

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 – Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika: obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: Ing. Luboš Smutný, Ph.D.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technická řešení pro měření nádoje a kvality  
dojeného mléka

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Radim Kuneš

Autor bakalářské práce: Jiří Hucek

České Budějovice, 2020

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Jiří HUČEK  
Osobní číslo: Z17461  
Studijní program: B4131 Zemědělství  
Studijní obor: ZDTb-16 – specializace Zemědělská technika  
Téma práce: Technická řešení pro měření nádoje a kvality dojeného mléka  
Zadávající katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

### Zásady pro vypracování

Student se bude ve své bakalářské práci zabývat problematikou měření nádoje a kvality dojeného mléka, a to zejména z pohledu technického řešení vybraných systémů.

Práce bude koncipována jako rešeršní přehled doplněný podrobným komentářem. Student vyhledá relevantní odborné práce a systematicky je utřídí. Zároveň provede analýzu trhu se zaměřením na dostupné technologie pro měření nádoje a kvality mléka v reálném čase. Získaná data zpracuje ve formě přehledového textu.

Pokud to bude možné, připraví výsledky práce k opublikování v odborném tisku.

Rozsah pracovní zprávy: 50 stran  
Rozsah grafických prací: dle potřeby  
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

Kadlec, K., Kmínek, M., Kadlec, P.: Měření a řízení v potravinářských a biotechnologických výrobcích: technologie potravin. Ostrava, Key Publishing s.r.o., 2015.

Smit, G. et. al: Dairy Processing, Woodhead Publishing, 2003. ISBN: 978-1-85573-676-4.

Cheng-Chang Lien, Ye-Nu Wan, Ching-Hua Ting: Online detection of dairy cow subclinical mastitis using electrical conductivity indices of milk, Engineering in Agriculture, Environment and Food, Vol. 9, 2016, 201-207.

Spreer, E., Mixa, A.: Milk and dairy product technology. New York, M. Dekker, 1998. ISBN 0824700945

Materiály a internetové stránky výrobců (resp. prodejců) relevantních zařízení.

Databáze odborných prací [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Interní materiály

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Radim Kuneš**  
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: 15. února 2019

Termín odevzdání bakalářské práce: 30. června 2020



prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Přátelství 1800, 370 08 Česká Budějovice  
I.S.



doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. března 2019

## Prohlášení

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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.

.....

Datum

.....

Podpis

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Ing. Radimu Kunešovi za jeho cenné rady, nápady, zkušenosti a trpělivost, které mi ochotně předával při vedení mé bakalářské práce. Také bych chtěl poděkovat doc. RNDr. Petru Bartošovi, Ph.D. za vstřícnost, ochotu a pomoc při získávání potřebných informací a podkladů. Rád bych také poděkoval své rodině za podporu po celou dobu studia.

## Abstrakt

Literární rešerše se zabývá technickými řešeními automatizovaného „in-line“ měření nádoje a kvality mléka od dojnic. Motivací pro výzkumné a vývojové aktivity v této oblasti je zlepšení welfare a zdravotního stavu dojnic, zabezpečení nezávadnosti finálních produktů a zvýšení jejich kvality pro koncového spotřebitele. Aplikování výše uvedených systémů napomáhá zvýšení konkurenceschopnosti chovatelů dojnic a také zpracovatelů jejich produktů. V neposlední řadě je pro dosažení zdravého a kvalitního mléka nutné splňovat řadu hygienických opatření a se řídit zootechnickými zásadami chovu.

Úvodní část je věnována definici mléka a jeho složení (bílkoviny, mléčný tuk a vitamíny). Následují fyzikálně-chemické parametry mléka, jako jsou například elektrická vodivost mléka, počet somatických buněk, obsah močoviny, obsah tuku, obsah bílkovin, rezidua inhibičních látek a v neposlední řadě obsah laktózy. Dále je práce zaměřena na faktory, které ovlivňují kvalitu mléka. V této kapitole je definována výživa, technologie ustájení, hygiena dojícího zařízení, vliv plemene na parametry mléka a zdravotní stav dojnic. Jako další jsou popsány metody používané pro analýzu mléka. Mezi vybrané metody je zařazena analýza vodivosti mléka, optická analýza a v neposlední řadě diferenciální test na mléčné leukocyty. Poslední část se zabývá organizací ICAR a jejími předpisy na použití přístrojů k měření nádoje. Poté jsou popsány jednotlivé přístroje na měření nádoje, které jsou certifikované organizací ICAR.

Klíčová slova: automatizace dojení; dojnice; ICAR; Zemědělství 4.0; inteligentní systémy.

## **Abstract**

The literary research deals with technical solutions for automated „in-line“ measurement of milk yield and milk quality control from dairy cows. The motivation for research and development activities in this area is to improve the welfare and the health status of dairy cows, to ensure the safety of final products and increase their quality for the end consumer. The applications of systems above helps to increase the competitiveness of dairy farmers as well as product processors. In order to achieve health and fine quality milk, is necessary to comply with a number of hygienic measures, but also to follow zootechnical principles of breeding.

The introductory part is devoted to the definition of milk and its composition (proteins, milk fat and vitamins). The following are physico-chemical parameters of milk, such as the electrical conductivity of milk, the number of somatic cells, the content of the urea, the fat content, the protein content, the residues of inhibitory substances and the lactose content. Furthermore, it is focused on factors that affect the milk quality. This chapter define nutrition, housing technology, sanitation of milking equipment, the influence of the breed on milk parameters and the health status of dairy cows. The methods used for milk analysis are describes below. Among of selected methods are the analysis of the milk conductivity, optical analysis and differential test for milk leukocytes. The last part deals with ICAR organization and it's regulations on the use of instruments to measure the milk yield. Then individual devices certified by ICAR for milk yield measuring are described.

Key words: milking automation; dairy cows; ICAR; Agriculture 4.0; smart systems.

# Obsah

Úvod.....	10
1 Literární rešerše .....	11
1.1 Mléko.....	11
1.1.1 Složení mléka .....	11
1.1.2 Vybrané fyzikálně-chemické parametry mléka .....	12
1.1.2.1 Elektrická vodivost mléka .....	12
1.1.2.2 Počet somatických buněk .....	13
1.1.2.3 Obsah močoviny .....	14
1.1.2.4 Obsah tuku .....	16
1.1.2.5 Obsah bílkovin.....	17
1.1.2.6 Rezidua inhibičních látek .....	18
1.1.2.7 Obsah laktózy .....	19
1.2 Faktory ovlivňující kvalitu mléka .....	20
1.2.1 Výživa.....	20
1.2.1.1 Kontaminace krmiv .....	21
1.2.2 Technologie ustájení.....	21
1.2.2.1 Mikroklima stáje.....	22
1.2.3 Hygiena dojící zařízení .....	22
1.2.4 Vliv plemene na parametry mléka.....	23
1.2.5 Zdravotní stav dojnic .....	23
1.2.5.1 Mastitida .....	24
1.2.5.2 Ketóza.....	24
1.3 Vybrané metody používané pro analýzu mléka .....	25
1.3.1 Infračervená spektroskopie.....	25
1.3.2 Analýza vodivosti mléka .....	26
1.3.3 Optická analýza .....	28



1.3.4	Diferenciální test na mléčné leukocyty .....	29
1.4	ICAR .....	31
1.4.1	Certifikace ICAR.....	31
1.4.1.1	Požadavky na zařízení pro zaznamenávání mléka .....	32
1.4.2	Certifikované přístroje na měření mléka .....	33
1.4.2.1	Waikato MKV (SpeedSampl).....	34
1.4.2.2	Multilactor Premium.....	35
1.4.2.3	MMD 500 .....	36
1.4.2.4	MilkMeter Volumetric (MMV) .....	37
1.4.2.5	LactoCorder-S (TT).....	38
1.4.2.6	AfiMilk MPC.....	39
1.4.2.7	MDS Saccomatic IDC 3b .....	40
2	Závěr .....	41
3	Citovaná literatura.....	43
4	Seznam obrázků.....	56
5	Seznam tabulek.....	57

## Úvod

V dnešní době se v zemědělství zvyšuje použití automatizace. Největší potenciál automatizace je u dojících robotů, protože dojení je jednou z nejnáročnějších činností při chovu dojnic. Pokud se podaří zavést automatizaci při dojení, tak dojičům odpadne mnoho namáhavé práce. Automatizované dojení má mnoho výhod, ale i nevýhod, jak pro zemědělce, tak i pro samotné dojnice. Výhodou pro zemědělce je jejich nepřetržitá práce, která přináší úsporu času a lepší finanční zisky. Pro dojnice je výhodou naopak to, že si každá může rozhodnout, kdy a kolikrát denně se půjde podojit a tím se zvyšuje její užitkovost. Nevýhodou automatizovaného systému je např. velká pořizovací cena, nároky na znalost techniky a etologii dojnic.

Mléko a mléčné produkty jsou známé svým ideálním složením výživových látek, především vápníku a bílkovin. Přesné a kvalitní analýzy pomáhají k lepšímu selektování zdravého mléka, tím lze dosáhnout lepšího finálního produktu. Také je důležité monitorovat zdraví dojnic, tím lze vyhodnotit, jestli je nemocná pouze jedna dojnice, nebo celé stádo. Sledováním zdraví dojnic lze odhalit použití špatné krmné dávky či její špatnou kvalitu. Kvalitní analýzy mléka lze dosáhnout pomocí nejmodernějších metod, jako je např. infračervená spektroskopie, analýza vodivosti mléka a diferenciální test na mléčné leukocyty.

Na začátku literární rešerše je popsáno fyzikálně-chemické složení mléka a jeho parametry. Sledování těchto parametrů je důležité především z hlediska zjištění kvality mléka. Těmito parametry můžeme odhalit i onemocnění dojnic. Následující kapitola obsahuje faktory, které ovlivňují kvalitu a množství nadojeného mléka. V dalších kapitolách jsou rozebírané metody, které odhalují abnormality mléka a jejich využití v systému dojení (infračervená spektroskopie, optická analýza, analýza vodivosti mléka, diferenciální test na mléčné leukocyty). V dalších kapitolách je definována organizace ICAR a její vliv na živočišnou produkci. Také je v této části věnována pozornost problematice související s udělováním certifikátů novým přístrojům a jsou zde představeny požadavky na zařízení a systémy, které se používají pro záznam mléka. Konec práce je věnován přístrojům a měřícím modulům na měření nádoje, které jsou certifikované v roce 2015 – května 2020 organizací ICAR.

# 1 Literární rešerše

## 1.1 Mléko

Mléko je definováno jako sekret mléčné žlázy a prvních 5 – 6 dnů po otelení se nazývá mlezivo. Mlezivo má své charakteristické vlastnosti – nažloutlou barvu, mírně slanou chuť, schopnost srážet se při zahřívání a odlišné chemické složení. Chemické složení mléka je rozdílné podle jednotlivých plemen skotu. Produkci a složení mléka ovlivňuje mnoho faktorů, jako například činnost mléčné žlázy, množství a kvalita živin, které jsou dodávány krví do vemene. Také záleží na kvalitě krmení, činnosti trávicí a nervové soustavy, krevního oběhu a na žlázách s vnitřní sekrecí (Botto, 1988).

### 1.1.1 Složení mléka

Mléko nemá stálé chemické složení ani výživnou hodnotu. Tyto vlastnosti se mění v průběhu dojení, v průběhu dne a laktace. Složení mléka záleží také na plemeni, složení krmiv, technice chovu, zdravotnímu stavu dojnic a způsobu dojení (Louda, 1994).

Z bílkovin převládá v mléce kasein, který je základní složkou pro výrobu sýrů. V kravském mléce kasein tvoří přibližně 80 % z celkových bílkovin. V menším množství jsou v mléce zastoupeny albuminy a globuliny. Z hlediska nutriční hodnoty mléka jsou bílkoviny jeho nejvýznamnější složkou. Proto je v současnosti snaha zvýšit jejich obsah. Zvýšení obsahu bílkovin v mléce je možné několika postupy, např. plemenářskou prací a výživou. Největší vliv na zvýšení této nutriční hodnoty bude mít přijatý obsah energie v krmné dávce dojnic (Louda, 1994).

Mléčný tuk je v mléce rozptýlen v podobě tukových kapének. Nejvíce jsou zastoupeny kyselina stearová, palmitová a olejová. Obsah tuku v mléce značně kolísá vlivem plemene a výživy. Takzvaný syndrom snížené tučnosti mléka může nastat při špatné výživě dojnic, kdy tučnost mléka klesá pod 3 %. Jednou z hlavních příčin tohoto prudkého poklesu je nedostatek vlákniny v krmné dávce dojnic (Louda, 1994).

Z vitamínů se v mléce nacházejí jednak vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K), ale také vitamíny rozpustné ve vodě (C a vitamíny skupiny B). Z minerálních látek jsou v mléce nejvíce zastoupeny vápník, fosfor, draslík a chlor (Louda, 1994).

## 1.1.2 Vybrané fyzikálně-chemické parametry mléka

### 1.1.2.1 Elektrická vodivost mléka

Elektrickou vodivost (EC) můžeme chápat jako převrácenou hodnotu odporu mléka. Měření elektrické vodivosti je závislé na obsahu rozpuštěných a disociovaných solí. Zdravé mléko obsahuje minimální stopy solí, proto je hodnota vodivosti ve zdravém mléce velice nízká. Zvyšování solí v mléce je způsobeno mnoha činiteli, například: obsahem laktózy, mléčného tuku a mléčné bílkoviny. Proto je potřeba vytvořit přesné vztahy mezi elektrickou vodivostí a vyhodnocováním kvality mléka (zdravého nebo špatného mléka). Elektrickou vodivost také ovlivňuje teplota mléka při měření. Z toho důvodu je nezbytné současně měřit teplotu mléka. Dalším faktorem, který ovlivňuje elektrickou vodivost je mastitida (Mucchetti, 1994). Souhrn vybraných faktorů ovlivňující elektrickou vodivost viz. Tabulka č. 1.

