



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra techniky a kybernetiky

## Diplomová práce

Měření vybraných kvalitativních parametrů mléka při dojení  
skotu

Autor práce: Bc. Roman Kašpar

Vedoucí práce: Mgr. Pavel Olšan, Ph.D.

České Budějovice  
2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Pro zajištění kvality dojeného mléka je potřeba přesně dodržovat hygienické postupy jak při jeho získávání, tak i při ošetřování a skladování. Diplomová práce je zaměřena na sledování kvality mléka v korelaci s brzkou detekcí onemocnění dojnice pomocí moderních technologií. V literární části je seznámení s obecnou problematikou kvality mléka. V metodice práce je porovnání přesnosti různých metod pro detekci kvality mléka. Pomocí těchto metod lze identifikovat pokročilé onemocnění anebo onemocnění na raném začátku. Při včasné diagnostice, lze rychle zahájit adekvátní léčbu a ušetřit finanční prostředky.

Nejvyšší přesností jsou výsledky z kontroly užítkovosti (KU), ale tyto laboratorní metody jsou finančně a časově nákladné. Druhé měření bylo provedeno pomocí optické metody prostřednictvím přenosného přístroje Ekomilk Horizon. Tato metoda je levná, ale oproti ostatním je nejméně přesná. Třetí měření bylo pomocí dojícího robotu. Tato metoda je přesná, pořizovací cena je vysoká, ale provozní už není tak nákladná.

**Klíčová slova:** Ekomilk Horizon, DeLaval, dojnice, počet somatických buněk

## **Abstract**

To ensure the quality of milked milk, hygiene procedures must be strictly observed during its production, processing and storage. This thesis focuses on monitoring milk quality in correlation with early detection of dairy cow disease using modern technologies. The literature section provides an introduction to general milk quality issues. The methodology of the thesis compares the accuracy of different methods for milk quality detection. These methods can be used to identify advanced disease or early onset disease. With early diagnosis, adequate treatment can be quickly initiated and save money.

The highest precision results are from performance control, but these laboratory methods are costly and time consuming. The second measurement was made using optical method using an Ekomilk Horizon portable instrument. This method is inexpensive but is the least accurate compared to the others. The third measurement was using a milking robot. This method is accurate, the purchase price is high, but the operational cost is not so high.

**Keywords:** Ekomilk Horizon, DeLaval, dairy cows, somatic cell count

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval Mgr. Pavlu Olšanovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Radimu Stehlíkovi za asistenci při měření a také bych rád poděkoval podniku Zempo V.O.S. a Ing. Vladimírovi Hanzlovi za umožnění provádět výzkumnou část práce.

## Obsah

Úvod.....	8
1 Literární přehled.....	9
1.1 Charakteristika mléka.....	9
1.2 Složení surového kravského mléka .....	10
1.3 Základní kvalitativní parametry mléka.....	11
1.4 Bílkoviny .....	14
1.5 Tuk.....	16
1.6 Voda .....	17
1.7 Močovina.....	17
1.8 Somatické buňky .....	18
1.9 Cukr .....	18
1.10 Minerální látky.....	19
1.11 Vitamíny .....	20
1.12 Elektrická vodivost mléka .....	20
1.13 Rezidua inhibičních látek v mléce.....	21
1.14 Obsah laktózy .....	21
1.15 Dojírny .....	22
1.16 Robotizované dojírny.....	23
1.17 Typy dojících robotů.....	23
1.17.1 Delaval VMS V310.....	24
1.17.2 Lely Astronaut A5.....	26
1.17.3 Fullwood Merlin 2 .....	27
1.17.4 GEA .....	28
2 Metody .....	30
2.1 Infračervená spektroskopie.....	31

2.2	Měření vodivosti.....	34
2.3	Optické analýzy .....	35
2.4	Mléčný leukocytový diferenciální test .....	36
3	Cíle práce .....	38
4	Metodika práce.....	39
4.1	Zempo V.O.S. a.s. ....	39
4.2	Farma Hanžl .....	39
4.3	Vlastní měření .....	39
4.3.1	První měření .....	39
4.3.2	Druhé měření.....	40
4.4	Výsledky .....	41
4.5	Použité přístroje.....	44
4.5.1	Ekomilk Horizon.....	44
4.5.2	Delaval VMS V300.....	47
4.5.3	Lascar Electronics .....	47
	Diskuse.....	48
	Závěr .....	50
	Seznam použité literatury .....	52
	Seznam obrázků .....	60
	Seznam tabulek .....	61
	Seznam použitých zkratk.....	62

---

## Úvod

Za posledních pár let prošla produkce mléka mnoha změnami. Snížil se počet skotu, ale naopak se zvýšila mléčná užitkovost. Mléko řadíme mezi jednu z nepostradatelných složek lidské potravy. Mléko má velký význam z nutričního hlediska, má velice dobrý využitelný zdroj vápníku. Mléko také obsahuje plnohodnotné bílkoviny, nutričně cenný a lehce stravitelný mléčný tuk, který je zdrojem řady vitamínů a minerálních látek. Proto jsou mléko a mléčné výrobky považovány za zdravou výživu lidí jakéhokoliv věku.

Nejvíce využívané pro lidskou výživu je mléko kravské (97 %), dále je to mléko ovčí a kozí. Kvalita mléka je ovlivněna živočišným druhem a dalšími faktory – stádiem laktace, výživou, zdravotním stavem apod. Kvalita mléčných výrobků je pak velmi ovlivněna kvalitou produkované suroviny – syrového mléka, které je dodáváno k mlékárenskému ošetření a zpracování.

V dnešní době je hlavně pohlíženo na zdravotní stav a pohodlí zvířat. Velké hospodářské podniky většinou nemají problém obsáhnout odvětví mléčné produkce potřebným počtem zaměstnanců, jako jsou dojiči, stájníci atd. Zatímco v malých farmách není možné investovat do mezd zaměstnanců a farmáři si musí většinou obstarat všechnu práci sami. Z těchto důvodů se spousta farmářů rozhodlo zainvestovat do dojících robotů. Před zakoupením dojícího robotu si však farmář musí dobře rozmyslet, zda je pro něj investice nemalé částky možná. Ale již ze zkušenosti převážně menších farem vyplývá, že investice se vyplatila. Díky dojícímu robotu se ušetřilo spoustu času.

Dojící robot je plně automatizovaný a zastává všechny úkony za běžného člověka. Odpadá nahánění dojnic k dojení, protože dojení je dobrovolné. Obrovskou výhodou je monitorování stáda dojnic, jak z hlediska zdravotního stavu, tak i z hlediska užitkových vlastností. Dojící robot nevyvíjí takový stres na dojnice, a to má velký vliv na užitkovost. Dojící robot dbá na čistotu vemene a tím klesá možnost onemocnění mastitidou, čímž se zmenšuje množství separovaného mléka.



---

# 1 Literární přehled

## 1.1 Charakteristika mléka

Úkolem mléka je zejména zajištění všech nutričních požadavků novorozeneč mláďat savců v období jejich růstu. Obsahuje kompletní řadu nezbytných živin ve formách, které jsou lehce stravitelné (Šnirc et al., 2015). Také je důležitým zdrojem makro-nutrientů, obsahuje mnoho vitamínů i minerálních látek. Pokrývá značnou část denní spotřeby vitamínů B2 a B12 či vápníku. V mléce jsou přítomny i důležité vitamíny A a D, které spolu s fosforem a vápníkem hrají významnou roli v pevnosti kostí (Kabil et al., 2016).

Kromě nutriční hodnoty poskytuje mléko také významný počet biologicky aktivních sloučenin. Mají rozhodující vliv na metabolismus a zdravotní stav člověka. Patří sem proteiny, laktóza, oligosacharidy, peptidy z kaseinů a proteinů syrovátky, růstové faktory, imunoglobuliny, enzymy, laktoferin, vitamíny a různé další bioaktivní složky, které usnadňují vstřebávání živin (Araujo et al., 2016). Mléko je považováno za nejdůležitější zdroj přírodních bioaktivních složek (Šnirc et al., 2015).

Kravné mléko obsahuje značné množství tuků a bílkovin, poskytuje stavební látky a spolu s energií z laktózy je ideální potravinou pro děti a těhotné ženy. Poskytuje širokou škálu dostupných živin pro udržení zdraví a pro normální růst lidského těla (Ayub et al., 2007).

Podle Nařízení Evropského parlamentu a Rady čj. 853/2004 je syrové mléko produkované sekrecí mléčné žlázy jedné nebo více krav, koz, ovcí nebo buvolích krav chovaných na farmách, které nebylo zahřáto na více než 40 °C nebo nebylo podrobeno jinému ošetření, které by mělo rovnocenný účinek.

Mléko je vlastně tekutý sekret, vylučovaný po porodu zvířete a je určen k výživě mláďat. Fyzikálně je mléko polydisperzní systém čili jeho složky jsou v různých stupních disperze. Před porodem a v prvních dnech po porodu je vylučováno tzn. colostrum, které má jiné vlastnosti a složení než mléko v období laktace. Colostrum je žluté až žlutohnědé barvy s menším obsahem vody, vyšší hustotou a vyšším obsahem sušiny. Má také vyšší kyselost, která je způsobena vyšším podílem fosfátů, syrovátkových bílkovin a citrátů. Obsahuje také více tuku, některých vitamínů a minerálních látek. Zároveň se v něm nachází méně kaseinu, ale více albuminu a globulinu (Šustová, 2011).

---

Z hlediska laktace můžeme mléko rozdělit na:

- nezralé mléko, tzn. mlezivo,
- zralé mléko – mléko od pátého dne po porodu do dvou měsíců před porodem,
- starodojné mléko – z období konce laktace (vysoké stadium těhotenství),
- aberantní mléko – z nepravého těhotenství (Végh, 2014).

## 1.2 Složení surového kravského mléka

Kravské mléko patří mezi mléka kaseinová (obsahuje více než 75 % kaseinu a nejvýše 25 % zbývajících bílkovin), což znamená, že ho lze převařovat, aniž by se srazilo. Při teplotě 15 °C je měrná hmotnost přibližně 1,032 kg.m<sup>-3</sup>. Měrná hmotnost závisí na obsahu tuku a vody. Čím je vyšší obsah tuku, tím je měrná hmotnost nižší, zatímco naopak je vyšší obsah vody tak je i vyšší měrná hmotnost. Čerstvé mléko má kyselost 6,4 – 8,0 °SH (Martin et al., 2023).

Největší část mléka tvoří voda, poté tuk, bílkoviny a laktóza. Zastoupení jednotlivých složek závisí na mnoha faktorech, jako například druh, plemeno, způsob krmení, roční období ale i na individuálních vlastnostech zvířat (Heck et al., 2009). Produkce a kvalita mléka je přímo ovlivňována i dostupností krmiv (Martin et al., 2023).

Mléko se skládá z vody (86–88 %) a sušiny (12–14 %). Sušina obsahuje přibližně 3,3 % bílkovin, z toho 30–35 g.l<sup>-1</sup> proteinů specifických pouze pro mléko. Dále obsahuje 3,8 % tuku, 4,6 % laktózy a 0,7 % různých minerálů, jako například vápník, fosfor, sodík a chlór. Ve stopových množstvích jsou přítomny zejména v tuku rozpustné vitamíny, hormony a enzymy, dusíkaté látky nebílkovinné povahy a plyny (Janštová a Navrátilová, 2014).

Výživná hodnota mléka je vysoká vzhledem k rovnováze živin, které jej tvoří. Složení se liší od druhu zvířat i plemen v rámci téhož druhu (Chen et al., 2014).

**Tabulka 1.1: Základní složení kravského, ovčího a koziho mléka v g \* 100 g<sup>-1</sup> (Janštová a Navrátilová, 2014)**

Druh mléka	Voda	Bílkoviny	Tuky	Laktóza	Popeloviny
Kraví	87,2	3,5	3,7	4,9	0,72
Ovčí	82,7	5,5	6,4	4,7	0,92
Kozí	86,5	3,6	4,0	5,1	0,82

---

Čerstvé kravské mléko je značně variabilní. Složení a vlastnosti závisí na několika faktorech:

- druh plemene – způsobené záměrnou selekcí plemene krav,
- aktuální zdravotní stav – významný činitel ovlivňující složení a množství mléka,
- mastitidy – onemocnění ovlivňuje zejména složení a množství mléka,
- stadium laktace – jeden z nejvýznamnějších kvalitativních změn v mléce; v pozdních stádiích laktace se snižuje obsah kaseinu a zvyšuje obsah syrovátkových bílkovin,
- environmentální faktory – patří sem kvalita krmiva, způsob ustájení, vystavení stresu, výkyvy počasí, vyčerpání, způsob dojení; například dojení jednou za den snižuje množství mléka, zvyšuje obsah bílkovin a tuku, také je snížen obsah laktózy a mění se poměr minerálů (Šnirc et al., 2015).

### **1.3 Základní kvalitativní parametry mléka**

V současnosti, pro ochranu lidského zdraví v souvislosti s konzumací mléka, platí vyhláška č. 397/2016 Sb., která byla schválena dne 2. prosince 2016. Tato vyhláška se týká požadavků na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy, jedlé tuky a oleje. K dosažení této ochrany byla zavedena další obecná pravidla a požadavky na výrobu potravin, které jsou obsaženy v hygienickém balíčku, souboru základních právních předpisů.

Mezi tyto předpisy patří zákon č. 110/1997 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a doplnění některých souvisejících zákonů. Dále je zde Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřízení Evropského úřadu pro bezpečnost potravin a postupy týkající se bezpečnosti potravin. Dalšími základními předpisy jsou Nařízení č. 852/2004 o hygieně potravin, č. 853/2004 o zvláštních hygienických pravidlech pro potraviny živočišného původu, č. 854/2004 o zvláštních pravidlech pro organizaci úředních kontrol produktů živočišného původu určených k lidské spotřebě a Nařízení č. 882/2004 o úředních kontrolách za účelem ověření dodržování právních předpisů týkajících se krmiv a potravin a pravidel o zdraví zvířat a dobrých životních podmínkách zvířat.

