podíl vstřebaných bílkovin z bílkovin přijatých ve stravě, je vyšší v porovnání s bílkovinami masa nebo bílkovinami rostlinného původu. Jsou součástí složitěho komplexu takzvaných celkových, či hrubých bílkovin, které se dále dělí na čisté bílkoviny a nebílkovinný dusík. Z hlediska zpracování mléčných bílkovin jsou nejdůležitější čisté bílkoviny, které tvoří základ pro výrobu mléčných výrobků. Jejich obsah se v kravském mléce pohybuje v rozmezí 3,2 až 3,5 % hmotnostních (Samková et al. 2012).

Kasein, který je nejvýznamnější složkou čistých bílkovin, se vyskytuje v mléce v množství 2,4 až 2,6 % a tvoří základ pro výrobu sýrů (Samková et al. 2012). Skládá se ze základních frakcí α_s , β a κ , které jsou společně vázány do kaseinových micel. U kravského mléka obsahuje tato micela asi dvacet tisíc molekul kaseinů (Gajdůšek 2003).

Jak uvádí autoři, dále se zde nachází syrovátkové bílkoviny, v množství 0,5 až 0,7 %, které odchází do syrovátky při výrobě sýra. Mají vyšší nutriční hodnotu než kasein. Jejich obsah se zvyšuje zejména v mlezivu a v mastitidním mléce.

3.2.3 Sacharidy mléka

Mléčný cukr neboli laktóza je nejdůležitějším sacharidem v mléce a tvoří zde 90 % všech sacharidů (Šustová a Sýkora 2013). Zbylé množství cukrů zde tvoří monosacharidy, zejména glukóza a galaktóza a sacharidy vázané v glykoproteinech převážně aminocukry (Gajdůšek a Klíčnický 1993). Obsah laktózy se v kravském mléce pohybuje v rozmezí 4,5-5 % hmotnostních (Samková et al. 2012). Laktóza je důležitá v technologii kysaných mléčných výrobků, při mléčném kvašení, ovlivňuje barvu

a chuť mléčných výrobků, u kterých je používána vysoká teplota. Někteří lidé mají problém při trávení laktózy, kvůli chybějícímu enzymu laktáza, který produkují bakterie mléčného kysání. V tomto případě je pro tyto jedince vhodnější konzumovat kysané mléčné výrobky, kde je laktóza z velké části přeměněna na kyselinu mléčnou (Šustová a Sýkora 2013).

3.2.4 Minerální látky

V mléce se minerální látky vyskytují v různé formě. Mají vliv na udržení acidobazické rovnováhy v organismu, regulují osmotický tlak a koncentraci vodíkových iontů. Obsah popelovin se v kravském mléce pohybuje v rozmezí 6 – 8 g v litru (Gajdůšek 2003). Kravské mléko je bohaté na vápník, fosfor, hořčík, draslík a zinek (Samková et al. 2012).

Vápník a fosfor jsou v mléce přítomny ve formě roztoku, koloidního kalcium-fosfátu a také jsou vázány na kaseinový komplex. Jejich zastoupení je velmi závislé na obsahu bílkovin, konkrétně kaseinu. Pro udržení pH mléka mají významnou roli zejména draslík, sodík a vápník, pro udržení osmotického tlaku je to sodík a draslík (Gajdůšek 2003).

V mléce se také vyskytuje značné množství stopových prvků. Jejich význam spočívá ve funkci aktivátorů enzymů (Gajdůšek a Klíčnický 1993). Některé minerální prvky (Cu, Zn, Mg, Fe) jsou vázány na membrány tukových kuliček, zinek je z 80 % vázáný na kasein, z 20 % na imunoglobuliny a železo je až ze 70 % vázáno na kaseinové micely (Gajdůšek 2003).

3.2.5 Nebílkovinné dusíkaté látky

Jedná se o látky, které v roztoku zůstávají po vysrážení bílkovin. Nejvíce obsaženou složkou je zde močovina, která tvoří až 50 %. Její přirozené množství se pohybuje kolem 150 – 300 mg.l⁻¹ a je dobrým ukazatelem množství a využití přijatých bílkovin organismem. Ze stanovení obsahu bílkovin a močoviny lze vyvodit, že v krmivu je nedostatek energie pro dojnice, či že je v krmivu přebytek bílkovin (Samková et al. 2012). Tyto vzájemné vztahy jsou popsány v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Vyrovnanost výživy (Samková et al. 2012)

Obsah bílkovin (%)	Obsah močoviny (mg.100 ml ⁻¹ mléka)		
	<20	20-30	>30
<3,20	nedostatek NL, nedostatek energie	odpovídající NL, nedostatek energie	přebytek NL, nedostatek energie
3,20-3,50	nedostatek NL, odpovídající energie	vyrovnaný poměr	přebytek NL, odpovídající energie
>3,50	nedostatek NL, přebytek energie	odpovídající NL, přebytek energie	přebytek NL, přebytek energie

3.2.6 Biokatalyzátory

K biokatalyzátorům patří enzymy urychlující biochemické procesy. Patří sem například laktoperoxidáza, která se využívá při ověřování správnosti vysoké pasterace, kdy se inaktivuje záhřevem na 75 °C po dobu 30 minut. Dále jsou to různé katalázy, fosfatázy, lipázy a podobně (Samková et al. 2012).

Jak uvádí Samková et al. (2012), dále zde patří vitamíny, které jsou nezbytné pro látkovou přeměnu. Jsou důležité z hlediska nutričního, jelikož při jejich nedostatku může docházet k hypovitaminóze, či avitaminóze. Některé vitamíny fungují také jako antioxidanty nebo jako přirozená barviva. K biokatalyzátorům řadíme i hormony (prolaktin, progesteron, oxytocin), které se v mléce vyskytují v minimálních koncentracích.

3.3 Technologické vlastnosti mléka

V této práci jsem se zaměřila zejména na hustotu mléka, syřitelnost a kvalitu sýřeniny. Dále jsem zde zmínila bod mrznutí, s jehož hodnotami jsem ve své bakalářské práci také pracovala.

K dalším technologickým vlastnostem mléka patří kysací schopnost, aktivní a titrační kyselost a tepelná stabilita. U čerstvě nadojeného mléka jsou tyto vlastnosti již dány a souvisejí s celou řadou faktorů, ke kterým lze zařadit samotnou individualitu dojnice, zejména její zdravotní stav, podmínky výživy a krmení, plemeno, pořadí a stádium laktace, dědičné založení, roční období apod. U skladovaného mléka se mohou vyskytovat ještě další faktory, které mohou technologické vlastnosti zlepšit nebo zhoršit. Ke zhoršení technologických vlastností mléka může v některých případech docházet i kontaminací mléka cizorodými látkami (Gajdůšek 2003).

