

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**HANA ŽIVOTSKÁ**



**Vztah mezi obsahem vápníku, složením  
a technologickými vlastnostmi mléka krav v průběhu  
roku**

Bakalářská práce

*Vedoucí práce:*  
Ing. Daniel Falta, Ph.D.

*Vypracovala:*  
Hana Životská



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce: Hana Životská  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Obor: Technologie potravin

Vedoucí práce: Ing. Daniel Falta, Ph.D.

Název práce: **Vztah mezi obsahem vápníku, složením  
a technologickými vlastnostmi mléka krav v průběhu  
roku**

Zásady pro vypracování:

1. Autorka nastuduje doporučenou literaturu a sepiše přehled na zadané téma.
2. Vybranými technologickými vlastnostmi budou: pH, SH, hustota, obsah sušiny, syřitelnost a kvalita sýřeniny.
3. Autorka provede vlastní analýzu vzorků mléka o různém obsahu vápníku.
4. Veškerá data budou zpracována do přehledných tabulek a grafů a statisticky vyhodnocena dle běžných matematicko-statistických metod.

Rozsah práce: 30 - 40 stran

Literatura:

1. GAJDŮŠEK, S. *Laktologie*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 78 s. ISBN 80-7157-657-3.
2. BOUŠKA, J. a kol. *Chov dojeného skotu*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 2006. 186 s. ISBN 80-86726-16-9.
3. VELÍŠEK, J. *Chemie potravin. : 1. 2. vyd.* Tábor: OSSIS, 2002. 331 s. ISBN 80-86659-00-3.
4. *Náš chov*. ISSN 0027-8068.
5. ZADRAŽIL, K. *Mlékařství : (přednášky)*. 1. vyd. Praha: ČZU, 2002. 127 s. ISBN 80-86642-15-1.
6. ROGINSKI, H. -- FUQUAY, J W. *Encyclopedia of dairy sciences : Volume one*. London: Academic Press, 2003. 557 s. ISBN 0-12-227235-8.

Datum zadání: říjen 2014

Datum odevzdání: duben 2016

**Hana Životská**  
Autorka práce

**Ing. Daniel Falta, Ph.D.**  
Vedoucí práce

**prof. Ing. Ladislav Máchal, DrSc.**  
Vedoucí ústavu

**doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.**  
Děkan AF MENDELU

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci Vztah mezi obsahem vápníku, složením a technologickými vlastnostmi mléka krav v průběhu roku vypracovala 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 *Směrnicí 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**

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu Ing. Danielu Faltovi, Ph.D. za odbornou pomoc a rady při vypracování této bakalářské práce. Mé poděkování patří též slečnám Ing. Janě Javorové a Ing. Mileně Velecké za pomoc při zpracování vzorků mléka v laboratoři. Dále bych chtěla poděkovat Školnímu zemědělskému podniku Žabčice za poskytnutí vzorků mléka k laboratorní analýze. V neposlední řadě chci poděkovat svým blízkým za podporu, kterou mi po celou dobu psaní práce poskytovali.

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se věnuje vztahu mezi obsahem vápníku, složením a technologickými vlastnostmi kravského mléka v průběhu roku.

Do literárního přehledu byly uvedeny získané informace o kravském mléce, jeho složení a o jeho vlastnostech, které byly v rámci této práce sledovány.

Vzorky k laboratorní analýze byly získány od dojnic holštýnského plemene a to ze Školního zemědělského podniku Žabčice. Tyto vzorky byly odebírány v průběhu celého roku (od 29. 10. 2014 do 28. 7. 2015). Naměřené hodnoty vybraných parametrů byly vyhodnoceny a zpracovány do tabulek a grafů. Statisticky ověřené výsledky poukazují, že na obsah sledovaných složek mléka a jeho vlastnosti působí kromě jiných faktorů i roční období (obsah vápníku v létě dosahoval hodnoty v průměru 1,18 g/l a v zimě 1,28 g/l). Rovněž byla prokázána pozitivní korelační závislost a to například mezi obsahem bílkovin a obsahem vápníku ( $r = 0,36$ ), obsahem bílkovin a hustotou ( $r = 0,88$ ) či mezi obsahem laktózy a hustotou ( $r = 0,95$ ).

**Klíčová slova:** mléko, vápník, syřitelnost, kvalita sýřeniny, hustota, obsah sušiny, aktivní kyselost, titrační kyselost.

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis is focused mainly on summary of calcium content, composition and technological properties of cow milk during a year.

Into the literary review were given the information about the cow's milk and its structure and of its characteristics, which were observed in this work.

Samples for laboratory analysis were obtained from cows of Holstein breed, namely from University Farm in Žabčice. These samples were collected during the whole year (from October 29<sup>th</sup> 2014 to July 28<sup>th</sup> 2015). Measured values of selected parameters were evaluated and processed into tables and graphs. Statistically verified results indicates that the content of the monitored components of milk and its technological characteristics besides other factors also the season (in the summer calcium content achieved values on averaged 1,18 g/l and 1,28 g/l in the winter). Moreover, it was demonstrated a positive correlation dependence, between protein and calcium ( $r = 0,36$ ), protein and density ( $r = 0,88$ ) or between lactose and density ( $r = 0,95$ ) for instance.

**Keywords:** milk, calcium, rennet coagulation time, quality of curd, density, solids content, active acidity, titratable acidity.



## **OBSAH:**

<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>2 CÍL PRÁCE.....</b>	<b>11</b>
<b>3 LITERÁRNÍ PŘEHLED .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Kravské mléko .....</b>	<b>12</b>
3.1.1 Mléčná žláza krávy, stavba a její funkce .....	13
3.1.2 Sekrece, shromažďování a spouštění mléka .....	14
<b>3.2 Základní chemické složení kravského mléka.....</b>	<b>15</b>
3.2.1 Dusíkaté látky.....	15
3.2.2 Mléčný tuk .....	17
3.2.3 Mléčný cukr .....	18
3.2.4 Minerální látky .....	18
3.2.5 Ostatní složky.....	20
<b>3.3 Vápník v mléce.....</b>	<b>21</b>
3.3.1 Formy vápníku .....	21
3.3.2 Vlivy působící na obsah vápníku v mléce.....	23
<b>3.4 Vybrané technologické vlastnosti mléka .....</b>	<b>24</b>
3.4.1 Syřitelnost mléka a kvalita sýřeniny .....	24
3.4.2 Hustota mléka.....	26
3.4.3 Aktivní kyselost mléka (pH) .....	26
3.4.4 Titrační kyselost mléka (SH) .....	27
3.4.5 Obsah sušiny .....	28
<b>4 MATERIÁL A METODIKA .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1 Použitý materiál.....</b>	<b>30</b>
<b>4.2 Použitá metodika .....</b>	<b>30</b>
4.2.1 Stanovení syřitelnosti a kvality sýřeniny .....	31
4.2.2 Stanovení SH a pH.....	32
4.2.3 Stanovení základních složek .....	33
4.2.4 Stanovení obsahu vápníku.....	33
<b>5 VÝSLEDKY A DISKUSE.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1 Vliv ročního období na obsah vápníku .....</b>	<b>35</b>
<b>5.2 Vliv ročního období na obsah bílkovin.....</b>	<b>36</b>
<b>5.3 Vliv ročního období na obsah tuku .....</b>	<b>38</b>
<b>5.4 Vliv ročního období na obsah laktózy .....</b>	<b>39</b>
<b>5.5 Vliv ročního období na syřitelnost .....</b>	<b>40</b>

5.6 Vliv ročního období na hustotu mléka.....	40
5.7 Vliv ročního období na titrační kyselost.....	41
5.8 Vliv ročního období na aktivní kyselost .....	42
6 ZÁVĚR .....	44
7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	45
8 SEZNAM TABULEK.....	51
9 SEZNAM OBRÁZKŮ .....	52

# 1 ÚVOD

Mléko je potravina, která se stala součástí lidské stravy již před několika tisíci lety. Celosvětově je nejvíce využíváno mléko kravské (GAJDŮŠEK, 2003). V České republice je rovněž na prvním místě kravské mléko, avšak v poslední době je patrný zvýšený zájem o ovčí nebo kozí mléko (BUŇKA et al., 2013).

Současná spotřeba konzumního mléka se v ČR pohybuje kolem 60 kg na osobu a rok. Předpokládaná výroba mléka po roce 2015 dozná mírného poklesu v důsledku zrušení mléčných kvót (SAMKOVÁ et al., 2012).

Kravské mléko je jednou z nejvyváženějších potravin, což z něj činí velmi hodnotnou složku výživy jak pro dospělou tak i dětskou populaci (SAMKOVÁ et al., 2012). Mléko je bohatým zdrojem plnohodnotných živočišných bílkovin, lehce stravitelného mléčného tuku, cenného mléčného cukru, vitamínů (A, B) a minerálních látek (FERNANDES, 2009). Paradoxně je to důvod, který z mléka činí snadno náchylnou surovinu k mikrobiálnímu růstu, ten však může být potlačen řádnou technologií ustájení, krmení, dojení a zpracování mléka (DOLEŽAL et al., 2000; FERNANDES, 2009). Z minerálních látek je nejdůležitější především obsah vápníku, fosforu a hořčíku (KAVINA, 1996). Vápník je v mléce zastoupen ve vysoké koncentraci (1200 mg.l<sup>-1</sup> mléka) a je významný také pro svoji vysokou využitelnost z mléka, která může být až trojnásobná oproti jiným zdrojům (CASHMAN, 2003). Rovněž má obrovský význam, proto se v současnosti ověřují jeho možné preventivní účinky proti civilizačním chorobám (KVASNIČKOVÁ, 1998).

Mimo základní obsahové složky mléka (laktóza, bílkoviny, tuk) je kladen důraz na parametry, které se řadí mezi technologické či fyzikální a chemické vlastnosti mléka, náležící do skupiny jakostních ukazatelů mléka (SAMKOVÁ et al., 2012). Mezi tyto vlastnosti patří i ty, které byly v rámci této práce sledovány v průběhu celého roku (syřitelnost, kvalita syřeniny, hustota, obsah sušiny, titrační a aktivní kyselost).

Za pomoci matematicko-statistických metod se tato práce bude snažit mezi výše uvedenými parametry najít prokazatelný vztah, ať už pozitivní či negativní. Zároveň budou zaznamenány a následně vyhodnoceny změny sledovaných parametrů v rámci jednotlivých ročních období.

## **2 CÍL PRÁCE**

Cílem této bakalářské práce bylo zhodnocení vztahu mezi obsahem vápníku, složením a technologickými vlastnostmi kravského mléka v průběhu celého roku. Sledovanými faktory byla syřitelnost, kvalita sýřeniny, hustota, obsah sušiny, aktivní a titrační kyselost.

Dalším cílem této práce bylo vytvořit ucelený souhrn informací o složení kravského mléka s podrobnějším zaměřením na vápník.

Tato práce rovněž zahrnovala laboratorní analýzy vzorků mléka s následným vyhodnocením dosažených výsledků a jejich porovnání s hodnotami zjištěnými z literárních pramenů.

## 3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 3.1 Kravské mléko

Mléko je biologická tekutina bílé či mírně nažloutlé barvy s charakteristickou nasládlou a čistě mléčnou chutí (JELÍNEK et al., 2003).

Představuje složitý disperzní systém s různým stupněm disperze jednotlivých složek (VELÍŠEK, 2002a). Složky mléka se vyskytují ve třech fázích: emulzní, molekulární a koloidní. Nízkomolekulární látky (mléčný cukr, většina minerálních látek, vitamíny rozpustné ve vodě, volné aminokyseliny a plyny) vytvářejí pravé roztoky a jsou tedy přítomné v molekulární disperzi. Mléčné bílkoviny jsou ve formě koloidního roztoku a mléčný tuk společně s fosfolipidy, steroly, vitamíny rozpustnými v tucích a s volnými mastnými kyselinami tvoří v mléce fázi emulzní (JELÍNEK et al., 2003; VELÍŠEK, 2002a).

Z fyziologického hlediska je mléko považováno za sekret mléčné žlázy dojníc, jehož primární funkcí je zajistit výživu narozeného telete (TEUBNER et al., 1998; KAVINA, 1996).

Mléko je u savců v jejich prvním období života jedinou potravinou a proto musí obsahovat složky, které mladý organismus nezbytně potřebuje pro svůj zdravý růst a vývoj. Z nutričního hlediska jsou nejdůležitější složkou mléka mléčné bílkoviny, tuk, sacharidy, minerální látky a vitamíny (JELÍNEK et al., 2003). Další látky obsažené v mléce plní především fyziologické funkce. Jde o imunoglobuliny, antimikrobiální látky, enzymy a jiné biologicky aktivní látky (hormony a růstové faktory) (FOX et al., 2000).

Neocenitelný význam má mléko i v lidské výživě, protože obsahuje v dostatečném množství a optimálně vyváženém poměru všechny výživné a esenciální látky (JELÍNEK et al., 2003; MICHLOVÁ et al., 2012). Jde o jednu z nevyváženějších potravin, která je lehce stravitelná. Je významným zdrojem vápníku, má detoxikační vliv při otravách a přítomná kyselina orotová snižuje hladinu cholesterolu (SAMKOVÁ et al., 2012; MICHLOVÁ et al., 2012).

Jako součást denní stravy je zejména u obyvatel vyspělých zemí. Celosvětově jeho význam i spotřeba roste, určité omezení představuje nesnášenlivost na mléčný cukr (laktózová intolerance) či alergie na mléčnou bílkovinu (kasein).

