



Fakulta zemědělská  
a technologická  
Faculty of Agriculture  
and Technology

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

# **JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH** **FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra zootechnických věd

## **Bakalářská práce**

**Vliv chráněného methioninu v krmné dávce na mléčnou  
produkcí dojníc**

Autorka práce: Beránková Barbora

Vedoucí práce: Zábranský Luboš Ing. Ph.D.

České Budějovice  
2022

## **Prohlášení**

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

V Českých Budějovicích dne .....

.....  
Podpis

## **Abstrakt**

Bakalářská práce se zabývá vlivem limitující aminokyseliny na produkci dojnic. V rešeršní části se práce zaměřuje na trávící trakt přežvýkavců a důležitost předžaludků. Dále nastíní požadavky na sestavování krmných dávek dojnic v laktaci a suchostojných krav.

Druhá část je zaměřena na nepostradatelnost dusíkatých látek v organismu. Rozebírá význam, potřebu, ale i hodnocení dusíkatých látek. Následující kapitola se zabývá aminokyselinami, které jsou nedílnou součástí dusíkatých látek. Poslední kapitola teoretické části se zaměřuje na methionin, na kterém je založen sledovaný pokus.

Praktická část se zabývá vlivem chráněného methioninu na produkci dojnic a složek v mléce. Do experimentu bylo v průměru zařazeno 471 dojnic a sledované údaje byly shromažďovány v průběhu podávání přípravku Smartamine M do krmné dávky a mimo něj.

Z výsledků pokusu se prokázal vliv Smartamine M na zvýšení hodnoty bílkovinné složky v mléce (statisticky vysoce významná hodnota  $P = 0,00011$ ).

**Klíčová slova:** dojnice, methionin, krmná dávka, složky v mléce, Smartamine M.

## **Abstract**

The bachelor thesis deals with the effect of limiting amino acid on dairy cow production. The research part of the thesis focuses on the digestive tract of ruminants and the importance of foregut. It also outlines the requirements for ration formulation for lactating and dry cows.

The second part focuses on the indispensability of nitrogenous substances in the organism. It discusses the importance, need and evaluation of nitrogenous substances. The following chapter deals with amino acids, which are an integral part of NL The last chapter of the theoretical part focuses on methionine, on which the experiment is based.

The practical part deals with the effect of protected methionine on dairy cow production and milk constituents. An average of 471 dairy cows were included in the experiment and monitoring data were collected prior to and during the administration of Smartamine M into feed ration.

The results of the experiment showed the effect of Smartamine M on increasing the value of protein component in milk (statistically highly significant value ( $P = 0.00011$ )).

**Keywords:** dairy cow, methionine, ration, milk constituents, Smartamine M.

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Luboši Zábranskému, Ph.D. za vedení, konzultace a odborné rady. Dále pak Ing. Filipu Morávkovi za konzultace a poskytnutí dat, potřebných pro experiment. Velké poděkování patří celé mé rodině a kamarádům za pomoc, podporu a trpělivost.

## Obsah

Úvod.....	8
1 Anatomie a fyziologie trávicího traktu přežvýkavců .....	9
1.1 Význam slin a polykání .....	9
1.2 Přežvykování (ruminace) .....	10
1.3 Funkce předžaludků .....	10
1.3.1 Ukládání potravy v předžaludku .....	11
1.3.2 Trávení v bachoru .....	11
1.4 Slez .....	11
1.5 Tenké střevo .....	12
2 Sestavování krmných dávek.....	13
2.1 Potřeba živin .....	13
2.2 Krmení dojnic v období stání na sucho .....	13
2.3 Krmení dojnic v období laktace .....	14
3 Dusíkaté látky (NL).....	16
3.1 Význam a potřeba dusíkatých látek.....	16
3.2 Hodnocení dusíkatých látek .....	17
4 Aminokyseliny (AMK) .....	18
4.1 Využití aminokyselin .....	18
4.2 Významné aminokyseliny .....	19
4.3 Chráněné aminokyseliny .....	20
4.4 Nadbytečný příjem (toxicita) aminokyselin .....	20
4.5 Methionin .....	21
5 Materiál a metodika.....	23
5.1 Cíl práce .....	23
5.2 Charakteristika podniku .....	23

5.3	Technologie chovu .....	24
5.4	Metodika pokusu .....	24
6	Výsledky a diskuse.....	26
6.1	T-Test .....	27
6.2	Porovnání výsledků a jejich interpretace.....	28
6.2.1	Množství mléka a somatických buněk .....	29
6.2.2	Tuk, laktóza a močovina .....	30
6.2.3	Bílkovina .....	31
	Závěr .....	32
	Seznam použité literatury .....	34
	Seznam obrázků .....	38
	Seznam tabulek .....	39
	Seznam grafů.....	40
	Seznam použitých zkratek.....	41

---

## Úvod

Zemědělství je pro život jedno z nejdůležitějších odvětví, kterému by se měla věnovat obrovská pozornost. Stará se nejen o produkci potravin pro populaci a krmiv pro zvířata, ale také o úrodnost půdy a její dlouhodobou udržitelnost. Dvě hlavní odvětví zemědělství rozdělujeme na rostlinnou a živočišnou výrobu. Živočišná výroba se zabývá chovem hospodářských zvířat, do kterého jako jedno z nejvýznamnějších odvětví spadá chov skotu. Ten je chován konvenčním nebo ekologickým způsobem odchovu. Pro společnost se skot řadí mezi nepostradatelné zdroje potravy, a to díky produkci masa, mléka a výrobků z něj.

V dnešní době je produkce vysokoužitkových dojnic na velmi vysoké úrovni. V České republice se průměrná užitkovost u holštýnského skotu pohybuje okolo 10 500 kg mléka za normovanou laktaci. Rostoucí produkce mléka vede ke stále větším požadavkům na složení krmné dávky. Pro další zlepšení vlastností a zvýšení produkce mléka se krmná dávka obohacuje o krmná aditiva. Jedním z možných přídatků jsou takzvané chráněné (z ang. „by pass“) esenciální aminokyseliny. Ty se vstřebávají v tenkém střevě a mají vliv na zlepšení zdraví a užitkovosti dojnic.

Ke zvyšování produkce mléka u skotu dochází mnohdy na úkor reprodukce a zdravotního stavu dojnic. Pro většinu chovatelů proto není hlavním cílem primárně zvyšovat produkci, jako spíše vylepšovat kvalitu mléka a pohodu zvířat. Vhodné vnější podmínky chovu mají také pozitivní vliv na předcházení zdravotních komplikací skotu.

Krmná aditiva jsou v chovech hovězího dobytka podávána stále ve větším množství. Díky svému pozitivnímu vlivu na užitkovost dojnic si methionin našel ve výživě své místo.



---

# 1 Anatomie a fyziologie trávicího traktu přežvýkavců

Z hlediska fyziologie trávení spadá skot mezi býložravé přežvýkavce se složitým žaludkem. Vývojově jsou přežvýkavci poměrně mladou skupinou. K jejich značnému vývoji došlo před 20 miliony let, ve spojitosti se změnami klimatu, prostředí a vzniku rozlehlých pastvin (Urban, 1997; Furness et al., 2015).

Ke hodnotnému nakrmení vysokoužitkových dojnic nemohou chovatelé dojít bez alespoň základních anatomických a fyziologických znalostí a procesů, které v trávicím traktu probíhají (Skřivánek, 2001).

Trávicí trakt umožňuje příjem a trávení potravy. Do trávení spadá pozření biologického materiálu a jeho přeměny na molekuly, které slouží jako energetické substráty a strukturní složky tkání, dále zprostředkovává vylučování nestrávených zbytků z těla ven. Stavebně je trávicí trakt záměrně přizpůsoben extracelulárnímu trávení, kdy dochází ke specifikaci buněk. Jedny buňky vylučují enzymy, které potravu rozkládají na jednodušší látky, druhé tyto látky vstřebávají (Marvan, 2017; Furness et al., 2015).

Ve výživě skotu je důležité vycházet ze specifického způsobu přeměny krmiv na živočišné produkty. Jejich trávicí trakt je zaměřený hlavně na využití celulózy, vyskytující se hlavně u objemných krmiv (Kudrna, 1998).

## 1.1 Význam slin a polykání

Mechanickým účinkem slin je zvlhčování sliznice dutiny ústní, díky čemuž dochází ke znemožnění jejímu vyschnutí. Chrání ji tak před mechanickým poraněním hrubou potravou. Sliny se podílejí na vytvoření sousta, které obalí hlenem a usnadňují jeho polykání (Jelínek a Koudela, 2003).

Skot vyprodukuje mezi 100 a 200 litry slin za den, a to také pro přežvýkavce plní další důležitou funkci: tvoří značné množství pufující tekutiny pro dotaci bakteriální fermentace potravy v předžaludku a pro neutralizaci velkého množství organických kyselin, které vznikají jako výsledek fermentačního procesu. Pro zajištění tohoto způsobu pufrování obsahují sliny skotu hydrogenuhličitanové a fosfátové pufr. Především fosfáty podporují zvyšování počtu bakterií (Reece, 2010).