3.3.1 Hustota mléka

Hustota mléka je souhrnem hustot tří hlavních složek, a to vody, tukuprosté sušiny (bílkovin, laktózy a solí) a tuku, jenž jsou v běžném mléce obsaženy v poměru 87:9:4 (Snášelová et al. 2009). Je definována jako hmotnost na jednotku objemu, obvykle vyjadřována v $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo v $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Stanovení hustoty neboli měrné hmotnosti, se provádí pomocí speciálního hustoměru, tzv. laktodenzimetru, cejchovaného pro teplotu 20 °C. Normální hustota mléka se pohybuje v hodnotách 1,028-1,030 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (Samková 2012). Měření hustoty slouží jako nepřímý postup měření koncentrace celkové sušiny mléka, vhodný pro kontrolu falšování mléka vodou (Snášelová et al. 2009)

Při změnách hustoty mléka hrají hlavní roli změny v obsahu tuku a TPS. Při rostoucím obsahu tuku v mléce a klesajícím obsahu TPS klesá i hustota mléka. Je též ovlivněna i teplotou, kdy při vyšší teplotě opět hustota mléka klesá. Dalšími faktory, které mohou ovlivnit hustotu mléka, můžeme zařadit fázi laktace nebo plemeno dojnice (Snášelová et al. 2009).

3.3.2 Syřitelnost a kvalita sýřeniny

Jedná se o důležitou technologickou vlastnost mléka, která posuzuje vhodnost syrového mléka ke zpracování v technologii sýrařství (Samková et al. 2012). Syřitelnost mléka vyjadřuje schopnost mléka reagovat s přidaným syřidlem a vytvářet gelovitou sraženinu (Šustová a Sýkora 2013). Mezi technologické ukazatele, které lze zařadit ke stanovení syřitelnosti patří doba, potřebná ke sražení mléka pomocí syřidla, dále pak stanovení pevnosti a kvality sýřeniny. (Gajdůšek 2003).

Přídavkem syřidla dojde k fyzikálně-chemickým změnám. Dochází ke změně viskozity a elasticity, kdy se z mléka tvoří pevný materiál - sýřenina (Šustová et al. 2016). Syřitelnost je ovlivněna celou řadou faktorů, mezi které patří obsah kaseinu, velikost a stav kaseinových micel, obsah vápníku a fosforu v mléce, zejména rovnováha kalcium kaseinátového – kalcium fosfátového komplexu (Gajdůšek 2003).

3.3.3 Bod mrznutí mléka

Bod mrznutí je důležitá fyzikální i technologická charakteristika syrového mléka a je také významným ukazatelem kvality (Šustová 2012). Je určený k posuzování možnosti přiměsí cizí vody do mléka a měří se kryoskopicky (Samková et al. 2012). Pro nakupování směsného mléka byla v Evropské unii stanovena mezní hodnota bodu mrznutí mléka $\leq -0,520$ °C, resp. $\leq -0,515$ °C v ČR (Gajdůšek 2003).

3.4 Vztah mezi obsahovými složkami a technologickými vlastnostmi mléka

3.4.1 Vliv změny obsahu bílkovin na technologické vlastnosti mléka

Nejvíce se na technologických vlastnostech projevuje zastoupení kaseinu a syrovátkových bílkovin (Gajdůšek 2003). Při snížení obsahu kaseinu, vzestupu sérových bílkovin a změnách v poměru vápníku a fosforu je syřitelnost mléka a samotná kvalita sýřeniny zhoršena (Gajdůšek a Klíčnick 1993). Velecká (2012) ve své práci též zmiňuje, že obsah bílkovin má vliv na syřitelnost. V zimních měsících, kdy je obsah bílkovin nejvyšší trvá syřitelnost mléka nejdéle a naopak. Dále zmiňuje, že změny v obsahu bílkovin mají vliv na tukuprostou sušinu, konkrétně se zvýšením obsahu bílkovin v mléce se zvyšuje obsah TPS.

3.4.2 Vliv změny obsahu tuku na technologické vlastnosti mléka

Změny v obsahu tuku mají průkazný vliv na syřitelnost. Javorová (2012) ve své práci uvádí, že s rostoucí tučností mléka se syřitelnost zhoršovala. To mohou způsobovat tukové globule, které zpomalují srážení a tvorbu gelu (Walstra 1993). Při vyšší tučnosti mléka dochází k horšímu smršťování sýřeniny. Při následném krájení a michání sýřeniny při výrobě tvrdých sýrů dochází k uvolňování malého množství mléčného tuku (asi 6 %) do syrovátky (Walstra 1993). Obsah tuku má také vliv na hustotu. McCarthy (2003) uvádí, že hustota mléka je také závislá na složení, teplotě a bodu a rozsahu tání triacylglycerolů. Každé snížení obsahu tuku asi o 1 % zvýší hustotu mléka asi o $0,001 \text{ g.cm}^{-3}$ (Gajdůšek a Klíčnick 1988).

3.5 Faktory ovlivňující složení a technologické vlastnosti mléka

3.5.1 Faktory ovlivňující mléčný tuk

Zjišťování obsahu tuku v mléce je důležitou součástí při technologickém zpracování mléka. V dnešní době lze tuk upravovat tak, aby co nejlépe odpovídal požadavkům při zpracování na určité výrobky, či přímo vyhovoval spotřebiteli. Z hlediska obsahových složek je právě mléčný tuk výrazně proměnlivější než ostatní složky mléka.

Sledování heritability je zajímavým faktorem z hlediska genetických parametrů pro jednotlivé mastné kyseliny v mléce. Vyšší koeficient dědičnosti se vyskytoval u MK s kratším řetězcem, než u kyselin s dlouhým řetězcem. Lze také konstatovat, že dojnice s vysokou tučností mléka mají v mléce menší zastoupení kyselin s dlouhým řetězcem a naopak (Samková et al. 2012).

Plemeno hraje důležitou roli při obsahu tuku v mléce. Nejrozšířenějším dojným plemenem na světě je plemeno Holštýnské, které vyniká velmi vysokou dojivostí (Bouška et al. 2006). Plemeno Jersey je specializováno na produkci mléka s vysokým obsahem tuku a bílkovin. Mléko obsahuje velké tukové kuličky, takže je vhodné na výrobu másla a sýrů (Bouška et al. 2006).

Fáze laktace má vliv na složení mastných kyselin v kravském mléce. V prvních týdnech laktace dochází k největším změnám ve složení MK, ve zbylém období již nejsou změny tak výrazné. Dalším faktorem je také fáze laktace. U prvotetek byl zjištěn vyšší obsah nenasycených MK, zatímco při dalších laktacích převažoval obsah nasycených MK. Tyto změny mohou ovlivňovat odlišné nároky na krmivo a celkový metabolismus u dojnic v pokročilé fázi laktace a u prvotetek (Samková et al. 2012).

