

## PROHLÁŠENÍ

Diplomová práce s názvem „**Syřitelnost kravského a koziho mléka**“ (Clotting of cow and goat milk) nemůže být vložena do systému STAG vzhledem ke skutečnosti, že zveřejnění dat obsažených ve výše zmíněné práci v květnu 2017 by bránilo publikování těchto dat ve vědeckém časopisu.

Diplomová práce bude v tištěné podobě k dispozici v Akademické knihovně JU.



.....  
doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.  
vedoucí diplomové práce



.....  
Bc. Lenka Pecová  
autor diplomové práce

V Českých Budějovicích

5. května 2017

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**Katedra kvality zemědělských produktů**

---

Studijní program: Zemědělská inženýrství (N4101)

Studijní obor: Zemědělské inženýrství – Zpracování produktů (4101T013)

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Syřitelnost kravského a kozího mléka**

Clotting of cow and goat milk

**Autor: Bc. Lenka Pecová**

Vedoucí diplomová práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Oto Hanuš, Ph.D.

---

**České Budějovice 2017**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka PECOVÁ**  
Osobní číslo: **Z15629**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Zemědělské inženýrství - Zpracování produktů**  
Název tématu: **Syřitelnost kravského a kozího mléka**  
Zadávající katedra: **Katedra kvality zemědělských produktů**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Syřitelnost je významná technologická vlastnost mléka, kterou ovlivňuje celá řada faktorů. Zhoršená syřitelnost pak může vést k významným ekonomickým ztrátám.

Cílem diplomové práce bude sledovat syřitelnost kravského a kozího mléka v závislosti na vybraných faktorech (např. druh, plemeno, složení mléka).

Diplomová práce bude zpracována na základě zásad pro zpracování závěrečných prací ([http://www.zf.jcu.cz/copy\\_of\\_students/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak\\_vypracovat\\_DP.pdf](http://www.zf.jcu.cz/copy_of_students/informace-pro-studujici/dokumenty-studijniho-oddeleni/informace-pro-studujici/Jak_vypracovat_DP.pdf)) podle následující rámcové osnovy:

1. Úvod - charakteristika a význam řešené problematiky včetně uvedení cílů práce
2. Literární přehled - přehled faktorů ovlivňujících syřitelnost mléka získaný studiem soudobé vědecké a odborné literatury
3. Materiál a metodika - popis metodiky sledování, analytických a statistických metod
4. Výsledky a diskuse - tabulkové a grafické zpracování získaných dat, jejich statistické vyhodnocení a porovnání s dostupnými literárními údaji
5. Závěr - stručné shrnutí výsledků, návrhy a doporučení vyplývající z řešené problematiky
6. Summary - přehled a nejdůležitější výsledky včetně klíčových slov (v anglickém jazyce)
7. Seznam literatury - jednotný, podle platných citačních zásad.

Rozsah grafických prací: 10-15 stran (tabulky, grafy)

Rozsah pracovní zprávy: 35-45 stran textu

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- Bittante G. et al.: Invited review: Genetics and modeling of milk coagulation properties. *J. Dairy Sci.*, 2012, 95, 6843-6870.
- Jacob M. et al.: Recent advances in milk clotting enzymes. *Int. J. Dairy Technol.*, 2011, 64, 14-33.
- Remeuf F. et al.: Relationships between physicochemical characteristics of milks and their cheese-making properties. *Lait*, 1991, 71, 397-421.
- Databáze WOS, CASLIN, Česká zemědělská bibliografie, CAB Abstracts, PROQUEST, dostupné na www: <http://www.lib.jcu.cz/cs/databaze>
- Vědecké a odborné publikace v časopisech a sbornících: př. Mlékařské listy, Mléko a sýry, Ingrovy dny, Výživa a potraviny aj.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Eva Samková, Ph.D.

Katedra kvality zemědělských produktů

Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Oto Hanuš, Ph.D.


Výzkumný ústav mlékařský

Datum zadání diplomové práce: 16. února 2016

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2017

  
prof. Ing. Miroslav Socha, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
STŘEŠNÍ COŠKLANŮV  
STUDENTSKÁ 1500, 370 08 České Budějovice

  
Ing. Pavel Smetana, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 16. února 2016

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....

Bc. Lenka Pecová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Velké poděkování patří vedoucí diplomové práce paní doc. Ing. Evě Samkové, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a cenné rady při zpracování této diplomové práce a také za nebyvalou trpělivost, vstřícnost a ochotu. Děkuji také panu prof. Ing. Otu Hanušovi, Ph.D. za podnětné návrhy a připomínky, a dále Ing. Robertu Kalovi, který byl za všech okolností ochotný a pohotový.

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce pojednává o dvou technologických vlastnostech určujících kvalitu mléka – syřitelnosti a kysací schopnosti – které jsou ovlivněny velkým množstvím faktorů. Cílem práce bylo na základě získaných analýz posoudit vliv složení mléka, plemene, pořadí a stadia laktace na syřitelnost a kysací schopnost kravského a kozího mléka. Podrobné analýzy byly zaměřeny více na mléko kravské.

Rozdíly mezi druhy ve složení i technologických vlastnostech mléka jsou výrazné. Mléko koz navzdory literární teorii vykazovalo výhodnější technologické vlastnosti než mléko kravské. Při sledování vlivu plemene byla zjištěna statisticky významně delší syřitelnost u mléka holštýnských dojnic v porovnání s mlékem dojnic českého strakatého plemene, ale vliv na kysací schopnost mléka prokázán nebyl. Pořadí a stadium laktace se rovněž ukázaly jako významné.

Práce potvrdila vliv všech sledovaných faktorů na technologické vlastnosti mléka, z nichž některé jsou statisticky velmi významné, a může tedy sloužit jako základ pro další výzkumnou činnost.

**Klíčová slova:** kravské mléko, kozí mléko, složení mléka, technologické vlastnosti mléka, srážení mléka, syřitelnost, kysací schopnost, kvalita sýřeniny

## **ABSTRACT**

The thesis deals with two technological properties determining the quality of milk – clotting and fermentation ability by titratable acidity (FA) – which are influenced by a large number of factors. The aim of the work was to assess the influence of milk composition, breed, order and stage of lactation on clotting and FA of cow and goat milk based on obtained analysis. Detailed analysis focused primarily on cow milk.

The composition and technological properties of the two kinds of milk – cow and goat – are significantly different. Goat milk showed better technological properties than cow milk despite the literary theory. When studying the influence of breed significantly longer renneting time of milk of Holstein cows was detected comparing to milk of Czech Fleckvieh cows, nevertheless no influence on FA was proved. The order and stage of lactation proved to be significant too.

The thesis confirmed the influence of all the monitored factors on technological properties of milk, some of which are statistically very significant and can therefore serve as a basis for further research.

**Key words:** cow milk, goat milk, milk composition, technological properties of milk, milk coagulation, renneting, fermentation ability, curd quality



# OBSAH

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	11
1.1 Srážení mléka.....	11
1.1.1 Sladké srážení.....	12
1.1.2 Kyselé srážení.....	13
1.2 Syřitelnost mléka .....	13
1.2.1 Stanovení syřitelnosti a kvality sýřeniny.....	14
1.3 Kysací schopnost mléka.....	15
1.3.1 Stanovení kysací schopnosti.....	15
1.4 Vlivy působící na syřitelnost a kysací schopnost mléka.....	16
1.4.1 Složení mléka .....	16
1.4.2 Druh zvířete a plemeno .....	18
1.4.3 Roční období .....	21
1.4.4 Pořadí a stadium laktace.....	22
1.4.5 Výživa .....	23
1.4.6 Zdravotní stav .....	24
1.4.7 Kyselost mléka .....	25
1.4.8 Technologické operace.....	27
1.4.9 Ostatní faktory.....	31
2. SEZNAM LITERATURY .....	36

Následující pasáž **Úvod** o rozsahu 1 strany je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

# 1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

V roce 2014 dosáhla produkce mléka 802 mil. tun, z čehož zhruba 20 % bylo použito k výrobě sýrů. V současnosti je stále více aktuální otázka zdravé výživy a zdravotně prospěšných potravin. Ve vyspělých zemích proto výrazně stoupá poptávka po fermentovaných mléčných výrobcích a rovněž trh s méně běžnými druhy mlék (např. mlékem buvolím, kozím, ovčím a velbloudím) zaznamenává velký rozvoj. Přesto kravské mléko zůstává v produkčním žebříčku na prvním místě (FAOSTAT, 2017).

Zvláště v sýrařství je vyžadována vysoká kvalita mléka, a to z důvodu zásadního vlivu na jakost sýrů. Výrobní mléko musí splňovat nejen obvyklé požadavky kvality (složení, sensorická jakost, mikrobiologická čistota, absence inhibičních látek, počet somatických buněk atd.), ale také specifické technologické vlastnosti (syřitelnost a kysací schopnost), aby byly zajištěny co nejlepší vlastnosti pro jeho zpracování. Kvalitní produkt lze vyrobit pouze z kvalitní suroviny. Snížení jakosti mléka určeného ke zpracování následně snižuje výtěžnost a kvalitu výrobků a působí tak velké ekonomické ztráty (Samková a kol., 2012). Technologické vlastnosti se vyznačují tím, že jsou typicky polyfaktoriální, proto je obtížné jednoznačně určit příčinu zhoršení či zlepšení sledované vlastnosti, a klíčová je znalost souvislostí mezi jednotlivými parametry ovlivňujícími danou technologickou vlastnost.

## 1.1 Srážení mléka

Výroba sýřeniny je proces, ve kterém je mléčný tuk a kasein koncentrován asi desetinásobně, zatímco syrovátkové bílkoviny, laktóza a rozpustné soli přecházejí do syrovátky (Fox a kol., 2000). Základem výroby sýrů je vysrážení mléčné bílkoviny, což je u většiny vyráběných sýrů kasein. V mléce je kaseinová bílkovina uspořádaná do kaseinové micely, jejíž složitá struktura a složení zabraňuje vzájemnému spojování micel (Šustová a Sýkora, 2013). Při změně vnějších činitelů dojde k jejímu rozpadu na submicely.

Srážení mléka je podle toho možno rozdělit do tří kategorií (Javorová, 2010):

- sladké srážení – pomocí syřidlových enzymů (pepsin, chymozin, mikrobiální a rostlinné enzymy),
- kyselé srážení – vlivem sníženého pH (přidáním kyseliny nebo vytvářením kyseliny mléčné z laktózy mléčnou fermentací),
- kombinované srážení – kombinací kyselého a sladkého srážení.

### 1.1.1 Sladké srážení

Pro sladké neboli enzymatické srážení mléka je nejdůležitější složkou  $\kappa$ -kasein v kaseinátovém komplexu, který stabilizuje kaseinové micely. Nejprve začíná štěpení  $\kappa$ -kaseinu působením proteolytických enzymů syřidla (primární fáze), kdy dochází k rozštěpení peptidické vazby mezi 105. a 106. aminokyselinou (fenylalanin-methionin) řetězce  $\kappa$ -kaseinu. Tím se z  $\kappa$ -kaseinu odštěpí hydrofilní glykomakropeptid (nemá afinitu k ostatním kaseinovým frakcím) a hydrofobní para- $\kappa$ -kasein (s vysokou afinitou k ostatním frakcím kaseinu). Para- $\kappa$ -kasein ztrácí stabilizační účinek proti vysrážení kaseinu  $\text{Ca}^{2+}$  ionty. Po disgregaci micel dochází ke spojování do nových micelárních útvarů a k polymeraci za současné stabilizace hydrofobními vazbami (sekundární fáze). Dochází ke srážení destabilizovaných micel a tvorbě gelu, které probíhá při teplotě nad 20 °C a pouze pokud jsou přítomny  $\text{Ca}^{2+}$  ionty, které spojují kaseinové micely (Černý a kol., 2003).

