

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2015

Bc. JIŘÍ MAREŠ



**Parametry dojitelnosti a jejich vztah k množství,
složení a technologickým vlastnostem kravského mléka**
Diplomová práce

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

Vypracoval:
Bc. Jiří Mareš

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: „*Parametry dojitelnosti a jejich vztah k množství, složení a technologickým vlastnostem kravského mléka*“ vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnici o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, 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 rád poděkoval vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Gustavu Chládkovi, CSc., za jeho vstřícnost, ochotu a podnětné rady. Dále děkuji Ing. Janě Javorové a Ing. Mileně Velecké za jejich čas a obětavost při analyzování vzorků v laboratoři. Děkuji také svým rodičům, kteří mi poskytli zázemí pro odběr vzorků mléka. Můj dík patří také všem dalším, kteří mi poskytli cenné rady a připomínky při sepisování této diplomové práce.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce s názvem *Parametry dojitelnosti a jejich vztah k množství, složení a technologickým vlastnostem kravského mléka* je představit problematiku týkající se tohoto tématu. To zahrnuje nejen literární rešerši, ale i vlastní výzkum, tedy odběr a analýzu vzorků mléka a jejich následnou konfrontaci s ostatními již uskutečněnými výzkumy.

V teoretické části je shrnuta sekrece i ejekce mléka a jeho složek, stejně tak jako i faktorů jež je ovlivňují jak z hlediska množství, tak technologického využití. V praktické části této diplomové práce jsou pak odebrány vzorky mléka sledované skupině dojnic a tyto vzorky následně zpracovány podrobnou analýzou.

Výsledkem rozborů bylo zjištění, že existuje řada statisticky průkazných vztahů mezi parametry dojitelnosti a množstvím, složením a technologickými vlastnostmi kravského mléka. Průkazným vztahem byl mezi délkou dojení a celkovým nádojem, dojnice s nádojem větším než 10,6 kg mléka měly čas dojení o 1,13 minut delší, než tomu bylo u dojnic s nižší produkcí. Délka dojení měla zápornou korelaci s absolutním průměrným minutovým výdojkem (APMV) i celkovým nádojem. Dojnice, které byly vydojeny do 5–ti minut měly průměrně o 1,21 kg/min větší APMV. Tyto dojnice měly také průměrně o 0,20 kg méně mléka, než dojnice, které byly dojeny déle než 5 minut. Dojnice, jejichž produkce mléka za jeden nádoj činila více než 10,6 kg měly nižší tučnost mléka o 1,07 %, ve srovnání s dojnicemi s nižší produkcí. Pokud se týká technologických vlastností, ukázalo se, že není statisticky průkazný vztah mezi parametry dojitelnosti a syřitelností, potažmo tedy i kvalitou sýřeniny. Dále byly sledovány fyzikálně-chemické vlastnosti mléka, kde byl prokázán pouze jediný vztah mezi těmito vlastnostmi a parametry dojitelnosti, jednalo o aktivní kyselost, jejíž hodnota u dojnic s vyšším nádojem byla o 0,13 pH vyšší než u dojnic s nižším nádojem. Velice výrazný byl vliv individuality dojnic, který se projevil v obsahu bílkovin, laktózy, tukuprosté sušiny, dále u syřitelnosti a všech sledovaných fyzikálně-chemických vlastností.

Klíčová slova: kravské mléko, dojitelnost, změny ve složení mléka, sýrařství, technologické vlastnosti mléka

ABSTRACT

The aim of this thesis entitled *Milking capacity parameters and their relation to the quantity, composition and technological properties of cow's milk* is to present the issues related to this topic. This includes not only the literature search, but also its own research, that the sampling and analysis of milk and their subsequent confrontation with other studies that have been made.

The theoretical part summarizes secretion and ejection of milk and its components, as well as the factors which influence both in terms of quantity and technological use. In the practical part of this thesis are then sampled milk cows monitored group and these samples subsequently processed detailed analysis.

The result of analysis showed that there are many statistically conclusive relationship between the parameters of milking capacity and the amount, composition and technological properties of cow's milk. Conclusive relationship between the length of the total milk yield and milking, cows with milk yield greater than 10.6 kg of milk should milking time of 1.13 minutes longer than it was in dairy cows with lower production. The length of milking had a negative correlation with the absolute average minute gain (AAMG) and total milk yield. Dairy cows have been milking within 5 minutes had an average of 1.21 kg / min greater AAMG. These cows also had an average of 0.20 kg less milk than cows that were milked more than 5 minutes. Cows whose milk production per milk yield was more than 10.6 kg of milk have a lower fat content of 1.07%, compared to cows with lower production. Regarding the technological properties, proved that it was not a statistically significant relationship between the parameters and RCT milking capacity, consequently also the quality and curd. We also investigated the physicochemical properties of the milk which has been shown only a single relationship between these properties and parameters of the milking capacity, were active acidity whose value in dairy cows with higher milk yield was about 0.13 pH higher than that of cows with a lower milk yield was very pronounced influence individuality cows, which was reflected in the content of protein, lactose, non-fat dry matter further at RCT and all monitored physico-chemical properties.

Keywords: cow milk, milking capacity, changes in cow milk composition, cheesemaking, technological properties of milk

Obsah

1	Úvod	10
2	Cíl práce.....	11
3	Literární přehled	12
3.1	Složení kravského mléka.....	12
3.1.1	Tuk.....	12
3.1.2	Bílkoviny	13
3.1.3	Sacharidy	14
3.1.4	Močovina.....	15
3.1.5	Vitaminy	15
3.1.6	Minerální látky	16
3.1.7	Somatické buňky	17
3.1.8	Celkový počet mikroorganismů	20
3.2	Tvorba a sekrece mléka.....	20
3.2.1	Tvorba a sekrece mléčných bílkovin	21
3.2.2	Tvorba a sekrece mléčného tuku	21
3.2.3	Tvorba a sekrece mléčného cukru	21
3.2.4	Změny obsahu mléčných složek v průběhu laktace	22
3.3	Produkční faktory ovlivňující složení mléka	24
3.3.1	Fáze laktace	25
3.3.1.1	Definice perzistence.....	26
3.3.1.2	Faktory ovlivňující perzistenci laktace	27
3.4	Faktory ovlivňující proces získávání mléka.....	28
3.5	Parametry dojitelnosti	29
3.6	Technologické vlastnosti mléka.....	30
3.6.1	Syřitelnost.....	30

3.6.1.1	Fáze koagulace.....	31
3.6.1.2	Vhodné složky pro sýrařství a jejich manipulace	31
3.6.1.3	Odchytky hlavních složek.....	32
3.6.1.4	Význam kaseinu.....	32
3.6.1.5	Vliv ročního období na kvalitu sýřeniny	33
3.6.2	Termostabilita.....	33
3.6.3	Kysací schopnost	34
4	Materiál a metodika	35
4.1	Výběr plemene	35
4.1.1	Chovný cíl a standard	36
4.2	Odběr vzorků.....	38
4.3	Postup v laboratoři	38
4.3.1	Stanovení titrační kyselosti.....	39
4.3.2	Stanovení aktivní kyselosti mléka	39
4.3.3	Stanovení syřitelnosti mléka, podílu syrovátky a kvality sýřeniny	39
4.3.4	Stanovení obsahu mléčných složek a ostatních fyzikálně-chemických vlastností mléka	41
4.4	Vyhodnocení a zpracování.....	41
5	Výsledky a diskuze.....	42
5.1	Parametry dojitelnosti	42
5.2	Rozbory mléka na obsah sledovaných složek.....	45
5.3	Technologické vlastnosti mléka.....	48
5.4	Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka	51
6	Závěr.....	56
7	Přehled použité literatury	58
8	Přílohy	62

1 ÚVOD

V našich zeměpisných šířkách se mléko, zejména kravské, považuje za jednu ze základních potravin nejen pro výživu člověka, ale i pro hospodářská zvířata, či domácí mazlíčky. V současné době dochází k výrazným pokrokům v odvětvích týkající se získávání i zpracování mléka. Avšak oba tyto procesy jsou ovlivněny celou řadou faktorů vnějšího i vnitřního původu.

Jedním z nich je samotný výběr plemene. V naší republice je ve velké míře chováno plemeno českého strakatého skotu. Vyhovuje požadavkům pro mléčnou i masnou produkci. V současnosti dojnice tohoto plemene mají stále se zvyšující perzistenci laktace, což umožňuje využívat dojnice ke konkurenceschopné produkci mléka v porovnání s ostatními plemeny skotu. Zejména prostřednictvím masné produkce se skot může dále podílet na tvorbě krajiny a utvářet tak pro naši zemi charakteristický krajinný ráz, čili plní funkci i mimoprodukční.

Za velice důležitý faktor považují jsou vlivy výživy. Důležitá je nejen kvalita a správný poměr předkládaných krmiv, ale i technika krmení, která musí být přizpůsobena požadavkům pro maximální produkci skotu.

V neposlední řadě je důležitý stájový management. Pro mléčnou užitkovost je klíčové správné řízení reprodukce, od kterého se odvíjí příprava na laktaci, jakož i přímo průběh laktace.

K zajištění dobrých podmínek jsou však zapotřebí náležité finanční prostředky. V současnosti je mléko zpeněžováno na základě množství mléka, obsahu složek (zejména tuk, bílkoviny) a kvality mléka (počet somatických buněk a celkový počet mikroorganismů). Následné technologické zpracování je mimo těchto parametrů mléka dále ovlivněno fyzikálně-chemickými vlastnostmi mléka. Proto je důležité získat co nejvíce informací týkajících nejen jejich vzájemných vztahů, ale i jejich vztahů s parametry dojitelnosti, jakým je například absolutní minutový výdojek.

Na základě těchto informací je umožněno upravovat šlechtitelské cíle a standardy plemen pro optimalizaci požadavků zpracovatelů mléka.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce byla analýza parametrů dojitelnosti a jejich vztah k množství, složení a technologickým vlastnostem kravského mléka. V mléce byl sledován obsah tuku, bílkovin a laktózy. Z technologických vlastností mléka jsem se zaměřil především na syřitelnost a kvalitu sýřeniny. Tyto vlastnosti následně porovnat s parametry dojitelnosti. Mléko bylo odebíráno v pravidelných intervalech každý měsíc v průběhu celé laktace vybrané skupiny prvotetek českého strakatého plemene. Posledním cílem bylo dosažené výsledky statisticky vyhodnotit.

V první části je shrnutý teoretický přehled faktorů ovlivňující zmíněné parametry dojitelnosti, vlastnosti mléka a technologii zpracování mléka. Druhá část představuje vlastní výzkum a metodiku. Následující kapitola obsahuje vlastní výsledky práce, které jsou ve čtvrté kapitole konfrontovány s výsledky ostatních autorů. V závěrečné kapitole jsou poznatky shrnuty a v přílohové části graficky demonstrovány.

Naprostá většina sledovaných parametrů je však široce variabilní, a proto je cílem této práce sledovat celou laktaci vybrané skupiny dojnic. Od prvních dnů po otelení až do konce laktace v pravidelných intervalech byly odebírány vzorky mléka. Tyto vzorky byly následně zanalyzovány na požadované parametry mléka. Výsledky poté byly dány do souvislosti s parametry dojitelnosti.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Složení kravského mléka

Kravské mléko obsahuje několik složek. Základní rozdělení je na vodu a sušinu. Voda zaujímá v mléce největší podíl, průměrný obsah ve zralém mléce se pohybuje okolo hodnoty 88%. Sušinu tvoří zbylé složky mléka, z nichž největší podíl zaujímá tuk, bílkoviny, laktóza, močovina, minerály a vitamíny. V mléce jsou tyto složky žádoucí. Mezi ostatní, nežádoucí (patologické) složky mléka řadíme somatické buňky a mikroorganismy. Přítomnost těchto složek nám odráží kvalitu mléka, respektive zdravotní stav mléčné žlázy (somatické buňky) a hygienu dojení (mikroorganismy). Tyto nám snižují především technologické zpracování mléka, případně zvyšují náročnost ošetření mléka před zpracováním (pasterace, sterilizace) a tím se jejich vliv odráží i na ekonomice (Bouška, 2006).

Složení mléka nám ovlivní další ukazatele, například hodnotu pH. Rozdílné hodnoty pH mohou determinovat o jaké mléko se jedná (mlezivo, zralé mléko, mastitidní i mléko vodou ředěné mají odlišné pH) (viz Tabulka č. 1).

Tabulka č.1; pH mléka při teplotě 25°C

pH	<6	6,3-6,4	6,5-6,7	6,8-7,1	7,5
Stav mléka	mlezivo	Nakyslé mléko	Mléko (běžné pH)	Nemoc; ředění vodou	Mastitidní mléko

(zdroj:eso.vscht.cz/cache_data/1207/www.vscht.cz/tmt/studium/chemie_mleka/P409_scr.pdf [20.2.2015])

3.1.1 Tuk

Mléčný tuk je nejvariabilnější složka mléka. Jeho obsah se v rámci třídy savců různí, ale především se jeho obsah mění v průběhu laktace (Hurley, 2009), ale i samotného dojení (Mareš, 2013). V mléce se tuk vyskytuje ve formě drobných kuliček jako jemná emulze. Aby nedocházelo k oddělování tuku od mléka v průběhu skladování, používá se tzv. homogenizace. Tento proces zmenší tukové částice z 3–6 µm na cca 1µm, čímž se zvýší jejich povrchová plocha. Membrána tukových

částic je oslabena a navazují se na ní kaseiny (povrchově aktivní složky mléka), což umožňuje rychlejší trávení mléka (Suková, 2009).

Tuky obecně se skládají z esterů vyšších mastných kyselin a glycerolu. V případě mléčného tuku je základní mastnou kyselinou kyselina octová. Ta vzniká zejména mikrobiálním trávením celulózy v batoru. Dále však dochází k syntéze mastných kyselin a glycerolu v mléčné žláze (Kučera, 2008). Standardně se v našich chovatelských podmínkách dosahuje obsah tuku v mléce okolo 3,74 až 5,45%, průměrně cca 3,87% (Kučera, 2008).

3.1.2 Bílkoviny

Existuje celá řada mléčných bílkovin, přičemž jsou právě tyto bílkoviny pro mléko specifické, nenajdeme je v jiných tkáních. Rozlišujeme dvě hlavní skupiny mléčných bílkovin, a to kaseiny a syrovátkové bílkoviny (Hurley, 2009). Dále se ve mléce nachází proteoso-peptony, ve velice malé míře lipoproteiny, enzymy a další minoritní bílkovinné složky (Šustová, Sýkora, 2013).

Kaseiny představují majoritní složku mléka. Rozděluje se na alfa (které se dále dělí na alfa s_1 a alfa s_2), beta a kappa kaseiny. Kappa kasein tím, že je vázaný na vápník, chrání zbylé frakce proti jejich koagulaci. Dále je kappa kasein formován do tzv. kaseinových micel. Micely jsou velké koloidní útvary (o velikosti cca 50–300 μm a obsahu cca 20 000 molekul kaseinu), které dále obsahují další minerální látky, jako je hořčík, sodík, draslík, fosfáty a citráty (Šustová, Sýkora, 2013).

Syrovátkové (neboli sérové) bílkoviny se dále dělí na alfa-laktalbuminy, beta-laktoglobuliny, sérové albuminy a imunoglobuliny (Hurley, 2009). Tyto látky zůstávají v syrovátce po vysrážení kaseinu při isoelektrickém bodu mléka (pH 4,6) (Šustová, Sýkora, 2013). Obsah těchto bílkovin se může měnit v závislosti na fázi laktace, ale i při zánětu vemene a dalších jevech. Alfa-laktalbumin je důležitý jak pro syntézu laktózy, ale i pro celkový proces syntézy mléka (Hurley, 2009). Beta-laktoglobulin je schopný se vázat na hydrofobní látky, jako je vitamin A₁ (retinol) a mastné kyseliny (Aschaffenburg, Green, North, 1956). Imunoglobuliny hrají roli pro imunitní systém, nejvíce však v nezralém mléce ihned po porodu (mlezivu) (Kopřiva, 2011). U zdravých dojnic se přirozeně vyskytují ve stejné hladině,

jako v krvi. Jejich obsah se zvyšuje jak v patologických stavech, jako v případě zánětu mléčné žlázy (mastitidě), nebo fyziologicky v mlezivu (Šustová, Sýkora, 2013).

Na základě obsahu jednotlivých mléčných bílkovin můžeme rozlišovat mléka na kaseinová a albuminová. Mléka s obsahem kaseinu do 75% se označují jako albuminová, nad 75% jsou označována jako kaseinová. Vzhledem k tomu, že přežvýkavci produkují mléko s obsahem kaseinu v rozmezí 75–85%, označuje se jejich mléko jako kaseinové. Syrovátkové bílkoviny zaujímají v celkovém obsahu bílkovin přibližně 15–22%, proteoso-peptony 2–6% a imunoglobuliny 1,9–3,3%. V našich podmínkách se dosahuje běžně obsahu bílkovin v mléce cca 3,30–3,95%, průměrná hodnota je cca 3,37% (Kučera, 2008).

3.1.3 Sacharidy

Nejdůležitějším sacharidem v mléce je laktóza, nalezneme zde však i malé množství dalších sacharidů, většinou ve vazbě s fosfáty, lipidy nebo bílkovinami. Molekula laktózy se skládá z jedné molekuly glukózy a jedné molekuly galaktózy. Je lehce stravitelná, obsahuje ji mléko naprosté většiny savců. Má pozitivní vliv na střevní peristaltiku, vyvolává nabobtnání střevního obsahu a způsobuje charakteristickou nasládlou chuť (Šustová, Sýkora). Další význam představuje jako zdroj uhlíku pro bakterie mléčného kvašení. Kyselina mléčná, která vzniká mikrobiální činností, příznivě ovlivňuje vstřebávání vápníku (Šustová, Sýkora, 2013).