Tabulka č. 1: Vybrané faktory ovlivňující EC mléka

Faktor	Indikátor	Zdroj
Počet laktací	Se zvyšujícím počtem laktace se úměrně zvyšuje EC v mléce.	(Sheldrake, 1983) (Rossing, 1987)
Doba laktace	EC se zvyšuje dobou laktace - čím delší je laktace, tím větší je EC	
Průběh dojení	Nejvyšší hodnotu EC vykazuje mléko při rozdojování. V průběhu dojení EC klesá. Pokud mléko obsahuje rezidua, je obsah EC nejnižší.	(Mucchetti, 1994) (Hamann, 2000) (Barth, 1999) (Fernando, 1981)
Obsah mléčného tuku	Čím je vyšší obsah mléčného tuku, tím se snižuje EC.	(Fernando, 1981)

U detekce mastitidy je hlavním problémem nedostatek dat pro porovnávání mezi sebou. To může způsobit špatné vyhodnocení kvality mléka hned na začátku první laktace u každé dojnice, jak ve zdravém, tak v nemocném stavu. Detekce mastitidy se provádí pomocí porovnávání vzorků, přičemž porovnání vzorků probíhá v časovém horizontu 14 dnů. Pokud během tohoto časového horizontu bude rozdíl mezi

průměrnou naměřenou hodnotou vyšší o víc jak 10 %, tak můžeme kvalifikovat dojnici jako nemocnou (Lien, 2016).

V Tabulce č. 2 je možné vidět porovnání hodnot mezi zdravým a infikovaným mlékem v průběhu času dojení ( $EC_{30,60,120s}$ ) a také maximální elektrickou vodivost ( $EC_{max}$ ) v měření při teplotě 25 °C. Tato studie byla provedena v Tchaj-wanu a zúčastnila se jí mléčná farma se 120 holsteiskými dojnicemi. Žádná dojnice na začátku studie nevykazovala známky klinické mastitidy (Lien, 2016).

**Tabulka č. 2: Hodnoty zdravého a infikovaného mléka, zdroj: (Lien, 2016)**

Průběh času dojení (s)	Zdravé mléko ( $mS \cdot cm^{-1}$ )	Infikované mléko ( $mS \cdot cm^{-1}$ )
$EC_{max}$	$5,20 \pm 0,60$	$5,68 \pm 0,73$
$EC_{30}$	$5,06 \pm 0,58$	$5,50 \pm 0,71$
$EC_{60}$	$4,91 \pm 0,45$	$5,06 \pm 0,57$
$EC_{120}$	$4,81 \pm 0,45$	$4,77 \pm 0,92$

### 1.1.2.2 Počet somatických buněk

Počet somatických buněk (PSB) je hlavním ukazatelem kvality mléka a zdraví dojnice. Počet somatických buněk se používá jako nejdůležitější indikátor úrovně subklinické mastitidy u krav (Nørstebø, 2019).

Imunitní systém vemene obsahuje převážně somatické buňky. Ve zdravém stavu se počet somatických buněk pohybuje kolem 80 %. Při nemoci vemene dosahují somatické buňky až 99 %. Tyto somatické buňky jsou součástí přirozeného obranného mechanismu vemene u dojnice (Schukken, 2003).

Změny v počtu somatických buněk ukazují na odpověď imunitního systému, když dojde k infekci mléčných žláz. V postižené oblasti infekcí dochází ke změně počtu somatických buněk, tuto změnu způsobují leukocyty, makrofágy a lymfocyty (Damm, 2017).

V mléce, které je získáno z neinfikované mléčné žlázy zdravé dojnice, je počet somatických buněk do 100 tis. v 1 ml mléka. Hodnoty počtu somatických buněk mohou někdy dosahovat ještě nižší úrovně. Tato úroveň se už nachází v detekčním limitu přístrojového stanovení. V souvislosti se zhoršováním zdravotního stavu dojnic, resp. zvyšováním výskytu mastitid, může docházet k rapidnímu nárůstu počtu

somatických buněk až na několikamilionové hodnoty. Čím je hodnota počtu somatických buněk vyšší, tím je zdravotní problematika dojnice závažnější (Samková, 2012).

Zdravé dojnice mají počet somatických buněk v mléce do 200 tis. buněk v 1 ml mléka. Tento počet lze považovat za dobrý a zdravotní stav dojnic za uspokojivý. Ale i přes tuto hodnotu se v chovu zavádějí systematické preventivní opatření, které mají zabránit nežádoucímu rozšíření mastitidy (Samková, 2012).

Pokud se hodnota počtu somatických buněk dostane do úrovně 200 až 300 tis. buněk v 1 ml mléka, lze považovat zdraví dojnic za ohrožené. Při zjištění této hodnoty počtu somatických buněk v mléce se zavádějí opatření, jako např. bakteriologická vyšetření nebo posouzení metabolického stavu stáda (Samková, 2012).

O narušeném zdraví dojnice hovoříme, pokud se vyšplhá počet somatických buněk nad hodnotu 300 tis. buněk v 1 ml mléka. Při zjištění této hodnoty je potřeba přistoupit v chovu k ozdravnému programu (Samková, 2012). V Tabulce č. 3 je vyobrazeno posouzení počtu somatických buněk v syrovém kravském mléce.

**Tabulka č. 3: Posouzení počtu somatických buněk v syrovém kravském mléce, zdroj: (Samková, 2012)**

Zdraví dojnice	Hodnota PSB (v 1 ml)	Opatření
velmi dobré	$\leq 100\ 000$	pravidelná prevence
uspokojivé	100 000 – 200 000	pravidelná prevence
ohrožené	200 000 – 300 000	vyšetření stáda, hygienické programy
narušené	$\geq 300\ 000$	ozdravný program

### 1.1.2.3 Obsah močoviny

Močovina je konečný produkt metabolismu bílkovin v organismu. Je to jeden z hlavních parametrů, který nám ukazuje správně sestavenou krmnou dávku (Háněl, 2003). Obsah močoviny ovlivňují dusíkaté látky, které jsou obsažené v krmné dávce (Hanuš, 2004). Močovina v krvi je jedním z nejdůležitějších ukazatelů onemocnění dojnic. Oproti tomu hladina močoviny v mléce je sledována především pro zjištění účinnosti krmení bílkovinami. Proto se doporučuje pravidelné sledování hodnoty močoviny v mléce (Nie, 2017).

V mléce nalezneme především neproteinové dusíky (Xie, 2019). Během dne dochází ke kolísání množství močoviny v mléce, např. po nakrmení se předpokládá nejvyšší hodnota močoviny po 4 až 6 hodinách od krmení. Nejnižší hodnota močoviny v mléce bude nalezena těsně před krmením (Hanuš, 2006).

Někteří producenti mléka, kterým jde převážně o zisk, přimíchávají do tanku s mlékem vodu s močovinou (Nie, 2017). Pokud by se do mléka přimíchávala pouze voda, docházelo by ke snížení obsahu proteinu v mléce. Snížení obsahu proteinu v mléce je velmi nežádoucí, proto se přimíchávají do mléka sloučeniny bohaté na dusík a močovinu. Tyto sloučeniny jsou velmi levným zdrojem pro zvýšení obsahu proteinů v mléce (Jha, 2015). Fyziologický obsah močoviny je obvykle v rozmezí 20 - 30 mg·100 ml<sup>-1</sup> mléka. Přičemž nejvyšší tolerovaná hodnota je 35 mg·100 ml<sup>-1</sup> mléka, a to u dojnic s větší užitkovostí (Anonym 2, 2017). Čím vyšší je obsah močoviny, tím se více prodlužuje inseminační interval. Při ročním průměrném zvýšení o 10 mg·100 ml<sup>-1</sup> se inseminační interval prodlouží průměrně o 3,6 dne. Mezní limit koncentrace močoviny v mléce je 70 mg·100 ml<sup>-1</sup>. Překročení obsahu močoviny nad tuto hranici může způsobit vážné onemocnění, např. vředy, rakovinu nebo poruchu ledvin (Jha, 2015). V Tabulce č. 4 je zobrazeno rozmezí obsahu močoviny v mléce v závislosti na příjmu dusíkatých látek organismem (Hanuš, 2004).

**Tabulka č. 4: Obsah močoviny v mléce, zdroj: (Hanuš, 2004)**

Obsah močoviny v mléce	Příčiny změny obsahu močoviny
Vysoký (nad 30 mg·100 ml <sup>-1</sup> nebo nad 5 mmol·l <sup>-1</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nadměrný přísun dusíkatých látek (při požadovaném obsahu bílkovin)</li> <li>• nedostatečný přísun energie, nevyrovnaný poměr dusíkatých látek a energie - nadbytek proteinu (při nízkém obsahu bílkovin v mléce)</li> </ul>
Střední (15 až 30 mg·100 ml <sup>-1</sup> nebo 2,5 až 5 mmol·l <sup>-1</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• vyrovnaný příjem energie a dusíkatých látek</li> </ul>
Nízký (pod 15mg·100 ml <sup>-1</sup> nebo pod 2,5 mmol·l <sup>-1</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nedostatečný přísun dusíkatých látek</li> <li>• snížený příjem krmiva</li> <li>• nedostatek energie</li> </ul>

#### 1.1.2.4 Obsah tuku

Obsah tuku je klíčovým parametrem kvality mléčných výrobků. Má velký význam na chuť, ale také na nutriční hodnotu mléka. Proto je velice důležité tuto hodnotu kontrolovat (Wu, 2019).

Zvýšení koncentrace mléčného tuku způsobuje charakteristickou příchut', pocit v ústech a bělejší vzhled mléka. Každý zpracovatel požaduje pro své výrobky jiné parametry mléka (McCarthy, 2017).

Množství tuku závisí na několika různých faktorech, mezi které patří např. správně sestavená krmná dávka, management chovu, plemeno, ale také stadium laktace (Samková, 2017). Dalšími faktory, které ovlivňují množství tuku v mléce, jsou frekvence dojení, pravidelný režim krmení nebo prostor a pohodlí dojnic (Salfer, 2019).

U přežvýkavců se charakterizuje mléčný tuk širokým spektrem mastných kyselin. Mastné kyseliny mléčného tuku obsažené v kravském mléce pochází ze dvou zdrojů. Prvním zdrojem jsou mastné kyseliny se syntézou a druhým zdrojem jsou mastné kyseliny pocházející z krevních lipidů. Složení mastných kyselin v mléce a jejich procentuální zastoupení je uvedeno v Tabulce č. 5 (Navrátilová, 2012). V Tabulce č. 6 je vyobrazen limit mastných kyselin v mléce.

Tabulka č. 5: Složení mastných kyselin v mléce, zdroj: (Navrátilová, 2012)

Mastné kyseliny (%)			
Mléčný tuk	Nasycené MK	Nenasycené MK	Polynasycené MK
	69-81	17-25	2-6

Tabulka č. 6: Obsah mastných kyselin, zdroj: (Lien,2016)

Limit mastných kyselin v mléce	
Parametr	Obsah (mmol·kg <sup>-1</sup> )
Normální koncentrace	5-12
Churningova metoda ČSN 57 0529, 1993	13
Extrakční metoda ČSN 57 0529, 1993	32



### 1.1.2.5 Obsah bílkovin

Bílkoviny, nebo-li proteiny, jsou nejvýznamnější složkou mléka, jak z hlediska nutriční hodnoty, tak i z hlediska ekonomického. Bílkoviny jsou sloučeniny, které se vyskytují v různých formách. Základní dělení bílkovin je na primární, sekundární, terciární a kvartérní strukturu. Toto rozdělení souvisí s uspořádáním aminokyselin v jejich struktuře a s prostorovým uspořádáním celé molekuly (Háněl, 2003).

Bílkovina ve své struktuře obsahuje atomy dusíku, proto ji řadíme mezi dusíkaté látky. V mléce je obsažena ve dvou skupinách, jako bílkoviny dusíku, kterých je v mléce obsaženo 93 – 95 % a jako nebílkovinný dusík, pro který zbývá 5 – 7 % z celkového počtu bílkovin. Z těchto důvodů se liší obsah bílkovin v rámci desetiny procenta, protože bílkovina je v mléce obsažena v rozmezí 3,2 – 3,6 %. Oproti tomu obsah skutečné bílkoviny v mléce je pouze 3 – 3,3 % (Anonym 4, 2018).

Bílkoviny, které jsou obsaženy v mléce, můžeme rozdělit do tří širokých okruhů. Největší podíl zabírá kasein (78,5 %), dále syrovátkové bílkoviny (16,5 %) a nejmenší zastoupení má nebílkovinný dusík (5 %) (DePeters, 1992). Rozdíl mezi syrovátkovými proteiny a kaseinem je v tom, že kasein při pH 4,6 a teplotě 20 °C se sráží (Griffiths, 2010).

Změnu obsahu bílkovin ovlivňují:

- vnitřní faktory
  - plemeno
  - zdravotní stav
  - laktace
  - věk
  - ranní/odpolední dojení
- vnější faktory
  - výživa
  - frekvence dojení
  - systém chovu (DePeters, 1992).

### 1.1.2.6 Rezidua inhibičních látek

Inhibiční látky jsou látky, které svými bakteriostatickými nebo baktericidními účinky ovlivňují další technologické zpracování mléka. Mají vliv především na technologii mléčných výrobků, u kterých je nezbytná aplikace čistých mlékařských kultur. K nejdůležitějším skupinám látek, které vykazují inhibiční účinky na mlékařské kultury, patří:

- veterinární léčivé přípravky (terapeutické aplikace veterinárních léčivých přípravků - antibiotika, chemoterapeutika a jiné biologicky aktivní látky)
- rezidua čistících a desinfekčních prostředků
- silně zplísňená krmiva (mykotoxiny)
- látky rostlinného původu (fytoncidy)
- konzervační a neutralizační látky
- agrochemikálie (pesticidy, insekticidy atd.) (Samková, 2012).

Rezidua se nejčastěji do mléka dostanou pomocí léků a vitamínů, které se používají při onemocnění dojníc, nejčastěji při mastitidě. Ve Spojených státech amerických v roce 1993 probíhal průzkum, který byl zaměřen na zjištění pozitivních výsledků s rezidui. Odhalil, že nejčastějšími rezidui v mléce jsou: penicilin, streptomycin, oxytetracyklin, sulfamethazin, tetracyklin, gentamicin a neomycin. Nejvíce zastoupenými rezidui v mléce byly antibiotika penicilin (20 %) a streptomycin (10 %) (Mitchell, 1998).

Nejdůležitější otázkou v souvislosti s rezidui je, kdy se po ukončení léčby může opět mléko dodávat do zpracovatelského průmyslu. U všech použitých přípravků jsou nastaveny ochranné lhůty, které jsou obecně platné pro všechny dojnice. Tato ochranná lhůta by měla být striktně dodržována, ale někteří farmáři před skončením této lhůty mléko už neoddělují, ale přimíchávají ke zdravému mléku. Tuto činnost odůvodňují tím, že případný malý obsah reziduí v mléce se smíchá s ostatním mlékem (Žďárský, 2004).