V průběhu tvorby gelu se micely řadí do řetězců, které poté přecházejí do trojrozměrné mřížky. Vytvořením vápenatých můstků dochází k synerezi a vytužování sýřeniny způsobené přitažlivými silami mezi kaseinovými částicemi. Při delším působení syřidla pokračuje proteolýza kaseinu (terciární fáze) a dochází kromě štěpení para- $\kappa$ -kaseinu také ke štěpení  $\alpha_{\text{S1}}$ -kaseinu a  $\beta$ -kaseinu. Tato fáze nastává prakticky až při vlastním zrání sýrů, probíhá pomalu a v sýrech je rovněž zpomalována přidávkem NaCl (Roginski a kol., 2002).

### 1.1.2 Kyselé srážení

Kasein je sloučenina amfoterního charakteru, tzn., že jeho elektrický náboj závisí na pH roztoku a molekula je neutrální v izoelektrickém bodě. V mléce mají kaseinové micely negativní náboj a navzájem se odpuzují, což zabraňuje jejich shlukování a srážení. Vlivem snížení pH mléka ztrácejí micely postupně záporný náboj a dochází k destabilizaci kaseinu. Z kaseinové micely se uvolňují frakce  $\beta$ -kaseinu a  $\kappa$ -kaseinu, které po dosažení izoelektrického bodu kaseinu (pH 4,6 při 20 °C) získávají kladný náboj a vážou se na povrch negativně nabitého  $\alpha_{S1}$ - a  $\alpha_{S2}$ -kaseinu, čímž se vytváří částice s charakterem odlišným od původních micel. Dalším zmenšováním velikosti náboje kaseinu se snižuje elektrický potenciál částic, nově vytvořené částice se začínají agregovat ve formě řetězců a dochází k vysrážení kaseinu z mléka ve formě gelu. Zvyšování teploty srážení do 40 °C vede k rychlejší tvorbě sraženiny s hrubším charakterem. Při vyšších teplotách je sraženina gumovitá, při teplotě nižší než 18 °C se sraženina tvoří pouze při zvýšení koncentrace vápníkových iontů (Fox a kol., 2004; Law a Tamime, 2010). Při teplotách 10 °C a nižších nedochází k vyvločkování, ačkoli je možno docílit rozštěpení  $\kappa$ -kaseinu (Walstra, 1999).

## 1.2 Syřitelnost mléka

V sýrařských technologiích je syřitelnost považována za nejdůležitější technologickou vlastnost mléka (Čejna, 2008), neboť se podílí jak na kvalitativní, tak na kvantitativní produkci sýrářny. Je to schopnost mléka srážet se syřidlem v důsledku koagulace kaseinu a tvořit sýřeninu, která má požadované vlastnosti (Samková a kol., 2012). Čejna a Chládek (2006) uvádějí, že podstatná je především rychlost srážení mléka.

Syřitelnost je tvořena pěti dílčími ukazateli (Bittante a kol., 2012):

- čas potřebný ke srážení mléka (min),
- pevnost sýřeniny (mm),
- doba potřebná k utužení sýřeniny (min),
- kvalita sýřeniny posouzená adspekci a palpací (I.-V.),
- objem syrovátky vypuzené z koláče sýřeniny při procesu synereze (ml).

Syřitelnost nemá přesně definované hodnoty (standardy), často se jedná o lokální definice a použité metody, a proto výsledky pokusů bývají hodnotově srovnatelné v rámci různých analýz jen velmi obtížně (Hanuš a kol., 2004).

### **1.2.1 Stanovení syřitelnosti a kvality sýřeniny**

Při stanovování syřitelnosti se zjišťuje doba, za kterou dojde k vytvoření prvních vloček sraženiny působením syřidla za podmínek zvolené metody. Při srážení syřidlem je důležitá optimalizace parametrů sestávajících ze síly syřidla, množství mléka, doby působení a teploty (Javorová, 2010).

Syřitelnost se obvykle stanovuje tzv. vizuální metodou, jež není příliš objektivní. Z tohoto důvodu byl ve spolupráci pracovníků Akademie věd ČR a Výzkumného ústavu mlékárenského v roce 2003 sestaven pro hodnocení syřitelnosti nefeloturbidimetrický snímač koagulace mléka. Optický detektor snímače převádí intenzitu dopadajícího světla na elektrický signál. Během tvorby sraženiny dochází k úbytku optického signálu a tím také k úbytku měřeného napětí. Inflexní bod záznamové křivky vyjadřuje čas, ve kterém je od počátku měření největší rychlost změny optického signálu. Průběh je pomocí softwaru derivován a minimum na derivační křivce odpovídá výslednému vysrážení para- $\kappa$ -kaseinu (Pavličková, 2008).

Za dobrou syřitelnost je považováno srážení mléka upraveného pro výrobu sýrů při 32 °C tak, že se první vločky sraženiny tvoří za 15-18 minut a celkový čas od počátku srážení po vytvoření sýřeniny k dalšímu zpracování nepřesáhne 30 minut při koncentraci syřidla 28 000 Soxhletových jednotek na 10 000 litrů mléka (Zadrazil, 2002). Čejna (2008) stanovil optimální čas syřitelnosti na 161 sekund.

Kvalita sýřeniny se zjišťuje po inkubaci zasyřeného mléka, obvykle za podmínek ponechání mléka po zasyření v termostatu při 35 °C po dobu 1 hodiny. Jakost sýřeniny se hodnotí přímo v baňce a poté po vyklopení na Petriho misku. Posouzení probíhá adspekčně a palpačně, případně za pomoci přístrojů (Javorová, 2010; Samková a kol., 2012). Hodnocení kvality sýřeniny a zařazení mléka do jednotlivých tříd jakosti je popsáno v *Tab. 1*. Nejčastěji je možno se setkat s mlékem kategorie B a C. Mléko kategorie E a F je podle daných kritérií nevhodné pro výrobu sýrů (Bittante a kol., 2012).

**Tab. 1:** Zařazení mléka podle laktodynamických křivek, jejich vhodnost pro sýrařské zpracování a hodnocení kvality sýřeniny (**RCT** – čas potřebný pro koagulaci mléka; **k<sub>20</sub>** – doba potřebná k utužení sýřeniny; **a<sub>30</sub>** – pevnost sýřeniny; **SR** – sýřenina; **SV** – syrovátka).

Typ mléka		Sýřicí vlastnosti mléka					Vzhled sýřeniny a syrovátky	Třída jakosti sýřeniny
		RCT [min]	k <sub>20</sub> [min]	a <sub>30</sub> [mm]	RCT/k <sub>20</sub>	RCT/a <sub>30</sub>		
Optimální mléko	A	13	9	35	1,3-1,5	0,25-0,60	SR: velmi dobrá, pevná, po vyklopení zachovává tvar SV: čirá, žlutozelená	I.
Vhodné mléko	B	16	7	38	1,8-2,5	0,3-1,0		
	C	11	11,5	29	0,7-1,0	0,3-0,7	SR: dobrá, méně pevná, méně dobře zachovává tvar, může být drobivá SV: bělavá nebo nazelenalá	II.
D	9,5	5	54	1,3-1,7	0,1-0,25			
Nevhodné mléko	E	17	13	15	1,2-1,3	0,8-2,8	SR: špatná, měkká, narušená agregace SV: mléčně bílá	III.
	F	30	-	< 5	< 1,0	> 6,0		
	DD	<5	< 3	> 60	1,7-2,0	< 0,1	SR: velmi špatná, drobivá, bez agregace SV: mléčně bílá.	IV.
Nekoagulující mléko	FF	-	-	0	-	-	Nezřetelné nebo žádné vyvločkování.	V.

Zdroj: Bittante a kol. (2012), Justová (2015), upraveno.

### 1.3 Kysací schopnost mléka

Kysací schopnost mléka má význam pro posouzení vhodnosti syrového mléka k fermentaci za pomoci bakterií mléčného kvašení a pro zjištění možné přítomnosti reziduí inhibičních látek v mléce (**RIL**) – Samková a kol. (2012). Tato schopnost není důležitá jen pro výrobu sýrů, ale je klíčová také pro výrobu jogurtů, kefirů, zákysů apod.

#### 1.3.1 Stanovení kysací schopnosti

Kysací schopnost se stanovuje za použití jogurtové kultury (*Lactobacillus bulgaricus* a *Streptococcus thermophilus*) inkubované ve vzorku pasterovaného mléka 3,5 hodiny při 43 °C (ON 57 0534) a vyjadřuje se dosaženou titrační kyselostí, tj. jako spotřeba NaOH na 100 ml mléka při 20 °C (Samková a kol., 2012). Norma ČSN 57 0529 definuje limit pro kysací schopnost minimálně 25 °SH.

## 1.4 Vlivy působící na syřitelnost a kysací schopnost mléka

Syřitelnost je ovlivněna velkým množstvím faktorů, které úzce souvisejí s chemickým složením mléka (Remeuf a kol., 1991). Mezi tyto faktory patří např. plemeno, stadium a pořadí laktace, zdravotní stav, výživa, roční období, klimatické podmínky, ustájení a ošetřování, délka laktace a hygiena chovu a dojení. Faktory ovlivňující složení mléka publikovala Slavíková (2015), problematikou vlivů souvisejících se složením mléka koz se zabývá Pecová (2015), ovlivnění technologických vlastností mléka zdravotním stavem a technologií chovu popisuje Justová (2015) a vliv plemene dojnic na syřitelnost zkoumali Stocco a kol. (2017).

Další faktory, které mají na syřitelnost a jakost sýřeniny vliv, jsou hodnota pH mléka, doba a teplota skladování a úpravy mléka, dávka, koncentrace a typ použitého syřidla, úroveň vedení chovu a zajištění krmivové základny s ohledem na plemeno, pastvu a nadmořskou výšku (Esteves a kol., 2003b; Fox a kol., 2004; Hanuš a kol., 2004, Law a Tamime, 2010). Roli zde hrají také molekulární interakce složek mléka (Samková a kol., 2012) a genetické varianty  $\kappa$ -kaseinu (Čejna, 2006).

Kysací schopnost je ovlivněna hlavně přítomností RIL, výskytem mastitid a výživou dojnic, s nimiž souvisí změny v počtu somatických buněk (**PSB**), koncentraci močoviny a kyseliny beta-hydroxymáselné (**BHB**) v mléce (Samková a kol., 2012). Vysoce významná negativní závislost byla rovněž prokázána mezi kysací schopností a elektrickou vodivostí mléka (Genčurová a kol., 1997).

### 1.4.1 Složení mléka

Chemické složení mléka a variabilita jeho složek má pro technologické vlastnosti mléka stěžejní význam. Nejvýznamnější vliv mají obsah kaseinu a minerální látky.