V průběhu dojení se obsah laktózy mění pouze minimálně (Mareš, 2013). Ke změnám však dochází jak v průběhu laktace, tak při onemocnění mléčné žlázy. Přirozeně se obsah laktózy pohybuje v rozmezí 4,55–5,30% (Šustová, Sýkora, 2013), průměrně 4,4–4,7% (Kučera, 2008).

V humánní výživě se dnes poměrně často vyskytuje tzv. laktózová intolerance (Kučera, 2008). V tenkém střevě je zredukována aktivita laktázy, enzymu štěpícího laktózu, což vede k malabsorpci (tj. snížené vstřebávání), či dokonce intoleranci (tj. nesnášelnosti) (Šustová, Sýkora, 2013). Laktóza, která pak není trávena se v organismu kumuluje a poté začne vlivem střevních mikroorganismů kvasit (Kučera, 2008). Této poruše v trávení lze částečně čelit zpracováním mléka na kysané výrobky, neboť bakterie mléčného kvašení laktózu rozštěpí až na mastné kyseliny (Šustová, Sýkora, 2013).

3.1.4 Močovina

Přestože je v mléce obsažena pouze v malém množství, močovina patří rovněž k základním nebiřkovinným dusíkatým složkám mléka. U dojného skotu totiž patří k finálnímu produktu metabolismu dusíkatých látek. Do mléka přechází v mléčné žláze z krevního séra (Henao–Velásquez et al., 2014). Především ji využíváme pro zjištění úrovně výživy, respektive vyrovnanosti krmné dávky z hlediska dusíkatých látek (Bláhová, 2010).

Hladina močoviny v mléce kolísá. Podobně jako laktóza, může se podíl močoviny v mléce lišit chov od chovu, v rámci chovu, ale i v průběhu laktace, neboť obsah močoviny je silně ovlivněn výživou (Henao-Velásquez et al., 2014). Nejnížší hodnoty močoviny jsou těsně před příjmem krmiva, naopak nejvyšších hodnot dosahuje do 6 hodin po krmení. Doporučená hodnota močoviny v mléce by se měla pohybovat okolo 30–35 mg/100 ml, přičemž vyšší hodnoty jsou povoleny u vysokoužitkových dojníc, které potřebují být více zazásobeny dusíkatými látkami. Pakliže je zvýšený obsah této složky v mléce, signalizuje to s největší pravděpodobností nadměrné zkrmování dusíkatých krmiv, které nemohou být využity bachorovou mikroflórou. Vzniklý amoniak je pak bachorovou stěnou resorbován a krví transportován do jater, kde je následně detoxikován za vzniku močoviny (Bláhová, 2010).

3.1.5 Vitaminy

Přítomnost vitaminů v mléce, jakožto hlavním zdroji vitaminů pro mláďata savců, je klíčová. Obsaženy jsou téměř všechny vitaminy, přestože některé pouze v malých koncentracích (Kučera, 2008). Většinu vitaminů si dojnice neumí sami vyrobit, přestože se některé syntetizují činností mikroflóry v gastrointestinálním traktu (Hurley, 2009). Proto má na obsah vitaminů v mléce zásadní vliv výživa, která je dále odvislá od ročního období. V letním období, kdy je možné zkrmovat zelenou, čerstvou píci, se zvyšuje obsah lipofilních vitaminů. Především se zvyšuje hladina vitaminů D, E a provitaminu A (beta–karoten) (Šustová, Sýkora, 2013).

Tabulka č.2 Obsah vitaminů v mléce

Vitamin	Obsah vitaminů
A	0,3-1,0
provitamin A	0,1-0,6
D	0,001
E	0,2-1,2
K	0,01-0,03
B1	0,3-0,7
B2	0,2-3,0
B5	0,4-4,0
B6	0,2-2,0
B7	0,01-0,09
B12	0,003-0,038
PP	0,8-5
Bc	0,03-0,28
C	5-20

(Šustová, Sýkora, 2013)

3.1.6 Minerální látky

Minerální látky hrají klíčovou roli pro celý organismus. Hlavní roli hrají především z hlediska výživy (zejména tvorba enzymů), dále se však podílejí na regulaci pH, osmotického tlaku, atd. Vyskytují se v mléce v různých formách. Mohou být ve vazbě s organickými částmi, v roztoku v mléčném séru nebo ve formě koloidů (Šustová, Sýkora, 2013).

Tabulka č. 3; Minerální látky v mléce

Prvek	Obsah v mléce (g/l)
Ca	1,21
P	0,95
K	1,5
Na	0,47
Cl	1,03
Mg	0,12
S	0,32

(Šustová, Sýkora, 2013)

3.1.7 Somatické buňky

Počet somatických buněk v mléce nám indikuje zdravotní stav mléčné žlázy, ale je to zároveň jeden ze základních parametrů kvality mléka. Proto je na problematiku především týkající se jejich původu a faktorů, které ovlivňují jejich množství, kladen značný důraz.

Původ somatických buněk může být trojího typu

- somatické buňky epiteliální
- somatické buňky krevní
- nebuněčné útvary obsažené v mléku

Epiteliální somatické buňky se do mléka dostanou odloupením ze sekrečních alveolů, či dutinového systému vemene v průběhu reparačních či regeneračních procesů. Dlouhou řadu let se usuzovalo, že hlavním zdrojem somatických buněk v mléce je právě tento druh buněk. V současnosti se však prokázalo, že podíl těchto buněk na celkovém počtu somatických buněk představuje cca 2–16%. Z morfologického hlediska mají tyto buňky nestejnou velikost a tvar (Navrátilová et al., 2012).

V mléce se vyskytuje celá škála somatických buněk krevního původu, především leukocyty. Ze skupiny leukocytů jsou zde zastoupeny především makrofágy (60–70%), v menší míře pak lymfocyty (20–30%) a polymorfonukleární leukocyty (10–30%) a ostatní. Makrofágy se v mléce vyskytují zejména v první fázi laktace (ve formě tzv. kolostrálních tělísek), nebo naopak ve starodojném mléce, či při zánětech subakutního, nebo chronického průběhu. Lymfocyty zde figurují stejným způsobem, jako v krvi, tj. jako buňky imunitního systému. Přítomnost polymorfonukleárních leukocytů je zpravidla podmíněna zánětem. Ve velmi omezené míře se v mléce dále můžeme setkat s erytrocyty, histiocyty, bazofilními a eozinofilními granulocyty (Navrátilová et al., 2012).

Mezi nebuněčné útvary zahrnujeme zejména mléčné konkrementy a mléčnou plazmu. Ve vyšší míře se s nimi setkáme v mlezivu, či starodojném mléce (Navrátilová et al., 2012).

Počet somatických buněk mléka je ovlivněn především

- zdravotním stavem dojnice
- stadiem a pořadím laktace
- věkem dojnice
- technikou a technologií dojení
- individualitou dojnice
- výživou
- ostatními faktory

Hlavním faktorem ovlivňující výskyt somatických buněk je zdravotní stav dojnice. Největší měrou se zde podílí záněty (mastitidy) mléčné žlázy, v menší míře pak metabolické poruchy organismu (Navrátilová et al., 2012). Mastitidy jsou choroby, které jsou způsobovány především těmito biosystémy

- vnímavostí dojnice k onemocnění, resp. dědičnými vlohami
- mikrobiální původci vnějšího prostředí
- vlivy vnějšího prostředí

Z toho vyplývá, že záněty mléčné žlázy jsou polyfaktorové, polyetologické choroby (Seydlová, 1994). Při zjišťování zdravotního stavu vemene se ohlížíme na dva základní faktory, a sice na počet buněčných elementů v 1 ml mléka a průkaz patogenního původce. Mikroorganismy vnějšího prostředí mají různou patogenitu. Mezi nejzávažnější původce řadíme bakterie rodu *Staphylococcus*, *Streptococcus* a *Enterococcus*. Přítomnost těchto mikroorganismů nám dále mimo zvýšení počtu somatických buněk indikuje vyšší hladina enzymů, lymfocytů, makrofágů a leukocytů (Navrátilová et al., 2012). Ve zdravé mléčné žláze by neměla hladina somatických buněk být vyšší než 100 000 v 1 ml. Změny jsou obtížně sledovatelné i při latentním zánětu mléčné žlázy. Přestože můžeme detekovat přítomné patogeny, nedochází ke zjevným klinickým změnám mléčné žlázy, ani mléka. Tyto klinické změny, stejně jako zvýšení počtu somatických buněk, jsou sledovatelné až při probíhajícím

nespecifickém zánětu. Vrcholným stadiem zánětu je vlastní mastitida. Ta může být klinická, či subklinická. První varianta se dále člení na chronickou, akutní, perakutní, či subakutní formu. Na mléčné žláze, mléce i dojnici můžeme sledovat výrazné klinické změny. Subklinická varianta mastitidy nezpůsobuje výrazné klinické změny mléka, ani mléčné žlázy, ale lze detekovat patogeny a zvýšený počet somatických buněk v mléce (Seydlová, 1994).

Tabulka č. 4 Kategorizace zánětů a definice zdraví mléčné žlázy

Počet somatických buněk v 1 ml mléka	Patogenní mikroorganismy v mléce/mléčné žláze	
	ano	ne
< 100 000	latentní infekce	normální sekrece
> 100 000	mastitis	nespecifická mastitis

(Hogeveen, 2005)

Menší měrou se na počtu somatických buněk v mléce a mléčné žláze podílejí metabolická onemocnění, jako je alkalóza, ketóza a acidóza bachorového obsahu. Při akutních formách těchto onemocnění dochází ve většině případů k mastitidám (Navrátilová et al., 2012).

Počet somatických buněk v různých stadiích laktace kolísá. Na počátku laktace, cca do dvou týdnů od otelení, je v mléce vysoký obsah epiteliálních buněk ze sekreční tkáně alveolů, leukocyty a kolostrální tělesa. Poté počet somatických buněk klesá, od 10. do 20.–24. týdne laktace stagnuje. Poté se zvolna obsah somatických buněk zvyšuje, přičemž na konci laktace je počet somatických buněk nejvyšší. V tomto období dochází k obnově epitelu mléčné žlázy v rámci přípravy na laktaci následující. Vliv na počet somatických buněk má i samotné pořadí laktace, kdy s vyšším věkem dojnice a pořadím laktace je obsah vyšší (Navrátilová et al., 2012).

Obsah somatických buněk v mléce kolísá i v rámci dojení. Nevyšší obsah je na začátku dojení, poté klesá na minimální hodnoty a následně ke konci procesu se obsah zvyšuje. Stejně tak dochází ke zvyšování počtu somatických buněk i při málo četném dojení (jednou denně) (Navrátilová et al., 2012).

Důležitou roli při snižování obsahu somatických buněk v mléce hraje i výživa. Je zapotřebí eliminovat původce metabolických poruch (jejichž význam jsem zmínil výše), jako jsou např. mykotoxiny a zapařené krmivo (Navrátilová et al., 2012).

Další faktory, které ovlivňují počet somatických buněk, jsou tvarové vlastnosti vemene, roční období a teploty, stres, říje, plemeno, dojící zařízení a denní variabilita a individualita dojnice (Navrátilová et al., 2012).

Problematické snižování počtu somatických buněk v mléce je zapotřebí věnovat obzvláště výraznou pozornost. Záněty, které jsou v naprosté většině případů příčinou vysokého počtu somatických buněk, totiž zapříčiňují nižší výtěžnost při sýrařském zpracování (Looper, 2012).

3.1.8 Celkový počet mikroorganismů

Druhým ukazatelem kvality mléka je celkový počet mikroorganismů. Ve zdravé mléčné by se mikroorganismy, mimo mikrobiální zátky strukového kanálku, neměly vyskytovat vůbec. Jejich přítomnost v mléce je tedy dána nedostatečnou hygienou dojícího zařízení a procesu dojení jako takového. Za standardní počet mikroorganismů v 1 ml mléka se dnes považuje do 100 000 mikroorganismů. Vysoký obsah těchto mikroorganismů totiž nepříznivě ovlivňuje následné technologické zpracování mléka (Seydlová, 1994).

Existují dva zdroje mikrobiální kontaminace. Primárně může být mléko kontaminováno již v mléčné žláze. K sekundární kontaminaci pak může dojít z vnějšího prostředí v dojrně, např. z dojícího zařízení, rukou dojičů, povrchu vemene (či struku) nebo vzduchu (Navrátilová et al., 2012). Abychom předešli zvyšování počtu mikroorganismů, je nutno dodržovat po procesu dojení dostatečnou dezinfekci dojícího zařízení v celé jeho délce, stejně tak jako sběrné nádrže na mléko. Toho docílíme střídáním zásaditých (eliminace především organických nečistot) a kyselých (eliminace zejména anorganických nečistot) prostředků (Seydlová, 1994).

3.2 Tvorba a sekrece mléka

V období těsně před porodem, během porodu a nebo těsně po něm se začíná v mléčných alveolech vytvářet mléko. Ze začátku pozorujeme zvyšování enzymatické aktivity v sekrečních buňkách mléčných alveolů, dochází k diferenciaci jejich

buněčných organel. Tento jev je provázen omezenou sekrecí mléka v předporodním období. V průběhu porodu a krátce po něm dochází k hojně sekreci všech složek mléka. Dochází ke tvorbě nezralého mléka, tzv. mleziva (kolostrum). Složení tohoto mléka je zcela odlišné od mléka zralého. V průběhu prvních dnů laktace se však obsah složek mleziva změní v mléko zralé. Část složek mléka je vyráběna přímo v tkáni mléčných alveolů, část je však do mléka dodána z krve. Existují prekurzory mléčných složek, které se tvoří především v játrech. Tyto prekurzory jsou poté krví přenášeny k buňkám mléčných alveolů. Každá z těchto buněk umí syntetizovat všechny složky mléka. Právě z důvodu transportu prekurzorů je důležité intenzivní prokrvení mléčné žlázy. Vemenem musí protéct okolo 500 litrů krve na výrobu 1 litru mléka (Bouška, 2006).

3.2.1 Tvorba a sekrece mléčných bílkovin

Téměř všechny mléčné bílkoviny jsou vyráběny v mléčné žláze z aminokyselin krevní plasmy. Mezi tyto bílkoviny zahrnujeme kaseiny, alfa–laktalbuminy a beta–laktalbuminy. Pouze sérový albumin a imunoglobulin přechází do mléka z krve. Přezvýkavci, na rozdíl od nepřezvýkavých, využívají pro zdroj esenciálních aminokyselin nejen krmivo, ale i bачorovou mikroflóru. Přenos mléčných bílkovin syntetizovaných v mléčné žláze z buněk mléčných alveolů umožněn exocytózou (Bouška, 2006).

3.2.2 Tvorba a sekrece mléčného tuku

Zhruba tři čtvrtiny mléčného tuku jsou vyráběny v mléčné žláze. Jako prekurzor pro tuto složku mléka skot využívá především těkavé mastné kyseliny (zejména kys. octová a máselná). Tyto kyseliny vznikají fermentací krmiva (zejména vlákniny) v bачoru. Kyselina octová představuje 60-70% těkavých mastných kyselin uvolněných při fermentaci v bачoru. Čím více je tvořeno této kyseliny, tím je větší tučnost mléka, stejně tak její pokles snižuje i obsah mléčného tuku. Mléčný tuk je produkován v buňkách sekrečního epitelu mléčné žlázy, je formován do tukových kapének, které jsou následně uvolňovány do dutiny alveolu apokrinní sekrecí (Bouška, 2006).

3.2.3 Tvorba a sekrece mléčného cukru

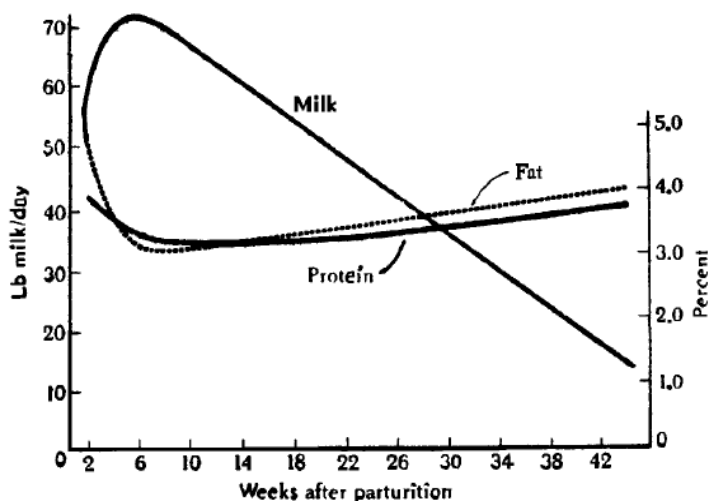
Laktóza je disacharid, jehož složení je jedna molekula glukózy a jedna molekula galaktózy. Mléčný cukr se tvoří pouze v mléčné žláze, ale omezeně se během laktace

vyskytuje i v krevní plasmě. Z krmiva je glukóza resorbována pouze omezeně, většina glukózy v krvi vzniká glukoneogenezí v játrech. Glukóza je do mléčné žlázy přenášena z krve, pouze malá část je syntetizována z glycerolu, případně z kyseliny mléčné. Galaktóza je syntetizována v alveolárních buňkách přeměnou glukózy. Skot využívá jako prekurzor laktózy kyselinu propionovou, která rovněž vzniká při fermentačních procesech v bacheru (Bouška, 2006).

3.2.4 Změny obsahu mléčných složek v průběhu laktace

V následujícím grafu je znázorněn vztah obsahu mléčných složek, konkrétně tuku a bílkovin, ku mléčné produkci během laktace.