Dříve se obsah reziduí v České republice často opomíjel, dnes se díky finančním postihům více hledí na obsah těchto látek v mléce. Zvýšené testování těchto látek v mléce je zapříčiněno především vývojem nových technologií, které umožňují

testování méně náročnými metodami (Tomáška, 2004). V dnešní době se mléko testuje nejčastěji dvěma testy, které probíhají po sobě. Nejdříve zjišťujeme přítomnost reziduí rychlou screeningovou metodu. Screeningová metoda se využívá pro rychlé otestování vzorku mléka. Základním principem screeningové zkoušky jsou mikroorganismy citlivé na inhibiční látky. Pozitivní screeningový test se projevuje růstem těchto mikroorganismů přibližně 2 mm od vzorku mléka. Pokud je výsledek negativní, tak mléko může být dále zpracováno. Ovšem bude-li výsledek pozitivní, tak se vzorek mléka musí přezkoušet mikrobiálními zkouškami na jednotlivé mikroorganismy. Určení jednotlivých mikroorganismů má výhodu, že je velmi přesné, ale oproti screeningovému testu výrazně pomalé (Kološta, 2007).

#### **1.1.2.7 Obsah laktózy**

Mléčný cukr, nebo-li laktóza, je hlavním zdrojem energie pro savce ihned po narození. V mléčných výrobcích je laktóza nejvíce zastoupený sacharid. U některých savců se vyskytují oligosacharidy a monosacharidy (Huppertz, 2008). Předností laktózy je snadná stravitelnost a nízká sladivost (Solomons, 2002).

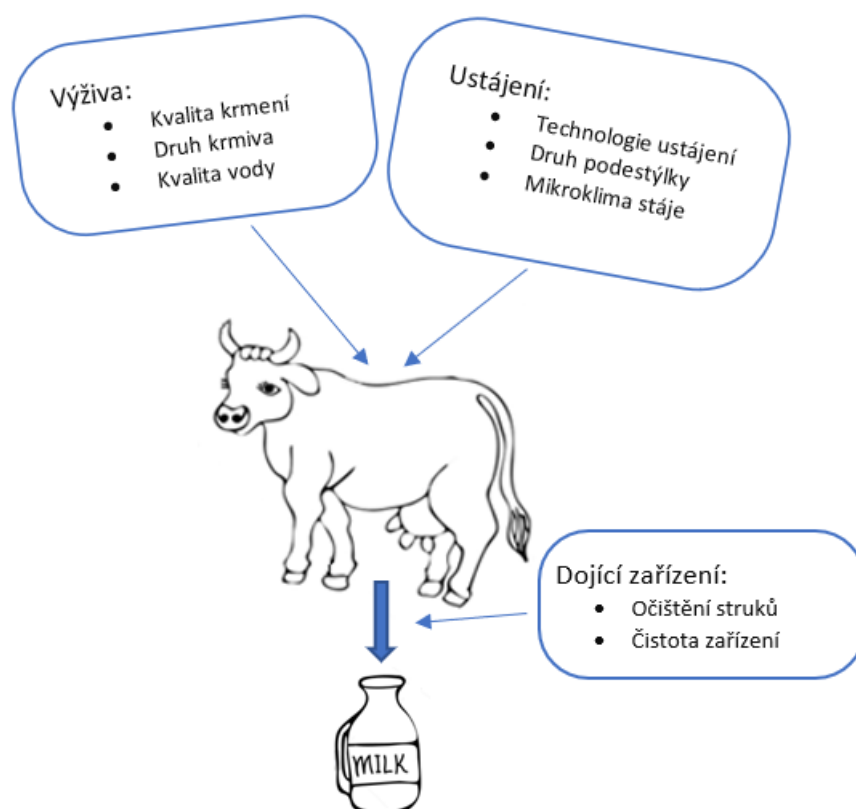
Kravné mléko obsahuje přibližně  $4,8 \text{ g laktózy} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$  mléka, přičemž tento disacharid není v kravném mléce jediný, také se zde vyskytují monosacharidy ( $10 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) nebo oligosacharidy ( $100 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ) (Huppertz, 2008).

Množství laktózy v mléce se v průběhu laktace mění. Snižování obsahu laktózy způsobuje přirozený proces ochuzování mléka v průběhu laktace. Snížený obsah laktózy může vyvolat vyšší podíl somatických buněk. Snižování obsahu laktózy v mléce vede ke zvýšení obsahu NaCl (Huppertz, 2008). Při zvyšování obsahu NaCl v mléce se zvyšuje elektrická vodivost mléka. Pokud se dostane elektrická vodivost mimo svou přirozenou odchylku může být příčinou vysoké snížení obsahu laktózy.

Většina lidí po narození má schopnost trávit laktózu, ale přibližně 75 % populace ztratí tuto schopnost v průběhu života. Naopak někteří jedinci tráví laktózu až do dospělosti (Mattar, 2012). Současný technologický pokrok nám umožňuje zpřístupnit mléčné výrobky i lidem, kteří trpí laktózovou intolerancí. Toto onemocnění se nejčastěji projevuje nepříjemnými střevními potížemi a bolestmi břicha. Množství laktózy lze snížit až na 1 %. Toto zanedbatelné množství už nepředstavuje pro nemocné žádné riziko (Gille, 2018).

## 1.2 Faktory ovlivňující kvalitu mléka

Na chovaná zvířata působí komplikovaný systém faktorů, pocházejících z vnějšího prostředí. Extrémní působení vnějších faktorů nebo kombinace více faktorů, může vést k omezení potenciální užitkovosti chovaných zvířat. Chovatelé mléčných a kombinovaných plemen skotu stojí často před řešením otázky techniky a technologie chovu, optimálního chovného prostředí a managementu (Urban, 1997). Na Obrázku č. 1 jsou znázorněny vlivy prostředí na kvalitu mléka.



Obrázek č. 1: Vlivy prostředí na kvalitu mléka, zdroj: vlastní zpracování

### 1.2.1 Výživa

Výživa dojnic je dalším z významných faktorů, které ovlivňují kvalitu i kvantitu mléka. Dojivost nepatří mezi vlastnosti, které se dědí od rodičů, proto je velmi důležitá správná výživa dojnic. Dojnice jsou náročné na poskytovanou výživu zejména v období bezprostředně po otelení a v průběhu prvních 100 dní laktace. V těchto dnech může docházet k negativní energetické bilanci. Pro dosažení vysoké produkce mléka s vyhovujícím složením je důležitá optimální plnohodnotná výživa dojnic v závislosti na jednotlivých fázích jejich reprodukčního cyklu (Skládanka, 2014).

### 1.2.1.1 Kontaminace krmiv

Kontaminace krmiv je způsobena přímým používáním pesticidů nebo veterinárních přípravků, které se dodávají v krmivech. Závažná kontaminace krmiv je organochlorickým pesticidem. Použití tohoto pesticidu se zavedlo ve 40. letech 20. století a široce se používalo k ničení škůdců až do zavedení zákazů v 70. a 80. letech 20. století (Sifuentes Dos Santos, 2015). Některé státy, zejména rozvojové, ještě dnes používají tyto pesticidy i přes celosvětové úmluvy (Gebremichael, 2013).

Kontaminaci dojnice způsobí i styk zvířete s pesticidem nebo může dojít k nechtěnému krmení kontaminovanými krmivy. Nejzávažnější kontaminaci zvířete způsobuje pití vody z neznámých zdrojů, které jsou především v pastevním odchovu (Kampire, 2011). Organochlorické pesticidy způsobují špatnou funkci reprodukčních a neurologických systémů, dále můžeme pozorovat problémy s imunitou, nesprávnými přenosy vitamínů a glukózy. Lze je také zařadit do kategorie karcinogenních a mutagenních látek (Avancini, 2013).

### 1.2.2 Technologie ustájení

Ustájení se může hodnotit jako důležitý faktor při produkci mléka. Největší důraz při ustájení je kladen na druh podlahy a typ podestýlky pro dané plemeno. Zvolí-li se špatně, mohou se u dojnic objevit otlaky vemen s následnou infekcí. Způsob ustájení má přibližně 20% vliv na užitkovost krav (Knížková, 2011).

U dojných stád, kde produkce mléka je rozhodující pro tržby, je volba vhodné technologie velmi důležitá, ale i obtížná. Chovatel musí vlastní technologii ustájení přizpůsobit jednotlivým fázím meziobdobí. Také musí zohlednit vyšší požadavky prvotek na přísun živin, který je důležitý pro dokončení růstu. Volba optimální ustajovací technologie může být rozhodujícím článkem pro naplnění potřeb dojnic (Doležal, 1996). Velmi diskutovaným tématem je ustájení dojnic především, jestli má být ustájení volné nebo vázané. Dnes se používá výhradně volné ustájení dojnic s různým druhem podestýlky:

#### a) volné ustájení s boxy

- stelivové
- bezstelivové s plnou podlahou
- bezstelivové s roštovou podlahou

#### b) volné kotcové ustájení

- s hlubokou podestýlkou
- s narůstající podestýlkou (Botto, 1988).

Dostatečný prostor je dalším faktorem v technologii ustájení. Produkce mléka může být výrazně ovlivněna prostorem pro dojnice, což potvrzuje výzkum prováděný ve Španělsku, který ukázal, že produkce mléka může kolísat mezi 20 - 35 kg·den<sup>-1</sup>. Změna velikosti (zvětšení) prostoru pro dojnici má za následek navýšení produkce mléka až o 7,5 kg·den<sup>-1</sup>·dojnici<sup>-1</sup>. Ovšem tento výsledek musíme brát jenom jako teoreticky možný (Krawczel, 2009).

#### 1.2.2.1 Mikroklima stáje

Mikroklima stáje se neobejde bez kvalitního větracího systému. Tento systém zajišťuje optimální stav stájového vzduchu nebo se snaží k němu alespoň přiblížit. Stájový vzduch obsahuje směs plynů, vodních par a mikroorganismů. Větrací zařízení musí umožňovat optimální výměnu vzduchu po celý rok i přes extrémní výkyvy ovzduší mimo stáj. Proudění vzduchu má být nejintenzivnější v létě, protože v tomto období je důležité, aby docházelo k ochlazování dojnic. Naopak nejnižší proudění je požadováno v zimním období, a to pouze za účelem odvádění vodních par a škodlivých plynů (Škarda, 2000).

Teplota vzduchu ve stáji také velice úzce souvisí s užitkovostí dojnice. Teplota vzduchu způsobuje stres dojnice, a to má za následek nesprávný příjem krmiva a také přehřívání organismu dojnice. Tím je ovlivněn komfort dojnic, což se v důsledku projeví na kvalitě mléka. S teplotou vzduchu dále souvisí relativní vlhkost vzduchu, která může mít za následek onemocnění dýchacích cest dojnic. Kvalita stájového ovzduší má vliv na užitkovost krav z 10 % až 30 %. Kvalitu stájového ovzduší předepisuje norma ČSN 73 0543-2 (Kic, 1995).

#### 1.2.3 Hygiena dojícího zařízení

Dle některých výzkumů je mléko sterilní a k jeho znečištění dochází až při styku s dojícím zařízením, skladováním, přepravou nebo zpracováním (Perkins, 2009). Největší zdroj bakterií bývá v nedostatečně vyčištěném dojícím zařízením (Visser, 2008). Krátká cirkulace čistícího roztoku, jeho neodpovídající koncentrace a teplota, s použitím neschválených, respektive neotestovaných prostředků, vede ke zhoršení

kvality mléka a reinfekci mléčné žlázy přes dojící stroje. Velmi často se vyskytuje závadný zdroj proplachové čisté vody, či vysoký stupeň tvrdosti vody (Skládanka, 2014). Nesprávné vyčištění dojícího zařízení mohou způsobovat např. trhliny, prasklinky nebo špatná konstrukce zařízení (Vissers, 2008). Proto je nutné dodržovat návody k použití a údržbě dojícího zařízení společně s kontrolou kvality vody a s možností snížení stupně tvrdosti vody. Také je vhodné sledovat kontinuálně působící, nechemické prostředky, např. magnetizaci (Skládanka, 2014).

#### 1.2.4 Vliv plemene na parametry mléka

Zásadní vliv na jakýkoliv parametr mléka má plemeno. Parametry vybraných plemen jsou znázorněny v Tabulce č. 7. V tabulce je zobrazeno porovnání vybraných plemen s průměrnými hodnotami, které se musí brát pouze jako orientační.

Tabulka č. 7: Vliv plemene na parametry mléka, převzato a upraveno z: (Anonym 6, 2012), (Anonym 7, 2015), (Bobbo, 2018), (Franzoi, 2020), (Carroll, 2006)

	Holštýnský skot	UK Jersey	Brown-Swiss
Dojivost (kg)	8 500-9 500	6 000	7 500
Obsah bílkovin (%)	3,3 a více	4,1 - 4,4	3,4 - 3,6
Obsah tuku (%)	3,7 - 4	6,2 - 7,5	4 - 4,6
PSB (%)	2,86	2,84	2,54
Obsah laktózy (%)	4,92	4,8	5
Mléčný močovinový dusík ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ )	0,14	0,15	0,16

#### 1.2.5 Zdravotní stav dojnic

Mezi nejvýznamnější nemoci u krav s vysokou produkcí, zejména během laktace, patří ketóza, porucha metabolismu selenu, hypokalcémie a mastitida (Hamann, 1997). První příznaky těchto nemocí jsou vidět na složení a množství mléka, proto je nutná neustálá kontrola kvality mléka. K tomu pomáhají moderní systémy a přístroje, které monitorují celkový průběh dojení. Včasné odhalená nemoc může odvrátit smrt zvířete, nakažení dalších zvířat a velké ekonomické ztráty, které jsou způsobené výdaji na léčení, likvidaci abnormálního mléka a znemožněný prodej spotřebiteli (Hanus, 2004).