Výživa je z faktorů, které ovlivňují mléčnou užitkovost tím nejdůležitějším. Nejen, že při změnách ve výživě dojnic dojde k téměř okamžitým změnám ve složení mléka, ale také proto, že ji ovládá sám chovatel (Bouška et al. 2006). Laktace, zejména její první třetina, je velmi důležitá z hlediska výživy kvůli rychle stoupající mléčné užitkovosti a tím potřebného množství dodání energie a živin. Základem krmné dávky pro dojnice jsou objemná krmiva konzervovaná (siláž, seno) nebo čerstvá (zelená píče, pastva) a jadrná krmiva (obilniny, olejnin, luštěniny), které krmnou dávku doplní o potřebné živiny, minerály a vitamíny. Významný vliv na výsledné zastoupení MK v mléce má výběr objemného krmiva a jeho kombinace s koncentrovaným krmivem. Objemná krmiva obsahují převážně kyselinu α -linolenovou, v koncentrovaných

krmivech je větší zastoupení kyseliny linolové. Výjimkou je kukuřičná siláž a semeno lnu setého, kde je obsah těchto kyselin opačný. (Samková et al. 2012). Za nevhodnější z krmiv se považuje čerstvá zelená píce či siláž z jetelovin vzhledem k zvýšení obsahu kyseliny olejové, α -linolenové, rumenové a současnému snížení laurové, křídové a palmitové kyseliny (Samková et al. 2012). Příznivý vliv má také zkrmování olejnin (len, sója, řepka), jelikož zvyšují podíl nenasycených mastných kyselin v mléce, avšak vysoké množství snižuje koncentraci mléčného tuku (Bouška et al. 2006).

3.5.2 Faktory ovlivňující mléčné bílkoviny

Laktace má značný vliv na obsah bílkovin v mléce. V období vrcholu laktační křivky je obsah bílkovin a kaseinu nejnižší. Zřetelněji stoupá především ke konci laktace (dva poslední měsíce laktace). Před zaprahnutím dochází k dalšímu poklesu a naopak vzestupu syrovátkových bílkovin (Samková et al. 2012).

Zdravotní stav dojnice patří k dalším faktorům ovlivňující obsah bílkovin. Při zhoršení zdravotního stavu, ať už lehkým onemocněním, či zhoršením nervového stavu nebo zánětlivými onemocněními dojde ke snížení obsahu kaseinových bílkovin a vzestupu syrovátkových bílkovin, především imunoglobulinů (Gajdůšek 2003).

Výživa a složení krmné dávky má velmi výrazný vliv na složení bílkovin. U dojnic je nejvýznamnějším zdrojem aminokyselin bakteriální protein, který se nejlépe tvoří při vyrovnané krmné dávce (Samková et al. 2012). Nedostatečná výživa způsobuje pokles obsahu bílkovin, především kaseinu. Nedostatek či nadbytek vede k problémům s bachorovou mikroflórou (Gajdůšek 2003).

Roční období hraje také důležitou roli ve změnách obsahu bílkovin. K poklesu obsahu bílkovin dochází v zimním období, naopak k nejvyšším hodnotám dosahují bílkoviny na konci letního období (Samková et al. 2012).

3.5.3 Faktory ovlivňující mléčné sacharidy

Z hlediska faktorů působících na změny ve složení sacharidů mléka má největší vliv **druh savce**. U mateřského mléka se vyskytuje nejvyšší obsah laktózy – až 7 %. Rozpětí v kravském mléce se pohybuje od 4,55 do 5,30 % (Gajdůšek 2003).

Ve stádiu laktace objevují další změny v obsahu laktózy. V kolostru se množství laktózy pohybuje v nižších koncentracích, s postupující laktací se zvyšuje.

Zdravotní stav je dalším faktorem ovlivňujícím obsah laktózy. Snížený obsah laktózy souvisí především s mastitidním onemocněním (Gajdůšek 2003). Existuje souvislost mezi obsahem laktózy v mléce a počty somatických buněk (PSB), které interpretuje tabulka č. uvedená níže (Gajdůšek 2003).

Tabulka č. 2: Závislost obsahu laktózy a počtu somatických buněk ve vzorcích bazénového (resp. Individuálního) mléka (Gajdůšek 2003).

% laktózy \geq 4,60	PSB tis./ml	% laktózy $<$ 4,60
Poměrně zdravé stádo (zdravé dojnice)	< 300	Vliv energetického deficitu krmné dávky
Podezřelý stav, potřebné ověřit dalšími testy, vzrůst subklinických mastitid ve stádě, silná příměs mleziva (subklinická mastitida nebo mlezivo), nebo dietetické resp. Metabolické poruchy, popřípadě ↓	301 – 500	Podezřelý stav, nutné ověřit dalšími testy, vzrůst subklinických mastitid ve stádě nebo hromadné ukončování laktace (subklinická mastitida nebo konec laktace), poruchy výživy resp. Metabolismu, popřípadě ↓
Možný vliv hromadného stresu (stres)	>500	Silný výskyt mastitid, zejména subklinických, ale i klinických (mastitida)

3.5.4 Faktory ovlivňující minerální látky v mléce

Stádium laktace má významnou roli ve složení a množství solí. V mlezivu se nachází podstatně více popelovin a jejich zastoupení je rozdílné, oproti dalšímu průběhu laktace. U zdravých dojnic se obsahy solí vyskytují s určitou pravidelností, pouze ke konci laktace se mění poměr Na a K a zvyšuje se obsah Ca a P (Gajdůšek 2003).

Výživa nemá výrazný vliv na změnu obsahu a množství solí, avšak může ovlivnit obsah stopových prvků v mléce. Vzhledem k tomu, že je dojnice schopna uvolňovat vápník a fosfor z kostry, jsou změny v zastoupení těchto solí nepatrné. Při náhlých změnách podmínek výživy, či metabolických poruchách může dojít k ovlivnění množství jednotlivých forem vápníku, což může mít za následek zhoršení syžitelnosti mléka.

Zdravotní stav, konkrétně zánět mléčné žlázy je dalším faktorem způsobujícím pokles vápníku v kravském mléce, kdy se významně mění i zastoupení některých stopových prvků (Gajdůšek, 2003).

3.5.5 Faktory ovlivňující syřitelnost mléka

Faktory, které ovlivňují syřitelnost, zejména průběh primární či sekundární fáze srážení lze rozdělit na vnější:

Výživa, která významně působí na složení a poměr jednotlivých složek mléka, zejména na složení a obsah mléčného tuku, obsah a jakost bílkovin, obsah mléčného cukru, minerálních látek či vitamínů. Vlivem výživy může být ovlivněna i vůně daného zpracovávaného mléka a následné syřeniny. (Šustová et. al. 2016).

Fáze laktace, zejména starodojné mléko, či mlezivo negativně ovlivňuje syřitelnost a tvorbu syřeniny z hlediska nízkého obsahu kaseinu (Šustová et. al. 2016). Dále jsou to **metabolické poruchy, či zánět mléčné žlázy**, u kterých dochází ke zhoršení syřitelnosti a tvorby málo kompaktní křehké sraženiny z důvodu snížení obsahu sušiny, tuku i cukru a zvýšení obsahu syrovátkových bílkovin (Gajdůšek 2003).

Výběr plemene, či genetické faktory jsou dalšími faktory, které mohou též ovlivnit průběh syření mléka. Obecně lze říci, že nížinná plemena produkují mléko bohatší na tuk a bílkoviny, kdežto horská plemena (s vyšší produkcí mléka) naopak (Šustová et. al. 2016). Vnitřní faktory:

pH má významný vliv na syřitelnost mléka. Dá se měnit a tím upravit i syřitelnost mléka. Optimum pH k zasýření mléka je kolem 6,5 pH. Kombinace syřidla a pH má také vliv na výsledný vzhled syřeniny.