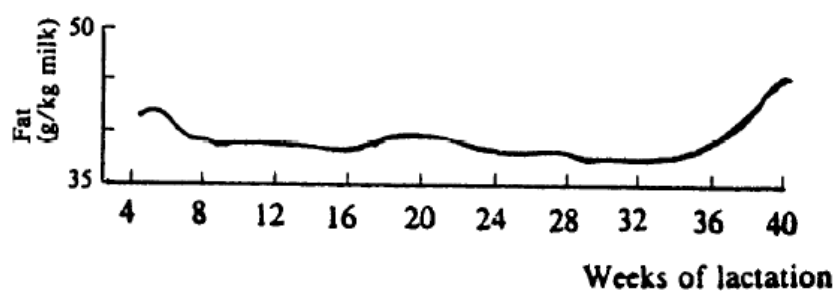
Graf č.1 Obsah tuku a bílkovin vzhledem k produkci mléka



(Tschewang, 2010)

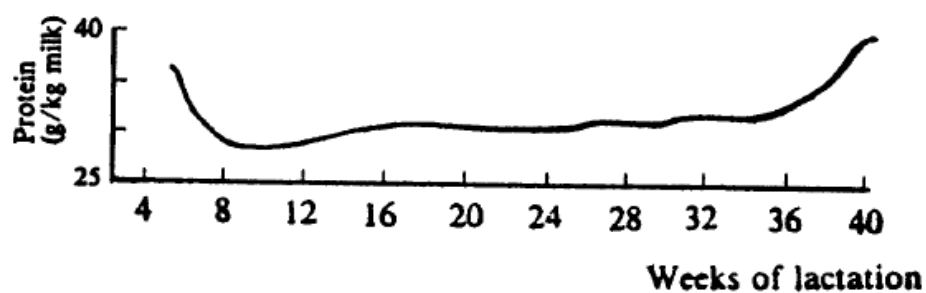
Lze zde uplatnit pravidlo negativní korelace, že čím je procentuální obsah tuku a bílkovin vyšší, tím více klesá produkce mléka (Tschewang, 2010).

Graf č.2 Obsah tuku v mléce během laktace



(Tschewang, 2010)

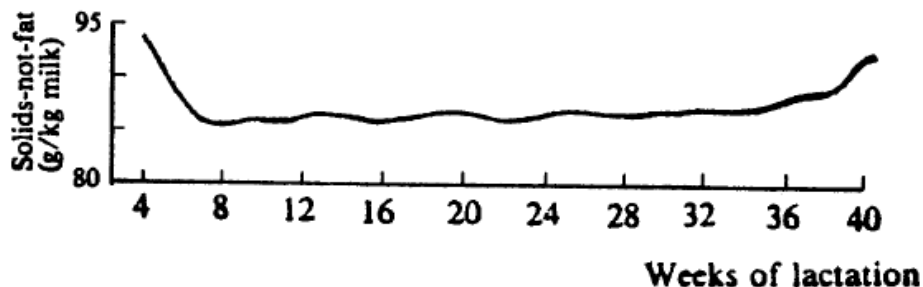
Graf č.3 Obsah bílkovin v mléce během laktace



(Tschewang, 2010)

Obsah tukuprosté sušiny (TPS) se v průběhu laktace rovněž mění. Do vrcholu laktace její obsah klesá, poté až do konce laktace obsah narůstá (O'Mahony, 1988).

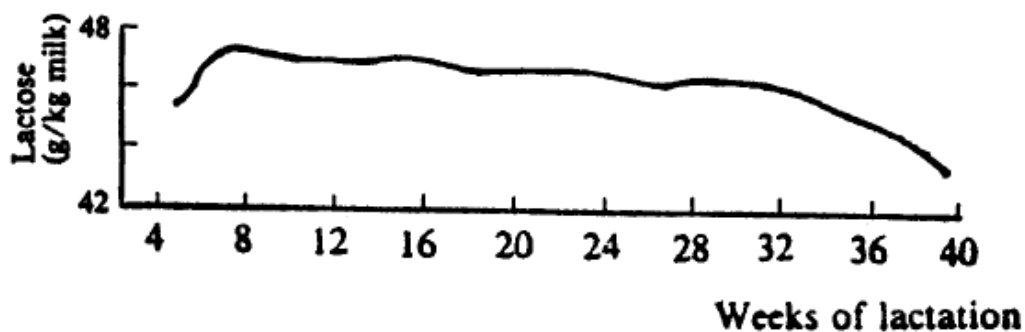
Graf č.4 Obsah tukuprosté sušiny během laktace



(Tschewang, 2010)

Změny v obsahu laktózy jsou spíše obráceného charakteru, než jako tomu bylo u tuku, bílkovin a TPS. Tyto změny jsou úměrné s poklesem produkce mléka (O'Mahony, 1988).

Graf č.5 Obsah laktózy v mléce během laktace



(Tschewang, 2010)

Popeloviny, stejně jako bílkoviny, tuk a TPS vykazují zřetelný nástup s klesající produkcí mléka (Tschewang, 2010).

3.3 Produkční faktory ovlivňující složení mléka

Hlavními produkčními vlivy, které ovlivňují složení mléka v průběhu laktace jsou fáze laktace a intervaly mezi jednotlivými procesy dojení.

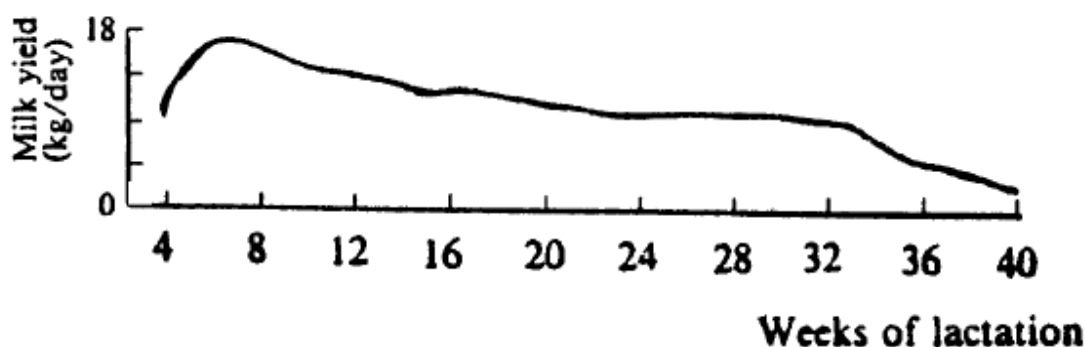
3.3.1 Fáze laktace

Pro moji práci je podstatné zdůraznit důležitost fáze laktace jako jednoho z hlavních produkčních vlivů na užitkovost dojnic. Podle více autorů má laktační fáze totiž významný vliv na složení kravského mléka. Je známo, že laktace se standardně rozděluje na tzv. normolaktace (305 dní dlouhé), klasické (260-305 dní) nebo zkrácené (do 260 dní). Delší doba laktace než 305 dní nebývá obecně doporučována s ohledem na březost, resp. kvůli dodržování období stání na sucho, tedy období, kdy dojnice nelaktuje.

Laktační fáze má na složení kravského mléka (tedy i jeho další technologické zpracování) vysoký podíl. Standardně je laktace (tedy normolaktace o délce 305 dní) členěna na tři fáze po 100 dnech. Vrcholu laktace dosáhnou dojnice obvykle do třech až šesti týdnů po porodu, následně nastává pozvolný pokles produkce až do období ukončení laktace (Tschewang, 2010). Tento pokles je biologického základu, po ukončení laktace následuje období stání na sucho, čímž umožníme dojnici se řádně připravit na porod a následnou laktaci (Louda, Stádník, Rákos, 2001). Období stání na sucho je jedním z nejdůležitějších období, neboť v jeho průběhu dochází k odpočinku dojnice k následné laktaci. Při dodržení správného postupu se může mléčná užitkovost zvýšit v následující laktaci až o 400 kg (Trajlinek, 2010). Jedním z ukazatelů připravenosti dojnice a správného využití období stání na sucho je kondice dojnic. Při špatné kondici, ať již příliš nízké, nebo vysoké, se dojnice nemusí vyrovnat se stresovými situacemi, zejména v poporodním období. Dalším významným vlivem je i délka období stání na sucho. To by se v ideálním případě mělo pohybovat v rozmezí 50 – 60 dnů. Pokud dojde ke zkrácení tohoto období, existuje zde riziko, že dojnice nebude řádně připravena na následující laktaci, nebude se nacházet v optimální kondici a mléčná žláza nebude zregenerována (Tschewang, 2010).

Můžeme sledovat tvar laktační křivky, kdy čím pozvolnější pokles produkce mléka, tím je laktační křivka plošší. Jinými slovy se jev může nazývat perzistencí laktace, jehož prostřednictvím můžeme sledovat rozdíly v mléčné produkci během sledovaného časového úseku (Tschewang, 2010).

Graf č.6 Laktační křivka



(Tschewang, 2010)

Na tomto grafu můžeme sledovat laktační křivku (perzistenci laktace), kde je znázorněn masivní nárůst produkce v období čtvrtého až sedmého týdne a poté pozvolný pokles produkce až do ukončení laktace. Laktace je ovšem výraznou měrou závislá na správném reprodukčním cyklu. Pokles celkové produkce a tím i pokles efektivnosti je způsoben stále se snižujícím denním nádojem po vrcholu laktace. Plochá laktační křivka však umožňuje jednodušší management krmení, umožňuje snižování koncentrovaných krmiv v krmné dávce. Tím je částečně eliminován fyziologický stres, čímž zamezíme reprodukčním a metabolickým poruchám (Tshewang, 2010).

3.3.1.1 Definice perzistence

Z hlediska popisu a kvantitativního určení je definice perzistence neznámou. Hlavní myšlenkou perzistence laktace je maximalizovat mléčnou produkci pro danou dojnici v dané laktaci. Perzistence nám zobrazuje produkční potenciál, který je dán procentem z fáze laktace, kdy je dojnice ve vrcholné produkci. Dále lze perzistenci vyjádřit jako index efektivnosti. Perzistence laktace je vymezena mléčnou produkcí v průběhu určitého času dvěma body. Období maximální produkce nám vymezuje první bod. Druhý bod je dán po dosažení maxima (Rákos, Stádník, Louda, 2001).

Pro hodnocení perzistence laktace je v současné době používáno mnoho metod:

- míra poklesu denního nádoje mléka za časové období (týden, měsíc) laktace, především ve fázi po dosažení maximálního denního nádoje, vyjádřený zpravidla jako procento z maxima
- matematická funkce dané produkce vztažená k maximu získaná laktačním modelem dle Wooda
- časový úsek od dosažení maximální produkce po dosažení poloviční hodnoty maximálního nádoje
- počet dní od otelení do dosažení výše rovnající se polovině maximálního denního nádoje
- rozložení podílu produkce v dané části laktace (např. prvních 100 dní)

(Rákos, Stádník, Louda, 2001)

3.3.1.2 Faktory ovlivňující perzistenci laktace

Mezi hlavní faktory, které mají vliv na perzistenci laktace se řadí měsíc otelení, vliv otce a parita. Perzistence laktace je nízko až středně dědivá vlastnost, koeficient se pohybuje v rozmezí 0,1–0,3 (Rákos, Stádník, Louda, 2001).

Březost se na perzistenci laktace projevuje rozdílně, v závislosti na pořadí laktace. V první laktaci je perzistence díky březosti znatelně vyšší. Protože však existuje negativní korelace mezi perzistencí laktace a maximálním denním nádojem, v dalších laktacích se perzistence snižuje. Stejně tak negativní vliv má i věk dojnice. Do pátého měsíce březosti je její vliv malý, poté vliv narůstá. Od osmého měsíce je však vliv březosti na perzistenci laktace silně negativní. Snížení absolutního množství produkce je u všech dojnic totožné, přesto u vysokoužitkových dojnic je tento pokles relativně nejnižší. Vliv březosti na vlastní laktaci můžeme sledovat na několika ukazatelích, jako například složení mléka (obsah sušiny, tuku, ostatních složek) a výši nádoje (Rákos, Stádník, Louda, 2001).

V ojedinělých případech představuje perzistence laktace až 96%. Mléčná užitkovost se během laktace snižuje o cca 8–9% měsíčně, přičemž u nezabřezlých krav tento

pokles představuje 6%. V chovech, které využívají pastevní výživu dojníc však mohou nastat měsíční poklesy až 20% (Rákos, Stádník, Louda, 2001).

3.4 Faktory ovlivňující proces získávání mléka

Na proces dojení mají výrazný vliv tyto faktory:

- technologie dojení
- pracovní postup dojiče
- reakce dojnice

V současné době jsou technologické prostředky získávání mléka na velmi vysoké úrovni ve srovnání s dobou před více než 20 lety. Optimální proces získávání mléka, resp. maximální produkce, je mimo jiné podmíněna i tzv. spoluúčastí (reakcí) dojnice. Pod tímto pojmem rozumíme především aktivaci ejekčního reflexu. Tento reflex způsobuje vytlačování mléka z mléčných alveol dále do nižších částí vemene, odkud je mléko mechanicky získáváno (Tančin et al., 2001).

Výzkumné práce týkající se ejekce mléka mají kořeny již v první dekádě 20. století, kdy byl zjištěn vztah neurohypofýzy a zvýšení toku mléka. Později byly rozlišeny dva procesy: ejekce (uvolňování) mléka a sekrece (tvorba) mléka. Ve 40. letech byl poprvé popsán význam neurohypofýzy v procesu reflexu uvolňování mléka. V průběhu 50. let se vyskytne koncepce regulace uvolňování mléka nejen na úrovni hypotalamu, ale také byl popsán mechanismus způsobující centrální a periferní poruchy uvolňování mléka (Tančin et al., 2001).

Přestože nám jsou tyto základní údaje známy již více než půl století, přesto není tato otázka zcela rozluštěna a vyjasněna. Reflex uvolňování mléka představuje komplexní a složitou neuroendokrinnou regulaci, na jejímž konci je pak kontrakce stěn mléčných alveol. K tomuto jevu dochází v důsledku působení oxytocinu. Tímto si právě odpovídáme na otázku spoluúčasti dojnice při dojení. Jakékoliv negativní vlivy vedoucí zejména k emočnímu stresu dojnice vede k omezení sekrece oxytocinu a tím dochází ke zhoršení uvolňování mléka (Tančin et al., 2001). Tím se dostáváme i k ovlivnění složení mléka. Mléčný tuk je z vemene uvolňován

až v poslední fázi dojení. Tím pádem jakékoliv předčasné ukončení ejekce mléka vede ke snížení obsahu této mléčné složky, což se nám dále odrazí i technologickém zpracování mléka (Mareš, 2013).

Právě špatně zvolená technika a technologie dojení, stejně tak i celkového chovu dojnic, přístupu ošetřovatele a dojiče může mít za následek vznik funkčních poruch uvolňování mléka. U špatně vydojených dojnic poté může dojít ke zdravotním problémům, jako jsou záněty mléčné žlázy (mastitidy) (Tančin et al. 2001). Dále se také chovatel ochuzuje až o 2 kg mléka (průměrné hodnoty dodojku činí okolo 370 g). Jednak se získává absolutní množství mléka, dále však důsledné vydojování zvyšuje užitkovost za laktaci (Nehasilová, 2006).

3.5 Parametry dojitelnosti

Definice dojitelnosti zní: Schopnost dojnice rychle a úplně uvolňovat mléko z vemene. Dojitelnost je důležitý selekční parametr, jehož prostřednictvím lze mj. stanovit plemennou hodnotu jedinců, např. plemenných býků na základě užitkovosti jeho dcer. V takovém případě je zkouška dojitelnosti se může provedena kdykoliv v období mezi 30.-200. (180.) dnem laktace. Dojitelnost je stanovována kalibrovaným průtokoměrem, který je připojen k vlastní dojící soupravě. V souvislosti s tímto parametrem se posuzuje mj. i tvarové vlastnosti vemene (Majzlík, Hofmanová, Vostrý, 2012).

Dojitelnost je ovlivňována několika různými faktory, mezi něž zahrnujeme morfológickou stavbu vemene, stavbu struku, hormonální vlivy, vliv dojícího stroje (Hajič, Košvanec, Čítek, 1995).

- morfológická stavba vemene je středně, až vysoce dědivá vlastnost; hodnotí se pravidelnost vemene a rovnoměrnost výdojků ze všech čtvrtí (I_{PZ} - viz níže)
- stavba struku je hodnocena na základě pevnosti strukového svěrače a utváření samotného strukového kanálku
- hormonální vliv je dán neurohumorální regulací dojení a s tím související vnitrovemenný tlak

- dojíací stroj má zásadní vliv na dojitelnost správným seřízením, způsobem provedení a konstrukcí (nesmí způsobovat traumata struku a vemene)

Pro stanovení dojitelnosti se používají dva ukazatele, absolutní průměrný minutový výdojek (APMV) a průměrný minutový výdojek (PMV).

- APMV je dán množstvím mléka vydělené dobou toku mléka (bez dodojku)
- PMV je standardizací APMV na 100. laktační den prostřednictvím regresních koeficientů

$$PMV = APMV + 0,001 * (D - 100)$$

přičemž D je laktační den po otelení (provedení zkoušky).

Dříve byly sledovány i další ukazatele, jako například relativní výdojek za 3 minuty (RV_3), Index předozadní (I_{PZ}) a maximální minutový výdojek (MMV) (Majzlík, Hofmanová, Vostrý, 2012).

3.6 Technologické vlastnosti mléka

Základními technologickými vlastnostmi mléka jsou syřitelnost, termostabilita a kysací schopnost. Všechny tyto vlastnosti jsou ovlivněny širokým spektrem faktorů. Podstatná část těchto faktorů působí ještě před, či v průběhu dojení. Figuruje zde především vlivy výživy (krmivo i technika krmení), dále individuality dojníc, genetického založení a plemene, fáze a pořadí laktace a také aktuální zdravotní stav dojnice (především záněty mléčné žlázy). Existuje také řada faktorů, které mohou změnit vlastnosti mléka i po nadojení. Především se jedná o vliv teploty a hygieny skladovacích nádrží, které mění mléko jako po stránce fyzikálně-chemické, tak po stránce mikrobiální, což má na následné technologické zpracování zásadní vliv (Gajdůšek, 2003).

