

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

DISERTAČNÍ PRÁCE

BRNO 2014

MVDr. Ing. MARTIN MATĚJÍČEK



**Agronomická
fakulta**

**Mendelova
univerzita
v Brně**



Vliv výživy na poruchy metabolismu krav
Disertační práce

Školitel:

prof. MVDr. Ing. Petr Doležal, CSc.

Školitel specialista:

Ing. Aleš Pavlík, Ph.D.

Vypracoval:

MVDr. Ing. Martin Matějčík

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: **Vliv výživy na poruchy metabolismu krav** vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou *Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací*.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne:.....

.....
podpis

ABSTRAKT

Cílem disertační práce bylo, na základě vybalancování směsné krmné dávky dojnic po stránce kvalitativní i kvantitativní v jednotlivých fázích mezidobí zajistit optimální metabolismus krav, minimalizovat výskyt produkčních chorob a tím zajistit zlepšení zdravotního stavu dojnic a celého stáda. V rámci tohoto byly prováděny metabolické testy vždy 10 dojnic v jednotlivých skupinách v různých fázích mezidobí (příprava na porod, fáze rozdojování a vrchol laktace). Z hlediska metabolismu dusíkatých látek a bílkovin došlo ve dvou případech pokusů k signifikantnímu rozdílu koncentrace plazmatické celkové bílkoviny CB u krav v přípravě na otelení a v rozdojovací fázi laktace. Koncentrace bilirubinu v plazmě má rostoucí tendenci u krav po otelení. U většiny pokusů nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl. Naopak u AST byly zjištěny průkazné rozdíly mezi hodnotami v přípravě na porod a v rozdojovací fázi laktace. Parametry energetického metabolismu se v rámci jednotlivých pokusů průkazně nelišily. Parametry minerálního metabolismu ve většině pokusů nevykazovaly průkazné rozdíly. Koncentrace vápníku v krevní plazmě krav vykazují signifikantní rozdíly v období před a po porodu. Nejvyšších hodnot Ca dosahovali krávy v přípravě na porod.

Klíčová slova: dojnice, krev, výživa

ABSTRACT

The aim of PhD thesis was to check effects of balanced mixed feeding rations of dairy cows at the different stages of reproduction cycle, to ensure minimal occurrence of metabolic diseases, and improve the health of animals. Selected indicators for the metabolic profile of blood plasma in 10 cows in each established group (calving preparation, early lactation and peak of lactation) were measured. In terms of protein metabolism we found in two cases significant differences in plasma total protein concentration of cows in groups calving preparation and early lactation. The concentration of bilirubin in plasma increased in the group of early cows. But there were no found significant differences. On the contrary, in the case of AST, significant differences between cows in group calving preparation and early lactation were detected. Parameters of lipids metabolism did not significantly change as well as parameters of mineral metabolism. The blood plasma calcium concentrations show a significant difference in the groups calving preparation and early lactation. The highest values of calcium achieved cows in the group of calving preparation.

Key words: dairy cows, blood, nutrition

OBSAH

1 ÚVOD.....	7
2 CÍL.....	10
3 LITERÁRNÍ PŘEHLED	11
3.1 Význam a využití metabolických testů u skotu ve vztahu k výživě	11
3.2 Parametry metabolického profilu krve	13
3.2.1 Organické látky.....	13
3.2.1.1 Bílkoviny krevní plazmy.....	13
3.2.1.2 Urea	16
3.2.1.3 Cholesterol a triacylglyceroly.....	19
3.2.1.4 Neesterifikované mastné kyseliny (NEFA)	23
3.2.1.5 Betahydroxy máselná kyselina (BHB).....	25
3.2.1.6 Bilirubin	27
3.2.1.7 Aspartát transamináza (AST).....	28
3.2.1.8 Alkalická fosfatáza (ALP)	31
3.2.1.9 Kreatin kináza (CK).....	32
3.2.1.10 Gamaglutamyl transferáza (GGT).....	33
3.2.1.11 Glutathion peroxidáza (GSH-Px).....	34
3.2.1.12 Trijodtyronin a tyroxin (T3, T4).....	35
3.2.2 Minerální látky.....	38
3.2.2.1 Vápník.....	39
3.2.2.2 Fosfor	41
3.2.2.3 Hořčík	44
3.2.2.4 Sodík	47
3.2.2.5 Draslík.....	48
3.2.2.6 Měď	51
3.2.2.7 Zinek	54
4 MATERIÁL A METODIKA	56
4.1. Charakteristika ZD Dolany.....	56
4.2. Výživa a krmení ZD Dolany	57
4.2.1 Pokus 1	57
4.2.2 Pokus 2.....	58
4.3 Charakteristika ZS Ostřetín	61
4.4 Výživa a krmení ZS Ostřetín.....	61

4.4.1 Pokus 3.....	61
4.4.2 Pokus 4.....	63
4.5 Metodika odběru a zpracování vzorků.....	65
4.5.1 Odběr a uchování vzorků.....	65
4.5.2 Analýza jednotlivých parametrů metabolického profilu	65
4.5.3 Matematicko – statistické hodnocení výsledků.....	66
5 VÝSLEDKY.....	67
5.1. Metabolický test – pokus 1.....	67
5.2. Metabolický test – pokus 2.....	69
5.3. Metabolický test – pokus 3	71
5.4. Metabolický test – pokus 4.....	73
5.5. Korelace živinového složení krmné dávky a parametrů metabolického profilu.....	75
5.6. Korelace živinového složení krmné dávky a mléčné produkce.....	81
5.7. Korelace parametrů metabolického profilu a mléčné produkce	82
6 DISKUSE	84
7 ZÁVĚR.....	92
8 POUŽITÁ LITERATURA.....	95
9 SEZNAM PUBLIKACÍ	119

1 ÚVOD

Ekonomiku chovu dojených krav ovlivňují mimo jiné výrazným způsobem ukazatele plodnosti. Fertilita je určována dědičným základem na straně jedné a působením faktorů zevního prostředí na straně druhé. Dědičné založení má menší vliv na jednotlivé ukazatele plodnosti a reprodukční výkonnost určuje maximálně do 20 %, zatímco vlivy vnějšího prostředí hrají úlohu rozhodující a určují fertilitu minimálně z 80 %. Mezi faktory ovlivňující ukazatele plodnosti patří plemenná příslušnost, konstituce, tělesná kondice, věk, úroveň mléčné užitkovosti, technologie chovu, zoohygienické podmínky, úroveň ošetrovatelské, zootechnické a veterinární péče, stresové faktory, klimatické podmínky a výživa. Výživa dojnic je považována za nejvýznamnější faktor vnějšího prostředí, který determinuje mléčnou užitkovost, plodnost, zdravotní stav zvířat a umožňuje realizovat genetický potenciál celého stáda. Přes značný rozvoj vědeckých poznatků z oblasti fyziologie a výživy přežvýkavců, pěstování a konzervace pícnin, optimalizace krmných dávek, přes pokrok v krmivářském průmyslu, technologii a technice krmení dochází často k závažným nedostatkům ve výživě dojnic, které vedou ke snížení produkce, negativně ovlivňují kvalitu mléka, fertilitu, zdravotní stav a způsobují značné materiální škody předčasným vyřazením dojnic z chovu, nutnými porážkami a úhynem zvířat.

Zdravotní problémy, které se u dojnic vyskytují a souvisí s mléčnou produkcí řadíme mezi takzvané produkční choroby. Jedná se o soubor metabolických a orgánových onemocnění, která úzce souvisí s vysokou produkcí zvířat. Jsou důsledkem nerovnováhy příjmu a výdeje živin potřebných k zajištění produkce a reprodukce. Významným etiologickým faktorem produkčních chorob jsou nedostatky ve výživě. Špatná kvalita objemných krmiv, nízká koncentrace živin, nevyrovnanost živin v krmné dávce, nevyhovující struktura krmné dávky a nedostatky v technice krmení navozují vznik poruch metabolismu a produkčních chorob. Dochází k poruše homeostázy, ke snížení mléčné užitkovosti, zhoršení parametrů mléka, k poruchám plodnosti a ke zvýšené brakaci dojnic. Incidence výskytu produkčních chorob závisí na plemenné příslušnosti, výši produkce, úrovni výživy, fázi laktace, technologii ustájení, ošetrovatelské a veterinární péči. Produkční choroby mají velmi často subklinický průběh, probíhají mnohdy velmi dlouhou dobu a když jsou diagnostikovány na základě klinických příznaků, je organismus velmi často výrazně poškozen a náprava je velmi obtížná. Dojnice je většinou vyřazena z chovu pro sterilitu, mastitidu, sníženou

užitkovost, onemocnění paznehtů, onemocnění orgánů gastrointestinálního traktu a jater. S ohledem na značné ekonomické ztráty, které uvedené poruchy zdraví vyvolávají již na subklinické úrovni, je snaha řešit tuto problematiku dříve, než se vyvine klinický syndrom onemocnění.

Pro udržení optimálního zdravotního stavu stáda je nezbytná kvalifikovaná veterinární prevence a včasné řešení problému odstraněním vyvolávající příčiny, nedostatků ve výživě. Stádo je neustále podrobováno celkovému posouzení, sleduje se výživný stav dojnic v průběhu celého mezidobí, žravost, přežvykování a charakter výkalů, denní produkce mléka, složky mléka a příznaky říjí. Zjištění jakékoliv patologické změny by mělo vést k podrobnému vyšetření stáda, odhalení příčin a navržení nápravy vzniklého problému. Pro zjišťování subklinických forem produkčních chorob dojnic je vypracován systém preventivní diagnostiky, takzvaný metabolický profilový test.

Mezi výživou a reprodukcí existují také zásadní vztahy. K rychlému a bezproblémovému zabřeznutí je zapotřebí, aby po hypotalamohypofyzoovariální ose proběhla série signálů. Tento neurohumorální regulační mechanismus lze výživou výrazně ovlivnit. Je toho možno dosáhnout přísunem esenciálních živin v optimální kvalitě a množství. Výživa dojených vysokoužitkových krav je postavena výhradně na celoročně stabilní krmné dávce složené z konzervovaných statkových objemných krmiv a jadrných krmiv. Dotaci vyváženého množství makroprvků, stopových prvků a vitaminů je nezbytné zajistit přidavkem minerálně vitaminových doplňkových krmiv v sypké formě, k dobalancování potřeb minerálních látek jsou dojnicím k dispozici v adlibitním množství minerální lizy.

Poruchy energetické rovnováhy jsou vyvolávajícím faktorem řady orgánových i systémových onemocnění dojnic a z živin se významným způsobem podílejí na výskytu poruch plodnosti. Zvýšený příjem sacharidů a tuků může především v druhé polovině laktace a v době stání na sucho vyvolat syndrom ztučnění krav a steatózu jater a vlivem sníženého příjmu sušiny dojnicemi v následující laktaci predisponuje ke vzniku lipomobilizačního syndromu, ketózy a jaterního komatu. Přebytek lehce rozpustných jednoduchých sacharidů a škrobů může vyvolat vznik acidózy bachorového obsahu a metabolickou acidózu.

Na druhé straně snížený příjem energetických složek krmné dávky vede ke vzniku negativní energetické bilance. S touto situací se nejčastěji setkáváme

v rozdojovací a vrcholné fázi laktace u vysokoprodukčních krav, kdy dojnice není schopna krýt výdej energie potřebné na syntézu mléka dostatečným příjmem energie v krmné dávce a musí část produkce krýt odbouráváním vlastních zásob podkožního tuku a kosterní svaloviny. Vznikem lipomobilizačního syndromu se opět vyvíjí ketóza, steatóza jater až jaterní koma. Na vzniku ketózy se kromě sníženého příjmu energie může podílet také zvýšený příjem ketogenních kyselin máselné a octové v kyselých silážích, zvýšený příjem tuků, nedostatek strukturální vlákniny, makroprvků, mikroprvků a vitaminů v krmné dávce a nízká produkce kyseliny propionové při nevyvážené krmné dávce.

2 CÍL

Cílem disertační práce je ověření hypotézy, že na základě vybalancování směsné krmné dávky dojnic po stránce kvalitativní i kvantitativní v jednotlivých fázích mezidobí je možné zajistit optimální metabolismus krav, minimalizovat výskyt produkčních chorob a tím zajistit zlepšení zdravotního stavu celého stáda. Kontrola dosažení cíle práce je zabezpečena metabolickými testy krve dojnic v jednotlivých skupinách v rámci fází mezidobí.

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Význam a využití metabolických testů u skotu

Zdravotní stav vysokoužitkových dojnic je výrazně ohrožován v přechodném období, které zahrnuje 3 týdny před a po porodu (DRACKLEY, 1999). Toto období je obdobím, ve kterém je vyřazován největší počet dojnic z důvodu různých onemocnění jako jsou mastitidy, metritidy, klinické ketózy, retence placenty apod. (GOFF et HORST, 1997; LeBLANC et al, 2010; MULLIGAN et DOHERTY, 2008). V rámci prevence bylo vyvinuto značné výzkumné úsilí, zaměřené na sledování vážného zhoršování zdraví zvířat v peripartálním období. Tyto studie podávají přehled o adaptaci fyziologických procesů organismu dojnice na příslušné riziko výskytu choroby.

Testování metabolického profilu krav bylo doporučeno, a je využíváno především z důvodu identifikace problémů s nízkou mléčnou produkcí způsobenou nesprávnou výživou a z důvodu prevence metabolických onemocnění (MIA et KROGER, 1976). PAYNE et al. (1970) byli jedni z prvních, kdo navrhli základní rozsahy pro stanovení parametrů metabolických testů. Jejich doporučení vycházelo z testování vzorků krve odebraných od 2400 krav ve 13 stádech. Byly vytvořeny příklady abnormálních profilů a vztaženy k dietetickým nedostatkům, avšak bez základních informací o příjmu krmiva a složení krmné dávky, což neumožňovalo tyto abnormální výsledky testů ověřit.

PAYNE et al. (1973) prezentovali průkazný vliv některých nedietických faktorů, jako například vliv ročního období, původu zvířat a mléčné produkce. Mezi jejich základní poznatky patřily informace o nižší koncentraci albuminu a močoviny v zimním a vysoký obsah močoviny v letním období. Také ROUSSEL et al (1982) zjistili snížení albuminu v chladnějším období. Zaznamenali současně mimo jiné rozdíly v tučnosti mléka.

HEWETT (1974) stanovil významné rozdíly koncentraci metabolitů v krvi v rámci různých stádií laktace, pořadí laktace a dojivosti. Také LANE et al. (1992) uvádějí výrazné změny koncentrace minerálních prvků v krevní plazmě s věkem zvířat, stádiem laktace, gravidity a produkce mléka. DUNHAM (1971) zjistil významný vliv fáze laktace na koncentraci plazmatického vápníku. HEWETT (1974) uvádějí při

zvýšení dávky travní siláže nárůst koncentrace plazmatického fosforu a draslíku při současném snížení glukózy v krvi.

V rámci analýz metabolických testů v dřívějších studiích byly zjištěny rozdíly ve výsledcích analýz spojených s místem odběru krve (MIA et KROGER, 1976). Odběr z mléčné žíly vykazuje vyšší koncentraci fosforu a nižší obsah vápníků a hořčíku ve srovnání s odběrem s *vena jugularis* (STOUT et al., 1976). Stejně tak při odběru z podocasní žíly byl zjištěn vyšší obsah plazmatického fosforu a draslíku, ale méně vápníku, hořčíku než při odběru z *vena jugularis* (PARKER et BLOWEY, 1974).

V mnoha případech hodnocení metabolických testů byla stanovená nízká korelace s příjmem živin. Proto je kladen značný důraz na znalosti a zkušenosti osob využívající metabolický profil při posuzování nutričního stavu zvířat (PAYNE et al., 1973). Autoři také uvádějí, že homeostatické regulační mechanismy a vzájemné nutriční vztahy omezují využití metabolických testů a považují za vhodné využití analýz jiných živočišných tkání. V některých případech lze využít také stanovení živin v půdních vzorcích (MILLER, 1974). Statisticky významné, i když nízké korelace mezi parametry krevní plazmy a příjmem živin stanovili PARKER et BLOWEY (1976). Uvádějí, že nekonzistentní vztah mezi těmito indikátory neumožňuje využití metabolických profilů jako jediného prostředku k posuzování nutričního stavu.

Nemoci v peripartálním období jsou spojeny (DOHO et MARTIN, 1984), a jsou ovlivněny různými řídicími faktory (CURTIS et al., 1984). Velká část studií se však zabývá vždy samostatně pouze jednou poruchou, případně ovlivněním jen částí rizikových faktorů. Tento úzký pohled může vést k protichůdným výsledkům a omezení celkového pochopení důvodů onemocnění, protože zde chybí hodnocení i dalších faktorů a vzájemných vztahů.

Terénní studie nabízejí možnost získat velký počet pozorování v rámci stáda a prostředí pro generování etiologických hypotéz a vyhodnocení experimentálních výsledků výzkumu v terénních podmínkách. Rizikové faktory, které mají vliv na onemocnění a jeho výskyt lze zkoumat pomocí různých asociací příčin onemocnění. Tato šířka pohledu však vytváří statistické a metodologické problémy, neboť mnoho onemocnění a rizikových faktorů je třeba hodnotit jako celek a ne individuálně (ERB et al., 1985).

Výživa v období stání na sucho a brzy po porodu jsou zahrnuty jako rizikové faktory pro onemocnění v peripartálním období. Množství přijatého vápníku a fosforu

krmivem jsou spojovány s etiologií poporodní parézy (KICHURA et al., 1982), příjem energie s etiologií ketózy (BAIRD, 1982), diety s vysokým podílem jaderných krmiv s etiologií levostranné dislokace slezu (GRYMER, 1980) a příjem bílkovin s reprodukčními poruchami (JORDAN et SWANSON, 1979).

Efektivní produkce mléka i nadále vyžaduje každoroční kontinuitu březosti a porodu. Přejod krav v jednotlivých obdobích (laktace, stání na sucho, gravidity) má pro zvířata často katastrofální následky. Většina metabolických onemocnění dojníc jako poporodní paréza, ketózy, zadržaná placenta a dislokace slezu se objevují v průběhu prvních dvou týdnů laktace (GOFF et HORST, 1997). Etiologie mnoha z metabolických chorob, které nejsou klinicky patrné během těchto prvních dvou týdnů laktace, jako laminitida, lze zpětně vysledovat díky poškození, které se vyskytly v průběhu začátku laktace.

Hmotnost plodu a placenty dojnice se zvyšuje, stejně jako potřeba dodávky energie, bílkovin, minerálů a výrazně narůstá se zvyšujícím se stádiem gravidity. Na konci gravidity denní vývoj plodu vyžaduje přibližně 4 MJ energie, 117 g bílkovin, 10,3 g vápníku, 5,4 g fosforu, a 0,2 g hořčíku (HOUSE et BELL, 1993). Nicméně metabolické nároky kladené na krávy tvorbou mleziva daleko přesahují tyto požadavky plodu. Výroba pouhých 10 kg mleziva v den otelení vyžaduje přibližně 46 MJ energie, 140 g bílkovin, 23 g vápníku, 9 g fosforu a 1 g hořčíku z krmné diety, nebo z vlastních tělesných zásob. Vysoká poptávka po živinách způsobená zvýšenou aktivitou mléčné žlázy nemůže být z tělesných zásob uspokojena, což vede k rozvoji metabolických onemocnění (porodní paréza, ketóza, steatóza jater). Porod a nástup laktace jsou obrovskou výzvou pro homeostatické regulační mechanismy organismu dojnice.

3.2 Parametry metabolického profilu krve ve vazbě na výživu krav

3.2.1 Organické látky

3.2.1.1 Bílkoviny krevní plazmy

Bílkoviny tvoří hlavní podíl organických látek krevní plazmy. Nacházejí se zde ve frakcích globulinů a albuminů. Globulinová frakce je rozdělována na alfa-, beta- a gamaglobuliny. Poměr mezi globuliny a albuminy je označován jako A/G kvocient a je

druhově rozdílný (SOVA et al., 1990). Referenční rozmezí A/G kvocientu pro dojnice uvádějí PECHOVÁ et al. (2003) a to 0,8 - 0,9. Obsah celkových bílkovin v krevní plazmě, stejně jako u dalších parametrů vnitřního prostředí, je neurohumorálními mechanismy udržován ve fyziologickém rozmezí a jeho hodnoty ovlivňují faktory jako například výživa, věk, zdravotní stav jedince, atd. (SOVA et al., 1990). Podíl β -globulinů se zvyšuje se stoupajícím věkem zvířat (VRCHLABSKÝ et al. 1990).

Plazmatické bílkoviny jsou zdrojem tkáňových bílkovin, popřípadě mohou dočasně krátkodobě plnit funkci endogenního zdroje bílkovin při hladovění, uplatňují se při zajišťování stálosti vnitřního prostředí, při udržování koloidně osmotického tlaku a acidobazické rovnováhy, spolupůsobí při srážení krve, uskutečňují výměnu látek v organismu a mají funkci transportní (SOVA et al., 1990). Albuminy se nejvíce podílejí na osmotickém tlaku, na transportu tyroxinu, mastných kyselin, bilirubinu a léků. Alfa a beta globuliny zajišťují transport tuků (JELÍNEK et al., 2003).

Imunoglobuliny se vytvářejí jako odpověď na setkání s cizorodými látkami vysokomolekulárního charakteru, které působí jako antigen. Proniknou-li antigenní látky do organismu, reaguje organismus na setkání s nimi tvorbou protilátek, tj. imunoglobulinů (SOVA et al., 1990). Imunologicky aktivní produkty B-lymfocytů - imunoglobuliny - dělíme podle izotopů, které určují jejich biologické vlastnosti na IgG, IgM, IgA, IgE a IgD. Imunoglobulin G tvoří asi 70% všech imunoglobulinů.

Procentické zastoupení bílkovin krevní plazmy je v průměru 5 – 7 %, což představuje koncentraci 50 – 70 g·l⁻¹. Přibližně 30 – 35 % z celkového obsahu bílkoviny představují albuminy (KANEKO et al., 1997). Albuminy jsou považovány za jeden z ukazatelů stavu metabolismu jedince a jejich koncentrace je v úzkém vztahu s tělesnou hmotností a výživou zvířat (ROIL et al., 1974). Změny v koncentraci albuminů jsou spojeny také s dehydratací, onemocněním ledvin, GIT aj. (KANEKO et al., 1997). Pokles hodnoty albuminů u krav byl zjištěn po otelení (PAYNE a PAYNE, 1987). Hladina bílkovin se udržuje jejich nepřetržitou tvorbou, štěpením a zpracováním v buňkách. Změny v obsahu a vzájemném poměru bílkovin krevní plazmy jsou odrazem primárních změn metabolismu v játrech, která většinu plazmatických bílkovin neustále syntetizují (BOŇA et al., 1972).

Jednotlivé složky krevní plazmy se u holštýnských dojnic dle PAERSONA a WALDERNA (1981) mění s věkem, stádiem laktace, výživou, graviditou aj. V rámci holštýnského plemene však nebyl zjištěn rozdíl v obsahu celkových bílkovin a albuminu

v prvním a druhém roce věku jak uvádějí ABENI et al. (2007), a případné individuální rozdíly přisuzují vývoji metabolismu zvířete a nutričnímu stavu. Změny vzájemného poměru jednotlivých frakcí bílkovin jsou těmi změnami látkového složení krevní plazmy, které se často vyskytují při infekčních onemocněních (VRCHLABSKÝ et al., 1990). Při nedostatečném příjmu tekutin a při průjmech celková koncentrace bílkovin v krevní plazmě narůstá. Dlouhodobý nedostatek nepostradatelných aminokyselin a zánětlivé poškození jater je provázeno poklesem albuminů (JELÍNEK et al., 2003).

PECHOVÁ et al. (2003) uvádějí referenční hodnoty celkových bílkovin v krevním séru dojnic 60 - 80 g.l⁻¹, albuminu 30 - 42 g.l⁻¹, alfa-globulinů 7,5 - 10,5 g.l⁻¹, beta-globulinů 8,0 - 13,8 g.l⁻¹, gama-globulinů 16,2 - 26 g.l⁻¹. Vyšší obsah gamaglobulinů byl zjištěn u krav bez tržní produkce mléka ve srovnání s dojnicemi holštýnského skotu (BLÁHOVÁ a MATOUŠKOVÁ, 2010). Autoři přisuzují tuto nižší úroveň obsahu gamaglobulinů u dojnic oslabením imunitní kapacity vysokou produkcí v průběhu laktace.

Průměrné hodnoty celkových bílkovin a albuminu v krevní plazmě dojnic holštýnského plemene stanovené autory POLAT et al. (2009) se pohybují v rozmezí hodnot od 78,5 do 82,1 g.l⁻¹. Obsah albuminu se nachází v rozmezí od 31,1 do 34,1 g.l⁻¹. Podobná rozmezí zjistili také PADILLA et al. (2007), KARAGUL et al. (1999) a MERT (1996). KANEKO et al. (1997) však uvádějí, že hodnoty obsahu albuminu nižší než 32 g.l⁻¹ se nacházejí pod spodní hranicí referenčního rozmezí. Naopak HERDT (2000) považuje obsah albuminů v rozmezí 30 g.l⁻¹ a více za stav spojený s dobrým zásobením bílkovinami a na nedostatečnou dotaci poukazuje dle tohoto autora hodnoty pod 25 g.l⁻¹.

KLEBANIUK et al. (2009), stejně jako HERDT (2000) a JAGOŠ a BOUDA (1980) uvádějí, že v pozdní fázi březosti a prvních týdnech laktace je patrné snižování obsahu celkových bílkovin. Vyšší hodnoty celkových bílkovin v plazmě mohou být parametrem dlouhodobého zásobení zvířete proteiny.

ABENI et al. (2000) poukazují na skutečnost, že metabolický profil dojnic se v podstatě nemění s průměrným denním přírůstkem. Parametry, které jsou tímto ovlivněny jsou koncentrace glukózy a močoviny, poukazují na příjem energie a bílkovin krmiva. Přesto však množství albuminů a bílkovin úzce souvisí i s tělesnou hmotností a celkovým množstvím stráveného dusíku, který je k dispozici pro další syntézu proteinů (ROIL et al., 1974). TAKASU et al. (2005) naproti tomu stanovili

pozitivní závislost mezi obsahem bílkovin krevní plazmy a růstovou intenzitou. Nižší hladina koncentrace albuminů byla pozorována u zvířat s růstovou retardací.

Mezi neopomenutelné faktory, které ovlivňují tvorbu plazmatických bílkovin, patří vedle kvantity předkládaných živin (minerálních látek a vitamínů) především poměr a kvalita aminokyselin krmné dávky (PAYNE, 1987). Vliv kvantitativní restrikce krmné dávky na obsah celkových bílkovin zjistili také SUDA et al. (2003).

Snížení obsahu celkových bílkovin krevní plazmy může být následkem karence stravitelných dusíkatých látek v dietě dojnic, a to především vlivem nedostatečné tvorby bílkovin v předžaludcích při poruchách trávení v batoru (VRZGULA et al., 1982).

Bylo zjištěno, že náhrada podílu kukuřičné siláže pšeničnou slámou a vojteškovým senem u holštýnských dojnic, vede ke zvýšení obsahu celkové bílkoviny a koncentrace albuminů (POLAT et al. 2009). CORATO et al. (2005) uvádějí mírné snížení hladiny celkových bílkovin krevní plazmy a procentuálního zastoupení bílkovin a tuku mléka při nahrazení kukuřičného šrotu extrudovanou kukuřicí v krmné dávce dojnic. MELICHAROVÁ et al. (2009) zjistili zvýšení koncentrace plazmatických bílkovin v závislosti na procentickém podílu bobu zařazeného do krmné diety dojnic ve srovnání s kontrolní skupinou. Průměrné hodnoty se pohybovaly nad hranicí 84 g.l⁻¹.

Signifikantní snížení celkových bílkovin v krevní plazmě dojnic byl zaznamenán při zvýšeném podílu tuku v krmné dávce v počáteční fázi laktace (LUBOJACKÁ et al., 2005). Naproti tomu, PECHOVÁ et al. (2003) zjistili vyšší obsah plazmatických bílkovin u dojnic se steatózou jater.

Zvýšení plazmatických bílkovin může být odrazem tepelného stresu. Při teplotách na 30 °C dochází ke zvyšování obsahu bílkovin, jak uvádějí KOUBKOVÁ et al. (2002).

3.2.1.2 Urea

Močovina je konečným produktem přeměny bílkovin a je syntetizována v játrech z amoniaku. Amoniak je produkován v průběhu rozpadu proteinů během tkáňové přeměny při deaminaci aminokyselin. Syntéza močoviny probíhá v játrech a následně je transportovaná krví do ledvin a vyloučena močí. Transformace amoniaku na močovinu je preventivním opatřením organismu proti toxicitě amoniaku.

Nejrozšířenějším způsobem detoxikace amoniaku je ornitinový cyklus v játrech (SOVA et al. 1990). Močovina je běžnou součástí krve a mléka. Do mléka proniká močovina z krve. Hladina močoviny v krevní plazmě kolísá v průběhu dne. Nejvyšší hodnoty jsou zjišťovány 4 až 6 hodin po nakrmení, nejnižší před příjmem krmiva (BUCEK, 2006).

Intenzita syntézy močoviny je druhově specifická a je závislá na úrovni resorpce a potřeby aminokyselin (JELÍNEK et al., 2003). U přežvýkavců je pro hladinu močoviny v krvi rozhodující přebytečné množství amoniaku především v batoru (PECHOVÁ et al., 2000), nebo jak uvádí VRZGULA et al. (1990) poměr dusíkatých látek a energie v krmné dávce.

Koncentrace močoviny v krevní plazmě je dobrým ukazatelem příjmu, metabolismu a výdeje dusíku. Močovina v krvi kolísá v závislosti na příjmu dusíkatých látek v krmivu. Zvyšuje se zejména při příjmu vyšších dávek nebílkovinného dusíku. K nárůstu močoviny provází i nadměrným rozkladem tělních bílkovin při hladovění. Snižuje se naopak při deficitu dusíku a po delším hladovění, také však při vyšším přísunu energie a při rozšiřujícím se poměru živin (SLANINA et al., 1985). Též ILLEK (2001) uvádí, že zvýšení koncentrace nastává při přebytku dusíkatých látek v krmné dávce, při poruchách exkreční funkce ledvin, při dehydrataci nebo při katabolismu svalové tkáně. Snížení pak nastává při narušení funkce jater nebo při nedostatku dusíkatých látek v krmivu.

Koncentraci plazmatické močoviny výrazně ovlivňuje výživa. Její hodnoty se mění s využíváním směsné krmné dávky v porovnání odděleného předkládání jaderných krmiv. Při využití tradičního systému krmení je zjišťována vyšší koncentrace. I přes stejnou krmnou dietu jsou ve skupinách dojnic vykazovány značné individuální rozdíly jak v krvi tak i v mléce. Pomocí stanovení močovinného dusíku lze hodnotit krmnou dietu z hlediska koncentrace proteinu v krmné dávce, což do jisté míry umožňuje snižovat náklady spojené s výživou dojnic (BUCEK, 2006).

Úroveň koncentrace plazmatické močoviny vysokoprodukčních dojnic odráží především metabolismus bílkovin v batoru. Koncentrace dusíku močoviny v krvi pozitivně koreluje s koncentrací amoniaku v předžaludku HERDT (2000). Je krátkodobým ukazatelem zásobenosti dojnice bílkovinami a energií (KLEBANIUK et al., 2009). Tito autoři stanovili rozmezí průměrných hodnot močoviny v krevní plazmě 4,14 – 5,96 mmol.l⁻¹. Fyziologické rozpětí koncentrace močoviny v krevní plazmě skotu

se liší dle autorů. VRZGULA et al. (1990) uvádějí průměrné hodnoty v rozmezí od 3,00 až 5,00 mmol.l⁻¹. Naproti tomu ABENI et al. (2007) stanovili rozmezí průměrných hodnot holštýnských dojnic v Itálii od 7,01 – 7,26 mmol.l⁻¹. Podobné hodnoty uvádějí také POLAT et al. (2009) s koncentrací v rozmezí od 6,41 – 7,21 mmol.l⁻¹. U holštýnských dojnic uvádějí SRIKANDAKUMAR et JOHNSON (2004) rozpětí průměrných hodnot 5,53 až 7,01 mmol.l⁻¹. Za hodnoty fyziologické považují u skotu JELÍNEK et al., (2003) 4,5 mmol.l⁻¹, SLANINA et al., (1992) 3 - 4 mmol.l⁻¹, PECHOVÁ et al. (2003) a VRZGULA et al. (1990) koncentraci 3 - 5 mmol.l⁻¹.

Z výsledků studie ABENI et al. (2000) je patrné, že plazmatická koncentrace močoviny vykazuje klesající tendenci s věkem, a neopomenutelným faktorem je také růstová aktivita zvířete, kdy je vyšší denní přírůstek doprovázen vyšší koncentrací močoviny v krvi. Na podobné rozdíly v koncentraci močoviny v krevní plazmě v souvislosti s růstovou aktivitou poukazuje i studie BELLMAN et al. (2004).

Zvyšování koncentrace močoviny v krevní plazmě dojnic Slovenského strakatého skotu v období od 4 týdnů před porodem do 2 týdnů postpartum zaznamenali TÓTHOVÁ et al. (2008).

CHLÁDEK a MÁCHAL (2004) poukazují u dojnic českého strakatého plemene, ve fázi 20 až 100 dnů po otelení na pozitivní závislost koncentrace plazmatické močoviny a obsahu tuku mléce. Opačnou závislost vykazoval obsah mléčných bílkovin. Určitá pozitivní závislost byla stanovena také mezi močovinou v krvi a pořadím laktace.

Za hlavní důvody zvyšování koncentrace močoviny v krvi dojnic považují SLANINA et al. (1992) nedostatek energie a lehce stravitelných sacharidů v dietě, a nedostatek dusíkatých látek, kompenzovaný rozkladem bílkovin vlastních tkání.

Zvýšení močoviny v krevní plazmě může být také důsledkem několikanásobného nadbytku v příjmu bílkovin. Snížení koncentrace je často důsledkem metabolicky náročných procesů v játrech a poruch metabolismu (JELÍNEK et al., 2003). Přídavek proteinu do krmné dávky dojnic zvyšuje koncentraci močoviny přibližně o 2 mmol.l⁻¹ (DEMAEROVÁ et al., 2002). Ačkoli podávání diet s vysokým obsahem dusíkatých látek vysokoužitkovým dojnicím způsobuje při kladné dusíkaté bilanci nárůst plazmatické koncentrace močoviny. To může být spojeno s poruchami plodnosti, a to především vlivem změny pH prostředí dělohy (BUTLER, 1998).

PECHOVÁ et al. (2006) poukazují na snížení koncentrace močoviny u dojnic v první třetině laktace při zkrmování diety s vysokým podílem lipidů ve formě

vápenatých solí mastných kyselin. Naopak BELLOVÁ et al. (2009) zjistili významné zvýšení plazmatické močoviny u dojnic před otelením při nahrazení sóji hydrolyzovaným palmovým olejem.

Ačkoli ROSELER et al. (1993) uvádějí, že k výrazným rozdílům v obsahu močoviny v krvi vlivem příjmu proteinu nedochází, RODRIGUEZ et al. (1997) na základě výsledků jejich studie předpokládají, že změny koncentrace plazmatické močoviny jsou, kromě složení krmné dávky, ovlivněny především časovým intervalem od příjmu krmiva. K nárůstu koncentrace močoviny dochází podle těchto autorů 2 hodiny po nakrmení a k následnému poklesu po šesti hodinách. Podobné výsledky také uvádí ve své práci BUTLER (1998).

Významně vyšší koncentraci plazmatické močoviny vykazují vysokoprodukční dojnice trpící jaterní steatózou ve srovnání se zdravými zvířaty (PECHOVÁ et al., 2003). Podobné výsledky uvádí také PADILLA-ARELLANES et al. (2007), avšak rozdíly mezi skupinami dojnic nebyly statisticky průkazné. OHGI et al. (2005) naproti tomu zjistili u dojnic holštýnského plemene, u kterých bylo pozorováno hromadění tuku v jaterní tkáni fyziologické rozmezí hodnot plazmatické močoviny.