#### Kasein

Kratochvíl (1972) uvádí, že syřitelnost je nepřímě úměrná obsahu dusíku v mléce. Babák a kol. (2010) s tímto tvrzením nesouhlasí a tvrdí, že celkový dusík v mléce nemá na syřitelnost vliv. Autoři se ale shodují, že obsah a formy kaseinu jsou klíčové. Bylo prokázáno, že koncentrace tuku a kaseinu a jejich vzájemný poměr zásadně ovlivňují syřitelnost a následnou kvalitu sýra (Fox a kol., 2004).



Obsah kaseinu v mléce ovlivňuje dobu srážení a tuhost a pevnost gelu. Vyšší koncentrace kaseinu vede k rychlejšímu srážení a k vytvoření pevnější struktury sraženiny. Důležitý není pouze celkový obsah kaseinu, ale také zastoupení jednotlivých frakcí kaseinu, stavba, velikost a hydratace kaseinových micel (Remeuf a kol., 1991; Law a Tamime, 2010). Zvláště se jedná o obsah frakce  $\alpha_1$ -kaseinu, jehož obsah je přímo úměrný pevnosti sýřeniny a výtěžnosti sýra (Konečná a kol., 2014).

### Minerální látky

Významný vliv na syřitelnost má obsah vápníku a fosforu v mléce a jejich formy – především rovnováha kalcium–kaseinátového a kalcium–fosfátového komplexu a obsah vápníku v ionizované formě (Čuboň a kol., 2007). Vápenaté ionty se na koagulaci kaseinu podílejí dvojnásobným způsobem – snižují celkový negativní náboj kaseinových micel a snižují pH (Wang a kol., 2011). Snižování ionizované formy vápníku zhoršuje syřitelnost nebo dokonce znemožňuje srážení mléka. Vlivem změn v zastoupení vápníku a jeho solí se proto vysvětluje, proč mléka o stejné kyselosti mají odlišnou syřitelnost (Law a Tamime, 2010).

### Ostatní složky

Byl také prokázán vliv obsahu tuku na syřitelnost a kvalitu sýřeniny. Dle Walstry (1999) způsobují tukové kapénky pomalejší srážení a tvorbu gelu. Autor dále doplňuje, že srážení probíhá u odstředěného mléka lépe než u mléka s vyšším obsahem tuku. Javorová (2010) ovšem ve své studii prezentovala výsledky, kdy se s rostoucí tučností syřitelnost zrychlovala. Vyvozuje ale závěr, že její výsledky mohly být ovlivněny jinou obsahovou složkou, protože rozdíl v tučnosti mezi jednotlivými vzorky byl malý. Autorka dále uvádí, že s rostoucí tučností klesala kvalita sýřeniny, která byla méně pevná a hůře drží tvar. Podobné výsledky uvádějí také Fox a kol. (2000), Walstra a kol. (2006) a Šustová (2008). Walstra a kol. (2006) dodávají, že tuk brání proudění syrovátky ze sýřeniny a s vyšším obsahem tuku v mléce klesá schopnost synereze. Zároveň se zvyšujícím se obsahem tuku rostou také jeho ztráty způsobené jednotlivými operacemi (krájení, míchání, dohřívání sýřeniny), kdy tuk přechází do syrovátky. Použitím homogenizace či mikrofiltrace lze tyto ztráty snížit na minimum (Thomann a kol., 2008). Přejít do většiny podílu tuku do syrovátky nastává také při použití mastitidního mléka (Law a Tamime,

2010). Podle Šustové (2008) i přes zhoršení synereze sýřeniny zlepšuje tuk konzistenci hotových sýrů, protože zvyšuje jemnost sýrového těsta, výtěžnost a zlepšuje chuť.

Dalšími významnými složkami podílejícími se na změně technologických vlastností jsou obsah močoviny a BHB. Studie zaměřující se na vliv obsahu močoviny v mléce ovšem nejsou jednotné. Godden a kol. (2001) zjistili velmi malý vliv obsahu močoviny na množství bílkovin a syřitelnost, naopak v jiných publikovaných pracích byl vliv obsahu močoviny průkazný (Čejna a kol., 2005; Chládek a Čejna, 2005). Z hlediska obsahu BHB se jedná hlavně o souvislost se zdravotním stavem zvířat a jejich výživou (Samková a kol., 2012).

### **1.4.2 Druh zvířete a plemeno**

Kravske a kozí mléko patří mezi mléka kaseinová a svým základním složením se podobají. Přesto při technologickém zpracování se tato mléka chovají velmi odlišně. Zastoupení jednotlivých bílkovinných frakcí v kravském a kozím mléce se značně liší. Kozí mléko se vyznačuje vyšší hladinou  $\beta$ - a  $\kappa$ -kaseinu a nízkým obsahem  $\alpha_1$ -kaseinu (Konečná a kol., 2014). To se nepříznivě projevuje při vytváření kaseinové sraženiny, která je méně pevná, a snižuje se výtěžnost (Fox a kol., 2004). Obsah  $\alpha_1$ -kaseinu v kozím mléce je velmi variabilní a uvádí se, že sýry vyrobené z kozího mléka s vyšším obsahem  $\alpha_1$ -kaseinu vykazují slabší kozí aroma, což je vysvětlováno pevnější strukturou sýřeniny, která méně uvolňuje těkavé sloučeniny a dochází tak k nižší produkci aromatických sloučenin (Konečná a kol., 2014).

Charakter a kvalita sýřeniny jsou ovlivňovány nejen druhem zvířete, ale významné rozdíly lze najít také mezi plemeny (Grieger a Holec, 1990). Všeobecně je možné říci, že plemena s vyšší produkcí mléka (horská plemena) mají mléko chudší na tuk a bílkoviny než plemena nížinná a naopak (Law a Tamime, 2010). Údaje o složení mléka se v různých literárních zdrojích výrazně liší nejen v závislosti na druhu či plemeni (Tab. 2), ale také díky různým podmínkám zkoumaných zvířat v rámci plemene. Tyto odchylky jsou dány faktory prostředí, které ovlivňují užitkovost (Fantová a kol., 2010), a individualitou každého zvířete (Chládek a Čejna, 2005).

**Tab. 2:** Základní chemické složení mléka vybraných plemen skotu a koz.

Druh zvířete	Plemeno	Složka [%]				
		Sušina	Bílkoviny	Tuk	Laktóza	Popeloviny
skot	holštýnský	12,45	3,25	3,72	4,90	0,58
	český strakatý	12,86	3,37	3,90	4,91	0,68
	Jersey	14,49	3,87	5,46	4,56	0,60
koza	bílá krátkosrstá	11,95	2,90	3,62	4,47	0,96
	hnědá krátkosrstá	11,42	2,90	3,36	4,44	0,72
	anglo-nubijská	12,17	3,27	4,06	4,05	0,79

*Zdroj: Kuchtík a Sedláčková (2003), Pambu a kol. (2011), Králíčková a kol. (2013), Křížová a kol. (2014), Bland a kol. (2015), Stocco a kol. (2017), upraveno.*

Podle Fantové a kol. (2010) má koza bílá krátkosrstá velmi nízký obsah kaseinu v mléce, naproti tomu např. koza maltézká má obsah kaseinu velmi vysoký. U skotu je velmi vysoký obsah kaseinu a celkové sušiny u plemene Jersey a naopak složky sušiny dosahují nižších hodnot u holštýnského plemene (Trakovická a kol., 2012). Caroli a kol. (2006) ve své práci potvrdili, že zastoupení kaseinových frakcí u vybraných plemen se významně odlišuje, a to z důvodu vysoké variability a výskytu mutací v genech. Různé populace zvířat jak v přírodním, tak v umělém výběru mají geneticky dané odlišné složení kaseinového komplexu. Syřitelnost mléka má silný vztah k obsahu kaseinu a jeho frakcím, proto mléko většiny holštýnského plemene vykazuje horší sýřící vlastnosti a má vyšší procento zastoupení tzv. nekoagulujících vzorků. Opačný trend byl pozorován u alpských plemen (např. Brown Swiss a Simmental), jejichž mléko se vyznačuje vysokou sýrařskou hodnotou (Bittante a kol., 2012).

Bittante a kol. (2012) uvádějí, že heritabilita vlastností podmiňujících syřitelnost je vyšší než např. dědivost množství produkovaného mléka. Doba srážení mléka a pevnost sýřeniny mají přímou genetickou spojitost také s kysací schopností mléka. Byla prokázána individuální opakovatelnost sýřících vlastností, stádový efekt je naopak velmi nízký. Proto by zlepšení sýřících vlastností mléka mělo být založeno především na výběru jedinců. Hanuš a kol. (2011) ovšem ve své studii zaměřené na český strakatý skot nezaznamenali významný vliv otce na koagulační vlastnosti mléka prvotetek.

## Geny pro $\kappa$ -kasein

$\kappa$ -kasein je fosfoprotein, který podmiňuje stabilitu kaseinového komplexu. Není schopen vázat vápník (obsahuje pouze jednofosfoserinový zbytek), proto se jako jediná kaseinová frakce nesráží v přítomnosti vápenatých iontů a zabraňuje tak spojování kaseinových micel vápníkovými můstky. Právě k jeho sražení je potřeba enzym (syřidlo) nebo snížení pH pod izoelektrický bod kaseinu. Je také základním ukazatelem pro stanovení parametrů kvality a syřitelnosti mléka (Walstra, 1999).

V řadě studií byl dokázán významný vliv genetického polymorfismu mléčných bílkovin na srážení mléka a výtěžnost sýrů (Wedholm a kol., 2006). Gen  $\kappa$ -kaseinu (CSN<sub>3</sub>) má hlavní vliv na obsah bílkovin v mléce, kvalitu a pevnost sýřeniny a dobu koagulace (Ng-Kwai-Hang, 2003). V současné době je u krav známo 11 variant alel  $\kappa$ -kaseinu (Dvořáková a kol., 2006; Zajíčková, 2013), u koz je známo variant 20 (Prinzenberg a kol., 2005; Kiplagat a kol., 2010).

U skotu se nejčastěji vyskytují varianty alel A, B a E. Alela B je spojena s lepší pevností sýřeniny a rychlejší koagulací, zatímco alely A a E působí opačně a mají tak negativní vliv na parametry kvality mléka a technologické požadavky na zpracování, protože vytvářejí drobnou sýřeninu, případně se mléko nevysráží vůbec. Genotypy obsahující alelu E jsou považovány za zvláště nežádoucí a je snaha o vyřazování dojnic s touto alelou z chovu (Dvořáková a kol., 2006; Zajíčková, 2013). Alela E je prokázána v populacích českého strakatého skotu, kde dosahuje hodnot do 10 % výskytu (Trakovická a kol., 2012).

Genotyp AA pro  $\kappa$ -kasein ovlivňuje vyšší produkci mléka (kg), nižší obsah tuku a bílkovin (%), pomalejší syřitelnost, nižší jakost, tvorbu sýřeniny a nižší výtěžnost sýrů. Genotyp AA má z výše jmenovaných genotypů také největší vliv na obsah bílkovin v mléce (Ren a kol., 2011).