Podle zákona č. 110/1977 Sb. o potravinách a tabákových výrobcích a doplnění některých souvisejících zákonů se jakostí potravin rozumí soubor charakteristických vlastností jednotlivých druhů, skupin a podskupin potravin a tabákových výrobků, jejichž parametry jsou stanoveny zákonem a prováděcími vyhláškami.

---

Pojem kvalita mléka zahrnuje několik jakostních charakteristik. Tyto charakteristiky zahrnují mikrobiologické a hygienické parametry, senzorické, fyzikální a technologické vlastnosti, stejně jako výživovou hodnotu a obsah základních složek mléka. Tyto aspekty mají vliv na dobu skladování a jsou klíčové pro celkovou kvalitu syrového kravského mléka.

Evropská legislativa podle Nařízení EP a Rady č. 853/2004 stanovuje kritéria pro syrové mléko, která musí být pravidelně kontrolována. Tato kritéria zahrnují celkový počet mikroorganismů, který vyjadřuje všechny mezofilní aerobní a fakultativní anaerobní mikroorganismy, jako jsou bakterie, plísně a kvasinky, které jsou schopné růstu při teplotě 0 °C. Kritérium pro celkový počet mikroorganismů je  $\leq 100\ 000$  v 1 ml mléka a musí být stanoveno klouzavým geometrickým průměrem za dobu dvou měsíců alespoň při dvou vzorcích za měsíc.

Podle Janštové a Navrátilové (2014)) je celkový počet mikroorganismů jedním z nejdůležitějších ukazatelů mikrobiologické kvality mléka, který vypovídá o úrovni hygieny dojení či podmínkách skladování, a navíc slouží jako kritérium při stanovení ceny mléka.

Přítomnost somatických buněk v mléce může naznačovat přítomnost infekčního zánětu a snížení kvality mléka. Somatické buňky tedy slouží jako indikátor zdraví a hygieny zvířat a kvality mléka. Vyšší obsah somatických buněk může také způsobit snížení výnosu mléka a snížení jeho trvanlivosti. Proto je důležité sledovat a udržovat nízký počet somatických buněk v mléce a zajistit hygienické podmínky během dojení a skladování mléka (Feliciano et al., 2023).

Dodavatelská směrnice pro bazénové vzorky stanovuje maximální hranici pro počet somatických buněk v 1 ml mléka na  $\leq 400\ 000$  za tříměsíční období alespoň jeden vzorek za měsíc (klouzavý průměr).

Podle Feliciano et al (2023) má mléko určené ke konzumaci, které je vyrobeno z mléka s vysokým počtem somatických buněk, sníženou trvanlivost díky působení termostabilních endogenních enzymů, jako jsou lipázy a proteázy, pocházející ze somatických buněk.

---

Rezidua inhibičních látek jsou látky znečišťující a cizorodé, které mohou mít negativní vliv na zdraví člověka a kvůli svým bakteriostatickým a baktericidním účinkům ztěžují nebo úplně znemožňují zpracování mléka na mléčné výrobky. Tyto látky jsou přítomné u výrobků, při jejichž výrobě se používají čisté mléčné kultury, například kysané mléčné výrobky a sýry (Hozová et al., 2014). Nálezy reziduí inhibičních látek v mléce mohou být způsobeny používáním veterinárních léčiv, nedodržením ochranných lhůt nebo změnou metabolismu nemocného zvířete. Mohou také souviset s nedostatečným vyloučením mléka léčených zvířat (Škarda a Škardová, 2000).

Rezidua inhibičních látek mohou zahrnovat:

- veterinární léčivé přípravky, jako jsou antibiotika a chemoterapeutika;
- zbytky čisticích a dezinfekčních prostředků;
- fytoncidy z rostlinného původu, mykotoxiny z napadených krmiv;
- agrochemikálie;
- těžké kovy, konzervační a neutralizační látky (Grieger a Holec, 1990).

Z technologického a dodavatelského hlediska jsou stále důležitější další ukazatele. Mezi ně patří bod mrznutí mléka (BMM), kyselost, tuková sušina (TPS) a obsah bílkovin a tuku. Tyto kvalitativní vlastnosti jsou navzájem propojené a doplňují se. Jak Kadlec et al. (2000) zdůrazňují, nedotčené složení mléka, měřené obsahem tuku, bílkovin a bodem tuhnutí vody v mléce, který často způsobuje zvodnění, a titrační kyselost jsou velmi důležité.

Schopnost mléka odolat vysokým teplotám bez viditelné koagulace nebo gelování se nazývá termostabilita (TES). TES se vyjadřuje jako čas, za který dojde ke srážení mléka při teplotě 140°C. Tato vlastnost je důležitá pro ošetření mléka pasterizací nebo sterilací. Vlastnosti a složení mléka nemají vliv na TES, ale sezóna může mít velký vliv na udržení termostability. U pasterizovaného mléka se zvýšeným počtem somatických buněk klesá termostabilita. Nízká termostabilita mléka může být překážkou zejména při využití UHT technologie (Clark et al., 2022).

V mléce se nachází více než 100 proteinů. Klasifikují se do tří dusíkatých frakcí, a to:

- kaseiny – tvoří až 72 % bílkovin,
- syrovátkové proteiny – jejich obsah je 17 - 20%,
- neproteinová dusíkatá frakce – přibližně 5 % (Clark et al., 2022).

---

## 1.4 Bílkoviny

Bílkoviny jsou v mléce přítomny ve formě koloidních agregátů, micel. Jeden litr mléka zajistí denní dávku bílkovin u dětí a poloviční dávku pro dospělé. Mají vysokou biologickou hodnotu, dobrou stravitelnost a vysoký obsah esenciálních aminokyselin, jako jsou lysin, tryptofan či threonin. U dětí jsou to zase cenné aminokyseliny obsahující síru, methionin a cystein. (Šnirc et al., 2015).

Ze zpracovatelského hlediska jsou nejzajímavější pouze čisté bílkoviny, případně kasein. Z celkového zastoupení obsahu dusíku se přibližně 95 % nachází ve formě bílkovin a zbývajících 5 % obsahují nebílkovinné látky, jako je močovina nebo albumózy, peptózy či keratin (Šnirc et al., 2015).

Obecně můžeme bílkoviny kravského mléka rozdělit do pěti kategorií:

- kaseiny,
- syrovátkové bílkoviny,
- proteiny tukových kuliček,
- proteiny jako součást hormonů a enzymů,
- další minoritní proteiny (Lajnaf et al., 2023).

Obsah bílkovin v mléce závisí na různých faktorech, jako jsou genetika, výživa, resp. složení výživy či úroveň bachorové fermentace. V předžaludku dojnice se přibližně 70 % bílkovin rozkládá na amoniak (Šnirc et al., 2015).

Kravské mléko obsahuje 4 hlavní syrovátkové bílkoviny, a to  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin, sérový albumin a imunoglobuliny. Dominantní zastoupení má  $\beta$ -laktoglobulin. Také představuje nejpočetnější antigen, který u citlivých osob působí jako silný alergen (Lajnaf et al., 2023).

**Tabulka 1.2: Průměrné složení mléčných bílkovin (Lajnaf et al., 2023)**

<b>Bílkoviny</b>	<b>Průměrná hodnota (g*l<sup>-1</sup>)</b>
Celkový obsah bílkovin	34
Proteiny	32
Nerozpustné bílkoviny	26
Kasein	12
β-kasein	9
Rozpustné proteiny	6
Laktoglobulin	2,7
Sérový albumin	0,3

Kasein je hlavní mléčná bílkovina, která je produktem syntézy mléčné žlázy. Vytváří se z glykoproteidových frakcí různých globulinů, částečně z aminokyselin a kyseliny fosforečné (Šnirc et al., 2015). Podle pořadí a složení aminokyselin obsahuje mléko α<sub>1</sub>-kasein, α<sub>2</sub>-kasein, β-kasein a κ-kasein. Působením proteináz, zejména plazminu, vzniká typ kaseinu označovaný jako γ-kasein (Šnirc et al., 2015).

Váže se na vápník a fosforečnan, což dává mléku bílou barvu. Vylučuje se kyselým srážením tak, že se vytvoří kyselina mléčná díky rozkladu mléčného cukru (vznik tvarohu). Působením syřidla (enzym chymosin) vzniká sladké srážení. Produkt sladkého srážení slouží jako základ pro výrobu sýrů sladkého typu (Šnirc et al., 2015).

Kaseiny jsou působením tepla stabilnější než syrovátkové bílkoviny. Teplota nad 75 °C syrovátkové proteiny denaturuje, na povrchové vrstvě se vytváří β-laktoglobulin nad micelami kaseinu, čímž brání tvorbě sraženin při výrobě sýrových výrobků (Šnirc et al., 2015).

---

## 1.5 Tuk

Tuk v mléce je hlavní energetickou složkou mléka. Je zodpovědný za mnoho fyzikálních, technologických ale i organoleptických vlastností mléka a mléčných výrobků (Lindmark, 2008).

V kravském mléce se nachází v množství 3,5 - 5,0 % (Buňka et al., 2015). Mléčný tuk se v mléce vyskytuje ve formě malých kuliček mikroskopických rozměrů. Každá kulička je obtažena obalem složených z bílkovin. Tvoří se v sekrečních buňkách epitelů z různých mastných kyselin s krátkým řetězcem. Ty vznikají při fermentačních procesech v bachoru. Následně se odtud dostávají krví do sekrečních buněk. Velikost kuličky je důležitá při technologickém zpracování mléka (Šnirc et al., 2015).

Tvorba tuku je závislá na dostupnosti mastných kyselin, triacylglycerolů a kyseliny octové. Také tento obsah ovlivňuje ve výrazném množství použité jaderné krmivo. Z tohoto hlediska je důležitá fyzikální forma krmiva, nejvíce rozměry jednotlivých částic krmiva (Šnirc et al., 2015).

Tuk v mléce se skládá z rozsáhlého počtu mastných kyselin navázaných na glycerol. Dodnes bylo identifikováno přibližně 400 různých mastných kyselin v mléčném tuku. Pro tento počet je zařazován k nejsložitějším tukům a olejům nacházející se v přírodě. Složení a obsah mastných kyselin je závislý na genetických faktorech, zdravotním stavu mléčné žlázy, fermentačních procesech v předžaludku, stadia laktace, složení krmiva a jiných faktorů (Lajnaf et al., 2023).

Během homogenizace mléka se množství tukových kuliček zvyšuje a podstatně se snižuje jejich průměr, čímž se zvětší kontaktní plocha. Díky tomu se podporuje trávení (Huak et al., 2019). Mléčný tuk má výrazné místo v potravě, avšak dávky musí být přiměřené, protože obsahuje nasycené mastné kyseliny a cholesterol, které jsou škodlivé ve vysokých dávkách (El-Salam, 2011).

Skladba tuku v mléce podléhá změnám ve složení mastných kyselin. Ovlivňuje to zejména stádium laktace a energetické potřeby dojníc. V časném stadiu laktace po porodu jsou energetické potřeby zajišťovány z tukových zásob, takže mléko obsahuje více mastných kyselin s delším řetězcem. Jak laktace postupuje, mění se i poměr mastných kyselin. Má to vliv na technologické zpracování mléka, hlavně při výrobě másla. Nutriční vlastnosti nejsou výrazněji ovlivňovány (El-Salam, 2011).



---

Jednou z nejdůležitějších vlastností mléčného tuku je, že v jeho tekuté fázi jsou rozpuštěny vitamíny A, D, E, K. Nejvyšší koncentrace přitom dosahuje vitamín A, proto je mléčný tuk považován za hlavní zdroj tohoto vitamínu. Ostatní vitamíny jsou v mléčném tuku rozpuštěny o nízké koncentraci (Grandison et al., 2014).

## 1.6 Voda

Voda v mléce představuje jednu ze základních složek. Nacházejí se v ní všechny složky mléka, které jsou v ní dispergovány v různých fázích. Ve formě volné vody se nachází 86–88 %, kterou lze z mléka odstranit sušením nebo odpařováním. Ve vázané formě na některé složky mléka se nachází 2–3,5 %, například na laktózu, proteiny nebo v kapilárách (Buňka et al., 2015).

Voda do mléka přechází z krevní plazmy spolu s minerálními látkami ultrafiltrací v první fázi tvorby mléka (Francčáková et al., 2010).

Voda je syntetizována v sekrečních buňkách mléčné žlázy dojnice (Guessas et al., 2014). Aktivita vody v mléce dosahuje hodnoty 0,993. Odstranění mléka technologickými způsoby zvyšuje jeho trvanlivost, což je využíváno hlavně při výrobě sušeného mléka (Šnirc et al., 2015).

Nejnámější a nejvyužívanější metoda pro zjištění obsahu vody v mléce je kryoskopická zkouška, jejíž podstatou je zjišťování bodu tuhnutí mléka (Šnirc et al., 2015).

## 1.7 Močovina

Obsah močoviny v kravském mléce je ovlivňován stádiem laktace, množstvím nadojeného mléka, ročním obdobím, hmotností a plemenem dojnice, ale zejména dávkami dusíkatých látek v krmivu (Kološta, 2002).

Nadbytek amoniaku, který není využitelný, se vstřebává do krevního systému, přechází do jater, kde se transformuje na močovinu, která je následně vylučována mlékem a močí. Pouze část je opět využita v bachoru. Tento metabolický proces degradace dusíkatých látek na močovinu a amoniak patří mezi energeticky velmi náročnou reakci v organismu dojnice. Při vysoké koncentraci močoviny v krevním oběhu jsou nadměrně zatěžována játra dojnic i ostatní orgány. Sledování množství močoviny v mléce dojnice je důležitým ukazatelem správné výživy (Ticháček et al., 2007).

Optimální hodnota močoviny v mléce by měla být 15–30 mg.100ml<sup>-1</sup> mléka. Pokud je obsah více než 30 mg.100ml<sup>-1</sup> mléka tak je její obsah nadměrný, a naopak nízký obsah je pod 15 mg.100ml<sup>-1</sup> mléka (Šnirc et al., 2015).

---

## 1.8 Somatické buňky

V mléce se nacházejí buňky pocházející z krevního oběhu dojnice (lymfocyty, granulocyty, erytrocyty) i buňky vemene (buňky kůže, epitelové buňky) (Šnirc et al., 2015).