Zvýšení plazmatické močoviny vycházející z úzkého vztahu mezi parametry energetického a bílkovinného metabolismu bylo pozorováno u dojnic se zadržným lůžkem (KUDLÁČ, SAKOUR, ČANDERLE, 1995). Koncentrace plazmatické močoviny u dojnic klesá se zvyšujícím se věkem zvířat, jak uvádějí OHTSUKA et al. (2005).

3.2.1.3 Cholesterol a triacylglyceroly

Lipidy v krevní plazmě jsou stanovovány jako celková lipemie. Více než 90% lipidů v krevní plazmě se vyskytuje ve formě lipoproteinů, které jsou hlavním transportním prostředkem. Lipoproteiny jsou složeny z triacylglycerolu (TAG), esterifikovaného a volného cholesterolu, fosfolipidů a bílkovin (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Podíl mezi lipidovou a proteinovou součástí lipoproteinů určuje jejich hustotu. Lipoproteiny s nižším zastoupením TAG a vyšším podílem esterifikovaného cholesterolu vykazují menší hustotu (LDL) a lipoproteiny s nižším podílem TAG a vysokým podílem proteinů se vyznačují vysokou hustotou (HDL). Lipoproteiny s vysokým podílem TAG jsou přenášeny v podobě submikroskopických částic –

chylomikronů. Tyto obsahují mimo jiné nízké množství cholesterolu a fosfolipidů. Chylomikrony cirkulují v krvi jen krátký časový interval a jsou zabudovány v buňkách různých orgánů. Vysoký obsah chylomikronů v krevní plazmě je důvodem jejího zákalu (VRCHLABSKÝ et al., 1990). Tuky jsou organismem přijímány v krmivu především jako triacylglyceroly (neutrální tuky), fosfolipidy, cholesterol a jeho estery (SOVA et al., 1990). Tuky resorbované v tenkém střevě prostřednictvím chylomikronů a lipoproteinů s velmi nízkou hustotou (VLDL) jsou transportovány do mízy, která je odvádí do krve.

Cholesterol je prekurzorem steroidních hormonů, vitamínu D, žlučových kyselin a je součástí buněčných membrán. Jen v těle zvířat je možné ho najít jak ve formě esterifikované (60-80 % cholesterolu v krvi), tak ve formě neesterifikované, ale vždy se váže na lipoproteiny (STOJEVIČ et al., 2008). Volný cholesterol je jednou ze základních součástí všech živočišných buněk. Aby mohl být cholesterol transportován v lipoproteinech a uložen v buňkách do zásoby, musí být nejprve esterifikován. Jde o vazbu mastné kyseliny (především linolové nebo linolenové) na OH skupinu cholesterolu. Esterifikovaný cholesterol je transportní a zásobní formou cholesterolu. Je transportován uvnitř lipoproteinových částic, jeho zásoba je především v hepatocytech (SOŠKA, 2001). V krvi skotu se udává množství cholesterolu 1,2 až 5,2 mmol.l⁻¹. Zvýšení v krvi může nastat jednak při zvýšení nabídky acetátu, jako základního substrátu pro jeho tvorbu, nebo při vyšším příjmu tuků v krmivu (HOFÍREK et al., 2004).

VRCHLABSKÝ et al. (1990) uvádějí fyziologickou hodnotu triacylglycerolů 0,35 mmol.l⁻¹, JELÍNEK et al. (2003) 0,46 mmol.l⁻¹, PECHOVÁ et al. (2003) 0,17 - 0,51 mmol.l⁻¹. VRZGULA et al. (1982) udává fyziologické rozmezí cholesterolu v krevní plazmě skotu 2,60 až 5,20 mmol.l⁻¹.

Cholesterol v organismu je původu exogenního (z potravy a resorpce tenkého střeva) endogenního (z vlastní tvorby organismem). Tvoří se v určitém množství v podstatě ve všech buňkách a společně s fosfolipidy je součástí struktury plazmatických membrán. Největší produkce endogenního cholesterolu probíhá v játrech. Zde je zapojen do novotvorby plazmatických lipoproteinů (Sova et al., 1981). Dalšími místy tvorby cholesterolu je nervová tkáň (vlákno), gonády, kůže a mléčná žláza. V těchto tkáních zabezpečuje cholesterol strukturální a metabolické funkce související s činností membrán a syntézou steroidních látek, jako jsou vitamín D,

kortikoidy a pohlavní hormony. Spolu s dalšími tuky se cholesterol podílí na řízení permeability kůže pro vodu a zabezpečuje ochrannou funkci kůže.

Koncentrace cholesterolu v krevní plazmě je závislá na množství exogenního cholesterolu (přijátého v potravě), na příjmu nasycených a nenasycených lipidů, a také na účincích metabolicky aktivních hormonů. Degradace cholesterolu krevní plazmy se uskutečňuje v játrech transformací na žlučové kyseliny a syntézou steroidních látek. Hypercholesterolemie se vyskytuje při krmení dietami bohatými na nasycené kyseliny. Nižší obsah cholesterolu je běžným projevem narušení jaterních buněk (BOĎA et al., 1971), i přesto, že se u přežvýkavců negativní vliv hypercholesterolemie nepotvrdil (JELÍNEK et al., 2003). VRCHLABSKÝ et al., (1990) uvádějí fyziologické rozmezí hodnot celkového cholesterolu v krevní plazmě 2,84 mmol.l⁻¹, JELÍNEK et al., (2003) 3,9 mmol.l⁻¹, PECHOVÁ et al., (2003) 2,6 - 5,2 mmol.l⁻¹.

KANEKO et al. (1997) uvádějí rozmezí průměrných hodnot celkového cholesterolu 2,2 – 3,63 mmol.l⁻¹. HUSSEIN a ABD ELLAH (2008) stanovili u dojeného skotu rozpětí hodnot plazmatického cholesterolu od 1,67 do 2,36 mmol.l⁻¹. BITMAN et al. (1989) uvádějí průměrnou hodnotu u laktujících holštýnských krav 1,64 mmol.l⁻¹, PADILLA et al. (2007) pak 3,84 mmol.l⁻¹. STENARDE et al. (2008) považují za průměrné fyziologické rozmezí 2,0 – 5 mmol.l⁻¹. Poukazují na postupné zvyšování koncentrace cholesterolu s věkem, podobně jako ABENI et al. (2007). Referenční rozmezí se podle VRZGULY (1990) pohybuje mezi 2,6-5,2 mmol.l⁻¹. JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003) uvádějí průměrnou hodnotu 3,9 mmol.l⁻¹.

Hodnoty obsahu plazmatického cholesterolu značně kolísají v období mezi porodem a zabřeznutím dojníc (PAERSON a WALDERN, 1978). Nejvyšší koncentrace celkového cholesterolu byla zaznamenána v prvním týdnu po otelení (KLEBANIUK et al., 2009). DJOKOVIC et al. (2007) zaznamenali v období těsně před otelením dojníc hodnotu celkového cholesterolu 1,75 mmol.l⁻¹, po porodu pak 1,86 mmol.l⁻¹. HUSSEIN a ABD ELLAH (2007) stanovili hodinu postpartum koncentraci cholesterolu 1,9 mmol.l⁻¹ a 0,21 mmol.l⁻¹ TAG. OHGI et al. (2005) zaznamenali u dojníc holštýnského plemene po porodu nepatrné zvýšení cholesterolu a snížení koncentrace plazmatických TAG.

Kontinuální zvyšování koncentrace celkového cholesterolu v krevní plazmě bylo autory BELLOVÁ et al. (2009) zaznamenáno u dojníc v průběhu prvních šesti týdnů laktace z průměrné hodnoty 2,22 na 6,12 mmol.l⁻¹. KUDLÁČ et al. (1995) uvádějí

signifikantní snížení koncentrace cholesterolu u dojnic před porodem a v poporodním období. Poukazují na možnou závislost na zvyšující se hladiny progesteronu v předporodním období.

BELIBASAKIS et al. (1997) nezaznamenali významné rozdíly mezi koncentrací cholesterolu v krevní plazmě krav krmných kukuřičnou a vojtěškovou siláží. Rovněž nebyla zjištěna signifikace ve vztahu k produkci mléka a obsahu mléčných složek. KOVÁČ et al. (2001) uvádějí průměrné koncentrace plazmatického cholesterolu 5.1 mmol.l^{-1} a TAG $0,12 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Ve studii LIU et al. (2008) nebyl prokázán vliv zkrmování rozdílných druhů olejnin v krmné dávce na změny koncentrace plazmatického cholesterolu a TAG. Oproti tomu BELLOVÁ et al. (2002) stanovili signifikantní rozdíly u skupiny dojnic krmných v prvních dvou týdnech po porodu dietou s přidavkem hydrolyzovaného palmového oleje ve srovnání se skupinou krmnou sojou. Nižší koncentrace TAG u skupiny krmné sójou připisují autoři vyrovnanější kondici zvířat v této skupině.

V práci MANDEBVU et al. (2003) nezaznamenali autoři rozdíly v koncentraci cholesterolu v krevní plazmě u dojnic krmných TMR s a bez vyšší dotace energie.

PECHOVÁ et al. (2002) poukazují na pozitivní vliv chromu na metabolismus dojnic, u nichž docházelo ke snižování koncentrace celkového cholesterolu a TAG vlivem zvýšené dotace chromu v krmné dietě.

Narušením funkce jater dochází ke snížení koncentrace TAG v krevní plazmě, především při steatóze a při nedostatku energie v krmné dávce. Snížení koncentrace TAG pod $0,17 \text{ mmol.l}^{-1}$ je považováno za patologické (REICHEL, 1989). Nižší koncentrace TAG je spojována také s omezenou schopností jater produkovat TAG a zvýšenou syntézou lipoproteinové lipázy ve svalech (BONNA et al., 2004). Zvýšená hodnota poukazuje na zvýšený příjem energie, především tuků.

Zvýšený obsah tuku v krmné dávce dojnic v první fázi laktace zvyšuje koncentraci celkového cholesterolu v krevní plazmě, ale i přes ukládání tuku v jaterní tkáni a vznik steatózy není tento trend patrný u obsahu plazmatických TAG (LUBOJACKÁ et al., 2005). PECHOVÁ et al. (2003) také nezjistili vliv nadměrného ukládání tuku v játrech na koncentraci TAG, ale ani cholesterolu. Naproti tomu (PADILLA-ARELLANES et al., 2007) poukazují na signifikantní zvyšování TAG u zvířat s jaterní steatózou.

Při záporné energetické bilanci a výskytu ketóz u vysokoužitkových dojnic je pozorována nižší koncentrace celkového cholesterolu a TAG (DJOKOVIČ et al., 2007). PECHOVÁ et al. (2003) uvádějí průměrné hodnoty nižší než je referenční rozmezí těchto parametrů. OHTSUKA et al. (2005) zjistili nižší koncentraci cholesterolu v krevní plazmě při snížené úrovni výživy. Také úplná kvantitativní restriktce ve výživě a hladovění způsobuje pokles koncentrace plazmatického cholesterolu (SUDA et al., 2003). TAKASU et al. (2005) uvádějí snížení hladiny cholesterolu v krvi se snižující se růstovou intenzitou.

Při využití krmiv s vysokým podílem antinutričních látek dochází ke zvyšování koncentrace plazmatického cholesterolu (MELICHAROVÁ et al., 2009).

Zastoupení jednotlivých lipidů krevní plazmy je závislé na věku zvířete, složení krmné diety, fyzické námaze a produkci zvířat (VRCHLABSKÝ et al., 1990). Ke zvyšování dochází především při nedostatku energie v době mobilizace zásobní tukové tkáně a také při nadměrném zkrmování lehce stravitelných sacharidů (VRZGULA et al., 1982).

Úroveň koncentrace cholesterolu u krav úzce souvisí se syntézou steroidních hormonů, především progesteronu. Trvale zvýšená koncentrace cholesterolu společně s koncentrací triacylglycerolu indikuje o poškození jaterního parenchymu (VRZGULA et al., 1982).

3.2.1.4 Neesterifikované mastné kyseliny (NEFA)

Neesterifikované ("volné" nebo nenasycené) mastné kyseliny (NEFA) jsou hlavní složkou triacylglycerolů, které se skládají ze tří mastných kyselin vázaných na páteř glycerolu. Hydrolýza uložených triacylglycerolů (tuku) v tukové tkáni hormonem senzitivní lipázou uvolní NEFA a glycerol. Hormon senzitivní lipáza (který se nachází v cytosolu adipocytů), je stimulována různými hormony, včetně glukagonu. NEFA mohou být použity jako zdroj energie v mnoha tkáních, včetně kosterních svalů a hepatocytů. V hepatocytech se jejich osud liší v závislosti na energetické potřebě, hormonální rovnováze a dostupnosti substrátu. To znamená, že mohou být použity pro výrobu energie, v opětovné syntéze triacylglycerolů, exportovány ve formě lipoproteinů s velmi nízkou hustotou (VLDL) a uloženy v játrech, nebo přetransformovány na ketolátky (KEITH et al., 1997).

K lipolýze tuku uloženého ve formě triacylglycerolů v tukové tkáni dochází z důvodu zvyšující se spotřeby energie, která nemůže být dostatečně hrazena glukózou. Hormony glukagon, katecholaminy, kortikosteroidy a růstový hormon stimulují enzymatickou aktivitu senzitivní lipázy. Insulin je naopak zodpovědný za inhibici tohoto enzymu. Po lipolýze TGL jsou ve vodě nerozpustné NEFA přepravovány ve vazbě na albumin. V hepatocytech jsou pak dále esterifikovány. Esterifikované kyseliny se následně mohou sloučit s glycerolem za tvorby TGL a inkorporovány do VLDL. Druhou možností je jejich vstup do mitochondrií a za podmínky přítomnosti karnitinu mohou být využity pro tvorbu energie (citrátový cyklus) nebo ketolátek. Druhá varianta nastává v případě nedostatku oxalacetátu a acetyl CoA je využit pro tvorbu ketonů. Nízké koncentrace NEFA se nacházejí v krvi zdravých zvířat. Zvýšené koncentrace ukazují na rozklad tukové tkáně, ke kterému dochází jako reakce na zvýšenou potřebu energie. Jsou tedy považovány za biomarker negativní energetické bilance. Negativní energetická bilance tímto předurčuje zvířata ke steatóze jater, protože přebytek NEFA je ukládán jako TGL v hepatocytech, a ketóze. Ve veterinární medicíně jsou NEFA využívány pro hodnocení energetického metabolismu dojnic v období porodu (OIKONOMOU et al., 2008).

Dojnice jsou v peripartálním období vždy ve stavu negativní energetické bilance díky vysoké energetické náročnosti dané vyvíjejícím se plodem a produkcí mléka. Tento stav vyvolává riziko gastrointestinálních, metabolických a infekčních chorob v časném období po porodu (DRACKLEY, 1999).

U dojnic je období krátce po otelení považováno za fázi reprodukčního cyklu, kdy nejčastěji dochází ke zvýšenému výskytu produkčních a reprodukčních poruch, trávicích, metabolických a infekčních onemocnění. Jelikož přísun energie krmivem po otelení je nedostačující k pokrytí energetických potřeb organismu v důsledku produkce mléka, dojnice vstupují do stavu tzv. negativní energetické bilance (GRUMMER et al., 2004). Ke kompenzaci tohoto stavu dochází odbouráváním tělních rezerv, zásobního tuku v tukové tkáni - lipomobilizací za uvolnění NEFA jako zdroje energie (KOKKONEN et al., 2005). Při prohlubování negativní energetické bilance se z tukové tkáně uvolňuje stále více NEFA a zároveň stoupá hladina ketolátek reprezentovaná betahydroxybutyrátem, což vede k riziku vzniku subklinické nebo klinické ketózy (DUFFIELD, 2000).

Jednotliví autoři uvádějí průměrné hodnoty NEFA u dojnic krmených TMR vyšší než 0,6 – 0,7 mmol.l⁻¹.

Plazmatická koncentrace NEFA a BHB po otelení je důležitým ukazatelem, protože odráží stupeň lipomobilizace (PULLEN, 1990) a následný výskyt zdravotních poruch spojených s poporodních obdobím, jako jsou například steatóza jater, ketóza, zadržetí lůžka nebo dislokace slezu (DYK et al., 1995). DJOKOVIC et al. (2007) popisují pozitivní korelaci mezi hladinou lipidů v játrech a NEFA v krvi a negativní korelaci mezi obsahem lipidů v játrech a koncentrací glukózy, TAG a celkového cholesterolu v krvi a předpokládají, že tyto parametry jsou dobrým indikátorem steatózy jater u dojnic v poporodním období. OIKAWA et al. (1997) popisují zvýšenou koncentraci NEFA a sníženou koncentraci TAG a cholesterolu spolu s dalšími změnami při výskytu syndromu ulehnutí krav a při porodní paréze.

V období 2 – 14 dní před porodem se běžně u vysokoprodukčních krav nachází v krevní plazmě průměrné hodnoty nad 0,3 mmol.l⁻¹ (JANOVICK et al., 2011).

3.2.1.5 Beta-hydroxymáselná kyselina (BHB)

Negativní energetická bilance (NEB) vyvolává řadu orgánových onemocnění. Deficit energie oslabuje složky imunitního systému a tím predisponuje k častějšímu výskytu mastitid a metritid. Negativní energetická bilance se spolu s dalšími etiologickými faktory významně spolupodílí na vzniku dilatace a dislokace slezu, zpomalené involuce dělohy, syndromu ovariálních cyst a rané embryonální mortalitě. Při výrazném deficitu energie může dojít k syndromu ulehnutí dojnic, nutným porážkám i úhynům zvířat (GRUMMER et al., 2004). Vede k razantnímu snížení produkce mléka o 40 – 60 % i k významným změnám v jeho skladbě. Výrazně klesá obsah mléčného proteinu a částečně i obsah laktózy, vyvíjí se tzv. syndrom snížené tukuprosté sušiny mléka, na přechodnou dobu stoupá obsah mléčného tuku, který pak s postupem času také klesá. Snižuje se obsah kyseliny citronové a zvyšuje se koncentrace močoviny a počet somatických buněk v mléce.

Při negativní energetické bilanci dochází k poklesu hladiny glukózy v krvi. Tato hypoglykemie vyvolává snížení koncentrace inzulínu v krvi a vzestup aktivity hormonů glukagonu a somatotropinu, což vede k uvolňování mastných kyselin s dlouhým

řetězcem z tukových zásob. Neesterifikované mastné kyseliny jsou transportovány do jater, kde jsou oxidovány přes acetát na acetyl CoA. Acetyl CoA může být oxidovaný přes Krebsův cyklus s oxalacetátem za vzniku glukózy a oxidu uhličitého. Intenzita oxidace acetyl CoA v cyklu trikarboxylových kyselin závisí na adekvátním zásobení oxalacetátem, který vzniká z propionátu. Pokud je produkce propionátu při bachorové fermentaci nedostatečná z důvodů nedostatku především lehce rozpustných jednoduchých sacharidů a škrobů, dochází k poklesu obsahu oxalacetátu a oxidace acetyl CoA se významně omezuje. Acetyl CoA je metabolizován na acetoacetyl CoA a následně na acetoacetát, aceton a betahydroxybutyrát. Při lipomobilizačním syndromu dochází k tukové dystrofii hepatocytů. Druhým neméně významným zdrojem ketolátek je epitel bachoru, kde z butyrátu přijatého v nekvalitních silážích a vyprodukovaného bachorovou fermentací krmiva vzniká betahydroxybutyrát (HACHENBERG et al. 2007).

Při lipomobilizačním syndromu a ketóze dochází k poruchám fertility vlivem zvýšených požadavků organismu na glukokortikoidy, které jsou stejně jako pohlavní hormony steroidní povahy. Intenzita negativní energetické bilance NEB se dá smyslově posoudit změnou kondičního skóre BCS. Při ztrátě 0,5 BCS z pěti stupňové škály nebo při ztrátě více jak 5 % živé hmotnosti dojnice během prvních šesti týdnů laktace dochází ke zhoršenému zabřezávání dojnice. NEB způsobuje prodlužování anovulačního anestrů u téměř 30 % krav a suboptimální úroveň zabřezávání u cyklujících dojnic. NEB negativně ovlivňuje koncentraci progesteronu v krvi dojnic v postpartálním období. Schopnost produkovat a udržet dostatečnou hladinu progesteronu je důležitá pro fertilitu, protože hladina progesteronu v jednom cyklu ovlivňuje, zvyšuje hladinu v cyklu dalším a koncentrace progesteronu v luteální fázi je vyšší u březích krav než u jalových. Paměť, kterou se NEB v postpartální periodě realizuje v redukci koncentrace progesteronu není dostatečně objasněna. Má se za to, že NEB negativně ovlivní ovariální folikuly během jejich růstu a vývoje a ty po jejich ovulaci a přeměně ve žlutá tělíska produkují menší množství progesteronu. Na koncentraci sérového progesteronu má vliv příjem potravy, tzv. progesteronový clearance. Během časně laktace se příjem energie i dusíkatých látek dojnicemi zvyšuje a následně dochází k zvýšenému metabolickému odbourávání progesteronu v játrech (LeBLANC, 2010).

β -hydroxybutyrát (BHB nebo 3-hydroxybutyrát), patří spolu s acetonem a acetátem mezi ketony. U monogastričních zvířat (psi, kočky) jsou hlavním zdrojem

ketonů NEFA, které se uvolňují z tukových zásob v těle, při stavech negativní energetické bilance. U přežvýkavců mohou vznikat ketony jak z NEFA tak z těkavých mastných kyselin (propionát, butyrát, acetát, které jsou produktem mikrobiální činnosti předžaludku). Zejména butyrát je transformován na BHB v epitelálních buňkách bachoru a v játrech. Primární keton produkovaný v játrech z NEFA je acetoacetát. Tento je redukován na BHB v mitochondriích a spontánně dekarboxyluje na aceton.

3.2.1.6 Bilirubin

Bilirubin je endogenní látka, která může být toxická (1), a to zejména u novorozených jedinců. Nicméně se ukazuje, že nekonjugovaný bilirubin vykazuje silnou antioxidační aktivitu, a že mírná hyperbilirubinémie může mít pozitivní vliv na zdraví organismu. Bilirubin je konečným produktem degradace hemoglobinu a slouží jako diagnostický ukazatel poruchy jater a krvetvorby (GLADER, 2004).

Bilirubin u savců má zvláštní stereochemickou strukturu. Hydrofilní skupiny jsou zapojeny do silných vodíkových vazeb, a uzavírají specifickou konformaci. V závislosti na pH krevní plazmy, moči nebo žluči, může být nekonjugovaný bilirubin přítomen jako kyselina, dvojmocný nebo jednomocný aniont. V případě fyziologického pH se je majoritní formou právě kyselina. Ionizované frakce jsou významněji zastoupeny při alkalickém pH (OSTROW et al., 1994)).

Bilirubin je tvořen z hemu otevřením (oxidací) tertrapyrrolového kruhu. Toto štěpení je katalyzováno enzymem hemoxygenazou, a výsledkem je uvolnění železa s tvorbou biliverdinu (FEVERY et al., 1989)

V klinických laboratořích je v krevní plazmě nebo séru analyzován celkový bilirubin a (TB) a přímý (DB). Celkový bilirubin je tvořen nekonjugovaným (tzv. nepřímým) bilirubinem, konjugovaným (přímý bilirubin). Fyziologicky se v séru nachází hlavně nekonjugovaný bilirubin, který je vázán na albumin a nevylučuje se proto močí. Poruchy na různé úrovni metabolismu bilirubinu vedou k různému zvýšení koncentrace jednotlivých frakcí, patologicky se bilirubin nebo produkty jeho odbourávání (urobilinoidy) vyskytují i v moči (FEVERY et al., 1967)

Tvorba bilirubinu může být zvýšena v důsledku abnormálně vysoké periferní hemolýzy (GLADER, 2004), nebo v důsledku poruchy erytropoezy. Tato dyserytropoeza je spíše vzácnou příčinou zvýšené produkce bilirubinu, způsobená

přerušením vývoje červené řady v jedné z fází mitózy. Tyto nezralé nebo abnormální buňky podstoupí rychlou destrukci, která vede k tvorbě bilirubinu. Tato porucha se vyskytuje také v důsledku nedostatku vitamínu B12 a kyseliny listové (WICKRAMASINGHE et WOOD, 2005).

Koncentrace celkového bilirubinu v krvi vykazuje v průběhu ontogeneze krav významnou rytmicitu. Tento parametr se významně mění v peripartálním období, a změna jeho koncentrace je způsobena především přizpůsobování jater konfiguraci nového metabolického stavu (KANEKO et al., 1997). Tato skutečnost souvisí se skutečností že v průběhu náročného období po porodu a laktace, je dojnice vystavena negativní energetické bilanci (BERTONI et al., 2008).

STOKKAN et al. (2001) uvádějí, že játra jsou rytmickým orgánem a jejich činnost je v přímém vztahu k životnímu prostředí. Poukazují na vliv ročního období na koncentraci bilirubinu.

Jiné studie dokládají, že vysoká teplota a relativní vlhkost vzduchu signifikantně ovlivňuje metabolické funkce jater u dojnic, a tím také koncentraci plazmatického bilirubinu (RASOOLI et al., 2004).

BROWN et al. (2000) zjistili, že katalytická aktivita AST, stejně jako celkový bilirubin, nebyly ovlivněny podáváním diety obsahující až 90% koncentrátu.

V průběhu transičního období je zvýšení celkového bilirubinu v krvi dojnic považováno za citlivý ukazatel poškození jater (PECHOVÁ et al., 1997). WEST (1990) uvádějí, významnou pozitivní korelaci mezi množstvím lipidů v játrech a koncentrace plazmatického bilirubinu. Koncentrace bilirubinu souvisí nejen s intenzitou jaterní steatózy, ale také se zvyšováním produkce BHB a koncentrací NEFA. DJOKOVIC et al. (2011) uvádějí rozmezí hodnot koncentrace bilirubinu u krav v peripartálním období 0,17-5,13 mmol.l⁻¹. Zaznamenali signifikantní zvýšení průměrné koncentrace bilirubinu u peripartálních krav ve srovnání s vysokobřezími dojnicemi. Podobně jako u bilirubinu došlo u puerperálních dojnic ke značnému zvýšení enzymatické aktivity AST a GGT.

3.2.1.7 Aspartát transamináza (AST)

Transaminázy jsou skupina enzymů složených proteinů, účastnících se velké řady metabolických procesů. Realizují přenos skupin -CH₃, NH₂, zbytku glukózy, aj.

v aktivované formě z jejich dárce na příjemce. AST aminotransferáza - přenáší aminoskupinu z aminokyseliny na oxokyselinu.

Aspartátaminotransferáza (AST) je buněčný enzym, jehož výskyt je rozdělen mezi cytoplazmatický a mitochondriální izoenzym. Zabezpečuje přenos alfa-aminoskupin z aminokyselin na ketokyseliny a jejich transport v do tkání živočišných organismů (Trojan, 2003)

AST patří mezi enzymy vyskytující se v mnoha orgánových soustavách a buňkách tkání. Vysokou katalytickou aktivitu vykazuje v srdeční a kosterní svalovině, játrech, ledvinách, plicích, slezině, pankreatu a dalších (SCHNEIDERKA et al., 2004). V krevní plazmě je AST přítomna jako holoenzym nebo apoenzym, jež vykazují závislost na kofaktoru pyridoxal-5'-fosfátu (ZIMA, 2002). Jeden ze dvou izoenzymů je situován do cytoplazmy, druhý je napojen na mitochondriální membránu (KANEKO et al., 1997). Tyto izoenzymy se za fyziologických podmínek dostávají v malém množství do a poměr mitochondriální a cytoplazmatické AST je přibližně 1 : 8. Biologický poločas AST se pohybuje na úrovni 18 hodin (SCHNEIDERKA et al., 2004). Její aktivita se zvyšuje zvláště při poškození svaloviny a pro diagnostiku těchto problémů je citlivým indikátorem. Nachází se jak v cytoplazmě, tak v mitochondriích buněk. Proto se v krevním séru vyskytuje zejména při nekróze buněk, k nepatrnému zvýšení dochází již při poškození buněčné membrány (KRAFT et al., 2001). U přežvýkavců a koní je aktivita AST v játrech vyšší než aktivita ALT a má také větší diagnostický význam. AST je u skotu nejcitlivějším enzymem pro diagnostiku hepatopatií. Mezi obsahem tuku v játrech a aktivitou AST v krevním séru existuje signifikantní korelační vztah. Aktivita AST v krvi stoupá s obsahem tuku v játrech (PECHOVÁ et al., 2003). Katalytická koncentrace AST v krevní plazmě skotu za fyziologického stavu dosahuje hodnot 0,3 - 1,3 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$ (JELÍNEK et al., 2003).

DEMETEROVÁ et al. (2002) stanovili průměrné koncentrace AST u černostrakatých krav v rozmezí od 0,47 do 0,53 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. Vyšší katalytická koncentrace AST byla stanovena u holštýnských jalovic s vyšším přírůstkem hmotnosti ABENI et al. (2000). SRIKANDAKUMAR a JOHNSON (2004) u holštýnského plemene zaznamenali průměrné hodnoty AST 0,81 až 1,11 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. KLEBANIUK et al. (2009) uvádějí průměrné hodnoty v rozmezí od 1,29 do 1,42 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$, ovšem HERDT (2000) uvádí, že katalytická koncentrace AST v séru je relativně stabilní a uvádějí že, v fyziologické hodnoty se nacházejí pod 1,67 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. HUSSEIN a ELLAH (2008)

pozorovali skupiny dojnic skotu s mléčnou užitkovostí, u nichž zjistili plazmatickou koncentraci AST v rozmezí od 0,67 do 1,65 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$.

DOORNENBAL et al. (1988) poukazují na narůstající hodnoty aktivity AST s zvyšujícím se věkem krav.

Dle zjištění autorů BELLMAN et al. (2004) vykazují masná plemena vyšší koncentraci AST ve srovnání s plemeny mléčnými. Mezi obsahem tuku v játrech a aktivitou AST v krevním séru existuje signifikantní korelační vztah. Aktivita AST v krvi stoupá s obsahem tuku v játrech SCHÄFER (1990). Podobně, zvýšená katalytická koncentrace byla zjištěna u dojnic s vysokým obsahem tuku v krmné dávce a rozvíjející se jaterní steatózou (PECHOVÁ et al., 2003). Ke stejným závěrům dospěli také autoři PADILLA-ARELLANES et al. (2007), kteří zjistili významně zvýšenou aktivitu AST u dojnic postižených jaterní steatózou (2,46 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$), což je hodnota nacházející se mimo referenční rozmezí udávaného autory KAWAMURA et al. (2005). KANEKO et al. (1997), považují za referenční rozmezí katalytické aktivity AST hodnoty od 1,30 do 2,20 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$ a uvádějí průměrnou hodnotu u dojnic 1,75 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$.

KOVÁČ et al. (2001) zjistili rozdílné hodnoty při různých odběrových místech z *vena jugularis* (1,51 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$) a *vena coccygea* (1,63 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$).

MANDEBVU et al. (2003) posuzovali účinky zvýšeného příjmu energie dojnic v období porodu. U skupiny s vyšší dotací energie v krmné dávce stanovili týden po porodu nižší aktivitu AST ve srovnání s kontrolní skupinou (2,15 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$).

Ve studii, která se zabývala studiem katalytické koncentrace AST u dojnic krmených dietou s vysokým obsahem jaderných krmiv, nezjistili BROWN et al. (2000) výrazné změny aktivity AST po podání diety obsahující až 90% koncentráту.

Katalytickou koncentraci výrazně neovlivňuje přidavek lysinu a metioninu do krmné dávky dojnic. Ve srovnání s kontrolní skupinou byly hodnoty aktivity AST mírně vyšší (TŘINÁCTÝ et al., 2009).

Zvyšování aktivity AST je zjišťováno s blížícím se porodem u dojnic, následováno snižováním její koncentrace v peripartálním období (KUDLÁČ et al., 1995). Autoři PECHOVÁ et al. (2003) zaznamenali postupné zvyšování AST u dojnic v poporodním období (1. týden 0,85 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$, 2. týden 1,24 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$ a 4. týden 1,25 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$)

Signifikantní snížení katalytické koncentrace AST v krevní plazmě dojnic bylo pozorováno při podávání chromu do diety ve srovnání s kontrolní skupinou. V období

od tří do pěti týdnů po porodu byly stanoveny průměrné hodnoty 1,16 – 1,37 $\mu\text{kat.l}^{-1}$ (PECHOVÁ et al., 2002)

3.2.1.8 Alkalická fosfatáza (ALP)

Fosfatázy představují skupinu enzymů zabezpečujících hydrolyzu esterů fosforu a syntetizující anorganické fosfáty. Jsou děleny zejména do dvou skupin -alkalické fosfatázy, které s reakčním optimem pH 9-10 a kyselá fosfatáza s optimem okolo pH 5 (KRAFT et DÜRR, 2001). Kyselá fosfatáza je produkována osteoklasty, které jsou zodpovědné za odbourávání kostní tkáně, zatímco osteoblasty, jež zabezpečují novotvorbu kostí, syntetizují alkalickou fosfatázu (ALP). Působení ALP v je důvodem k tvorbě vysoké koncentrace fosfátů v blízkosti osteoblastů a k precipitaci krystalů hydroxyapatitu v kostní matrix (NEČAS et al., 2002). ALP byla nalezena téměř ve všech orgánech a tkáních živočišného organismu organismu. Její katalytická koncentrace se v krevní plazmě zvířat pohybuje v rozmezí 0,6-3 $\mu\text{kat.l}^{-1}$, u dojníc se fyziologické rozmezí pohybuje mezi 0 – 1,37 $\mu\text{kat.l}^{-1}$. V jaterních buňkách je vázána na membránové struktury. Její koncentrace v krvi skotu se zvyšují nejdříve při výrazných homeopatiích (KRAFT et DÜRR, 2001).

Aktivita ALP je dána ionty Zn^{2+} v jejich aktivním centru, tyto enzymy jsou tedy metaloproteiny a zinek zde působí jako kofaktor. Aktivace ALP je v organismu způsobována ionty hořčíku, kobaltu a manganu, a jako inhibitory tohoto enzymů působí některé z aminokyselin, například fenylalanin, inhibující isoenzymy syntetizované střevem a placentou. Stanovení katalytické koncentrace ALP v krevní plazmě je významným parametrem hodnocení poruchy kostní a jaterní tkáně. Zatímco kostní isoenzym se podílí na mineralizaci kosti, ALP situovaná na membránu buněk epitele tenkého střeva se účastní trávicích procesů (CIBULKA, 2006).

DOUBEK et al. (1997), popisují aktivitu ALP jako ukazatel intenzity růstu mladých zvířat, podobně jako OTTO et al. (2000) a KRAFT a DÜRR (2001), které uvádějí zvýšené hodnoty ALP u mladých jedinců. Naopak ROUSSEL et al. (1982) zaznamenal negativní korelaci mezi katalytickou koncentrací ALP a věkem sledovaných zvířat.

KRAFT a DÜRR (2001) poukazují na pokles aktivity ALP při acidózách bachorového obsahu u přežvýkavců. Hodnoty se snižují také v průběhu gravidity a po otelení. Během laktace se opětovně aktivita ALP zvyšuje (Otto et al., 2000)

ABENI et al. (2000) zjistili nižší katalytickou aktivitu ALP u jalovic holštýnského plemene s nižším přírůstkem ve srovnání s jedinci s vyšší růstovou aktivitou. Pozitivní korelaci mezi aktivitou ALP a AST u holštýnských dojnic uvádějí PADILLA et al. (2007). ABENI et al. (2007) uvádějí hodnoty katalytické koncentrace ALP u dojnic fríského skotu 0,53 až 0,98 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. KLEBANIUK et al. (2009) stanovili hodnoty ALP u laktujících dojnic 1,19 až 1,34 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. Podobné rozmezí hodnot stanovili také KULAA (1993) a WINNICKA (2004). KAWAMURA et al. (2005), uvádějí rozmezí průměrných hodnot ALP 0,25 až 2,50 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. JELÍNEK, KOUDELA(2003) uvádějí koncentraci ALP 0,6-3 $\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$.

