

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chovu hospodářských zvířat



**Česká zemědělská
univerzita v Praze**

**Využití změn v době žraní a přežvykování k indikaci
nástupu porodu nebo změny zdravotního stavu dojnic**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Roman Plecítý

Obor studia: Živočišná produkce

Vedoucí práce: doc. Ing. Mojmír Vacek, CSc.

© 2020 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Využití změn v době žraní a přezvykování k indikaci nástupu porodu nebo změny zdravotního stavu dojnic " jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.7. 2020

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval doc. Ing. Mojmiru Vackovi, CSc. za ochotnou spolupráci při tvorbě diplomové práce. PhDr. Lence Peškové za pomoc s vyhledáváním v odborných databázích. A v neposlední řadě mojí mámě.

Využití změn v době žraní a přežvykování k indikaci nástupu porodu nebo změny zdravotního stavu dojníc

Souhrn

Cílem této práce bylo vyhodnotit vztah mezi dobou přežvykování a příjmu krmiva a změnami zdravotního stavu dojníc nebo nástupu porodu. Stádo dojníc různopodílových kříženek českého strakatého a holštýnského plemene s průměrným počtem 629 krav bylo monitorováno po dobu jednoho roku. Dojnice byly během laktace ustájeny ve volné boxové stáji. Porody probíhali ve skupinových koticích, po porodu byly otelené krávy přesunuty do skupiny krav po otelení a následně do produkční skupiny vysokoužitkových dojníc.

V období 10 dnů před a 10 dnů po porodu byl sledován vliv nástupu porodu na dobu žraní a přežvykování. Doba žraní i doba přežvykování se v období před otelením snížily a v období po otelení překročily původní hodnoty z období před otelením. Snížení v období před otelením bylo výraznější u doby přežvykování (-122,9 minut/den, -31 %).

Z dat ze dne zaznamenání onemocnění a tří předcházejících dnů (den -3, -2, -1) byl vyhodnocen vliv nástupu onemocnění na dobu žraní a přežvykování. Denní poklesy doby žraní byly statisticky průkazné jen při porovnání časů ke dni záznamu onemocnění a mezi dnem -3 a dnem před výskytem onemocnění (-23 minut/den, -11 %). Rozdíly v době přežvykování byly statisticky průkazné jen při porovnání časů ke dni záznamu onemocnění.

Byl též vyhodnocen vliv na denní dobu žraní a přežvykování podle jednotlivých druhů onemocnění. Průkazný pokles hodnot sledovaných parametrů se jednoznačně projevil při poporodních problémech krav, jako jsou metritida, zadržení lůžka nebo zvýšení tělesné teploty a také při metabolických problémech, jako jsou ketóza, acidóza a hypokalcémie.

Změny v době žraní a přežvykování je možné prakticky využít pro monitoring blížícího se porodu i výskytu některých druhů onemocnění. Případné rozlišení jednotlivých druhů onemocnění podle míry a způsobu změn sledovaných parametrů vyžaduje další výzkum.

Klíčová slova: příjem krmiva, přežvykování, otelení, zdraví, dojnice, monitoring

Use of changes in feeding and rumination time for identification of delivery onset or changes in dairy cow's health

Summary

The aim of this study was to evaluate relationship between feeding time, rumination and onset of delivery and cow's health. Herd of crossbreeds of Cesky strakaty skot and Holstein cows was monitored for duration of one year (629 cows on average). Cows were housed in free stalls and calving took place in group calving pens. After calving cows were moved to after calving group and later to high production group.

From 10 days before until 10 days after calving feeding time and rumination were recorded. Both feeding time and rumination decreased 10 days before calving and afterwards exceeded their 10 days before calving values. Decrease in feeding time 10 days before calving was more prominent of the two parameters (-122.9 minutes/day, -31 %).

Influence of disease on feeding time and rumination was monitored on a day of clinical diagnosis and 3 days before (day -3, -2 -1). Daily decreases in feeding time were statistically significant only when compared to a day of clinical diagnosis or between day -3 and day of diagnosis (-23 minutes/day, -11 %).

The relationship between daily feeding time, rumination and specific types of diseases was evaluated. Conclusive decreases in feeding and rumination time were observed in cows with uterine diseases (metritis, retained fetal membrane, high body temperature) and metabolic diseases (ketosis, acidosis, hypocalcemia).

Changes in feeding and rumination time can be used for monitoring delivery onset and occurrence of some specific diseases. Further research is needed to link specific changes in feeding and rumination time with specific diseases.

Keywords: feeding, rumination, calving, health, dairy cow, monitoring

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Vědecká hypotéza a cíl práce.....	10
2.1	Vědecká hypotéza.....	10
2.2	Cíl práce.....	10
3	Literární rešerše.....	11
3.1	Využití senzorů a monitorovacích systémů v managementu mléčných stád.....	11
3.2	Senzory a jejich využití k monitorování zdravotního stavu dojníc.....	12
3.2.1	Rozdělení senzorů a způsoby získávání dat.....	12
3.2.2	Uplatnění senzorových systémů při řízení stáda.....	15
3.3	Systémy sledování doby žraní a přežvykování.....	17
3.3.1	Systémy sledování doby žraní a přežvykování ve výzkumu a v praxi.....	17
3.3.2	Žraní a přežvykování.....	18
3.4	Využití senzorů a monitorovacích systémů k zjištění změny zdravotního stavu a indikaci nástupu porodu.....	20
3.4.1	Včasná detekce nástupu porodu.....	20
3.4.2	Indikace změn zdravotního stavu.....	23
3.4.2.1	Onemocnění pohlavních orgánů.....	24
3.4.2.2	Onemocnění vemene.....	25
3.4.2.3	Poruchy chůze (lokomoce).....	25
3.4.2.4	Metabolická onemocnění.....	26
3.4.2.5	Zánětlivá odpověď organismu.....	27
4	Metodika.....	29
5	Výsledky.....	32
5.1	Vliv nástupu porodu na změnu doby žraní a přežvykování dojníc.....	32
5.1.1	Efekt pořadí laktace na dobu žraní a přežvykování v období kolem porodu.....	33
5.2	Vliv výskytu onemocnění na změnu doby žraní a přežvykování dojníc.....	35
5.2.1	Efekt pořadí laktace na dobu žraní a přežvykování u nemocných dojníc.....	36
5.3	Vliv druhu onemocnění na změnu doby žraní a přežvykování dojníc.....	38
5.3.1	Mastitida.....	38
5.3.2	Poporodní problémy.....	39
5.3.3	Metabolická onemocnění.....	39
6	Diskuze.....	41
6.1	Detekce nástupu porodu.....	41
6.2	Indikace změn zdravotního stavu.....	43

7 Závěr	45
8 Literatura.....	46

1 Úvod

V osmdesátých letech dvacátého století započaly snahy o vývoj senzorů zaznamenávajících parametry jednotlivých dojnic (Rutten et al. 2013). V uplynulých desetiletích se povaha chovu mléčného skotu podstatně proměnila. Farmy s malými stády a vysokou náročností na pracovní sílu se změnily na velké podniky s vysokou mírou automatizace. Mléčné farmy se zvětšily a počet zvířat ve stádech se zvýšil. Stáda mléčného skotu v Evropské unii v současné době čítají 200 a více kusů. V těchto moderních podnicích se následkem tlaku na redukci nákladů na produkci mléka snížil počet zaměstnanců (Awasthi et al. 2016). Došlo tak ke snížení kontaktu lidí se zvířaty a tudíž omezení možnosti včasné detekce změny zdravotního stavu. Proto jsou v moderních chovech zapotřebí automatické monitorovací systémy, schopné zaznamenat změnu zdravotního stavu dojnice (Helwatkar et al 2014).

Žraní a přežvykování patří mezi základní životní projevy skotu spojené s příjmem a trávením krmiva. Pozorování potravního chování mléčného skotu poskytuje přínosné informace o zdravotním stavu zvířete. Určitá úroveň zdravotního stavu a pohody je předpokladem normálního potravního chování. Potravní chování je zásadní při sestavení klinického obrazu nemocného jedince. Proto se žraní a přežvykování běžně sleduje u nemocných krav během a po ukončení léčby. (Braun et al. 2013).

Ziskovost chovu mléčného skotu se z velké části odvíjí od efektivity reprodukce. Proto je zásadní včasná a přesná detekce nástupu porodu. Detekce porodu je v podmínkách moderního chovu s početnými stády obtížná (Benaissa et al. 2020). Jsou známy vizuální znaky signalizující nástup porodu, tyto znaky však vykazují variabilitu a jejich sledování vyžaduje fyzickou přítomnost pracovníka. Zde je prostor pro automatické monitorovací systémy zaznamenávající změny v potravním chování a využití těchto změn k indikaci nástupu porodu (Schirmann et al. 2013; Pahl et al. 2014).

Zdravotní problémy mléčného skotu způsobují produkční ztráty, zvyšují náklady na péči a zhoršují welfare zvířat (González et al. 2008). Ziskovost stáda je negativně ovlivněna sníženou produkcí mléka, nižší reprodukci a kratší délkou života dojnic. Proto je včasná identifikace onemocnění krav klíčová pro zdraví a ziskovost stáda (Huzzey et al. 2007).

Moderní automatické monitorovací systémy mohou přispět k včasné detekci změny zdravotního stavu a asistovat chovateli při řízení mléčného stáda.

2 Vědecká hypotéza a cíl práce

2.1 Vědecká hypotéza

Změny v době příjmu krmiv a přežvykování dojnic lze využít jako indikátor zhoršení jejich zdravotního stavu nebo začátku porodu.

2.2 Cíl práce

Vyhodnotit vztah mezi dobou přežvykování a příjmu krmiva a změnami zdravotního stavu dojnic nebo nástupu porodu.

3 Literární rešerše

3.1 Využití senzorů a monitorovacích systémů v managementu mléčných stád

V současnosti se stále zvyšuje nabídka komerčně využitelných zařízení, která slouží k automatizaci managementu chovu mléčného skotu. Tato automatická zařízení slouží k dojení, krmení a monitorování chování dojného skotu. Smyslem využití těchto automatických zařízení je zlepšení produkce, zvýšení efektivity a zjištění změny zdravotního stavu dojnic. Snahou není pouze zjištění výskytu onemocnění, ale včasná detekce ještě před projevem klinických symptomů onemocnění. Tato včasná detekce umožňuje v chovech nasazení léčby a zavedení preventivních opatření, která zabrání rozvoji onemocnění. Automaticky získaná data o chování zvířat zahrnují údaje o žrání, přežvykování, čas strávený ve stoje, čas strávený vleže a chování při dojení. Získaná data o chování je následně možné spojit s konkrétními zdravotními problémy zvířat. Mezi zdravotní problémy zjištěné analýzou dat o chování zvířat patří metabolické choroby, infekční onemocnění, kulhání a mastitida (de Vries 2018).

V osmdesátých letech dvacátého století započaly snahy o vývoj senzorů schopných získat charakteristiky jednotlivých krav. Prvním krokem byla schopnost senzorů rozeznat jednotlivé zvíře. Následně se do praxe dostala zařízení schopná změřit elektrickou vodivost mléka a též senzory zaznamenávající aktivitu zvířat – pedometry a akcelerometry. První počítačový systém k řízení chovu mléčného skotu byl uveden do praxe v roce 1984 (Katz et al. 2009; Rutten et al. 2013; Helwatkar et al. 2014).

Charakter chovu mléčného skotu se v 21. století podstatně změnil. Farmy jsou větší, produkce je intenzivnější a tržní prostředí vede k tlaku na maximální efektivnost. Tyto skutečnosti vedou k zavádění moderních technologií do provozu. Primárním důvodem pro rozšiřování automatizace do chovů mléčného skotu je snaha snížit podíl fyzické práce a s tím spojených nákladů. Náklady na práci v porovnání s celkovými fixními náklady se nejen v Evropě stále zvyšují (Svennersten-Sjaunja & Pettersson 2008). Dalším důvodem pro zavádění automatizace a monitorovacích systémů v chovu mléčného skotu je velikost stád. Zvyšující se počet zvířat ve stádech a snižující se počty zaměstnanců vedou k zavádění moderních technologií a vzniku moderních automatizovaných farem industriálního charakteru.