Mléko představuje v potravinářském průmyslu cennou komoditu, ale na druhou stranu se rovněž stalo i terčem mnoha mýtů a nepravd (KALACH, 2003).

### 3.1.1 Mléčná žláza krávy, stavba a její funkce

Vývoj mléčné žlázy neboli mamogeneze je proces, kterého se účastní hormony estrogenu a progesteronu. Estrogeny uplatňují svůj vliv na vývoj tubulární složky parenchymu mléčné žlázy a progesteron působí na vývoj alveolární složky parenchymu mléčné žlázy. Ke značnému růstu a vývoji jednotlivých částí mléčné žlázy dochází u dojnice v období její pohlavní dospělosti. Vývoj mléčné žlázy je dokončen až v průběhu samotné gravidity (PAVLÍK a SLÁMA, 2011).

Mléčná žláza (vemeno) krav je orgán, který vznikl modifikací kůže a jejíž hlavní funkcí je nasycení narozených mláďat živinami, protilátky, vodou a mnoha dalšími důležitými látkami. Díky vlivu domestikace a řadě zootechnických opatření se mléčná žláza skotu postupně vyvinula ve vysoce produkční orgán, který se stal jedním ze zdrojů výživy pro člověka (MARVAN et al., 2011; FRANDSON et al., 2009).

Leží ve spodině břicha ve stydké krajině a svým kraniálním okrajem zasahuje až k oblasti pupku, kaudálně pak do mezinoží (TANČIN a TANČINOVÁ, 2008). Povrch vemene je pokryt tenkou, řídkou ochlupenou kůží, která obsahuje mazové, potní žlázy a prominující krevní cévy. Vemeno je rozděleno na pravou a levou polovinu pomocí mezivemenné brázdy. Obě poloviny jsou dále rozděleny na přední a zadní čtvrtky pomocí příčných brázd (DOLEŽAL et al., 2000). Tyto čtvrtky jsou ventrálně zakončené struky s tupě zaobleným hrotem, kde leží strukový kanálek, který je opatřen svěračem z hladké svaloviny (URBAN et al., 1997). Struk vemene skotu představuje útvar, který je 5 - 10 cm dlouhý a 2,5 - 3,0 cm široký. Na strucích je kůže tlustší, bezchlupá a suchá, což je způsobeno chybějícími mazovými i potními žlázami (PAVLÍK a SLÁMA, 2011).

Podstatou každé čtvrtky vemene je žláznaté těleso (*corpus mammae*), které se skládá z vlastní výkonné tkáně, tj. žláznatého parenchymu, jehož lalůčky se spojují pomocí vmezeřeného vaziva (DOLEŽAL et al., 2000).

U krav bylo vemeno vyšlechtěno v mohutný orgán, jehož průměrná hmotnost se u mléčných plemen pohybuje kolem 20 - 25 kg. Vzhledem k této hmotnosti je vemeno upevněno na břišní stěnu a pánev pomocí závěsného aparátu (MARVAN et al., 2011; FRANDSON et al., 2009).

### 3.1.2 Sekrece, shromažďování a spouštění mléka

Složitý fyziologický proces sekrece, shromažďování a spouštění mléka se označuje jako laktace. Vymezuje období od porodu mláděte (otelení) do zaprahnutí tedy do okamžiku kdy byla ukončena sekrece mléka. U skotu je tento časový úsek dlouhý zhruba 10 měsíců (PAVLÍK a SLÁMA, 2011).

Sekrece zahrnuje tvorbu mléka, která probíhá v buňkách sekrečního epitelu mléčné žlázy, ale také zahrnuje jeho přemístění do dutin alveolů a tubulů, což se označuje jako vlastní sekrece (JELÍNEK et al., 2003; DOLEŽAL et al., 2000).

Shromažďování mléka ve vemeni má kontinuální charakter, což znamená, že se nejdříve mlékem naplní sekreční alveoly, sekreční tubuly a poté postupně vývodné cesty a mléčné cisterny. Mléko, které je po sekreci shromažďováno v alveolách, se nazývá alveolární, mléko v mlékovodech a mléčné cisterně pak cisternové (PAVLÍK a SLÁMA, 2011).

Spouštění mléka je založeno na pasivním uvolňování cisternového mléka na počátku dojení a aktivním vylučování alveolárního mléka působením hormonálních mechanismů, na kterých se podílí hormon oxytocin. Aby se během spouštění mléka dosáhlo co nejlepšího výsledku, je důležitá znalost fyziologie spouštění (JELÍNEK et al., 2003). Při překonání napětí svěrače strukového kanálu bude uvolněno z mléčné žlázy mléko cisternové. Pro získání mléka alveolárního musí být překonána síla, která toto mléko zadržuje (PAVLÍK a SLÁMA, 2011). Uvolnění mléka z alveolů je zabezpečeno smrštěním myoepiteliálních buněk alveolů vemene na jejichž řízení se podílí neurohumorální reflex vypuzování mléka tzv. ejekční reflex. Při podráždění mléčné žlázy je do krve vyplavován hypofyzární hormon oxytocin, který se pomocí krevního oběhu dostane do mléčné žlázy, kde působí na myoepiteliální buňky, což vede k ejekci mléka (JELÍNEK et al., 2003). K ejekčnímu reflexu obvykle dochází při podráždění struku během jeho sání mláďaty nebo dojícím zařízením. Doba působení na struk je zhruba 3 - 10 minut, kdy většina mléka je vyloučena už v prvních 2 - 3 minutách (PAVLÍK a SLÁMA, 2011).

Jakýkoliv negativní vjem (strach, bolest) má za následek uvolnění hormonu adrenalinu, který vyvolává stah krevních kapilár, což v důsledku nedostatečného přísunu oxytocinu okamžitě ukončí ejekci mléka (MARVAN et al., 2011).

Uvádí se, že pro syntézu 1 litru mléka musí mléčnou žlázou projít až 500 litrů krve, od čehož se odvíjí značné nároky na prokrvení tohoto orgánu, které

zprostředkovává zevní stydká tepna, která se dále větví na kraniální a kaudální vemennou tepnu. Ty se postupně větví až na kapiláry, které obklopují alveoly a tak je dosaženo intenzivního prokrvení (JELÍNEK et al., 2003).

### 3.2 Základní chemické složení kravského mléka

Kravské mléko je složeno z vody, sušiny a plynů (TAMIME, 2007). Základními složkami tukuprosté sušiny jsou mléčné bílkoviny, mléčný cukr (laktóza), nebílkovinné dusíkaté látky, minerální látky, vitamíny, enzymy, hormony (prolaktin, somatotropin) a buněčné elementy (FRANDSON et al., 2009). Další složkou mléka je mléčný tuk, který je charakteristický pouze pro mléko, stejně tak jako laktóza, kasein a některé bílkoviny mléčného séra. Ostatní složky obsažené v mléce jsou přítomny i v jiných biologických tekutinách (DRBOHLAV a VODIČKOVÁ, 2001).

Variabilitu v zastoupení jednotlivých složek ovlivňuje především plemenná příslušnost dojnice, individualita dojnice, zdravotní stav, výživa, stádium laktace, pořadí laktace a věk dojnice (WALSTRA et al., 2006).

**Tab. 1** Základní složení mléka (OBERMAIER a ČEJNA, 2013).

Složka	Průměrný obsah (%)
voda	87,0
sušina	13,0
tuk	4,2
bílkoviny	3,2
laktóza	4,8
minerální látky	0,8

#### 3.2.1 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky (hrubé bílkoviny) v mléce tvoří čisté bílkoviny a nebílkovinné dusíkaté látky (ZADRAŽIL, 2002). Tyto látky udávají mléku jeho základní fyzikální a chemické vlastnosti a některé z nich se navíc podílejí na zvyšování nutriční hodnoty mléka. Určité dusíkaté látky mají dokonce biologické funkce (imunoglobuliny, enzymy). Z hlediska technologického jsou z těchto látek nejdůležitější bílkoviny (SMIT, 2003).



Bílkoviny mléka se obvykle stanovují po jeho mineralizaci Kjeldahlovou metodou a zjištěný obsah dusíku se přepočítává na procentické zastoupení hrubých bílkovin pomocí faktoru 6,38 (CHANG, 2010).

Čistá bílkovina mléka se skládá z bílkovin kaseinových (78 %) a syrovátkových (17 %) (WALSTRA et al., 2006).

Kasein tvoří převážnou část bílkovin mléka a podle chemického charakteru ho řadíme mezi fosfoproteiny. Jde o komplexy frakcí fosfoproteinů, které jsou uspořádány do kaseinových micel a k jejich syntéze dochází v mléčné žláze (URBAN et al., 1997). Základními frakcemi kaseinu jsou  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$ , a  $\kappa$ -kasein, jiné frakce kaseinu se považují za deriváty (VELECKÁ et al., 2014). Všechny kaseinové frakce jsou citlivé na přítomnost vápníku v mléce, výjimku tvoří  $\kappa$ -kasein, který ostatní frakce chrání před vysrážením (URBAN et al., 1997). Kasein je možné vysrážet okyselením mléka na pH 4,6 pomocí zředěné kyseliny při teplotě 20 °C nebo přidávkem syřidla do mléka, které rozštěpí  $\kappa$ -kasein. Vlivem toho  $\kappa$ -kasein ztrácí svůj ochranný vliv na ostatní frakce a proto dojde k jejich vysrážení ve formě vápenatých solí. Oba dva způsoby se používají při výrobě sýrů (FOX et al., 2000; TEUBNER et al., 1998).

Syrovátkové bílkoviny jsou globulární bílkoviny, které zůstávají v syrovátce (roztoku) během vysrážení kaseinu při pH 4,6 (TAMIME, 2007). Tyto bílkoviny mají vyšší nutriční hodnotu než kasein a z čistých bílkovin mléka zabírají asi 17 - 20 %. Do skupiny syrovátkových bílkovin řadíme  $\beta$ -laktoglobulin,  $\alpha$ -laktalbumin, sérový albumin, imunoglobuliny a proteózo-peptony (URBAN et al., 1997).

Nebílkovinné dusíkaté látky jsou převážně produkty metabolismu a obecně jde o látky, které zůstanou v roztoku po vysrážení veškerých bílkovin mléka pomocí 12% kyseliny trichlóroctové. V mléce, které pochází od zdravé dojnice se koncentrace těchto látek pohybuje kolem 250 - 350 mg dusíku v 1 litru mléka (GAJDŮŠEK, 2003). Hlavní podíl z těchto látek v mléce tvoří močovina. Z ostatních látek zastoupených v menším množství se uvádějí volné aminokyseliny, kyselina močová, kreatin, kreatinin, kyselina orotová, amoniak a nukleotidy (ZADRAŽIL, 2002).

Mezi faktory působící na obsah a složení dusíkatých látek v mléce patří plemeno, které má vliv mimo složení i na technologické vlastnosti mléka, především na syřitelnost (GAJDŮŠEK, 2003). Dalším faktorem je stadium laktace, kdy nejnižší množství bílkovin připadá na období ve vrcholu laktační křivky. Naopak ke konci laktace se obsah bílkovin postupně zvyšuje (SAMKOVÁ et al., 2012). Zdravotní stav

dojnice rovněž ovlivňuje obsah bílkovin v mléce, neboť při onemocnění dochází ke zvýšení hladiny syrovátkových bílkovin, především imunoglobulinů. Avšak také dochází k poklesu obsahu kaseinu, což má negativní vliv na syřitelnost mléka (ZADRAŽIL, 2002). Dalším faktorem je roční období, které úzce souvisí s výživou dojnice (druh a množství krmiva). Kravské mléko je po stránce obsahu bílkovin nejstabilnější v prosinci, lednu a únoru. Naopak k nejvyššímu kolísání dochází v letním období (SAMKOVÁ et al., 2012).

### 3.2.2 Mléčný tuk

Tuk je v mléce ve formě emulze, jde o typ emulze: „*olej* (tukové kapénky) *ve vodě*“ (mléčná plazma) (SAMKOVÁ et al., 2012). Charakteristickou vlastností mléčného tuku je ta, že se jeho převážná část v mléce nachází v podobě tukových kapének, jejichž velikost se pohybuje v rozmezí 0,1 - 22  $\mu\text{m}$  (WALSTRA et al., 2006). Tyto kapénky jsou na povrchu chráněné dvojitou membránou, která je složená z lipofilní (nepolární) a hydrofilní (polární) vrstvy. Lipofilní část membrány směřuje do vnitřní části tukové kapénky a je složena z triacylglycerolů (z celkových tuků mléka tvoří až 98 %), cholesterolu, karotenoidů a vitamínů rozpustných ve vodě. Hydrofilní vrstva obsahuje bílkovinné složky (albumin, globulin a kasein) (ZADRAŽIL, 2002). Tato fosfolipidová membrána podporuje stabilitu tukových kapének a zabraňuje jejich vzájemnému splynutí (SAMKOVÁ et al., 2012). Další důležitou složkou mléčného tuku jsou mastné kyseliny. Z nenasycených mastných kyselin, vázaných ve fosfolipidech, tvoří největší podíl olejová a arachová, z nasycených mastných kyselin je to kyselina palmitová, stearová a myristová (WALSTRA et al., 2006; LAW a TAMIME, 2010). Součástí mléčného tuku je rovněž řada doprovodných látek. Patří k nim steroly (cholesterol), karotenoidy a vitamíny rozpustné v tucích (JELÍNEK et al., 2003).