3.2.1.9 Kreatin kináza (CK)

Kreatinkináza (kreatinkinasa, CK) je cytoplazmatický a mitochondriální enzym, katalyzující reverzibilní přenos vysokoenergetického fosfátu z ATP na kreatin. Nalézají se ve vysokých koncentracích především v srdci, v kosterním svalstvu a v mozku. V organismu se cytoplazmatický enzym vyskytuje ve třech dimerických formách: CK BB se skládá ze dvou podjednotek B (brain), CK MM se skládá ze dvou podjednotek M (muscle) a CK MB je hybridní dimer, který je charakteristický pro myokard. Izoenzym MM může mít až 5 variant (Vaidya, 1984), je typický pro příčně pruhovaný sval (kosterní sval a myokard). Izoenzym BB je typický pro hladký sval, mozek, prostatu, dále se vyskytuje v nervové tkáni, je popsána ektopická exprese CK BB v erythrocytech a destičkách, fibroblastech a buňkách lymfoblastoidní linie. MB izoenzym je typický pro myokard, vyskytuje se také v kosterním svalstvu (WALLIMANN et HEMMER, 1994)

CK ale není pro srdeční sval specifická, protože je v daleko větší míře než v srdci obsažena v kosterním svalstvu. Dále je CK obsažena v plicích, v mozkové tkáni, v trávicím ústrojí, v ledvinách, v děloze a v játrech. Aktivita sérové kreatinkinázy vzrůstá zejména při poškození kosterního nebo srdečního svalu (WALLIMANN et al., 1992)

Mitochondrie obsahují 2 typy CK (ubikvitní a sarkomerická). Mitochondriální izoenzymy jsou od cytoplazmy odděleny vnější membránou mitochondrie, takže spolu

oba typy enzymů (cytoplazmatický a mitochondriální) nijak nekomunikují. Přes vnější mitochondriální membránu proniká kreatin a kreatinfosfát („shuttle“), nikoli ATP generované uvnitř mitochondrie (SCHLATTNER et al., 2006).

U skotu, jako u jiných druhů savců, kreatinkináza je specifický enzym kosterních svalů, myokardu, střeva a mozek. Izoenzym MM tvoří většinu CK v kosterních svalech a srdečním svalu, a je také hlavním plazmatickým izoenzymem. Rozdělení izoenzymů CK však nemá v praxi rutinní využití. Referenční hodnoty v krevní plazmě by u skotu neměly přesáhnout $17 \mu\text{kat.l}^{-1}$ u dospělých jedinců. Biologický poločas rozpadu je krátký, přibližně 8 až 9 hodin, a koncentrace ve svalech poměrně vysoká. CK je tedy citlivý, krátkodobý ukazatel poškození svalů bez ohledu na etiologii: trauma, tělesná námaha, proleženiny, intramuskulární injekce, intoxikace, nutriční myopatie apod. (BRAUN et al. 1995)

Z hlediska změn laboratorních hodnot při biochemickém vyšetření krve bylo zjištěno, že všechny případy syndromu ulehnutí zvyšují hodnoty aktivity kreatinkinázy – CK (a to až stonásobně), která je specifickým enzymem pro svalové poškození. Nejvyšší hodnoty kreatinkinázy jsou obvykle dosahovány za 24 – 48 hodin po začátku ulehnutí dojnice. Hodnoty aktivity kreatinkinázy v plazmě nebo séru poukazují na rozsah poškozené svaloviny, ale protože tento enzym má krátký poločas rozpadu, má poměrně malou hodnotu z hlediska vyslovení prognózy, protože může při zvýšené hladině docházet k dalšímu poškozování svaloviny (PAVLATA et al., 2008).

3.2.1.10 Gamaglutamyl transferáza (GGT)

Podle názvosloví enzymů patří GGT mezi transferázy přenášející acylové skupiny, konkrétně aminoacyly. Katalyzuje reakci při níž se z peptidu obsahujícího γ -glutamylový zbytek odštěpí γ -glutamyl, který je přenesen na aminokyselinu za vzniku dipeptidu:

(5-L-glutamyl)-peptid + aminokyselina = peptid + 5-L-glutamylaminokyselina)

(GOLDBERG, 1980)

GGT se v některých tkáních podílí na transportu aminokyselin přes buněčnou membránu. Aminokyselina se naváže do aktivního centra enzymu, které je vně buňky. Aby mohlo dojít k uvolnění aminokyseliny do cytoplazmy, musí se snížit schopnost transportního mechanismu svůj substrát vázat. Přenosem γ -glutamyly na tuto

aminokyselinu se tak vytvoří dipeptid, který je z molekuly enzymu uvolněn. Jako peptid poskytující γ -glutamyl zbytek slouží tripeptid glutathion (gamaglutamylcysteinylglycin = GSH). γ -glutamyl může být přenesen na různé aminokyseliny kromě prolinu, akceptorem však může být i dipeptid nebo voda. Energie pro transport aminokyseliny přes membránu se tak získává rozštěpením vazby glutathionu, uvolňuje se cysteinylglycin. Po transportu je dipeptid v cytoplazmě jiným enzymem rozštěpen na původní aminokyselinu a 5-oxoprolin. GSH musí být opět resyntetizován (tzv. gamaglutamylový cyklus), na jeho obnovu se spotřebovávají 3 ATP. Vzhledem k jiným možnostem přenosu aminokyselin přes membránu, které jsou méně energeticky náročné, má tento transportní mechanismus, zvaný skupinová translokace, pravděpodobně menší význam. Má však vysokou kapacitu, je rychlý, proto je zvláště důležitý v ledvinových epiteliálních buňkách (TATE, 1985).

Glutathion je buňkou využíván např. jako konjugační činidlo při biotransformačních reakcích nebo jako antioxidační látka, chránící buňku před různými oxidanty. GMT hraje klíčovou roli v metabolismu této, pro buňku velmi významné, sloučeniny. Široce rozšířen je tento enzym ve tkáních, které se podílejí na absorpci a sekreci. V játrech se vyskytuje hlavně v periferní zóně lobulů, která je bohatá na žlučové epitelové buňky. Fetální játra mají vysokou aktivitu GGT všude. V hepatocytu je GGT součástí endoplazmatického retikula, v buňkách žlučových se nachází v cytoplazmatické membráně. V ledvinách je enzym přítomen v tubulárních buňkách (aktivita vztažená na 1 g tkáně je větší než v játrech). GGT se také vyskytuje v buňkách tenkého střeva a duktálních buňkách pankreatu. Ve vysokém množství jej nacházíme v buňkách prostaty. V krvi se vyskytuje vždy jen enzym jaterního původu. Aktivita GGT ve žluči je 10krát vyšší než v plazmě (LUM et BAMBINO, 1972)

GGT je enzym jehož koncentrace se v krevní plazmě zvyšuje při poškození jater a účinně přispívá právě k evaluaci poškození tkáně (KUPCZYNSKI, et al., 2002 ; PECHOVÁ et al., (1997). GGT je mikrosomální na membránu vázaný enzym nacházející se hlavně v játrech, ledvinách a tenkém střevě (LUBOJACKÁ et al. 2005).

3.2.1.11 Glutathion peroxidáza (GSH-Px)

Glutathion peroxidáza (GSH-Px) je souborné označení skupiny enzymů, které mají peroxidázovou aktivitu. Katalyzují redukci peroxidu vodíku na vodu oxidací

glutathionu, příp. katalyzují redukci hydroperoxidů lipidů na alkoholy (DREVET, 2006).

Přítomnost GSH-Px v cytosolu a v buněčných membránách chrání buňky před oxidačním poškozením (SMITH et al. 1988). bylo zjištěno, že 98% aktivity GSH-Px je vázáno na erythrocyty (SCHOLTZ et HUTCHINSON 1979). Vzhledem k tomu, že GSH-Px se stává součástí erythrocytů již v průběhu erythropoézy, lze její aktivitu v plné krvi považovat za dlouhodobý stav selenu v organismu, zatímco její koncentrace v krevní plazmě odráží spíše stav aktuální (GERLOF, 1992)

Stanovení aktivity glutathion peroxidázy u skotu se obvykle dává přednost před přímým stanovením selenu z důvodu menší analytické a finanční náročnosti. Posouzení zásobenosti Se v organismu měřením z GSH-Px je založeno na znalostech biologických funkcí (PAVLATA et al., 2000)

Studie na pasoucích se ovčích poukazují na fakt, že aktivita GSH-Px je ovlivněna půdou, charakteristikou pastvin (ANDRES et al., 1997) a také ročním obdobím v rámci pastevní sezóny (ANDRES et al., 1999). U dojených plemen koz bylo zjištěno, že aktivita GSH-Px v krvi je snížena během poporodního období, což naznačuje určitou míru oxidačního stresu a peroxidaci lipidů. (CELI et al., 2010). SLAVÍK et al. (2008) zjistili zvýšení aktivity GSH-Px u krav krmných kvasnicemi obohacenými selenem ve srovnání s krmnou dávkou obsahující seleničitan sodný a kontrolní skupinou. PILARCZYK et al. (2012) zjistili, že průměrná aktivita GSH-Px v krvi u dojnic stojících na suchu byla více než dvakrát nižší než ve fázi pozdní laktace a více než čtyřikrát nižší než dojnic po porodu na začátku laktace.

3.2.1.12 Trijodtyronin a tyroxin (T3, T4)

Hormony štítné žlázy tyroxin (T4) a trijodtyronin (T3) jsou hormony odvozené od aminokyseliny tyrozinu. Jejich vznik je zabezpečen pomocí organické vazby jodu ve štítné žláze (KROSCWITZ a WINOKUT, 1990). Vychytávání jódu štítnou žlázou a jodace jsou nepostradatelnými činnostmi štítné žlázy, a jejich biologická regulace je zabezpečena tyreotropním hormonem. Stimulací tímto hormonem dochází ke zvyšování epitele folikulů a narůstání počtu mikroklků folikulárních buněk, které neabsorbují tyreoglobulin, jako prekurzor syntézy T3 a T4. Aktivita folikulů štítné žlázy

je závislá a koreluje s jejich rozměry. Menší folikuly s vyšším epitelem mají vysokou aktivitu a opačně (REECE, 1998).

Hormony štítné žlázy jsou syntetizovány kontinuálně. Jejich molekuly jsou ukládány do zásoby následně uvolňovány do krevního oběhu různou rychlostí na základě regulačních mechanismů. Zásobenost tyroidálních hormonů je běžně v řádech několika týdnů. Biologický poločas rozpadu T4 je zhruba 7 dní. U T4 je výrazně kratší a představuje cca jeden den (SCHNEIDERKA, 2006).

Význam tyreoidálních hormonů je především v procesech buněčné diferenciaci, fetálního vývoje a linearitě růstu u nenarozených a mladých jedinců. Podporují hlavně vývoj mozkové a kostní tkáně. Při nedostatku dochází k omezení růstové aktivity. V dospělosti spočívá jejich funkce v regulaci metabolických procesů a reprodukce. Vysoká hladina tyroidních hormonů má u bílkovin ve většině případů katabolický efekt (NORRIS, 1997). Tyroidní hormony jsou součástí komplexních regulačních mechanismů, ovlivňujících steroidogenezi v vaječnicích (SPICER et al., 2001). Bylo dokázáno, že koncentrace T3 a T4 je nižší u zvířat bez ovariální aktivity. Snížení koncentrace T3 bylo asociováno se snižující se hladinou estradiol (SURIYSATHAPORN, 2000)

Aktivita štítné žlázy se zvyšuje úměrně příjmu krmiva (HERSOM et al., 2004). Proto je také stanovována nižší koncentrace tyroidních hormonů u plemen skotu využívaných v systému chovu bez tržní produkce mléka ve srovnání s plemeny dojenými (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Zvýšení sekrece tyreotropního hormonu je dána také vlivem prostředí. V chladných podmínkách dochází ke zvyšování tyroidních hormonů. Trijodotyronin se přímo účastní procesu termogeneze a jeho hladina se v zimním období zvyšuje (SCOTT et CHRISTTOPHERSON, 1993). KAMAL a IBRAHIM (1969) uvádějí snížení aktivity štítné žlázy v letním období o 16 % ve srovnání s obdobím zimním.

Mezi tyroidními hormony a hormonem růstovým byl zjištěn signifikantní vztah. Trijodotyronin společně s kortikoidními hormony stimuluje transkripci STH genu, tzn. dochází k vyšší tvorbě a sekreci růstového hormonu (MURRAY et al., 1993).

Metabolická aktivita trijodotyroninu je výrazně vyšší ve srovnání s tyroxinem, což souvisí také s jeho nižší koncentrací v krevní plazmě. Jeho množství v krvi poukazuje na stav štítné žlázy. Obecně koncentrace trijodotyroninu a tyroxinu korelují, a závisí především na intenzitě syntézy a sekrece, dále pak na síle vazby s přepravní

bílkovinou, odbourávání a vyloučení z těla organismu. Účinek těchto hormonů je samozřejmě úměrný jejich koncentracím, vzhledem k charakteru komplexu hormon-buněčný receptor. Avšak negativně jej může ovlivnit přítomnost inhibitorů a různé interakce (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003).

Množství tyroidních hormonů u skotu závisí na řadě faktorů, mezi něž patří také složení krmiva (RICHARDS et al., 1995). U velké řady živočišných druhů včetně skotu byla popsána pozitivní závislost mezi koncentrací T3 a T4 a energetickou rovnováhou organismu (CAPUCO et al., 2001). Ke snižování jejich plazmatické koncentrace dochází při restrikci krmiva, zvyšování je patrné při vyšších dávkách krmiv (HAYDEN et al., 1993). Podobně také McGUIRE et al., (1991), HORNICK et al. (1998) poukazují na snižování koncentrací tyroidních hormonů v průběhu omezení především energetické složky krmné dávky. Určitý pokles T4 byl zaznamenán vlivem počátku laktace, což autoři vysvětlují adaptací organismu při rozdojování a následné vyšší produkci mléka (TUCKER, 1988; MATAMOROS et al., 2003). Dojnice po porodu, vyznačující se negativní energetickou bilancí mají v krevní plazmě snížené koncentrace T3 a T4 (YAMBAYAMBA et al., 1996; REINERT a WILSON, 1996). Změny koncentrace tyroidních hormonů byly zjištěny při podávání krmných dávek s různým obsahem škrobu (BLUM et al., 2000). BARRETT et al. (1997) poukazují na inhibici syntézy T3 T4 při zkrmování glukosinulátů (např. epiprogoitrin (2 hydroxy-3-butynel), vedoucí k metabolickým poruchám organismu (CARLSON a TOOKEY, 1983; BARRAT et al., 1997). Také některé alkaloidy, jako např. ergotamin obsažený v kostřavě rákosovité, narušují endokrinní činnost štítné žlázy (TEPASCE et al., 1993; BROWNING et al., 1998).

Průměrné hodnoty tyroidních hormonů v krevní plazmě skotu se různí dle jednotlivých autorů, kteří tyto parametry sledovali. NIKOLIČ et al. (1997) uvádějí průměrné hodnoty 1 nmol.l^{-1} T3 a 30 nmol.l^{-1} T4, a považují tyto hodnoty za fyziologické. CONTRERAS et al., (1999) stanovili hodnoty T3 1.40 nmol.l^{-1} a T4 $41,1 \text{ nmol.l}^{-1}$. SLEBODZINSKI (1981) však uvádějí hodnoty T4 vyšší, v závislosti na plemenné příslušnosti, a to v rozmezí $47 - 96 \text{ nmol.l}^{-1}$.

CABARAUX et al., (2005) poukazují u skotu na pokles průměrných hodnot v průběhu dospívání přibližně o 25%, a přisuzují tento jev rozdílné intenzitě metabolismu zvířat. U krav uvádějí průměrné koncentrace plazmatického T3 $1,3 \text{ nmol.l}^{-1}$

¹ a T4 52,2 nmol l⁻¹. BITMAN et al. (1994) stanovili průměrné hodnoty T3 u dojnic v rozpětí 0,94 – 1,58 nmol.l⁻¹ a T4 42 – 50 nmol.l⁻¹.

Změny tyroidních hormonů v krevní plazmě skotu byly zjištěny v souvislosti s dotací mikroprvky v krmné dávce, především selenu a jodu (AWADEH et al., 1998). Koncentrace jodu je spojená se syntézou tyroidních hormonů, selen jako důležitý antioxidant ovlivňuje pozitivně funkci štítné žlázy, a koncentrace T3 a T4 se jeho přidavkem zvyšují (ROWNTREE a al, 2004).

3.2.2 Minerální látky

Minerální látky a vitaminy jsou pro růst a reprodukci zcela nezbytné, účastní se v organismu mnoha biochemických procesů. Jsou součástí tkání a orgánů, složky tělesných tekutin a katalyzátory v enzymatických procesech. Minerální látky, které jsou pro zvířata obzvlášť důležité, se dělí na makroprvky – Ca, P, Na, K, Mg, S, Cl a mikroprvky – Fe, I, Cu, Zn, Mn, Co, Mo, Se, F, Ni, Cr, Sn, Si, Va. Esencialita byla prokázána u arsenu, kadmia, olova a několika dalších prvků. Mikroelementy jsou na rozdíl od makroelementů obsaženy ve tkáních ve velmi malých množstvích, řádově mg/kg. Stopové prvky jsou pro organismus nezbytné, jejich koncentrace ve tkáních je relativně konstantní a deficit způsobuje stejné biochemické a morfologické změny. U skotu se v našich podmínkách setkáváme s primárními i sekundárními karencemi některých stopových prvků, u telat se jedná především o selen a zinek, u jalovic a krav o měď, selen, zinek a jod. Karenční stavy se mohou vyskytovat ve formě subklinické i klinické a v různých kombinacích jednotlivých mikroprvků. Karence u telat inhibují růst a vývoj, narušují imunitu, zvyšují tak morbiditu i mortalitu. U krav se jedná především o sníženou užitkovost a poruchy reprodukce. Minerální látky, které ovlivňují reprodukci u skotu patří hlavně do skupiny mikroprvků, avšak nedostatek vápníku a fosforu může mít na plodnost také negativní účinky. Klíčem k účinnosti minerálních látek není jejich biologická dostupnost, ale biologická aktivita. Tím se liší organické formy minerálních látek od anorganických. Cheláty stopových prvků zlepšují plodnost tím, že vytvářejí příznivější nitroděložní prostředí, zvýrazňují příznaky říje, přispívají k lepšímu oplození a snižují pravděpodobnost embryonální mortality. Bioplexy stopových prvků pozitivně ovlivňují porody životaschopných telat a minimalizují úhyny telat v prvních týdnech po narození.

3.2.2.1 Vápník

Vápník je nejvíce zastoupený minerální prvek v těle zvířat. Zhruba 97 – 99 % je situována do kostí a zubů, do extracelulárních tekutin a jako součást membránových struktur také do měkkých tkání. Je nepostradatelný v procesu hemokoagulace jako aktivátor přeměny proenzymů. V krevní plazmě se vyskytuje v průměrné koncentraci u savců $2,25 - 3 \text{ mmol.l}^{-1}$. Nachází se zde ve formě iontů (50 %), ve vazbách na soli (8 – 10 %) - kalciumcitrát, kalciumhydrogenfosfát, kalciumhydrogenkarbonát a ve vazbě na organické látky jako např. albumin. Podíl ionizované frakce stoupá v případě snížení pH krve.

Resorpce vápníku je zabezpečena pasivní difuzí především v tenkém střevě a to v případě, že chymus obsahuje velké množství tohoto prvku. Při zvýšené potřebě, např. z důvodu ztráty vápníku mlékem v období laktace nebo z důvodu gravidity, vstřebává se vápník aktivním transportem za spotřeby energie. Cesta resorpce je závislá na hladinách některých hormonů a to především parathormonu, kalcitriolu a specifického proteinu poutající vápník.

Při vysokém obsahu vápníku v krmné dávce je snížena utilizace fosforu, hořčíku a zinku. Vápník není látkou toxickou, ale může způsobit řadu zdravotních problémů, především u zvířat s intenzivní produkcí. Nejčastějšími onemocněními dospělých jedinců je osteomalacie a osteoporóza, u mláďat vývojové poruchy kostry (křivice). Např. u dojnic se často vyskytuje tzv. poporodní paréza, ale také u koz a bahnic (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003)

Délka akčního potenciálu s myokardu je řízena změnami vstupu vápníku do buňky, stejně jako kontraktilní síla srdečního svalu. Koncentrace Ca v buňkách je nízká, okolo $0,1 - 0,01 \text{ nmol.l}^{-1}$, což je způsobeno neustálým odstraňováním vápníku z cytoplazmy buněk. Jako kalmodulin ovlivňuje růst buněk a zabezpečuje aktivitu řady vnitrobuněčných enzymů.

Vápníku je prisuzována schopnost omezit nežádoucí působení vodíku, draslíku a hořčíku při porušení rovnováhy mezi procesy excitace a inhibice v nervové tkáni, vyvolané výše zmíněnými prvky. Vápníkové ionty snižují propustnost buněčných membrán pro nežádoucí látky a zvyšují intenzitu fagocytózy leukocytů (SOVA et al., 1990).

Vápník je antagonistou draslíku a také do určité míry hořčíku. Vápenaté sloučeniny snižují působí protizánětlivě a antiexudativně. Vyvázáním vápenatých iontů z krve antikoagulačními prostředky se krev stává nesrážlivou (ZIMA a ZWICK, 1990).

Rozpustnost sloučenin vápníku a s tím související úroveň vstřebávání je podpořena kyselým pH chymu. Zásadité prostředí v části střeva prostup vápníku inhibuje. Nedostatečná tvorba HCl v žaludku resorpci vápníku ve dvanáctníku snižuje. Kyselina chlorovodíková mění uhličitan vápenatý na jednoduše resorbovatelný chlorid vápenatý (KOMÁREK, 1971). Vstřebávání v duodenu přispívá také mléčný cukr - laktóza, správný poměr aminokyselin, mastných kyselin i dalších lipidů. Kyselina šťavelová (oxalát) inhibuje resorpci z toho důvodu, že napomáhá tvorbě nerozpustného kalciumoxalátu (BOĎA et LEBEDA, 1972). Mezi další inhibiční látky snižující resorpci vápníku patří také fosfor, draslík, hliník, železo, amoniak, apod. Zrychlením pasáže chymu v tenkém střevě se také snižuje míra využití vápníku, např. při tvorbě vápenatých mýdel při zkrmování diety bohaté na tuky (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

ILLEK et al. (2006) stanovili $1,25 \text{ mmol.l}^{-1}$ vápníku u krav se syndromem ulehnutí po porodu. Nadbytek vápníku v dietě nevyvolá intoxikaci, ale negativně ovlivňuje resorpci fosforu, hořčíku a zinku (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Nadbytek vápníku v krvi se projevuje současně s hyperparatyroidismem. Může být vyvolán podáním příliš velkých koncentrací vitamínu D. (BOĎA et LEBEDA, 1972). Hypokalcemie může být příčinou sníženého tonu hladké svaloviny gastrointestinálního traktu vedoucím k dilatacím a dislokacím slezu, může vést v reprodukčním aparátu k zadržování placenty, opožděným involucím dělohy a k následným zánětům dělohy. Tyto důvody potom narušují reprodukční parametry zvířat, jako inseminační interval a servis perioda, při současném zhoršeném zabřezávání. Vylučovací soustavou se z organismu odstraňuje pouze velmi malé množství vápníku a to i při překrmování Ca. Ve vyšší míře se vápník vylučuje při demineralizaci kostí, metabolické acidóze a poškození ledvin.

JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003) uvádějí referenční rozmezí koncentrace vápníku pro skot $2,25 - 3 \text{ mmol.l}^{-1}$. ZIMA et ZWICK (1990) zjistili obsah vápníku v krevním séru hospodářských zvířat $2,0 - 3,2 \text{ mmol.l}^{-1}$. ARENDARČÍK (1988) uvádí obsah vápníku v krevním séru dospělého skotu $2,45 \text{ mmol.l}^{-1}$.

CRNKIC et al. (2010) zaznamenali zvýšení koncentrace plazmatického vápníku vlivem suplementace solí (Cl^- a S^{2-}) do krmné diety. BELIBASAKIS et al. (1997) sledovali vliv kukuřičné a vojtěškové siláže na úroveň vápníku v krevním séru u dojnic v období 60 – 100 dnů po porodu. Nejistili průkazný rozdíl v koncentraci vápníku v krevním séru mezi krmnými dávkami. DEMETEROVÁ et al. (2002) sledovali vliv doplňku tuku a bílkovin na vybrané parametry vnitřního prostředí u dojených krav na 3. laktaci v období do 70 dnů po porodu. Uvádějí průměrné hodnoty 2,47 – 2,54 mmol.l^{-1} .

DOLEŽEL et al. (1991) uvádějí, že hodnoty plazmatického vápníku u dojnic se zvyšují do 20. dne po porodu a v období do 45 dnů po porodu stanovili průměrné hodnoty v rozmezí 2,20 až 2,66 mmol.l^{-1} .

DUBREUIL a LAPIERRE (1997) uvádějí referenční hodnoty vápníku laktujících holštýnských krav. V krevní plazmě dojnic na konci laktace zaznamenali koncentrace plazmatického vápníku v rozmezí 2,35 – 2,43 mmol.l^{-1} .

GOFF a HORST (1997) zaznamenali u dojnic, že pokles vápníku v krevní plazmě v období porodu snižuje kontraktilitu předžaludku, především slezu, jež je příčinou atonie a roztažení slezu. Příznaky poporodní parézy zaznamenali při koncentraci vápníku okolo průměrných hodnot 0,99 mmol.l^{-1} . V experimentu zaznamenali 10 – 15 % vysokobřezích krav se subklinickou hypokalcémií (koncentrace plazmatického vápníku méně než 1,87 mmol.l^{-1}) v období do 10. dne po porodu.

KUDLÁČ et al. (1995) nezaznamenali statisticky průkazné změny průměrných hodnot plazmatické koncentrace vápníku mezi dojnicemi se zadržanou placentou a klinicky zdravými zvířaty.

3.2.2.2 Fosfor

Je druhým nejvíce zastoupeným minerálním prvkem v živočišném organismu. Cca 80 – 90 % je situováno v kostech a zubech v anorganické formě (hydroxyapatit, fosforečnan vápenatý, fosforečnan hořečnatý a sodný). Zbývajících 10 – 20 % je umístěno v tělních tekutinách a ostatních tkáních, především v organické formě (fosfolipidy, fosfoproteiny, nukleoproteiny apod.). Vyšší koncentrace fosforu je ve svalové tkáni, červených krvinkách a tkáni nervové. V krevní plazmě se fosfor nachází jako organický i anorganický. Univerzálnost fosforu je dána jeho účastí ve většině metabolických procesů, zasahuje do metabolismu bílkovin, cukrů, vitaminů,

minerálních látek i aminokyselin. Je nepostradatelnou částí makroergních sloučenin (ATP, ADP, AMP, cAMP, kreatinfosfát, apod.) jako hlavního zdroje energie pro funkci všech buněk. Resorpce fosforu probíhá v žaludku, u přežvýkavců také v předžaludcích, v tenkém a a neúplně i v tlustém střevě. Fosfor se resorbuje výhradně ve formě kyseliny fosforečné a jejích sloučenin (KOMÁREK, 1971).

Nevýznamná je využitelnost fosforu ve formě nerozpustných fyátů, naopak dobře rozpustné formy jsou bez problému resorbovatelné. U přežvýkavců je využitelnost fyátové formy fosforu vyšší. Vyšší koncentrace vápníku, hořčiku, hliníku a železa v chymu snižuje míru vstřebávání.

Vysoká koncentrace fosforu inhibuje transformace vitamínu D na kalcitriol, tlumí resorpci vápníku, zinku a železa. Nedostatek fosforu v krmné dietě narušuje vývoj kostí což vede k výskytu rachitidy a celkovému omezení růstu a vývoje jedince (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003). Podle ZEMANA (2002) nedostatek fosforu snižuje užitkovost. BOĎA et LEBEDA (1972) uvádějí, že hypofosfatémie se vyskytuje při sníženém přívodu fosforu dietou (afosforóze). Hodnoty sérového fosforu odrážejí hlavně nedostatečný aktuální příjem fosforu v dietě (WHITAKER a al, 1998).

CHELLIAH et al. (2008) studovali vliv zkrmování pícnin na pastvě krav na obsa plazmatického fosforu. Průměrné koncentrace v krevní plazmě byly stanoveny jako vyšší než kritická hodnota $1,45 \text{ mmol.l}^{-1}$ a pohybovaly se v rozmezí $2,16 \text{ mmol.l}^{-1}$ a $2,19 \text{ mmol.l}^{-1}$.

MAPLESDERN et al. (1959) zjistili u krav ustájených ve stáji průměrnou hodnotu fosforu v krevní plazmě $1,91 \text{ mmol.l}^{-1}$ u krav pasených průměrnou hodnoty $1,84 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Podle ZIMY et ZWICKA (1990) se fosfor nachází v krevní plazmě hospodářských zvířat v rozmezí $2,5 - 6,6 \text{ mmol.l}^{-1}$, z toho přibližně jedna čtvrtina jako fosfor anorganický. JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003) uvádějí koncentraci anorganického fosforu v krevní plazmě skotu v průměru 2 mmol.l^{-1} . ARENDARČÍK (1988) stanovil obsah fosforu v krevním séru dospělých krav $2,13 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Fosfor se jako součást nárazníkové soustavy účastní udržování pH extracelulárních i intracelulárních tekutiny. Jeho nárazníková kapacita, výkyvy pH krve úplně nepotlačí, ale značně zmírní (TROJANA, 1987).

U polygastrů je fosfor využíván při fermentaci krmiva v předžaludku. Je nepostradatelným růstovým faktorem mikroorganismů předžaludku, nutný pro syntézu

digesčních a fermentačních enzymů, umožňujících syntézu těkavých mastných kyselin, proteinu a vitaminů skupiny B. Zasahuje obdobně také do štěpení celulózy.

U přežvýkavců se na udržení homeostázy fosforu podílejí parathormon, vitamin D a slinné žlázy. Parathormon a vitamin D umožňují aktivní resorpci fosforu v duodenu a ovlivňují metabolismus kostní tkáně. Parathormon uvolňuje vápník a fosfor ze skeletu a podporuje reabsorpci těchto prvků v ledvinách. Vitamin D je naopak nezbytný v procesu mineralizace kostní tkáně při ukládání vápníku a fosforu. Při hypofosfatémii je stimulována syntéza kalcitriolu nezávisle na koncentraci vápníku a dochází ke zvýšení aktivní resorpci fosforu v duodenu (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

Zvýšená hladina fosforu v séru byla zjištěna u pokusné skupiny při hodnocení vlivu indukce porodů krav vlivem aplikace intramuskulárně 500 mg syntetického analogu prostaglandiny na vybrané indikátory krve telat (BOUDA et al., 1994). KUDLÁČ a at. (1995) poukazují na výrazný pokles hladiny plazmatického fosforu u krav se zadržanou placentrou.

DEMETEROVÁ et al. (2002) stanovili průměrná koncentraci plazmatického fosforu po 16. dnech od porodu 1,30 - 1,69 mmol.l⁻¹. Po 36 dnech byl zjištěn obsah fosforu 1,41 - 1,62 mmol.l⁻¹.

DOLEŽEL et al. (1991) zkoumali biochemické změny v parametrech periferní krve u dojných krav během 45 dní po porodu v pětidenních intervalech. Průměrné obsahy fosforu (1,75 – 2,27 mmol.l⁻¹) stoupaly do 20. dne po porodu.

DUBREUIL a LAPIERRE (1994) při sledování referenčních hodnot fosforu u laktujících holštýnských krav došli k závěru, že všechny hodnoty stanovené ze vzorků krve telat i laktujících krav se nacházejí ve fyziologickém rozmezí pro danou kategorii. Hladina fosforu v plazmě sledovaná u telat činila ve věku 8 týdnů 1,99 mmol.l⁻¹, 12 týdnů 2,13 mmol.l⁻¹, 16 týdnů 2,14 mmol.l⁻¹ a 20 týdnů 2,28 mmol.l⁻¹. Ve vzorcích krve dojnic odebraných získaných v průběhu 2. měsíce laktace činila hladina vápníku v 1. den odběru 1,53 mmol.l⁻¹, 15. den odběru 1,74 mmol.l⁻¹, 29. den 1,68 mmol.l⁻¹, 43. den 1,74 mmol.l⁻¹ a 57. den 1,71 mmol.l⁻¹. Stanovili sníženou hladinu fosforu v krvi oproti referenčnímu rozmezí, které uvádí SHAFFER et al. (1981) a ROUSELL et al. (1982), což souvisí s tím, že obsah fosforu klesá s věkem zvířete. U sledovaných zvířat byla v rámci celého experimentu jako průměrná hodnota udávána 1,4 mmol.l⁻¹.

3.2.2.3 Hořčík

Hořčík je obsažen v organismech živočichů v malém množství pohybujícím se okolo 0,05 % hmotnosti těla. Většina (až 70 %) je uloženo ve skeletu (ZIMY a ZWICKA, 1990). Jen 1 % se vyskytuje v extracelulárních tekutinách a v měkkých tkáních. Poměrně vysoká hladina hořčíku byla stanovena v kosterní svalovině, játrech a nervové tkáni (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

Podobně jako fosfor je důležitým prvkem pro mikroorganismy předžaludku. V krvi se vyskytuje především v červených krvinkách. Jeho koncentrace se zaznamenává změny pouze při výrazné karenci nebo poruchách metabolismu organismu. V krevní plazmě dosahují hladiny hořčíku průměrných hodnot 0,7 – 1,4 mmol.l⁻¹. Jeho relativně neměnná koncentrace je závislá na obsahu v krmné dávce a úrovni vstřebávání (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003)

Resorpce se uskutečňuje aktivně i pasivně. U přežvýkavců se je místem resorpce již předžaludek, slez a následná intenzivní resorpce probíhá ve dvanáctníku. Díky vysokým hladinám ostatních prvků (vápník, draslík) a také dusíkatých látek v chymu se úroveň vstřebávání snižuje. Celková potřeba hořčíku je nízká. Díky tomu jsou zásoby hořčíku v těle živočichů malé, zejména pak u starších zvířat. Při krátkodobé karenci hořčíku v krmné dietě je možné sledovat změny jeho koncentrace v krvi i v moči (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003).

Nadbytek tohoto prvku je spíše výjimečný a působí zrychlení peristaltiky střev. Koncentrace hořčíku v krevní plazmě se pohybuje v rozmezí 0,7 - 1,4 mmol.l⁻¹ (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). ZIMA et ZWICK (1990) stanovili v krevním séru hospodářských zvířat průměrně 1,2 - 2,0 mmol.l⁻¹. ARENDARČÍK (1988) uvádí obsah hořčíku v krevní séru dospělého skotu 0,78 mmol.l⁻¹. Podle TROJANA (1987) je i část hořčíku podobně jako vápník vázána na plazmatické bílkoviny. WHITAKER et al. (1998) uvádějí referenční rozmezí koncentrace hořčíku v krevní plazmě 0,8 – 1,3 mmol.l⁻¹.

Hořčík ovlivňuje permeabilitu membrán, nervovou činnost, nervosvalovou dráždivost, zasahuje do imunitních reakcí těla a je součástí nebo aktivátorem více jak sta různých enzymů, jejichž prostřednictvím zasahuje do metabolismu aminokyselin, nukleových kyselin, bílkovin, sacharidů, lipidů, minerálních látek a vitaminů

(JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Podle SOVY et al. (1990) se zúčastňuje syntézy bílkovin tím, že aktivuje ribosomy.