Polykání je proces, při němž se sousto pohybem tváří a jazyka přemísťuje ke kořeni jazyka, kde se podráždí nervová zakončení a podnítlí se tak polykací reflex. Prosliněním a rozžvýkáním krmiva se vytvoří sousto přijatelné k polknutí. Spolknuté

---

sousto postupuje přes hltan a jícen do předžaludků (Kopecký, 1981; Jelínek a Koudela, 2003).

## **1.2 Přežvykování (ruminace)**

Přežvykování je důležitým ukazatelem funkce bacheru a dobrých životních podmínek zvířete. Je to proces zpětného vyvržení (rejekce) požití potravy z bacheru zpět do dutiny ústní (Gregorini et al., 2013).

Skot přijímanou potravu zpracovává mechanicky velice povrchně a nedokonale upravenou ji polyká a ukládá v předžaludku. Po částečném nasycení nastává období klidu, které trvá přibližně 15-70 minut. Délka tohoto období se může lišit vlivem kvality, struktury a konzistence přijímané potravy a sytosti zvířete. Tento časový úsek také může ovlivnit, zda je zvíře v klidu a leží nebo naproti tomu, jestli je v pohybu a působí na něj rozruch a stres (Jelínek a Koudela, 2003).

Rejekce je složitý reflexní děj. Česlo je ponořeno do bacheru, kde nasaje jeho řídký obsah a antiperistaltickým pohybem svaloviny jícnu se sousto rychle přesune do dutiny ústní. Přejchod vyvrhovaného sousta jícnem se může sledovat na levé straně krku skotu (Reece, 2010).

Doba přežvykování a samotného žvýkání závisí na konzistenci, struktuře a množství vlákniny v krmivu (Kopecký, 1981).

Andreen et al. (2020) uvádí, že nízká doba přežvykování působí na snížení průtoku slin a pufrování bacheru, což má za následek nízký obsahu tuku v mléce, který je jeden z ukazatelů výživové hodnoty a často i ukazatel ceny za mléko.

## **1.3 Funkce předžaludků**

U přežvýkavců je trávicí soustava ideálně přizpůsobena k využití a příjmu objemné rostlinné potravy, jelikož se před vlastním žaludkem vytvořil předžaludek. Ten umožňuje v krátké době přijmout velké množství potravy. Do předžaludků skotu spadá bacher, čepce a kniha.

Bacher u dospělého skotu má objem 100 až 120 litrů a je to největší předžaludek. Navazuje na jícen a pokračuje čepcem. Je uložený v levé polovině dutiny břišní. Ve stěně bacheru, tlusté 5 mm se nachází bez žláznatá sliznice s papilami.

Objem čepce je 4 až 8 litrů a nalézá se mezi bacherem a bránicí. Sliznice čepce vytváří velké (až 1 cm vysoké) hřebeny, tvořící čtyřboké až šestiboké sklípky. Na dně

---

čepce je vytvořen čepcový žlab, který spojuje bachor s knihou (Marvan, 2017; Kopecký, 1981).

Knihy jsou u skotu o něco větší než čepce. Jejich objem je 10 až 15 litrů a nachází se v pravé polovině brániční kopule. Uvnitř knihy jsou takzvané lamely (listy knihy), které napomáhají separaci tráveniny, na základě velikosti a skladby potravy. Díky velkému povrchu sliznice se zde resorbuje velké množství vody, těkavých mastných kyselin a iontů (Sova, 1990; Marvan 2017).

### **1.3.1 Ukládání potravy v předžaludku**

Za normálních podmínek se předžaludek skotu nikdy úplně nevyprazdňuje. V bachorovém vaku se vždy nachází zbytky potravy z předešlého krmení, které jsou už částečně mechanicky natráveny, tudíž mají kašovitou strukturu. Nově přijaté krmivo je lehčí a není zcela rozdrobeno na menší částičky, tudíž se na něj vrství (Jelínek a Koudela, 2003; Sova, 1990).

### **1.3.2 Trávení v bachoru**

Obecně platí, že na dně bachoru se nachází tekutina, na její hladině plave krmivo pozřené v poslední době a v horní části je plyn. Bachorová mikroflóra obsahuje více než miliardu mikroorganismů na mililitr tekutého obsahu. Tuto biomasu tvoří bakterie, prvoci a houby. Fermentace v bachoru je způsobená činností mikroorganismů, kteří žijí v bachoru v symbióze (Hulsen a Aerden, 2014).

Produkty fermentace jsou těkavé mastné kyseliny. Mezi základní patří kyselina octová, propionová a máselná. Obsah bachoru je tlačěn sem a tam přes dva pilíře. Tyto míchací pohyby naočkují požitá krmiva mikroorganismy a přenášejí těkavé mastné kyseliny na povrch sliznice, kde mohou být absorbovány. Dále dochází ve velké míře k produkci plynů. U skotu se za jednu hodinu dokáže vytvořit až 40 litrů různých plynů. Jedná se především o oxid uhličitý, methan a vodík (Reece, 2010; Russell, 2009).

## **1.4 Slez**

Slez neboli vlastní žaludek je vakovitý orgán o objemu 10 až 20 litrů uložený na spodní straně dutiny břišní. Dochází v něm k mechanickému i chemickému trávení, při němž jsou zpřístupněné živiny a miliardy mikroorganismů enzymaticky tráveny. Důležitý je hlavně u telat, kdy ještě nejsou vyvinuté předžaludky a mlezivo a mléko je tráveno

---

chemicky stejně jako u monogastrů. K rozvoji předžaludků dochází okolo 6 měsíce věku se zahájením příjmu objemného krmiva. V tuto dobu startuje osidlování předžaludků mikroflórou a jejich rozvoj (Marvan, 2017; Staněk, 2009).

Motorika žaludku je řízena neurohumorálně a odvozuje se od složení a objemu tráveniny. Chemické trávení způsobuje nepřetržité vylučování žaludeční šťávy (tu tvoří z 80 % voda, dále pepsin, kyselina chlorovodíková a další anorganické sloučeniny) (Bouška, 2006).

### **1.5 Tenké střevo**

Tenké střevo se napojuje na vrátník žaludku. Jeho délka může být až 50 metrů. Člení se na dvanáctník, lačník a kyčelník. Na povrchu sliznice střeva dochází pomocí klků ke vstřebávání jednoduchých látek, které vznikly v průběhu trávení. Do tenkého střeva ústí vývody jater (žluč) a slinivky břišní (Marvan, 2017; Staněk, 2009).

---

## 2 Sestavování krmných dávek

Podstatou výživy dojnic je nakrmit bachorové mikroorganismy, tak aby měly k dispozici ve správnou dobu dostatek energie a bílkovin. To zajišťuje správně sestavená a vyrovnaná krmná dávka (KD).

Krmná dávka je souhrn všech krmiv, které zvíře denně potřebuje na pokrytí záchovné a produkční potřeby živin a k nasycení, včetně přídatku na dokončení růstu, anebo případnou březost (Kudrna, 1998; Zeman, 2006).

Pro správné sestavení KD musíme znát a počítat s:

- Přesnou potřebou živin a energie pro dané zvíře (druh, kategorii a plánovanou užitkovost),
- Výživovou hodnotou krmiv,
- Zvolením vhodných a pro farmáře dostupných krmiv,
- Množstvím jednotlivých druhů krmiv,
- Porovnáním obsahu živin ve vybraném krmivu s potřebou živin,
- Konečnou úprava KD s potřebou krmiv.

Krmnou dávku volíme tak, aby rozdíly mezi obsahem živin a normou živin nepřesahovaly 10 % (Blažková et al., 2017).

### 2.1 Potřeba živin

Normy potřeby živin uvádějí průměrnou potřebu živin a energie nebo jejich požadavek v kompletní krmné směsi k určitému druhu hospodářského zvířete, jakož to i pohlaví, plemeni, hmotnosti, věku a užitkovosti (Zeman, 2006).

Pro stanovení potřeby živin pro přežvýkavce se u nás používá systém netto energie pro laktaci (NEL), nebo netto energie pro výkrm (NEV). Pro bílkoviny neboli dusíkaté látky se využívá zkratka PDI, která udává hodnotu proteinu stravitelného v tenkém střevě. Dále se u dojnic dbá na množství vápníku a fosforu ale i dalších minerálních látek, stopových prvků a vitamínů (Blažková et al., 2017).

### 2.2 Krmení dojnic v období stání na sucho

Toto období začíná zasušením (zaprahnutím) dojnice a ukončením laktace. Během období stání na sucho by mělo docházet k regeneraci mléčné žlázy a předžaludků,

---

zotavení dojnice po laktaci a příprava na tu následující ale také zamezení tučnění krav a udržení správné hladiny vápníku v krvi. Tudíž by chovatel tuto důležitou fázi výživy neměl podceňovat a měl by jí věnovat velkou pozornost. Průměrné stání na sucho trvá dva měsíce.

Pokud v druhé polovině laktace nedošlo ke zlepšení tělesné kondice, je zapotřebí docílit před telením kondičního skóre 3,5 – 4 body. Udává se, že ztráta jednoho bodu tělesné kondice je ekvivalentem produkce kolem 454 kg mléka (což odpovídá ztráty kolem 67 kg tělesné hmotnosti) (McCullough, 1994; Otrubová, 2016).