Evropská legislativa upravuje množství somatických buněk v kravském mléce prostřednictvím Nařízení č. 1662/2006, kterým se doplňuje a mění 853/2004 Evropského parlamentu a Rady, které udává, že počet somatických buněk v bazénovém vzorku syrového kravského mléka třídy jakosti I nesmí překročit 400 000.ml<sup>-1</sup> a pro třídu jakosti Q musí být nejvýše 300 000.ml<sup>-1</sup>.

Obsah somatických buněk je ukazatel hygienicko-zdravotní kvality i vhodnosti mléka pro technologické zpracování, zejména při výrobě sýrů a různých fermentovaných výrobků (Šnirc et al., 2015). Vysoké množství somatických buněk je spojeno s vyšším rizikem kontaminace syrového mléka patogenními mikroorganismy a různými rezidui antibiotik. Rovněž se zvyšuje riziko, že se mléko získává za nevhodných hygienických podmínek a od nemocných dojnic (Pyörärlä, 2003).

## 1.9 Cukr

Ze sacharidů má největší zastoupení laktóza a to přibližně 80 %. V 1 litru mléka se jí nachází přibližně 47–48 g (Buňka et al., 2015). Má významnou roli v dětském věku jako zdroj galaktózy. Také příznivě ovlivňuje složení a metabolismus (Šnirc et al., 2015).

V trávicím traktu podporuje vstřebávání minerálních látek, jako jsou vápník, hořčík či zinek. Také slouží jako substrát pro mikrocenózu střev a stimuluje růst bifidobakterií (Tamine, 2007). V tenkém střevě je laktóza štěpena β-galaktosidázou na glukózu a galaktózu. Enzym se ve střevě kojenců vyskytuje, přičemž u dospělých osob se udržuje formou stravy a znovu se tvoří, avšak většina dospělých jedinců má nízkou až žádnou aktivitu tohoto enzymu. V tom případě se jedná o laktózovou intoleranci (Candigliota et al., 2007).

---

Laktóza je z chemického hlediska disacharid, složený z molekuly D-glukózy a D-galaktózy, spojených  $\alpha$ -1,4-glykosidovou vazbou. Laktóza slouží jako zdroj energie, mléčné oligosacharidy mají funkci probiotik, které stimulují růst prospěšných mikroorganismů v tlustém střevě. Kromě toho obsahuje mléko různé oligosacharidy. Oligosacharidy také fungují jako analogy receptorů a inhibují zachycení patogenních mikroorganismů na epitelové buňky tlustého střeva (Fukuda et al., 2012). Laktóza má schopnost fermentace, což je velmi důležité v mlékárenském průmyslu (Šnirc et al., 2015).

Laktóza je využívána ve fermentačním průmyslu při výrobě kyseliny mléčné a alkoholu. Také se používá při tabletizaci účinných látek a při výrobě jejích derivátů ve farmaceutickém průmyslu (Šnirc et al., 2015).

Množství mléčné laktózy nepodléhá velkým výkyvům. Krmením je obsah jen málo ovlivnitelný. Snížit se může vlivem zánětlivých procesů mléčné žlázy, případně dlouhodobě nevhodnou výživou, kdy se naruší metabolismus dojnice (Šnirc et al., 2015).

### **1.10 Minerální látky**

Minerální látky mají v organismu mnoho významných funkcí, mezi které patří například tvorba kostí, správná funkce enzymů, transport kyslíku. Mléko je dobrým zdrojem vápníku, hořčíku, fosforu, draslíku, selenu či zinku. Mnoho z nich se nachází ve formě solí. Obsahuje také malá množství mědi, železa, manganu nebo sodíku (Šnirc et al., 2015).

Rozpustný a nerozpustný podíl solí má významný vliv na stabilitu bílkovinných a kaseinových komplexů. Podmiňují osmotický tlak spolu s mléčným cukrem, laktózou. Také má význam při technologickém zpracování mléka. obsah vápníku ovlivňuje čas vysrážení mléka syřidlem a následně i samotnou strukturu a skladu sýrů (Šnirc et al., 2015).

V rozhodující míře je obsah minerálů ovlivňován přísunem jednotlivých látek prostřednictvím krmiva, avšak jejich množství se mění i v závislosti na plemeni zvířete, zdravotním a laktačním stavu, sezóně či různých environmentálních faktorech (Šnirc et al., 2015).

Podle Guessas et al. (2014) se v 1 l mléka nachází 445 mg Na (sodík), 105 mg Mg (hořčík), 896 mg P (fosfor), 958 mg Cl (chlor) a 1 180 mg Ca (vápník).

---

## 1.11 Vitamíny

Vitamíny jsou sloučeniny organického původu, které organismus není schopen syntetizovat nebo je syntetizuje v minimálních koncentracích. Potřeba vitamínů závisí na organismu, věku a aktuálním fyziologickém stavu. Většina působí enzymaticky čili fungují katalyticky v biochemických reakcích organismu. Jsou citlivé na působení teploty, kyslíku či kovů, což je třeba zohlednit při technologickém zpracování mléka. V tukové kuličce lokalizujeme vitamíny rozpustné v tuku, tedy A, D, E a K. V pravém roztoku mléka jsou přítomny vitamíny rozpustné ve vodě, mezi které patří vitamíny skupiny B a vitamín C (Šnirc et al., 2015).

Hladiny vitamínů rozpustných v tuku jsou značně variabilní. Jejich obsah závisí na krmivu, kdy v období pastviny dochází ke zvyšování množství vitamínů v mléce (Šnirc et al., 2015).

V kravském mléce se nacházejí všechny vitamíny, které jsou důležité pro růst a dobrý kondiční stav mláďat. Koncentrace jednotlivých vitamínů závisí na výživě, stadiu laktace, ročního období, zdravotním stavu dojnice a genetiky (Šnirc et al., 2015).

## 1.12 Elektrická vodivost mléka

Elektrická vodivost mléka – je jeho schopnost vést elektrický proud. Umožňují to především rozpustné soli v iontodisperzním stavu. Vyjadřuje se obrácenou hodnotou elektrického odporu, který v normálním mléce dosahuje asi 213 ( $\Omega$ ), což znamená, že měrná elektrická vodivost je 0,0047 siemensů. Udává se v siemensech na metr:  $1 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$  a tehdy v mléce zdravých dojnic dosahuje od 0,30 do 0,56  $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ . Je poměrně stálá a odchylky indikují nemoci, zejména záněty mléčných žláz. Toho se využívá při zjišťování zdravotního stavu vemen. Elektrická vodivost se zjišťuje konduktometrem nebo indikátorem měrné elektrické vodivosti. Při posuzování se zde vychází z následujících hodnot: bazénové vzorky mají rozpětí od 0,4 - 0,52  $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$  mléko z jednotlivých čtvrtek nebo jednotlivých dojnic od 0,40 do 0,56  $\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ . Vyšší hodnoty bazénového vzorku indikují sekreční poruchy, hromadné mastitidy, příměs sanitačních prostředků a vyžadují individuální vyšetření dojnic ve stádě. Podstatně zvyšuje vodivost fermentace laktózy na kyselinu mléčnou (Norberg et al., 2004).

---

### 1.13 Rezidua inhibičních látek v mléce

Pod pojmem inhibiční látky rozumíme zejména antibiotika, sanitační látky, toxické kovy, nespecifické a specifické antimikrobiální látky, ale také jiné, do teď neznámé látky (Fusco et al., 2020).

Antibiotika, která jsou používána pro léčení nemocí vemena, ale i dalších chorob u dojnic se mohou, zejména, pokud nejsou dodržována předepsaná opatření ohledně karenční doby, dostat do mléka. Jedná se o vážný problém, jelikož u citlivých osob pak toto mléko může způsobit například alergickou reakci. Nemluvě o tom, že zbytky antibiotik mohou vést k posílení rezistencí bakterií na tato léčiva. Různé detergenční přípravky, dekontaminační přípravky a dezinfekční látky sice nemusí představovat přímé nebezpečí pro konzumenta, ale výrazně snižují kvalitu mléka a nemají v něm tedy co dělat. Nicméně, v praxi jsou tyto látky méně významné (Fusco et al., 2020).

Negativní vliv na kvalitu mléka mají i nespecifické a specifické antimikrobiální látky biologického charakteru původem z nemocných vemen. Tyto látky mohou ovlivnit kvalitu mléka a zejména zpomalují či zastavují růst fermentačních kulturních bakterií mléčného kvašení. Negativní vliv mají i těžké kovy, které mohou pocházet z kontaminovaného krmiva (Fusco et al., 2020).

### 1.14 Obsah laktózy

Lehce stravitelná laktóza je výborným zdrojem energie. Je to disacharid složený z glukózy a galaktózy, který nikde v přírodě nenajdeme. Laktóza se tvoří ve vemenu z glukózy krve (85 %), dále 12 % z uhlíkatých plazmatických aminokyselin a zbytek se syntetizuje z jiných zdrojů (Šnirc et al., 2015).

V kravském mléce je průměrně 4,6 – 4,9 % laktózy. Tato má schopnost fermentace, což má význam hlavně pro mlékařství, protože je na ní založeno několik technologických procesů výroby mléčných výrobků (Šnirc et al., 2015).

Pešek (1997) uvádí také jako hlavní sacharid mléka disacharid laktózu. Kromě mléka a mléčných výrobků se tento disacharid v jiných potravinách a produktech nevyskytuje. Ze sacharidů jsou v malém množství přítomny i aminosacharidy, monosacharidy a fosforečné estery sacharidů. Mléko obsahuje také oligosacharidy. Oligosacharidy jsou v mléce zastoupeny jen v malém množství (0,1g/100ml).

Podle Burdové (2001) se během bachorového kvašení kyselina propionová mění na glukózu. Následně ji z krve absorbují sekreční epitelové buňky a mění ji na galaktózu (Tóth a Schmidt, 2004). Pokud epitelové buňky absorbují větší množství vody,

---

tím se zvyšuje také produkce mléka a udržuje se osmotický tlak. Hlavním prekurzorem pro syntézu laktózy je glukóza, ze které pochází až 85 % laktózy u dojnic (Šnirc et al., 2015).

Obsah laktózy v mléce neovlivňuje výživa, a pokud ano je to jen v extrémních případech. V průběhu roku se obsah laktózy mění. Má to souvislost s průběhem laktáční křivky, ale také se způsobem chovu a klimatickými podmínkami. Od března do července obsah laktózy v mléce stoupá, ale v září a říjnu byl zaznamenán nejnižší obsah laktózy. V mlezivu je obsah laktózy zpočátku nízký, ale již po měsíci dosahuje maxima. K rychlejšímu poklesu laktózy v mléce nastává ve druhé polovině laktace. Nižší obsah laktózy mají dojnice s větším počtem laktací. Pokud dochází k poklesu vyprodukovaného mléka, může za to nedostatek glukoneogeneze a nedochází k poklesu obsahu laktózy v mléce. Obsah laktózy v mléce nepodléhá velkým výkyvům. Za snížení obsahu laktózy mohou především zánětlivé procesy mléčné žlázy s poklesem minimálně o 10–20 % (Šnirc et al., 2015).

### **1.15 Dojírny**

Dojírna je většinou postavena mimo stáj. Bývá vybavena dojícím zařízením, ve kterém bývá možnost dávkování jadřným krmivem. Dojírna je vybavena čekárnou, boxy, manipulačními prostory, strojovnou, mléčnicí apod. (Andrt, 2001).

Ustájovací prostory bývají rozděleny do skupin, kdy každá skupina musí být podojena v intervalu dvakrát denně do 60 minut. Na spoustě farem s mléčnou výrobou se vyskytují slabě dimenzované dojírny (Doležal, 2009).

Na farmách v České republice je povětšinou používána tzv. mokrá toaleta čištění vemen. Je známo, že k výraznému zlepšení v oblasti kvality mléka, zdraví mléčné žlázy, pracovního prostředí, zrychlení dojení, a také zlevnění mléka, slouží právě suchá toaleta. Při vynechání oddojení počátečních stříků mléka dochází ke snížení kontroly kvality mléka a zdravotní situaci mléčné žlázy (Doležal, 2010).

Andrt (2001) uvádí rozdělení dojíren následovně:

- Dle možnosti a způsobu dojení rozděluje autor tyto skupiny na individuální a skupinové.
- Dle možného uspořádaní stání na paralelní, tandemové, s pohyblivým dojícím stáním, nebo s pevným dojícím stáním.
- Kombinace předchozích dvou variant.

---

## 1.16 Robotizované dojírny

Robotizované dojení vzniklo už v 70. letech minulého století. První vyráběný automatizovaný dojící systém byl uveden do provozu v roce 1992 v Nizozemsku. Od té doby se toho v dojících systémech spoustu věcí inovovalo a jejich počet rychle roste (Dojení roboty 1, 2011).

Ke konci roku 2003 bylo ve světě kolem 2200 automatizovaných dojících systémů (Meijering a kol., 2004). V dnešní době je v provozu více jak 10 000 automatizovaných dojících systémů (Zemědělec, 2022). Přejchod od konvenčního způsobu dojení k robotizaci mělo za následek úsporu fyzické práce až o 40 % (Fák a Racek, 2008).

Jednou velkou výhodou v automatizovaném dojícím systému je, že dojnice si sama zvolí dojení po celý den. Mléko je získáváno z každé čtvrti vemene zvlášť. Senzory dojícího robotu kontrolují kvalitu mléka a při jakékoliv odchylce od normálu, je mléko separováno (Rytina, 2004).

Při zavedení systému automatizovaného dojení je potřeba zohlednit plemeno. Při přechodu plemena fleckvieh na dojení robotem se zvýšila dojivost o 13 %. U Holštýnských krav nedošlo k žádnému nárůstu dojivosti, ale zvýšil se obsah tuku a bílkovin v mléce (Spolders, 2002).

## 1.17 Typy dojících robotů

U automatizovaného dojení je možnost jednoboxových a víceboxových systémů. U jednobodového má dojnice volný přístup k dojícímu robotu, a i ke krmivu. U víceboxového musí dojnice nejdříve do dojícího robotu a až potom má možnost se dostat ke krmivu (Výzkumný ústav živočišné výroby, 2004).

Dojící robot má za povinnost zajistit pracovní úkony jako jsou identifikace zvířete, čištění struků, přípravu na dojení, oddojení prvních stříků, zkoušku kvality mléka a kontrolu vemene, nasazení dojícího stroje, vlastní dojení a dodojení (Dojení roboty 1, 2011).