I teplota zasyřování je dalším parametrem ovlivňujícím kvalitu syřeniny. Liší se dle množství zasyřovaného mléka, dle tučnosti mléka nebo dle druhu vyráběného sýra. Přiměřená teplota pro zasýření mléka je v rozmezí 30 – 33 °C (Šustová et. al. 2016).

Doba a teplota skladování mléka má také výrazný vliv, jelikož se vzrůstající dobou a teplotou mléka se zhoršuje kysací schopnost a tvoří se málo celistvá a křehká syřenina (Gajdůšek 2003). Při uchování mléka pod 4 °C dochází ke změnám pH, kaseinových micel a také ke změně zastoupení forem vápníku a fosforu (Šustová et. al. 2016).

3.5.6 Faktory ovlivňující bod mrznutí mléka

Zvodnění mléka je jedním z důvodů zhoršující tento ukazatel. Nemusí být úmyslné, ke zvodnění může docházet například při nedostatecích mléčného potrubí, kterým ne dostane nežádoucí voda do mléka nebo při poruchách chladicího a čistícího zařízení (Gajdůšek 2003).

Složení mléka patří k dalším významným faktorům ovlivňujícím bod mrznutí mléka. Jedná se konkrétně obsah laktózy, která snižuje BMM až z 55 %, chloridy, snižující BMM z 25 % a jiné ve vodě rozpustné složky (Ca, K, Mg, laktáty, fosfáty, citráty aj.), které ovlivňují hodnotu BMM z 20 % (Samková et al. 2012).

Vlivem kyselosti mléka dochází k dalšímu poklesu BMM. Při kysnutí mléka, kdy se molekula laktózy rozkládá na čtyři molekuly kyseliny mléčné, stoupá počet rozpuštěných částic v mléce – do roztoku se dostává více jeho koloidních rozpustných solí (Samková et al. 2012).

Kolísání bodu mrznutí v průběhu **laktace** souvisí se změnou obsahu mléčných složek v průběhu laktace. Snížení BMM bylo zjištěno na začátku a na konci laktačního období.

Vlivem ročního období dochází ke změnám v hodnotách BMM. V letních měsících se vyskytují obecně horší hodnoty BMM z důvodu sníženého množství základních obsahových složek mléka. Výraznější snížení hodnot se vyskytuje v měsících květen a červen, což může souviset se začátkem pastvy zeleného krmení, naopak při přechodu na zimní krmení v listopadu a prosinci dochází k vzestupu hodnot BMM (Samková et al. 2012).

K dalším faktorům ovlivňujícím hodnotu BMM můžeme zařadit vliv plemene, užitkovosti, subklinických mastitid, výživa, případně dietetické a metabolické poruchy, které také ovlivňují hodnotu bodu mrznutí (Gajdůšek 2003).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Výběr plemene

Pro výzkumnou část svojí práce jsem si vybrala plemeno Holštýnského skotu. Jedná se o nejrozšířenější plemeno skotu z hlediska kvality produkce mléka. Svůj původ odvozuje z populace černostrakatého skotu severozápadní Evropy, hlavně v nížinných oblastech od Holandska až po Dánsko (holštýnsko-fríský skot). Plemeno bylo v průběhu minulého století hojně šlechtěno na vysokou produkci mléka a v dnešní době nemá konkurenci v produkci mléka po celém světě (Bouška et al. 2006). V České republice se s chovem černostrakatého skotu začalo v 60. letech 20. století, kdy se skot začal importovat z Dánska, Holandska a Německa. Po roce 1990 se plemenitba zaměřila na holštýnsko-fríské plemeno (Samraus 2006). Holštýnský skot se vyznačuje vysokou produkcí mléka s průměrnou užitkovostí 30 litrů denně, což je asi 10 000 kg na normovanou laktaci (305 dní). Někteří jedinci jsou schopni nadojit i přes 18 000 kg mléka a zároveň zachovat podíl hlavních složek. Při hodnocení vnějšího vzhledu je kladen velký důraz na utváření vemene, zádě a končetin. U mléčné žlázy se posouzení zevnějšku týká zejména velikosti a utváření vemene a struků, upnutí vemene a závěsného vazů vemene. Požadované zbarvení skotu je černostrakaté, přičemž u části populace se vyskytuje zbarvení červenobílé (Bouška et al. 2006). Výsledky kontroly mléčné užitkovosti skotu z roku 2016 ukazují, že v roce 2015 byla průměrná dojivost 8 537 kg, obsah tuku 3,85 %, obsah bílkovin 3,40 %, obsah laktózy 4,94 % (Kvapilík et al. 2016).

Ke své bakalářské práci jsem si vybrala dojnice holštýnky křížené s českým strakatým skotem: dojnici 1 číslo 296636 971 a dojnici 2 číslo 296807 971 - obě na 2. laktaci, dále dojnici 3 číslo 252778 971 a dojnici 4 číslo 252775 971, které se nacházely na 3. laktaci. V době výzkumu se první dvě dojnice nacházely na začátku druhé fáze laktace, zatímco druhé dvě dojnice se nacházely ve třetí fázi laktace.

4.2 Odběr vzorků

Odběr vzorků byl prováděn u čtyř krav v letním a zimním období na soukromém statku ve Staré vsi. Odběr byl prováděn pomocí speciální konve, ve které byly čtyři samostatné nádoby. Do nádob bylo dojené mléko postupně rozděleno na první dvě

a druhé dvě frakce. Mléko bylo v nádobách pečlivě promícháno a následně byl z každé nádoby odebrán vzorek pro laboratorní rozbor.

4.2.1 Stanovení obsahu mléčných složek a fyzikálně-chemických vlastností

Rozbor vzorků probíhal v laboratoři Mendelovy univerzity. Stanovení obsahu mléčných složek a ostatních fyzikálně-chemických vlastností mléka (hustota, sušina, BMM, voda) bylo prováděno na přístroji Julie C5. Vzorek mléka byl nalit do vzorkovnice, do vzorku se ponořily sací jehly a poté již probíhala automatická analýza vzorku.

4.2.2 Stanovení syřitelnosti a kvality syřeniny

Syřitelnost se stanovovala tekutým přírodním syřidlem živočišného původu značky Laktochym, které vyrábí firma Milcom a.s. Příprava syřidla probíhá tak, že dáme 5 ml syřidla do 25 ml baňky a doplníme destilovanou vodou na 25 ml.

Průběh měření probíhá pomocí odměrného válce, z kterého přidáme 50 ml mléka do Erlenmayerovy baňky. Mléko pak dáme vytemperovat na teplotu 35 °C a poté do mléka napipetujeme 2 ml roztoku syřidla. Okamžitě musíme spustit stopky nastavené na 20 sekund. V tomto čase musíme odebrat vzorek z mléka do kyvety a zasunout ho do nefelo-turbidimetrického snímače. Počkáme, dokud neuplyne zbývající čas na stopkách a ihned poté spustíme test v počítači. Ihned po zahájení testování syřitelnosti vložíme zbylý vzorek, který máme v Erlenmayerově baňce do termostatu, ve kterém je rovněž teplota 35 °C. Zde jej necháme po dobu 1 hodiny.

