

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Katedra zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Systemy pro rychlé analýzy mléka v dojárnách

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Mojmír Vacek, CSc.

Konzultant: Ing. Ondřej Brož

Autor bakalářské práce: Michaela Durčanská

České Budějovice, 2020

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Michaela DURČANSKÁ
Osobní číslo: Z17440
Studijní program: B4103 Zootechnika
Studijní obor: Zootechnika
Téma práce: Systémy pro rychlé analýzy mléka v dojrnách
Zadávající katedra: Katedra zootechnických věd

Zásady pro vypracování

Cíle práce:

Formou literárního přehledu zpracovat přehled existujících systémů k analýze obsahu složek mléka (N tuků a bílkovin) a dalších ukazatelů (PSB, CPM, vedivost apod.) uplatňovaných v dojrnách nebo dojrných robotech.

Metodika:

K vypracování literárního přehledu využijete dostupné zdroje informací, zejména původní práce publikované ve vědeckých časopisech a dostupné internetové zdroje. Literární přehled bude členěn do následujících kapitol:

1. Principy systémů rychlé analýzy mléka v dojrnách
2. Existující komerční systémy pro rychlou analýzu mléka
3. Přesnost komerčních systémů rychlé analýzy mléka
4. Využití výsledků rychlých analýz mléka při řízení stáda dojnic

Rozsah pracovní zprávy: 30 – 40 stran
Rozsah grafických prací: dle pokynů vedoucího práce
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam doporučené literatury:

ELMOSLEMANY, A.M., KEEFE, G.P., DOHOO, IR, WICHEL, J.J. et al. 1996: The association between bulk tank milk analysis for raw milk quality and on-farm management practices, Preventive Veterinary Medicine 95 (2010), 32-40.

MCDERMOTT, A., G. VISENTIN, S. MCPARLAND, D.P. BERRY, M.A. FENELON a M. DE MARCHI. Effectiveness of mid-infrared spectroscopy to predict the color of bovine milk and the relationship between milk color and traditional milk quality traits. Journal of Dairy Science 2016, 99(5), 3267-3273

MCSWEENEY P.L.H., NURSTEN H.E., URBACH G. (1997) Flavours and off-Flavours in Milk and Dairy Products. In: Fox P.F. (eds) Advanced Dairy Chemistry. Volume 3. Springer, Boston, MA

NOZIERE, P., B. GRAULET, A. LUCAS, B. MARTIN, P. GROUJER a M. DOREAU, 2006. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. Animal Feed Science and Technology, 131(3-4), 418-450

TONI, F., GRIGOLETTO, L., RICCI, A., SCHUNKEN, Y.H. 2011: Early lactation ratio of fat and protein percentage in milk is associated with health, milk production, and survival. Journal of Dairy Science, 94 (4), p.1772-1783.

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Mojmír Vacek, CSc.
Katedra zootechnických věd

Konzultant bakalářské práce: Ing. Ondřej Brož
FARMTEC a.s.

Datum zadání bakalářské práce: 1. října 2019
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2020

V. Z.

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
ehojní oddělení
Příměstské 299/2, 270 05 České Budějovice

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

prof. Ing. Václav Matoušek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 24. ledna 2020

Prohlašuji, že v souladu s § 47 b 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 studenta.....

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Doc. Ing. Mojmíru Vackovi, CSc., za odbornou pomoc, cenné rady a trpělivost.

Abstrakt

První část bakalářské práce, zpracovaná formou literárního přehledu, se zabývá popisem vlastností a složení kravského mléka a využitím ukazatelů kvality mléka při řízení stáda dojnic. Dále se v bakalářské práci nachází popis typů dojíren a pravidla pro jejich výběr.

V druhé části jsou popsány in-line analyzátory mléka, které jsou dostupné na trhu a provozně se využívají. Tyto analyzátory pomocí různých senzorů měří složky mléka (bílkoviny, tuky, laktózu, počet somatických buněk, enzymy, přítomnost krve), vlastnosti mléka (barvu, teplotu, elektrickou vodivost) a množství nadojeného mléka v reálném čase v průběhu dojení od jednotlivých krav. V praxi se nejvíce využívají analyzátory mléka výrobců Afimilk, Lely, DeLaval, LIC Automation, Fullwood Packo, GEA a Boumatic.

Základním nedostatkem analyzátorů je nižší přesnost měření ve srovnání s laboratořemi. K přesnějšímu měření je důležitý další výzkum a vývoj těchto technologií. Mezi potencionální metody patří infračervená spektroskopie, biosenzory nebo bioluminiscenční metoda ATP. Nepřesnost výsledků ale nebrání k využití při posuzování změn naměřených hodnot a trendů v průběhu času.

Potřebný by byl vývoj zařízení, které by dokázalo přímo stanovit počet somatických buněk v mléce. Tím by se zpřesnil monitoring výskytu mastitid oproti dosud používané, ale méně spolehlivé změny ve vodivosti mléka. Využití takového zařízení by zefektivnilo prevenci a léčení mastitid zejména u robotického dojení.

Klíčová slova: analýza mléka v dojárně, složky mléka, vlastnosti mléka, typy dojíren, řízení stáda dojnic

Abstract

The first part of my bachelor's thesis, consisting of a review of available literature sources, deals with the description of the properties and composition of cow's milk and the use of milk quality indicators in the management of dairy herds. Furthermore, this bachelor's thesis contains a detailed description of various types of milking parlors as well as criteria for their selection.

The second part describes in-line milk analyzers that are available on the market and are used in the milking processes. Using various sensors, these analyzers measure milk components (proteins, fats, lactose, somatic cell count, enzymes, blood presence), milk properties (color, temperature, electrical conductivity) and the amount of milk milked in real time during milking from individual cows. In practice, milk analyzers from Afimilk, Lely, DeLaval, LIC Automation, Fullwood Packo, GEA and Boumatic are the most widely used ones.

The basic disadvantage of analyzers is the lower accuracy of measurement compared to laboratories. To reach more accurate results of measurement, further research and development of these technologies is important. Potential methods include infrared spectroscopy, biosensors, or the ATP bioluminescence method. However, the inaccuracy of the results does not prevent those from being used in assessing changes in measured values and trends over time.

Further development of a device that could directly determine the number of somatic cells in milk would be needed. This would make monitoring the incidence of mastitis more accurate than the previously used but less reliable changes in milk conductivity. The use of such a device would make the prevention and treatment of mastitis more effective, especially in robotic milking

Keywords: milk analysis in a parlor, milk components, milk characteristics, types of milking parlors, dairy herd management

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Literární přehled.....	10
2.1 Mléko.....	10
2.1.1 Složení kravského mléka.....	10
2.1.2 Ukazatele jakosti mléka	13
2.1.3. Využití údajů o doživosti a složení mléka při každodenním řízení stáda.....	19
2.2 Typy dojíren	20
2.2.1 Stacionární dojírny	20
2.2.2 Mobilní dojírny (rotační)	22
2.2.3 Robotizované dojení	23
2.2.4 Na čem závisí výběr typu a velikosti dojírny.....	24
2.3 Analýza mléka v dojírnách a dojících robotech	25
2.3.2 Systémy pro rychlé analýzy mléka v dojírnách	26
2.3.3 Systémy pro rychlé analýzy mléka v dojících robotech.....	32
2.4 Očekávaný vývoj.....	35
3 Závěr	37
4 Bibliografické citace	38

1 Úvod

Mléko zastupuje velikou roli v lidské výživě, a to především obsahem důležitých živin. Se stoupajícím počtem obyvatel stoupá i spotřeba této suroviny. Vedle nutnosti dosažení rentabilní výroby mléka je také důležité získávat mléko od zdravých krav s dodržением všech nezbytných hygienických zásad s důrazem na jeho kvalitu.

Chovatelé dojnic musí každodenně řešit řadu problémů souvisejících s řízením stáda a ke správnému rozhodování potřebují aktuální a přesné informace o zdravotním a reprodukčním stavu chovaných zvířat, o jejich léčení a užitkovosti. Za tím účelem se vývoj a výroba nových technologií zaměřují na automatizované systémy zjišťování a zpracování potřebných údajů, které poskytnou potřebné údaje v dostatečném rozsahu a kvalitě.

Mezi takové technologie patří i analyzátoři mléka instalované přímo v dojárnách. Ty měří pomocí senzorů obsah mléčných složek a vlastnosti mléka v reálném čase od jednotlivých krav ve stádě. Tato zařízení mají potenciál díky naměřeným hodnotám upozornit na onemocnění jako jsou mastitida a metabolické poruchy, ale také na chyby v krmné dávce. Jejich měření není tak přesné jako v laboratořích. Přesto každodenní měření dodává množství dat od jednotlivých zvířat, a tím umožňují chovateli každodenní kontrolu nad svými zvířaty a včasný zásah u vznikajících problémů.

Cílem práce je formou literárního přehledu zpracovat přehled existujících systémů k analýze obsahu složek mléka (% tuku a bílkovin) a dalších ukazatelů (PSB, CPM, vodivost apod.) využívaných v dojárnách nebo dojících robotech.

2 Literární přehled

2.1 Mléko

Mléko je sekret mléčné žlázy savců. Přírodou je mléko navrženo tak, aby vyhovovalo k výživě mláďat (Fox & Mcsweeney, 2009). Pro mláďata je nejdůležitější počáteční sekret mléčné žlázy mlezivo (kolostrum) (Agropress, 2018). Díky bohatému zastoupení živin je mléko nepostradatelnou potravinou i pro lidskou výživu. (Doležal et. al., 2000). Za nejdůležitější druh z hlediska průmyslového zpracování i výživy lidí se považuje kravské mléko (Samková et al., 2012).

2.1.1 Složení kravského mléka

Nutriční i tržní hodnota mléka je závislá na jeho složení. Lepší složení mléka ovlivňuje zdraví lidí (Ariza et al., 2019). Mléko se skládá z vody (87,5 %) a sušiny (12,5 %) (Tomášková, 2018). V sušině se nacházejí další složky jako jsou bílkoviny, tuky, cukry, minerální látky a biokatalyzátory (vitamíny, hormony) (Stupka et. al., 2013).

Bílkoviny

Bílkoviny patří mezi dusíkaté látky. Množství bílkovin v mléce se pohybuje okolo 3,2 až 3,5 % (Samková et al., 2012). Jejich obsah je ovlivňován plemenem, dojivostí, stadiem laktace, pořadím laktace a výživou. Především je ale ovlivňován množstvím energie v krmné dávce. Zvýšení bílkovin lze dosáhnout zvýšením koncentrace energie v krmné dávce (Ticháček, 2007). Nízký obsah bílkovin v mléce poukazuje na nízký obsah energie a dusíkatých látek v krmné dávce, ale může se projevit i při chronických poruchách předžaludku, kdy se nedostatečně vytváří mikrobiální protein. Snížení bílkovin se může vyskytnout i u zvířat se špatnou tělesnou kondicí (Slavík et al., 2004). Bílkoviny tvoří z větší části (z 80 %) kasein a z menší části (z 20 %) syrovátkové bílkoviny (Samková et al., 2012).

Kasein patří do skupiny fosfoproteinů a skládá se z α -kaseinu, β -kaseinu, κ -kaseinu a nejméně zastoupeného γ -kaseinu (Drbohlav & Vodičková, 2002). Mléko jde rozdělit podle obsahu kaseinu na kaseinová, nebo albuminová mléka. Krávy mají mléko

kaseinové, jelikož obsahují více než 75 % kaseinu z celkových proteinů (Kopřiva, 2011). Kasein je velmi důležitý při výrobě sýrů, protože se jako jediný sráží pomocí syřidla.

Syrovátkové bílkoviny jsou takové bílkoviny, které zůstávají v syrovátce po vysrážení kaseinu. Patří mezi ně β -laktoglobuliny, α -laktalbuminy a imunoglobuliny, které jsou ve vyšší koncentraci obsažené v mlezivu.

Tuky

Tuky jsou další základní živinou, vedle bílkovin a sacharidů, potřebnou pro všechny živočišné druhy. S porovnáním s jinými složkami mléka je obsah tuku nejvíce ovlivňován řadou faktorů (genetika, plemeno, individualita, výživa, management). Odlišnosti mohou být zaznamenány i v množství a různorodosti mastných kyselin a jejich skupin (Samková et al., 2012). Obsah mléčného tuku činí v průměru 4 %. Tělu slouží jako zásoba a okamžitý zdroj energie (Drbohlav & Vodičková, 2002).