Podle ZIMY et ZWICKA (1990) se chová hořčík vůči vápníku a fosforu v živočišných organismech antagonisticky. CRNKIC et al. (2010) studovali vliv na koncentraci hořčíku v krevní plazmě přidáním aniontových solí (Cl^- a S^{2-}) do krmné dávky. U kontrolní skupiny byla koncentrace hořčíku v plazmě 1,06 mmol.l⁻¹ a u sledované skupiny hladina klesla na 0,9 mmol.l⁻¹.

U přežvýkavců je hořčík významným prvkem pro bachorové mikroorganismy. Je důležitý pro jejich rozmnožování, pro tvorbu trávicích enzymů, pro syntézu mikrobiální bílkoviny a těkavých mastných kyselin (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

Podle TROJANA (1987) snižuje dráždivost kosterního svalstva a tlumí činnost centrální nervové soustavy. Vysoká hladina hořčíku má narkotické účinky.

V rámci svalové práce se účastní vylučování svalového aktinu a myozinu, které mají význam pro kontrakci svalů. Současně se podílí zabezpečení energetických potřeb pro vlastní smrštění, uvolněním z vazeb makroergních sloučenin. Nemalým významem se uplatňuje při aktivaci fosforu a jeho organických sloučenin (ATP) v procesu oxidační fosforylace (SOVA et al., 1990).

U telat v období kolostrální výživy se hořčík resorbuje ve slezu, tenkém i tlustém střevě, přičemž míra resorpce je velmi vysoká, 80 – 90 %. Po příjmu strukturální vlákniny se míra resorpce v tlustém střevě omezuje a hořčík se vstřebává převážně v předžaludku, slezu a duodenu, a to mírou resorpce 30 -35 %.

K významnému omezení vstřebávání hořčíku dochází při alteraci sliznice trávicího ústrojí, při zánětlivých procesech na sliznicích a při dietetických závadách (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Indigesce u přežvýkavců, především alkalóza bachorového obsahu, významně snižuje resorpci hořčíku až na 5 – 10 %. Nadbytek vápníku, draslíku, strukturální vlákniny a dusíkatých látek v krmné dávce negativně ovlivňuje absorpci hořčíku.

Hypomagnezemie se vyskytuje při pastevní, stájové a transportní tetanii, při mléčné tetanii u telat a při průjmových onemocněních. K mírnému zvýšení dochází při porodní paréze a metabolické acidóze.

Hypomagnezemie se může za určitých podmínek vyskytnout u laktujících krav spásajících bujnou pastvu. U mladých zvířat to není běžné. Nicméně podobné podmínky

mohou navodit subklinický minerální deficit. Pokud se tak stane, může dojít k redukcí tempa růstu a také přímo k ovlivnění potřeby minerálních látek nebo oslabení bachorového trávení (GRUNES et al., 1984). MINSON (1990) sleduje poměr $K/(Ca+Mg)$. Pokud překročí 3 meq, pravděpodobnost výskytu hypomagnesemie u krav se zvyšuje na více než 15 %. Tito autoři se domnívají, že hladina hořčíku v krvi odráží okamžitý denní příjem, spíše než rezervy, které nejsou rychle dostupné. Tzn., že je skot ovlivněn nízkým obsahem hořčíku v dietě. Nicméně hypomagnézemie začíná při hodnotě hořčíku nižší než $0,7 \text{ mmol.l}^{-1}$ a symptomy se začínají objevovat při úrovni hořčíku pod $0,4 \text{ mmol.l}^{-1}$.

BOĎA et LEBEDA (1972) uvádějí, že při akutní hypomagnézemii u přežvýkavců náhle poklesne koncentrace hořčíku v séru, v průběhu 2 dní o 50 % a často klesá v séru i vápník. Tento rychlý pokles hořčíku je provázený sníženou produkcí mléka, záškuby svalů, dále klonickými a tonickými křečemi a smrtí. Chronickou formu charakterizuje strnulá chůze. Vznik hypomagnézemie telat ve věku 2-6 měsíců úzce souvisí s krmením plnotučným mlékem abnormálně dlouho. Během několika týdnů se vyčerpají rezervy hořčíku z kostí, protože jeho množství v mléku není přiměřené pro zabezpečení požadavku rychlého růstu starších telat. Během zimního, resp. podzimního krmení se pomalu vyvíjí tzv. sezónní anebo zimní hypomagnézemie, kterou je možné připisovat především deficienci hořčíku v dietě, jeho nízkým přívodem v krmivu a jeho ztížené absorpci. Typická akutní klinická hypomagnézemie u krav a býků se objevuje na jaře anebo na podzim při jejich vyhnání na bujnou pastvu, která obvykle má normální obsah hořčíku. Převládající příčinou akutní hypomagnézemie je porucha čisté absorpce hořčíku. Snížení absorpce hořčíku může být snížením skutečné absorpce hořčíku anebo zvýšením endogenní exkrece hořčíku do trávicího traktu, stejně jako kombinací obou procesů.

GRÜNWALD et al. (2005) uvádějí, že protože hladina hořčíku v krvi odráží okamžitý denní příjem, spíše než rezervy, které nejsou rychle dostupné, je pravděpodobné, že je skot ovlivněn nízkým obsahem hořčíku v dietě. Nicméně hypomagnézemie začíná při hodnotě hořčíku nižší než $0,7 \text{ mmol.l}^{-1}$ a symptomy se začínají objevovat při úrovni hořčíku pod $0,4 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Zvýšený příjem hořčíku je ojedinelý, způsobí pouze zrychlení peristaltiky střev, ale intoxikaci nevyvolá. Injekční aplikace vysoké dávky hořčíku *intra venam* může

vyvolat somnolenci, hořčikovou narkózu a zástavu srdce (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

BELIBASAKIS et al. (1997) nezaznamenali výrazné rozdíly v koncentraci plazmatického sérového hořčíku u skupin dojnic krmených dávkou s převahou kukuřičné siláže nebo vojtěškové senáže v období 60 až 100 dní do porodu. DEMAEROVÁ et al. (2002) zaznamenali nepatrný vliv doplňku tuku a bílkovin na obsah hořčíku v krevní plazmě krav.

BIRES et al. (1994) zkoumali klinické a laboratorní nálezy u jalovic vystavených vlivu dietetického přídatku hořečnatého popílku během padesátidenního experimentu. V porovnání s počátečními hodnotami se koncentrace hořčíku v krevním séru průkazně jalovic průkazně zvyšovala od 12. dne sledování. Hořčíkové zatížení u jalovic se negativně projevilo na koncentraci sérového hořčíku.

Průměrnou koncentraci hořčíku $0,86 - 1,15 \text{ mmol.l}^{-1}$ v krvi dojnic během 45 dní po porodu v pětidenních intervalech, která se od 25. dne po porodu zvyšovala, zjistili DOLEŽEL et al. (1991). KUDLÁČ a at. (1995) sledovali metabolický profil v poporodním období u krav se zadržanou placentou. U obou skupin, tedy i u skupiny dojnic kde nebyla placenta zadržena, se hodnoty hořčíku pohybovaly v rozpětí referenčních hodnot, zřídka se objevily statisticky neprůkazné rozdíly.

3.2.2.4 Sodík

Řadí se mezi biogenní prvky a je v těle organismu obsažen z $0,13 - 0,2 \%$ z celkové hmotnosti těla. U starších jedinců se koncentrace sodíku snižuje a naopak u mláďat je jeho obsah poměrně vysoký. Je jednou z hlavních součástí extracelulární tekutiny. V buněčném prostředí je obsažen v malém množství. Důležitou rolí sodíku je udržovat osmotický tlak a acidobazickou rovnováhu. Dále je podstatnou součástí transportu látek a produktů metabolismu skrz buněčnou membránu. Je důležitý pro udržení správného pH v předžaludku. V krvi je jeho koncentrace nejvyšší v krevní plazmě, kde se téměř nemění. Změna koncentrace znamená, že došlo k porušení vnitřního prostředí organismu nebo jiným poruchám. V krevních buňkách je jeho obsah minimální. (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003)

Vstřebávání sodíku se uskutečňuje v rámci celého úseku trávicího ústrojí, a to aktivně. U polygastrů dochází k resorpci i v batoru. Sodík může být vylučován

i potem, a to tehdy má-li zvíře velké množství potních žláz a je vystaveno nadměrné zátěži. JELÍNEK, KOUDELA et al. uvádějí, že potřeba sodíku v krmné dávce je v průměru 0,2 – 0,3 % sušiny.

Při vysokém množství sodíku v krmné dávce a nedostatečném množství vody dochází k výskytu nechutenství, poruchám trávení a intoxikaci. Ta se vyznačuje nervovými poruchami, vznikem křečí a končí častým úhynem. Nízký obsah sodíku vyvolává sníženou žravost, zpomaluje růst, snižuje produkci mléka a plodnost. Jeho následkem je dále dehydratace, svalová slabost a projevy lízavky (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003).

Ke změnám koncentrace sodíku mimo uvedené rozmezí dochází při výrazných poruchách vnitřního prostředí organismu, především poruchách acidobazické rovnováhy, poruchách regulace a některých závažných onemocněních.

Homeostáza sodíku je řízena mineralokortikoidy, kde největší roli hraje aldosteron. Ten stimuluje zpětnou resorpci sodíku a exkreci draslíku, hořčíku, vodíku a amoniaku v ledvinách.

Zvláště dlouhodobý nedostatek snižuje žravost zvířat, intenzitu růstu, produkci mléka a narušuje plodnost. U zvířat dochází k dehydrataci, svalové slabosti a k projevům lízavky. Za současného nedostatku vody vyvolává nechutenství, poruchy trávení a může vést až k intoxikaci. Přežvýkavci jsou tolerantní ke vyššímu příjmu sodíku.

CRNKIC et al. (2010) sledovali vliv přidání aniontových solí (Cl^- a S^{2-}) do krmné dávky na koncentraci sodíku v krevní plazmě. Krevní plazma kontrolní skupiny obsahovala $136,83 \text{ mmol.l}^{-1}$ sodíku a u sledované skupiny stoupla na $138,2 \text{ mmol.l}^{-1}$.

3.2.2.5 Draslík

Draslík je hlavním kationtem intracelulární tekutiny a je významnou složkou extracelulární tekutiny. Tvoří přibližně 0,2 – 0,3 % hmotnosti těla. Nejvíce draslíku obsahuje svalová a jaterní tkáň. V buňce má draslík stejnou funkci jako sodík v extracelulární tekutině. Mezi jeho základní funkce patří ovlivňování aktivity enzymů, acidobazické rovnováhy, permeability membrán, osmotického tlaku, kontraktility, tonu svalstva včetně srdečního svalu a podílí se na přenosu vzruchu (JELÍNEK, KOUDELA

et al., 2003). Tato dráždivost závisí na relativní distribuci draslíku mezi nitrem buňky a extracelulárním prostorem (TRÁVNÍČEK, 1977).

Má zásadní význam pro dělení buněk a syntézu bílkovin. Zapřičiňuje dehydrataci bílkovin a snižuje tak jejich bobtnací schopnost (ZIMA a ZWICK, 1990).

Podle SOVY et al. (1990) má draslík úzký vztah k metabolismu bílkovin i sacharidů. Při biosyntéze glykogenu v buňce do ní draslík proniká, naopak při štěpení glykogenu přechází z buňky do intercelulární tekutiny. Při svalové práci spojené se štěpením glykogenu opouštějí ionty draslíku svalovou tkáň a hromadí se v játrech, jestliže svaly nepracují, ionty draslíku se do nich vracejí. Podle ZEMANA (2002) ovlivňuje ukládání glykogenu v játrech. Je antagonistou vápníku, sodíku a hořčíku (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

Koncentrace draslíku v krvi je poměrně stálá, přičemž v erytrocytech je přibližně dvacetrkrát vyšší než v krevní plazmě. Rozdíl v koncentraci draslíku v erytrocytech a krevní plazmě je aktivně udržován metabolickou pumpou. Koncentrace draslíku v krevní plazmě činí 3,6 – 5 mmol.l⁻¹ (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003) dále uvádějí obsah draslíku v krevní plazmě skotu 4,3 mmol.l⁻¹. ZIMA et ZWICK (1990) publikují obsah draslíku v krevní plazmě hospodářských zvířat 4 - 6 mmol.l⁻¹. ARENDARČÍK (1988) stanovil obsah draslíku v krevním séru dospělého skotu 5,2 mmol.l⁻¹.

Draslík se velmi snadno resorbuje převážně v tenkém střevě. U přežvýkavců dochází k resorpci draslíku i v batoru. Z organismu se draslík vylučuje prostřednictvím ledvin. Obsah draslíku v moči je přímo úměrný příjmu draslíku dietou. Čím vyšší je příjem draslíku, tím vyšší je jeho koncentrace v moči. Vylučování výkaly je minimální.

Homeostáza draslíku je jemně regulována. Extracelulární koncentrace draslíku je udržována ve fyziologickém rozmezí jednak přesunem mezi extracelulární a intracelulární tekutinou, dále vylučováním prostřednictvím ledvin a v malé míře vylučováním tlustým střevem. Nejvíce draslíku obsahuje svalová a jaterní tkáň. V buňce má draslík stejnou funkci jako sodík v extracelulární tekutině. Ovlivňuje acidobazickou rovnováhu, osmotický tlak, aktivitu enzymů, permeabilitu membrán..

Při zvýšené koncentraci draslíku v extracelulární tekutině, např. po zvýšeném příjmu draslíku potravou, dochází ke zvýšené sekreci inzulinu, který podpoří přestup draslíku do buněk a tím sníží koncentraci draslíku v extracelulární tekutině. Vstup

draslíku do buněk stimuluje i aldosteron a adrenalin, dochází k němu i v průběhu metabolické alkalózy. Rozhodující roli v homeostáze draslíku mají ledviny. Čím více je v distálním tubulu resorbován sodík, tím více je secernován draslík. Vysoká míra vylučování draslíku brání vylučování vodíkových iontů a může vyvolat poruchy acidobazické rovnováhy. Potřeba draslíku je u zvířat poměrně vysoká. Krmné dávky však obsahují dostatečné množství draslíku, takže s jeho karencí se neseťkáváme. U přežvýkavců, zvláště v období pastvy, je příjem draslíku velmi vysoký a může negativně ovlivnit zdravotní stav zvířat (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

S projevy nedostatku draslíku se můžeme setkat u mláďat v období mléčné výživy a v období přechodu na objemnou krmnou dávku, dále při onemocnění trávicího traktu. K deficitu dochází i při chronických průjmových onemocněních u telat, kdy dochází k velkým ztrátám draslíku. Nedostatek draslíku navozuje různý stupeň hypokalémie, ale především dochází k poklesu koncentrace draslíku v buňkách tkání a orgánů. U zvířat se vyskytuje nechutenství, svalová slabost, poruchy srdeční činnosti, které lze zaregistrovat i změnami EKG. Ke snížení koncentrace draslíku v krevní plazmě (hypokalémii) dochází při průjmech, dlouhodobém hladovění, zvracení a při zvýšené činnosti předního laloku hypofýzy a kůry nadledvin. Hypokalémie se vyskytuje i v průběhu narkózy, v pooperačním období a po dlouhodobé metabolické acidóze (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Podle ZEMANA (2002) dochází k dekalciifikaci kostry, ztrátě chlupů a zpomalení růstu. BOĎA et LEBEDA (1972) uvádějí, že většina krmiv obsahuje přiměřené množství draslíku, a proto dietní deficiencie se prakticky nevyskytuje.

Zvýšený příjem draslíku je zvláště u skotu častější. Narušení zdravotního stavu vzniká především tehdy, vyskytuje-li se současně s přebytkem draslíku nedostatek sodíku. Draslík omezuje resorpci hořčíku a tím napomáhá ke vzniku tetanií, u krav v poporodním období zpomaluje involuci dělohy, spolupůsobí při vzniku ovariálních cyst, snižuje žravost zvířat a jejich produkci. Enormní hyperkalémie, která může být důsledkem vysokého příjmu draslíku nebo je důsledkem špatného vylučování draslíku při onemocnění ledvin, vyvolává poruchy srdeční činnosti, změny EKG a může vyvolat zástavu srdce. Výjimečně se můžeme setkat i s intoxikací draslíkem, a to u telat. Většinou se však jedná o spolupůsobení více činitelů. Ke zvýšení hladiny draslíku (hyperkalémii) dochází při metabolické acidóze, šoku, dehydrataci, při rozsáhlých

zánětlivých procesech a při poruchách regulace, zpravidla při onemocnění nadledvin (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

Zvyšování koncentrace draslíku v krevní plazmě pasoucích se jalovic plemene Aberdeen Angus vlivem přídatku kukuřičného zrna a kukuřičného škrobu zaznamenali ARELOVICH et al. (2003). Uvádějí průměrné hodnoty hladiny draslíku u jalovic v kontrolní skupině 3,78 mmol.l⁻¹, ve skupině s přídatkem kukuřičného zrna 4,47 mmol.l⁻¹ a ve skupině s přídatkem kukuřičného škrobu 4,63 mmol.l⁻¹. Zaznamenali snižování koncentrace v závislosti na věku zvířat zařazených do sledování.

Při porovnávání vlivu podávání kukuřičné siláže a vojtěškové senáže na krevní komponenty u dojníc v období 60 až 100 dnů po porodu nebyly shledány žádné rozdíly v koncentraci hořčíku v krevním séru mezi zkoumanými krmnými dávkami (BELIBASAKIS et al., 1997).

DUBREUIL a LAPIERRE (1994) stanovovali referenční hodnoty draslíku u laktujících holštýnských dojníc a u odstavených osmitýdenních telat. Hladina draslíku v plazmě sledovaná u telat činila ve věku 8 týdnů 4,60 mmol.l⁻¹, 12 týdnů 4,51 mmol.l⁻¹, 16 týdnů 4,26 mmol.l⁻¹ a 20 týdnů 4,12 mmol.l⁻¹. Se zvyšujícím se věkem se hladina draslíku redukovala. Ve vzorcích krve krav odebíraných poslední 2 měsíce laktace činila hladina vápníku v 1. den odběru 4,01 mmol.l⁻¹, 15. den odběru 4,10 mmol.l⁻¹, 29. den 4,00 mmol.l⁻¹, 43. den 4,08 mmol.l⁻¹ a 57. den 4,04 mmol.l⁻¹.

Při hodnocení vlivu indukce porodů krav (500 mg syntetického analogu prostaglandinu) na některé parametry krve telat bylo zjištěno, že indukce porodů nemá žádný vliv na změnu koncentrace sérového draslíku u telat ani u dojníc (BOUDA et al., 1994).

CRNKIC et al. (2010) studovali vliv přidání aniontových solí (Cl⁻ a S²⁻) do krmné dávky na koncentraci K v krevní plazmě v krevní plazmě. Kontrolní skupina měla hodnoty 4,53 mmol.l⁻¹ a u pokusné se jen nepatrně koncentrace zvýšila na 4,56 mmol.l⁻¹.

3.2.2.6 Měď

Je zástupcem biogenních prvků, který má v organismu hospodářských zvířat mnoho funkcí. Účastní se tvorby pigmentů, kolagenu, elastinu a také se účastní metabolismu skeletu a tím ho i ovlivňuje. Je důležitá pro krvetvorbu, reprodukční

funkce, správnou činnost nervové soustavy a má vliv i na imunitu. Je důležitou složkou mnoha enzymů (NEHASILOVÁ, 2005).

Tvoří 0,002 – 0,005 % z hmotnosti těla. Jak je již uvedeno, je součástí velkého množství enzymů, a proto se účastní i mnoha metabolických procesů v těle. Poměr mědi, obsažené v krvi a erytrocytech, je vyrovnaný. Pomocí erytrocytů je měď vázaná na erytrokuperin a hemokuperin, což jsou specifické bílkoviny. V krevní plazmě se měď váže do ceruloplazminu z 80 % a zbývající množství je vázáno v albuminu. (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003). Koncentrace zinku v krevních buňkách (leukocyty a erytrocyty) je poměrně vysoká (NEHASILOVÁ, 2005).

Resorpce probíhá aktivním způsobem v tenkém střevě. V případě, že je příjem mědi velice vysoký, zapojuje se i pasivní resorpce, která probíhá na základě koncentračního spádu. Schopnost organismu resorbovat měď činí asi 10 – 30 %. Ve chvíli, kdy se měď dostane do krve je transportována do jater pomocí albuminu, na který se váže.

Podle SOVY et al. (1990) napomáhá měď přenášení železa do kostní dřeně, kde stimuluje dozrávání erytrocytů. Ve vztahu k reprodukci určuje aktivitu nestabilních hypofyzárních hormonů v krvi. Mědi se připisuje i antibakteriální a antiparazitární účinek a schopnost zvyšovat odolnost organismu.

Koncentrace mědi v krevní plazmě skotu činí 12 – 16 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). ZIMA et ZWICK (1990) uvádějí, že obsah mědi v krevním séru hospodářských zvířat se nachází v rozmezí 12,6 – 18,9 $\mu\text{mol.l}^{-1}$. ARENDARČÍK (1988) udává obsah mědi v krevním séru dospělého skotu 17,42 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.

Dlouhodobý nedostatek mědi vyvolává poruchy pigmentace srsti, poruchy plodnosti, především dochází k rané embryonální mortalitě. Při výrazné karenci vzniká anémie, osteoporóza, defekty na stěnách aorty a cév a kardiomyopatie. U mláďat vznikají ataxie a poruchy nervové činnosti (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003). Podle ZEMANA (2002) dochází také ke zpomalení růstu.

Nadbytek mědi může vyvolat intoxikaci, při které vzniká dystrofie jater, hemolýza erytrocytů, ikterus a hemoglobinurie (JELÍNEK, KOUDELA et al., 2003).

BOĎA et LEBEDA (1972) uvádějí, že deficiencie mědi u krav, často spojená s deficiencí kobaltu, se vyskytuje na písčitéch půdách bohatých na vápník. V některých oblastech obsahuje pastva velké množství molybdenu a anorganické síry, které omezují utilizaci mědi zvířetem a vyvolávají ataxii a ostatní příznaky deficitu mědi, v když

v pastvě je ho dostatek. Nejvýznamnější enzymatickou poruchou při nedostatku mědi je ztráta aktivity cytochromoxidázy, značně se snižuje také syntéza fosfolipidů a protohemu, a to úměrně stupni anémie. Deformity kostí, pozorované u krav, představují v základě osteoporózu s rozsáhlou absorpcí a rozpouštěním kostí. U mladých zvířat je způsobuje porucha ukládání kostního materiálu v matrix chrupavky. Nejvčasnějším a nejsenzitivnějším indexem deficiencie mědi je achromatotirichie, tj. porucha normální produkce melaninu. Tato porucha pigmentace vyplývá z poruchy konverze tyrozinu na melanin, protože aktivita enzymu, který obsahuje měď, polyfenoloxidázy, katalyzujícího tuto přeměnu, je snížena. U mnohým druhů zvířat se vyskytuje defektní keratinizace vlny nebo chlupů. Akutní srdeční porucha krav s jejich náhlou smrtí má sezónní charakter. Tuto poruchu je možno připsat poruše respirace myokardu jako následek vyčerpání cytochromoxidázy. Při jednoduché deficienci mědi se může vyskytnou průjem, častěji se však vyskytuje, když je tato deficiencie spojena s dietními abnormalitami, zejm. s příjmem většího množství molybdenu.

CHELLIAH et al. (2008) studovali vliv složení pastviny na koncentraci mědi v krevní plazmě. Když byla zvířata pasena na pastvinách, které obsahovali hlavně jílek a byla dokrmována ovsem, koncentrace mědi byla $14,6 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Další rok byla pasena na stejné pastvině, ale nebyla nedokrmována ovsem a koncentrace mědi v krevní plazmě byla $13,53 \mu\text{mol.l}^{-1}$.

PECHOVÁ et al. (2008) sledovali vliv fáze laktace na koncentraci mědi v plazmě, kdy zjištěná koncentrace byla $8,268 \mu\text{mol.l}^{-1}$.

Podávání 500 mg hořečnatého popílku s obsahem 88 % hořčíku, 1,6 % vápníku, 0,36 % draslíku, 0,26 % sodíku, 1,89 % železa, 0,0026 % zinku, 0,000294 % mědi a stopy fosforu v dietě dvouletých jalovic snížilo koncentraci sérové mědi v průběhu padesátidenního sledování (BIRES et al., 1994).

PAVLATA et al. (2004) sledovali hladinu mědi v krvi a kolostru krav a krvi telat během kolostrální výživy a sledovali rozdíly v metabolismu prvku u skotu ve vztahu matka -mládě. U 12 krav v den porodu a jejich telat před napojením kolostrem a pak na konci období kolostrální výživy byla odebrána krev pro stanovení hladiny mědi. U vyřazených krav byla zjištěna průměrná koncentrace mědi $8,95 \mu\text{mol.l}^{-1}$ v séru, $5,37 \mu\text{mol.l}^{-1}$ v kolostru. V krvi telat před 1. napojením kolostrem byla v porovnání s jejich matkami zjištěna průkazně nižší koncentrace mědi – $3,23 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Během kolostrální výživy došlo v krvi telat k průkaznému zvýšení obsahu mědi na $7,53 \mu\text{mol.l}^{-1}$.

Prokázali, že hladina mědi v séru novorozených telat v porovnání s jejich matkami je výrazně nižší a hladina mědi v kolostru dosahuje jen okolo 60 % hodnoty tohoto prvku v séru krav. Během kolostrální výživy hladina mědi v krvi stoupá, ale přesto na konci tohoto období nedosahuje hodnot koncentrace mědi v séru matky.

Při sledování minerálního metabolismu různých kategorií skotu vykazovala skupina krav vyšší hladinu mědi v porovnání s ostatními kategoriemi. Průměrná hladina mědi u krav dosahovala $13,62 \mu\text{mol.l}^{-1}$, u telat $10,18 \mu\text{mol.l}^{-1}$, jalovic $10,96 \mu\text{mol.l}^{-1}$ a býků $11,18 \mu\text{mol.l}^{-1}$. Rozdíly v koncentraci mědi byly pozorovány u 28 % sledovaných krav (20 % stáda), 70 % telat (80 % stáda), 65 % jalovic (80 % stáda) a u 70 % býků (60 % stáda) (PAVLATA et al., 2005).

3.2.2.7 Zinek

Zinek je obsažen i v krevních buňkách a krevní plazmě. Asi jedna třetina zinku obsaženého v krevní plazmě je volně vázaná na albumin, zbylá část je pevně vázaná na betaglobuliny. V erytrocytech se zinek nachází pouze ve formě karboanhydrázy. Jen z minimální části je součástí ostatních enzymů v erytrocytech. Formou fosfatázy, superoxiddismutázy a jiných metaloproteinů je zinek zastoupen v leukocytech. Hladina zinku v krvi a plazmě je závislá na jeho množství v potravě, takže pokud dodáváme v rámci krmné dávky zvýšené množství zinku, zvýší se i obsah v krevní plazmě a krvi, a naopak.

Zinek se vstřebává v tenkém střevě, nejčastěji ve dvanáctníku, aktivní formou. Nejprve se váže na specifický protein, který je obsažen v enterocytech a následně se resorbuje do lymfy a krve. Míra vstřebávání je ovlivněna věkem zvířat, kdy mladá zvířata vstřebávají zinek lépe, než starší jedinci. Dále závisí na chemické formě zinku a jeho rozpustnosti ve dvanáctníku, obsahu tohoto prvku v krmné dávce a na samotné potřebě organismu (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003)

V dnešní době se nedostatek zinku, v porovnání s minulostí, poměrně snížil. Předávkováním krmné dávky vápníkem se objeví následně nedostatek zinku. U telat se to projeví snížením imunity a s tím souvisejícím častějším onemocněním. Mezi nejčastější následné problémy řadíme průjmová a respirační onemocnění. U dospělých krav se nejvíce vyskytuje snížená plodnost, vyšší výskyt ovariálních cyst, časté onemocnění paznehtů a náchylnost k mastitidám. U býků postihuje spermatogenezi a

narušuje vývoj varlat (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003). Díky antagonismu síry a molybdenu může docházet k nedostatku zinku na pastvinách, zejména pak na zamokřených stanovištích (NEHASILOVÁ, 2005). K nadbytku zinku v krmné dávce bývají zvířata adaptabilní. Pokud dojde nejméně k dvojnásobnému zvýšení koncentrace zinku v chymu dojde k intoxikaci organismu, což má za následek zánět sliznice trávicího traktu, narušení funkce jater a ledvin (JELÍNEK, KOUDELA et al. 2003).

SPANN et al. (2010) prováděli experiment u skotu chovaného na dvou různých pastvinách. Koncentrace zinku v krevní plazmě byla ve většině měření adekvátní a jeho hodnoty se pohybovaly v rozmezí $> 3,92 - 5,23 \mu\text{mol.l}^{-1}$. U skupin pasených pouze na jílku byla koncentrace zinku v krevní plazmě 41. den výrazně nižší a 55. den vyšší. Konkrétní hodnoty na pastvině, kde byl skot dokrmován ovsem byly: den 1. – $11,63 \mu\text{mol.l}^{-1}$, den 13. – $6,99 \mu\text{mol.l}^{-1}$, den 27. – $9,93 \mu\text{mol.l}^{-1}$ zinku v krevní plazmě. 41. den – $16,93 \mu\text{mol.l}^{-1}$, 55. den – $4,12 \mu\text{mol.l}^{-1}$ a 68. den – $7,65 \mu\text{mol.l}^{-1}$. U krav pasených na jílku byla koncentrace zinku v plazmě den 1. – $12,75 \mu\text{mol.l}^{-1}$, den 13. – $8,04 \mu\text{mol.l}^{-1}$, den 27. – $12,03 \mu\text{mol.l}^{-1}$, den 41. – $10,26 \mu\text{mol.l}^{-1}$, den 55. – $8,95 \mu\text{mol.l}^{-1}$ a 68. den – $6,40 \mu\text{mol.l}^{-1}$.

SOCH et al. (2006) studovali vliv nadmořské výšky na koncentraci zinku v krevní plazmě. Jedna skupina byla pozorovaná v 675 m n. m. a druhá skupina v 910 m n. m. Hodnoty zinku v krevní plazmě první skupiny byly $6,21 \text{ mmol.l}^{-1}$ a u druhé skupiny byla zjištěna hodnota $5,29 \text{ mmol.l}^{-1}$.

PECHOVÁ et al. (2008) zjišťovali hladinu zinku v krevní plazmě u krav v různé fázi laktace. Průměrná koncentrace zinku byla stanovena na $10,639 \mu\text{mol.l}^{-1}$.

4 MATERIÁL A METODIKA

4.1. Charakteristika ZD Dolany

Zemědělský podnik ZD Dolany se v živočišné výrobě mimo jiné zabývá především chovem dojeného skotu a výrobou syrového kravského mléka. Podnik chová 830 ks dojnic mléčného holštýnského plemene z převodného křížení z černostrakatého nížinného plemene. Křížení je prováděno již řadu let, proto jsou již téměř všechna zvířata plemene H100. Dojnice jsou chovány na dvou farmách – ve Svinišťanech s kapacitou 500 ks a ve Slatině nad Úpou je 330 ks krav. Farma Svinišťany byla zrekonstruována na volné boxové stelivové ustájení zastýlané separátem v roce 2007. Odkliz chlěvské mrvy se provádí průběžně po 1 – 2 hodinách pomocí šípových lopat. Na farmě Slatina byla rekonstrukce dokončena na jaře 2009. Je zde volné boxové bezstelivové ustájení na gumových matracích dostýlaných pilinami a automatické šípové lopaty na odkliz kejdy. Dojení ve Slatině zajišťují čtyři dojící roboti se šesti dojícími stánými. Na farmě Svinišťany je v loňském roce nově postavená dojírna De Laval 2x16 „site by site“. Dojnice na druhé a další laktaci se dojí třikrát denně, prvotelky a dojnice na konci laktace pouze dvakrát denně. Na obou farmách jsou krmné stoly. Směsná krmná dávka pro dojnice se na obou farmách připravuje vybíracím a míchacím krmným vozem SGARIBOLDI s čelní frézou a jednošnekovým horizontálním mícháním na střed vozu. Na farmě ve Svinišťanech je samohodný, ve Slatině tažený míchací krmný vůz. Krmná dávka se dojnicím ve Svinišťanech zakládá dvakrát, ve Slatině třikrát denně. Ve Svinišťanech je postavena na kukuřičné siláži, vojtěškové senáži, LKS, silážovaných cukrovarských řízcích, čerstvém pivovarském mlátu, lučním seně, pšeničné slámě a kompletní jadrné směsi. Ta obsahuje obiloviny pšenici, ječmen, kukuřici, sojový extrahovaný šrot, řepkový extrahovaný šrot, hydrotermicky ošetřený sojový extrahovaný šrot a minerálně vitaminové doplňkové krmivo. Ve směsné krmné dávce je navíc zařazen bypas tukový přípravek, melasa s glycerinem, bikarbonát sodný a kompletní minerálně vitaminové doplňkové krmivo.

farmu Svinišťany, JE konvenční stáj pro vysokoprodukční stádo holštýnských dojnic s možností uplatňování fázové výživy a vytváření více skupin podle výše mléčné užitkovosti. Na farmě Slatina došlo na jaře 2009 po výstavbě nové stáje k naskladnění dojnicemi ze dvou vazných stájí. Mléčná užitkovost této farmy je výrazně ovlivněna změnou ustajovací i dojící technologie a vysokým počtem prvotelek.

4.2. Výživa a krmení ZD Dolany

4.2.1 Pokus 1

Ve Svinišťanech bylo průměrně ustájeno 500 ks dojnic. Krávy byly krmeny objemnými glycidovými krmivy o nadprůměrné kvalitě, kukuřičná siláž byla výborná se zvýšeným obsahem sušiny, LKS byla výborná. Vojtěšková siláž byla méně zdařilá, zkrmitelná ve třídě III s vyšším obsahem vlákniny a nižším obsahem dusíkatých látek. Vojtěšková siláž měla vyšší stupeň proteolýzy a zvýšený obsah kyseliny máselné. Dojnicím bylo zkrmováno čerstvé pivovarské mláto. Fázová výživa dojnic byla zajištěna podáváním šesti druhů směsných krmných dávek, čtyři TMR laktační, suchostojný a příprava na porod (tab. 1). Ve směsné krmné dávce je doplňkové krmivo Formafat. Jedná se o bypass tukový přípravek. Jsou to vápenaté soli volných mastných kyselin palmového oleje. Obsah tuku je 84 % a vápníku 9 %. Dále je v TMR doplňkové krmivo Energie MG. Jedná se o tekuté krmivo, zdroj pohotové energie, směs 60 % melasy a 40 % glycerinu.

Dojnice nadojily za kontrolní plemenářský rok 10385 kg mléka při obsahu 3,62 % tuku a 3,09 % bílkoviny. Procento březosti po první inseminaci bylo 34,2 %, po všech inseminacích 38,8 %, inseminační interval činil 74,8 dnů, servis perioda 128,8 dnů a index zabřezávání 2,4. Věk při otelení činil 804 dnů, mezidobí 400,4 dní a průměrný počet laktací byl 2,4. Dojnice aktuálně dojily a kontrolovanou plemenici 32,3 kg mléka, na zapojenou plemenici v KU to činilo 26,7 kg mléka. Mléčná užitkovost holštýnské populace v České republice činila 8620 kg mléka při obsahu 3,78 % tuku a 3,26 % bílkovin. Procento březosti v české holštýnské populaci bylo po první inseminaci 35 %, po všech inseminacích 36 %, inseminační interval měl hodnotu 84,5 dnů, servis perioda 133,8 dnů a index zabřezávání 2,2. Věk při otelení českých holštýnských jalovic byl 794,7 dnů.

