

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra mikrobiologie, výživy a dietetiky



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Vliv intenzity příjmu krmiva u dojnic na produkci
a kvalitu mléka, přežvykování, bacherovou fermentaci
a efektivitu využití krmné dávky**

Diplomová práce

Zuzana Pražáková

Výživa zvířat

Ing. Miroslav Joch, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vliv intenzity příjmu krmiva u dojnic na produkci a kvalitu mléka, přežvykování, bachorovou fermentaci a efektivitu využití krmné dávky" jsem vypracovala 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 autora uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 14.4.2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Miroslavu Jochovi, Ph.D. za možnost pracovat na velmi zajímavém tématu a za jeho odborné vedení, pomoc, ochotu, trpělivost a cenné rady při konzultacích a zpracování diplomové práce.

Vliv intenzity příjmu krmiva u dojnic na produkci a kvalitu mléka, přežvykování, bachorovou fermentaci a efektivitu využití krmné dávky

Souhrn

Způsob příjmu krmiva je pro dojnice důležitým prvkem, který ovlivňuje mléčnou produkci, přežvykování, bachorovou fermentaci a efektivitu využití krmné dávky. Krmení je u dojnic převládající činností, přičemž přežvykováním mohou strávit více než polovinu dne. U přežvýkavců je tedy velmi důležité, aby měli neustálou možnost přístupu k naplněnému žlabu potravou.

Jednotlivé dojnice se však od sebe svým krmným chováním liší. Hierarchie uvnitř stáda, teplota prostředí nebo zdravotní stav působí na rozdílnou intenzitu příjmu krmiva, která pak následně ovlivňuje kvalitu i kvantitu mléčné produkce, dobu přežvykování, bachorovou fermentaci a efektivitu využití krmné dávky.

Do experimentu bylo zařazeno celkem 30 dojnic holštýnského plemene a po 14 dnech pokusu bylo vybráno 10 dojnic s nejvyšší a 10 s nejnižší intenzitou příjmu sušiny. U těchto 20 ti vybraných dojnic byl po dobu 42 dnů sledován příjem krmiva, doba přežvykování a nádoj. Dojnice byly v první fázi laktace a byly krmeny směsnou krmnou dávkou. V přípravném období byly navykány na krmení z tenzometrických žlabů s individuální identifikací zvířat. Pomocí tenzometrických vah umístěných v krmných žlabech a Vitalimetru 5P byl měřen příjem sušiny (kg/d), intenzita příjmu sušiny (g/min), doba žraní (min/d), počet přístupů do žlabu, přežvykování (min/d) a přežvykování (min/kg sušiny). Dojivost byla zaznamenávána pro každou dojnici zvlášť pomocí AfiMilk MPC Milk meter a následně analyzována skrze MilkoScan. Na základě metody infračervené spektroskopie byla zjištěna koncentrace mléčného tuku a proteínu.

Data byla vyhodnocena prostřednictvím softwaru SAS a podrobena metodě ANOVA pomocí PROC MIXED. Statistická významnost ($p < 0,05$) byla zjištěna u intenzity příjmu sušiny (o 76,6 g), doby žraní (o 81 min) a počtu přístupů ke krmnému žlabu (o 24). Přežvykování, mléčná produkce ani efektivita využití krmné dávky se nepotvrdily jako statisticky významné.

Tato práce ukázala, že jednotlivé dojnice se od sebe liší svojí intenzitou příjmu sušiny, dobou žraní a počtem přístupů ke krmnému žlabu. Nízká intenzita příjmu pozitivně působí na delší dobu žraní a častější přístup ke žlabu.

Klíčová slova: dojnice, intenzita příjmu krmiva, bachor, bachorová fermentace, stravitelnost, přežvykování, mléko, kvalita mléka.

Effects of eating rate of dairy cows on milk production and quality, rumination, rumen fermentation, and feed efficiency

Summary

For dairy cows, the method of feed intake is an important element that affects milk production, rumination, rumen fermentation and the production of feed eflection utilization. Feeding is a predominant activity for dairy cows, and they may spend more than half of the day ruminating. It is therefore very important for ruminants to have constant access to a trough filled with food.

However, individual dairy cows differ from each other in their feeding behavior. Hierarchy within the herd, temperature and health status affect different treatment of feed intake, which subsequently increases the quality and quantity of milk production, rumination time, ruminal fermentation and production of feed ration utilization.

A total of 30 dairy cows of the Holstein breed were included in the experiment, and after 14 days of the experiment, 10 dairy cows with the highest and 10 with the lowest intensity of dry matter intake were selected. Feed intake, rumination time and milk yield were monitored for 42 days in these 20 selected dairy cows. The dairy cows were in the first stage of lactation and were fed a mixed ration. In the preparatory period, they were used to feeding from tensometric troughs with individual animal identification. Dry matter intake (kg/d), intensity of dry matter intake (g/min), eating time (min/d), number of approaches to the trough, rumination (min/d) and rumination were measured using tensiometric scales placed in the feeding troughs and Vitalimeter 5P (min/kg dry matter). Milk yield was recorded for each dairy cow separately using an AfiMilk MPC Milk meter and then analyzed through MilkoScan. Based on the method of infrared spectroscopy, the concentration of milk fat and protein was determined.

Data were evaluated using SAS software and subjected to ANOVA using PROC MIXED. Statistical significance ($p < 0.05$) was found for the intensity of dry matter intake (by 76.6 g), eating time (by 81 min) and the number of approaches to the feeding trough (by 24). Rumination, milk production and efficiency of use of feed rations were not confirmed as statistically significant.

This work showed that individual dairy cows differ from each other in their intensity of dry matter intake, eating time and number of approaches to the feed trough. Low intake intensity has a positive effect on longer eating and more frequent access to the trough.

Keywords: dairy cow, intensity of feed intake, rumen, rumen fermentation, digestibility, rumination, milk, milk quality.

Obsah

1	Úvod	8
2	Vědecká hypotéza a cíle práce	9
2.1	Cíl práce	9
2.2	Hypotézy	9
3	Literární rešerše	10
3.1	Faktory ovlivňující příjem krmiva	10
3.1.1	Vnitřní faktory	10
3.1.1.1	Pocit hladu a sytosti	10
3.1.1.2	Plemeno, věk a zdravotní stav	11
3.1.2	Vnější faktory	11
3.1.2.1	Chutnost krmiva	12
3.1.2.2	Vůně krmiva	13
3.1.2.3	Další smyslové stimuly	13
3.1.2.4	Tepelný stres	14
3.1.2.5	Hierarchie a temperament	17
3.1.2.6	Velikost a konzistence krmiva	18
3.2	Efektivní využití krmné dávky	19
3.3	Faktory ovlivňující kvalitu i kvantitu mléka	21
3.3.1	Vyvážená krmná dávka	21
3.3.2	Zdravotní stav	22
3.3.3	Genetika a věk	22
3.3.4	Tepelný stres	23
3.3.5	Zoohygiena a technika dojení	23
3.4	Dopady potravního chování na produkci mléka	24
3.5	Dopad intenzity příjmu krmiva na efektivní bachorovou fermentaci	26
4	Metodika	28
4.1	Design experimentu	28
4.2	Krmná dávka	28
4.3	Měření intenzity příjmu krmiva, doby přezvykování a celkové doby žraní	29
4.4	Odběr a stanovení složení mléka	30
4.5	Statistická analýza	30
5	Výsledky	32
5.1	Elementární charakteristiky vybraných dojnic	32
5.2	Vliv intenzity příjmu krmiva na krmné chování	33
5.3	Vliv intenzity příjmu krmiva na produkci a složení mléka	34
5.4	Vliv intenzity příjmu krmiva na efektivitu využití krmné dávky	34

6	Diskuze.....	35
6.1	Vliv intenzity příjmu krmiva na produkci a složení mléka.....	35
6.2	Vliv intenzity příjmu krmiva na efektivitu využití krmné dávky.....	36
6.3	Vliv intenzity příjmu krmiva na přezvykování.....	37
7	Závěr	39
8	Literatura.....	40

1 Úvod

Potravní chování dojnic má významný vliv na efektivitu využití krmné dávky. Přestože hlavní motivací pro příjem krmiva je bezpochyby pocit hladu, tak především kvalitní a pravidelná výživa podporuje zvýšení rentability hospodářských zvířat (Wredle et al. 2006), zlepšení jejich zdravotního stavu a zároveň i snížení dopadu na životní prostředí (Llonch et al. 2018; Olijhoek et al. 2018).

Krmné chování lze měřit pomocí různých kritérií, jako jsou například: intenzita příjmu sušiny (g/min), příjem sušiny (kg/den), celková doba žraní a přežvykování (min/den) nebo počet přístupů do žlabu (den). Zatímco vysoká intenzita příjmu krmiva souvisí s nižší efektivitou krmiva, tak nízká intenzita pozitivně působí na prodloužení doby krmení a přežvykování, zvýšení počtu přístupů ke žlabu a celkové stravitelnosti krmné dávky. Častější krmení menšími porcemi je obvykle spjato s efektivnějším využitím potravy a se schopností přetvořit přijatou potravu na mléko (Llonch et al. 2018).

Nejenom složení krmné dávky, ale i odchylky krmného chování mohou napomoci k předvídání a identifikaci některých onemocnění, jako jsou ketóza, mastitida nebo kulhání. Například změny v přežvykování nebo zvýšená intenzita příjmu krmiva mohou být pořítkem k subakutní bachorové acidóze nebo ke zhoršenému nádoji (Bergsten 2006).

Potravní chování může být regulováno prostřednictvím vnitřních a vnějších faktorů, které mají vliv jak na zdraví dojnic, sociální chování, efektivitu využití krmné dávky, tak i na celkový welfare zvířat (Curtis & Hout 1983; Llonch et al. 2018). Přežvýkavci jsou společenská zvířata, u kterých má hierarchie značný vliv na krmné chování, a to především když mají omezený přístup ke krmivu (Grant et al. 1995). V takovémto případě může nastat „soutěž“ o jídlo, která způsobí zvýšení intenzity krmení a zkrácení průměrné doby žraní (Beauchemin 2018). Dominantní zvířata tráví více času krmným chováním, což má pozitivní účinek i na mléčnou užitkovost (Llonch et al. 2018). Vysoká teplota prostředí je pro přežvýkavce velmi nebezpečná, protože sebou nese riziko tepelného stresu (O'Brien et al. 2012). V horkých letních měsících zvířata soustředí příjem potravy do ranních a soumrakových hodin, což vede ke zvýšenému riziku subakutní bachorové acidózy (West 2003; Llonch et al. 2018).

Rutinní monitorování krmného chování umožňuje u dojnic sledovat jejich zdravotní stav a mléčnou produkci, a to jak individuálně, tak v rámci celého stáda. Pro farmáře jsou získané informace velmi cenné, neboť jsou užitečným nástrojem pro zajištění efektivní optimalizace při hospodaření se zvířaty.

2 Vědecká hypotéza a cíle práce

2.1 Cíl práce

Cílem práce je ověřit vliv rozdílné intenzity příjmu krmiva (g/min) u dojnic na produkci a kvalitu mléka, přežvykování, bachorovou fermentaci a efektivitu využití krmné dávky.

2.2 Hypotézy

Z předchozích pokusů víme, že dojnice se mezi sebou značně liší ve způsob příjmu krmiva (např. v intenzitě příjmu). Předpokládáme, že tyto rozdíly budou mít vliv na dobu přežvykování, na velikost a kvalitu produkce mléka, na bachorovou fermentaci, a také na efektivitu využití krmné dávky.

Předpokládáme, že vyšší intenzita příjmu krmiva:

- Zvýší dobu přežvykování.
- Zvýší bachorové pH.
- Zvýší produkci mléka.
- Zvýší zastoupení tuku v mléce.
- Zvýší efektivitu využití krmné dávky.

3 Literární rešerše

3.1 Faktory ovlivňující příjem krmiva

Již v roce 1985 bylo definováno potravní chování zvířete jako možnost výběru a příjmu krmiva, které obsahuje živiny nezbytné pro jeho zdravý růst a vývoj (Le Magnem 1985). I u dojnic je příjem krmiva klíčovým parametrem, protože ovlivňuje celý proces trávení. Krmné chování lze měřit pomocí různých kritérií, jako je například frekvence a doba strávená krmením (gram za minutu), nebo doba přežvykování (Llonch et al. 2018). Přežvykování je u dojnic převládajícím chováním a velkou část dne tráví právě touto činností. Vysoko – produkční krávy, jako je například holštýnské plemeno, dokáží sníst více než 25 kg sušiny za den, přičemž touto aktivitou mohou strávit v průměru i více než 12 hodin denně. U přežvykavců je velice důležité, aby krmivo bylo pravidelně dávkováno. V ideálním případě má zvíře neustálou možnost k přístupu k naplněnému žlabu potravou (Llonch et al. 2018).

Po každém nakrmení následuje přežvykování. Tento proces zahrnuje čtyři fáze, a to rejekci^o – vyvržení sousta, vlastní přežvykování, proslinění a nakonec polknutí (Härtlová et al. 2009). Průchod vyvrhovaného sousta lze pozorovat na levé straně krku zvířete. Počet žvýkacích pohybů na jedno sousto je závislé na složení potravy (Reece 2011). Na přežvykování jedné krmné dávky o hmotnosti 100 až 120 g může skot vykonat 20 až 90 žvýkacích pohybů. Za jednu minutu provede asi 55 žvýkacích pohybů (Dijkstra et al. 2005).

Udává se, že objemné krmivo, které je bohaté na vlákninu se přežvykuje důkladněji a počet žvýkacích pohybů může být až 100 i více, než je sousto spolknuto (Reece 2011). Po poctivém přežvykání je tedy sousto spolknuto a zhruba za 3 až 5 sekund se rejekuje další (Allen 2017). Po přežvykání 50 soust, které zabere asi 40 až 50 minut, nastává období klidu, které je však brzy vystřídáno další periodou přežvykování (Baldwin et al. 2004).

3.1.1 Vnitřní faktory

Je jasné, že krmení, řádné proslinění a přežvykování jsou vzájemně propojené. Již na tyto prvotní děje působí velmi mnoho podnětů, které následně ovlivňují celý proces trávení (Wredle et al. 2006). Motivace k nakrmení u přežvykavce je ovlivněna vnitřními (interními) a vnějšími (externími) faktory. Mezi vnitřní faktory spadají různé fyziologické a metabolické reakce, které často integrují se smyslovými vlastnostmi (Llonch et al. 2018).

Vnitřní faktory tedy regulují příjem krmiva, a to například na základě pocitu hladu, nebo prostřednictvím zesílené pozitivní smyslové stimulace či chutnosti krmné dávky (Wredle et al. 2006). Hlavní motivací pro příjem krmiva je pocit hladu (Cummings & Overduin 2007). Rychlost příjmu krmiva pak záleží na chutnosti a kvalitě krmné dávky, krmné technice a stupni nasycení zvířat (Craig & Lee 1996; Kare et al. 2007).

3.1.1.1 Pocit hladu a sytosti

Pocit hladu je u přežvykavců vnímán velmi negativně. U skotu by k tomuto stavu nemělo docházet, protože nepříznivě ovlivňuje kolísání pH v batoru, což může mít za

následek snížení užítkovosti i celkové rentability dojníc. Pocit hladu je spojen se zvýšením hormonu *ghrelinu*¹ v krevní plazmě (Wredle et al. 2006).

Podle studie od Jonese et al. (2010) může hlad negativně ovlivnit nejen tělesnou kondici dojníc a produkci mléka, ale také může negativně způsobit hormonální změny a špatnou funkci metabolismu, což ohrožuje pohodu krav.

Krávy nejčastěji zažívají pocit hladu, když nemají včas zajištěný přístup ke krmivu nebo k vodě. To může způsobit stres a úzkost, což vede ke snížení příjmu krmiva a k poklesu dojivosti (O'Connell et al. 2015).

Opakem hladu je **stav sytosti**. Nasycení je dosaženo po žvýkání a následném polknutí množství krmiva, které se posléze hromadí v žaludku a poté putuje do střev (Llonch et al. 2018).

3.1.1.2 Plemeno, věk a zdravotní stav

Množství, ale i rychlost příjmu krmiva pro dosažení sytosti je u jednotlivých dojníc velmi variabilní, protože záleží zejména na **plemenu, věku a zdravotním stavu zvířete**.

Typ plemene může hrát velkou roli v rychlosti, jakou krávy žerou. Dle studie provedené Universitou v Minnesotě se holštýnské plemeno stravuje rychleji ve srovnání s plemeny Angus nebo Hereford (Cromwell et al. 1997). Tento rozdíl v rychlosti příjmu potravy lze přičíst genetické vybavenosti, která ovlivňuje trávicí soustavu a schopnosti rozkládat potravu (Firkins et al. 2010).

Věk dojnice taktéž může mít vliv na rychlost příjmu krmiva a dosažení pocitu sytosti. Mladší krávy mívají vyšší příjem než krávy starší (Forbes et al. 2008; Lascano et al. 2011). Tento rozdíl v rychlosti příjmu krmiva je připisován vyšší účinnosti fermentace v batoru u mladých krav, která jim umožňuje zkonsumovat více krmiva za kratší dobu (Akin et al. 2008). Vyšší rychlost příjmu potravy u mladých dojníc má za následek zvýšený příjem krmiva, což také ovlivňuje přírůstek hmotnosti a celkový růst dojníc (Lascano et al. 2011).