Kvalita syřeniny byla hodnocena po 60 minutové inkubaci zasýřeného mléka. Syřeninu jsem opatrně vyklopila z Erlenmayerovy baňky na Petriho misku a posuzovala vzhled syřeniny a syrovátky dle hodnotící tabulky. Vzhled syřeniny a syrovátky v jednotlivých třídách jakosti ukazuje tabulka č. 3.

Nefelo-turbidimetrický snímač pracuje na základě vysílání paprsku kyvetou. Působením syřidla se ve vzorku začnou tvořit vločky a tím je pak paprsek kyvetou propouštěn stále méně, dokud není vločkami zcela přerušen. V té chvíli je test ukončen, program zahlásí konec testu a zobrazí grafické znázornění průběhu a čas syřitelnosti.

Tabulka č. 3: Vzhled sýřeniny a syrovátky dle tříd jakosti (Šustová 2015)

Třída jakosti	Vzhled sýřeniny a syrovátky
1	Sýřenina je velmi dobrá , pevná, po vyklopení zachovává tvar. Syravátka je čirá, žlutozelené barvy.
2	Sýřenina je dobrá , je poněkud méně pevná, méně dobře zachovává tvar. Vylučování syrovátky není dokonalé, je bělavé, nazelenalé barvy.
3	Sýřenina je špatná , měkká, částečně nedrží pohromadě. Syravátka je mléčně bílá.
4	Sýřenina je velmi špatná , nedrží pohromadě. Syravátka je mléčně bílá.
5	Nezřetelné nebo žádné vylučování kaseinu.

4.3 Vyhodnocení a zpracování výsledků

Vyhodnocení výsledků bylo prováděno statistickými postupy.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Změny ve složení mléka

Ze základních složek mléka jsem se ve své práci zaměřila na množství mléka, tuk, bílkoviny, laktózu, tukuprostou sušinu a popel. Získané hodnoty jsem zpracovala do přiložené tabulky č. 4

Tabulka č. 4: Průměr vybraných ukazatelů: Množství mléka, tuku, bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny, popele a jejich změny v průběhu dojení v závislosti na dojnici a ročním období.

Faktor	Množství Mléka (l)	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Laktóza (%)	Tukuprostá sušina (%)	Popel (%)
1. frakce	1,78	1,80	3,08	4,59	8,36	0,68
2. frakce	1,90	2,85	3,10	4,63	8,42	0,69
3. frakce	1,73	4,65	3,08	4,61	8,38	0,69
4. frakce	1,46	7,10	3,11	4,66	8,48	0,70
dojnice č. 1	1,61	4,45	3,15	4,70	8,56	0,70
dojnice č. 2	1,56	3,83	3,07	4,59	8,35	0,68
dojnice č. 3	1,86	3,74	3,10	4,63	8,43	0,69
dojnice č. 4	1,83	4,38	3,05	4,56	8,30	0,68
Léto	1,74	3,61	2,98	4,45	8,11	0,66
Zima	1,69	4,59	3,20	4,79	8,71	0,72
Průměr	1,72	4,10	3,09	4,62	8,41	0,69

V tabulce č. 4 můžeme vidět změny v množství nadojeného mléka. V případě srovnání rozdílu mezi množstvím mléka na začátku a konci dojení byla zjištěna statisticky vysoká průkaznost ($P < 0,01$). Statisticky průkazný byl i vliv individuality dojnice ($P < 0,05$). Rozdíl mezi průměrnými hodnotami tuku na začátku a konci dojení byl statisticky vysoce průkazný ($P < 0,01$), i z hlediska ročního období byla v obsahu tuku zjištěna statisticky vysoká průkaznost. U bílkovin, laktózy a TPS byla zjištěna vysoká průkaznost u ročního období ($P < 0,01$). Statisticky průkazný vliv byl zjištěn u popele, konkrétně mezi hodnotami letního a zimního období.

V rámci tohoto výzkumu bylo prokázáno, že nejvýraznější změny probíhaly v hodnotách tuku, kdy hodnota narůstala od nejnižší (1,80 %) na velmi vysoké hodnoty (průměrně 7,10 %). Lze to vysvětlit tím, že tuk má možnost separovat se v mlékojemu

od ostatních složek, a proto je z mlékojemu vydojován z převážné části až v posledních fázích dojení. Tento zvyšující se obsah tuku během dojení je fyziologický, což potvrzuje Kouřimská a Kosinová (2007), Vaculíková et al. (2016), v jejichž výzkumu se hodnota mléčného tuku měnila z 3,99 % na začátku dojení až na 5,99 % na konci dojení a Gajdůšek (2003), který dodává, že od začátku do konce dojení vzrůstá obsah tuku z cca 2 % až na 10 %. Změny v obsahu tuku v průběhu dojení ve své práci popisuje i Mareš (2013), který ve svém experimentu zjistil, že se obsah tuku během procesu dojení měnil – z nižšího obsahu okolo 3,7 % hodnota narostla na cca 6,2 % tuku. Rozdíl v obsahu tuku v průběhu letního a zimního období činil v průměru 0,98 %, což může být způsobeno změnou skladby krmné dávky, jak uvádí Gajdůšek (2003).

Z pohledu individuality dojnic byly rozdíly viditelné. Dojnice číslo 1 a 4 měly průměrný obsah tuku vyšší oproti dojnicím číslo 2 a 3. Průměrný obsah tuku u dojnic se pohyboval okolo 4,10 %, což je ve srovnání s výsledky užitkovosti skotu z ročenky (Kvapilík et. al 2016) vyšší hodnota. Z hlediska průměrného obsahu tuku v mléce (3-5 %) jak uvádí Samková et. al (2012) je tato hodnota přiměřená.

K dalším změnám docházelo u bílkovin, laktózy a tukuprosté sušiny. Tyto složky mléka vykazovaly na začátku dojení nejnižší hodnoty, naopak na konci dojení došlo k navýšení hodnot. Toto zjištění není v souladu s výzkumem Vaculíkové et al. (2016), kteří ve své práci uvádějí, že u bílkovin, laktózy a tukuprosté sušiny došlo na konci dojení ke snížení hodnot, konkrétně o 0,49 % u TPS, u bílkovin o 1,19 % a u laktózy došlo ke snížení hodnoty o 0,26 %.

Další změny byly patrné u zimního období, kde se procentuální hodnota zvyšovala o 0,22 % oproti letnímu období. K podobnému nárůstu hodnot dospěli Velecká (2012), Velecká et al. (2014) a Gajdůšek (2003) a uvádí, že k poklesu bílkovin dochází během léta, avšak sezónní rozdíly se s postupným přechodem na celoroční krmení postupně snižují. Z hlediska individuality dojnic vykazovaly bílkoviny v mléce též jen malé změny, kdy u dojnice č.1 byl průměrný obsah bílkovin nejvyšší (3,15 %) oproti dojnici č. 4 s obsahem bílkovin 3,05 %. Průměrná hodnota bílkovin se u dojnic pohybovala okolo 3,09 %. Tato hodnota není v souladu s tvrzením Samkové et. al (2012), kteří uvádí, že průměrná hodnota bílkovin kravského mléka se pohybuje v rozmezí 3,2 – 3,5 %. Jak uvádí Kvapilík et. al (2016) z výsledků kontroly užitkovosti lze zjistit, že se průměrná hodnota bílkovin u skotu pohybuje okolo 3,40 %, což také není v souladu

s mým výzkumem. Ke snížení bílkovin může docházet vlivem různých faktorů, které jsou popsány výše.