Zaprahnutí dojnice je klidové stadium, které má sloužit k vývinu a dokončení růstu plodu, vytvoření rezerv minerálních látek a doplnění organického tuku. Zasušené krávy potřebují přísun jakostního a nekontaminovaného krmiva. Měsíc před zaprahnutím by se měla ubírat část jadrných krmiv a přidávat se kvalitní objemná krmiva. K zaprahnutí vysokoužitkových dojnic se používá intramamární aplikace antibiotik (Hofírek, 2009).

Energetická potřeba pro dojnice na jeden den je okolo 70 MJ ME. Mezi zasušením a porodem se čistý obsah energie zvýšil ze 125 na 350 MJ, což se připisuje energetickým nárokům plodu. Za předpokladu nízkého využití energie v březosti, to odpovídá průměrné denní potřebě ME 18 MJ. S malým doplňkem na vemeno 10-12 MJ ME/den, což odpovídá energetické potřebě 100 MJ ME/den.

Obsah hrubého proteinu v KD by měl být okolo 1,5 až 2 % v celkové krmné dávce, aby byly splněny požadavky plodu (Beever, 2006).

Z krmné dávky vyřazujeme jadrná krmiva a postupně i šťavnatá, čímž utlumujeme laktaci a lépe se nám pak dojnice zaprahuje. V období zaprahování a stání na sucho je důležité plemenice nepřekrmovat. Tučnění zvířat zvyšuje výskyt metabolických poruch (ketóza), nebo zadržování plodových obalů. Proto je dobré zkrmovat dietetická, kvalitní, objemná krmiva (seno, sláma) (Fröhdeová et al., 2012).

### **2.3 Krmení dojnic v období laktace**

Laktace začíná otelením plemenice a končí zaprahnutím. Normovaná laktace trvá 305 dní. Ačkoli dojnice začíná produkovat mléko až po porodu, příprava na laktaci začíná už v období stání na sucho. Denní produkce se v průběhu laktace mění, největší nárůst je v první fázi laktace – na první laktaci dosahuje laktační křivka vrcholu kolem 50. dne, zatímco na druhé a třetí laktaci kolem 40. dne. Tomuto období, od porodu do dosažení vrcholu laktační křivky se říká období rozdoje (Borghese et al., 2013).

---

Období rozdoje je pro dojnici jedna z nejnáročnějších etap laktace. S rostoucí produkcí se zvyšuje i potřeba živin. Dojnice mají po porodu nižší schopnost příjmu sušiny v krmné dávce, což vede k úbytku na tělesné hmotnosti (NEB) a tím i spojené problémy v nastupující laktaci a reprodukci. Úbytek 1 kg hmotnosti poskytuje energii na produkci 3,5 kg mléka (Fröhdeová et al., 2012).

Základem jsou kvalitní objemná krmiva s vysokým obsahem živin a energie dále pak jádrná krmiva, minerální prvky a vitaminy. Směs všech těchto komponentů se nazývá směsná krmná dávka (TMR), ve které jsou obsaženy živiny na záchovu a produkci dojnice.

Pro dobré fungování předžaludků je nutné udržet úroveň hrubé vlákniny minimálně na 14 – 15 % sušiny ale neměla by překročit 18 % sušiny v KD. Dalším důležitým faktorem je přežvykování, kvůli kterému by se mělo denně podávat kolem 2,3 kg píce o délce 1,5 – 2,5 cm. Obsah NL v sušině by měl být 18 – 20 %, z toho 35 – 40 % by měli tvořit nedegradovatelné dusíkaté látky. Koncentrace energie v krmné dávce by měla být 0,70 – 0,75 MJ/NEL/kg sušiny (Kudrna, 1998).

---

### 3 Dusíkaté látky (NL)

Dusíkaté látky můžeme dělit na:

- Degradovatelné dusíkaté látky – při jejich degradaci (rozkladu) mikroorganismy v batoru vzniká amoniak a zároveň je část použito na tvorbu mikrobiálního proteinu.
- Nedeogradovatelné dusíkaté látky – procházejí bachorem až do tenkého střeva, kde jsou tráveny. Synonymem pro nedeogradovatelné dusíkaté látky jsou tzv. „by pass“ (z batoru unikající dusíkaté látky).
- Rozpustné dusíkaté látky – jedná se o skupinu dusíkatých látek rozpustnou v batorové tekutině (např. nebílkovinné NL).
- Nerozpustné dusíkaté látky – skupina dusíkatých látek nerozpustných v batorové tekutině.
- Bakteriální dusíkaté látky – jedná se o dusíkaté látky, sloučené s mikrobiálními buňkami (bakterie a prvoci).
- Stravitelné dusíkaté látky – dusíkaté látky vstřebávané v tenkém střevě (většinou volné AMK) (Kudrna a Homolka, 2009).

#### 3.1 Význam a potřeba dusíkatých látek

Dusíkaté látky jsou pro živé organismy nenahraditelné. Organismus je využívá pro budování těla, případně na utváření produktů. Bílkovinné sloučeniny se nalézají v každé buňce, tvoří důležitou část protoplazmy. Skot je odkázaný na příjem NL v krmivu. Pro přežvýkavce mají největší význam bílkoviny, volné aminokyseliny ale i amonné soli a močovina. Skot sám o sobě amonné soli a močovinu využívat nedokáže ale symbiotické mikroorganismy žijící v předžaludcích spotřebují tyto nebílkovinné dusíkaté látky pro stavbu vlastního těla (Kudrna, 1998).

U vysokoužitkových krav je důležité dodat dostatek dusíkatých látek. Nejdůležitější je to především na počátku laktace, kdy hrozí negativní energetická bilance. Pro nulovou produkci mléka je potřeba 135-145 g NL/kg sušiny. Pro denní produkci mléka 45 litrů denně a více požadavek stoupá na 180-190 g NL/kg sušiny (Bouška, 2006).



---

### 3.2 Hodnocení dusíkatých látek

V České republice se k hodnocení NL pro přežvýkavce používá systém PDI, v překladu protein skutečně stravitelný v tenkém střevě. Systém je založený na porovnávání příjmu živin s normou potřeby živin pro danou kategorii skotu.

Větší část NL vstupujících do tenkého střeva představují mikrobiální dusíkaté látky a menší část tvoří nedegradované dusíkaté látky krmiva. Systém PDI zahrnuje mikrobiální fermentaci v bachoru, degradaci NL krmiva a využití NL vstupujících do tenkého střeva (Zeman, 2006).

Obsah PDI v krmné dávce je souhrn dvou složek:

- PDIA – nedegradovaný protein krmiva skutečně stravitelný v tenkém střevě,
- PDIM – mikrobiální protein skutečně stravitelný v tenkém střevě.

Jelikož každé krmivo poskytuje bachorovým mikroorganismům jak degradovatelný protein, tak energii, má PDIM dvě formy:

- PDIMN – množství mikrobiálního proteinu, který se v bachoru syntetizuje z degradovaného proteinu, pokud není obsah dostupné energie a dalších živin limitující,
- PDIME – množství mikrobiálního proteinu, který se v bachoru syntetizuje z dostupné energie, pokud není obsah degradovatelného proteinu a dalších živin limitující.

Proto má každé krmivo dvě hodnoty PDI:

$$\text{PDIN} = \text{PDIA} + \text{PDIMN}$$

$$\text{PDIE} = \text{PDIA} + \text{PDIME}$$

Tyto hodnoty se počítají zvlášť, porovnáním pak získáváme vyváženost KD. Údaj nižší hodnoty nám následně sděluje skutečnou hodnotu krmiva PDI. Pokud je vyšší hladina PDIE je třeba do KD zařadit snadno degradovatelné krmivo, naopak vyšší hladina PDIN vyžaduje snížený příjem (Urban, 1997).

---

## 4 Aminokyseliny (AMK)

Aminokyseliny tvoří základní stavební kameny bílkovin. Ty jsou již dlouho považovány za důležitou složkou potravy všech zvířat. Aminokyseliny jsou sloučeniny, které obsahují  $\text{NH}_2$  a  $\text{COOH}$  v jedné molekule. Bylo objeveno a určeno mnoho aminokyselin, avšak nutričně významných je 21. Z výživového hlediska rozdělujeme AMK na postradatelné (neesenciální), částečně postradatelné (semiesenciální) a nepostradatelné (esenciální) (Bergen, 2021; Kudrna, 1998).

Chemicky se aminokyseliny identifikovaly na bílkovinné a nebílkovinné složky. Všechny bílkovinné AMK kromě glycinu mohou mít L- i D-izomery. L-aminokyseliny jsou obecně nejhojnější fyziologické izomery a tvoří 99,9 % všech AMK v organismech (Wu, 2021).

Do esenciální aminokyselin se řadí histidin, izoleucin, leucin, lyzin, methionin, fenylalanin, treonin, trypsin, valin. Ve skupině semiesenciálních je arginin, tyrosin a cystein. Ačkoliv arginin může skot syntetizovat, měl by být považován za esenciální, jelikož se při vysoké produkci nebo nemoci může stát limitujícím. Do neesenciálních aminokyselin spadá glycin, alanin, kyselina asparagová, asparagin, kyselina glutamová, glutamin, prolin hydroxyprolin a serin (Patton et al., 2014).

