

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Zemědělská fakulta

Studijní program: B4103 Zootechnika

Obor: Zootechnika

Katedra: Katedra Zootechnických věd

Vedoucí katedry: prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h.c.

Bakalářská práce

Výživa dojnic během laktace

Autor: Tereza Faltusová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. František Lád, CSc.

České Budějovice 2020

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma: „Výživa dojnic během laktace“ vypracovala samostatně a použitím níže uvedených zdrojů.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby tutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala doc. Ing. Františku Ládovi, CSc., který se mi jako vedoucí práce věnoval při konzultacích a vždy dobře poradil. Dále bych chtěla poděkovat všem, kteří mi dali cenné rady k dokončení práce.

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá výživou dojnic v období laktace. Stručný popis je věnován také fyziologii a morfologii trávicí soustavy přežvýkavců. Je zde charakterizována fázová výživa, požadavky na potřebu živin a energie pro jednotlivá období fázové výživy, včetně potřeby minerálních látek a vitamínů. V práci je také zahrnuta základní charakteristika a potřeba jednotlivých komponentů ve výživě a následně případné možné poruchy způsobené jejich nedostatkem nebo nesprávnou výživou.

Klíčová slova: výživa dojnice, fázová výživa, krmná dávka, živiny

Abstract

This bachelor's thesis deals with the nutrition of dairy cows during lactation. A brief description is also given to the physiology and morphology of the digestive system of ruminants. It characterizes phase nutrition, requirements for nutrients and energy needs for individual periods of phase nutrition, including the need for minerals and vitamins. The work also includes the basic characteristics and the need for individual components in nutrition and subsequently any possible disorders caused by their deficiency or improper nutrition.

Keywords: dairy cow nutrition, phase nutrition, feed ration, nutrients

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Literární přehled	8
2.1	Základy anatomie a fyziologie trávicí soustavy	8
2.1.1	Základy anatomie trávicí soustavy skotu.....	8
2.2	Potřeba živin pro dojnice.....	9
2.2.1	Dusíkaté látky	9
2.2.2	Energie.....	12
2.2.3	Sacharidy	13
2.2.4	Vláknina.....	13
2.2.5	Tuky.....	14
2.2.6	Minerální látky	15
2.2.7	Vitamíny	18
2.2.8	Voda.....	19
2.3	Výživa dojnic	20
2.3.1	Krmení a sestavování krmné dávky.....	20
2.3.2	Fázová výživa dojnic	24
2.4	Poruchy související s nesprávnou výživou.....	35
2.4.1	Hypokalcemie	35
2.4.2	Poporodní paréza	36
2.4.3	Ketóza	36
2.4.4	Metabolická acidóza bachorového obsahu	37
2.4.5	Mastitida	38
2.4.6	Poruchy související s kostním skeletem	39
2.4.7	Dislokace slezu	40
2.4.8	Poruchy z překrmení.....	40
3	Závěr	41

4	Přehled použité literatury	43
5	Seznam zkratek	49

1 Úvod

Výživa tvoří velmi důležitou část chovu dojnic, která není pouze v oblasti ekonomiky, ale také pro zachování psychické i fyzické pohody zvířat. Cílem chovu dojného skotu je produkce dostatečného množství kvalitního mléka, které by mělo pokrýt náklady na výživu a celkový chod chovu. Hlavní složku výživy tvoří objemná krmiva, která by měla být z kvalitních zdrojů pro pokrytí většiny potřeb na produkci mléka.

Výživě bychom se měli začít věnovat již od začátku života zvířete, tzn. od narození telete, přes jeho růst a první březost až po laktační a produkční období života dojnice. Každá fáze vývoje a vývinu dojnice má jiné požadavky na své potřeby a nedostatečné dodávání živin může ovlivnit následující laktace, zdravotní stav dojnice a plodu, ale také celkovou plodnost. Nejnáročnější období na živiny je období přechodné, kdy po náročném porodu dojnice začíná produkovat mléko. Do mléka musí vložit živiny, které dojnice není schopna přijmout ihned po porodu. Pokud se tomuto období chovatel řádně nebude věnovat, ohrozí nejen začínající laktaci, ale také zdravotní stav zvířete a náklady na případné léčby či nahrazení zvířete v chovu.

Cílem bakalářské práce je vypracovat literární přehled zabývající se problematikou výživy a krmení dojnic v laktaci.

2 Literární přehled

2.1 Základy anatomie a fyziologie trávicí soustavy

Skot patří mezi přežvýkavce, který má složený žaludek a živí se býložravě. Z hlediska vývoje jsou býložravci relativně mladý druh (Urban *et al.*, 1997). Správné fungování trávicí soustavy je důležité pro správný chod celého organismu. Zajišťuje totiž látky nutné pro jeho správný růst, vývoj a fungování. Jejím úkolem je také vstřebání složek a vyloučení nepotřebných látek (Bouška *et al.*, 2006).

2.1.1 Základy anatomie trávicí soustavy skotu

Trávicí trubice je tvořena dutinou ústní, hltanem, jícnem, vícekomorovým žaludkem a střevy. Její součástí jsou také žlázy slinné, játra a slinivka břišní (Bouška *et al.*, 2006; Kudrna *et al.*, 1998). V dutině ústní je potrava prosliněna a mechanicky zpracována jazykem. K primárnímu zpracování slouží zuby (mléčné a trvalé). V horní čelisti se zuby nenacházejí, ale je zde tzv. žvýkací plotna. Dutina ústní přechází v hltan, kterým potrava prochází do jícnu a nálevkou do předžaludků (Kudrna *et al.*, 1998; Reece, 2011). Pro lepší využití objemných rostlinných krmiv byl vytvořen předžaludek, který umožňuje v krátké době příjem většího množství potravy. Přizpůsobení trávicího traktu příznivě pro mikroorganismy tak umožňuje trávení rostlinné potravy (Bouška *et al.*, 2006). Mechanické zpracování potravy probíhá později, v době odpočinku přežvykováním (Marvan, 1992; Bouška *et al.*, 2006). Samotný předžaludek je ze tří částí a to bachoru, čepce a knihy a vlastním žaludkem je slez (Reece, 2011). Bachor jako největší část předžaludku u skotu zaujímá až 80% celého jeho objemu (Marvan, 1992). Zabírá až polovinu dutiny břišní a skládá se z několika vaků (Bouška *et al.*, 2006). Jeho role je zásadní v procesu trávení, protože zde je symbiotická populace anaerobních organismů, které provádí anaerobní rozklad látek v potravě (Urban *et al.*, 1997). Čepce tvoří nejmenší část předžaludků. Díky čepcovému žlabu, který je schopný vytvořit trubici, se tekutá potrava může dostat z jícnu přímo do knihy. Kniha je svým objemem o něco větší než čepce (Marvan, 1992). Slez je vlastní žaludek a jeho konečný objem 10-20 litrů (Bouška *et al.*, 2006). Po narození je větší než předžaludky dohromady. Velikost je ovlivněna potravou. Po přechodu na objemnou potravu se velikost upraví a slez je výrazně menší než vlastní předžaludky zvířete (Marvan, 1992).

2.2 Potřeba živin pro dojnice

Skot krmnou dávkou musí přijímat dusíkaté látky, energie, minerálních látek, vitaminů a některých specifických látek. Proto krmná dávka musí být vyrovnaná a přizpůsobená aktuálním potřebám dojnice (Urban *et al.*, 1997).

Podle Hulsena a Aerdena z roku 2014 pro dojnici s produkcí 50 kg/den znamená přijmout 2,3 kg glukózy, 1,6-1,8 kg bílkovin a 1,9-2,3 kg tuku. Aby probíhala správná produkce mléka, je třeba dodat dostatečné množství energie. Např. glukóza může být tvořena z kyseliny propionové.

2.2.1 Dusíkaté látky

Dusíkaté látky (dále také NL) rozdělujeme na látky bílkovinné a nebílkovinné. Bílkovinné látky tvoří větší molekuly, které se mohou lišit velikostí, tvarem, rozpustností a také složením. Rostlinné, ale také živočišné tkáně jsou tvořeny bílkoviny. Nebílkovinné látky jsou oproti bílkovinným látkám menší a přestože nejsou bílkoviny, bacherové mikroorganismy je využívají pro syntézu aminokyselin a bílkovin (Koukolová *et al.*, 2019). Dusíkaté látky jsou pro zvířata využitelným zdrojem dusíku. Bílkovinné sloučeniny jsou součástí každé živočišné buňky. Naopak rostlinný organismus je převážně tvořen sacharidy (Kudrna, 1998). Dusíkaté látky dále dělíme na degradovatelné, které nejsou odbourány mikrobiální činností v bacheru a tvoří přímý zdroj aminokyselin. Nedegradovatelné dusíkaté látky tvoří zdroj dusíku pro bacherové mikroorganismy (Rysová, 2018). Degradovatelné NL jsou rozkládány na mikrobiální N-látky, které poskytují dusík bakteriím. Takto získaný dusík je bakteriím téměř ihned k dispozici (Urban *et al.*, 1997). Degradovatelné dusíkaté látky dále dělíme na rychle (s vysokou degradovatelností), středně a pomalu degradovatelné (s nízkou degradovatelností). V krmné dávce by měli být obsaženi všichni zástupci těchto skupin. Mezi rychle degradovatelné látky řadíme např. močovinu (Bouška *et al.*, 2006, Rysová, 2018). U nízkodegradovatelných krmiv je degradovatelnost 60 % a mezi tato krmiva řadíme například seno, sójový extrahovaný šrot nebo kukuřici. U středně degradovatelných krmiv se jedná asi o 75 % degradovatelnost a mezi tato krmiva můžeme řadit zelené píče a siláže. Vysokou degradovatelnost 85 % má cukrovka, pšenice nebo hrách (Rysová, 2018). Nedegradovatelné dusíkaté látky tvoří tu část, která není strávena mikrobiální činností, ale postupuje dále trávicím traktem

(Urban *et al.*, 1997). Kvalitní nedegradovatelné dusíkaté látky jsou obsaženy v krmivech živočišného původu, např. rybí moučka. Tento druh krmiv je dnes již zakázaný a jejich náhrada je u vysokoužitkových dojnic problémem (Bouška *et al.*, 2006). U vysokoužitkových dojnic by krmná dávka měla obsahovat vyšší dávku nedegradovatelných dusíkatých látek (Urban *et al.*, 1997). V krmné dávce je nutné znát obsah celkových dusíkatých látek z nichž je také dobré znát poměr mezi degradovatelnými a nedegradovatelnými (Suchý *et al.*, 2011).

Tabulka 1: Doporučený obsah dusíkatých látek pro dojnice (Bouška *et al.*, 2006).

Produkce mléka (l/den)	Dusíkaté látky (g/kg sušiny)
0	135-145
10	145-155
20	155-165
30	165-175
40	175-185
50	185-190

Množství přijatých dusíkatých látek závisí na činnosti mikroorganismů v předžaludku (Rysová, 2018). Přebytkové množství dusíku není tělem zvířete nijak využito a přes krevní oběh je vylučován pryč z organismu. Aby byl správný rozvoj bachorových bakterií, měla by krmná dávka obsahovat několik zdrojů dusíkatých látek s to s rozdílnou degradovatelností (Urban *et al.*, 1997). Společně se stálou dostupností degradovatelných dusíkatých látek je potřeba dodat také pohotový energetický zdroj a tím se umožňuje rozvoj bachorových organismů (Bouška *et al.*, 2006).

Množství dusíkatých látek v krmných dávkách je nutné řádně promyslet, protože např. krmné dávky, které obsahují více než 200 g dusíkatých látek na 1 kg sušiny mohou vést ke snížení plodnosti, vysokoužitkové dojnice s produkcí mléka nad 50 kg mléka by neměly mít více než 190 g dusíkatých látek na 1 kg sušiny (Bouška *et al.*, 2006). Při zvyšující se doživnosti nad 25 litrů, se mění také potřeba dusíkatých látek a energie. Na každý nadojený litr je potřeba o 0,017 MJ NEL a 1 g dusíkatých látek. V souvislosti s příjmem krmiva je také potřebný protein, který jej stimuluje (Suchý *et al.*, 2011). Přijatý dusík v potravě může kráva denně využít ze 40-45 %, při

užitkovosti 25 kg mléka (Van Vuuren *et al.*, 1987). Vyrovnaná krmná dávka by měla obsahovat kolem 37 % potřebných nedegradovatelných dusíkatých látek pro dojnici i pro mikroorganismy (Urban *et al.*, 1997). Jako možný doplněk dusíkatých látek může sloužit močovina. Mezi aktuální témata dnes patří aminokyselinová výživa (Suchý *et al.*, 2011).

Hodnocení dusíkatých látek se v České republice provádí francouzským systémem PDI, který posuzuje požadavky zvířat na zásobení proteinem podle množství procházejícího do střeva a zároveň respektuje jeho původ (Bouška *et al.*, 2006). Zkratka PDI je skutečně stravitelný protein v tenkém střevě. Do hodnocení zahrnuje mikrobiální fermentaci v bachoru, degradaci dusíkatých látek a různé využití látek vstupujících do tenkého střeva. Větší část těchto látek tvoří mikrobiální protein, méně potom nedegradovatelný a zbytek proteinu je endogenního původu (Rysová, 2018). Zjištěná hodnota PDI se v krmivu skládá z PDIA, PDIM, PDIMN a PDIME. PDIA udává skutečně stravitelný nedegradovatelný protein v tenkém střevě. Na rozdíl PDIM udává skutečně strávený mikrobiální protein stravitelný v tenkém střevě (Urban *et al.*, 1997). Hodnotu PDIM však ovlivňují ještě další dva faktory. Prvním z nich je PDIMN, který udává množství mikrobiálního proteinu, které může být syntetizováno z degradovatelného proteinu, pokud energie není limitující – je jí dostatek. Druhým je PDIME, kdy je množství mikrobiálního proteinu syntetizováno z využitelné energie, kdy degradovatelný dusík není limitující (Rysová, 2018). Porovnáním zjistíme vyváženost krmné dávky. Pokud je hodnota PDIMN větší, je potřeba snížit příjem snadno degradovatelných krmiv – je zde nedostatek energie a naopak. Vyšší PDIME je známkou potřeby posílení krmiv lehce degradovatelných – v krmné dávce je nedostatek dusíkatých látek (Bouška *et al.*, 2006; Rysová, 2018).

Zatím se snažíme porozumět jednotlivým aminokyselinovým potřebám skotu, ale metionin a lyzin jsou nejvíce limitující aminokyseliny (Suchý *et al.*, 2011; Prýmas, 2018). Pokud do krmné dávky přidáme lysin, můžeme tím ovlivnit i mléčnou užitkovost a příjem sušiny. Přidání ovlivní mírné zvýšení produkce mléčných bílkovin a zvýší příjem sušiny. Pokud přidáme lysin v kombinaci s methioninem, příjem sušiny se mírně sníží (Nachtomi, 1990). Potřeba aminokyselin souvisí se složením krmné dávky a její využitelnosti. Je třeba pamatovat na to, že metionin je jedna z nejvíce

toxických aminokyselin a je potřeba jím nepředávkovat. Mezi další limitující aminokyseliny patří také histidin, leucin a izoleucin (Prýmas, 2018).