5.2 Změny v technologických vlastnostech mléka

Průměr vybraných ukazatelů: hustota, voda, bod mrznutí, syřitelnost, kvalita sýřeniny je uveden v tabulce č. 5

Tabulka č. 5: Průměr ukazatelů týkajících se technologických vlastností mléka a jejich změny v průběhu dojení v závislosti na dojnici a ročním období.

Faktor	Hustota (kg/l)	Voda (%)	Bod mrznutí (°C)	Syřitelnost (sec)	Kvalita sýřeniny (třídy)
1. frakce	30,03	2,46	-0,520	141,38	2,00
2. frakce	29,42	1,24	-0,531	138,00	1,13
3. frakce	28,04	0,49	-0,540	132,13	1,38
4. frakce	26,55	0,25	-0,560	134,88	1,38
dojnice č. 1	29,22	1,02	-0,552	128,50	1,50
dojnice č. 2	28,36	2,00	-0,533	125,63	1,25
dojnice č. 3	28,72	0,66	-0,537	150,00	1,50
dojnice č. 4	27,74	0,76	-0,530	142,25	1,63
Léto	27,90	2,03	-0,514	127,88	1,69
Zima	29,12	0,19	-0,561	145,31	1,25
Průměr	28,51	1,11	-0,538	136,59	1,47

V tabulce č. 5 můžeme vidět výsledky měřených parametrů technologických vlastností mléka. Byl zjištěn statisticky vysoce průkazný rozdíl mezi hustotou mléka v první a poslední frakci ($P < 0,01$). Méně průkazný byl vztah hustoty k ročnímu období. Statisticky vysokou průkaznost vykazovaly změny v obsahu vody v průběhu frakcí a také změny v závislosti na ročním období ($P < 0,01$). Dále byla zjištěna vysoká průkaznost změn v hodnotách bodu mrznutí mléka ($P < 0,01$), konkrétně u pořadí frakce a ročního období. U syřitelnosti byl zjištěný statisticky neprůkazný vliv ($P > 0,05$) v závislosti na ročním období. Stejně tak tomu bylo i u kvality sýřeniny, kde byla navíc zjištěna i neprůkaznost vlivu frakce.

K patrným změnám došlo u hustoty, jejíž hodnota se s rostoucím obsahem tuku snižovala, což ve své práci zjistila i Javorová (2012) a Javorová et al. (2014), kde zjistili statisticky průkazný rozdíl. Rozdíly byly patrné i z hlediska individuality dojníc, kde u dojnice č. 1 byla zjištěna největší hustota mléka, zatímco u dojnice č. 4 byla naměřena hodnota nejmenší. Vliv mělo také roční období, kde je vidět, že průměrně vyšší hustota mléka se vyskytovala u mléka nadojeného v zimním období.

Obsah vody vykazoval velké změny vzhledem k obsahu tuku v mléce. U prvních dvou frakcí byla zjištěna přítomnost vody, což bylo způsobeno obsahem mléčného tuku, který se v těchto dvou frakcích vyskytoval ve velmi malém množství. Přístroj vyhodnotil vzorek tak, že byla do mléka přidána voda, jelikož byl nastavený na určitou hodnotu, kterou mléko z prvních dvou frakcí nedosahovalo. Nejvýraznější proměnlivost vody v mléce měla dojnice č. 2. Z hlediska ročního období je ve výsledcích patrný vyšší obsah vody v mléce v létě. Lze to zdůvodnit opět v souvislosti s obsahem mléčného tuku, který v letních měsících vykazoval nižší hodnoty.

Hodnoty bodu mrznutí se zjevně měnily v průběhu frakcí, kdy u 1. frakce byla hodnota BMM průměrně největší (-0,520), postupně docházelo ke snižování, až k poslední frakci, kde byla naměřena hodnota nejnižší (-0,560). Tuto tendenci snižování hodnoty zmiňují ve své práci i Vaculíková et. al (2016). Viditelné rozdíly hodnot BMM se vyskytovaly i z hlediska individuality dojníc, kdy u dojnice č. 1 jsem zaznamenala nejnižší průměrnou hodnotu (-0,552), zatímco u dojnice č. 4 byla hodnota BMM nejvyšší (-0,530). Výrazný vliv mělo i roční období, u kterého se průměrná hodnota v létě pohybovala okolo -0,514, zatímco v zimě byla hodnota BMM výrazně nižší (-0,561). Lze to vysvětlit tím, že se bod mrznutí odvíjí od procentuálních hodnot vody, která byla v letních měsících vyšší oproti zimním měsícům a dále od procentuálních hodnot obsahu tuku a bílkovin, které byly v letních měsících naopak nižší, než v zimním období. I procentuální výsledek tukuprosté sušiny, se v letním období její hodnota pohybovala též v nižších hodnotách než v zimním období.

Z výsledků syřitelnosti lze vidět pozvolný pokles doby v závislosti na pořadí frakce, což nesouhlasí s tvrzením Javorové et al. (2014), kteří ve své práci uvádí, že s rostoucí tučností mléka roste i doba potřebná k zasýření mléka. Nejdelší doba syřitelnosti 141,38 sec se vyskytovala u první frakce, naopak nejkratší hodnoty 132,13 sec dosahovala u třetí frakce. Z hlediska ročního období trvala syřitelnost déle v zimním období, konkrétně 145,31 sec. Nejrychlejší průměrná hodnota 125,63 sec byla naměřena

u dojnice č. 2, zatímco nejdéle trvající průměrná syřitelnost byla naměřena u dojnice č. 3.

Z hlediska kvality sýřeniny byly nejlepší výsledky u 2. frakce, kde se třída jakosti pohybovala okolo 1,13. Také v zimním období vykazovala průměrná hodnota lepší výsledky než v letních měsících. Z obrázku č. 1 a č. 2 lze vidět velmi dobré výsledky kvality sýřeniny v zimním období u prvních dvou dojnic. Zde byla průměrná hodnota třídy jakosti 1.

6 ZÁVĚR

V závěru této práce, která se zaměřovala na analýzu změn ve složení a technologických vlastnostech mléka v průběhu dojení, bych chtěla shrnout výsledky vlastního výzkumu. V létě a v zimě téhož roku byly shromážděny vzorky mléka získané dojením čtyř kusů dojnic. V průběhu dojení bylo množství nadojeného mléka rozdělováno do čtyř frakcí, kdy 1. frakce byla získána na začátku dojení, 2. a 3. v průběhu a 4. frakce na konci dojení. Průměrné hodnoty vzorků byly následující: množství mléka 1,72 kg, obsah tuku 4,1 %, obsah bílkovin 3,09 %, laktóza 4,62 %, tukuprostá sušina 8,41 %, popel 0,69 %, hustota 28,51 kg/l, voda 1,11 %, bod mrznutí -0,538 °C, syřitelnost 136,59 sec a kvalita sýřeniny 1,47. Na základě výsledků pokusu mohu konstatovat následující:

1. Skutečnost, zda bylo mléko získáno na začátku či konci dojení (frakce mléka), vysoce průkazně ovlivnila jeho množství, obsah tuku, hustotu, procento vody a bod mrznutí mléka. Neprůkazný vliv byl zaznamenán na obsah bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny, popela a dále jeho syřitelnost a kvalitu sýřeniny.