---

### 1.17.1 DeLaval VMS V310

Nejnovějším modelem (viz. obrázek č. 1.1) u společnosti DeLaval je automatizovaný dojící robot DeLaval VMS V310 s hydraulicky ovládaným robotickým ramenem, které zajišťuje vyšší spolehlivost a menší požadavky na servis oproti pneumatickým systémům. DeLaval hydraulické rameno VMS je rychlé, tiché, robustné a jemné (DeLaval.com, 2022).

Hlavní charakteristika DeLavalu VMS V310:

- Čtyři optické měřiče mléka,
- Otevřený design pro maximální komfort,
- Online měřič somatických buněk DeLaval OCC,
- Deska na výkaly, • Automatické mytí podlahy,
- Zpětné profouknutí parou,
- Hydraulické rameno,
- Dotyková obrazovka,
- Příprava struků (DeLaval.com, 2022).



Obrázek 1.1: DeLaval VMS V310 (Moso.com, 2022)



---

Hydraulické rameno (viz. obrázek č. 1.2) je vyrobené ze zesílené nerezové oceli, aby odolalo tvrdým podmínkám. Provádí přípravu struků před dojením, nasazuje strukové násadce a rozstříkuje dezinfekci na struky. Je vybaveno optickou kamerou, spojenou s dvěma lasery. Tím pádem je zajištěna rychlá a přesná lokalizace struků (DeLaval.com, 2022).

Přípravový strukový násadec má vlastní oddělené dopravní potrubí, takže se žádné závadné mléko nedostane do kontaktu s hlavním mléčným potrubím. Automatizovaný dojící robot DeLaval VMS před dojením nabízí očištění každého struku, stimulaci struků, předdojení a opětovné očištění (DeLaval.com, 2022).

Kontrola kvality mléka je u DeLaval VMS prioritou. Obsahuje čtyři měřiče mléka monitorující odchylky a abnormality v rychlostech toku mléka, nádojích, vodivosti a příměsích krve (DeLaval.com, 2022).

Automatizovaný dojící robot DeLaval VMS má svůj online měřič somatických buněk OCC, který zaznamenává počet somatických buněk u každé dojnice. Díky při pojení k počítači je měřič schopen sestavit grafy a při každém výskytu zvýšeného počtu somatických buněk upozorní obsluhu, čímž dochází k zamezení výskytu onemocnění dojnic (DeLaval.com, 2022).



**Obrázek 1.2: Hydraulické rameno DeLaval VMS (Moso.cz, 2022)**

---

### 1.17.2 Lely Astronaut A5

Lely Astronaut A5 (viz. obrázek č. 1.3) je dojící robot s prostorným boxem, aby se dojnice cítili co nejvíce pohodlněji. Astronaut A5 obsahuje hybridní rameno, které se podílí na pohodlí dojnic. Rameno je tiché a oproti starším modelům je rychlejší a přesnější v lokalizaci struků dojnic (Lely.com, 2022).

Astronaut A5 má online manažerský program T4C. Program T4C ukládá historické údaje o každé dojnici a tím určuje interval dojení a vypočítává krmnou dávku pro jednotlivé dojnice (Lely.com, 2022).

Box obsahuje 3D kameru, která určí aktuální polohu dojnice. Pomocí 3D kamery není potřeba skenovat vemeno a tím je rychlejší lokalizace struků a celkové dojení.

Astronaut A5 z každého struku na začátku dojení oddělí 9 ml mléka, aby se nemísilo nekvalitní mléko s kvalitním (Lely.com, 2022).

U Astronauta A5 je také možnost online detekce kvality mléka. To určují systémy MQC a MQC-C, které spolupracují se systémem T4C. MQC rozbor mléka probíhá při dojení jednotlivé dojnice. Zjišťuje průtok, vodivost, barvu, teplotu, úroveň laktózy, tuku a bílkovin. Měření MCQ probíhá co nejbližší k vemenu, a tím se získávají přesná a spolehlivá data. MCQ-C systém je zjištění počtu somatických buněk probíhá během odčerpávání mléka po dojení. Výsledky rozborů se pošlou do systému T4C, který komunikuje s obsluhou (Lely.com, 2022).



Obrázek 1.3: Lely Astronaut A5 (foto: vlastní, 2022)

---

### 1.17.3 Fullwood Merlin 2

Fullwood Merlin 2 je vybaven elektrickým ramenem, které by mělo být velmi tiché a tím pádem by mělo být dojení pro dojnice klidnější a pohodlnější. Ovládání Merlinu je umožněno přes dotykový displej HMI (Human Machine Interface), který zobrazuje důležitá data o aktuálním stavu stroje (Fullwood.cz, 2021).

Merlin umožňuje dojnici vstup přes indikátor připevněný na noze dojnice. Díky tomuto indikátoru zjistí veškeré informace o dojnici, se kterými dále pracuje obsluha (Fullwood.cz, 2021).

Řídící, respektive manažerský systém využívaný společností Fullwood se jmenuje Crystal a pracuje na bázi operačního systému Vista. Stejně jako u konkurenčních robotů, Crystal umožňuje online monitorování stáda, poskytuje okamžité informace o každém jednotlivém zvířeti, i stroji. K analýze mléka může být využit nástroj CrystaLab, který se dokupuje k robotu zvlášť (Fullwood.cz, 2021).

CrystaLab poskytuje přesnou analýzu složek mléka (tuky, bílkoviny, laktózu atd.), detekuje přítomnost krve v mléce, zefektivňuje celkovou kontrolu nad stádem, umožňuje zlepšovat kontrolu zdravotního stavu, má minimální požadavky na údržbu a neomezuje průtok mléka (Fullwood.cz, 2021).



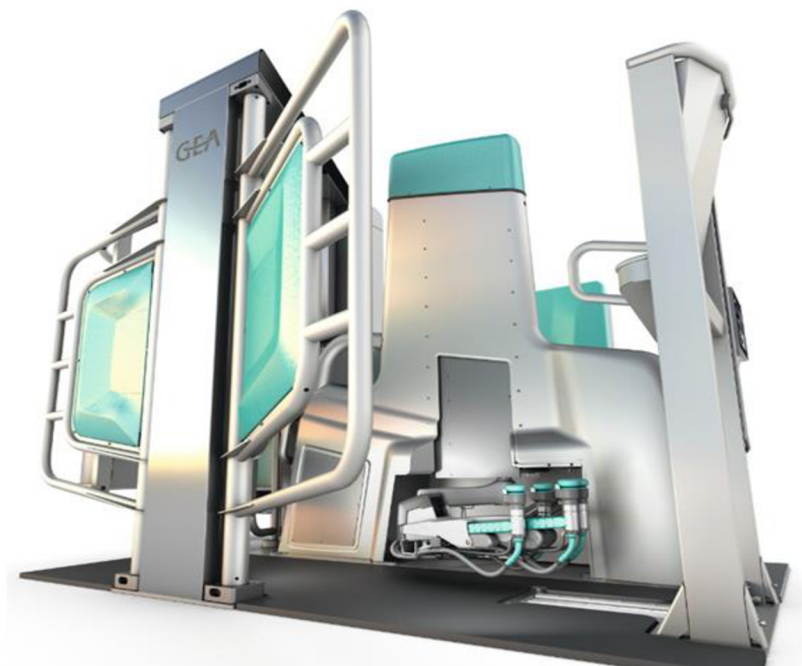
Obrázek 1.4: Fullwood Merlin 2 (Lemmer-fullwood.com, 2022)

---

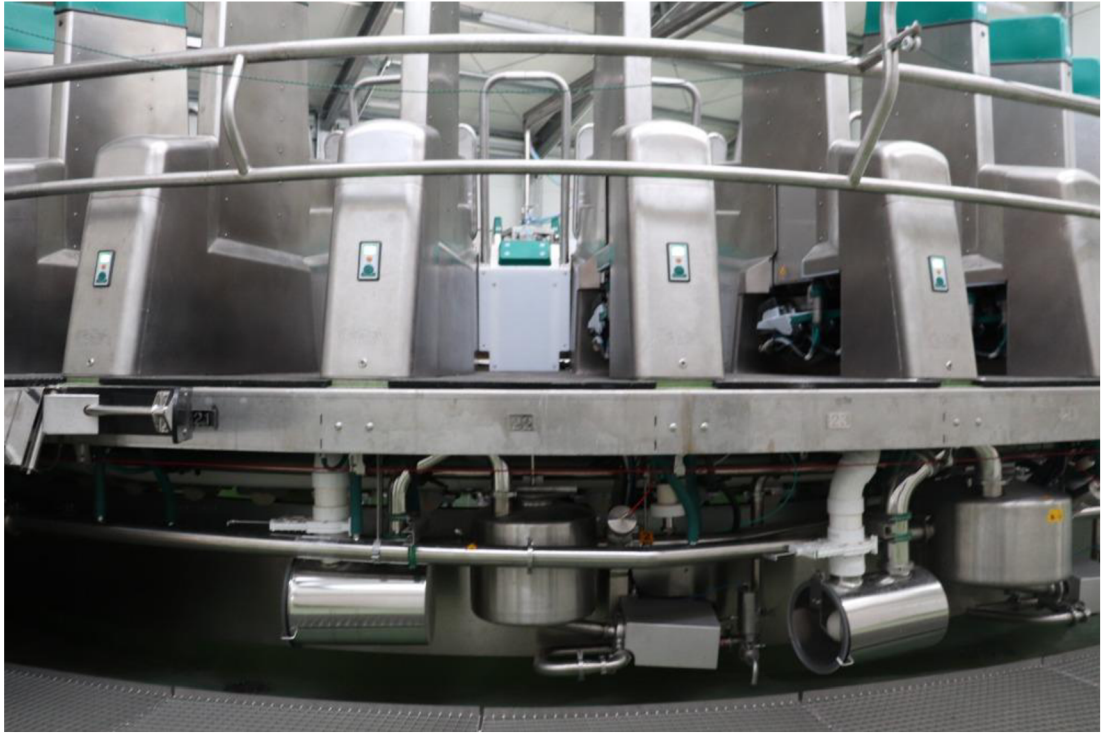
#### 1.17.4 GEA

Firma GEA vyrábí tři rozdílné typy dojíacích robotů. Pro stádo do 70 dojnic je používán robot Monobox (viz. obrázek č. 1.5), pro větší stáda (až 230 dojnic) je využíván více-boxový dojíací robot Mlone (viz. obrázek č. 1.6) a zhruba nad 500 dojnic byla firmou GEA vyvinuta kruhová robotizovaná dojírna DairyProQ, která má průchodnost kolem 120 až 400 dojnic za hodinu (Gea.com, 2022).

Všechny tyto typy dojíacích robotů jsou založeny na dojícím a nasazovacím hybridním rameni MilkRack. U ramene MilkRack probíhá jenom jedno nasazení, a tak není potřebné žádné čištění struků pomocí kartáčů. U MilkRack se nasadí strukové návlečky na struk, a jakmile je struková návlečka nasazena, tak v ní probíhá očištění struků, první odstříky mléka i vlastní dojení. Tím dochází k úspoře času a ke zvýšení průchodnosti dojíacího robota (Gea.com, 2022).



**Obrázek 1.5: GEA Monobox (Agropress.cz, 2021)**



**Obrázek 1.6: GEA Mlone (Naschov.cz, 2021)**

---

## 2 Metody

V dnešní době představují automatické systémy dojení významný trend v odvětví chovu dobytka. Tyto systémy, které jsou implementovány zejména v rozvinutých zemích, umožňují vyšší efektivitu při produkci mléka a tím i vyšší ziskovost činnosti. Nicméně, představují i značnou výhodu při péči o zdravotní stav dojnic. Tyto systémy totiž umožňují měřit kvalitu mléka již během dojení. Případné problémy jsou tak rozpoznány velmi rychle a může proti nim být okamžitě zasáhnuto (Leitner, et al., 2001).

Existuje několik metod, které lze použít pro měření kvality mléka přímo během dojení. Některé z těchto metod jsou (Fischer et al., 2016):

1. Infračervená spektroskopie – Tato metoda umožňuje měřit různé parametry kvality mléka, jako je obsah tuku, bílkovin a laktózy, přímo během dojení. Přístroje lze umístit na mlékařského robota nebo jiné zařízení pro dojení.
2. Konduktometrie – Tato metoda měří elektrickou vodivost mléka, která souvisí s jeho obsahem minerálů a solí. Konduktometr lze instalovat na dojící robot nebo jiné zařízení pro dojení.
3. Fluorescenční spektroskopie – Tato metoda využívá fluorescenční vlastnosti mléka, aby mohla být měřena jeho kvalita. Fluorescenční spektrometr lze umístit na mlékařský robot nebo jiné zařízení pro dojení.
4. Měření teploty – Tato metoda měří teplotu mléka, což může poskytnout informace o jeho kvalitě. Teploměr lze umístit do dojícího zařízení nebo do nádrže na mléko.

Tyto metody jsou obecně rychlé, spolehlivé a umožňují výrobcům mléka sledovat kvalitu svého produktu přímo během dojení (Fischer et al., 2016).

V souvislosti s kvalitou mléka je důležité zabránit kontaminaci během procesu dojení a během skladování. Jedna jediná dojnice může kontaminovat velké množství právě nadojeného mléka. Taková kontaminace může vést k likvidaci celého produkčního objemu, zkrácené trvanlivosti výrobku nebo nižší kvalitě výrobků. Aby se kontaminaci předcházelo nebo aby byla včas detekována, stále více roste potřeba přesného a rychlého systému sledování zvířat, který poskytuje nižší lidskou účast a bude schopen poskytnout informace o zdraví zvířat a kvalitě produktu (Halasa et al., 2011).

---

Kromě toho způsobují zdravotní problémy a nemoci, jako je mastitida, významné ekonomické ztráty a jsou považovány za jeden z nejvíce dramatických faktorů ovlivňujících kvalitu mléka. Je tedy nutné jakýkoli zdravotní problém a možné ohrožení kvality mléka detekovat včas (Halasa et al., 2011).