3.6.1 Syřitelnost

Definice syřitelnosti je možnost mléka prostřednictvím syřidla koagulovat a dát tak vzniknout sýrenině s požadovanými vlastnostmi (Gajdůšek, 2003).

3.6.1.1 Fáze koagulace

Ke srážení dochází v několika fázích. V průběhu první fáze, jež se označuje jako enzymatická, se proteolytickým procesem rozkládá kappa–kasein (Gajdůšek, 2003) v místě 105. (fenylalanin) a 106. (metionin) aminokyseliny. Tímto rozštěpením vzniknou dvě frakce, hydrofobní para–kappa–kasein a hydrofilní glykomakropeptid. Hydrofobní frakce se vyznačuje vysokou schopností slučovat se s ostatními frakcemi kaseinu. Tím para–kappa–kasein pozbývá stabilizačního účinku vůči koagulaci kaseinu s vápenatými ionty (Pavličková, 2008).

Ve druhé fázi (koagulační) se již začínají srážet kaseinové frakce s ionty vápníku (Gajdůšek, 2003). Důležitou roli zde hraje teplota, která by se měla pohybovat nad 20°C. Dochází k synerezi, smršťování gelu a zpevňování syřeniny. V této fázi již kaseinové micely utváří nejprve řetězce, posléze trojrozměrnou mřížku (Pavličková, 2008).

Třetí fáze se vyznačuje pomalým průběhem, při které se štěpí alfa s_1 a beta kasein. Přesto může dojít k nežádoucímu rychlému průběhu této fáze, kdy vznikají nežádoucí hořké peptidy a snižuje se výtěžnost z důvodu prostupu rozpustných peptidů do syrovátky. Zpomalovat tuto fázi můžeme nasolováním (Pavličková, 2008).

3.6.1.2 Vhodné složky pro sýrařství a jejich manipulace

Z hlediska sýrařského, jsou nejdůležitějšími mléčnými složkami

- kasein
- tuk
- laktóza
- vápník

Dále je zapotřebí brát zřetel na pH. Hodnota aktivní kyselosti mléka závisí na obsahu jednotlivých složek mléka, zejména na solích (které jsou ionizované). Vysoké pH (ke kterému dochází v poslední fázi laktace) není pro sýrařské zpracování (při sladkém srážení) vhodné, neboť snižuje funkci chymosinu (pro jehož správnou funkci je lepší pH slabě kyselé) (McSweeney, 2007).

Syrovátkové bílkoviny jsou obvykle nevyužity a jsou vyplaveny v syrovátce. Je možné je využít při ošetření mléka vysokou teplotou, nebo ultrafiltrací. Působením vysoké teploty jsou tyto bílkoviny denaturovány a zůstanou v sýřenině. Ultrafiltrací získáme nativní formu syrovátkových bílkovin (McSweeney, 2007).

V syrovátce nám dále zůstává mnoho laktózy a solí, na rozdíl od tuku a kaseinu, který v ideálním případě přechází z mléka do sýru z 90%. Složení mléka pro potřeby syrařství může být upraveno standardizací poměru bílkovin a tuku, přidáním bílkovin (např. kaseinát sodný), nebo přidáním solí (např. chlorid vápenatý) (McSweeney, 2007).

3.6.1.3 Odchytky hlavních složek

Mnoho výzkumů našlo vztah mezi syřitelností, přirozeným pH mléka a obsahem vápníku tak, že nízké pH a vysoká koncentrace vápníku je spojena s krátkou dobou syřitelnosti. Později bylo prokázáno, že poměr vápníku k citrátům a fosfátům byl nízký v ultrafiltračním průniku z mléka s dlouhou dobou syřitelnosti a že odstranění koloidního fosforečnanu vápenatého z kaseinových micel nemá vliv na rychlost enzymatické reakce se syřidlem. Naopak zabraňuje agregaci, což ukazuje na vliv koloidních fosfátů v determinaci syřitelnosti. Byl zjištěn inverzní vztah mezi přirozeně vyskytujícími se obsahem koloidních fosfátů a trváním agregační fáze. Podobně bylo zjištěno, že poměr vápníku ku kaseinu je nižší v mléce s nižší syřitelností než v normálním mléce (Lomholt, Qvist, 2002).

Zatímco syřitelnost a zpevňování byly silně související, syneréze se chovala spíše nezávisle na nich. Doba potřebná při 50% synerézi měla pozitivní korelaci s mírou disociace kaseinu a minerálů z micel při nižší teplotě (Lomholt, Qvist, 2002).

3.6.1.4 Význam kaseinu

Chemické složení mléka má pro koagulaci syřidlem značný vliv. Faktory pro koagulaci mléčných bílkovin jsou procentuální obsah kaseinu, pH a složení a obsah iontů. Přirozené odchytky složení mléka, se kterými musíme při výrobě sýra počítat, je rozdílná vzhledem ke kovariancím v obsahu jednotlivých složek. Proto není možné vyvodit významné závěry a odhadnout dopad jednotlivých mléčných složek na koagulaci syřidly založených na přirozených odchytkách. Například když měl obsah kaseinu jiné vzory kovariance s ostatními složkami během roku, laktačního cyklu

nebo mezi různými plemeny, byl pak dobře patrný jednoduchý vztah mezi obsahem kaseinu a koagulační syřidla (Lomholt, Qvist, 2002).

Zdá se, že velikost kaseinových micel má malý vliv na rychlosti agregace. Velikost hraje výraznější roli při pevnosti gelu, kdy bylo prokázáno, že malé micely vedou k pevnějšímu gelu než velké micely (Lomholt, Qvist, 2002).

3.6.1.5 Vliv ročního období na kvalitu syřeniny

Složení mléka v průběhu laktace kolísá. Obsah většiny mléčných složek se v průběhu laktace mění a tím se mění i vhodnost mléka pro zpracování na sýry. Ve většině zemí se používá kontinuálního telení, proto v průběhu roku získáváme od celého stáda mléko přibližně stejné kvality. Jde o směs mléka z počátku laktace, prostřední i závěrečné fáze. Tento způsob zajišťuje průměrnou kvalitu mléka v průběhu celého roku. Na druhou stranu jsou oblasti, kde se využívá sezónního telení (např. Nový Zéland, Irsko). Management chovu je uzpůsoben tomu, aby krávy v době nejvyšší produkce mléka byly v žíru. Z toho důvodu je ale pouze malá, cca desetinová, produkce mléka v zimě oproti letnímu období (McSweeney, 2007).

V zemích se sezónní produkcí dochází ke změnám ve složení mléka v průběhu laktace tím výrazněji, jak dojnice přijímají píci v různém stadiu zralosti a tedy i kvalitě. Například produkce mléka z období přechodu podzimu a zimy zahrnuje vysoký podíl mléka z pozdní fáze laktace. To způsobuje nižší kvalitu sýra vyprodukovaného z tohoto mléka. Tomuto faktoru lze čelit přidáním různých preparátů, které vybalancují tyto změny (například chlorid vápenatý, standardizace mléka na poměr tuku a bílkovin) (McSweeney, 2007).

3.6.2 Termostabilita

Ukazatelem tepelné stability mléka, neboli termostability, je relativní odolnost mléčných bílkovin proti koagulaci při zahřevu. Tato technologická vlastnost je nejvyšší měrou ovlivněna složením mléka, dále pH a teplota mléka. Z hlediska složení mléka závisí termostabilita především na obsahu a skladbě bílkovin a obsahu minerálních látek. Bílkoviny pro potřeby zjišťování termostability rozdělujeme na imunoglobuliny (které jsou náchylnější ke koagulaci při zahřevu) a kasein (Gajdůšek, 2003).

3.6.3 Kysací schopnost

Pojem kysací schopnost mléka představuje možnost mléka kysat za působení žádoucích bakterií mléčného kvašení. Pro tuto technologickou vlastnost je prvořadým kritériem dostatek nezbytných složek pro správný rozvoj mlékařských kultur. Zároveň však mléko nesmí obsahovat látky, které by vedly k utlumení či přímo eliminaci těchto kultur, jako jsou např. reziduální látky léčiv, dezinfekční přípravky, atd. (Gajdůšek, 2003).

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1 Výběr plemene

Pro účely výzkumu svoji práci jsem si vybral plemeno *Českého strakatého skotu*. Toto plemeno je v současnosti druhé nejrozšířenější plemeno skotu s tržní produkcí mléka, na celkovém početním stavu skotu v ČR se podílí cca 37,16% (Kvapilík et al., 2014).

Historie tohoto plemene sahá až do 30. let 19. století. V těchto letech započala unifikace strakatého skotu na našem území. Tehdejší legislativa vymezila použití plemenných býků následujících plemen: bernsko–české, bernsko–hanácké, simensko–české, hřbínecké, chebské a české červinky a kravařské. K dalšímu významnému vývoji tohoto plemene došlo až po druhé světové válce. Tehdy byl (již *český strakatý skot*) zušlechťován plemeny s vyšší mléčnou užitkovostí, především pak Ayshirským plemenem a holštýnským (RED linie) plemenem. Rovněž bylo využito modernějších metod pro šlechtění, jako např. kontrola dědičnosti pro odhad plemenné hodnoty (Bouška, 2006).

V současnosti lze říct, že se (nejen český) strakatý skot osvědčil, zejména díky svojí kombinované užitkovosti, přizpůsobivosti a menším nárokům na prostředí (Bouška, 2006). Český strakatý skot má využití i v produkčním systému bez tržní produkce mléka. Masná užitkovost dosahuje ve srovnání s ostatními masnými plemeny rovněž dobrých výsledků a předpokládá se zvyšování podílu masné užitkovosti na šlechtitelském cíli. Stejně tak je v poslední době kladen zřetel na fitness dojnic. Dalšími znaky, na něž je brán zřetel v šlechtitelském cíli, jsou zlepšování kvalitativních parametrů masa a mléka, dále také na soubor (tzv. funkčních) znaků napomáhajících zlepšování hospodárnosti chovu a snižování nákladů (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

V plemenném standardu je uvedena produkce cca 6 500 až 7 500 kg mléka za laktaci jako reálně dosažitelná a zároveň efektivní hodnota průměrné mléčné užitkovosti. Avšak očekává se postupné zpomalování nárůstu užitkovosti. Stavy krav českého strakatého skotu se tedy zřejmě ustálí na cca 150 000 kusech, přičemž

v plemenné knize bude zapsáno cca 96% z uvedeného množství (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

4.1.1 Chovný cíl a standard

Hlavním cílem šlechtění tohoto plemene je hospodárná, stabilní a intenzivní produkce kvalitního masa a mléka při odpovídajících nákladech. Tyto dílčí cíle jsou charakterizovány:

- kombinovaným maso-mléčným typem
- kvalitativními ukazateli produkce
 - obsah mléčných složek
 - počet somatických buněk
- fitness
 - dlouhověkonnost
 - snadné porody
 - vitalita telat
 - adaptabilita
 - pastevní schopnost
- Dobrý zdravotní stav
- Pevná konstituce
- Funkční a harmonická tvorba partií těla, především
 - vemene
 - končetin
 - střední až větší tělesný rámec
 - jemná kostra

- dobré osvalené
- hloubkové a šířkové rozměry
- Střední ranost

Mléčná užitkovost, masná užitkovost, ranost a plodnost jsou základní parametry chovného cíle (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

Prvotelky by měly dosahovat mléčné užitkovosti 5 600 – 6 200 kg za laktaci, dospělé krávy 6 000 – 7 500 kg. Obsah bílkovin by neměl být menší než 3,5%, tuk minimálně 4,0 – 4,1%. Poměr mezi obsahem bílkovin a tuku by tedy měl být 1:1,15 až 1:20. Dojnice by měly být pro produkci mléka využívány minimálně po dobu 4 – 5 laktací (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

Pro potřeby konkurenceschopné masné užitkovosti by mělo být dosahováno denních přírůstků ve výkrmu býků minimálně 1,3 kg, výtěžnost 57 až 59% a klasifikace zmasilosti minimálně třídy R, nejlépe třídy U (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

Jako indikátor ranosti plemene by mělo být dosaženo při prvním zapouštění věku 16 – 18 měsíců. První otelení by mělo nastat ve věku 26 – 28 měsíců (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

V konkurenceschopném chovu by mělo být dosahováno březosti po první inseminaci u jalovic 60 – 70%, u dospělých krav 50 – 60%. Mezidobí by nemělo být delší 380 až 390 dní, mezibřezost (nebo-li servis perioda) do 100 dní. Inseminační index do 1,84 (Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012).

Tabulka č.5; Standard plemene

Hmotnost	v kg
jalovic ve 12 měsících	340-360
býků ve 12 měsících	500-530
jalovic při 1. zapuštění	420-450
dospělých krav	650-750
dospělých býků	1200-1300

Výška v kříži	v cm
dospělých krav	140-144
dospělých býků	152-160

(Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 2012)

4.2 Odběr vzorků

Odběr vzorků probíhal v měsíčních intervalech. Vzhledem k absenci průtokových měřičů bylo zapotřebí každou krávu oddojit do zvláštní konve, poté odebrat vzorek a následně mléko z konve odčerpat do sběrné nádrže, ze které byl odebrán směsný vzorek celé sledované skupiny dojnic. Byla vybrána skupina prvotetek plemene českého strakatého skotu, přičemž vzorky byly odebrány již v průběhu prvního měsíce laktace až do konce laktace.

Vzhledem k tomu, že sledovaná skupina dojnic byla znovu otelena, bylo mi tak umožněno získat měsíční vzorky z prvních sta dnů druhé laktace. V této části mé práce však skupina nebyla v přibližně stejný den laktace, neboť v důsledku rozdílné doby telení činila odchylka první dojnice od poslední více než 45 dní. Proto jsem při posuzování vlivu laktace upustil v druhé fázi od směsných vzorků.

4.3 Postup v laboratoři

Vzorky mléka získané jak během první laktace, tak prvních 100 dnů druhé laktace byly podrobeny následujícím testům:

- titrační kyselost
- aktivní kyselost
- syřitelnost

- kompletní rozbor mléka na jednotlivé složky

4.3.1 Stanovení titrační kyselosti

Ke stanovení hodnoty titrační kyselosti je zapotřebí nejprve mléko ohřát na teplotu cca 25°C (viz kapitola Přílohy – foto č. 1). Poté do Erlenmeyerovy baňky napipetujeme 50 ml mléka. Titrační kyselost je stanovena na příslušném laboratorním přístroji – potenciometrickém titrátoru HI902 od firmy Hanna instruments® (viz kapitola Přílohy – foto č. 2). Je zapotřebí, aby všechny elektrody byly ponořené pod hladinou mléka, proto je možné vzorky doplnit destilovanou vodou.

Poté se aktivuje činnost potenciometrického titrátoru a začne promíchávání vzorku mléka. Následně je do vzorku automaticky přístrojem přidáván NaOH. Po ukončení analýzy je přístrojem zobrazena hodnota titrační kyselosti v Soxhlet–Henckelových stupních (°SH).

4.3.2 Stanovení aktivní kyselosti mléka

Tato fyzikálně-chemická vlastnost je dána koncentrací vodíkových iontů v mléce, proto se používá jednotek pH. Aktivní kyselost mléka je obdobně jako titrační kyselost stanovována na potenciometrickém titrátoru HI902 od firmy Hanna instruments®. K měření pH se využívá stejného vzorku mléka, jako v předchozím případě. Avšak ke změření pH elektrodou, která rovněž musí být ponořena do mléka, dochází ještě před adicí NaOH, který se používá ke zjištění titrační kyselosti. Výsledná hodnota pH je rovněž jako u předcházejícího měření zobrazena přístrojem.

Obecně lze říci, že čím je hodnota titrační kyselosti vyšší, tím menší je pak hodnota pH. S příliš vysokým pH (cca 7,00 a více) se můžeme setkat zpravidla u nestandardních mlék (kolostra, starodojného mléka).

4.3.3 Stanovení syřitelnosti mléka, podílu syrovátky a kvality sýřeniny

Pro stanovení syřitelnosti je nutné nejprve do Erlenmayerovy baňky napipetovat 50 ml mléka. Tento vzorek poté musíme ohřát na teplotu 35°C (viz kapitola Přílohy – foto č. 3), což je teplota nutná pro správnou funkci

enzymatického syřidla, kterého následně do vzorku přidáme 2 ml. Okamžitě musíme spustit stopky nastavené na 30 sekund. V dostatečném čase, cca 10–20 sekund po přidání syřidla, musíme odebrat do kyvety vzorek, který zasuneme do nefelo–turbidimetrického snímače (viz kapitola Přílohy – foto č. 4). Poté počkáme, dokud neuplyne zbývající čas do počátečních 30–ti sekund. Na počítači spustíme test. Snímač pak testuje vzorek mléka se syřidlem na základě vysílání paprsku snímače kyvetou. Působením syřidla se v kyvetě začnou utvářet vločky. Paprsek je tak propouštěn stále méně, dokud není přerušen vločkami zcela. Tehdy je test ukončen, příslušný software v počítači ohlásí konec testu a grafické znázornění průběhu a čas syřitelnosti.

Ihned po zahájení testu syřitelnosti vložíme zbylý vzorek, který máme v Erlenmayerově baňce do termostatu, který má rovněž teplotu 35°C. Vzorek je zde ponechán působení syřidla po dobu jedné hodiny. Poté vylijeme obsah baňky na Petriho misku. Následně posuzujeme kvalitu sýřeniny a syrovátky dle následující tabulky.