Z 98 % je mléčný tuk tvořen triacylglyceroly, které mají vliv na chemické vlastnosti tuku, a tím ovlivňují i mléčné výrobky. Triacylglycerol se skládá z glycerolu a ze tří mastných kyselin. Dále jsou v mléce zástupci diacylglycerolů a monoacylglycerolů, volných mastných kyselin a fosfolipidů (Jensen et al., 2002).

Důležité je i sledování poměru obsahu tuk/bílkovina, který patří mezi indikátory negativní energetické bilance (NEB) (Ticháček et al., 2007). NEB je stav, který ovlivňuje metabolismus dojnice. Vzniká počátkem laktace, kdy přijatá energie v krmivu nedostačuje k pokrytí energetických požadavků na produkci a reprodukci (Štolcová et al., 2019). Optimální hodnota poměru tuk/bílkovina je 1,2-1,4 (Otrubová, 2019). Hodnota pod 1,1 poukazuje na zvýšení bílkovin a snížení tuku v mléce, a tím poukazuje na výskyt acidózy. Naopak hodnota nad 1,6 znamená energetický deficit, který zapříčiňuje snížení obsahu bílkovin a zvýšení tuku v mléce, a tím poukazuje na výskyt ketózy (Ticháček et al., 2007).

Sacharidy

Nejdůležitější je mléčný cukr nazývaný laktóza, která patří mezi hlavní pevné látky mléka. Mléčný cukr vedle dalších složek zodpovídá za objem mléka a je považován za ukazatele zdraví vemene (Costa et al., 2019). Obsah laktózy v kravském mléce

je $4,7 \pm 0,1$ % a prakticky se její množství v mléce nemění. Je těžce ovlivnitelná krmivem, pořadím a stadiem laktace i dalšími faktory. Tato hodnota zůstává stejná také u hlavních plemen dojných krav (Samková et al., 2012).

Laktóza je disacharid složený z glukózy a galaktózy (Drbohlav & Vodičková, 2002). Disacharid má jiné vlastnosti než ostatní monosacharidy, jako je nižší sladivost nebo nižší rozpustnost a vyšší krystalizaci. Laktóza významně působí na sensorické a technologické vlastnosti mléka a dalších výrobků (Samková et al., 2012).

Další sacharidy jsou zastoupené v malých koncentracích, jak volné, tak i vázané na další složky mléka (bílkoviny, lipidy nebo fosfáty). Z těchto sacharidů má význam disacharid laktulóza, který nám může ukázat nedodržení technologického postupu při tepelném ošetření UHT (Drbohlav & Vodičková, 2002).

Minerální látky

Kravske mléko obsahuje 0,8-0,1 % minerálních látek (Samková et al., 2012). V mléce se vyskytují ve formě anorganických iontů, solí anebo jako součást organických molekul, jako jsou proteiny, tuky, uhlovodany a nukleové kyseliny. Minerální zastoupení v mléce není stálé a závisí na stadiu laktace, výživě, podmínkách prostředí, genetice a na zdravotním stavu dojnice (Zamberlin, 2011).

V mléce je nejvíce zastoupený Ca, a tím je mléko hlavním, nenahraditelným zdrojem Ca v lidské výživě (Drbohlav & Vodičková, 2002). Obsahuje další základní minerální prvky K, P, Mg, Cl, Na, S, Ca, Zn, Fe, F, Cr, I, Mn, Cu, Mo a Se (Samková et al., 2012). Mezi nejvíce sledované z nutričního hlediska patří Ca, P, Zn, Se, Mg (Chassaing et al., 2016).

Biokatalyzátory

Mezi biokatalyzátory mléka zahrnujeme vitamíny, enzymy a hormony (Samková et al., 2012). V mléce se nacházejí v nízkých koncentracích, přesto jsou důležité v různých technologických a fyziologických funkcích (Huppertz, et al., 2008).

Vitamíny považujeme za nízkomolekulární sloučeniny a jsou syntetizovány autotrofními organismy (Samková et al., 2012). V mléce jsou zastoupeny jak lipofilní, tak i hydrofilní vitamíny. Z lipofilních vitamínů se v mléce nachází vitamín A, D, E a K. Z hydrofilních vitamínů mléko obsahuje vitamíny ze skupiny B a vitamín C

(Michaelidou et al., 2006). Mezi nejvíce zastoupené vitamíny patří vitamín A, B2 a B12. Vitamíny se syntetizují ve vemeni, ale buď jsou přijímány potravou, nebo je produkují mikroorganismy bachoru (Haug et al., 2006).

Enzymy patří mezi bílkovinné makromolekuly. Urychlují biochemické procesy (Samková et al., 2012). V mléce se nachází přirozené enzymy nebo enzymy vzniklé bakteriální kontaminací. Přirozenými enzymy jsou laktoperoxidáza, kataláza, xantinoxidáza, lipáza, fosfatáza, proteáza, amyláza a lysozym (Fox et al., 2006). Mezi enzymy vzniklé bakteriální kontaminací zařazujeme mikrobiální lipázy a proteázy (Chen et al., 2003). Pomocí některých enzymů (laktát dehydrogenáza, β -lukuronidáza, alkalická fosfatáza, kyselá fosfatáza, laktoferin, kataláza, plazmin a plazminogen) lze detekovat zánět mléčné žlázy. Tyto enzymy se při zánětu mléčné žlázy zvyšují (Šustová et al., 2015).

Hormony patří do organických látek a jsou produkovány specializovanými žlázami nebo buňkami tkání a orgánů. V mléce se nacházejí jen v minimálním množství. Při produkci a získávání mléka jsou důležité hormony prolaktin, oxytocin a progesteron (Samková et al., 2012). V zemědělství se nejvíce uplatňuje měření obsahu progesteronu v mléce. Tento hormon produkuje žluté tělísko, které se vytváří po ovulaci. Po ovulaci je obsah progesteronu v mléce nízký. Zvyšuje se až po úspěšné inseminaci, kdy kráva zabřežne a svého maxima dosáhne kolem 20. dne. To umožňuje detekovat březost v raném stadiu. Pokud ale kráva nezabřežne, tak se hladina progesteronu okolo 20 dne sníží a je pravděpodobné, že bude mít říji (Gillis et al., 2002).

2.1.2 Ukazatele jakosti mléka

Ukazatelem jakosti mléka je chemické složení (tuky, bílkoviny, minerální látky atd.), jeho vlastnosti (smyslové, technologické, fyzikální), ale také mikrobiologická (celkový počet mikroorganismů CPM) a hygienická kvalita (počet somatických buněk PSB, rezidua inhibičních látek RIL) (Smetana, 2009). Nejvýznamnějšími jakostními ukazateli z pohledu evropské legislativy jsou PSB, CPM a RIL. Na významu nabývají i bod mrznutí, obsah bílkovin, obsah tuku a kyselost. K důležitým parametrům řadíme i výživovou hodnotu (Samková et al., 2012).

Fyzikální vlastnosti

K hlavním fyzikálním vlastnostem mléka patří měrná hmotnost, bod mrznutí a měrná elektrická vodivost. Dále sem zahrnujeme viskozitu, povrchové napětí, měrné teplo a osmotický tlak mléka (Fox et al., 2015). Díky znalosti těchto vlastností mléka můžeme stanovovat vhodné návrhy měření a plánovat nové metody analýzy mléka, stanovit mléčné mikrostruktury a objasnit chemické reakce mléka (Snášelová et al., 2009).

Měrná hmotnost je poměr hustoty jakékoliv látky k hustotě standardní látky (vody) při 4 °C. Normální mléko má měrnou hmotnost 1,028-1,032 kg/l. Tato hodnota závisí na množství jednotlivých složek jako jsou bílkoviny, tuky, cukry a minerální látky. Zatímco tuky měrnou hmotnost snižují, tak cukry, bílkoviny a minerální látky měrnou hmotnost zvyšují (Subramonian, 2012). Mléko, které je odtučněné nebo odstředěné, bude mít měrnou hmotnost vyšší než 1,032 kg/l. Naopak přidáním vody se měrná hmotnost snižuje pod 1,028 kg/l. Měrnou hmotnost může změnit i špatný zdravotní stav dojnice nebo stádium laktace. Proto se měrná hmotnost může využívat k předběžnému zjišťování vody v mléce a také může poukázat na zdravotní stav (Gajdůšek, 2003).

Měrná elektrická vodivost je měření, které se týká iontového složení v mléce (rovnováha kladných a záporných iontů) (Dairy Australia, 2017). Normální mléko při 25 °C se pohybuje v hodnotách 4,0-5,0 mS.cm⁻¹ (mezinárodní jednotka elektrické vodivosti milisiemens na centimetr). Při dojení může být hodnota 5,5-6,5 mS.cm⁻¹, protože teplota nadojeného mléka je 38 °C (Norberg et al., 2004). Mastitida ovlivňuje funkci sekrečních buněk a iontovou rovnováhu v mléce, v němž se zvyšuje elektrická vodivost v důsledku zvýšení koncentrace sodíku a chloridu. Příčinou zvyšování vodivosti mohou být i jiné vlivy jako teplota prostředí, tepelný stres (celkově je vodivost ovlivňována vyšší teplotou mléka, která souvisí s tělesnou teplotou), zvýšená aktivita krav (zvýšení tělesné teploty) a nízký obsah mléčného tuku. Tento ukazatel se hojně v chovech využívá jako nepřímý důkaz mastitidy, jelikož jde o relativně dostupnou technologii s rychlým měřením. Aby detekce mastitidy byla účinnější, mělo by měření vodivosti probíhat u každé čtvrtě vemene zvlášť, protože mastitida může vzniknout samostatně v jednotlivých čtvrtích. To splňují robotizované dojírny a dojící roboti. V konvenčních dojárnách se obvykle měří vodivost v mléce z celého vemene (Dairy Australia, 2017). Elektrická vodivost pracuje na principu

měření elektrického napětí zkoumaného roztoku (mléka). Zjišťuje se hodnota elektrického proudu, který prochází zkoumaným roztokem a jeho hodnota závisí na vodivosti roztoku (jak je roztok schopen vést elektrický proud). Přístroj na měření vodivosti udržuje buď stejné elektrické napětí a zaznamenává změny elektrického proudu, nebo ho udržuje stejný a zaznamenává změnu napětí (Manns & Schleicher, 2007). Na měření mléka se využívají kvůli vysoké vodivosti toroidní senzory, které obsahují přenosovou a přijímací cívku. Oscilátor vytváří střídavé magnetické pole v přenosové cívce, což vyvolá napětí v roztoku. Kationty i anionty roztoku se začnou pohybovat a vytváří střídavý proud. To vyvolá střídavé magnetické pole a současně proud v přijímací cívce. Intenzita a vodivost se zvyšují s počtem volných iontů v roztoku (Endress, n.d.).

Bod mrznutí mléka je určen koncentrací osmoticky aktivních složek mléka. Mezi tyto složky patří laktóza, chloridy (draselný, sodný), citráty a kyselina mléčná (Bowman, 2005). V ČR dle ČSN 57 0538 je mezní hladina bodu mrznutí mléka -0,515 °C (Samková et al., 2012). Bod mrznutí mléka je nižší než teplota mrznutí čisté vody v důsledku přítomnosti mléčných pevných látek. Odchylka od mezní hranice označuje falšování mléka. Falšování může být úmyslné, nebo nechtěné při získávání mléka. Největší problém vzniká přidáváním vody do mléka, která zvyšuje bod mrznutí. Ta je buď do mléka úmyslně dodána pro získání většího objemu, nebo se tam voda dostává z proplachů zařízení při získávání mléka. Menší odchylky v bodě mrznutí mohou vyvolat i genetické predispozice, stadium laktace (na začátku laktace dominují cukry, ale na konci soli), čerstvost vzorku mléka, zdraví dojnice (narušení osmotického tlaku v těle přechází i do mléka) a mastitida (Otieno, 2017). Bod mrznutí se využívá k průkazu přidané vody v mléce, a tím dochází ke kontrole kvality (Samková et al., 2012).

Smyslové vlastnosti

Mezi sensorické vlastnosti patří barva, chuť, vůně, konzistence a vzhled. Tyto vlastnosti se posuzují pomocí lidských smyslů. V dnešní době už existují automatické přístroje na měření sensorických vlastností, jako je například spektrofotometr na měření barvy (Samková et al., 2012). Při posuzování by mléko mělo mít teplotu 20 °C, ale chuť a vůně lépe vyniknou při 30-35 °C (Kouřimská, 2008).