Definice zásoby aminokyselin u přežvýkavců je obtížná, vzhledem k rozmanitosti a variabilitě krmiv a příjmu živin pro bachorovou mikroflóru. Přežvýkavci nemusí v krmivech dostávat všechny esenciální aminokyseliny, jelikož bachorové mikroorganismy jsou schopny syntetizovat aminokyseliny z různých zdrojů dusíku (Lapierre et al., 2006).

### 4.1 Využití aminokyselin

Struktura AMK v molekule bílkovin je dána geneticky. Jednotlivé aminokyseliny plní v organismu zcela odlišné funkce.

Mikroorganismy v bachoru rozkládají bílkoviny na aminokyseliny, dipeptidy a amoniak, který může být absorbován přes stěnu bachoru a jaterním portálem transportován do jater k detoxikaci na močovinu. Močovina se dostane do krve a může být přítomna i v mléce a mléčných výrobcích.

Naproti tomu bílkoviny, které se v bachoru nerozloží ale jenom jím prochází se dostávají do tenkého střeva, kde se tráví podobně jako u monogastrů. Podléhají proteolýze a rozkládají se na aminokyseliny, které se vstřebávají pomocí enterocytů a jsou transportovány do jater a tkání pro využití růstu, laktaci apod.

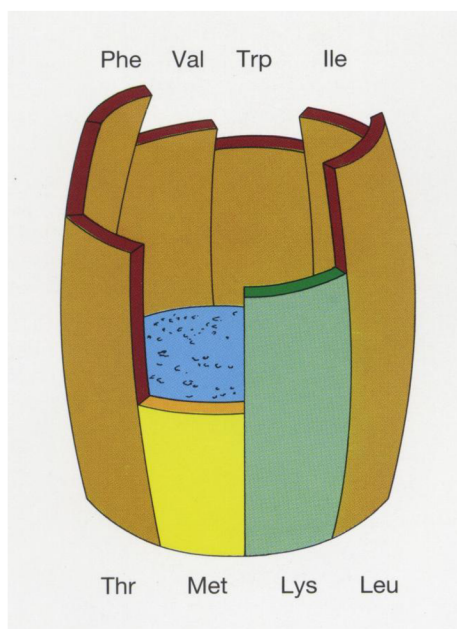
---

Dále se aminokyseliny podílejí na tvorbě jiných dusíkatých látek, jako je asparát a glutamát, ale i utváření purinových bází z nichž se tvoří nukleové kyseliny (Erickson a Kalscheur, 2020; Kudrna, 1998).

Aminokyseliny se hojně vyskytují v živočišných produktech, ale najdeme je i v rostlinných produktech. Dále pak mohou být vyráběny průmyslově pomocí geneticky modifikovaných mikroorganismů. Vzhledem k cenové relaci se v dnešní době v krmivářství pracuje hlavně s L-lysinem, L-threoninem, L-tryptofanem, DL-methioninem a tekutým methioninem. Při použití v krmené dávce je nutné znát obsah účinné látky (Opletal a Skřivanová 2010).

## 4.2 Významné aminokyseliny

Abychom získali bílkoviny musíme poskládat aminokyseliny v přesně daném pořadí podle geneticky daného klíče. Využívá se všech základních aminokyselin. V případě, že chybí některá z esenciálních AMK a pro zvíře není v krvi k dispozici, dojde k zastavení proteosyntézy bílkovin. Tato aminokyselina limituje tvorbu bílkovin, proto se nazývá limitující. Po nabytí potřeby první limitující AMK se objevují další limitující aminokyseliny. Nejméně zastoupená aminokyselina určuje (limituje) úroveň transformace bílkovin (Kudrna, 1998).



Obrázek 4.1: Liebigův sud (web2.mendelu.cz)

Pro dojnice je nejvíce limitující aminokyselina lysin a methionin, z důvodu nízké koncentrace v metabolizovatelných bílkovinách v krmivu ve srovnání s potřebou.

---

Clark et. al (2001) stanovili požadovanou koncentraci lysinu a methioninu pro maximální využití metabolizovatelných bílkovin na produkci mléčné bílkoviny 7,2 % a 2,4 %, což představuje poměr 3:1. Těchto koncentrací lze ale z ekonomických důvodů velmi těžko dosahovat. Proto byly stanoveny koncentrace lysinu a methioninu v MP ve výši 6,6 % a 2,2 %. Tyto hodnoty jsou snadno dostupné v krmivu obsahující kukuřici, dále také ve zdrojích s vysokým obsahem lysinu (krev, ryby, sóji a jiných rostlin). Kromě mléčné produkce zlepšuje vyvážená koncentrace AMK rovněž reprodukci a zdravotní stav (Liu et al., 2013).

### **4.3 Chráněné aminokyseliny**

Pojem ochrany specifických živin před trávením v batoru není úplně nový. Od doby, kdy odborníci na výživu přežvýkavců zjistili, že batorové mikroorganismy jsou zodpovědné za rozsáhlou degradaci živin v potravě, považovali za přínosné metody, které by živiny dodávaly přímo do střeva v dostupné formě pro využití zvířete a vstřebávání. Hlavním cílem ochranných technologií byly hlavně bílkoviny a především AMK, vzhledem k jejich vysoké degradaci v batoru a vysoké ceně.

Přínosným zdrojem se mohou stát chráněné aminokyseliny, které díky svému obalu téměř nepodléhají rozkladu v batoru (pH 6,2 – 6,8), ale až ve slezu (pH 1,4), kde se stávají přístupnými. Odezva na dávku chráněného methioninu nebo lysinu je nejčastější v průběhu časně laktace. Za vrcholem laktace se dotace chráněných aminokyselin projevuje zvýšením obsahu mléčné bílkoviny (Kudrna a Homolka, 2009; Robinson, 1996).

### **4.4 Nadbytečný příjem (toxicita) aminokyselin**

Je třeba si uvědomit, že negativní vliv na zdraví a na celou další škálu věcí sním spojených má vliv, jak snížený, tak i zvýšený obsah bílkovin v krmivu. Značným rizikem může být nadměrný příjem bílkovin, který má dopady na biochemické a fyziologické procesy v organismu. Organismus sám o sobě je schopen strávit určité množství bílkovin denně. To závisí na výkonosti trávicí soustavy a stravitelnosti jednotlivých bílkovin.

Nadbytečný příjem bílkovin (proteinu) zatěžuje trávicí trakt zvýšenou sekrecí proteolytických enzymů. Zvýšený metabolismus bílkovin spotřebovává nadměrné množství vitamínu B6 (pyridoxin) a B3 (niacin). Pokud tím dojde v organismu k jejich nedostatku, zvíře má sníženou imunitu a horší využití bílkovin. Nestrávené

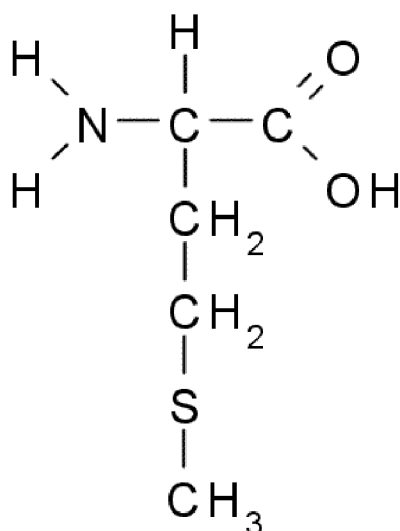
---

bílkovin nejsou využity a zpracovávají je až hnilobné bakterie ve střevě, které set tím začnou rozmnožovat. Následuje tvorba toxických látek, které svými produkty (kadaverin, merkaptany, putrescin) zatěžují trávicí trakt. Jiné jsou karcinogenní a některé se zpětně vstřebávají do krevního oběhu.

Zvýšený příjem bílkovin také snižuje zastoupení minerálních látek jako je vápník, což může způsobovat osteoporózu, zakyselení organismu a náchylnost ke zranění. Dále také snížení obsahu zinku, které vede k neplodnosti a zpomalení svalové regeneraci. A snížení dalších látek jako je hořčík, draslík, fosfor a síra (Herzig et al., 2008).

#### 4.5 Methionin

Methionin je aminokyselina obsahující síru a je často považován za hydrofobní zbytek. Vytváří donory metylových skupin při syntéze fosfolipidů, cholinu, adrenalinu, kreatinu, polyamidů a dalších látek. Methionin je zdrojem methylového donoru S-adenosylmethioninu, který poskytuje methylové skupiny pro metabolismus. Dále poskytuje skupiny síry ze syntézy cysteinu (Ardalan et al., 2010).



Obrázek 4.2: Molekula methioninu (Murray et al., 2012)

Methionin je jedinečná proteinogenní aminokyselina, které má nerozvětvený postranní řetězec, což zajišťuje dostatečnou flexibilitu. Když je několik methioninů uspořádáno na jedné straně  $\alpha$ -helixu, tyto zbytky poskytují tvárný nepolární povrch, který se může adaptovat na peptidové vazebné partnery různé sekvence.

---

Methionin v proteinech plní důležitou antioxidační roli, stabilizuje strukturu proteinů, podílí se na sekvenčně nezávislém rozpoznávání povrchů proteinů a může působit jako regulační spínač prostřednictvím reverzibilních redoxních reakcí (Aledo, 2019).

Nejnovější studie Osorio et al. (2016) zjistili, že methionin by mohl fungovat jako donor methylu k regulaci metabolismu jaterních lipidů prostřednictvím methylace promotoru některých klíčových regulátorů u krav v přechodu.