Kvalita mléka může být ovlivněna ketózou, která aktivuje nadměrnou mobilizaci tuku v období přechodu mezi těhotenstvím a laktací. Ketóza je založena na produkci ketonů jako zdroji energie v negativním energetickém stavu. Hladiny ketonů nejsou vždy kompatibilní s vysokým poměrem tuku / bílkovin. V tomto kontextu navrhli výzkumníci, že zvýšený poměr tuku k bílkovině mléka může naznačovat ketózu a negativní energetickou bilanci. Ketóza může vést ke snížení produkce mléka a zvýšení poměru tuku / bílkovin. Pokud se ketóza neléčí, může se vyvinout do mastitidy a neplodnosti nebo způsobit časnou porážku (Lien et al., 2016).

Mastitida je definována jako zánět mléčné žlázy spojený v mnoha případech s bakteriální invazí postižené žlázy. V důsledku toho dojde k odpovědi imunitního systému a boji proti této invazi. Mastitida způsobuje chovatelům dojníc značné ztráty. Například v roce 2002 byly tyto ztráty vyčísleny v Evropské unii na průměrných 150 euro za krávu. Mastitida je také největší důvod, proč jsou dojnice vyřazovány z chovu a nahrazovány novými (Halasa et al., 2011).

V následujícím textu budou představeny metody, které se používají pro měření kvality mléka během dojení.

## **2.1 Infračervená spektroskopie**

Infračervená spektroskopie (IR) se využívá k měření různých vlastností mléka, jako je obsah vody, tuku, bílkovin, laktózy, somatických buněk a dusíku v močovinně mléka. IR umožňuje rychlé a neinvazivní měření, což znamená, že vzorek může být měřen již během dojení. IR se používá pro analýzu mléka v průmyslu, kde je nutné rychle získat výsledky a provádět měření v reálném čase. Dále se využívá pro predikci kvalitativních a kvantitativních parametrů mléka, jako jsou například mastné kyseliny a koagulační vlastnosti. IR také umožňuje analýzu velkého množství vzorků a je ekonomicky efektivní (Anjos, 2020).

Infračervená spektroskopie je fyzikálně-chemická technologie poskytující analýzu kvality v potravinářském průmyslu. Princip této metody spočívá v odrazu a absorpci různých vlnových délek a identifikaci specifických molekulárních vibrací. Charakteristické spektrum blízké infračervené spektroskopie (NIRS) se pohybuje mezi

---

800 a 2500 nm, zatímco charakteristické spektrum střední infračervené spektroskopie (MIRS) se pohybuje mezi 2500 a 25 000 nm. Odraz a absorpce těchto vlnových délek poskytují informace o charakteristických vazbách v organických molekulách, jako jsou C-H a O-H (Tsenkova a Muncan, 2022).

NIRS může být použita k analýze parametrů, jako jsou voda, laktóza, tuk a bílkovinné složení. Navíc ji lze použít k měření počtu somatických buněk (SCC) a dusíku močoviny v mléce (MUN) (Ho et al., 2019).

V poslední době se mnoho autorů zaměřilo na použití MIRS k předpovídání mastných kyselin (FA) a skupin mastných kyselin (FAGs), což má vysoký potenciál. Dosáhnutí vysoké přesnosti a robustnosti kalibrací MIRS lze dosáhnout vývojem predikčních rovnic používajících mléko různých plemen, zemí a sezón, které využívají stejnou referenční metodu. Vlastnosti srážení mléka (MCP), bílkovinné složení, kyselost a jejich předpovídání pomocí MIRS byly hojně zkoumány a považovány za platné pro předpovídání MCP a kyselosti mléka u krav. Na druhé straně lze konstatovat, že MIRS nelze použít k předpovídání bílkovinného složení mléka s vysokou přesností a předpovědní modely nejsou v současné době vhodné pro mlékárenský průmysl (Ho et al., 2019).

Infračervená spektroskopie (IR) umožňuje měřit následující vlastnosti mléka (Bahadi et al., 2021):

- Obsah vody
- Obsah tuku
- Obsah bílkovin
- Obsah laktózy
- Obsah somatických buněk
- Obsah dusíku v močovinně mléka
- Obsah a složení mastných kyselin
- Koagulační vlastnosti mléka
- Kyselost mléka
- pH mléka



- Další parametry, jako například obsah minerálů nebo vitaminů, mohou být také analyzovány touto metodou, avšak s menší přesností a spolehlivostí než u výše uvedených vlastností.

**Tabulka 2.1: Výhody a nevýhody použití infračervené spektroskopie. Zdroj: Bahadi et al., 2021**

Výhody	Nevýhody
Nízké náklady na analýzu	Snížená přesnost kvůli specifickým vlastnostem mléka
Bez potřeby předúpravy vzorku	Snížená přesnost při předpovídání složení bílkovin mléka
Přenosnost a snadná adaptace na různé systémy	Potřeba vyvinout přesné kalibrační modely a minimalizovat chybovost
Nepoškozuje vzorek	Omezení přesnosti v důsledku vlastností mléka jako je heterogenita, a obsah minerálních a mastných molekul
In-situ a online aplikace	
Ekologicky šetrná metoda	
Široké spektrum analýzy (obsah vody, tuku, bílkovin atd.)	
Možnost měření srážení mléka a dusíku močoviny	
Potenciál předpovídání obsahu mastných kyselin	
Informace o stavu energie krav	

Ve srovnání s jinými technikami analýzy mléka mají tyto metody několik výhod, jako je přenosnost, snadná adaptace na různé systémy, nízké náklady, robustnost, rychlé získání výsledků a nezničení vzorku. Jsou ideální pro použití in situ a online. Navíc se jedná o neznečišťující techniku, která nepotřebuje předúpravu vzorku. Na druhé straně určité charakteristiky mléka, jako je heterogenita a obsah minerálů a tukových molekul, snižují přesnost této analýzy. Pro zvýšení přesnosti se provádí řada studií zaměřených na vytvoření přesných kalibračních modelů s nízkou chybo-

---

vostí a na odhalení spolehlivosti technologie. Nicméně nedávné studie prokázaly spolehlivost přenosných modelů v in situ aplikacích a modelů používaných v technologiích s přímým připojením k dojícímu zařízení (bahadi et al., 2021).

## 2.2 Měření vodivosti

Tradiční metoda měření počtu somatických buněk je časově náročná a drahá. Proto tato metoda není vhodná pro okamžité poskytnutí informací o mastitidě u krav (Norberg et al., 2004).

Na druhé straně je měření elektrické vodivosti jednoduchá, levná, snadno začleňitelná a automatizovaná in-line metoda. Měření vodivosti se provádí během dojení. Tato metoda byla vynalezena v 90. letech jako alternativa k určení subklinické mastitidy. Integrovaný systém s čidlem může být použit k měření výroby mléka, teploty mléka a elektrické vodivosti mléka (Norberg et al., 2004).

Elektrická vodivost je určena přítomností kationtů a aniontů. Ty se objevují, když se zvýší koncentrace  $\text{Na}^+$  a  $\text{Cl}^-$  v mléce při mastitidě. Mléko je heterogenní komplexní roztok bez konstantního složení. Elektrická vodivost mléka závisí na období laktace a není stejná pro všechny odebrané vzorky mléka. Samozřejmě, elektrická vodivost mléka je vysoce individuální (pro každou krávu odlišná). Díky levným a rychlým měřením může historická řada dat a kontinuální analýza těchto databází s vysokou přesností indikovat abnormální signály v mléce (Paudyal et al., 2020).

Analýza elektrické vodivosti mléka se zdá být nejlevnější z prezentovaných analytických metod díky jednoduchému provozu a relativně levnému zařízení, včetně komerčních senzorů, signálového převodníku a jednoduchého softwaru pro ukládání dat. Cena tohoto zařízení může být v řádu stovek eur (Paudyal et al., 2020).

**Tabulka 2.2: Výhody a nevýhody měření vodivosti mléka. Zdroj: Poghossian et al., 2019**

Výhody	Nevýhody
Jednoduché použití	Vysoká závislost na individuálních vlastnostech krav
Nízké náklady na zařízení	Přesnost měření ovlivňují faktory jako teplota mléka, hustota a složení
Rychlé získání výsledků	Neposkytuje specifické informace o konkrétních vlastnostech mléka
Automatizované měření v průběhu dojení	Neodhaluje subklinickou mastitidu v rané fázi
Nepotřebuje předúpravu vzorků	Může být ovlivněno faktory jako znečištění senzoru a přítomnost detergentů v mléce
Nízká spotřeba energie	

### 2.3 Optické analýzy

Použití optických senzorů je při analýze kvality mléka odlišné. Díky fyzickým změnám v mléce způsobeným abnormalitami a kontaminací je možné nepřímo zkoumat rozptylový aspekt světla a jeho absorpci. Změny barvy způsobené krvavou kontaminací, koncentrací tuku a kaseinových mikroskopických částic lze zkoumat pomocí optických senzorů (Stocker et al., 2017).

Pro měření obsahu tuku se ukázalo, že optické nástroje, jako jsou optické vláknové senzory, mají velkou účinnost. Optická měření také mají vysokou terénní použitelnost díky své cenové dostupnosti a přenositelnosti (Stocker et al., 2017).

Pokud jde o detekci kontaminace mikroorganismy, jednou z neaplikovanějších metod v automatizovaných systémech je průtoková cytometrie, testovaná a schválená evropskými (Referenčními laboratořemi Evropské unie) i severoamerickými (Úřadem pro potraviny a léčiva) referenčními laboratořemi (Stocker et al., 2017).

Zatímco tradiční metody počítání buněk jsou považovány za pomalé, náročné na práci a drahé a neaplikovatelné pro rutinní použití, průtoková cytometrie poskytuje analýzu až 10 000 buněk za sekundu. Kromě toho je možné určit složitější charakteristiky vzorku, jako je typologie mikroorganismů, pomocí různých technik a změny analýzy dosažené pomocí barviv a různých značek. Lze ji také provádět přesněji, protože metoda není založena na aproximacích a je založena na počítání kolonií (Gowri et al., 2019).

Kromě komerčních zařízení pro optickou analýzu (s cenou v řádu stovek eur) existují také nízkonákladová zařízení vyvinutá ve vědeckých laboratořích. Další náklady spojené s touto metodou souvisejí s kalibrací zařízení po 6 nebo 12 měsících (Gowri et al., 2019).

**Tabulka 2.3: Výhody a nevýhody měření optických vlastností. Zdroj: Gowri et al., 2019**

Výhody	Nevýhody
Vysoká efektivita pro měření obsahu tuku	Nutnost pravidelné kalibrace zařízení
Vysoká efektivita pro detekci kontaminace	Omezená schopnost detekce některých vlastností
Snadné měření přímo během dojení	
Použití různých technik pro složitější analýzy	
Rychlá a přesná analýza	
Použití automatizovaných systémů	
Schopnost detekce a analýza až 10 000 buněk	
Komplexní charakteristiky vzorku	
Nízké náklady na zařízení	

## 2.4 Mléčný leukocytový diferenciální test

Mléčný leukocytový diferenciální test (MLD) je metoda založená na optické analýze, ale zaměřená výhradně na počet leukocytů, vyvinutá pro nepřímou identifikaci mastitidy. Hlavním komerčním vybavením je skenování mléčných vzorků vestavěným mikroskopem (Advanced Animal Diagnostics). Tato metoda je založena na skutečnosti, že počet bílých krvinek rychle narůstá v průběhu infekcí mléčné žlázy, jako je mastitida. Je to prostředek obrany struktury mléčné žlázy proti patogenům, a tak hraje důležitou roli v zdraví mléčné žlázy. MLD nám umožňuje analyzovat, počítat a stanovit procenta tří různých typů leukocytů (lymfocyty, neutrofilů a makrofágy). Navíc je možné stanovit diagnózu tím, že určíme, který z těchto leukocytů představuje infekční stav pomocí jiných diferenciálů (Lozado-Soto et al., 2020).

Nedávné studie potvrdily dobré výsledky testů MLD ve srovnání s tradičními kalifornskými testy na mastitidu (CMT), i když zatím bylo provedeno jen málo nezávislých studií MLD. Na druhé straně jsou stále potřebné další studie s více randomizovaným výběrem vzorků a různými podmínkami, aby se prokázala jeho ekonomická a reálná přesnost a jeho použitelnost pro kontrolu kvality mléka a zdraví dojnic. Test

je prezentován jako alternativa k tradičním testům SCC, s přesnými a digitálními výsledky založenými na analýze. Zahrnuje faktory jako rané nebo pozdní laktace a používá analýzu každé čtvrtiny. Každá analýza trvá mezi 3 a 15 minutami v závislosti na zvoleném režimu a stojí přibližně 4 eura na krávu (Lozado-Soto et al., 2020).

**Tabulka 2.4: Výhody a nevýhody mléčného leukocytového diferenciálního testu. Zdroj: Lozado-Soto et al., 2020)**

<b>Výhody</b>	<b>Nevýhody</b>
Možnost analýzy, počítání a stanovení procentuálního podílu tří různých typů leukocytů	Zatím nebylo provedeno mnoho nezávislých studií, aby byla prokázána jeho přesnost a použitelnost
Možnost diagnostiky infekčního stavu na základě počtu a typu leukocytů	Stále potřebné další studie s více randomizovaným výběrem vzorků a různými podmínkami, aby se prokázala jeho ekonomická a reálná přesnost a použitelnost
Alternativa k tradičním SCC testům	Náklady na test jsou přibližně 4 eura na krávu, což může být pro některé chovatele drahé
Možnost analýzy každé čtvrtiny a vlivu faktorů jako je raná nebo pozdní laktace	Potřeba speciálního vyškolení personálu pro správnou interpretaci výsledků

---

### **3 Cíle práce**

Cílem této práce bylo porovnat přesnost metod na měření kvalitativních složek v mléce, seznámení se s danou problematikou, vytipování vhodného chovu dojnic pro tento výzkum a stanovit metodiku a vyhodnocení zmíněného postupu pro posuzování kvality mléka.

---

## 4 Metodika práce

První měření probíhalo v podniku Zempo V.O.S. a.s ve Strunkovicích nad Blanicí, kde byl použit přístroj Ekomilk Horizon na měření somatických buněk, který byl zapůjčen Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích.