Tabulka č.6; Jakost sýřeniny

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

(Novotná, Kuchtík, 2007)

V kapitole Přílohy na fotce č. 5 vidíme vzorek mléka po hodinovém působení syřidla. Tento vzorek je následně na fotce č. 6 vylit na Petriho misku a ohodnocen třídou jakosti č. 1. Můžeme sledovat ostrý tvar sýřeniny, který svědčí o velmi dobré

a pevné sýřenině. Na fotce č. 7 můžeme vidět vzorek, jež byl ohodnocen druhou třídou jakosti, neboť zde již sýřenina není tak pevná a tvar není zcela dobře zachován.

4.3.4. Stanovení obsahu mléčných složek a ostatních fyzikálně-chemických vlastností mléka

Obsah mléčných složek, stejně jako některé ostatní vlastnosti mléka (hustota, sušina, přidaná voda) byly stanoveny na přístroji Julie C5 (viz kapitola Přílohy – foto č. 8). Mléko bylo nalito do příslušné vzorkovnice. Poté již přístroj automaticky vzorek zanalyzoval.

4.4 Vyhodnocení a zpracování

Získané výsledky byly vyhodnoceny obvyklými statistickými postupy v programu Statistika.

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

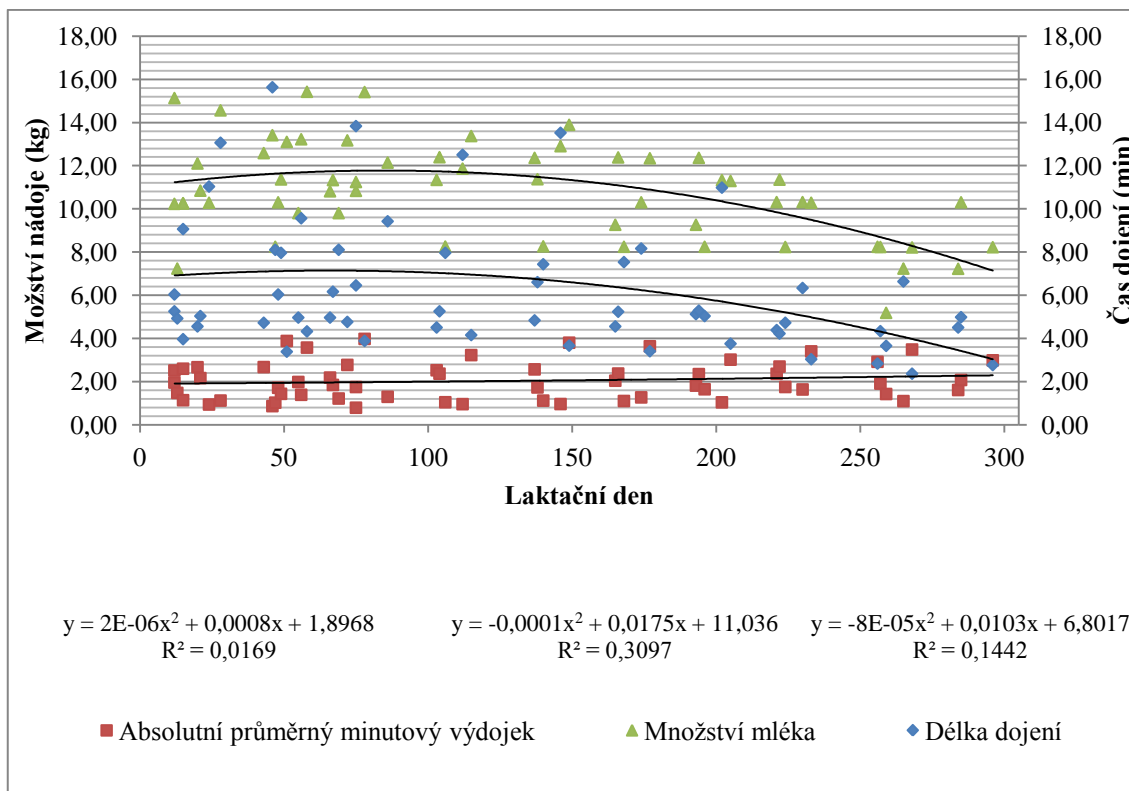
5.1 Parametry dojitelnosti

Průměr vybraných ukazatelů: Množství mléka za nádoj, délka dojení, absolutní průměrný minutový výdojek je uveden v tabulce číslo 7. V průběhu laktace sledované skupiny prvotetek bylo možno pozorovat změny v množství nadojeného mléka, čase dojení a tím pádem i parametru dojitelnosti – absolutního průměrného minutového výdojku (APMV). V grafu č.7 (Vybrané ukazatele v průběhu laktace: APMV, množství mléka, délka dojení) jsou tyto změny znázorněny. V případě celkového množství mléka za laktaci můžeme sledovat pozvolný nárůst produkce do cca 110. dne laktace. Poté dochází k pozvolnému poklesu produkce až do konce laktace. Čejna (2006) ve své práci uvádí, že v průběhu laktace množství mléka v nádoji kolísá. Toto tvrzení částečně souhlasí s mými hodnotami, neboť ty vykazují v první fázi vzestupný, po vrcholu laktace sestupný trend.

Obdobný trend jako celková produkce mléka vykazoval také čas dojení, kdy však bylo vrcholu dosaženo ještě před 100. dnem laktace. Naproti tomu APMV se měnil neznatelně, od počátku do konce laktace se nepatrně zvyšoval.

Tabulka č. 7 Průměr vybraných ukazatelů: Množství mléka za nádoj, délka dojení, absolutní průměrný minutový výdojek

	Počet vzorků	Množství mléka za nádoj (kg)	Délka dojení (min)	Absolutní průměrný minutový výdojek (kg)
Dojnice číslo 400624	12	11,53	10,89	1,11
Dojnice číslo 429812	12	8,62	6,58	1,36
Dojnice číslo 429830	12	11,99	3,71	3,29
Dojnice číslo 429832	10	11,19	5,50	2,09
Dojnice číslo 429833	13	10,75	4,62	2,34
Celkový nádoj do 10,5 kg	28	8,93**	5,63**	1,81
Celkový nádoj nad 10,6 kg	31	12,49**	6,82**	2,26
Absolutní průměrný minutový výdojek do 2kg	32	10,02	7,95	1,37**
Absolutní průměrný minutový výdojek nad 2 kg	27	11,73	4,25	2,84**
Délka dojení do 5-ti minut	28	10,70*	4,11*	2,68*
Délka dojení nad 5 minut	31	10,90*	8,20*	1,47*
Celkem (počet;průměr)	59	10,80	6,26	2,04



Graf č. 7, Vybrané ukazatele v průběhu laktace: APMV, množství mléka, délka dojení

Pokud se týká statistických dat uvedených v tab. 7, pak průkazně vyšel vtaž množství mléka v nádoji s délkou dojení ($p < 0,05$), kdy dojnice s délkou dojení nad 5 minut dojily průměrně o 0,2 kg více, než skupina dojnic s délkou dojení do 5–ti minut. Tento jev je patrný z grafu č.18 (viz Příloha).

Pokud jsme dojnice rozdělily dle produkce mléka v jednom nádoji, pak vyšel statisticky průkazný rozdíl v délce dojení. Dojnice s produkcí do 10,5 kg za nádoj dojily v průměru 5,63 minuty, druhá skupina s produkcí nad 10,6 kg za nádoj průměrně dojila 6,82 minuty (viz tabulka č. 7). Jde o logický a očekávaný jev, kdy dojnice s vyšší produkcí dojí delší dobu. Při stejném rozdělení dojnic bylo dále zjištěno, že rozdíl v množství mléka za nádoj je skutečně výrazný a statisticky vysoce průkazný ($p < 0,01$) (viz tabulka č. 7). Dojnice s produkcí vyšší 10,6 průměrně dojily 12,49 kg mléka za nádoj, zatímco dojnice s produkcí nižší pouze 8,93 kg. Opět jde o očekávaný a přirozený výsledek pozorování.

Dále byl zjištěn statisticky průkazný vztah APMV a délky dojení. Dojnice, které byly vydojeny do 5–ti minut vykazovaly průměrnou hodnotu APMV 2,68 kg, zatímco

dojnice, které byly dojeny nad 5 minut pouze 1,47 kg. Při rozdělení dojnic dle množství APMV byl podle očekávání obdobně jako u porovnávání množství mléka za nádoj zjištěn vysoce průkazný rozdíl ($p < 0,01$). Zatímco skupina dojnic s APMV do 2 kg dojila průměrně 1,37 kg za minutu, skupina s APMV vyšším 2 kg průměrně dosahovala produkce mléka 2,84 kg za minutu. Jedná se opět o přirozený a logický jev.

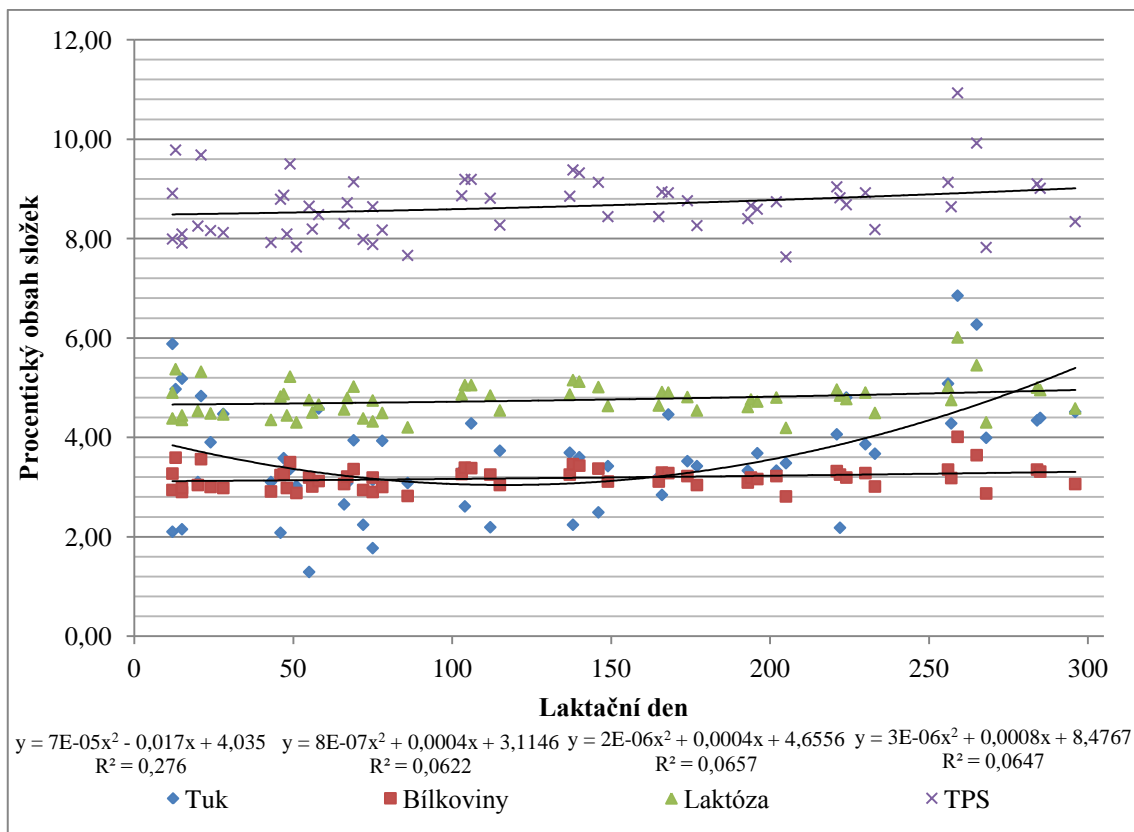
5.2 Rozbory mléka na obsah sledovaných složek

Průměr vybraných ukazatelů: Tuk, bílkoviny, laktóza, tukuprostá sušina je uveden v tabulce číslo 8. Na základě naměřených hodnot jsem zjistil, že ve složení mléka v průběhu laktace dochází ke změnám, jež jsou znázorněny v grafu číslo 8.

Tabulka č. 8, Průměr vybraných ukazatelů: Tuk, bílkoviny, laktóza, tukuprostá sušina

	Počet vzorků	Tuk (%)	Bílkoviny (%)	Laktóza (%)	Tukuprostá sušina (%)
Dojnice číslo 400624	12	3,34	3,19	4,75	8,65
Dojnice číslo 429812	12	4,07	3,29	4,92	8,96
Dojnice číslo 429830	12	3,89	3,02	4,51	8,22
Dojnice číslo 429832	10	3,30	3,33	4,97	9,05
Dojnice číslo 429833	13	3,35	3,13	4,67	8,51
Celkový nádoj do 10,5 kg	28	4,16**	3,24	4,84	8,82
Celkový nádoj nad 10,6 kg	31	3,09**	3,14	4,68	8,52
Absolutní průměrný minutový výdojek do 2kg	32	3,65	3,25	4,85	8,83
Absolutní průměrný minutový výdojek nad 2 kg	27	3,54	3,11	4,65	8,46
Délka dojení do 5-ti minut	28	3,80	3,15	4,70	8,56
Délka dojení nad 5 minut	31	3,41	3,22	4,81	8,75
Celkem (počet;průměr)	59	3,60	3,19	4,76	8,66

Většina složek, tedy bílkoviny, laktóza a tuku prostá sušina (TPS) v průběhu laktace vykazovala nepatrný, postupně se zvyšující obsah. Naproti tomu obsah tuku se výrazně měnil, kdy od počátku laktace do jejího vrcholu, cca 100. dne, klesal. Poté až do konce laktace se obsah tuku neustále zvyšoval. Eleschová (2006) zjistila negativní korelaci mezi velikostí nádoje a obsahem bílkovin v mléce, což se neshoduje s mnou dosaženými výsledky.



Graf č. 8, Vybrané složky mléka a jejich změny v průběhu laktace: tuk, bílkoviny, laktóza, TPS

Gajdůšek (2003) sledoval vztah mezi obsahem bílkovin a produkcí mléka. Uvedl, že je negativní korelace mezi těmito dvěma parametry. Na základě statistických vyhodnocení však tento vztah v mých výsledcích nebyl zjištěn.

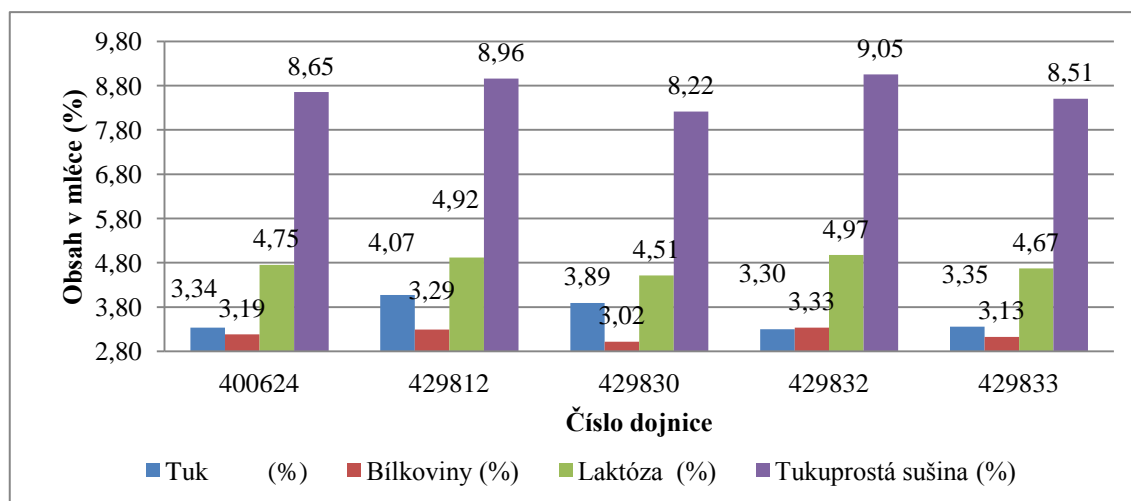
Na druhou stranu byl prokázán vliv fáze laktace na zvyšování obsahu bílkovin. S postupující laktací je obsah bílkovin vyšší, což je v souladu s tvrzením Čejny (2006), který dosáhl výsledků se stejným trendem.

Moje výsledky potvrzují fakt, že v průběhu laktace dochází ke změnám v obsahu laktózy (Gajdůšek, 2003).

U všech sledovaných složek mléka byl dále zřetelný vliv individuality dojníc, neboť jak je patrné z grafu č.9, průměrné hodnoty každé dojnice se lišily. Statisticky vysoce průkazně je patrný vliv individuality pro obsah bílkovin ($p < 0,01$). Dále průkazně vyšel vliv pro laktózu ($p < 0,05$) a TPS ($p < 0,05$).

Výsledek vztahu obsahu laktózy s parametry dojitelnosti nebyl statisticky průkazný, což se shoduje s výsledky Eleschové (2006).

Statisticky neprůkazně vyšel obsah tuku zřejmě proto, že v průběhu laktace dochází k jeho značným výkyvům (Bouška, 2003).



Graf č.9, Obsah vybraných složek v mléce u jednotlivých dojnic

Z hlediska statistické průkaznosti (viz tabulka č. 8) byl prokázán vztah obsahu tuku v mléce s celkovým nádojem ($p < 0,15$). Mléko od skupiny dojnic, které dojily méně než 10,5 kg za nádoj, obsahovalo průměrně 4,16% tuku, což je o 1,07% více, než u skupiny s vyšší produkcí mléka. V případě zjištěného vztahu s množstvím nádoje a obsahem tuku v mléce se shodují s tvrzením Eleschové (2006), stejně tak i s Čejnovým (2006) pozorováním.