### 1.2.5.1 Mastitida

Mastitida je jedním z nejrozšířenějších onemocnění skotu na světě a má značný hospodářský dopad (Snížek, 1991). Mastitidou trpí každá dojnice minimálně jednou ročně (Hamann, 2010). Toto onemocnění způsobuje pokles produkce mléka, pokles obsahu tuku a bílkovin v mléce, ale také sníženou kvalitu na dojeného mléka (Snížek, 1991). Mastitidu se dělí na dvě základní formy:

- 1) Klinická mastitida – velice rychlá a rozsáhlá forma mastitidy
- 2) Subklinická mastitida – nemá tak rychlý průběh, je nenápadná, nejčastěji se objevuje u nedoléčené klinické mastitidy

Mastitida je vyvolávána vlivy neinfekční povahy jako např. poškození mléčné žlázy nesprávným dojením či pohmožděním. Avšak z 95 % toto onemocnění způsobují bakterie (Snížek, 1991). Mastitidu je také možné podpořit špatným prostředím nebo stresem zvířete (Anonym 5, 2016). Během strojního dojení je struk vemene vystaven vnějším vlivům, které mohou poškodit otvor struku a strukový kanálek. Poškození otvoru struku a strukového kanálku ovlivňuje jejich schopnost působit jako ochrana proti patogenům způsobující mastitidu (Nørstebø, 2019). Program prevence a tlumení mastitidy by měl být založen na následujících opatření:

- dezinfekce struků po dojení
- léčba všech dojnic v období zaprahnutí
- rychlá léčba všech klinických mastitid
- plemenářská opatření ve šlechtění skotu
- správná funkce dojících strojů a strojního zařízení (Snížek, 1991).

### 1.2.5.2 Ketóza

Ketóza je nejčastější a ekonomicky nejvýznamnější metabolické onemocnění vysokoprodukčních dojnic. Ketóza je způsobena náhlou nebo pozvolna působící poruchou metabolismu sacharidů, především, při negativní energetické bilanci ve fázi maximální mléčné produkce (Jagoš, 1985). Toto onemocnění má za následek nedostatek fosforu, hořčíku, vápníku a vitamínu B<sub>12</sub> (Hardt, 2014). Primární ketóza se vyskytuje především u mléčných plemen skotu 2 - 6 týdnů po porodu. Vyznačuje se



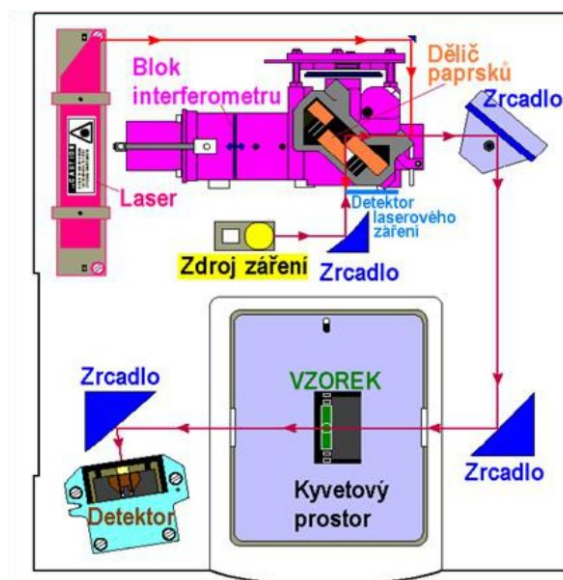
hypoglykemií, ketonémií, ketonurií a ketolakcií, ale také nadměrným vylučováním ketolátek dechem a potem (Jagoš, 1985).

Základní prevencí je vyrovnaná krmná dávka a respektování poměru stravitelných dusíkatých látek : škrobové jednotce. Tento poměr by ani u vysokoprodukčních dojníc neměl klesnout pod 1 : 5,5. Z tohoto důvodu je vhodné 5 – 6 dní před porodem začít zkrmovat krmiva, která obsahují sacharidy v malých dávkách (Hardt, 2014).

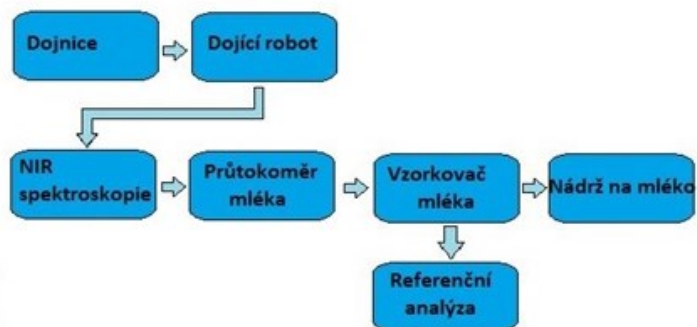
### 1.3 Vybrané metody používané pro analýzu mléka

#### 1.3.1 Infračervená spektroskopie

Infračervená spektroskopie se používá už od 60. let minulého století. V současné době se využití této technologie zvyšuje, stejně jako její použití v online prostředí. Infračervená spektroskopie využívá spektrum vlnových délek, především v oblasti 800 – 2500 nm. Princip této metody spočívá v tom, že vlnové délky, které dopadají na analyzovaný vzorek, jsou pohlcovány nebo odraženy zpět, tím se vytvoří obraz organického složení analyzovaného vzorku (Mlček, 2011). Princip infračervené analýzy metodou pohlcování vlnových délek je zobrazen na Obrázku č. 2, kde je vidět celé schéma fungování přístroje na analýzu infračervené spektroskopie. Následuje Obrázek č. 3, str. 26, který vyobrazuje obecný postup analýzy mléka v infračervené spektroskopii.



Obrázek č. 2: Princip infračervené analýzy, zdroj: (Vávrová, 2020)



Obrázek č. 3: Obecné schéma infračervené spektroskopie, zdroj: vlastní zpracování

Studie Kawasaki, (2008) zabývající se online infračerveným spektroskopickým systémem prokázala, že za dodržení všech podmínek lze získávat online data o obsahu tuku, laktózy, počtu somatických buněk a močoviny s dostatečnou přesností a precizností. Tato metoda může pomoci zemědělcům produkovat vysoce kvalitní mléko a zároveň dodržovat maximální péči o dojnici.

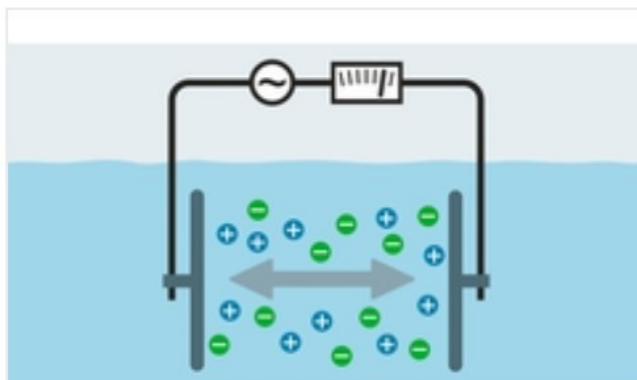
Pokud se srovná analýza mléka infračervenou spektroskopií s ostatními technologiemi pro analýzu, má tato metoda značné výhody. Největší a nejdůležitější výhodou je přenositelnost a snadné přizpůsobení na jakékoliv dojící zařízení. Mezi další klady patří nízké pořizovací náklady, robustnost, rychlé získání výsledků a nedestruktivnost vzorku (Pasquini, 2018). Jako každý systém i tento se potýká s nevýhodami, mezi které patří specifické vlastnosti mléka, jako je heterogenita, neprůhlednost a tukové molekuly. Tyto vlastnosti brání přesnému vyhodnocení daného vzorku (De la Roza-Delgado, 2017).

Pro zvýšení přesnosti výsledků analýzy mléka se provádí mnoho výzkumů, které produkují velmi přesné moduly pro kalibrace s nízkou chybovostí a ověřují přesnost technologie při dodržení kalibračních postupů (De la Roza-Delgado, 2017).

### 1.3.2 Analýza vodivosti mléka

Současná detekce mastitidy u dojnic je časově náročnější a tím i finančně dražší. Z toho důvodu je detekce mastitidy směřována na metodu elektrické vodivosti. Tato metoda by měla být levnější, ale i efektivnější variantou pro zemědělce (Lien, 2016). Princip měření elektrické vodivosti je znázorněn na Obrázku č. 4, str. 27. Přístroj je založen na principu dvou elektrod, které jsou ponořeny do mléka. Elektrody měří

intenzitu proudu vyvolanou střídavým proudem a pohybem aniontů a kationtů v mléce (Endress, 2019).



Obrázek č. 4: Obecný princip měření elektrické vodivosti, zdroj: (Endress, 2019)

V posledních několika letech se začalo velice intenzivně pracovat na vývoji velmi přesných senzorů a matematických modulů, které se budou využívat pro přesné určení onemocnění vemene. Pomocí analýzy elektrické vodivosti mléka (Norberg, 2004).

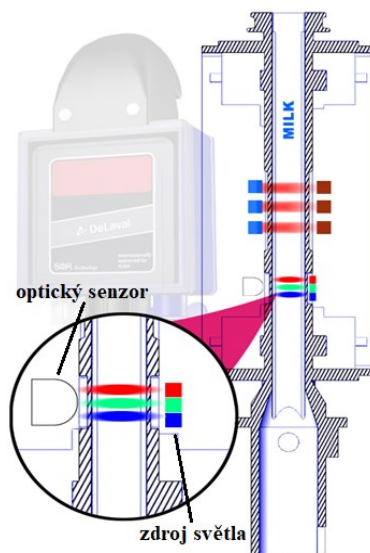
Elektrickou vodivost ovlivňuje mnoho faktorů, které mají za následek kolísání vodivosti v průběhu dojení. Mléko, které je stále použitelné pro zpracovatelský průmysl a přímou konzumaci, může vykazovat v jednotlivých čtvrtí vemene rozdíl. Z toho důvodu je nutné měřit každou čtvrtinu vemene zvlášť. Měření každé čtvrtiny vemene zvlášť umožňuje získávat zdravé mléko z jednotlivých čtvrtí, i když je některá čtvrť zasažená nemocí. Počítač porovnává navzájem získané výsledky z jednotlivých čtvrtí vemene, a to přispívá k přesnějšímu odhalení nemoci vemene (Lien, 2016). Tím je dosaženo maximálního zisku kvalitního mléka od dojnice separací jednotlivých čtvrtí.

Výzkum Cavero, (2007) potvrdil, že zjišťování mastitidy elektrickou vodivostí lze provést za předpokladu správného využití citlivosti a bodu překlenutí mezi zdravým a infikovaným mlékem. Při nedodržení správného postupu se může vyskytovat vysoká chybovost přesahující až 70 %. Dále studie poukazuje na problém nedostatku shromážděných dat z jednotlivých studií. Při nedostatcích nelze efektivně zlepšovat analýzu vodivosti mléka, protože není možné porovnávat takové množství dat navzájem.

### 1.3.3 Optická analýza

Optická analýza je další nedestruktivní online metoda pro zjišťování kvality mléka. Při optické analýze mléka se využívají různé vlastnosti senzorů pro správné hodnocení.

Abnormalitu a kontaminaci mléka je možné nepřímo prozkoumat rozptylem světla a jeho absorpční schopností. K tomu napomáhají změny fyzikálních vlastností mléka. Další změny v mléce lze odhalit pomocí optických senzorů, které zjistí především krev, tuk a kaseinové micely (Borecki, 2009). Obrázek č. 5 zobrazuje měřič mléka s optickou analýzou od firmy DeLaval. Mléko protékající přes tento analyzátor se prosvícuje různým barevným spektrem a optický senzor vyhodnocuje přítomnost abnormálních látek.



Obrázek č. 5: Zařízení sloužící pro optickou analýzu, zdroj: (Anonym 31, 2013)

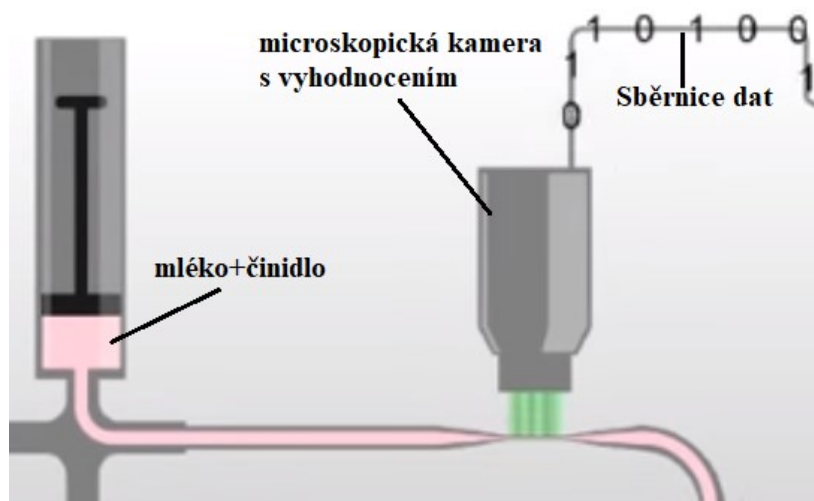
Měření obsahu tuku se zabývala studie Gowri, (2019), ve které je uvedeno, že obsah tuku v mléce způsobí změnu indexu lomu. Mění se index lomu je závislý na koncentraci tuku a vody. Pro toto měření je prokázána účinnost senzorů optických vláken. Díky snadné použitelnosti v terénu a nízkým nákladům je umožněno používat tento přístroj i malými zemědělci.

Dále se rozděluje několik základních kontaminací, které se zjišťují optickými senzory. Základní kontaminace je falšování mléka. I přes veškeré snahy výrobců zařízení na kvalitu mléka se nedaří některé producenty odradit od jeho falšování (Veríssimo, 2020). Další velice časté znečištění mléka je kontaminací mikroorganismy. Jednou z nejpoužívanějších a velice moderních metod na odhalení

mikroorganismů v automatických systémech je průtoková cytometrie, testovaná a schválená jak evropskými (EU-RL), tak severoamerickými (NCIMS/FDA) referenčními laboratořemi (Taitt, 2015). Tradiční metody počítání buněk jsou považovány za pomalé, náročné na práci, nákladné a nepoužitelné pro rutinní použití. Oproti tomu průtoková cytometrie poskytuje analýzu vzorků při 10 000 buňkách za sekundu. (Brehm, 2014).