Potravní chování však nemusí být ovlivněno pouze těmito predeterminovanými hodnotami, ale motivace k chuti k jídlu nebo sytosti může být také vyvolána prostřednictvím zážitků, či očekávané odměny (Ginane et al. 2015).

Zdravotní stav zvířete také velmi ovlivňuje krmné chování. U nemocných dojníc trpících například mastitidou nebo slintavkou a kulhankou byl mimo jiné zaznamenán výrazně nižší a pomalejší příjem krmiva a snížení celkové užítkovosti (Wang et al. 2013; Lima et al. 2008).

3.1.2 Vnější faktory

Kromě vnitřních faktorů, které ovlivňují krmné chování, existují ještě faktory vnější, neboli externí. Například sociální facilitace² ve zvířeti vyvolává motivaci k nažrání, neboť je stimulováno zrakem nebo i zvukem jiných zvířat, která jedí. Tento jev byl vysvětlen

¹ Ghrelin, hormon hladu kromě regulace chuti k jídlu hraje také významnou roli v regulaci a distribuci energie (Slimáková 2021).

² „Sociální facilitace, reakce lidí i některých druhů zvířat na sociální situaci, vyvolanou již pouhou přítomností jiného příslušníka téhož živočišného druhu (Nakonečný 2023).“

Curstisem a Houptem již v roce 1983, a to tak, že pokud jedna kráva žere, tak ostatní krávy jsou tímto stimulovány k přijímání potravy bez ohledu na to, zda jsou syté či nikoliv. Mezi vnější faktory patří například chutnost a aroma podávaného krmiva, velikost a struktura krmné dávky, působení životního prostředí, sociální vlivy či chování uvnitř stáda.

3.1.2.1 Chutnost krmiva

Rychlost příjmu krmiva je výrazně ovlivněna **chutností diety** (Wredle et al. 2006). Do krmných dávek jsou již běžně přidávány nejrůznější přísady, které dodávají chutnost a podporují tak příjem krmiva (Roura et al. 2005).

Přežvýkavci dokáží v dutině ústní provádět takřka dokonalou chuťovou analýzu přijaté potravy a následně se rozhodnout, jaký druh krmiva si vyberou. Chuť patří mezi jeden z nejdůležitějších smyslů a pravděpodobně se vyvinul za účelem rozlišit vhodné potraviny od těch nebezpečných. U býložravců, včetně přežvýkavců je již dlouho známo, že preferují různé druhy i části rostlin, takže i z krmné dávky si dokáží vyselektovat jednotlivé komponenty. Vyhýbají se například hořkým až trpkým chutím a také sekundárním metabolitům rostlin (Ferreira et al. 2015). Naopak dávají přednost sladké chuti (Von Keyserlingk et al. 2020).

Skot dokáže rozeznat hořkou, sladkou, kyselou, slanou a chuť unami. Jednotlivé chutě se na základě fyziologických požadavků podílejí na udržení homeostázy. Jak již bylo zmíněno, tak hořkou chuť přežvýkavci z pravidla odmítají, avšak díky ní dokáží rozeznat a vyhnout se potravě s vysokým podílem taninů a toxinů. Tyto látky snižují celkovou nutriční hodnotu rostliny. Sladká chuť slouží k doplnění energetické zásoby (Phillips 2020). Receptor sladké chuti je také schopen spustit sekreci hormonů, které vyvolají pocit sytosti (Roura et al. 2018). Slaná chuť potravy zajišťuje jedinci rovnováhu elektrolytů v těle. Kyselá chuť reguluje pH v těle zvířete (Phillips 2020) a chuť unami dokáže v krmné dávce vnímat kyselinu glutamovou a její soli – glutamany (Ginane et al. 2011).

Jednotlivé chuťové receptory jsou rozmístěny na různých částech jazyka. Kromě již 5 ti zmíněných chutí se na jazyku nachází také termoreceptory, které jsou schopny vnímat teplotu přijímané potravy a mechanoreceptory pomocí nichž skot dokáže zaznamenat tok tekutin a posouvat potravu dále do krku. Zajímavostí je, že chuť se u skotu vyvíjí již ve velmi raném období. Telata tak mohou ovlivňovat chuťové preference matky již v průběhu gravidity. Upřednostnění jednotlivých chutí se však v průběhu ontogeneze mění. Například na základě preferenčního testu mezi solným roztokem a čistou vodou telata preferovala ten solný, zatímco dospělý skot vykazoval větší zájem o čistou vodu (Phillips 2020).

Merril et al. (2013) provedli pokus, který byl zaměřen na přidávání dochucovadel do krmné dávky. Dojnicím se zatraktivnila chutnost píce a byl zaznamenán vyšší příjem sušiny, a to o 1,5 kg za den. Dojivost taktéž stoupla, a to o 3,9 kg mléka za den.

Ve studii od Vandepitteho et al. (2011) přidávali do krmiva melasu. Krmivo obsahující sladidlo bylo dojnicemi výrazně rychleji zkonsumováno, než běžné krmivo bez dochucovadla. V důsledku tohoto přidání se zvýšil příjem krmiva, což taktéž vedlo ke zlepšení produkce mléka.

V dalších studiích hodnotili vliv různých dochucovadel na příjem krmiva u dojnic. Ulferts et al. (2008) zjistili, že krávy, kterým bylo podáváno krmivo ochucené vanilkou, anýzem nebo mátou, vykazovaly vyšší příjem potravy. I Van Knegsela et al. (2015) dospěli

k závěru, že zvýšení chutnosti krmiva lze zlepšit přidáním různých dochucovadel, sladidel či olejů. Na základě těchto zjištění lze říci, že chuť krmiva má vysoký potenciál pro zvýšení příjmu krmiva a zlepšení celkové užitkovosti.

3.1.2.2 Vůně krmiva

Dalším z hlavních smyslů, který velmi ovlivňuje potravní chování je čich. **Vůně krmiva** dokáže taktéž stimulovat zájem o krmivo. Kromě různých chuťových přísad se do krmných dávek přidávají i aromatické látky, které dokáží zvyšovat motivaci ke krmnému chování. Podněcená motivace k nasycení pak většinou vede ke většímu příjmu sušiny, a následně k vyšší doživosti (Roura et al. 2005). Například Migliorati et al. (2005, 2009) zkoumali potravním chováním dojníc, jimž bylo podáváno ochucené krmivo, které obsahovalo sladké aroma. Krmivo bylo pravidelně dávkováno i automaticky přihrnováno. V tomto pokusu byl zaznamenán statisticky významně vyšší počet návštěv u žlabů.

Messaoudi et al. (2013) přidávali do krmné dávky aroma skořice, máty a anýzu. Výsledkem byl vyšší také příjem potravy v porovnání s kontrolními krávy, kterým bylo podáváno běžné krmivo bez přidané vůně. I v této studii došli k závěru, že konkrétní použité aroma má dopad nejenom na zvýšeném příjmu krmiva, ale také na lepší užitkovost zvířat.

Třetí studie zkoumala účinky přidání vanilkového aroma. I v tomto výzkumu byl zaznamenán nárůst v příjmu krmiva, což potvrzuje předchozí zjištění, že začlenění příjemné vůně do krmné dávky může pozitivně ovlivnit žravost. Přidání aroma do krmiva může tedy být užitečný nástroj pro zvýšení celkové produktivity dojníc (Schütz et al. 2012).

3.1.2.3 Další smyslové stimuly

Zrak při výběru krmiva nehraje příliš velkou roli a je pouze orientační (Weary et al. 2001). Slouží především na rozpoznávání kontrastu, vzdálenosti, tvaru a zaznamenání pohybu. Skot dokáže vnímat barvy a je také citlivý na kontrast světla a tmy, proto se přežvýkavci pohybují ochotněji z temnějších míst do světlejších než naopak (Hemsworth et al. 1987). Hmat je důležitý pro výběr rostlin. Pomocí jazyku a tlamy se skot dostává do přímého kontaktu s pastvou, ale rozeznává pouze výrazné morfologické rozdíly, jako je například ostnatost. Při příjmu krmiva je však hmat obecně povrchní, může tedy požívat i ostré předměty (Key & Baker 2008).

Sluch má u skotu velmi značnou rozlišovací schopnost. Obecně platí, že mléčná plemena mají citlivější uši než masná plemena. Skot dokáže rozlišit širokou škálu zvuků různých výšek, intenzity, délky i zabarvení (Malmkvist et al. 2004). Reaguje tak například na nebezpečí, osamocenost nebo na přiblížení jiného příslušníka. Bučením může kráva vyhledávat tele, ale je to také typický projev při říji. Hlasitým bučením skot často upozorňuje na hlad, který je doprovázen pocitem frustrace. I hlasitý zvuk nebo křik může u přežvýkavců způsobit stres, ale hudba přináší pocit uklidnění (Malmkvist et al. 2004; Schütz et al. 2007).

Například Pearson et al. (2017) zkoumali účinky různých zvukových podnětů na příjem krmiva a potravní chování u dojníc. Studie zjistila, že krávy reagovaly pozitivně na hudbu, o čem svědčil zvýšený příjem krmiva. I ve studii od Boddingtona & Langeho (1999) se po poslechu klasické hudby příjem krmiva zvýšil, a to o 9,3 %, oproti kontrolním dojnícím, které nebyly hudbě vystaveny. Dále pak Hötzel et al. (2010) sledovali vliv různých

druhů hudby na příjem krmiva. Autoři této studie potvrdili, že klasická hudba měla pozitivní dopad na příjem, zatímco heavy metalová hudba měla dopad opačný. Zkoumán byl i vliv různých frekvencí zvuku. Závěrem bylo, že nízkofrekvenční zvuky měly příznivé účinky, naproti tomu vysokofrekvenční ne.

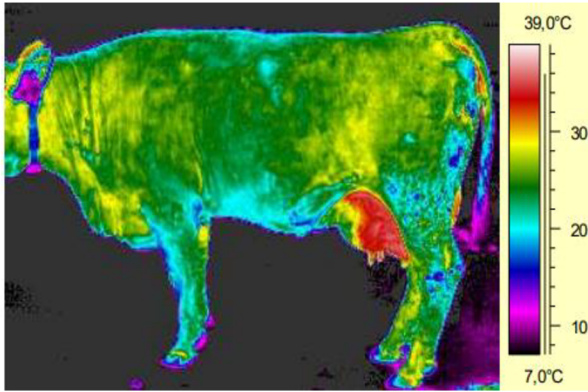
Tyto studie potvrzují, že sluch u dojnic hraje významnou roli v příjmu krmiva. Hluk, frekvence i typ zvuku v prostředí jej tak mohou ovlivnit, a to jak pozitivně, tak i negativně. Pro zajištění optimálního příjmu, celkového zdraví i užítkovosti dojnic je tedy důležité zajistit i klidné a tiché prostředí.

Jak již bylo zmíněno, tak krmné chování může být stimulováno současně zrakem i zvukem. Například pokud jedna kráva žere, tak ostatní zvířata ve stádě jsou podněcována prostřednictvím vizuálního i sluchového stimulu, a to například mlaskáním a přežvykáním. Tím, že vidí a slyší jinou krávu žrát, tak jdou tuto aktivitu také provádět bez ohledu na to, zda mají nebo nemají hlad (Curtis et al. 1983).

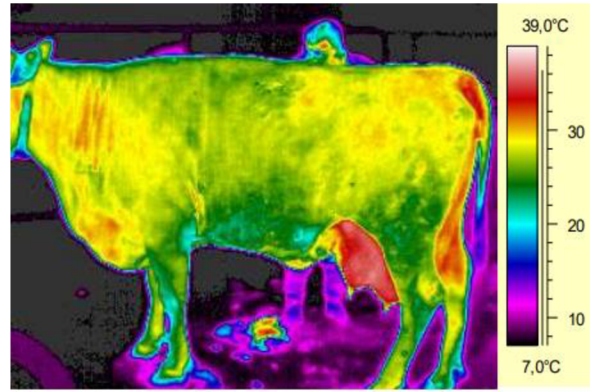
3.1.2.4 Tepelný stres

Tepelný stres je jednou z největších hrozeb pro nízkou produktivitu a zdraví mléčného skotu (O'Brien et al. 2012). Jedná se o stav, kdy je u zvířete narušena teplotní rovnováha a jeho normální fyziologické procesy. K tomu dochází, když teplota prostředí překročí tepelně neutrální zónu dojnice. Přežvýkavci se řadí mezi zvířata s velmi dobrými termoregulačními schopnostmi. Mnohem více jim však vyhovují nižší teploty. Chladnější prostředí usnadňuje výdej tepla v důsledku většího tepelného spádu mezi prostředím a organismem. Naopak v horkých letních měsících se výdej tepla znesnadňuje a organismus dojnic je nucen zapojovat tzv. aktivní termoregulační mechanismy, pomocí nichž však dochází ke spotřebě energie, která by byla za optimálních teplotních podmínek využita například na tvorbu mléka, nebo na přírůstky živé hmotnosti. U vysoko – produkčních dojnic, které vykazují vyšší intenzitu metabolismu, a tím i vyšší tvorbu tepla ve svém těle, se tepelný stres může projevit již od 21°C. Nejefektivnějším ochlazovacím mechanismem je evaporace, při které dochází k odpařování vody při pocení. Potní žlázy se aktivují již při 18°C, avšak plně účinné jsou při dlouhodobém působení teplot nad 20°C (Knížková & Kunc 2010).

Termoobrázky 1 – 3 na další straně znázorňují průměrné teploty povrchu těla dojnice při rozdílných teplotách vzduchu. Na obrázku 1 se dojnice vyskytuje v prostředí o teplotě 3 °C, na obrázku 2 je teplota vzduchu 12 °C a na posledním obrázku 3 je vystavena extrémní teplotní námaze, a to 29 °C. Při takto vysoké teplotě se u zvířete projeví tepelný stres, tělesná teplota přesáhne 40 °C, zvyšuje se srdeční frekvence i frekvence dýchání, což negativně ovlivňuje fyziologické funkce (Gautam et al. 2017). Měří se i teplota vemene, neboť je důležitým parametrem, který se často používá k posouzení vlivu tepelného stresu na dojný skot (Dharmaraj et al. 2014). Několik studií zjistilo, že zvýšená teplota vemene může být spolehlivým indikátorem tepelného stresu u mléčného skotu. Například Nendel et al. (2011) uvedli, že teplota vemene se u dojnic během tepelného stresu zvýšila až o 2°C a toto zvýšení bylo spojeno s poklesem dojivosti a příjmu krmiva. Podobně Dharmaraj et al. (2014) uvedli, že teplota vemene pozitivně korelovala s teplotou okolí. Horké klima působilo na zvýšení teploty vemene a pokles dojivosti. Na teplotu vemene však mohou mít vliv i další faktory, jako je fáze laktace, plemeno nebo věk zvířete (Dharmaraj et al. 2014).



Obrázek 1 - Teplotní stav povrchu těla dojníc při teplotě 3 °C



Obrázek 2 - Teplotní stav povrchu těla dojníc při 12 °C



Obrázek 3 - Teplotní stav povrchu těla dojnice při teplotě 29 °C

Zdroj (obrázek 1-3): Knížková & Kunc (2010)

V tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty rektálních hodnot u dospělého skotu. Obecná průměrná teplota u skotu je mezi 37,5 °C až 39,5 °C. Pokud je hodnota vyšší než 39,5 °C, tak v takovém to případě nastává tepelný stres. Organismus nezvládá dostatečně odvést nadbytečné množství tepla ven a nastupuje výdej tepla dýcháním. Respirace u dojníc neplní pouze funkci výměny plynů mezi organismem a vnějším prostředím, ale aktivně se též podílí na výdeji tepla z těla organismu (Knížková & Kunc 2010).

Tabulka 1 - Hodnoty rektálních hodnot dospělého skotu

fyziologické rozmezí	tepelný stres	silný tepelný stres
37,5 – 39,5 °C	nad 39,5 °C	nad 40 °C

Zdroj: Knížková & Kunc 2010, vlastní zpracování 2023

V tabulce 2 jsou zaznamenány hodnoty frekvence dechu u dospělého skotu. Minimální frekvence dechu jsou uváděny v rozmezí od 10 do 30 dechů za minutu. V případě, kdy se teplota vzduchu pohybuje okolo 30 °C, nastává termická polypnoe. Frekvence dechů se může zvýšit až na 120 za minutu. Tento stav je také provázen zvýšenou salivací, což také zvyšuje ochlazovací efekt. V tomto období se však zvyšuje i četnost respiračních onemocnění. Příliš velká produkce slin může mít však za následek metabolickou acidózu, poněvadž se ztrácí

hydrogenuhličitan sodný a pufrové fostáty, které jsou obsaženy ve slinách přežvýkavců (Knížková & Kunc 2010).