2.2.2 Energie

Hodnocení energie vychází z jejího využití zvířetem. Nejefektivněji je energie využita pro záchovu organismu, se stejným nebo menším efektem je využita pro tvorbu mléka a nejméně je energie spotřebována při přírůstku. Potřeba energie pro laktaci se vyjadřuje v netto energii laktace (NEL) a pro výkrm je to netto energie přírůstku (NEV) (Bouška *et al.*, 2006). Podle Hulsena a Aerdena (2014) energii můžeme rozdělit na Netto energii (NE) a netto energii laktace (NEL). Netto energie je energie, která je k dispozici po odečtení ztrát při trávení, produkcí plynů, výkalů a moče. Energie, která je k dispozici bachorové mikroflóře je fermentovaná metabolizovatelná energie (FME). Energie, která slouží pro záchovu, mléčnou produkci a růst je energie NEL a je ovlivněna složením krmné dávky. Obě tyto energie se udávají v MC nebo MJ/kg sušiny. Zásoba energie pro vysokoužitkové krávy je složitější proces než například dodání dusíkatých látek. Energie pro přežvýkavce je ze 60-70 % dodávána těkavými mastnými kyselinami. Další 20 % kráva získává odbouráváním mikrobiální hmoty, která se tvoří v bachoru. Z toho vyplývá, že dojnice přijme téměř 90 % potřebné energie z činnosti mikroorganismů a zbylých 10-20 % energie přijme přímo z živin krmiva. Tyto živiny prošly předžaludky a jsou využity v tenkém střevě (Bouška *et al.*, 2006). Přežvýkavci produkují metan kvašením organické hmoty v bachoru. Tento vyrobený metan znamená ztrátu energie, která se liší podle příjmu krmiva. V extrémní situaci je 2-12 % příjmu energie přeměněno na metan. Pokud je dojnice v intenzivní produkci mléka je hodnota spíše 3 – 7 % (Martin *et al.*, 2008). Pro snížení těchto emisí metanu je možné doplnit mastné kyseliny (FA) (Brask *et al.*, 2013). Energií můžeme hradit z několika různých zdrojů jako například glukóza, laktóza, aminokyseliny apod. Energie je přežvýkavcem získávána především ze sacharidů v krmné dávce, a to z polysacharidů (strukturálních i nestrukturálních), proteinů a tuků. Na začátku laktace je důležité zajistit maximální příjem energie krmivem, aby docházelo k co nejnižším hmotnostním ztrátám (Suchý *et al.*, 2011).

2.2.3 Sacharidy

Sacharidy jsou jeden z rozhodujících zdrojů energie pro dojný skot a v krmné dávce tvoří 70-80 % sušiny. Sacharidy se v buněčných stěnách vyskytují také v podobě celulózy, jejíž štěpení je jeden z nejdůležitějších pochodů v bacheru (Urban *et al.*, 1997). Z rostlin můžeme získat nejen celulózu, ale také několik dalších druhů sacharidů: glukóza, fruktóza, škrob, pektin, hemicelulóza a laktóza (Hulsen a Aerden, 2014). Sacharidy patří mezi nejvýznamnější zdroje energie pro přežvýkavce. V krmné dávce jsou sacharidy většinou v podobě polysacharidů strukturálních a polysacharidů nestrukturálních (škroby). Oba typy polysacharidů musí být v optimálním zastoupení pro správnou fermentaci (Suchý *et al.*, 2011). Mezi nestrukturální sacharidy (NFC) řadíme hlavně cukr, škroby a pektiny a hlavním produktem jejich metabolismu je kyselina propionová. Pokud je jejich hladina vysoká, může snižovat stravitelnost vlákniny, zmenšit spotřebu sušiny, snížit tučnost mléka, případně vyvolat nechutenství. Optimální úroveň je 40 % ze sušiny v krmné dávce (Urban *et al.*, 1997). Cukry jako takové jsou zdrojem energie, ale také mohou zastoupit pozici tzv. funkčních živin. Mohou totiž kladně ovlivnit celkovou absorpci energie ze stravy a to tak, že stimulují specifické receptory gastrointestinálního traktu a posouvají produkci bacherových fermentačních produktů (těkavých mastných kyselin) k butyrátu (Kolektiv autorů firmy ED & F Man, 2019).

2.2.4 Vlákna

Vlákna je velmi důležitou součástí krmné dávky, protože je energetickou živinou a také nenahraditelná ve správném fungování trávicího ústrojí a trávení samotném. Dále také podporuje přežvykování a vylučování slin, které mají důležitou roli v bacheru (Suchý *et al.*, 2011). Ve výživě dojnic má mimořádný význam, avšak její množství v zelených a konzervovaných objemových krmivech kolísá vlivem různých vývojových stadií pícnin (Urban *et al.*, 1997). Denně může dojnice přijmout až 3 kg vlákniny a z nich strávit 1,5 kg (Burda, 1990). Nedostatek efektivní vlákniny působí na organismus acidózní zátěž, která negativně ovlivňuje příjem krmiva. Z toho může vzniknout ketóza nebo mastitida (Hofírek *et al.*, 2009). Složky vlákniny lze rozdělit podle stravitelnosti na stravitelné pektiny, částečně stravitelné hemicelulózy a celulózy a nestravitelný lignin. Vláknu je nutné rozlišovat na neutrální detergentní vláknu (NDF), acidodetergentní vláknu (ADF) a acidodetergentní lignin (ADL)

(Suchý *et al.*, 2011). NDF značí celkové množství buněčných stěn a ADF je z nich pomalu stravitelná část a ADL je prakticky nestravitelný. V bachoru je tzv. plovoucí složka, do které lignin zapadá a přispívá k přežvykování (Hulsen a Aerden, 2014). Neutrální detergentní vláknina má velký význam ve výživě přežvýkavců a proto by se v krmné dávce měla pohybovat v rozmezí mezi 28 až 34 % v celkové sušině. Z tohoto množství by alespoň 70-80 % mělo být pokryto objemovými krmivy. Při překročení hranice dochází ke snížení příjmu sušiny. Denní spotřeba NDF by měla odpovídat 0,9 % živé hmotnosti dojnice. Z objemové píce musí být dodáno 70-75 %. Kyselá detergentní vláknina (ADF) tvoří z celkové sušiny 19-21 % (Drevjany *et al.*, 2004; Suchý *et al.*, 2011; Doležal, 2014). Z obsahu vlákniny v krmné dávce se doporučuje, aby 2/3 byla vláknina strukturální z objemných krmiv jako jsou travní a jetelotravní siláže, sena a slámy. Tyto krmiva podporují například ruminaci (přežvykování), salivaci (tvorbu slin) a mnoho dalších. Krmiva, která jsou chudá na vlákninu, například krmné okopaniny a jaderná krmiva jsou nutná doplnit o strukturní vlákninu v podobě pořezané slámy (Doležal, 2014). Vlákninu dále rozlišujeme na hrubou, jejíž obsah ovlivňuje několik dalších aspektů jako například její stravitelnost, příjem krmiva a tučnost mléka. Obsah hrubé vlákniny u vysokoužitkových dojnic je optimální 15 až 18 % ze sušiny, kdy při 13 % hrozí poruchy trávení a poklesu tučnosti mléka (Urban *et al.*, 1997). Pokud je v krmné dávce vlákniny moc, má negativní vliv na trávení dalších živin (Suchý *et al.*, 2011).

2.2.5 Tuky

Tuky je výhodné používat jako doplněk krmné dávky, protože patří mezi jedny z nejkonzentrovanejších zdrojů energie (Urban *et al.*, 1997). V první fázi laktace jimi můžeme zvýšit koncentraci energie skrze krmné dávky a tím pomůžeme nejen udržet hmotnost dojnic, ale také poměry mezi jadernými a objemovými krmivy (Bouška *et al.*, 2006; Urban *et al.*, 1997). Pokud dojnice dojí více než 30 litrů denně, je na místě zvážit přidání tuků do krmné dávky, kdy by dojnice měla dostat stejné množství jako vyprodukuje v mléce. Celkový tuk v dávce by však neměl překročit 5 % z obsahu sušiny. Pokud by jej překročil, sníží se trávení vlákniny v bachoru a tím také snížení obsahu tuku v mléce (Drevjany *et al.*, 2004). Nejdůležitější schopností tuků je jejich inertnost. Inertnost je přirozená ochrana v neporušených semenech. Maximální dávka tuku je 0,9-1,4 kg, kdy by dávka měla být z jedné třetiny tvořena z obilovin, olejnatých

krmiv a vedlejších produktů (Bouška *et al.*, 2006). Samotné přijímání tuků je vzhledem k pomalejšímu příjmu je vhodné zkrmování z více zdrojů (Urban *et al.*, 1997). Tuk z běžné krmné dávky by měl tvořit 1/3 celkového obsahu tuku, druhá třetina by měla být z olejních semen nebo jiných tuků a poslední třetina ve formě chráněného tuku. Tento chráněný tuk neovlivňuje bachorová mikroflóra a její činnost (Drevjany *et al.*, 2004). Ve výživě dojnic mají nechráněné rostlinné tuky omezené využití, protože mají vysoký obsah nenasycených mastných kyselin. Zvýšený obsah může inhibovat funkci bachorových organismů, případně i snížit tučnost mléka. Ve výživě se proto používají chráněné tuky namísto nechráněných (Koukal, 2015). Doplnky tuků mohou tvořit až 7,5 % sušiny v inertních tucích a 5 % sušiny při použití jiných doplňků (Urban *et al.*, 1997). Za konvenční tukové produkty lze považovat například celé sójové boby nebo bavlníkové semeno. Zkrmování bavlníkových semen se doporučuje pro vysoký obsah tuku (200 g/kg), které je mimo jiné také doprovázeno nízkou produkcí tepla. Nenasycené mastné kyseliny a jejich vyšší podíl v mléce zajišťují semena olejin, včetně konjugované kyseliny linolové. Úzce souvisí s koncentrací mléčného tuku a to tak, že snižují jeho koncentraci (Bouška *et al.*, 2006).

Pokud se do KD přidá tuků hodně, může to vést problémům u bachorových bakterií. Těmto problémům se dá předejít zvyšováním nedegradovatelného dusíku a to v poměru: na 3 % tuku je třeba 1% dusíku (Urban *et al.*, 1997).

2.2.6 Minerální látky

Minerální látky rozdělujeme dle koncentrace prvků v těle a to na mikroprvky (mikroelementy nebo stopové prvky) a makroprvky. Mikroprvky jsou v těle zastoupeny v menší koncentraci. Mezi ně řadíme například železo, mangan, měď, zinek, selen a jód. Každý prvek má typické koncentrace a působí synergicky nebo antagonisticky ve vzájemné souvislosti. Pro správnou funkci musí být zachována optimální koncentrace a poměr jednotlivých látek, kdy u živočichů minerální látky tvoří 4-5 % hmotnosti (Illek, 2015). Při podávání minerálních látek je třeba dbát na správné množství, které je zvířeti podáváno. Nedostatek, ale také nadbytek minerálních látek může způsobit vážné potíže (Marcinková, 2019). Nedostatek se projevuje klinicky zjevným onemocněním či subklinickými poruchami, které dále negativně působí například na růst, reprodukci a produkci. Jejich význam je velmi zásadní a to při regulačních, aktivačních, energetických a katalytických procesech

(Bouška *et al.*, 2006). Minerální látky můžeme rozdělovat podle čtyř základních funkcí v organismu. První z nich je strukturální nebo také stavební, kdy minerální látky tvoří složky tkání a orgánů. Druhá je funkce fyziologická, neboli funkční, kdy se minerální látky podílí na trávení, vstřebávání, utilizaci živin, udržení osmotického tlaku apod. Tato skupina je nezbytná pro přenos a přeměnu energie, syntetické a detoxikační procesy, ovlivňují reprodukční funkce a podílí se na udržování nervosvalové dráždivosti. Třetí z funkcí je katalytická, kdy minerální látky působí jako katalyzátory enzymatických a hormonálních systémů a tím pádem zasahují do fungování celého metabolismu. Poslední skupina jsou regulační minerální látky, které regulují metabolické pochody (Suchý *et al.*, 2011, Illek, 2015).

Podle Suchého z roku 2011 jsou z krmné dávky důležité hlavně makroprvky a to konkrétně vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, síra a chlor. Všechny minerální prvky jsou v organismu v dynamické rovnováze, která je řízena homeostatickými mechanismy. Základním předpokladem k udržení této rovnováhy, je adekvátní přísun krmivy a jejich využití. Potřeba minerálních látek je pokrývána objemnými a jadrnými krmivy a různými minerálními doplňky (Illek, 2015). Do TMR je třeba přidávat 28 g soli na záchov a na každých 10 litrů vyprodukovaného mléka dalších 20 g. Je vhodné v krmné dávce mít i 30 g krmné soli navíc na každých 15 g vyprodukovaného mléka (Bouška *et al.*, 2006). Selen je třeba dodávat v množství 0,3 mg na kilogram sušiny. U dojnic, které stojí na sucho, je dobré v prvních 45 dnech zvýšit hladinu draslíku na 1,5 %, sodíku na 0,5 % a hořčíku na 0,35 % v sušině. Zinek zlepšuje kvalitu paznehtů a je vhodný podávat v organicky vázané podobě (Drevjany *et al.*, 2004). Chrom je nejen důležitou součástí lidského organismu, ale je velmi důležitý i při různých metabolických mechanismech u zvířat. Stává se tak základní živinou v jejich stravě (Gultepe *et al.*, 2018). Jeho dodávání v periparturiálním období má pozitivní vliv na energetický metabolismus, a to snížením NEFA (Neesterifikovatelné mastné kyseliny) a zvýšením koncentrace inzulínu a glukózy (Kafilzadeh *et al.*, 2012). Nejčastěji se u dojnic můžeme setkat s nedostatkem mědi, manganu a zinku (Bouška *et al.*, 2006).

Vápník je běžně se vyskytující biogenní prvek, který je v organismu zastoupen nejvíce a tvoří 1-2 % hmotnosti těla. Téměř všechno vápník je obsažen ve skeletu a zbytek je v extracelulární tekutině a měkkých tkáních. V kombinaci s fosforem tvoří základ anorganických hmot skeletu a také zubů. Kromě dalších funkcí je velmi

důležitý ve vývoji a řízení buněčných funkcí (Illek, 2015). Jako nejdůležitější prvek nelze nahradit v mnoha metabolických procesech. Nejvýznamnější roli hraje při kontrakcích příčně pruhované i hladké svaloviny (Novák, 2014). Vápník je důležitý nejen při srážení krve a mléka, ale také při aktivaci některých enzymů. Dokáže také tlumit negativní dopady přebytku jiných minerálních látek (draslík a hořčík) (Kroulík, 1989). Metabolismus vápníku je ovlivňován makro minerály, které se podílejí na základním stavu dojnice (Wilde, 2006). K jeho vstřebávání dochází v tenkém střevě a jeho hladina v krvi by měla být 2,1-2,8 mmol/l (Novák, 2014; Illek, 2015).