Přítomnost genetické varianty B alely  $\kappa$ -kaseinu je ale odpovědná za zlepšení koagulační doby, za kterou se mléko srazí. Genotyp BB má proto pozitivní vliv na syřitelnost, zvyšuje výtěžnost sýrů, snižuje obsah syrového prachu v syrovátce, zkracuje dobu sýření a sýřenina dosahuje vyšší kvality než u ostatních genotypů (Wedholm a kol., 2006). U sýrů s vysokým obsahem sušiny byl prokázán 9% nárůst výtěžnosti při výskytu varianty B  $\kappa$ -kaseinu (spolu s posouzením dalších frakcí)

v porovnání s variantou A (Trakovická a kol., 2012). Genotyp BB má nejnižší dojivost, ačkoli Samková a kol. (2012) se zmiňují o dojnících s genotypem BB, které na třetí laktaci překonaly v celkové produkci mléka dojnice s AB a AA genotypem. Kromě výše zmíněných vlastností také genotyp BB nejvíce ovlivňuje obsah laktózy v mléce (Trakovická a kol., 2012).

Nejlepších výsledků dojivosti dosahuje genotyp AB, který má také největší vliv na obsah tuku a kaseinu. Genotypy AB a BB zároveň zvyšují tučnost mléka a obsah bílkovin (Ren a kol., 2011; Trakovická a kol., 2012). Zpracováním mléka dojnic s genotypem AB se dá výrazně zvýšit výtěžnost a kvalita sýrů (Ng-Kwai-Hang, 2003; Ren a kol., 2011; Trakovická a kol., 2012).

V praxi převažuje v populacích výskyt alely B. Existují také studie na populacích, kde je vyšší výskyt alely A, a to hlavně u studií zaměřených na holštýnský skot. Např. Ren a kol. (2011) publikovali studii, kde výskyt alely A u populace holštýnského skotu byl 69 %, a Remeuf a kol. (1991) uvádějí výskyt 75 %. Ve studiích zabývajících se kombinovanými plemeny, např. české strakaté, je často prezentován vyšší podíl alely B (Hanuš a kol., 1995; Samková a kol., 2012). Další studie uvádějí, že u plemene Jersey zatím nebyl prokázán výskyt genotypu AA a frekvence alely B dosahuje 88 %. U buvoly indického pak byl prokázán 100% výskyt alely B a genotypu BB (Kwai-Hang, 2003; Dvořáková a kol., 2006; Trakovická a kol., 2012; Zajíčková, 2013).

U koz byly genetické varianty  $\kappa$ -kaseinu rozděleny do dvou skupin –  $A^{IEF}$ , zahrnující 12 variant genu, a  $B^{IEF}$ , zahrnující 4 varianty. Zbývající 4 genové varianty nebyly zařazeny z důvodu nedostatečných informací (Prinzenberg a kol., 2005; Caroli a kol., 2006). Pro mléko určené k sýrařskému zpracování byla zjištěna řada pozitiv u skupiny  $B^{IEF}$ , například vyšší obsah bílkovin v mléce, vyšší výtěžnost sýra, rychlejší syřitelnost, vyšší teplotní stabilita a pevnější struktura sýřeniny (Genomia, 2017).

### **1.4.3 Roční období**

V průběhu sezóny nastávají v mléce kvantitativní a kvalitativní změny, které ovlivňují syřitelnost, a roční období je tak dalším klíčovým parametrem určujícím produkci sýrářny (Čejna, 2008).

Změny ve složení mléka vyvolané ročním obdobím mají také souvislost se změnou skladby výživy zvířat. Jednotlivé studie zabývajícími se vlivem ročního období na složení mléka se velmi liší a často si dokonce odporují. Kratochvíl (1972) například uvádí, že obsah bílkovin a kaseinu bývá nejvyšší v květnu, červnu a září. Podle Roussela a kol. (1972) je obsah bílkovin nejvyšší v letním období (červen, červenec a srpen) a nejnižší v zimním období (listopad, prosinec a leden). Chládek a kol. (2006) a Konečná a kol. (2014) naopak zjistili, že v letním období (duben až září) je obsah bílkovin nižší. Mnohé z těchto studií se ale shodují, že obsah tuku a sušiny dosahuje nejvyšších hodnot v říjnu a obsah laktózy je na stálých hodnotách od ledna do června, a poté začíná klesat. U popelovin také dochází s ročním obdobím ke kolísání, obsah vápníku je nejnižší v létě a nejvyšší v zimě a na jaře (Tanaka a kol., 2011).

Palík (2013) prokázal, že jak syřitelnost, tak kvalita sýřeniny dosahují nejhorších hodnot v zimním období bez ohledu na stadium laktace. Vztahy bodu mrznutí mléka k technologickým vlastnostem jsou ale minimální (Čejna, 2006; Hanuš a kol., 2010; Palík, 2013).

#### **1.4.4 Pořadí a stadium laktace**

Existuje jen málo publikací pojednávajících o změnách syřitelnosti a kysací schopnosti mléka v závislosti na pořadí laktace. Palík (2013) zkoumal vliv pořadí laktace na syřitelnost a kvalitu sýřeniny. Z výsledků jeho práce vyplynulo, že se první laktace zvířete zásadně odlišuje od ostatních laktací. Kvalita sýřeniny z mléka zvířat na druhé laktaci vykazuje v porovnání s první laktací skokové zhoršení, ale na dalších laktacích se poté postupně zvyšuje. Syřitelnost má opačný trend, tedy mléko z druhé laktace v porovnání s první laktací vykazuje skokové zrychlení a na dalších laktacích se opět postupně zpomaluje.

Přidalová a kol. (2009) zjistili, že syřitelnost je ovlivnitelná stadiem laktace. Během laktace se postupně mění složení a vlastnosti mléka, zvláště na počátku a na konci laktace (Bittante a kol., 2012). Mléko na konci laktace je nevhodné pro zpracování, neboť má zhoršené technologické vlastnosti zahrnující špatnou syřitelnost způsobenou zvýšenou viskozitou mléka, obsahem menších tukových kuliček a rozdílným poměrem jednotlivých složek mléka ve srovnání se zralým mlékem (Law a Tamime, 2010). Ke konci laktace postupně stoupá obsah bílkovin,

kaseinu a mléčného tuku a klesá obsah laktózy a kyselost. Vztah těchto změn k syřitelnosti popisuje například studie Čejny a kol. (2005), kde autoři uvádějí prokazatelný vliv změny obsahu bílkovin a kaseinu a titrační kyselosti v laktačním období ve vztahu ke zhoršující se syřitelnosti. Konečná a kol. (2014) prezentují podobné výsledky, kdy autoři uvedli časté problémy se zasýřením a nevysrážením mléka. Chládek a Čejna (2004) uvádějí, že stadium laktace naopak koagulační dobu mléka zásadně neovlivňuje, nicméně prezentují mírný pozitivní vliv stadia laktace na titrační kyselost mléka.

V závislosti na stadiu laktace se rovněž mění obsah minerálů v mléce. Cannas a kol. (2008) tyto změny přisuzují faktu, že vápník a fosfor jsou v mléce uloženy převážně ve formě fosfokaseinátu, který je součástí kaseinu. Obě tyto minerální látky jsou na sobě závislé a jejich poměr musí zůstat zachován, nedochází tedy k jeho výrazným změnám. Poměr vápníku a fosforu v kravském mléce je 1,3:1, v kozím mléce 1,2:1 (Cannas a kol., 2008; USDA Nutrient Database, 2017).

Law a Tamime (2010) a Palík (2013) se shodují, že nejlepších výsledků dosahují syřitelnost a kvalita sýřeniny ve druhé (prostřední) fázi laktace. První fáze laktace zahrnující mlezivo a rané zralé mléko vykazuje o něco horší vlastnosti. Stadium laktace má největší vliv v její závěrečné fázi (pozdní zralé mléko a mléko starodojné), kdy se kvalita sýřeniny postupně rychle zhoršuje a syřitelnost zrychluje. Přidalová a kol. (2009) a Konečná a kol. (2014) naopak prokázali prodlužování doby potřebné k zasýření mléka v konečné fázi laktace, ale souhlasí s tvrzením, že nejlepších výsledků v syřitelnosti je dosahováno ve druhé fázi laktace. Naopak kvalitu sýřeniny autoři hodnotí nejlepší z mléka na konci laktace a uvádějí, že sýřenina lépe drží tvar.

#### **1.4.5 Výživa**

Laktace je pro organismus velmi náročné období vyžadující velké množství energie. Laktující zvířata proto mají zvýšené nároky jak na kvantitu, tak na kvalitu potravy. Na výživě závisí množství a složení mléčného tuku, obsah a poměr jednotlivých složek bílkovin, obsah laktózy, minerálních látek a vitamínů v mléce (Emery, 1978). Význam vlivu výživy je ve faktu, že jej lze snadno ovlivnit chovatelem (Law a Tamime, 2010). Nevhodná výživa má vždy negativní důsledky nejen na samotnou produkci, ale také na organismus dojnice a stává se tak

významným ekonomickým faktorem. Chovatelé mají paradoxně snahu šetřit na investicích do výživy zvířat, což má za následek daleko větší ekonomické ztráty než by znamenala původní výše investice do kvalitní výživy.

Nedostatečná výživa postupně vyčerpává organismu, který je nucen brát z vlastních zásob. Přechodný nedostatek potravy nebo nevyvážená krmná dávka však nemusí mít při krátkém působení žádný dopad na produkci a kvalitu mléka. Při delším strádání ovšem často nastává prudké snížení produkce mléka, které se jen obtížně napravuje. Mléko může v takovém případě rychleji přejít ze stadia zralého mléka do stadia mléka starodojného. Takové mléko už pak často není vhodné pro zpracování (Čejna a kol., 2005). Nevhodná výživa může v horším případě mít za následek metabolické poruchy opět vedoucí ke snížení kvality a množství suroviny (Law a Tamime, 2010), což má dopad zvláště na kysací schopnost mléka (Samková a kol., 2012). Často se jedná o zvýšení PSB, vodnaté mléko, případně změnu obsahu močoviny a kyseliny beta-hydroxy máselné v mléce.

#### **1.4.6 Zdravotní stav**

Aby bylo možné získávat mléko nejvyšší jakosti, musí být kladen velký důraz na kontrolu zdraví zvířat. Zvířata, u kterých není splněn welfare, produkují méně kvalitní surovinu v závislosti na závažnosti jejich zdravotního stavu. Zvířata v chovech s nižším stupněm welfare obvykle vykazují delší čas srážení mléka (Čejna, 2008; Justová, 2015).

Doležal a kol. (2000) a Samková a kol. (2012) uvádějí, že při působení stresových situací či onemocnění narůstá hodnota PSB v mléce dojnic, což prodlužuje dobu syřitelnosti a výrazně se narušuje kysací schopnost mléka. Při onemocnění mastitidou dochází ke zvýšenému vylučování leukocytů a složek krevní plazmy do mléka, což vede ke zvyšování PSB v mléce a dochází také ke změnám chemického složení mléka (Genčurová a kol., 1997). Law a Tamime (2010) upozorňují, že u mléka s vysokým zastoupením somatických buněk se zhoršuje jak syřitelnost, tak konzistenci syřeniny (tvoří se křehká málo kompaktní sraženina). Hanuš a kol. (2008) prezentují podobné výsledky také u koz, kdy se zvyšujícím se PSB v kozím mléce se významně zhoršovala jeho syřitelnost a snižoval se podíl objemu odtékající syrovátky. Law a Tamime (2010) také zmiňují podobný negativní vliv na technologické vlastnosti mléka při metabolických poruchách (jak je uvedeno



v kapitole 2.4.5. Výživa) a Justová (2015) poukazuje na prodloužení syřitelnosti u kulhajících dojníc v porovnání se zdravými zvířaty. Autorka také vyvozuje závěr, že k významným změnám v kvalitě mléka, které by způsobovaly problémy při zpracování mléka na mléčné výrobky, nemusí docházet v případě dobré, pravidelné a důsledné péče o dojnice zahrnující péči o paznehty, kontrolu hygieny stájového prostředí a celkové udržování zdravotního stavu chovu.