2. Individualita dojnice ovlivnila průkazně pouze množství nadojeného mléka, u všech zbývajících parametrů byl vliv neprůkazný

3. To, zda byly vzorky mléka získány v zimě či v létě, ovlivnilo průkazně obsah tuku, bílkovin, laktózy tukuprosté sušiny a popela. Rovněž průkazně byla ovlivněna hustota, procento vody a bod mrznutí mléka. Zbývajících sledovaných parametrů byly ovlivněny neprůkazně.

7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BOUŠKA, J. (ed.), 2006 : *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, ISBN 80-86726-16-9.

GAJDŮŠEK S., 2003: *Laktologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 80-7157-657-3.

GAJDŮŠEK, S., KLÍČNÍK, V., 1985: *Mlékařství*, Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 128 s.

GAJDŮŠEK S., KLÍČNÍK V., 1993: *Mlékařství*. 2.vyd. /. Brno: VŠZ, ISBN 80-7157-073-7.

JAVOROVÁ, J., 2010: *Vliv obsahu tuku na vybrané technologické vlastnosti mléka*. Bakalářská práce (in MS, dep. knihovna MENDELU v Brně), MZLU, Brno, Agronomická fakulta, Ústav chovu a šlechtění zvířat, vedoucí práce Ing. Daniel Falta, Ph.D.

JAVOROVÁ J., 2012: *Změna obsahu tuku v bazénových vzorcích mléka v průběhu roku a její vliv na technologické vlastnosti*. Brno, Diplomová práce, (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy univerzity v Brně) Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav chovu a šlechtění zvířat, vedoucí práce Ing. Daniel Falta, Ph.D.

JAVOROVÁ J., VELECKÁ M., FALTA D., ANDRÝSEK J., VEČEŘA M., STUDENÝ S., CHLÁDEK G., 2014: Vliv obsahu mléčného tuku na vybrané vlastnosti mléka dojnic českého strakatého skotu, s. 42-44, In: Sýkora V., Kuchtík J., Šustová K., *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XI.*, Brno 2014, Mendelova univerzita Brno, ISBN 978-80-7375-970-4

KLÍČNÍK, V., GAJDŮŠEK S., 1988: *Mlékařství: (návody do cvičení)*. Brno: VŠZ,

KOUŘIMSKÁ L., KOSINOVÁ R., 2007: *Když se mluví o kravském mléce*, *Náš chov*, 5/2007, 125 s, ISSN 0027-8068

KRATOCHVÍL, L. (ed.), 1987: *Výroba mléka*, Praha: Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR, 270 s.

KVAPILÍK J. (ed.), 2016: *Ročenka 2015 chov skotu v České republice*, Praha, 77s.

McCARTHY O. J., 2003: Physical and Physicochemical properties, s. 1812 – 1821. In **ROGINSKI H., FUQUAY J. W., FOX P. F.**: *Encyklopedia of dairy sciences*. Volume free. Academic Press, London, ISBN 0-12-227238-2.

MAREŠ J., 2013: *Změny ve složení kravského mléka v průběhu dojení*. Brno. Bakalářská práce, (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav chovu a šlechtění zvířat, vedoucí práce prof. Ing. Gustav Chládek, CSc.

MAREŠ J., 2015: *Parametry dojitelnosti a jejich vztah k množství, složení a technologickým vlastnostem kravského mléka*, Brno. Diplomová práce, (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy univerzity v Brně). Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav chovu a šlechtění zvířat, vedoucí práce prof. Ing. Gustav Chládek, CSc.

MARVAN F., 2003: *Morfologie hospodářských zvířat*. Vyd. 3. Praha: Česká zemědělská univerzita, ISBN 80-209-0319-4.

PAVLÍK A., SLÁMA P., 2015: *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. Druhé upravené vydání. Brno: Mendelova univerzita v Brně, ISBN 978-80-7509-317-2.

SAMBRAUS, Hans Hinrich, *Atlas plemen hospodářských zvířat: skot, ovce, kozy, koně, osli, prasata : 250 plemen*. Praha: Brázda, 2006. ISBN 80-209-0344-5.

SAMKOVÁ, E. (ed.), 2012: *Mléko: produkce a kvalita: Milk: production and quality : vědecká monografie*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, ISBN 978-80-7394-383-7.

SNÁŠELOVÁ J., MOTYČKOVÁ M., ZIKÁN V., 2009: Hustota mléka a smetany v závislosti na teplotě a obsahu tuku. *Mlékařské listy*, 113/114, 36 stran.

ŠUSTOVÁ K., 2012: Bod mrznutí, s. 151-160, In: **SAMKOVÁ E. a kol.**, *Mléko: Produkce a kvalita: Milk: production and quality: vědecká monografie*, České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012. ISBN 978-80-7394-383-7.

ŠUSTOVÁ K., 2015: *Mlékárenské technologie: (návody do cvičení)*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, ISBN 978-80-7509-248-9.

ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2013: *Mlékárenské technologie*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, ISBN 978-80-7375-704-5.

ŠUSTOVÁ K., PYTEL R., NEDOMOVÁ Š., KUMBÁR V., 2016: Syřitelnost mléka, s. 61-64, In: Sýkora V., Kuchtík J., Šustová K., Pytel R., *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XIII.*, Brno 2016, Mendelova univerzita Brno, ISBN 978-80-7509-412-4

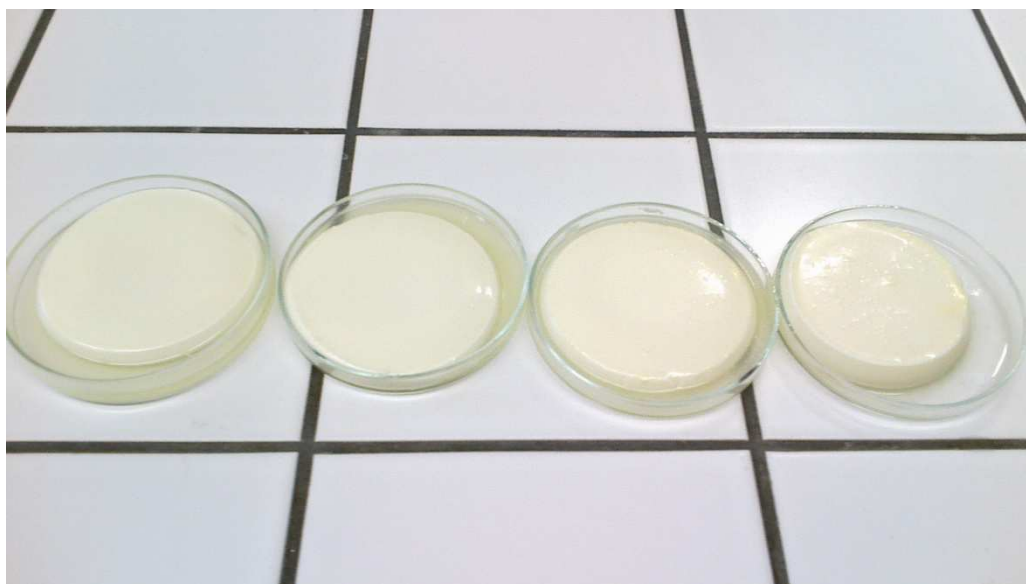
VACULÍKOVÁ M., MAREŠ J., CHLÁDEK G., 2016: Rozdíly v množství, složení a technologických vlastnostech mléka holštýnských dojnic získaného na začátku a konci dojení, s. 53-55, In: Sýkora V., Kuchtík J., Šustová K., Pytel R., *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XIII.*, Brno 2016, Mendelova univerzita Brno, ISBN 978-80-7509-412-4