Fosfor je z hlediska výskytu v organismu druhý nejvíce zastoupený prvek, který je z většiny uložen v kostech a zubech. Zbylý fosfor je v měkkých tkáních a tělních tekutinách. V těle se nachází většinou v organické formě a to až 4krát více než fosfor anorganický. Ovlivňuje metabolismus aminokyselin, bílkovin, sacharidů, tuků, minerálních látek a vitaminů (Illek, 2015). Hraje také důležitou roli při tvorbě nukleových kyselin (Kroulík, 1989). Hořčík je v organismu obsažen v malém množství, kdy až 70 % je uloženo ve skeletu. Hořčík funguje v organismu jako aktivátor více než 100 enzymů, které zasahují do metabolismu aminokyselin, nukleových kyselin, bílkovin, sacharidů, lipidů, minerálních látek a vitaminů. Dále ovlivňuje také například nervovou činnost. Hraje také důležitou roli v bachorové mikroflóře, konkrétně v jejím rozmnožování, tvorbu trávicích enzymů a dalších (Illek, 2015). Hořčík je nezbytná živina a u zvířat je nutné ho přijímat krmivem v dostatečném množství. Pokud není jeho dostatek, objevují se klinické příznaky jako tetanie nebo paréza (Schonewille, 2013). Vysoké požadavky na koncentraci hořčíku mají vysokobřezí krávy, kdy je to 0,4 % ze sušiny v krmné dávce (Illek, 2015). Selen je jeden z hlavních antioxidantů. Pokud je ho nedostatek po delší dobu, negativně ovlivňuje koncentraci imunoglobulinů v kolostru. U dojnic má vliv na udržení dobrého zdravotního stavu mléčné žlázy a tím pádem také na kvalitu mléka (Otrubová, 2017). Ve výživě dojnic tvoří 0,2 mg Se/kg sušiny v krmivu. Při vyšším příjmu působí toxicky a neměl by v krmivu být obsah vyšší než 0,5 mg/kg (Schöne, 2013). Železo má největší význam v krvetvorbě a při jeho nedostatku se objevuje anemie. Nedostatek se neobjevuje často, protože železa je v krmivech dostatečné množství. Nadbytek železa může vyvolat reprodukční poruchy (Otrubová, 2017). Železo je také součástí stavby hemoglobinu, myoglobinu a také enzymů (Kroulík, 1989). Měď se s železem se podílí

na krvetvorbě, je součástí enzymu v dýchacím řetězci na buněčné úrovni a zajišťuje fungování imunitního systému při syntéze protilátek a replikaci lymfocytů. Zinek ovlivňuje fungování pokožky a epitelů, stimuluje bachorovou mikroflóru, ovlivňuje kvalitu rohoviny a podílí se na obranyschopnosti mléčné žlázy (Otrubová, 2017). Zinek také ovlivňuje činnost slinivky břišní a reguluje pohlavní činnost (Kroulík, 1989). Jód je součástí tyroxinu (hormon štítné žlázy) a hraje roli v metabolismu živin (Kroulík, 1989; Otrubová, 2017). Mangan je důležitý z hlediska tvorby gonadotropních hormonů metabolismu kostí a kloubů (Otrubová, 2017). Mangan je důležitý při růstu a rozmnožování zvířat a také ovlivňuje metabolismus vitamínů (Kroulík, 1989).

Podle Illka (2015) vzájemné antagonistické fungování můžeme vidět u prvků vápník ku fosforu, hořčík ku draslíku, vápníku i fosforu a k zinku vápník, fosfor a zinek. Je nutné respektovat vzájemné poměry jednotlivých prvků (Bouška *et al.*, 2006). Vápník, fosfor a hořčík, ještě společně s vitamínem E, jsou základní složky pro zdraví a užitkový výnos dojnic (Sayiner *et al.*, 2020). Pro zlepšení příjmu sušiny a také snížení stavu NEB se mohou dojnícím podávat aniontové soli s doplňováním vápníku a hořčíku. Tímto můžeme předejít hypokalcemii. Zinek a biotin zlepšují keratinizaci (rohovatění) paznehtu (Wilde, 2006). Mikroprvky jsou součástí většiny enzymů a hormonů a fungují jako aktivátory nebo kofaktory. V krmné dávce je nutné zachovat správné množství, ale také poměry určitých prvků mezi sebou viz následující tabulka (Otrubová, 2017).

Tabulka 2: Poměr mikroprvků (Otrubová, 2017).

	Cu	Mn
Zn	4:1	1:1
Mo	1:6	-
Fe	40:1	-

2.2.7 Vitamíny

Vitamíny, které jsou rozpustné ve vodě, si dojnice dokáže obstarat pomocí bachorového kvašení. Vysokoprodukční dojnice nemusí z krmné dávky přijmout dostatek živin a to konkrétně niacinu, vitamínu B₁, cholinu, kobaltu a vitamínu B₁₂. Vitamíny rozpustné v tucích, je potřeba dodávat v krmivu. Mezi tyto vitamíny řadíme vitamíny A, D, E, K (Bouška *et al.*, 2006). Na kilogram sušiny je potřeba dodávat 4000

m. j. vitamínu A, 1000 m. j. vitamínu D₃ a 15 m. j. vitamínu E. Dva týdny před otelením až do vrcholu laktační křivky by se dojnícím mělo podávat 6 g niacinu (Drevjany *et al.*, 2004). Můžeme se setkat, že někde se suchostojným dojnícím podává denně 1000 m. j. vitamínu E 3-4 týdny před porodem. Více vitamínu E pomáhá snížit zadržování lůžek a společně se zinkem působí jako prevence mastitid, která se u dojnic vyskytuje v prvních týdnech po otelení (Bouška *et al.*, 2006; Wilde, 2006).

2.2.8 Voda

Příjem vody je pro zvíře velmi důležitý, proto je třeba mít vhodně umístěné napáječky a dojnice by k nim měly mít neomezený přístup. Pokud nemají dostatečný přísun vody, snižuje se příjem sušiny a to má negativní vliv na trávení (Hulsen 2011). Vodu lze pokládat za limitující faktor při produkci mléka. Množství potřebné vody k vypití se odvíjí od užitečnosti dojnice, jejímu příjmu sušiny, ale také počasí (Marcinková, 2019). Během laktace je kráva schopna denně přijmout 300 až 400 litrů vody. Na kilogram sušiny dojnice vypije 4-5 litrů vody, tzn. 80-120 litrů za den (Hulsen a Aerden, 2014). Optimální teplota vody pro dojnice je mezi 8 a 15 °C. (Kroulík, 1989). Voda je také součástí ochlazování zvířat, tzv. evaporační metoda, která funguje na principu vypařování. Denní potřeba vody je závislá na několika vnějších vlivech jako například teplota prostředí, složení krmné dávky, kvalité vody a také na vnitřních jako například nádoj (Doležal, 2015). S příjmem vody také souvisí produkce slin, která je 200 až 250 litrů za den. Mezi funkce slin patří navlhčení krmiva a doplnění bachorové tekutiny, zabraňují snížení pH v bachoru a zajišťují koloběh dusíku, fosforu a sodíku (Hulsen a Aerden, 2014). V krmné dávce se vyskytuje i určitý obsah vody, který snižuje potřebu napájení. Je velmi důležitý vzhled napájecího prostoru, protože pokud je napájecí hrana příliš krátká, může se stát, že dominantní jedinci nepustí k vodě ostatní. Obvyklá četnost napájení je 3 až 5 period za den (Doležal, 2015).

2.3 Výživa dojnic

2.3.1 Krmení a sestavování krmné dávky

Dospělé dojnice denně stráví žráním průměrně 6 až 8 hodin. Během této doby zkonzumují 7 až 12 dávek, z nichž každou konzumují přibližně 45 minut (Hulsen, 2011). Pro zdravý trávicí trakt dojnice jsou nutné zásady, jako například kvalitní a přesná krmná dávka v určitých intervalech nebo adlibitně přihrnováním (Fröhdeová *et al.*, 2012). Krmení dojnic by mělo být dvakrát denně a krmná dávka je potřeba během dne přihrnout. Přihrnování a případné krmení víckrát denně má stejný účinek. Krmný žlab by měl být dlouhý 80 až 75 cm (Drevjany *et al.*, 2004). Krmivo by dojnicím mělo být k dispozici nepřetržitě (Doležal, 2015). V situaci, kdy častější frekvence krmení vede ke zvýšení příjmu sušiny více než 1 kg na den, je možné frekvenci navýšit (Drevjany *et al.*, 2004). Pokud není dodržen počet míst u krmného žlabu na počet dojnic, je důležité pravidelné a častější zakrmování a to 2x až 3x denně. Samozřejmě je důležité i přihrnování a to minimálně 8x denně (Doležal, 2015). V krmné dávce je nutné počítat s potřebou živin a energie nejen na produkci (mléko, přírůstek, případně hmotnost plodu), ale také na záchovu. V praxi můžeme zvýšit příjem živin jejich vyšší koncentrací v sušině nebo vybalancování krmné dávky, kvalitou objemných krmiv, vlhkostí apod. (Drevjany *et al.*, 2004). Základ krmení tvoří tzv. základní krmná dávka, která je schopna pokrýt záchovnou potřebu, ale pouze část produkční. Tato krmná dávka je založena na 2-3 druzích objemových krmiv, z nichž jedno by mělo být bílkovinného a jedno glycidového charakteru (Suchý *et al.*, 2011). Kvalita těchto objemových krmiv by neměla být nižší než 5,6 MJ NEL/kg sušiny. Celková sušina by v krmné dávce měla dosahovat 50 % (Drevjany *et al.*, 2004). Celkový poměr objemných krmiv kolísá podle fáze reprodukce od 50 do 90% podílu krmné dávky. Pokud by krmiva nedosáhla požadované kvality hrozí dietetické poruchy a ztráty na užitkovosti i kvalitě mléka. U vysokoužitkových dojnic je důležité zvýšit koncentraci NEL na 6 MJ v 1 kg sušiny siláže (Doležal, 2014).

Složitější chemické sloučeniny v krmné dávce jsou rozloženy na jednodušší a ty se vstřebávají. V bachoru jsou na tuto funkci specializovaní prvoci, bakterie a další mikroorganismy, kteří se po splnění úkolu stráví jako zdroj kvalitní bílkoviny (Herrmann, 2017). Objemná krmiva jsou dojnicemi nejefektivněji využívána na produkci živočišné bílkoviny. Kromě dodání živin je také nutné uspokojit pocit sytosti.

Příjem krmiva je řízen centrální nervovou soustavou a jejími hormony (Suchý *et al.*, 2011). Jadrná dávka by měla být součástí směsné dávky, aby mohl fungovat pocit fyzického nasycení (Doležal, 2015).

K objemným krmivům se přidává tzv. vyrovnávací směs. Tato vyrovnávací směs doplní zbytek živin (organické, minerální živiny a vitamíny), které nejsou obsaženy v krmivech objemných (Suchý *et al.*, 2011). Při použití jadrných krmiv, která mají vysokou koncentraci živin, musíme dbát na jejich omezené množství (Drevjany *et al.*, 2004). Vlákna se doplňuje řezanou slámou, která když zaujímá 20-30 % vyrovnávacích krmných směsí, je nutné směs tvarovat. Pro lepší soudržnost hmoty se přidává například melasa. Pro pokrytí zbytku potřebných živin a energie se používá produkční směs, kterou dostává dojnice na každý kilogram mléka. Kilogram této směsi je energeticky pro 2-3 kg mléka. Produkční směs se vyrábí obilnin, luštěnin, extrahovaných šrotů, minerálních a vitaminových doplňků (Suchý *et al.*, 2011). Je nutné zabránit rozdělení komponentů TMR. Zastoupení tuků a olejů v krmné dávce by u dojnic na počátku laktace mělo být 4,5 % a v dalších fázích maximálně 6 % (Drevjany *et al.*, 2004). Pro zlepšení chutnosti a případné zvýšení energetické hodnoty se může přidat tuk a melasa (Suchý *et al.*, 2011).

Výživa je kromě jiného i důležitá v regulaci reprodukčních hormonů a vývoje folikulů u skotu. Tento jev je zjevný hlavně při rozdojování a v negativní energetické bilanci (Omari *et al.*, 2020). Výživa dojnic je limitujícím faktorem nejen mléčné užitkovosti, ale také reprodukce a samozřejmě zdravotního stavu zvířat. Při nedostatečné výživě nemůže být plně využit genofond zvířete, produkce mléka je snížena stejně jako jeho kvalita, vyskytují se problémy s plodností a metabolismem (Illek *et al.*, 2019). Cíl výživy u vysokoprodukčních dojnic je udržení zdravého a funkčního batoru, zajištění optimálního příjmu živin pro stabilizaci pH batorového obsahu, optimální příjem a strukturu přijímané vlákniny a synchronizovat trávení dusíkatých látek a energie (Suchý *et al.*, 2011). Na změny v krmné dávce je nutné zvíře postupně navykat, protože batorová mikroflóra rychlou změnou trpí a projeví se sníženým příjmem krmiva, zhoršeným trávením a poté i produkcí mléka. Zmíněná adaptace probíhá 8-10 dní (Fröhdeová *et al.*, 2012).

Dojnice krmíme tzv. TMR neboli směsnou krmnou dávkou, která by se měla skládat ze dvou druhů objemných krmiv a krmiv jadrných. TMR by měla být

homogenní a musí obsáhnout potřeby na živiny, energii a to energii záchovnou i produkční (Fröhdeová *et al.*, 2012). Při sestavování KD se musí dodržovat výživářská pravidla v případě množství proteinu, energie, ADF, NDF, nestrukturálních uhlohydrátů, tuku, minerálních látek a vitaminů. Dále samozřejmě záleží na obsahu živin v objemné píce a hlavně na její kvalitě (Drevjany, 2004). Základ krmné dávky tvoří objemná krmiva, ale její poměr vůči jadrným krmivům se mění v rozmezí 45-70 % sušiny (Suchý *et al.*, 2011). Sušina silážovaných krmiv by se měla průběžně kontrolovat každých 14 dnů, protože každá změna sušiny ovlivní i složení TMR. Stejně jako kontrola silážovaných krmiv by se měla kontrola a analýza živin v TMR a to třikrát až čtyřikrát ročně nebo při změně krmné dávky (Drevjany *et al.*, 2004).

Tabulka 3: Obsah vybraných živin v TMR pro dané fáze laktace (Drevjany, 2004; Bouška, 2006).