Zaměstnanci nejsou schopni při vysokých počtech dojnic věnovat dostatečnou pozornost jednotlivým kusům, tak jak tomu je v podmínkách malochovu. Použití monitorovacích systémů je tudíž nezbytné pro udržení dobrého zdravotního stavu dojnic ve stádě. Zavedením automatizace a monitorovacích systémů se nejen snižují náklady na práci, ale současně se mohou zaměstnanci věnovat jiným činnostem spojeným s chovem dojnic. V Evropě též došlo v minulých třech dekadách k rozšíření automatických dojných systémů. 90 % z farem používajících automatické dojné systémy se nachází v Evropě (de Konig 2010). V důsledku toho vymizel kontakt pracovníka s dojnicí při pravidelném dojení a tudíž je zapotřebí automatický monitorovací systém na posouzení mléka a zdravotního stavu dojnice (Rutten et al. 2013). Chovatel nevyužívající automatický monitorovací systém je schopen zjistit změnu v chování zvířete nebo kvalitě mléka v řádu minut či hodin. Vzhledem k velikosti stád v moderních chovech je subjektivní způsob kontroly chovatelem problematický a brání včasnému zavedení preventivních opatření (Awasthi et al. 2016). Kontrola onemocnění v moderním chovu mléčného skotu tedy vyžaduje využití automatických monitorovacích systémů zdravotního stavu dojnic. Automatická detekce zdravotních problémů za pomoci finančně dostupných a neinvazivních senzorů může zlepšit zdravotní stav stáda, zvýšit výnosy a současně snížit náklady na péči o dojnice (Helwatkar et al. 2014).

3.2 Senzory a jejich využití k monitorování zdravotního stavu dojnic

3.2.1 Rozdělení senzorů a způsoby získávání dat

Senzor je zařízení měřící fyziologický nebo behaviorální parametr (vztahující se k zdravotnímu stavu nebo estru) jednotlivé dojnice, umožňující přímo na farmě automatickou detekci změn stavu zvířete, které mají vztah ke změně zdravotního stavu a vyžadují akci ze strany chovatele, například léčbu (Rutten et al. 2013).

Data o fyziologii a chování zvířat získaná senzory mohou být následně podrobena statistické analýze. Analýzu provádí chovatel, nebo je její provedení součástí softwaru monitorovacího systému. Jaké výstupy může monitorovací systém chovateli nabídnout je obsahem následující kapitoly (Rutten et al. 2013).

Senzory se dle Rutten et al. (2013) obvykle rozdělují do dvou kategorií. Senzory připojené (attached sensors) a senzory nepřipojené (nonattached sensors).

Senzory připojené (attached sensors)

Senzory připojené se rozdělují na senzory připevněné na dojnici (on-cow sensors) a na senzory uvnitř dojnice (in-cow sensors), které jsou uvnitř těla zvířete (například kapsule v batoru, nebo implantát).

Senzory nepřipojené (nonattached sensors)

Senzory nepřipojené jsou pevně umístěná zařízení v prostorách, kde se zvířata vyskytují. Dojnice projde kolem, přes, nebo skrze zařízení a senzor provede měření. Senzory nepřipojené se rozdělují na průběžně měřící senzory (in-line sensors) a senzory pracující se vzorky (on-line sensors). Senzorem průběžně měřícím (in-line sensor) je senzor získávající měření z nepřetržitého toku produktu – mléka. Senzor pracující se vzorky (on-line sensor) automaticky odebírá vzorky mléka, které analyzuje (Rutten et al. 2013).

Alternativní rozdělení dle Helwatkar et al. (2014) člení senzory podle způsobu získávání dat do dvou skupin, na senzory neinvazivní (non-invasive) a senzory invazivní (invasive). Toto alternativní členění senzorů se částečně překrývá s výše uvedeným rozdělením senzorů. Proto je pro vyšší míru přehlednosti níže uvedeno samostatně.

Neinvazivní senzory (non-invasive sensors)

Nehybné senzory (immobile sensors)

Senzory pevně umístěné ve stáji v místech, kde se dojnice pravidelně vyskytují při každodenních činnostech, jako je krmení a dojení. Senzory tohoto typu se využívají k měření teploty při dojení. Dalším možným způsobem využití nehybného senzoru je měření složení vzduchu vydechovaného dojnici. Mezi nehybné senzory se též řadí kamery sledující stádo.

Výhodou nehybných senzorů je, že pro monitorování stáda postačuje malý počet těchto senzorů. Nehybné senzory jsou vhodnější pro měření fyziologických hodnot. V případě

ukazatelů chování jsou problémem dlouhé časové rozestupy mezi měřeními. Důsledkem těchto časových rozestupů je nedostatečný počet dat pro vyhodnocení chování, který způsobuje nemožnost rychlé reakce na změnu stavu dojnice.

Hybné externí senzory (mobile external sensors)

Hybné externí senzory umožňují monitorovat dojnici v průběhu celého dne. Senzor je připevněn na těle dojnice, na krku, nebo na kotníku. Mezi nejvíce rozšířené typy hybných senzorů patří pedometry, akcelerometry, vibrační senzory, teploměry, vlhkoměry a GPS lokátory.

Výhodou hybných externích senzorů je nepřetržitost sledování dojnic. Nevýhody hybných externích senzorů, jako poškození zařízení vzniklé při pohybu dojnice po stáji a možné technické potíže při stahování dat, lze řešit vylepšením konstrukce a technologie zařízení.

Invazivní senzory (invasive sensors)

Hybné interní senzory (mobile internal sensors)

Hybné interní senzory jsou určeny k přesnému měření fyziologických parametrů. Měření se uskutečňuje uvnitř dojnice (například v batoru, vemeni, pod kůží). Hybné interní senzory se využívají k měření teploty, vaginálního tlaku při porodu, elektrické vodivosti a hodnoty pH.

Výhodou při použití hybných interních senzorů je nepřetržité získávání dat o dojnici a spolehlivost měření neovlivněné vnějším prostředím. Nevýhodou hybných externích senzorů je problematické opakované užití senzoru, omezená doba funkčnosti senzoru (omezená kapacita baterie senzoru) a komplikace spojené s umístěním senzoru uvnitř dojnice (Helwatkar et al. 2014).

Obzvláště při měření aktivity zvířete není použití hybných interních senzorů přínosné v porovnání s hybnými externími senzory (pedometry a akcelerometry) (Helwatkar et al. 2014).

3.2.2 Uplatnění sensorových systému při řízení stáda

Vývoj monitorovacích systémů využívajících senzory můžeme rozdělit na čtyři úrovně. Tyto čtyři úrovně jsou určeny tím, jaký druh informací přístroj chovateli poskytuje.

- I monitorovací systémy poskytující informaci o dojnici (například aktivitu)
- II interpretace popisující změny naměřených hodnot (například zvýšená aktivita), vyvozující informaci o stavu dojnice (například estrus)
- III propojení informací ze sensorů s ostatními daty (například ekonomická data) za účelem poskytnutí doporučení chovateli (například zda inseminovat krávu)
- IV systém provede automaticky rozhodnutí a provede akci, nebo vyčká na rozhodnutí chovatele (například objedná inseminátora) (Rutten et al. 2013)

Výše uvedené 4 úrovně popisují, do jaké míry monitorovací sensorový systém informuje chovatele. Na první úrovni je sensor poskytující data. Na druhé úrovni jsou data zpracována algoritmem a vzniká informace o zdravotním stavu dojnice. Na této úrovni je též možné zkombinovat data ze sensorů s daty, která nepochází ze sensorů (například zdravotní historie dojnice) (Steenefeld et al. 2010). Na třetí úrovni jsou informace použity k podpoře rozhodnutí chovatele. Toho je dosaženo kombinací dat ze sensorového systému s informacemi o ekonomice chovu a dalšími informacemi od chovatele nebo odborného poradce. Software vytvářející doporučení poté zpracuje všechna data a doporučí chovateli jak reagovat na změněný stav dojnice. Na čtvrté úrovni je na základě dat ze sensorů softwarem vytvořeno rozhodnutí jak reagovat na změnu stavu dojnice. Rozhodnutí je následně schváleno chovatelem, případně software může provést rozhodnutí automaticky (Rutten et al. 2013).

Analýza odborné literatury na téma využití sensorů k automatické detekci zdravotního stavu dojnic v chovech mléčného skotu ukázala, že monitorovací systémy popsané ve studiích, byli na úrovni I a II. Žádné studie nepopisovaly monitorovací systémy na úrovni III a IV. Tudiž žádný sensorový systém nevyužíval algoritmus poskytující doporučení chovateli. Tato skutečnost ukazuje, že pokročilejší monitorovací systémy nejsou v chovech využívány a proto je zapotřebí, aby informace o zdravotním stavu poskytované monitorovacím systémem vyhodnocovala zkušená osoba s vysokou mírou odbornosti. Pomocí může systém, který pracuje s mírou pravděpodobnosti a je schopný poskytnout informaci o míře závažnosti upozornění (Rutten et al. 2013).

Většina odborných studií se zabývala čtyřmi zdravotními problémy mléčného skotu – poruchou plodnosti (33 %), problémy s chůzí (30 %), mastitidou (25 %) a metabolickými problémy (16 %). Většina odborných studií o mastitidě (92 %) a poruchách plodnosti (75 %) popisovala monitorovací systémy na úrovni II. A větší část studií zabývajících se metabolickými problémy (69 %) a problémy s chůzí (53 %) popisovala monitorovací systémy na úrovni I. Z toho vyplývá, že monitorovací systémy vyšší úrovně se využívají při detekci mastitidy a poruch plodnosti. Detekce metabolických problémů a problémů s chůzí využívá méně sofistikované technologie a tudíž je více závislá na zkušenosti chovatele (Rutten et al. 2013).

Úkolem automatických monitorovacích systémů je poskytnout informaci, kterou chovatel využije ke zlepšení zdravotního stavu jedince, potažmo celého stáda. Pokud monitorovací systém poskytuje pouze nezpracovaná data, musí chovatel tato data vyhodnotit a rozhodnout zda se zdravotní stav dojnice změnil. Pokud je součástí monitorovacího systému algoritmus, může systém upozornit chovatele na změnu zdravotního stavu dojnice, popsat povahu této změny a tak usnadnit chovateli práci. Povaha informace poskytnuté chovateli určuje přidanou hodnotu monitorovacího systému pro chov. Tato informace může zlepšit management stáda, snížit náklady na pracovní sílu a v důsledku toho zvýšit ekonomický zisk podniku (Rutten et al. 2013).

Senzorové monitorovací systémy mohou chovateli asistovat při rozhodnutí o léčbě, inseminaci a vyřazení krávy ze stáda (Rutten et al. 2013).

Konečné rozhodnutí o provedení opatření je na chovateli a ten přitom zvažuje různé faktory. Mezi ně patří aktuální zdravotní stav dojnice, předpokládaný vývoj zdravotního stavu, předpokládaný účinek opatření, náklady na provedení opatření a náklady pokud opatření nebude provedeno. Chovatel provádí toto rozhodnutí na základě svých zkušeností a faktory ovlivňující konečné rozhodnutí je často nucen pouze odhadovat. Proto by mohlo být pro chovatele přínosem využití systému, který pracuje s konkrétními ekonomickými informacemi a jehož software je schopný vytvořit doporučení pro volbu ekonomicky nejlepšího postupu (Groenendaal et al. 2004).

3.3 Systémy sledování doby žraní a přežvykování

3.3.1 Systémy sledování doby žraní a přežvykování ve výzkumu a v praxi

Informace o přežvykování je možné získávat přímým pozorováním skotu buď ve stáji, nebo sledováním za tímto účelem pořízeného videozáznamu. Přímé pozorování zvířat je časově náročné. Další nevýhodou přímého pozorování je omezený počet zvířat, která mohou být touto metodou sledována (Schirmann et al. 2009). Metody přímého pozorování jsou též subjektivní a výsledky mohou být ovlivněny odlišnou interpretací různých pozorovatelů (Borchers et al. 2016). Proto je výhodnější použití nepřímých metod pozorování. Nepřímé metody získávání dat o přežvykování byly založeny na zaznamenávání pohybů čelisti. Zařízení monitorující pohyby čelisti se připevňují, nebo jsou součástí ohlávky. Zařízení monitorující pohyby čelisti je neformelné a společně s ohlávkou může ovlivnit potravní chování sledovaných zvířat. Přes tyto nevýhody jsou monitorovací zařízení schopná spolehlivě rozlišit pohyby při žvýkání a přežvykování. Tento typ monitorovacích zařízení poskytuje spolehlivá data (Braun et al. 2013; Chapinal et al. 2007; Schirmann et al. 2009).

Faktorem ovlivňujícím sběr dat o žraní a přežvykování je způsob ustájení. Systém ustájení skotu se postupně změnil z ustájení vazného na ustájení volné. Ať již se jedná o skupinové kotce, boxy nebo kombiboxy, volný způsob ustájení ztížil sběr dat o žraní a přežvykování tradičními metodami přímého pozorování a to v důsledku vedlo k vývoji současných elektronických monitorovacích systémů žraní a přežvykování (de Vries et al. 2003; Chapinal et al. 2007).