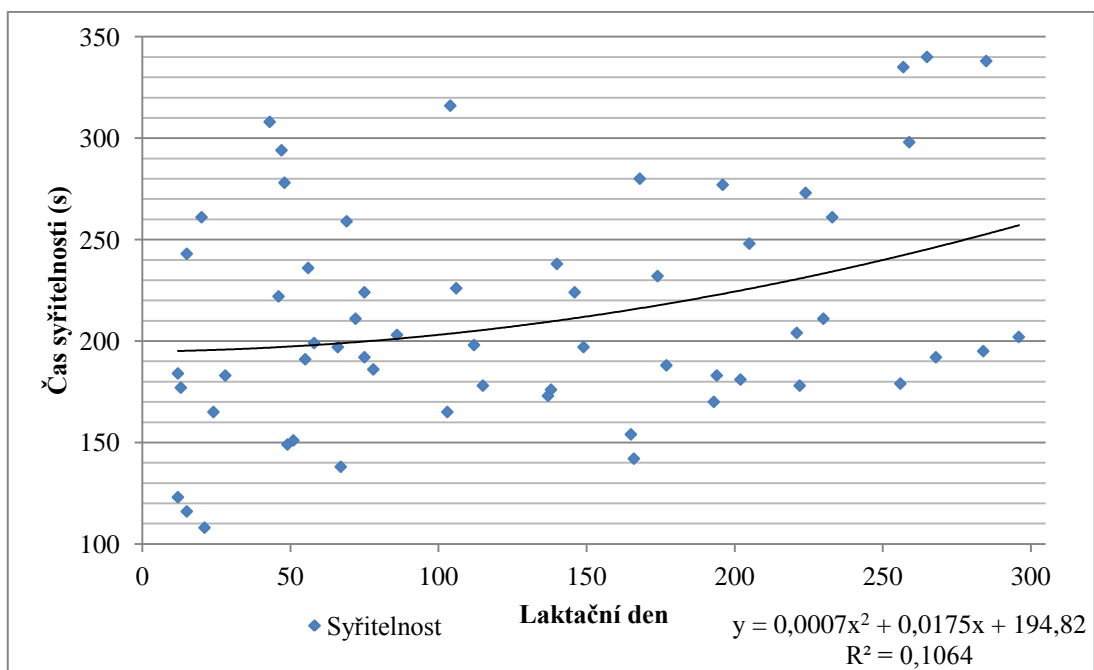
5.3 Technologické vlastnosti mléka

Průměr vybraných ukazatelů: Syřitelnost, kvalita sýřeniny je uveden v tabulce číslo 9. Změny technologických vlastností, ke kterým docházelo v průběhu laktace jsou pak zachyceny v grafech číslo 10 a 11.

Tabulka č. 9, Průměr vybraných ukazatelů: Syřitelnost, kvalita sýřeniny

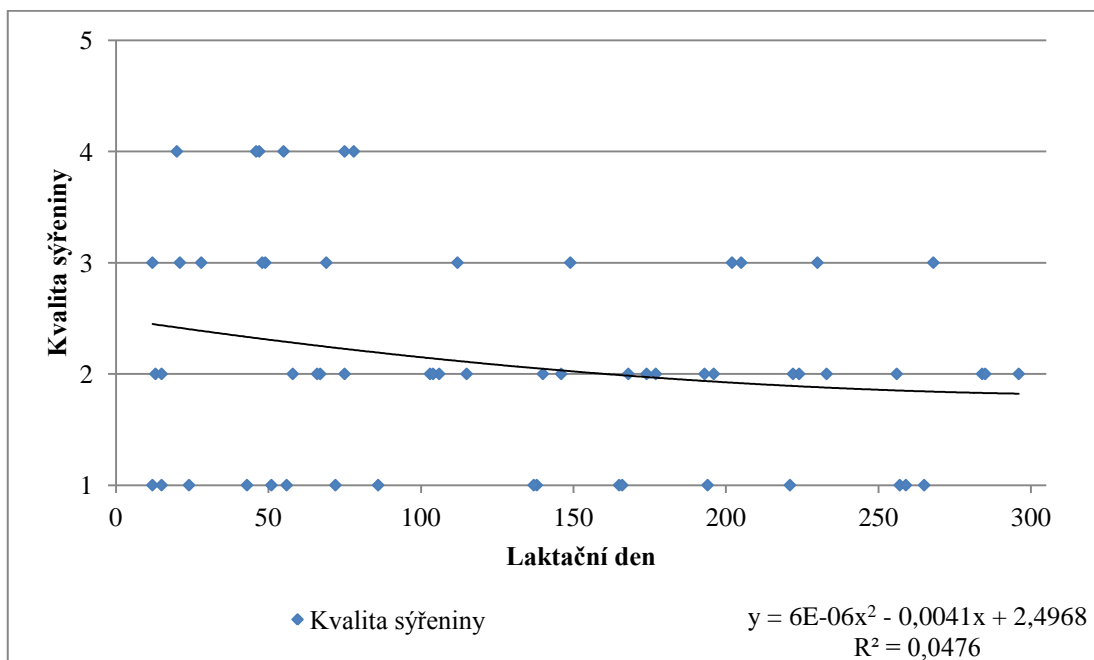
	Počet vzorků	Syřitelnost (sec)	Kvalita sýřeniny (třídy)
400624	12	218,25	2,33
429812	12	252,92	2,17
429830	12	198,83	2,58
429832	10	206,30	1,80
429833	13	188,23	1,69
Celkový nádoj do 10,5 kg	28	230,39	2,07
Celkový nádoj nad 10,6 kg	31	196,74	2,16
Absolutní průměrný minutový výdojek do 2kg	32	222,84	2,25
Absolutní průměrný minutový výdojek nad 2 kg	27	200,70	1,96
Délka dojení do 5-ti minut	28	212,68	2,04
Délka dojení nad 5 minut	31	212,74	2,19
Celkem (počet;průměr)	59	212,71	2,12

Sledovanou technologickou vlastností byla syřitelnost. Jak je zřejmé z grafu č. 10, čas nutný ke koagulaci mléka se v průběhu laktace mění. Trend je vzestupného charakteru, kdy na počátku laktace stačí k zasýření čas pouze okolo 190–ti sekund, avšak ke konci laktace se doba nutná k zasýření prodloužila průměrně až na dobu 260–ti sekund. Mnou získané hodnoty se neshodují s tvrzením Čejny (2006), který na základě svých hodnot tvrdí, že přibližně do poloviny laktace se čas syřitelnosti prodlužuje, ke konci laktace naopak zkracuje.



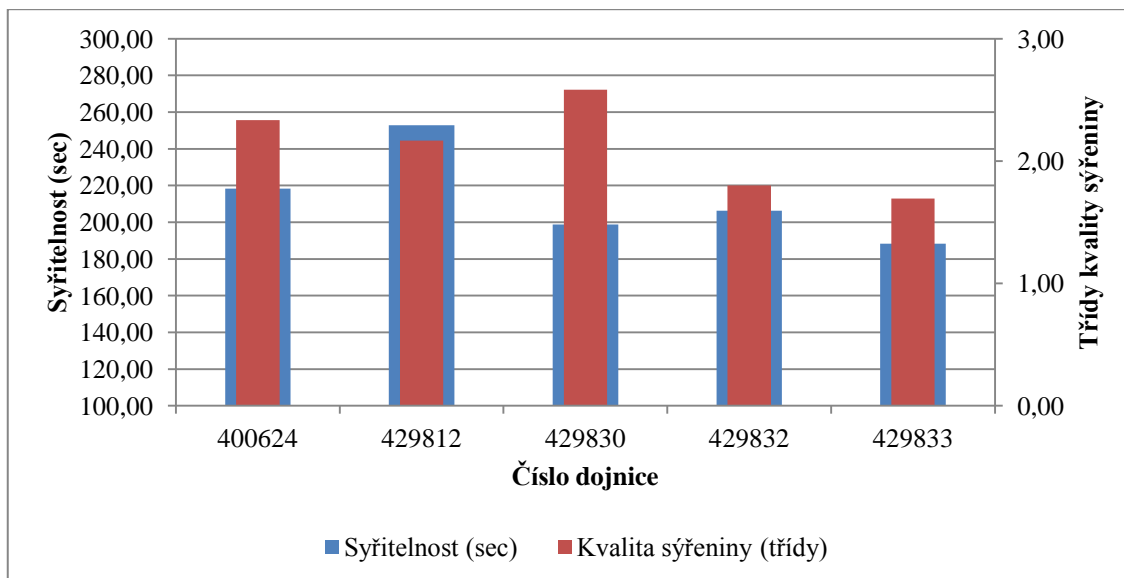
Graf č. 10, Vybrané technologické vlastnosti mléka a jejich změny v průběhu laktace: Syřitelnost

V kvalitě sýřeniny rovněž dochází v průběhu laktace k výrazným změnám. Jak můžeme sledovat na grafu č. 11, čím pozdější fáze laktace, tím je kvalita sýřeniny lepší.



Graf č.11, Vybrané technologické vlastnosti mléka a jejich změny v průběhu laktace: Kvalita sýřeniny

Při analýze technologických vlastností mléka bylo dále zjištěno, že jediným statisticky prokazatelným vlivem (viz tabulka č. 9) je individualita dojnic ($p < 0,05$). Tento vztah mezi jednotlivými dojnicemi je znázorněn na grafu č. 12.



Graf č. 12, Syřitelnost a kvalita sýřeniny ve vztahu k individualitě dojnic

Jak je patrné z tabulky č. 9, jiné ukazatele a skupiny mezi sebou nevykazovaly statisticky průkaznou spojitost. Ve svojí práci Eleschová (2006) uvádí, že existuje negativní vztah mezi množstvím nádoje a syřitelností. Můj výzkum toto tvrzení nepotvrdil.

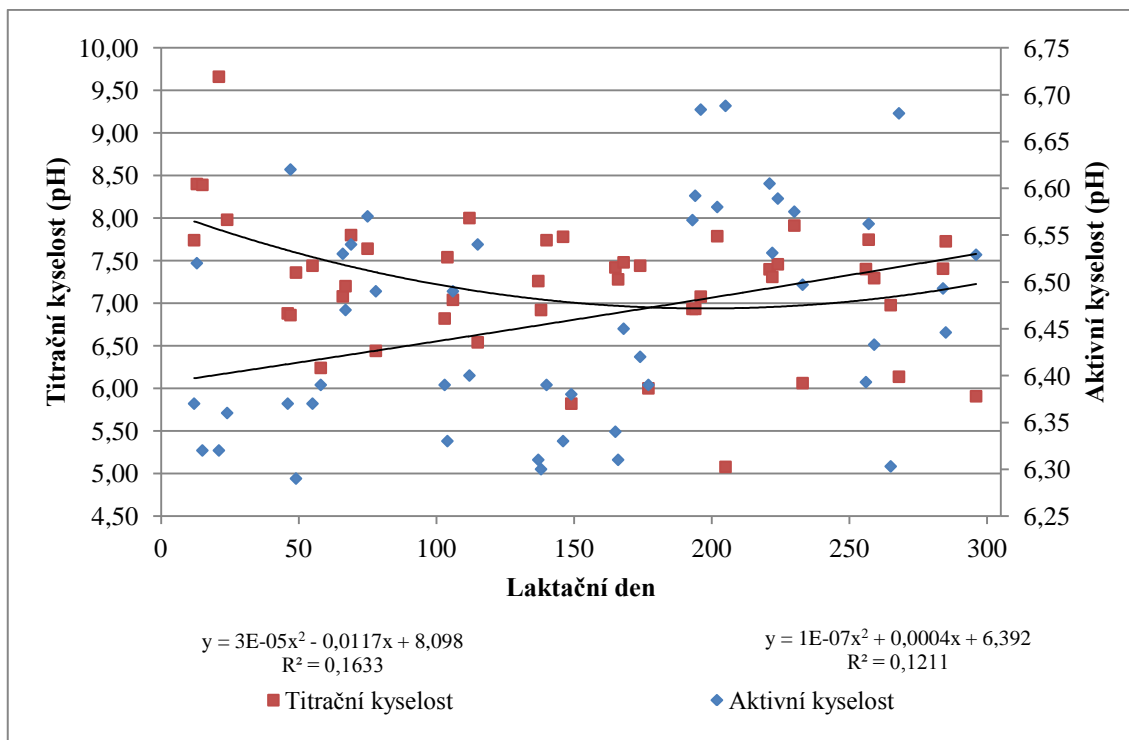
5.4 Fyzikálně-chemické vlastnosti mléka

Průměr vybraných ukazatelů: aktivní kyselost, titrační kyselost, hustota, bod mrznutí je uveden v tabulce číslo 10. Změny fyzikálně-chemických vlastností v průběhu laktace jsou znázorněny v grafech číslo 13, 16 a 17.

Tabulka č. 10 Průměr vybraných ukazatelů: aktivní kyselost, titrační kyselost, hustota, bod mrznutí

	Počet vzorků	Aktivní kyselost (pH)	Titrační kyselost (°SH)	Hustota (kg/l)	Bod mrznutí (°C)
400624	12	6,63	7,49	1,03	-0,55
429812	12	6,73	7,36	1,03	-0,58
429830	12	6,60	6,34	1,03	-0,52
429832	10	6,42	7,57	1,03	-0,58
429833	13	6,63	7,24	1,03	-0,54
Celkový nádoj do 10,5 kg	28	6,54*	7,36	1,03	-0,57
Celkový nádoj nad 10,6 kg	31	6,67*	7,03	1,03	-0,54
Absolutní průměrný minutový výdojek do 2kg	32	6,61	7,40	1,03	-0,57
Absolutní průměrný minutový výdojek nad 2 kg	27	6,60	6,93	1,03	-0,54
Délka dojení do 5-ti minut	28	6,59	6,93	1,03	-0,55
Délka dojení nad 5 minut	31	6,62	7,41	1,03	-0,56
Celkem (počet;průměr)	59	6,61	7,19	1,03	-0,55

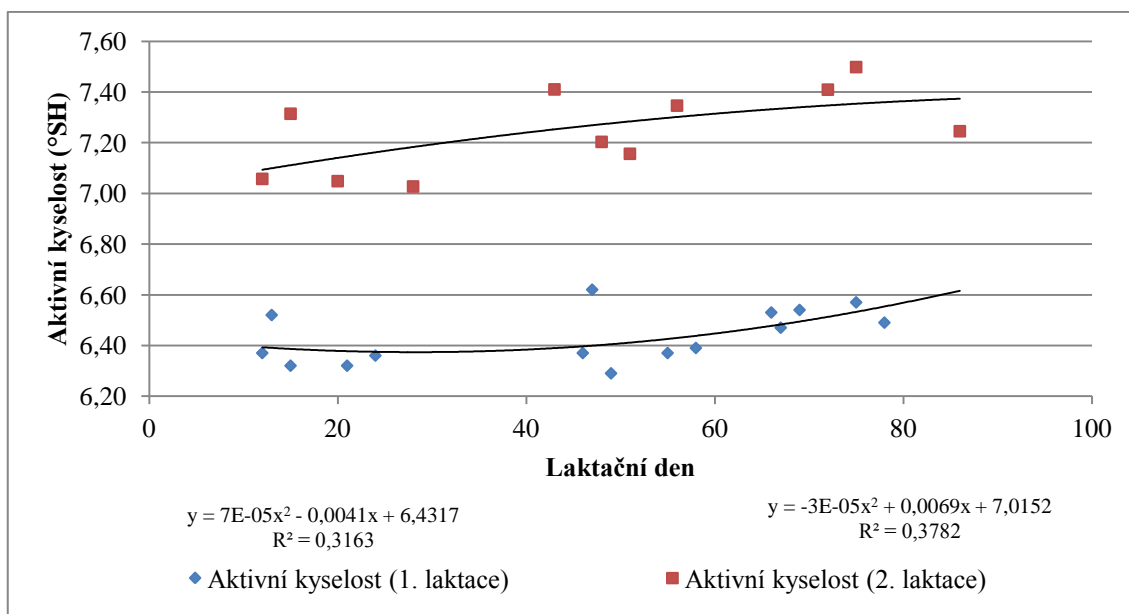
Ze získaných hodnot titrační kyselosti lze usoudit, že v průběhu laktace (viz graf č. 13) docházelo k poklesu kyselosti z průměrných 8,00°SH na počátku laktace na necelých 7,00°SH na přelomu druhé a třetí fáze laktace. Poté se opět titrační kyselost zvyšovala na průměrnou hodnotu přibližně 7,25°SH. Tento jev, kdy je na začátku a na konci laktace vyšší hodnota titrační kyselosti, než uprostřed laktace, se shoduje s tvrzením Čejny (2006), který zjistil stejný trend změn v průběhu laktace. Stejný autor uvedl, že se titrační kyselost pohybuje okolo 7°SH, což se shoduje s mými výsledky, neboť průměrná hodnota za celou laktaci je 7,13°SH.