Barva mléka by podle ČSN 57 0529 měla být bílá, popřípadě lehce nažloutlá (Samková et al., 2012). U odstředěného mléka může být namodralý odstín (Kouřimská, 2008). Barvu mléka ovlivňuje množství mléčného tuku (Mcdermott, 2016). V tuku jsou obsažené karotenoidy, které způsobují žlutavé zbarvení mléka a následně i mléčných výrobků (Samková et al., 2012). Obsah karotenoidů ovlivňují kromě výživy i biologické vlivy (druh zvířete, plemeno, individuální variabilita, pořadí a stadium laktace) (Nozière, 2006).

Chuť syrového mléka by měla být jemně nasládlá a mléčná (Kouřimská, 2008). Sladkost je určena množstvím laktózy v mléce. Bez laktózy je chuť nepříjemná a nevyvážená (Samková et al., 2012). S chutí mléka můžeme manipulovat pomocí krmiv (McSweeney, 1997).

Vůně mléka by měla být mléčná bez žádných cizích pachů. Mléko velmi ovlivňují skladovací prostory, jelikož rádo přejímá pachy ze svého okolí i z krmiva (Kouřimská, 2008). Vůně mléka je důležitým parametrem, který rozhoduje o přijetí spotřebitelem a marketingem (Fox & McSweeney, 2009).

Konzistence mléka by měla být stejnorodá bez usazenin a hustší než voda. Nehomogenizované mléko může mít nahoře vrstvu tuku. Mezi faktory ovlivňující konzistenci řadíme působení mikroorganismů a enzymů, porušení či znečištění mléka nebo onemocnění dojnice. Špatné mléko může mít konzistenci např. vločkovitou, slizkou, vodnatou (Kouřimská, 2008).

Počet somatických buněk (PSB)

Počet somatických buněk v mléce zahrnujeme mezi hlavní ukazatele kvality mléka. Jejich hodnota odráží celkový zdravotní stav dojnice a mléčné žlázy (Alhussien & Dang, 2018). Proto je základním kritériem v národním a mezinárodním řízení kvality mléka, zdravotního stavu mléčné žlázy a výskytu klinických a subklinických mastitid (Samková et al., 2012).

Somatické buňky jsou buňky epitelu a leukocytů. Epiteliálních buněk se nachází v mléce nízké množství (do 5 %) a pochází z odloupané sliznice mléčné žlázy. Leukocyty jsou bílé krvinky, které vstupují do mléčné žlázy v důsledku poškození nebo infekce a tvoří největší podíl somatických buněk (více než 95 %) (Sharma et al., 2011). Jednotlivé zastoupení typů leukocytů je proměnlivé dle druhu mléka. V kravském mléce se nachází 60 % makrofágů, 20-30 % lymfocytů a 5-20 %

neutrofilů (Samková et al., 2012). Při infekci dochází nejvíce ke zvyšování neutrofilů (Sharma et al., 2011).

Směrnice 92/46 „Kvalita mléka a mléčných výrobků“ říká, že počet somatických buněk musí být do 400 000 v 1 ml mléka. Tento limit však neznamená zdravou mléčnou žlázu. Neinfikovaná dojnice by měla mít okolo 100 000 SB v 1 ml (Sharma et al., 2011). Množství somatických buněk ovlivňuje věk, stadium laktace, stres, plemeno a množství produkce. Jakákoliv změna podmínek prostředí, špatné postupy řízení a také stresující podmínky výrazně zvyšují somatické buňky. Lepší hygiena a správná výživa pomáhá k jejich snižování. Mléko s nízkým počtem somatických buněk znamená zdravé stádo a mléčné výrobky s delší trvanlivostí (Alhussien & Dang, 2018)

Celkový počet mikroorganismů (CPM)

Mléko se svým množstvím živin, neutrálním pH a vysokou vodní aktivitou poskytuje ideální prostředí pro růst mnoha mikroorganismů (Quigley et al., 2013). Kontaminace bakteriemi nastává už před opuštěním mléka z vemene. S výjimkou případů mastitidy jsou v tomto bodě bakterie neškodné a jejich počet je malý. Další kontaminace mléka může nastat při dojení, manipulaci, skladování a při dalším zpracování (Velázquez-Ordoñez et al., 2019). Mezi hlavní skupiny mikroorganismů nacházející se v mléce patří psychotrofní (např. *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Proteus*), které jsou schopné růst při nízkých teplotách. Dále do těchto skupin zahrnujeme koliformní aerobní nebo fakultativně anaerobní bakterie (např. *E. coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Klebsiella*, *Citrobacter*), které jsou schopné zkvašovat laktózu za vzniku plynů, kyselin a aldehydů a ničí se pasterací, sporotvorné anaerobní bakterie (např. *Clostridium butyricum*, *Clostridium sporogenes*), které tvoří spory a odolávají pasteraci, a termorezistentní bakterie (např. *Micrococcus*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Clostridium*), které jsou odolné vůči vysokým teplotám (Samková et al., 2012).

Celkový počet mikroorganismů patří mezi hlavní ukazatele hygieny mléka a zároveň je důležitým kritériem pro zpeněžování mléka. Podle směrnice 92/46 musí být CPM v mléce do 100 000 v 1 ml. V současnosti jsou i další limity, které je nutné dodržovat, ale nesledují se pravidelně. Patří sem počet psychofilních bakterií (limit do 50 000 na 1 ml), počet koliformních bakterií (limit do 1 000 na 1 ml), počet

termorezistentních mikroorganismů (limit do 2 000 na 1 ml) a počet sporulujících anaerobních bakterií, které musí být negativní v 0,1 ml.

Specifické složení mléčné mikroflóry přímo ovlivňuje následný vývoj mléčných výrobků. Mikroorganismy mohou vést k fermentaci mléka produkcí laktátu a mají různé dopady na smyslové, texturové, aromatické a organoleptické vlastnosti výsledných produktů. Mikroorganismy také negativně ovlivňují kvalitu mléka a trvanlivost. Mikrobiální složení mléka může mít zdravotní důsledky v tom, že konzumace syrového mléka kontaminovaného patogeny by mohlo v některých případech vést k vážným onemocněním. Navzdory tomu se tvrdí, že jiné mikroorganismy syrového mléka přispívají ke zdraví tím, že napomáhají trávení nebo snižují frekvenci alergií, včetně astmatu a atopických chorob u jedinců, kteří konzumují syrové mléko během prvních let života (Quigley et al., 2013).

Rezidua inhibičních látek (RIL)

Inhibičními látkami se rozumí látky, které svými účinky ovlivňují technologické zpracování mléka a výrobu mléčných výrobků, u kterých tlumí aktivitu mlékařských kultur a zákysů (Samková et al., 2012). Inhibiční látky rozlišujeme na chlorované pesticidy, organofosfáty, herbicidy, fungicidy, antihelmintika, antibiotika, hormony, detergenty a dezinfekční prostředky, dusitany, polychlorované, polybromované bifenyly, dioxiny, mykotoxiny, těžké kovy, somatotropinový hormon (Aytensu & Mamo, 2016).

Antibiotika jsou nejběžněji vyskytovaná rezidua v mléce, protože se hojně využívají při prevenci nebo léčbě různých onemocnění, včetně mastitidy, která bývá nejčastějším onemocněním dojných zvířat (Nikolić et al., 2011). Hlavním problémem při konzumaci mléka s antibiotiky je vznik alergií a vznik rezistentních bakterií na antibiotika (Aytensu & Mamo, 2016).

Dle směrnice 92/46 „Kvalita mléka a mléčných výrobků“ musí být rezidua inhibičních látek v mléce negativní.

2.1.3. Využití údajů o dojivosti a složení mléka při každodenním řízení stáda

Rozbor mléka od jednotlivých krav je v rámci kontroly užitečnosti prováděn jednou za měsíc z ranního nebo večerního dojení. Odebírané vzorky se posílají k vyhodnocení do laboratoří pro rozbor mléka. Výhodou analyzátorů mléka zabudovaných v dojírně je měření některých složek mléka při každém dojení. Pravidelně zjišťované údaje, i když méně přesné, lze využít v každodenním řízení stáda (Weller & Ezra, 2016). Údaje z on-line analyzátorů umožňují chovateli včasné zjištění a řešení zdravotních problémů, jako je negativní energetická bilance, ketóza, subakutní ruminální acidóza a mastitida. Údaje lze také použít k ověření účinnosti složení krmné dávky a režimu krmení.

Tradičně jedinými dostupnými údaji, které jsou chovateli denně k dispozici, je měření dojivosti a vnější příznaky dojnice. Na základě těchto údajů ale není vždy chovatel schopný rozpoznat metabolický a zdravotní stav stáda i jednotlivých dojnic a včas zasáhnout. Velký potenciál má měření složek jako jsou tuky, bílkoviny, laktóza, somatické buňky, vodivost, přítomnost krve a další vlastnosti mléka. I když existují přístroje pro analýzu mléčných složek, nebývají vždy provozně vhodné z důvodu vysokých pořizovacích nákladů, nákladů na činidla a jejich likvidaci. Tento problém by mohly vyřešit senzorové technologie, které lze využít k měření tuku, bílkovin, laktózy, počtu somatických buněk a krve in-line bez potřeby činidel nebo zvláštních opatření.

Senzorové technologie mohou měřit poměr tuk/protein, jenž poskytuje velmi spolehlivou metodu rozpoznávání krátkodobých i dlouhodobých změn metabolického stavu a může naznačovat negativní energetickou bilanci, ketózu a subakutní ruminální acidózu (Baines & Herbrink, 2013). Pravidelně hodnocený poměr obsahu tuku a bílkovin ve spojení s měřením dojivosti a měřením elektrické vodivosti, může systému poskytnout včasnou indikaci infekce mastitidy (Baines & Herbrink, 2013). Lze měřit i obsah močoviny v mléce. Močovina v mléce by se měla pohybovat okolo 10-14 mg/dl. Vyšší hodnota je při zkrmování většího množství bílkovin nebo nedostatek rychlých fermentovatelných sacharidů v krmné dávce (Silva-del-Rio, 2011). Jako další analýzu používáme počítání somatických buněk, což určuje kvalitu mléka a zdraví mléčné žlázy (Alhussien & Dang, 2018). Zdravá mléčná žláza má mít okolo 100 000 PSB v 1 ml mléka (Sharma et al., 2011). Chovatelům dojnic by mohlo

pomoci i měření progesteronu, což je hormon, pomocí kterého chovatelé dojnic mohou snáze vyhledávat říje (Gillis et al., 2002).

S technologiemi měřícími tyto parametry v reálném čase, může každý chovatel rychle a denně rozhodovat o správě svého stáda i o jednotlivých dojnicích ve stádě (Baines & Herbrink, 2013).

2.2 Typy dojíren

Nejčastěji využívané typy dojíren v dnešní době jsou dojírny rybinové a paralelní, u menších stád se využívají i autotandemové. Kromě způsobu uspořádání dojících míst mohou být dojírny stacionární a mobilní (rotační). Každý typ dojírny má svůj charakteristický způsob obsluhy, průchodnost, spolehlivost, kvality dojení a cenovou dostupnost. Avšak neexistují žádné větší rozdíly mezi jednotlivými výrobci. (Doležal & Staněk, 2015).

Jednotlivé dojírny lze popsat následovně

2.2.1 Stacionární dojírny

U stacionárních dojíren je dojící stání pevně spojené s podlahou. V současné době se využívají 3 typy dojíren: tandemová, paralelní a rybinová, které jsou také v České republice nejvíce zastoupeny (Gálik et al., 2015).

Rybinová dojírna

V rybinových dojírnách stojí krávy oboustranně podle pracovní plochy šikmo vedle sebe v úhlu 37–40°, tím je zlepšen přehled o zvířatech a lepší přístup k vemeni. Díky šikmému stání jsou vemena krav od sebe nepatrně vzdálená, čímž se zkracují cesty dojiče za krávami. Dojící stání má šířku 1400–1500 mm (Urban et al., 1997).

Z důvodu nevýhod většího počtu stání (10-14) se začali využívat dojící stání uspořádané do kosočtverce, kdy dojené dojnice byly rozděleny do 4 skupin. Tato dojírna se nazývá polygonová. Další možností bylo používat dojící stání uspořádané do trojúhelníku tzv. trigonovou dojírnu (Doležal et al., 1996).

Aby došlo k efektu úspory pracovního času pro využívání rybinových dojíren oproti dojení do potrubí při vazném ustájení, musí mít dojírna kapacitu minimálně 2x4-5 stání (Urban et al., 1997).