Výše uvedené metody monitorování žraní a přežvykování, přímé pozorování a zařízení zaznamenávající pohyby čelisti, jsou metody využívané převážně ve výzkumu a nikoliv běžně rozšířené v praxi. Komerčně dostupné metody kvantifikace žraní a přežvykování byly vyvinuty a testovány. Bikker et al. (2014) posuzovali zařízení (CowManager Sensor, Agis, Harmelen, Nizozemsko) monitorující žraní a přežvykování prostřednictvím pohybového senzoru připevněného na uchu a dokázali, že data získaná prostřednictvím zařízení odpovídají přímému pozorování. Schirmann et al. (2009) posuzovali zařízení (HR Tag, SCR Engineers Ltd., Netanya, Izrael) monitorující zvuky provázející přežvykování pomocí mikrofону a mikroprocesoru a zjistili silnou korelaci mezi výstupy ze zařízení a přímým pozorováním.

Další způsob získávání dat o žraní poskytují zařízení monitorující pohyb, konkrétně čas kdy se krávy přiblíží ke krmnému místu. Výstupy ze zařízení tohoto typu technologií silně korelují s přímým pozorováním (de Vries et al. 2003; Chapinal et al. 2007). Výsledky provedených studií testujících spolehlivost zařízení monitorujících chování mléčného skotu prokázaly, že tato zařízení poskytují přesné informace využitelné v praxi. Komerčně využívaná zařízení zaznamenávající žraní, přežvykování a ležení poskytují kvalitní výsledky, při porovnání s přímým pozorováním. Největší variabilita v porovnání s přímým pozorováním byla zjištěna u zařízení monitorujících přežvykování. Technologie kvantifikující žraní, přežvykování a ležení využívají rozdílné metody při měření stejných parametrů a při vzájemném porovnání tyto technologie poskytují nestejný výkon (Borchers et al. 2016). Proto je dobré pro dosažení co nejlepších výsledků využít kombinace více zařízení najednou. Jako perspektivní se jeví kombinace akcelerometru a pedometru (Helwatkar et al. 2014).

3.3.2 Žraní a přežvykování

Přežvykování je přirozené chování mléčného skotu a obecně všech přežvýkavců. Nejprve dochází k vyvržení sousta (regurgitace), návrat nestráveného krmiva do dutiny ústní probíhá bez nauzey a dávení zvířete. Poté následuje přežvykování (remastikace) a dodatečné proslinění krmiva. Na závěr je krmivo opětovně spolknuto a vrací se do předžaludků, kde pokračuje proces trávení. Žvýkání během žraní a přežvykování způsobuje zmenšení částeczek krmiva, současně zvyšuje aktivní povrch krmiva a zvyšuje stravitelnost s krmivem přijaté vlákniny. Tyto změny vlastností krmiva umožňují mikroorganismům účinněji rozkládat přijaté krmivo v průběhu mikrobiální fermentace a usnadňují průchod nestravitelných zbytků krmiva bachorem. Žvýkání stimuluje sekreci slin ze slinných žláz. Sliny obsahují pufry, které přispívají k udržení ideální hodnoty pH pro existenci bachorových mikroorganismů. Zvýšení času přežvykování u mléčného skotu je spojeno se zvýšenou produkcí slin a v důsledku toho zlepšeným zdravotním stavem bachoru (Kononoff et al. 2002; Schirmann et al. 2009).

Přežvykování se uskutečňuje převážně v době, kdy dojnice leží. Dojnice ale přežvykují i při běžných denních činnostech, jakými jsou stání, chůze, drbání, močení, kálení a při ošetřovatelských zásazích. Snížení doby přežvykování je ukazatelem zvýšeného stresu a úzkosti nebo změny zdravotního stavu a onemocnění dojnice (Schirmann et al. 2009; Schirmann et al. 2012).

Dospělá dojnice přežvykuje sedm až osm hodin denně. Složení krmiva významně ovlivňuje dobu přežvykování. Zvýšení příjmu objemných krmiv vede k prodloužení doby přežvykování. Po vyvržení sousta z bachoru do dutiny ústní je natrávené krmivo žvýkáno a promícháváno se slinami po dobu třiceti až šedesáti sekund a poté je opětovně spolknuto. Přežvykování je charakteristické opakovanými pohyby sousta oddělenými krátkými přestávkami (Burfeind et al. 2011).

Přežvykování je nejintenzivnější v době kdy dojnice leží. Dojnice není schopná současně přijímat krmivo a přežvykovat. Proto je důležité znát vzájemné vztahy mezi dobou žraní, dobou přežvykování a časem stráveným ležením (Schirmann et al. 2012). Další důležitou informací vztahující se k přežvykování je příjem sušiny. Tradiční výzkum z pohledu výživy mléčného skotu se zabíral vztahem příjmu sušiny a laktace (Chapinal et al. 2007). Neexistuje dostatečný experimentální výzkum zkoumající vztah mezi příjmem sušiny a dobou přežvykování (Schirmann et al. 2012).

Dle Schirmann et al. (2012) v době kdy dojnice převážně přežvykovaly, byla doba žraní kratší a příjem sušiny nižší. Tyto výsledky byly pravděpodobně způsobeny skutečností, že dojnice nejsou schopny současně přežvykovat a přijímat krmivo. Po období zvýšeného příjmu krmiva následuje období zvýšeného přežvykování. Vrchol přežvykování nastává přibližně 4 hodiny po období zvýšeného příjmu krmiva. Přežvykování je spjata s časem stráveným ležením a doba přežvykování není spjata s příjmem sušiny. Z těchto poznatků vyplívá, že doba přežvykování může být použita k odhadu změny příjmu krmiva dojnice. A dobu přežvykování nelze využít jako indikátor změny příjmu sušiny a naopak (Schirmann et al. 2012).

Vztah mezi přežvykováním a denní aktivitou byl popsán u telat a dojnic v laktaci. Přežvykování stejně jako doba ležení je u laktujících dojnic převážně denní aktivitou. Čas, kdy dochází k zakládání krmiva, přihrnování krmiva a dojení, ovlivňuje čas, kdy krávy přijímají krmivo a v důsledku toho i čas kdy přežvykují. (Schirmann et al. 2012) Péče o krávy před porodem, které již nejsou v laktaci, probíhá odlišně než u ostatních kategorií mléčného skotu. Dle Schirmann et al. (2012) u krav před porodem doba žraní a příjem sušiny dosahovaly vrcholu ihned po raním a odpoledním zakládání krmiva. Ve stejnou dobu byl pozorován pokles doby přežvykování a času stráveného ležením. Doba přežvykování byla u krav před porodem nejvyšší v noci a v době mezi zakládáním krmiva přes den (Schirmann et al. 2012).

3.4 Využití senzorů a monitorovacích systémů k zjištění změny zdravotního stavu a indikaci nástupu porodu

Všechny výzkumy až na jeden sledovaly skot výhradně v průběhu tranzitního období (transition period). Tranzitní období je definováno jako 3 týdny před a 3 týdny po otelení. V tomto období probíhá zásadní přechod z pozdní březosti do laktace (Huzzey et al. 2005). Tranzitní období se liší od období stání na sucho, které trvá 2 měsíce (minimálně 6 týdnů) a končí otelením (Stupka 2013).

3.4.1 Včasná detekce nástupu porodu

Tranzitní období je klíčové období pro laktaci mléčného skotu. Během tranzitního období dojnice prochází řadou změn. Mění se výživa, dojnice prodělává fyziologické změny a sociální změny. V důsledku toho jsou dojnice v tranzitním období náchylnější k rozvoji infekčních a metabolických onemocnění (Huzzey et al. 2005). V období kolem porodu je kráva obzvláště zranitelná, kromě fyziologických změn a zvýšeného rizika onemocnění spojených s laktací, je porod fyzicky náročný a bolestivý. Monitorování krav před porodem je důležité, aby v případě potřeby mohl chovatel asistovat při porodu (Jensen 2012). Vlastní porod je zásadní nejen pro krávu, ale i pro tele. Dystokie (nepostupující porod) způsobená dlouhou dobou porodu, opožděným porodem nebo nutností asistované extrakce telete může zásadně ovlivnit krávu i tele. Mezi negativní následky dystokie patří zvýšený výskyt porodů mrtvého telete, zvýšená mortalita telat ve třiceti dnech, respiratorní a zažívací poruchy u krav a telat, zadržaná placenta a onemocnění dělohy u krav. Dystokie je spojená s ekonomickými ztrátami v důsledku snížené doживosti, reprodukce a zvýšené nemocnosti a úmrtnosti krav a telat (Büchel & Sundrum 2014). Proto je důležité zajistit v období kolem porodu vhodné prostředí. Dobrý management sníží riziko výskytu dystokie a podpoří budoucí dobré zdraví krav a telat. Proto je zásadní včasná detekce nástupu porodu. Ta je ovšem v podmínkách moderního chovu obtížná. Jsou známy vizuální znaky signalizující nástup porodu (tuhost vemene, uvolnění pánevního vazů, otok vulvy, naplnění struků), tyto znaky však vykazují variabilitu a jejich sledování vyžaduje fyzickou přítomnost pracovníka. Zde je prostor pro automatické monitorovací systémy zaznamenávající změny v potravním chování a využití těchto změn k indikaci nástupu porodu (Schirmann et al. 2013; Pahl et al. 2014).

Dle Huzzey et al. (2005) byl průměrný denní počet návštěv krmného místa nižší před porodem a po porodu se zvýšil. Denní doba žraní v období před porodem byla variabilní. Průměrná denní doba žraní byla 87 minut/den v období před porodem a 62 minut/den v období po porodu. Doba žraní se po porodu zvyšovala v průměru o 3,3 minut/den. Krávy byly monitorovány 10 dnů před a 10 dnů po porodu. Výsledky naznačují, že frekvence příjmu krmiva je senzitivnější ukazatel potravního chování v tranzitním období než doba žraní.

Dle Jensen (2012) se během posledních dvou hodin před porodem doba žraní zkrátila. A poté se opět zkrátila v čase těsně po porodu, kdy je nejintenzivnější interakce mezi krávou a teletem. Toto mateřské chování je na úkor příjmu krmiva a proto dochází ke snížení příjmu krmiva po porodu. Krávy byly sledovány 96 hodin před a 96 hodin po porodu.

Dle Soriani et al. (2012) byla průměrná doba přežvykování v období 20 až 6 dnů před porodem 463 minut/den u jalovic a 522 minut/den u krav. Doba přežvykování dosáhla minima v den porodu, 262 minut/den u jalovic a 278 minut/den u krav. Před porodem bylo procento doby přežvykování v noci 60 % u jalovic a 62 % u krav. Po porodu došlo ke snížení na 55 % u jalovic a 57 % u krav.

Schirmann et al. (2013) porovnali dobu žraní a přežvykování v období 96 hodin před porodem a 48 hodin po porodu. V období 24 hodin před porodem strávily krávy, v porovnání s předcházejícím obdobím, kratší dobu žraním a přežvykováním. Doba přežvykování se v průměru zkrátila o 63 minut/den a doba žraní se zkrátila v průměru o 66 minut/den. Tento pokles pokračoval i po porodu, kdy se v porovnání s obdobím 96-24 hodin zkrátila doba přežvykování v průměru o 133 minut/den a doba žraní v průměru o 82 minut/den. Doby přežvykování a žraní začaly klesat přibližně 4-8 hodin před porodem a poté začaly stoupat 4 - 6 hodin po porodu.

Büchel & Sundrum (2014) monitorovali žraní a přežvykování. A porovnali období 72 - 7 hodin před porodem a posledních 6 hodin před porodem. V období 6 hodin před porodem se významně zkrátila doba přežvykování. V tomto období byla průměrná doba přežvykování 69,9 minut/6 hodin, v porovnání s předchozím obdobím kdy byla 95,5 minut/6 hodin. Průměrný pokles tedy byl 27 % (25,6 minut/6 hodin). Doba žraní se v období 6 hodin před porodem též významně zkrátila. V porovnání s předchozím obdobím se

zkrátila v průměru o 57 % (20,8 minut/6 hodin). Při porovnání mezi jednotlivými krávami byla zaznamenána vysoká variabilita žraní a přežvykování.