Graf č. 13, Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti mléka a jejich změny v průběhu laktace: Titrační a aktivní kyselost

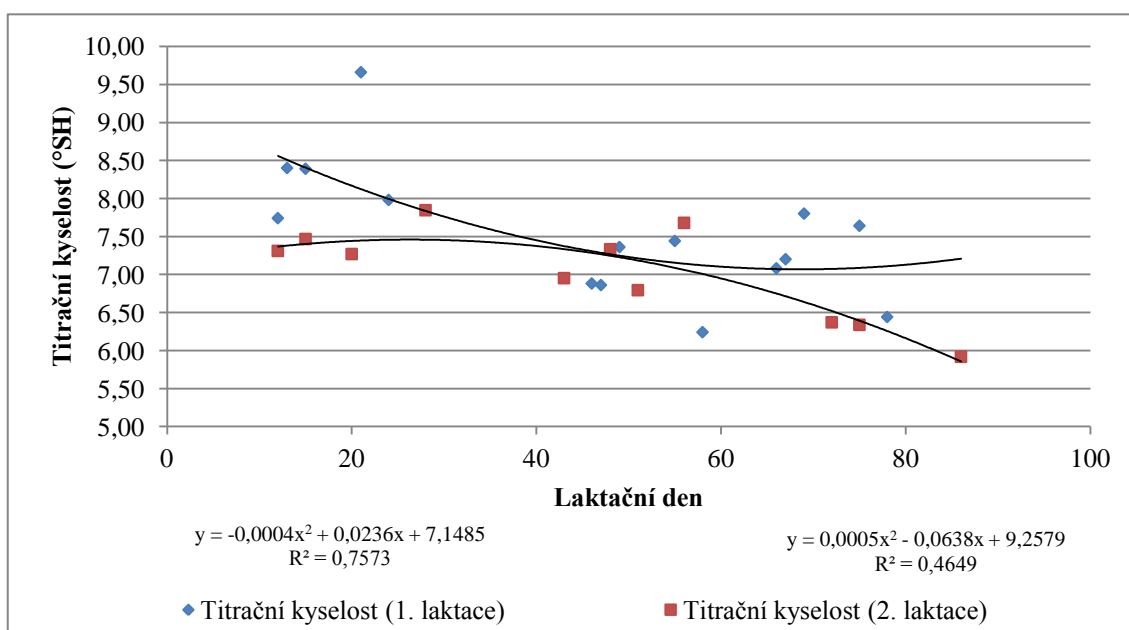
Naproti tomu aktivní kyselost mléka vykazovala relativně lineárně vzestupný trend, kdy od počátečních průměrných hodnot cca 6,40 pH nastal značný vzestup hodnot až k cca 6,52 pH na konci laktace. Gajdůšek (2003) tvrdí, že by se aktivní kyselost měla pohybovat v rozmezí pH 6,4 až 6,8. Mnou získané hodnoty se s tímto tvrzením částečně neshodují, protože minimální hodnota aktivní kyselosti byla 6,29 pH, tedy o 1,1 pH kyselejší. Maximální hodnota však již byla v uvedeném rozmezí, a sice 6,77 pH a průměrně se hodnoty aktivní kyselosti u mléka získaného od dojníc na 1. laktaci rovněž pohybovaly v žádoucím rozmezí (viz následující odstavec).

Při porovnávání hodnot získaných z měření prvních 100 dnů v druhé laktaci však došlo k výrazným odchylkám. Zatímco v první laktaci se hodnoty aktivní kyselosti pohybovaly průměrně okolo 6,44 pH, v druhé laktaci se zvýšily na průměrnou hodnotu 7,25 pH. Ve druhé laktaci naměřené hodnoty vykazovaly vzestupný trend od počátku laktace, zatímco v první laktaci došlo okolo 20. dne laktace k mírnému poklesu a až okolo 40. dne se začaly hodnoty zvyšovat (viz graf č. 14).



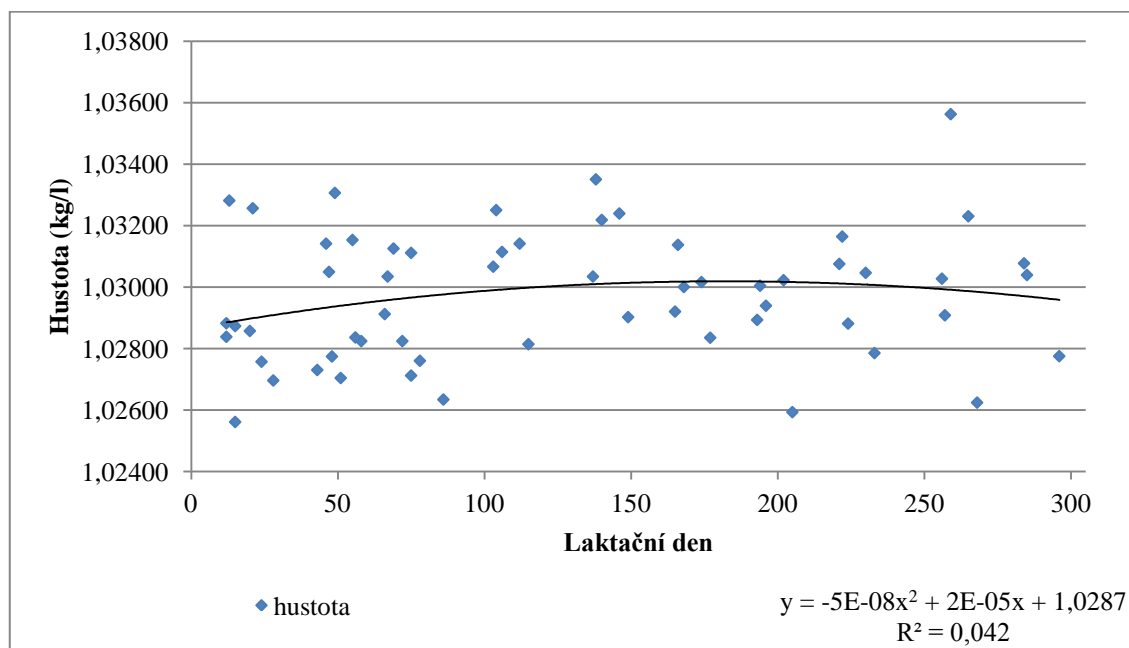
Graf č.14, Aktivní kyselost a její změny v porovnání prvních 100 dnů 1. a 2. laktace

Výrazné odchylky mezi první a druhou laktací byly zaznamenány i u titrační kyselosti. Zatímco v prvních 100 dnech první laktace se hodnoty pohybovaly průměrně okolo 7,54°SH, v tomtéž období druhé laktace dosahovala titrační kyselost průměrných hodnot okolo 7,02°SH. Zatímco titrační kyselost v první laktaci nejprve klesala, poté se mírně zvýšila, v druhé laktaci byl trend opačný (viz graf č. 15).



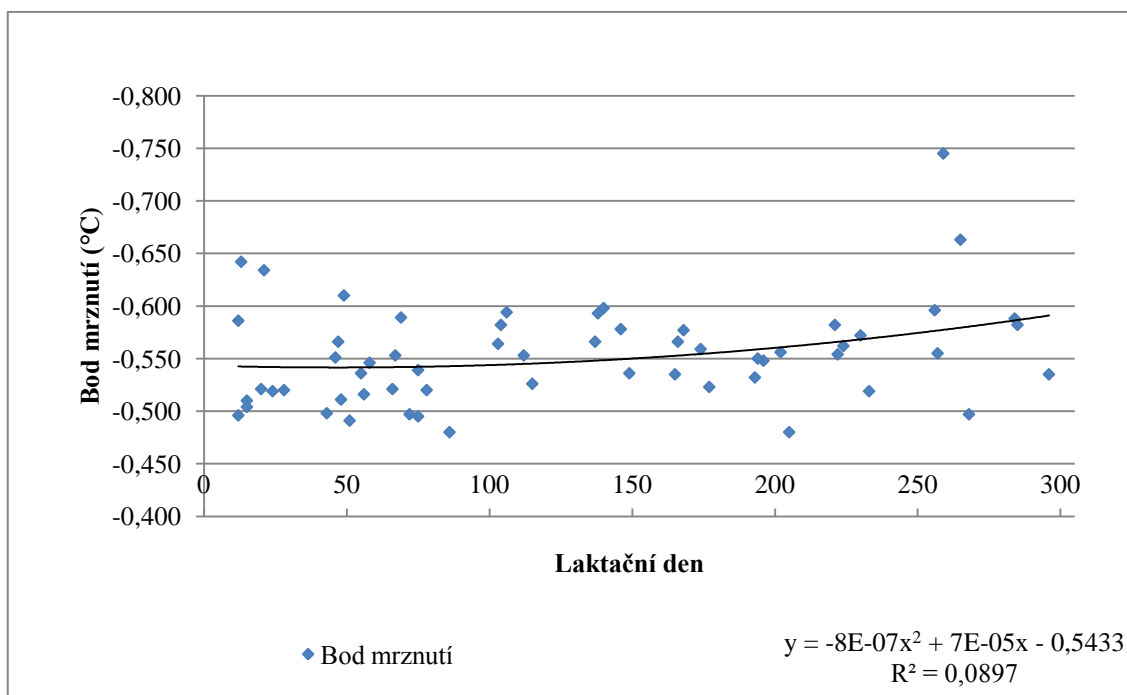
Graf č. 15, Titrační kyselost a její změny v porovnání prvních 100 dnů 1. a 2. laktace

Další sledovanou fyzikálně-chemickou vlastností mléka byla hustota. Jak můžeme na grafu č.16 vidět, hodnoty hustoty mléka nevykazovaly v průběhu laktace široký rozptyl. Z grafu je zřejmé, že v prvních 100 dnech laktace se hustota zvyšovala rapidněji, než jak tomu bylo v druhých 100 dnech laktace, kdy také docházelo k největšímu rozptylu hodnot. V poslední fázi laktace docházelo opět k poklesu hustoty.



Graf č.16 Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti mléka a jejich změny v průběhu laktace: Hustota

Poslední sledovanou vlastností byl bod mrznutí. Obdobně jako u hustoty, v průběhu laktace hodnoty nevykazovaly větší rozptyl, kromě poslední fáze laktace. Jak je z grafu č. 17 zřejmé, tehdy také docházelo ke zvyšování hodnoty bodu mrznutí.



Graf č. 17, Vybrané fyzikálně-chemické vlastnosti mléka a jejich změny v průběhu laktace: Bod mrznutí

Na rozdíl od titrační a aktivní kyselosti, u posledních sledovaných fyzikálně-chemických vlastností nebyly zaznamenány žádné výrazné odchylky mezi první a druhou laktací.

Jak je patrné z tabulky č. 10, statisticky průkazným vztahem byl zjištěn vztah mezi aktivní kyselostí a celkovým nádojem ($p < 0,05$). Zatímco dojnice s produkcí do 10,5 kg vykazovaly hodnoty pH průměrně okolo 6,54, u dojnic s vyšší produkcí mléka se pH pohybovalo okolo hodnoty 6,67.

U všech sledovaných fyzikálně-chemických vlastností mléka byl dále zjištěn vliv individuality dojnic. Statisticky průkazně tak vyšel vztah u aktivní kyselosti ($p < 0,05$) a dále bodu mrznutí ($p < 0,05$). Statisticky vysoce průkazně vyšel vztah individuality dojnic s titrační kyselostí ($p < 0,01$) i hustotou mléka ($p < 0,01$).

6 ZÁVĚR

Tato práce měla za cíl analyzovat parametry dojitelnosti a jejich vztah k množství, složení a technologickým vlastnostem kravského mléka. Za pomoci laboratorních metod a dodržených pravidelných odběrů vždy jednou do měsíce po dobu celé laktace u sledované skupiny dojnic na první laktaci bylo mléko podrobena rozborům. Ty se týkaly především jeho složení, technologických a fyzikálně-chemických vlastností. Vzhledem k tomu, že v průběhu sledování dojnice postoupili do druhé laktace, byly provedeny odběry mléka do prvních sta dnů jejich druhé laktace. Na konci výzkumu byla získaná data statisticky a graficky vyhodnocena.

Ze získaných výsledků je tedy možno konstatovat, že

1. Z hlediska vztahu parametrů dojitelnosti a množství mléka byl zjištěn statisticky vysoce průkazný ($p < 0,01$) vztah mezi celkovým nádojem a délkou dojení. Ve skupině dojnic s nádojem menším 10,5 kg byl čas dojení o 1,13 minut kratší, než u dojnic, které dojily nad 10,6 kg mléka. Další statisticky průkazný ($p < 0,05$) vztah byl prokázán u délky dojení a APMV. Dojnice, které vydojily mléko do 5–ti minut měly APMV o 1,21 kg/min větší, než dojnice, které dojily nad 5 minut. Navíc dojnice, které byly do 5–ti minut vydojeny měly statisticky průkazně ($p < 0,05$) menší nádoj o 0,20 kg.
2. Pokud se týká složení mléka, byl nejmarkantnější ($p < 0,01$) vztah obsahu tuku k celkovému nádoji. Dojnice, od kterých bylo získáno do 10,5 kg mléka na jeden nádoj měly o 1,07 % tučnější mléko než dojnice s užitkovostí 10,6 kg a více. U obsahu bílkovin, laktózy a tukuprosté sušiny se průkazně projevila individualita dojnic.
3. Syřitelnost ani kvalita sýřeniny nevykazovala statisticky průkazný vztah k parametrům dojitelnosti. Jediným průkazným faktorem ovlivňujícím sledované technologické vlastnosti byla opět individualita dojnic.
4. Aktivní kyselost, jako jediná fyzikálně-chemická vlastnost, vykazovala průkazný vztah ($p < 0,05$) k parametrům dojitelnosti. Mléko od dojnic, jejichž celkový nádoj činil do 10,5 kg, mělo o 0,13 nižší pH, než u dojnic s vyšším nádojem. Avšak byl opět prokázán výrazný vliv individuality dojnic, který se projevil u všech sledovaných fyzikálně-chemických vlastností, nejvíce u titrační kyselosti a hustoty mléka ($p < 0,01$).

5. Dále byl zjištěn vliv pořadí laktace na aktivní i titrační kyselosti mléka. U titrační kyselosti byl rozdíl mezi první a druhou laktací v průběhu prvních sta dnů rozdíl 0,52°SH, přičemž na druhé laktaci byla titrační kyselost nižší. Zcela opačně byla vyhodnocena aktivní kyselost, kdy mléko od dojnic na první laktaci bylo o 0,81 pH nižší, než u dojnic na druhé laktaci.

Závěrem tedy mohu konstatovat, že na základě výsledků pokusu se nejvýrazněji projevil vliv množství nádoje na procento tuku. Množství nádoje mělo dále výrazný vliv na aktivní kyselost. Individualita dojnic se výraznou měrou projevila u podstatné části sledovaných vlastností.

7 PŘEHLED POUŽITÉ LITERATURY

- ASCHAFFENBURG R., GREEN D.W., NORTH A.C., 1956: *Crystallography of the beta-lactoglobulins of cows' milk*. Biochim Biophys Acta. Sep;21(3):583–585. [PubMed]
- BLÁHOVÁ J., 2010: *Rozbory zpeněžování*. In: Českomoravská společnost chovatelů [online]. [cit. 2015-02-20]. Dostupné z: <http://www.cmsch.cz/rozbory-zpenezovani/>
- BOUŠKA J. (ed.), 2006: *Chov dojeného skotu*. 1. vyd. Praha: Profi Press, 186 s. ISBN 80-86726-16-9.
- ČEJNA V., CHLÁDEK G., 2006: *Vliv stádia laktace na vybrané mléčné ukazatele holštýnských dojnic na první laktaci*, 6 s.
- ELESCHOVÁ R. , 2006: *Vztah základních složek a vybraných technologických vlastností kravského mléka k velikosti denního nádoje*. Brno. Diplomová práce (nepubl.). Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. Vedoucí práce Doc. Ing. Gustav Chládek, CSc.
- GAJDŮŠEK S. , 2003: *Laktologie*. 1.vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 78 s. ISBN 80-7157-657-3.
- HAJIČ F., ČÍTEK J., KOŠVANEC K., 1995: *Obecná zootechnika*. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 165 s. ISBN 80-704-0148-6.
- HENAO-VELÁSQUEZ A. F. (ed.), 2014: *Lactose and milk urea nitrogen: fluctuations during lactation in Holstein cows*. 6 s. ISSN 1806-9290
- HOGEVEEN H., 2005: *Mastitis in dairy production: current knowledge and future solutions* [online]. Wageningen: Wageningen Academic Publ, [cit. 2013-03-24]. ISBN 90-769-9870-1.

- HURLEY W. L., 2009: *Milk Composition and Synthesis*. Lactation Biology Website [online]. [cit. 2015-03-21]. Dostupné z: <http://ansci.illinois.edu/static/ansc438/Milkcompsynth/milkcompsynthresources.html>
- KOPŘIVA V., 2011 *Mléko a mlezivo - hlavní rozdíly a nutriční význam mléka ve výživě*. Inovace výuky bezpečnosti potravin[online]. [cit. 2015-01-28]. Dostupné z: http://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_03.pdf
- KUČERA J., 2008: *Význam mléka a mléčných výrobků ve výživě*. Brno. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Mgr. Jana Juříková, PhD.
- KUČTÍK J., NOVOTNÁ L., 2007: *Vliv laktací fáze na technologické vlastnosti ovčího mléka a na jakost sýřeniny* [online]. Brno, [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: <https://mnet.mendelu.cz/mendelnet07agro/articles/zoo/novotna.pdf>. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.
- KVAPILÍK J. et al., 2014: *Ročenka: Chov skotu v České republice: Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2013*. Praha: ČMSCH,
- LOMHOLT S.B, QVIST K. B., 1999 *The formation of cheese curd*. In: LAW B. A. (ed.): *Technology of cheesemaking*. Boca Raton, FL: CRC Press, ISBN 08-493-9744-8.
- LOOPER M., 2012: *Factors affecting milk composition of lactating cows.*, 6 s.
- MAJZLÍK I., HOFMANOVÁ B., VOSTRÝ L., 2012: *Základy obecné zootechniky*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 193 s. ISBN 978-80-213-2286-8.
- MAREŠ J., 2013: *Změny ve složení kravského mléka v průběhu dojení*. Brno. Bakalářská práce (nepubl.). Mendelova univerzita. Vedoucí práce prof. Ing. Gustav Chládek, CSc.