VELECKÁ M., 2012: *Změna obsahu bílkovin v bazénových vzorcích mléka v průběhu roku a její vliv na technologické vlastnosti.* Brno, Diplomová práce, (nepubl., dep. Knihovna Mendelovy univerzity v Brně) Mendelova univerzita v Brně, Agronomická fakulta, Ústav chovu a šlechtění zvířat, vedoucí práce Ing. Daniel Falta, Ph.D.

VELECKÁ M., JAVOROVÁ J., FALTA D., VEČEŘA M., ANDRÝSEK J., CHLÁDEK G., 2014: Vliv obsahu vápníku a bílkovin mléka na syřitelnost a kvalitu sýřeniny v průběhu léta a podzimu, s. 45-47, In: Sýkora V., Kuchtík J., Šustová K., *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XI.*, Brno 2014, Mendelova univerzita Brno, ISBN 978-80-7375-970-4

WALSTRA P., 1993: The syneresis of curd, s. 141–191. In FOX, P. F.: *Cheese : chemistry, physics, and mikrobiology - Volume 1.*, General aspects. 2nd ed. Chapman & Hall, London, 601 s. ISBN 0-412-53500-9.

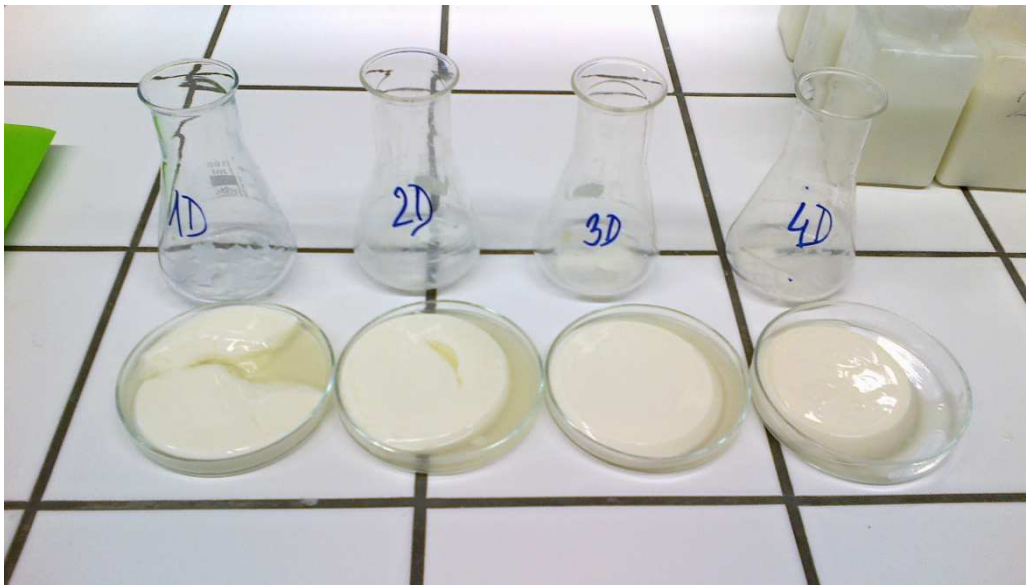
PŘÍLOHY



Obr.1 Vzhled sýřeniny u dojnice č. 1 ze vzorků odebíraných v zimním období (1.frakce vlevo až 4. frakce vpravo)



Obr.2 Vzhled sýřeniny u dojnice č. 2 ze vzorků odebíraných v zimním období



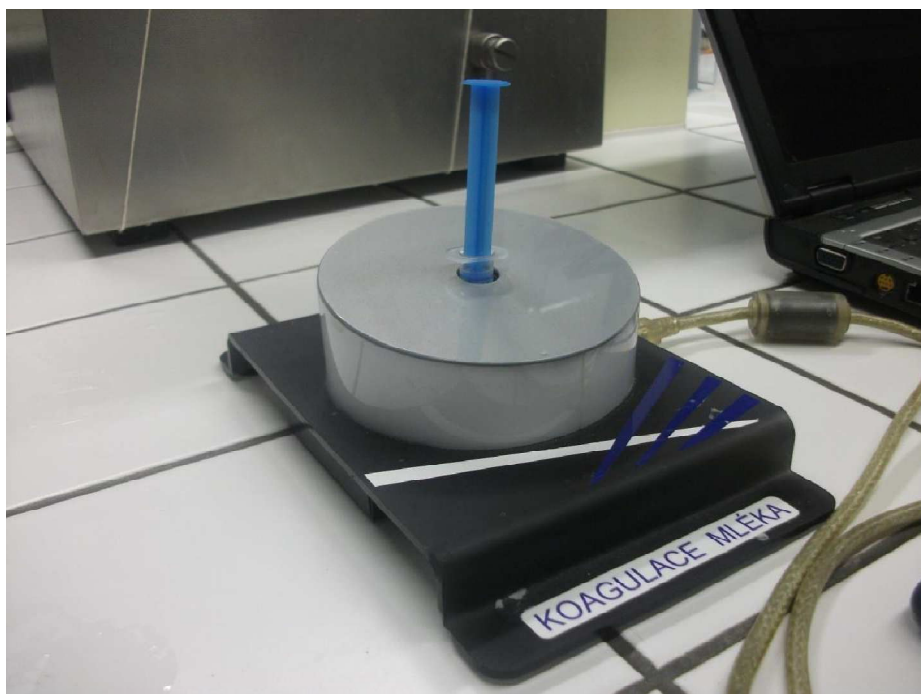
Obr.3 Vzhled sýřeniny u dojnice č. 3 ze vzorků odebíraných v zimním období



Obr.4 Vzhled sýřeniny u dojnice č. 4 ze vzorků odebíraných v zimním období



Obr.5 Přístroj na měření fyzikálně-chemických vlastností mléka Julie C5



Obr.6 Nefelo-turbidimetrický snímač, převzato z: Mareš J., Brno 2015, diplomová práce



Obr.7 Speciální konev na odběr jednotlivých frakcí mléka



Obr.8 Dojnice, u kterých byly odebírány vzorky mléka