Pahl et al. (2014) sledovali přežvykování 24 hodin před porodem a 24 hodin po porodu. Doba přežvykování se snížila mezi 4 hodinami před porodem a 8 hodinami po porodu. Krávy přestaly přežvykovat v průměru 123 minut před porodem a začali znovu přežvykovat v průměru 355 minut po porodu. Porod primárně ovlivnil dobu přežvykování a frekvenci různých charakteristik přežvykování, ale neovlivnil intenzitu přežvykování. Doba přežvykování má největší potenciál při monitorování porodu. Doba přežvykování vykazovala vysokou variabilitu mezi jednotlivými krávami.

Braun et al. (2014) použili kontrolní skupinu zdravých krav v laktaci a druhou skupinu krav v pokročilém stadiu březosti. Data od březích krav byla získána v období 10 dní před a 10 dní po porodu. U kontrolní skupiny byla za 5 dnů zaznamenána doba žraní v rozmezí 212 - 349 minut/den a doba přežvykování v rozmezí 304-471 minut/den. U skupiny březích krav byla zjištěna průměrná doba žraní 186 minut/den a v den porodu klesla na 114 minut/den. Po porodu došlo k výraznému zvýšení průměrné délky žraní a poslední den sledování dosáhla 266 minut/den. Doba přežvykování byla stálá po dobu trvání experimentu, kromě dne porodu. Doba přežvykování se pohybovala v rozmezí 329-391 minut/den a v den porodu výrazně klesla na 214 minut/den. Po porodu, v poslední den měření dosáhla doba přežvykování hodnoty více než dvojnásobně vyšší než v den porodu.

Clark et al. (2015) použili kombinaci dat o přežvykování a aktivitě k tvorbě modelu odhadujícího maximální pravděpodobnost dne porodu. Experiment byl proveden na kravách chovaných na pastvě, které byly dva týdny před předpokládaným datem porodu ustájeny. Doba přežvykování se snížila v období den před porodem až den porodu o 33 %. Model poskytl optimální kombinaci sensitivity (70 %) a specificity (70 %) při nastaveném prahu poklesu přežvykování 10 %.

Ouellet et al. (2016) zjistili pokles průměrné doby přežvykování v den porodu o 41 minut/den v porovnání s předcházejícími čtyřmi dny. Doba přežvykování vykazovala nejdůležitější změny v posledních šesti hodinách před porodem. Doba přežvykování, jako nástroj predikce nástupu porodu, poskytuje nejlepší výsledky v období, kdy probíhají nejdůležitější změny.

Rutten et al. (2017) vyvinuli dva modely. U prvního modelu bylo nezávislou proměnou očekávané datum porodu. Druhý model využíval sensorová data jako další nezávislé proměnné. Sensory sbíraly kromě dat o žraní a přežvykování též informace o aktivitě a tělesné teplotě. První model měl senzitivitu pouze 9,1 %. Druhý model, využívající senzory měl senzitivitu 36,4 %. Použití informací ze sensorů zpřesňuje predikci porodu. Senzitivita modelu byla dále zpřesněna, když bylo časové okno kdy měl předpovídat porod prodlouženo z jedné hodiny na tři. Model není schopen spolehlivě určit čas porodu s přesností na hodiny, ale opakované upozornění v 12 hodinách před porodem signalizuje, aby chovatel věnoval zvýšenou pozornost krávi. Sensorová data tudíž poskytují přidanou hodnotu a zpřesňují předpověď nástupu porodu.

Benaissa et al. (2020) použili dobu přežvykování, dobu ležení, počet kroků a vzdálenost pohybu v modelu pro detekci nástupu porodu. Kombinace sensorů zvýšila výkonost systému a zpřesnila detekci nástupu porodu. Tato studie demonstrovala potenciál kombinace různých sensorů při vývoji budoucích multifunkčních monitorovacích systémů pro dojný skot.

3.4.2 Indikace změn zdravotního stavu

Zdravotní problémy mléčného skotu způsobují produkční ztráty, zvyšují náklady na péči a zhoršují welfare zvířat (González et al. 2008). Ziskovost stáda je negativně ovlivněna sníženou produkcí mléka, nižší reprodukci a kratší délkou života dojnic. Proto je včasná identifikace onemocnění krav klíčová pro zdraví a ziskovost stáda (Huzzey et al. 2007).

Žraní a přežvykování patří mezi základní životní projevy skotu spojené s příjmem a trávením krmiva. Pozorování potravního chování mléčného skotu poskytuje přínosné informace o zdravotním stavu zvířete. Určitá úroveň zdravotního stavu a pohody je předpokladem normálního potravního chování. Rozrušení, stres, stav úzkosti a specifická onemocnění v různé míře negativně ovlivňují přežvykování (Braun et al. 2013; Paudyal et al. 2016). Potravní chování je zásadní při sestavení klinického obrazu nemocného jedince. Proto se žraní a přežvykování běžně sleduje u nemocných krav během a po ukončení léčby. Čas potřebný k návratu žraní a přežvykování do normálu je důležitým prognostickým nástrojem a ukazuje efektivnost zvolené léčby (Braun et al. 2013).

González et al. (2008) člení zdravotní problémy do šesti skupin: onemocnění reprodukčního systému, onemocnění vemene, poruchy lokomoce, respirační onemocnění, metabolická onemocnění a poruchy zažívání. K těmto šesti skupinám onemocnění byla na základě studia literatury přiřazena sedmá skupina – zánět. Zánětlivá odpověď organismu je součástí průběhu mnoha onemocnění, některé výzkumy ovšem nepopisují konkrétní onemocnění, ale sledují míru zánětlivé reakce obecně. Čtyři výzkumy se zabývaly metabolickými onemocněními (ketóza, hypokalcémie), tři onemocněními reprodukčního systému (metritida), dva zánětem obecně, jeden onemocněními vemene (mastitida) a jeden poruchami lokomoce. Žádný výzkum se nezabýval respiračními onemocněními a poruchami zažívání.

3.4.2.1 Onemocnění pohlavních orgánů

Metritida (zánět dělohy) je běžně se vyskytující onemocnění po otelení. Dojnice prodávající metritidu mají sníženou mléčnou užitkovost a plodnost. Postižená zvířata neprojevují zjevné příznaky nemoci a často nejsou identifikována, pokud neprojdou veterinárním vyšetřením (Urton et al. 2005).

Urton et al. (2005) sledovali změny v potravním chování jako možný nástroj detekce metritidy. Pokus byl realizován v tranzitním období, 2 týdny před a 3 týdny po porodu. Krávy projevující znaky metritidy měly v průměru o 22 minut/den kratší dobu žraní než krávy bez projevů metritidy. Při poklesu průměrné doby žraní o 10 minut/den stoupla pravděpodobnost diagnózy metritidou dvojnásobně. Při stanovené hranici denní doby žraní 75 minut byla senzitivita detekce metritidy 89 % a specifita 62 %.

Huzzey et al. (2007) pozorovali dobu žraní u krav v tranzitním období 2 týdny před a 3 týdny porodu. Tento ukazatel byl posouzen jako nástroj detekce metritidy. Dojnice, které během experimentu prodělaly těžkou metritidu měli kratší dobu žraní v porovnání se zdravými dojnici. Pokles doby žraní začal 2 týdny před projevem klinických znaků metritidy. Při poklesu průměrné doby žraní v období před porodem o 10 minut/den stoupla pravděpodobnost výskytu těžké metritidy 1,72krát.

Dle Liboreiro et al. (2015) v období 3 týdny před porodem nebyly rozdíly v denní délce přežvykování mezi dojnici s metritidou a zdravými dojnici. V období mezi dvěma dny až deseti dny po porodu měli dojnice s metritidou kratší dobu přežvykování než zdravé dojnice.

3.4.2.2 Onemocnění vemene

Klinická mastitida je jedním z nejčastějších onemocnění mléčného skotu. Mastitida způsobuje velké ztráty produkce mléka a negativně ovlivňuje plodnost. Některé typy mastitidy mohou vážně narušit zdraví dojnice a mohou vést až k vyřazení ze stáda, nebo úhynu. Mastitidy způsobené patogeny jako například *Streptococcus agalactiae*, *Streptococcus dysgalactiae* nebo *Streptococcus uberis* běžně způsobují mírné změny mléka a zánět vemene. Případy mastitidy způsobené *Escherichia coli* a dalšími gram negativními bakteriemi jsou provázeny silnou zánětlivou odezvou organismu a vážným ohrožením zdraví jedince (Stangaferro et al. 2016).

Dle González et al. (2008) jsou změny doby žraní u onemocnění vemene vysoce variabilní. Den počátku onemocnění vemene byl nejasný a proto nebylo možné provést statistickou analýzu. U jedenácti z dvaceti šesti dojnic s diagnostikovanou mastitidou byl pozorován pokles doby žraní, ale u zbylých patnácti dojnic nenastala žádná konzistentní změna v potravním chování. U dojnic s mastitidou, kde se projevila změna doby žraní došlo k náhlému a prudkému poklesu v den diagnózy. Dojnice s mastitidou způsobenou *E. coli* vykazovali podobné znaky jako skupina dvaceti šesti dojnic s mastitidou. Doba návratu doby žraní do normálu byla obvykle delší u mastitidy způsobené *E. coli*.

3.4.2.3 Poruchy chůze (lokomoce)

Dle González et al. (2008) krávy s akutními poruchami lokomoce vykazovaly mírný pokles doby žraní o 19,1 minut/den. Pokles doby žraní se objevil v průměru 7,7 dne před diagnózou akutní poruchy lokomoce. Vliv chronické kulhavosti na krátkodobé potravní chování byl posouzen na skupině krav, u kterých bylo provedeno ošetření kopit. Během třiceti dnů před ošetřením byly u krav klasifikovaných jako kulhavé zjištěny významné změny denní doby žraní. Analýza dat ukazuje, že u dojnic se charakteristicky mění krátkodobé potravní

chování v závislosti na onemocnění nebo zdravotní poruše. Monitorovací systém založený na sledování průměrné doby žraní jednotlivé dojnice může identifikovat tyto změny. Následná inspekce krav povede k časnější detekci řady onemocnění a zdravotních poruch. Toto platí obzvláště u kulhavosti.

3.4.2.4 Metabolická onemocnění

Během tranzitního období dochází k navýšení potřeby energie způsobené růstem plodu a tvorbou mléka. U dojnic ve dnech předcházejících porodu často dochází ke snížení příjmu krmiva a to spolu s vyššími energetickými nároky organismu vede k negativní energetické bilanci na začátku laktace. V reakci na nastalou situaci dojnice mohou využít tukové zásoby. V důsledku toho se v krvi zvýší hladina ketonů. Přestože je zvýšená hladina ketonů v plazmě v období kolem porodu normální, mohou abnormální hodnoty vést ke klinické či subklinické ketóze. Dojnice s touto diagnózou po porodu mají zvýšené riziko rozvoje dalších onemocnění a narušenou plodnost (Goldhawk et al. 2009). Metabolická onemocnění poškozují nejen zdraví zvířat, ale též zisk ztrátami produkce mléka (González et al. 2008).

Dle González et al. (2008) ketóza byla provázena prudkým poklesem denní doby žraní o 45 minut/den. Pokles doby žraní se objevil v průměru 3,6 dne před diagnózou onemocnění. Analýza dat ukazuje, že u dojnic se charakteristicky mění krátkodobé potravní chování v závislosti na onemocnění nebo zdravotní poruše. Monitorovací systém založený na sledování průměrné doby žraní jednotlivé dojnice může identifikovat tyto změny. Následná inspekce krav povede k časnější detekci řady onemocnění a zdravotních poruch. Toto platí obzvláště u ketózy.

Goldhawk et al. (2009) monitorovali potravní chování 3 týdny před a tři týdny po porodu. U krav bez klinických příznaků byla pomocí laboratorního testu diagnostikována subklinická ketóza. Během týdne před porodem a dvou týdnů po porodu měly dojnice se subklinickou ketózou kratší dobu žraní v porovnání se zdravými dojnicemi. Při poklesu průměrné doby žraní v tomto období o 10 minut/den stoupla pravděpodobnost výskytu onemocnění 1,72krát. Zvířata, u kterých se během týdne po porodu vyvinula subklinická ketóza, měli patrné změny potravního chování již týden před porodem.

Dle Liboreiro et al. (2015) v období 3 týdny před a 3 týdny po porodu nesouvisí subklinická ketóza s denní dobou přežvykování. V období od porodu do osmého dne po porodu a současně jedenáctý den po porodu měli dojnice se subklinickou ketózou kratší délku přežvykování.