Tabulka 2 - Hodnoty frekvence dechu u dospělého skotu

Fyziologické rozmezí	10 - 30 dechů za min
Mírný tepelný stres	40 - 60 dechů na min
Středně silný tepelný stres	60 - 80 dechů na min
Extrémně silný tepelný stres	120 a více dechů za min

Zdroj: Knížková & Kunc (2010), vlastní zpracování 2023

Tepelný stres způsobený vysokou okolní teplotou má tedy negativní účinky na blahobyt a zdraví dojnic, zhoršení trávení, produkci mléka, ale i na reprodukční činnost. Zvyšuje se riziko výskytu klinických mastitid, mortality telat, ale i poruch související s porodem (porodní paréza, poporodní infekce dělohy či zadržení placenty). Důsledkem tepelného stresu je i mimo jiné pokles produkce i zhoršení kvality mléka (West 2003). Tepelně vystresovaní přežvýkavci snižují, nebo dokonce odmítají příjem krmiva, protože i při samotném trávení vytváří bachor další teplo, který celý organismus se ještě více ohřívá. Dojnice se snaží udržet stálou tělesnou teplotu, a proto omezují příjem potravy (O'Brien et al. 2012) a snižují i svoji pohybovou aktivitu (Knížková & Kunc 2010). Sniží se tedy množství i frekvence příjmu krmiva, naopak se zvýší četnost a spotřeba vody, a to až o více než o 50 % oproti termoneutrálním podmínkám. S tím souvisí i denní doba, kdy dojnice vykazují nejvyšší návštěvnost krmných žlabů. Jak již bylo výše zmíněno, tak právě kvůli nižším teplotám se krávy nejvíce stravují v ranních a ve večerních hodinách (Knížková & Kunc 2010).

V případě vyšších teplot dojnice preferují více koncentrovaná krmiva, oproti vláknině. Tato změna výběru spolu s nižším příjmem píce vede ke zvýšenému riziku bachorové acidózy (Collier et al. 2008). Naopak tepelný stres může pozitivně zlepšit celkovou stravitelnost, protože průchod sušiny bachorem se snižuje (Bernabucci et al. 2009), a tedy celkový čas přežvykování se prodlužuje. Zároveň se také zlepšuje stravitelnost strukturálních sacharidů (Silanikove 1992). Nastane-li výrazný pokles příjmu krmiva, je možno skotu podávat více energeticky bohaté krmivo s nižším podílem neutrálně detergentní vlákniny, za účelem zmírnění poklesu příjmu krmiva a zachování produkce mléka (Adin et al. 2008). Razantní změna krmné dávky by neměla probíhat ze dne na den. Vyšší opatrnost je také třeba dát na rychle stravitelné sacharidy, neboť zvyšují riziko výskytu chronické i subakutní acidózy bachorového obsahu – SARA³ (Gao & Oba 2014). Pokud je navíc podíl koncentrace vyšší, tak z důvodu zvýšeného katabolismu se více tráví bílkoviny, což může vést k opětovnému zvýšení tělesné teploty. Trávení bílkovin tedy zvyšuje tělesnou teplotu (Llonch et al. 2018).

Existují různé možnosti ke zmírnění účinku tepelného stresu. Jedním z nich je například poskytování stínu, zvýšení ventilace, klimatizace nebo ochlazování prostřednictvím sprchy (West 2003). Mohou však nastat situace, kdy tato opatření ke snížení teploty kravina nestačí, a je třeba dojnému skotu zajistit pravidelný příjem studené pitné vody o teplotě od 10

³ SARA je onemocnění přežvýkavců, kteří jsou krmeni dietou s vysokým podílem energie respektive jádra při současném snížení podílu strukturální vlákniny. Jedná se o chronickou či subakutní acidózu bachorového obsahu, při které může dojít například k narušení trávení, průjmu, zvýšené tvorbě plynu ve slezu a střevech či k vyššímu riziku vzniku dislokací slezu (Pavlata 2020).

do 28 °C (Milam et al. 1986). Nejčastější frekvence návštěvy žlabu s vodou je mezi 12 až 15 hodinou, protože v této době bývá největší teplo. Chlazená voda má větší ochlazovací účinek, protože absorbuje více „kalorií“ tepla, což má příznivý účinek i na rostoucí doживost (Knížková & Kunc 2010). Například dle studie od Milama et al. (1986) po poskytnutí studené vody dojnicím poklesla tělesná teplota, zvýšil se příjem krmiva a zvýšila se jim i produkce mléka.

U dojnic, které jsou vystaveny, jak krátkodobému, tak i dlouhodobému tepelnému stresu může produkce mléka poklesnout až o 25 %. Pokud dojde k otelení v průběhu horkých letních měsíců, tak u těchto krav je mnohem větší pravděpodobnost, že budou vykazovat nižší mléčnou užitkovost (Knížková & Kunc 2010).

Také složení mleziva je negativně ovlivněno tepelným stresem, poněvadž se snižuje koncentrace celkového proteinu, kaseinu, laktalbuminu a imunoglobulinů IgG a IgA, což má velmi nepříznivý dopad na imunitní vybavenost novorozeného telete (Knížková & Kunc 2010).

Tepelný stres také snižuje procento oplodnění, respektive zabřeznutí, zvýšení inseminačního indexu, prodloužení servis periody a mezidobí, což pro chovatele znamená i vyšší náklady a riziko nerentabilního hospodaření. V letních měsících dochází ke snížení plodnosti, která je vysvětlována z důvodu zhoršení ovariální reakce. Esterální cykly se vyznačují různou délkou, včetně tichých ovulací nebo anestrů a také včetně nízké intenzity a výraznosti říje. V případě zabřeznutí je tepelným stresem ovlivněn i vlastní embryonální vývoj, protože se zvyšuje i tendence embryonální mortality (Knížková & Kunc 2010).

3.1.2.5 Hierarchie a temperament

Dojnice jsou velmi sociální zvířata, u kterých se tvoří **hierarchie**. Ve stádě má tak každá kráva své postavení a je zcela běžné, že dochází k rozdělení zvířat na dominantní a submisivní (Grant et al. 1995). Při krmení je proto nutné zohledňovat jejich sociální chování a s tím plánovat i optimální řízení krmení celého stáda (Llonch et al. 2018). Sociální chování ve spojení s managementem krmením má pravděpodobný vliv na celkový čas strávený žráním (Beauchemin 2018).

U mléčného skotu chovaného v intenzivních systémech, například v uzavřené stáji jsou zvířata často stísněna v malém prostoru, což může zhoršit účinky krmivové konkurence (Barroso et al. 2000). V intenzivních systémech se doporučuje mít velikost žlabu alespoň 0,6 m pro jednu dojnici. V mnohých případech ani dostatek prostoru nepomáhá, protože submisivní krávy se raději vyhýbají blízkosti dominantních krav (Rioja-Lang 2012). Na druhou stranu, pokud jsou dojnice umístěny ve stísněném prostoru, tak se může uplatnit princip konkurence, kdy omezený prostor konverguje s omezenou dostupností krmiva. Krávy začnou žrát rychleji, protože dostanou strach, že by na ně nezbylo. Ani tato situace není ideální, neboť sebou nese riziko vzniku acidózy (Olofsson 1999).

I v extenzivních, například v pastevních chovech má dominance velký vliv na krmné chování a v hierarchii výše postavená zvířata mají přednostní přístup ke kvalitnějšímu krmivu (Barroso et al. 2000). Právě toto zjištění by mohlo vysvětlit, proč dominantní krávy chované na pastvě někdy produkují více mléka než krávy submisivní (Reinhardt 1973).

Sociální dominance vykazuje silnou korelaci s věkem krávy (Šárová et al. 2013), ale i s velikostí těla (Dickson et al. 1970). Starší a větší krávy vykazují větší dominanci (Dickson et al., 1970; Šárová et al. 2013). V hierarchii výše postavené krávy mají vyšší šanci k dostupnosti krmiva, což se odráží na efektivnější produkci mléka. Dominantní dojnice také tráví více času u krmného žlabu, oproti těm submisivním. Často se stává, že výše postavené krávy vytlačují od krmných žlabů ty submisivní, kterým pak nezbývá nic jiného, než se přizpůsobit (Llonch et al. 2018).

Podřízená dojnice ve většině případů upraví svůj příjem potravy, aby předešla zbytečným konfliktům s výše postavenými krávami (Llonch et al. 2018). Negativní dopady sociální konkurence je možno zmírnit, a to poskytnutím většího prostoru, vybudováním většího množství krmných žlabů a zvýšením četnosti dávkování krmiva (González et al. 2012).

Na příjem krmiva může mít značný vliv i **temperament**⁴ jednotlivých zvířat. Mezi nejčastější rysy u hospodářských zvířat patří agrese, bojácnost, učenílost a manipulovatelnost. U skotu lze hodnotit temperament pomocí tzv. krátkodobých testů. Tyto pokusy jsou založeny na pozorování výsledného chování skotu v závislosti působení jednotlivých stimulů (Finkemeier et al. 2018). Agresivita krav může negativně ovlivnit příjem krmiva, poněvadž ve většině případů jsou právě dominantnější krávy více agresivní, a tak se může stát, že tato dojnice se překrmuje, a tím se efektivita chovu snižuje (Galindo & Broom 2000). Dalšími dopady temperamentu na příjem krmiva a produkci mléka se několik vědců zabíralo, například Nkrumah et al. (2007) nebo Llonch et al. (2018), avšak ve svých výsledcích se značně rozcházel. Stále tedy není jasné, do jaké míry může temperament ovlivňovat příjem krmiva a užitkovost u mléčného skotu.

3.1.2.6 Velikost a konzistence krmiva

Krmné chování u dojnic je značně ovlivněno i **velikostí a konzistencí krmné dávky**. Dojnicím je podávána TMR směs, která se skládá, jak z krátkých a jemných částic (zrno), tak i z delších a hrubších částic (objemná krmiva) (Agena et al. 2003). Pro správnou funkci bachoru je důležité zvolit přiměřenou délku a strukturu částic, protože například hrubé částice stimulují žvýkací aktivity a tím zvyšují produkci slin (Beauchemin et al. 2004). Směs musí být dobře zamíchána, neboť dojnice mají tendenci si z diety vybírat jimi preferované komponenty. Skot si raději zvolí kratší, jemnější částice oproti těm delším a hrubším (Greter et al. 2011).

Vliv konzistence krmiva na krmném chování byl zkoumán a zdokumentován v několika studiích. Podle výzkumu od Galinda et al. (2010) dojnice konzumují konzistentnější krmivo efektivněji. Je to proto, že krávy pomocí jazyka a stoliček účinně zpracovávají krmivo, což vede k lepšímu trávení a zvýšení příjmu živin. Autoři tohoto výzkumu také vyzorovali, že krávy s přístupem k vlhčímu krmivu vykazovaly vyšší příjem a lepší míru konverze krmiva. V jiné studii od Sordillo et al. (2017) byly hodnoceny účinky konzistence a fyzikální parametry krmiva v souvislosti s přežvykováním a příjmem krmiva u dojnic.

⁴ Temperament je vrozený a v čase neměnný, označuje tedy individuální odlišnosti v behaviorálních a fyziologických rysech, které jsou v průběhu života konzistentní (Finkemeier et al. 2018).

Přínosem této studie bylo, že správná délka řezanky a konzistence krmné dávky působí na delší dobu přežvykování a vyšší počet žvýkacích pohybů, což vede k efektivnějšímu procesu trávení, lepší doživosti i účinnosti krmiva.

Za zmínku také stojí, že i konzistence a velikost krmiva může ovlivnit zdraví a pohodu dojnic. Nehomogenní krmivo sebou nese zvýšené riziko poruch trávení, jako je zejména acidóza a zažívací potíže (Canel et al. 2015).

Konzistence krmiva tedy může do značné míry ovlivnit krmné chování, trávení a zdraví dojnic. Krmivo s vyšší konzistencí vede k lepšímu příjmu krmiva, zvýšenému přežvykování, lepší účinnosti krmiva a snížení rizika poruch trávení. Chovatelé dojnic by proto také měli zvážit konzistenci potravy při sestavování krmné dávky, aby optimalizovali chování při krmení a zlepšovali zdravotní stav svých krav (Canel et al. 2015).

3.2 Efektivní využití krmné dávky

Efektivní využití krmné dávky u mléčného skotu má velký vliv na celou řadu faktorů. Přestože hlavní motivací pro příjem krmiva je bezpochyby pocit hladu, tak především kvalitní a pravidelná výživa podporuje zvýšení rentability hospodářských zvířat, zlepšení jejich zdravotního stavu a zároveň i snížení dopadu na životní prostředí. Účinné využívání krmných dávek je důležitým aspektem, neboť má významný dopad na zdraví dojnic, jejich produktivitu, pohodu ale i na celkovou ziskovost farmy. Ve výživě je vyvíjeno velké úsilí na zlepšování efektivního využití krmné dávky, včetně změny a vlivu chování při krmení (Llonch et al. 2018).

Pro efektivní využití krmné dávky je klíčovým ukazatelem stravitelnost. Vstřebatelnost živin u dojnic hraje zásadní roli ve zdraví a produktivitě. Stravitelnost je ovlivněna řadou faktorů, mezi které patří například prostředí bacheru, složení krmiva, věk, genetik, zdravotní stav zvířete a další. Díky pochopení těchto vztahů mohou producenti a odborníci na výživu činit informovaná rozhodnutí k optimalizaci využití živin (Lentz et al. 2014).

Několik studií prokázalo, že **prostředí v bacheru** má významný vliv na vstřebatelnost živin u dojnic. Například bylo zjištěno, že pH v bacheru ovlivňuje rozpustnost a degradaci složek krmiva, což vede ke změnám v dostupnosti živin (Chen et al. 2018). Ve studii od Mertense et al. (2007) zjistili, že snížení pH v bacheru má za následek snížení vstřebatelnosti vápníku, hořčíku a fosforu.

Kromě toho může přítomnost určitých **přísad v krmivu**, jako jsou ionofory, změnit fermentaci v bacheru a zlepšit vstřebatelnost živin (Asefa et al. 2019). Správné využití živin v krmivu pak výrazně ovlivňuje nejen trávicí činnost, ale i produkci mléka. Podle studie provedené Du & Chee (2016) bylo zjištěno, že stravitelnost krmných dávek pozitivně korelovala s pH bacheru a mikrobiální populací u dojnic. Studie navíc ukázala, že zahrnutí určitých aditiv, jako jsou enzymy, kvasinky či probiotika zlepšily stravitelnost krmných dávek a zvýšily celkovou efektivitu využití živin. Studie Ørskova et al. (2003) ukázala, že přidání celulolytických enzymů zvýšilo stravitelnost krmiva o 9,2 % a zlepšilo produkci mléka o 4,3 %. Lentz et al. (2014) prokázal, že i probiotika dokáží významně zvýšit vstřebatelnost živin u dojnic.

Na druhou stranu nesprávné **složení a hospodaření s krmivem** a špatná kvalita krmiva mohou negativně ovlivnit stravitelnost krmných dávek a vést k poruchám trávení a snížení produkce mléka (De Leeuwa & Tamminga 2015).

De Frain et al. (2019) zkoumali účinky různých krmných dávek na produkci mléka a efektivnosti krmiva. Výsledky ukázaly, že když byly dojnice krmeny stravou s vyváženým poměrem bílkovin, energie a vlákniny, tak produkovaly více mléka. Přeměna krmiva na mléko byla efektivnější ve srovnání s dojnicemi krmenými nevhodnou stravou.

Jiná studie (Lopez et al. 2018) zjistila, že krmení dojnic dietou s vysokým obsahem bílkovin rozložitelných v bachoru zlepšilo jejich produkci mléka a účinnost krmiva. Tato studie zdůrazňuje důležitost výběru správných zdrojů bílkovin pro krmení dojnic, protože ne všechny zdroje bílkovin jsou stejně účinné při podpoře produkce mléka a účinnosti krmiva.

Je dobře známo, že efektivnost využití krmiva se zvyšuje tehdy, když spotřeba klesá kvůli omezenému přístupu ke krmivu (Tyrrell et al. 1975). Důvodem je, že větší příjem krmiva zrychluje průchod tráveniny, což snižuje stravitelnost. Tento efekt je zvláště výrazný, když strava obsahuje vysoké procento vlákniny, protože její stravitelnost je silně ovlivněna průchodem přes bachor a působením mikroorganismů. Strava tedy s vysokým obsahem vlákniny může vést ke snížení vstřebatelnosti živin, zatímco strava s vysokým obsahem škrobu může vést ke zvýšení vstřebatelnosti živin (Krehbiel et al. 2009).

Na vstřebatelnost živin může mít vliv také **věk a zdravotní stav zvířete**. Výzkum ukázal, že starší dojnice mohou mít sníženou schopnost vstřebávat některé minerální látky, jako je vápník a fosfor, ve srovnání s mladšími zvířaty (Goff & Horst 1997). Navíc dojnice s určitými zdravotními problémy, jako je ketóza nebo mastitida, mohou mít horší vstřebatelnost živin v důsledku změn ve funkci střev nebo kvůli sníženému příjmu krmiva (Van Knegsel et al. 2017).