Toto aditivum obsahující síru, je považováno za první limitující aminokyselinu pro syntézu mléčného proteinu. Podle Sun et. al (2016) suplementace methioninu v KD zlepšuje doживost a procenta mléčného tuku a bílkovin.

---

## 5 Materiál a metodika

### 5.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo přiblížit pojem aminokyselin ve výživě skotu. Shrnout významné procesy v trávení u přežvýkavců a vyzdvihnout důležitost a funkci předžaludků. Podat základní znalosti při sestavování krmných dávek u suchostojných krav a krav v laktaci.

Dalším cílem je poskytnout ucelené informace o důležitosti dusíkatých látek (bílkovin) v organismu a krmné dávce. Shrnutí významu, potřeby a hodnocení dusíkatých látek. Následuje kapitola o aminokyselinách, jejich charakteristika a výskyt v organismu. Práce dále rozebírá jejich význam a využití ale také toxicitu v nadměrném množství. Poté se zaměřuje na jednu z nejvýznamnějších, pro skot limitující aminokyselinu methionin.

Praktická část je zaměřena na vliv methioninu v krmné dávce. Cílem je zhodnotit, zda methionin má nějaký vliv na užitkovost dojnic a posoudit je-li jeho podávání výhodné a neprojeví se na úkor něčeho jiného.

### 5.2 Charakteristika podniku

Zemědělské družstvo Dolní Újezd se nachází v Pardubickém kraji, jižně od města Litomyšl. Hlavní činností podniku je rostlinná a živočišná výroba ale zabývá se i nezemědělskou činností jako je kovovýroba, servis chladících zařízení, dojení nebo šití pracovních oděvů. Celkový roční obrat podniku se blíží k jedné miliardě korun. Družstvo má šest středisek: Dolní Újezd, Osík, Pohodlí, Vidlatá Seč, Mladočov a Desná. Podnik zaměstnává přibližně 350 lidí a stává se tak nejvýznamnějším zaměstnavatelem v regionu.

Rostlinná výroba je zaměřená především na ječmen, pšenici, řepku a krmné plodiny. Vypěstované plodiny slouží jako krmivová základna pro chovaná zvířata. Plodiny jako sladovnický ječmen, potravinářská pšenice, řepka nebo mák jsou prodávány. Družstvo hospodaří na výměře téměř 9 000 ha zemědělské půdy v průměrných klimatických podmínkách, v nadmořské výšce 350–600 m n. m.

Živočišná výroba se zabývá chovem skotu, drůbeže a včelami. V chovu skotu se zaměřují na dojně plemeno Holštýnsko-fríského skotu. Průměrný počet dojených krav je 471 kusů. Stáje jsou postupně nahrazovány novostavbami (VKK Makov a Vidlatá Seč), kde je využito nejnovějších poznatků, aby se dosáhlo welfare zvířat a co nejvyšší užitkovosti.

---

### 5.3 Technologie chovu

Chov dojnic probíhá na farmě Vidlatá Seč a Makov. Skot má k dispozici stáje s nejnovějším vybavením a mechanizací. Stáj je vybavena postýlkami s pilinami a chodbami, které jsou vyhrnovány mechanickými shrnovacími lopatami. Dojení probíhá dvakrát denně na paralelní dojímě, kam se vejde až 24 dojnic naráz. Mléko z mléčnice Vidlatá Seč se sváží do Mlékárny Olešnice, RMD a do BOHEMILK, a.s. Opočno.

### 5.4 Metodika pokusu

Sběr dat pro experiment probíhal od ledna do srpna 2021. Do pokusu bylo v průměru zařazeno 471 dojnic (počet dojených zvířat se během pokusu měnil, jelikož se některé dojnice zaprahovaly a vyřazovaly z dojení, jiné se naopak do stáda zařazovaly po porodu). Dojnice, u kterých se provádělo měření a sbírání dat byly v různé fázi laktace a na odlišném pořadí laktace.

Po celou dobu pokusu se krmná dávka ve fázích laktace, kromě zařazení methioninu neměnila. Od 5. 1. 2021 do 18.4. 2021 se začaly sledovat hodnoty v nadojeném mléce. V období od 19.4. 2021 do 7.6. 2021 se do krmné dávky začal přidávat chráněný methionin – Smartamine M (methionin potažený specifickým polymerem citlivým na pH, který chrání aminokyselinu při jejím průchodu bachorem, zajišťuje její uvolňování ve slezu a absorpci v tenkém střevě pro průchod do krevního řečiště a využití). Od 8.6. 2021 do 4.8. 2021 se už methionin do KD methionin nepřidával a jen se sledovalo, zda se projeví nějaký efekt na mléčné užitkovosti.

Obrázek 5.3 nám popisuje krmnou dávku vytvořenou pro dojnice v různých fázích laktace, která se od 5.1. do 4.8. 2021 nezměnila.



Mixture	1.phase		2.phase		3.phase		
	Sušina	kg Prod	kg DM	kg Prod	kg DM	kg Prod	kg DM
FRESH IMPULSE NON GMO	89%	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0
VODA	0%	<b>4,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0
kukur.sil III 2021Blgg	32%	<b>25,0</b>	8,0	<b>24,5</b>	7,8	<b>17,0</b>	5,4
jetel.senáž Blgg 21.1.2021	31%	<b>14,0</b>	4,4	<b>14,0</b>	4,4	<b>18,0</b>	5,7
PSENICNA SLAMA	89%	<b>1,4</b>	1,2	<b>1,0</b>	0,9	<b>2,0</b>	1,8
DDGS WET	37%	<b>2,8</b>	1,0	<b>3,0</b>	1,1	<b>3,0</b>	1,1
PIVOVARSKÉ MLATO 22%	28%	<b>2,5</b>	0,7	<b>2,8</b>	0,8	<b>3,0</b>	0,8
KS V.SEČ 9.8.2021 tráva	88%	<b>7,3</b>	6,4	<b>6,0</b>	5,2	<b>4,2</b>	3,7
RUCOR 125	89%	<b>4,8</b>	4,3	<b>3,5</b>	3,1	<b>2,8</b>	2,5
MELASA REPNA	75%	<b>0,6</b>	0,4	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0
MEGALAC	97%	<b>0,3</b>	0,3	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0
PROPYLENGLYKOL	95%	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0
minerálka Fides SUCHO	95%	<b>0,00</b>	0,0	<b>0,00</b>	0,0	<b>0,00</b>	0,0

Mixture	Dry Off		Close Up		Early	
	kg Prod	kg DM	kg Prod	kg DM	kg Prod	kg DM
FRESH IMPULSE NON GMO	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>2,0</b>	1,8
VODA	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>4,0</b>	0,0
kukur.sil III 2021Blgg	<b>3,0</b>	1,0	<b>15,0</b>	4,8	<b>19,5</b>	6,2
jetel.senáž Blgg 21.1.2021	<b>17,5</b>	5,5	<b>6,0</b>	1,9	<b>6,0</b>	1,9
PSENICNA SLAMA	<b>4,0</b>	3,5	<b>1,2</b>	1,1	<b>1,5</b>	1,3
DDGS WET	<b>1,8</b>	0,7	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,6</b>	0,2
PIVOVARSKÉ MLATO 22%	<b>2,0</b>	0,6	<b>0,0</b>	0,0	<b>2,0</b>	0,6
KS V.SEČ 9.8.2021 tráva	<b>0,0</b>	0,0	<b>1,8</b>	1,6	<b>2,8</b>	2,5
RUCOR 125	<b>1,0</b>	0,9	<b>2,3</b>	2,0	<b>2,5</b>	2,2
MELASA REPNA	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,8</b>	0,6
MEGALAC	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,4</b>	0,4
PROPYLENGLYKOL	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,0</b>	0,0	<b>0,2</b>	0,2
minerálka Fides SUCHO	<b>0,20</b>	0,2	<b>0,10</b>	0,1	<b>0,00</b>	0,0

**Obrázek 5.3: Krmná dávka v chovu (Vidlatá Seč, 2021)**

Po získání mléka se odvážely vzorky do laboratoře LRM Buštěhrad, kde se dělaly rozborů. Po získání všech údajů o množství mléka a jejím složení bylo provedeno vyhodnocení a zpracování do tabulek a grafů. Hodnoceno bylo množství mléka (celkové množství nadojené za den), tuk (g/100 g), bílkovina (g/100 g), močovina (mg/100 g), PSB (tis./ml), laktóza (g/100 g).

Hodnoty byly podrobeny statistické analýze. Na závěr byly sepsány poznatky o vlivu Smartamine M na užitkovost dojnic.

## 6 Výsledky a diskuse

Jednotlivé vzorky mléka byly vyhodnoceny laboratoří v Buštěhradu. Jejich výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách. Zkoumanými parametry řazenými podle data odběru patří množství mléka (kg), počet kusů skotu, obsah tuku (g/100 g), bílkovin (g/100 g), somatických buněk (tis./ ml), laktózy (g/100 g) a močoviny (mg/100 g). Pro přehlednost je zvýrazněno období podávání methioninu do KD, a to od 19.4. do 7.6. 2021.