Živina (%)	Počátek laktace	Střed laktace	Závěr laktace
Hrubý protein v % sušiny	17,5-19,0	16,0-17,5	13,0-16,0
Nedegradovatelný protein, % z HP	35,0-38,0 22-40 (Bouška)	32,0-35,0 33-37 (Bouška)	29,0-32,0 30-36 (Bouška)
NEL MJ v kg sušiny	7,0-7,4	6,7-7,1	6,5-6,7
Tuk celkem, maximum, v % sušiny	4,5-7,0	4,0-6,0 Maximum 6,0	4,0-5,0
Dusíkaté látky (%)	17-20	15-17	14-15
Vláknina (ADF)	19-21	20-23	21-24
Vláknina (NDF)	30-33	30-36	34-40
Nestrukturální cukry	30-35	32-37	32-38

Krmnou dávkou je potřebné pokrýt veškeré nároky na živiny a energii, které stoupají společně s požadavky na produkci a genetickou výbavu dojnice a zároveň nesmí ovlivnit správné fungování trávicího traktu (Marcinková, 2019). V dnešní době využívaná TMR má výhodu v přesné koncentraci živin a snížením vzniku metabolických poruch. Toho je docíleno podáváním jádra jakou součást celé krmné dávky, nikoli jeho podáváním zvlášť na krmivo objemné (Fröhdeová *et al.*, 2012).

Používáním směsných krmných dávek se výživa skotu zlepšila, hlavně díky celkovému ucelení krmné dávky, kdy se více spojily složky jaderného a objemného krmiva (Illek, 2013). Množství přijatého krmiva je ovlivněno hlavně kapacitou bachoru, ale také chutí (Suchý *et al.*, 2011). Pokud není zajištěna optimální výživa, nelze tedy očekávat správnou a dobrou produkci mléka. Úroveň výživy musíme posuzovat nejen ze strany obsahu živin v krmné dávce, ale je potřeba se podívat na úroveň fermentačních procesů v předžaludku (Illek *et al.*, 2019). Pro limitující metionin a lysin se krmivářský průmysl snaží najít způsob, jak jej bachorově ochránit. Z metabolizovatelného proteinu by methionin měl být 2,2-2,5 % a lysin od 6,6 do 7,2 %; v poměru lyzinu ku methioninu 3 : 1 (Prýmas, 2018).

Pro správnou funkci bachoru je nutné dostatečné množství vlákniny v KD, proto je důležitý správný celkový poměr objemných krmiv a jaderného krmiva (Hulsen, 2011). Bachorová fermentace určuje přeměnu živin a tvorbu prekurzorů mléka, tudíž je to velmi významný faktor při produkci a skladbě mléka. Pokud není krmná dávka v pořádku, např. jsou zde přítomny nežádoucí látky nebo není správná koncentrace nějaké z živin, je omezeno rozmnožování bachorové mikroflóry a tím je narušen fermentační proces v bachoru. Projevem je nedostatečné trávení živin z krmné dávky, snížená tvorba těkavých mastných kyselin a mikrobiálního proteinu, což se promítne ve skladbě i kvalitě mléka (Illek *et al.*, 2019). Pokud krmíme dojnice velikým množstvím krmiv s rychlým uvolňováním škrobu, dojnice méně žvýká a produkuje méně slin, klesá pH v bachoru, jsou podporovány bakterie mléčného kvašení, snižuje se růst bakterií, které produkují těkavé mastné kyseliny a snižuje se také produkce kyseliny octové a máselné. Díky těmto faktorům může vést k poklesu tučnosti mléka, poruchám trávení a k acidózám (Bouška *et al.*, 2006). Pro lepší užitkovost dojnic (obsah bílkovin) se dříve přidávalo větší množství hrubého proteinu. Dnes je snaha najít levnější alternativu, za podmínky zachování produkce a s tím souvisí také nedostatečné množství aminokyselin, které je potřeba nahradit (Prýmas, 2018). V krmné dávce by měly být podobně rozpustné dusíkaté látky a energetické zdroje tak, aby mohla být mikrobiální činnost využita co nejvíce – tzv. synchronizované využití proteinů a energie (Bouška *et al.*, 2006). Při krmení proteinu máme dva způsoby krmení. První možností je krmení bachorové mikroflóry, které svým trávením dodávají dusík. Druhou možností tento krok obcházíme a dodáváme dusíkaté látky ve

formě bílkovin a aminokyselin. Z 60 % je však nutné krmit mikrobiální formu, protože jimi produkováný protein má dobré složení aminokyselin (Prýmas, 2018). Z každého zdroje energie je tato energie uvolňována jinou rychlostí a při sestavování krmné dávky je na to třeba pamatovat, např. rozpustné cukry jsou velmi rychlým zdrojem energie, škrob se štěpí pomaleji a z celulózy velmi pomalu (Bouška *et al.*, 2006).

Nároky na živiny jsou ovlivněny reprodukčním cyklem, užitkovostí a kondicí zvířete. Nároky na nutriční požadavky se během jednotlivých období mění a proto se musí krmná dávka přizpůsobovat. Změna se týká složení krmných dávek z hlediska koncentrace živin, tudíž také poměru objemné píce a jadrných krmiv, například v období mezidobí se tyto potřeby mění výrazně (Kudrna, 1998; Čermáková *et al.*, 2015). Vysokoužitkové dojnice jsou velmi náročné na energetické a nutriční požadavky na produkci mléka a tyto požadavky obecně nebývají uspokojené krmivem. Tento nedostatek má za následek negativní energetickou bilanci, kdy jsou mobilizovány tělesné rezervy (Kuhla a Metges, 2013). Výživa ovlivňuje i reprodukční ukazatele. Optimální chovná kondice je zásadní požadavek pro bezproblémové zabřeznutí (Čermáková *et al.*, 2015). Například nízkoproteinovou dietu lze použít u většiny vysokoprodukčních dojnic, kdy z obvyklých 18% hrubého proteinu klesneme na 15,5 % (Prýmas, 2018). Obecně výživa patří mezi faktory, které ovlivňují zdravotní stav zvířat, plodnost, produkci mléka a realizaci genetického potenciálu. Nutriční nedostatky jsou způsobeny nedostatkem živin a jejich koncentrací, včetně minerálních látek, stopových prvků a vitamínů (Otrubová, 2019). Při laktaci je u dojnic vyšší potřeba vápníku, jehož nejvýznamnějším zdrojem jsou vojtěšková a jetelová siláž, případně pak luštěniny (Illek, 2015).

2.3.2 Fázová výživa dojnic

Ve velkochovech by se při použití této metody chovu měly dojnice rozdělit do vyrovnaných skupin nejen z hlediska mezidobí, ale také z hlediska užitkovosti. Jelikož je zde skupinové krmení a zvířata se nekrmí individuálně, může zde docházet k nevyváženému krmení zvířat, tzn. může docházet k částečnému překrmování nebo naopak k nedokrmování (Kudrna, 1998). Pokud je to možné, je ve větších stádech doporučováno sestavit další skupiny jako například oddělení prvotetek od starších dojnic nebo rozdojované krávy s možností navyšování dávek jadrných krmiv první fázi laktace (Čermáková *et al.*, 2015). Krmná dávka je závislá na množství potřebné

energie a produkovaného mléka tzn. na laktační křivce, podle které se řídí i fázová výživa dojníc (Suchý *et al.*, 2011). Změny krmné dávky by vždy měly probíhat postupně, aby se bachorové mikroorganismy a bachor stihl přizpůsobit změně. Laktaci lze rozdělit na tři období: výživa dojníc v 1. fázi (začátek laktace), výživa dojníc ve 2. fázi (střed laktace) a výživa dojníc ve 3. fázi (závěr laktace) (Čermáková *et al.*, 2015). Aktivita a rovnováha mikrobiálních populací lze podpořit probiotiky, která jsou z nestravitelných polysacharidů (Lao *et al.*, 2020). Dojnice řadíme do skupin primárně podle doby po otelení nebo podle užitkovosti. Je doporučeno stádo rozdělit minimálně na 4 skupiny: fáze stání na sucho, skupina dojníc po otelení, skupina dojníc 100-200 dní po otelení a skupinu dojníc od 200 dne po porodu až do konce laktace (Kudrna, 1998).

2.3.2.1 Fáze stání na sucho

Jedná se o 8-10 týdnů dlouhé období od ukončení laktace až po porod (Fröhdeová *et al.*, 2012). Charakteristické pro tuto fázi je, že dojnice neprodukuje mléko až do otelení, kdy začíná nová laktace. Optimální délka je 60 dní, kdy jsou živiny z velké části věnovány vývinu plodu (Suchý *et al.*, 2011). Účelem je regenerace mléčné žlázy a jejího odpočinku před další laktací. Je nutné upravit výživu tak, aby dojnice neztučněla a předešlo se tak těžkým porodům, poporodním potížím a aby po otelení nastoupil rychlý vzestup příjmu krmiva (Stupka *et al.*, 2013). Pokud je kráva v nedostatečné kondici k porodu, měli bychom se zaměřit na její úpravu. V případě příliš hubené krávy musíme dbát na správnou úpravu KD. Její úpravou můžeme negativně ovlivnit březost, protože živiny mohou jít do vývoje telete, které by pro porod mohlo být příliš veliké (Marcinková, 2019). Kromě regenerace mléčné žlázy se regenerují také předžaludky. Při období stání na sucho musíme brát ohled na dvě různá časová období a to tzv. ranným stáním na sucho a obdobím pozdním (přechodným), které je posledních 14-21 dní před porodem (Kudrna, 1998). Za nejnáročnější období se považuje období přechodné, které je charakterizováno sníženým příjmem sušiny a změnám v metabolismu. Tyto změny podporují pozdní stádium těhotenství, porod a následné tvorby mléka (Bell, 1995). V případě že je kráva stavbou spíše hubená a ve špatné kondici, můžeme dobu stání na sucho prodloužit a do krmné dávky přidat nízkoproteinovou složku. Tato složka umožní postupné zlepšení kondice, ale nezpůsobí přílišný růst plodu. Pro zlepšení kondice zvířete o 0,5 bodu je prodloužení

vhodné na 8-10 týdnů. KD by v tomto případě měla obsahovat siláž s 68% stravitelností sušiny (Marcinková, 2019). Výživa během zmíněného přechodného období má za snahu zvýšit příjem sušiny a zmírnit negativní energetickou bilanci a následující metabolické následky (Huang *et al.*, 2014). Velká část živin v tomto období jde pro růst a vývin plodu, který v tomto období roste nejvíce. Základem krmné dávky jsou velmi kvalitní objemná krmiva a je také nutná hygienická a mikrobiální jakost. Mělo by se omezit zkrmování kyselých siláží (Suchý *et al.*, 2011; Fröhdeová *et al.*, 2012).

Tabulka 4: Úroveň živin během stání na sucho (Illek a Kudrna, 2014).

Živiny (%)	Začátek	Doba před otelením
Dusíkaté látky	12	14-15
Degradovatelné NL	65-70	62-68
Nedegradovatelné NL	30-35	31-34
Vláknina ADF	26-30	25-28
Vláknina NDF	40-45	37-40
Nestrukturální cukry	32-40	31-38
NEL (MJ/kg sušiny)	5,4-5,9	5,7-6,5
Tuky	3,0-4,0	3,0-5,0

Pokud nepodáváme dostatečné množství minerálních látek, můžeme způsobit problémy nejen matce, ale také nenarozenému teleti (Marcinková, 2019). Do krmné dávky se před porodem přidávají některé minerální látky. Jejich množství ukazuje následující tabulka:

Tabulka 5: Minerální látky přidané do krmné dávky před porodem (Ježková, 2018).

Fosfor	Hořčík	Síra	Vápník	Sodík	Draslík
0,3-0,37 %	0,4 %	0,2- 0,4 %	0,85-1,3 %	0,1-0,15 %	Co nejvíce k 1%

Co se týká chloridu, přidává se podle pH moči. Týden před otelením by se pH mělo pohybovat v rozmezí od 6,2-6,8, pH pod 5,3 přispívá ke vzniku metabolické acidózy (Ježková, 2018). Je nutné kontrolovat příjem energie, protože pokud se energií kráva předávákuje, energetické substráty z ní se ukládají do tukové tkáně. Cílem je

uložení triacylglycerolu a dále to může mít negativní vliv na metabolismus. Tuková tkáň rychle reaguje na překrmování ve směru akumulace lipidů a metabolismu aminokyselin (Minuti *et al.*, 2020). V pozdním těhotenství se do plodu přenáší vápník a následně je pak investován do mléka. Pro dojnici je tento proces velmi náročný z hlediska adaptace. Výsledná homeostáza je výsledkem souhry mezi kalciotropní hormony a tkáněmi, střevem, kostmi a ledvinami. Tyto tkáně jsou zdrojem potřebného vápníku pro podporu růstu a laktace (Horst *et al.*, 1997). Vyřazením jaderných krmiv měsíc před ukončením laktace podpoříme zaprahnutí. Dále vyřazujeme šťavnatá a laktogenní krmiva. Po zaprahnutí je nutné dojnici nepřekrmovat, protože ztučnělá zvířata trpí metabolickými poruchami, například ketózou, poporodní parézou nebo zadržením plodových obalů (Fröhdeová *et al.*, 2012). Pokud se vynechá doba stání na sucho u krav, má to také své následky. Mezi ně patří i velké snížení výtěžku mléka v následující laktaci (Andersen, 2005).

2.3.2.2 Skupina dojnic v první fázi (rozdojování)

Skupina „dojnic po otelení“ zahrnuje převážně dojnice těsně po porodu (den 0) do prvních 100 dní laktace. V této skupině je potřeba dát pozor na dostatečné množství živin v krmné dávce (Kudrna, 1998; Čermáková *et al.*, 2015). Období trvá obvykle po dosažení vrcholu laktace. Tato první část laktace je velmi zásadní pro její celé trvání a pokud ji zanedbáme, za důsledek je nejen snížená užitkovost, ale také metabolické a reprodukční poruchy. Jde o nejnáročnější období pro organismus dojnice, protože při otelení odchází také placenta a plodové obaly. Tento odchod je spojen se ztrátou tekutin a solí (Bouška *et al.*, 2006; Suchý *et al.*, 2011; Fröhdeová *et al.*, 2012). U dojnic je nutná příprava už v období stání na sucho, kdy příjem sušiny ovlivňuje příjem dusíkatých látek a energie v krmných dávkách před otelením. Konkrétně jde o 14-15 % sušiny. Pro bachorovou stabilitu se doporučuje začínat s krmivy z první fáze laktace již v době stání na sucho (Kudrna, 1997). Navíc se mění délka příjmu krmiva. U březích dojnic se délka s blížícím se porodem snižuje, stejně jako počet žvýkacích cyklů. Po porodu tato doba opět vzroste (Braun *et al.*, 2014).

Období šesti týdnů (tři týdny před porodem a tři týdny po porodu) nazýváme jako období přechodné. Přechodné období je kritické z hlediska ovlivnění produkce mléka a zdraví dojnice. Při přechodu z období bez laktace na období s laktací se bachorový makrobiom posouvá se změnou krmiva (Pitta *et al.*, 2014). Alespoň

částečně lze tyto postupy připisat účinnosti krmení dojnic po otelení (Elolimy, 2018). Podle Urbana (1997) je pro zachování bachorové mikroflóry nutné začít podávat jadrná krmiva jich 2-3 týdnů před otelením v dávce 3-4 kg na kus a den. Dávku zvyšujeme s každým týdnem o 1 kg. Z období stání na sucho má dojnice menší kapacitu bachoru, ve kterém však dochází k rychlejšímu průchodu tráveniny (Suchý *et al.*, 2011). Je třeba dávat pozor na kondici krav. Ztučněná kondice krav má za následek zadržování progesteronu v tuku a jeho uvolňování v době negativní energetické bilance. Postupné uvolňování progesteronu poté omezuje činnost vaječnicků, objevují se slabé nebo tiché říje, snižuje funkčnost dělohy a vejcovodů a zvyšuje výskyt embryonální mortality (Stupka *et al.*, 2013).