Tandemová dojírna

V tandemových dojárnách stojí krávy za sebou. Na dojící místo kráva vstupuje jednotlivě až po výstupu podojené krávy z daného dojícího místa (Doležal et al., 2000). Standartní délka dojícího stání je 260 cm (Milk servis, 2015). Během dojení od vstupu do opuštění dojícího stání není kráva omezována ani vyrušována jinými dojnícemi. Na dojícím místě se každá dojnice zdržuje dle individuální potřeby. Při dojení má dojič výhled na celé tělo krávy (Doležal et al., 2000).

U nejjednodušších tandemových dojíren se musí otevírání a zavírání branek za krávou obsluhovat ručně. Poloautomatickou tandemovou dojírnu už ovládají tlačítka k jednotlivým brankám. Autotandemová dojírna (plně automatická) má výstup i vstup řízen automaticky s ohledem na činnost dojícího stroje (Urban et al., 1997).

Výkonnost autotandemové dojírny s 2x3 stáními je možné srovnat s rybinovou dojírnu o 2x5 stáních. Autotandemová dojírna s 2x4 stáními odpovídá rybinové dojírně s 2x6 stáními. Zkušenosti jsou takové, že tandemová dojírna s 2x3 stáními se používá pro stádo kolem 40 dojnic a tandemová dojírna s 2x4 stáními pro stádo okolo 100 dojnic, aby byla tandemová dojírna ekonomická. Cenově je tandemová dojírna nepatrně dražší než dojírna rybinová kvůli vyššímu zastoupení automatiky, ale i hůře využitého prostoru (Doležal & Staněk, 2015).

Paralelní dojírna (Side by side)

V paralelních dojárnách stojí krávy vedle sebe v úhlu 90° k pracovní ploše dojiče. Dojící stroj je nasazován zezadu mezi zadními končetinami krávy (Urban et al., 1997). Výhodou této dojírny jsou menší přechody dojiče za krávami, kratší potrubí a menší riziko úrazu kopáním krav (Doležal et al., 1996). Rizikové může být zařazení hierarchicky níže postavených krav (mladé krávy), které by mohly být napadány jinými výše postavenými dojnícemi (Doležal & Staněk, 2015).

Tento typ dojírny je výhodný z důvodu malé potřeby obestavěné plochy (Urban et al., 1997). Standartní šířka dojícího stání bývá 75 cm (Kamír, 2015). Při variantě s rychlým výstupem umožňuje dojírna pojmout větší množství krav (Urban et al., 1997).

Nejvíce se využívají dojírny s kapacitou 2x12 nebo 2x16 stání. V USA používají i 2x20 nebo 2x48 stání, ale při tolika stáních bývají dojírny s rychlým výstupem (Doležal et al., 1996).

Ve světě se můžeme setkat se zvláštní paralelní dojírnou abreast, kde krávy vstupují na dojící stání přes chodbu dojiče. Dojič vždy může nasadit dojící soupravu z boku dvěma dojným kravám najednou (Gálik et al., 2015).

Dojírny s rychlým výstupem

Vyvinutí těchto dojíren mělo za cíl zkrátit dobu při výměně dojných skupin v dlouhých rybinových a paralelních stacionárních dojírnách. Princip těchto dojíren spočívá na řízeném nástupu dojnic, kdy první dojená kráva jde až na nejzadnější dojící stání, a tak uvolní zábranu dalšího stání. Při východu odchází všechny dojnice najednou do přeháněcí chodby (Urban et al., 1997). Chodba musí mít šířku nejméně 250 cm (Doležal et al., 2000).

Časová úspora v dojírnách 2x14 s rychlým výstupem je nepatrná a činí 4,5 % až 7 %. Takže v chovu s 250 dojnicemi je úspora času 17 minut, avšak cena dojírny s rychlým výstupem je o více než 480 tisíc dražší než u klasické dojírny. Proto je dobré poradit se s dodavatelskou firmou a promyslet, jestli se pro daný chov vyplatí (Doležal & Staněk, 2015).

2.2.2 Mobilní dojírny (rotační)

Mobilní dojírny nemají dojící stání pevně spojené s podlahou, ale rotují. Výkonnost a snadnost obsluhy zatím nebyla překonána žádným jiným typem dojírny. Snadno se ovládá a na údržbu je jednoduchá. Dojič má skvělý přehled o dojných kravách.

U některých dojíren bývá používán pohyb na vodním polštáři, který zajišťuje menší tření a tím snižuje i příkon energie. Dochází tím ke snížení hlučnosti ve stáji oproti mechanické variantě (Urban et al., 1997).

Ve vybavení dojírny je nejvýznamnější dojící zařízení. Na zjišťování nádoje se využívá průtokoměr, který nahradil dřívější odměrné nádoby. Mléčné potrubí bývá umístěno těsně pod dojícím stání. Odtud teče mléko spádem do sběrné nádoby čerpadla. Na výstupním konci čerpadla musí být namontován filtr mléka s výměnnými vložkami. V dojírně se využívá mikroelektronika, a tím zjišťuje různé údaje jako

nádoj, teplota, měrná vodivost a další různé údaje, které lze využít pro řízení chovu. Automaticky bývá řízeno i dojení a snímání dojícího zařízení pomocí průtoku mléka. Mohou se využívat jednoduché systémy bez prvků automatizace (Doležal & Staněk, 2015).

Mobilní dojírny lze rozdělit podle pozice dojícího stání na dojírny rotační tandemové (rototandemová), dojírny rotační paralelní (rotoradiální) a dojírny rotační rybinové (rotorybinová) (Agropress, 2017)

Rototandemová dojírna

Dojné krávy v této dojírně stojí za sebou jako u tandemové dojírny, ale po obvodu kruhu. Nevýhodou rototandemové dojírny bývá náročnost na prostor na jednu dojnici. Výhoda pro dojiče je perfektní přehled o dojnicích. Kapacita dojírny se pohybuje od 6 do 16 stání (Doležal et al., 2000).

Rotoradiální dojírna

V této dojírně dojnice stojí kolmo ke směru pohybu rotačního stání. Dojící zařízení, jako u paralelních dojíren, se jim nasazuje zezadu mezi zadními končetinami. Využívá maximum prostoru plochy (Urban et al., 1997). Obsluha dojírny může být vně nebo uvnitř kruhu. Kapacita má rozmezí od 18 do 80 stání. V USA (Texas) se nachází největší dojírna s kapacitou 2x106 dojnic (Doležal & Staněk, 2015).

Rotorybinová dojírna

Dojnice v této dojírně stojí šikmo vedle sebe jako u rybinové dojírny, ale do obvodu kruhu. Dojírna je úspornější a výkonnější než dojírna rototandemová. Kapacita této dojírny se pohybuje od 18 do 60 stání. Dojič má lepší kontakt s dojnicemi (Doležal et al., 1996).

2.2.3 Robotizované dojení

Mezi moderní technologie dojení patří automatický robot, který odvádí veškerou práci při dojení. V České republice stále převažují dojírny s lidskou obsluhou, ale uplatňuje se zde kolem 160 robotů (Ježková, 2019).

Samotný robot by měl zajišťovat identifikaci zvířat, přípravu na dojení (oddojení prvních odstříků), kontrolu vemene a kvality mléka (vyšetření na zánět mléčné žlázy), nasazení dojícího stroje, vlastní podojení, dodojení, sejmutí dojícího stroje a zajistit informace o množství podojeného mléka (Doležal et al., 2000). Nasazování, vyhledávání struků se dělá pomocí laserů nebo kamer (Doležal & Staněk, 2015). Pro tyto úkony je důležité, aby kráva splňovala požadavky na utváření vemene, jako jsou tvar vemene, rozmístění, tvar struků, délka struků včetně hloubky vemene. Nasazování struků závisí i na aktivitě krav, jako je kopání a skopávání strukových násadců. Všechny tyto požadavky ovlivňují nasazování dojícího stroje, počty nekompletních podojení, zdraví vemene, brakování krav, a tím určuje i ekonomiku chovu (Ježková, 2016). Krávy by dále měly být zvědavé, ne moc citlivé na změny v prostředí, aby ony samotné přijaly dojícího robota jako součást stáje.

Ustájení krav s robotizovaným dojením může být řešeno jako systém volného nebo řízeného pohybu. Při volném pohybu si kráva chodí do robotu podle své potřeby. Nevýhodou bývá, že 8-12 % krav se do robota nedostaví, potom musí pracovník krávy vyhledat a nahnat do dojícího stání. Při řízeném pohybu je stáj rozdělena na krmiště a prostor, kde krávy odpočívají. Aby krávy přešly na krmiště, musí projít dojícím robotem (Doležal & Staněk, 2015).

Používání robotizovaného dojení v České republice je dosud omezeno kvůli vysokým pořizovacím nákladům i stálou variabilitou exteriéru a užitkovosti ve stádech (Doležal et al., 2000). Nejběžnějšími prodejci robotického dojení jsou firmy DeLaval, Lely, GEA, Farmtec, Fullwood a BD tech (Agropross, 2018). K dalším firmám řadíme Boumatic, Pearson, Systém Happel, SAC a Milkomax (Agri expo, 2020).

2.2.4 Na čem závisí výběr typu a velikosti dojírny

Výběr správného dojícího zařízení patří mezi důležitá rozhodnutí chovatele. Typ a velikost dojírny obvykle chovatel volí dle preferencí a dle počtu podojených krav za hodinu. Dalšími rozhodujícími prvky pro chovatele jsou stavební náklady, náklady na vybavení, náklady na údržbu, životnost zařízení i efektivita práce dojících (Michael & Ramos, 2006).

Výběr dojírny záleží na konkrétních podmínkách chovu. Jednotlivé chovy se liší svou infrastrukturou, rozlohou, počtem dojených krav a množstvím produkce. Chovatel by také měl zvážit počáteční investice, dluhové zatížení a roční náklady

(Derksen, 2019). Důležité je i promyslet, zda má podnik dost pracovníků na obsluhu a zda jsou ochotni se učit novou dojírnu obsluhovat. Obecně se doporučuje navštívit co nejvíce typů dojíren a dle toho se rozhodnout (Smith et al., 2002).

Hlavním kritériem pro výběr dojírny bývá požadavek na její průchodnost, požadavek na počet obsluhujících osob, četnost dojení, velikost stáda, jednoduchost celého procesu dojení a jednoduchost konstrukce dojírny. Dále by dojírna měla splňovat zootechnické požadavky: správné osvětlení (200 luxů na pracovní plochu, až 500 luxů na dojící stání), hranice hluku by neměla přesáhnout 70 dB a prostory dojírny musí být bez průvanu, ale dobře větratelné (teplota kolem 10-15 °C) (Kudělková et al., 2019).

Průchodností dojírny se myslí doba od odchodu dojnice ze stáje až po její návrat. Celková doba jednoho dojení by neměla překročit 60 minut při dojení 2x denně a 45 minut při dojení 3x denně. Delší doba dojení skupiny krav prodlužuje čas, který dojnice stráví mimo kotec, což snižuje jejich příjem krmiva a dobu odpočinku. Při výběru velikosti dojírny se bere v úvahu počet zvířat v jedné skupině, resp. koci a celková doba jedné směny dojení. Doba dojení jedné krávy trvá v průměru 15 minut. Za hodinu se tedy na jednom dojícím stání podojí 4 krávy, tzn., že počet dojících stání dané dojírny by měl odpovídat minimálně jedné čtvrtině počtu krav ve skupině (Vacek, 2020).

2.3 Analýza mléka v dojírnách a dojících robotech

Obvykle se mléčné složky analyzují v rámci uplatněného systému kontroly užitkovosti (KU) ve vzdálených laboratořích, kam bývají odesílány odebrané vzorky mléka. Účel těchto laboratoří je analyzovat mléčné složky jako jsou tuk, bílkoviny, laktóza a somatické buňky. Tyto informace jsou důležité ke zpeněžování mléka, plemenitby nebo třeba zjištění o zdravotním stavu dojnic. Úskalím této metody v každodenním řízení stáda bývají větší náklady na odebírání vzorků a samotné analýzy. Dalším problémem je zpoždění mezi odběrem vzorků a podáváním informací o následné analýze.

Tyto problémy by mohly vyřešit in-line analyzátory (senzory) mléka, které poskytují informace o metabolickém a zdravotním stavu dojnic každý den (Baines & Herbrink, 2013). Je to nová technologie připojená přímo v dojírnách u každého stání nebo se zabudovává do dojících robotů a analyzuje veškeré mléko od každé krávy. Tyto informace analyzátor odesílá do počítače nebo do jiného zařízení

chovatele, jenž může chovatel využívat při řízení stáda dojnic a zvyšovat jejich ziskovost (Anonymus, 2018).