Tabulka 6.1: Hodnoty složek mléka

Datum odběru	Množství mléka (kg)	Počet kusů (-)	Tuk (g/100 g)	Bílkovina (g/100 g)
05.01.2021	17065	499	3,70	3,34
15.01.2021	16431	500	3,80	3,39
22.01.2021	16775	497	3,75	3,33
03.02.2021	16458	488	3,79	3,33
12.02.2021	15827	484	3,80	3,40
22.02.2021	15574	481	3,72	3,37
01.03.2021	15579	468	3,77	3,37
10.03.2021	15387	468	3,70	3,41
23.03.2021	15144	468	3,70	3,43
06.04.2021	14888	452	3,60	3,39
19.04.2021	14775	456	3,67	3,47
23.04.2021	14447	462	3,63	3,46
12.05.2021	15285	454	3,66	3,45
17.05.2021	15458	463	3,61	3,47
21.05.2021	15480	463	3,68	3,46
22.05.2021	14326	463	3,74	3,38
23.05.2021	14440	463	3,77	3,36
24.05.2021	15162	463	3,69	3,44
25.05.2021	15376	463	3,62	3,45
26.05.2021	15322	463	3,67	3,45
27.05.2021	15482	463	3,63	3,43
28.05.2021	15653	463	3,61	3,44
07.06.2021	15770	482	3,55	3,35
14.06.2021	15859	485	3,52	3,38
22.06.2021	15775	473	3,59	3,25
02.07.2021	15935	469	3,54	3,25
06.07.2021	16160	476	3,53	3,27
11.07.2021	15844	472	3,52	3,25
04.08.2021	15189	455	3,55	3,25

*\*období podávání methioninu*

**Tabulka 6.2: Hodnoty složek mléka**

Datum odběru	Močovina (mg/100 g)	PSB (tis./ml)	Laktóza (g/100 g)
05.01.2021	22	259	4,94
15.01.2021	22	192	4,96
22.01.2021	24	235	4,93
03.02.2021	23	199	4,97
12.02.2021	29	182	4,99
22.02.2021	27	192	4,95
01.03.2021	27	196	4,93
10.03.2021	31	174	4,92
23.03.2021	36	168	4,90
06.04.2021	29	157	4,92
19.04.2021	29	175	4,93
23.04.2021	30	123	4,94
12.05.2021	30	180	4,93
17.05.2021	28	214	4,99
21.05.2021	30	133	5,00
22.05.2021	25	144	5,04
23.05.2021	21	123	5,02
24.05.2021	25	112	4,94
25.05.2021	29	159	4,97
26.05.2021	30	165	4,98
27.05.2021	25	183	4,98
28.05.2021	25	174	4,99
07.06.2021	26	148	3,35
14.06.2021	30	111	3,38
22.06.2021	35	235	5,00
02.07.2021	32	194	4,99
06.07.2021	29	160	4,99
11.07.2021	31	200	5,00
04.08.2021	29	61	4,99

*\*období podávání methioninu*

## 6.1 T-test

K porovnání výsledků sledovaných složek v mléce byl použit dvou výběrový Studentův T-test. Ten umožňuje zjistit, zda se výsledky měření na jedné skupině významně liší od výsledků měření na druhé skupině. V našem případě byly tyto skupiny s výsledky dvě, před podáváním methioninu a během jeho podávání. Nulová hypotéza  $H_0$  T - testu říká, že jsou si průměry obou skupiny ekvivalentní, tj.  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$ , a není mezi nimi statisticky významný rozdíl. Hladinu významnosti P pro její vyvrácení jsme stanovili jako 5 % - statisticky významný rozdíl ( $P < 0,05$ ) a 1% - statisticky vysoce významný rozdíl ( $P < 0,01$ ).

---

V následujícím vyhodnocení dat jsme porovnávali, zda došlo k změně parametru užitečnosti po přidání methioninu do krmiva. V případě vyvrácení nulové hypotézy můžeme tvrdit, že přídavek methioninu měl statisticky prokazatelný vliv.

**Tabulka 6.3: Hodnoty T-testu**

	Množství mléka	Tuk	Bílkovina	Laktóza	PSB	Močovina
<b>P hodnota</b>	0,07978	0,87988	<b>0,00011</b>	0,95371	0,09855	0,33468

Z tabulky je patrné, že dosažený rozdíl není statisticky významný u obsahu tuku, laktózy a močoviny. V případě množství mléka a somatických buněk je velký rozdíl způsoben dalšími vlivy, které jsou dále podrobněji rozebírány.

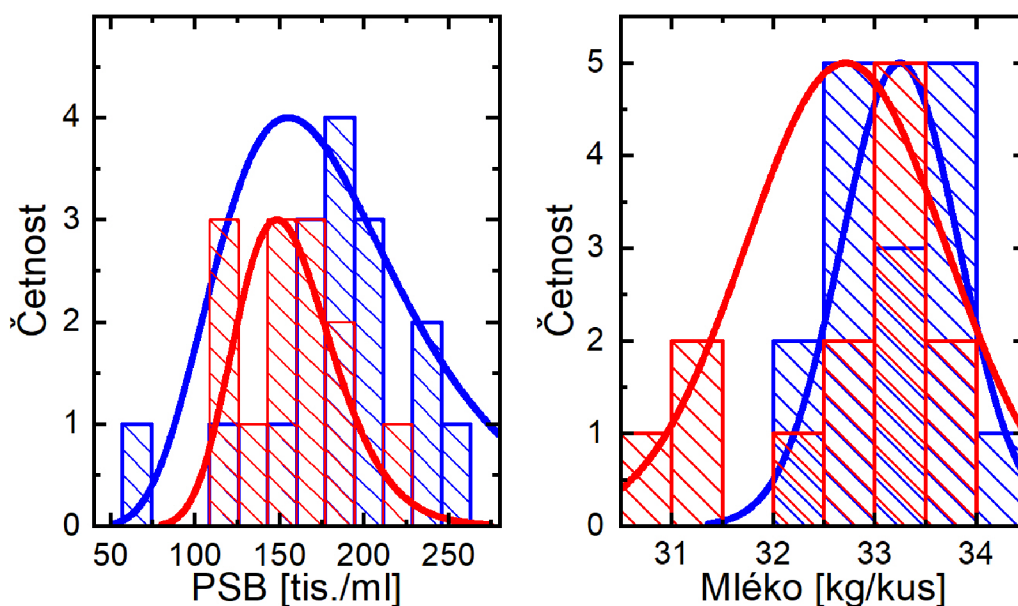
Statisticky velmi vysoce významný rozdíl můžeme pozorovat u množství bílkovin ( $P < 0,01$ ). Přídavek Smartamine M do krmné dávky výrazně zvýšil podíl bílkovin v obsahu mléka.

Tento výsledek se shoduje s dalšími provedenými studiemi. V práci Rulquin et. al (2006) také došlo při zvýšení koncentrace plazmatického Met ke zvýšení podílu mléčných bílkovin. Studie porovnávala hodnotu bílkoviny mezi krmnou dávkou s nedostatečným množstvím esenciálních aminokyselin a krmnou dávkou doplněnou o methionin (Smartamine M). Z další studie provedené Xu et. al (1998) vyplývá, že přídavek RP („by-pass“) lysinu a methioninu zvýšil obsah mléčných bílkovin na začátku laktace do 8. týdne. Tato odezva byla ještě větší, když bylo kravám podáváno o 50 % více RP Lys a Met, než bylo plánováno. Naopak studie Shirmohammadi et. al (2021) zvýšení obsahu bílkovin v mléce pomocí RP Met, lysinu a cholinu neprokázala.

## **6.2 Porovnání výsledků a jejich interpretace**

Jednotlivé parametry jsou vyneseny pro období podávání přípravku (červená s methioninem a modrá bez methioninu). Čáry patřičných barev představují vypočítané normální rozdělení nasimulované pro získané data.

### 6.2.1 Množství mléka a somatických buněk



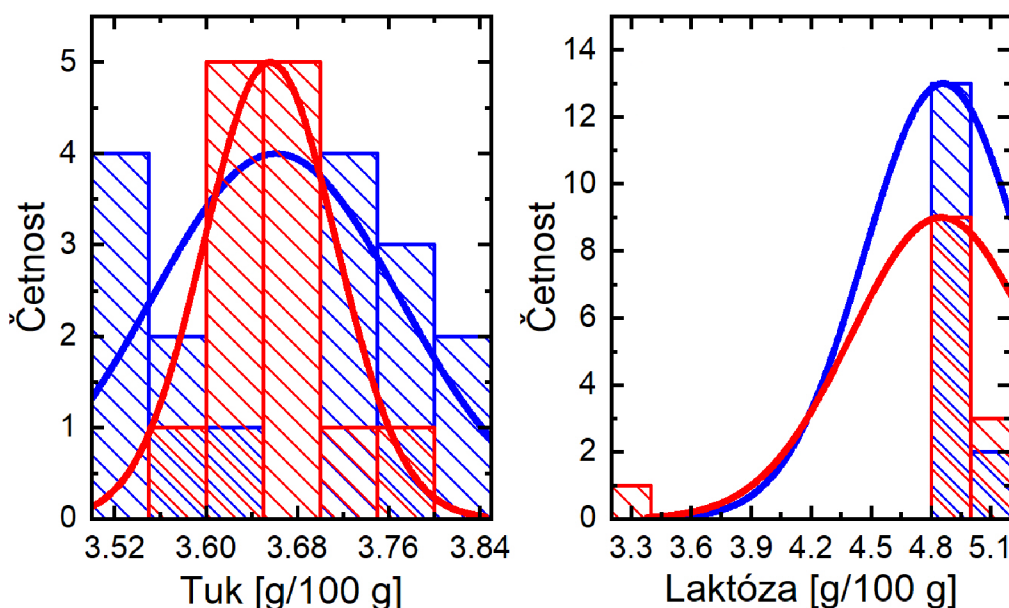
Graf 6.1 - Množství mléka a somatických buněk

- \*podávání methioninu
- \*bez podávání methioninu

Z pohledu množství mléka došlo během podávání methioninu k jeho snížení, které bylo na hranici statistické významnosti T-testu ( $P_{\text{množství}} = 0,08$ ). Je zde ale třeba uvést, že složení stáda se během studie měnilo. V průběhu přidávání methioninu došlo k zaprahnutí 9 dojnic na druhé a vyšší laktaci. Ty mají v poměru s prvotelkami vyšší dojivost, což se projevilo snížením průměrné produkce mléka na kus. Tato změna měla pravděpodobně větší vliv na množství mléka než samotný přídavek methioninu.