V mléce zvířat léčených medikamenty se mohou vyskytnout také rezidua inhibičních látek (RIL), jejichž přítomnost má negativní vliv na syřitelnost a kysací schopnost mléka. RIL působí bakteriostaticky až baktericidně na zákysové kultury a je narušen proces fermentace mléka. Mimo to mají RIL také hygienický význam a jejich nadlimitní výskyt představuje zdravotní riziko.

### **1.4.7 Kyselost mléka**

U mléka se kyselost vyjadřuje jako aktivní kyselost nebo titrační kyselost (Samková a kol., 2012).

#### Aktivní kyselost

Aktivní kyselost je koncentrace vodíkových iontů, neboli pH. Mléko má pH mírně kyselé. Samková a kol. (2012) uvádějí hodnoty pH čerstvého mléka 6,5-6,8. pH mléka je důležitý faktor, který má na syřitelnost velký vliv, protože ovlivňuje agregační a enzymatickou reakci při sýření a působí přímo na enzymatickou aktivitu koagulantu. Například chymosin má nejvyšší enzymatickou aktivitu při pH 6,0 (Esteves a kol., 2003b), některé sýřící enzymy (např. mikrobiální) požadují pH o něco nižší (Celebi a kol., 2014). Snížené hodnoty pH zkracují dobu koagulace, protože dochází k poklesu koloidní stability mléka. Nejrychlejší syřitelnosti je obvykle dosaženo při hodnotách pH kolem 5 (Celebi a kol., 2014). Doba koagulace je zde také přímo ovlivněna obsahem tuku a bílkovin, kdy při vyšším obsahu těchto složek se doba srážení také zkracuje. Naopak vysoké hodnoty pH mají na srážení mléka negativní vliv a při pH nad 7,5 dochází k inaktivaci enzymů a mléko se nesráží (Ikonen, 2000; Celebi a kol., 2014).

Hodnoty pH jsou nejčastěji ovlivněny onemocněním končetin (Justová, 2015) a při mastitidních onemocněních (Samková a kol., 2012).

ČSN 57 0529 nedefinuje hodnotu pH mléka jako znak jakosti. Mléko vykazuje pufrací schopnost proti změně pH, která se vysvětluje přítomností bílkovin, citrátů a fosfátů. Proto je u mléka při určování jeho kvality vhodnější stanovovat jeho titrační kyselost (Law a Tamime, 2010).

### Titrační kyselost

Titrační kyselost je ukazatel kyselosti složek mléka a udává spotřebu roztoku hydroxidu sodného o koncentraci  $0,25 \text{ mol.l}^{-1}$  v ml spotřebovaných při titraci 100 ml mléka za přídavku fenolftaleinu jako indikátoru (ČSN 57 0530). Často se uvádí ve stupních Soxhlet-Henkela ( $^{\circ}\text{SH}$ ), případně v  $2,5 \text{ mmol.l}^{-1}$ . Podle normy ČSN 57 0529 se titrační kyselost mléka pohybuje v rozmezí 6,2-7,8  $^{\circ}\text{SH}$ .

Titrační kyselost je závislá na kyselé reakci organických kyselin, solí a karboxylových skupin bílkovin v mléce. Stoupá se zvyšujícím se obsahem bílkovin v mléce, ale je také ovlivněna případnou metabolickou poruchou (acidóza, alkalóza) – Samková a kol., (2012), případně onemocněním laktujícího zvířete. To platí zejména v případě mastitidních onemocnění, kdy kyselost mléka je často 5  $^{\circ}\text{SH}$  a méně. Toto mléko je pak vodnaté a má modrou barvu (Justová, 2015). Akutní záněty vemene naopak způsobují výrazné zvýšení kyselosti na hodnoty 9  $^{\circ}\text{SH}$  a více. Vyšší kyselostí se také vyznačuje mlezivo, jehož hodnoty přesahují 8  $^{\circ}\text{SH}$  (Law a Tamime, 2010) a v krajních případech mohou dosahovat až 11  $^{\circ}\text{SH}$  (Samková a kol., 2012), a mléko prvotetek (Zadrazil, 2002). Kyselost se snižuje na konci laktace, ale nepřekračuje obvykle rozmezí stanovené normou (Genčurová a kol., 1997; Přidalová a kol., 2009). Autoři dále prezentují, že titrační kyselost dosahuje vyšších hodnot v letních měsících a také při vyšší teplotě uchovávání mléka po nadojení, což bývá důsledkem vyšší bakteriální aktivity spojené s rozkladem laktózy. Její hodnoty jsou mírně rozdílné také během dne a mezi jednotlivými nádoji (Law a Tamime, 2010).

U titrační kyselosti byla prokázána významná souvislost se syřitelností mléka. Mléko s vyšší titrační kyselostí vykazuje lepší syřitelnost. Zvýšení titrační kyselosti ale zároveň snižuje tepelnou stabilitu mléka. Pokud její hodnoty přesahují 9  $^{\circ}\text{SH}$ , mléko se sráží varem a nedá se pasterovat (Samková a kol., 2012). Titrační kyselost a syřitelnost mléka je tedy vhodné zjišťovat vždy před přídavkem syřidla do zpracovávaného objemu mléka pomocí testu na zkušební vzorku odebraném z každé zpracovávané šarže a podle naměřených hodnot upravit celkovou dobu

koagulace tak, aby ve fázi krájení byla vždy zpracovávána sýřenina s téměř stejnými vlastnostmi (Babák a kol., 2010; Justová, 2015).

### **1.4.8 Technologické operace**

Velký vliv na změny technologických vlastností mléka mají také některé technologické operace. Nejvýznamnějšími z nich jsou působení teploty (skladování, předeřhívání a pastérace), doba skladování mléka a vlastnosti použitého syřidla (Fox a kol., 2000). Význam má také použití přídatných složek – zákysu a solí (NaCl, CaCl<sub>2</sub>) – Law a Tamime (2010).

#### Skladování mléka

Je běžnou praxí uchovávat mléko při velmi nízkých teplotách, zvláště na menších farmách, kdy se z kapacitních důvodů zpracovává mléko z více nádojů, případně se zamrazuje (Fantová a kol., 2010). Doba a teplota skladování mléka přímo ovlivňují kysací schopnost a syřitelnost mléka. Prodlužováním doby skladování se uvedené vlastnosti zhoršují a dochází k tvorbě nesoudržné a drobivé sýřeniny, která se vyznačuje zhoršenou schopností synereze, a vzniká také velké množství sýrového prachu. To má negativní vliv na výtěžnost a kvalitu výrobků (Konečná a kol., 2014). Law a Tamime (2010) uvádějí, že pokud je mléko dlouhodobě skladováno při teplotě do 4 °C, nastávají v mléce změny v zastoupení jednotlivých forem vápníku a fosforu, dochází ke zvýšení pH mléka a mění se struktura kaseinových micel (Konečná a kol., 2014).

Konečná a kol. (2014) prezentují výsledky, kde zchlazené kozí mléko vykazuje mírné zlepšení syřitelnosti oproti mléku čerstvému, nicméně prokázali výrazné zpomalení syřitelnosti u vzorků mléka zmrazeného. Rovněž také zjistili, že pokud je kozí mléko před zpracováním temperováno na 37 °C po dobu 1 hodiny, syřitelnost se zlepšuje u mléka čerstvého i zmrazeného. Rubášová (2007) prezentuje, že kozí mléko lze na rozdíl od kravského zpracovávat po rozmrazení bez většího vlivu na syřitelnost. Při zpracování mraženého mléka ale upozorňuje, že je nutné toto mléko přidávat do mléka čerstvého nejvýše v poměru 1:1.

## Pasterace

Kratochvíl (1972) ve své publikaci uvádí, že pasterované mléko se sráží pomaleji než mléko syrové a snižuje se tuhost sýřeniny. Příčinou je snížení obsahu ionizovaného vápníku a nerozpustných fosfátů, neboť záhřev způsobuje vylučování solí hydrogenfosforečnanu vápenatého a citrátu vápenatého a zároveň dočasný přechod části rozpustného vápníku a fosfátu do koloidního kalcium-fosfátového komplexu s kaseinem. Z toho důvodu se obvykle po použití pasterace přidává do mléka chlorid vápenatý, který syřitelnost a kvalitu sýřeniny zlepšuje (Castillo a kol., 2003). Justová (2015) naproti tomu dochází k závěru, že pasterace a následné zchlazení mléka na požadovanou teplotu sýření syřitelnost významně neovlivňuje, ačkoli u pasterovaného mléka byla dle výsledků syřitelnost oproti mléku syrovému mírně rychlejší. Csanádi a kol. (2010) zjistili, že pasterované mléko se sráží rychleji, pokud je před sýřením hydrolyzována část laktózy. Hydrolýza laktózy také zlepšuje kvalitu sýřeniny.

Thompson a kol. (2009) publikovali vliv koncentrace denaturovaných syrovátkových bílkovin na proces srážení mléka a konzistenci gelu, které vznikají při použití pasterační teploty nad 70 °C. Volné -SH skupiny denaturovaného  $\beta$ -laktoglobulinu interagují s  $\kappa$ -kaseinem pomocí disulfidického spojení, což má negativní vliv na sekundární fázi srážení, kdy narušuje agregaci micel. Sýřenina se hůře formuje, má sklon k zadržování vody a je narušen proces synereze. Proto je obtížné udělat kvalitní sýr z pasterovaného mléka a mléko pro výrobu sýrů nelze sterilovat. UHT ošetření mléka (135-140 °C, 3-4 s) také snižuje iontovou hladinu vápníku o 10-20 %, což rovněž vede ke snížení syřitelnosti.

Velmi zajímavý je v této souvislosti fakt, že kozí mléko se díky odlišnému zastoupení kaseinových frakcí při sýření sráží dvakrát rychleji než kravské a má sníženou citlivost k záhřevu (Konečná a kol., 2014).

Studie Landfelda a kol. (2002) popisují významný pozitivní vliv tlakové pasterace na syřitelnost, která umožňuje použít nižší dávky syřidla, což vede nejen k jeho úspoře, ale také k omezení vzniku vad zrajících sýrů.

### Standardizace laktózy

Moynihan a kol. (2016) publikovali zcela nový poznatek o standardizaci poměru laktózy a kaseinu, kdy zjistili, že úpravou poměru lze docílit pevnější a kompaktnější sýřeniny. Zároveň optimalizace obsahu laktózy snižuje variabilitu pH během zrání sýrů.

### Dávka zákysu

Dávka zákysu má vliv na syřitelnost hlavně v souvislosti se změnou pH mléka. Zvyšováním dávky zákysu se syřitelnost mírně zrychluje, sušina sýřeniny stoupá a tuhost sýřeniny a synereze se zlepšuje. Zvyšuje se ale také únik tuku a vápníku do syrovátky (Law a Tamime, 2010).