V dnešní době analyzátory vyrábí různé firmy a můžou se od sebe lišit vzhledem, cenou i tím co měří (Connolly, 2018). Systémy navrhované společnostmi měří fyzikální (vodivost, teplotu, množství), senzorické (barvu mléka) i chemické (bílkoviny, tuk, laktózu, somatické buňky) vlastnosti mléka, pomocí optických, vodivých a tepelných senzorů (Cowley, 2018).

2.3.2 Systémy pro rychlé analýzy mléka v dojárnách

Jednotlivé firmy vyrábějící systémy pro rychlé analýzy mléka

Afimilk

Společnost Afimilk navrhla sadu senzorů mléka pro sledování a zaznamenávání nejdůležitějších aspektů kvality mléka každé krávy během každého dojení (Afimilk, 2018). Mezi přístroje na analýzu mléka v dojárnách patří měřič AfiMilk MPC a analyzátor AfiLab. Tyto přístroje společně měří a analyzují mléko od jednotlivých krav při dojení.

AfiMilk MPC je měřič mléka, který poskytuje kontrolu procesu dojení. Naměřené údaje přenáší do programu AfiFarm, kde data slouží ke každodennímu řízení stáda. Mezi funkce přístroje patří zvládnutí vysokých průtoků mléka a nabízí nezbytnou ochranu před škodlivými výkyvy vakua. Poskytuje přesně nastavitelné prahy pro automatické zastavení dojení při poklesu průtoku mléka a načasované vakuové uzavření zaručuje hladké uvolnění struku z vemene. Používá dvě metody řízení pulzace. Základní ovládání umožňuje manuální nastavení rychlosti a poměru pulzů, zatímco pokročilý systém automaticky upravuje pulzaci dle průtoku mléka. Pulzace se zastaví při zastavení dojení, což prodlužuje životnost dojícího zařízení, pulzátorů a vložek. A podporuje stimulaci před dojením. Co se týká měření, tak AfiMilk MPC měří přesný nádoj mléka na základě kalibrace podle standardů ICAR, který je oficiálně přijat k použití v národních plemenných knihách. Měří vodivost mléka, které se používá k detekci mastitid. Analyzuje průtoky dojení, dobu dojení za účelem posouzení funkce dojícího stroje a postupů dojení.

Zařízení AfiLab je analyzátor mléčných složek. Měří i indikuje složení mléka v reálném čase (in-line). AfiLab je instalován mezi měřič mléka a sběrné potrubí na každém dojícím stání. Měří tak složení mléka od každé krávy. Data jsou využívána k detekci zvířat vyžadujících pozornost a zároveň poskytují on-line upozornění na informace získané během procesu dojení. AfiLab patří mezi optická zařízení, které měří mléko protékající jeho komorou. Zařízení AfiLab se umísťuje na mléčné potrubí u každého dojícího stání a pracuje automaticky, aniž by narušoval průtok mléka. AfiLab je proplachován společně s ostatními komponentami dojícího systému. Analyzátor AfiLab měří obsah tuků, bílkovin, laktózy v mléce a upozorňuje na přítomnost krve v mléce nad předem stanovenou prahovou hodnotou. AfiLab také měří koagulační vlastnosti mléka.

Pomocí měření mohou tyto přístroje upozornit na dané problémy, které probíhají u jednotlivých dojnic. Měření dojivosti, vodivosti a glukózy pomáhá detekovat mastitidu. Měření poměru tuk/protein poukazuje na negativní energetickou bilanci a na onemocnění ketózu. Onemocnění, jež dokážou současně detekovat, je bachorová acidóza. Díky měření obsahu tuku a bílkovin přístroje informují o špatné kvalitě krmiva nebo chybně sestavené krmné dávce, jelikož tuky i bílkoviny se dají ovlivnit krmivem. Mezi funkce přístroje patří také omezení kontaminace mléka, pomocí automatického zastavení procesu dojení při detekování krve v mléce a zajištění důkladného promytí celého dojícího přístroje. Všechny odchylky měření jsou ihned odesílány do zootechnického programu a umožňují každodenní řízení stáda (Afilab, 2019).

SCR

Společnost SCR se původně zaměřovala na vývoj pulzátorů a elektromechanických zařízení. Od roku 1980 firma vyrábí měřič mléka Free Flow TM, jenž byl jako první bez pohyblivých částí.

Free Flow TM je měřič mléka, který je založen na měření mléka pomocí infračervených paprsků. Pomocí komplexní analýzy změn v infračerveném paprsku je možné změřit průtok mléka a elektrickou vodivost. Měřič Free Flow TM nemá žádné pohyblivé nebo opotřebitelné součásti, a proto zařízení nepotřebuje údržbu ani roční kalibrace. Díky měření průtoku mléka umožňuje přesně ukončit dojení, dle

nastavitelné prahové hodnoty. Přístroj Free Flow TM je možné instalovat na jakýkoliv typ dojírny (SCR, 2013).

LIC Automation

Společnost LIC Automation se specializuje na výrobu automatických systémů pro zemědělce. Své systémy prodávají pod značkami Saber TM a Potrack TM (Lic automation, 2014).

Zařízení Saber SCC měří počet somatických buněk v mléce. Saber SCC si sám odebere 1 ml mléka a otestuje ho automaticky na počet somatických buněk (Saber, 2015). Chovateli poskytne výsledky do 2 minut od nasazení dojícího aparátu a upozorní na dojnice s vyšším počtem somatických buněk nad prahovou hodnotu, která může ukazovat na klinickou a subklinickou mastitidu. Výsledky a upozornění chovateli přijde na vybrané zařízení (počítač, tablet, mobil). Také se jakékoliv odchylky od prahových hodnot u jednotlivých krav ukážou světelným signálem u dojícího stání dané krávy. Toto zařízení lze využívat ve všech typech rotačních a rybinových typů dojíren a umožňuje použití i ve stádech postrádající systém elektronické identifikace zvířat (Lic automation, 2014). Standartní instalace zařízení zahrnuje senzory v jednom ze čtyř dojících míst, poskytující týdenní aktuální data pro téměř celé stádo. Vychází to přibližně na 150 testů za laktaci pro každou dojnici.

Dalším zařízením je Saber milk. Toto zařízení měří objem mléka, bílkoviny, tuky, laktózu a vodivost mléka u jednotlivých dojnic. Dále zařízení upozorňuje na čistotu dojícího zařízení i na ucpání otvorů pro přívod vzduchu, kvůli němuž dochází k nesprávnému dojení krav, a tím se zvyšuje riziko vzniku zánětu mléčné žlázy. Výsledky měření a upozornění pro chovatele je stejné jako u zařízení Saber SCC (Saber, 2015).

Společnost LIC Automation vyrábí i zařízení Potrack SCC a Potrack milk. Jejich funkce a možnosti využívání jsou stejné jako u předešlých zařízení společnosti (LIC, 2020).

DeLaval

Společnost DeLaval vyvíjí, vyrábí a prodává zařízení i systémy pro produkci mléka a chov zvířat. Dodává systémová řešení pro dojení, správu stád, řízení dopravy zvířat,

krmení, chlazení, manipulaci s hnojem, větrání a regeneraci energie. Nabízí automatické i konvenční systémy dojení (DeLaval, 2020).

Jejich zařízení Herd Navigator Pro měří hladinu progesteronu, obsah LDH (laktát dehydrogenáza), močoviny a BHB (beta hydroxybutyrát). Systém automaticky odebírá vzorky mléka od konkrétních krav stáda a analyzuje tyto parametry, které pomáhají zemědělcům sledovat reprodukci, mastitidu, energetickou a proteinovou rovnováhu zvířat. Mléko se odebírá do vzorkovačů mléka připojených k jednotlivým dojícím stáním. Dle načtených čísel dojnic se před dojením systém rozhodne, od které krávy by se měly odebrat vzorky pro každý jednotlivý parametr, když dorazí do dojírny nebo VMS (robotický systém dojení DeLaval). Po podojení řady krav vzorkovače odešlou své příslušné vzorky mléka do jednotky pro příjem vzorků (SI). Toto zařízení drží vzorky a posílá je jeden po druhém do analyzátorového nástroje (AI) umístěného v mlékárně. Techniky používané pro LDH a BHB jsou založeny na kolorimetrickém principu, zatímco stanovení progesteronu je založeno na imunoanalýze. Výsledky si program vyhodnotí sám a také si určí, za jak dlouho bude tento parametr měřen znovu u jednotlivých krav (Mazeris, 2010).

Herd Navigator Pro díky měření hladiny progesteronu v mléce poskytuje informace, kdy jsou krávy v říji, zda jsou březí, jestli dochází k časným embryonálním zmetáním nebo mají-li krávy abnormální ovariální útvary, jako jsou např. cysty. Díky měření LDH, což je enzym, který vysoce koreluje s počtem somatických buněk, lze detekovat subklinickou i klinickou mastitidu. Měření BHB zařízení detekuje subklinickou ketózu. A pomocí sledování hladiny močoviny v mléce, která se mění změnou krmné dávky, lze sledovat, jakým způsobem krávy reagují na změnu krmné dávky. Všechny výsledky jsou hned odesílány do programu zootechnika (DeLaval, 2018).

Free Flow - ENGS

Společnost ENGS, která se specializuje na vývoj nových technologií pro mlékárenský průmysl, vyrábí zařízení Free Flow měřící průtok, množství, teplotu a elektrickou vodivost mléka. Zařízení Free Flow je nainstalováno v každém dojícím stání a měří každou dojnici zvlášť. Tyto údaje jsou hned odesílány do programu chovatele, který s jejich pomocí je schopen sledovat zdraví krav a jejich produkci. Díky měření elektrické vodivosti může snáze chovatel odhalit zánět mléčné žlázy

a vyřadit krávy s tímto problémem a zahájit léčbu. Zařízení nemá žádné pohyblivé části, čímž se minimalizují náklady na údržbu (ENGS, 2019).

MastiLine

Společnost z Nizozemska MastiLine zajišťuje technologie pod názvem Luci. Společnost se zabývá dobrými životními podmínkami pro zvířata a vyvíjí technologie založené na senzorech. Společně s týmem designerů, inženýrů a vědců vyvíjejí technologie, které mohou zlepšit kvalitu mléka a životní podmínky pro zvířata.

Luci patří mezi zařízení měřící somatické buňky v mléce od jednotlivých dojnic. Odebírá si sám vzorek mléka a analyzuje somatické buňky pomocí bioluminiscence. Bioluminiscence je vydávání energie z buňky ve formě viditelného světla v důsledku specifické chemické reakce v buňce (Broome, 2018). Údaje jsou odesílány i s číslem dojnice do centrální databáze chovatele. Díky těmto údajům chovatel může vyhledat krávy a detekovat u nich subklinickou mastitidu. Toto zařízení se připojuje k jednotlivým dojícím stáním a lze ho používat jak v konvenčních dojárnách, tak v dojících robotech (Mastiline, n.d.).

SomaDetect

Společnost SomaDetect se specializuje na výrobu technologií, které stanovují obsah mléčných složek v mléce.

Zařízení SomaDetect od stejnojmenné firmy měří obsah tuku, bílkovin, progesteronu a počet somatických buněk v mléce od jednotlivých dojnic. Princip měření tohoto zařízení spočívá v rozptylu světla, kdy paprsek řízeného světla prochází médiem (mlékem) a zasahuje malé částice, které způsobují, že paprsek mění směr a rozptyl. Částice v mléce (bílkoviny, tuky, progesteron a somatické buňky) mají různou velikost a jsou obsažené v mléce v různých koncentracích. Díky tomu budou mít složky v mléce jiný rozptyl světla a to lze pozorovat. Společnost SomaDetect pozorováním vytvořila mnoho algoritmů, díky nimž počítač dokáže přečíst vzory rozptylu světla pro dané částice a vyhodnotit obsahy mléčných složek.

Měření somatických buněk napomáhá k vyhledávání subklinických i klinických mastitid. Měření tuku, bílkovin i měření jejich poměru napomáhá chovatelům zjistit onemocnění acidózu a ketózu, které jsou způsobené špatnou krmnou dávkou. Měření

progesteronu může být užitečné k predikci březosti. Zařízení SomaDetect se připojuje k jednotlivým dojícím stáním a lze ho připojit ve všech typech konvenčních dojíren (SomaDetect, 2016).

Waikato

Společnost z Nového Zélandu Waikato se specializuje na výrobu rotačních systémů dojení, automatizace dojíren, systémy chlazení mléka a také na odpadní a enviromentální řešení. Svá zařízení mají uzpůsobené k namontování či k výměně dílů u starších typů dojíren.