Tabulka 1: Průměrné živinové složení a výživná hodnota směsných krmných dávek - pokus 1

ŽIVINY	JEDNOTKY	PŘÍPRAVA NA POROD	ROZODOJ LAKTACE	VRCHOL LAKTACE
příjem TMR	kg	27,6	47,9	55,4
příjem sušiny	kg	13,9	21,8	26,4
NL	% v S	16,14	17,75	18,5
PDIN	% v S	10,47	11,6	12,2
PDIE	% v S	9,75	10,39	10,92
NEL	MJ v S	6,26	7,23	7,31
VL	% v S	18,84	14,1	13,28
ADF	% v S	21,65	15,86	14,88
NDF	% v S	37,56	27,99	26,84
Tuk	% v S	2,66	5,08	4,71
Škrob	% v S	14,38	19,36	21,88
Cukry	% v S	3,6	4,73	4,34
Ca	% v S	0,69	1,01	0,89
P	% v S	0,43	0,43	0,43
Mg	% v S	0,35	0,27	0,26
K	% v S	1,51	1,25	1,23
Na	% v S	0,24	0,49	0,47
Zn	mg/ks a den	1686	2187	2252
org. Zn	mg/ks a den	0	405	405
Cu	mg/ks a den	634	821	847
Se	mg/ks a den	11	18,4	18,6
org.Se	mg/ks a den	4,8	5,1	5,1
Mn	mg/ks a den	1660	2133	2177
I	mg/ks a den	41	52	52
Vit. A	m.j./ks a den	300.000	375.000	375.000
Vit. D	m.j./ks a den	50400	63.000	63.000
Vit. E	mg/ks a den	1027	1303	1321

4.2.2 Pokus 2

Dojnice byly krmeny objemnými sacharidovými krmivy o výborné kvalitě, kukuřičná siláž byla hodnocena ve třídě I se sníženým obsahem sušiny a zvýšeným obsahem vlákniny, LKS byla výborná. Vojtěšková siláž ve Svinišťanech byla méně zdařilá, zkrmitelná ve třídě III s vyšším obsahem vlákniny a vysokým procentem proteolýzy. Vojtěšková siláž z Chvalkovic byla hodnocena ve třídě II jako zdařilá, měla nižší sušinu a vyšší stupeň proteolýzy. Dojnicím bylo zkrmováno čerstvé pivovarské mláto. Fázová výživa dojníc byla zajištěna podáváním šesti druhů směsných krmných dávek, čtyři TMR laktační, suchostojný a příprava na porod (tab. 2.). Ve směsné krmné dávce je doplňkové krmivo Formafat 100 G. Jedná se o bypass tukový přípravek. Je to doplňkové krmivo s obsahem 99,5 % tuku z volných mastných kyselin palmového oleje s obsahem minimálně 70 % kyseliny palmitové. Tento produkt je vyráběn pomocí frakcionace. Dále je v TMR doplňkové krmivo Energie MG.

Dojnice nadojily za kontrolní plemenářský rok 10791 kg mléka při obsahu 3,58 % tuku a 3,15 % bílkoviny. Procento březosti po první inseminaci bylo 35,5 %, po všech inseminacích 37,3 %, inseminační interval činil 70,7 dnů, servis perioda 125 dnů a index zabřezávání 2,4. Věk při otelení činil 760,5 dne, mezidobí 398 dní a průměrný počet laktací byl 2,16. Dojnice aktuálně dojily na kontrolovanou plemeni 36,1 kg mléka, na zapojenou plemeni v KU to činilo 30,1 kg mléka. Mléčná užitkovost holštýnské populace v České republice činila 8706 kg mléka při obsahu 3,77 % tuku a 3,3 % bílkovin. Procento březosti v české holštýnské populaci bylo po první inseminaci 34,9 %, po všech inseminacích 35,8 %, inseminační interval měl hodnotu 83,5 dne, servis perioda 132,8 dnů a index zabřezávání 2,3. Věk při otelení českých holštýnských jalovic byl 788 dnů, mezidobí 416,8 dní a průměrný počet laktací v holštýnské populaci byl 2,13.

Tabulka 2: Průměrné živinové složení a výživná hodnota směsných krmných dávek - pokus 2

ŽIVINY	JEDNOTKY	PŘÍPRAVA NA POROD	ROZDOJ LAKTACE	VRCHOL LAKTACE
příjem TMR	kg	28,6	49,9	58,4
příjem sušiny	kg	14,5	22,3	26,7
NL	% v S	16,09	17,55	18,14
PDIN	% v S	10,34	11,47	11,89
PDIE	% v S	9,66	10,36	10,69
NEL	MJ v S	6,16	7,21	7,25
VL	% v S	19,16	13,86	13,16
ADF	% v S	21,72	14,94	14,44
NDF	% v S	37,48	27,03	26,16
tuk	% v S	2,75	5,48	5,07
Škrob	% v S	15,41	20,56	22,75
Cukry	% v S	3,47	4,56	4,14
Ca	% v S	0,63	0,91	0,88
P	% v S	0,43	0,46	0,46
Mg	% v S	0,34	0,26	0,25
K	% v S	1,5	1,24	1,22
Na	% v S	0,23	0,47	0,45
Zn	mg/ks a den	1687	2578	2630
org. Zn	mg/ks a den	0	0	0
Cu	mg/ks a den	634	822	843
Se	mg/ks a den	11	18,4	18,6
org. Se	mg/ks a den	4,8	0	0
Mn	mg/ks a den	1664	2547	2590
I	mg/ks a den	41	52	52
Vit. A	m.j./ks a den	300.000	375.000	375.000
Vit. D	m.j./ks a den	50400	63.000	63.000
Vit. E	mg/ks a den	1024	1297	1309

4.3 Charakteristika ZD Ostřetín

Zemědělský podnik ZS Ostřetín se v živočišné výrobě zabývá výhradně chovem dojeného skotu a výrobou syrového kravského mléka. Podnik chová 550 ks dojnic mléčného holštýnského plemene importovaného z Francie a Holandska. Chov patří mezi top 3 s počtem uzávěrek nad 400 ks dojnic v České republice. Dojnice jsou chovány na farmě přímo v Ostřetíně, odchov jalovic na farmě v Dolním Jelení. Farma dojnic byla zrekonstruována na volné boxové stelivové ustájení zastýlané separátem v roce 2006. Odkliz chlévské mrvy se provádí průběžně po 1 – 2 hodinách pomocí šípových lopat. V předloňském roce byla dokončena rekonstrukce rybinové dojírny Fullwood 2x16 s rychlým odchodem. Všechny dojnice se dojí třikrát denně. Na farmě jsou krmné stoly.

4.4 Výživa a krmení ZS Ostřetín

4.4.1 Pokus 3

Směsná krmná dávka pro dojnice se připravuje taženým vybíracím a míchacím krmným vozem s frézou a jednošnekovým horizontálním mícháním na střed vozu. Krmná dávka se dojnicím zakládá třikrát denně. Je postavena z objemových statkových krmiv na kukuřičné siláži, vojtěškové nebo jetelové siláži případně travní siláži, silážovaných cukrovarek řízcích, čerstvém pivovarském mlátu, lučným nebo vojtěškovým seně, pšeničné slámě a pšeničné alkalage. Z jadrných krmiv dávka obsahuje vlhké kukuřičné zrno, obiloviny pšenici, ječmen, sojový extrahovaný šrot, hydrotermicky upravené lněné semeno s řepkovým extrahovaným šrotem a vápenatými solemi volných mastných kyselin, hydrotermicky ošetřený sojový extrahovaný šrot Aminoplus a minerálně vitaminové doplňkové krmivo. Ve směsné krmné dávce je navíc zařazen bypas tukový přípravek Megalac – vápenaté soli volných mastných kyselin palmového oleje. Obsah tuku je 84 % a vápníku 9 %. Dále je v TMR doplňkové krmivo Lactofeed 70. Jedná se o suché sypké krmivo, zdroj pohotové energie, směs 70 % laktózy a sojového extrahovaného šrotu, dále melasa, glycerol a bikarbonát sodný. Minerálně vitaminová doplňková krmiva mají individuální složení podle požadavků na potřebu živin dojnic v jednotlivých fázích mezidobí. Fázová výživa dojnic byla zajištěna podáváním čtyř druhů směsných krmných dávek, dvě TMR laktační, suchostojný a příprava na porod (tab. 3).

Dojnice nadojily za kontrolní plemenářský rok 11365 kg mléka při obsahu 3,46 % tuku a 3,19 % bílkoviny. Procento březosti po první inseminaci bylo 27,3 %, po všech inseminacích 28,3 %, inseminační interval činil 85,1 dnů, servis perioda 144,3 dnů a index zabřezávání 2,6. Věk při otelení činil 807,8 dnů, mezidobí 430 dní a průměrný počet laktací byl 2,27. Dojnice aktuálně dojily na kontrolovanou plemenici 34,5 kg mléka, na zapojenou plemenici v KU to činilo 29,8 kg mléka. Mléčná užitkovost holštýnské populace v České republice činila 8357 kg mléka při obsahu 3,8 % tuku a 3,26 % bílkovin. Procento březosti v české holštýnské populaci bylo po první inseminaci 34,9 %, po všech inseminacích 35,8 %, inseminační interval měl hodnotu 86,8 dnů, servis perioda 136,6 dnů a index zabřezávání 2,3. Věk při otelení českých holštýnských jalovic byl 808,2 dnů, mezidobí 419,2 dnů a průměrný počet laktací v holštýnské populaci byl 2,14.

Tabulka 3: Průměrné živinové složení a výživná hodnota směsných krmných dávek - pokus 3

ŽIVINY	JEDNOTKY	ZAPRAHLÉ	PŘÍPRAVA NA POROD	ROZDOJ A VRCHOL
příjem TMR	kg	27	31,1	48,9
příjem sušiny	kg	12,3	16,2	23,9
NL	% v S	12,62	16,28	18
PDIN	% v S	7,54	10,44	11,42
PDIE	% v S	6,8	9,61	10,17
NEL	MJ v S	5,14	5,92	7,22
VL	% v S	26,69	20,95	15,59
ADF	% v S		10,63	
NDF	% v S		18,06	
Tuk	% v S	1,5	2,48	4,81
Škrob	% v S		9,14	18,57
Cukry	% v S		3,48	2,9
Ca	% v S	0,67	0,98	1,07
P	% v S	0,44	0,54	0,39
Mg	% v S	0,31	0,31	0,23
K	% v S	1,96	1,8	1,53
Na	% v S	0,18	0,27	0,48
Zn	mg/ks a den	1651	3488	2966
Cu	mg/ks a den	311	514	595
Se	mg/ks a den	10,6	14	14,5
Mn	mg/ks a den	1972	4007	2233
I	mg/ks a den	25	47	53
Vit. A	m.j./ks a den	231000	396000	350000
Vit. D	m.j./ks a den	17500	34100	38500
Vit. E	mg/ks a den	700	900	1090

4.4.2 Pokus 4

Dojnice byly krmeny objemnými krmivy o výborné jakostní kvalitě, kukuřičná siláž a vlhké kukuřičné zrno měly mírně zvýšenou sušinu, jetelová siláž mírně snížený obsah dusíkatých látek.

Živinové složení alkalage z pšenice ukazuje tabulka analýzy krmiv č. 8. Dojnice byly navíc krmeny řepkovým extrahovaným šrotem a ve směsné krmné dávce byl místo Megalacu zařazen bypas tukový přípravek C16 Lodestar – 99,5 % tuku ve formě volné mastné kyseliny palmitové. Dále je v TMR příprava na porod navíc zařazen monopropylenglykol a kalcium propionát. Fázová výživa dojnic byla zajištěna podáváním čtyř druhů směsných krmných dávek, dvě TMR laktační, suchostojný a příprava na porod (tab. 4).

Dojnice nadojily za kontrolní plemenářský rok 11978 kg mléka při obsahu 3,5 % tuku a 3,09 % bílkoviny. Procento březosti po první inseminaci bylo 25,1 %, po všech

inseminacích 26,9 %, inseminační interval činil 82,7 dnů, servis perioda 135,6 dnů a index zabřezávání 2,4. Věk při otelení činil 783 dnů, mezidobí 424,1 dní a průměrný počet laktací byl 2,38. Dojnice aktuálně dojily na kontrolovanou plemenici 34,6 kg mléka, na zapojenou plemenici v KU to činilo 29,2 kg mléka. Mléčná užitkovost holštýnské populace v České republice činila 8620 kg mléka při obsahu 3,78 % tuku a 3,26 % bílkovin. Procento březosti v české holštýnské populaci bylo po první inseminaci 35 %, po všech inseminacích 36 %, inseminační interval měl hodnotu 84,5 dnů, servis perioda 133,8 dnů a index zabřezávání 2,2. Věk při otelení českých holštýnských jalovic byl 794,7 dnů, mezidobí 421 dnů a průměrný počet laktací v holštýnské populaci byl 2,16.

Tabulka 4: Průměrné živinové složení a výživná hodnota směsných krmných dávek - pokus 4

ŽIVINY	JEDNOTKY	PŘÍPRAVA NA POROD	ROZDOJ LAKTACE	VRCHOL LAKTACE
příjem TMR	kg	25,6	50,9	50,9
příjem sušiny	kg	14,2	25,8	25,8
NL	% v S	16,35	17,99	17,99
PDIN	% v S	10,34	11,53	11,53
PDIE	% v S	9,16	10,19	10,19
NEL	MJ v S	6,54	7,23	7,23
VL	% v S	15,37	12,25	12,25
ADF	% v S	11,4	7,01	7,01
NDF	% v S	18,28	10,71	10,71
Tuk	% v S	3,98	5,63	5,63
Škrob	% v S	20,08	22,16	22,16
Cukry	% v S	4,41	4,86	4,86
Ca	% v S	0,81	0,82	0,82
P	% v S	0,52	0,48	0,48
Mg	% v S	0,34	0,26	0,26
K	% v S	1,4	1,26	1,26
Na	% v S	0,18	0,44	0,44
Zn	mg/ks a den	1900	3007	3007
org. Zn	mg/ks a den	300	656	656
Cu	mg/ks a den	669	963	963
Se	mg/ks a den	11,5	14,5	14,5
org. Se	mg/ks a den	5	3,2	3,2
Mn	mg/ks a den	2378	2258	2258
org. Mn	mg/ks a den	150	0	0
I	mg/ks a den	26	54	54
Vit. A	m.j./ks a den	300000	350000	350000
Vit. D	m.j./ks a den	50000	52500	52500
Vit. E	mg/ks a den	1270	1510	1510

4.5 Metodika odběru a zpracování vzorků

V každé skupině jednotlivých pokusů byly odebírány vzorky krve od 10 kusů krav z důvodu dostatečného počtu zvířat pro statistické vyhodnocení. Krmné dávky jednotlivých skupin byly zkrmovány dojnícím po dobu minimálně 3 měsíce před odběrem vzorků krve.

Odběr vzorků jednotlivých krmiv byl prováděn sondou z jednotlivých žlabů před začátkem zkrmování pro účely optimalizace krmných dávek pro jednotlivé fáze mezidobí krav. Vzorky směsných krmných dávek TMR se odebíraly průběžně z několika míst na krmném stole z jednotlivých skupin krav v průběhu zkrmování. Analýzy TMR se prováděly pro kontrolu správnosti dávkování jednotlivých komponent krmicem do míchacího krmného vozu. Jednotlivá krmiva a TMR se celkově analyzovaly v agro laboratoři EKOLAB Žamberk.

4.5.1 Odběr a uchování vzorků

Z podocasní žíly (*latinsky*) bylo pomocí odběrového systému HEMOS odebráno 10 ml krve a ošetřeno heparinem. Část heparinizované plné krve (1,5 ml) byla separována bezprostředně po odběru, pro potřeby stanovení aktivity GSH-Px. Zbývající množství krve bylo odstředěno při $2500 \text{ ot. min}^{-1}$ po dobu 15 minut. Krevní plazma byla separována a uchována při teplotě -20°C do analýzy. Analýza jednotlivých parametrů byla provedena 3 dny po odběrech vzorků.

4.5.2 Analýza jednotlivých parametrů metabolického profile

Koncentrace celkových bílkovin (TP), albuminu (ALB), močoviny (UREA), bilirubinu (BIL), aspartátaminotransferázy (AST), kreatinkinázy (CK), gamaglutamyltransferázy (GGT), alkalické fosfatázy (ALP), cholesterolu (CHOL), triacylglycerolů (TAG), vápníku (Ca), fosforu (P), draslíku (K), hořčíku (Mg), zinku (Zn), mědi (Cu) byly stanoveny spektrometricky na automatickém analyzátoru Konelab T20xt (Thermo Fisher Scientific, FInsko) za použití běžně dostupných komerčních dietagnostických setů (Biovendor - Laboratorní Medicína, Česká Republika). Stejnou metodou byla stanovena koncentrace betahydroxybutyrátu (BHB),

neesterifikovaných mastných kyselin (NEFA), glutationperoxidázy (GSH-Px) za použití setů firmy Randox-Laboratorie, UK).

Stanovení koncentrace trijodtyroninu (T3) a tyroxinu (T4) bylo provedeno chemiluminiscenční metodou na automatickém analyzátoru IMMULITE (Siemens), při použití běžně dostupných komerčních setů (Biovendor – Laboratorní medicína, Česká Republika).

4.5.3 Matematicko – statistické hodnocení výsledků

Stanovené hodnoty z jednotlivých vzorků krve byly zpracovány a seřazeny za pomoci výpočetní techniky s použitím tabulkového editoru Microsoft EXCEL. Souhrnné charakteristiky, stejně jako ANOVA a korelační analýza, byly stanoveny programem STATISTICA 8 (StatSoft). Při hodnocení výsledků byly vypočteny základní souhrnné charakteristiky: aritmetický průměr (\bar{x}) a střední chyba průměru (SE). Výsledky v textové i tabulkové části jsou charakterizovány $\bar{x} \pm SE$. Pro porovnání rozdílů mezi jednotlivými skupinami dojníc byla použita jednofaktorová analýza rozptylu s následným testováním dle Tukeye na hladinách významnosti $P < 0,05$ a $P < 0,01$. Pro vyjádření vzájemných vztahů živinových parametrů, metabolického profilu a produkčních ukazatelů byla použita korelační analýza na hladině významnosti $P < 0,05$.

5 VÝSLEDKY

5.1. Metabolický test – pokus 1

Průměrné koncentrace parametrů metabolického profilu dojnic v pokusu 1 jsou znázorněny v tabulce č. 5.

Signifikantně nejvyšší ($P < 0,05$) obsah celkových bílkovin a albuminu krevní plazmy byl stanoven u dojnic v období vrcholu laktace. Průměrná hodnota CB dosahovala $77,4 \pm 1,42 \text{ g.l}^{-1}$, albuminu $34,78 \pm 0,57 \text{ g.l}^{-1}$. Nejnižší hodnota byla pro CB zjištěna u dojnic v období přípravy na porod, pro albumin u v období rozdoje. Signifikantně nejvyšší ($P < 0,05$) průměrné hodnoty u dojnic na vrcholu laktace byly stanoveny také u koncentrace draslíku ($4,73 \pm 0,05 \text{ mmol.l}^{-1}$) a GSH-Px ($826,25 \pm 7,59 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$). Podobně jako u obsahu celkových bílkovin byly nejnižší koncentrace zaznamenány u dojnic v přípravě na porod. Podobný trend zvyšování průměrných hodnot biochemických parametrů od přípravy na porod k vrcholu laktace byl zjištěn u koncentrace močoviny, bilirubinu, TAG, hořčíku a zinku, avšak v těchto případech nebyly rozdíly mezi obdobími statisticky průkazné.

Signifikantně nejvyšší průměrné hodnoty v období rozdoje laktace ve srovnání s ostatními skupinami byly stanoveny u katalytické koncentrace AST ($1,88 \pm 0,12 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$; $P < 0,05$) a CK ($37,83 \pm 6,12 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$; $P < 0,01$). Obdobná tendence byla zjištěna pro koncentraci NEMK ($0,91 \pm 0,08 \text{ mmol.l}^{-1}$) a BHB ($1,09 \pm 0,11 \text{ mmol.l}^{-1}$), jejichž průměrné hodnoty ve skupině dojnic v období rozdoje signifikantně lišily ($P < 0,01$) ve srovnání s obdobím přípravy na porod a vrcholu laktace. Koncentrace cholesterolu ($4,03 \pm 0,09 \text{ mmol.l}^{-1}$) a aktivita GGT ($0,54 \pm 0,07 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$) byly statisticky vyšší ($P < 0,05$) pouze ve srovnání s průměrnými hodnotami v období přípravy na porod. V období přípravy na porod byly jako statisticky nejvyšší zaznamenány průměrné hodnoty T4 ($78,83 \pm 3,08 \text{ nmol.l}^{-1}$; $P < 0,01$). Plazmatická koncentrace zbývajících hodnocených parametrů (ALP, Ca, P, Cu, T3) se v jednotlivých sledovaných fázích mezidobí průkazně nelišila.

Tabulka 5: Výsledky metabolického testu sledovaných skupin dojníc – pokus 1

	jednotka	Příprava na porod			Rozdój			Vrchol laktace		
		průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>
CB	g.l ⁻¹	69,43	± 1,17	<i>a</i>	76,73	± 0,87	<i>b</i>	77,40	± 1,42	<i>b</i>
Albumin	g.l ⁻¹	34,18	± 0,33	<i>a</i>	32,55	± 0,38	<i>b</i>	34,78	± 0,37	<i>a</i>
Urea	mmol.l ⁻¹	4,60	± 0,10		4,86	± 0,21		5,22	± 0,24	
Bilirubin	μmol.l ⁻¹	3,45	± 0,11		4,88	± 0,78		5,09	± 0,75	
ALP	μkat.l ⁻¹	1,31	± 0,54		1,24	± 0,77		1,45	± 0,68	
AST	μkat.l ⁻¹	1,26	± 0,05	<i>a</i>	1,88	± 0,12	<i>b</i>	1,57	± 0,14	<i>a</i>
CK	μkat.l ⁻¹	1,55	± 0,18	<i>A</i>	37,83	± 6,12	<i>B</i>	2,36	± 0,28	<i>A</i>
GGT	μkat.l ⁻¹	0,24	± 0,02	<i>a</i>	0,54	± 0,07	<i>b</i>	0,40	± 0,04	<i>b</i>
Cholesterol	mmol.l ⁻¹	3,20	± 0,13	<i>a</i>	4,03	± 0,09	<i>b</i>	3,66	± 0,14	<i>b</i>
TAG	mmol.l ⁻¹	0,25	± 0,02		0,27	± 0,04		0,34	± 0,03	
Na	mmol.l ⁻¹	143,75	± 2,46		146,75	± 0,75		146,50	± 0,50	
K	mmol.l ⁻¹	4,33	± 0,06	<i>a</i>	4,48	± 0,10	<i>a</i>	4,73	± 0,05	<i>b</i>
Ca	mmol.l ⁻¹	2,40	± 0,02		2,31	± 0,06		2,33	± 0,03	
P	mmol.l ⁻¹	1,82	± 0,04		1,85	± 0,04		1,82	± 0,05	
Mg	mmol.l ⁻¹	0,86	± 0,03		0,82	± 0,07		0,94	± 0,03	
Zn	μmol.l ⁻¹	13,10	± 0,44		13,06	± 1,02		14,33	± 0,32	
Cu	μmol.l ⁻¹	11,61	± 0,44		13,17	± 0,64		12,36	± 1,00	
GSH-Px	μkat.l ⁻¹	722,50	± 24,89	<i>a</i>	808,75	± 8,18	<i>b</i>	826,75	± 7,59	<i>b</i>
NEMK	mmol.l ⁻¹	0,32	± 0,04	<i>A</i>	0,91	± 0,08	<i>B</i>	0,56	± 0,04	<i>C</i>
BHB	mmol.l ⁻¹	0,27	± 0,03	<i>A</i>	1,09	± 0,11	<i>B</i>	0,59	± 0,04	<i>C</i>
T 3 celk.	nmol.l ⁻¹	1,56	± 0,05		1,33	± 0,04		1,18	± 0,05	
T 4 celk.	nmol.l ⁻¹	78,83	± 3,08	<i>A</i>	33,53	± 5,20	<i>B</i>	30,80	± 4,42	<i>B</i>

5.2. Metabolický test – pokus 2

Výsledky metabolického testu pokusu 2 jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Parametry dusíkového metabolismu (CB, albumin, močovina) se v jednotlivých obdobích mezidobí u dojnic průkazně nelišily.

Signifikantně vyšší ($P < 0,05$) koncentrace bilirubinu ($4,64 \pm 0,37 \mu\text{mol.l}^{-1}$) byla stanovena, stejně jako koncentrace celkového cholesterolu ($4,79 \pm 0,26 \text{mmol.l}^{-1}$) a plazmatického hořčíku ($0,99 \pm 0,04 \text{mmol.l}^{-1}$) u dojnic v období vrcholu laktace ve srovnání s hodnotami stanovenými v období přípravy na porod.

Katalytická koncentrace enzymů AST ($1,94 \pm 0,11 \mu\text{kat.l}^{-1}$), CK ($11,24 \pm 4,62 \mu\text{kat.l}^{-1}$) a GGT ($0,44 \pm 0,08 \mu\text{kat.l}^{-1}$) byla statisticky průkazně nejvyšší ($P < 0,05$) v období rozdoje laktace ve srovnání s dojnicemi v ostatních stádiích. Podobné výsledky byly zaznamenány také u koncentrace NEMK a BHB, kde rozdíly mezi hodnotami v období rozdoje laktace byly vysoce statisticky průkazné ($P < 0,01$). Ve období přípravy na porod byly v metabolickém testu vyhodnoceny jako statisticky nejvyšší ($P < 0,05$) koncentrace plazmatického vápníku ($2,37 \pm 0,02 \mu\text{mol.l}^{-1}$) a celkového T4 ($93,67 \pm 2,81 \text{nmol.l}^{-1}$).

Průměrné koncentrace ostatních sledovaných parametrů, které se vzájemně mezi skupinami dojnic v různých fázích mezidobí statisticky nelišily, jsou uvedeny v tabulce.

Tabulka 6: Výsledky metabolického testu sledovaných skupin dojnic – pokus 2

	jednotka	Příprava na porod			Rozdoj			Vrchol laktace		
		průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>
CB	g.l ⁻¹	71,68	± 1,31		71,03	± 1,67		71,80	± 1,12	
Albumin	g.l ⁻¹	32,85	± 0,66		33,43	± 0,82		32,70	± 0,82	
Urea	mmol.l ⁻¹	4,51	± 0,12		4,58	± 0,20		5,00	± 0,25	
Bilirubin	μmol.l ⁻¹	3,51	± 0,23	<i>a</i>	4,33	± 0,30	<i>ab</i>	4,64	± 0,37	<i>b</i>
ALP	μkat.l ⁻¹	0,87	0,08		1,46	0,28		1,42	0,19	
AST	μkat.l ⁻¹	1,40	± 0,04	<i>a</i>	1,94	± 0,11	<i>b</i>	1,48	± 0,06	<i>a</i>
CK	μkat.l ⁻¹	1,85	± 0,22	<i>a</i>	11,24	± 4,62	<i>b</i>	3,23	± 0,50	<i>a</i>
GGT	μkat.l ⁻¹	0,31	± 0,04	<i>a</i>	0,44	± 0,08	<i>b</i>	0,30	± 0,04	<i>a</i>
Cholesterol	mmol.l ⁻¹	3,71	± 0,14	<i>a</i>	4,32	± 0,34	<i>ab</i>	4,79	± 0,26	<i>b</i>
TAG	mmol.l ⁻¹	0,32	± 0,03		0,29	± 0,04		0,35	± 0,04	
Na	mmol.l ⁻¹	145,83	± 0,83		142,33	± 1,89		146,67	± 1,52	
K	mmol.l ⁻¹	4,74	± 0,04	<i>a</i>	5,12	± 0,13	<i>b</i>	5,02	± 0,14	<i>ab</i>
Ca	mmol.l ⁻¹	2,37	± 0,02	<i>a</i>	2,23	± 0,03	<i>b</i>	2,30	± 0,04	<i>b</i>
P	mmol.l ⁻¹	2,00	± 0,04		1,97	± 0,05		2,01	± 0,05	
Mg	mmol.l ⁻¹	0,80	± 0,04	<i>a</i>	0,93	± 0,03	<i>b</i>	0,99	± 0,04	<i>b</i>
Zn	μmol.l ⁻¹	12,25	± 0,39		12,24	± 0,50		12,92	± 0,12	
Cu	μmol.l ⁻¹	11,95	± 0,42		13,23	± 0,54		12,18	± 0,51	
GSH-Px	μkat.l ⁻¹	859,50	± 28,96		839,33	± 40,69		812,67	± 29,66	
NEMK	mmol.l ⁻¹	0,27	± 0,03	<i>A</i>	1,03	± 0,09	<i>B</i>	0,58	± 0,09	<i>C</i>
BHB	mmol.l ⁻¹	0,31	± 0,05	<i>A</i>	1,23	± 0,22	<i>B</i>	0,64	± 0,05	<i>A</i>
T 3 celk.	nmol.l ⁻¹	1,23	± 0,03		1,11	± 0,06		1,08	± 0,07	
T 4 celk.	nmol.l ⁻¹	93,67	± 2,81	<i>a</i>	82,52	± 4,71	<i>b</i>	68,87	± 3,73	<i>b</i>

5.3. Metabolický test – pokus 3

Nejvyšší průměrný obsah celkových bílkovin byl zjištěn u skupiny dojnic v období rozdoje laktace ($74,36 \pm 0,71 \text{ g.l}^{-1}$) a signifikantně ($P < 0,05$) se lišil od průměrné hodnoty stanovené v u dojnic ve fázi přípravy na porod. Odbodně koncentrace plazmatické močoviny byla stanovena jako nejvyšší v období rozdoje laktace ($5,19 \pm 0,12 \text{ mmol.l}^{-1}$) a rovněž zde byl zaznamenán signifikantní rozdíl oproti dojnicím v přípravě na porod. Obsah albuminu se mezi jednotlivým skupinami dojnic nelišil.

U skupiny dojnic na vrcholu laktace byly stanoveny signifikantně ($P < 0,05$) vyšší koncentrace bilirubinu ($4,87 \pm 0,41 \text{ } \mu\text{mol.l}^{-1}$) a AST ($1,45 \pm 0,02 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$) ve srovnání se skupinou dojnic v přípravě na porod. Podobný trend byl zaznamenán také u koncentrací NEMK a BHB, avšak průměrné hodnoty v krevní plazmě dojnic v přípravě na porod byly signifikantně nižší ($P < 0,01$) nejen ve srovnání se skupinou dojnic na vrcholu laktace, ale také ve stádiu rozdoje, jak je patrné z tabulky č. 7.

Koncentrace Ca a Mg byly jako signifikantně nejvyšší ($P < 0,05$) stanoveny ve skupině dojnic v přípravě na porod a to $2,37 \pm 0,03 \text{ mmol.l}^{-1}$ a $1,01 \pm 0,03 \text{ mmol.l}^{-1}$. Tak koncentrace plazmatického fosforu vykazovala u dojnic statisticky průkazné rozdíly. Nejnižší hodnota byla naopak, ve srovnání s Ca a Mg stanovena právě u dojnic v přípravě na porod ($1,91 \pm 0,01 \text{ mmol.l}^{-1}$).

Průměrné hodnoty ostatních hodnocených parametrů shrnuje tabulka č. 7.

Tabulka 7: Výsledky metabolického testu sledovaných skupin dojníc – pokus 3

	jednotka	Příprava na porod			Rozdoj			Vrchol laktace		
		průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>
CB	g.l ⁻¹	66,28	± 0,74	<i>a</i>	74,36	± 0,71	<i>b</i>	73,48	± 0,68	<i>b</i>
Albumin	g.l ⁻¹	33,68	± 0,32		32,58	± 0,38		33,42	± 0,52	
Urea	mmol.l ⁻¹	4,42	± 0,10	<i>a</i>	5,19	± 0,12	<i>b</i>	5,01	± 0,13	<i>b</i>
Bilirubin	μmol.l ⁻¹	3,37	± 0,10	<i>a</i>	4,22	± 0,42	<i>ab</i>	4,87	± 0,41	<i>b</i>
ALP	μkat.l ⁻¹	1,57	± 0,67		1,25	± 0,71		1,63	± 0,59	
AST	μkat.l ⁻¹	1,37	± 0,03	<i>a</i>	1,43	± 0,03	<i>ab</i>	1,45	± 0,02	<i>b</i>
CK	μkat.l ⁻¹	1,88	± 0,22		2,12	± 0,36		3,25	± 0,91	
GGT	μkat.l ⁻¹	0,28	± 0,03		0,43	± 0,05		0,45	± 0,08	
Cholesterol	mmol.l ⁻¹	3,71	± 0,33		4,53	± 0,19		3,96	± 0,24	
TAG	mmol.l ⁻¹	0,28	± 0,03		0,30	± 0,09		0,33	± 0,08	
Na	mmol.l ⁻¹	146,75	± 0,75		146,20	± 1,28		147,33	± 0,42	
K	mmol.l ⁻¹	4,43	± 0,08		4,62	± 0,04		4,65	± 0,10	
Ca	mmol.l ⁻¹	2,37	± 0,03	<i>a</i>	2,05	± 0,03	<i>b</i>	2,19	± 0,05	<i>c</i>
P	mmol.l ⁻¹	1,91	± 0,01	<i>a</i>	2,08	± 0,04	<i>b</i>	2,07	± 0,03	<i>b</i>
Mg	mmol.l ⁻¹	1,01	± 0,03	<i>a</i>	0,91	± 0,02	<i>b</i>	0,91	± 0,02	<i>b</i>
Zn	μmol.l ⁻¹	12,70	± 0,17	<i>a</i>	11,06	± 0,37	<i>b</i>	12,08	± 0,35	<i>ab</i>
Cu	μmol.l ⁻¹	13,43	± 0,46		13,04	± 0,39		12,83	± 0,62	
GSH-Px	μkat.l ⁻¹	921,75	± 14,17		931,00	± 25,06		906,67	± 22,01	
NEMK	mmol.l ⁻¹	0,26	± 0,04	<i>A</i>	0,70	± 0,09	<i>B</i>	0,90	± 0,10	<i>B</i>
BHB	mmol.l ⁻¹	0,35	± 0,02	<i>A</i>	0,84	± 0,15	<i>B</i>	0,92	± 0,15	<i>B</i>
T 3 celk.	nmol.l ⁻¹	1,36	± 0,03		1,41	± 0,79		1,39	± 0,15	
T 4 celk.	nmol.l ⁻¹	68,25	± 10,98		41,21	± 15,20		43,47	± 14,23	

5.4. Metabolický test – pokus 4

Výsledky pokusu 4 nezaznamenali rozdíly v obsahu plazmatických bílkovin dojníc ve sledovaných fázích mezidobí. Naproti tomu byla zjištěna signifikantně ($P < 0,05$) vyšší průměrná hodnota albuminu u dojníc ve fázi přípravy na porod ($35,03 \pm 0,43 \text{ g.l}^{-1}$) ve srovnání s dojnicemi v období rozdoje a vrcholu laktace. Statisticky průkazný rozdíl ($P < 0,05$) byl stanoven pro koncentraci močoviny v krevní plazmě dojníc ($7,62 \pm 0,33 \text{ mmol.l}^{-1}$) ve fázi vrcholu laktace v porovnání s dojnicemi v přípravě na porod i rozdoji laktace. Podobný trend nejvyšších průměrných hodnot v období vrcholu laktace byl zaznamenán také pro koncentraci bilirubinu ($5,94 \pm 0,73 \text{ } \mu\text{mol.l}^{-1}$), AST ($1,54 \pm 0,11 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$), cholesterolu ($4,46 \pm 0,31 \text{ mmol.l}^{-1}$), TAG ($0,36 \pm 0,04 \text{ mmol.l}^{-1}$) a sodíku ($146,2 \pm 0,63 \text{ mmol.l}^{-1}$), avšak zjištěné hodnoty byly signifikantně vyšší ($P < 0,05$) pouze ve srovnání s průměrnou koncentrací jednotlivých parametrů krevní plazmy dojníc ve fázi přípravy na porod (tab. 8).

Nejvyšší průměrné hodnoty NEMK ($0,89 \pm 0,05 \text{ mmol.l}^{-1}$) a BHB ($1,04 \pm 0,07 \text{ mmol.l}^{-1}$) byly podobně jako u předchozích metabolických testů statisticky průkazně vyšší ($P < 0,01$) u dojníc v období rozdoje laktace oproti hodnotám těchto parametrů stanoveným ve fázi přípravy na porod a vrcholu laktace.