Mléčný tuk je velmi důležitý ve výživě člověka, neboť je významným zdrojem energie, esenciálních mastných kyselin (linolová, linolenová) a lipofilních látek (lipofilní vitamíny, hormony a cholesterol) (SAMKOVÁ et al., 2012).

Mezi vlivy, které ovlivňují množství a složení mléčného tuku řadíme zejména: metabolické změny trávení v předžaludcích, produkční onemocnění dojnice, stadium laktace, plemennou příslušnost (GAJDŮŠEK, 2003). Rovněž je důležité složení krmné dávky, především zastoupení vlákniny, neboť její nedostatek je spojen s poklesem

obsahu tuku. Snížení obsahu tuku také souvisí s přechodem na pastvu a s aplikováním letní krmné dávky (DOLEŽAL et al., 2000).

**Tab. 2** Složení mléčného tuku (SAMKOVÁ et al., 2012).

Složka	Průměrný obsah (%)
<b>Triacylglyceroly</b>	95,80
<b>Diacylglyceroly</b>	2,25
<b>Monoacylglyceroly</b>	0,08
<b>Fosfolipidy</b>	1,11
<b>Cholesterol</b>	0,48
<b>Volné mastné kyseliny</b>	0,28

### 3.2.3 Mléčný cukr

Převažujícím sacharidem mléka je redukující disacharid laktóza, která tvoří 90 % sacharidů mléka (SAMKOVÁ et al., 2012). Laktóza je složená z glukózy a galaktózy. Ostatní sacharidy (např. glukóza, galaktóza, fruktóza, oligosacharidy) jsou v mléce přítomny pouze ve stopovém množství (FOX a MCSWEENEY, 1998). Laktóza je sacharid, jehož přirozený výskyt je limitován pouze na mléko a mléčné výrobky, neboť je syntetizován pouze mléčnou žlázou (SAMKOVÁ et al., 2012). V 1 litru kravského mléka se její obsah pohybuje v rozmezí 47 - 52 g. V mléce je tento cukr rozpuštěn v přítomné vodě a dodává tak mléku typicky nasládlou chuť (JELÍNEK et al., 2003). Spolu s ostatními rozpustnými složkami (sodík, draslík, chloridové ionty) se podílí na udržování osmotického tlaku v mléce (FOX a MCSWEENEY, 1998).

Obsah laktózy v mléce nekolísá moc často, avšak výrazný pokles je charakteristický při zhoršení zdravotního stavu mléčné žlázy dojnice, zejména při mastitidách (infekce vemene), které patří mezi nejčastější, neproblematičtější a ekonomicky nejnáročnější onemocnění v chovu dojnic (DOLEŽAL et al., 2000; TANČIN a TANČINOVÁ, 2008).

### 3.2.4 Minerální látky

Minerálními látkami v mléce označujeme prvky, které zůstávají ve vzorku mléka po úplné oxidaci organického podílu na oxid uhličitý, vodu aj. (VELÍŠEK, 2002b).

V mléce jsou přítomny v různé formě (CASHMAN, 2003). Jednak v mléčném séru ve formě roztoku či koloidní suspenze (vápník, fosfor) a jednak jsou vázané na některé organické sloučeniny mléka (bílkoviny, tuk, sacharidy a nukleové kyseliny). Tyto jednotlivé formy jsou mezi sebou ve vzájemných rovnováhách, ale rovněž i v rovnováze vzhledem k dalším složkám mléka (DRBOHLAV a VODIČKOVÁ, 2001; WARD a CARPENTER, 2010). Minerální látky jsou do mléka přenášeny z krve a jejich obsah v mléce se pohybuje kolem 7 g v 1 litru a to ve formě popelovin (FOX et al., 2000).

Z nutričního hlediska zastoupení jednotlivých minerálních látek spolu s laktózu v mléce ovlivňuje osmotický tlak (OTTER, 2003). Dále působí na koncentraci vodíkových iontů a na stupeň bobtnání koloidů (TAMIME, 2007). Rovněž plní funkci aktivátorů enzymů nebo alespoň jejich složek, podílejí se na udržení acidobazické rovnováhy (pH) v mléce (draslík, sodík, vápník) a jsou důležité pro strukturu a stabilitu kaseinových micel (VELÍŠEK, 2002b).

Kravské mléko je významným zdrojem majoritních (sodík, draslík, chlór, vápník, fosfor, hořčík) a minoritních (železo, zinek, mangan, jód, měď) prvků (LAW a TAMIME, 2010).

Majoritní prvky mají fyziologický význam, tudíž plní řadu funkcí v organismu. Udržování osmotického tlaku a acidobazické rovnováhy je úkol sodíku a draslíku. Hořčík se účastní metabolických dějů, působí jako aktivátor enzymů a společně s vápníkem působí na permeabilitu buněčných membrán a dráždivost buněk. Vápník plní v organismu především funkci stavební, v menší míře má vliv na nervovou a svalovou činnost, srážlivost krve a na aktivitu určitých enzymů. Fosfor má rovněž funkci stavební, ale také aktivační, regulační a katalytickou (WALSTRA et al., 2006; SAMKOVÁ et al., 2012).

Minoritní prvky mají především funkci katalyzátorů v chemických reakcích. Některé z nich jsou významné i po stránce nutriční. Významnou roli v jejich obsahu v mléce hraje stadium laktace, genetické faktory, faktory prostředí a výživa (VELÍŠEK, 2002b).

Celkový obsah minerálních látek v mléce je poměrně stabilní. Výchylna v obsahu jednotlivých minerálních látek v mléce může být způsobena zdravotním stavem dojnice (SAMKOVÁ et al., 2012). Především při zánětu mléčné žlázy je charakteristický pokles vápníku, draslíku, hořčíku a fosforu, naopak stoupá obsah sodíku a chlóru. Zároveň je i patrná změna jednotlivých forem solí v mléce, což má

negativní vliv na technologické vlastnosti mléka, hlavně na syřitelnost. V kravském mléce je i značný rozdíl v obsahu popelovin. Tento rozdíl souvisí s obsahem bílkovin, kdy mléko bohatší na bílkoviny (ovčí, sobí) dává po spálení více popelovin než mléko s nižším obsahem bílkovin (kobyli, osličí). Dále obsah popelovin ovlivňuje stadium laktace, jelikož mlezivo má vyšší obsah popelovin než mléko zralé. Navíc ke konci laktace je v mléce charakteristický zvýšený obsah vápníku, fosforu, chloridů a sodíku (GAJDŮŠEK, 2003; KELLY, 2003).

**Tab. 3** Obsah hlavních minerálních látek v mléce (GAJDŮŠEK, 2003).

Prvek	Obsah v mléce (g/l)	
	Průměrná hodnota	Odchylka
vápník	1,21	0,90 - 1,40
fosfor	0,95	0,70 - 1,20
draslík	1,50	1,00 - 2,00
sodík	0,47	0,30 - 0,70
chlór	1,03	0,80 - 1,40
hořčík	0,12	0,05 - 0,24
síra	0,32	0,20 - 0,40

### 3.2.5 Ostatní složky

Kravské mléko obsahuje všechny životně důležité vitamíny. Z vitamínů rozpustných ve vodě je zastoupen především vitamín B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, kyselina listová, C a H. Z vitamínů rozpustných v tucích se v mléce nachází vitamín A, D, E a K (OTTER, 2003; KAVINA, 1996).

Enzymy jsou bílkovinné makromolekuly s katalytickou aktivitou pro určitý typ reakce. V mléce se nacházejí dvě skupiny enzymů. První skupinu tvoří enzymy nativní (původní), které pocházejí z leukocytů a z buněk mléčné žlázy. Do druhé skupiny enzymů patří enzymy mikrobiální, pocházející od mikroorganismů, které jsou přítomny v syrovém mléce (ZADRAŽIL, 2002; BERAN a MARCINKOVÁ, 2012).

Hormony jsou organické látky produkované žlázami s vnitřní sekrecí. V živém organismu katalyzují a řídí různé metabolické procesy (ZADRAŽIL, 2002). Významnými hormony z hlediska získávání mléka jsou progesterony, prolaktiny a oxytociny (SAMKOVÁ et al., 2012).

V syrovém mléce krátce po nadojení se průměrně nachází 8 obj. % plynů. Největší podíl z nich zabírá oxid uhličitý (5 - 7 %). Po určité době se v mléce mění zastoupení jednotlivých plynů. Dochází k poklesu oxidu uhličitého a naopak k nárůstu kyslíku a dusíku (LUKÁŠOVÁ et al., 1999; OTTER, 2003).

### 3.3 Vápník v mléce

Vápník je v mléce obsažen ve vysoké koncentraci, která se pohybuje kolem 1200 mg.l<sup>-1</sup> mléka. Kromě jeho vysoké koncentrace je významná i jeho využitelnost z mléka (vápník je zde ve formě snadno vstřebatelné střešní stěnou). Jeho dostupnost z mléka je zhruba 30 %, což je oproti jiným zdrojům až trojnásobně vyšší neboť jejich využitelnost činí pouze 10 % (WALSTRA et al., 2006; SMIT, 2003).

**Tab. 4** Obsah vápníku ve vybraných druzích mlék (FRANDSON et al., 2009).

Druhy mlék	Obsah Ca (g/l)
Kravné	1,30
Ovčí	1,90
Kozí	1,25
Kobylí	1,00
Mléko od prasnice	2,00

Jako přirozený zdroj vápníku pro dojnice je nejčastěji využívána vojtěška, ve které se obsah vápníku pohybuje v rozmezí 15 - 21 g.kg<sup>-1</sup> na sušinu krmiva. Při vhodné aplikaci vojtěškové senáže do krmné dávky, může být denní potřeba vápníku pokryta z 56 - 80 %. Z jadrných krmiv slouží jako dobrý zdroj vápníku sója, len nebo oves. Podle dojivosti a stadia laktace se volí celková dávka vápníku na dojnici a den mezi 0,7 - 1,5 % sušiny krmiva. Toto procentuální zastoupení by odpovídalo asi 116 g vápníku na dojnici a den (SAMKOVÁ et al., 2012).

#### 3.3.1 Formy vápníku

Jak už bylo řečeno výše minerální látky se v mléce vyskytují v různých formách, což platí také pro vápník (LAW a TAMIME, 2010).

Vápník se v mléce může vyskytovat ve formě roztoku v mléčném séru především jako hydrogenfosforečnan a citrát a tato forma z celkového obsahu vápníku v mléce představuje asi 33 % (GAJDŮŠEK, 2003; FOX et al., 2000). Převážnou část vápníku v mléce tvoří nerozpustný koloidní kalcium fosfát, který je obsažen v kaseinových micelách a z celkového obsahu vápníku tato koloidní fáze zabírá asi 47 % (KADLEC, 2002). Vápník se v mléce může také vyskytovat vázaný na některé organické součásti mléka (např. kaseinový komplex, kde může vápník z celkového obsahu zabírat až 20 %) (GAJDŮŠEK, 2003; FOX et al., 2000). Zastoupení jednotlivých forem vápníku je silně závislé na obsahu bílkovin, zejména kaseinu (ZADRAŽIL, 2002).

Mezi jednotlivými formami vápníku panuje rovnováha. Ta je však závislá na určitých činitelích, což může vést i ke změně vlastností kaseinové bílkoviny:

- Zvýšení kyselosti mléka má za následek nárůst obsahu rozpustného a disociovaného vápníku.
- Tepelné zahřátí mléka nad 60 °C působí na vápenaté ionty, které částečně přecházejí na koloidní fosforečnan vápenatý.
- Pro zvýšení iontové síly v mléce se používá přídavek solí, pro její snížení přídavek fosforečnanu nebo citrátu (mají chelatační účinky) (KADLEC, 2002).

**Tab. 5** Rozdělení solí syrového mléka (%) (LUKÁŠOVÁ et al., 1999).

Složka	Vodní fáze	Koloidní fáze
vápník celkově	33	67
vápník ionizovaný	100	0
citráty	94	6
chloridy	100	0
fosfor celkově	45	55
fosfor anorganický	54	46
hořčík	67	33
draslík	93	7
sodík	94	6

Vápník je v mléce obsažen společně s fosforem v tzv. "minerálně koloidní fázi", neboli fosfokaseinátu vápenatém. V této formě je přítomna i kyselina citrónová, která je zde jedním z vazebných faktorů (SAMKOVÁ et al., 2012). V mléce se tato kyselina

nachází především v podobě solí (citráty) vápníku a má ochrannou funkci na nestabilní bílkovinný systém (LUKÁŠOVÁ et al., 1999).

Zvažuje se, že vápník v mléce může tvořit až 1,5 % hmotnosti kaseinových micel. A právě organické formy vápníku, ale i jiných prvků v mléce jsou zodpovědné za jejich lepší využitelnost organismem oproti čistě anorganickým formám. Anorganická iontová forma  $\text{Ca}^{2+}$  v mléce zastupuje asi 25 % z celkového obsahu vápníku. Při okyselení mléka, ke kterému může dojít pomocí mléčného kysání či přidavkem kyseliny se vápenaté soli odštěpují z kaseinu a tím se zvýší podíl těchto rozpustných vápenatých solí, což se označuje jako skluzová reakce. Dostatečné množství rozpustných vápenatých solí v mléce je nezbytné pro tvorbu kaseinové sýřeniny při výrobě sýrů (SAMKOVÁ et al., 2012).