Na začátku laktace prodělává dojnice výrazné změny v metabolismu vápníku. Aby dojnice v den porodu dosáhla laktace 10 kg kolostra, potřebuje mléčná žláza dodat 23 g vápníku. Adaptace metabolismu vápníku není dostatečně rychlá, aby se přizpůsobila nástupu laktace. Dojnice potřebuje jeden až dva dny na zvýšení příjmu vápníku ze zažívacího traktu a kostí. V důsledku toho téměř všechny dojnice prodělají po porodu různě závažnou hypokalcémii. Hladina vápníku v plazmě se navrátí do normálu během dvou až tří dnů. Mléčná horečka, závažná forma hypokalcémie, se diagnostikuje na základě zjevných klinických příznaků. Mléčná horečka postihuje 3-6 % dojnic, v závislosti na oblasti chovu. Subklinická hypokalcémie se diagnostikuje obtížněji, protože jí neprovází typické příznaky mléčné horečky. U dojnic s mléčnou horečkou je vyšší riziko různých onemocnění, včetně dystokie, zadržené placenty a metritidy (Jawor et al. 2012).

Dle Jawor et al. (2012) dojnice s diagnózou subklinické hypokalcémie během 24 hodin po porodu nejevily žádné změny v potravním chování, jaké se běžně asociují se zdravotními problémy.

Dle Liboreiro et al. (2015) denní doba přežvykování v období 3 týdny před porodem a 3 týdny po porodu neindikuje hypokalcémii. V období mezi jedním dnem před porodem a třemi dny po porodu měli dojnice s diagnózou subklinické hypokalcémie kratší dobu přežvykování než zdravé dojnice.

3.4.2.5 Zánětlivá odpověď organismu

Soriani et al. (2012) měřili následky zánětu v souladu s indexem aktivity jater (LAI liver activity index) a zjistili silný vztah mezi indexem aktivity jater a frekvencí výskytu klinických problémů. Zvýšení zánětu (nižší index aktivity jater) v období kolem porodu je spojené se zhoršeným zdravotním stavem a to v důsledku vede ke snížení příjmu krmiva. Následkem

sníženého příjmu krmiva dojde ke snížení doby přežvykování. Krávy s kratší dobou přežvykování v období po porodu a na začátku laktace byly charakteristické nárůstem proteinů akutní fáze a nižší hodnotou indexu aktivity jater. Dojnice s vyššími hodnotami indexu aktivity jater měly na začátku laktace (2.-10. den laktace) průměrnou dobu přežvykování delší než 550 minut/den. Tato hodnota může sloužit jako hranice značící dobrou kondici dojnice po porodu.

Calamari et al. (2014) zjistili, že dojnice s vyšší hodnotou indexu funkce jater (LFI liver functionality index) měli na počátku laktace (3-6 den laktace) průměrnou dobu přežvykování 500 minut/den. Tato hranice naznačující dobrou kondice dojnic po porodu, byla nižší než hodnota navrhovaná v předešlém výzkumu (Soriani et al. 2012). Tato skutečnost byla způsobena vlivem rozdílných klimatických podmínek v průběhu obou experimentů. Vysoká míra zánětu v období kolem porodu souvisí s pomalejším nárůstem doby přežvykování po porodu. 90 % dojnic s nízkou dobou přežvykování prodělalo na počátku laktace klinické onemocnění, v porovnání se 42 % u dojnic s vysokou dobou přežvykování. Monitorování doby přežvykování okolo porodu a obzvláště v prvním týdnu laktace je dobrým nástrojem včasné identifikace dojnic se zvýšeným rizikem rozvoje onemocnění.

4 Metodika

K vyhodnocení vlivu výskytu onemocnění a nástupu porodu na změnu doby žraní a přežvykování byly využity údaje ze stáda dojnic různopodílových kříženek českého strakatého a holštýnského plemene s průměrným počtem 629 krav. Průměrná mléčná užitkovost krav byla v kontrolním roce (od 1.10. 2017 do 30.9. 2018) za normované laktace 9 112 kg mléka, s obsahem tuku 4,18 % a bílkovin 3,55 %. Dojnice byly během laktace ustájeny v rekonstruované volné boxové stáji s třířadým uspořádáním lehacích boxů. Porody probíhali ve skupinových kotcích, kam byly plemenice přesouvány cca 3 týdny před očekávaným porodem. Otelené krávy byly po porodu přesunuty do skupiny krav po otelení, kde zůstávaly 10 až 20 dnů. Odtud byly přesunuty do produkční skupiny vysokoužitkových dojnic.

Hodnocené údaje o pořadí laktace krav (PL), datu otelení, datu záznamu onemocnění a jeho druhu (během roku 2017 a 2018) byly převzaty z manažerského programu pro řízení stáda dojnic FARMSOFT Management. Diagnózy zapsané do deníku léčení uvedeného softwaru byly sloučeny do pěti skupin:

1. mastitidy
2. onemocnění končetin
3. poporodní problémy (metritidy, zadržení lůžka)
4. ovariální cysty
5. metabolické problémy (ketóza, acidóza, mléčná horečka, resp. ulehnutí po porodu)

Údaje o denní celkové době žraní a přežvykování v sekundách byly pořízeny pomocí Vitalimetrů 5P (výrobce FARMTEC a.s.) a uloženy ve výše zmíněném programu.

Datový soubor byl analyzován pomocí analýzy variance ANOVA prostřednictvím statistického programu SAS STAT 9.4 – GLM.

Pro odhad efektu otelení na dobu žraní a přežvykování byl použit následující lineární model:

$$Y_{ijk} = \mu + PO_i + O_j + B_k + e_{ijkl}$$

Y_{ijk} – pozorovaná hodnota doby žraní nebo přežvykování jako závislé proměnná (v sekundách, resp. minutách za den)

μ – střední hodnota závislé proměnné

PO_i – fixní efekt pořadí otelení ($i = 1$ až 5)

O_j – fixní efekt vymezené období před, při a po otelení ($j = 1$ až 3)

e_{ijk} – náhodná chyba odhadu

Tabulka 1 Třídění a četnosti ve skupinách podle pořadí otelení (PO)

skupina	pořadí laktace	počet
1	1.	292
2	2.	363
3	3.	248
4	4.	151
5	5. a vyšší	179
celkem		1 233

Tabulka 2 Třídění a četnosti ve skupinách podle období kolem porodu (O)

skupina	období	počet
1	10 dnů před otelením	876
2	den otelení	876
3	10 dnů po otelení	1 233

Pro odhad efektu zdravotních poruch na dobu žraní a přežvykování byl použit následující lineární model:

$$Y_{ijkl} = \mu + PL_i + D_j + O_k + e_{ijkl}$$

Y_{ijkl} – pozorovaná hodnota doby žraní nebo přežvykování jako závislé proměnná (v sekundách, resp. minutách za den)

μ – střední hodnota závislé proměnné

PL_i – fixní efekt pořadí laktace ($i = 1$ až 5)

D_j – fixní efekt den před výskytem/záznamem onemocnění ($j = -3$ až 0)

O_k – fixní efekt druhu onemocnění ($k = 1$ až 5)

e_{ijkl} – náhodná chyba odhadu

Tabulka 3 Třídění a četnosti ve skupinách podle pořadí laktace (PL)

skupina	pořadí laktace	počet
1	1.	70
2	2.	112
3	3.	93
4	4.	63
5	5. a vyšší	78
celkem		416

Tabulka 4 Třídění a četnosti podle dne před výskytem onemocnění (D)

skupina	třídění	počet
-3	3. den před výskytem onemocnění	416
-2	2. den před výskytem onemocnění	416
-1	1. den před výskytem onemocnění	416
0	den při výskytu onemocnění	416

Tabulka 5 Třídění a četnosti ve skupinách podle druhu onemocnění (O)

skupina	druh onemocnění	počet
1	mastitidy	317
2	onemocnění paznehtů	7
3	poporodní problémy	65
4	ovariální cysty	3
5	metabolické problémy	24

Rozdíly mezi odhadovanými proměnnými byly testovány T-testem na hladinách významnosti $P < 0,05$ (+), $P < 0,01$ (++) , $P < 0,001$ (+++) a $P < 0,0001$ (++++).

5 Výsledky

5.1 Vliv nástupu porodu na změnu doby žraní a přežvykování dojnic

Vliv nástupu porodu na dobu žraní a přežvykování byl posouzen na základě středních hodnot průměrné denní doby žraní a přežvykování u krav 10 dnů před otelením (skupina 1), v den otelení (skupina 2) a během 10 dnů po otelení (skupina 3). Odhadnuté hodnoty průměrů (LSM) denních časů žraní a přežvykování a jejich standardní chyby odhadu (SE) jsou uvedeny v Tabulce 6.

Tabulka 6 Střední hodnoty měření sledovaných ukazatelů v období kolem porodu (n = 1 233)

skupina	doba žraní [min.]		doba přežvykování [min.]	
	LSM	SE	LSM	SE
1	200,7	3,00	394,1	4,08
2	189,4	3,33	271,2	4,54
3	208,0	1,52	444,7	2,07

LSM = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat, SE = střední chyba odhadu

Rozdíly odhadnutých středních hodnot ukazují vliv nástupu porodu na dobu žraní a přežvykování. Rozdíly sledovaných parametrů ve srovnání s předchozím obdobím a porovnání s výchozím měřením (skupina 1) jsou uvedeny v tabulce 7. Rozdíly byly vypočteny v sekundách a procentech původní hodnoty parametru.

Tabulka 7 Rozdíly středních hodnot parametrů v den otelení a 10 dnů po otelení (n = 1 233)

skupina	doba žraní		doba přežvykování	
	[min.]	[%]	[min.]	[%]
2	-11,3	94	-122,9	69
3	18,6	104	173,4	113
celkem změna	7,3	104	50,5	113

Z uvedených hodnot vyplývá, že doba žraní i doba přežvykování se v období před otelením snížily a v období po otelení překročily původní hodnoty z období před otelením. Toto snížení a následné navýšení bylo výraznější u doby přežvykování (viz Tabulka 7). Hodnoty P v Tabulce 8 ukázaly, že změny poklesu doby žraní ($P = 0,0014$) a přežvykování ($P < ,0001$) v období před porodem byly statisticky průkazné a indikovaly nástup porodu.

Tabulka 8 Hodnoty P pro stanovení průkaznosti rozdílů mezi obdobími kolem porodu (n = 1 233)

doba žraní			
skupina	1	2	3
1		0,0014	0,0242
2	0,0014		<,0001
3	0,0242	<,0001	
doba přežvykování			
skupina	1	2	3
1		<,0001	<,0001
2	<,0001		<,0001
3	<,0001	<,0001	

5.1.1 Efekt pořadí laktace na dobu žraní a přežvykování v období kolem porodu

Vliv pořadí laktace na dobu žraní a přežvykování u dojnic v období kolem porodu lze posoudit na základě středních hodnot sledovaných parametrů, které jsou uvedeny v tabulce 9.

Střední hodnoty doby žraní se postupně snižovaly u krav na 3. a vyšších laktacích. Pokles mezi průměrnou dobou žraní u dojnic na 1. a na 5. a vyšší laktaci byl 47 minut. Hodnota doby žraní byla při porovnání krav na 1. a na 5. a vyšší laktaci nižší o 22 % (viz Tabulka 10).

Střední hodnoty doby přežvykování podle pořadí laktace se s výjimkou krav na 2. laktaci, kde byly nejvyšší, průkazně nelišily (viz Tabulka 10). Krávy na 2. laktaci měly dobu přežvykování v porovnání s ostatními dojnicemi delší v průměru o 23 minut.

Tabulka 9 Střední hodnoty měření sledovaných ukazatelů v období kolem porodu podle pořadí laktace (n = 1 233)

pořadí laktace	doba žraní [min.]		doba přežvykování [min.]	
	LSM	SE	LSM	SE
1.	212,1	2,52	367,1	3,43
2.	230,2	2,28	388,4	3,10
3.	203,0	2,39	371,1	3,25
4.	186,4	2,63	358,7	3,58
5. a vyšší	165,1	2,53	364,6	3,44

LSM = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat, SE = střední chyba odhadu

Tabulka 10 Rozdíly středních hodnot parametrů v období kolem porodu podle pořadí laktace v porovnání s 1. laktací (n = 1 233)

pořadí laktace	doba žraní		doba přežvykování	
	[min.]	[%]	[min.]	[%]
2.	18,1	109	21,3	106
3.	-9,1	96	4	101
4.	-25,7	88	-8,4	98
5. a vyšší	-47,0	78	-2,5	99

Statistickou průkaznost rozdílů středních hodnot sledovaných parametrů s ohledem na pořadí laktace můžeme posoudit na základě hodnot P v tabulce 11. V době žraní byl nalezen průkazný rozdíl mezi všemi laktacemi. U doby přežvykování byly průkazné pouze rozdíly v porovnání s dojnícemi na 2. laktaci.