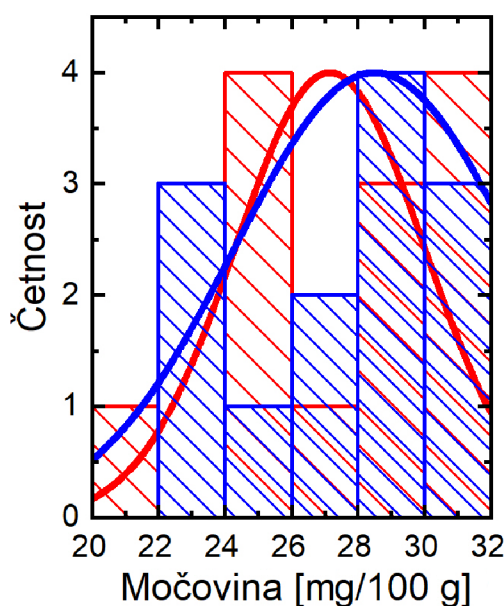
Změna složení stáda měla také vliv na počet somatických buněk v mléce. Dojnice na druhé a vyšší laktaci mají prokazatelně větší počet somatických buněk. Proto po jejich zaprahnutí a vyřazení z dojení došlo ke snížení průměrného množství PSB v mléce. Tato změna tak nebyla primárně způsobena přidáním methioninu do krmiva.

## 6.2.2 Tuk, laktóza a močovina



Graf 6.2 - Množství tuku a laktózy

Množství tuku a laktózy v mléce se během podávání methioninu v porovnání s obdobím mimo jeho podávání statisticky nezměnilo ( $P_{\text{tuk}} = 0.88$  a  $P_{\text{laktóza}} = 0.95$ ). U tuku je možné pozorovat průběžný mírný pokles, což mohlo být mimo jiné způsobeno zvýšením průměrné teploty. Na tuto problematiku odkazuje studie Li et. al (2022), kde je také rozebírán vliv ročního období na snížení tuku v mléce. Avšak ve studii Gu et. al (2021) RP Met zvyšoval obsah mléčného tuku prostřednictvím produkce acetátu v bachoru.



Graf 6.3 - Množství močoviny

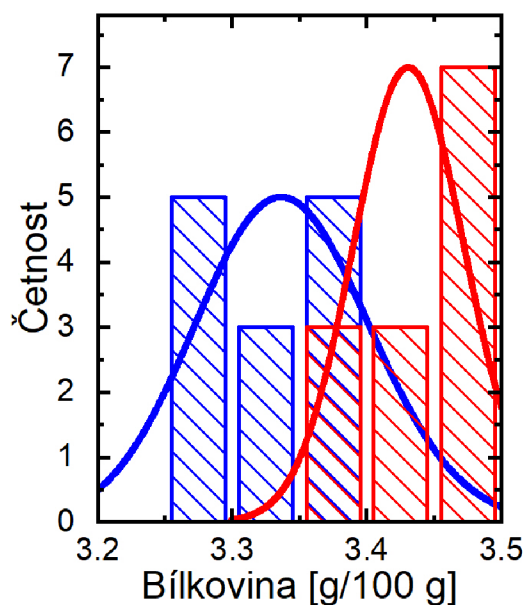
---

V případě močoviny vidíme na grafu četnosti mírný rozdíl, který je ale s přihlédnutím k velké směrodatné odchylce naměřených dat nevýznamný, což potvrzuje i T-test ( $P_{\text{močovina}} = 0.33$ ).

### 6.2.3 Bílkovina

Největší změnu u sledovaných parametrů mléka jsme zaznamenali v případě koncentrace bílkoviny. Hladina významnosti u provedeného T-testu byla hluboko pod stanoveným limitem shody, přesně 0.00011, což je statisticky vysoce významný rozdíl při porovnávání období během a mimo podávání Smartamine M. Přidání methioninu do KD má podle těchto výsledků vliv na zvýšení množství bílkoviny v mléce.

Ke stejnému závěru došli i Leonardi et. al (2003). I v jejich studii došlo při přidání methioninu ke zvýšení hladiny mléčných bílkovin. Kudrna a Homolka (2009) uvádí, že reakce na přídavek methioninu je častější u dojnic v průběhu časně laktace než u krav v pozdní laktaci a se zvýšením produkce u mléčné bílkoviny se často zvyšuje i koncentrace mléčného tuku. S tímto tvrzením se ale tato práce ztotožnit nemůže.



Graf 6.4 - Množství bílkoviny

---

## Závěr

V této práci byl vyhodnocován vliv krmného aditiva methioninu na užitkovost dojného skotu. V průměrném tankovém vzorku mléka byl sledován celkový objem mléka, množství tuku, bílkoviny, laktózy, somatických buněk a močoviny. Do experimentu bylo zařazeno průměrně 471 krav. Během studovaného období byly některé dojnice zaprahnuty a jiné po otelení zpátky zařazeny do sledované skupiny.

Studie užitkovosti probíhala po dobu 8 měsíců a zahrnovala období před, v průběhu a po ukončení podávání methioninu v krmné dávce. Pro popis získaných dat byly využity statistické charakteristiky (průměr, směrodatná odchylka) a pro vyhodnocení vlivu methioninu byl využit T-test s hranicí významnosti 5 % ( $P < 0.05$ ).

Z provedeného výzkumu, který proběhl v podniku Vidlatá Seč, můžeme vyvodit následující závěry:

Zprůměrované množství mléka (kg/kus/den), se během podávání methioninu snížilo z 33,25 kg/ks na 32,72 kg/ks, což může být také způsobeno variabilitou stáda z pohledu pořadí laktace.

Z pohledu množství tuku nebyla ve sledovaném období pozorována změna spjatá s přidáním aditiva. Celkový trend koncentrace tuku v mléce byl klesající, což mohlo být mimo jiné způsobeno zvýšením průměrné teploty okolí.

Stejně tak nemělo podávání methioninu prokazatelný vliv na průměrný obsah laktózy.

K statisticky vysoce významné změně došlo u obsahu bílkoviny ( $P = 0,00011$ ), kde byl prokazatelný vliv přidání methioninu. Hladina bílkoviny se zvýšila po přidání průměrně z 3,34 g/100 g na 3,43 g/100 g.

Vyhodnocení obsahu somatických buněk je zkruseno změnou studované skupiny. V období po přidání methioninu bylo zaprah这件 9 dojnic na druhé a vyšší laktaci. Tím se zmenšil podíl dojnic s vyšším počtem SB. Průměrný počet somatických buněk se tedy snížil, ale tato změna nebyla primárně způsobena přidáním methioninu do krmiva.

Průměrná hladina močoviny bez přídatku methioninu byla 28,5 mg/100 g v porovnání s přípravkem 27,2 mg/100 g. Vzhledem k velkému rozptylu dat ale tato změna statisticky nesleduje přidání methioninu.

Uvedený přípravek Smartamine M působil pozitivně na obsah bílkoviny v mléce. Pro budoucí výzkum lze doporučit zařadit do pokusu referenční skupinu krav, u které by nebyla podávána studovaná látka, abychom mohli zanedbat cizí vlivy jako jsou roční období, nemoci a podobně. Tak by bylo možné prokazatelněji vyhodnocovat vliv



---

aditiva na užítkovost skotu. Mezi další parametry, které by bylo vhodné v budoucím výzkumu sledovat, jsou metabolické poruchy, živá hmotnost, obsah krevního séra, vnější podmínky a fáze laktace.

---

## Seznam použité literatury

Aledo, J. (2019). Methionine in proteins: The Cinderella of the proteinogenic amino acids. *Protein Science*, 28(10):1785-1796.

Andreen, D. et al. (2020). Relationships between milk fat and rumination time recorded by commercial rumination sensing systems. *Journal of Dairy Science*, 103(9):8094-8104.

Ardalan, M. et al. (2010). Effect of rumen-protected choline and methionine on physiological and metabolic disorders and reproductive indices of dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 94(6):259-265.