Pro správnou funkci trávení, kromě příjmu krmiva, je nesmírně důležité **přežvykování**. Právě přežvykování hraje velkou roli pro trávicí mikroorganismy, protože pomocí řádného přežvykání a proslinění jim usnadňuje fermentaci vlákniny a zvyšuje tak i stravitelnost krmiva (Owens 1998). Například Green et al. (2010) zkoumali vliv přežvykování na proces fermentace. Potvrdili, že důkladné žvýkání a slinění krmiva zlepší zpracování vlákniny. To se projeví zejména v tlustém střevě, kde zvětšený povrch krmiva umožní lepší fermentaci a vstřebávání živin.

Ve studii od Kima et al. (2015) zkoumali vliv přežvykování na populaci a aktivitu trávicích mikroorganismů. Zjistili, že správné žvýkání a slinění zlepšilo rozmanitost střevní mikroflóry, což vedlo ke zvýšení populace prospěšných bakterií a snížení škodlivých bakterií.

Nejefektivnější příjem potravy vychází z co možná nejdelšího času stráveného na jedno nakrmení, přiměřeně velkých částic v krmné dávce, čímž se zvyšuje počet žvýkacích pohybů a sekrece slin, což má prospěšný vliv pro bachorovou fermentaci. V takovém to případě dochází k vyšší stravitelnosti i k lepšímu vstřebávání živin (Owens 1998).

Problém může nastat tehdy, když si dojnice začnou z diety selektovat komponenty, které jsou pro ně chuťově atraktivnější. Vybírání částic z krmné dávky způsobuje nevyváženost příjmu živin z diety, a to nepříznivě narušuje mikrobiální trávení v bachoru a užitkovost zvířete (Llonch et al. 2018). Výsledkem může být vyšší tendence ke spotřebě rychle fermentovaných sacharidů, což působí na nižší efektivnosti využití vlákniny, a to může mít za následek pokles pH v bachoru (De Vries et al. 2008).

Na druhou stranu čas vynaložený na selektování komponentů z krmné směsi pak pozitivně prodlužuje celkovou dobu strávenou krmením (Greter et al. 2011). Tento druh potravního chování byl v minulosti vnímán spíše negativně, protože byl chápán jako rizikový faktor pro vznik acidózy. Nicméně na základě studií se ukázalo, že rychlost krmení pozitivně koreluje s dobou selektování částic z krmné dávky. DeVriese et al. (2007) také vyzorovali, že krávy rychleji zkonzumují krmnou dávku složenou s větším podílem menších částic, a naopak více času jim zabere konzumace delších částic.

Selektování komponentů z krmné dávky je také považováno za jednu z možností, která kromě efektivního využití krmné dávky ovlivňuje také produktivitu dojníc (DeVriese et al. 2007).

3.3 Faktory ovlivňující kvalitu i kvantitu mléka

Krávy s tržní produkcí mléka hrají klíčovou roli v mlékárenském průmyslu a významně přispívají k celosvětovému zásobování potravinami. Produkce mléka u dojníc závisí na různých faktorech, a to zejména na vyvážené stravě, zdravotním stavu, genetice, věku nebo prostředí (Wang et al. 2014). Přestože jedním z hlavních faktorů pro vysoký a kvalitní nádoj je správná výživa, tak i technika dojení, zoohygiena, či ošetřovatelská péče hrají neméně důležitou roli (Lukášová 1999).

3.3.1 Vyvážená krmná dávka

Správně **vyvážená strava** je nezbytná pro udržení zdraví a pohody dojníc a také jejich produkce mléka. To zahrnuje poskytování dostatečného množství bílkovin, energie, minerálů a vitamínů, aby byly uspokojeny všechny jejich nutriční potřeby (Vander Hart et al. 2014; Tyasi et al. 2015). Správná a vyvážená výživa tedy ovlivňuje kvalitu i kvantitu mléka. Studie od Kiarie et al. (2017) ukázala, že krávy krmené vyváženou stravou produkovaly v průměru o 6,3 kg mléka denně více než krávy krmené nevyváženou stravou. Kromě vyššího nádoje se zlepšila i kvalita mléčné suroviny, neboť vzrostl obsah tuku a bílkovin.

Důležitou součástí vyvážené stravy jsou proteiny, poněvadž se významně podílejí na zajištění celkového zdraví a produkci mléka. Proteiny jsou pro dojnice nezbytné pro růst a vývoj tkání a pro syntézu mléčných bílkovin. Bílkoviny se skládají z aminokyselin a mezi limitující, pro dojný skot, patří lysin a methionin (Van Wyk et al. 2014).

Vyšší podíl bílkovin ve stravě může ovlivnit jak kvalitu, tak množství mléka produkovaného dojnícemi. Studie (Wang et al. 2011) zjistila, že zvýšení obsahu bílkovin ve stravě může zvýšit hladinu mléčného tuku, který je nezbytný pro výrobu másla a sýrů. Vysoký obsah mléčného tuku také zlepšuje chuť a bohatost mléka.

Chuť nadojeného mléka může být tedy ovlivněna stravou⁵, ale také zdravotním stavem nebo sezonními vlivy. Krmení dojníc vysoce kvalitními krmivy, jako je čerstvá píce, vojtěška a kukuřičná siláž, může zlepšit chuť jejich mléka. Naproti tomu krmení dojníc nekvalitními

⁵ Ve studiích (Harms et al. 2007) a (Singh et al. 2018) zkoumali chuť a vůni nadojeného mléka po přidání česneku do potravy dojníc. Výsledkem byla změna ve složení mastných kyselin v mléce a také charakteristická chuť a česnekový zápach mléka.

krmivý, jako jsou zaplísňená krmiva či zkažené siláže, se můžou na chuť mléka negativně podepsat (Goff & Horst 1997). Sezonní změny mohou mít také vliv na chuť mléka. Chuť mléka se může lišit v závislosti na ročním období kvůli dostupnosti píce. V zimních měsících, kdy je píce nedostatek, může být chuť mléka ovlivněna používáním staršího méně kvalitního skladovaného krmiva (Gupta et al. 2010).

Kromě chuti lze také pomocí krmné dávky ovlivnit i barvu nadojeného mléka. Mléko může být zabarveno karotenoidy přítomnými ve stravě, což jsou látky nacházející se v rostlinách, jako je kukuřice či vojtěška. Tyto karotenoidy mohou dát mléku nažloutlý odstín (Zhao et al. 2018).

Ve studii od Kärenlampi et al. (2002) zjistili, že přidání mrkve a měsíčku lékařského do stravy dojnic vedlo k významnému zvýšení oranžového barviva – karotenu v mléce. Navíc přítomnost určitých mastných kyselin ve stravě, jako je konjugovaná kyselina linolová (CLA), může také ovlivnit barvu mléka (Nordblad et al. 2002).

Dále také po konzumaci borůvek⁶ je možno obarvit mléčnou surovinu, a to z bílé na světle modrou (Vorobiev et al. 2020). Tato změna barvy je způsobena přítomností anthokyanů, což je typ pigmentu, který se nachází právě v borůvkách. Studie zjistila, že krmení dojnic borůvkami zvýšilo 2 – 3 krát koncentraci anthokyanů v kravském mléce, což mělo za následek znatelnou změnu barvy.

Přidání červené řepy do krmné dávky vedlo k výraznému zvýšení červeného a žlutého pigmentu v mléce. Mechanismus této změny barvy mléka není plně objasněn, ale předpokládá se, že za změnu je zodpovědná přítomnost betalainů, což je typ pigmentu obsažený v červené řepě. Domnívá se, že betalainy se vstřebávají do krevního řečiště a poté se začleňují do mléka, čímž mění jeho barvu (Schneider et al. 2009).

3.3.2 Zdravotní stav

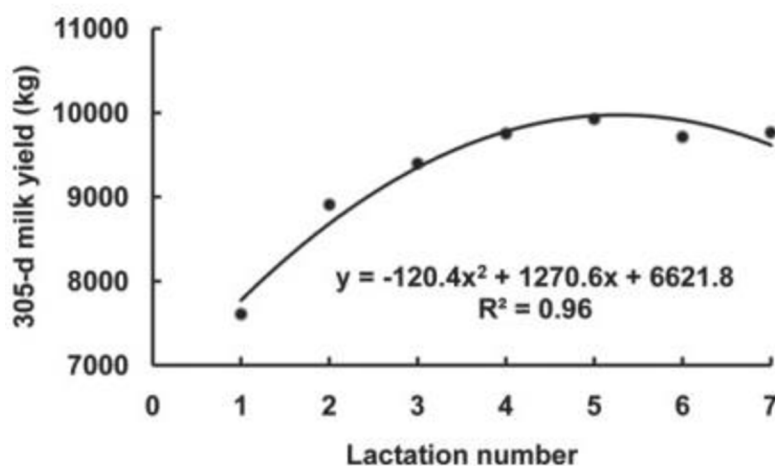
Zdravotní stav dojného skotu má vliv na kvalitu, kvantitu i chuť mléka. Například pokud dojný skot trpí mastitidou, tak produkuje mléko ve výrazně nižší kvalitě s určitým zápachem a pachutí. Navíc dobytek trpící jinými zdravotními problémy, jako je onemocnění jater, může také produkovat mléko se změněnou chutí (Bergsten 2006). Subakutní bachorová acidóza také negativně působí na sníženou mléčnou produkci a na depresi mléčného tuku (Kleen et al. 2003).

3.3.3 Genetika a věk

Genetická vybavenost dojnic má přímý vliv na produkci mléka a jeho složení, včetně hladiny laktózy, bílkovin a tuku. Genetika je zodpovědná až z 60 % na mléčné produkci (De Vries et al. 2017), protože určuje velikost vemene, mléčných žláz a počet buněk (Albansen et al. 2019). Genetická výbava dojnic ovlivňuje také hladiny bílkovin a tuků v jejich mléce, které jsou důležité pro stanovení kvality a nutriční hodnoty mléka (Albansen et al. 2019).

⁶ Borůvky mají kromě zlepšení barvy mléka i zdravotní přínosy pro dojnice. Studie zjistila, že borůvky mohou pomoci zlepšit imunitní systém dojnic, snížit oxidační stres a zlepšit funkci střev (Vorobiev et al. 2020).

Věk dojnic může také ovlivnit kvalitu i množství produkovaného mléka. Dle Schukkena et al. (2003) dochází k nejvyšší produkci mléka u mladších krav, které jsou v průměru ve věku 3 let, a to z důvodu, že u starších dojnic je větší pravděpodobnosti vzniku mastitid a jiných onemocnění, což může mít za následek snížení kvality a množství mléka a následného vyřazení zvířete. Dojnice mají za svůj život průměrně 2,5 laktace a jejich rentabilita je velmi nízká. Nicméně dle Mellado et al. (2011), pokud jsou dojnice zdravé a není po nich vyžadována maximální roční dojivost, tak 3. 4. i 5. laktace jsou vyšší než 1. a 2. laktace, viz obrázek 4. Na 5. laktaci dojnice v tomto pokusu vykazovaly nejvyšší roční dojivost, na 6. byl zaznamenán menší propad, ale 7. laktace byla opět vysoká. Možným řešením by bylo netlačít na maximální roční užitkovost, ale na celkovou životní.



Obrázek 4 – Vývoj produkce mléka v průběhu laktací
Zdroj: Mellado et al. (2011)

3.3.4 Tepelný stres

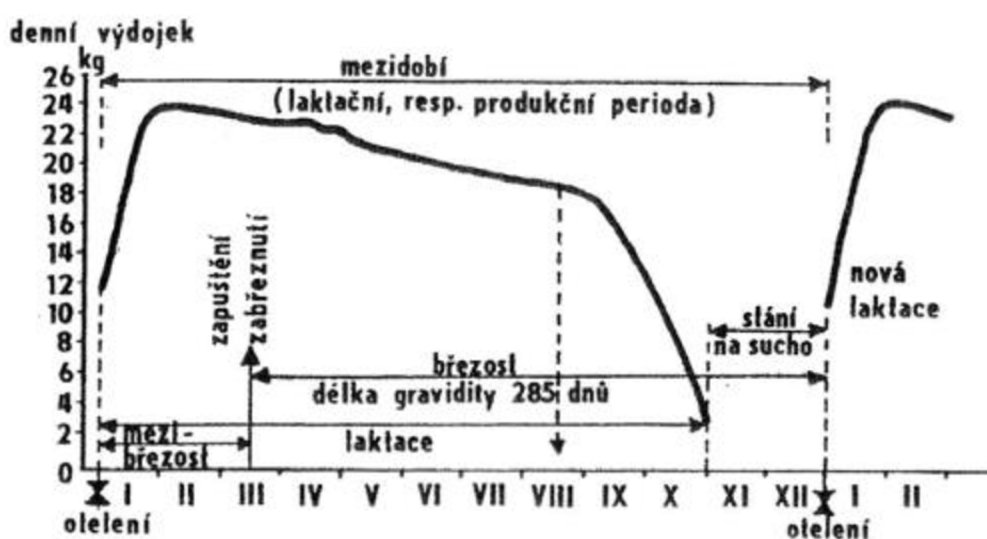
Dále na produkci mléka, jak již bylo v předchozí kapitole zmíněno, negativně působí **tepelný stres** (Rhoads et al. 2009). Důsledkem vysoké teplot v prostředí je i mimo jiné pokles mléčné produkce (West 2003). Vysoko – produkční krávy jsou velmi citlivé na tepelný stres, což má za následek kromě sníženého nádoje i zhoršení jeho kvality (Rhoads et al. 2009). Sníží se především procentuální obsah mléčného tuku, respektive obsah mastných kyselin. Dále poklesne procentuální zastoupení pevných netukových látek v mléce včetně proteinů a celkového obsahu dusíku v mléce. Rovněž byla zaznamenána i nižší hladina laktózy (Linn & Kuehn 1997). Tepelný stres negativně ovlivňuje počet somatických buněk v mléce a zvyšuje pravděpodobnost ke zvýšenému výskytu mastitid. Dále se také redukuje koncentrace vápníku, hořčíku, fosforu, sodíku a dalších elementů obsažených v mléce (Knížková & Kunc 2010).

3.3.5 Zoohygiena a technika dojení

Zoohygiena a technika dojení patří mezi další faktory, které ovlivňují mléčnou užitkovost. Udržování čistoty prostředí při dojení je zásadní prevencí šíření bakterií a infekcí mezi zvířaty. To zahrnuje pravidelné čištění dojících zařízení a prostoru stájí (Hafez 2013). Před dojením by měla být vemena umyta a dezinfikována (Stabel 2012) a celý proces dojení

by měl být prováděn jemně a opatrně, aby neohrozil pohodlí a zdraví krav (Bertoni et al. 2017). Tato opatření pomáhají snížit bakteriální kontaminaci a zlepšit celkovou kvalitu mléka (Stabel 2012).

Průběh produkce mléka během celého laktačního období lze znázornit laktační křivkou (obrázek 5). **Laktační křivka** je důležitým nástrojem pro pochopení změn v produkci mléka. Její tvar je ovlivněn několika činiteli, včetně genetiky, výživy, zdraví a životního prostředí. Pro chovatele krav s tržní produkcí mléka, ale i vědce je důležité, aby porozuměli laktační křivce a jejím faktorům přispívajícím k maximalizaci produkce mléka, zlepšení celkového zdraví a welfare dojníc (Garnsworthy et al. 2002; Lynch et al. 2003; Berry et al. 2007).



Obrázek 5 - Laktační křivka
Zdroj: Jelínek et al. (2003)

Například ve studii od Garnsworthyho et al. (2002) potvrdili, že tvar laktační křivky je ovlivněn genetickým potenciálem krávy a že genetika hraje významnou roli při určování maximálního vrcholu produkce mléka a rychlosti poklesu produkce.

Výživa taktéž ovlivňuje laktační křivku (Tyasi et al. 2015). Studie Lynche et al. (2003) prokázala, že poskytování vyvážené stravy může zvýšit celkovou produkci mléka a prodloužit dobu laktace. Výzkum také zjistil, že příjem energie a bílkovin během rané fáze laktace je zásadní pro udržení laktační křivky a maximalizaci produkce mléka.

Významným faktorem při utváření laktační křivky je také zdraví dojnice. Berry et al. (2007) uvádí, že krávy, které byly v dobrém zdravotním stavu a měly vysoké skóre tělesné kondice (BCS), produkovaly více mléka. Doba laktace byla delší ve srovnání s kravami s nižší BCS.

3.4 Dopady potravního chování na produkci mléka

Podstatný vliv na produkci mléka má také potravní chování zvířat. Již výzkum z roku 1999 od Dhimana et al. ukázal, že chování při krmení je důležité pro pochopení využití energie, živin a celkové produkce mléka u mléčného skotu. Další studie ukázaly, že frekvence, nebo doba trvání krmení mají významný vliv na schopnost zvířete přeměnit potravu na mléko. Například časté krmení menšími porcemi zvyšuje příjem krmiva a zlepšuje

využití živin, což vede k vyšší produkci mléka (Kozloski et al. 2006). Na druhou stranu nepravidelný způsob krmení může způsobit poruchy trávení a snížit konverzi krmiva, což vede i k poklesu mléčné produkce (Curtis et al. 2001).

Kromě frekvence a délky krmení hraje zásadní roli v produkci mléka také druh a kvalita krmiva. Složení stravy by mělo být vyvážené a mělo by odpovídat nutričním požadavkům zvířete (Hernandez et al. 2009). Strava s nedostatkem základních živin, jako jsou bílkoviny, energie nebo minerály, může vést ke snížení produkce a snížení celkové užitkovosti zvířat (Lippert et al. 2011).