Tabulka 11 Hodnoty P pro stanovení průkaznosti rozdílů mezi laktacemi v období kolem porodu (n = 1233)

doba žraní					
pořadí laktace	1	2	3	4	5
1		<,0001	0,0007	<,0001	<,0001
2	<,0001		<,0001	<,0001	<,0001
3	0,0007	<,0001		<,0001	<,0001
4	<,0001	<,0001	<,0001		<,0001
5	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	
doba přežvykování					
pořadí laktace	1	2	3	4	5
1		<,0001	0,6924	0,1403	0,9676
2	<,0001		<,0001	<,0001	<,0001
3	0,6924	<,0001		0,0022	0,3387
4	0,1403	<,0001	0,0022		0,5059
5	0,9676	<,0001	0,3387	0,5059	

5.2 Vliv výskytu onemocnění na změnu doby žraní a přežvykování dojníc

Vliv onemocnění bez rozlišení konkrétní choroby na hodnoty sledovaných parametrů lze posoudit na základě středních hodnot doby žraní a doby přežvykování uvedených v tabulce 12. Doba žraní a doba přežvykování byly zaznamenány během tří dnů před zjištěním onemocnění (den -3, -2, -1) a v den zjištění onemocnění (den 0).

Tabulka 12 Střední hodnoty měření sledovaných ukazatelů při výskytu onemocnění (n = 416)

den před záznamem onemocnění	doba žraní [min.]		doba přežvykování [min.]	
	LSM	SE	LSM	SE
-3	217,8	7,81	391,0	11,01
-2	209,0	7,77	383,5	10,96
-1	194,8	7,76	385,3	10,93
0	176,0	7,22	339,2	10,17

LSM = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat, SE = střední chyba odhadu

Názorněji lze vliv onemocnění na změnu sledovaných parametrů posoudit na základě rozdílu odhadnutých středních hodnot sledovaných parametrů v porovnání s předcházejícím dnem a celkovou změnou parametru. Změna celkem je rozdíl mezi hodnotou parametru v den zaznamenání onemocnění (den 0) a hodnotou v prvním sledovaném dnu (den -3). Rozdíly byly vypočteny v minutách a procentech původní hodnoty parametru (viz Tabulka 13).

Tabulka 13 Rozdíly středních hodnot parametrů ve 2 dnech před a v den zjištění onemocnění (n = 416)

den před záznamem onemocnění	doba žraní		doba přežvykování	
	[min.]	[%]	[min.]	[%]
-2	-8,8	96	-7,5	98
-1	-14,2	89	1,8	99
0	-18,8	81	-46,2	87
celkem změna	-41,8	81	-51,9	87

Z uvedených hodnot vychází, že doba žraní se 2 dny před výskytem onemocnění zkrátila o 8,8 minuty a následující den (den -1) se zkrátila ještě o 14,2 minuty. V den záznamu onemocnění byla doba žraní v porovnání s prvním hodnoceným dnem kratší o 41,8 minut. Doba žraní v den zjištění onemocnění klesla na 81 % doby příjmu krmiva dne -3 před zjištěním

onemocnění ($P <,0001$). Denní poklesy doby žraní byly statisticky průkazné jen při porovnání časů ke dni záznamu onemocnění a mezi dnem -3 a dnem před výskytem onemocnění (viz Tabulka 14).

Doba přežvykování se 2 dny před výskytem onemocnění zkrátila o 7,5 minuty a následující den (den -1) se zkrátila o další 1,8 minuty. V den záznamu onemocnění byla doba žraní v porovnání s prvním hodnoceným dnem kratší o 51,9 minut. Doba přežvykování v den 0 klesla na úroveň 87 % dne -3. Den před záznamem nemoci se doba přežvykování v porovnání s předchozím dnem zvýšila a následující den (den 0) se doba přežvykování opět snížila (viz Tabulka 13). Rozdíly v době přežvykování byly statisticky průkazné jen při porovnání časů ke dni záznamu onemocnění ($P <,0001$).

Tabulka 14 Hodnoty P pro stanovení průkaznosti rozdílů mezi dny při výskytu onemocnění (n = 416)

doba žraní				
den měření	-3	-2	-1	0
-3		0,4574	0,0007	<,0001
-2	0,4574		0,0782	<,0001
-1	0,0007	0,0782		0,0007
0	<,0001	<,0001	0,0007	
doba přežvykování				
den měření	-3	-2	-1	0
-3		0,8098	0,905	<,0001
-2	0,8098		0,9966	<,0001
-1	0,905	0,9966		<,0001
0	<,0001	<,0001	<,0001	

5.2.1 Efekt pořadí laktace na dobu žraní a přežvykování u nemocných dojníc

Střední hodnoty doby žraní se u krav se stoupajícím pořadím laktací snižovaly (viz Tabulka 15). Rozdíl mezi průměrnou dobou žraní prvotetek a krav na 5. a vyšší laktaci činil 56,8 minut, což odpovídá poklesu o 25 %. Pokles doby žraní byl ale průkazný až od 3. laktace (viz Tabulka 17). Co se týče rozdílů mezi jednotlivými laktacemi nebyl průkazný pouze rozdíl mezi 3. a 4. laktací.

Tabulka 15 Střední hodnoty měření sledovaných ukazatelů při výskytu onemocnění podle pořadí laktace (n = 416)

pořadí laktace	doba žraní [min.]		doba přežvykování [min.]	
	LSM	SE	LSM	SE
1.	225,7	8,61	381,7	12,14
2.	214,8	7,70	374,3	10,86
3.	194,8	7,82	368,5	11,02
4.	192,8	7,99	357,3	11,27
5. a vyšší	168,8	7,88	392,2	11,11

LSM = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat, SE = střední chyba odhadu

V případě přežvykování se střední hodnota celkové denní doby oproti 1. laktaci snižovala až do 4. laktace, ale na 5. laktaci se naopak průměrná doba přežvykování zvýšila (viz Tabulka 15).

Tabulka 16 Rozdíly středních hodnot parametrů při výskytu onemocnění podle pořadí laktace v porovnání s 1 laktací (n = 416)

pořadí laktace	doba žraní		doba přežvykování	
	[min.]	[%]	[min.]	[%]
2.	-10,9	95	-7,4	98
3.	-30,9	86	-13,2	97
4.	-32,9	85	-24,4	94
5. a vyšší	-56,8	75	10,5	103

Jako průkazný se projevil pouze rozdíl mezi kravami na 4. a na 5. a vyšší laktaci (P = 0,0024).

Tabulka 17 Hodnoty P pro stanovení průkaznosti rozdílů mezi laktacemi při výskytu onemocnění (n = 416)

doba žraní					
pořadí laktace	1	2	3	4	5
1		0,3799	<,0001	<,0001	<,0001
2	0,3799		0,0026	0,004	<,0001
3	<,0001	0,0026		0,9982	0,0005
4	<,0001	0,004	0,9982		0,0037
5	<,0001	<,0001	0,0005	0,0037	
doba přežvykování					
pořadí laktace	1	2	3	4	5
1		0,9065	0,6	0,1157	0,8433
2	0,9065		0,9456	0,3029	0,2501
3	0,6	0,9456		0,7351	0,0643
4	0,1157	0,3029	0,7351		0,0024
5	0,8433	0,2501	0,0643	0,0024	

5.3 Vliv druhu onemocnění na změnu doby žraní a přežvykování dojnic

Byl též vyhodnocen vliv na denní dobu žraní a přežvykování podle jednotlivých druhů onemocnění. Průkazné efekty byly zjištěny při onemocnění mastitidou, poporodních komplikacích a metabolických problémech. Z důvodu malé četnosti záznamů nebyl prokázán vliv na změnu doby žraní a přežvykování u onemocnění paznehtů ($n = 7$) a ovariálních cyst ($n = 3$).

5.3.1 Mastitida

U mastitidy se doba žraní postupně zkracovala již 2 dny před zjištěním onemocnění a v den záznamu nemoci byla doba žraní v průměru o 33 minut kratší oproti prvnímu sledovanému dnu a klesla tak na úroveň 86,5 % v porovnání s počáteční hodnotou (den -3) (viz Tabulka 18).

K průkaznému zkrácení doby přežvykování došlo až v den zjištění klinických příznaků mastitidy, kdy byla doba přežvykování kratší než předcházející den (den -1) o 36 minut a klesla tak na úroveň 92,5 % v porovnání s počáteční hodnotou (den -3).

Tabulka 18 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů při onemocnění mastitidou ($n = 317$)

parametr	den před záznamem onemocnění	\bar{x} [s.]	\bar{x} [min.]	rozdíl proti předchozímu dnu [min.]	rozdíl proti dnu -3 [%]	rozdíl proti dnu -3 [min.]
doba žraní	-3	14 678	245		100	
	-2	14 255	238	-7	97,1	
	-1	13 558	226	-12	92,4	
	0	12 696	212	-14	86,5	-33
doba přežvykování	-3	27 604	460		100	
	-2	27 454	458	-3	99,5	
	-1	27 675	461	4	100,3	
	0	25 544	426	-36	92,5	-34

\bar{x} = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat

5.3.2 Poporodní problémy

Průkazný pokles hodnot sledovaných parametrů se jednoznačně projevil při poporodních problémech krav, jako jsou metritida, zadržení lůžka nebo zvýšení tělesné teploty.

V případě celkové doby žraní došlo k postupně se zvyrazňujícímu poklesu od 2. dne před zaznamenáním onemocnění. Doba žraní se snížila druhý sledovaný den o 14 minut, následující den (den -1) o 27 minut a v den zaznamenání onemocnění o 43 minut. Celkově se doba žraní snížila o 84 minut, což odpovídá poklesu o 39,9 % (viz Tabulka 19).

Doba přežvykování poklesla 2 dny před zaznamenáním onemocnění o 33 minut, další den (den -1) činil pokles jen 2 minuty a v den zaznamenání klinických příznaků byl sledován pokles o 66 minut. Celkově se doba přežvykování snížila o 101 minutu, což odpovídá poklesu o 24,4 % (viz Tabulka 19).

Tabulka 19 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů při poporodních problémech (n = 65)

parametr	den před záznamem onemocnění	\bar{x} [s.]	\bar{x} [min.]	rozdíl proti předchozímu dnu [min.]	rozdíl proti dnu -3 [%]	rozdíl proti dnu -3 [min.]
doba žraní	-3	12 603	210		100	
	-2	11 759	196	-14	93,3	
	-1	10 137	169	-27	80,4	
	0	7 570	126	-43	60,1	-84
doba přežvykování	-3	24 859	414		100	
	-2	22 863	381	-33	92	
	-1	22 722	379	-2	91,4	
	0	18 790	313	-66	75,6	-101

\bar{x} = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat

5.3.3 Metabolická onemocnění

Průkazný pokles hodnot sledovaných parametrů se jednoznačně projevil také při metabolických problémech krav, jako jsou ketóza, acidóza a hypokalcémie.

Doba žraní se za 2 dny před zaznamenáním onemocnění (den -2 a den -1) snížila o 90 minut a v den zaznamenání klinických příznaků došlo k obratu a doba žraní se naopak

zvýšila o 13 minut. Den před zaznamenáním onemocnění byla doba přežvykování v porovnání s počátečním dnem sledování (den -3) o 90 minut kratší, což odpovídá poklesu o 60,1 % (viz Tabulka 20).

Doba přežvykování se za 2 dny před zaznamenáním onemocnění (den -2 a den -1) snížila o 112 minut a v den zaznamenání klinických příznaků došlo k zpomalení poklesu a doba přežvykování se snížila jen o 20 minut. V den zaznamenání onemocnění byla doba přežvykování v porovnání s počátečním dnem sledování o 133 minut kratší, což odpovídá poklesu o 43,6 % (viz Tabulka 20).

Tabulka 20 Průměrné hodnoty sledovaných parametrů při metabolických onemocněních (n = 24)

parametr	den před záznamem onemocnění	\bar{x} [s.]	\bar{x} [min.]	rozdíl proti předchozímu dnu [min.]	rozdíl proti dnu -3 [%]	rozdíl proti dnu -3 [min.]
doba žraní	-3	9 074	151		100	
	-2	6 050	101	-50	66,7	
	-1	3 625	60	-40	39,9	
	0	4 388	73	13	48,4	-78
doba přežvykování	-3	18 242	304		100	
	-2	15 036	251	-53	82,4	
	-1	11 479	191	-59	62,9	
	0	10 285	171	-20	56,4	-133

\bar{x} = střední hodnota parametru pro danou skupinu zvířat

6 Diskuze

6.1 Detekce nástupu porodu

Vliv nástupu porodu na dobu žraní a přežvykování byl na základě získaných dat průkazný (viz Tabulka 6). Oba dva sledované parametry se v období před porodem snížily, přičemž zaznamenaný pokles byl výraznější u doby přežvykování (viz Tabulka 7). Hodnoty P v tabulce 8 ukazují, že rozdíly mezi středními hodnotami obou sledovaných parametrů v období 10 dnů před otelení a v den otelení jsou statisticky významné. Tudíž lze změnu doby žraní a přežvykování v předporodním období považovat za dobrý indikátor nástupu porodu.