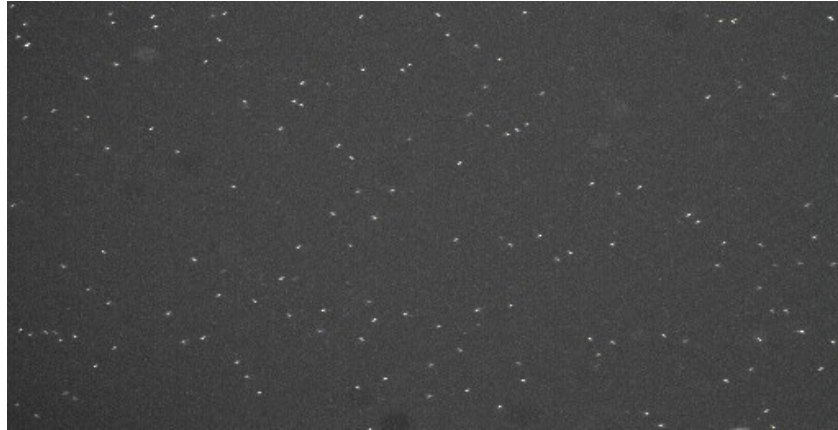
### 1.3.4 Diferenciální test na mléčné leukocyty

Test pracuje na principu optické analýzy, ovšem je zaměřen výhradně na počet leukocytů. Metodu vyvinutou pro identifikaci nepřímé mastitidy nazýváme MLD. Nejrozšířenější komerční zařízení pracuje na principu skenování vzorků mléka vestavěným mikroskopem (Anonym 3, 2019). Principem této metody je zjišťování bílých krvinek v mléce během infekce. Na Obrázku č. 6 je zobrazen princip fungování této metody.



Obrázek č. 6: Princip měření MLD, zdroj: (Anonym 31, 2013)

Obrázek č. 7, str. 30 vyobrazuje fotku z mikroskopické kamery při smíchání čínidla s mlékem. Jsou zde vidět bílé skvrny, které označují jádra buněk tyto jádra spočítá počítač a vyhodnotí kolik somatických buněk je obsaženo v 1 ml mléka.



Obrázek č. 7: Snímek z mikroskopické kamery, zdroj: (Anonym 31, 2013)

Při měření se počítají tři úrovně leukocytů. Jsou to neutrofilů (6 - 50 %), lymfocytů (14 - 80 %) a makrofágy (12 - 46 %) (Schwarz, 2011). Všechny tři úrovně jsou vzájemně vázané na svůj poměr. Při zdravém vemeni stoupá počet makrofágů, naproti tomu při nemocném vemeni stoupá podíl neutrofilů až o 90 % (Gargouri, 2008).

Test, jak již bylo zmíněno měří tři úrovně leukocytů, které můžeme začlenit do celkového stavu stáda. Automatizovaný test MLD potřebuje od každé čtvrtiny vemene vzorek zvlášť ten se přenese na kazetu. Kazeta se vloží do automatizovaného čtecího zařízení a poté vyhodnotí, zda-li je mléko pozitivní nebo negativní. Rychlost vyhodnocení se pohybuje mezi 3 až 15 minutami. Výrobci dále poukazují na to, že každý si může nastavit své vlastní limity, ale dávají doporučení, aby byla návratnost přístroje optimální. Náklady na jeden test od jedné dojnice jsou přibližně 115 Kč přičemž se neberou v potaz náklady na odebrání vzorku a personál (Godden, 2017). Jelikož bylo provedeno málo nezávislých studií MLD, nemůže se plně říci, že je tato metoda lepší než tradiční testy na mastitidu. Více vyhotovených studií se přiklání k dobrým výsledkům ohledně MLD. Důkazem jsou jeho ekonomické a opakovatelné přesnosti. Pro další důkazy je zapotřebí vyhotovit studie s náhodným výběrem vzorků a odlišnými podmínkami (Godden, 2017).

## 1.4 ICAR

ICAR je mezinárodní nevládní organizace, která poskytuje celosvětovou síť s daty, která obsahuje různé metodické pokyny a doporučení. Organizace se snaží spoluprací a sdílením dat s různými producenty v živočišné výrobě stabilizovat živočišnou produkci (Anonym 8, 2019). Hlavním cílem ICAR je podpora a rozvoj technologií, které se zabývají identifikací zvířat, záznamem jejich produkčních schopností a hodnocením produkce zvířat (Anonym 10, 2020).

Organizace ICAR působí v 59 zemích a má 117 členů, z tohoto počtu je 87 řádných členů. Mezi řádné členy patří i Česká republika. Informace o mléce začala Česká republika poskytovat okolo roku 1905. Zbývajících 30 členů je pouze přidružených, i tak mají přístup k jednotlivým datům. Díky tomu organizace ICAR přispívá k udržení potravinového řetězce a zároveň zajišťuje, aby takto otevřený trh byl dlouhodobě prospěšný (Anonym 30, 2020).

### 1.4.1 Certifikace ICAR

ICAR se zabývá certifikací v pěti hlavních odvětvích. Tato organizace vydává certifikace na: zařízení pro identifikaci zvířat, záznamová zařízení a měřiče mléka, akreditované laboratoře pro zjišťování původu DNA, odvětví zabývající se kvalitou mléka a jeho analýzou. (Anonym 9, 2020).

K získání certifikátu pro nové zařízení je zapotřebí nejprve podat žádost a poté vyčkat, než zkušební laboratoře prověří, jestli toto zařízení splňuje všechny podmínky pro udělení certifikace. (Anonym 9, 2020).

Zařízení pro zaznamenávání mléka, jak měřiče mléka a vzorkovače tak i analyzátory mléka, lze schválit organizací ICAR po dosažení norem:

- ISO 3918 – Dojící zařízení – Slovník
- ISO 5707 – Dojící zařízení – Konstrukce a provedení
- ISO 6690 – Dojící zařízení – Mechanické zkoušky
- ISO 20966 – Automatické dojící zařízení – Požadavky a zkoušení (Anonym 13, 2017).

### 1.4.1.1 Požadavky na zařízení pro zaznamenávání mléka

Zařízení, které zaznamenává mléko pro úřední účel, musí splňovat normu ISO 3918. Tyto zařízení musí být zkonstruovány tak, aby fungovaly za normálních podmínek při strojním dojení podle norem ISO 5707 a ISO 20966. Stejně normy udávají druh použitého materiálu, který má být použit při výrobě. K těmto normám se připojují zákony dané země. Výrobci dále specifikují přesné podmínky, za kterých zařízení bude fungovat a dále stanovují dodání provozních pokynů pro obsluhu (Anonym 13, 2017).

Zařízení pro zaznamenávání mléka by mělo disponovat minimální kapacitou na nádoj mléka, a to nejméně 40 kg u skotu, 6 kg u koz a 3 kg u ovcí. Průtokové měřiče mléka by měly mít kapacitu průtoku nejméně  $15 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$  při maximální chybovosti měření do 5 % z celkového nádoje dojnice jak u skotu, tak u ovcí a koz. Zaznamenávání průběhu dojení musí ukazovat aktualizovaný nádoj dojnice o přírůstku nejvýše 0,2 kg pro skot a 0,1 kg u ovcí a koz (Anonym 13, 2017).

Konstrukční řešení měřičů mléka musí umožňovat obsluze snadné čtení dat a lehkou manipulaci při připojení k dojícímu zařízení. Dále měřič mléka musí být odolný vůči všem podmínkám, jenž se vyskytují v běžném prostředí (např. v průběhu měření a odebírání vzorků, čištění, dezinfekce, a i případné přepravě). Také musí splňovat požadavky normy ISO 5707 dále součástky podléhající opotřebení musí být snadno vyměnitelné i obsluhou zařízení. Je-li měřič nádoje vybaven kalibračními moduly, je nutné zabezpečit, aby nemohlo dojít k neoprávněné změně kalibračních hodnot (Anonym 13, 2017).

K odebírání vzorků mléka jsou za měřiče nádoje instalovány vzorkovače, které umožňují získat minimální objem 25 ml vzorku při minimálním množství protékajícího mléka v závislosti na druhu: u skotu 2 kg a 0,3 kg u koz a ovcí, přičemž musí zaručit, že ve vzorku je zastoupený celkový průběh dojení. Další podmínka pro vzorkovač je snadná přístupnost vzorkovací zkumavky nebo láhve a jejich montáž či demontáž (Anonym 13, 2017).

V systémech pro úřední zaznamenávání pomocí propojené sítě musí být k dispozici celkový elektronický spis o dojnici. Spis musí obsahovat číslo dojnice, množství nadojeného mléka, čas dojení a místo, kde byla dojnice dojena. Tento spis



musí ukládat data o všech dojnících při každém dojení s minimální chybovostí při načítání dojnice do 98 % a identifikaci dojnice na 100 % (Anonym 13, 2017).

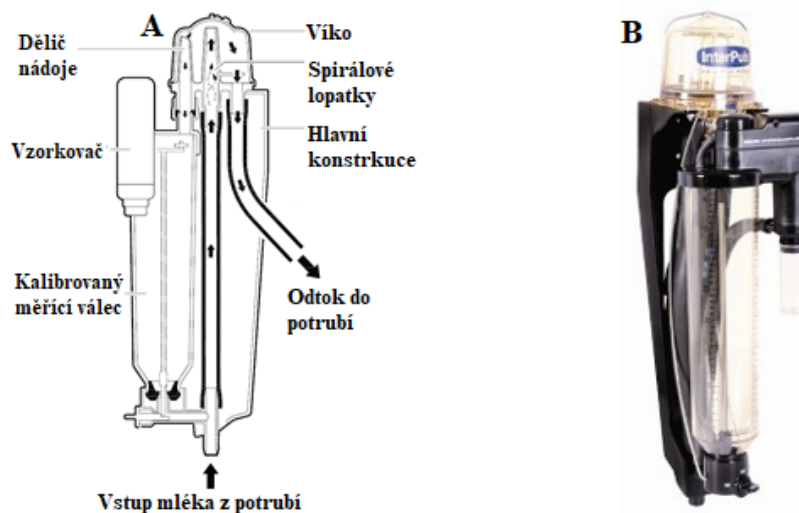
Další podmínkou pro zařízení na záznam mléka či vzorkovač mléka je minimální dopad dojení na kvalitu mléka. Zařízení nesmí nikterak výrazně měnit účinek vakua na struku. Tyto požadavky jsou uvedeny v normě ISO 5707 a měření probíhá dle normy ISO 6690. Také je nutné zaručit minimální vliv na bakteriologickou kvalitu mléka. Dále nesmí umožňovat shromažďování mléčných kultur nebo bakterií po přesně popsaném postupu čištění od výrobce (Anonym 13, 2017).

#### **1.4.2 Certifikované přístroje na měření mléka**

Tato kapitola je zaměřena na přístroje, které měří nádoj mléka a jsou schválené certifikací ICAR od roku 2015 do května 2020. Celkem je organizací ICAR schváleno 114 přístrojů pro měření nádoje mléka. V následujících kapitolách jsou uvedeny přístroje, které se využívají na měření kravského mléka. Společnosti, které vyvíjejí měřiče nádoje, musí pro získání certifikátu od organizace ICAR vynaložit mnoho práce a času (Anonym 12, 2020).

### 1.4.2.1 Waikato MKV (SpeedSampl)

První certifikace přístroje Waikato MKV pro měření nádoje proběhla již v roce 1994. Tuto certifikaci získala společnost Waikato Milking Systems. V roce 2014 si společnost Interpuls SpA nechala zhotovit modernější provedení, jehož součástí je i přesné vzorkování mléka. Tento přístroj byl certifikován v roce 2015. Jeho obrázek s podrobnějším popisem je na Obrázku č. 8. (Anonym 12, 2020).



Obrázek č. 8: Obrázek přístroje od společnosti Waikato Milking Systems. Část A- schématický popis zařízení, část B- vzhled přístroje SpeedSampl, zdroj: (Anonym 16, 2008), (Anonym 12, 2020)

Tento přístroj umožňuje plynulý průtok mléka při dojení. Měření probíhá poměrem  $25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  ze získaného mléka. Při průchodu mléka měřičem se část mléka dostane přes dělič nádoje do kalibrovaného válce. Tento válec slouží k odečtení celkového nádoje mléka. Nádobka k přístroji není připevněna na pevno. To slouží k možnému zvažení a odebrání vzorků pro další analýzy mléka. Nejnovější přístroj má vzorkovač zabudovaný v sobě a je schopný získat objem 25 ml z průběhu dojení (Anonym 16, 2008). Měřič nádoje je konstruován na podtlak mezi 40 a 50 kPa, přičemž doporučený pracovní podtlak je 36 až 42 kPa. V průběhu dojení by se podtlak neměl extrémně měnit. Změna podtlaku může zkreslovat přesné množství odměřeného nádoje. Měřič dovoluje měřit i vysokoproduktivní dojnice až do 42 kg nádoje na dojnici. Udává se, že přesnost zařízení je  $\pm 2,5 \%$  při nádoji 30 kg (Anonym 16, 2008). Výhodou přístroje je jednoduchá instalace a minimální počet dílů bez elektroniky. Nevýhoda přístroje spočívá v nemožnosti měření elektrické vodivosti mléka, přítomnosti krve, nebo v nemožnosti měření celkového nádoje stáda (Anonym 17, 2016).

### 1.4.2.2 Multilactor Premium

Multilactor Premium pochází z firmy Siliconfrom GmbH & Co. Přístroj se skládá ze dvou částí. Jednou částí je ovládací modul Multilactor Premium a druhou je měřič nádoje Uniplus. Na Obrázku č. 9, je ukázka tohoto přístroje a měřiče nádoje. Přístroj byl certifikován v roce 2016 (Anonym 12, 2020).



Obrázek č. 9: Ukázka přístroje Multicator Premium a měřiče nádoje Uniplus, zdroj: (Anonym 12, 2020)

Měřič nádoje Uniplus umí pracovat s rychlostí dojení až 15 litrů za minutu. Neumožňuje plynulý průtok nádoje nýbrž střídavý, a to z důvodu principu měření. Měření je založeno na jednoduchém principu překlápění odměřovací nádoby. Překlopení mechanismu udává 100 g mléka. Mechanismus této nádoby je takový, že pokud je jedna strana zaplněná, tak pomocí gravitace dojde k překlopení a začne se plnit druhá strana. Počítání překlopení obstarává počítadlo na principu elektromagnetické indukce, které předává informace do centrálního modulu ovládní. Měřicí komora obsahuje pouze magnet, který slouží k snímání počtu překlopení. Protože složení přístroje je velmi jednoduché, tak i jeho údržba je jednoduchá. Výrobce udává, že lze přidat vzorkovač mléka a měření elektrické vodivosti (Anonym 14, 2008).

Ovládací modul Multilactor Premium umožňuje celkovou kontrolu stáda dojnic. Zaznamenává mnoho hodnot např. čas dojení, měření nádoje nebo hlídá množství dojeného mléka. Tato hodnota je důležitá, protože díky ní nedochází k předojení dojnice. Další výhodou je také ukládání dat o kvalitě dojného mléka. Sestavu lze instalovat pro jakékoliv dojící zařízení. Omezení u jednotlivých zařízení je pouze v rozsahu využití modulu (Anonym 15, 2016).