Mezi novější zařízení této společnosti patří ECR plus, jenž je vylepšený oproti základnímu zařízení ECR-s. Základní zařízení ECR-s je složeno z otočného nebo vertikálního ramene, spínače dojení a uzavíracího ventilu, který má v sobě pár elektrod, čímž rozpoznává konec dojení. Toto zařízení napomáhá dojičům a dojičkám snáze nasazovat dojící aparát a automaticky po ukončení dojení aparát sundává z vemene. Je možnost připojit k tomuto zařízení Smart Spray, ten po sejmutí dojícího aparátu automaticky nastříká dezinfekci na struky. Novější ECR plus navíc umožňuje připojovat automatizované zařízení s názvem SmartD TECT a zařízení s názvem Yield indicator.

SmartD TECT je zařízení, které měří elektrickou vodivost mléka z jednotlivých čtvrtí. Spojením se softwarem Potrack vantage od firmy LIC se výsledky načtou do databáze chovatele a upozorní na odchylku od nastaveného prahu elektrické vodivosti. Což může ukazovat na zánět mléčné žlázy. Pokud je zařízení připojeno k ramenu ECR plus bude upozorněna i obsluha dojírny.

Yield indicator je přístroj, který měří objem mléka. Software NaviGate Dairy Management umožňuje sledovat výkon dojení v reálném čase každého zvířete. Díky nepohyblivým částem není potřeba žádná údržba zařízení (Waikato, n.d.).

2.3.3 Systémy pro rychlé analýzy mléka v dojících robotech

Jednotlivé firmy vyrábějící roboty se systémy pro rychlé analýzy mléka.

Lely

Společnost Lely vyrábí automatizované systémy pro zemědělství. Společnost nabízí produkty od strojů pro sklizeň píce až po technologie pro dojení, krmení a stáj. Jejich průlomovým produktem je dojící robot Lely Astronaut, který byl poprvé představen v roce 1992 (Lely, 2020).

Nejnovější robot této společnosti se nazývá Lely Astronaut A5. Tento robot obsahuje několik senzorů měřících barvu mléka, tuky, bílkoviny, laktózu, elektrickou vodivost, teplotu a průtok mléka. Dále má systém na vážení mléka a zabudovaný procesor, ke zjištění počtu somatických buněk. Všechny výsledky měření si může chovatel ihned zkontrolovat v programu T4C od společnosti Lely.

Barvu mléka měří pomocí LED světel (infračervené, zelené, modré a červené světlo) prosvětlujících mléko při dojení a dopadající světlo zachycují senzory. Blog přijímající světlo má dvě diody, které měří intenzitu světla propouštěného mlékem. Normální bílé mléko má nízkou hodnotu propustnosti světla pro všechny barvy. Nebílé mléko má vyšší hodnotu propustnosti pro jednu nebo více složek světla. Toto měření se uplatňuje při stanovení abnormálního mléka v každé čtvrti. Robot tímto dokáže detekovat mastitidu, krev, vodnaté mléko, kolostrum a jinak abnormální mléko. Pomocí těchto LED světel robot stanovuje i procento úrovně tuku, bílkovin a laktózy.

Vodivost zjišťuje senzor, který měří elektrický proud a napětí mezi dvěma kontakty. To se uplatňuje při detekování subklinické a klinické mastitidy. Teplotní senzor měří teplotu dojeného mléka a teplotu vody při čištění. Uplatňuje se při hodnocení zdravotního stavu a kontrole správného průběhu čištění. Dalším senzorem je senzor průtoku mléka, který pomocí čidel měří elektrický proud mezi jednotlivými kontakty čidla vodivosti a čidla průtoku. Pokud proudí v potrubí více mléka, je elektrický proud silnější. Uplatňuje se při sledování dojení a stanovení momentu sejmutí strukového násadce každé čtvrti na konci dojení.

Výnos mléka se měří systémem vážení mléka. Váha mléka se stanovuje pomocí tenzometrické jednotky se zavěšenou skleněnou nádobou, která sbírá veškeré mléko

při každé návštěvě dojnice v robotu. Tím má chovatel průběžný přehled o výnosu mléka od jednotlivých krav.

Dále má robot v sobě zabudované zařízení MQC-C, které měří počet somatických buněk z celého nádoje od jednotlivých dojnic. Zařízení měří viskozitu mléka a viskozitu činidla MQC-C. Celé měření je založeno na době, po kterou magnet propadne směsí mléka a činidla MQC-C. Čím déle trvá, než magnet propadne, tím vyšší je počet somatických buněk. Tyto počty jsou korelovány ke konkrétním počtům somatických buněk (Lely, 2017).

Fullwood Packo

Společnost Fullwood Packo se specializuje na technologie dojení a chlazení mléka. Vyrábí většinu typů dojíren od klasických rybinových, paralelních či kruhových dojíren až po automatizované dojící roboty (Fullwood, 2020). Mezi nejnovější roboty patří dojící robot M2erlin.

Dojící robot M2erlin obsahuje zařízení CrystaLab a senzor 4QC. Zařízení CrystaLab měří pomocí senzorů obsah tuku, bílkovin (i poměr tuk/bílkovina), laktózu a zjišťuje přítomnost krve v mléce. Díky údajům poměr tuk/bílkovina může chovatel snáze rozpoznat poruchy metabolismu jako je bachorová acidóza a ketóza. Zařízení lze připojit i k jednotlivým stáním v konvenční dojírně. Senzor 4QC měří vodivost a teplotu mléka z jednotlivých čtvrtí. To umožňuje chovateli snáze vyhledat krávy se zánětem mléčné žlázy a zaznamená, v jaké čtvrti vemene se nachází problém (Fullwood, 2015).

GEA

Společnost GEA vyvíjí technologie pro velké množství průmyslových odvětví, zejména pro potravinářský průmysl, ale i pro farmaceutický, nápojový, mléčný, mlékárenský a chemický. Společnost se dělí do několika oddělení a jedno z nich se nazývá Farm Technologies (Gea, 2020). Toto oddělení se zabývá výrobou technologií dojení a další výrobou technologií, která je úzce spjatá se zvířaty, jako jsou například selekční branky, váhy a mléčné automaty pro telata. Farmářům dodávají různé typy dojících zařízení přes konvové až po robotické dojení. Také zajišťují chladicí tanky a vany na mléko.

Mezi novější automatický dojící systém patří robotická kruhová dojírna DairyProQ. Tento systém zjišťuje pomocí různých senzorů elektrickou vodivost, teplotu, barvu a analyzuje průtok mléka v jednotlivých čtvrtích. Dále měří i celkový nádoj mléka. Dojírna obsahuje ventil, který v závislosti na těchto údajích a výstražných upozornění otevírá nebo uzavírá transport mléka do mléčného potrubí (Agropress, 2017). V každém dojícím stání je také zabudované zařízení DairyMilk M6850, které měří počet somatických buněk.

Zařízení DairyMilk M6850 určuje kategorii počtu somatických buněk pro každou čtvrtinu vemene zvlášť. K měření využívá patentovanou metodu EPT (prahová hodnota permeability). Tyto údaje lze využívat k detekci mastitid a určit, v jaké čtvrtině zánět probíhá. Zařízení je zabudováno i v novém dojícím robotovi GEA DairyRobot 9500 (Gea, 2020).

Bulteh 2000

Společnost Bulteh 2000 se specializuje na výrobu elektrických analyzátorů mléka. Dodává speciální laboratorní a technologické vybavení pro mlékárenský a potravinářský průmysl. Své elektrické analyzátory prodává pod značkou Ekomilk. Řada elektrických analyzátorů, zaměřená na měření somatických buněk se nazývá Ekomilk horizon (Ekomilk, 2000).

Do roku 2018 vyráběly zařízení, která mohla být používána jen ve speciálních laboratořích, v mlékárnách a v chovech, kde si sám chovatel odebral vzorky. Roku 2018 uvedly svá zařízení Ekomilk Horizon Essential a Ekomil Horizon Unlimited ve speciální verzi, jež lze připojit k dojícím robotům. Tyto zařízení si sami odebírají vzorky a analyzují je od každé dojnice.

Ekomilk Horizon Essential měří jen počet somatických buněk. Ekomilk Horizon Unlimited měří i obsah tuku, bílkovin, laktózy a celkový obsah pevných látek. Tato dvě zařízení lze napojit k robotům, které mají vzorkovače ORI nebo VMS. Ty totiž dokážou nasbírat potřebný objem vzorku mléka (30-60 ml). Zařízení se připojuje právě na místo vzorkovačů. Součástí těchto zařízení je online modul AMP, jenž upozorňuje na chyby mezi zařízením a robotem nebo v případě nutné údržby (Milking robots, 2018).

Boumatic

Společnost Boumatic se zabývá výrobou technologií pro mléčnou farmu. Zajišťují objemové chladicí nádrže, automatické dojící systémy, robotické dojící systémy a hygienické prostředky používané při získávání mléka. V roce 2011 byla založena dceřiná společnost Boumatic Robotics, která se zabývala výhradně dojícími roboty. Ještě téhož roku společnost Boumatic Robotics představila prvního robota této společnosti MR-S1 s jedním dojícím stáním a nasazováním dojícího přístroje zezadu. V následujících letech byl představen další robot MR-D2, jenž má dvě dojící stání postavené vedle sebe (side by side).

Oba roboti obsahují zabudované zařízení SC-guard. Zařízení SC-guard si samo odebere vzorek mléka a poté ho analyzuje na počet somatických buněk. Díky informacím o počtu somatických buněk může chovatel snáze vyhledat dojnice se subklinickou, klinickou mastitidou. Dále mají v sobě zařízení FloSmart, které poskytuje informace o vodivosti, teplotě a hmotnosti nadojeného mléka z jednotlivých čtvrtí (Boumatic, 2020).

2.4 Očekávaný vývoj

Přesto, že se v praxi již uplatňují různé senzorové technologie, které dokážou měřit složky mléka v reálném čase od jednotlivých dojnic (Schmilovitch et al., 2019), tak jejich měření není stále přesné jako v laboratořích (Melfsen et al., 2012). Z tohoto důvodu je zapotřebí tyto zařízení nadále prozkoumávat a rozvíjet (Australia, 2015).

Mezi jednu z metod, která by mohla být využívána na měření mléčných složek v mléce v reálném čase, patří infračervená spektroskopie. Tato metoda se nyní využívá ve speciálních laboratořích a měří s vysokou přesností (Melfsen et al., 2012). Infračervená spektroskopie je založena na měření elektromagnetického záření části spektra o vlnových délkách 0,78 až 1000 nm. Dělíme ji na blízkou (NIR), střední (MIR) a dalekou (FIR) (Elich et al., 2009). Pomocí NIR technologie lze změřit více složek mléka současně. Měří obsah bílkovin, tuků, laktózy i počet somatických buněk. V roce 2012 byla udělaná studie na přesnost této metody. Byl k tomu využit speciálně vyvinutý in-line analyzátor. Jeho výsledky byly uspokojivé, ale ne tak přesné, jako v laboratořích (Melfsen et al., 2012). Své uplatnění může mít i metoda MIR, která vykazuje přesnější analýzu minoritních látek v potravinách (Elich et al., 2009).

Dále by se mohly začít využívat k měření i biosenzory, které mohou poskytnout rychlejší a přesnější měření somatických buněk, a tím spolehlivě odhalit zánět mléčné žlázy. Biosenzory jsou analytické nástroje, které přeměňují chemické a fyzikální signály na jiné, lépe měřitelné (elektrický signál, ...). Jejich jednu část tvoří prvek biologického původu. Díky tomu dokáží detekovat přítomnost specifických buněk a buněčných markerů s vysokou citlivostí. Využívání biosenzorů se rozvíjí v lidské medicíně, ale pro diagnostiku mastitidy zůstává využívání těchto biosenzorů omezené (Martins et al., 2019).

Je potřeba věnovat pozornost i celkovému počtu bakterií v syrovém mléce, jakožto kritéria pro kvalitu mléka. Klasické kultivační metody trvají 24–48 hodin a používání přístrojů jako Bactoscan je ekonomicky náročné (Vytrásová & Lendřáková, 1998). Mezi nejslibnější rychlé metody měření bakteriologického složení čerstvého mléka se ukázaly bioluminiscenční ATP testy (Brovko et al., 1999). Adenosintrifosfát (ATP) používají všechny živé organismy k ukládání energie. V bioluminiscenční technice ATP enzym luciferáza katalyzuje chemickou reakci s ATP a luciferinem. Pro mikrobiální detekci je komerčně dostupných mnoho ATP bioluminiscenčních souprav a luminometrů. Bioluminiscenční metoda ATP se stala běžnou v potravinářském průmyslu, zejména pro stanovení účinnosti programu sanitace. Používání této metody u syrového mléka bývá omezené. Důvodem může být ovlivňování testů různou bioluminiscencí potravin. Testy mohou být ovlivněny i přítomností detergentů, chemikálií a dezinfekčních prostředků (Ziyaina et al., 2020).