Během pozdního stádia gravidity nadměrná spotřeba energie ovlivňuje klidovou koncentraci glukózy a inzulínu v peripartu a může také zvýšit riziko hyperketonémie po porodu (Mann, 2016). Dojnice v pozdějším období březosti a při časném dojení využívají velké množství tukové tkáně, kdy se zvyšují plazmatické koncentrace neesterifikovaných mastných kyselin (Derno, M. *et al.*, 2013).

Během přechodu z období pozdního těhotenství do časně laktace mléčný skot zažívá metabolický stres. Je tomu tak z důvodu adaptačních procesů, které ovlivňují energetickou homeostázu (rovnováhu) na podporu produkce mléka (Kenéz *et al.*, 2016). Na začátku laktace jsou důležité adaptace ve třech klíčových tkáních, konkrétně v tukové žláze, mléčné žláze a játrech. Jedná se o adaptaci metabolickou i fyziologickou. Po těchto adaptacích přichází také přizpůsobení endokrinní soustavy během negativní energetické bilance (Nayeri *et al.*, 2016). Období otelení je pro dojnici velmi stresové z mnoha směrů – probíhající porod, nástup laktace, změna krmení a jeho řízení. První měsíc laktace je z hlediska imunitního systému náročný. Je potřeba zajistit odpovídající řízení a omezit vliv metabolického stresu, nedostatku vitamínů a minerálů. Hrozí také vyšší výskyt infekcí vemene a mastitidy (Waller, 2002).

Dojnici po vyčerpávajícím porodu čeká nástup laktace, který požaduje vysoký příjem živin a energie. Potřeba příjmu stoupá se zvyšující se laktací až do jejího vrcholu. Ovšem trávicí trakt dojnice není připraven na příjem krmiva, který plně pokrývá potřebu živin a energie pro začínající laktaci (Suchý *et al.*, 2011). Náhlá a výrazná potřeba živin je uspokojována čerpáním z tělesných rezerv, protože žravost

přichází až později (Bouška *et al.*, 2006). V prvních 5-7 dnech po porodu začíná produkce mléka a jeho produkce se velmi rychle zvyšuje, ale příjem krmiva je potlačen hormonálními změnami (Čermáková *et al.*, 2015). Po otelení dojnice je vhodné, podat zvířeti teplý nápoj, kde jsou spařené otruby a lněné semínko. (Suchý *et al.*, 2011). Pro zachování bachorové stability a mikroflóry můžeme také podávat obilní šroty s větším podílem dusíkatých látek a vysokou koncentrací energie v prvních 3-4 dnech po otelení (Urban *et al.*, 1997). V období 6-8 týdnů po otelení je produkce mléka stále vyšší až do doby, kdy kráva dosáhne vrcholu laktace. Toto období tzv. rozdojovací období je náročné pro příjem sušiny potřebné pro organismus. Rozdojovací fáze začíná 6. den po porodu a trvá asi do 40-60. dne laktace (Suchý *et al.*, 2011; Marcinková, 2019). Krmná dávka by měla být přizpůsobena nutričním potřebám hlavně v prvních 40 dnech po otelení. Touto dobou je příjem energie z rezerv větší (Bouška *et al.*, 2006). V prvních několika dnech se sekrecí získává kolostrum, které se od mléka liší složením a to konkrétně vyšší koncentrací bílkovin, sodíku a chloridu a nižší koncentrací laktózy a draslíku (Cowie, 1980). Dojnice po porodu vydává více energie do mléka než je schopna přijmout z krmiva (Hulsen a Aerden, 2014). Díky produkci mléka stoupá i náročnost na kvalitu krmné dávky. Pro organismus to může být velmi náročné, protože je zde přechod velmi výrazný. Krmná dávka z předporodního období je spíše chudší, zatímco dávka pro rozbíhající laktaci by měla být na živiny bohatší (Marcinková, 2019). Nepoměrný výdej živin při nádoji na počátku laktace a nedostatečným příjmem živin krmivem, vzniká negativní energetická bilance. V tomto období se poté omezí přísun energie pro obranyschopnost a pohlavní funkce a tím dochází ke zhoršení zdraví a plodnosti dojnic (Stupka *et al.*, 2013). Období rozdojování by mělo být doprovázeno podporou příjmu sušiny pro dostatečný přívod živin. Nejdůležitější je energie, která je většinou prvním limitujícím faktorem u krmných dávek (Čermáková *et al.*, 2015). Musíme pamatovat také na množství krmiva, které je kráva schopna přijmout (Marcinková, 2019). Vysoký nárok na metabolismus živin a příslušně obsažená krmná dávka zaručuje překonání náročného období dojnice (Doležal, 2014). Po porodu dojnice má nejen nechuť k příjmu, ale také je fyziologicky nemožné přijímat větší množství krmiva. Bachor a jednotlivé části trávicího traktu se musí vrátit do původního stavu (Suchý *et al.*, 2011). Činnost předžaludků zajistíme množstvím hrubé vlákniny, které by mělo být minimálně 14-15 % ze sušiny krmné dávky. Množství by však nemělo přesáhnout

17-18 % (Urban *et al.*, 1997). Vzniklý nedostatek energie v krmivu dojnice kompenzuje využitím tělesných tukových zásob, případně štěpí svalovou tkáň. Pokud je nízký obsah cukru v krvi pro potřeby glukózy, využívají se mastné kyseliny. Znamka záporné energetické bilance je nízký obsah bílkovin v mléce a vysoký poměr tuku k bílkovině (Hulsen a Aerden, 2014, Marcinková, 2019).

Při otelení mléčné krávy prodělávají akutní fyzický stres, spojený i se začátkem laktace. Tento stres je spojen s laktogenezí, galaktopoézou, energetickou bilancí, která může být záporná nebo nízká, a také s výtěžkem mléka (Burton *et al.*, 1993). Velký nárok na energii se u dojnice projevuje negativní energetickou bilancí, kdy dojnice mobilizuje tělesné zásoby tuku a sníží využití glukózy. Požadavky na glukózu, aminokyseliny a mastné kyseliny jsou do 4 dnů po porodu několikanásobně vyšší než v těhotenství a v důsledku toho je jaterní glukoneogeneze a již zmíněná mobilizace tuků po porodu zrychlená (Bell, 1995). U glukózy je po porodu důležité udržet její hladinu, protože je potřeba k syntéze laktózy a laktóza je rozhodujícím faktorem výše produkce mléka (Suchý *et al.*, 2011). Nedostatek nejen energie, ale také živin, se kompenzuje mobilizací tělesných rezerv (Gross *et al.*, 2013). Mobilizace nejen energie, ale také aminokyselin, probíhá ze svalů (Mann, 2016). Výskyt negativní energetické bilance (NEB) v prvních týdnech po porodu je běžný a pokud není zaručeno dostatečně kvalitní krmivo, je možné, že se tento jev objeví také v laktaci (Gross *et al.*, 2013). Proto by se dojnícím po otelení měla podávat velmi kvalitní objemná krmiva nejen z hlediska živin, ale také i jejich stravitelnosti (Čermáková *et al.*, 2015). Zvířata s těžkou negativní energetickou bilancí jsou náchylnější k poruchám jako je ketóza, pokles produkce, špatná reprodukční schopnost apod. (Reist *et al.*, 2003). Po otelení by zvíře mělo plně využít genetický potenciál, a to by mělo být podpořeno kvalitní objemovou krmnou dávkou z pohledu obsahu energie a stravitelnosti. Poměrově by však neměla tvořit více než 40-50 % ze sušiny (Kudrna, 1997). Po prvních dnech po otelení se začne se zvyšováním koncentrovaných krmiv o 1 kg za dva dny nebo o 0,5-0,75 kg každý den. Jadrná dávka by neměla být vyšší než 3-3,5 kg, protože hrozí pokles pH v bachoru a výskyt bachorové acidózy. Je tedy vhodné, podávat jej víckrát denně až po podání krmiv objemných (Urban *et al.*, 1997, Suchý *et al.*, 2011). Koncentrovaná jadrná krmiva tvoří druhou část krmné dávky. Samozřejmě je

s příjmem kvalitní potravy v souvislosti také stálé prostředí v předžaludcích a správná fyziologická činnost bачoru (Kudrna, 1997). Zvýšení dávky jadrných krmiv vede ke zvýšení obsahu těkavých mastných kyselin v bачoru a kyseliny mléčné, dochází ke snížení pH a narušuje se aktivita bakterií a trávicích pochodů a dochází k poklesu stravitelnosti vlákniny (Suchý *et al.*, 2011). Dusíkaté látky je důležité dodávat dojnícím hlavně na počátku laktace, kdy bачorové bakterie neprodukují dostatečné množství mikrobiálního proteinu (není úměrné k rostoucí mléčné užitkovosti) (Bouška *et al.*, 2006). Obsah dusíkatých látek by měl být 18-20 %, kdy 35-40 % z uvedeného množství by měly tvořit dusíkaté látky nedegradovatelné (Urban *et al.*, 1997).

V dodávání energie ve fázích laktace hraje klíčovou roli tuková tkáň (Bell, 1994). Energetický nedostatek se projeví ztrátou hmotnosti dojnice, kdy úbytek může být až 140 kg pro 1000 litrů mléka. U vysokoprodukčních dojnic s užitkovostí 40 kg na den se ztráty pohybují kolem 50 kg. Optimální ztráta na hmotnosti by se měl ideálně vejít do 8 % živé hmotnosti, tzn. 0,5-1,0 kg denně (Suchý *et al.*, 2011). V první řadě při doplňování energie, jde o tkáň tukovou spojené s uvolňováním FA (Gross *et al.*, 2013). Mobilizace tukové tkáně má za důsledek zvýšení plazmatických koncentrací neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA). Tyto kyseliny jsou většinou oxidovány na CO₂ (Derno *et al.*, 2013). Během přechodného stádia se koncentrace neesterifikovatelných mastných kyselin v krvi zvyšuje. Tento jev snižuje metabolismus v játrech a tím také laktaci dojnic (Abbasi *et al.*, 2017). Neesterifikovatelné mastné kyseliny jsou zdroj energie pro svalovou tkáň a také slouží k tvorbě mléčného tuku a to ze 40-60 % (Suchý *et al.*, 2011). Jaterní schopnost úplně oxidovat neesterifikovaného FA je omezená. Při větším množství FA dochází k tvorbě ketonových tělísek, reesterifikaci a akumulacitriacylglycerolů v játrech. Vedlejším efektem je snížený příjem potravy a metabolické poruchy (Drackley *et al.*, 2016). Během negativní energetické bilance se fosforylace adenosintrifosátem aktivované proteinové kinázy zvyšuje v hypotalamu a v játrech nikoli v kosterním svalu. V časně laktaci svalová tkáň vykazovala snížené množství cytoskeletálních proteinů a enzymů, které se podílejí například na syntéze glykogenu nebo degradaci mastných kyselin. Množství enzymů, které se podílejí na produkci glykolýzy, laktátu a ATP bylo zvýšené (Kuhla a Metges, 2013).

Ideální by bylo, kdyby energeticky účinná mléčná kráva produkovala stejné množství mléka s menším DMI (omezený příjem sušiny) mobilizací rezervních tkání během NEB a doplňovala rychleji a efektivněji rezervní tkáně během pozitivní energetické bilance (Tedeschi *et al.*, 2011). Bylo ukázáno, že na počátku laktace je dojnice schopna upravit produkci mléka, podle přijímaného krmiva. Během nedostatku krmiva dojnice dobře udržuje produkci tuku – mobilizací. Je možné, že původně tento jev měl zajistit dostatek energie pro potomka (Agenäs *et al.*, 2003). Do krmné dávky můžeme přidat tuk, který je chráněn v bachoru a díky němu je možné zkrátit nebo dokonce omezit trvání negativní energetickou bilanci. Tento jev pozitivně ovlivňuje produkci mléka (Kirovski, 2015). Přidáním tuků do krmné dávky ovlivníme také její obsah energie. Pokud přidáme tuků velké množství, hrozí negativní dopad na bachorovou fermentaci, protože obalí částičky krmiva a tím klesá jeho stravitelnost, toxicky působí na přítomné bakterie, obaluje mikroorganismy a snižuje resorpci kationtů (Suchý *et al.*, 2011). Doporučuje se přikrmování inertními tuky 0,5-1,0 kg na kus a den (Urban *et al.*, 1997).

Začátek laktace je z hlediska výživy založen na maximálním příjmu energie a živin krmivem a tak zabránit ztrátám na hmotnosti. Je ovšem nutné zajistit kvalitní objemové krmivo, ale také počítat s tím, že spotřeba sušiny je na začátku laktace snížena až o 18 % (Suchý *et al.*, 2011). V důsledku nedostatečného příjmu sušiny a následnému odbourávání rezerv, ke snižování živé hmotnosti dochází. Hubnutí dojnice je v rozmezí, pokud nepřekročí 5 % živé hmotnosti (maximálně 40 kg za období NEB). Krmná dávka by tak měla obsahovat co nejvíce živin a energie (Fröhdeová *et al.*, 2012). Dostatečné množství sušiny je kráva schopna přijmout přibližně 10-12 týdnů po otelení (Marcinková, 2019). Při sestavování krmné dávky musíme vycházet ze skutečné denní dojivosti a ještě ji navýšit o 20 % (Suchý *et al.*, 2011). Co se týče koncentrace energie v krmné dávce u vysokoprodukčních dojnic, měla by být 0,70-0,75 MJ NEL/kg sušiny, kdy za minimální koncentraci je považováno 5,8 (Urban *et al.*, 1997; Suchý *et al.*, 2011). V krmné dávce je důležité dodržovat celkový obsah vlákniny a také jejich jednotlivých frakcí (ADF, NDF). Dále je nutné věnovat pozornost i struktuře krmné dávky. V laktaci by se měla koncentrace vlákniny pochybovat od 17-18 % v 1 kg sušiny, jinak hrozí vznik bachorové acidózy. Bachorovou acidózu dále může vyvolat větší množství

jadrných krmiv (10 kg/kus/den) a také vyšší obsah sušiny a škrobů (Doležal, 2014). Podíl jadrných krmiv k objemným by se měl pohybovat 50:50 nebo 40:60 (Fröhdeová *et al.*, 2012). Z minerálních látek se doporučuje zvýšit množství vápníku na 1 % sušiny a zvýšit obsah hořčíku na 0,3 %. Je nutné dát pozor také na množství ostatních minerálních látek. Například u sodíku je dobré přidat 30 g krmné soli na každých 15 kg vyprodukovaného mléka, 0,3 mg selenu na 1 kg sušiny a 6 g niacinu na kus a den (Urban *et al.*, 1997).