### Přídavek solí před sýřením

Koncentrace iontů v mléce se významně podílí na koagulaci mléka. Přídavek solí uvolňujících dvojmocné a trojmocné ionty obvykle srážení urychlují. Přidávání  $\text{CaCl}_2$  je sýraři využíváno zcela běžně, neboť působí velmi pozitivně na syřitelnost a kvalitu sýrového zrna – doba srážení se zkracuje a zvyšuje se tuhost sýřeniny (Law a Tamime, 2010). Doba srážení se však snižuje pouze k určité hranici. V případě použití vyšší dávky chloridu vápenatého způsobuje nejen hořkost produktu, ale dochází také k nepatrnému prodloužení doby srážení.

Jednomocné ionty srážení naopak zpomalují. Přídavek NaCl nebo kyseliny ethylenamintetraoctové (EDTA) před sýřením pak má za následek zhoršenou syřitelnost a snížení pevnosti sýřeniny (Law a Tamime, 2010).

### Sýření

Záhřev mléka na sýřící teplotu je v technologii zpracování mléka nejdůležitější faktor s nejkomplikovanějšími účinky. Správná teplota mléka je potřebná ke správné funkci enzymu. Obecně platí, že se zvyšující se teplotou se doba srážení přímo úměrně zkracuje (Castillo a kol., 2003). Teplota ale nesmí přesáhnout hodnotu, která enzym inaktivuje. To nastává při překročení teploty 40 °C.

Syřidlové enzymy jsou pro určení syřitelnosti mléka klíčové, protože bez jejich použití nelze sýřeninu bez změny kyselosti vysrážet. Nejlepším a zároveň

nejnákladnějším používaným druhem syřidel jsou syřidla chymosinová, která se získávají z žaludků sajících mláďat přežvýkavců (nejčastěji telat a jehňat) – Law a Tamime (2010). Kvalita enzymu úměrně klesá se zvyšujícím se stářím zvířete, protože se mění poměr zastoupení enzymů – klesá obsah chymosinu a stoupá obsah pepsinu. Komerčně jsou produkována chymosinová syřidla s obsahem chymosinu 50-95 %, kdy vyšší podíl chymosinu značí vyšší kvalitu syřidla. K výrobě dlouhozrajících sýrů je doporučeno použití kvalitních chymosinových syřidel, aby se zabránilo vzniku senzorických vad sýrů použitím alternativních enzymů (Jacob a kol., 2011).

Mezi alternativní enzymy patří např. pepsin, mikrobiální enzymy a rostlinná syřidla (Jacob a kol., 2011). Pepsin je řazen mezi levné syřidlové náhražky používané zvláště při výrobě čerstvých sýrů, kde nemá negativní dopady na senzorické vlastnosti výrobku, neboť výrobek není určen k dlouhodobému prozrávání. Při použití těchto enzymů pro dlouhozrající sýry se v terciární fázi srážení mléka a vytvářejí hořké peptidy podílející se na chuťových a konzistenčních vadách sýrů.

Mikrobiální a rostlinné enzymy mají v současné době narůstající význam zvláště s trendem zvyšující se poptávky po vegetariánských výrobcích, mezi které se sýry vyrobené za pomoci enzymů získávaných ze zvířecích žaludků nezařazují. Pokud jsou ale pro sýry použity mikrobiální či rostlinné enzymy, lze tento výrobek označit za vegetariánský. Použitím mikrobiálních syřidlových náhražek ovšem může dojít ke snížení výtěžnosti, protože některé rozpustné peptidy přecházejí do syrovátky (Černý a kol., 2003).

Rostlinná syřidla jsou v současné době častým předmětem potravinářských výzkumů. Existuje velké množství rostlin, ze kterých lze extrahovat enzymy schopné srážet mléko. Mezi syřidla rostlinného původu lze zařadit např. enzymy extrahované z artyčoků (*Cynara cardunculus* a *Cynara humilis*). V porovnání s chymosinem je srážení mléka pomocí těchto syřidel kratší, zvláště za použití nižších teplot (Esteves a kol., 2003a). Osvědčil se také enzym získaný ze semen slunečnice roční (*Helianthus annuus*), který má ve srovnání s ostatními enzymy lepší srážecí schopnost, menší proteolytickou aktivitu a zvyšuje výtěžnost sýrů z kravského mléka. Použitím slunečnicového enzymu u kozího mléka naopak výtěžnost syřeniny

klesá (Nasr a kol., 2016). Pro srovnání lze zmínit, že rennilasa získaná z plísně *Mucor miehei* je schopná srážet mléko až při 65 °C (Ataci a kol., 2009). Další zkoumané enzymy mají obvykle jistá omezení, díky kterým se neuvažuje jejich použití v komerční výrobě sýrů. Mezi takové patří např. asparagová proteáza z ovoce rostliny *Withania*, který za použití solí (NaCl, CaCl<sub>2</sub>) své srážecí schopnosti ztrácí (Salehi a kol., 2017).

Vedle volby druhu syřidla je důležitá také koncentrace použitého syřidla. Obecně platí, že čím koncentrovanější syřidlo je použito, tím je dosaženo vyšší kvality sýřeniny. S koncentrovanými syřidly je ale také nutno pracovat mnohem opatrněji a vyžadují vyšší přesnost dávkování. Pro teploty kolem 35 °C a průměrnou koncentraci enzymu byla zjištěna nepřímá úměra mezi dobou koagulace a množstvím enzymu (Law a Tamime, 2010). Dávku syřidla je nutno upravit podle konkrétních požadavků na druh vytvářeného sýra, neboť s ní souvisejí konzistence sýřeniny a synereze, které mají přímý vztah k výtěžnosti. Vyšší dávka syřidla způsobuje snižování výtěžnosti sýrů kvůli rychlému vypuzování syrovátky ze syrového zrna, sýřenina má tužší konzistenci a do syrovátky je vyplaveno vyšší procento tuku. Naopak nízké dávky syřidla mají za následek tvorbu měkké nekompaktní sraženiny a zhoršuje se schopnost synereze (Teplý a kol., 1976).

#### **1.4.9 Ostatní faktory**

Existuje velká řada dalších faktorů ovlivňujících technologické vlastnosti mléka a mnoho jich zatím není známo. Mezi zkoumané vlivy lze zařadit např. zvodnění mléka, které má velký význam zvláště ve falšování mléka přidávkem vody, případně přílišným ředěním mléka při přidávání syřidla. Zvodněné mléko vykazuje delší dobu srážení a získaná sýřenina má měkčí konzistenci a horší schopnost synereze (Teplý, 1976).

Mezi dalšími faktory nepřímého vlivu na syřitelnost a kvalitu sýřeniny se uvádí např. technika dojení, možnost pohybu zvířat a čistota stájového prostředí (Law a Tamime, 2010). Palík (2013) souhlasí, že technika dojení má vliv na syřitelnost, vyvozuje ale také závěr, že technologie a četnost dojení syřitelnost a kvalitu sýřeniny významně neovlivňují. Dále byla prokázána rozdílná doba srážení mléka získaného z různých čtvrtí mléčné žlázy (Kratochvíl, 1972) a některé prameny uvádějí rovněž význam stáří dojených zvířat (Law a Tamime, 2010).

Následující pasáž **Materiál a metodika** o rozsahu 6 stran je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.



Následující pasáž **Výsledky a diskuze** o rozsahu 19 stran je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

Následující pasáž **Závěr** o rozsahu 1 strany je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

Následující pasáž **Summary** o rozsahu 1 strany je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.

## 2. SEZNAM LITERATURY

1. ATACI, N., G. SIMSEK, Í. A. ATACI a H. KUZU: Temperature and pH Effect on Milk Clotting Time of Mucor miehei Rennet. *Asian Journal of Chemistry*. 2009. 21, 3, 1754.
2. BABÁK, L., P. ŠUPINOVÁ a E. VÍTOVÁ: Vývoj sýřících vlastností mléka. *Chemické Listy*. 2010. 104, str. 572.
3. BITTANTE, G., M. PENASA a A. CECCHINATO: Invited review: Genetics and modeling of milk coagulation properties. *Journal of Dairy Science*. 2012. 95, 6843-6870.
4. BLAND, J. H., A. S. GRANDISON a C. C. FAGAN: The effect of blending Jersey and Holstein-Friesian milk on composition and coagulation properties. *International Journal of Dairy Technology*. 2015. 68(3), 454-457. DOI: 10.1111/1471-0307.12222.
5. CANNAS, A., G. PULINA a A. H. D. FRANCESCONI: *Dairy goats feeding and nutrition*. 2008. Cambridge, MA: CABI, xiv, 293 s. ISBN 18-459-3348-6.
6. CAROLI, A., F. CHIATTI, S. CHESSA, D. RIGNANESE, P. BOLLA a G. PAGNACCO: Focusing on the Goat Casein Complex. *Journal of Dairy Science*. 2006. 89(8), s. 3178-3187. DOI: 10.3168/jds.s0022-0302(06)72592-9.
7. CASTILLO, M., F. A. PAYNE, C. L. HICKS, J. LAENCINA a M.-B. LÓPEZ: Effect of protein and temperature on cutting time prediction in goats' milk using an optical reflectance sensor. *Journal of Dairy Research*. 2003. 70(2), 205-215. DOI: 10.1017/S0022029903006113.
8. CEBALLOS, L. S., E. R. MORALES, G. de la T. ADARVE, J. D. CASTRO, L. P. MARTÍNEZ a M. R. S. SAMPELAYO: Composition of goat and cow milk produced under similar conditions and analyzed by identical methodology. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2009. 22(4), s. 322-329. DOI: 10.1016/j.jfca.2008.10.020.
9. CELEBI, M., Z. O. OZDEMIR, E. EROGLU a I. GUNAY: Statistically Defining Optimal Conditions of Coagulation Time of Skim Milk. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*. 2014. 36(1).
10. CHLÁDEK, G. a V. ČEJNA: The effect of lactation phase on coagulation time and titratable acidity in milk of Czech Fleckvieh cows. *III. Mezinárodní seminář-aktuální problémy ve šlechtění kombinovaného skotu (sborník)*. 2004. Ústav chovu hospodářských zvířat, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně.
11. CHLÁDEK, G. a V. ČEJNA: Vliv obsahu močoviny na chemicko-technologické ukazatele mléka holštýnských dojnic. *Den mléka*. 2005. Praha: ČZU, s. 69 – 70. ISBN 80-213-1327-7.