Obsah a formy vápníku v mléce jsou proto nejdůležitější z technologického hlediska, protože aktivita vápenatých iontů ( $\text{Ca}^{2+}$ ) má vliv na koloidní stabilitu kaseinu, tedy ovlivňuje termostabilitu mléka a sladké srážení mléka, což působí na vlastnosti sýřeniny při výrobě sýrů, jak bylo uvedeno výše (KADLEC, 2002). Literární pramen uvádí že, čím je obsah rozpustných vápenatých solí v mléce vyšší, tím rychleji se mléko bude srážet a tím pevnější a tužší bude výsledná sýřenina (BUŇKA et al., 2013). Pokud je obsah vápníku v mléce nízký, musí být navýšen uměle pomocí přidavku roztoku vápenatých solí (SAMKOVÁ et al., 2012). Nejčastěji se používá roztok chloridu vápenatého, méně často mléčnan vápenatý. V obou případech to vede ke zlepšení syřitelnosti mléka (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2015).

### **3.3.2 Vlivy působící na obsah vápníku v mléce**

Mezi vlivy, které výrazně působí na obsah vápníku v kravském mléce lze zahrnout zdravotní stav dojnice, stadium laktace, plemeno a roční období (SAMKOVÁ et al., 2012).

Zdravotní stav dojnice má značný vliv na obsah vápníku v mléce. Pokud je dojnice nemocná a je při tom narušena sekrece mléka má to vliv zejména na změnu rovnovážného stavu mezi solemi. To se projevuje při zánětech mléčné žlázy, kdy se snižuje obsah vápníku a naopak stoupá obsah sodíku a chlóru (GAJDŮŠEK, 2003).

Významnou roli v obsahu vápníku v mléce hraje také stadium laktace (GAJDŮŠEK, 2003). Obsah vápníku je mírně zvýšen na začátku laktace v mlezivu



a potom ke konci laktace. Jeho obsah tedy mírně kolísá v průběhu celé laktace a to v závislosti na ročním období (JANŠTOVÁ a NAVRÁTILOVÁ, 2014).

Dalším vlivem je plemenná příslušnost dojnice, neboť vyšší hodnoty vápníku jsou zjišťované u českého strakatého skotu (SAMKOVÁ et al., 2012).

Odborné publikace také uvádějí, že v zimním období je obsah vápníku v mléce vyšší (LAW a TAMIME, 2010).

Výživa obecně nemá vliv na obsah vápníku v mléce a to i při silnějším podvyživení dojnice. Je to dáno schopností těla dojnice, které může vápník stejně tak jako fosfor uvolňovat z kostry do mléka (LUKÁŠOVÁ et al., 1999; BERAN a MARCINKOVÁ, 2014).

### **3.4 Vybrané technologické vlastnosti mléka**

Aby bylo možné mléko dále zpracovávat na jednotlivé mlékárenské výrobky musí mít takové mléko kromě ideálního složení i požadované vlastnosti.

U syrového mléka krátce po nadojení jsou tyto vlastnosti ovlivněny především plemennou příslušností, dědičností, pořadím a stadiem laktace, ročním obdobím, výživou, zdravotním stavem a v neposlední míře i individualitou dojnice.

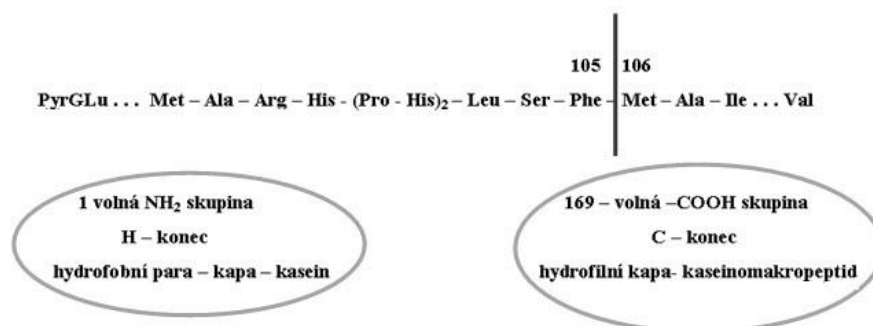
U mléka skladovaného rovněž působí řada faktorů, které jeho vlastnosti mohou ovlivnit (mikrobiální kontaminace, nevhodné skladovací teploty) (GAJDŮŠEK, 2003).

#### **3.4.1 Syřitelnost mléka a kvalita sýřeniny**

Syřitelnost mléka označuje schopnost mléka srážet se s přidaným syřidlem a dát tak vznik sraženině (sýřenině) požadovaných vlastností, což je jeden z důležitých kroků v sýrařské technologii (DOLEŽAL et al., 2000). Sýřenina nejčastěji vzniká díky působení proteolytického enzymu (optimum proteolýzy v kyselé oblasti pH), který je hlavní složkou syřidla. Používají se buď přírodní enzymy (chymozin, pepsin) či enzymy mikrobiální (vegetariánské) (TAMIME, 2006). Dalším způsobem srážení mléka je srážení kyselé (OBERMAIER a ČEJNA, 2013).

Syřidlové (sladké) srážení mléka probíhá ve 3 fázích. V primární fázi se enzymaticky štěpí  $\kappa$ -kasein na dva kratší řetězce: první řetězec je od 1. do 105té aminokyseliny a jde o tzv. hydrofobní para- $\kappa$ -kasein, druhý řetězec je od 106té do 169té

aminokyseliny a nazývá se hydrofilní  $\kappa$ -kaseinoglykomakropeptid (Obr. 1). Vlivem primární fáze  $\kappa$ -kasein přichází o svoji ochranou i stabilizační funkci (TAMIME, 2006; OTTER, 2003).



**Obr. 1** Schématické znázornění štěpení  $\kappa$ -kaseinu (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2015).

V sekundární (koagulační) fázi se tvoří trojrozměrná struktura gelu, která vzniká z vysrážených kaseinových frakcí a to v přítomnosti vápenatých iontů. Následně zde probíhá synereze doplněná o uvolňování syrovátky ze sýřeniny (ZADRAŽIL, 2002). V terciární fázi dochází k proteolýze bílkovin (kaseinu), probíhá tedy až při vlastním zrání sýrů (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2015).

Kyselé srážení mléka je proces, při kterém se srážejí kaseinové bílkoviny z okyseleného mléka (JANŠTOVÁ a NAVRÁTILOVÁ, 2014). Mléko může být okyseleno přidávkem kyseliny (např. citrónové, mléčné, octové) nebo mléčným kysáním, jehož podstatou je činnost bakterií mléčného kysání, které zkvašují mléčný cukr (laktózu) na kyselinu mléčnou (OBERMAIER a ČEJNA, 2013). V obou případech je mléko okyseleno na izoelektrický bod kaseinu (pH 4,6), kdy se vysrážejí všechny kaseinové frakce. Výsledkem koagulace je sraženina, která podléhá synerezi (podpora porušení struktury sraženiny), což vede k uvolnění syrovátky (TEUBNER et al., 1998).

Následné hodnocení jakosti vzniklé sýřeniny (kvalita sýřeniny) se provádí pomocí stupnice obsahující třídy jakosti, k nimž jsou slovně přiřazeny jednotlivé charakteristiky pro sýřeninu, ale rovněž i pro syrovátku (GAJDŮŠEK, 1997).

Syřitelnost mléka je ovlivněna mnoha faktory, z nichž nejdůležitější je obsah bílkovin, zejména obsah kaseinu (zastoupení jednotlivých frakcí), velikost a neporušenost kaseinových micel, obsah a formy vápníku a fosforu, ale i dalších minerálních látek, pH mléka a jeho teplota (TAMIME, 2006; VELECKÁ et al., 2014). Málo kompaktní křehká sýřenina může být výsledkem nevhodné výživy dojnice,

metabolických poruch či zánětů mléčné žlázy, protože tyto činitele zhoršují proces syřitelnosti mléka (DOLEŽAL et al., 2000).

### 3.4.2 Hustota mléka

Hustota (specifická nebo měrná hmotnost) mléka je definována jako hmotnost objemové jednotky látky při teplotě 20 °C a v podmínkách ČR se pohybuje v rozmezí 1,028 - 1,032 g.cm<sup>-3</sup>. Odstředěné mléko má hustotu v rozpětí 1,032 - 1,034 g.cm<sup>-3</sup>. Mlezivo má hodnotu hustoty vyšší a obvykle se pohybuje mezi 1,036 - 1,048 g.cm<sup>-3</sup> (DOLEŽAL et al., 2000; SAMKOVÁ et al., 2012).

Její hodnota je ovlivněna zejména obsahem hlavních složek mléka (bílkovin, laktózy, tuku, minerálních látek) a jeho teplotou. Nižší hodnotu hustoty má mléko s vyšším obsahem tuku, s nižším obsahem sušiny nebo s vyšší teplotou. Naopak zvýšený obsah bílkovin, laktózy a minerálních látek v mléce zvyšuje hodnotu hustoty (WALSTRA et al., 2006; MCCARTHY, 2003). Z dalších činitelů, které se mohou podílet na změně výsledné hodnoty hustoty mléka se uvádí plemenná příslušnost, stadium laktace, výživa a zhoršený zdravotní stav dojnice (mastitidy) (JANŠTOVÁ a NAVRÁTILOVÁ, 2014).

Hustota mléka slouží jako významný faktor kontroly složení mléka a pokud její hodnota klesne pod 1,028 g.cm<sup>-3</sup> předběžně to ukazuje na porušení mléka vodou (BUŇKA et al., 2013). Přidaná voda v množství 10 % sníží hustotu mléka o 0,003 g.cm<sup>-3</sup> (GAJDŮŠEK, 2003).

### 3.4.3 Aktivní kyselost mléka (pH)

Aktivní kyselost mléka vyjadřuje koncentraci vodíkových iontů v mléce a udává se v hodnotách pH (SAMKOVÁ et al., 2012). Normální hodnota pH u čerstvě nadojeného mléka, které pochází od zdravé dojnice s vyrovnanou krmnou dávkou se pohybuje v intervalu hodnot 6,4 - 6,8 (BUŇKA et al., 2013; OTTER, 2003).

Mléko jako každá fyziologická tekutina vykazuje pufrční schopnost a to díky přítomným pufrům mezi které patří: kyselina fosforečná, citrónová, uhličitá a mléčné bílkoviny. Pokud se tedy k mléku přidá malé množství kyseliny nebo zásady, nedojde ke změně aktuální hodnoty kyselosti, ale hodnota titrační kyselosti (SH) již bude

změněna, neboť reaguje citlivěji. Proto někdy nastane situace, že mezi hodnotami pH a SH nebude příliš těsný vztah (WALSTRA et al., 2006; SAMKOVÁ et al., 2012).

Faktory mající schopnost snížit nebo zvýšit hodnoty pH vyjadřuje následující tabulka (DOLEŽAL et al., 2000).

**Tab. 6** Faktory působící na pH (malé kolísání) (DOLEŽAL et al., 2000).

pH norma (6,4 - 6,8)	
snížení pH	zvýšení pH
Mastitida (zvýšení PSB)	Rezidua kyselých čisticích a dezinfekčních prostředků
Rezidua alkalických čisticích a dezinfekčních prostředků	Mikrobiální kysnutí mléka
Metabolická acidóza	

Především z hlediska pufrací schopnosti mléka je pro kontrolu jeho kyselosti spolehlivější titrační kyselost, která poskytne reálnější informace (BUŇKA et al., 2013).

#### 3.4.4 Titrační kyselost mléka (SH)

V ČR se stanovuje titrační metodou podle Soxhlet-Henkela a udává se ve stupních °SH nebo pouze zkratkou SH (SAMKOVÁ et al., 2012).

Titrační kyselost vyjadřuje počet ml hydroxidu sodného (NaOH) o koncentraci 0,25 mol.l<sup>-1</sup>, spotřebovaných na neutralizaci všech kyselých složek ve 100 ml mléka za přídavku fenolftaleinu jako barevného indikátoru (DOLEŽAL et al., 2000).

U syrového mléka krátce po nadojení pocházející od zdravé a dobře krmené dojnice by se titrační kyselost měla pohybovat v rozmezí 6,2 - 7,8 SH (BUŇKA et al., 2013).

U čerstvě nadojeného mléka je titrační kyselost nejvíce ovlivněna jeho kyselými složkami (kaseinové a sérové bílkoviny, fosfáty, citráty a oxid uhličitý), dále stářím dojnice, plemennou příslušností a fází laktace. Změny v hodnotě titrační kyselosti mohou být také způsobeny zvýšenou mikrobiální aktivitou (nárůst kyseliny mléčné), kdy se hodnota SH zvyšuje (WALSTRA et al., 2006; BUŇKA et al., 2013). Mikrobiální činností se kyselost mléka zvyšuje až nad hodnotu nativní kyselosti. Mléko

o kyselosti nad 9 - 10 SH se bude srážet varem, při kyselosti 25 - 30 SH se bude mléko srážet již při pokojové teplotě (GAJDŮŠEK, 2003). Porušení mléka vodou, přítomnost cizorodých látek (čistící a dezinfekční prostředky) či problémy s mastitidou snižují titrační kyselost pod 5 SH. Takové mléko je obvykle vodnaté a modravé barvy (JANŠTOVÁ a NAVRÁTILOVÁ, 2014). Stanovení titrační kyselosti slouží zejména pro kontrolu čerstvosti mléka nebo pro kontrolu technologického procesu během výroby kysaných mléčných výrobků (MCCARTHY, 2003).