2.3.2.3 Dojnice ve druhé fázi laktace (vrchol)

Fáze trvá od dosažení vrcholu laktační křivky a dále asi 100 dní, konkrétně asi od 70. dne do 140.-200. dne po porodu. Během této doby by užitkovost měla být stejná. Po dosažení laktačního vrcholu užitkovost začíná mírně klesat (Suchý *et al.*, 2011). Co se týká příjmu sušiny, dojnice dosáhne vrcholu v rozmezí 70. až 100. dne laktace. Při vyšším příjmu sušiny se tedy zvyšuje příjem objemných krmiv na 50-60 % ze sušiny, kdy by koncentrovaná krmiva měla odpovídat užitkovosti a nemělo by tak docházet k poklesu hmotnosti (Urban *et al.*, 1997; Suchý *et al.*, 2011). Naopak si dojnice začíná vytvářet nové rezervy, které vyčerpala v předchozím období intenzivní produkce (Suchý *et al.*, 2011). Dusíkaté látky by se měly pohybovat u 17 % (Urban *et al.*, 1997).

Krmná dávka je v základu tvořena objemnými krmivy s vysokou nutriční hodnotou, která zaujímá 55-60 % sušiny krmné dávky. Obsah NDF by se v krmné dávce měl pohybovat 30-36 %. Opět se krmná dávka řídí podle skutečné užitkovosti, která by měla být kontrolována v určitých intervalech (Suchý *et al.*, 2011).

Tabulka 6: Orientační potřeba makroprvků v krmné dávce dojníc (Suchý *et al.*, 2011).

Sušina v KD	Vápník	Fosfor	Hořčík	Sodík	Draslík	Síra	Chlor
g/kg	6,5-9,3	3,5-7,5	3,3-4,6	2,0-2,9	6,3-9,1	2,4-3,4	2,9-4,2

2.3.2.4 Dojnice ve třetí fázi laktace

Na začátku této fáze dochází k poklesu užitkovosti a trvá až do zasušení dojnice, kde začíná opět fáze stání na sucho. Pokud by jsme měli tuto fázi označit dny, jedná se o období mezi 140.-200. dnem a končí 305. den po porodu. Dochází k výraznému poklesu laktace až do jejího ukončení. V této době by dojnice měla být březí. Jakmile je dojnice březí, tak se také mění její potřeby živin a energie – zvyšují

se (Suchý *et al.*, 2011). Po uplynutí dojení, je potřeba ji zasušit a připravit na následný porod. V tomto období dochází k poklesu produkce mléka a proto je potřeba se přizpůsobit také krmnou dávkou. Krmná dávka by měla zajistit dostatek koncentrovaných krmiv a také předejít přílišnému úpadku kondice (Marcinková, 2019). Potřeby dojnice v tomto období lze pouze objemnými krmivy. Pokud jsou objemná krmiva nekvalitní, lze je doplnit o krmiva jadrná. Ovšem objemná krmiva budou tvořit většinu obsahu dávky (Urban *et al.*, 1997; Suchý *et al.*, 2011; Marcinková, 2019). Pokud by byla dojnice v nevyhovující kondici, může se objevit řada komplikací během nebo po porodu. Tyto komplikace se mohou negativně promítnout v následující mléčné produkci či reprodukci, a proto je důležité, aby se dojnice k porodu dostala v odpovídající kondici (Marcinková, 2019). Právě kondici v hlavní roli přizpůsobujeme krmnou dávkou. Druhým kritériem je klesající užítkovost (Urban *et al.*, 1997).

Na konci období, je potřeba dojnici zasušit a ukončit tak laktaci. V krmné dávce zaujme vyšší zastoupení seno a omezí se podání šťavnatých, laktogenních a jadrných krmiv. Podle dietetických požadavků by obsah NDF měl v sušině krmné dávky pohybovat kolem 34-40 %. Příprava na poslední období trvá 2-3 týdny před zasušením. V posledním týdnu laktace se kráva dojí pouze jednou denně až dokud je výdojek pod 3 kg. Vysokoprodukční dojnice je těžké zaprahout pouze krmem, proto se zasušují podáváním antibiotik, které navíc působí preventivně proti zánětu žlázy (Suchý *et al.*, 2011).

2.4 Poruchy související s nesprávnou výživou

Většina metabolických a infekčních poruch u mléčných krav se objevují v prvních dvou týdnech po porodu. Po porodu je nutné dodržet tři základní fyziologické funkce, aby se těmto poruchám předešlo. Tyto základní funkce jsou: adaptace bachoru na laktační krmivo, udržení hladiny vápníku a udržení imunitního systému (Goff *et al.*, 1997). V prevenci vzniku následujících poruch hrají také klíčovou roli minerály, stopové prvky a vitaminy (Wilde, 2006).

2.4.1 Hypokalcemie

Hypokalcemie, nebo také mléčná horečka, hrozí dojnícím v období po porodu (Hulsen a Aerden, 2014). Je způsobena nedostatečným zásobováním vápníku z kostí (Ježková, 2018). Hypokalcemie je pouze jedno z mnoha onemocnění, které mohou u dojnice po porodu nastat. Dále může ovlivňovat řadu jiných poruch a negativně ovlivní také zdraví dojnice a její užitkovost (Novák, 2014; Ježková, 2018). Během náročného porodu organismus neumí mobilizovat vápník z kostí a udržet tak koncentraci vápníku v krvi. Vápník pak odchází z těla prostřednictvím mleziva a mlékem (Hulsen a Aerden, 2014). Pro tvorbu mléka a mleziva je potřeba 20-30 g vápníku z krevního séra, do kterého je doplňován z kostí. Zásobování zprostředkovává parathormon, který se nejprve musí přizpůsobit nastalé situaci po porodu (Ježková, 2018). Každá laktace na svém začátku prověří funkčnost regulačních mechanismů, zda jsou schopné stabilizovat a udržet koncentraci vápníku v krvi. Při začátku laktace je nárok na vápník velmi velký. V krvi jeho hladina výrazně klesá kolem porodu a to hlavně při druhé a vyšší laktaci. Při klinické hypokalcemii je koncentrace vápníku pod 2 mmol/l (Novák, 2014). Při hypokalcemii se nejedná o nedostatek parathormonu, ale cílové orgány ztratili svou citlivost vůči němu (Ježková, 2018). Větší riziko postižení krav začíná hlavně na 3. a vyšší laktaci (Hulsen a Aerden, 2014). Při subklinické hypokalcemii se navíc nevyskytují příznaky. Pokud dojnice trpí hypokalcemií, je větší pravděpodobnost, že začne trpět také mastitidou, dislokací slezu, infekcí dělohy či zadržanou placentou (Hulsen a Aerden, 2014, Novák, 2014). Dále u krav způsobuje ochabnutí svalstva a zvyšuje riziko poranění, snižuje pohyblivost svaloviny trávicího traktu a příjem sušiny. Při jejím nižším příjmu dochází k lipomobilizaci a odbourání rezerv, které se dále mohou projevit ketózou, ztučněním jater a nedostatkem glukózy a následným opakovaným čerpáním z rezerv (Ježková, 2018). Jako nejlepší prevence

je správné krmení dojníc před otelením (Novák, 2014). Dále také podání vitamínu D₃, léčbou potom podání vápníku infuzí nebo orálně (Hulsen a Aerden, 2014).

2.4.2 Poporodní paréza

Jedná se o akutní onemocnění (Fröhdeová *et al.*, 2012). Charakteristikou je hypokalcemie a následné ulehnutí dojnice s postupnou ztrátou citlivosti a později také vědomí. U skotu se vyskytuje v období porodu nebo v rozmezí několika dnů po něm. Ohrožená je spíše skupina starších krav, které se v období zaprahnutí překrmují vápníkem a jejich krmná dávka před porodem je alkalogenní. Jedná se vlastně o poruchu metabolismu vápníku, kdy je snížena činnost příštítných tělísek a je tak snížena produkce parathormonu. Parathormon řídí absorpci vápníku ve střevě a je tak snížena a vápník se omezeně uvolňuje z kostní dřevě (Hofírek *et al.*, 2009; Fröhdeová *et al.*, 2012). Prevencí je udržení poměru Ca a P 1:1, kdy v době stání na sucho se používají krmné soli (lepší uvolňování Ca). Léčbou je podávání 1g Ca na 50 kg živé hmotnosti (Fröhdeová *et al.*, 2012). Prevencí je úměrná dávka draslíku v době před porodem. Dále se doporučuje snížení obsahu vápníku v krmivu pro správné uvolňování parathormonu před otelením (Ježková, 2018).

2.4.3 Ketóza

Ketóza patří mezi nejvýznamnější onemocnění dojníc (Fröhdeová *et al.*, 2012). Může vzniknout ve dvou formách a to ve formě subklinické nebo klinické, kdy krmná dávka ve fázi reprodukčního cyklu nedodává organismu dostatečné množství energie. Může probíhat akutně, chronicky nebo subklinicky (Hofírek *et al.*, 2009). Příčinou ketózy může být také produkce mnoha ketonů, nejčastěji v situaci, kdy kráva nepřijímá krmivo obvyklým způsobem. Mezi tyto ketony patří aceton a betahydroxybutyrát. Řešením je přidání glukogenních prekurzorů, jako je například propylenglykol (Hulsen a Aerden, 2014). Jedná se o poruchu energetického metabolismu a je charakterizována hyperketonemií, hyperketolaktií, hypoglykemií a tukovou degenerací jater. Za příčinu jsou obecně považovány stavy, kdy v těle dojde k energetickému deficitu a narušení metabolismu sacharidů. Dále pak rozdělujeme na dvě formy primární a sekundární (Hofírek *et al.*, 2009). Nepřiměřená výživa dojníc před porodem ji značně ovlivňuje. Pokud je kondice až tučná a má vysoký energetický

potenciál, po nástupu laktace přijde deficit, protože nepřijme dostatek krmné dávky. Přichází zvýšené čerpání rezerv a hubnutí (Fröhdeová *et al.*, 2012).

2.4.4 Metabolická acidóza bachorového obsahu

Acidóza se vyskytuje v několika formách. Jedná se o formy akutní bachorové acidózy (laktacidóza), subakutní bachorovou acidózu (SARA) a chronickou acidózu. U dojnic se setkáváme se subakutní formou acidózy (Illek, 2013). Acidózou jsou ohrožené dojnice po otelení, kdy potřebují přijmout poměrně velké množství energie (nejčastější postiženou skupinou jsou dojnice v období od 10. do 120. dne laktace). V krmné dávce jsou různé koncentráty a rychle stravitelné sacharidy, které by měly být v rovnováze s těmi pomaleji stravitelnými. Pokud tomu tak není, klesá pH bachoru. Nízké pH v bachoru působí problémy s fermentací, kdy se některé mikroorganismy množí a jiní hynou. Krmná dávka v tomto období má vysoký podíl nestrukturálních sacharidů (Illek, 2013; Hulsen a Aerden, 2014). Pokud navíc zkrmujeme kyselé siláže je zde velký přísun kyselin mléčné, máselné a octové. Dalším důvodem je příjem snadno stravitelných sacharidů a škrobů a na druhé straně nedostatek strukturní vlákniny a ještě mnoho dalších způsobů (Hofírek *et al.*, 2009; Fröhdeová *et al.*, 2012). Není vlastně respektována potřeba množství sušiny a efektivní vlákniny. Narušením poměru kyselin a bází v krvi se sníží také její pH (Hofírek *et al.*, 2009). Při acidóze je zvýšená ionizovaná frakce vápníku a u alkalózy naopak. Ionizovaného vápníku je v krevní plazmě asi 50 % (Illek, 2015). Celá krmná dávka je špatně využita, tvoří se méně vitamínů a uvolňují se toxiny. Při postižení acidózou bachor funguje jinak. Rychleji se vyprazdňuje a krmivo náročnější na strávení jím jenom projde (Hulsen a Aerden, 2014).

Příčiny vzniku lze ještě rozdělit do dvou skupin. První je vznik zvýšeným příjmem nebo zvýšenou produkcí kyselin v organismu. Druhou skupinu tvoří acidózy způsobené zvýšenou ztrátou bikarbonátů (Hofírek *et al.*, 2009). Během akutní bachorové acidózy (laktacidózy) dochází k příjmu velmi rychle fermentovaných sacharidů během krátké doby. Obsah bachoru se stává kyselým tak, že poškodí jeho stěnu. Léčbou je snížení koncentrátů do zotavení dojnice a poté jejich postupné přidávání (Hulsen a Aerden, 2014). Jako léčbu podáváme alkalizující preparáty a jako prevenci věnujeme pozornost struktuře krmné dávky (Fröhdeová *et al.*, 2012). Subakutní bachorovou acidózou (SARA) rozumíme stav, při kterém je bachorový

obsah kyselý pouze dočasně (Hulsen a Aerden, 2014). SARA má nevýrazné klinické příznaky, tudíž je obtížné ji podchytit. Dochází k dočasnému snížení bachorového pH na hodnotu 5,6, proto se klinické příznaky neprojeví ihned (Illek, 2013). Může ovlivnit zdraví dojnice například infekcí dělohy, krvácení chodidel nebo nízkou plodností. Léčbou je zvýšený obsah vlákniny, jednotná krmná dávka a přístup ke krmivu po celý den (Hulsen a Aerden, 2014).

S metabolickou acidózou úzce souvisí metabolická alkalóza. Je to onemocnění, které může probíhat akutně nebo chronicky, kdy se zvýší pH krve a dochází k narušení poměru kyselin a bází. Nejčastější příčinou je zvýšený příjem alkalizujících látek, alkalogenních krmiv, solí organických kyselin a překrmování dusíkatými látkami. Další příčinou může být narušením pasáže zažívatin v trávicím traktu, konkrétně při dislokaci slezu (Hofírek *et al.*, 2009). Alkalóza negativně ovlivňuje absorpci vápníku ve střevě (Kotrbaček *et al.*, 2017).