Při budoucím vývoji nových technologií se budou muset vyřešit i bariéry v jejich využívání (Australia, 2015). Spousta zemědělců není ochotna investovat do nových technologií, a tím podpořit další výzkum a vývoj. Zemědělec si musí být jist, že se mu investice vrátí (Connecterra, 2018). Dalším problémem je i to, jestli se investice do nových technologií danému podniku ekonomicky vyplatí. Pro podnik, který dobře funguje a prosperuje, bude lehčí nové technologie přijmout (Einstein-Curtis, 2019). Překážkou bývá také vhodný výběr technologií, kdy spousta nabízených produktů nebyla ještě řádně ověřená. Také některá zařízení nelze připojit ke stávajícím nebo novým od jiné firmy. I kdyby tyto problémy zemědělci překonali a zainvestovali do nových technologií, mohli by mít problém se spoustou údajů, které technologie poskytují a nevěděli by, jak s nimi pracovat. Proto je důležitá podpora zemědělství, aby se nadále mohlo rozvíjet a překonávat tyto překážky (Australia, 2015).

3 Závěr

Data získaná analyzátory mohou být využívána ke každodennímu řízení stáda a ke kontrole kvality mléka.

Na trhu existuje více než 10 společností, které vyrábí různá in-line zařízení pro analýzu mléka v dojárnách a dojících robotech. Liší se metodami měření i tím, jaké složky a vlastnosti měří. Většina analyzátorů měří pomocí různých senzorů (např. optických) nebo na principu elektrické vodivosti. Některá zařízení využívají také čidla, která přidávají do automaticky odebraných vzorků.

Zájem chovatelů o tato zařízení vyplývá z jejich zájmu o každodenní informaci o složení mléka a jeho kvalitě, které využívají k hodnocení zdravotního stavu zvířat a účinnosti krmné dávky. Ale přístroje stále neměří přesně, jako je tomu ve speciálně zaměřených laboratořích. Z tohoto důvodu je důležité nalézt metodu měření, která by dávala přesné výsledky a současně byla cenově dostupná pro zemědělce. Potenciál by mohly mít metody na principu bioluminiscence, červené spektroskopie nebo biosenzory.

Z uživatelského hlediska je důležité při výběru zařízení zohlednit především způsob interpretace naměřených hodnot, jejich vývoje v čase a analýza možných příčin nežádoucích hodnot a jejich trendů.

Dle mého názoru jsou analyzátory mléka velmi přínosnou technologií, která mohou pomoci chovatelům při řízení stád a umožnit individuální přístup k dojnicím a omezení ztrát mléka.

4 Bibliografické citace

- A list of dairy tech startups featuring Connecterra. Feed navigator [online]. Amsterdam: Connecterra, 2018 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://www.connecterra.io/a-list-of-dairy-tech-startups-and-the-barriers-to-adoption/>
- About Company Afimilk. AgTech Guide [online]. Denver: AgTech Guide, 2018 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: <https://www.agtechguide.com/company/afimilk/>
- AfiMilk MPC TM. Afilab [online]. Israel: Afimilk, 2019 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: http://www.afilab.com/usercontent/files/Afimilk_AfiMilk_MPC.pdf
- Agri expo: Milking robot [online]. Agri expo [cit. 2020-01-26]. Dostupné z: <https://www.agriexpo.online/agricultural-manufacturer/milking-robot-195.html>
- Alhussien, M. N., Dang A. K. Milk somatic cells, factors influencing their release, future prospects, and practical utility in dairy animals: An overview. *Veterinary World* [online]. 2018, 11(5), 562-577 [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.14202/vetworld.2018.562-577. ISSN 09728988. Dostupné z: <http://www.veterinaryworld.org/Vol.11/May-2018/1.html>
- Anonym. In-Line Milk Analysis Will Change The Way We Manage Dairy Herds. *Agrichecker* [online]. Agrichecker, 2018, 25.8.2018 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <https://www.agrichecker.com/blog/the-future-of-how-we-milk-cows/>
- Ariza, J.M., Meignan, T., Madouasse, A. et al. Effects on milk quantity and composition associated with extruded linseed supplementation to dairy cow diets. *Sci Rep* 9, 17563 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54193-z>
- Aytenfsu, S., Mamo, G. Review on Chemical Residues in Milk and Their Public Health Concern in Ethiopia. *Journal of Nutrition & Food Sciences* [online]. 2016, 6(4) [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.4172/2155-9600.1000524. ISSN 21559600. Dostupné z: <https://www.omicsonline.org/open-access/review-on-chemical-residues-in-milk-and-their-public-health-concern-inethiopia-2155-9600-1000524.php?aid=75455>
- Baines, J.R., Herbrink, J. Online milk analysis. *Cattle practice*. 2013, 5(21), 218-221. ISSN 0969-1251.
- BouMatic [online]. Belgium: BouMatic, ©2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://boumatic.com>

- Bowman, M. Significance of Nutritional Effects on the Freezing Point of Milk. Milk [online]. Ontario Agri-Business Association Nutrition Committee, 2005 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <http://www.milk.org/Corporate/pdf/farmers-freezingpoint.pdf>
- Brovko, L. Y., Froundjia, V. G., Babunova, V. S., Ugarova., N. N. Quantitative assessment of bacterial contamination of raw milk using bioluminescence. Journal of Dairy Research [online]. 1999, 66(4), 627-631 [cit. 2020-04-19]. DOI: 10.1017/S0022029999003817. ISSN 0022-0299. Dostupné z: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0022029999003817/type/journal_article
- Broome, A. M. Cancer Nanotechnology. Advances in Cancer Research. 139. Carolina, 2018, s. 222. ISBN 9780128141694.
- Conductivity sensors and transmitters. Endress [online]. Switzerland: Endress [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/liquid-analysis-product-overview/conductivity-sensors-transmitters>
- Connolly, A. Bridging the Data Gap in Dairy Farming - the promise of digital technologies. Linked in [online]. Wilmington: Connolly, 2018, 6.5.2018 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: https://www.linkedin.com/pulse/bridging-data-gap-dairy-farming-promise-digital-aidan-connolly?trk=portfolio_article-card_title
- Costa, A., Schwarzenbacher, H., Mészáros, G., Fuerst-Waltl, B., Fuerst, Ch., Johann Sölkner, J., Penasa, M. On the genomic regions associated with milk lactose in Fleckvieh cattle. Journal of Dairy Science. 2019, 102(11), 10088-10099. DOI: 10.3168/jds.2019-16663. ISSN 00220302. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030219307301>
- Cowley, M. Smart, Connected Technologies in Dairy Industry the Key to Feeding Future Populations. Ida ireland [online]. California, 2018, 17.8.2018 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <https://www.idaireland.com/newsroom/blog/august-2018/smart,-connected-technologies-in-dairy-industry-th>
- DeLaval [online]. Česká republika: DeLaval, ©2018 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.delaval.com>
- DeLaval [online]. Sweden: DeLaval, ©2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.delavalcorporate.com>
- Derksen, B. Selecting The Right Milking Parlor Design. American Dairymen [online]. American Dairymen, 2019 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://www.americandairymen.com/articles/selecting-right-milking-parlor-design>

- Doležal, O., Staněk, S., Bečková, I., Černá, D., Dolejš, J., ed. Chov dojeného skotu: technologie, technika, management. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-70-0.
- Doležal, O., Hlásný, J., Jílek, F., Hanuš, O., Vegricht, J., Pytloun, J., Kvapilík, J. Mléko, dojení, dojírny. 1. Praha: Agrospoj, 2000.
- Doležal, O. Technologie a technika chovu skotu. S.l.]: Svaz chovatelů českého strakatého skotu, 1996. ISBN (brož.).
- Drbohlav, J., Vodičková, M. Tabulky látkového složení mléka. 2. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací 2002. 11-18 s.
- Druhy dojení [online]. Agropress, 2017 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/dojeni-na-stani-a-v-dojirne/>
- Druhy mléka a jeho složení [online]. Agropress, 2018 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/druhy-mleka-a-slozeni/>
- Einstein - Curtis, A. Intangible benefits to be found in new dairy farming technology. Feed navigator [online]. England: Feed navigator, 2019, 2019 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: https://www.feednavigator.com/Article/2019/06/17/Hurdles-noted-to-wide-spread-adoption-of-tech-in-dairy-farming?utm_source=copyright&utm_medium=OnSite&utm_campaign=copyrigt
- Elich, O., Švejcárová, M., Peroutková, J., S. Strkalová, S. Stabilita mléčných matric pro účely IR měření. Mlékařské listy. 2009, 74(117), 15-18.
- ENGS system [online]. Israel: ENGS, ©2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.engsdairy.com>
- Smith, J. F., Brouk, M. J., Harner, J. P. Cow facilities and effects on performance. Advances in dairy technology. Red Deer, Canada, 2002, 2002(14), 317-329.
- Fullwood Packo [online]. UK: Fullwood, ©2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://fullwoodpacko.com>
- Fox, P. F., Mcsweeney, P. L. H. Advanced dairy chemistry. 3rd ed. New York, N.Y.: Springer, 2009. ISBN 978-0-387-84864-8.
- Fox, P. F., Uniacke-Lowe, T., Mcsweeney P. L. H., O'mahony J. A. Physical Dairy Chemistry and Biochemistry [online]. Cham: Springer International Publishing, 2015, 2015, s. 321-343 [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.1007/978-3-319-14892-2_8. ISBN 978-3-319-14891-5. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-14892-2_8

- Fox, P.F., Kelly, A.L., Coolbear, T. Indigenous enzymes in milk: Overview and historical aspects—Part 1. *International Dairy Journal*. 2006, 16(6), 500-516. DOI: 10.1016/j.idairyj.2005.09.013. ISSN 09586946. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694605002554>
- Fullwood M²erlin. UK, 2015. Dostupné také z: <file:///C:/Users/Pavel/Downloads/Fullwood-Merlin-Brochure.pdf>
- Gajdůšek, S. *Laktologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-657-3.
- Gálik, R., Mihina, Š., Bod'o, Š., et al. *Technika pre chov zvierat*. 1. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015. ISBN 978-80-552-1407-8.
- Gea [online]. Česká republika: Gea technologies s.r.o, ©2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.gea.com>
- Gillis, E. H., Gosling, J. P., Sreenan, J. M., Kane, M. Development and validation of a biosensor-based immunoassay for progesterone in bovine milk. *Journal of Immunological Methods* [online]. 2002, 267(2), 131-138 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1016/S0022-1759(02)00166-7. ISSN 00221759. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022175902001667>
- Haug, A., Hostmark, A. T., Harstad, O. M. Bovine milk in human nutrition – a review: Overview and historical aspects—Part 1. *Lipids in Health and Disease*. 2006, 6(1), 500-516. DOI: 10.1186/1476-511X-6-25. ISSN 1476511X. Dostupné také z: <http://lipidworld.biomedcentral.com/articles/10.1186/1476-511X-6-25>
- Huppertz, T., Kelly, A. L., Harstad, O. M. Properties and Constituents of Cow's Milk: Growth factors, vitamins and nucleotides. *Milk Processing and Quality Management*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2008, 16(11), 23-47. DOI: 10.1002/9781444301649.ch2. ISBN 9781444301649. ISSN 09586946. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1002/9781444301649.ch2>
- Chassaing, Ch., Sibra, C., Verbič, J., et al. Mineral, vitamin A and fat composition of bulk milk related to European production conditions throughout the year: Growth factors, vitamins and nucleotides. *Milk Processing and Quality Management*. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 2016, 96(5), 715-733. DOI: 10.1007/s13594-016-0300-7. ISBN 9781444301649. ISSN 1958-5586. Dostupné také z: <http://link.springer.com/10.1007/s13594-016-0300-7>