Jak již bylo v předchozí kapitole zmíněno, tak dojnice, které jsou krmeny tzv. TMR směsí a mají tendenci si z krmné dávky vybírat krátké a jemné částice oproti delším (DeVriese et al. 2007). Selektce jimi preferovaných komponentů pak způsobí nevyvážený příjem živin, což má negativní dopad jednak na efektivní využití krmné dávky a druhak na mléčnou produkci (Miller-Cushon et al. 2017).

Shabi et al. (2005) se zabývali závislostí mezi produkcí mléka (kg/den), krmným chováním (časem stráveným žraním) a příjmem krmiva (kg/dojnice). V této studii byla prokázána silnější korelace mezi produkcí mléka a krmným chováním, než mezi vztahem produkcí mléka a příjmem krmiva.

Míra příjmu potravy dojnic může mít tedy významný vliv jak na kvalitu, tak na kvantitu produkce mléka. Mnoho studií zjistilo, že krávy, které vykazovaly průměrně nižší intenzitu příjmu krmiva, tak produkovaly kvalitnější mléko ve srovnání s těmi, které žraly rychleji (Schaefer et al. 2013; DeRouchey et al. 2014).

Studie dále prokázaly, že pomalé přijímání potravy vede ke snížení hladiny stresových hormonů a zlepšuje trávení u přežvykování (Schaefer et al. 2013). Dále dochází ke zvýšení efektivity využití krmiva a v konečném důsledku i ke zlepšení produkce mléka (DeRouchey et al. 2014).

Navíc také bylo zjištěno, že pomalé krmení pozitivně ovlivňuje zdraví dojnic. To může vést k menšímu počtu zdravotních problémů, jako je mastitida, která může významně ovlivnit kvalitu a kvantitu produkce mléka (Schaefer et al. 2013).

Kromě těchto vědců se podobnou studií zabírali i DeVries & Chaveaux (2014), kteří kromě produkce mléka a krmného chování zkoumali ještě závislost na kvalitě mléka. V tomto případě byla zjištěna pozitivní korelace mezi četností krmení a procentem mléčného tuku. Následně také Macmillan et al. (2017) zjistili, že zvýšená četnost (frekvence) krmení má vliv na zvýšení procenta mléčného tuku.

Vliv četnosti krmení na podílu mléčné bílkoviny byla také zkoumána, avšak žádná z předchozích studií neprokázala významnou statistickou závislost (DeVries & Chevaux 2014; Niu et al. 2014; Macmillan et al. 2017).

Na základě těchto zjištěných poznatků nastaly pokusy se zavedením nových dietních strategií, pomocí kterých byla snaha upravit krmné chování za účelem zlepšit kvalitu i kvantitu nadojeného mléka. Souvislost mezi krmným chováním a účinnost krmiva přitáhla značnou pozornost u chovatelů mléčných jalovic. Například v Chile dojnícím přidávali do krmné dávky zvýrazňovače chutě za účelem prodloužení doby krmení a zvýšení počtu přežvykování. Výsledkem byla vyšší produkce mléka (kg) a vyšší podíl (%) mléčné bílkoviny (Nannig et al. 2018). Merrill et al. (2013) se taktéž zaměřili na přidávání dochucovadel

do krmné dávky. Výsledkem byl vyšší příjem sušiny, a to o 1,5 kg za den. Dojivost taktéž stoupla, a to o 3,9 kg mléka za den.

Vliv na mléčnou užitkovost má pravděpodobně i počet žvýkacích pohybů, doba odpočinku (ležení) a celkový čas strávený potravním chováním. Soriani et al. (2012) zjistili statistickou závislost mezi dobou strávenou přežvykováním a mléčnou užitkovostí během prvních týdnů laktace. Doba strávená přežvykováním pozitivně korelovala ($r = 0,36$) s množstvím nadojeného mléka (kg). Mléčná užitkovost tedy není ovlivněna pouze objemem a kvalitou zkonsumovaného krmiva, ale také způsobem krmného chování a dobou strávenou přežvykováním.

Veškeré tyto změny v krmném chování mohou dopomoci k identifikaci zdravotních problémů. Například snížení počtu žvýkacích pohybů a čas vynaložený na krmné chování odráží riziko vzniku bachorové acidózy. Nejčastěji se jedná právě o poruchy trávení a dále také o potíže s paznehty. Kulhání skotu je do jisté míry také ovlivněno špatnou výživou (Llonch et al. 2018)

3.5 Dopad intenzity příjmu krmiva na efektivní bachorovou fermentaci

Intenzita příjmu potravy u dojnic je dalším kritickým faktorem, který ovlivňuje efektivní trávení. Rychlost krmení má významný vliv na bachorovou fermentaci, a to jak s pozitivními, tak i s negativními účinky.

Zvýšená intenzita příjmu krmiva může vést ke zvýšení pH v bachoru, což může přispívat ke zlepšení fermentace a ke zvýšenému využití krmiva (Bailey et al. 2003). Zvýšený příjem krmiva pozitivně působí na nárůst bachorových mikrobiálních populací, což dále ovlivní efektivnější fermentaci a vstřebávání živin (Tajbakhsh et al. 2011).

Naopak nadměrný příjem krmiva však může mít negativní dopad na bachorovou fermentaci, neboť přebytečná konzumace krmiva může vést k acidóze bachoru, která způsobí snížení pH v bachorové tekutině, pokles mikrobiální populace a zhoršení fermentace (Nolan et al. 2003). Nadměrná spotřeba krmiva navíc může mít dopad na snížení efektivity využití krmiva, protože bachor nezvládne krmivo správně fermentovat a vstřebávat potřebné živiny (Nolan et al. 2003).

Několik studií zkoumalo účinky rychlosti příjmu potravy na bachorovou fermentaci. Například studie od Tamminga et al. (2015) zjistila, že pomalu se stravující dojnice měly vyšší rychlost bachorové fermentace ve srovnání s dojnicemi, které žraly rychle. Výzkum také prokázal, že krávy s nižší intenzitou příjmu měly vyšší pH v bachoru, což zlepšilo rozklad krmiva a zvýšilo produkci těkavých mastných kyselin.

Častější krmení s menšími porcemi vede ke stabilnějšímu bachorovému pH a ke zlepšení produkce těkavých mastných kyselin (Santoso et al. 2017).

Výzkum Sándora et al. (2019) sledoval vliv rychlosti příjmu potravy na bachorové trávení a metabolismus u dojnic. Studie zjistila, že pomalu se stravující krávy měly účinnější trávení v bachoru, což vedlo ke zvýšené produkci TMK a lepšímu využití krmiva.

Efektivní fermentace v bachoru je samozřejmě ovlivněna i složením krmiv. Strava s vysokým obsahem vlákniny vede k účinnějšímu procesu fermentace ve srovnání s potravou s vysokým podílem škrobu. Diety bohaté na vlákninu přispívají k vyšším hladinám TMK a k nižšímu vzniku kyseliny mléčné (Dehority et al. 2003). Ve studii od Hu et al. (2010)

zjistili, že přidání kvasinkových kultur do krmné dávky zvýšil množství celulolytických bakterií a snížil populaci bakterií produkujících kyselinu mléčnou, což způsobilo zlepšení pH v batoru, a tudíž účinnější proces fermentace.

Intenzita příjmu krmiva má vliv na efektivní batorovou fermentaci. Optimalizace frekvence dávkovaného krmiva je zásadní nástroj, který zvyšuje užitekosti, zdraví dojného skotu a efektivitu využití krmné dávky.

4 Metodika

4.1 Design experimentu

Experiment byl proveden ve Výzkumném ústavu živočišné výroby – Praha Uhřetěves. Se zvířaty bylo zacházeno podle podepsaného protokolu na základě platné směrnice evropského parlamentu a rady 2010/63/EU, o ochraně zvířat používaných pro vědecké účely. Do pokusu bylo zařazeno 30 dojnic holštýnského plemene a po 14 dnech pokusu bylo vybráno 10 dojnic s nejvyšší a 10 s nejnižší intenzitou příjmu sušiny. Dojnice byly v první fázi laktace a byly krmeny směsnou krmnou dávkou. V přípravném období byly navykány na krmení z tenzometrických žlabů s individuální identifikací zvířat. Po dobu dvou týdnů byly sledovány a zaznamenávány parametry příjmu krmiva (počet návštěv žlabu za den, celková doba žraní, intenzita příjmu, tzn. sežrané krmivo za časovou jednotku) a na základě těchto získaných dat bylo vybráno 20 dojnic, které se nejvíce lišily v intenzitě příjmu krmiva. U těchto dojnic byl denně sledován příjem krmiva, doba přežvykování (Vitalimetr 5P, Farmtec) a nádoj. Toto období trvalo 42 dnů. Každých 14 dní byly od dojnic odebírány vzorky mléka, ve kterých bylo stanoveno zastoupení tuku a bílkovin. Složení bachorové tekutiny nebylo v pokusu analyzováno kvůli technické závadě a následnému znehodnocení vzorků.

4.2 Krmná dávka

V období experimentu byly dojnice krmeny TMR (total mixed rations) krmnou dávkou. Do krmných žlabů s tenzometrickými váhami bylo krmivo pravidelně dávkováno. Dojnice byly umístěny ve stáji s volným stáním s přístupem k vodě a krmivu. Spotřeba krmiva u každé dojnice byla individuálně zaznamenávána s využitím tenzometrických krmných žlabů. Doba příjmu TMR směsi a přežvykování byla kontinuálně zaznamenávána prostřednictvím Vitalimetru 5P, který měly dojnice umístěny na každém obojku.

Tabulka 3 - Složení krmné dávky v kg/den pro dojnici

<u>Krmná dávka</u>	
Položka	Množství (kg/den)
Kukuřičná siláž	18,0
Vojtěšková siláž	8,5
Koncentrovaná krmiva ¹	8,5
Pivovarské mláto	6,0
Vlhké zrno kukuřice	5,0
Tekuté krmivo MGP ²	3,5
Pšeničná sláma	0,2
Premin pufr Z	0,1
Celkem	49,8 kg

¹ Koncentrovaná krmiva: Pšenice (38,0 %), řepkový extrahovaný šrot (35,0 %), ječmen (15,0 %), směs minerálů a vitamínů (8,0 %), C16 (3,0 %), Prot-N (1,0 %).

² Tekuté krmivo MGP: Směs glycerolu a melasy v poměru 1:1 (Commodity Trading, s. r. o., Olomouc, Česká republika).

V tabulce 3 je uvedeno **složení krmné směsi v kg/den** určené pro jednu dojnici na začátku laktace. Celková denní krmná dávka byla namíchána o hmotnosti 49,8 kg. Hlavními komponenty receptury byla siláž 53,2 %, a to kukuřičná a vojtěšková, dále pak koncentrovaná krmiva 17,1 %, pivovarské mláto 12,1 %, vlhké zrno kukuřice 10,0 %, tekuté krmivo MGP 7,0 %, pšeničná sláma 0,4 % a premin pufr 0,2 %

Krmná směs byla důkladně promíchána za účelem vytvoření homogenní směsi, aby bylo zamezeno možnosti selektování. Tekuté krmivo MGP složené v poměru 1:1 z glycerolu a melasy bylo do směsi přidáno z důvodu zvýšení chutnosti a zvlhčení krmiva i zlepšení jeho kompatibility.

V tabulce 4 je uvedeno **chemické složení krmné dávky**. Vzorky krmiv byly analyzovány v laboratoři VÚŽV.

Tabulka 4 - Chemické složení krmné dávky pro dojnice

<u>Chemické složení</u>	
Položka	Sušina g/kg
Sušina, g/kg původní sušiny	475,5
Organická hmota	922,5
Hrubý protein	166,5
Hrubý tuk	42,0
Škrob	297,5
NDF ³	341,3
ADF ⁴	173,8
NEL ⁵ (MJ/kg sušiny) ⁵	7,7

³NDF, neutrálně detergentní vláknina – hemicelulóza, celulóza, lignin

⁴ADF, acido-detergentní vláknina – lignin a celulóza

⁵NEL, netto energie laktace

4.3 Měření intenzity příjmu krmiva, doby přežvykování a celkové doby žraní

Příjem krmiva dojnici byl v experimentu měřen jednak pomocí tenzometrických vah umístěných v krmných žlabech, a dále skrze Vitalimetr 5P od společnosti Farmtec (Jistebnice, Česká republika).

Tenzometrické váhy v krmných žlabech sloužily pro získání dat o objemu sežraného krmiva. Každá dojnice měla ušní čip s unikátním radiofrekvenčním transpondérem, který umožňoval otevření přepážky krmných žlabů, a tím volný přístup ke krmivu pro konkrétní dojnici. Pomocí této technologie byla zaznamenána každá návštěva žlabu jednotlivých dojnic. Byl registrován začátek a konec návštěvy krmného žlabu a hmotnost krmiva ve žlabu před a po ukončení návštěvy.

Každá dojnice také disponovala Vitalimetrem 5P pomocí kterého byly sbírány informace o jednotlivých dojnících, především o době strávené přežvykováním a žraním. Tento přístroj je velmi užitečný, neboť dokáže rozeznat 5 fyziologických projevů dojnic a jalovic. Označení 5 získal, neboť dokáže sbírat data o: pohybu, plodnosti, příjmu krmiva, přežvykování, pohodě zvířat (Jedlička 2017). Dojnice měly okolo krku připevněn tento

přístroj, který pomocí akcelerometrů vedl záznamy a analyzoval detekční algoritmus doby přežvykování a žraní. Naměřené hodnoty byly shrnuty v hodinových intervalech a následně vyhodnocovány v softwaru Farmsoft (Farmtec a.s., Jistebnice, Česká republika).

Proces měření probíhal následovně:

Dojnice přišla ke krmnému žlabu, který byl naplněn odváženou krmnou dávkou (tenzometrické váhy). Po jejím příchodu se otevřela přepážka a v tuto chvíli byla evidována návštěva žlabu konkrétní dojnici a počátek doby krmení. Ve chvíli, kdy přestala žrát a opustila krmný žlab, tak tenzometrické váhy odvážily množství krmiva, které dojnice sežrala a zároveň byla ukončena událost jednoho krmení. Vitalimetr 5P dále zaznamenával přežvykování a celkovou dobu žraní.

Získaná data byla pro tento výzkum velmi cenná, neboť nesloužila pouze pro vyhodnocení intenzity příjmu krmiva, doby přežvykování, ale také odrážela zdravotní stav, pohodu zvířat a kvalitu i kvantitu nadojeného mléka.

4.4 Odběr a stanovení složení mléka

Dojivost byla denně (ráno a večer) zaznamenávána pro každou dojnici pomocí AfiMilk MPC Milk meter (Afimilk Ltd, Kibbutz Afikim, Izrael)⁷, ale pro statistickou analýzu byla použita data od 20 dojnic, které se nejvíce lišily v intenzitě příjmu sušiny. Pro statistickou analýzu nebyla použita data z prvních 14 dní pokusu (přípravné období). Celková denní dojivost byla vypočtena součtem mléka z ranního a večerního dojení. Po celou dobu byla také zaznamenávána intenzita příjmu krmiva, celková doba žraní a přežvykování.

Každých 14 dní byly odebírány vzorky mléka z ranního a večerního nádoje konkrétních dojnic. Vzorky z ranního a večerního nádoje byly ve vyrovnaném poměru sloučeny a následně byly analyzovány pomocí technologie MilkoScan (Foss FT2, Foss Electric, Hillerød, Dánsko). Na základě metody infračervené spektroskopie byla zjištěna koncentrace mléčného tuku a proteinu.

Produkce mléka s 4% obsahem tuku (4% FCM) byla vypočítána podle následujícího vzorce (NRC, 2001):

$$4\% \text{ FCM (kg/d)} = 0,4 \times \text{produkce mléka (kg/d)} + 15 \times \text{produkce tuku (kg/d)}$$

4.5 Statistická analýza

Před statistickou analýzou byla data průměrována pro každou dojnici za odběrový týden. Data byla analyzována prostřednictvím statistického softwaru SAS (SAS Enterprise

⁷ Tento průtokoměr mléka slouží k řízení procesu mléčných stád skotu a v kombinaci s Afimilk systémem sbírá cenná data o jednotlivých dojnicích během dojení. Zároveň dokáže kontrolovat přesnost celého procesu dojení. Tyto získané informace slouží k monitorování laktčního období a také pomáhají sledovat celkový zdravotní stav dojnic a včas odhalit zdravotní problémy, například mléčné žlázy.

Guide 6.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) a byla podrobena metodě ANOVA pomocí PROC MIXED dle vzorce:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + C(G)_{ij} + W_k + G_i \times W_k + e_{ijk}$$

Kde Y_{ij} je závislá proměnná, μ je celkový průměr, G_i vliv skupiny (skupina s nízkou a skupina s vysokou intenzitou příjmu krmiva), $C(G)_{ij}$ je vliv dojnice uvnitř skupiny, W_k je vliv odběrového týdne, $G_i \times W_k$ je vliv interakce mezi skupinou a odběrovým týdnem a e_{ijk} je reziduální chyba testu. Data byla analyzována jako opakovaná měření (týden) s využitím autoregresní kovarianční struktury prvního řádu, která poskytla nejlepší shodu podle Bayesova informačního kritéria. Za významné statistické rozdíly byly považovány výsledky, u kterých byla $p < 0,05$.