**Tab. 7 Příčiny odchylek SH mléka od normy (DOLEŽAL et al., 2000).**

<b>SH norma (6,2 - 7,8)</b>	
<b>snížení SH</b>	<b>zvýšení SH</b>
Hodně starodojných krav a starých krav	Kysnutí mléka (sekundární kyselost)
Mnoho subklinických mastitid	Čistící a dezinfekční prostředky v mléce (sekundární kyselost)
Nízký obsah bílkovin mléka	Vysoký obsah bílkovin mléka
Alkalická látková výměna	Acidotická látková výměna
Zvodnění mléka	Mnoho čerstvě otelených krav
Čistící a dezinfekční prostředky v mléce	Mnoho mladých krav

### 3.4.5 Obsah sušiny

Sušina mléka se stanovuje gravimetricky a je charakterizovaná jako podíl zbývající po vysoušení mléka při teplotě 102±2 °C za podmínek metody (DOLEŽAL et al., 2000).

Obsah sušiny v mléce se pohybuje kolem 12,7 %. Z hlediska mléka můžeme sušinu rozdělit na dvě části: tukuprostá sušina (TPS) a obsah tuku v sušině. Minimální obsah tukuprosté sušiny je stanoven dle ČSN 57 0529 na 8,5 % (DOLEŽAL et al., 2000; LUKÁŠOVÁ et al., 1999). Mléko s nižším obsahem TPS může být zvodněné. Na jaře je nižší obsah TPS často vyvolán metabolickými poruchami dojnice (acidóza) nebo nevhodně sestavenou krmnou dávkou (nedostatek energetických živin a dusíkatých látek) (ZADRAŽIL, 2002).

Hlavní složky tukuprosté sušiny jsou mléčné bílkoviny, laktóza a minerální látky a její využití je jako doplňkový ukazatel jakosti mléka pro zpeněžování, též jako

ukazatel nepřímý při podezření na přídavek cizí vody do mléka (DOLEŽAL et al., 2000).

V průběhu ročního období kolísá obsah složek mléka. V zimních měsících bylo dokázáno, že se zvyšuje obsah tuku, tukuprosté sušiny, celkové sušiny a mléčných bílkovin, což do určité míry zapříčiňují změny ve výživě dojnice (kvalitnější objemná píče) (BUŇKA et al., 2013).

## 4 MATERIÁL A METODIKA

### 4.1 Použitý materiál

Vzorky mléka pro analýzy byly získávány v průběhu celého roku (od 29. 10. 2014 do 28. 7. 2015) ze Školního zemědělského podniku Žabčice, který se zabývá chovem dojnic holštýnského plemene. Bazénové vzorky, se kterými se pracovalo, byly po nadojení vždy v tomto podniku zmrazeny. Po získání jejich dostatečného počtu byly dopraveny do Laboratoře aplikované laktologie Ústavu chovu a šlechtění zvířat, kde následovaly jejich rozborů.

### 4.2 Použitá metodika

V rámci 4 ročních období bylo provedeno celkem 32 měření, kdy podzim charakterizoval dobu od 29. 10. 2014, zima dobu od 21. 12. 2014, jaro dobu od 22. 3. 2015 a léto dobu od 23. 6. 2015. Sledovanými vlastnostmi byly: syřitelnost (s), kvalita syřeniny (třída), hustota ( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ ), obsah sušiny (%), aktivní kyselost (pH) a titrační kyselost (SH).

Ke stanovení výše uvedených parametrů bylo použito následující přístrojové vybavení: Nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka, MilcoScope Julie C5 Automatic a Potenciometrický titrátor (HI902C1-02).

U naměřených hodnot bylo provedeno pomocí Microsoft Excel a Statistica 12.0 CZ matematicko-statistické zpracování, jehož výsledkem bylo celkové vyhodnocení. U získaných dat byl vypočítán aritmetický průměr ( $\bar{x}$ ), maximum (max), minimum (min), směrodatná odchylka ( $s_x$ ) a variační koeficient ( $v_x$  %). Zároveň byla u jednotlivých parametrů v rámci ročního období provedena jednofaktorová analýza rozptylu s následným testováním rozdílů pro posouzení jejich průkaznosti. Pro posouzení vztahu mezi vybranými parametry byla provedena korelace dle Pearsona.

#### 4.2.1 Stanovení syřitelnosti a kvality sýřeniny

Stanovení syřitelnosti mléka je založeno na principu porovnání doby srážení jednotlivých mlék (např. od různých dojnic) syřidlem, které vykazuje stejnou syřicí aktivitu a proces probíhá za neměnných podmínek (GAJDŮŠEK, 1997).

Vznik prvních vloček sýřeniny lze stanovit tzv. vizuální metodou, která je ovlivněna subjektivním hodnocením a zkušenostmi laboranta. Pro objektivní stanovení syřitelnosti se pracuje s Nefelo-turbidimetrickým snímačem koagulace mléka, u něhož bylo prokázáno, že poskytuje spolehlivější výsledky syřitelnosti, neboť potlačuje subjektivní faktor odečtu prvních vloček sýřeniny (CHLÁDEK a ČEJNA, 2005).

Postup: do Erlenmeyerovy baňky bylo napipetováno 50 ml vzorku syrového mléka, následně vloženo do vodní lázně k teplotě na teplotu 35 °C. Poté bylo přidáno syřidlo (Laktochym o síle 1 : 5000) v množství 2 ml a následovalo důkladné zamíchání. Část mléka (2 ml) byla za pomoci injekční stříkačky (měřicí kolony) vložena do měřicího přístroje (Obr. 2). Jakmile uplynulo 30 sekund od přidavku syřidla do vzorku mléka byl zapnut prostřednictvím notebooku start analýzy. K výslednému času v sekundách se vždy připočítalo 30 sekund (PŘIBYLA a ČEJNA, 2006).

Nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka pracuje na principu nefelometrie a turbidimetrie. Součástí přístrojového vybavení je detektor převádějící intenzitu procházejícího paprsku na elektrický signál. Po procesu zasýření mléka dochází k jeho koagulaci, což rovněž vede k úbytku optického signálu (turbidimetrie). Pokles signálu je ihned derivován a výsledné vysrážení para- $\kappa$ -kaseinu bude odpovídat minimální hodnotě na derivační křivce (ČEJNA, 2008).



**Obr. 2** Nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka (vlastní foto).



Kvalitu vzniklé sýřeniny hodnotíme až po inkubaci již zasýřeného mléka v termostatu. Jakmile u vzorku mléka proběhne proces zasýření, ponechává se v Erlenmeyerově bance a vkládá se do termostatu vyhřátého na 35 °C, kde probíhá inkubace po dobu 1 hodiny. Následujícím krokem bylo vyklopení sýřeniny na Petriho misku a vizuální zhodnocení (za pomoci tabulky) jakosti sýřeniny (KONEČNÁ a KUČHTÍK, 2015).

**Tab. 8** Hodnocení jakosti sýřeniny (GAJDŮŠEK, 1997).

Třída jakosti	Vzhled sýřeniny a syrovátky
1	Sýřenina je velmi dobrá, pevná, po vyklopení zachovává tvar a výšku. Syrovátka je čirá, žlutozelené barvy.
2	Sýřenina je dobrá, poněkud méně pevná, méně dobře zachovává tvar. Syrovátka je bělavo-nazelenalé barvy.
3	Sýřenina je špatná, měkká, částečně nadržuje pohromadě. Syrovátka je mléčně bílá.
4	Sýřenina je velmi špatná, nadržuje pohromadě. Syrovátka je mléčně bílá.
5	Nezřetelné nebo žádné vyvločkování kaseinu.

#### 4.2.2 Stanovení SH a pH

Laboratoř aplikované laktologie stanovuje titrační a aktivní kyselost mléka Potenciometrickým titrátorem (Obr. 3), který se vyznačuje vysokou citlivostí, díky přítomné speciální pumpě a kvalitní elektrodě. Jeho bohaté přístrojové vybavení vede jak k provozní spolehlivosti tak ke správnosti dosažených výsledků.



**Obr. 3** Potenciometrický titrátor (vlastní foto).

### 4.2.3 Stanovení základních složek

V Laboratoři aplikované laktologie se hustota spolu s dalšími složkami mléka (tukem, bílkovinami, laktózou a tukuprostou sušinou) měří pomocí přístroje MilkoScope Julie C5 Automatic (Obr. 4). Jde o analyzátor pracující na principu termoanalýzy, který má využití především v laboratořích. Kromě stanovení základních složek mléka se používá i pro určení bodu mrznutí, teploty mléka a obsahu přidané vody. Navíc má zabudovanou integrovanou termotiskárnu, která vytiskne hodnoty všech měřených parametrů (VELECKÁ et al., 2015).



**Obr. 4** *MilkoScope Julie C5 Automatic (vlastní foto).*

### 4.2.4 Stanovení obsahu vápníku

Obsah vápníku ( $\text{g.l}^{-1}$ ) se stanoví po zalkalizování mléka pomocí hydroxidu draselného a po následné titraci roztokem Chelatonu III za použití vhodného indikátoru (VORLOVÁ et al., 2012).

Ke stanovení celkového obsahu vápníku v mléce se používají tyto chemikálie: Chelaton III, hydroxid draselný (roztok  $\text{KOH}$  o  $c = 4 \text{ mol.l}^{-1}$ ) a směsný indikátor fluorexon (GAJDŮŠEK, 1997).

Postup stanovení vápníku začíná odpipetováním 1 ml zkoušeného vzorku mléka do titrační baňky, přidá se přiměřené množství destilované vody (zabrání vysrážení). Dále se do titrační baňky napipetuje 5 ml  $\text{KOH}$  a pomocí destilované vody se doplní

dosavadní objem v baňce asi na 50 ml. Důležitým krokem je přidavek směsného indikátoru fluorexonu, který je v práškové podobě a jeho množství se odhaduje na špičku nože. Následně probíhá titrace Chelatonem III, která trvá tak dlouho dokud nedojde k vymizení žlutozelené fluorescence, která je viditelná na rozhraní hladiny (spotřeba Chelatonu III se označuje jako spotřeba<sub>1</sub>).

Celkový obsah vápníku v mléce se vypočítá dle vzorce:

$$\text{obsah Ca (g.l}^{-1}\text{)} = \text{spotřeba}_1 \cdot \text{faktor} \cdot 0,401 \text{ (GAJDŮŠEK, 1997).}$$

(rov. 1)

## 5 VÝSLEDKY A DISKUSE

Z výše zmiňovaných a v laboratoři stanovovaných parametrů byla tato bakalářská práce v prováděném pokusu podrobněji zaměřena na obsah vápníku, bílkovin, tuku a laktózy. Dále byla pozornost věnována syřitelnosti, hustotě, titrační a aktivní kyselosti mléka.

### 5.1 Vliv ročního období na obsah vápníku

Změny v obsahu vápníku v jednotlivých ročních obdobích jsou uvedeny v Tab. 9. Nejvyšší průměrný obsah vápníku byl naměřen v zimě (1,28 g/l), naopak průměr nejnižší byl zjištěn v létě (1,18 g/l). Maximální obsah vápníku byl zjištěn na jaře (1,32 g/l) a jeho minimální obsah byl změřen v létě (1,15 g/l).

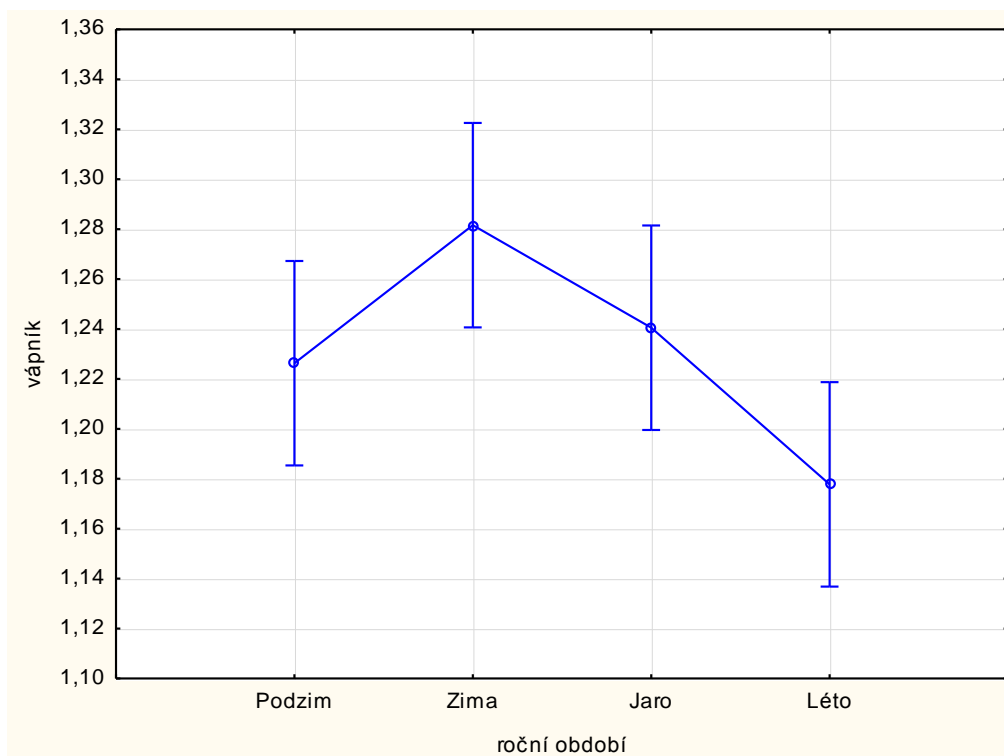
**Tab. 9** Obsah vápníku ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku.