- MCSWEENEY P. L., 2007: *Cheese problems solved*. Boca Raton: CRC Press, xxi, 402 s. ISBN 1-4200-4394-3.
- NAVRÁTILOVÁ P. (ed.), 2012: *Hygiena produkce mléka*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, fakulta veterinární hygieny a ekologie, ústav hygieny a technologie mléka. 129 s. ISBN: 978-80-7305-625-4.
- NEHASILOVÁ D., 2006: *Dodajování krav*. Agronavigátor [online]. č. 49711 [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=119&ch=1&typ=1&val=49711>
- O'MAHONY F., 1988: *Rural dairy technology: experiences in Ethiopia* [online]. Addis Ababa, Ethiopia: International Livestock Centre for Africa, [cit. 2013-03-18]. ISBN 92-905-3092-8.
- PAVLÍČKOVÁ Ž., 2008: *Vliv parametrů sýřeniny vybrané ekonomické ukazatele výroby sýrů s bílou plísní*. Brno. Diplomová práce (nepubl.). Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Libor Babák, Ph.D.
- RÁKOS M., STÁDNÍK L., LOUDA F., 2001: *Perzistence laktace – intenzifikační faktor výroby mléka*. In: KULOVANÁ, Eliška. *Náš chov* [online]. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://naschov.cz/perzistence-laktace-intenzifikacni-faktor-vyroby-mleka/>
- RÁKOS M., STÁDNÍK L., LOUDA F., 2001: *Ovlivňování perzistence laktace u dojnic*. In: *Agris* [online]. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: http://www.agris.cz/venkov?id_a=108629
- SEYDLOVÁ R., 1994: *Kvalitní mlékárenská surovina, základní předpoklad ekonomického úspěchu: výroby mléka*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 43 s.

- SUKOVÁ I., 2009: *Argumenty pro a proti homogenizaci mléka*. Agronavigátor [online]. č. 93437 [cit. 2015-02-08]. Dostupné z: <http://www.agronavigátor.cz/default.asp?ids=147&ch=13&typ=1&val=93437>

- SVAZ CHOVATELŮ ČESKÉHO STRAKATÉHO SKOTU, 2012: *Chovný cíl a standard, Šlechtitelský program českého strakatého skotu*, Čestr [online]. [cit. 2015-02-8]. Dostupné z: http://www.cestr.cz/files/slechtění_a_reprodukce/slechtitelsky_program_2007.pdf

- ŠUSTOVÁ K., SÝKORA V., 2013: *Zpracování mléka: Chemické složení mléka*. Zpracování mléka [online]. [cit. 2015-03-07]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1685

- TANČIN V., 2001: *Fyziológia získavania mlieka a anatomia vemena*. 1.vyd. Nitra: Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra, 122 s. ISBN 80-88872-13-8.

- TRAJLINEK J., 2010: *Výživa, management a stání na sucho*. In: KŘEPELKA, Jiří. Zemědělec [online]. [cit. 2015-04-07]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/vyziva-management-a-stani-na-sucho/>

- TSCHEWANG D., 2010: *Animal production I: Factors affecting composition of milk*. In: The College of natural resources [online]. [cit. 2013-03-01]. Dostupné z: <http://cms.cnr.edu.bt/cms/files/docs/File/Tshewang/Factors%20affecting%20composition%20of%20milk.pdf>

8 PŘÍLOHY



Foto č. 1 Ohřívání vzorků mléka ve vodní lázni

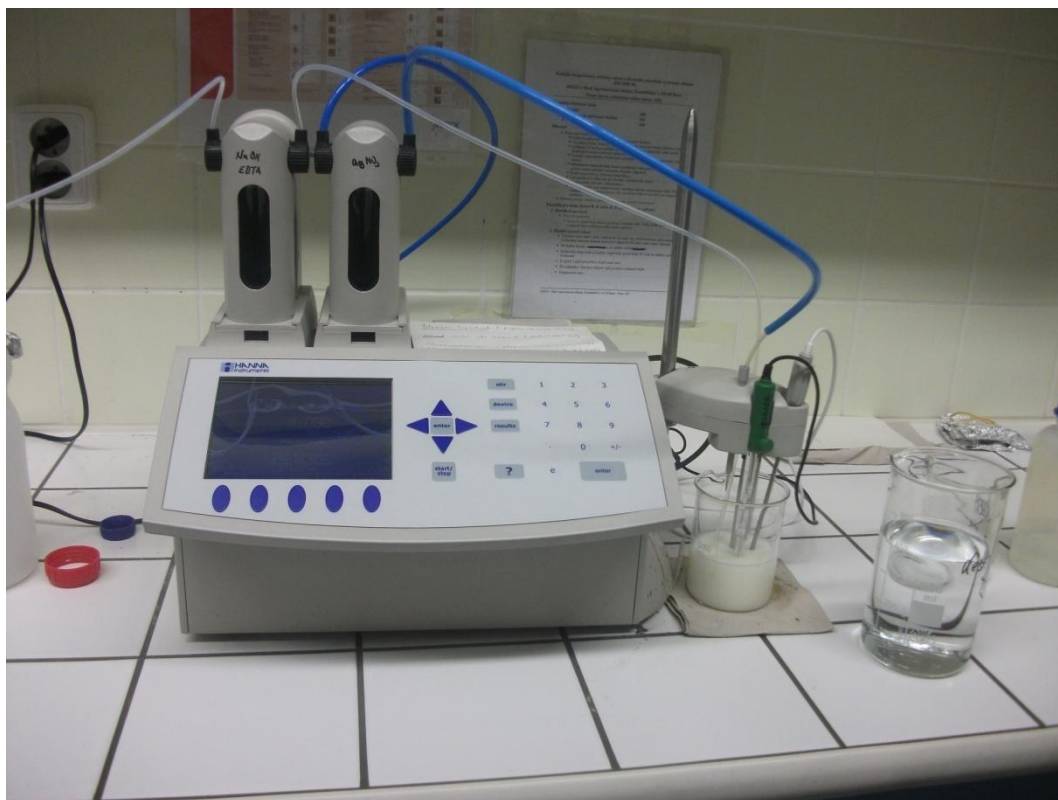


Foto č. 2 Potenciometrický titrátor HI902 od firmy Hanna instruments®



Foto č. 3 Ohřev vzorků mléka pro stanovení syřitelnosti, kvality sýřeniny a syrovátky

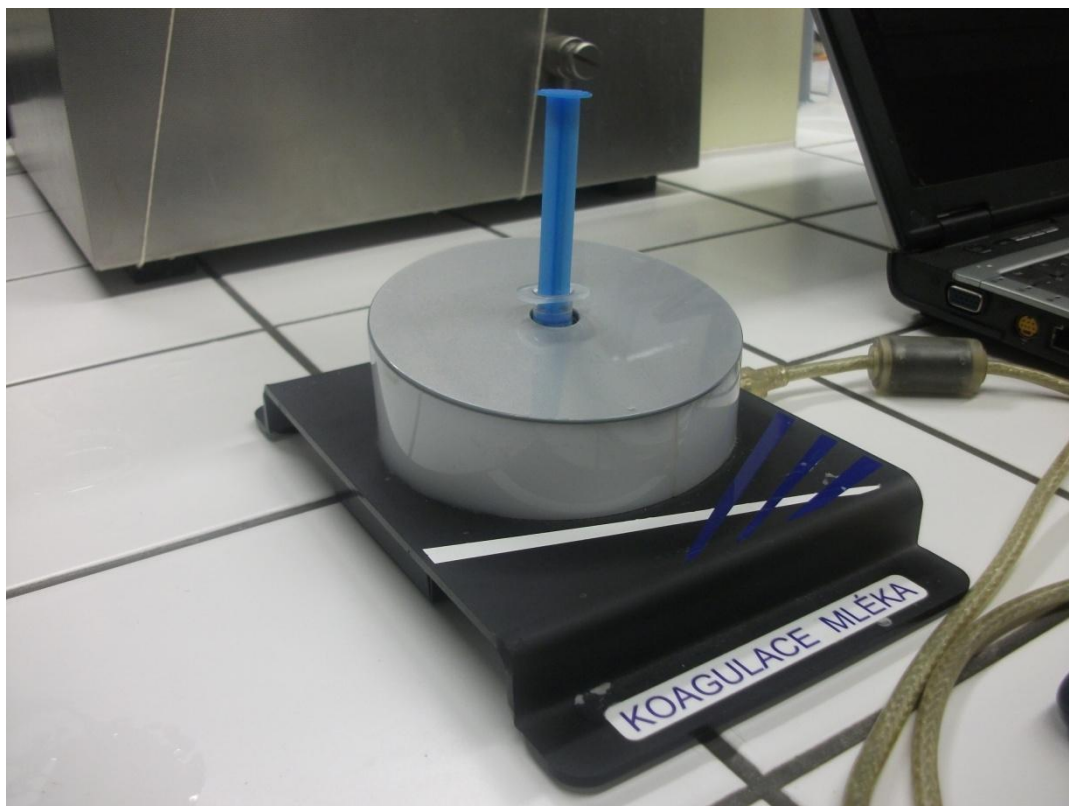


Foto č. 4 Nefelo–turbidimetrický snímač



Foto č. 5 Vzorek mléka po hodinovém působení enzymatického syřidla

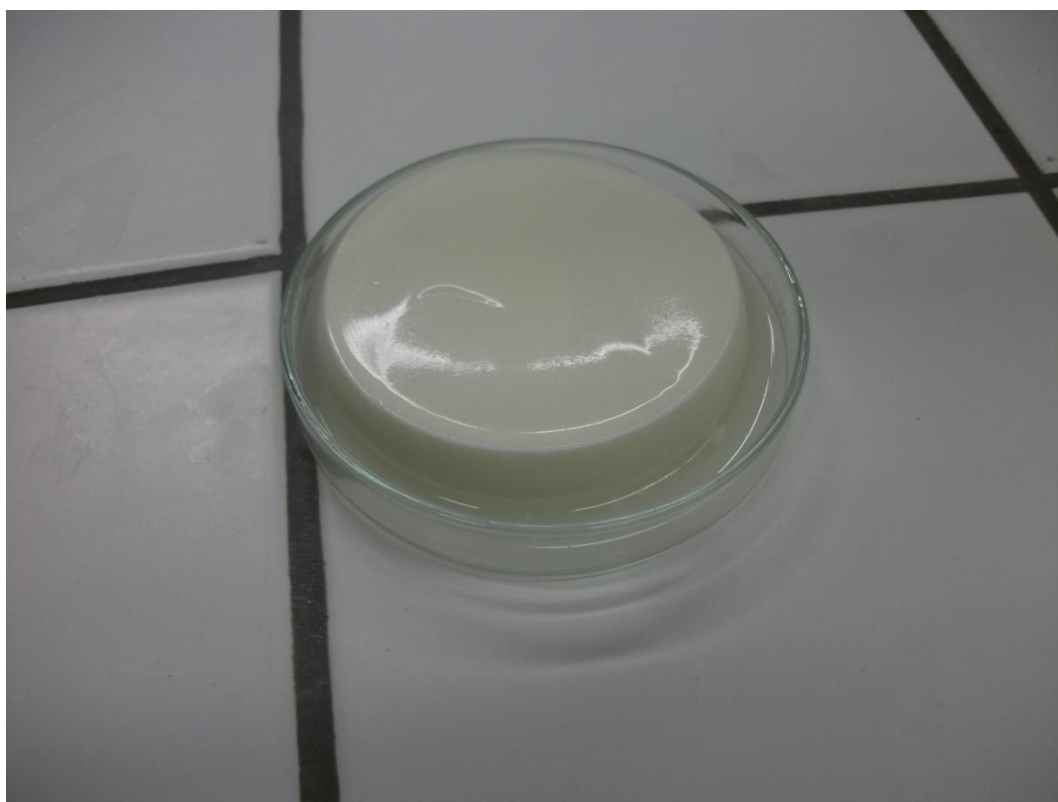


Foto č. 6 Sýřenina 1. jakostní třídy

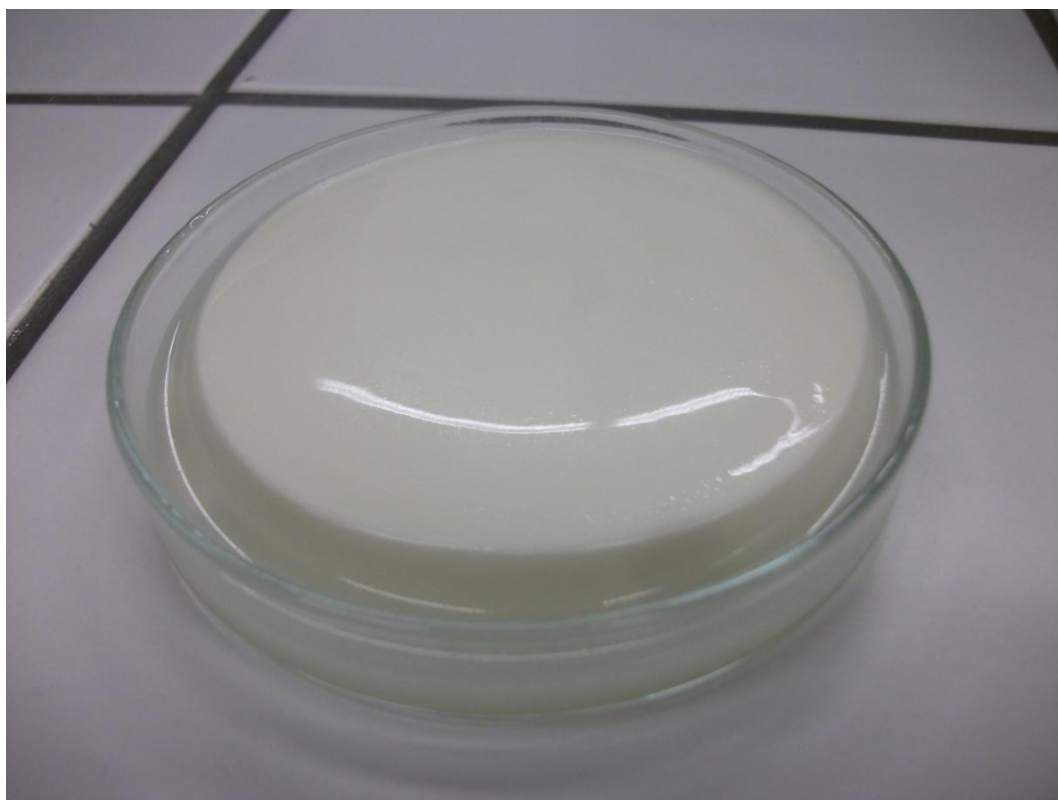
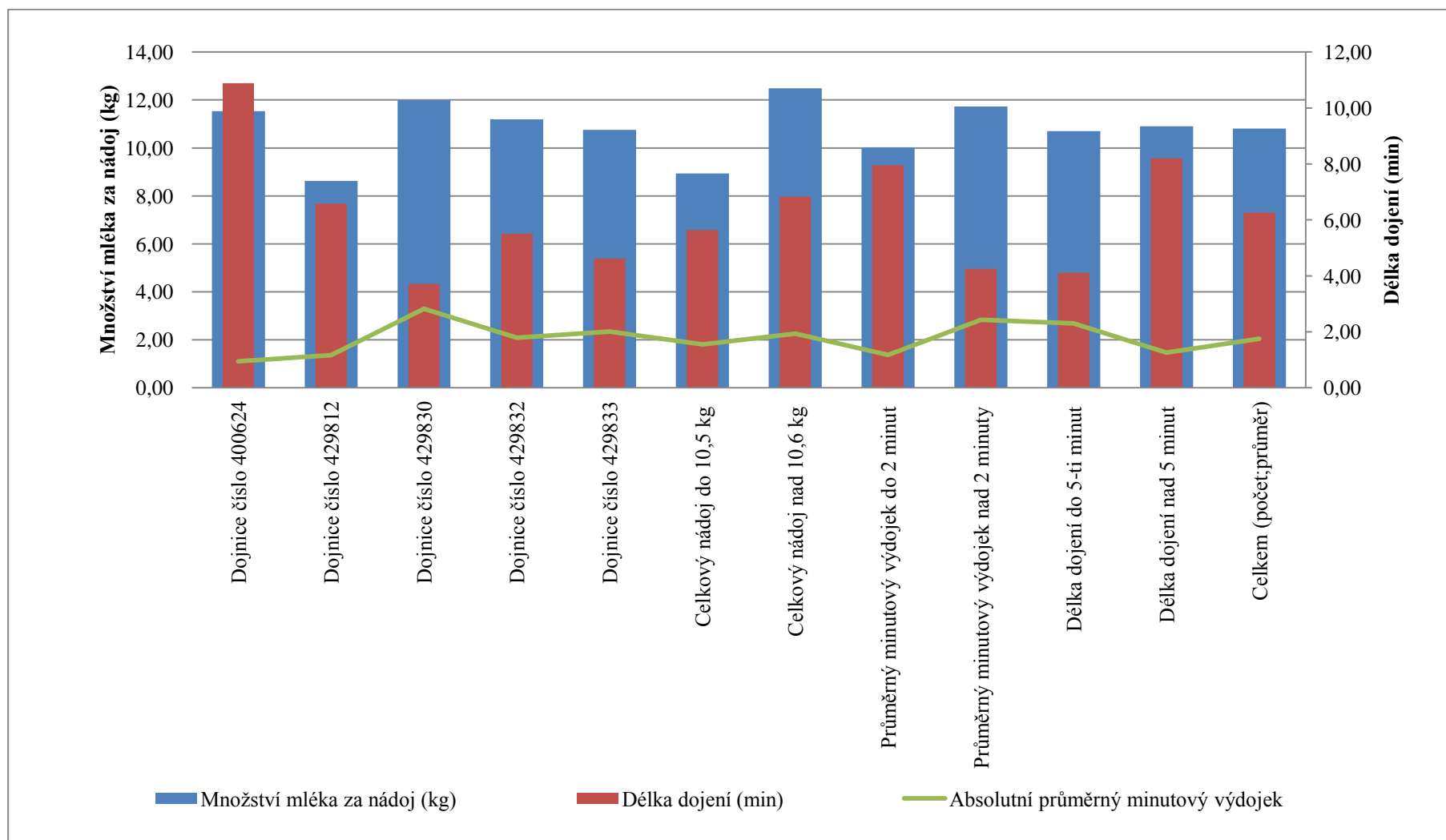


Foto č. 7 Sýřenina 2. jakostní třídy



Foto č. 8 Julie C5



Graf č. 18 Parametr dojitelnosti ve vztahu k množství a délce dojení