Druhé měření probíhalo na farmě u Ing. Vladimíra Hanžla z Budyně, kde byly použity data z dojícího robotu DeLaval VMS V300.

Všechny získané výsledky byly porovnány s výsledky z kontroly užítkovosti, která se řadí mezi referenční měření.

### 4.1 Zempo V.O.S. a.s.

Tato akciová společnost chová 824 kusů hovězího dobytka, z toho 270 kusů dojných krav plemene Český strakatý skot. Ve společnosti Zempo V.O.S. je také používána rybinová dojírna pro 16 dojnic od společnosti Fullwood Packo.

### 4.2 Farma Hanžl

Na této farmě se chová 150 kusů hovězího dobytka, z toho 60 dojných krav plemene Holštýnský skot. Na farmě se nachází dojící robot od společnosti DeLaval.

### 4.3 Vlastní měření

#### 4.3.1 První měření

Prvním krokem před měřením byla kalibrace přístroje Ekomilk Horizon, aby výsledky byly co nejpřesnější. Nejdříve bylo zapotřebí umíchat roztok Ekoprim. Roztok Ekoprim byl vytvořen smícháním 14 g látkového prášku s 400 ml destilované vody. Po smíchání prášku a vody v odměrné baňce bylo zapotřebí ohřát roztok Ekoprim na 30-35 °C, aby se prášek dostatečně rozpustil ve vodě.

Pro správnou kalibraci přístroje bylo nutné přístroj umístit na rovnou plochu a zapojit do síťové zásuvky 230 V. Po správném rozpuštění prášku se Ekoprim nalil do nádoby na roztok. Do druhé nádoby se nalila voda v potřebném množství. Po umístění nádob na svá místa jsme zahájili čištění přístroje čistou vodou pomocí přístroje Ekomilk Horizon.

Po skončení propláchnutí přístroje Ekomilk Horizon bylo vyzkoušeno měření na zakoupeném polotučném mléce. Výsledek kalibračního měření zakoupeného mléka bylo 134 000 somatických buněk v 1 ml.

Po kalibraci přístroje Ekomilk Horizon jsme se přesunuli společně s Mgr. Radimem Stehlíkem do Strunkovic nad Blanicí do podniku Zempo V.O.S., kde probíhalo odpolední dojení Českého strakatého skotu. Přístroj Ekomilk Horizon jsme

---

umístili do kanceláře na rovnou a pevnou plochu. Po doplnění vody a Ekoprimu jsme spustily přístroj. Při zahřívání přístroje jsme si nadepsali vzorkovníky na mléko, aby vzorky byly snáze rozeznatelné.

V 15:00 hodin začalo odpolední dojení v rybinové dojárně Fullwood za účasti Ing. Travníčkové z Ústavu pro kontrolu mléčné užitkovosti (KU). Ing. Travníčkovou byly poskytnuty potřebná čísla 30 různých dojnic. Po sepsání čísel bylo do vzorkovníku odlito cca 35 ml nadojeného mléka z odměrné baňky, která je součástí rybinové dojírny.

Po odebrání vzorků bylo nutné vyčkat 15-20 minut, aby teplota mléka klesla na požadovanou teplotu. Pomocí teplotního dataloggeru Lascar Electronics zapůjčeného Jihočeskou univerzitou byla zkoumána teplota jednotlivých vzorků nadojeného mléka. Po klesnutí teploty nadojeného mléka bylo odlito cca 10 ml mléka do vzorkovníku určeného pro měření na Ekomilk Horizon.

Každý vzorek byl přeměřen 3krát. Jedno z měření bylo považováno za hlavní a zbylé dvě měření sloužily pouze pro kontrolu. Po každém třetím měření proběhlo automatické čištění přístroje Ekomilk Horizon, aby výsledky byly co nejspolehlivější a nejpřesnější.

#### **4.3.2 Druhé měření**

Druhé měření probíhalo na farmě Ing. Vladimíra Hanžla v Budyni na dojícím robotu DeLaval. Měření probíhalo opět za účasti Ing. Travníčkové z Ústavu pro mléčnou kontrolu užitkovosti. U tohoto měření jsem byl spíše v roli pozorovatele, jelikož všechny naměřené hodnoty z dojícího robotu jsou po dojení přesunuty do hlavního počítače.

Má měření proběhla u 30 dojnic. Dojnice do dojícího robotu chodili libovolně podle potřeb. Když dojnice dorazila do dojícího robotu, robot jí pomocí indikátoru zabudovaného v obojku automaticky načtl do systému, který určil krmnou dávku k dojení a provedl samostatné dojení. V průběhu dojení byla k potrubí, kterým proudí nadojené mléko, připojena odměrná baňka, do které bylo slito mléko, se kterým se později dále pracovalo. Mléko z odměrné baňky bylo rozlito do vzorkovníků Ing. Travníčkové a byly sepsány údaje o dojnici.

Po dojení byly z hlavního počítače vytisknuty potřebné údaje 30 dojnic a po zaslání výsledků z KU byly porovnány.



#### 4.4 Výsledky

V tabulce č. 4.1 je porovnání výsledků z Ekomilk Horizon a kontroly užítkovosti.

Tabulka 4.1: Porovnání výsledků z Ekomilku a z KU

Číslo dojnice	Teploty (°C)			PSB (z ml)	PSB (z ml) z KU
	Mléko	Ekoprim	Mléko+Ekoprim		
778624	19,3	21	20	134 000	134 000
552954	18,9	20	19,3	220 000	222 000
741555	19,1	20	19,5	146 000	89 000
741512	18,9	20	19,5	248 000	186 000
778537	19,4	20	19,3	134 000	86 000
808419	19,2	20	19,7	146 000	89 000
808618	19,1	20,3	19,6	808 000	864 000
808630	19,4	20,3	19,5	248 000	134 000
778563	19,2	20	19,8	146 000	156 000
778525	19,7	20,5	19,7	688 000	764 000
808629	19,4	20,6	20,1	158 000	134 000
778543	19,4	20,7	19,9	196 000	152 000
808612	19,3	20,7	19,8	146 000	86 000
688890	19,4	20,8	19,9	626 000	462 000
741607	19,2	20,8	19,8	158 000	89 000
808530	19,8	20,8	20,1	196 000	152 000
808597	20	20,9	20,2	158 000	92 000
808590	20,2	21	20,4	158 000	134 000
808609	20	20,7	20,2	146 000	76 000
778604	20,5	20,7	20,4	146 000	146 000
741591	20,3	20,8	20,5	626 000	352 000
741629	20,7	20,8	20,6	341 000	258 000
808525	20,6	20,8	20,8	146 000	146 000
741572	20,5	20,8	20,7	158 000	186 000
808597	20,9	20,8	20,7	897 000	134 000
808592	20,7	20,9	20,7	185 000	185 000
778618	20,7	21,1	20,7	134 000	86 000
778583	20,6	20,9	21,1	778 000	686 000
778501	20,6	21,4	20,8	248 000	178 000
808563	20,7	21,2	20,9	148 000	123 000

V tomto měření byly dodrženy všechny potřebné podmínky, aby došlo k co nejpřesnějším výsledkům. Díky těmto výsledkům bylo zjištěno, že 7 dojnic zřejmě trpí zánětlivým onemocněním mléčné žlázy a 4 dojnice mají lehký náznak na zánětlivé onemocnění a potřebují lékařské vyšetření.

Porovnání výsledků Ekomilk Horizon a laboratorních výsledků bylo hodnoceno kladně, až na 2 výsledky, u kterých byl velmi velký rozdíl. Tyto rozdílové pokusy mohly být zapříčiněny špatným vyčištěním přístroje nebo jinými okolními vlivy.

---

Přesnost Ekomilku vůči laboratorním výsledkům je v rozmezí od 0 do 100 000 SB na 1 ml. Pouze 2 výsledky se lišily více jak o 100 000 SB na ml.

V tabulce č. 4.2 jsou výsledky odebrané z dojícího robotu a v tabulce č. 4.3 jsou výsledky z kontroly užítkovosti.

**Tabulka 4.2: Výsledky z dojícího robotu**

<b>Číslo dojnice</b>	<b>Dojivost (kg/den)</b>	<b>Tuky (%)</b>	<b>Bílkoviny (%)</b>	<b>SB (z ml)</b>
314876	13,9	4,26	3,95	664 000
367938	34,8	4,38	3,08	316 000
382574	20	4,23	3,96	1 206 000
402342	39,1	3,59	3,20	20 000
425159	48	3,90	3,14	8 000
443431	28,8	3,86	3,79	1 610 000
443457	38,8	4,78	3,15	60 000
443487	39,1	3,10	2,92	31 000
443515	26,6	3,37	3,00	183 000
443616	40,1	4,51	2,73	14 000
443626	45,6	2,69	2,92	218 000
460859	16,1	4,27	3,96	146 000
460911	44,2	4,22	2,98	268 000
460939	17,2	4,33	3,74	329 000
460990	43	2,93	2,94	27 000
461002	44,7	3,67	3,30	155 000
492314	41,4	2,71	2,98	1 673 000
492341	18,4	3,37	3,36	430 000
492364	43	4,51	2,84	53 000
492392	44,9	2,38	2,96	40 000
492444	30	4,60	2,90	397 000
492479	24,5	2,45	3,29	85 000
517053	35,1	3,49	3,36	120 000
517056	21,9	3,98	3,33	570 000
517086	27,2	4,80	3,71	94 000
517092	41,8	3,37	3,37	1 103 000
517103	16,8	4,85	4,15	215 000
517136	40,4	4,33	3,30	14 000
517152	46,9	4,20	3,52	155 000
533496	35,5	3,72	3,53	49 000

Tabulka 4.3: Výsledky z KU

Číslo dojnice	Dojivost (kg/den)	Tuky (%)	Bílkoviny (%)	SB (z ml)
314876	13,9	4,26	3,95	489 000
367938	34,8	4,38	3,08	298 000
382574	20	4,23	3,96	878 000
402342	39,1	3,59	3,20	23 000
425159	48	3,90	3,14	7 000
443431	28,8	3,86	3,79	1 436 000
443457	38,8	4,78	3,15	60 000
443487	39,1	3,10	2,92	31 000
443515	26,6	3,37	3,00	134 000
443616	40,1	4,51	2,73	26 000
443626	45,6	2,69	2,92	218 000
460859	16,1	4,27	3,96	134 000
460911	44,2	4,22	2,98	268 000
460939	17,2	4,33	3,74	342 000
460990	43	2,93	2,94	28 000
461002	44,7	3,67	3,30	134 000
492314	41,4	2,71	2,98	1 578 000
492341	18,4	3,37	3,36	432 000
492364	43	4,51	2,84	58 000
492392	44,9	2,38	2,96	36 000
492444	30	4,60	2,90	367 000
492479	24,5	2,45	3,29	78 000
517053	35,1	3,49	3,36	134 000
517056	21,9	3,98	3,33	487 000
517086	27,2	4,80	3,71	87 000
517092	41,8	3,37	3,37	987 000
517103	16,8	4,85	4,15	234 000
517136	40,4	4,33	3,30	23 000
517152	46,9	4,20	3,52	134 000
533496	35,5	3,72	3,53	52 000

V tomto měření byly dodrženy všechny potřebné podmínky, aby došlo k co nejpřesnějším výsledkům. Díky těmto výsledkům bylo zjištěno, že 10 dojnic zřejmě trpí zá-  
nětlivým onemocněním vemene a 3 dojnice mají náznak na zánětlivé onemocnění,  
a proto bude zapotřebí lékařské vyšetření, které nám poskytne více informací.

Porovnání výsledků z KU s výsledky z dojícího robotu bylo hodnoceno velmi  
kladně. Dojící robot je velmi dobrá cesta do budoucna pro malé chovy dojnic. Díky  
nepůsobícímu stresu na dojnice, se zvýší i užitkovost dané dojnice. Je ale zapotřebí,

---

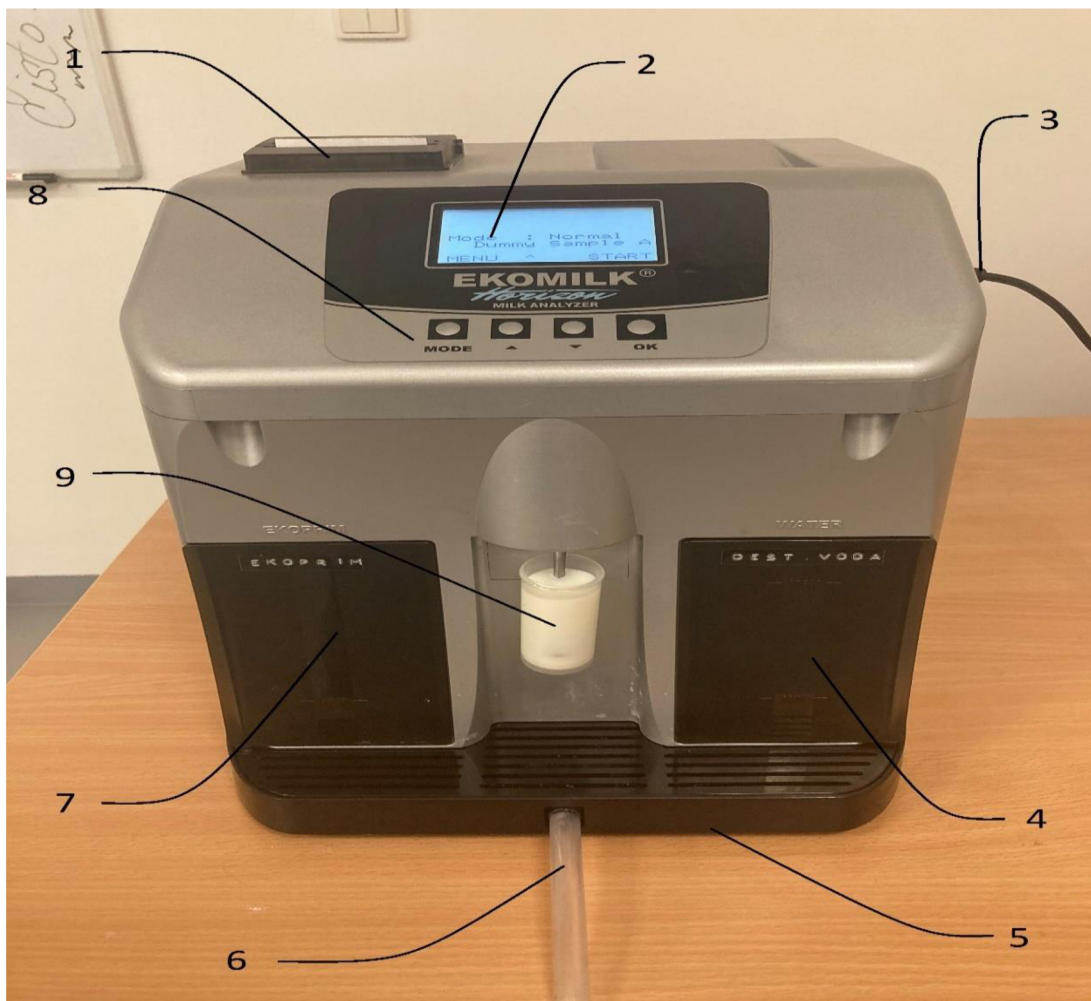
aby si každý farmář, který uvažuje o dojícím robotu, pečlivě rozmyslel, jestli bude jeho koupě pro jeho podnik výhodná, především kvůli jeho vysoké pořizovací ceně.