### 1.4.2.3 MMD 500

MMD 500 je přístroj od firmy Orion Machinery Co. Ltd. Firma ho představila v roce 2016 jako novinku na trhu. Je to jediný přístroj na měření nádoje z tamní firmy. V červenci téhož roku proběhla certifikace. Přístroj je znázorněn na Obrázku č. 10 (Anonym 12, 2020).

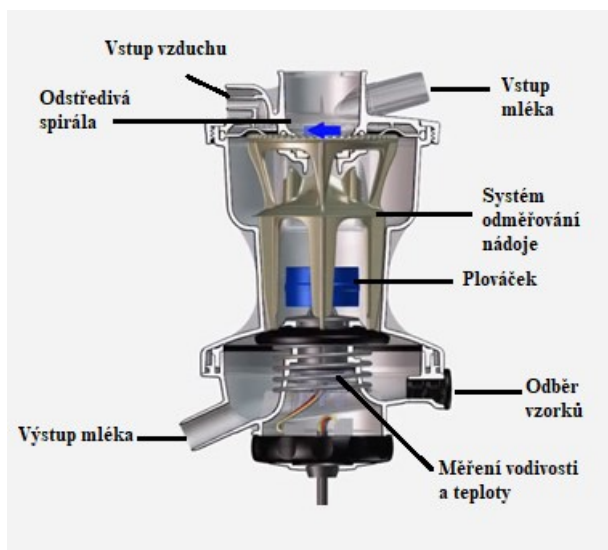


Obrázek č. 10: Přístroj MMD 500, zdroj: (Anonym 18, 2016)

Měřič mléka MMD 500 disponuje velkou multifunkčností. Zvládne měřit nádoj dojnice, elektrickou vodivost mléka a teplotu mléka v reálném čase (Anonym 18, 2016). Dle informací na stránkách výrobce, probíhá měření produkce mléka na objemovém principu nádoby, která je umístěna za centrálním modulem a po analýze je mléko přepouštěno dále do oběhu. Přesnost přístroje je udávaná při množství mléka 2-10 kg s odchylkou 0,5 kg. Při množství mléka 10-40 kg je udávaná maximální přístupná odchylka přibližně 5 % z měření. Systém pracuje s trochu větším podtlakem, který přesahuje až 60 kPa. Přístroj je vybaven automatickým vzorkovačem mléka, který lze aktivovat pomocí modulu (Anonym 19, 2016).

#### 1.4.2.4 MilkMeter Volumetric (MMV)

Výrobce zařízení MilkMeter Volumetric je firma InterPlus SpA. Nejnovější certifikovaný produkt této firmy je se třemi ovládacími moduly. Všechny tři certifikace jednotlivých modulů proběhly v roce 2018. Na Obrázku č. 11 je znázorněno schéma přístroje (Anonym 12, 2020).



Obrázek č. 11: Schématický popis přístroje MilkMetr Volumetric, zdroj: (Anonym 20, 2016)

MilkMeter Volumetric dokáže měřit množství nádoje mléka během dojení, ale také měří elektrickou vodivost a teplotu mléka. Je navržen tak, aby byl adaptivní pro tři ovládací moduly. Prvním modulem je ACR Smart. Tento modul je nejjednodušší na ovládání, ale neumí zaznamenávat velké množství dat. Dalším modulem je iMilk600, který obsahuje panel s ovládáním a obrazovku a má funkci ukazatele měřených dat. Nejmodernější modul, který firma InterPlus SpA vyrábí, je iMilk600 HD, ve kterém už není k dispozici žádný prvek ovládání ani čtecí zařízení. Všechny data jsou přenášena do sběrného počítače (Anonym 21, 2018). Průtokoměr funguje na principu měření objemu kapaliny. Způsob měření se považuje za velmi přesný. Udávaná chybovost měřiče nádoje je maximálně  $\pm 2\%$  z celkového nádoje. Patent měřiče spočívá v konstrukci měřáku, který dokáže odstředit mléko od pěny. Součástí přístroje je plováček, který se po zaplnění nádobky zvedne a předá signál modulu, který přesune ventil směrem dolů a tak dojde k vypuštění mléka. Průtokoměr pracuje s tlakem 20 až 60 kPa. Průtok dokáže zaznamenávat v rozsahu od 0 do  $12 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$  (Anonym 20, 2016).

#### 1.4.2.5 LactoCorder-S (TT)

System LactoCorder-S je produktem firmy WMB AG, která ho vyvíjela pro společnost Tru-Test Ltd. Jako jeden z mála certifikovaných přístrojů je schopen měřit nádoj mléka nejen od dojnic, ale také od ovcí a koz. Certifikace byla provedena u obou firem v roce 2018. Přístroj LactoCorder-S je znázorněn na Obrázku č.12 (Anonym 12, 2020).

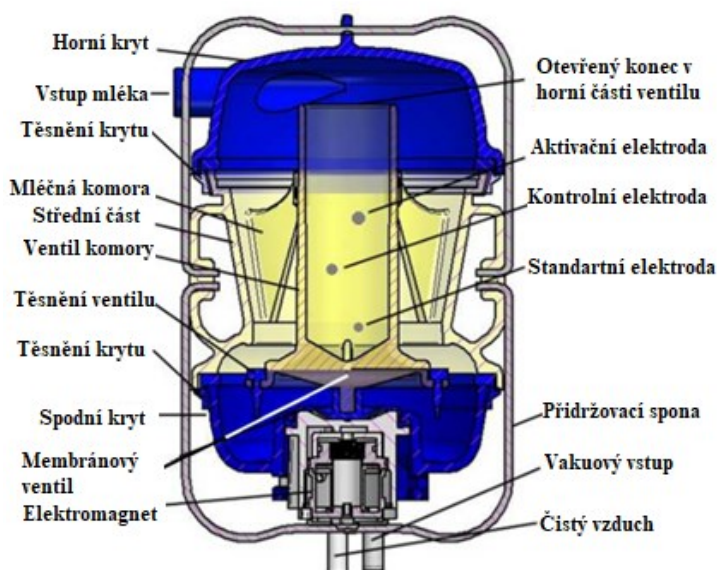


Obrázek č. 12: Zobrazení přístroje Lacorder-S, zdroj: (Anonym 12, 2020)

Přístroj má zcela nový, patentovaný systém měření mléka. Zvládne přesné měření průtoku mléka i přes velmi proměnlivou hustotu a pění teplého mléka. Mléko, které pulzuje, vstupuje do přístroje přes odstředivou hlavu. Měření probíhá v komoře, která je opatřena šedesáti svisle uspořádanými měřicími elektrodami. Elektrody jsou uspořádány od sebe 1,6 mm a měří elektrickou vodivost mléka a vzduchu v intervalech 0,7 s. Jestliže elektrody zjistí přítomnost vzduchu, počítač vyhodnotí poměr mezi oběma vrstvami a zaznamená hmotnostní průtok mléka ( $\text{kg} \cdot \text{min}^{-1}$ ). Dále dokáže přesně měřit objemový průtok v litrech za minutu. System LactoCorder, na základě takto přesného měření vodivosti a hustoty mléka, dokáže zpracovávat informace přesně a kvalitně. Dalším parametrem, který dokáže zaznamenávat, je teplota dojeného mléka. Také zaznamená celkovou produkci dojnic a součástí přístroje je i vzorkovač až na 40 ml vzorku (Anonym 22, 2018). Přístroj lze konfigurovat na všechny dojící zařízení a má minimální dopad na podtlak zařízení. Nevýhodou je pouze to, že elektrické napájení systému obsahuje baterie, které se musí vyměňovat. To může způsobovat v některých chovech jisté komplikace (Anonym 23, 2018).

### 1.4.2.6 AfiMilk MPC

AfiMilk MPC je moderním řešením od firmy AfiMilk. Je to vylepšený starší model z roku 2012. Vylepšení měřiče spočívá především v použití nových těsnících prvků a přesnějšího snímání hladiny. Certifikace tohoto měřiče nádoje se uskutečnila v roce 2019. Obrázek č. 13 znázorňuje řez měřičem s popisem jednotlivých částí (Anonym 12, 2020).



Obrázek č. 13: Obrázek řezu měřiče AfiMilk MPC, zdroj: (Anonym 24, 2003)

Tělo přístroje obsahuje měřicí komoru osazenou spirálově uloženými elektrodami, které zaznamenávají elektrickou vodivost a tím i výšku hladiny měřícího média v komoře tělesa. Po celou dobu plnění je spodní ventil uzavřen. Otvírání spodního ventilu zajišťuje elektromagnet, kterému dává pokyn ovládací modul na základně hodnot z elektrod. Jestliže se elektromagnetický ventil aktivuje, pružná membrána pomocí přívodu vakua zatáhne ventil směrem dolů a mezi středním a spodním krytem může kapalina protékat. Po vypuštění kapaliny se opět elektromagnetický ventil deaktivuje, tím dojde k obnovení přívodu vzduchu a uzavření komory. Jedna dávka měřiče se pohybuje v rozmezí 250 až 300 g v závislosti na množství pěny a hustoty mléka. Přitom nepřesnost zařízení na celkový nádoj je maximálně 4 %. Měřič nádoje vyhodnocuje pouze elektrickou vodivost a teplotu mléka (Anonym 24, 2003).

### 1.4.2.7 MDS Saccomatic IDC 3b

Vývojové oddělení firmy SA Christensen & Co. zatím jako jediné žádalo o udělení certifikace v roce 2020. Tuto certifikaci prozatím, jako jediná firma získala pro systém MDS Saccomatic IDC 3b, který je možné kvalifikovat jako nástupce modelu IDC 3 (Anonym 12, 2020). Přístroj MDS Saccomatic IDC 3b je zobrazen na Obrázku č. 14.



Obrázek č. 14: Zařízení MDS Saccomatic IDC 3b, zdroj: (Anonym 27, 2020)

MDS Saccomatic je přístroj, který dokáže řídit celý průběh dojení od udávání pulsu přes měření a analýzu nádoje až po hlídání průběhu dojení (Anonym 26, 2020). Měřič nádoje obsahuje dvě komory: vnější a vnitřní. Vnější komora je osazena šesti elektrodami, které měří elektrickou vodivost mléka a výšku hladiny ve vnější části měřiče. Vnitřní část měřiče je složena z patentového klínku, přes který je mléko pouštěno do vypouštěcí komory. Po naplnění dostatečným množstvím mléka se pomocí táhla a soustavy membrán otevře spodní část měřiče a mléko opustí měřič. Zaznamenávání probíhá v centrálním modulu, který jak již bylo zmíněno, ovládá celkový průběh dojení. Přístroj pracuje s přesností  $\pm 2\%$  z celkového nádoje (Anonym 27, 2020). Souprava na odebrání vzorků není součástí přístroje MDS Saccomatic IDC 3b. Pro odebrání vzorků se musí souprava namontovat na odtokové potrubí (Anonym 29, 2020).



## 2 Závěr

Hlavním cílem této literární rešerše bylo shromáždění základních informací o nových metodách v analýze a měření nádoje mléka, které se využívají v chovu dojnic. Literární rešerše se zabývá především metodami a přístroji, které napomáhají ke zlepšení a usnadnění kontroly a kvality dojeného mléka. Část se zaměřuje na složení kravského mléka, vliv chovaného plemene skotu na kvalitu mléka. Dále je zaměřena na organizaci ICAR a systémy, které certifikuje.

Pro zřehlednění použitých metod pro kvalitu a kontrolu mléka v závislosti na fyzikálně-chemických parametrech, je zde uvedena Tabulka č. 8. V této tabulce je zobrazen vždy jeden fyzikálně-chemický parametr a k němu je přiřazena analytická metoda, kterou se tento parametr stanovuje.

**Tabulka č. 8: Znázornění parametrů, jejich analýze a možnosti problémů**

Fyzikálně-chemický parametr mléka	Používaná metoda	Předpokládaný problém související s parametrem
Elektrická vodivost	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analýza vodivosti mléka</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Mastitida</li><li>➤ Obsah tuku</li><li>➤ Obsah laktózy</li><li>➤ Teplota mléka</li></ul>
Počet somatických buněk	<ul style="list-style-type: none"><li>• Infračervená spektroskopie</li><li>• Optická analýza</li><li>• Test na mléčné leukocyty</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Špatné ustájení</li><li>➤ Obsah laktózy</li><li>➤ Mastitida</li></ul>
Obsah močoviny	<ul style="list-style-type: none"><li>• Infračervená spektroskopie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Nevyváženost stravy</li><li>➤ Přimíchávání vody s močovinou</li><li>➤ Prodloužení inseminačního intervalu</li></ul>
Obsah tuku	<ul style="list-style-type: none"><li>• Infračervená spektroskopie</li><li>• Optická analýza</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Stadium laktace</li><li>➤ Ketóza</li></ul>

Mezi důležité fyzikálně-chemické parametry, které se stanovují v mléce, jsou elektrická vodivost, počet somatických buněk, obsah močoviny nebo obsah tuku. Elektrickou vodivostí mléka se měří obsah tuku a laktózy. Také se tímto parametrem dá určit, jestli jsou dojnice zdravé, tzn. jestli nemají onemocnění vemene.

Tato rešerše se též zaměřuje na použití automatizace při dojení, s důrazem na zachování podmínek kvality a nezávadnosti mléka. V současnosti je mnoho výzkumných skupin snažících se vyvinout metodu, která by měla vysokou účinnost, spolehlivost a především, by byla dostupná i pro malé zemědělce. Výzkum nových a levnějších metod má cílit především na malé zemědělce, jelikož ti patří do skupiny, kterým se v současné době nevyplatí investovat do automatizace dojení.

Podstatná část práce byla zaměřena na metody a přístroje sloužící k měření nádoje. Zmíněné přístroje pro měření nádoje fungují na různých principech, např. měření nádoje pomocí dvou komor, nebo překlápění odměřovací nádoby.

Poslední část práce byla věnována organizaci ICAR. Ta se zabývá veškerou problematikou související s rozvojem technologií pro identifikaci zvířat, záznamem jejich reprodukčních schopností nebo také analýzou a kvalitou mléka. Má také možnost udělování certifikátů na přístroje, které měří v reálním čase nádoj a mohou analyzovat vzorky mléka, popř. vyhodnotit jeho kvalitu. Vývoj přístrojů sloužící k analýze mléka je velmi důležitý především pro ochranu zdraví skotu, ale i pro ochranu zdraví spotřebitelů. Živočišná výroba je jedno z mála odvětví, kterému automatizace prospívá, protože napomáhá ke zkvalitnění chovu dojnic, ale také usnadňuje práci zemědělcům.