Obsah Ca (g/l)	$\bar{x}$ (g/l)	min (g/l)	max (g/l)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	1,23	1,19	1,25	0,02	1,89
<b>Zima</b>	1,28 <sup>A</sup>	1,26	1,29	0,01	1,07
<b>Jaro</b>	1,24	1,19	1,32	0,05	3,77
<b>Léto</b>	1,18 <sup>B</sup>	1,15	1,23	0,04	3,09

Rozdílná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost (AB -  $P < 0,01$ ; ab -  $P < 0,05$ )

V rámci jednotlivých ročních období byl prokázán vysoce statistický rozdíl ( $P < 0,01$ ) mezi zimou a létem. Mezi ostatními obdobími nebyl statisticky průkazný rozdíl ( $P > 0,05$ ).

Byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem vápníku a hustotou mléka ( $r = 0,22$ ). Tuto závislost podporuje tvrzení MCCARTHY (2003), který uvádí, že na vyšší hustotě mléka se kromě bílkovin a laktózy podílejí i minerální látky. Dále byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem vápníku a syřitelností mléka ( $r = 0,30$ ). Ke zjištěnému výsledku se přiklání TAMIME (2006) a ZADRAŽIL (2002), kteří uvádějí, že právě obsah a formy přítomného vápníku v mléce jsou jedním z faktorů, které pozitivně ovlivňují syřitelnost.



**Obr. 5** Obsah vápníku v mléce vyjádřený pomocí konfidenčních intervalů.

Zjištěný obsah vápníku v průběhu celého roku dosahoval téměř takového množství, které je teoreticky uváděno v odborných publikacích. ZADRAŽIL (2002) a CASHMAN (2003) konstatují, že obsah vápníku v 1 l mléka je v rozmezí 1,2 - 1,4 g. OTTER (2003) uvádí, že obsah vápníku v mléce je v rozmezí 1,1 - 1,3 g/l. GAJDŮŠEK (2003) uvádí, že interval obsahu vápníku v 1 l mléka je 0,9 - 1,4 g.

## 5.2 Vliv ročního období na obsah bílkovin

Průměrné hodnoty obsahu bílkovin zjištěné v průběhu celého roku jsou patrné v Tab. 10. Nejvyšší průměrný obsah bílkovin byl zjištěn v zimě (3,17 %), naopak jejich nejnižší obsah byl změřen na podzim (3,08 %). Maximální obsah bílkovin byl zjištěn v zimě (3,23 %) a jejich minimální obsah byl změřen v létě (3,02 %). Variační koeficient nabýval nejvyšší hodnoty v létě (1,61 %). Jeho nejnižší hodnota byla zjištěna na jaře (0,47 %).

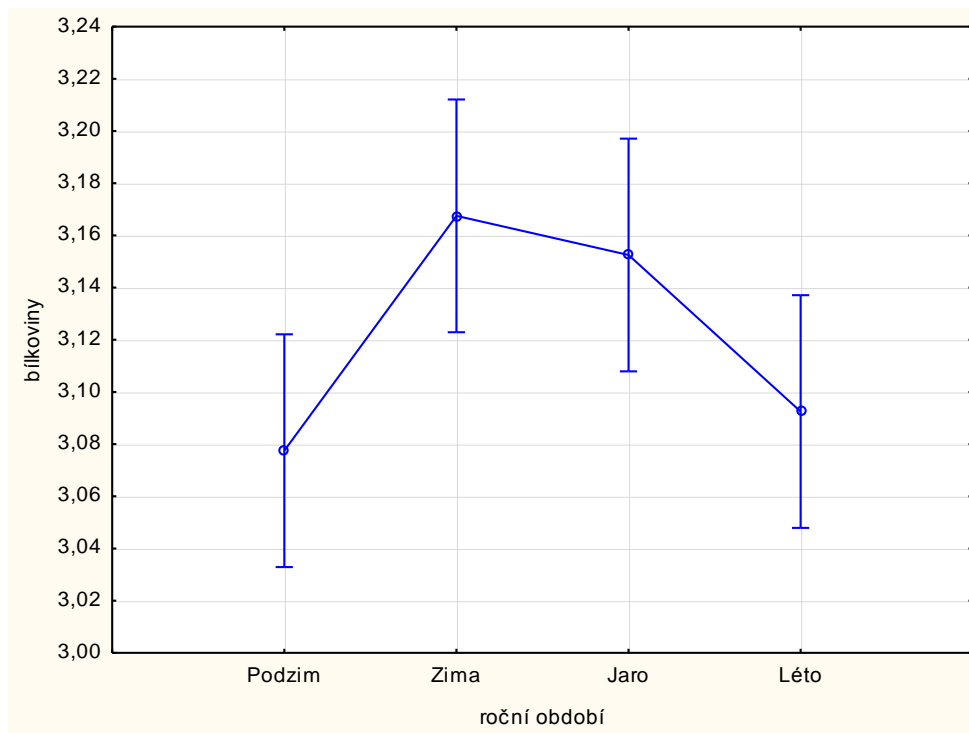
**Tab. 10** Obsah bílkovin ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku.

Obsah bílkovin (%)	$\bar{x}$ (%)	min (%)	max (%)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	3,08 <sup>a</sup>	3,05	3,10	0,02	0,58
<b>Zima</b>	3,17 <sup>b</sup>	3,12	3,23	0,04	1,42
<b>Jaro</b>	3,15	3,13	3,17	0,01	0,47
<b>Léto</b>	3,09	3,02	3,16	0,05	1,61

Rozdílná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost (AB -  $P < 0,01$ ; ab -  $P < 0,05$ )

Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl prokázán mezi podzimem a zimou. Mezi jinými obdobími nebyl rozdíl statisticky průkazný ( $P > 0,05$ ).

Byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem bílkovin a obsahem vápníku ( $r = 0,36$ ). Pozitivní korelační vztah byl rovněž zjištěn mezi obsahem bílkovin a hustotou mléka ( $r = 0,88$ ). K tomuto výsledku se přiklání ZADRAŽIL (2002) a MCCARTHY (2003), kteří tvrdí, že na výsledné hodnotě hustoty se podílí především tukuprostá sušina, kam právě patří i mléčné bílkoviny. Dále byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem bílkovin a syřitelností mléka ( $r = 0,42$ ). Toto zjištění podporuje tvrzení TAMIME (2006), který uvádí, že mezi faktory zlepšující syřitelnost mléka patří složení mléčných bílkovin, především obsah kaseinu.



**Obr. 6** Obsah bílkovin v mléce vyjádřený pomocí konfidenčních intervalů.

Zjištěné průměrné hodnoty bílkovin v průběhu celého roku se neodchylovaly od teoretických hodnot, které uvádějí odborné publikace. WALSTRA et al. (2006) uvádějí, že průměrný obsah bílkovin v kravském mléce je stanoven na 3,3 %. OTTER (2003) uvádí, že obsah bílkovin se pohybuje v rozmezí 3,0 - 3,5 %.

### 5.3 Vliv ročního období na obsah tuku

Průměrné hodnoty obsahu tuku zjištěné v průběhu celého roku jsou patrné v Tab. 11. Nejvyšší průměrný obsah tuku byl zjištěn na jaře (4,05 %), jeho nejnižší obsah byl změřen v létě (3,83 %). Maximální obsah tuku byl zjištěn na podzim (4,13 %) a jeho minimální obsah byl změřen v zimě (3,62 %). Nejvyšší hodnota variačního koeficientu byla zjištěna v zimě (3,85 %) a hodnota nejnižší na jaře (1,49 %).

**Tab. 11** Obsah tuku ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku.

Obsah tuku (%)	$\bar{x}$ (%)	min (%)	max (%)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	3,98	3,85	4,13	0,10	2,62
<b>Zima</b>	3,87	3,62	4,01	0,15	3,85
<b>Jaro</b>	4,05	3,95	4,11	0,06	1,49
<b>Léto</b>	3,83	3,71	3,94	0,09	2,44

Mezi hodnotami mléčného tuku naměřenými v jednotlivých ročních období nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly ( $P > 0,05$ ).

Byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem tuku a hustotou mléka ( $r = 0,16$ ). Dosažený výsledek se neshoduje s názorem MCCARTHY (2003) a WALSTRA et al. (2006), kteří uvádějí, že zvýšený obsah tuku v mléce hodnotu hustoty snižuje. Dále byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem tuku a syřitelností mléka ( $r = 0,06$ ). Zaznamenaná závislost neodpovídá tvrzení TAMIME (2006), neboť uvádí, že tukové kapénky dobu srážení mléka zpomalují. V obou případech se domníváme, že důvodem nesouladu s jejich tvrzením by mohly být nepatrné rozdíly v naměřeném obsahu tuku v rámci celého roku.

Zjištěné průměrné hodnoty mléčného tuku v jednotlivých ročních období se shodují s hodnotami, které uvádějí odborné práce. ZADRAŽIL (2002) uvádí, že obsah

tuku v mléce je v rozmezí hodnot 3,20 - 6,00 %. WALSTRA et al. (2006) uvádějí, že průměrná hodnota tuku je stanovena na 4,00 %. FERNANDES (2009) konstatuje, že interval obsahu tuku v mléce je 3,70 - 3,90 %. OTTER (2003) uvádí, že průměrný obsah tuku v mléce nebývá hodnoty 3,90 %.

#### 5.4 Vliv ročního období na obsah laktózy

Změny v obsahu laktózy v jednotlivých ročních obdobích jsou uvedeny v Tab. 12. Nejvyšší průměrný obsah laktózy byl naměřen v zimě a na jaře (4,69 %), naopak průměr nejnižší byl zjištěn na podzim (4,60 %). Maximální obsah laktózy byl zjištěn v zimě (4,82 %), minimální obsah byl změřen v létě (4,51 %). Variační koeficient nabýval nejvyšší hodnoty v zimě (1,64 %) a hodnoty nejnižší na podzim (0,55 %).

**Tab. 12** Obsah laktózy ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku.

Obsah laktózy (%)	$\bar{x}$ (%)	min (%)	max (%)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	4,60	4,56	4,63	0,03	0,55
<b>Zima</b>	4,69	4,62	4,82	0,08	1,64
<b>Jaro</b>	4,69	4,65	4,74	0,04	0,75
<b>Léto</b>	4,62	4,51	4,72	0,07	1,62

V rámci jednotlivých ročních období nebyl prokázán mezi hodnotami laktózy statistický rozdíl ( $P > 0,05$ ).

Byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem laktózy a hustotou mléka ( $r = 0,95$ ). K tomuto výsledku se přiklání MCCARTHY (2003), který laktózu řadí mezi hlavní faktory, zvyšující hodnotu hustoty mléka. Dále byl zjištěn pozitivní korelační vztah mezi obsahem laktózy a syřitelností mléka ( $r = 0,23$ ).

Ve sledovaném období se obsah laktózy neodchýlil od průměrných hodnot uváděných v literárních pramenech. WALSTRA et al. (2006) uvádějí, že obsah laktózy v mléce je v rozmezí hodnot 3,80 - 5,30 %. Podle FERNANDES (2009) je průměrný obsah laktózy stanoven na 4,80 % a podle LAW a TAMIME (2010) na 4,40 %. FOX a MCSWEENEY (1998) konstatují, že obsah laktózy v mléce se pohybuje v intervalu hodnot 4,80 - 4,90 %.



## 5.5 Vliv ročního období na syřitelnost

Změny syřitelnosti mléka v jednotlivých ročních obdobích jsou zapsány v Tab. 13. Nejvyšší průměrná hodnota syřitelnosti mléka byla zjištěna na podzim (213,25 s), naopak hodnota nejnižší v zimě (189,50 s). Maximální hodnota syřitelnosti byla zjištěna v létě (233 s) a její hodnota minimální v zimě (184 s). Nejvyšší hodnota variačního koeficientu byla zjištěna v létě (6,54 %) a hodnota nejnižší na jaře (1,24 %).

**Tab. 13** Syřitelnost sledovaných vzorků mléka v průběhu roku.

Syřitelnost (s)	$\bar{x}$ (s)	min (s)	max (s)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	213,25 <sup>A</sup>	208	217	3,27	1,53
<b>Zima</b>	189,50 <sup>Ba</sup>	184	193	3,35	1,77
<b>Jaro</b>	205,00	202	209	2,55	1,24
<b>Léto</b>	210,00 <sup>b</sup>	199	233	13,73	6,54

Rozdílná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost (AB -  $P < 0,01$ ; ab -  $P < 0,05$ )

V rámci jednotlivých ročních období byl prokázán vysoce statistický rozdíl ( $P < 0,01$ ) mezi podzimem a zimou. Dále byl prokázán statistický rozdíl ( $P < 0,05$ ) mezi zimou a létem.

Syřitelnost mléka zjištěná v průběhu celého roku se pohybovala v časovém rozmezí, které odpovídá optimální době uváděné v odborné literatuře. GAJDŮŠEK (1997) uvádí, že ideální doba syřitelnosti mléka se pohybuje mezi 120 - 240 sekundami.