Koncentrace vápníku byla jako nejvyšší zaznamenána v krevní plazmě dojníc v období přípravy na porod ($2,43 \pm 0,02 \text{ mmol.l}^{-1}$). Tato hodnota byla průkazně vyšší ($P < 0,05$) ve srovnání s průměrnou koncentrací stanovenou v období rozdoje ($2,22 \pm 0,07 \text{ mmol.l}^{-1}$). Také koncentrace T3 ($1,82 \pm 0,04 \text{ nmol.l}^{-1}$) a T4 ($94,38 \pm 3,36 \text{ nmol.l}^{-1}$) byla nejvyšší ve fázi přípravy na porod. Avšak pouze u T4 byl zaznamenán statisticky průkazný ($P < 0,01$) rozdíl ve srovnání s hodnotami krevní plazmy krav v období rozdoje a vrcholu laktace.

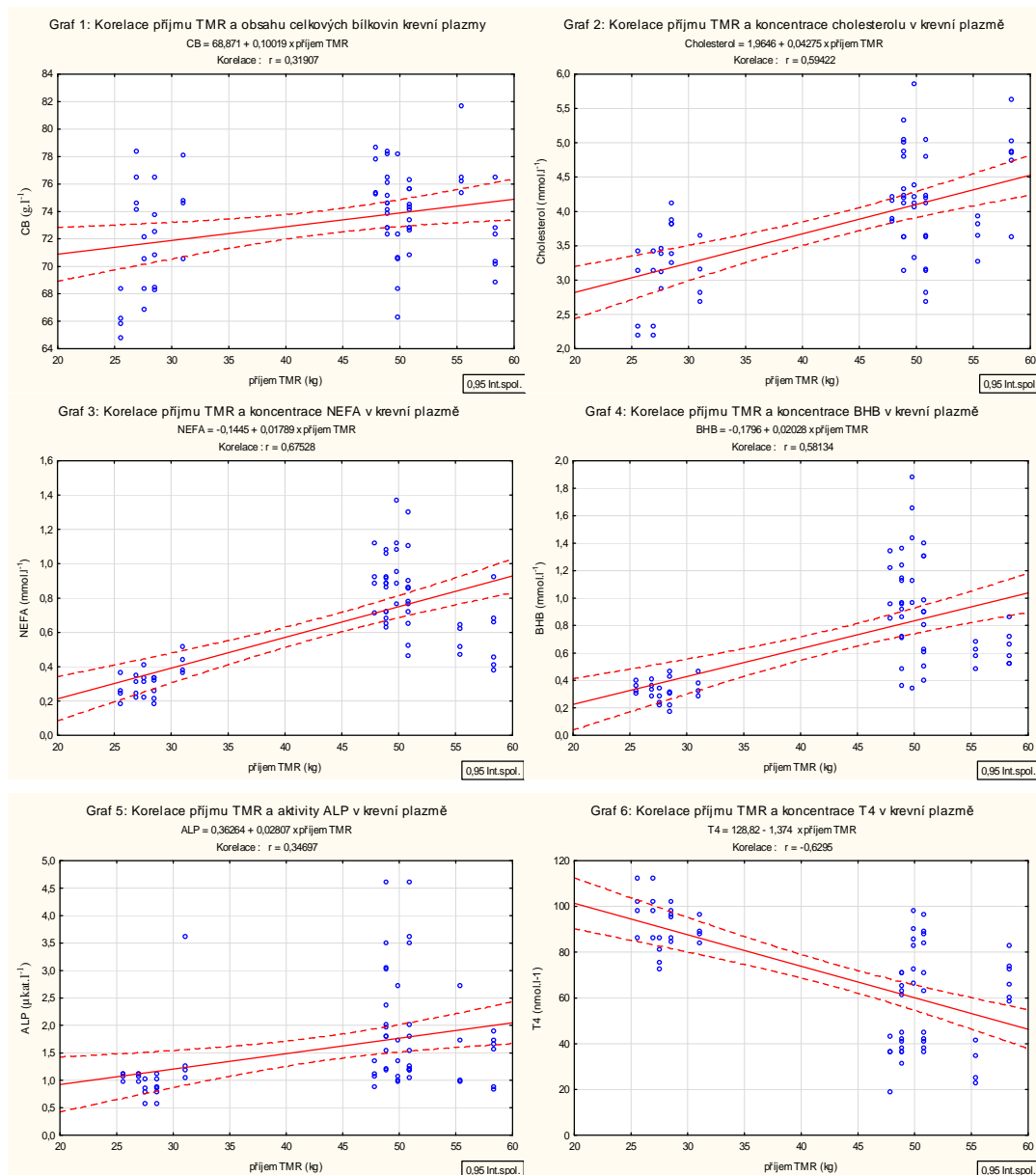
Tabulka 8: Výsledky metabolického testu sledovaných skupin dojnic – pokus 4

	jednotka	Příprava na porod			Rozdoj			Vrchol laktace		
		průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>	průměr	SEM	<i>P</i>
CB	g.l ⁻¹	75,19	± 0,89		74,69	± 0,69		75,43	± 1,14	
Albumin	g.l ⁻¹	35,03	± 0,43	<i>a</i>	32,30	± 0,43	<i>b</i>	32,00	± 0,72	<i>b</i>
Urea	mmol.l ⁻¹	5,91	± 0,20	<i>a</i>	6,03	± 0,37	<i>a</i>	7,62	± 0,33	<i>b</i>
Bilirubin	μmol.l ⁻¹	3,95	± 0,10	<i>a</i>	5,43	± 0,43	<i>b</i>	5,94	± 0,73	<i>b</i>
ALP	μkat.l ⁻¹	1,41	± 0,31		2,27	± 0,42		2,46	± 0,33	
AST	μkat.l ⁻¹	1,37	± 0,03	<i>a</i>	1,52	± 0,05	<i>b</i>	1,54	± 0,11	<i>b</i>
CK	μkat.l ⁻¹	2,27	± 0,26		2,09	± 0,37		2,41	± 0,28	
GGT	μkat.l ⁻¹	0,29	± 0,03	<i>a</i>	0,40	± 0,04	<i>b</i>	0,39	± 0,02	<i>ab</i>
Cholesterol	mmol.l ⁻¹	2,92	± 0,18	<i>a</i>	4,31	± 0,26	<i>b</i>	4,46	± 0,31	<i>b</i>
TAG	mmol.l ⁻¹	0,25	± 0,02	<i>a</i>	0,33	± 0,03	<i>b</i>	0,36	± 0,04	<i>b</i>
Na	mmol.l ⁻¹	143,00	± 0,82	<i>a</i>	145,13	± 0,64	<i>b</i>	146,25	± 0,63	<i>b</i>
K	mmol.l ⁻¹	4,67	± 0,06	<i>a</i>	4,64	± 0,08	<i>a</i>	5,02	± 0,11	<i>b</i>
Ca	mmol.l ⁻¹	2,43	± 0,02	<i>a</i>	2,22	± 0,07	<i>b</i>	2,29	± 0,04	<i>ab</i>
P	mmol.l ⁻¹	1,88	± 0,03		1,92	± 0,07		1,91	± 0,02	
Mg	mmol.l ⁻¹	1,02	± 0,03		1,01	± 0,03		0,96	± 0,06	
Zn	μmol.l ⁻¹	13,14	± 0,31	<i>a</i>	13,67	± 0,37	<i>ab</i>	14,59	± 0,16	<i>b</i>
Cu	μmol.l ⁻¹	12,64	± 0,94		14,55	± 0,31		13,29	± 0,66	
GSH-PX	μkat.l ⁻¹	915,50	± 25,69		970,63	± 29,02		910,00	± 20,63	
NEMK	mmol.l ⁻¹	0,35	± 0,03	<i>A</i>	0,89	± 0,05	<i>B</i>	0,72	± 0,06	<i>C</i>
BHB	mmol.l ⁻¹	0,35	± 0,02	<i>A</i>	1,04	± 0,07	<i>B</i>	0,63	± 0,13	<i>C</i>
T 3 celk.	nmol.l ⁻¹	1,82	± 0,04	<i>a</i>	1,65	± 0,06	<i>b</i>	1,70	± 0,03	<i>ab</i>
T 4 celk.	nmol.l ⁻¹	94,38	± 3,36	<i>A</i>	49,63	± 4,71	<i>B</i>	50,75	± 10,09	<i>B</i>

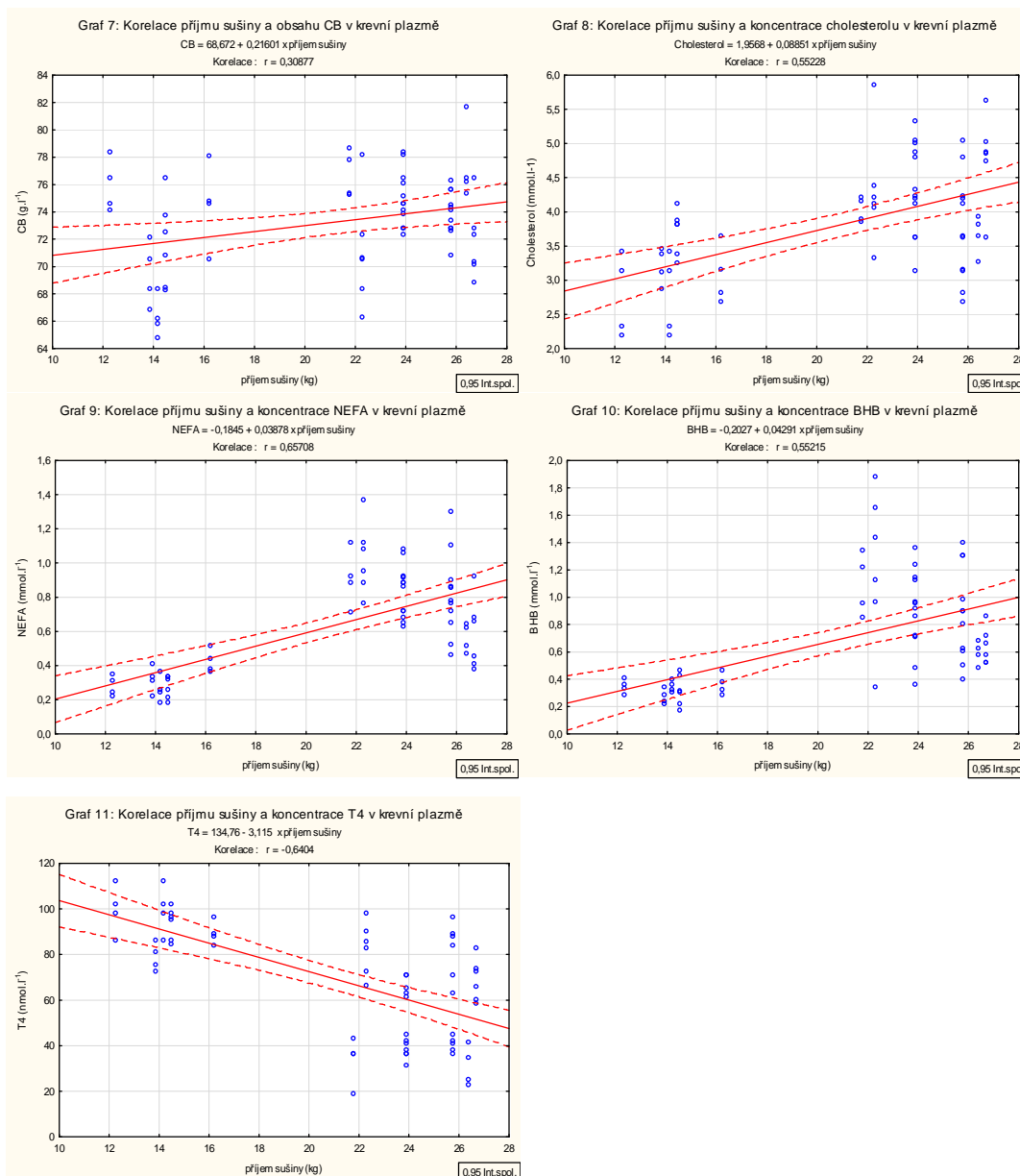
5.5. Korelace živinového složení krmné dávky a parametrů metabolického profilu

Výsledky korelační analýzy metabolického profilu a živinového složení krmné dávky poukazují na statisticky významné ($P < 0,05$) závislosti mnoha parametrů, které byly v práci stanoveny.

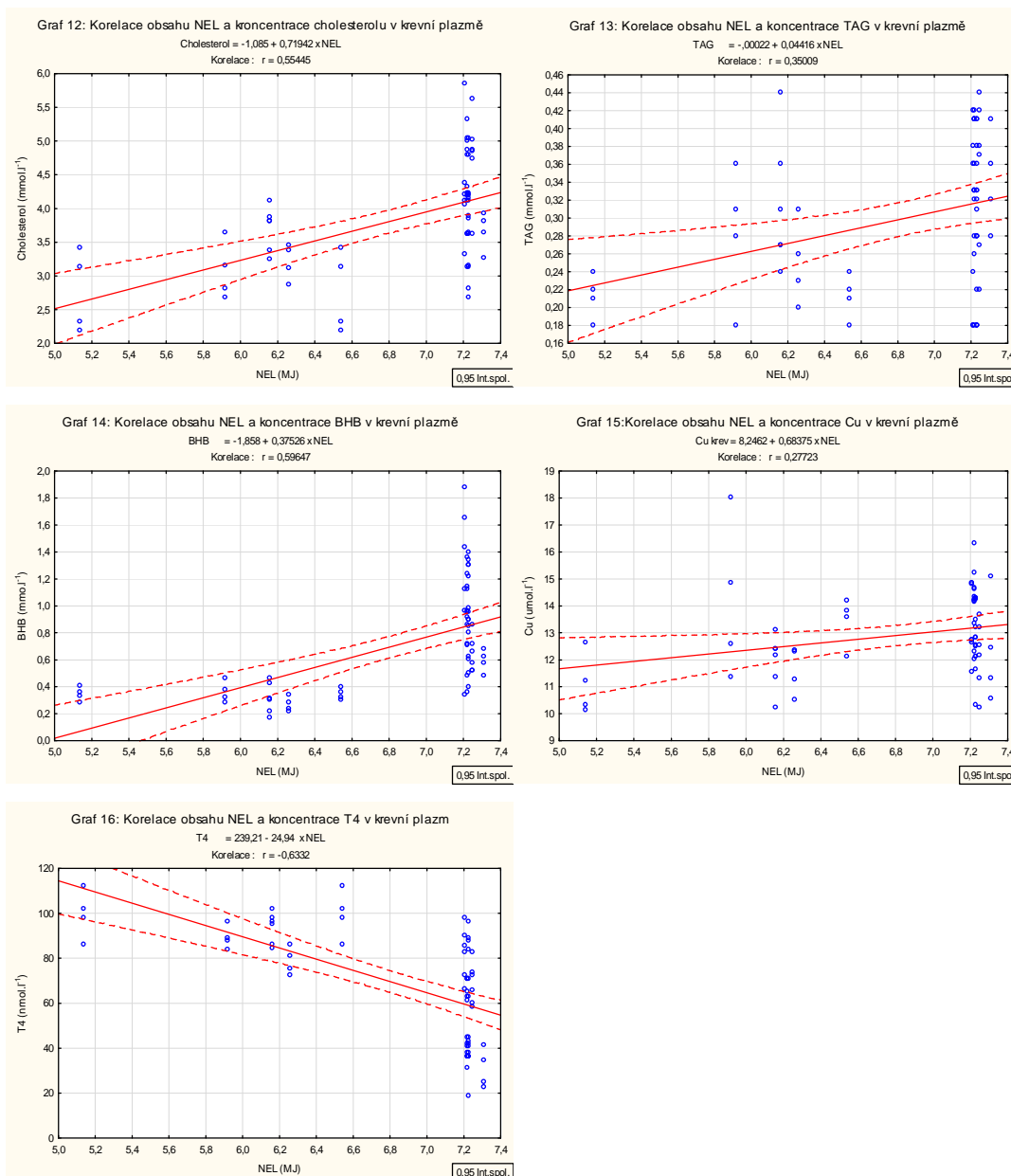
Příjem TMR pozitivně koreloval s obsahem celkových bílkovin v krevní plazmě ($r = 0,319$; $n = 308$), koncentrací cholesterolu ($r = 0,594$), NEFA ($r = 0,675$), BHB ($r = 0,581$) a ALP ($r = 0,347$) jak je patrné z grafů 1 – 5. Tyto korelační závislosti byly vyhodnoceny jako střední. Negativní střední závislost byla stanovena mezi příjmem TMR a sušiny KD a koncentrací T4 ($r = -0,629$) (graf 6, 11).



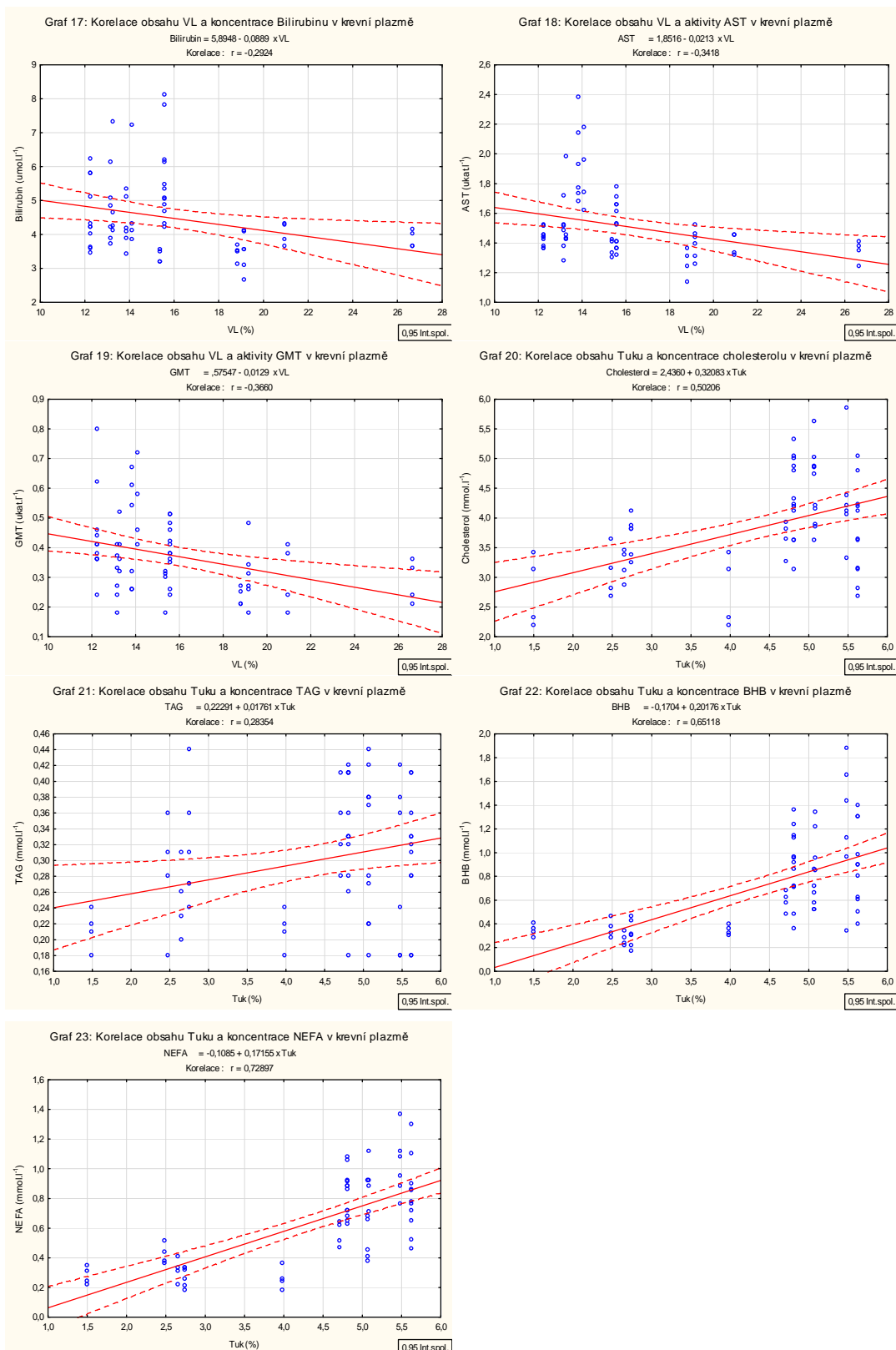
Také příjem sušiny koreloval podobně jako příjem TMR z některými z výše uvedených parametrů (celkové bílkoviny - $r = 0,308$, cholesterol - $r = 0,552$, NEFA - $r = 0,657$ a BHB - $r = 0,552$) (graf 7 – 10).



Zvyšování obsahu NEL v krmné dávce pozitivně zvyšovalo koncentraci cholesterolu ($r = 0,554$), TAG ($r = 0,350$) a BHB ($r = 0,596$) na střední úrovni (graf 12 - 14). Nízká pozitivní závislost byla stanovena mezi obsahem NEL a mědi ($r = 0,277$) v krevní plazmě (graf 15). Střední negativní závislost ($r = -0,633$) byla stanovena mezi NEL a koncentrací plazmatického T4 (graf 16).

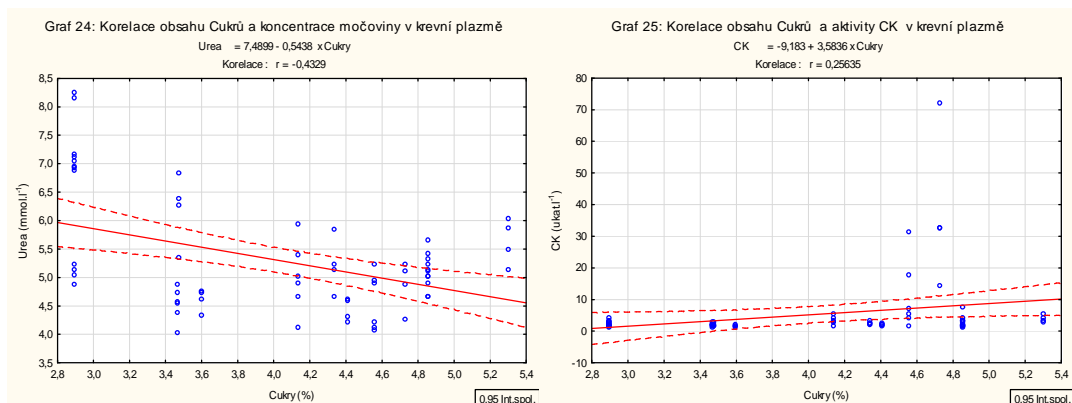


Obsah vlákniny v krmné dávce negativně koreloval s koncentrací plazmatického bilirubinu ($r = -0,292$), AST ($r = -0,341$) a GMT ($r = -0,366$) (graf 17 - 19). Signifikantní pozitivní korelační vztah k tuku v krmné dávce byl stanoven u koncentrace cholesterolu ($r = 0,502$), TAG ($r = 0,283$) a BHB ($r = 0,651$) (graf 20 - 22). Vysoká závislost ($r = 0,729$) byla zaznamenána u koncentrace NEFA (graf 23).

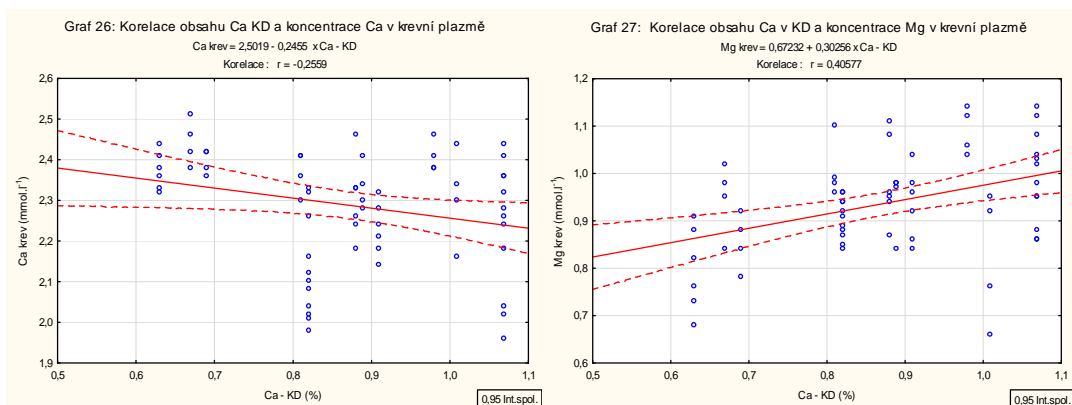


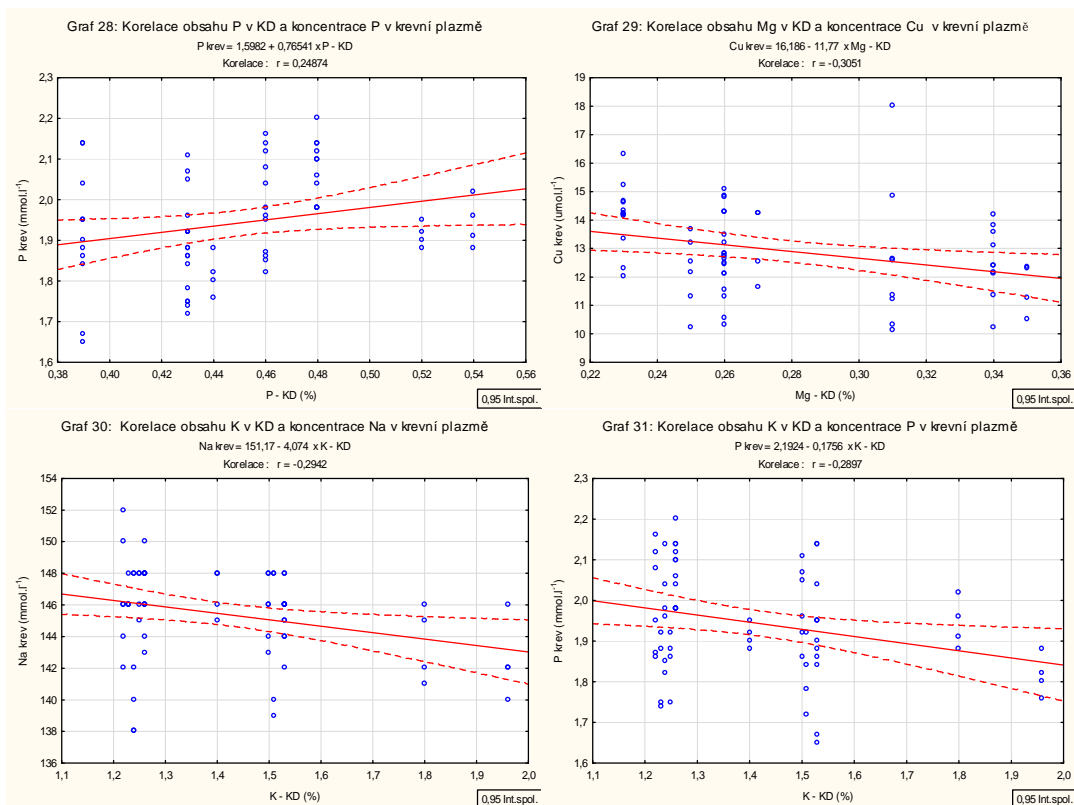
Se zvyšujícím se obsahem cukrů v krmné dávce se významně snižovala koncentrace močoviny, přičemž tato závislost byla zaznamenána jako střední ($r = -$

0,432), naopak nízká pozitivní závislost byla zaznamenána mezi cukry krmné dávky a aktivitou plazmatické CK ($r = 0,256$) (Graf 24, 25).

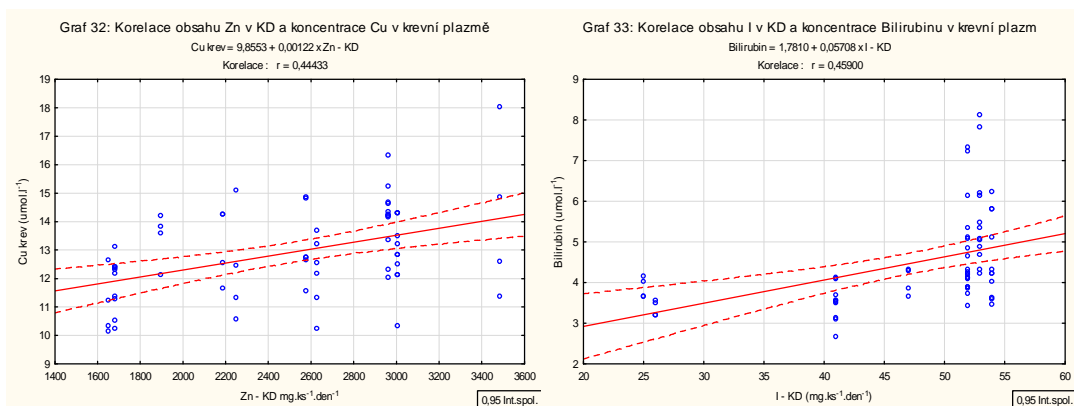


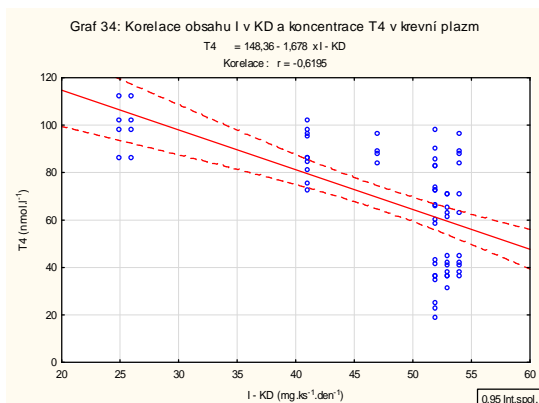
Negativně se projevil obsah Ca v krmné dávce ve vztahu ke koncentraci tohoto makroprvku v krevní plazmě ($r = -0,259$) (graf 26), avšak pozitivně ve vztahu k plazmatickému Mg ($r = 0,405$) (graf 27). Nízký, avšak signifikantní pozitivní korelační vztah byl stanoven u P v krmné dávce a plazmě ($r = 0,248$) (graf 28). Z výsledku korelační analýzy je také patrný negativní vliv Mg krmné dávky na koncentraci mědi v krevní plazmě, vykazující střední závislost ($r = -0,305$) (graf 29). Obsah K v krmné dávce byl v negativním vztahu s koncentrací Na ($r = -0,294$) a P ($r = -0,289$) v krevní plazmě (graf 30, 31).





V rámci korelační analýzy byly stanoveny také významné závislosti ($P < 0,05$) mezi parametry metabolického profilu a mikroprvky v krmné dávce. Obsah Zn v dietě krav pozitivně koreloval s koncentrací mědi v krvi ($r = 0,444$) (graf 32). Obsah I v krmné dávce pozitivně koreloval ($r = 0,459$) s koncentrací bilirubinu krevní plazmy (graf 33), a negativně ($r = -0,615$) ve vztahu k hladině T4 (graf 34).

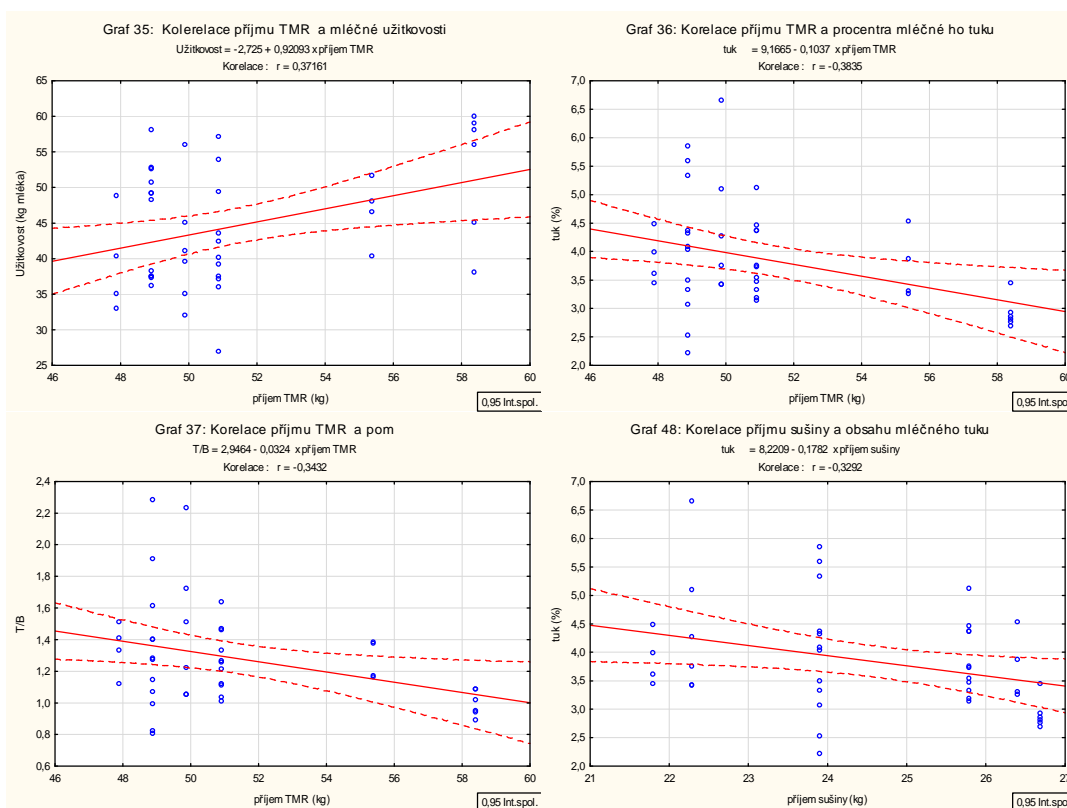


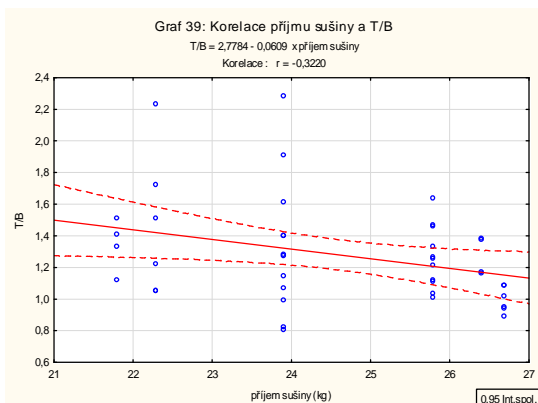


5.6. Korelace živinového složení krmné dávky a mléčné produkce

Mezi soubory dat živin krmné dávky a parametrů aktuální mléčné produkce bylo stanoveno pouze pět případů signifikantní závislosti ($P < 0,05$).