Vliv nástupu porodu na snížení doby žraní (Huzzey et al. 2005; Jensen 2012; Schirmann et al. 2013; Büchel & Sundrum 2014; Braun et al. 2014) a doby přežvykování (Soriani et al. 2012; Schirmann et al. 2013; Büchel & Sundrum 2014; Pahl et al. 2014; Braun et al. 2014; Ouellet et al. 2016) zaznamenali i další autoři. Průměrná denní doba žraní během 10 dnů před otelením se při našem výzkumu snížila z hodnoty 200,7 minut/den na 189,4 minut/den v den otelení. Doba přežvykování se snížila z průměrné denní hodnoty 394,1 minut/den 10 dnů před otelením na 271,2 minut/den v den otelení (viz Tabulka 6) Pokles při porovnání těchto dvou období tedy činil 11,3 minut/den (-16 %) u doby žraní a 122,9 minut/den (-31 %) u doby přežvykování (viz Tabulka 7). Huzzey et al. (2005) zaznamenali snížení doby žraní v průměru o 25 minut/den 10 dnů před otelením. Tato hodnota je vyšší než u našich výsledků, nicméně výsledky i tak potvrzují pokles doby žraní v období před porodem. Jensen (2012) sledoval dobu žraní v řádu hodin okolo porodu a zjistil, že se doba žraní zkrátila 2 hodiny před porodem a v čase těsně po porodu, kdy je nejintenzivnější interakce mezi krávou a teletem. Sociálního chování ve stádě obecně může ovlivnit potravní chování mléčného skotu a ovlivnit tak výsledky výzkumu. Dle Soriani et al. (2012) byla průměrná doba přežvykování v období 20 až 6 dnů před porodem 463 minut/den u jalovic a 522 minut/den u krav. Doba přežvykování dosáhla minima v den porodu, 262 minut/den u jalovic a 278 minut/den u krav. Tyto hodnoty odpovídají námi pozorované době přežvykování v den porodu a současně potvrzují vliv pořadí laktace popsaný v této práci (viz Tabulka 11). Dle Schirmann et al. (2013) se u krav zkrátila v období 3 dny před porodem a 1 den před porodem doba žraní o 66 minut/den a doba přežvykování o 63 minut/den. Doby žraní a přežvykování začaly klesat 4-8 hodin před porodem a následně začaly stoupat 4-6 hodin po

porodu. Rozdílné hodnoty poklesu sledovaných parametrů a zanedbatelný rozdíl mezi poklesem doby žraní a přežvykování mohly být způsobeny rozdílným časovým obdobím pozorování. Přesto výsledky této studie ukazují pokles doby žraní a přežvykování. Büchel & Sundrum (2014) porovnali dobu žraní a přežvykování 72 hodin až 7 hodin před otelením a posledních 6 hodin před otelením. Doba žraní se 6 hodin před otelením zkrátila o 57 % a doba přežvykování se zkrátila o 27 %. Při porovnání mezi jednotlivými krávami byla zaznamenána vysoká variabilita žraní a přežvykování. Pahl et al. (2014) sledovali přežvykování 24 hodin před a 24 hodin po porodu. Doba přežvykování se snížila mezi 4 hodinami před porodem až 8 hodinami po porodu. Doba přežvykování vykazovala vysokou variabilitu mezi jednotlivými krávami. Podle této studie má doba přežvykování největší potenciál při monitorování porodu, což koresponduje s naším pozorováním, kdy doba přežvykování vykazovala výraznější změny v předporodním období než doba žraní. Braun et al (2014) měřili dobu žraní a přežvykování v období 10 dnů před a 10 dnů po porodu pomocí tlakového senzoru. Průměrná doba žraní v období před otelením byla 186 minut/den a v den porodu klesla na 114 minut/den. Doba přežvykování byla stálá po dobu trvání experimentu, kromě dne porodu. Doba přežvykování se pohybovala v rozmezí 329 - 391 minut/den a v den porodu výrazně klesla na 214 minut/den. V porovnání s výsledky našeho výzkumu byl pokles obou měřených parametrů výraznější. U doby žraní byl pokles cca desetinásobný a u doby přežvykování cca dvojnásobný, při přibližně stejných výchozích hodnotách sledovaných parametrů v období 10 dnů před porodem. Jednou z možných příčin rozdílných výsledků mohl být odlišný typ zařízení využitý ke sběru dat. Ouellet et al. (2016) zjistili pokles průměrné doby přežvykování v den porodu o 41 minut/den v porovnání s předcházejícími čtyřmi dny. Tento výsledek je v porovnání s naším nižší, ale byl získán v předporodním období o 6 dnů kratším. Doba přežvykování vykazovala nejdůležitější změny v posledních šesti hodinách před porodem. Dle této studie doba přežvykování, jako nástroj predikce nástupu porodu, poskytuje nejlepší výsledky v období, kdy probíhají nejdůležitější změny. Tento závěr je v souladu s naším pozorováním, kdy doba přežvykování byla parametrem s výraznějšími změnami v předporodním období.

Cílem práce bylo vyhodnotit vztah mezi dobou přežvykování a příjmu krmiva a nástupu porodu. Byla položena otázka, zda je možné, aby změny v době žraní a přežvykování indikovaly nástup porodu. Hypotéza, neboli předpokládaná odpověď na výzkumnou otázku, zněla: „Změny v době příjmu krmiv a přežvykování dojníc lze využít jako indikátor začátku porodu.“ Nulová hypotéza, negativní formulace hypotézy, byla podrobena t-testu na hladině

významnosti $\alpha = 0,05$. Na základě výsledných P-hodnot (viz Tabulka 8) po porovnání středních hodnot doby žraní a přežvykování 10 dnů před porodem a v den porodu byla nulová hypotéza zamítnuta. A tudíž platí alternativní hypotéza: „Změny v době příjmu krmiv a přežvykování dojnic lze využít jako indikátor začátku porodu.“

6.2 Indikace změn zdravotního stavu

Posouzení vlivu onemocnění na dobu žraní a přežvykování bez rozdělení dat podle druhu onemocnění ukázalo, že sledované parametry nelze využít k předpovědi nástupu onemocnění. Jediný statisticky průkazný rozdíl mezi středními hodnotami sledovaných parametrů byl při porovnání dat o době žraní den před zaznamenáním onemocnění a v den projevu klinických příznaků (viz Tabulka 14). Tato informace je pro praktické využití nepřínosná, jelikož se jedná o příliš pozdní předpověď nástupu nemoci. Proto byl též vyhodnocen vliv jednotlivých druhů onemocnění na denní dobu žraní a přežvykování. Průkazné efekty byly zjištěny při onemocnění mastitidou, poporodních komplikacích (metritida, zadržení lůžka, zvýšení tělesné teploty) a metabolických problémech (ketóza, acidóza, hypokalcemie).

Dle González et al. (2008) jsou změny doby žraní u onemocnění vemene vysoce variabilní. U jedenácti z dvaceti šesti dojnic s diagnostikovanou mastitidou byl pozorován pokles doby žraní, ale u zbylých patnácti dojnic nenastala žádná konzistentní změna v potravním chování. U dojnic s mastitidou, kde se projevila změna doby žraní, došlo k náhlému a prudkému poklesu v den diagnózy. Při našem pozorování se doba žraní postupně zkracovala již 2 dny před zjištěním onemocnění (viz Tabulka 18). Dle Urton et al. (2005) krávy projevující znaky metritidy měly v průměru o 22 minut/den kratší dobu žraní než krávy bez projevu metritidy. Při poklesu průměrné doby žraní o 10 minut/den stoupla pravděpodobnost diagnózy metritidou dvojnásobně. Dle Huzzey et al. (2005) dojnice postižené těžkou metritidou měly kratší dobu žraní v porovnání se zdravými dojnicemi. Pokles doby žraní začal 2 týdny před projevem klinických znaků metritidy. Při poklesu průměrné doby žraní v období před porodem o 10 minut/den stoupla pravděpodobnost výskytu těžké metritidy 1,72krát. Výsledky obou výše uvedených studií korespondují s naším pozorováním, kdy se doba žraní snížila dva dny před zaznamenáním onemocnění o 14 minut, následující den o 27 minut a v den zaznamenání onemocnění o 43 minut (viz Tabulka 19). Obě výše uvedené studie pracovaly s daty z období 2 týdny před zaznamenáním onemocnění, zatímco náš výzkum hodnotil 3 dny

před projevem klinických příznaků a den záznamu onemocnění. Pro lepší porovnání výsledků s výše uvedenými studiemi by bylo zapotřebí použít data ze srovnatelného období. Liboreiro et al. (2015) v období 3 týdny před porodem nepozorovali rozdíly v denní délce přežvykování mezi dojnici s metritidou a zdravými dojnici. Tento závěr není v souladu s našimi výsledky, kdy doba přežvykování poklesla během 3 dnů před a v den záznamu onemocnění o 101 minut, což odpovídá poklesu o 24,4 % (viz Tabulka 19). Určitou roli mohlo v tomto případě sehrát sloučení několika druhů poporodních komplikací použitých v našem hodnocení. Dle González et al. (2008) ketóza byla provázána prudkým poklesem denní doby žraní o 45 minut/den. Pokles doby žraní se objevil v průměru 3,6 dne před diagnózou onemocnění. Tento výsledek je v souladu s naším pozorováním, kdy se doba žraní 2 dny před záznamem onemocnění snížila o 50 minut/den a následující den o dalších 40 minut/den. Dle Goldhawk et al. (2008) při poklesu průměrné doby žraní týden před otelením o 10 minut/den stoupla pravděpodobnost výskytu subklinické ketózy 1,72krát. Při našem pozorování poklesla doba žraní během 2 dnů v průměru o 45 minut/den. Prudší pokles doby žraní v porovnání s výše uvedenou studií mohl být způsoben kratším sledovaným obdobím. Dle Liboreiro et al. (2015) v období 3 týdny před porodem neindikuje denní doba přežvykování subklinickou ketózu a hypokalcémií. Při našem pozorování se doba přežvykování za 2 dny před zaznamenáním onemocnění snížila o 112 minut. A v den zaznamenání onemocnění byla doba přežvykování v porovnání s počátečním dnem sledování (den -3) o 133 minut kratší, což odpovídá poklesu o 43,6 % (viz Tabulka 20).

Druhým cílem práce bylo vyhodnotit vztah mezi dobou přežvykování a příjmu krmiva a změnami zdravotního stavu dojnic. Byla položena otázka, zda je možné, aby změny v době žraní a přežvykování indikovaly zhoršení zdravotního stavu dojnic. Hypotéza zněla: „Změny v době příjmu krmiv a přežvykování dojnic lze využít jako indikátor zhoršení zdravotního stavu.“ Nulová hypotéza byla podrobena t-testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Na základě výsledných P-hodnot (viz Tabulka 14) po porovnání středních hodnot doby žraní a přežvykování ve třech dnech před projevem klinických příznaků a v den záznamu onemocnění byla nulová hypotéza potvrzena, s výjimkou rozdílu doby žraní den před a v den záznamu onemocnění ($P = 0,0007$). Byl též vyhodnocen vliv jednotlivých druhů onemocnění na denní dobu žraní a přežvykování. Průkazné efekty byly zjištěny při onemocnění mastitidou, poporodních komplikacích a metabolických problémech. Další výzkum by se měl zaměřit na dokázání vztahu mezi dobou žraní a přežvykování a jednotlivými onemocněními, nikoliv pouze skupinami zdravotních problémů krav.