Beever, D. (2006). The impact of controlled nutrition during the dry period on dairy cow health, fertility and performance. *Animal Reproduction Science*, 96(3-4):212-226.

Bergen, W. (2021). Amino Acids in Beef Cattle Nutrition and Production. *Amino Acids in Nutrition and Health*, 1285:29-42.

Blažková, K. (2017). Výživa a krmivářství. [online] Dostihovaskola [cit. 11.4. 2022]. Dostupné z: [https://www.knihykonich.cz/autor/vyziva-a-krmivarstvi/?fbclid=IwAR31Y8G7\\_Bi7HlzI7aF7fst3f-Nahf\\_q2m9IG9Yc9XS14-PN9Tizqm2QkyE](https://www.knihykonich.cz/autor/vyziva-a-krmivarstvi/?fbclid=IwAR31Y8G7_Bi7HlzI7aF7fst3f-Nahf_q2m9IG9Yc9XS14-PN9Tizqm2QkyE)

Borghese, A. et al. (2013). Lactation Curve and Milk Flow. *Buffalo Bulletin*, 32(1):334-350.

Bouška, J. (2006). *Chov dojeného skotu*. Profi Press, Praha. ISBN 80-86726-16-9.

Clark, J. et al. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. National Research Council, Washington, D.C. ISBN 0-309-51521-1.

Erickson, P., a Kalscheur, K. (2020). Nutrition and feeding of dairy cattle. In: Fuller W., Cliff G. A Guoyao W. (Eds.). *Animal Agriculture*. Academic Press, Texas, 157-180. ISBN 978-0-12-817052-6.

Fröhdeová, M. et al. (2012). Zásady výživy vysokoprodukčních dojnic. [online] Zemědělec [cit. 10. 04. 2022]. Dostupné z: [Zásady výživy vysokoprodukčních dojnic | Zemědělec \(zemedelec.cz\)](https://www.zemedelec.cz)

Furness, J. et al. (2015). Comparative gut physiology symposium: Comparative physiology of digestion1. *Journal of Animal Science*, 93(2):485-491.

---

Gregorini, P. et al. (2013). A note on rumination behavior of dairy cows under intensive grazing systems. *Livestock Science*, 158(1-3):151-156.

Gu, F. et al. (2021). Multi-omics odhalila účinky methioninu chráněného v bachoru na nutriční profil mléka u dojnic. *Food Research International* , 149 , 110682.

Herzig, I. et al. (2008). Úvod do problematiky vztahu výživy a zdravotního stavu zvířat. In: *Vědecký výbor výživy zvířat*, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha. pp. 36-42.

Hofírek, Bohumír. (2009). *Nemoci skotu*. Brno. Noviko, ISBN 978-80-86542-19-5.

Hulsen J. a Aerden D. (2014). *Signály krmení: praktická příručka ke krmení dojnic pro jejich zdraví a užitkovost*. Profi Press, Praha. ISBN 978-80-86726-62-5.

Jelínek, P. a K. Koudela. (2003). *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 80-7157-644-1.

Kopecký J. et al. (1981). Výživa a krmení skotu. *Chov skotu*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. ISBN: 07-115-81

Kudrna, V. (1998). *Produkce krmiv a výživa skotu*. Agrospoj. ISBN 80-239-4241-7.

Kudrna, V. a Homolka, P. (2009). Vliv diety, zejména obsahu dusíkatých látek, na množství a kvalitu mléčné bílkoviny a zdraví dojnic. *Vědecký výbor výživy zvířat*, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. Praha. pp. 8-44.

KUDRNA, V. et al. (1998). *Produkce krmiv a výživa skotu*. První vydání, Agrospoj Praha. ISBN: 80-239-4241-7.

Lapierre, H. et al. (2006). What is the True Supply of Amino Acids for a Dairy Cow? *Journal of Dairy Science*, 89:1-14.

Leonardi, C. et al. (2003). Influence of two levels of crude protein and methionine supplementation on dairy cow performance. *Journal of milk science*, 86(12):4033-4042.

Li, S., et al. (2022). Seasonal variations in the characteristics of milk fat and the whipping properties of cream. *International Dairy Journal*, 127:105288.

---

Liu, Y. et al. (2013). Enhancing the productivity of dairy cows using amino acids. *Animal Production Science*, 53(11):1156-1159.

Marvan, F. (2017). *Morfologie hospodářských zvířat*. Vydání šesté. Ilustroval Karel Jelínek. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakladatelství Brázda, ISBN 978-80-213-2751-1.

McCullough, M. E. (1994). Body condition scoring and dry cow feeding. *Total Mixed Rations and Supercows*. pp 42.

Murray, R. K et al. (2012). Harperova ilustrovaná biochemie. Galén. Český Těšín. ISBN 978-80-7262-907-7.

Opletal L. a Skřivanová V. (2010). *Přírodní látky a jejich biologická aktivita*. Karolinum, Praha. ISBN 978-80-246-1801-2.

Osorio, JS, et al. (2016). Hepatic global DNA and peroxisome proliferator-activated receptor alpha promoter methylation are altered in peripartal dairy cows fed rumen-protected methionine. *Journal of milk science*, 99(1):234-244.

Otrubová, M. (2016). Výživa suchostojných dojnic. [online] AGROPRESS. [11.4. 2022]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/vyziva-suchostojnych-dojnic/>

Patton, R. et al. (2014). Protein Feeding and Balancing for Amino Acids in Lactating Dairy Cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 30(3):599-621.

Reece, W. O. (2010). *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. Praha: Grada, ISBN 978-80-247-3282-4.

Robinson, P. (1996). Rumen protected amino acids for dairy cattle: what is the future? *Animal Feed Science and Technology*, 59(1-3):81-86.

Rulquin, H. et al. (2006). Effect of Different Forms of Methionine on Lactational Performance of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 89(11):4387-4394.

Russell, J. B. (2009). Rumen. *Encyclopedia of Microbiology*, pp 163-174.

---

Shirmohammadi, S. et al. (2021). Effect of low protein diets supplemented with rumen protected Methionine, Lysine and Choline on Holstein dairy cows productive and reproductive performance. *Journal of Animal Science Research*.

Skřivánek, M. (2001). Procesy trávení v předžaludcích – morfologické a fyziologické aspekty. [online] *Náš chov*. [cit. 10. 04. 2022]. Dostupné z: [Procesy trávení v předžaludcích - morfologické a fyziologické aspekty | Náš chov \(naschov.cz\)](https://naschov.cz/procesy-traveni-v-predzaludcich-morfologicke-a-fyziologicke-aspekty)

Sova, Z. (1990). *Fyziologie hospodářských zvířat: celost. vysokošk. učebnice pro vys. školy zeměděl. a veter.* (2., přeprac. vyd). Státní zemědělské nakladatelství. Praha. ISBN 80-209-0092-6.

Staněk S. (2009). Trávení u hospodářských zvířat. [online] *Zootechnika*. [11.4.2022]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zaklady-fyziologie-a-anatomie/traveni-u-prezvykavcu/traveni-u-hospodarskych-zvirat.html>

Sun, F. et al. (2016). Regulation of nutritional metabolism in transition dairy cows: energy homeostasis and health in response to post-ruminal choline and methionine. *PloS one*, 11(8).

Urban, F. (1997). *Chov dojeného skotu: [reprodukce, odchov, management, technologie, výživa]*. Apros, Praha. ISBN 80-901100-7-X.

Web2.mendelu.cz. Výživná hodnota krmiv – Liebigův sud [online] [10.4. 2022]. Dostupné z: [https://web2.mendelu.cz/af\\_291\\_projekty2/vseo/files/274/18851.jpg](https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/files/274/18851.jpg)

Wu, G. (2021). *AMINO ACIDS: Biochemistry and Nutrition* (2.) Boca Raton, eBook ISBN 978-1003092742.

Xu, S. et al. (1998). The effect of ruminal bypass lysine and methionine on milk yield and composition of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 81:1062-1077.

Zeman, L. (2006). *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. Profi Press, Praha. ISBN 80-86726-17-7.

---

## Seznam obrázků

Obrázek 4.1: Liebigův sud (web2.mendelu.cz) .....	19
Obrázek 4.2: Molekula methioninu (Murray et al., 2012) .....	21
Obrázek 5.3: Krmná dávka v chovu (Vidlatá Seč, 2021) .....	25

---

## **Seznam tabulek**

Tabulka 6.1: Hodnoty složek mléka.....	26
Tabulka 6.2: Hodnoty složek mléka.....	27
Tabulka 6.3: Hodnoty T-testu .....	28

---

## Seznam grafů

Graf 6.1 - Množství mléka a somatických buněk .....	29
Graf 6.2 - Množství tuku a laktózy .....	30
Graf 6.3 - Množství močoviny .....	30
Graf 6.4 - Množství bílkoviny .....	31



---

## **Seznam použitých zkratk**

AMK – aminokyselina

KD – krmná dávka

KU – kontrola užítkovosti

LRM – laboratoř pro rozbor mléka

ME – metabolizovatelná energie

Met – methionin

MJ – megajoule

NEB – negativní energetická bilance

NEL – netto energie laktace

NEV – netto energie výkrmu

NL – dusíkaté látky

PDI – protein skutečně stravitelný v tenkém střevě

RP – ruminant protected (chráněná aminokyselina)

TMR – směsná krmná dávka