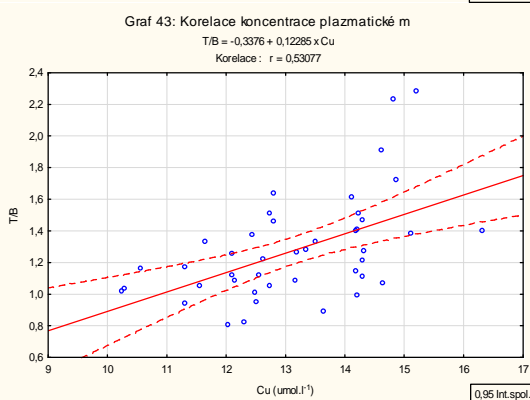
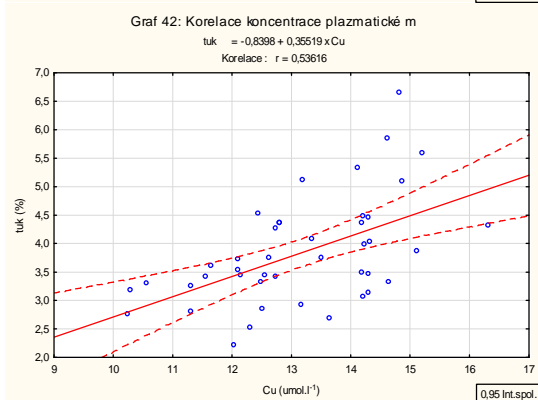
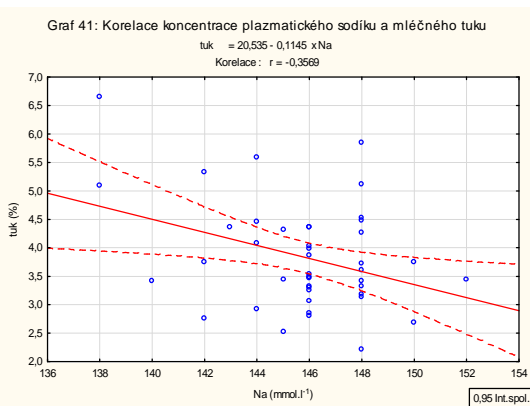
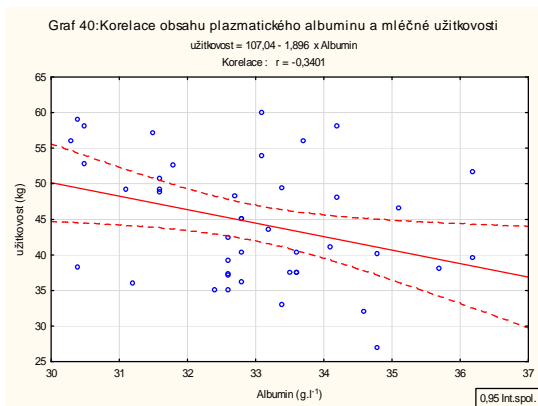
Příjem TMR pozitivně koreloval s užitkovostí dojnic ($r = 0,371$) (graf 35). Naopak negativní závislost byla stanovena mezi příjmem TMR a obsahem mléčného tuku ($r = -0,383$) a T/B ($r = -0,343$) (graf 36 a 37). Podobné korelační závislosti byly zaznamenány také pro příjem sušiny KD. Korelační koeficient pro obsah tuku v mléce dosahoval hodnoty $r = 0,329$ a pro T/B byla jeho hornota $r = 0,322$ (graf 38 a 39).



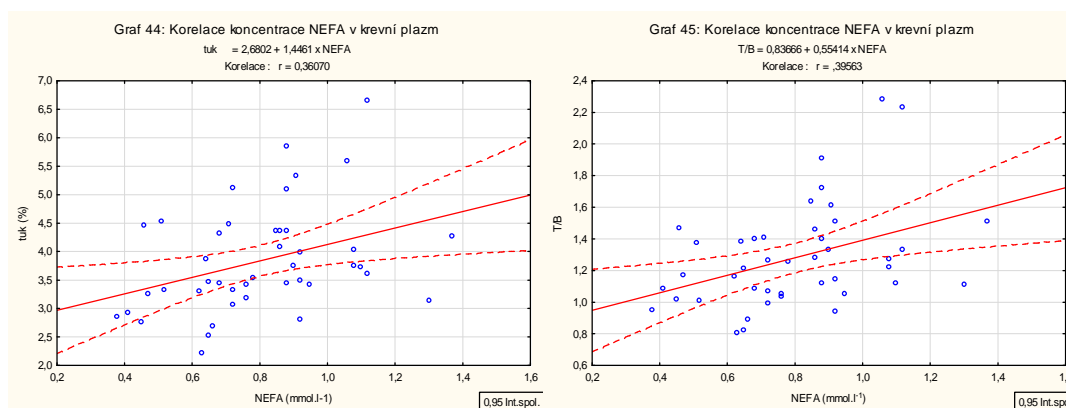


5.7. Korelace parametrů metabolického profilu a mléčné produkce

Negativní korelační závislost ($r = -0,340$) na hladině významnosti ($P < 0,05$) byla zaznamenána mezi koncentrací plazmatického albuminu a průměrnou užitkovostí dojníc (graf 40). Také vztah mezi koncentrací sodíku v krevní plazmě k obsahu mléčného tuku byl negativní ($r = 0,356$) (graf 41). Pozitivní závislost byla stanovena mezi obsahem mléčného tuku a T/B a koncentrací plazmatické mědi ($r = 0,536$; $r = 0,530$) (graf 42, 43)



Tuk i T/B v mléce pozitivně koreloval s koncentrací NEFA v krevní plazmě dojníc ($r = 0,360$; $r = 0,395$) (graf 44, 45).



6 DISKUSE

Koncentrace plazmatických bílkovin nebyla v rámci sledovaných skupin zvířat jednotná. Nejvyšší obsah byl zaznamenán u dojnic na vrcholu laktace a v období rozdoje. Za fyziologické hodnoty celkových bílkovin krevní plazmy považují PECHOVÁ et al. (2003) obsah 60 – 80 g.l⁻¹, POLAT et al. (2009) 78,5 – 82,1 g.l⁻¹. Podobné průměrné hodnoty u krav stanovili také MERT (1996), KARAGUL et al. (1999) a PADILLA et al. (2007). V našem sledování se průměrné hodnoty u dojnic pohybovaly v rozmezí uváděných výše zmíněnými autory. LIEBERG (1977) uvádí vyšší obsah plazmatických bílkovin před porodem a výrazný pokles bílkovin v krevní plazmě bezprostředně po otelení. Přisuzuje toto snížení akumulaci globulinové frakce plazmatických bílkovin v mléčné žláze. Také Van DORLAND et al. (2009) považují změny v koncentraci celkových bílkovin krevní plazmy u dojnic za odraz mobilizace dynamické zásoby proteinů k zabezpečení požadované mléčné produkce. Nicméně tito autoři zjistili postupné snižování plazmatických bílkovin v prvním týdnu po porodu a mírné zvyšování v následujících fázích. Výše uvedené změny přisuzují poklesu globulinové frakce bílkovin a zvyšování plazmatického albuminu.

Ani obsah albuminu v jednotlivých skupinách dojnic nevykazoval stejnou tendenci. Byl zaznamenán průkazně vyšší obsah albuminu v krevním plazmě u dojnic v období přípravy na porod, ale také v období vrcholu laktace. V období po porodu byl zaznamenán pokles koncentrace albuminu (PAYNE a PAYNE, 1987). Podobně HERDT (2000) a KLEBANIUK et al. (2009) zjistili postupné snižování obsahu albuminu v pozdní fázi březosti a období po porodu. Tyto změny jsou dle uvedených autorů odrazem zásobení a využití proteinů zvířetem. Naopak PICCIONE et al. (2011) zjistili mírné zvyšování obsahu albuminu v období porodu. Tyto změny mohou být dle autorů způsobeny vyšší syntézou albuminu v játrech, případně také poklesem objemu plazmy vlivem hypoglobulinemie. Zvyšování obsahu albuminu v období po porodu zaznamenali také PARK et al. (2010) a GRÜNBERG et al. (2009). Tyto rozdíly výsledků mezi jednotlivými autory mohou být dány časem odběru vzorků v rámci jednotlivých studií, případně také metodou stanovení hodnoty albuminu v krevní plazmě.

Koncentrace močoviny u sledovaných skupin krav byla s výjimkou metabolického testu 3 nejvyšší u skupin zvířat na vrcholu laktace. Naopak nejnižší hodnoty byly zaznamenány u dojnic v období přípravy na porod. Jak bylo uvedeno

výše, koncentraci plazmatické močoviny ovlivňuje velmi výrazně výživa dojnic v jednotlivých fázích mezidobí. Koncentrace močoviny je navíc velmi individuální i přes uniformitu krmné dávky ve skupinách dojnic (BUCEK, 2006). Hodnoty plazmatické močoviny stanovené v jednotlivých experimentech se pohybují ve fyziologickém rozmezí uváděném např. KLEBANIUK et al. (2009), ABENI et al. (2007), PECHOVÁ et al. (2003). Zvyšování koncentrace plazmatické močoviny do přípravy na porod směrem k období rozdojování sledovali podobně jako v tomto experimentu také TÓTHOVÁ et al. (2008). Toto zvyšování močoviny v průběhu současného nárůstu mléčné produkce je přisuzováno nedostatku energie a dusíkatých látek v krmné dávce dojnic, vedoucímu ke kompenzaci rozkladem bílkovin vlastních tkání organismu. Určitým příkladem může být zjištění autorů BELLOVÁ et al. (2009), kteří uvádějí signifikantní nárůst koncentrace močoviny v krevní plazmě v období přípravy na porod v souvislosti s nahrazením sóji hydrolyzovaným palmovým olejem. Avšak nárůst močoviny v krevní plazmě dojnic může být také způsoben nadbytkem dusíkatých látek v krmné dávce (BUTLER, 1998).

V práci byly zaznamenány signifikantní rozdíly v koncentraci celkového cholesterolu a TAG. Nejnižší hodnoty obou parametrů byly sledovány v období přípravy na porod. Průkazné zvýšení bylo zaznamenáno ve skupinách dojnic v období rozdoje. Následně se průměrné hodnoty dále zvyšovaly, avšak bez statistické signifikace (pokus 2 a 4), případně mírně poklesly (pokus 1 – 3). Průměrné hodnoty celkového cholesterolu v krevní plazmě se nacházely v rozmezí 2,92 – 4,79 mmol.l⁻¹ a TAG 0,25 – 0,36 mmol.l⁻¹. PECHOVÁ et al., (2003) uvádějí u dojnic průměrné hodnoty celkového cholesterolu v krevní plazmě 2,6 - 5,2 mmol.l⁻¹, HUSSEIN a ELLAH (2008) 1,67 - do 2,36 mmol.l⁻¹, PADILLA et al. (2007) 3,84 mmol.l⁻¹, STENGARDE et al. (2008) 2,0 – 5 mmol.l⁻¹. Rozmezí průměrných hodnot TAG u dojnic uvádějí PECHOVÁ et al. (2003) 0,17 - 0,51 mmol.l⁻¹

Z literatury je patrné, že koncentrace cholesterolu v krevní plazmě kolísají v průběhu mezidobí. Změny průměrných hodnot stanovené ve sledovaných skupinách vykazují podobnou tendenci jako uvádějí DJOKOVIC et al. (2007) a OHGI et al. (2005), tzn. zvýšení cholesterolu v období po porodu. Také BELLOVÁ et al. (2009) zaznamenali zvýšení plazmatického cholesterolu u dojnic v průběhu rozdoje. Dle MANDEBVU et al. (2003) neovlivní vyšší a nižší dotace energie v TMR hodnoty koncentrace cholesterolu ani TAG v krevní plazmě dojnic. Avšak OHTSUKA et al.

(2005) uvádějí ve své práci nižší koncentraci plazmatického cholesterolu při snížené úrovni výživy, a to nejen kvalitativní, ale také kvantitativní.

Průměrné koncentrace NEFA v krevní plazmě sledovaných dojnic vykazovaly signifikantní rozdíly mezi jednotlivými skupinami. Nejnižší hodnoty byly zaznamenány u dojnic v přípravě na porod. K signifikantnímu zvýšení došlo u zvířat v období rozdoje. S posunem k vrcholu laktace průměrné hodnoty NEFA v krevní plazmě klesaly, avšak jejich hodnota byla stále statisticky průkazně vyšší ve srovnání s dojnicemi ve fázi přípravy na porod. Výše uvedené výsledky podporují informace o stavu negativní energetické bilance v peripartálním období a následného vzestupu produkce mléka uváděné v práci DRACKLEY (1999), stejně jako v práci autorů GRUMMER et al. (2004), kteří popisují kompenzaci nedostatečného pokrytí energetických potřeb lipomobilizací související s uvolňováním NEFA. Z výsledků disertační práce je patrné, že prohlubování negativní energetické bilance je největší v období fáze rozdojování, neboť zde byly v jednotlivých skupinách zaznamenány nejvyšší hodnoty NEFA v krevní plazmě.

Výsledky práce se shodují s výsledky udávanými autory JANOVICK et al. (2011), kteří uvádějí zvýšení průměrné koncentrace NEFA v krevní plazmě hoštýnských dojnic v období 3 – 14 dnů postpartum ve srovnání s koncentrací stanovenou před porodem. Také PĚNKAVA (2010) uvádějí, že NEFA vykazují maximální koncentraci v období po porodu následným poklesem. HAYIRLI et al. (2011) stanovili průměrné hodnoty NEFA před porodem $0,3 \text{ mmol.l}^{-1}$, nejvyšší hodnotu v období 7 – 14 dní po porodu $1,2 \text{ mmol.l}^{-1}$ a v období vrcholu laktace $0,6 \text{ mmol.l}^{-1}$.

Prohlubování negativní energetické bilance se z tukové tkáně uvolňuje stále více NEFA, avšak zároveň stoupá hladina ketonů reprezentovaná např. betahydroxybutyrátem, což vede k riziku vzniku subklinické nebo klinické ketózy (DUFFIELD, 2000). Průměrné koncentrace BHB v krevní plazmě dojnic stanovené v této práci v jednotlivých skupinách se svou dynamikou shodují s analyzovanými změnami koncentrací NEFA. PĚNKAVA (2010) uvádějí v období do 12. dnů po porodu průměrné koncentrace BHB v krevní plazmě dojnic $0,97 \text{ mmol.l}^{-1}$. HAYIRLI et al. (2011) stanovili průměrné hodnoty BHB před porodem $0,57 \text{ mmol.l}^{-1}$, nejvyšší hodnotu v období do týdne po porodu $1,34 \text{ mmol.l}^{-1}$ a v období vrcholu laktace $0,79 \text{ mmol.l}^{-1}$. Výsledky těchto autorů plně korespondují s hodnotami stanovenými v disertační práci.

Celkový bilirubin v krevní plazmě dojnic sledovaných skupin vykazoval ve všech pokusech podobnou tendenci změn. Nejnižší koncentrace byly zaznamenány v krevní plazmě dojnic ve fázi přípravy na porod. Po porodu v období rozdoje se průměrné hodnoty zvyšovaly avšak bez statistické významnosti. Nejvyšší koncentrace byly stanoveny ve skupině dojnic na vrcholu laktace. Tyto hodnoty se významně lišily od koncentrací stanovených v období přípravy na porod. Výše uvedená dynamika změn vyplývá především z adaptace jaterní tkáně na změny intenzity metabolismu související s výživou plodu, porodem a následnou produkcí mléka jak uvádějí KANEKO et al. (1997), kdy jsou dojnice vystavovány negativní energetické bilanci (BERTONI et al., 2008). BROWN et al. (2000) uvádějí, že koncentrace bilirubinu souvisí nejen s intenzitou jaterní steatózy, ale také se zvyšováním proudkce BHB a koncentrací NEFA, což plně koresponduje s výsledky disertační práce. Také Djokovic et al. (2011) zaznamenali signifikantní zvýšení průměrné koncentrace bilirubinu u peripartálních krav ve srovnání s vysokobřezími dojnicemi, kdy docházelo ke zvyšování koncentrace plazmatického bilirubinu na hodnoty vyšší než 5 mmol.l^{-1} . S tímto tvrzením se shodují také výsledky práce PĚNKAVA (2010), která uvádí poměrně těsné vazby mezi bilirubinem a NEMK

Katalytická koncentrace AST v krevní plazmě skotu za fyziologického stavu dosahuje hodnot $0,3 - 1,3 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$ jak uvádějí JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003). V disertační práci však byly stanoveny koncentrace vyšší. Signifikantně se koncentrace AST zvyšovala u dojnic ve fázi rozdoje a to až na průměrné hodnoty $1,94 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$. V další fázi, tzn. u zvířat ve skupině dojnic na vrcholu laktace došlo k opětovnému poklesu průměrných hodnot a to v některých případech signifikantně. Podobný trend byl zaznamenán také u změn aktivity plazmatické GGT. Nižší aktivitu AST uvádějí také DEMETEROVÁ et al. (2002) v rozmezí od $0,47$ do $0,53 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$. Naopak SRIKANDAKUMAR a JOHNSON (2004) u holštýnského plemene zaznamenali průměrné hodnoty AST $0,81$ až $1,11 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$, KLEBANIUK et al. (2009) uvádějí rozmezí od $1,29$ do $1,42 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$. Ačkoli HERDT (2000) uvádí, že katalytická koncentrace AST v séru je relativně stabilní, autoři HUSSEIN a ELLAH (2008) pozorovali u skupiny dojnic černostrakatého skotu s mléčnou užitkovostí, katalytickou koncentrací AST v relativně širokém rozmezí od $0,67$ do $1,65 \text{ } \mu\text{kat.l}^{-1}$. Vyšší aktivita AST stanovená u sledovaných dojnic v rámci disertační práce je pravděpodobně dána vyšším zatížením jaterních buněk v průběhu poporodního období. S tímto tvrzením

koresponduje zjištění autorů Djokovic et al. (2011), kteří zaznamenali signifikantní zvýšení AST u puerperálních dojnic. Také KUDLÁČ et al. (1995) a PECHOVÁ et al. (2003) zjistili zvýšení aktivity AST po porodu. Zvýšení katalytické koncentrace u skupiny dojnic v období rozdoje může být způsobeno vyšším obsahem tuku v krmné dávce jak uvádějí PECHOVÁ et al. (2003). Také energie krmné dávky je dáována do souvislosti s aktivitou AST v krevní plazmě. MANDEBVU et al. (2003) stanovili dojnic ve skupině s vyšší dotací energie v krmné dávce týden po porodu nižší aktivitu AST ve srovnání s kontrolní skupinou. U námi sledovaných zvířat ve skupině v období rozdoje byla energie krmné dávky vyšší ve srovnání s energií krmné dávky u dojnic ve fázi přípravy na porod, avšak aktivita AST byla na rozdíl od výsledků MANDEBVU et al. (2003) vyšší.

Aktivita ALP v krevní plazmě sledovaných skupin dojnic v jednotlivých pokusech vykazovala značné rozdíly v tendenci změn v průběhu sledování. V pokusu 1 a 3 se její průměrná katalytická koncentrace snižovala v období od přípravy na porod do fáze rozdoje. Na vrcholu laktace pak u dojnic byla naměřena aktivita vyšší. U dojnic v pokusu 2 a 4 byla tato tendence odlišná, a nejvyšších katalytických koncentrací plazmatické ALP dosahovaly dojnice ve fázi rozdoje. Všechny tyto diference však nebyly signifikantní. KRAFT et DÜRR (2001) poukazují na nejvyšší průměrné hodnoty katalytické koncentrace $1,37 \mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. ABENI et al. (2007) uvádějí hodnoty katalytické koncentrace ALP u dojnic fríského skotu $0,53$ až $0,98 \mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. KLEBANIUK et al. (2009) stanovili hodnoty ALP u laktujících dojnic $1,19$ až $1,34 \mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. Poměrně široké rozmezí hodnoty aktivity plazmatické ALP uvádějí KAWAMURA et al. (2005). Autoři PADILLA et al. (2007), poukazují na pozitivní závislost mezi aktivitou ALP a AST v krevní plazmě, což v našich pokusech nebylo prokázáno. Opačná tendence změn katalytických koncentrací ALP ve srovnání s AST, tedy její pokles v období rozdoje a tedy zvyšování energie krmné dávky by mohla být ovlivněna poklesem aktivity ALP při metabolických poruchách bacheru (acidóza bacherového obsahu), tak jak na ni poukazují Kraft a Dürr (2001). OTTO et al. uvádějí, že hodnoty aktivity ALP se snižují v průběhu gravidity a po oterlení, s opětovným nárůstem v průběhu laktace.

Aktivita kreatinkinázy v krevní plazmě poukazují mimo jiné na poškození svaloviny (Pavlata et al., 2008). Avšak tento enzym je produkován také v dalších tkáních jako trávicí trakt, játra, děloha apod. (Wallimann et al., 1992). V našem sledování byl zaznamenán signifikantní vzrůst plazmatické aktivity CK v pokusu 1 a 2 a

to v obou případech u dojnic ve fázi rozdoje. V pokusu 1 dosahovala průměrná katalytická koncentrace $37,83 \mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$, v pokusu 2 pak $11,24 \mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. V dalších dvou pokusech se její aktivita v průběhu sledování signifikantně neměnila. Jak uvádějí Braun et al. (1995), neměly by hodnoty její aktivity přesáhnou $17 \mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$. Takovéto zvýšení považují autoři za možný příznak poškození tkání díky proleženinám, nutriční myopatie, tělesné námahy apod. Z hlediska změn laboratorních hodnot při biochemickém vyšetření krve které v prvních dvou pokusech byly stanoveny, lze předpokládat, že námi zvýšené hodnoty jsou způsobeny vysokou zátěží organismu v průběhu rozpojovacího odbodí. Pavlata et al. (2008) poukazují na zvyšování aktivity CK několikanásobně při syndromu ulehnutí, s tím, že nejvyšší hodnoty kreatinkinázy jsou obvykle dosahovány za 24 – 48 hodin po začátku ulehnutí dojnice.

Koncentrace tyroidních hormonů (T3 i T4) byla jako nejvyšší stanovena ve všech pokusech u dojnic ve skupině příprava na porod. Statisticky signifikantní rozdíly ve srovnání se skupinou ve fázi rozdoje byly zaznamenány především u koncentrace T4. S postupem laktace se hodnoty T3 ani T4 již dále výrazně neměnily. Průměrné hodnoty T3 stanovené u krav před porodem se pohybovaly v rozmezí $1,23 - 1,82 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$, u T4 $68,25 - 94,38 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$. U T3 byl zaznamenán pokles na průměrné hodnoty $1,11 - 1,65 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$, u T4 na $33,53 - 82,52 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$. NIKOLIČ et al. (1997) uvádějí průměrné hodnoty $1 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ T3 a $30 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ T4, a považují tyto hodnoty za fyziologické. CONTRERAS et al., (1999) stanovili hodnoty T3 $1,40 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a T4 $41,1 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$. SLEBODZINSKI (1981) však uvádějí hodnoty T4 vyšší, v závislosti na plemenné příslušnosti, a to v rozmezí $47 - 96 \text{ nmol}\cdot\text{l}^{-1}$. Tato zjištění korespondují s výsledky prací některých autorů ((TUCKER, 1988; MATAMOROS et al., 2003) kdy byl zaznamenán pokles hodnoty tyroidních hormonů v krevní plazmě na počátku laktace, což autoři vysvětlují adaptací organismu při rozdojování a následné vyšší produkci mléka. YAMBAYAMBA et al. (1996) a REINERT et WILSON (1996) poukazují na to, že se dojnice po porodu vyznačující negativní energetickou bilancí s čímž souvisí snížené koncentrace T3 a T4 v krevní plazmě.

Snižování plazmatické koncentrace tyroidních hormonů může být dle HAYDEN et al. (1993) způsobeno restrikcí krmiva, zvyšování je pak patrné při vyšších dávkách krmiv. Podobně také McGUIRE et al., (1991), HORNICK et al. (1998) poukazují na snižování koncentrací tyroidních hormonů v průběhu omezení především energetické složky krmné dávky. Do regulace syntézy a vylučování tyroidních hormonů však

v průběhu mezidobí u dojnic zasahuje energeticky náročného období po porodu, ve kterém, i přes zvýšení energie krmné dávky dochází k poklesu koncentrace T3 a T4 v krevní plazmě.

Plazmatická koncentrace vápníku u dojnic vykazovala nejvyšších hodnot u dojnic ve fázi přípravy na porod. Průměrné hodnoty se pohybovaly na úrovni fyziologických koncentrací uváděných autory JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003), ZIMA et ZWICK (1990), ARENDARČÍK (1988) aj. Snížení koncentrací vápníku u dojnic v pokusu 2 a 3 bylo stanoveno jako statisticky průkazné. Pokles hladiny plazmatického vápníku u dojnic ve fázi rozdoje a následné laktace by bylo možné odůvodnit zvýšenou potřebou vápníku v průběhu periody vysoké produkce mléka. V krmné dávce pokusu 4 byl obsah Ca dietě jednotlivých skupin totožný 0,81 – 0,82 % sušiny. V ostatních pokusech byla dotace vápníku pro skupiny ve fázi rozdoje a vrcholu laktace vyšší ve srovnání s fází přípravy na porod. Avšak tato skutečnost se neprojevila výraznou změnou koncentrace plazmatického vápníku u dojnic jednotlivých skupin pokusu 4 ve srovnání s pokusem 1, 2 a 3. Vysvětlení pravděpodobně pramení ze schopnosti autoregulačních mechanismů upravujících množství Ca v jednotlivých tkáních organismu. Na rozdíl od našich výsledků, DOLEŽEL et al. (1991) uvádějí, že hodnoty plazmatického vápníku u dojnic se zvyšují do 20. dne po porodu. S našimi výsledky do jisté míry korespondují hodnoty uváděné autory DUBREUIL a LAPIERRE (1994) v krevní plazmě dojnic v období posledních 2 měsíců laktace.

Koncentrace fosforu, hořčíku, sodíku, zinku a mědi se v jednotlivých sledovaných skupinách dojnic výrazně neměnila. Byly zaznamenány ojedinělé statisticky průkazné rozdíly mezi skupinami dojnic, avšak nebyl sledován jednoznačný trend snižování, příp. zvyšování průměrných koncentrací v rámci jednotlivých pokusů.

Obsah fosforu v krevním plazmě sledovaných krav se nacházel v rozmezí fyziologických hodnot uváděných např. autory JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003), DOLEŽEL et al. (1991), ARENDARČÍK (1988) . Jak uvádějí WHITAKER et al. (1998) je koncentrace plazmatického fosforu především odrazem nedostatečného aktuálního příjmu v dietě. Ve všech skupinách sledovaných dojnic nebyla pozorována průměrná koncentrace nižší než je spodní hranice fyziologického rozmezí.

Také koncentrace hořčíku se u všech sledovaných skupin dojnic pohybovala ve fyziologickém rozmezí uváděném autory WHITAKER et al. (1998) 0,8 – 0,13 mmol.l⁻¹. Koncentrace plazmatického hořčíku, jak uvádějí GRÜNWALD et al. (2005), je spíše

odrazem okamžitého denního příjmu, než rezerv organismu. Lze tedy předpokládat, že použité krmné dávky jsou dostatečně suplementovány tímto makroprvkem. DOLEŽEL et al. (1991) uvádějí zvyšování koncentrace hořčíku v krevní plazmě v období po porodu, což v této práci bylo zaznamenáno pouze v pokusu 2.

Hladina draslíku v krevní plazmě se v jednotlivých pokusech zvyšovala po porodu a nejvyšších hodnot dosahovala u skupin dojnic na vrcholu laktace. BELIBASAKIS et al. (1997) však ve svém experimentu u dojnic po porodu nepozorovali žádné průkazné rozdíly mezi skupinami.

Autoři JELÍNEK, KOUDELA et al. (2003), ARENDARČÍK (1988) uvádějí fyziologické rozmezí průměrných koncentrací mědi a zinku v krevní plazmě skotu od 12 – 17,4 $\mu\text{mol.l}^{-1}$, což odpovídá hodnotám zjištěným v této práci u jednotlivých skupin sledovaných dojnic. Naproti tomu, např. PECHOVÁ et al. (2008) v průběhu laktace dojnic a PAVLATA et al. (2004) u dojnic po porodu uvádějí průměrné koncentrace 8,26 – 8,95 $\mu\text{mol.l}^{-1}$

7 ZÁVĚR

Výživa dojnic je považována za nejvýznamnější faktor vnějšího prostředí, který determinuje mléčnou užitkovost, plodnost, zdravotní stav zvířat a umožňuje realizovat genetický potenciál celého stáda. Přes značný rozvoj vědeckých poznatků z oblasti fyziologie a výživy přežvýkavců, pěstování a konzervace píce, optimalizace krmných dávek, přes pokrok v krmivářském průmyslu, technologii a technice krmení dochází často k závažným nedostatkům ve výživě dojnic, které vedou ke snížení produkce, negativně ovlivňují kvalitu mléka, fertilitu, zdravotní stav a způsobují značné materiální škody předčasným vyřazením dojnic z chovu, nutnými porážkami a úhynem zvířat. Významným etiologickým faktorem produkčních chorob jsou nedostatky ve výživě. Špatná kvalita objemných krmiv, nízká koncentrace živin, nevyrovnanost živin v krmné dávce, nevyhovující struktura krmné dávky a nedostatky v technice krmení navozují vznik poruch metabolismu a produkčních chorob. Testování metabolického profilu krav bylo doporučeno, a je využíváno především z důvodu identifikace problémů s nízkou mléčnou produkcí způsobenou nesprávnou výživou a z důvodu prevence metabolických onemocnění.

Cílem disertační práce bylo, na základě vybalancování směsné krmné dávky dojnic po stránce kvalitativní i kvantitativní v jednotlivých fázích mezidobí zajistit optimální metabolismus krav, minimalizovat výskyt produkčních chorob a tím zajistit zlepšení zdravotního stavu, plodnosti a mléčné užitkovosti dojnic a celého stáda. V rámci tohoto byly prováděny metabolické testy dojnic v jednotlivých skupinách a fázích mezidobí. V rámci pokusu 1 – 4 byly sledovány dojnice ve třech stádiích mezidobí (příprava na porod, fáze rozdojování a vrchol laktace).

Závěrem lze konstatovat, že z hlediska metabolismu dusíkatých látek a bílkovin došlo ve dvou případech pokusů k signifikantnímu rozdílu koncentrace plazmatické celkové bílkoviny CB u krav v přípravě na otelení a v rozdojovací fázi laktace. Rozdíly v obsahu CB v plazmě u dojnic v rozdojovací a vrcholné fázi laktace již nebyly průkazné. U albuminu byl také signifikantní rozdíl v koncentraci u krav ve fázi přípravy na porod a rozdojovací fázi laktace. Průkazný rozdíl v koncentraci močoviny v plazmě byl rovněž zaznamenán u krav v přípravě na porod a v rozdojovací fázi laktace. Obsah celkové bílkoviny byl ve dvou pokusech u krav v přípravě na porod nižší než koncentrace CB v plazmě dojnic v rozdojovací a vrcholné fázi laktace a to i přesto, že obsahy dusíkatých látek NL a proteinu skutečně stravitelného ve střevě PDI nebyly

rozdílné mezi jednotlivými pokusy. Koncentrace plazmatického albuminu signifikantně klesá u dojnic v rozdojovací fázi laktace i přesto, že koncentrace dusíkatých látek v krmné dávce stoupá. To souvisí s produkcí kolostra a nastupující vysokou mléčnou užitkovostí. Nejnižší obsahy močoviny v krevní plazmě byly zaznamenány u krav před otelením. V rozdojovací a vrcholové fázi laktace koncentrace močoviny stoupá, což koreluje s rostoucí koncentrací dusíkatých látek v krmné dávce po porodu. Hodnoty močoviny v plazmě korespondují také s rostoucím příjmem sušiny směsné krmné dávky dojnicemi v laktaci.

U parametrů enzymatického profilu metabolismu byly zjištěny následující závěry. Koncentrace bilirubinu v plazmě má rostoucí tendenci u krav po otelení. U většiny pokusů nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl. Naopak u AST byly zjištěny průkazné rozdíly mezi hodnotami v přípravě na porod a v rozdojovací fázi laktace. Hodnoty kreatinkinázy CK v krevní plazmě dojnic u obou pokusů v ZD Dolany vykazovaly výrazné signifikantní rozdíly, u pokusů v ZS Ostřetín nebyly rozdíly průkazné a aktivity CK měly jen mírně stoupající tendenci. Taktéž u hodnot GGT v krevní plazmě byly u většiny pokusů průkazné rozdíly mezi kravami před a po porodu. Zvýšené hodnoty transamináz u dojnic v rozdojovací fázi laktace souvisí s lipomobilizačním syndromem a subklinickou ketózou v důsledku nastupující vysoké produkce mléka a nedostatečného příjmu sušiny krmné dávky dojnicemi. Vysoký nárůst aktivity CK v pokusech v ZD Dolany souvisel navíc se zvýšeným stupněm kondice dojnic před otelením a následným výraznějším hubnutím a katabolismem kosterní svaloviny v rozdojovací fázi laktace. Rozvoji lipomobilizačního syndromu a subklinické ketózy přispěly také nižší hodnoty lehce rozpustných cukrů a nízké množství škrobu v krmné dávce dojnic v rozdojovací a vrcholové fázi laktace.

Parametry energetického metabolismu cholesterol a triacylglyceroly TAG neměly u většiny pokusů průkazné rozdíly u krav v jednotlivých fázích mezidobí. U obou parametrů je patrná stoupající tendence po otelení. Vyšší hodnoty cholesterolu a TAG v plazmě dojnic v rozdojovací a vrcholové fázi jistě souvisí s již výše zmiňovaným lipomobilizačním syndromem a subklinickou ketózou, ale jistě také se zkrmováním a vyšším obsahem bachorově chráněných tuků v krmné dávce. Cholesterol a TAG mají nízkou vypovídající schopnost o poruchách energetického metabolismu u skotu, daleko přesnější informace nám přináší hodnoty neesterifikovaných mastných kyselin NEFA a betahydroxymáselné kyseliny BHB. U obou těchto parametrů ve

většině pokusů byly vysoce průkazné rozdíly mezi kravami v přípravě na porod a rozdojovací fází laktace a také mezi rozdojovací a vrcholovou fází laktace. Lipomobilizační syndrom a následnou subklinickou ketózu s hepatosteatózou podmiňují spolu vyšší kondice zaprahých krav před otelením, nízká koncentrace lehce rozpustných cukrů a škrobu v krmné dávce po otelení a snížený příjem sušiny dojnici v rozdojovací fází laktace. Negativní energetické bilanci nezabránila ani vysoká koncentrace bachorově chráněných tuků v krmných dávkách.

Parametry minerálního metabolismu ve většině pokusů nevykazovaly průkazné rozdíly. Aktivita glutathionperoxidázy jako indikátor zásobení organismu krav selenem vykazovala ve všech skupinách všech pokusů vyrovnané hodnoty odpovídající adekvátnímu množství Se v krmné dávce. Aktivita trijodtyroninu T3 jako funkčního hormonu štítné žlázy nevykazovala signifikantní rozdíly mezi skupinami v jednotlivých pokusech. U koncentrace hormonu tyroxinu T4 byly již průkazné rozdíly mezi hodnotami u krav před a po porodu. Pokles koncentrace T4 v krevním séru dojníc v rozdojovací fází laktace je v praxi běžný a dochází k němu i přes zkrmování dostatečného množství jódu v tranzitním období. Koncentrace kalcia Ca v krevní plazmě krav vykazují signifikantní rozdíly v období před a po porodu. Nejvyšších hodnot Ca dosahují krávy v přípravě na porod, nejnižších naopak v peripartálním období, bezprostředně 1 – 2 dny okolo porodu. Pokles koncentrace kalcia v krevní plazmě může výrazně negativně prohloubit zvýšený výživný stav dojníc před porodem a hepatosteatóza. V průběhu laktace mají koncentrace Ca v plazmě postupně vzestupnou tendenci.

Jednotlivé parametry metabolického profilu dojníc se dají výživou ovlivnit, ale jen do určité míry. Homeostatické mechanismy krav se snaží zachovávat co nejstabilnější vnitřní prostředí a proto je pro přesnější diagnostiku některých parametrů vhodnější volit jiný biologický materiál než krevní plazmu. Pro svoji jednoduchost a dostupnost odběru vzorků krve však zůstávají analýzy jednotlivých parametrů metabolického profilového testu jako významný nástroj kontroly výživného stavu a zjišťování subklinických forem poruch metabolismu dojníc.

Výživa dojníc tak nadále zůstává nejvýznamnějším faktorem vnějšího prostředí, který předurčuje výši mléčné produkce, reprodukce, zdravotní stav zvířat a celou ekonomiku chovu skotu.