## **4.5 Použité přístroje**

### **4.5.1 Ekomilk Horizon**

Principem Ekomilk Horizon je Ekoprim. Ekoprim je povrchově aktivní látka, která rozpouští membrány somatických buněk a jejich jádro. Poté je obalí a vytvoří gel, čímž se zvýší viskozita mléka. Existuje vztah mezi viskozitou směsi mléko/Ekoprim a počtem somatických buněk nadojeného mléka. Ekomilk Horizon měří dobu průtoku mléka skrz trychtýřovou kapiláru a podle této doby určuje počet somatických buněk. Měření viskozity je citlivé na teplotu. Pro spolehlivé výsledky by měla být teplota mléka a roztoku Ekoprim v rozmezí 18-22 °C.

Rozměry:	270x320x320 mm
Váha:	6,5 kg
Spotřeba energie:	kolem 50 W
Okolní teplota v provozu:	15–30 °C
Relativní okolní vlhkost v provozu:	30-80 %



Obrázek 4.1: Ekomilk Horizon přední část (foto: vlastní, 2022)

1. Tiskárna
2. Obrazovka
3. Napájení
4. Nádoba na čistou vodu
5. Miska na odpadní mléko
6. Odtok odpadního mléka
7. Nádoba na roztok Ekoprim
8. Klávesnice
9. Vzorek



**Obrázek 4.2: Ekomilk Horizon zadní část (foto: vlastní, 2022)**

1. Vodní pumpa
2. Baňka na mléčný gel
3. Mléčná pumpa
4. Pumpa Ekoprimu
5. Odměrná nálevka – strana A
6. Ochranný kryt – strana A
7. Ochranný kryt – strana B
8. Odměrná nálevka – strana B

---

#### 4.5.2 DeLaval VMS V300

Jedná se o systém, který lidem umožňuje pracovat na každé farmě, s každým chovatelem, s každou dojnící, a dokonce i s každým strukem individuálně a celý přizpůsobuje tomu, aby lépe vyhovoval různým individuálním potřebám a vytvářel lepší pracovní prostředí pro obsluhu, a hlavně pro dojnice. Tento model je vybaven hydraulicky ovládaným robotickým ramenem, které zajišťuje ve srovnání s pneumatickými systémy vyšší spolehlivost a menší požadavky na servis.



Obrázek 4.3: DeLaval VMS V300 (foto: vlastní, 2022)

#### 4.5.3 Lascar Electronics

Tento teplotní a vlhkostní záznamník dat dokáže změřit a uložit až 16 382 údajů o vlhkosti/teplotě v rozsahu měření od  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  do  $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$  při nastavitelné vzorkovací frekvenci 10 s až 12 hodin. Záznamník se nastavuje a uložená data se stahují do počítače po připojení modulu k volnému USB portu na počítači a spuštění k tomuto účelu vytvořeného softwaru pod operačním systémem Windows. Data načtena do počítače lze zobrazovat v podobě grafu, tisknout a exportovat do jiných aplikací.

---

## Diskuse

V tabulce 4.4 jsou výsledky měření z Ekomilk Horizon a dojícího robotu Dellaval VMS V300.

**Tabulka 4.4: Výsledky měření z KU a Dellaval VMS V300**

Ekomilk horizon		DeLaval VMS V300	
PSB (z ml)	PSB (z ml) z KU	PSB (z ml)	PSB (z ml) z KU
134 000	134 000	664 000	489 000
220 000	222 000	316 000	298 000
146 000	89 000	1 206 000	878 000
248 000	186 000	20 000	23 000
134 000	86 000	8 000	7 000
146 000	89 000	1 610 000	1 436 000
808 000	864 000	60 000	60 000
248 000	134 000	31 000	31 000
146 000	156 000	183 000	134 000
688 000	764 000	14 000	26 000
158 000	134 000	218 000	218 000
196 000	152 000	146 000	134 000
146 000	86 000	268 000	268 000
626 000	462 000	329 000	342 000
158 000	89 000	27 000	28 000
196 000	152 000	155 000	134 000
158 000	92 000	1 673 000	1 578 000
158 000	134 000	430 000	432 000
146 000	76 000	53 000	58 000
146 000	146 000	40 000	36 000
626 000	352 000	397 000	367 000
341 000	258 000	85 000	78 000
146 000	146 000	120 000	134 000
158 000	186 000	570 000	487 000
897 000	134 000	94 000	87 000
185 000	185 000	1 103 000	987 000
134 000	86 000	215 000	234 000
778 000	686 000	14 000	23 000
248 000	178 000	155 000	134 000
148 000	123 000	49 000	52 000



---

U Ekomilk Horizon je patrné, že tento přístroj není úplně přesný, ale na druhou stranu jeho pořizovací cena a provozní náklady nejsou vysoké. Jeho velkou výhodou je, že je přenosný, a proto je možno měřit hned po dojení a během pár zjistit výsledek. Díky Ekomilk Horizon a jeho možnosti měření hned po dojení, lze u dojnice zjistit vyšší počet somatických buněk a tím pádem můžeme zahájit případnou léčbu dojnice a vyhnout nákladnému a zdlouhavého lékařského opatření.

Měření somatických buněk u dojícího robotu oproti Ekomilk Horizon je přesnější. Velkou výhodou dojících robotů je, že se obsluha nemusí o nic starat. Dojící robot dojnice sám podojí, hygienicky očistí a změří somatické buňky hned po dojení. Obsluha musí občas dojícího robota zkontrolovat, jestli vše funguje tak jak má. Nevýhodou u dojícího robotu je při jakémkoliv poškození. Při poškození dojícího robotu se musí povolat servis, který je nákladný a oprava se může protáhnout na delší dobu.

Posledním měřením, které bylo zmíněné v diplomové práci je laboratorní měření. Laboratorní měření je nejpřesnější ze všech možných měření, ale je velmi nákladné, a proto si je spousta zemědělských podniků nemůže dovolit častěji než jednou za měsíc. U zemědělských podniků s dojnicemi je povinné laboratorní měření provést minimálně jednou za měsíc. U laboratorního měření se vzorky odebírají ihned po dojení dojnic, kdy se vše zaeviduje a odveze do příslušné laboratoře. Na výsledky se čeká tři až pět dní, a proto nelze detekovat brzké onemocnění dojnice. Při detekci onemocnění se musí zahájit potřebná lékařská opatření.

Dle těchto výsledků bych nejlépe hodnotil Ekomilk horizon a dojící robot. Sice výsledky z měření nejsou tak přesné jako laboratorní měření, ale díky těmto zařízením detekujeme brzké onemocnění dojnic a zabráníme k nákladnému lékařskému opatření.

---

## Závěr

Kontrola užitečnosti v chovech skotu se řadí mezi základní populačně biotechnická opatření, která napomáhají farmářům a šlechtitelům při selekci zvířat a při práci se stádem. Je také považováno za zdroj informací upozorňujících na nedostatky managementu v oblastech výživy, zoohygieny a prevence.

Dle zkušeností několika uživatelů dojících robotů bylo zaznamenáno, že po návycu dojnic na zařízení se snížil tlak na zvířata a dojnice navštěvují robota dobrovolně po dobu 24 hodin. Dojící robot díky identifikátoru v obojku zaznamenává údaje o dojnici, pokud by vešla do dojícího zařízení dříve než po čtyřech hodinách, bude odmítnuta. Jediný element, který by dojnici mohl rušit je krmení nebo odklizení mrvy. Hygiena vemene dojnic je u dojení robotem na vysoké úrovni, očistu struků provádí rotační kartáčky, které zajišťují společně s kvalitním proplachem zařízení maximální úroveň hygieny dojení.

Dojící robot je z hlediska welfare je nejlepší variantou dojení, dojnice si sama rozhodne, co bude dělat, kdy se nechá dojit, krmit, napájet anebo odpočívat. Zlepšuje se zdravotní stav vemene, jak z důvodu dobrovolného dojení, tak i hygieny na vysoké úrovni.

Dle výsledků měření je patrné, že nejspolehlivější a nejpřesnější metodou je laboratorní měření, přes různé metody. Bohužel toto měření je finančně a časově velmi nákladné. V podnicích je toto měření povinné, a proto se provádí minimálně jednou za měsíc, při raním i odpoledním dojení dojnic. Další užitečnou metodou jsou dojící roboti. Toto měření je dle mého názoru velmi dobré. Výstavba dojících robotů je nákladné, ale je provozní cena je už nízká. Dojící robot na dojnici nepůsobí žádný stres, a proto se zvyšuje i užitečnost. Myslím si, že dojící robot je velmi dobrá cesta do budoucna pro malé chovy dojnic. Je ale zapotřebí, aby každý farmář, který uvažuje o dojícím robotu si pečlivě rozmyslel, jestli bude jeho podniku prospívat.

Poslední použitou metodou, byla metoda optická měřená přes přístroj Ekomilk Horizon na detekci somatických buněk v nadojeném mléce. Tento přístroj je levný, ale z těchto metod je nejméně přesný. Ale i přesto bych tuto metodu hodnotil kladně, jelikož výsledek lze vyhodnotit během pár minut a zkouška se může provést přímo v podniku.

Všem farmářům, kteří do budoucna uvažují o moderní technologii dojících zařízení, bych rád doporučil, aby navštívili veletrh v Hannoveru. Tento veletrh je každý

---

rok a představuje moderní technologie, se kterými se uživatelé budou moci setkat během příštích 4 až 5 let, jedná se tedy o velmi prestižní výstavu. Návštěvu takového veletrhu považuji za velký přínos, protože poskytuje možnost setkat se, se zástupci jednotlivých firem a dozvědět se veškeré informace o dané technologii.

---

## Seznam použité literatury

ANDRT, M. (2001). *Technika a technologie v živočišné produkci*. 1. vyd. Praha, 72 s. ISBN 80-86579-01-8.

ANJOS, Virgílio. Near And Mid Infrared Spectroscopy To Assess Milk Products Quality: A Review Of Recent Applications. 2020, 3(1), 1-10. ISSN 26889315. Dostupné z: doi:10.24966/DRT-9315/100014

ARAÚJO, Kácia B.S., Adriano H.N. RANGEL, Francisco C.E. FONSECA, Emerson M. AGUIAR, Aurino A. SIMPLÍCIO, Luciano P. NOVAES a Dorgival M. Lima JÚNIOR. Influence of the year and calving season on production, composition and mozzarella cheese yield of water buffalo in the State of Rio Grande Do Norte, Brazil. Italian Journal of Animal Science [online]. 2016, 11(1) [cit. 2023-03-13]. ISSN 1828-051X. Dostupné z: doi:10.4081/ijas.2012.e16

AYUB, M. Composition and adulteration analysis of milk samples [online]. In: . FAO, 2007 [cit. 2023-03-13]. Dostupné z: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2009001274>

DOLEŽAL, O. (2010). *Kde hledat rezervy při dojení krav*. *Náš chov*, roč. 70, č. 2, s. 49–51. ISSN 0027-8068.

DOJENÍ ROBOTY 1: *Představení projektu*. [online] [cit. 2023-02-13]. Dostupné z: [http://www.dojeni-roboty.cz/docs/predstaveni\\_projektu.pdf](http://www.dojeni-roboty.cz/docs/predstaveni_projektu.pdf)

BAHADI, Mazen, Ashraf A. ISMAIL a Elsa VASSEUR. Fourier Transform Infrared Spectroscopy as a Tool to Study Milk Composition Changes in Dairy Cows Attributed to Housing Modifications to Improve Animal Welfare. *Foods* [online]. 2021, 10(2) [cit. 2023-02-13]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10020450

BURDOVÁ, O. *Hygiena a technológia mlieka a mliečnych výrobkov*. 1. Košice: UVL, 2001. ISBN 80-88985-58-7.

---

---

CANDIGLIOTA, T, E MARCONI a M MESSIA. Assessment of quality and technological characterization of lactose hydrolyzed milk. *Food Chemistry*. 2007, 104, 910-917.

CATTANEO, Tiziana M.P. a Stephen E. HOLROYD. New Applications of near Infrared Spectroscopy on Dairy Products. *Journal of Near Infrared Spectroscopy* [online]. 2013, 21(5), 307-310 [cit. 2023-03-23]. ISSN 0967-0335. Dostupné z: doi:10.1255/jnirs.1078

CHEN, Biye, Michael J. LEWIS a Alistair S. GRANDISON. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry* [online]. 2014, 158, 216-223 [cit. 2023-02-13]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2014.02.118

CLARK, Stephanie a Federico HARTE. Raw Milk: Nature's Most Perfect Food?. In: *Encyclopedia of Dairy Sciences* [online]. Elsevier, 2022, 2022, s. 451-462 [cit. 2023-03-13]. ISBN 9780128187678. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-12-818766-1.00108-2

EL-SALAM, Mohamed H. a Safinaz EL-SHIBINY. A comprehensive review on the composition and properties of buffalo milk. *Dairy Science & Technology* [online]. 2011, 91(6), 663-699 [cit. 2023-02-26]. ISSN 1958-5586. Dostupné z: doi:10.1007/s13594-011-0029-2

FÁK, C., RACEK, V. (2009). *Automatizovaný systém dojení je skutečně nejlepším řešením pro naše farmy?* *Náš chov*, roč. 68, č. 9, s. 63–64. Příl. Stavby a technologie v živočišné výrobě. ISSN 0027-8068.