7 Závěr

Z výsledků práce, jejímž cílem bylo vyhodnotit vztah mezi dobou přežvykování a příjmu krmiva a změnami zdravotního stavu dojnic nebo nástupu porodu, vyplývá, že:

1. lze zaznamenat průkazné změny v době žraní a přežvykování pomocí zařízení (Vitalimetr5) připevněném na obojku zavěšeném na krku krávy;
2. doba žraní i doba přežvykování se v období před otelením snížily a v období po otelení překročily původní hodnoty z období před otelením;
3. pořadí laktace krav ovlivňuje více dobu žraní než dobu přežvykování;
4. změny v době žraní a přežvykování nejsou ovlivněny všemi druhy onemocnění stejně, ale obecně se projevují těsně před zjistitelným projevem daného onemocnění;
5. v případě mastitidy se její výskyt projevil dříve u doby žraní a její pokles se postupně zvětšoval s menším počtem dnů před zjištěním onemocnění, zatímco k výraznému poklesu doby přežvykování došlo až v den zaznamenání mastitidy;
6. obdobným způsobem se projeví i poporodní komplikace, jako jsou metritida, zadržení lůžka nebo zvýšení tělesné teploty, ale míra poklesu sledovaných časů byla větší;
7. změny v době žraní a přežvykování byly zjištěny také při metabolických problémech krav, jako jsou ketóza, acidóza a hypokalcémie, ale poklesy naměřených hodnot nebyly pravidelné, což lze vysvětlit složitější diagnostikou při méně výrazných klinických příznacích těchto onemocnění;
8. změny v době žraní a přežvykování je možné prakticky využít pro monitoring blížícího se porodu i výskytu některých druhů onemocnění, přitom je ale vhodné upravit způsob vyhodnocení podle použitého zařízení a konkrétních podmínek chovu;
9. případné rozlišení jednotlivých druhů onemocnění podle míry a způsobu změn sledovaných parametrů vyžaduje další výzkum.

8 Literatura

- AWASTHI, A, A AWASTHI, D RIORDAN a J WALSH, 2016. Non-Invasive Sensor Technology for the Development of a Dairy Cattle Health Monitoring System. *Computers [online]*. **5**(4), 23. DOI: 10.3390/computers5040023.
- BENAISSA, S, F A M TUYTTENS, D PLETS, J TROGH, L MARTENS, L VANDAELE, W JOSEPH a B SONCK, 2020. Calving and estrus detection in dairy cattle using a combination of indoor localization and accelerometer sensors. *Computers and Electronics in Agriculture [online]*. **168**, 105153. DOI: 10.1016/j.compag.2019.105153.
- BIKKER, J P, H VAN LAAR, P RUMP, J DOORENBOS, K VAN MEURS, G M GRIFFIOEN a J DIJKSTRA, 2014. Technical note: Evaluation of an ear-attached movement sensor to record cow feeding behavior and activity. *Journal of Dairy Science [online]*. **97**(5), 2974-2979. DOI: 10.3168/jds.2013-7560.
- BORCHERS, M R, Y M CHANG, I C TSAI, B A WADSWORTH a J M BEWLEY, 2016. A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors. *Journal of Dairy Science [online]*. **99**(9), 7458-7466. DOI: 10.3168/jds.2015-10843.
- BRAUN, U, L TRÖSCH, F NYDEGGER a M HÄSSIG, 2013. Evaluation of eating and rumination behaviour in cows using a noseband pressure sensor. *BMC Veterinary Research [online]*. **9**, 164. DOI: 10.1186/1746-6148-9-164.
- BRAUN, U, T TSCHONER a M HÄSSIG, 2014. Evaluation of eating and rumination behaviour using a noseband pressure sensor in cows during the peripartum period. *BMC Veterinary Research [online]*. **10**, 195. DOI: 10.1186/s12917-014-0195-6.
- BÜCHEL, S a A SUNDRUM, 2014. Short communication: Decrease in rumination time as an indicator of the onset of calving. *Journal of Dairy Science [online]*. **97**(5), 3120-3127. DOI: 10.3168/jds.2013-7613.
- BURFEIND, O, K SCHIRMANN, M A G VON KEYSERLINGK, D M VEIRA, D M WEARY a W HEUWIESER, 2011. Technical note: Evaluation of a system for monitoring rumination in heifers and calves. *Journal of Dairy Science [online]*. **94**(1), 426-430. DOI: 10.3168/jds.2010-3239.
- CALAMARI, L, N SORIANI, G PANELLA, F PETRERA, A MINUTI a E TREVISI, 2014. Rumination time around calving: An early signal to detect cows at greater risk of disease. *Journal of Dairy Science [online]*. **97**(6), 3635-3647. DOI: 10.3168/jds.2013-7709.
- CLARK, C E F, N A LYONS, L MILLAPAN, S TALUKDER, G M CRONIN, K L KERRISK a S C GARCIA, 2015. Rumination and activity levels as predictors of calving for dairy cows. *Animal [online]*. **9**(4), 691-695. DOI: 10.1017/S1751731114003127.
- DE KONIG, C J A M, 2010. Automatic milking - Common practice on dairy farms. *The First North American Conference on Precision Dairy Management [online]*. Dostupné z: <http://precisiondairy.com/proceedings/s3dekonig.pdf>

- DE VRIES, T J, 2018. Challenges and opportunities in precision health monitoring of dairy cattle. *Journal of Animal Science* [online]. **96**, 502. DOI: 10.1093/jas/sky404.1097. Dostupné z: https://academic.oup.com/jas/article/96/suppl_3/502/5235147
- DE VRIES, T J, M A G VON KEYSERLINGK, D M WEARY a K A BEAUCHEMIN, 2003. Technical Note: Validation of a System for Monitoring Feeding Behavior of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **86**(11), 3571-3574. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73962-9.
- GOLDHAWK, C, N CHAPINAL, D M VEIRA, D M WEARY a M A G VON KEYSERLINGK, 2009. Prepartum feeding behavior is an early indicator of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science* [online]. **92**(10), 4971-4977. DOI: 10.3168/jds.2009-2242.
- GONZÁLEZ, L A, B J TOLKAMP, M P COFFEY, A FERRET a I KYRIAZAKIS, 2008. Changes in Feeding Behavior as Possible Indicators for the Automatic Monitoring of Health Disorders in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **91**(3), 1017-1028. DOI: 10.3168/jds.2007-0530.
- GROENENDAAL, H, D T GALLIGAN a H A MULDER, 2004. An Economic Spreadsheet Model to Determine Optimal Breeding and Replacement Decisions for Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* [online]. **87**(7), 2146-2157. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(04)70034-X.
- HELWATKAR, A, J WALSH a D RIORDAN, 2014. Sensor Technology for Animal Health Monitoring. *Proceedings of the 8th International Conference on Sensing Technology* [online]. 266-271. DOI: 10.13140/2.1.1305.0242. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Amruta_Helwatkarp/publication/265552275_Sensor_Technology_For_Animal_Health_Monitoring/links/5411e9630cf2788c4b35500a.pdf
- HUZZEY, J M, D M VEIRA, D M WEARY a M A G VON KEYSERLINGK, 2007. Prepartum Behavior and Dry Matter Intake Identify Dairy Cows at Risk for Metritis. *Journal of Dairy Science* [online]. **90**(7), 3220-3233. DOI: 10.3168/jds.2006-807.
- HUZZEY, J M, M A G VON KEYSERLINGK a D M WEARY, 2005. Changes in Feeding, Drinking, and Standing Behavior of Dairy Cows During the Transition Period. *Journal of Dairy Science* [online]. **88**(7), 2454-2461. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72923-4.
- CHAPINAL, N, D M VEIRA, D M WEARY a M A G VON KEYSERLINGK, 2007. Technical Note: Validation of a System for Monitoring Individual Feeding and Drinking Behavior and Intake in Group-Housed Cattle. *Journal of Dairy Science* [online]. **90**(12), 5732-5736. DOI: 10.3168/jds.2007-0331.
- JAWOR, P E, J M HUZZEY, S J LEBLANC a M A G VON KEYSERLINGK, 2012. Associations of subclinical hypocalcemia at calving with milk yield, and feeding, drinking, and standing behaviors around parturition in Holstein cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **95**(3), 1240-1248. DOI: 10.3168/jds.2011-4586.
- JENSEN, M B, 2012. Behaviour around the time of calving in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* [online]. **139**(3-4), 195-202. DOI: 10.1016/j.applanim.2012.04.002.

- KATZ, G, A ARAZI, N PINSKY, I HALACHMI, Z SCHMILOVITZ, E AIZINBUD a E MALTZ, 2009. Current and near term technologies for automated recording of animal data for precision dairy farming. *Journal of Animal Science* [online]. (85). Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/284150372_Current_and_near_term_technologies_for_automated_recording_of_animal_data_for_precision_dairy_farming
- KONONOFF, P J, H A LEHMAN a A J HEINRICH, 2002. Technical Note - A Comparison of Methods Used to Measure Eating and Ruminating Activity in Confined Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* [online]. **85**(7), 1801-1803. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(02)74254-9.
- LIBOREIRO, D N, K S MACHADO, P R B SILVA, M. M MATURANA, T K NISHIMURA, A P BRANDÃO, M I ENDRES a R C CHEBEL, 2015. Characterization of peripartum rumination and activity of cows diagnosed with metabolic and uterine diseases. *Journal of Dairy Science* [online]. **98**(10), 6812-6827. DOI: 10.3168/jds.2014-8947.
- OUELLET, V, E VASSEUR, W HEUWIESER, O BURFEIND, X MALDAGUE a E CHARBONNEAU, 2016. Evaluation of calving indicators measured by automated monitoring devices to predict the onset of calving in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **99**(2), 1539-1548. DOI: 10.3168/jds.2015-10057.
- PAHL, C, E HARTUNG, A GROTHMANN, K MAHLKOW-NERGE a A HAEUSSERMANN, 2014. Rumination activity of dairy cows in the 24 hours before and after calving. *Journal of Dairy Science* [online]. **97**(11), 6935-6941. DOI: 10.3168/jds.2014-8194.
- PAUDYAL, S, F MAUNSELL, J RICHESON, C RISCO, A DONOVAN a P PINEDO, 2016. Periparturum rumination dynamics and health status in cows calving in hot and cool seasons. *Journal of Dairy Science* [online]. **99**(11), 9057-9068. DOI: 10.3168/jds.2016-11203.
- RUTTEN, C J, C KAMPHUIS, H HOGEEVEEN, K HUIJPS, M NIELEN a W STEENEVELD, 2017. Sensor data on cow activity, rumination, and ear temperature improve prediction of the start of calving in dairy cows. *Computers and Electronics in Agriculture* [online]. **132**, 108-118. DOI: 10.1016/j.compag.2016.11.009.
- RUTTEN, C J, A G J VELTHUIS, W STEENEVELD a H HOGEEVEEN, 2013. Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science* [online]. **96**(4), 1928-1952. DOI: 10.3168/jds.2012-6107.
- SCHIRMANN, K, N CHAPINAL, D M WEARY, L VICKERS a M A G VON KEYSERLINGK, 2013. Short communication: Rumination and feeding behavior before and after calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **96**(11), 7088-7092. DOI: 10.3168/jds.2013-7023.
- SCHIRMANN, K, N CHAPINAL, D M WEARY, W HEUWIESER a M A G VON KEYSERLINGK, 2012. Rumination and its relationship to feeding and lying behavior in Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **95**(6), 3212-3217. DOI: 10.3168/jds.2011-4741.

- SCHIRMANN, K, M A G VON KEYSERLINGK, D M WEARY, D M VEIRA a W HEUWIESER, 2009. Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. **92**(12), 6052-6055. DOI: 10.3168/jds.2009-2361.
- SORIANI, N, E TREVISI a L CALAMARI, 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science* [online]. **90**(12), 4544-4554. DOI: 10.2527/jas.2011-5064.
- STANGAFERRO, M L, R WIJMA, L S CAIXETA, M A AL-ABRI a J O GIORDANO, 2016. Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part II. Mastitis. *Journal of Dairy Science* [online]. **99**(9), 7411-7421. DOI: 10.3168/jds.2016-10908.
- STEENEVELD, W, L C VAN DER GAAG, W OUWELTJES, H MOLLENHORST a H HOGEVEEN, 2010. Discriminating between true-positive and false-positive clinical mastitis alerts from automatic milking systems. *Journal of Dairy Science* [online]. **93**(6), 2559-2568. DOI: 10.3168/jds.2009-3020.
- STUPKA, R, 2013. *Chov zvířat. 2. vydání*. Praha: Powerprint. ISBN 978-80-87415-66-5.
- SVENNERSTEN-SJAUNJA, K M a G PETTERSSON, 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science* [online]. **86**(13), 37-46. DOI: 10.2527/jas.2007-0527.
- URTON, G, M A G VON KEYSERLINGK a D M WEARY, 2005. Feeding Behavior Identifies Dairy Cows at Risk for Metritis. *Journal of Dairy Science* [online]. **88**(8), 2843-2849. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72965-9.