5 Výsledky

5.1 Elementární charakteristiky vybraných dojnic

V následující tabulce 5 jsou uvedeny **základní popisné charakteristiky** 20 ti vybraných dojnic, které se od sebe nejvíce lišily v intenzitě příjmu sušiny. Jak již bylo zmíněno, tak z celkového počtu 30 dojnic bylo po 14 dnech pokusu zvoleno 10 krav s nejnižší a 10 s nejvyšší intenzitou příjmu sušiny.

Tabulka 5 - Elementární charakteristiky vybraných dojnic z posledního týdne před začátkem pokusu

	Vysoká intenzita příjmu krmiva	Nízká intenzita příjmu krmiva
Počet krav (n)	10	10
Hmotnost rozmezí (kg)	622–811	609–734
Hmotnost průměr (kg)	730±54	670±40
Věk rozmezí (dny)	1087–2426	1119–1413
Věk průměr (dny)	1769±416	1238±87

Hmotnost dojnic ve skupině s vysokou intenzitou příjmu krmiva byla v průměru o 60 kg vyšší než u skupiny dojnic s nízkou intenzitou. Dojnice s vysokou intenzitou příjmu krmiva byly v průměru o 531 dní starší než dojnice s nízkou intenzitou příjmu krmiva.

Tabulka 6 - Elementární charakteristiky laktace u vybraných dojnic z posledního týdne před začátkem pokusu

	Vysoká intenzita příjmu krmiva	Nízká intenzita příjmu krmiva
Počet krav (n)	10	10
Den laktace	72±28	58±21
Počet krav na laktaci (n)		
2. laktace	2	10
3. laktace	3	0
4. laktace	4	0
5. laktace	1	0

V tabulce 6 jsou uvedeny základní charakteristiky laktace u vybraných krav. Zatímco skupina dojnic vyznačující se vysokou intenzitou příjmu krmiva měla zastoupení na 2., 3., 4. a 5. laktaci, tak dojnice s nízkou intenzitou příjmu krmiva byly všechny na 2. laktaci. Výzkumný vzorek 20 vybraných dojnic byl v průměru na 65. dni laktace.

5.2 Vliv intenzity příjmu krmiva na krmné chování

Vliv skupiny na intenzitu příjmu krmiva (g/min), celkovou dobu žraní (min/den), počet přístupů do žlabu a přežvykování je znázorněn v tabulce 7.

Tabulka 7 - Vliv intenzity příjmu krmiva na další parametry potravního chování

	Vysoká intenzita příjmu	Nízká intenzita příjmu	SEM	$\alpha=0,05$ p-hodnota
Hmotnost (kg)	732	699		0,159
Intenzita příjmu sušiny (g/min)	197,4	120,8	6,137	<0,000
Příjem sušiny (kg/d)	26,6	26,0	0,508	0,366
Doba žraní (min/d)	137	218	7,634	<0,000
Počet přístupů do žlabu	58	82	5,970	0,012
Přežvykování (min/d)	466	464	21,200	0,936
Přežvykování (min/kg sušiny)	17,4	17,8	0,708	0,720

Existují významné statistické rozdíly ($p < 0,05$) mezi dvěma pozorovanými skupinami a průměrnou intenzitou příjmu sušiny (g/min). Skupina 10 ti dojníc, která vykazovala vysokou intenzitu příjmu krmiva, tak za jednu minutu sežrala o 76,6 g více než skupina dojníc s nízkou intenzitou příjmu krmiva.

Denní příjem sušiny (kg/den) byl o 0,6 kg vyšší u dojníc, které vykazovaly vysokou intenzitu příjmu, avšak se nejednalo o statisticky významný výsledek ($p > 0,05$).

Celková doba žraní byla u skupiny dojníc s vysokou intenzitou příjmu krmiva kratší o 81 min/den v porovnání se skupinou s nízkou intenzitou příjmu. Dojnice vyznačující se nízkou intenzitou příjmu krmiva se tedy věnovaly žraní o 1 hodinu a 21 minut déle, než dojnice s vysokou intenzitou příjmu. Tento výsledek lze označit jako statisticky významný ($p < 0,05$).

Dále byla zkoumána závislost mezi skupinami dojníc a jejich počtem návštěv krmného žlabu. I v tomto případě analýza rozptylu prokázala statistickou významnost ($p < \alpha$). Intenzita příjmu krmiva mezi skupinami má vliv na počet návštěv krmného žlabu. Dojnice, které byly ve skupině s nízkou intenzitou příjmu krmiva, tak přišly ke krmnému žlabu průměrně o 24 krát za den více, než dojnice s vysokou intenzitou příjmu.

Posledními parametry, které byly v této části práce zkoumány, byly průměrná celková denní doba přežvykování (min/den) a průměrná doba přežvykování (min) na kg sušiny. V obou případech test zamítnul alternativní hypotézu ($p > 0,05$). Z 95 % neexistují prokazatelné statistické rozdíly mezi zkoumanými parametry. Odlišná intenzita příjmu krmiva mezi skupinami tedy nemá vliv na průměrnou celkovou dobu přežvykování ani na průměrnou dobu přežvykování kg sušiny.

5.3 Vliv intenzity příjmu krmiva na produkci a složení mléka

Množství a složení kravského mléka v závislosti na intenzitě příjmu krmiva je uvedeno v tabulce 8. Mezi sledovanými parametry nebyl pozorován statisticky významný rozdíl ($p > 0,05$). Z tabulky lze vyčíst, že dojnice s nízkou intenzitou příjmu krmiva produkovaly v průměru o 2,3 kg mléka za den více a nadojené mléko obsahovalo i více proteinu, oproti krávám s vysokou intenzitou příjmu mléka. Avšak se nejednalo o statisticky prokazatelný výsledek ($p > 0,05$). Intenzita příjmu krmiva tedy nemá vliv na produkci a složení mléka.

Tabulka 8 - Vliv intenzity příjmu krmiva na další parametry potravního chování

	Vysoká intenzita příjmu	Nízká intenzita příjmu	SEM	$\alpha=0,05$ p-hodnota
Produkce (kg/d)	39,2	41,5	1,287	0,224
4% FCM (kg/d)*	35,2	36,1	0,992	0,550
<u>Složky mléka</u>				
Tuk (%)	3,34	3,16	0,113	0,290
Tuk (kg/d)	1,3	1,3	0,044	0,949
Protein (%)	2,70	2,71	0,048	0,813
Protein (kg/d)	1,06	1,12	0,034	0,183

*Mléko s 4% obsahem tuku (z angl. fat corrected milk, FCM). Výpočet dle NRC (2001): 4% FCM (kg/d) = $0,4 \times$ produkce mléka (kg/d) + $15 \times$ produkce tuku (kg/d)

5.4 Vliv intenzity příjmu krmiva na efektivitu využití krmné dávky

V rámci experimentu byl dále zkoumán vliv intenzity příjmu krmiva v závislosti na efektivitě využití krmné dávky, viz tabulka 9. Intenzita příjmu krmiva neměla statisticky významný vliv ($p > 0,05$) na efektivitu využití krmné dávky (vyprodukované mléko/příjem sušiny; 4% FCM/příjem sušiny). I když v případě nízké intenzity byly obě hodnoty vyšší, tak se nejednalo o prokazatelné statistické rozdíly.

Tabulka 9 - Efektivita využití krmné dávky

	Vysoká intenzita příjmu	Nízká intenzita příjmu	SEM	$\alpha=0,05$ p-hodnota
Mléko/příjem sušiny	1,48	1,60	0,0502	0,095
4% FCM/příjem sušiny	1,33	1,39	0,0351	0,201

6 Diskuze

Výživa dojnic je klíčovým faktorem, který ovlivňuje produkci a kvalitu mléka, přežvykování, bachorovou fermentaci a efektivitu využití krmiva. Krmné chování u mléčného skotu má velký vliv na efektivitu využití krmné dávky, která je důležitá pro vysokou rentabilitu hospodářských zvířat a zároveň pro jejich zdraví. Cílem práce bylo ověřit rozdílné intenzity příjmu krmiva (g/min) a jejich vliv na krmném chování. Potravní chování lze měřit pomocí různých kritérií, jako je například intenzita příjmu sušiny (g/min), denní příjem sušiny (kg/den), celková doba žraní (min/den), počet návštěv krmného žlabu (dojnice/den), nebo doba přežvykování (min/d).

6.1 Vliv intenzity příjmu krmiva na produkci a složení mléka

Potravní chování zvířete má také podstatný dopad na produkci mléka (Dhiman et al. 1999). Nejenom kvalita a množství poskytovaného krmiva ovlivňuje tvorbu a složení mléka u dojnic, ale i způsob příjmu krmiva. Krmné chování (čas strávený žráním) více ovlivňuje produkci mléka (kg/den) než příjem krmiva (kg/den) (Shabi et al. 2005). Častější krmení s menšími porcemi zvyšuje příjem krmiva a zlepšuje využití živin, což vede k vyšší produkci mléka. Intenzita a doba trvání krmení má tedy významný vliv na schopnost dojnice přeměnit potravu na mléko (Kozloski et al. 2006).

Zvýšená intenzita příjmu krmiva může vést k vyšší mléčné užitkovosti (Khorasani et al. 2015; Xu et al. 2018). Khorasani et al. (2015) uvádí, že vyšší intenzita příjmu krmiva vedla ke zvýšení mléčné produkce z 30,3 kg na 36,1 kg mléka za den. S touto studií se shoduje i Xu et al. (2018), kterým se po zvýšení intenzity příjmu krmiva u holštýnskému skotu taktéž zvýšila mléčná užitkovost, a to z 29,1 kg na 32,7 kg mléka za den. Oproti tomu ve výzkumu od Mäntysaariho et al. (2006) nezjistili žádný vliv intenzity příjmu krmiva na mléčnou užitkovost, s čím se shoduje i tento experiment v rámci diplomové práce. Skupina dojnic vykazující nižší intenzitu příjmu krmiva o 76,6 g/min měla sice delší dobu žraní o 81 min/den a také měla za den prokazatelně vyšší návštěvnost krmných žlabů o 26 (82 návštěv oproti 58), ale to se však na objemu mléčné produkce neprojevalo.

Nižší intenzita příjmu krmiva a delší doba žraní také působí příznivě na kvalitu produkce mléka (Schaefer et al. 2013; DeRouche et al. 2014). V rámci pokusu této diplomové práce sice dojnice vykazující nižší intenzitu příjmu krmiva a zároveň delší dobu žraní produkovaly více 4% FCM (kg/d) mléka, avšak je nejednalo o prokazatelně významné statistické rozdíly. Vysoká intenzita příjmu krmiva působí na zvýšení procenta mléčného tuku (Macmillan et al. 2017). V rámci experimentu této práce nebyl u dojnic s vyšší intenzitou příjmu krmiva zjištěn vyšší % podíl mléčného tuku, viz tabulka 8. Vliv četnosti krmení na podílu mléčné bílkoviny byl také zkoumán, ale i v tomto případě statistická závislost nebyla prokázána, čímž se tato práce shoduje i s předchozími studiemi (DeVries & Chevaux 2014; Niu et al. 2014; Macmillan et al. 2017).

Oproti tomu se tato práce rozchází s výzkumem od Soriani et al. (2012), kteří zjistili statistickou závislost mezi dobou strávenou přežvykováním a mléčnou užitkovostí. V rámci této diplomové práce mezi těmito parametry nebyla prokázána statistická významnost.

Produkce a složení mléka je samozřejmě také ovlivněno podávaným krmivem (Hernandez et al. 2009). Strava s nedostatkem základních živin, jako jsou bílkoviny, energie nebo minerály, může vést ke snížení produkce a snížení celkové užitkovosti zvířat (Lippert et al. 2011). Ve studii od Keadyho & Murphyho (2003) se po zvýšení příjmu krmiva (TMR) výrazně zvýšila produkce i účinnost krmiva. Důvodem bylo podávání kvalitnějšího krmiva bohatšího o energii a bílkoviny. Obdobně i Van Soesta et al. (1991) prokázali, že zvýšení příjmu kukuřičné siláže z 10 kg na 13,8 kg denně přispělo k většímu nádoji. I v tomto případě vědci zjistili, že zvýšení produkce mléka bylo způsobeno především zvýšeným příjmem energie z kukuřičné siláže.

Mléčná užitkovost tedy není ovlivněna pouze objemem a kvalitou zkonzumovaného krmiva, ale také způsobem krmného chování (Soriani et al. 2012).

Na základě těchto zjištěných poznatků by bylo na místě zavést nové dietní strategie, pomocí kterých by bylo snahou upravit krmné chování za účelem zlepšení kvality i kvantity nadojeného mléka. Dále by bylo vhodné prozkoumat i vliv doby odpočinku (ležení).

6.2 Vliv intenzity příjmu krmiva na efektivitu využití krmné dávky

Způsob příjmu krmiva dále působí na efektivitu využití krmné dávky. Dle Owense (1998) nejefektivnější příjem potravy vychází z co možná nejdelšího času stráveného na jedno nakrmení, přiměřeně velkých částic v krmné dávce, čímž se zvyšuje počet žvýkacích pohybů a sekrece slin, což má prospěšný vliv i pro bacheřovou fermentaci. V takovém to případě dochází k vyšší stravitelnosti i k lepšímu vstřebávání živin. Častější krmení menšími porcemi tedy vede k efektivnějšímu využití krmiva, protože se prodlužuje doba celého krmného chování, zlepšuje se využití živin, což vede i k efektivnější mléčné užitkovosti (Kozloski et al. 2006).

Dle DeRoucheho et al. (2014) pomalejší žraní však ke zvýšené efektivitě využití krmiva a v konečném důsledku i ke zlepšení mléčné produkce. Navíc nižší intenzita příjmu také snižuje hladinu stresových hormonů, pozitivně ovlivňuje zdraví a zlepšuje tak celý proces trávení (Schaefer et al. 2013). Naopak studie od Baileyho et al. (2018) & Tajbakhsho et al. (2011) tvrdí, že zvýšená intenzita příjmu krmiva pozitivně ovlivňuje celý proces trávení, protože je odpovědná za efektivní fermentaci a lepší stravitelnost krmné dávky.

V rámci této diplomové práce nebyl prokázán vliv intenzity příjmu krmiva na efektivitu využití krmné dávky. I když Llonch et al. (2018) uvádí, že efektivita využití krmné dávky se může zlepšit, pokud se sníží intenzita příjmu sušiny (g/min), prodlouží celková doba žraní (min/den) a zvýší se počet návštěv krmného žlabu. Tyto předpoklady byly v této diplomové práci splněny, neboť skupina 10 ti dojníc s nižší intenzitou příjmu krmiva vykazovala prokazatelně delší dobu žraní i vyšší počet návštěv krmné žlabu, avšak efektivita využití krmné dávky nebyla potvrzena. Důvodem může být menší počet zvířat ve studii, kdy číselné hodnoty efektivit byly vyšší u dojníc s nízkou intenzitou, ale počet dojníc nebyl pravděpodobně dostatečný na prokázání rozdílu.

Veškeré tyto poznatky krmného chování mohou také dopomoci k identifikaci zdravotních problémů. Například čas vynaložený na krmné chování a snížený počet žvýkacích pohybů může odrážet poruchy trávení (například bacheřové acidózy). Špatná výživa taktéž může způsobit potíže s paznehty nebo kulhání u skotu (Llonch et al. 2018).

6.3 Vliv intenzity příjmu krmiva na přežvykování

V naší studii nebyl statisticky významný rozdíl v přežvykování. Průměrná doba přežvykování se pohybovala okolo 465 min/den (průměr hodnot 466 a 464 min/den z tabulky 7). Tato průměrná hodnota odpovídá předchozím zjištění o čase stráveném přežvykováním (Beauchemin 2018). White et al. (2017) naměřili průměrnou dobu přežvykování 436 min/den (od 236 do 610 min/den), Zebeli et al. (2006) 434 min/den (od 151 do 630 min/den), Souza et al. (2022) 444 min/den (od 151 do 638) nebo Joch et al. (2023) 417 min/den (od 267 do 619 min/den).

Delší čas vynaložený přežvykováním zvyšuje produkci slin a zlepšuje rozmanitost střevní mikroflóry (Kim et al. 2015). Nízká frekvence příjmu krmiva je brána jako prospěšná, neboť se v rámci ní prodlužuje čas na nakrmení a zároveň se prodlužuje čas přežvykování. Naopak při vysoké intenzitě příjmu krmiva se snižuje jeho efektivní využití a snižuje počet žvýkacích pohybů (Llonch et al. 2018). S těmi výzkumy se však experimentem této diplomové práce neztotožňuje, neboť doba strávená přežvykováním v závislosti na různé intenzitě příjmu krmiva nebyla označena jako statisticky průkazná. Důvodem je pravděpodobně podávání stejné krmné dávky (TMR) u obou skupin dojníc, a tudíž lze konstatovat, že přežvykování (min/kg sušiny) nebylo v této studii ovlivněno složením stravy. To je v souladu se studií od Jocha et al. (2023), ve které přežvykování (min/kg sušiny) taktéž nebylo ovlivněno podávaným krmivem ($p < 0,805$).