2.4.5 Mastitida

Jedná se o onemocnění, které je charakterizováno vysokým množstvím bakterií a zánětem mléčné žlázy. Patří mezi nejčastější onemocnění a proto je i dobře známa (Gao *et al.*; 2020). Mastitida, neboli zánět mléčné žlázy, je nejvýznamnějším zdravotním i ekonomickým problémem. Dokonce se uvádí, že se jedná o jednu z nejnákladnějších složek ekonomiky chovu skotu a dá se považovat za nejdražší chorobu skotu a to z několika následujících důvodů: snižuje kvalitu a produkci mléka (ovlivňuje zdravotní stav mléčné žlázy), způsobuje předčasné vyřazení dojníc, mastitidou onemocní asi 50 % dojníc během svého života, apod. (Hofírek *et al.*, 2009; Bucek, 2010). Jednou z možností, jak omezit jejich výskyt, může být odhad plemenných hodnot a šlechtění na odolnost zvířat (Bucek, 2010). Mastitidy jsou polyfaktorová a polyetiologická onemocnění, které způsobují tři biosystémy. Mezi tyto biosystémy patří mikroorganismus, neboli dojnice, která může být vybavena vlohami k odolnosti nebo vnímavosti k onemocnění. Dále mikrobiální původci a zevní prostředí. Výživa spadá pod vnější faktor společně s fází zaprahnutí a technologií krmení. Pokud dojde ke ztučnění dojnice během doby stání na sucho, odbourá dojnice tuk během porodu a po něm a to způsobí poruchy látkové výměny. Tyto poruchy mohou způsobovat nejen mastitidu, ale také endometritidu (Hofírek *et al.*, 2009). Mimo jiné jsou mastitidy příčinou snížené produkce mléka a jeho jakosti, poruch

reprodukce, případně i různá další vážná onemocnění. Bylo popsáno několik mikroorganismů, které onemocněné mléčné žlázy způsobují. Mezi tyto organismy můžeme zařadit například *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus*, *Mycoplasma*, *Streptococcus uberis*, *Escheria coli* apod. (Jaglič, 2014). Podle MVDr. Miroslava Věříše je aktuálně nejčastějším původcem *Staphylococcus aureus* a tvrdí, cituji: „Obvykle se u dojnice projeví subklinická mastitida, nastává periodické vylučování a nárůst *Staphylococcus aureus* v mléčné žláze. Tento původce je dále vylučován mlékem, následuje protizánětlivá reakce organismu, vzestup somatických buněk a nárůst protilátek.“ Nevýhodou tohoto mikroorganismu je jeho snadný přenos na dojírň. Pokud není léčen, může být během roku postiženo až 50% stáda. Jeho lokalizace je ve vyšších partiích mléčné žlázy a je tedy postižen parenchym (Velechovská, 2014).

Mastitida je společně s kulháním a plodností, hlavní nemoc, která ovlivňuje ziskovost chovatelů. Existuje souvislost mezi mastitidou a výživou dojníc, kdy hlavním dopadem je imunitní systém vzhledem k mléčné žláze. Zdraví vemene mohou ovlivnit selen, vitamin E, měď, zinek, vitamin A a β -karoten (O'Rourke, 2009).

2.4.6 Poruchy související s kostním skeletem

Dále je zde rachitida, která vzniká důsledkem nesprávného metabolismu vápníku, fosforu a vitaminu D. V akutním případě je narušena osifikace kostní tkáně a ta je příčinou měknutí kostí, případně deformací kostí dlouhých. Osteomalacii, známe také pod pojmem měknutí kostí, je metabolické onemocnění u dospělých zvířat. Charakteristická je demineralizace a následné měknutí kostí, kdy kost ztrácí pružnost, pevnost, měkne a snadno se zlomí. Nejčastěji se s osteomalacií setkáme na vrcholu laktace a ve vysokém stupni gravidity. S osteomalacií se často vyskytuje také osteoporóza. Mohou být způsobeny značné ekonomické ztráty snížením produkce mléka, zhoršením plodnosti apod. Osteoporóza (řídnutí kostí) je charakterizována úbytkem kostní tkáně, kdy se ale zachová poměr mezi anorganickou a organickou složkou. Většinou se vyskytuje v kombinaci s rachitidou nebo osteomalacií (Hofírek *et al.*, 2009; Illek, 2015).

2.4.7 Dislokace slezu

Dislokace slezu je jeho vychýlení z obvyklé polohy a se nejčastěji objevuje u krav po otelení, ale není to pravidlem. Vychýlení je vlivem plynu, který je ve slezu nahromaděn vlivem nesprávných kontrakcí. Slez se potom posune obvykle na levou stranu mezi bachor a stěnu břišní. Ohroženou skupinou jsou ve špatné (tlusté) kondici před porodem (Hulsen a Aerden, 2014).

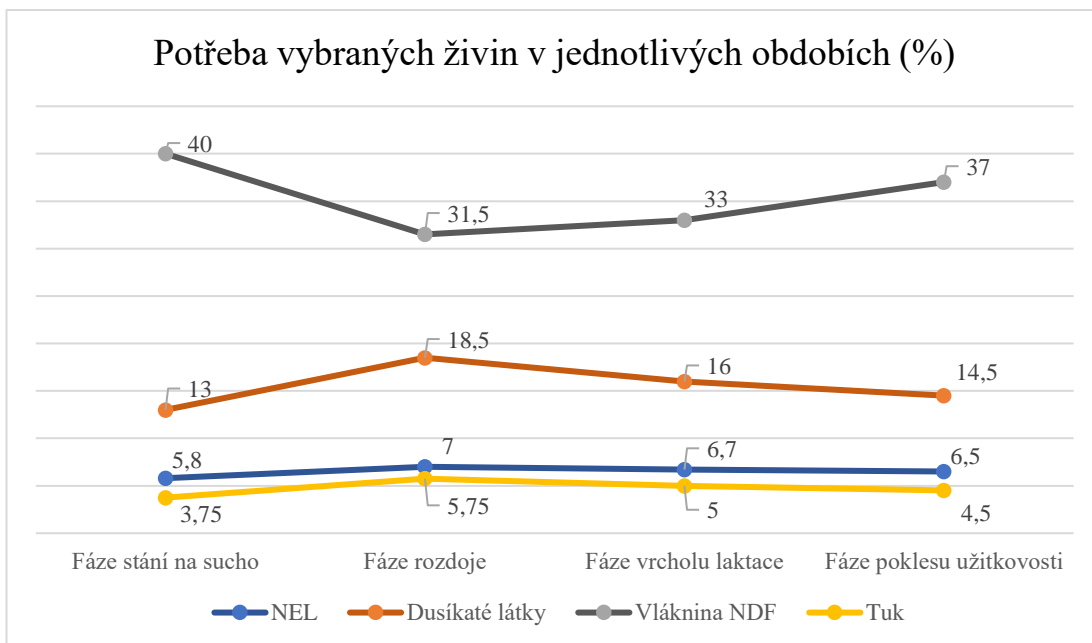
2.4.8 Poruchy z překrmení

Poslední fáze laktace je z hlediska úrovně výživy riskantní, protože pokud dojde k přetučnění dojníc, vzniká Lipomobilizační syndrom (Harsa, 2012). Můžeme jej znát také pod syndromem tlustých krav a k jeho rozvoji dochází v peripartálním období. Krmná dávka obsahuje příliš mnoho energie a dochází k ukládání tuků. Jeho charakteristikou je nadměrná lipolýza tukové tkáně a jejím důsledkem vzniká steatóza. Steatóza vzniká v období puerperia a při vrcholu laktace dojnice (Hofírek *et al.*, 2009). Steatóza jater vzniká při větším přísunu lipidů do jater, která je nestíhají oxidovat nebo vylučovat (Pavlata, 2014).

3 Závěr

Ve výživě dojnic je velmi důležitý jednotlivý poměr a množství živin, které dojnice potřebuje a které jí podáváme. V první fázi rozdoje, se u dojnic objevuje negativní energetická bilance. Negativní energetická bilance se objevuje u dojnic po porodu, které nemají dostatečné množství živin, ze kterých mohou čerpat. Po porodu se dojnice dostává do nedostatku, protože přijímaná krmiva nejsou v dostatečném množství pro pokrytí potřeb. Při stavu negativní energetické bilance se potřebné živiny získávají z různých tělních tkání. Velmi důležitou roli zde hraje tkáň tuková, ze které se uvolňují mastné kyseliny. Vlivem tohoto čerpání se zvyšuje koncentrace neesterifikovatelných mastných kyselin a ta dále snižuje metabolismus v játrech a to může mít nadále další negativní vliv na zdraví dojnice.

Výživa by v tomto období měla být zaměřena na maximální příjem energie a tak zabránit hubnutí, které je spojené s čerpáním tuků. Krmná dávka by měla být kvalitní s co nejvyšším obsahem živin a energie. Koncentrace energie by se měla pohybovat od 0,70 do 0,75 MJ NEL/kg sušiny, vlákniny je důležité dodržovat správný poměr (17-18 % v 1 kg sušiny). Jadrná směs podle produkce se může pohybovat v množství 10 kg/kus/den, kdy jadrná krmiva jsou v poměru k objemným maximálně 50:50. Z minerálních látek se doporučuje zvýšit vápník na 1 %, hořčík na 0,3 %, sodík v poměru s produkovaným mlékem o 30 g, selenu 0,3 mg na 1 kg sušiny a niacinu 6 g na den. V dalším období vrcholu laktace se zvyšuje příjem objemných krmiv na 50-60 % celkové sušiny. Koncentrovaná krmiva odpovídají množstvím užitkovosti. Dusíkaté látky by měly být kolem 17 % a energie by se měla pohybovat kolem 6,7 MJ NEL/kg sušiny. Poslední fáze laktace je charakteristická zaprahnutím dojnice – tedy ukončením laktace, které ovlivňuje i výživu. Potřeby dojnic lze pokrýt kvalitními objemnými krmivy. Obsah energie se snižuje na 6,5 MJ NEL/kg, stejně jako dusíkaté látky, které jsou kolem 14,5 %.



Obrázek 1: Potřeba vybraných živin (autor práce).

4 Přehled použité literatury

1. ABBASI, I.H.R., ABBASI, F., SOOMRO, R.N. *et al.* Considering choline as methionine precursor, lipoproteins transporter, hepatic promoter and antioxidant agent in dairy cows. *AMB Expr* **7**, 214 (2017). <https://doi.org/10.1186/s13568-017-0513-z>
2. AGENÄS, S., DAHLRORN, K. & HOLTENIUS, K. Milk Yield and Milk Fat Production in Feed-Deprived Dairy Cows. *Acta Vet Scand* **44**, P11 (2003). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-S1-P11>
3. ANDERSEN, J.B., T.G. MADSEN, T. LARSEN, K.L. INGVRTSEN a M.O. NIELSEN. The Effects of Dry Period Versus Continuous Lactation on Metabolic Status and Performance in Periparturient Cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2005, **88**(10), 3530-3541 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73038-1. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030205730381>
4. BELL A.W., BAUMAN D.E. (1994) Animal Models for the Study of Adipose Regulation in Pregnancy and Lactation. In: Allen L., King J., Lönnerdal B. (eds) Nutrient Regulation during Pregnancy, Lactation, and Infant Growth. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 352. Springer, Boston, MA
5. BELL, A W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science* [online]. 1995, **73**(9) [cit. 2020-02-23]. DOI: 10.2527/1995.7392804x. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/73/9/2804-2819/4632911>
6. BOUŠKA, J., O. DOLEŽAL, F. JÍLEK, V. KUDRNA, J. KVAPILÍK, J. PŘIBYL, R. RAJMON, M. SEDMÍKOVÁ, V. SKŘIVANOVÁ, S. ŠLOSÁRKOVÁ, Y. TYLOROVÁ, M. VACEK a J. ŽÍŽLAVSKÝ. *Chov dojného skotu*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 80-86726-16-9.
7. BŮCEK, P. Vybrané problémy šlechtění na odolnost ke klinickým mastitidám - review. *Veterinářství*. Praha: Profi Press, 2010, **60**.(1), 19-23.
8. BURTON, J. L., B. A. MALLARD a D. N. MOWAT. Effects of supplemental chromium on immune responses of periparturient and early lactation dairy cows1. *Journal of Animal Science* [online]. 1993, **71**(6), 1532-1539 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.2527/1993.7161532x. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/71/6/1532-1539/4632298>
9. BRASK, M., P. LUND, M.R. WEISBJERG, A.L. F. HELLWING, M. POULSEN, M.K. LARSEN a T. HVELPLUND. Methane production and digestion of different physical forms of rapeseed as fat supplements in dairy cows. *Journal of Dairy Science* [online]. 2013, **96**(4), 2356-2365 [cit. 2020-01-02]. DOI: 10.3168/jds.2011-5239. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030213001045>
10. BRAUN, U., TSCHONER, T. & HÄSSIG, M. Evaluation of eating and rumination behaviour using a noseband pressure sensor in cows during the peripartum period. *BMC Vet Res* **10**, 195 (2014). <https://doi.org/10.1186/s12917-014-0195-6>
11. BURDA, F. *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. Bratislava: Příroda v Bratislave, 1990. ISBN 80-07-00308-8.

12. COWIE, A. T., I. A. FORSYTH a Ian C. HART. Lactation. COWIE, Alfred T., Isabel A. FORSYTH a Ian C. HART. *Hormonal Control of Lactation* [online]. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1980, 1980, s. 146-229 [cit. 2020-02-12]. Monographs on Endocrinology. DOI: 10.1007/978-3-642-81389-4_4. ISBN 978-3-642-81391-7. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-81389-4_4
13. ČERMÁKOVÁ, J., M. KOUKOLOVÁ a A. VÝBORNÁ. Zásady výživy a krmení dojníc v produkci. *Krmivářství* [online]. 2015, **XIX**.(1), 3 [cit. 2019-12-04]. Dostupné z: <https://energie21.cz/wp-content/uploads/pdf/krmivarstvi/K0115.pdf>
14. DERNO M., BÖRNER S., HAMMON H.M., RÖNTGEN M., KUHLA B. (2013) Whole body oxidative metabolism in dairy cows with a different liver fat content in early lactation. In: Oltjen J.W., Kebreab E., Lapierre H. (eds) Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production. Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production, vol 134. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
15. DOLEŽAL, P., L. ZEMAN, J. PRCHAL, L. PAVLATA a J. DVOČÁČEK. Požadavky a doporučení pro krmení laktujících dojníc. *Náš chov*. Praha: Profi Press, 2014, **LXXIV**.(9), 6. ISSN 0027-8068.
16. DOLEŽAL, O. a S. STANĚK. *Chov dojného skotu*. Praha: Profi Press, 2015. ISBN 978-80-86726-70-0.
17. DRACKLEY, J. K., Heather M. DANN, Neil DOUGLAS, N. A. Janovick GURETZKY, N. B. LITHERLAND, J. P. UNDERWOOD a J. J. LOOR. Physiological and pathological adaptations in dairy cows that may increase susceptibility to periparturient diseases and disorders. *Italian Journal of Animal Science* [online]. 2016, **4**(4), 323-344 [cit. 2020-01-02]. DOI: 10.4081/ijas.2005.323. ISSN 1828-051X. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.4081/ijas.2005.323>
18. DREVJANY, KOZEL a PADRŮNĚK. *Holštýnský svět*. UNIPRESS TURNOV: ZEA Sedmihorky, 2004.
19. ELOLIMY, A.A., ARROVO, J.M., BATISTEL, F. *et al.* Association of residual feed intake with abundance of ruminal bacteria and biopolymer hydrolyzing enzyme activities during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *J Animal Sci Biotechnol* **9**, 43 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0258-9>
20. FRÖHDEOVÁ, M., V. MLEJNKOVÁ a P. DOLEŽAL. Zásady výživy vysokoprodukčních dojníc. In: *Zemědělec* [online]. Brno: Mendelova univerzita, 2012 [cit. 2020-03-11]. Dostupné z: <https://www.zemedelec.cz/zasady-vyzivy-vysokoprodukcnich-dojnic/>
21. GAO, J., Liu, Y., Wang, Y. *et al.* Impact of yeast and lactic acid bacteria on mastitis and milk microbiota composition of dairy cows. *AMB Expr* **10**, 22 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13568-020-0953-8>
22. GOFF, J.P. a R.L. HORST. Physiological Changes at Parturition and Their Relationship to Metabolic Disorders. *Journal of Dairy Science* [online]. 1997, **80**(7), 1260-1268 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76055-7. ISSN 00220302. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022030297760557>