## 5.6 Vliv ročního období na hustotu mléka

Průměrné hodnoty hustoty v jednotlivých ročních obdobích se pohybovaly bez výrazných rozdílů (Tab. 14). Nejvyšší průměrná hodnota hustoty byla zjištěna v zimě a na jaře ( $1,0290 \text{ g.cm}^{-3}$ ), naopak nejnižší průměrná hodnota byla změřena na podzim ( $1,0283 \text{ g.cm}^{-3}$ ). Maximální hodnota hustoty byla zjištěna v zimě ( $1,0299 \text{ g.cm}^{-3}$ ) a minimální hodnota v létě ( $1,0280 \text{ g.cm}^{-3}$ ).

**Tab. 14** *Hustota sledovaných vzorků mléka v průběhu roku.*

Hustota (g.cm <sup>-3</sup> )	$\bar{x}$ (g.cm <sup>-3</sup> )	min (g.cm <sup>-3</sup> )	max (g.cm <sup>-3</sup> )	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	1,0283	1,0281	1,0285	0,00015	0,01443
<b>Zima</b>	1,0290	1,0285	1,0299	0,00053	0,05134
<b>Jaro</b>	1,0290	1,0288	1,0292	0,00014	0,01352
<b>Léto</b>	1,0286	1,0280	1,0292	0,00044	0,04263

Mezi hodnotami hustoty naměřenými v jednotlivých ročních obdobích nebyly prokázány statisticky průkazné rozdíly ( $P > 0,05$ ).

Ve sledovaném období se hustota mléka neodchýlila od průměrných hodnot uváděných v literárních pramenech. OTTER (2003) konstatuje, že u normálního mléka v závislosti na jeho složení a teplotě hustota kolísá v rozmezí 1,028 - 1,038 g.cm<sup>-3</sup>. ZADRAŽIL (2002) uvádí, že průměrná hodnota hustoty se pohybuje v rozmezí 1,028 - 1,032 g.cm<sup>-3</sup>. Podle FOX et al. (2000) a WALSTRA et al. (2006) je průměrná hodnota hustoty čerstvého mléka 1,030 g.cm<sup>-3</sup>.

## 5.7 Vliv ročního období na titrační kyselost

Nejvyšší průměrná hodnota SH (Tab. 15) byla změřena na podzim (7,48) a její nejnižší hodnota v zimě (6,22). Maximální hodnota SH byla zjištěna na podzim (7,70), naopak minimální hodnota SH byla zjištěna v zimě a na jaře (6,00). Nejvyšší hodnota variačního koeficientu byla změřena v létě (3,22 %) a hodnota nejnižší v zimě (2,10 %).

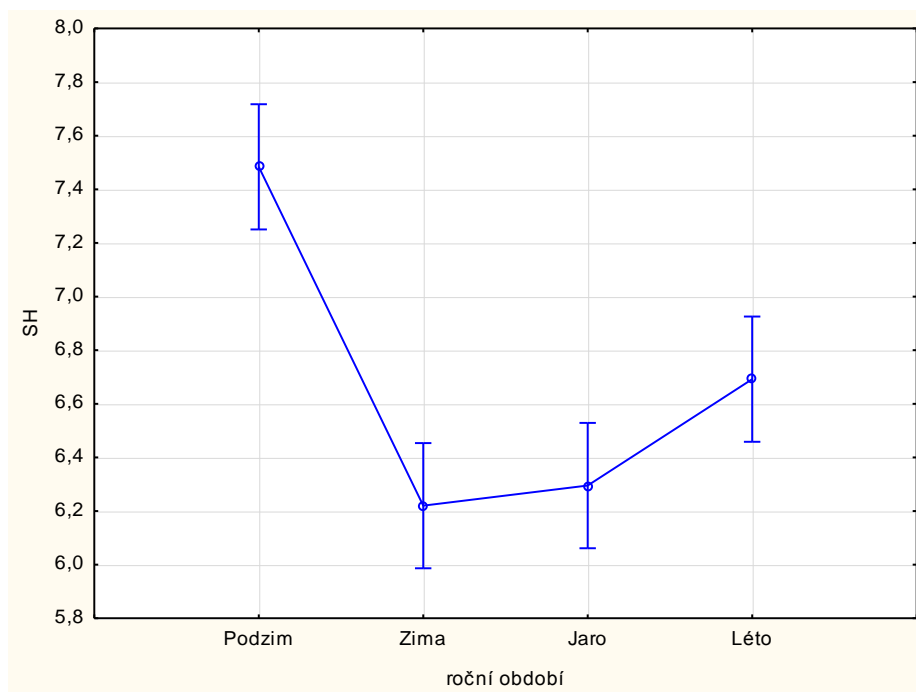
**Tab. 15** *Titrační kyselost sledovaných vzorků mléka v průběhu roku.*

Titrační kyselost (°SH)	$\bar{x}$ (°SH)	min (°SH)	max (°SH)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	7,48 <sup>A</sup>	7,19	7,70	0,20	2,63
<b>Zima</b>	6,22 <sup>Ba</sup>	6,00	6,34	0,13	2,10
<b>Jaro</b>	6,30 <sup>B</sup>	6,00	6,52	0,19	2,99
<b>Léto</b>	6,69 <sup>Bb</sup>	6,50	7,03	0,22	3,22

Rozdílná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost (AB -  $P < 0,01$ ; ab -  $P < 0,05$ )

Vysoce statistický rozdíl ( $P < 0,01$ ) byl prokázán mezi podzimem a zimou, podzimem a létem a podzimem a jarem. Statistický rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl prokázán mezi zimou a létem.

Zjištěné průměrné hodnoty titrační kyselosti mléka v rámci celého roku se nacházely v rozmezí hodnot uváděných v literárních pramenech. DOLEŽAL et al. (2000) a ZADRAŽIL (2002) konstatují, že hodnota titrační kyselosti u čerstvého mléka se pohybuje v rozmezí hodnot 6,20 - 7,80 SH.



**Obr. 7** Hodnoty SH mléka vyjádřené pomocí konfidenčních intervalů.

## 5.8 Vliv ročního období na aktivní kyselost

Nejvyšší průměrná hodnota pH (Tab. 16) byla zjištěna na podzim (6,94), naopak hodnota nejnižší byla změřena na jaře (6,36). Maximální hodnota pH byla zjištěna na podzim (7,12) a její minimální hodnota na jaře (6,32). Variační koeficient nabýval nejvyšší hodnoty v létě (1,60 %). Jeho nejnižší hodnota byla zjištěna na jaře (0,98 %).

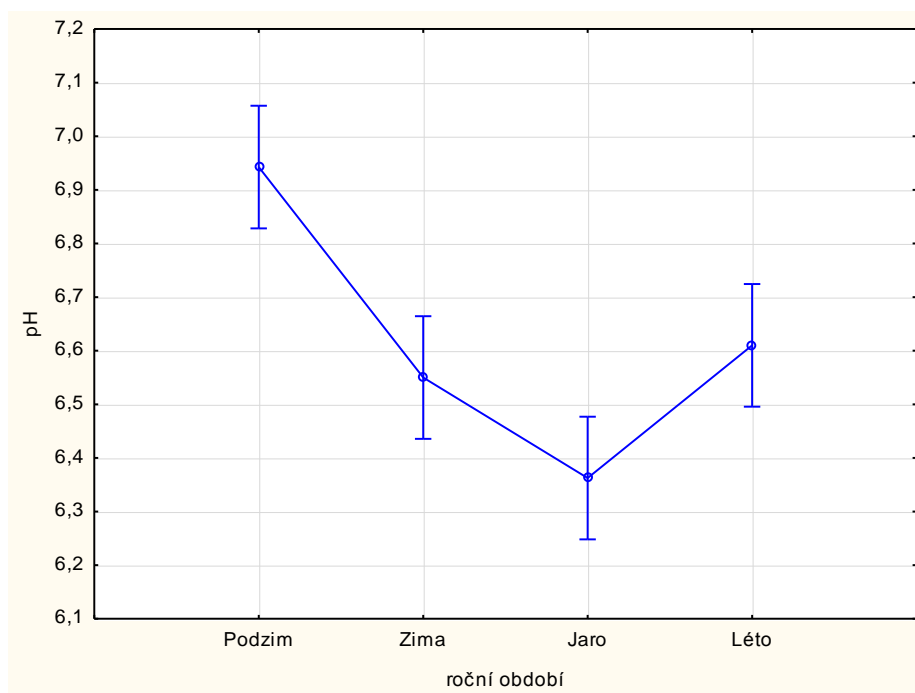
**Tab. 16** Aktivní kyselost sledovaných vzorků mléka v průběhu roku.

Aktivní kyselost (pH)	$\bar{x}$ (pH)	min (pH)	max (pH)	$s_x$	$v_x$ (%)
<b>Podzim</b>	6,94 <sup>A</sup>	6,83	7,12	0,11	1,59
<b>Zima</b>	6,55 <sup>B</sup>	6,44	6,61	0,07	1,03
<b>Jaro</b>	6,36 <sup>Ba</sup>	6,32	6,47	0,06	0,98
<b>Léto</b>	6,61 <sup>Bb</sup>	6,44	6,71	0,11	1,60

Rozdílná písmena ve sloupcích znamenají statistickou průkaznost (AB -  $P < 0,01$ ; ab -  $P < 0,05$ )

V rámci jednotlivých ročních období byl prokázán vysoce statistický rozdíl ( $P < 0,01$ ) mezi podzimem a zimou, podzimem a jarem a podzimem a létem. Statisticky průkazný rozdíl ( $P < 0,05$ ) byl prokázán mezi jarem a létem.

Ve sledovaném období se průměrné naměřené hodnoty aktivní kyselosti neodchylovaly od teoretických hodnot, uváděných v odborných publikacích. ZADRAŽIL (2002) uvádí, že u normálního kravského mléka se aktivní kyselost pohybuje kolem hodnoty 6,55. OTTER (2003) konstatuje, že průměrná hodnota pH je v rozmezí 6,50 - 6,70. GAJDŮŠEK (2003) uvádí, že hodnota pH u čerstvě nadojeného mléka je v intervalu hodnot 6,40 - 6,80. FOX et al. (2000) uvádějí, že aktivní kyselost se pohybuje v rozmezí hodnot 6,50 - 7,00.



**Obr. 8** Hodnoty pH mléka vyjádřené pomocí konfidenčních intervalů.

## 6 ZÁVĚR

V této bakalářské práci byl na základě získaných informací z literárních pramenů a díky prováděnému pokusu zhodnocen vztah mezi obsahem vápníku, složením a technologickými vlastnostmi kravského mléka v průběhu roku.

Z hlediska Pearsonovy korelační analýzy prováděné mezi vybranými parametry byly zjištěny následující střední a vysoké korelační závislosti:

- mezi obsahem vápníku a syřitelností mléka ( $r = 0,30$ )
- mezi obsahem vápníku a obsahem bílkovin ( $r = 0,36$ )
- mezi obsahem bílkovin a syřitelností mléka ( $r = 0,42$ )
- mezi obsahem bílkovin a hustotou mléka ( $r = 0,88$ )
- mezi obsahem laktózy a hustotou mléka ( $r = 0,95$ ).

Z hlediska jednofaktorové analýzy rozptylu (ANOVA), která byla provedena u všech sledovaných parametrů byl v rámci jednotlivých ročních období stanoven:

- vysoce statisticky průkazný rozdíl v obsahu vápníku mezi zimou a létem
- vysoce statisticky průkazný rozdíl v syřitelnosti mléka mezi podzimem a zimou a statisticky průkazný rozdíl mezi zimou a létem
- vysoce statisticky průkazný rozdíl v titrační kyselosti mezi podzimem a zimou, podzimem a jarem, podzimem a létem a statisticky průkazný rozdíl mezi jarem a létem
- vysoce statisticky průkazný rozdíl v aktivní kyselosti mezi podzimem a zimou, podzimem a létem, podzimem a jarem a statisticky průkazný rozdíl mezi zimou a létem
- statisticky průkazný rozdíl v obsahu bílkovin mezi podzimem a zimou.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BERAN O., MARCINKOVÁ A., 2012: Syrové mléko - ano, či ne? *Náš chov*, 72(2): 57-59. ISSN 0027-8068.

BERAN O., MARCINKOVÁ A., 2014: O mléku, plodnosti, „zánětech“ a minerální výživě. *Náš chov*, 74(2): 52-53. ISSN 0027-8068.

BOUŠKA J., DOLEŽAL O., JÍLEK F., KUDRNA V., KVAPILÍK J., PŘIBYL J., RAJMON R., SEDMÍKOVÁ M., SKŘIVANOVÁ V., ŠLOSÁRKOVÁ S., TYROLOVÁ Y., VACEK M., ŽIŽLAVSKÝ J., 2006: *Chov dojeného skotu*. Praha: Profi Press, 186 s. ISBN 80-86726-16-9.

BUŇKA F., PACHLOVÁ V., BUŇKOVÁ L., ČERNÍKOVÁ M., 2013: *Mlékárenské technologie I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 258 s. ISBN 978-80-7454-254-1.

CASHMAN K. D., 2003: Macroelements, nutritional significance, s. 2051-2065. In: ROGINSKI H., FUQUAY J. W., FOX P. F.: *Encyclopedia of dairy sciences, /Volume three/*. London: Academic Press, 1281-2095 s. ISBN 0-12-227238-2.