Několik studií však ukázalo, že siláže ale i sena obsažená v krmné dávce pozitivně prodlužují dobu přežvykování, zlepšují funkci bachelu, zvyšují stravitelnost živin a v důsledku toho i produkci mléka (Santini et al. 1983; Beauchemin & Buchanan-Smith 1989). Důvodem je mimo jiné zvýšení velikosti částic obsažených v krmivu, které podporují přežvykování. Zebeli et al. (2008) zjistili, že krávy krmené hrubou nasekanou stravou měly vyšší počet žvýkacích pohybů a delší dobu přežvykování ve srovnání s krávami, které byly krmeny dietou s jemnými částicemi. Autoři tohoto výzkumu navrhli, že hlavním faktorem ovlivňujícím chování při přežvykování je spíše fyzická forma krmiva nikoliv obsah živin. I tento experiment může vysvětlovat výsledek přežvykování v rámci této diplomové práce, protože obě skupiny dojníc byly krmeny zcela stejnou krmnou dávkou, která měla po celou dobu pokusu stejné jak fyzikální, tak živinové složky. Doba přežvykování tak může být výrazně ovlivněna právě velikostí částic, strukturou krmiva, příjmem neutrálně detergentní vlákniny, stravitelností vlákniny a komplexními interakcemi mezi těmito faktory (Beauchemin 2018).

Velikost částic krmné dávky také může zabránit acidóze, protože podpora žvýkání a produkce slin zvýší tok bikarbonátu do bachelu (Beauchemin 2018). Přežvykování je nesmírně důležité pro správnou funkci trávení a hraje významnou roli pro trávicí mikroorganismy, protože pomocí řádného přežvykání a proslinění jim usnadňuje fermentaci vlákniny a zvyšuje tak i stravitelnost krmiva (Owens 1998). Přežvykování by mohlo přinést zajímavé souvislosti ve vztahu k bachelové tekutině, která však nebyla v pokusu z technických důvodů zkoumána. Nicméně řada studií uvádí, že delší čas věnovaný přežvykováním pozitivně ovlivňuje pH bachelu a podporuje zvýšení populace prospěšných bakterií a snížení škodlivých bakterií (Kim et al. 2015).

Dle Soriani et al. (2012) má přežvykování vliv i na mléčnou užitkovost, neboť doba strávená přežvykováním pozitivně korelovala s množstvím nadojeného mléka (kg). Tento výzkum se však také od tohoto experimentu odlišuje, neboť doba strávená přežvykováním se u obou skupin pozorovaných dojníc téměř nelišila.

Každodenní hodnocení krmného chování je tedy velmi užitečný nástroj pro optimalizaci hospodářské rentability, protože umožňuje sledovat produkci, ale i zdravotní stav, a to jak na individuální, tak i na skupinové úrovni.

7 Závěr

Tato práce prokázala, že mezi dojnicemi existují významné statistické rozdíly ve způsobu příjmu krmiva. Mezi skupinami dojnic byl prokázán statisticky významný rozdíl v intenzitě příjmu krmiva, a to potvrzuje stabilitu tohoto parametru, protože rozdíl byl stálý v průběhu celého experimentu. Tato intenzita měla vliv na celkovou dobu žraní a počet návštěv krmného žlabu. Naopak závislost mezi intenzitou příjmu a dobou přežvykování nebyla prokázána. Efektivita využití krmné dávky nebyla ovlivněna intenzitou příjmu krmiv, což neodpovídá obecně přijímanému předpokladu o vyšší efektivitě při nižším intenzitě příjmu. Vliv intenzity příjmu krmiva na množství a složení nadojeného mléka, také nebyl statisticky významný.

8 Literatura

Adin G, Solomon R, Shoshani E, Flamenbaum I, et al. 2008. Heat production, eating behavior and milk yield of lactating cows fed two rations differing in roughage content and digestibility under heat load conditions. *Livestock Science*. **119**:145–53.

Aerts RJ, Barry TN, McNabb WC. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. **75**:1–12.

Agena S, Burstendt E, Holténisus K. 2003. Effects of feeding intensity during the dry period. 1. feed intake, body weight, and milk production. *Journal of dairy science*. **6**:870–882.

Akin DE, Jackson-Smith KA, Vermeer JJ. 2008. Efficiency of feed utilization in dairy cattle: interactions between rumen fermentation and feed passage. *Journal of Dairy Science*. **91**:1510–1523.

Albansen AJ, Mølgaard P, Sørensen P. 2019. Genetics of Milk Composition. In *Advances in Dairy Products*. Academic Press. 1–20.

Allen M. 2017. Rumination and Digestive Health in Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. **33(3)**, 437–447.

Asefa T, Windeyer MC, Meale SJ, McAllister TA. 2019. Supplementation of a polyphenol-rich extract from red grape pomace to dairy cows: effects on ruminal fermentation and nutrient digestibility. *Journal of Dairy Science*. **102(10)**, 9164–9173.

Bailey RS, Drouillard JS, Lemenager RP. 2003. The impact of feed intake level on ruminal fermentation and nutrient utilization in beef cattle. *Journal of Animal Science*. **81(12)**, 3187–3198.

Baldwin RL, McLeod KR, Klotz JL, Heitmann RN, Rode LM. 2004. Ruminal microbial and fermentative changes associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *Journal of Animal Science*. **82(3)**.

Barroso FG, Alados CL, Boza J. 2000. Social hierarchy in the domestic goat: Effect on food habits and production. *Applied Animal Behaviour Science*. **69**: 35–53.

Beauchemin KA, Buchanan-Smith JG. 1989. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **72**: 2288–2300.

Beauchemin KA. 2018. Invited review: current perspectives on eating and rumination activity in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **101**:4762–84.

Beauchemin KA, Yang WZ, Rode LM. 2004. Effects of particle size of alfalfa-based dairy cow diets on chewing activity, ruminal fermentation, and milk production. *Journal of dairy science*. **86**:630–643.

- Bergsten C. 2006. Influence of subclinical mastitis on milk flavor. *Journal of Dairy Science*. **89(11)**, 3929–3937.
- Bernabucci U, Lacetera N, Danieli PP, Bani P, Nardone A, Ronchi B. 2009. Influence of different periods of exposure to hot environment on rumen function and diet digestibility in sheep. *International Journal of Biometeorology*. **53**:387–95.
- Berry DP, Evans RD, O'Grady L. 2007. Effects of body condition score at calving and postpartum dietary energy concentration on the lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **90(1)**, 166–174.
- Bertoni G, Seyfang M, Ostermann C, Köhler M, Hamm H. 2017. Influence of milking system and milking time on milking performance and teat health of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **100(6)**, 4644–4653.
- Boddington TN, de Lange ELJ. (1999). The effects of playing music to dairy cows on feed intake, feeding behaviour and milk production. *Applied Animal Behaviour Science*. **64**, 167–174.
- Canel C, Galindo F, Mould FL, Offer NW. 2015. The influence of feed physical form on rumen function and digestive health in dairy cows. *Livestock Science*. **178**, 85–94.
- Collier RJ, Collier JL, Rhoads RP, Baumgard LH. 2008. Invited review: Genes involved in the bovine heat stress response. *Journal of Dairy Science*. **91**:445–54.
- Craig JV, Lee CG. 1996. Palatability and voluntary food intake in pigs. *Journal of animal science*. **74(3)**, 546–554.
- Cromwell GL, Van Horn HH, Broderick GA. 1997. Eating behavior of dairy cows in relation to sire breed and parity. *Journal of Dairy Science*. **80(4)**, 623–630.
- Cummings DE, Overduin J. 2007. Gastrointestinal regulation of food intake. *Journal of clinical investigation*. **117(1)**, 13–23.
- Curtis CR, Overton TR, Smith RW. 2001. Effects of feeding frequency and diet nutrient density on feed intake and digestibility by dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **84(6)**, 1563–1572.
- Curtis SE, Houpt KA. 1983. Animal ethology: its emergence in animal science. *Journal of Animal Science*. **57**:234–47.
- De Leeuw J, Tamminga S. 2015. Feed and nutrition management of dairy cows. A review. *Livestock Science*. **182**, 1–12.
- De Vries AG, Stelwagen K, Windig JJ. 2017. Genetics of Milk Production and Composition. In *The Genetics of the Domestic Cow*. CABI. 39–58.

De Frain JM, Harvatine KJ, Dann HM. (2019). Nutrient requirements and feed management for dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **102(12)**, 10742–10758.

Dehority BA, Cochran RC, Allen MS, Oltjen JW. 2003. Fiber and starch: effects on rumen fermentation. *Journal of Dairy Science*. **86(7)**, E 50–E 61.

DeRouchey JM, Thomson JR, Goodband RD, Nelssen JL. 2014. Feeding Behavior and Feeding Management of Feedlot Cattle. In *Livestock Feeding Systems and Management*. Springer, New York, NY. 1–37.

DeVries TJ, Beauchemin KA, von Keyserlingk MAG. 2007. Dietary forage concentration affects the feed sorting behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **90**:5572–79.

DeVries TJ, Dohme F, Beauchemin KA. 2008. Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: feed sorting. *Journal of Dairy Science*. **91**:3958–67.

DeVries TJ, Chevaux E. 2014. Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. *Journal of Dairy Science*. **97**:6499–510.

Dharmaraj M, BalasubramanianV, Raghavender P, Srinivasan K. 2014. Heat stress and its impact on dairy cattle. *Journal of veterinary science and technology*. **5(4)**, 210.

Dhiman TR, Satter LD, Pariza MW. 1999. Conjugated linoleic acid content of milk. *Frontiers in Veterinary Science*. from cows fed different diets. *Journal of Dairy Science*. **82(10)**, 2146–2156.

Dickson DP, Barr GR, Johnson LP, Wieckert DA. 1970. Social dominance and temperament of Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. **53**:904–7.

Dijkstra J, Forbes JM France J. 2005. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2nd ed. Cambridge, MA: CABI Pub.

Du L, Chee IW. 2016. The effects of dietary enzymes and yeast on rumen fermentation and digestibility in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. **212**, 9–17.

Ferreira A, Marques M, Bhude AT, Curik MVC et al. 2015. Sequence Analysis of Bitter Taste Receptor Gene Repertoires in Different Ruminant Species. *National library of medicine*.

Finkemeier MA, Langbein J, Puppe B. 2018. Personality research in mammalian farm animals: concepts, measures, and relationship to welfare. **5**:131.

Firkins JL, Boissy RE. 2010. The role of feeding behavior in dairy cattle. *Journal of Animal Science*. **88(12)**, 4040–4048.

- Forbes JM, France J, Garrido MD. 2008. Feed intake and feeding behavior of dairy cows. *Animal science*. **2(3)**, 351–365.
- Galindo F, Broom DM. 2000. The social relationships between behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Veterinary Science*. **69**:75–9.
- Galindo F, Canel C, Mould FL, Offer NW. 2010. The influence of feed physical form and feeder design on feed intake and feeding behaviour of dairy cows. *Livestock Science*. **132(1–13)**, 119–126.
- Gao X, Oba M. 2014. Relationship of severity of subacute ruminal acidosis to rumen fermentation, chewing activities, sorting behavior, and milk production in lactating dairy cows fed a high-grain diet, *Journal of dairy science*. **97**:3006–3016.
- Garnsworthy PC, Penrith ML, Sinclair LA. 2002. The effects of genotype on the lactation curve in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **85(2)**, 271–277.
- Gautam RK, Jain A, Gautam N. 2017. Effect of heat stress on physiological and reproductive parameters in dairy cows. *Journal of Applied Animal Research*. **46(1)**, 6–12.
- Ginane C, Bonnet M, Baumont R, Revell DK. 2015. Feeding behaviour in ruminants: a consequence of interactions between a reward system and the regulation of metabolic homeostasis. *Animal Production Science*. **55**:247–60.
- Ginane C, Baumont R, Favreau-Peigné A. 2011. Perception and hedonic value of basic tastes in domestic ruminants. *Physiology & Behavior*. **104**:666–674.
- Goff JP, Horst RL. 1997. Physiology of lactation. *Journal of dairy science*. **80(1)**, 1–13.
- González LA, Manteca X, Calsamiglia S, Schwartzkopf-Genswein KS, Ferret A. 2012. Ruminal acidosis in feedlot cattle: Interplay Between feed ingredients, rumen function and feeding behaviour (a review). *Animal Feeding Science Technology*. **172**:66–79.
- Grant RJ, Albright JL. 1995. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. *Journal Animal Science*. **73**:2791–803.
- Green TC, Jago JG, Macdonald KA, Waghorn GC. 2013. Relationships between residual feed intake, average daily gain, and feeding behavior in growing dairy heifers. *Journal Dairy Science*. **96**:3098–107.
- Green LH, Jay-Russell MT, et al. 2010. "Umination and Digestion of Fiber in Livestock." *Journal of Animal Science*. **88**: E1–E8.
- Greter AM, DeVries TJ. 2011. Effect of feeding amount on the feeding and sorting behaviour of lactating dairy cattle. *Journal Animal Science*. **91**:47–54.

Gupta RK, Singh S, Prakash O. 2010. Seasonal changes in the quality and flavor of buffalo milk in India. *Journal of Dairy Science*. **93(5)**, 1795–1803.

Hafez E. Hafez B. 2013. *Reproduction in Farm Animals* (7th ed.). John Wiley & Sons.

Harms RH, Widmer JP, Carlson DA, Grissom KK, Greenquist MA. 2007. Effect of dietary garlic on milk production, milk composition, and reproductive performance of dairy cows. *Journal of dairy science*. **90(11)**, 5071–5079.

Härtlová H, et al. 2009. *Fyziologie a hygiena výživy a alimentární onemocnění hospodářských zvířat*. Praha. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Hemsworth PH, Coleman GJ, Barnett JL, Borg S. 1987. Behavioural responses to different light intensities in cattle. *Applied Animal Behaviour Science*. **18(4)**, 335–348.

Hernandez JL, Trigo E, García L, Frutos P. 2009. Nutritional factors affecting milk production in dairy cows: A review. *Animal Feed Science and Technology*. **150(1-2)**, 15–29.

Hötzel MJ, Santos JEP, Stefani LM. 2010. Influence of different types of music on feed intake and behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **93(7)**, 2772–2777.

Hu C, Li J, Wu G, Tang S. 2010. Effects of yeast culture supplementation on rumen fermentation and bacterial populations in vitro. *Animal Feed Science and Technology*. **158(1-2)**, 111–119.

Chen Y, Zeng Z, Li L, Li R, Li X, Li Z, Wang L. 2018. The rumen microbiome and its interactions with the host and diet. *Frontiers in microbiology*. **9**, 1517.

Jedlička M. 2017. Využití stájové technologie ke kontrole výživy dojníc [online]. [cit. 2023-02-15]. Dostupné z: <https://naschov.cz/vyuziti-stajove-technologie-ke-kontrol-vyzivy-dojnic/>

Jelínek P, Koudela K. 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. **409**.

Joch M, Kudrna V, Výborná A, Tyrolová Y, Jančík F, Kubelková P, Vadroňová P, Tichá D. 2023. Effect of corn shredlage on feed intake, rumen fermentation, and lactation performance of dairy cows fed a low-fibre diet. *Italian Journal of Animal Science*. **22:1**, 116–124.

Jones DR, Mehrabani-Yeganeh H, De Lange CFM. 2010. Hunger in dairy cattle and its effects on animal welfare and productivity. *Journal of Dairy Science*. **93(9)**, 4077–4087.

Kare MR, Sørensen LP, Dønneord H. 2007. Preferences for and intake of eight different forages by horses. *Animal feed science and technology*. **137(1-2)**, 19–30.

Kärenlampi S, Niemelä J, Hyvönen L. 2002. Pigment composition and color of milk from cows fed diets containing carrot or marigold. *Journal of Dairy Science*. **85(11)**, 2729–2736.

Keady TWJ, Murphy JJ. 2003. The effect of ad-libitum access to a total mixed ration on the performance of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. **86(5)**, 1675–1687.

Key B, Baker S. 2008. The role of touch in cattle–human interactions: A review of the evidence. *Applied Animal Behaviour Science*. **109(1–4)**, 1–9.

Kiarie E, Kirui J K, Muita J. 2017. Influence of balanced feeding on milk yield and quality of dairy cows. *Journal of dairy science*. **100(7)**, 5767–5774.

Kim JS, Kim KS, et al. 2015. "Effects of Umination on the Microflora and Digestibility of Feed in Livestock." *Journal of Animal Science*. **93**, 5456–5463.

Khorasani GR, Ghorbani GR, Dehghan-Banadaky M, Chaji M. 2015. The effect of different levels of feed intake on milk production and composition in early lactating Holstein cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. **99(4)**, 709–716.

Kleen JL, Hooijer GA, Rehage J, Noordhuizen JP. 2003. Subacute ruminal acidosis (SARA): A review. *Journal of Veterinary Medicine*. **50**: 406–414.