### 3 Citovaná literatura

ANONYM 2, 2017. *ČMSCH, AS - Rozbory Zpeněžování* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.cmsch.cz/laboratore/lrm-laboratore-pro-rozbor-mleka/nabidka-sluzeb-lrm/rozbory-zpenezovani/>

ANONYM 3, 2019. *Qscoutlab* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.qscoutlab.com/dairy>

ANONYM 4, 2018. *Web2.mendelu.cz* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [http://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/print.php?page=1685&typ=html](http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=1685&typ=html)

ANONYM 5, 2016. *ZOOTECHNIKA-MASTITIDY* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zoohygiena-a-choroby-hospodarskych-zvirat/choroby-prezvykavcu/mastitidy.html>

ANONYM 6, 2012. *Katedry.czu.cz* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://katedry.czu.cz/storage/7827\\_Mlecna-plemena-skotu.pdf](https://katedry.czu.cz/storage/7827_Mlecna-plemena-skotu.pdf)

ANONYM 7, 2015. *CDI-Center for Dairy information* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://www.ukjerseys.com/breed/breed\\_performance.pdf](https://www.ukjerseys.com/breed/breed_performance.pdf)

ANONYM 8, 2019. *ICAR- Statutes and By-Laws* [online]. ICAR.org [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.icar.org/index.php/about-us-icar-facts/statutes-and-by-laws/>

ANONYM 9, 2020. *Steps to submit a recording and sampling device for ICAR testing and certification* [online]. ICAR.org [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.icar.org/index.php/certifications/icar-certifications-for-milk-meters-for-cow-sheep-goats/steps-to-submit-a-device-for-icar-testing/>

ANONYM 10, 2020. *ICAR - Aims and objectives* [online]. ICAR.org [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.icar.org/index.php/about-us-icar-facts/aims-and-objectives/>

ANONYM 12, 2020. *ICAR - Certified milk meters. ICAR* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.icar.org/index.php/certifications/icar-certifications-for-milk-meters-for-cow-sheep-goats/certified-milk-meters/>

ANONYM 13, 2017. Section 11 - Guidelines for Testing, Approval and Checking of Milk Recording Devices. *ICAR* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.icar.org/Guidelines/11-Milk-Recording-Devices.pdf>

ANONYM 14, 2008. *UNIPULS MILK MEASURING* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [http://www.quality-certification.com/Technical\\_Docs/UNIPULS%20MILK%20MEASURING.pdf](http://www.quality-certification.com/Technical_Docs/UNIPULS%20MILK%20MEASURING.pdf)

ANONYM 15, 2016. MULTILACTOR. *Siliconform* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.siliconform.com/page/C,Multilactor,21.html>

ANONYM 16, 2008. Waikato milking systems. *Waikato* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://www.coburn.com/img/product/description/InstructionManuals/WaikatoSpeed Sampler\\_Ins\\_2008-08-22.pdf](https://www.coburn.com/img/product/description/InstructionManuals/WaikatoSpeed Sampler_Ins_2008-08-22.pdf)

ANONYM 17, 2016. *InterPlus SpA - MILK METER MK5 - 30KG* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <http://www.interpuls.com/products/automation/mk5-milk-meter/milk-meter-mk5-30kg-icar.html>

ANONYM 18, 2016. Orion Machinery Co., Ltd - MMD500. *Dairyjapan.com* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <http://dairyjapan.com/news/?p=9047>

ANONYM 19, 2016. Luxmeter Data MMD500. *Orionkikai.co.jp* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.orionkikai.co.jp/rakuno/products/sakunyu/mmd500/index.html>

ANONYM 20, 2016. DOUBLE CHAMBER VOLUMETRIC MILK METER. <https://patentscope.wipo.int/> [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=WO2016046722&tab=PCTDESCRIPTION>

ANONYM 21, 2018. MMV-milk-meter-User-manual. *ICAR.org* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://www.icar.org/wp-content/uploads/gravity\\_forms/2-008da8f4008c888c1303eae5fe6cf4bc/2018/05/MMV-milk-meter-User-manual.pdf](https://www.icar.org/wp-content/uploads/gravity_forms/2-008da8f4008c888c1303eae5fe6cf4bc/2018/05/MMV-milk-meter-User-manual.pdf)

ANONYM 22, 2018. LactoCorder. The System. *Lactocorder.ch* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <http://www.lactocorder.ch/startframeset.asp?l=en>

ANONYM 23, 2018. Lactocorder TT. *Livestock.tru-test.com* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.livestock.tru-test.com/en/product/lactocorder-t-t>

ANONYM 24, 2003. Silicone And Rubber Component Replacement - Afikim Afi-lite Plus User Manual. <https://www.manualslib.com/> [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.manualslib.com/manual/753074/Afikim-Afi-Lite-Plus.html?page=31#manual>

ANONYM 26, 2020. Brochure IDC GB 2010\_1. *Quality-certification.com* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [http://www.quality-certification.com/Technical\\_Docs/idc3.pdf](http://www.quality-certification.com/Technical_Docs/idc3.pdf)

ANONYM 27, 2020. IDC- Cluster remover and milk meter. <http://www.milksmarter.co.nz/> [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <http://www.milksmarter.co.nz/idc.html>

ANONYM 29, 2020. Mds-management.pdf. <https://www.zootecnicaballan.com> [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.zootecnicaballan.com/pdf/sac/mds-management.pdf>

ANONYM 30, 2020. ICAR - historic information about milk recording. *ICAR* [online]. [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: <https://www.icar.org/index.php/about-us-icar-facts/historic-information-about-milk-recording/>

ANONYM 31, 2013. *Technical and user manual DeLaval milk meter MM27BC*. DeLaval Inc.

AVANCINI, Régia, Iandara SILVA, Ana ROSA, Paula SARCINELLI a Sueli DE MESQUITA, 2013. Organochlorine compounds in bovine milk from the state of Mato Grosso do Sul – Brazil. *Chemosphere* [online]. **90**(9), 2408-2413 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2012.10.069. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653512013082>

BARTH, K a M GRAUPNER, 1999. *Experimentelle Untersuchungen zu Eutergesundheits- und Milchqualitätskontrolle auf der Basis der Leitfähigkeitsmessung während des Melkens*. *Milchwissenschaft*. 54(2).

- BOBBO, T., M. PENASA, R. FINOCCHIARO, G. VISENTIN a M. CASSANDRO, 2018. Alternative somatic cell count traits exploitable in genetic selection for mastitis resistance in Italian Holsteins. *Journal of Dairy Science* [online]. **101**(11), 10001-10010 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.3168/jds.2018-14827. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030218307720>
- BORECKI, , SZMIDT, MACIEJ et al., 2009. *A method for testing the quality of milk using optical capillaries*. Photonics Letters of Poland.
- BOTTO, Vladimír, Rudolf KONÍČEK, Václav PAŠEK a Jiří ŽIŽLAVSKÝ, 1988. *Chov hovädzieho dobytku*. Príroda, Bratislava v spolupráci so SZN, Praha.
- BREHM, a STECHER, 2014. *Encyclopedia of Food Microbiology, (2nd ed)*. Cambridge, Massachusetts. Academic Press.
- CARROLL, S.M., E.J. DEPETERS, S.J. TAYLOR, M. ROSENBERG, H. PEREZ-MONTI a V.A. CAPPS, 2006. Milk composition of Holstein, Jersey, and Brown Swiss cows in response to increasing levels of dietary fat. *Animal Feed Science and Technology* [online]. **131**(3-4), 451-473 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.06.019. ISSN 03778401. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840106002720>
- CAVERO, D. et al., 2007. Analysing serial data for mastitis detection by means of local regression. *Livestock Science*, 110(1-2), pp.101-110. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141306003878> [Accessed March 28, 2020].
- DAMM, Malin, Claus HOLM, Mette BLAABJERG, Morten BRO a Daniel SCHWARZ, 2017. Differential somatic cell count—A novel method for routine mastitis screening in the frame of Dairy Herd Improvement testing programs. *Journal of Dairy Science* [online]. **100**(6), 4926-4940 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.3168/jds.2016-12409. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217302813>
- DE LA ROZA-DELGADO, Begoña, Ana GARRIDO-VARO, Ana SOLDADO, Amelia GONZÁLEZ ARROJO, María CUEVAS VALDÉS, Francisco MAROTO a Dolores PÉREZ-MARÍN, 2017. Matching portable NIRS instruments for in situ

monitoring indicators of milk composition. *Food Control* [online]. **76**, 74-81 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.foodcont.2017.01.004. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095671351730004X>

DEPETERS, E.J. a J.D. FERGUSON, 1992. Nonprotein Nitrogen and Protein Distribution in the Milk of Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **75**(11), 3192-3209 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78085-0. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030292780850>

DOLEŽAL, Oldřich, Jaroslav PYTLOUN, Jiří MOTYČKA a Lubomír KRATOCHVÍL, 1996. *Technologie a technika chovu skotu*. Svaz chovatelů českého strakatého skotu.

ENDRESS, a HAUSER, 2019. *Senzory a převodníky vodivosti* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.cz.endress.com/cs/Polni-instrumentace-sita-namiru/analyza-kapalin/senzory-a-prevodniky-vodivosti>

FERNANDO, R.S., R.B. RINDSIG a S.L. SPAHR, 1981. Effect of Length of Milking Interval and Fat Content on Milk Conductivity and Its Use for Detecting Mastitis. *Journal of Dairy Science* [online]. **64**(4), 678-682 [cit. 2020-03-29]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(81)82629-X. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S002203028182629X>

FRANZOI, M., C.L. MANUELIAN, M. PENASA a M. DE MARCHI, 2020. Effects of somatic cell score on milk yield and mid-infrared predicted composition and technological traits of Brown Swiss, Holstein Friesian, and Simmental cattle breeds. *Journal of Dairy Science* [online]. **103**(1), 791-804 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.3168/jds.2019-16916. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030219310148>

GARGOURI, Ahmed, Houda HAMED a Abdelfettah ELFEKI, 2008. Total and differential bulk cow milk somatic cell counts and their relation with lipolysis. *Livestock Science* [online]. **113**(2-3), 274-279 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.livsci.2007.05.007. ISSN 18711413. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871141307003502>

GEBREMICHAEL, Sosina, Tarekegn BIRHANU a Dejene TESSEMA, 2013. Analysis of organochlorine pesticide residues in human and cow's milk in the towns of Asendabo, Serbo and Jimma in South-Western Ethiopia. *Chemosphere* [online]. **90**(5), 1652-1657 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2012.09.008. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653512011344>

GILLE, Doreen, Barbara WALTHER, René BADERTSCHER et al., 2018. Detection of lactose in products with low lactose content. *International Dairy Journal* [online]. **83**, 17-19 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.idairyj.2018.03.003. ISSN 09586946. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694618300608>

GODDEN, S.M., E. ROYSTER, J. TIMMERMAN, P. RAPNICKI a H. GREEN, 2017. Evaluation of an automated milk leukocyte differential test and the California Mastitis Test for detecting intramammary infection in early- and late-lactation quarters and cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **100**(8), 6527-6544 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.3168/jds.2017-12548. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217305714>

GOWRI, A. et al., 2019. U-bent plastic optical fiber probes as refractive index based fat sensor for milk quality monitoring. *Optical Fiber Technology*, 47, pp.15-20. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1068520018305078> [Accessed March 28, 2020].

GRIFFITHS, Mansel, ed., 2010. *Improving the safety and quality of milk*. 1st pub. Boca Raton: CRC Press. Woodhead Publishing series in food science, technology and nutrition. ISBN 978-1-84569-438-8.

HAMANN, J., 2010. Mastitis and raw milk quality, safety and yield. *Improving the Safety and Quality of Milk* [online]. Elsevier, s. 246-263 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1533/9781845699420.3.246. ISBN 9781845694388. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781845694388500106>

HAMANN, J. a P. GYODI, 2000. *Web of Science* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://apps.webofknowledge.com/full\\_record.do?product=WOS&search\\_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=F4QRM78fApD8oomnqUA&page=1&doc=2](https://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=F4QRM78fApD8oomnqUA&page=1&doc=2)



HAMANN, J. a V. KRÖMKER, 1997. Potential of specific milk composition variables for cow health management. *Livestock Production Science* [online]. **48**(3), 201-208 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/S0301-6226(97)00027-4. ISSN 03016226. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301622697000274>

HÁNĚL, Miloslav, 2003. *Šlechtitelské a technologické aspekty chovu dojených krav a kvality mléka (zejména s ohledem na bod mrznutí): chov a šlechtění skotu pro konkurenceschopnou výrobu 2003 : sborník příspěvků = Breeding and technological aspects of milked cow rearing and milk quality (in particular in consideration of milk freezing point) : proceedings of contributions*. 1. vyd. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu. ISBN 80-903142-1-X.

HANUŠ, Oto, 2004. *Kontrola tělesné kondice, zdravotního stavu a výživy dojníc a zlepšování jejich reprodukce*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. Zemědělské informace. ISBN 80-727-1146-6.

HANUŠ, Oto, 2006. *Výzkumný ústav pro chov skotu* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [https://www.vuchs.cz/publikace/metodiky/MSM2678846201\\_UM1.pdf](https://www.vuchs.cz/publikace/metodiky/MSM2678846201_UM1.pdf)

HARDT, T., 2014. *Overview of Ketosis in Cattle* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://www.msdivetmanual.com/metabolic-disorders/ketosis-in-cattle/overview-of-ketosis-in-cattle>

HUPPERTZ, T. a A. KELLY, 2008. Properties and Constituents of Cow's Milk. TAMIME, Adnan Y., ed., Adnan TAMIME. *Milk Processing and Quality Management* [online]. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, s. 23-47 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1002/9781444301649.ch2. ISBN 9781444301649. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781444301649.ch2>

JAGOŠ, Přemysl, Jan BOUDA, Jiří HOJOVEC, Jaroslav KOZUMPLÍK, Eduard KUDLÁČ, Václav ROZTOČIL a Zdeněk VESELÝ, 1985. *Diagnostika, terapie a prevence nemocí skotu*. Státní zemědělské nakladatelství Praha.