ČEJNA V., 2008: Zkušenosti z mlékárny se syřitelností mléka ve vazbě dodavatele mléka, s. 7-16. In: *Sborník příspěvků z mezinárodního semináře na téma: Výrobní zemědělská praxe a potravinářské biotechnologické úpravy pro zvýraznění pozitivních zdravotních vlivů mléka a mléčných výrobků*, 8. 10. 2008. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., 91 s. ISBN 978-80-87144-03-9.

DOLEŽAL O., HLÁSNÝ J., JÍLEK F., HANUŠ O., VEGRICHT J., PYTLOUN J., MATOUŠ E., KVAPILÍK J., 2000: *Mléko, dojení, dojírny*. Praha: Agrospoj, 241 s.

DRBOHLAV J., VODIČKOVÁ M., 2001: *Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 83 s. ISBN 80-7271-005-2.

FERNANDES R., 2009: *Microbiology handbook: dairy products*. Leatherhead: Leatherhead Publishing, 173 s. ISBN 978-1-905224-62-3.

FOX P. F., GUINEE T. P., COGAN T. M., MCSWEENEY P. L. H., 2000: *Fundamentals of cheese science*. Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers, 587 s. ISBN 0-8342-1260-9.

FOX P. F., MCSWEENEY P. L. H., 1998: *Dairy chemistry and biochemistry*. London: Blackie Academic & Professional, 478 s. ISBN 0-412-72000-0.

FRANDSON R. D., WILKE W. L., FAILS A. D., 2009: *Anatomy and physiology of farm animals*. 7th ed. Ames, Iowa: Wiley-Blackwell, 512 s. ISBN 978-0-8138-1394-3.

GAJDŮŠEK S., 1997: *Mlékařství II: (cvičení)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 84 s. ISBN 80-7157-278-0.

GAJDŮŠEK S., 2003: *Laktologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 78 s. ISBN 80-7157-657-3.

CHANG S. K. C., 2010: Protein analysis, s. 133-146. In: NIELSEN S. S.: *Food analysis*. 4. vyd. New York: Springer, 602 s. ISBN 978-1-4419-1477-4.

CHLÁDEK G., ČEJNA V., 2005: Měření syřitelnosti mléka pomocí nefeloturbidimetrického snímače, s. 127-130. In: ŠTĚTINA J., ČURDA L.: *Celostátní přehlídka sýrů 2005. Výsledky přehlídek a sborník přednášek semináře: mléko a sýry*. Praha: Česká společnost chemická, Odborná skupina pro potravinářskou a agrikulturní chemii, 214 s. ISBN 80-86238-48-2.

JANŠTOVÁ B., NAVRÁTILOVÁ P., 2014: *Produkce mléka a technologie mléčných výrobků*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 109 s. ISBN 978-80-7305-712-1.

JELÍNEK P., KOUDELA K., DOSKOČIL J., ILLEK J., KOTRBÁČEK V., KOVÁŘŮ F., KROUPOVÁ V., KUČERA M., KUDLÁČ E., TRÁVNÍČEK J., VALENT M., 2003: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 409 s. ISBN 80-7157-644-1.

KADLEC P., 2002: *Technologie potravin II*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 236 s. ISBN 80-7080-510-2.

KALACH P., 2003: *Funkční potraviny: kroky ke zdraví*. České Budějovice: DONA, 130 s. ISBN 80-7322-029-6.

KAVINA J., 1996: *Zbožiznalství potravinářského zboží: pro 2. ročník*. Praha: IQ 147, 261 s.

KELLY A. L., 2003: Test methods and standards, s. 1995-2007. In: ROGINSKI H., FUQUAY J. W., FOX P. F.: *Encyclopedia of dairy sciences, /Volume three/*. London: Academic Press, 1281-2095 s. ISBN 0-12-227238-2.

KONEČNÁ L., KUČTÍK J., 2015: Vztahy mezi počtem somatických buněk, syřitelností a jakostí sýřeniny u organického ovčího mléka, s. 50-52. In: SÝKORA V., KUČTÍK J., ŠUSTOVÁ K.: *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XII. Sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí, 14. 5. 2015*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 93 s. ISBN 978-80-7509-254-0.

KVASNIČKOVÁ A., 1998: *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 127 s. ISBN 80-85120-94-1.

LAW B. A., TAMIME A. Y., 2010: *Technology of cheesemaking*. 2nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 482 s. ISBN 978-1-4051-8298-0.



LUKÁŠOVÁ J. et al., 1999: *Hygiena a technologie produkce mléka*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 101 s. ISBN 80-85114-53-4.

MARVAN F., HAMPL A., HLOŽÁNKOVÁ E., KRESAN J., MASSANYI L., VERNEROVÁ E., 1992: *Morfologie hospodářských zvířat*. Praha: Brázda, 303 s. ISBN 80-209-0226-0.

MCCARTHY O. J., 2003: Physical and physicochemical properties, s. 1812-1821. In: ROGINSKI H., FUQUAY J. W., FOX P. F.: *Encyclopedia of dairy sciences, /Volume three/*. London: Academic Press, 1281-2095 s. ISBN 0-12-227238-2.

MICHLOVÁ T., HEJTMÁNKOVÁ K., PIVEC V., DRAGONOVÁ H., HEJTMÁNKOVÁ A., 2012: Sledování faktorů ovlivňujících obsah vitamínů A a E v mléce a mléčných výrobcích, s. 124-127. In: ŠTĚTINA J., ČURDA L.: *Celostátní přehledky sýrů 2012. Výsledky přehledek a sborník přednášek konference: mléko a sýry*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 242 s. ISBN 978-80-7080-838-2.

OBERMAIER O., ČEJNA V., 2013: *Jak poznáme kvalitu? Sýry a tvarohy*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, o.s. pro Českou technologickou platformu pro potraviny, 15 s. ISBN 978-80-87719-06-0.

OTTER D., 2003: Physical and chemical properties, s. 3957-3963. In: CABALLERO B., TRUGO L. C., FINGLAS P. M.: *Encyclopedia of food sciences and nutrition, /Volume six/*. 2nd ed. Oxford: Academic Press, 3410-4108 s. ISBN 0-12-227055-X.

PAVLÍK A., SLÁMA P., 2011: *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 142 s. ISBN 978-80-7375-479-2.

PŘIBYLA L., ČEJNA V., 2006: Porovnání vizuální a nefelo-turbidimetrické metody pro měření syřitelnosti mléka, s. 110-111. In: *Den mléka 2006*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 172 s. ISBN 80-213-1498-2.

SAMKOVÁ E., CEMPÍRKOVÁ R., HANUŠ O., HASONŇOVÁ L., HLAVÁČEK J., JELEN P., JEŘÁBKOVÁ J., KOPÁČEK J., LUŽOVÁ T., NAVRÁTILOVÁ P., SEYDLOVÁ R., ŠPIČKA J., ŠUSTOVÁ K., VORLOVÁ L., VYLETĚLOVÁ M., 2012: *Mléko: produkce a kvalita*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 240 s. ISBN 978-80-7394-383-7.

SMIT G., 2003: *Dairy processing: improving quality*. Cambridge: Woodhead Publishing, 546 s. ISBN 0-8493-1758-4.

ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2015: *Sýrařství: Syřidla* [online]. [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2065](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=2065)

TAMIME A. Y. 2006: *Brined cheeses*. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 324 s. ISBN 1-4051-2460-1.

TAMIME A. Y., 2007: *Structure of dairy products*. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 288 s. ISBN 978-1-4051-2975-6.

TANČIN V., TANČINOVÁ D., 2008: *Strojové dojenie kráv a kvalita mlieka*. Nitra: Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, 105 s. ISBN 978-80-88872-80-1.

TEUBNER CH., MAIR-WALDBURG H., EHLERT F. W., 1998: *Sýry: velká encyklopedie*. Bratislava: Perfekt, 255 s. ISBN 80-8046-101-5.

URBAN F., BOUŠKA J., ČERMÁK V., DOLEŽAL O., FULKA J., FUTEROVÁ J., HOMOLKA P., JÍLEK F., KUDRNA V., LOUČKA R., MACHAČOVÁ E., MAROUNEK M., MIKŠÍK J., MUDŘÍK Z., PETR J., PODĚBRADSKÝ Z., ŠEREDA L., SKŘIVANOVÁ V., VÁCHAL J., VETÝŠKA J., ŽIŽLAVSKÝ J., 1997: *Chov dojeného skotu: reprodukce, odchov, management, technologie, výživa*. Praha: APROS, 289 s. ISBN 80-901100-7-X.

VELECKÁ M., JAVOROVÁ J., FALTA D., ANDRÝSEK J., VEČEŘA M., CHLÁDEK G., PALÍK J., STUDENÝ S., 2014: Vliv vybraných genotypů kappa-kaseinu na složení a technologické vlastnosti mléka od dojnic českého strakatého skotu, s. 109-111. In: ŠTĚTINA J., ČURDA L.: *Celostátní přehledky sýrů 2014. Výsledky přehledů a sborník přednášek konference: mléko a sýry*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 240 s. ISBN 978-80-7080-909-9.

VELECKÁ M., JAVOROVÁ J., ANDRÝSEK J., VEČEŘA M., FALTA D., CHLÁDEK G., 2015: Vliv tepelného stresu na složení a technologické vlastnosti bazénového vzorku mléka od holštýnských dojnic, s. 62-65. In: SÝKORA V., KUČTÍK J., ŠUSTOVÁ K.: *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků XII. Sborník referátů ze semináře s mezinárodní účastí, 14. 5. 2015*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 93 s. ISBN 978-80-7509-254-0.

VELÍŠEK J., 2002a: *Chemie potravin 1*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 331 s. ISBN 80-86659-00-3.

VELÍŠEK J., 2002b: *Chemie potravin 2*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 303 s. ISBN 80-86659-01-1.

VORLOVÁ L., KRÁLOVÁ M., BORKOVCOVÁ I., JANŠTOVÁ B., NAVRÁTILOVÁ P., BARTÁKOVÁ K., 2012: *Chemie potravin: praktická cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 165 s. ISBN 978-80-7305-645-2.

WALSTRA P., WOUTERS J. T. M., GEURTS T. J., 2006: *Dairy science and technology*. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 782 s. ISBN 978-0-8247-2763-5.

WARD R. E., CARPENTER CH. E., 2010: Traditional methods for minerals analysis, s. 201-215. In: NIELSEN S. S.: *Food analysis*. 4. vyd. New York: Springer, 602 s. ISBN 978-1-4419-1477-4.

ZADRAŽIL K., 2002: *Mlékařství (přednášky)*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 127 s. ISBN 80-86642-15-1.

## 8 SEZNAM TABULEK

<b>Tab. 1</b> <i>Základní složení mléka (OBERMAIER a ČEJNA, 2013)</i> .....	15
<b>Tab. 2</b> <i>Složení mléčného tuku (SAMKOVÁ et al., 2012)</i> .....	18
<b>Tab. 3</b> <i>Obsah hlavních minerálních látek v mléce (GAJDŮŠEK, 2003)</i> .....	20
<b>Tab. 4</b> <i>Obsah vápníku ve vybraných druzích mlék (FRANDSON et al., 2009)</i> .....	21
<b>Tab. 5</b> <i>Rozdělení solí syrového mléka (%) (LUKÁŠOVÁ et al., 1999)</i> .....	22
<b>Tab. 6</b> <i>Faktory působící na pH (malé kolísání) (DOLEŽAL et al., 2000)</i> .....	27
<b>Tab. 7</b> <i>Příčiny odchylek SH mléka od normy (DOLEŽAL et al., 2000)</i> .....	28
<b>Tab. 8</b> <i>Hodnocení jakosti sýřeniny (GAJDŮŠEK, 1997)</i> .....	32
<b>Tab. 9</b> <i>Obsah vápníku ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku</i> .....	35
<b>Tab. 10</b> <i>Obsah bílkovin ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku</i> .....	37
<b>Tab. 11</b> <i>Obsah tuku ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku</i> .....	38
<b>Tab. 12</b> <i>Obsah laktózy ve sledovaných vzorcích mléka v průběhu roku</i> .....	39
<b>Tab. 13</b> <i>Syřitelnost sledovaných vzorků mléka v průběhu roku</i> .....	40
<b>Tab. 14</b> <i>Hustota sledovaných vzorků mléka v průběhu roku</i> .....	41
<b>Tab. 15</b> <i>Titrační kyselost sledovaných vzorků mléka v průběhu roku</i> .....	41
<b>Tab. 16</b> <i>Aktivní kyselost sledovaných vzorků mléka v průběhu roku</i> .....	43

## 9 SEZNAM OBRÁZKŮ

<b>Obr. 1</b> Schématické znázornění štěpení $\kappa$ -kaseinu (ŠUSTOVÁ a SÝKORA, 2015) ..	25
<b>Obr. 2</b> Nefelo-turbidimetrický snímač koagulace mléka (vlastní foto) .....	31
<b>Obr. 3</b> Potenciometrický titrátor (vlastní foto) .....	32
<b>Obr. 4</b> MilkoScope Julie C5 Automatic (vlastní foto) .....	33
<b>Obr. 5</b> Obsah vápníku v mléce vyjádřený pomocí konfidenčních intervalů .....	36
<b>Obr. 6</b> Obsah bílkovin v mléce vyjádřený pomocí konfidenčních intervalů .....	37
<b>Obr. 7</b> Hodnoty SH mléka vyjádřené pomocí konfidenčních intervalů .....	42
<b>Obr. 8</b> Hodnoty pH mléka vyjádřené pomocí konfidenčních intervalů .....	43