12. CHLÁDEK, G., V. ČEJNA a M. SKÝPALA: Vliv ročního období na obsah bílkovin v kravském mléce a výtěžnost sýrů. *Proteiny*. 2006. Brno: MZLU, s. 162 – 165. ISBN: 80–7157–954–8.
13. CSANÁDI, J., Z. KÁRNYÁCZKI, I. BALÁZSA-BAJUSZ, T. H. O. BARA a J. FENYVESSY: Effect of lactose hydrolysis on milk fermentation and some properties of curd. *Review of Faculty of engineering Analecta Technica Szegedinensia*. 2010. 2, s. 36–43.
14. ČEJNA, V., J. RŮŽIČKOVÁ a G. CHLÁDEK: Změny obsahu kaseinu vlivem stadia laktace a jeho vztah k vybraným ukazatelům mléka u dojnic holštýnského plemene skotu. *Den mléka*. 2005. Praha: ČZU, s. 71 – 72. ISBN: 80–213–1327–7.
15. ČEJNA, V.: *Vliv laktace krav na vybrané technologické vlastnosti mléka*. Disertační práce. 2006. Brno, MZLU.
16. ČEJNA, V.: Zkušenosti z mlékárny se syřitelností mléka ve vazbě dodavatele mléka, *Výrobní zemědělská praxe a potravinářské biotechnologické úpravy pro zvýrazněné pozitivních zdravotních vlivů mléka a mléčných výrobků: sborník příspěvků*. 2008. Výzkumný ústav pro chov skotu, s.r.o., Rapotín, 1. vyd., s. 7-16. ISBN 978–80–87144–03–9.
17. ČEJNA, V. a G. CHLÁDEK: Poměr tuk bílkovina v mléce holštýnských dojnic. *Náš chov*. 2006. 55(2), s. 24-26.
18. ČERNÝ, V., J. KLEPETÁŘ a L. PŘIBYLA: Měření koagulace mléka působení syřidla. *Mléko a sýry*. 2003. Česká společnost chemická, Praha, s. 42-48. ISBN: 80–86238–31–8.
19. ČUBOŇ, J., P. HAŠČÍK, M. KAČÁNIOVÁ a S. PAVLIČOVÁ: Konzumácia mlieka ako prevencia pred osteoporózou. *Zborník vedeckých príspevkov a abstraktov*. 2007. Nitra: SPU, s. 22-25. ISBN 978–80–7318–494–0.
20. DOLEŽAL, O., J. HLÁSNÝ, F. JÍLEK a kol.: *Mléko, dojení, dojírny*. 2000. Agrospoj, Praha, 241 s.
21. DVOŘÁKOVÁ, J., V. KUPROVÁ, L. STÁDNÍK a F. LOUDA: *Vliv genotypu pro bílkoviny na mléčnou užitkovost*. 2006. ČZÚ Praha.
22. EMERY, R. S.: Feeding for increased milk protein. *Journal of Dairy Science*. 1978. 61(6), s. 825 – 828.
23. ESTEVES, C. L.C., J. A. LUCEY, D. B. HYSLOP a E. M. V. PIRES: Effect of gelation temperature on the properties of skim milk gels made from plant coagulants and chymosin. *International Dairy Journal*. 2003a, 13(11), 877-885. DOI: 10.1016/S0958-6946(03)00114-6.

24. ESTEVES, C. L. C., J. A. LUCEY, T. WANG a E. M. V. PIRES: Effect of pH on the gelation properties of skim milk gels made from plant coagulants and chymosin. *Journal of Dairy Science*. 2003b. 86(8), s. 2558–2567.
25. FANTOVÁ, M. a kol.: *Chov koz*. Vyd. 2., upr. Praha: Ve spolupráci se Svazem chovatelů ovcí a koz v ČR vydalo nakl. Brázda, 2010. ISBN 978–802–0903–778.
26. FOX, P. F., T. P. GUINEE, T. M. COGAN a P. L. H. SWEENEY: *Fundamentals of cheese science*. 2000. Aspen Publication, Maryland. 638 s. ISBN 0–8342–1260–9.
27. FOX, P. F., P. L. H. SWEENEY, T. M. COGAN a T. P. GUINEE: *Cheese: chemistry, physics and microbiology*. 2004. Vol. 2, 3<sup>rd</sup> edition, Elsevier, Amsterdam, 450 s. ISBN 0–1226–3652–X.
28. GENČUROVÁ, V., O. HANUŠ, E. HRDINOVÁ, R. JEDELSKÁ A J. KOPECKÝ: Vztahy kysací schopnosti a dalších technologických vlastností k vybraným parametrům mléka. *Czech Journal of Animal Science*. 1997. 42, s. 375-382.
29. GODDEN, S. M., K. D. LISSEMORE, D. F. KWILTON, K. E. LESLIE, J. S. WALTON a J. H. LUMSDEN: Factors associated with milk urea concentrations in Ontario dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2001. 84(1), p. 107 – 114.
30. GRIEGER, C. a J. HOLEC: *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. 1990. Bratislava: Príroda, 1. vydání, 397 s.
31. GURMESSA, J. a A. MELAKU: Effect of lactation stage, pregnancy, parity and age on yield and major components of raw milk in bred cross Holstein Friesian cows. *World Journal of Dairy & Food Sciences*. 2012. 7(2), s. 146-149.
32. HANUŠ, O., K. BEBER, J. FICNAR, V. GENČUROVÁ, B. GABRIEL a A. BERANOVÁ: Relationship between the fermentation of bulk milk sample, its composition and contents of some metabolites. *Živočišná výroba / Czech Journal of Animal Science*. 1993a. 38(7), s. 635-644.
33. HANUŠ, O., V. GENČUROVÁ, A. PONÍŽIL, K. HLÁSNÝ, B. GABRIEL a Z. MÍČOVÁ: Vliv ročního období, přidavku močoviny, acetonu a dusičnanů a přirozeného obsahu mikroprvků na kysací schopnost kravského mléka. The effects of year season, urea, acetone and nitrate additions and native content of microelements on cow's milk fermentation. *Živočišná výroba / Czech Journal of Animal Science*. 1993b. 38(8), s. 753-762.
34. HANUŠ, O., S. GAJDŮŠEK, B. GABRIEL, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Sýrařsky významné vlastnosti syrového a pasterovaného mléka ve vztahu k polymorfismu mléčných bílkovin. *Czech Journal of Animal Science*. 1995. 40, s. 523-528.

35. HANUŠ, O., L. JANŮ, M. VYLETĚLOVÁ, A. MACEK, I. ZAJÍČKOVÁ, J. KOPECKÝ, R. JEDELSKÁ a L. NEJESCHLEBOVÁ: Vliv faktorů prvovýroby jako genotypu dojnice, krmení a bakteriální a mykotoxinové kontaminace mléka na jeho technologické ukazatele typu obsahu volných mastných kyselin, kysací schopnosti a syřitelnosti. *Sborník: Aktuální problémy řízení v chovu skotu*. 2004. Rapotín, s. 32–55.
36. HANUŠ, O., V. GENČUROVÁ, M. VYLETĚLOVÁ, H. LANDOVÁ, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: The effect of goat udder health on composition and properties of raw milk. *Folia Veterinaria*. 2008. 52(3-4), s. 149-154.
37. HANUŠ, O., J. FRELICH, M. TOMÁŠKA, M. VYLETĚLOVÁ, V. GENČUROVÁ, J. KUČERA a J. TRÍNÁCTÝ: The analysis of relationships between chemical composition, physical, technological and health indicators and freezing point in raw cow milk. *Czech Journal of Animal Science*. 2010. 55(1), str. 11-29.
38. HANUŠ, O., J. KUČERA, T. YONG, G. CHLÁDEK, R. HOLÁSEK, J. TRÍNÁCTÝ, V. GENČUROVÁ a K. SOJKOVÁ: Effect of sires on wide scale of milk indicators in first calving Czech Fleckvieh cows. *Archiv für Tierzucht*. 2011. 54(1), s. 36-50.
39. IKONEN, T.: *Possibilities of genetic improvement of milk coagulation properties of dairy cows*. Academic dissertation. 2000. University of Helsinki.
40. JACOB, M., D. JAROS a H. ROHM: Recent advances in milk clotting enzymes. *International Journal of Dairy Technology*. 2011, 64(1), s. 14-33. DOI: 10.1111/j.1471-0307.2010.00633.x.
41. JAVOROVÁ, J.: *Vliv obsahu tuku na vybrané technologické vlastnosti mléka*. Bakalářská práce. 2010. MZLU Brno.
42. JUSTOVÁ, A.: *Vliv zdravotního stavu dojnic na množství, složení a technologické vlastnosti jejich mléka*. Bakalářská práce. 2015. Mendelova univerzita, Brno.
43. KIPLAGAT, S. K., M. AGABA, I. S. KOSGEY, M. OKEYE, D. INDETIE, O. HANOTTE a M. K. LIMO: Genetic polymorphism of kappa-casein gene in indigenous Eastern Africa goat populations. *International Journal of Genetics and Molecular Biology*. 2010. 2(1), s. 001-005.
44. KONEČNÁ, H., D. STRNADOVÁ, K. ŠUTOVÁ a J. KUČTÍK: Vliv způsobu skladování koziho mléka na jeho syřitelnost. *Mlékařské listy*. 2014. No. 147, s. 34-38.
45. KOŘÁN, J.: *Výroba čerstvého sýra v závislosti na vybraných faktorech*. Bakalářská práce. 2013. JČU České Budějovice.
46. KRÁLÍČKOVÁ, Š., M. POKORNÁ, J. KUČTÍK a R. FILIPČÍK: Effect of parity and stage of lactation on milk yield, composition and quality of organic sheep milk. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012. 60(1), s. 71-78.

47. KRÁLÍČKOVÁ, Š., J. KUČTÍK, R. FILIPČÍK, T. LUŽOVÁ a K. ŠUSTOVÁ: Effect of chosen factors on milk yield, basic composition and somatic cell count of organic milk of Brown short-haired goats. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013. 61(1), s. 99-105. DOI: 10.11118/actaun201361010099.
48. KRATOCHVÍL, L.: *Mlékařství*. 1972. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 320 s.
49. KŘÍŽOVÁ, L., O. HANUŠ, S. HADROVÁ, J. KUČERA, E. SAMKOVÁ, P. ROUBAL a A. VESELÝ: Composition, physical and technological properties of raw milk as affected by the cattle breed, season and type of diet. *Annals of Animal Science*. 2014. DOI: 10.2478/aoas-2014-0034.
50. KŘÍŽOVÁ, L., O. HANUŠ, M. KLIMEŠOVÁ, J. NEDĚLNÍK, J. KUČERA, P. ROUBAL, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Chemical, physical and technological properties of milk as affected by the mycotoxin load of dairy herds. *Archives Animal Breeding*. 2016. 59, s. 293-300.
51. KUČTÍK, J. a H. SEDLÁČKOVÁ: Composition and properties of milk in White Short-haired goats on the third lactation. *Czech Journal of Animal Science*. 2003. 48(12), s. 540-550.
52. KUČTÍK, J., K. ŠUSTOVÁ, T. URBAN a D. ZAPLETAL: Effect of the stage of lactation on milk composition, its properties and the quality of rennet curdling in East Fiesian ewes. *Czech Journal of Animal Science*. 2008. 53, s. 55-56.
53. LANDFELD, A., P. NOVOTNÁ a M. HOUŠKA: Vliv množství syřidla, chloridu vápenatého, teploty a ošetření mléka vysokým tlakem na průběh koagulace mléka. *Mléko a sýry*. 2002. Praha: Česká společnost chemická, s. 163 – 168. ISBN 80–86238–21–0.
54. LAW, B. A. a A. Y. TAMIME: *Technology of cheesemaking*. 2010. Malden, MA: Blackwell, 2<sup>nd</sup> edition, 515 s. ISBN 978-1-4051-8298-0.
55. LUKÁŠOVÁ, J.: The mechanism of urea action in milk on the fermentation activity of lactic cultures. *Veterinární medicína*. 1994. VFU Brno.
56. MOYNIHAN, A. C., S. GOVINDASAMY-LUCEY, M. MOLITOR, J. J. JAEGGI, M. E. JOHNSON, P. L. H. McSWEENEY a J. A. LUCEY: Effect of standardizing the lactose content of cheesemilk on the properties of low-moisture, part-skim Mozzarella cheese. *Journal of Dairy Science*. 2016. 99(10), s. 7791-7802.
57. NASR, A. I. A. M., I. A. M. AHMED a O. I. A. HAMID: Characterization of partially purified milk-clotting enzyme from sunflower (*Helianthus annuus*) seeds. *Food Science & Nutrition*. 2016. 4(5), s. 733-741.