JHA, Shyam, Pranita JAISWAL, Anjan BORAH, Anuj GAUTAM a Neha SRIVASTAVA, 2015. Detection and Quantification of Urea in Milk Using Attenuated Total Reflectance-Fourier Transform Infrared Spectroscopy. *Food and Bioprocess Technology* [online]. **8**(4), 926-933 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1007/s11947-014-

1455-y. ISSN 1935-5130. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-014-1455-y>

KAMPIRE, Edwige, Bernard KIREMIRE, Steven NYANZI a Michael KISHIMBA, 2011. Organochlorine pesticide in fresh and pasteurized cow's milk from Kampala markets. *Chemosphere* [online]. **84(7)**, 923-927 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2011.06.011. ISSN 00456535. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0045653511006540>

KAWASAKI, M. et al., 2008. Near-infrared spectroscopic sensing system for on-line milk quality assessment in a milking robot. *Computers and Electronics in Agriculture*, **63(1)**, pp.22-27. Available at: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168169908000100> [Accessed March 28, 2020].

KIC, Pavel a Václav BROŽ, 1995. *Tvorba stájového prostředí*. Vyd. 1. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Stavebnictví (šedá ř.). ISBN 80-7105-106-3.

KNÍŽKOVÁ, I., P. KUNC, M. PŘIKRYL, J. MALAŤÁK, J. MALOUN, P. JIROUTKOVÁ a S. STANĚK, 2011. *Automatické dojící systémy* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://vuzv.cz/wp-content/uploads/2018/04/11164.pdf>

KOLOŠTA, Miroslav, 2007. *Riziko výskytu reziduí inhibičných látok v mlieku*. VÚM, a.s. Žilina. ISBN Neuvedeno.

KRAWCZEL, Petr a Rick GRANT, 2009. *EFFECTS OF COW COMFORT ON MILK QUALITY, PRODUCTIVITY AND BEHAVIOR* [online]. William H. Miner Agricultural Research Institute and The University of Vermont Chazy: New York, USA, and Burlington, Vermont, USA [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://pdfs.semanticscholar.org/1b34/c3610a0c2c7bc138705ee6be6fe80eb42541.pdf>

LIEN, Cheng-Chang, Ye-Nu WAN a Ching-Hua TING, 2016. Online detection of dairy cow subclinical mastitis using electrical conductivity indices of milk. *Engineering in Agriculture, Environment and Food* [online]. **9(3)**, 201-207 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1016/j.eaef.2015.12.002. ISSN 18818366. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1881836615300240>

LOUDA, František, Lubomír KRATOCHVÍL, Jiří MOTYČKA a Jaroslav PYTLOUN, 1994. *Základy chovu mléčných plemen skotu*. První. Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství v Praze: Agrodat, Nové město nad Cidlinou. ISBN neuvedeno.

MATTAR, Rejane, MAZO a CARRILHO, 2012. Lactose intolerance: diagnosis, genetic, and clinical factors. *Clinical and Experimental Gastroenterology* [online]. **2012**, 113-121 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.2147/CEG.S32368. ISSN 1178-7023. Dostupné z: <http://www.dovepress.com/lactose-intolerance-diagnosis-genetic-and-clinical-factors-peer-reviewed-article-CEG>

MCCARTHY, K.S., K. LOPETCHARAT a M.A. DRAKE, 2017. Milk fat threshold determination and the effect of milk fat content on consumer preference for fluid milk. *Journal of Dairy Science* [online]. **100**(3), 1702-1711 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.3168/jds.2016-11417. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030217300127>

MITCHELL, J., M. GRIFFITHS, S. MCEWEN, W. MCNAB a A. YEE, 1998. Antimicrobial Drug Residues in Milk and Meat: Causes, Concerns, Prevalence, Regulations, Tests, and Test Performance. *Journal of Food Protection* [online]. **61**(6), 742-756 [cit. 2020-03-30]. DOI: 10.4315/0362-028X-61.6.742. ISSN 0362-028X. Dostupné z: <https://meridian.allenpress.com/jfp/article/61/6/742/168849/Antimicrobial-Drug-Residues-in-Milk-and-Meat>

MLČEK, J., K. ŠUSTOVÁ a J. SIMEONOVÁ, 2011. Application of FT NIR spectroscopy in the determination of basic chemical composition of pork and beef. *Czech Journal of Animal Science* [online]. **51**(8), 361-368 [cit. 2020-03-29]. DOI: 10.17221/3952-CJAS. ISSN 12121819. Dostupné z: <http://www.agriculturejournals.cz/web/cjas.htm?volume=51&firstPage=361&type=publishedArticle>

MUCCHETTI, Germano, Monica GATTI a Erasmo NEVIANI, 1994. Electrical Conductivity Changes in Milk Caused by Acidification: Determining Factors. *Journal of Dairy Science* [online]. **77**(4), 940-944 [cit. 2020-03-29]. DOI: 10.3168/jds.S0022-

0302(94)77029-6. ISSN 00220302. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030294770296>

NAVRÁTILOVÁ, Pavlína, 2012. *Hygiena produkce mléka*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-624-7.

NIE, Fei, Na WANG, Pan XU a Jianbin ZHENG, 2017. Determination of urea in milk based on N -bromosuccinimide–dichlorofluorescein postchemiluminescence method. *Journal of Food and Drug Analysis* [online]. **25**(3), 472-477 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1016/j.jfda.2016.05.009. ISSN 10219498. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1021949816300825>

NORBERG, E., H. HOGEVEEN, I.R. KORSGAARD, N.C. FRIGGENS, K.H.M.N. SLOTH a P. LøVENDAHL, 2004. Electrical Conductivity of Milk: Ability to Predict Mastitis Status. *Journal of Dairy Science* [online]. **87**(4), 1099-1107 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7. ISSN 00220302. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030204732567>

NørSTEBø, Håvard, Amira RACHAH, Gunnar DALEN, Olav ØSTERÅS, Anne WHIST, Ane NøDTVEDT a Olav REKSEN, 2019. Large-scale cross-sectional study of relationships between somatic cell count and milking-time test results in different milking systems. *Preventive Veterinary Medicine* [online]. **165**, 44-51 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2019.02.007. ISSN 01675877. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167587718308183>

PASQUINI, Celio, 2018. Near infrared spectroscopy: A mature analytical technique with new perspectives – A review. *Analytica Chimica Acta* [online]. **1026**, 8-36 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.1016/j.aca.2018.04.004. ISSN 00032670. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003267018304793>

PERKINS, N.R., D.F. KELTON, K.J. HAND, G. MACNAUGHTON, O. BERKE a K.E. LESLIE, 2009. An analysis of the relationship between bulk tank milk quality and wash water quality on dairy farms in Ontario, Canada. *Journal of Dairy Science* [online]. **92**(8), 3714-3722 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.3168/jds.2009-2030. ISSN 00220302. Dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030209706939>

ROMERO, G., A. ROCA, M. ALEJANDRO, R. MUELAS a J.R. DÍAZ, 2017. Relationship of mammary gland health status and other noninfectious factors with electrical conductivity of milk in Manchega ewes. *Journal of Dairy Science* [online]. **100**(2), 1555-1567 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.3168/jds.2016-11544. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030216308980>

ROSSING, W., E. BENDERS, P. HOGWERF, H. HOPSTER a K. MAATJE, 1987. *Practical experiences with real-time measurements of milk conductivity for detecting mastitis* [online]. Proceedings of the “3rd symposium Automation in Dairying”. Wageningen, s. 138-146 [cit. 2020-06-17].

SALFER, I.J., C.D. DECHOW a K.J. HARVATINE, 2019. Annual rhythms of milk and milk fat and protein production in dairy cattle in the United States. *Journal of Dairy Science* [online]. **102**(1), 742-753 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.3168/jds.2018-15040. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030218310634>

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

SAMKOVÁ, Eva, Oto HANUŠ, Jan ŠPIČKA et al., 2017. *Vumlekarensky.cz* [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: [http://www.vumlekarensky.cz/upload/soubory/metodiky/um\\_qj1510336\\_ro1417\\_cm35.pdf](http://www.vumlekarensky.cz/upload/soubory/metodiky/um_qj1510336_ro1417_cm35.pdf)

SHELDRAKE, R.F., R.J.T. HOARE a G.D. MCGREGOR, 1983. Lactation Stage, Parity, and Infection Affecting Somatic Cells, Electrical Conductivity, and Serum Albumin in Milk. *Journal of Dairy Science* [online]. **66**(3), 542-547 [cit. 2020-03-29]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(83)81823-2. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030283818232>

SCHUKKEN, Ynte, David WILSON, Francis WELCOME, Linda GARRISON-TIKOFSKY a Ruben GONZALEZ, 2003. Monitoring udder health and milk quality using somatic cell counts. *Veterinary Research* [online]. **34**(5), 579-596 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1051/vetres:2003028. ISSN 0928-4249. Dostupné z: <http://www.edpsciences.org/10.1051/vetres:2003028>

SCHWARZ, D., U.S. DIESTERBECK, S. KÖNIG, K. BRÜGEMANN, K. SCHLEZ, M. ZSCHÖCK, W. WOLTER a C.-P. CZERNY, 2011. Flow cytometric differential cell counts in milk for the evaluation of inflammatory reactions in clinically healthy and subclinically infected bovine mammary glands. *Journal of Dairy Science* [online]. **94**(10), 5033-5044 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.3168/jds.2011-4348. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030211005248>

SIFUENTES DOS SANTOS, Joice, Thiago SCHWANZ, Andreia COELHO, Marla HECK-MARQUES, Marisa MEXIA, Tatiana EMANUELLI a Ijoni COSTABEBER, 2015. Estimated daily intake of organochlorine pesticides from dairy products in Brazil. *Food Control* [online]. **53**, 23-28 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1016/j.foodcont.2014.12.014. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095671351400704X>

SKLÁDANKA, Jiří, 2014. *Chov strakatého skotu*. Vydání: první. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-258-8.

SNÍŽEK, Jiří a Vladimír PLHAL, 1991. *Mastitida a jejich prevence*. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství.

SOLOMONS, NW, 2002. Fermentation, fermented foods and lactose intolerance. *European Journal of Clinical Nutrition* [online]. **56**(4), 50-55 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1038/sj.ejcn.1601663. ISSN 0954-3007. Dostupné z: <http://www.nature.com/articles/1601663>

ŠKARDA, Josef a Olga ŠKARDOVÁ, 2000. *Program péče o produkci a zdraví stáda dojníc: (studijní zpráva)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. Studijní informace. ISBN 80-727-1058-3.

TAITT, C.R. a S.H. NORTH, 2015. Flow cytometry and pathogen screening in foods. *High Throughput Screening for Food Safety Assessment* [online]. Elsevier, s. 195-218 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.1016/B978-0-85709-801-6.00008-3. ISBN 9780857098016. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780857098016000083>

TOMÁŠKA, Martin, 2004. *Aktuální problémy řízení v chovu skotu: sborník příspěvků = The actual problems of management in the cattle keeping : proceedings of*

*contributions*. 1. vyd. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, 78-89 s. ISBN 80-903142-4-4.

URBAN, František, 1997. *Chov dojeného skotu: [reprodukce, odchov, management, technologie, výživa]*. Praha: Apros. ISBN 80-901-1007-X.

VÁVROVÁ, Mária, 2020. Infračervená spektroskopie. <https://slideplayer.cz> [online]. [cit. 2020-06-17]. Dostupné z: <https://slideplayer.cz/slide/4130152/>

VERÍSSIMO, Marta, José GAMELAS, António FERNANDES, Dmitry EVTUGUIN a M. GOMES, 2020. A new formaldehyde optical sensor: Detecting milk adulteration. *Food Chemistry* [online]. **318** [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.126461. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S030881462030323X>

VISSERS, M. a F. DRIEHUIS, 2008. On-Farm Hygienic Milk Production. TAMIME, Adnan Y., ed., Adnan TAMIME. *Milk Processing and Quality Management* [online]. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, s. 1-22 [cit. 2020-03-28]. DOI: 10.1002/9781444301649.ch1. ISBN 9781444301649. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781444301649.ch1>

WU, Shilin, Yamei JIN, Na YANG, Xueming XU a Zhengjun XIE, 2019. Determination of fat content in UHT milk by electroanalytical method. *Food Chemistry* [online]. **270**, 538-545 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.07.119. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814618312664>

XIE, Wei-Qi, Kong-Xian YU a Yi-Xian GONG, 2019. Rapid and quantitative determination of urea in milk by reaction headspace gas chromatography. *Microchemical Journal* [online]. **147**, 838-841 [cit. 2020-03-27]. DOI: 10.1016/j.microc.2019.03.063. ISSN 0026265X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0026265X18317077>

ŽDÁRSKÝ, Pavel, 2004. *Aktuální problémy řízení v chovu skotu: sborník příspěvků = The actual problems of management in the cattle keeping : proceedings of contributions*. 1. vyd. Rapotín: Výzkumný ústav pro chov skotu, 90-91 s. ISBN 80-903142-4-4.

## 4 Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Vlivy prostředí na kvalitu mléka .....	20
Obrázek č. 2: Princip infračervené analýzy .....	25
Obrázek č. 3: Obecné schéma infračervené spektroskopie .....	26
Obrázek č. 4: Obecný princip měření elektrické vodivosti.....	27
Obrázek č. 5: Zařízení sloužící pro optickou analýzu.....	28
Obrázek č. 6: Princip měření MLD.....	29
Obrázek č. 7: Snímek z mikroskopické kamery.....	30
Obrázek č. 8: Obrázek přístroje od společnosti Waikato Milking Systems.....	34
Obrázek č. 9: Ukázka přístroje Multicator Premium a měřiče nádoje Uniplus .....	35
Obrázek č. 10: Přístroj MMD 500.....	36
Obrázek č. 11: Schématický popis přístroje MilkMetr Volumetric.....	37
Obrázek č. 12: Zobrazení přístroje Lacorder-S.....	38
Obrázek č. 13: Obrázek řezu měřiče AfiMilk MPC .....	39
Obrázek č. 14: Zařízení MDS Saccomatic IDC 3b.....	40



## 5 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Vybrané faktory ovlivňující EC mléka .....	12
Tabulka č. 2: Hodnoty zdravého a infikovaného mléka .....	13
Tabulka č. 3: Posouzení počtu somatických buněk v syrovém kravském mléce.....	14
Tabulka č. 4: Obsah močoviny v mléce .....	15
Tabulka č. 5: Složení mastných kyselin v mléce .....	16
Tabulka č. 6: Obsah mastných kyselin.....	16
Tabulka č. 7: Vliv plemene na parametry mléka .....	23
Tabulka č. 8: Znázornění parametrů, jejich analýze a možnosti problémů .....	41