23. GROSS, J. J., H. A. VAN DORLAND, R. M. BRUCKMAIER a F. J. SCHWARZ. Milk fatty acid profile in dairy cows during a negative energy balance in early lactation and feed-restriction in mid-lactation. OLTJEN, James W., Ermias KEBREAB a Hélène LAPIERRE, ed. *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production* [online]. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2013, 2013, s. 361-362 [cit. 2019-10-17]. DOI: 10.3920/978-90-8686-781-3_125. ISBN 978-90-8686-781-3. Dostupné z: http://link.springer.com/10.3920/978-90-8686-781-3_125
24. GULTEPE, E.E., UYARLAR, C. & BAYRAM,  . Supplementation of Cr Methionine During Dry Period of Dairy Cows and Its Effect on Some Production and Biochemical Parameters During Early Lactation and on Immunity of Their Offspring. *Biol Trace Elem Res* **186**, 143–153 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1279-0>
25. HARSA, Martin. Kl ı em k  sp echu je tranzitn i období. *Krmiv arstv i*. Praha: Profi Press, 2012, **XVI**.(5), 2.
26. HERRMANN, H. Krávy – jak je živit? aneb Výživa krav má své zákonitosti. *Agropress.cz* [online]. agropress, 2017, 3.11.2017 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/kravy-jak-je-zivit-aneb-vyziva-krav-ma-sve-zakonitosti/>
27. HOFÍREK, B., R. DVOŘÁK, L. NĚMEČEK, R. DOLEŽAL, Z. POSPÍŠIL *et al.*. *Nemoci skotu*. Brno: Noviko, 2009. ISBN 978-80-86542-19-5.
28. HORST, R.L., GOFF, J.P. & REINHARDT, T.A. Calcium and Vitamin D Metabolism During Lactation. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* **2**, 253–263 (1997). <https://doi.org/10.1023/A:1026384421273>
29. HUANG, W., TIAN, Y., WANG, Y. *et al.* Effect of reduced energy density of close-up diets on dry matter intake, lactation performance and energy balance in multiparous Holstein cows. *J Animal Sci Biotechnol* **5**, 30 (2014). <https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-30>
30. HULSEN, J. *Cow signals: Jak rozum t ře i krav*. Praha: Profi Press, 2011, s. 96. ISBN 978-80-86726-44-1.
31. HULSEN, J. a Dries AERDEN. *Sign aly krmení: praktick a p r ru ka ke krmení dojnic pro jejich zdraví a u itkovost*. Praha: [Profi Press], 2014. ISBN 978-80-86726-62-5.
32. ILLEK, J. Acid za bachorového obsahu - stálý problém v chovu dojnic. *Veterinárství*. Brno: Profi Press, 2013, **63**.(5), 4.
33. ILLEK, J. Minerální látky ve výživě skotu. *Krmiv arstv i*. 2015, **XIX**.(1), 3.
34. ILLEK, J., I. ŠIMKOVÁ, Z. BEZDĚKOVÁ, K. P IŠTKOV A a R. KADEK. Uplatnění moderních aditiv v prevenci poruch metabolismu a produkčních chorob dojnic. *Náš chov*. 2018, **LXXVIII**.(11), 70-72.
35. ILLEK, J. a V. KUDRNA. Poruchy metabolismu dojnic ve vztahu k výživě. *Krmiv arstv i*. Praha: Profi Press, 2014, **XVIII**.(6), 5.
36. ILLEK, J., Ing. V. KUDRNA. a M. ŠOCH, Faktory ovlivn uj c i produkci a jakost mléka dojnic. *Náš chov*. 2019, **LXXIX**.(2), 5.
37. JAGLI , Z. Prevence bakteriálních původců subklinických maštitid. *Veterinárství*. Praha: Profi Press, 2014, **64**.(2), 142-145.
38. JEŽKOVÁ, A. Hypokalcemie je otevřenou br anou pro další problémy. *N aš chov*. Praha: Profi Press, 2018, **LXXIVIII**.(3), 2. ISSN 0027-8068.
39. KAFILZADEH, F., SHABANKAREH, H.K. & TARGHIBI, M.R. Effect of Chromium Supplementation on Productive and Reproductive Performances

- and Some Metabolic Parameters in Late Gestation and Early Lactation of Dairy Cows. *Biol Trace Elem Res* **149**, 42–49 (2012). <https://doi.org/10.1007/s12011-012-9390-0>
40. KENÉZ, Á., DÄNICKE, S., ROLLE-KAMPCZYK, U. *et al.* A metabolomics approach to characterize phenotypes of metabolic transition from late pregnancy to early lactation in dairy cows. *Metabolomics* **12**, 165 (2016). <https://doi.org/10.1007/s11306-016-1112-8>
 41. KIROVSKI, D., BLOND, B., KATIĆ, M. *et al.* Milk yield and composition, body condition, rumen characteristics, and blood metabolites of dairy cows fed diet supplemented with palm oil. *Chem. Biol. Technol. Agric.* **2**, 6 (2015). <https://doi.org/10.1186/s40538-014-0029-6>
 42. KOLEKTIV AUTORŮ FIRMY ED & F MAN. Od cukrů k tekutým krmivům aneb od výzkumu k budoucnosti. *Náš chov*. 2019, **LXXIX**.(2), 1.
 43. KOUKAL, P. Doplňky krmných dávek vysokoprodukčních dojníc. *Krmivářství*. Praha: Profi Press, 2015, **XIX**.(1), 21–24.
 44. KOUKOLOVÁ, M., P. HOMOLKA a V. KOUKOLOVÁ, Hodnocení dusíkatých látek ve výživě přežvýkavců. *Krmivářství*. 2019, **XXIII**.(4), 34–36.
 45. KOTRBÁČEK, V., V. KUCHAROVÁ a J. DOUBEK. Metabolismus vody u hospodářských zvířat. *Náš chov*. 2017, **LXXVII**.(9), 3.
 46. KROULÍK, Josef. *Výživa a krmivářstvo*. Bratislava: Příroda v Bratislave, 1989. ISBN 80-07-00068-2.
 47. KUDRNA, V., B. ČERMÁK a O. DOLEŽAL *et al.*. *Produkce krmiv a výživa skotu*. Praha: Agrospoj, 1998, s. 359. ISBN 224-090-109.
 48. KUHLA B., METGES C.C. (2013) Proteomic tools help understanding the metabolic adaptation to negative energy balance in dairy cows. In: Oltjen J.W., Kebreab E., Lapierre H. (eds) Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production. Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production, vol 134. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
 49. LAO, E.J., DIMOSO, N., RAYMOND, J. *et al.* The prebiotic potential of brewers' spent grain on livestock's health: a review. *Trop Anim Health Prod* **52**, 461–472 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02120-9>
 50. MANN, S., ABUELO, A., NYDAM, D.V. *et al.* Insulin signaling and skeletal muscle atrophy and autophagy in transition dairy cows either overfed energy or fed a controlled energy diet prepartum. *J Comp Physiol B* **186**, 513–525 (2016). <https://doi.org/10.1007/s00360-016-0969-1>
 51. MARCINKOVÁ, A. Dojnice si potrpí na kvalitu i množství. *Krmivářství*. 2019, **XXIII**.(4), 30–31.
 52. MARVAN, F. *et al.*. *Morfologie hospodářských zvířat*. Praha: Brázda, 1992. ISBN 80-209-0226-0.
 53. MARTIN, C., J. ROUEL, J. P. JOUANY, M. DOREAU a Y. CHILLIARD. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, *Journal of Animal Science*, Volume 86, Issue 10, October 2008, Pages 2642–2650, <https://doi.org/10.2527/jas.2007-0774>
 54. MINUTI, A., BIONAZ, M., LOPREIATO, V. *et al.* Prepartum dietary energy intake alters adipose tissue transcriptome profiles during the periparturient period in Holstein dairy cows. *J Animal Sci Biotechnol* **11**, 1 (2020). <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0409-7>

55. NACHTOMI E., BRUCKENTAL I. (1990) Lysine and methionine in dairy cows' nutrition. In: Lubec G., Rosenthal G.A. (eds) *Amino Acids*. Springer, Dordrecht
56. NAYERI, S., STOTHARD, P. TISSUES, Metabolic Pathways and Genes of Key Importance in Lactating Dairy Cattle. *Springer Science Reviews* **4**, 49–77 (2016). <https://doi.org/10.1007/s40362-016-0040-3>
57. NOVÁK, M. Hypokalcémie jako významná metabolická porucha. *Krmivářství*. Praha: Profi Press, 2014, **XVIII**.(6), 2.
58. O'ROURKE, D. Nutrition and udder health in dairy cows: a review. *Ir Vet J* **62**, S15 (2009). <https://doi.org/10.1186/2046-0481-62-S4-S15>
59. OMARI, M., LANGE, A., PLÖNTZKE, J. *et al.* Model-based exploration of the impact of glucose metabolism on the estrous cycle dynamics in dairy cows. *Biol Direct* **15**, 2 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13062-019-0256-7>
60. OTRUBOVÁ, M. Mikroprvky ve výživě dojnic. *Agropress.cz* [online]. agropress, 2017, 7.11.2017 [cit. 2020-02-29]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/mikroprvky-ve-vyzive-dojnic/>
61. OTRUBOVÁ, M. Hodnocení úrovně výživy v chovu dojnic – 1. část. *Agropress.cz* [online]. agropress, 2019 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/hodnoceni-urovne-vyzivy-v-chovu-dojnic-cast-prvni/>
62. PAVLATA, L. Hepatopatie skotu - diagnostika, diferenciální diagnostika, zásady terapie a prevence. *Veterinářství*. Praha: Profi Press, 2012, **64**.(6), 9.
63. PITTA, D. W., S. KUMAR, B. VECCHIARELLI, D. J. SHIRLEY, K. BITTINGER, L. D. BAKER, J. D. FERGUSON a N. THOMSEN. Temporal dynamics in the ruminal microbiome of dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science* [online]. 2014, **92**(9), 4014-4022 [cit. 2020-03-31]. DOI: 10.2527/jas.2014-7621. ISSN 0021-8812. Dostupné z: <https://academic.oup.com/jas/article/92/9/4014/4702361>
64. PRÝMAS, L. O aminokyselinové výživě dojnic s Bobem van Saunem. *Náš chov*. 2018, **LXXVIII**.(10), 1.
65. REECE, W. O. *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3282-4.
66. REIST, M., ERDIN, D., von Euw, D. *et al.* Prediction of Energy Balance at the Individual and Herd Level by Use of Blood and Milk Traits in High Yielding Dairy Cows. *Acta Vet Scand* **44**, P120 (2003). <https://doi.org/10.1186/1751-0147-44-S1-P120>
67. RYSOVÁ, L. Dusíkaté látky v krmivu. *Agropress.cz* [online]. agropress, 2018 [cit. 2020-02-26]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/hodnoceni-dusikatych-latek-krmiv-pro-prezvykavce/>
68. SAYINER, S., FIDANCI, U.R., Kucukersan, S. *et al.* Vitamin A, calcium, phosphorus and magnesium status of heifers grazing in Northern Cyprus. *Trop Anim Health Prod* (2020). <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02210-z>
69. SCHONEWILLE, J.T. Magnesium in dairy cow nutrition: an overview. *Plant Soil* **368**, 167–178 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1665-5>
70. SCHÖNE, F., STEINHÖFEL, O., WEIGEL, K. *et al.* Selenium in feedstuffs and rations for dairy cows including a view of the food chain up to the consumer. *J. Verbr. Lebensm.* **8**, 271–280 (2013). <https://doi.org/10.1007/s00003-013-0827-y>

71. STUPKA, R., J. ČÍTEK, M. FANTOVÁ, LEDVINKA Z., NAVRÁTIL J., NOHEJLOVÁ L., STÁDNÍK L., ŠPRYSL M., ŠTOLC L., ZITA L.. *Chov zvířat*. 2. vyd. Praha: Powerprint, 2013. ISBN 978-80-87415-66-5.
72. SUCHÝ, P., E. STRAKOVÁ, I. HERZIG, E. SKŘIVANOVÁ a D. ZAPLETAL. *VÝŽIVA A DIETETIKA II. díl – Výživy přežvýkavců*. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2011. ISBN 978-80-7305-599-8.
73. TEDESCHI L.O., FOX D.G., ROSELER D.K. (2011) An interactive, mechanistic nutrition model to determine energy efficiency of lactating dairy cows. In: Sauvant D., Van Milgen J., Faverdin P., Friggens N. (eds) *Modelling nutrient digestion and utilisation in farm animals*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen
74. URBAN F., J. BOUŠKA, J. ČERMÁK, O. DOLEŽAL, J. FULKA JR. aj. FULKA,. *Chov dojného skotu*. Praha: Nakladatelství APROS, 1997. ISBN 80-901100-7-X.
75. VAN VUUREN A.M., MEIJS J.A.C. (1987) Effects of herbage composition and supplement feeding on the excretion of nitrogen in dung and urine by grazing dairy cows. In: Van Der Meer H.G., Unwin R.J., Van Dijk T.A., Ennik G.C. (eds) *Animal Manure on Grassland and Fodder Crops. Fertilizer or Waste?*. *Developments in Plant and Soil Sciences*, vol 30. Springer, Dordrecht
76. VELECHOVSKÁ, J. Semináře nejen o silážích. *Náš chov*. Praha: Profi Press, 2014, **LXXIV**.(4), 1.
77. WILDE, D. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Animal Reproduction Science* [online]. 2006, **96**(3-4), 240-249 [cit. 2020-02-07]. DOI: 10.1016/j.anireprosci.2006.08.004. ISSN 03784320. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378432006003770>
78. WALLER K.P. (2002) Mammary Gland Immunology Around Parturition. In: Mol J.A., Clegg R.A. (eds) *Biology of the Mammary Gland. Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 480. Springer, Boston, MA

5 Seznam zkratk

ADF	acidodetergentní vláknina
ADL	acidodetergentní lignin
ATP	adenosintrifosfát
DMI	příjem sušiny (kg/den)
FA	mastné kyseliny
FME	fermentovaná metabolizovatelná energie
KD	krmná dávka
m.j.	mezinárodní jednotka
NDF	neutrální detergentní vláknina
NEB	negativní energetická bilance
NEFA	Neesterifikovatelné mastné kyseliny
NEL	netto energie laktace
NEV	netto energie přírůstku
NFC	nestrukturální sacharidy
NL	dusíkaté látky
PDI	skutečně stravitelný protein v tenkém střevě
PDIA	skutečně stravitelný nedegradovatelný protein
PDIM	skutečně strávený mikrobiální protein
PDIME	množství mikrobiálního proteinu syntetizováno z využitelné energie
PDIMN	množství mikrobiálního proteinu, které může být syntetizováno z degradovatelného proteinu
SARA	subakutní bachorová acidóza
TMR	total mix ration – směsná krmná dávka