- Chen, L., Daniel, R. M., Coolbear, T. Detection and impact of protease and lipase activities in milk and milk powders. *International Dairy Journal*. 2003, 13(4), 255-275. DOI: 10.1016/S0958-6946(02)00171-1. ISSN 09586946. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694602001711>
- Jensen, R. G., Schwarzenbacher, H., Mészáros, G., Fuerst-Waltl, B., Fuerst, CH., Sölkner, J., Penasa, M. The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. *Journal of Dairy Science*. 2002, 85(2), 295-350. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74079-4. ISSN 00220302. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030202740794>
- Ježková, A. Chytré technologie v českých chovech. *Náš chov*. 2019, (4), 60 - 62.
- Ježková, A. O robotizovaném dojení. *Náš chov*. 2016, (5), 30 - 32.
- Kopřiva, V. Mléko a mlezivo - hlavní rozdíly a nutriční význam mléka ve výživě. *Cit.vfu* [online]. 2011, 2011 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/VY_04_03.pdf
- Kudělková, L., Adamcová, K., Šobáňová. Hygienické a welfare aspekty strojního dojení v prvovýrobě mléka [online]. Brno, 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: https://fvhe.vfu.cz/files/Hygienicke_a_welfare_aspekty_strojního_dojeni_v_prvovýrobe_mleka_Moodle.pdf. Prezentace. Fakulta veterinární hygieny a ekologie.
- Lely [online]. Netherlands: Lely, 2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.lely.com>
- Lely Service manual. Netherlands, 2017. Dostupné také z: <https://www.lely.com>
- LIC [online]. New Zealand: Lic, ©2020 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.lic.co.nz>
- Lic automation [online]. New Zealand: Lic, ©2014 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.licautomation.com>
- Manns, R., Schleicher, J. Information on Conductivity Measurement [online]. Germany: JUMO GmbH & Co., 2007 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: http://www.manoraz.com/_Uploads/dbsAttachedFiles/FAS624gb_Conductivity.pdf
- Martins, S. A. M., Martins, V. C., Cardoso, F. A., et al. Biosensors for On-Farm Diagnosis of Mastitis. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* [online]. 2019, 7 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.3389/fbioe.2019.00186. ISSN 2296-4185. Dostupné z: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fbioe.2019.00186/full>

- Mastiline [online]. Netherlands: Mastiline [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.mastiline.com/>
- Mazeris, F. DeLaval Herd Navigator® Proactive Herd Management. The First North American Conference on Precision Dairy Management, 2010. Dostupné také z: <http://www.precisiondairy.com/proceedings/s1mazeris.pdf>
- Mcdermott, A., Visentin, G., S. Mcparland, S., Berry, D. P., Fenelon, M. A., Marchi, D. M. Effectiveness of mid-infrared spectroscopy to predict the color of bovine milk and the relationship between milk color and traditional milk quality traits. *Journal of Dairy Science* [online]. 2016, 99(5), 3267-3273 [cit. 2019-12-04]. DOI: 10.3168/jds.2015-10424. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030216001612>
- McSweeney P.L.H., Nursten H.E., Urbach G. (1997) Flavours and off-Flavours in Milk and Dairy Products. In: Fox P.F. (eds) *Advanced Dairy Chemistry Volume 3*. Springer, Boston, MA
- Melfsen, A., Hartung, E., Haeussermann, A. Accuracy of in-line milk composition analysis with diffuse reflectance near-infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science* [online]. 2012, 95(11), 6465-6476 [cit. 2020-03-18]. DOI: 10.3168/jds.2012-5388. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030212006509>
- Michael, C., Ramos, M. J. Factors Affecting Milking Parlor Selection for a New Dairy Facility. In: 2006 Portland, Oregon, July 9-12, 2006 [online]. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006, 2006, s. - [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.13031/2013.20914. Dostupné z: <http://elibrary.asabe.org/abstract.asp?JID=5&AID=20914&CID=por2006&T=1>
- Michaelidou, A., J. Steijns, J., Harstad, O. M. Nutritional and technological aspects of minor bioactive components in milk and whey: Growth factors, vitamins and nucleotides. *International Dairy Journal*. 2006, 16(11), 1421-1426. DOI: 10.1016/j.idairyj.2006.06.018. ISSN 09586946. Dostupné také z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0958694606001592>
- Milking robots: automatic real-time milk quality and milk composition analysis at \$0.04/test. No need for Shuttle or ORI collector. Germany, 2018. Dostupné také z: <http://www.animalmonitoring.com/milkingrobot.html>
- Nikolić, N., Mirecki, S., Blagojević, M. Presence of inhibitory substances in raw milk in the area of Montenegro. *Mljekarstvo*. 2011, 2(61), 182-187.

- Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I.R., Friggens, N.C., Sloth, K.H.M.N., Lovendahl, P. Electrical Conductivity of Milk: Ability to Predict Mastitis Status. *Journal of Dairy Science* [online]. 2004, 87(4), 1099-1107 [cit. 2020-02-13]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030204732567>
- Nozière, P., Graulet, B., Lucas, A., Martin, B., Grolier, P., Doreau, M. Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology* [online]. 2006, 131(3-4), 418-450 [cit. 2019-12-04]. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2006.06.018. ISSN 03778401. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377840106002719>
- Otieno, K. Here's Why Freezing Point is More Dependable Than Lactometric Method in Determining Milk Adulteration. *Dairy Technologist* [online]. 2017 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <https://dairytechnologist.com/freezing-point-of-milk-determination/>
- Otrubová, M. Hodnocení úrovně výživy v chovu dojnic – 1. část. *Agropress* [online]. 2019, 23.5. 2019, 2019 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/hodnoceni-urovne-vyzivy-v-chovu-dojnic-cast-prvni/>
- Kouřimská, L. Principy senzorické analýzy [online]. ČZU v Praze 2008 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: http://www.uniconsulting.cz/download/ucebni-text/Zavadeni_novych_metod.pdf
- Představujeme koncept dojení GEA Farm Technologies. *Agropress* [online]. 2017, 2017 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/predstavujeme-koncept-dojeni-gea-farm-technologies/>
- Quigley, L., O'sullivan, O., Stanton, C., Beresford, T. P., Ross, R. P., Fitzgerald, G. F., Cotter, P. D. The complex microbiota of raw milk. *FEMS Microbiology Reviews* [online]. 2013, 37(5), 664-698 [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.1111/1574-6976.12030. ISSN 1574-6976. Dostupné z: <https://academic.oup.com/femsre/article-lookup/doi/10.1111/1574-6976.12030>
- Response to Inquiry into technological and service innovation in Western Australia [online]. Australian: Parliament of Western Australia, 2015 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: [https://www.parliament.wa.gov.au/Parliament/commit.nsf/luInquiryPublicSubmissions/EBAA34A742075EFC48257F080027E332/\\$file/78545386.pdf](https://www.parliament.wa.gov.au/Parliament/commit.nsf/luInquiryPublicSubmissions/EBAA34A742075EFC48257F080027E332/$file/78545386.pdf)

- Saber [online]. New Zealand: Lic, ©2015 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.saberfarm.com>
- Samková, E. Mléko: produkce a kvalita: Milk: production and quality: vědecká monografie. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2012. ISBN 978-80-7394-383-7.
- SCR MC200 Series Milking Control Systems. SCR dairy [online]. SCR, 2013 [cit. 2020-02-17]. Dostupné z: http://www.scrdairy.com/images/PDF/MC200_4_A4_Eng_Oct15_low.pdf
- Sharma, N., Singh, N. K., Bhadwal, M. S. Relationship of Somatic Cell Count and Mastitis: An Overview. Asian-Aust. J. Anim. Sci [online]. 2011, 3(24), 429-438 [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://www.ajas.info/upload/pdf/24-52.pdf>
- Schmilovitch, Z., Katz, G., Pinski, N., Hoffman, A., Egozi, H., Maltz, E. Real time online NIR milk analyzer. Agricultural Research Organization [online]. Israel: ARO, 2019 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://www.agri.gov.il/en/blogs/chapter.aspx?peopleId=718&chapterId=125>
- Silva-Del-Rio, N. Milk Urea Nitrogen. Dairy Herd [online]. 2011 [cit. 2020-04-19]. Dostupné z: <https://www.dairyherd.com/article/milk-urea-nitrogen>
- Slavík, P., Illek, J., Matějčík, M., Klouda, Z.: Mléko jako ukazatel zdraví dojníc – bílkoviny. Veterinářství, 2004, 54: 459–464.
- Smetana, P. Faremní zpracování mléka v ekologickém zemědělství: kvalita mléka, hygienické požadavky na jeho zpracování, přímý prodej mléka: zásady ekologického chovu skotu, ovcí a koz. Olomouc: Bioinstitut, 2009. Metodika pro praxi (Bioinstitut). ISBN 978-80-904174-5-8.
- Snášelová, J. Hustota mléka a smetany v závislosti na teplotě a obsah tuku. Mlékařské listy. 2009, 2009(113/114), 18-21.
- SomaDetect [online]. Canada: SomaDetect, 2016 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://somadetect.com>
- Stacionární dojírna side by side. Kamír [online]. Česká republika: Kamír, 2015 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.kamir.cz/web/dojici-zarizeni/stacionarni-dojirny/stacionarni-dojirny-side-by-side>
- Subramonian, S. Specific gravity of milk. E-Krishi Shiksha [online]. 2012 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <http://ecoursesonline.iasri.res.in/mod/page/view.php?id=65154>

- Štolcová, M., Bartoň, L., Řehák, D. Význam a interpretace nepřímých indikátorů negativní energetické bilance dojníc. *Náš chov* [online]. 2019, 2019(9) [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.naschov.cz/vyznam-a-interpretace-neprimych-indikatoru-negativni-energeticke-bilance-dojnic/>
- Šustová, K., Poláčková, M., Kuchtík, J. Možnosti detekce mastitid měřením enzymatické aktivity. *Mlékařské listy*. 2015, 2015(149), 1-7.
- Tandemové dojírny. *Milk servis* [online]. Česká republika: Milk servis, 2015 [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <http://www.milk-servis.cz/produkty/tandemove-dojirny-0>
- Ticháček, A. Poradenství jako nástroj bezpečnosti v prvovýrobě mléka: (metodika pro praxi). Šumperk: Agritec, 2007. ISBN 978-80-903868-0-8.
- Tomášková, K. Mléko. *Vyzivaspol* [online]. Česká republika, 2018, 23.8.2018 [cit. 2020-01-24]. Dostupné z: <http://www.vyzivaspol.cz/mleko/>
- Urban, F. Chov dojeného skotu: [reprodukce, odchov, management, technologie, výživa]. Praha: Apros, 1997. ISBN 80-901100-7-x.
- Use of Electrical Conductivity in Milk. *Dairy Australia* [online]. Dairy Australia, 2017 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: <file:///C:/Users/Pavel/AppData/Local/Temp/Use%20of%20Electrical%20Conductivity%20in%20Milk.pdf>
- Vacek, M. Osobní sdělení [elektronická pošta]. Message to: vacekm@af.czu.cz 24. dubna 2020 15:54 [cit. 2020-04-28].
- Velázquez-Ordoñez, V., Valladares-Carranza, B., Tenorio-Borroto, E., et al. Microbial Contamination in Milk Quality and Health Risk of the Consumers of Raw Milk and Dairy Products. [online]. *IntechOpen*, 2019, 2019-10-9 [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.5772/intechopen.86182. ISBN 978-1-78984-007-0. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books/nutrition-in-health-and-disease-our-challenges-now-and-forthcoming-time/microbial-contamination-in-milk-quality-and-health-risk-of-the-consumers-of-raw-milk-and-dairy-product>
- Vytrásová, J., Lendřáková, M. Použití luminometru pro stanovení celkového počtu mikroorganismů v syrovém mléce. *Bulletin potravinářského výzkumu*. 1998, 37(4), 219-227.
- Waikato [online]. New Zealand: Waikato [cit. 2020-03-17]. Dostupné z: <https://www.waikatomilking.com>

- Weller, J.I., Ezra, E. Genetic and phenotypic analysis of daily Israeli Holstein milk, fat, and protein production as determined by a real-time milk analyzer. *Journal of Dairy Science* [online]. 2016, 99(12), 9782-9795 [cit. 2020-02-14]. DOI: 10.3168/jds.2016-11155. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030216306713>
- Zamberlin, Š., Neven, A., Havranek, J., Samarzija, D. (2011). Mineral elements in milk and dairy products. *Mljekarstvo / Dairy*. 62.
- Ziyaina, M., Rasco, B., Sablani, S. S. Rapid methods of microbial detection in dairy products. *Food Control* [online]. 2020, 110 [cit. 2020-04-19]. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.107008. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0956713519305973>
- Stupka, R. 2013. *Chov zvířat*. 2. vyd. Praha: Powerprint. ISBN 978-80-87415-66-5.