FELICIANO, Rodney J., Géraldine BOUÉ, Fahad MOHSSIN, Mohammed Mustafa HUSSAINI a Jeanne-Marie MEMBRÉ. Raw milk quality in large-scale farms under hot weather conditions: Learnings from one-year quality control data. *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2023, 117 [cit. 2023-02-26]. ISSN 08891575. Dostupné z: doi:10.1016/j.jfca.2023.105127

---

---

FISCHER, W.J., B. SCHILTER, A.M. TRITSCHER a R.H. STADLER. Contaminants of Milk and Dairy Products: Contamination Resulting from Farm and Dairy Practices. In: Encyclopedia of Dairy Sciences [online]. Elsevier, 2016, 2016, s. 809-821 [cit. 2023-03-28]. ISBN 9780128187678. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-08-100596-5.00698-3

FRANČÁKOVÁ, H, J ČUBOŇ a A MICHALCOVÁ. Hodnotenie poľnohospodárskych produktov. Nitra: SPU, 2002. ISBN 80-7137- 980-8.

FUSCO, Vincenzina, Daniele CHIEFFI, Francesca FANELLI, Antonio F. LOGRIECO, Gyu-Sung CHO, Jan KABISCH, Christina BÖHNLEIN a Charles M. A. P. FRANZ. Microbial quality and safety of milk and milk products in the 21st century. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety [online]. 2020, 19(4), 2013-2049 [cit. 2023-03-23]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12568

GOULDEN, J. D. S. Quantitative Analysis of Milk and other Emulsions by Infra-Red Absorption. Nature [online]. 1961, 191(4791), 905-906 [cit. 2023-02-26]. ISSN 0028-0836. Dostupné z: doi:10.1038/191905a0

GOWRI, Annasamy, Allwyn S. RAJAMANI, Bandaru RAMAKRISHNA a V.V.R. SAI. U-bent plastic optical fiber probes as refractive index based fat sensor for milk quality monitoring. Optical Fiber Technology [online]. 2019, 47, 15-20 [cit. 2023-02-26]. ISSN 10685200. Dostupné z: doi:10.1016/j.yofte.2018.11.019

GRANDISON A., CHEN B., LEWIS M. Effect of seasonal variation in the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. Food Chemistry, vol. 158, 2014, pp. 216-223.

GRIEGER C., HOLEC J. Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1990. s. 399. ISBN 8007002537.

GUESSAS, B, M GUETOUACHE a S MEDJEKAL. Composition and nutritional value of raw milk. Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research. 2014, (2), 115-122.

---

---

HALASA, T., K. HUIJPS, O. ØSTERÅS a H. HOGVEEN. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. *Veterinary Quarterly* [online]. 2007, 29(1), 18-31 [cit. 2023-02-26]. ISSN 0165-2176. Dostupné z: doi:10.1080/01652176.2007.9695224

HAUG, Anna, Arne T HØSTMARK a Odd M HARSTAD. Bovine milk in human nutrition – a review. *Lipids in Health and Disease* [online]. 2019, 6(1) [cit. 2023-03-13]. ISSN 1476511X. Dostupné z: doi:10.1186/1476-511X-6-25

HECK, J.M.L., H.J.F. VAN VALENBERG, J. DIJKSTRA a A.C.M. VAN HOOIJDONK. Seasonal variation in the Dutch bovine raw milk composition. *Journal of Dairy Science* [online]. 2009, 92(10), 4745-4755 [cit. 2023-02-26]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2009-2146

HO, P.N., V. BONFATTI, T.D.W. LUKE a J.E. PRYCE. Classifying the fertility of dairy cows using milk mid-infrared spectroscopy. *Journal of Dairy Science* [online]. 2019, 102(11), 10460-10470 [cit. 2023-02-26]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2019-16412

HOZOVÁ B., GÖRNER F., SKLENÁROVÁ Z., 1994: Novšie poznatky z oblasti stanovenia inhibičných látok v mlieku. *Potrav. vedy*. 12:489-496.

JANŠTOVÁ, Bohumíra a Pavlína NAVRÁTILOVÁ. *Produkce mléka a technologie mléčných výrobků*. Brno: VFU Brno, 2014. ISBN 978-80-7305-712-1.

KABIL, Osama, Mahdy ALI, Ekbal IBRAHIM a Hend EL BARBARY. Effect of seasonal variation on chemical composition of Cow's milk. *Benha Veterinary Medical Journal*. 2015, 28(1), 150-154. ISSN 1110-6581. Dostupné z: doi:10.21608/bvmj.2015.32728

KOLOŠTA, M. Dynamika obsahu močoviny v mlieku, krvnom sére a moči dojníc na pastve. *Mliekarstvo*. 2002, (33), 39-42.

---

---

LAJNAF, Roua, Sawsan FEKI, Salma BEN AMEUR, Hamadi ATTIA, Thouraya KAMMOUN, Mohamed Ali AYADI a Hatem MASMOUDI. Cows' milk alternatives for children with cows' milk protein allergy - Review of health benefits and risks of allergic reaction. *International Dairy Journal* [online]. 2023 [cit. 2023-02-26]. ISSN 09586946. Dostupné z: doi:10.1016/j.idairyj.2023.105624

LEITNER, G., Y. LAVI, U. MERIN, L. LEMBERSKIY-KUZIN a G. KATZ. Online evaluation of milk quality according to coagulation properties for its optimal distribution for industrial applications. *Journal of Dairy Science* [online]. 2011, 94(6), 2923-2932 [cit. 2023-03-28]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2010-3946

LEWIS, Michael J., A GRANDISON, B CHEN a M LEWIS. Effect of seasonal variation on the composition and properties of raw milk destined for processing in the UK. *Food Chemistry* [online]. 2014, 158, 216-223 [cit. 2023-03-29]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2014.02.118

LIEN, Cheng-Chang, Ye-Nu WAN a Ching-Hua TING. Online detection of dairy cow subclinical mastitis using electrical conductivity indices of milk. *Engineering in Agriculture, Environment and Food* [online]. 2016, 9(3), 201-207 [cit. 2023-03-28]. ISSN 18818366. Dostupné z: doi:10.1016/j.eaef.2015.12.002

LINDMARK MÅNSSON, Helena. Fatty acids in bovine milk fat. *Food & Nutrition Research* [online]. 2008, 52(1) [cit. 2023-02-26]. ISSN 1654-6628. Dostupné z: doi:10.3402/fnr.v52i0.1821

LOZADA-SOTO, E., C. MALTECCA, K. ANDERSON a F. TIEZZI. Analysis of milk leukocyte differential measures for use in management practices for decreased mastitis incidence. *Journal of Dairy Science* [online]. 2020, 103(1), 572-582 [cit. 2023-01-19]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2019-16355

LUIZ, Leandro da Conceição, Maria José Valenzuela BELL, Roney Alves da ROCHA, Nayara Lizandra LEAL a Virgílio de Carvalho dos ANJOS. Detection of Veterinary Antimicrobial Residues in Milk through Near-Infrared Absorption Spectroscopy. *Journal of Spectroscopy* [online]. 2018, 2018, 1-6 [cit. 2023-01-19]. ISSN 2314-4920. Dostupné z: doi:10.1155/2018/5152832

---



---

MARTIN, N.H., R.L. EVANOWSKI a M. WIEDMANN. Invited review: Redefining raw milk quality—Evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high-quality processed dairy products. *Journal of Dairy Science* [online]. 2023, 106(3), 1502-1517 [cit. 2023-01-19]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.2022-22416

MEIJERING, A.; HOGEVEE, H.; DE KONING, C. J. A. M. (2004). In: VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, PRAHA – UHŘÍNĚVES. *Automatizované dojení krav – dosavadní poznatky a názory*. *Náš chov*, 2004, roč. 64, č. 10, Příl. Chov skotu. - s. P22 – P25, P27 – P30. ISSN 0027-8068.

NORBERG, E., H. HOGEVEEN, I.R. KORSGAARD, N.C. FRIGGENS, K.H.M.N. SLOTH a P. LØVENDAHL. Electrical Conductivity of Milk: Ability to Predict Mastitis Status. *Journal of Dairy Science* [online]. 2004, 87(4), 1099-1107 [cit. 2023-03-29]. ISSN 00220302. Dostupné z: doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7

PAUDYAL, S., P. MELENDEZ, D. MANRIQUEZ, A. VELASQUEZ-MUNOZ, G. PENA, I.N. ROMAN-MUNIZ a P.J. PINEDO. Use of milk electrical conductivity for the differentiation of mastitis causing pathogens in Holstein cows. *Animal* [online]. 2020, 14(3), 588-596 [cit. 2023-02-26]. ISSN 17517311. Dostupné z: doi:10.1017/S1751731119002210

PEŠEK, Milan. *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1997. ISBN 80-704-0236-9.

POGHOSSIAN, Arshak, Hanno GEISSLER a Michael J. SCHÖNING. Rapid methods and sensors for milk quality monitoring and spoilage detection. *Biosensors and Bioelectronics* [online]. 2019, 140 [cit. 2023-02-26]. ISSN 09565663. Dostupné z: doi:10.1016/j.bios.2019.04.040

PYÖRÄRLÄ, Satu. Indicators of inflammation in the diagnosis of mastitis. *Veterinary Research* [online]. 2003, 34(5), 565-578 [cit. 2023-03-29]. ISSN 0928-4249. Dostupné z: doi:10.1051/vetres:2003026

---

---

RYTINA, L. (2004). *Robotizované dojení – první zkušenosti v České republice*. Mechanizace zemědělství, roč. 54, č. 4, s. 30–31. ISSN 0373-6776.

SPOLDERS, M. 2002. In VÝZKUMNÝ ÚSTAV ŽIVOČIŠNÉ VÝROBY, PRAHA – UHRÍNĚVES. (2004). *Automatizované dojení krav – dosavadní poznatky a názory*. Náš chov, roč. 64, č. 10, Příl. Chov skotu. - s. P22 – P25, P27 – P30. ISSN 0027-8068.

STOCKER, Sabrina, Florian FOSCHUM, Philipp KRAUTER, Florian BERGMANN, Ansgar HOHMANN, Claudia SCALFI HAPP a Alwin KIENLE. Broadband Optical Properties of Milk. *Applied Spectroscopy* [online]. 2017, 71(5), 951-962 [cit. 2023-01-19]. ISSN 0003-7028. Dostupné z: doi:10.1177/0003702816666289

Tamine, A. *Structure of Dairy Products*. London: Blackwell Publishing, 2007, 68s. ISBN 9780470995921.

ŠKARDA, Josef a Olga ŠKARDOVÁ. Program péče o produkci a zdraví stáda dojníc: (studijní zpráva). Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. Studijní informace. ISBN 80-7271-058-3.

ŠNIRC, Július, Jozef GOLIAN, Karol HERIAN, František BUŇKA, Leona BUŇKOVÁ a Margita ČANIGOVÁ. *Mlieko a mliečne výrobky*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015. ISBN 978-80-552-1311-8.

Ticháček, A. Poradenství jako nástroj bezpečnosti v prvovýrobě mléka. In *Agritec*, 2007, 88s. ISBN 02031-9470.

TSENKOVA, Roumiana a Jelena MUNCAN. Near-Infrared Spectroscopy for Milk Quality Analysis: The State of the Art. In: TSENKOVA, Roumiana a Jelena MUNCAN. *Aquaphotomics for Bio-diagnostics in Dairy* [online]. Singapore: Springer Singapore, 2022, 2022-11-16, s. 9-12 [cit. 2023-01-19]. ISBN 978-981-16-7113-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-981-16-7114-2\_2

VÉGH, Roman. *Nauka o potravinách II: studijní opora*. Ostrava: Ostravská univerzita v Ostravě, 2014. ISBN 978-80-7464-588-4.

---

---

Vyhláška č. 397/2016 Sb. Vyhláška o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje.

Zákon č. 110/1997 Sb. Zákon o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu.

Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 882/2004 ze dne 29. dubna 2004 o úředních kontrolách za účelem ověření dodržování právních předpisů týkajících se krmiv a potravin a pravidel o zdraví zvířat a dobrých životních podmínkách zvířat.

---

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: DeLaval VMS V310.....	24
Obrázek 1.2: Hydraulické rameno DeLaval VMS .....	25
Obrázek 1.3: Lely Astronaut A5 .....	26
Obrázek 1.4: Fullwood Merlin 2 .....	27
Obrázek 1.5: GEA Monobox .....	28
Obrázek 1.6: GEA Mlone .....	29
Obrázek 4.1: Ekomilk Horizon přední část.....	45
Obrázek 4.2: Ekomilk Horizon zadní část .....	46
Obrázek 4.3: DeLaval VMS V300.....	47

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Základní složení kravského, ovčího a kozího mléka v g * 100 g-1 .....	10
Tabulka 1.2: Průměrné složení mléčných bílkovin .....	15
Tabulka 2.1: Výhody a nevýhody použití infračervené spektroskopie .....	33
Tabulka 2.2: Výhody a nevýhody měření vodivosti mléka. ....	34
Tabulka 2.3: Výhody a nevýhody měření optických vlastností .....	36
Tabulka 2.4: Výhody a nevýhody mléčného leukocytového diferenciálního testu. ..	37
Tabulka 4.1: Porovnání výsledků z Ekomilku a z KU .....	41
Tabulka 4.2: Výsledky z dojícího robotu .....	42
Tabulka 4.3: Výsledky z KU .....	43
Tabulka 4.4: Výsledky měření z KU a Dellaval VMS V300	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

---

---

## **Seznam použitých zkratk**

BMM = bod mrznutí mléka

TPS = tuková sušina

TES = termostabilita

IR = infračervená spektroskopie

NIRS = blízká infračervená spektroskopie

MIRS = střední infračervená spektroskopie

FAGs = skupiny mastných kyselin

MCP = vlastnosti srážení mléka

MLD = mléčný leukocytový diferenciální test

CMT = kalifornský test na mastitidu

---