Knížková I, Kunc P. 2010. Využití technologie evaporačního ochlazování s řídicími jednotkami k eliminaci tepelného stresu u skotu. *Certifikovaná metodika Praha. Výzkumný ústav živočišné výroby Praha – Uhřetěves*. **23**.

Kozloski GV, Ferreira JA B, Zini A, Vilela R L, Venâncio TA. 2006. Effect of feeding frequency and type of diet on feed intake, milk yield and composition in dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia*. **35(4)**, 1298–1306.

Krehbiel CR, Perino L, Shaver RD, Holmes CW, Waldron MR, Kraeling RR. 2009. Impact of ruminal pH on nutrient utilization and diet composition. *Journal of Dairy Science*. **92**, 4989–4998.

Lascano GJ, Brown-Brandl TM, Vaccaro JL, Morrical DD. 2011. The effects of eating rate and forage particle size on ruminal digestion, feed intake, and chewing activity of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **94**:3443–3453.

Le Magnem. Hunger J. 1985. Cambridge: Cambridge University Press.

Lentz TL, St-Pierre NR, Kautz JT. 2014. The role of feed additives in improving nutrient utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **97**, 1633–1646.

Lima ML, Ferreira MJ, Ganda EK, Amorim LH. 2008. Feed intake and milk production of dairy cows with different degrees of lameness. *Journal of animal science*. **86(4)**, 927–932.

Linn J, Kuehn C. 1997. The Effects of Forage Quality on Performance and Cost of Feeding Lactating Dairy Cows. *Journal of animal dairy science*.

Lippert K, Niemann H, Pfeffer E. 2011. Factors affecting milk production in dairy cows: A review. *Archiv für Tierernaehrung*. **65(3)**, 197–214.

Llonch P, Somarriba M, Duthie CA, Haskell MJ, Rooke JA, Troy S. 2016. Association of temperament and acute stress responsiveness with productivity, feed efficiency, and methane emissions in beef cattle: an observational study. *Frontiers in Veterinary Science*. **3**:43.

Llonch P, Mainau E, Ipharraguerre IR, Bargo F, Tedó G, Blanch M, Manteca X. 2018. Chicken or the Egg: The Reciprocal Association Between Feeding Behavior and Animal Welfare and Their Impact on Productivity in Dairy Cows. *Review. Veterinary Sciences*. 1–11.

Lopez S, Garnsworthy PC, Eckersall PD. 2018. The role of protein in dairy cow nutrition and health. *Animal Frontiers*. **8(2)**, 10–18.

Lukášová J. 1999. Hygiena a technologie produkce mléka. VFU v Brně, Brno, **101**.

Lynch JM, Berry DP, Evans RD. 2003. Effects of dietary energy source and concentration on performance of dairy cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*. **86(2)**, 729–740.

Macmillan K, Gao X, Oba M. 2017. Increased feeding frequency increased milk fat yield and may reduce the severity of subacute ruminal acidosis in higher-risk cows. *Journal of Dairy Science*. **100**:1045–54.

Malmkvist J, Nielsen BL, Jensen MB. 2004. Discrimination of conspecifics by sounds in young dairy calves (*Bos taurus*) and beef calves (*Bos taurus*). *Applied Animal Behaviour Science*. **88(3–4)**, 143–157.

Mellado M, Antonio-Chirino E, Meza-Herrera C, Veliz FG, Arevalo JR, Mellado J, de Santiago A. 2011. Effect of lactation number, year, and season of initiation of lactation on milk yield of cows hormonally induced into lactation and treated with recombinant bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science*. **94**, 4524–4530.

Mäntysaari P, Khalili J, Sariola J. 2006. Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **89**:4312–4320.

Merrill C, Windle MC, Souza WF, Ipharraguerre IR, Kung L. 2013. The evaluation of a flavor enhancer on intake and production of high producing lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **91** (E-Suppl. 1):424

Mertens DR, Replogle JL, Trout SW. 2007. The impact of ruminal pH on nutrient utilization and the need for effective buffers. *Journal of Dairy Science*. **90**, E105–E119.

Messaoudi I, Vongsa MT, Rode LM, Algozin R. 2013. Effects of feed odors on feed intake and behavior of dairy cows. *Journal of Animal Science*. **91**(7), 3183–3191.

Migliorati L, Speroni M, Lolli S, Calza F. 2005. Effect of concentrate feeding on milking frequency and milk yield in an automatic milking system. *Italian Journal Animal Science*. **4**:221–3.

Migliorati L, Speroni M, Stelletta C, Pirlo G. 2009. Influence of feeding flavouring-appetizing substances on activity of cows in an automatic milking system. *Italian Journal Animal Science*. **8**:417–9.

Milam KZ, Coppock CE, West JW, Lanham JK, Nave DH, Labore JM, et al. 1986. Effects of drinking water temperature on production in lactating Holstein cows in summer. *Journal of Dairy Science*. **69**:1013–9.

Miller-Cushon EK, DeVries TJ. 2017. Short communication: associations between feed push-up frequency, feeding and lying behavior, and milk yield and composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **100**:2213–18.

Nakonečný M. 2023. Sociální encyklopedie: facilitace sociální [online]. [cit. 2023-01-06]. Dostupné z: https://encyklopedie.soc.cas.cz/w/Facilitace_soci%C3%A1ln%C3%AD

Nannig P, Pulido RG, Ruiz-Albarrán M, Bargo F, Tedó G, Palladino RA. 2018. A sensory additive alters grazing behavior and increases milk response to concentrate supplementation in dairy cows. *Livestock Science Journal*.

Nendel C, Beier P, Heuwinkel H, Wiedemann S, Böttcher H. 2011. The impact of heat stress on feed intake and performance of dairy cattle. *Journal of dairy science*. **94**(11), 5273–5282.

Niu M, Ying Y, Bartell PA, Harvatine KJ. 2014. The effects of feeding time on milk production, total-tract digestibility, and daily rhythms of feeding behavior and plasma metabolites and hormones in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **97**:7764–76.

Nkrumah JD, Crews DH Jr, Basarab JA, Price MA, Okine EK, Wang Z, et al. 2007. Genetic and phenotypic relationships of feeding behaviour and temperament with performance, feed efficiency, ultrasound, and carcass merit of beef cattle. *Journal of Animal Science*. **85**:2382–90.

Nolan JV, Leng RA, Butterworth MH. 2003. The effect of feed intake and concentrate proportion on the metabolism of lactating dairy cows. *Animal Science*. **77(2)**, 171–183.

Nordblad A, Ekman R, Gustafsson LH. 2002. Influence of stage of lactation and breed on fatty acid composition and fat content in milk. *Journal of dairy science*. **85(11)**, 2898–2905.

O'Brien MD, Rhoads RP, Sanders SR, Duff GC, Baumgard LH. 2010. Metabolic adaptations to heat stress in growing cattle. *Domestic Animal Endocrinology*. **38**:86–94.

O'Connell JM, Webster J, Miranowski JA. 2015. Hunger and thirst in dairy cows: implications for animal welfare and productivity. University of California, Davis.

Olijhoek DW, et al. 2018. Methane production, rumen fermentation, and diet digestibility of Holstein and Jersey dairy cows being divergent in residual feed intake and fed at 2 forage-to-concentrate ratios. *Journal of dairy science*. **101**:9926–9940.

Olofsson J. 1999. Total Competition for mixed diets fed for ad libitum intake using one or four cows per feeding station. *Journal of dairy science*. **82**:69–79.

Ørskov ER, MacDonald IA, Moughan PJ. 2003. Enzymes in animal nutrition: the current situation and future prospects. *British Journal of Nutrition*. **90(S2)**, 497–508.

Owens FN, Secrist DS, Hill WJ, Gill DR. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal Animal Science*. **76**:275–86.

Pavlatá L. 2020. Význam travních porostů pro výživu skotu. Ústav výživy zvířat a pícninářství [online]. [cit. 2023-02-11]. Dostupné z: <https://uvzp.af.mendelu.cz/wcd/w-af-uvzp/aktuality/2020/jak-vyrabet-dostatek-kvalitni-pice-z-travnich-porostu/pavlatatpvevivskotu.pdf>.

Pearson KJ, Macmillan KL, Eady PJ. 2017. The effect of auditory cues on feed intake and feeding behaviour in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science*. **193**, 58–65.

Phillips JB. 2020. Magnetoreception in Mammals. *The Senses: A Comprehensive Reference (Second Edition)*. **421–444**.

Reece WO. 2011. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*, Praha, Grada Publishing, a. s., **421–444**.

Reinhardt V. 1973. Social rank order and milking order in cows. *Z Tierpsychol*. **32**:281–92.

Rhoads ML, Rhoads RP, VanBaale MJ, Collier RJ, Sanders SR, Weber WJ, et al. 2009. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. *Journal of dairy science*. **92**:1986–97.

Rioja-Lang FC, Roberts DJ, Healy SD, Lawrence AB, Haskell MJ. 2012. Dairy cow feeding space requirements assessed in a Y-maze choice test. *Journal of dairy science*. **95**:3954–60.

Roura E, Foster SR. 2018. Nutrient-sensing biology in mammals and birds. *Annual Review of Animal Biosciences*. **6**:197–225.

Roura E, Ossensi C, Mantovani R, Bailoni L. 2005. Development of a quick method of evaluating flavour preferences in concentrates for lactating cows. In: *Proceedings of the European Association for Animal Production*. **147**.

Sándor Z, Mózes L, Schmotz C, Guilloteau P, Bódis K, Molnár V, Gyovai A. 2019. The impact of eating rate on ruminal digestion and metabolism in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. **245**, 120–126.

Santini FJ, Hardie AR, Jorgensen NA, Finner MF. 1983. Proposed use of adjusted intake based on forage particle length for calculation of roughage indexes. *Journal of Dairy Science*. **66**: 811–820.

Santoso U, Hristov AN, Hao X, Kebreab E, Wu Z, McAllister TA. 2017. Feeding frequency affects rumen fermentation, microbial protein synthesis, and methane production in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **100(5)**, 3640–3653.

Shabi Z, Murphy MR, Moallem U. 2005. Within-day feeding behavior of lactating dairy cows measured using a real-time control system. *Journal of dairy science*. **88**:1848–54.

Schaefer AL, DePeters EJ, Zanton GI. 2013. Dairy cow feed intake and feeding behavior. *Journal of Dairy Science*. **96(10)**, 6267–6287.

Schneider F, Kliem KE, Baumrucker CR. 2009. Dietary supplementation with red beet pigment alters the color of milk and the fatty acid composition of milk fat. *Journal of Dairy Science*. **92(10)**, 4558–4562.

Schukken YH, Lam TJ, Gröhn YT, Barkema HW. 2003. A review of the epidemiology and control of mastitis in dairy herds. *Journal of Dairy Science*. **86(2)**, 726–751.

Schütz KE, Meunier-Salaun MC, Ferlay A, Sauvant D. 2012. Effects of feed aroma on feed intake and behavior of dairy cows. *Journal of dairy science*. **95(2)**, 651–659.

Schütz KE, Rogers AR, Cox NR. 2007. Invited review: vocal indicators of welfare status in cows: a review. *Journal of Dairy Science*. **90(1)**, 297–311

Silanikove N. 1992. Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science*. **30**:175–94.

Singh RK, Kaur A, Singh N. 2018. Effect of feeding garlic (*Allium sativum* L.) on flavor and quality of milk. *Journal of food science and technology*. **55(7)**, 2450–2458.

Slimáková M. 2021. *Osobní receptář pro zdraví a pohodu: jak zvládat chutě na sladkosti, nechut k pohybu, stres v práci a povinnosti doma, prevenci nemoci a léčbu stravou, kariéru, kritiky i stárnutí*. Ilustroval Remi Pavlovská. V Brně: BizBooks. **229**.

Sordillo LM, Rodriguez-Lecompte JC, Kononoff PJ, DeJarnette JM. 2017. Feed particle size and consistency affect feed intake, rumination behavior, and production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **100(6)**, 4665–4682.

Soriani N, Trevisi E, Calamari L. 2012. Relationships between rumination time, metabolic conditions, and health status in dairy cows during the transition period. *Journal Animal Science*. **90**:4544–54.

Souza GJ, Riberio VDMC, Harvatine KJ. 2022. Meta-analysis of rumination behavior and its relationship with milk and milk fat production, rumen pH, and total-tract digestibility in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **105**:188–200.

Stabel J. 2012. Udder health in dairy cows: current knowledge and future directions. *Journal of Dairy Science*. **95(2)**, 397–410.

Šárová R, Špinka M, Stěhulová I, Ceacero F, Šimečková M, Kotrba R. 2013. Pay respect to the elders: age, more than body mass, determines dominance in female beef cattle. *Animal Behaviour*. **86**:1315–23.

Tajbakhsh J, Ghorbani GR, Alilou M. 2011. The impact of feed intake on rumen fermentation and microbial populations in dairy cattle. *Livestock Science*. **136(2–3)**, 174–180.

Tamminga S, van Gastelen S, Boer H, Dijkstra J. 2015. Effects of feeding frequency and physical form of the feed on rumen pH, volatile fatty acid concentration, and feeding behavior in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **98(4)**, 2460–2470.

Tyasi TL, Gxasheka M, Tlabela CHP. 2015. Assessing the effect of nutrition on milk composition of dairy cows, *Journal of dairy science*. **17**: E 56–63.

Tyrrell HF, Moe PW. 1975. Effect of intake on digestive efficiency. *Journal of Dairy Science*. **58**:1151–63.

Ulferts JN, De Haas Y, Dijkstra J, Tamminga S. 2008. Effect of flavor on feed intake and milk production of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **91(11)**, 4222–4229.

Van Knegsel ATM, Dijkstra J, Tamminga S, Metz JHM. 2017. Effects of ketosis and mastitis on feed intake and gut function in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **100(5)**, 3547–3557.

Van Knegsel ATM, Tamminga S, Dijkstra J. 2015. Impact of feed intake regulation on milk production of dairy cows. *Animal Frontiers*. **5(2)**, 4–12.

Van Wyk JB, DeGraaf C, Millen JL. 2014. Understanding the importance of dietary proteins in dairy cattle nutrition. *Journal of Dairy Science*. **97(2)**, 579–593.

Vandepitte MJ, Vanacker JM, Fievez V, Demeyer D. 2011. Effect of feed type and feed form on feed intake, chewing activity, and digestion in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **94(11)**.

Vander Hart B, Barkema H, Kelton J. 2014. The effects of dairy cow nutrition and management practices on the prevalence and impact of subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. **97(2)**, 786–798.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. **74(10)**. 3583–3597.

Von Keyserlingk MA G, Barrientos AK, Ito K, Galo E, Weary DM. 2020. Dairy cows prefer sweet over bitter tastes and their preferences can be predicted from their stress responses to restraint and milking. *Scientific Reports*. **10(1)**, 1–8.

Vorobiev E, Martin N, Belle-Isle L, Arul J, McEwen SJ. 2020. Blueberry Supplementation Alters the Color of Milk and Improves Immune Responses in Dairy Cows. *Journal of dairy science*. **103(8)**, 7755–7762.

Wang L, Zhou GH, Zeng XY, Lai YY. 2014. Factors affecting milk production and quality in dairy cows. *Journal of dairy science*. **97(6)**, 3523–3532.

Wang Y, Zeng X, Liu J, Chen J. 2011. Effect of dietary protein levels on milk fat content and fatty acid composition in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*. **166(1–2)**, 56–63.

Wang Z, Schairer J, Garst B, Grant R. 2013. Subclinical mastitis reduces feed intake and milk yield in dairy cows. *Journal of Dairy Science*. **96(10)**, 6567–6574.

Weary DM, Jasper J, Hötzel MJ, Stanton AL. 2001. Effects of separating cows from calves on milk production and calf growth on commercial dairy farms. *Journal of Dairy Science*. **84**, 2004–2012.

West JW. 2003. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. **86**:2131–44.

White RR, Hall MB, Firkins JL, Kononoff PJ. 2017. Physically adjusted neutral detergent fiber system for lactating dairy cow rations. I: deriving equations that identify factors that influence effectiveness of fiber. *Journal of Dairy Science*. **100(12)**:9551–9568.

Wredle E, Munksgaard L, Spörndly E. 2006. Training cows to approach the milking unit in response to acoustic signals in an automatic milking system during the grazing season. *Applied Animal Behaviour Science*. **101**:27–39.

Xu T, Chen J, Wang Y, Liang Y, Li X, Zhang Y, Li J. 2018. The effect of different levels of feed intake on milk production and composition in Chinese Holstein cows. *Journal of Dairy Science*. **101**(6), 5326–5335.

Zebeli Q, Dijkstra J, Tafaj M, Steingass H, Ametaj BN, Drochner W. 2008. Effects of physically effective fiber on rumen fluid dynamics in dairy cows. *Journal of dairy science*. **91**(3), 1043–1053.

Zebeli Q, Tafaj M, Steingass H, Metzler B, Drochner W. 2006. Effects of physically effective fiber on digestive processes and milk fat content in early lactating dairy cows fed total mixed rations. *Journal of Dairy Science*. **89**(2):651–668.

Zhao L, Wang Y, Guo Y, Li X. 2018. Carotenoids in milk and dairy products: occurrence, function and potential health benefits. *Journal of Dairy Science*. **101**(2), 969–986.