58. NG-KWAI-HANG, K. F.: Milk proteins: Heterogeneity, fractionation and isolation. *Encyclopedia of dairy sciences: Milk proteins*. 2003. London.
59. PALÍK, J.: *Vliv složení mléka, pořadí a stádia laktace na bod mrznutí mléka u dojníc českého strakatého skotu*. Bakalářská práce. 2013. Mendelova univerzita, Brno.
60. PAVLÍČKOVÁ, Ž.: *Vliv parametrů syřeniny na vybrané ekonomické ukazatele výroby sýrů s bílou plísní*. Diplomová práce. 2008. VUT Brno.
61. PAMBU, R. G., E. C. WEBB a L. MOHALE: Differences in Milk Yield and Composition of Different Goat Breeds Raised in the Same Environment in South Africa. *Agricultural Journal*. 2011. 6(5), s. 237–242. DOI: 10.3923/aj.2011.237.242.
62. PECOVÁ, L.: *Vlivy působící na složení kozího mléka*. Bakalářská práce. 2015. JČU České Budějovice.
63. POKORNÁ, M., J. KUČTÍK a R. FILIPČÍK: Effect of chosen factors on milk yield, basic composition and properties of milk of East Friesian sheep. *Výzkum v chovu skotu / Cattle Research*. 2010. 4, s. 59-67.
64. PRINZENBERG, E. M., K. GUTSCHER, S. CHESSA, A. CAROLI a G. ERHARDT: Caprine kappa-Casein (CSN3) Polymorphism: New Developments in Molecular Knowledge. *Journal of Dairy Science*. 2005. 88, s. 1490-1498.
65. PŘIBYLA, L. a V. ČEJNA: Porovnání vizuální a nefelo-turbidimetrické metody pro měření syřitelnosti mléka. *Den mléka*. 2006. 172 s.
66. PŘIDALOVÁ, H., B. JANŠTOVÁ, M. DRAČKOVÁ, P. NAVRÁTILOVÁ a L. VORLOVÁ: Sledování vybraných parametrů mléka bílých krátkosrstých koz ze dvou farem v České republice. *Mlékařské listy*. 2009. 116, s. 23-27.
67. RAJČEVIČ, M., K. POTOČNIK a J. LEVSTEK: Correlations between somatic cells count and milk composition with regard to the season. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2003. 68(3), s. 221-236.
68. REMEUF, F., V. COSSIN, C. DERVIN, J. LENOIR a R. TOMASSONE: Relationships between physicochemical characteristics of milks and their cheese-making properties. *Lait*. 1991. 71, s. 397-421. DOI: 10.1051/lait:1991431.
69. REN, D.-X., S.-Y. MIAO, Y.-L. CHEN, C.-X. ZOU, X.-W. LIANG a J.-X. LIU: Genotyping of the  $\kappa$ -casein and  $\beta$ -lactoglobulin genes in Chinese Holstein, Jersey and water buffalo by PCR-RFLP. *Journal of Genetics*. 2011. Zhejiang University, Hangzhou.
70. ROGINSKI, H., J. W. FUQUAY a P. F. FOX: *Encyclopedia of Dairy Science*. 2002. Academy Press.

71. ROUSSEL, J. D., K. L. KOONCE a M. A. PINERO: Relationship of blood serum protein and protein fractions to milk constituents and temperature-season. *Journal of Dairy Science*. 1972. 55(8), s. 1093-1096.
72. RUBÁŠOVÁ, P.: *Domácí zpracování mléka*. 2007. ROSA o.p.s., České Budějovice, 45 s.
73. SALEHI, M., M. R. AGHAMAALI, R. H. SAJEDI, S. M. ASGHARI a E. JORJANI: Purification and characterization of a milk-clotting aspartic protease from *Withania coagulans* fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. 98, s. 847-854.
74. SAMBRAUS, H. H.: *Atlas plemen hospodářských zvířat*. 2006. B. Suchánek, F. Horák, D. Misař, I. Majzlík. Praha: Brázda, s.r.o., 296 s. ISBN 80–209–0344–5.
75. SAMKOVÁ, E. a kolektiv: *Mléko: produkce a kvalita*. 2012. JČU, České Budějovice, 240 s. ISBN: 978–80–7394–383–7.
76. SKOUPÁ, L.: *Začínáme s chovem ovcí a koz*. 2014. Praha: Nakladatelství Brázda, s.r.o., 104 s. ISBN 978–80–209–406–5.
77. SLAČANAC, V., J. HARDI, M. LUČAN, D. K. KOMLENIĆ, V. KRSTANOVIĆ a M. JUKIĆ: Concentration of nutritional important minerals in Croatian goat and cow milk and some dairy products made of these. *Croatian journal of food science and technology: scientific-professional journal*. 2011. 3(1), s. 21–25.
78. SLAVÍKOVÁ, B.: *Vliv intravitálních vlivů na kvalitu mléka*. Bakalářská práce. 2015. MZLU Brno, 61 s.
79. SOJKOVÁ, K., O. HANUŠ, V. GENČUROVÁ, M. VYLETĚLOVÁ, I. MANGA, J. KOPECKÝ a R. JEDELSKÁ: Nefelometricky a tradičně stanovená syřitelnost mléka. *Farmářská výroba sýrů a kysaných mléčných výrobků VIII*. 2011. MZLU Brno, s. 31-33.
80. SPÄTH, H. a O. THUME: *Chováme kozy*. 1996. MVDr. Jaromír Glabazňa. Ostrava: BLESK, 192 s. ISBN 80–85606–81–X.
81. STOCCO, G., C. CIPOLAT-GOTET, T. BOBBO, A. CECCHINATO a G. BITTANTE: Breed of cow and herd productivity affect milk composition and modeling of coagulation, curd firming, and syneresis. *Journal of Dairy Science*. 2017. 100(1), s. 129-145. DOI: 10.3168/jds.2016-11662.
82. ŠUSTOVÁ, K.: *Sýrařství*. 2008. Press, 73 s.
83. TANAKA, M., T. SUZUKI, S. KOTB a Y. KAMIYA: Relation of Calcium Activity in Milk and Milk Production of Holstein Cows in Hot Season. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2011. 24(10), s. 1372-1376. DOI: 10.5713/ajas.2011.11002.
84. TEPLÝ, M., J. MAŠEK A J. HAVLOVÁ: *Syřidla živočišná a mikrobiální*. 1976. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 230 s.

85. THOMANN, S., P. SCHENKEL a J. HINRICHS: The impact of homogenization and microfiltration on rennet-induced gel formation. *Journal of Texture Studies*. 2008. 39(4), s. 326-344. DOI: 10.1111/j.1745-4603.2008.00146.x.
86. THOMPSON, A., M. BOLAND a H. SINGH: *Milk Proteins: From Expression to Food*. 2009. Elsevier, Amsterdam, 535 s. ISBN: 978-0-12-374039-7.
87. TRAKOVICKÁ, A., N. MORAVČÍKOVÁ a A. NAVRÁTILOVÁ: Polymorfizmus génu kappa-kazeín (CSN3) a jeho vplyv na ukazovatele produkcie mlieka. *Acta fytotechnica et zootechnica*. 2012. Nitra.
88. TRIPALDI, C., S. TERRAMOCCIA, S. BARTOCCI, M. ANGELUCCI a V. DANESE: The effects of the somatic cell count on yield, composition and coagulation properties of mediterranean buffalo milk. *Asian-Australas Journal of Animal Science*. 2003. 16(5), s. 738-742.
89. WALSTRA, P.: *Dairy Technology: Principles of Milk Properties and Processes*. 1999. New York.
90. WALSTRA, P., J. T. WOUTERS a T. J. GEURTS: *Dairy science and technology*. 2006. Boca Raton: CRC/Taylor & Francis, 2nd edition, 782 s. ISBN: 0-8247-2763-0.
91. WANG, F. a kol.: Effect of Proteolysis and Calcium Equilibrium on Functional Properties of Natural Cheddar Cheese during Ripening and the Resultant Processed Cheese. *Journal of Food Science*. 2011, roč. 76, č. 3, s. 248-253. DOI:10.1111/j.1750-3841.2011.02085.x.
92. WEDHOLM, A., L. B. LARSEN, H. LINDMARK-MANSSON, A. H. KARLSSON a A. ANDRÉN: Effect of protein composition on the cheese-making properties of milk from individual dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 2006. 89(9), s. 3296 – 3305.
93. ZADRAŽIL, K.: *Mlékařství*. 2002. ČZU v Praze a ISV Praha, 127 s. ISBN 80-86642-15-1.
94. ZAJÍČKOVÁ, M.: *Využití poznatků polymorfismů kappa kaseinu při výrobě sýrů*. Bakalářská práce. 2013. Brno.

### **Internetové zdroje:**

1. ČMSCH: *Ročenka chovu ovcí a koz v České republice za rok 2015*. [online]. 2016a [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz>
2. ČMSCH: *Výsledky kontroly užítkovosti v České republice. Kontrolní rok 2015-2016*. [online]. 2016b [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz>
3. FAO: *Food and Agriculture Organization of the United Nations. STATISTICS DIVISION* [online]. 2017 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://faostat.fao.org/>
4. Genomia: *Mléčná užítkovost u koz* [online]. 2017 [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: [http://www.genomia.cz/cz/test/goat\\_kappa-kasein](http://www.genomia.cz/cz/test/goat_kappa-kasein)
5. Svaz chovatelů holštýnského skotu ČR, z.s. [online]. 2017 [cit. 2017-27-04]. Dostupné z: <http://www.holstein.cz>
6. USDA: *United States Department of Agriculture: National Nutrient Database for Standard Reference* [online]. 2011 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z: <http://ndb.nal.usda.gov/>

### **Normy a ostatní materiály:**

1. ČSN 57 0529: Syrové kravské mléko pro mlékárenské ošetření a zpracování. ČNI, Praha, 1993.
2. ČSN 57 0530: Metody zkoušení mléka a tekutých mléčných výrobků. ČNI, Praha, 1972.
3. ON 57 0534: Stanovení kysací schopnosti mléka. Úřad pro normalizaci a měření, Praha, 1987.
4. ČSN 57 0536/1999
5. Vyhláška č. 211/2004 Sb., o metodách zkoušení a způsobu odběru a přípravy kontrolních vzorků.

Následující pasáž **Seznam tabulek, obrázků a grafů** o rozsahu 2 stran je vypuštěna z důvodu budoucí publikace těchto dat v odborné literatuře a je obsažena pouze v archivovaném originále diplomové práce uloženém na Zemědělské fakultě JU.