8 POUŽITÁ LITERATURA

- ABENI, F. et al.: Effects of daily gain in Pre- and Postpubertal replacement dairy heifers on body conditions score, body size, metabolic profile and future milk production. *Journal of dairy science*, 2000, 83 (7), 1468–1478.
- ABENI, F., CALAMARI, L., STEFANINI, L.: Metabolic conditions of lactating Friesian cows during the hot season in the Po valley. 1. Blood indicators of heat stress. *International Journal of Biometeorology*, 2007, (52) 2, 87–96.
- AGENAS, S., HEATH, M. F., NIXON, R. M., WILKINSON, J. M., PHILLIPS, C. J. C.: Indicators of under nutrition in cattle. *Animal Welfare*, 2006, 15, 149–160.
- ANDRÉS, S., JIMÉNEZ, A., MANÉ, M. C., SÁNCHEZ, J., BARRERA, R.: Relationships between some soil parameters and the blood glutathione peroxidase activity of grazing sheep. *Veterinary Record*, 1997, 141, 267–268.
- ANDRES, S., MANÉ, M. C., SANCHEZ, J., BARRERA, R., JIMENEZ, A.: Temporal variations in blood glutathione peroxidase (GSHPx) activity in sheep at pasture in a Mediterranean area. *Veterinary Journal*, 1999, 157, 186–188.
- ARANDA - OSORIO, G., VAN KESSE, A., OLKOWSKI, A. A., McALLISTER, T. A., McKINNON, J. J.: Effect of dietary Ca manipulation, anionic salts and supplemental vitamin D-3 on calcium homeostasis of finishing steers. *Canadian Journal of Animal Science*, 2005, 85 (4), 521 – 531.
- ARELOVICH, H. M., ARZADÚN, M. J., LABORDE, H. E., VASQUEZ, M. G.: Performance of beef cattle grazing oats supplemented with energy, escape protein or high quality hay. *Animal Feed Science and Technology*, 2003, 105, 29 – 42.
- ARENDARČÍK, J.: Fyziologie hospodářských zvířat IV. Funkce krve. VŠV v Brně, 1988, 69.
- AWADEH, F. T., KINCAID, R. L., JOHNSON, K. A.: Effect of level and source of dietary selenium on concentrations of thyroid hormones and immunoglobulins in beef cows and calves. *Journal of Animal Science*, 1998, 76, 1204 – 1215.
- BAIRD, G. D.: Primary ketosis in the high producing dairy cow; clinical and subclinical disorders, treatment, prevention and outlook. *Journal of dairy science*, 1982, 65, 1.
- BARRETT, J. E., KLOPFENSTEIN, C. F., LEIPOLD, H. W.: Detoxification of rapeseed meal by extrusion with an added basic salt. *Cereal Chemistry*, 1997, 74, 168 – 170.

- BELÁK, M., MARETTA, M. et al.: Veterinárna histológia. Príroda Bratislava, 1990, 504.
- BELIBASAKIS, N. G., PROGIA, E., PAPAIOANNOU, A.: Comparison of maize and alfalfa silages on milk production, milk composition and blood components of dairy cows. *Veterinárni medicína*, 1997, 42 (8), 239 – 242.
- BELLOVÁ, V., PECHOVÁ, A., DVOŘÁK, R., PAVLATA, L.: Influence of Full-fat Soybean Seeds and Hydrolyzed Palm Oil on the Metabolism of Lactating Dairy Cows, *Acta Veterinaria Brno*, 2009, 78, 431-440.
- BIRES, J., BARTKO, P., MICHNA, A., WEISSOVÁ, T., BIRESOVÁ, M., JENČIK, F.: Clinicobiochemical aspects of magnesite flue dust stress in heifers. *Veterinárni Medicína*, 1994, 39, (7), 355-376.
- BITMAN, J et al.: Rythms of cholesterol, cholesteryl esters, free fatty acids and triglycerides in blood of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1990, (73) 4, 948–955.
- BITMAN, J., KAHL, S., WOOD, D. L., LEFCOURT, A. M.: Circadian and ultradian rhythms of plasma thyroid hormone concentrations in lactating dairy cows. *American Journal of Physiology*, 1994, 266, 1797 - 1803.
- BOĎA, K., LEBEDA, M.: Patologická fyziologie hospodářských zvířat. 1. vydání SZN, Praha, 1972, 462.
- BOUDA, J., DOUBEK, J., MUZIK, J., TOTH, J.: Induction of parturitions in cows and its effect on development of biochemical and hematological indicators in the blood of calves. *Veterinárni medicína*, 1994, 39 (5), 223 – 230.
- BOUDA, J. et al.: Indukce porodu u krav a její vliv na vývoj biochemických a hematologických ukazatelů v krvi telat. *Veterinárni medicína*. 1994, 39, (5), 223-230.
- BROWN, M. S., KREHBIEL, L. R., GALYEAN, M. L., REMMENGA, M. D., PETERS, J. P., HIBBARD, B., ROBINSON, J., MOSELEY, W. M.: Evaluation of model of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry and endocrine profile of beef steers. *Journal of Animal Science*, 2000, 78, 3155-3168.
- BROWN, W. F., ADJEI, M. B.: Urea and feather meal supplementation for yearling steers grazing limpgrass (*Hemarthria altissima* var. 'Floralta') pasture. *Journal of Animal Science*, 2001, 79, 3170–3176.

- BROWNING, R., LEITE-BROWNING, M. L., SMITH, H. M., WAKEFIELD, T.: Effect of ergotamine and ergonovine on plasma concentrations of thyroid hormones and cortisol in cattle. *Journal of Animal Science*, 1998, 76, 1644 – 1650.
- BRUGÉRE – PICOUX, J., BRUGÉRE, H.: Particularités de la biochimie clinique des ruminants. Détermination de valeurs normales usuelles des enzymes sériques. *Revue de Médecine vétérinaire*, 163, 1987, 1043-1053.
- BUCEK, Pavel: Vybrané problémy měření obsahu močoviny v mléce. *Náš chov*, 2006, 10, 32-36.
- BUTLER, W. R.: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. A review. *Journal of Dairy Science*, 1998, 81, 9, 2533 - 2539.
- CABARAUX, J. F. et al.: Effect of reducing energy supply during the finishing of Belgian Blue double-muscled cull cows. *Animal Science*, 2004, (79) 3, 469–482.
- CABARAUX, J. F. et al.: Effects of age on plasma metabolites and hormones in finishing Belgian Blue double-muscled cull females. *Animal Science*. 2004, (78) 2, 229–235.
- CABARAUX, J. F., DUFRASNE, I., ISTASSE, I., HORNICK, J. L.: Variation of plasma parameters and nitrogen metabolism in finishing Belgian Blue double-muscled cull females. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2005, 89, 55-62.
- CASASUS, I., SANZ, A., VILLALBA, D., FERRER, R., REVILLA, R.: Factors affecting animal performance during the grazing season in a mountain cattle production system. *Journal of Animal Science*, 2002, 80, 1638–1651.
- CAVESTANY, D., BLANC, J. E., KULCSAR, M., URIARTE, G., CHILIBROSTE, P., MEIKLE, A., FEBEL, H., FERRARIS, A., KRALL, E.: Studies of the transition cow under a pasture-based milk production system: metabolic profiles. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 2005, 52, 1-7.
- CABARAUX, J. F., DUFRASNE, I., ISTASSEL, L., HORNICK, J. L.: Variation of plasma parameters and nitrogen metabolism in finishing Belgian Blue double-muscled cull females. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 2005, 89, 55 – 62.
- CELLI, P., DI TRANA, A., CLAPS, S.: Effects of plane of nutrition on oxidative stress in goats during the peripartum period. *Veterinary Journal*, 2010, 184, 95–99.

- CAPUCO, A. V., WOOD, D. L., ELSASSER, T. H., KAHL, S., ERDMAN, R. A., VAN TASSELL, C. P., LEFCOURT, A., PIPEROVA, L. S.: Effect of somatotropin on thyroid hormones and cytokines in lactating dairy cows dutiny ad libitum and restricted feed intake. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84, 2430 –2439.
- CIBULKA, Tomáš: Vliv imunizace na aktivitu jaterních enzymů. Brno, Masarykova univerzita, Diplomová práce, 2006, 99.
- CONTRERAS, P. A., WITWER, F., RUIZ, V., ROBLES, A., BRÖHMWALD, H.: Valores sanguíneos de triyodotironina y tiroxina en vacas frisón negro a pastoreo. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 1999, 31, 2, 205 - 209.
- COOKE, R. F., ARTHINGTON, J. D., ARAUJO, D. B., LAMB, G. C., EALY, A. D.: Effects of supplementation frequency on performance, reproductive, and metabolic responses of Brahman-crossbred females. *Journal of Animal Science*, 2008, 86, 2296-2309.
- CORATO, A., SEGATO, S., ANDRIGHETTO, I.: Effects of extruded corn on milk yield and composition and blood parameters in lactating dairy cows. *Italian Journal of Animal Science*, 2005, 4, 3, 166-168.
- CRNKIC, C., MURATOVIC, S., PIPLICA, S. et al.: Blood plasma mineral profile and health status in postpartum cows fed an anionic diet before parturition. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Science*, 2010 24, 255-260.
- CURTIS, C. R., ERB, H. N., SNIFFEN, C. J., SMITH, R. D.: Epidemiology of parturient paresis: Predisposing factors with emphasis on dry cow feeding and management. *Journal of Dairy Science*, 1984, 67, 817.
- DEBREUIL, P., LAPIERRE, H.: Biochemistry reference values for Quebec Lactating dairy cows, nursing sows, growing pigs and calves. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 1997, 61, 235-239.
- DEMETEROVÁ, M., VAJDA, V., PASTIERIK, P., KÖTELES, A.: The effect of protected fat and protein supplements on rumen metabolism, on some parameters of intermediary metabolism, and on the quality and production of milk in dairy cows. *Folia Veterinaria*, 2002, 46 (1), 20 – 26.
- DJOKOVIČ, R. et al.: Changes in blood values of glucose, insulin and inorganic phosphorus in healthy and ketotic dairy cows after intravenous infusion of propionate solution. *Acta Veterinaria Brno*, 2007, 76, 4, 533-539.
- DJOKOVIČ, R., ŠAMANC, H., JOVANOVIČ, M., NIKOLIČ, Z.: Blood

- Concentrations of Thyroid Hormones and Lipids and Content of Lipids in the Liver in Dairy Cows in Transitional Period. *Acta Veterinaria Brno*, 2007, 76, 525-532.
- DOHOO, I. R., MARTIN, S. W.: Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows III. Disease and production as determinants of disease. *Preventive Veterinary Medicine*, 1984, 2, 671.
- DOLEŽEL, R., KUDLÁČ, E., STUDENČIK, B. et al.: Biochemical-changes in peripheral-blood parameters in cows within 45 days after parturition. *Veterinarní Medicina*, 1991, 36, 5, 265-271.
- DONNER, I., FRIEDMANN, B.: Hematologie. 1. vydání, Praha, Avicem, 1977, 85.
- DOORNENBAL, H., TONG, A. K. W., MURRAY, N. L.: Reference values of blood parameters in beef cattle of different ages and stages of lactation. *Canadian Journal of Veterinary Research*, 1988, 52, 99 – 105.
- DOORNENBAL, H.: Physiological and endocrine parameters in beef cattle: breed, sex and year differences. *Canadian Journal of Comparative Medicine*, 1977, 41, 13 – 18.
- DOUBEK, J. et al.: Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat. 1. vydání, Brno, Noviko a. s., 2007, 71, 75.
- DOUBEK, J., ILLEK, J., ONDRÁČEK, J.: Preklinická diagnostika metabolických osteopatií u býků ve výkrmu. *Veterinární Medicina*, 1994, 39 (5), 231 – 243.
- DRACKLEY, J. K.: Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? *Journal of Dairy Science*, 1999, 82, 2259–2273.
- DREVET, J. R.: The antioxidant glutathione peroxidase family and spermatozoa: a complex story. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 2006, 250, 70-79.
- DUBREUIL, P., LAPIERRE, H.: Biochemistry Reference Values for Quebec Lactating Dairy Cows, Nursing Sows, Growing Pigs and Calves. *Canadien Journal of Veterinary Research*, 1997, 61, 235-239.
- DUFFIELD, T.: Subclinical ketosis in lactating dairy cows. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2000, 16, 231-253.
- DUNHAM, J. R.: Influence of calcium in take and vitamin D supplementation on reproductive performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1971, 54, 204-206.

- DYK, P. B.: The association of prepartum non-esterified fatty acids and body condition with peripartum health problems on 95 Michigan dairy farms. M. S. Thesis, Michigan State University, East Lansing, 1995.
- EICHER, R.: Metabolic profile testing in dairy herds: wrong answer or wrong question? *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2003, (44) 1, 28.
- ERB, H. N., SMITH, R. D., OLTENACU, P. A.: Path modal of reproductive disorders and performance, milk fever, mastitis, milk yield and culling in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 1985, 68, 3337 - 3349.
- FERGUSON, J. D. et al.: Serum urea nitrogen and conception rate: The usefulness of test information. *Journal of Dairy Science*, 1993, (76) 12, 3742–3746.
- FEVERY, J., HEIRWEGH, K., DE GROOTE, J.: Renal bilirubin clearance in liver patients. *Clinica Chimica Acta*, 1967, 17, 63–71.
- FEVERY, J., VANSTAPEL, F., BLANCKAERT, N.: Bile pigment metabolism. *Bailliere's Clinical Gastroenterology*, 1989, 3, 283–312.
- GERLOF, B. J.: Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *Journal of Animal Science*, 1992, 70, 3934-3940.
- GLADER, B.: Anemia: general consideration. Chapter 27. In: Greer, J. P. et al.: ed. Wintrobe's Clinical Hematology. Lippincott, Williams & Wilkins Co., 2004; 965–975.
- GOAD, D. W., GOAD, C. L., NAGARAJA, T. G.: Ruminal microbial and fermentative ganges associated with experimentally induced subacute acidosis in steers. *Journal of Animal Science*, 1998, 76, 234-241.
- GOFF, J. P., HORST, R. L.: Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80, 1260 – 1268.
- GÖKCE, G., GÖKCE, H. I., GÜNES, V., ERDOGAN, H. M., ÇITIL, M.: Alterations in Some Haematological and Biochemical Parameters in Cattle Suffering from Foot-and - Mouth Disease. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 2004, 28, 723-727.

- GOLDBERG, D. M.: Structural, functional, and clinical aspects of gamma-glutamyltransferase. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 1980, 12 (1), 1 – 58.
- GRUMMER, R. R., MASHEK, D. G., HAYIRLI, A.: Dry mater intake and energy balance in the transition period. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2004, 20, 447 – 470.
- GRUNES, D. L., HUTCHESON, D. P., HORN, F. P., STEWART, B. A., UNDERSANDER, D. J.: Mineral composition of wheat forage as related to metabolic disorders of ruminant. Proceeding of the National Wheat Pasture Symposium. Oklahoma Agricultural Experiment Station, 1984, 115, 99.
- GRÜNBERG, W., STAUFENBIEL, R., CONSTABLE, P. D., DANN, H. M., MORIN, D. E., DRACKLEY, J. K.: Liver phosphorus content in Holstein-Friesian cows during the transition period. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92, 2106-2117.
- GRÜN WALDT, E. G. et al.: Biochemical and Haematological Measurements in Beef Cattle in Mendoza Plain Rangelands (Argentina). *Tropical Animal Health and Productions*, 2005, 37, 527-540.
- GRYMER, J.: Displaced abomasum - a disease often associated with concurrent diseases. *Compendium on Continuing Education*, 1980, 2, 290.
- GUEDON, L., SAUMANDE, J., DESBALS, B.: Relationships between calf birth weight, prepartum concentrations of plasma energy metabolites and resumption of ovulation postpartum in limousine suckled beef cows. *Theriogenology*. 1999, (52) 5, 779–789.
- HACHENBERG, S., WEINKAUF, C., HISS, S., SAUERWEIN, H.: Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the peripartal period. *Journal of Animal Science*, 2007, 85, 1923–1932.
- HARMON, D. L., BRITTON, R. A., PRIOR, R. L., STOCK, R. A.: Net portal absorption of lactate and volatile fatty acids in steers experiencing glucose – induced acidosis or fed a 70% concentrate diet ad libitum. *Journal of Animal Science*, 1985, 60, 560.
- HAYDEN, J. M., WILLIAMS, J. E., COLLIER, J. J.: Plasma growth hormone, insulin-like growth factor, insulin, and thyroid hormone association with body protein and fat accretion in steers undergoing compensatory gain after dietary energy restriction. *Journal of Animal Science*, 1993, 71, 3327 – 3338.

- HAYIRLI, A., KEISLER, D. H., DOEPEL, L., PETIT, H.: Peripartum responses of dairy cows to prepartal feeding level and dietary fatty acid source. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94, 917–930.
- HERBEIN, J. H. et al.: Glucagon, insulin, growth hormone, and glucose concentrations in blood plasma of lactating dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 1985, 68, 2, 320-325.
- HERDT, T.H.: Ruminant adaptation to negative energy balance. Influences on the etiology of ketosis and fatty liver. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 2000, 16, 215-230.
- HEWETT, C.: On the causes and effects of variations in the blood profile of Swedish dairy cattle. *Acta Veterinaria Scandinavia*, 1974, 50, AVSPAC, 1 – 152.
- HIDALGO, C. O. et al.: Pregnancy rates and metabolic profiles in cattle treated with propylene glycol prior to embryo transfer. *Theriogenology*, 2004, (62) 3-4, 664–676.
- HOFÍREK, B. et al.: Produkční a preventivní medicína v chovech mléčného skotu. 1. vydání, VFU Brno, 2004, 184.
- HOLTENIUS, K., AGENAS, S.: Response to intravenous glucose challenges in dairy cows fed different amounts of a total mixed ration in the dry period. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2003, (44) 1, 31.
- HOLTENIUS, P., HJÖRT, M.: Studies on the pathogenesis of fatty liver in cows. Proceedings of XV World buiatric congress, Palma Mallorca, 1988, 214-220.
- HORNICK, J. L., VAN EENAEME, C., DIEZ, M., MINET, V., ISTASSE, L.: Different Period of Feed Restriction Efore Compensatory Growth in Belgičan Blue Bulls: II. Plasma Metabolites and Hormones. *Journal of Animal Science*, 1998, 76, 260 – 271.
- HOŘEJŠÍ, J. et al.: Bílkoviny krevní plasmy, 1. vydání, Praha, Státní zdravotnické nakladatelství, 1956, 369.
- HOŘEJŠÍ, J. et al.: Základy klinické biochemie ve vnitřním lékařství. 3. vydání, Praha, Avicemum, 1979, 267.
- HOUSE, W. A., BELL, A. W.: Mineral accretion in the fetus and adnexa during late gestation in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 1993, 76, 2999.

- HRISTOV, A. N., IVAN, M., RODE, L. M., McALLISTER, T. A.: Fermentation characteristic and ruminal protozoal populations in cattle fed medium or high concentrate barely based diets. *Journal of Animal Science*, 2001, 79, 515-524.
- HULE, V., HENDRICH, F.: Klinická biochemie. 3. vydání, Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 1978, 48, 80.
- HUSSEIN, H., ABD ELLAH, M. R.: Effects of dystocia, fetotomy and caesarian sections on the liver enzymes activities and concentrations of some serum biochemical parameters in dairy cattle. *Animal Reproduction Science*, 2008, (105) 3-4, 384–391.
- CHIMONYO, M., KUSINA, N. T., HAMUDIKUWANDA, H., NYONI, O.: Reproductive performance and body weight changes in draught cows in a smallholder semi-arid farming area of Zimbabwe. *Tropical Animal Health and Production*, 2000, 32, 405–415.
- CHLÁDEK, G., MÁCHAL, L.: Blood plasma urea concentration and its relationship with milk production parameters in czech pied cows. *Journal of Central European Agriculture*, 2004, (5) 4, 337–346.
- ILLEK, J., LOKAJOVÁ, E., MATĚJÍČEK, M., BEČVÁŘ, O.: Hypokalcémie krav a její prevence. Středoevropský buiatrický kongres, Milovy, 2001.
- INGRAHAM, R. H., KAPPEL, L. C.: Metabolic profile testing. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 1988, 4, 341 - 411.
- BRAUN, J. P., LEFEBVRE, H., BÉZILLE, P., RICO A. G., TOUTAIN P. L.: Creatine kinase in cattle. A review. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 1995, 146, 615 - 622.
- JAGOŠ, P., BOUDA, J.: Protein metabolism in cows and their calves fed from buckets. *Acta Veterinaria Brno*, 1980, (49) 1-2, 59–66.
- JAGOŠ, P., ILLEK, J., DOUBEK, J., JURAJDOVÁ, J.: Metabolic profile in beef bukks under conditions of industrial technologies, *Acta Veterinaria Brno*, 1985, 54, 41-45.
- JAMBOR, V., VESELÝ, Z.: Krmíme zdravě a ekonomicky. 1. vydání, Praha, Brázda, 1992, 6,7.
- JANOVICK, N. A., BOISCLAIR, Y. R., DRACKLEY, J. K.: Prepartum dietary energy intake affects metabolism and health during the periparturient period in primiparous and multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 2011, 94 (3), 1385 – 1400.

- JELÍNEK, P., KOUDELA, K. et al.: Fyziologie hospodářských zvířat, 1. vydání, MZLU v Brně, 2003, 414.
- JORDAN, E. R., SWANSON, L. V.: Effect of crude protein on reproductive efficiency, serum total protein, and albumin in the high producing dairy cow. *Journal of Dairy Science*, 1979, 62, 58.
- JUNIPER, D. T., PHIPPS, R. H., GIVENS, D. I., JONES, A. K., GREEN, C., BERTIN, G.: Tolerance of ruminant animals to high dose in-feed administration of a selenium-enriched yeast. *Journal of Animal Science*, 2008, 86, 197–204.
- KANEKO, J. J., HARVEY, J. W., BRUSS, M. L.: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. *Academic Press*, San Diego, CA, USA, 1997.
- KARAGUL, H., ALTINTAS, A., FIDANCI, U. R., SEL, T.: Basic Biochemistry Applications. *Medisan Yayin Serisi*, Ankara, Turkey, 1999, 38.
- KAWAMURA, S., NAITO, Y., MAEDE, Y.: The reference interval of diagnostic biochemical markers. *Japanese College of Veterinary Internal Medicine*, 2005, 2, 331–336.
- KAMAL, T. H., IBRAHIM, I. I.: The effect of the natural climate of the Sahara and controlled climate on thyroid gland activity in Friesian cattle and water buffaloes. *International Journal of Biometeorology*, 1969, 13, 275 – 285.
- KANEKO, J. et al.: Clinical biochemistry of domestic animal. 5. vydání, USA California, *Academic press*, 1997, 932.
- FRAYN, K. N., SUMMERS, L. K., FIELDING, B. A.: Regulation of the plasma non-esterified fatty acid concentration in the postprandial state. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1997, 56, 713-721.
- KENNERMAN, E., SENTÜRK, S., BIRICIK, H.: Effect of monensin controlled release capsules on blood metabolites in periparturient dairy cows. *Veterinary Journal*, 2006, 84, 282–284.
- KIDA, K.: Relationships of metabolic profiles to milk production and feeding in dairy cows. *Clinical Pathology, The Journal of Veterinary Medical Science*, 2003, 65 (6), 671-677.
- KICHURA, T. S., HORST, R. L., BEITZ, D. C., LITTLEDIKE, E. T.: Relationships between prepartal dietary calcium and phosphorus, vitamin D metabolism and parturient paresis in dairy cows. *Journal of Nutrition*, 1982, 112, 480.

- KLEBANIUK, R. et al.: Blood metabolic profile parameters of cows fed diet with glucogenic additive. *Medycyna weterynaryjna*. 2009, (65) 11, 765–770.
- KOKKONEN, T., TAPONEN, J., ANTTILA, T., SYRJALA - QVIST, L., DELAVAUD, C., CHILLIARD, Y., TUORI, M., TESFA, A. T.: Effect of body fatness and glucogenic supplement on lipid and protein mobilization and plasma leptin in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2005, 88, 1127–1141.
- KOMÁREK, V., SOVA, Z.: Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat. 2. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1971, 415.
- KOPECKÝ, J. et al.: Speciální chov hospodářských zvířat 1. 1. vydání, Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1977, 247.
- KOUBKOVÁ, M. et al.: Influence of high environmental temperatures and evaporative cooling on some physiological and biochemical parameters in high-yielding dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 2002, 47, 8, 309-318.
- KOVÁČ, G. et al.: A comparison of selected haematological and biochemical indices in blood samples collected from jugular and coccygeal veins of dairy cows. *Folia veterinaria*, 2001, 45, 91-93.
- KOVÁČ, G., HEJDA, B., LICHNOVSKÁ, M.: Klinická biochemie 2, Avicenum, Zdravotnické nakladatelství, 1. vydání, 1986, 214.
- KRAFT, W., DÚRR, M.: Klinická laboratórna diagnostika vo veterinárnej medicíne. Bratislava, Hajko & Hajková, 2001, 380.
- KRESAN, A. et al.: Morfologia hospodárskych zvierat. 1. vydání, Bratislava, Príroda, 1979, 124, 125.
- KUDLÁČ, E., SAKOUR, M., CANDERLE, J.: Metabolic profile in the peripartal period in cows with afterbirth retention and without it. *Veterinárni Medicína*, 1995, 40 (7), 201 – 207.
- KUPCZYNSKI, R., CHUDOBA-DROZDOWSKA, B.: Values of selected biochemical parameters of cows blood during their drying-off and the beginning of lactation. *Electronic Journal of Polish Agriculture Universities*, 2002, 5, 1.
- LANE, I. J. et al.: Time series cross-correlation analysis of postparturient relationships among serum metabolites and yield variables in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 1992, 75, 1891-1900.

- LeBLANC, S.: Monitoring metabolic health of dairy cattle in the transition period. *Journal of Reproduction and Development*. 2010, 56, S29–S35.
- LEE, A. et al.: Blood metabolic profiles: their use and relation to nutritional status of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 1978, 61, 1652-1670.
- LIBERG, P.: Agarose gel electrophoretic fractionation of serum proteins in adult cattle. A study of clinically healthy cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 1977, 18, 40-53.
- LIU, Z. L. et al.: Effect of dietary sources of roasted oilseeds on blood parameters and milk fatty acid composition. *Czech Journal of Animal Science*, 2008, 53, 5, 219-226.
- LOPEZ, S. M., GONZALES, D., ROJAS, N., VILLALOBOS, G.: Blood levels of calcium, phosphorus, and magnesium in crossbred heifers (Taurus – Indicus) strategically fed during peripuberty period, *Revista Científica – Facultad de Ciencias Veterinarias*, 2006, 16 (3), 264 – 272.
- LOTTHAMMER, K. H., BOEHNKE, H. J., MORAWIETZ, M.: Beziehungen zwischen verschiedenen Blutparametern als Kriterien für Stoffwechselstörungen und dem Milchzellgehalt bei Milchrindern. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 1988, 95, 379-384.
- LUBOJACKA, V., PECHOVA, A., DVORAK, R., DRASTICH, P., KUMMER, V., POUL, J.: Liver steatosis following supplementation with fat in dairy cows diets. *Acta Veterinaria Brno*, 2005, 74, 217 - 224.
- LUBOJACKÁ, V. et al.: Liver steatosis following supplementation with fat in dairy Cow diets. *Acta Veterinaria Brno*. 2005, 74, 2, 217-224.
- LUM, G., GAMBINO, S. R.: Serum gamma-glutamyl transpeptidase activity as an indicator of disease of liver, pancreas, or bone. *Clinical Chemistry*. 1972, 18 (4), 358–362.
- MANDEBVU, P. et al.: Effect of feeding an energy supplement prepartum and postpartum on milk yield and composition, and incidence of ketosis in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 2003, 105, 81-93.
- MATAMOROS, R., CONTRERAS, P. A., WITWER, F., MAYORGA, M. I.: Hipotiroidismo en rumiantes. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 2003, 35, 1, 1-11.
- McGUIRE, M. A., BEEDE, D. K., COLLIER, R. J., BUONOMO, F. C., DeLORENZO, M. A., WILCOX, C. J., HUNTINGTON, G. B., REYNOLDS, C. K.: Effects of acute thermal stress and amount of feed intake on concentrations of somatotropin,

- insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-II, and thyroid hormones in plasma of lactating Holstein cows. *Journal of Animal Science*, 1991, 69, 2050 - 2056.
- MELICHAROVÁ, V., PECHOVÁ, A., DVOŘÁK, R., PAVLATA, L.: Performance and Metabolism of Dairy Cows Fed Bean Seeds (*Vicia faba*) with Different Levels of Anti-Nutritional Substances, *Acta Veterinaria Brno*, 2009, 78, 57-66.
- MERT, N.: Veterinary Clinic Biochemistry. *Ceylan Press*, Bursa, Turkey, 1996, 280–288.
- MIA, A. S., KROGER, H. D.: Errors in blood chemistry tests. *The Practicing Vet*, 1976, 48 (2), 13-19.
- MILLER, W. J.: Role of biochemical measurements in diagnosing mineral deficiency problems in farm animals. *Feedstuffs*, 1974, 46, 24 - 28.
- MINSON, D. J.: Forage in Ruminant Nutrition. *Academic Press*, New York, 1990, 483.
- MIYOSHI, S., PATE, J. L., PALMQUIST, D. L.: Effects of propylene glycol drenching on energy blood plasma glucose, plasma insulin, ovarian function and conception of dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 2001, 68, 1, 29-43.
- MOHEBBI-FANI, M., NAZIFI, S., SHEKARFOROUSH, S. S., RAHIMI, M.: Effect of monensin on serum lipoproteins, triglycerides, cholesterol and total lipids of periparturient dairy cows. *Veterinary Research Communications*, 2006, 30, 7-17.
- MONKE, D. R., KOCIBA, G. J., DeJARNETTE, M., ANDERSON, D. E.: Reference values for selected hematologic and biochemical variables in Holstein bulls of various age. *American Journal of Veterinary Research*, 1998, 59 (11), 1386 – 1391.
- MOSTAGHNI, K., ASKARI, M.: Changes in serum albumin, cholesterol and glucose concentrations in subclinilal fatty liver syndrome in dairy cattle. *Journal of Applied Animal Research*, 1996, 10, 33-38.
- MULLIGAN, F.J., DOHERTY M.L.: Production diseases of the transition cow. *Veterinary Journal*, 2008, 176(1), 3-9.
- MURRAY, R. K. et al.: Harper's Biochemistry. Appleton & Lange, a Publishing division of Prencice - Hall International Inc. 23. editions. East Norwalk, Connecticut. 1993. 872.
- NDLOVU, T., CHIMONYO, M., OKOH, A. I., MUCHENJE, V., DZAMA, K., DUBE, S., RAATS, J. G.: A comparison of nutritionally-related blood metabolites among Nguni, Bonsmara and Angus steers raised on sweetveld. *Veterinary Journal*, 2009, 179, 273–281.

- NDLOVU, T., CHIMONYO, M., OKOH, A. I., MUCHENJE, V., DZAMA, K., RAATS, J. G.: Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. *African Journal of Biotechnology*, 2007, 6 (24), 2727-2734.
- NIKOLIĆ, J. A., SAMANC, H., BEGOVIC, J., DAMJANOVIC, Z., DOKOVIC, R., KOSTIC, G., KRSMANOVIC, J., RESANOVIC, V.: Low peripheral serum thyroid hormone status independently affects the hormone profiles of healthy and ketotic cows during the first week postpartum. *Acta Veterinaria – Beograd*, 1997, 47, 3 – 13.
- NORRIS, D. O.: The hypothalamo-hypophysial-thyroid axis of mammals. In *Vertebrate Endocrinology, Academic Press*, San Diego, CA, USA, 1997, 242 – 267.
- OHGI, T., KAMIMURA, S., MINEZAKI, Z., TAKAHASHI, M.: Relationship between fat accumulation in the liver and energy intake, milk fat yield and blood metabolites in dairy cows. *Animal Science Journal*, 2005, 76, 549-557.
- OHTSUKA, H. et al.: Effect of nutritional condition on changes in leukocyte populations in Japanese black calves. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 2005, 67 (2), 183-185.
- OIKAWA, H., KATOH, N., KAWAWA, F., ONO, W.: Decreased serum apolipoprotein B-100 and A-1 concentrations in cows with ketosis and left displacement of abomasum. *American Journal of Veterinary Research*, 1997, 58, 121–125.
- OIKONOMOU, G., ARSENO, G., VALERGAKIS, G. E., TSIARAS, A., ZYGOYIANNIS, D., BANOS, G.: Genetic relationship of body energy and blood metabolites with reproduction in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 2008, 91, 4323–4332.
- OTTO, F., VILELA, F., HARUN, M., TAYLOR, G., BAGGASSE, P., BOGIN, E.: Biochemical Blood Profile Of Angoni Cattle In Mozambique. *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 2000, 55, 95-102.
- PADILLA, L., MATSUI, T., KEN-ICHI, S., KATAMOTO, H., YANO, H.: Relationship between Plasma Vitamin C and Serum Diagnostic Biochemical Markers in Lactating Cows. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 2007, 69 (9), 909–913.
- PADILLA-ARELLANES, S., CONSTANTINO-CASAS, F., NÚÑEZ-OCHO, L., DOUBEK, J., VEGA-MURGUIA, C., BOUDA, J.: Coagulation Tests and Selected

- Biochemical Analytes in Dairy Cows with Hepatic Lipidosis. *Acta Veterinaria Brno*, 2007, 76, 541-546.
- PARK, A.F., SHIRLEY, J.E., TITGEMEYER, E.C., COCHRAN, R.C., DEFRAIN, J.M., WICKERSHAM, E.E., JOHNSON, D.E.: Characterization of Plasma Metabolites in Holstein Dairy Cows during the Periparturient Period. *International Journal of Dairy Science*, 2010, 5, 253-263.
- PARKER, B. N. J., BLOWEY, R. W.: A comparison of blood from the jugular vein and coccygeal artery and vein of cows. *Veterinary Record*, 1974, 95, 1, 14 - 18.
- PARKER, B. N. J., BLOWEY, R. W.: Investigations into the relationship of selected blood components to nutrition and fertility of the dairy cow under commercial farm conditions. *Veterinary Record*, 1976, 98, 20, 394.
- PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., DVOŘÁK, R.: Diferenciální diagnostika syndromu ulehnutí u krav. *Veterinářství*, 2008, 58, 43-51.
- PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., ILLEK, J.: *Direct and Indirect Assessment of Selenium Status in Cattle - a Comparison. Acta Veterinaria Brno*, 2000, 69, 281-287.
- PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., DVOŘÁK, R.: Microelements in colostrum and blood of cows and their calves during colostrum nutrition, *Acta Veterinaria*, 2004, 73, 421 – 429.
- PAVLATA, L., PODHORSKÝ, A., PECHOVÁ, A., CHOMAT, P.: Differences in the occurrence of selenium, copper and zinc deficiencies in dairy cows, calves, heifers and bulls. *Veterinární Medicína*, 2005, 50 (9), 390 – 400.
- PAVLATA, L. et al.: Diagnostika a prevence metabolických onemocnění telat v poporodním období. Zdravotní problematika přežvýkavců: produkční a metabolické choroby skotu. Brno, 2003, 80.
- PAYNE, E., LAWS, L.: Tissue enzyme levels as indices of protein status in sheep. *British Journal of Nutrition*, 1978, 39, 441-449.
- PAYNE, J. M., ROWLANDS, G. J., MANSTON, R., DEW, S. M.: A statistical appraisal of the results of metabolic profile tests on 75 dairy herds. *British Veterinary Journal*, 1973, 129, 370.
- PAYNE, J. M., PAYNE, S.: The Metabolic Profile Test. *Oxford University Press*, 1987, 192.
- PAYNE, J. M., DEW, S. M., MANSTON, R., PAULES, M.: The use of a metabolic profile test in dairy herds. *Veterinary Record*, 1970, 87, 150.

- PAYNE, J. M.: Indicators of protein status. The Metabolic Profile Test. *Oxford University Press*, New York, 1987, 27–35.
- PECHOVÁ, A., LLEK, J., HALOUZKA, R.: Diagnosis and control of the development of hepatic steatosis in dairy cows in the postparturient period. *Acta Veterinaria Brno*, 1997, 66, 235 – 243.
- PECHOVÁ, A., ILLEK, J., ŠINDELÁŘ, M., PAVLATA, L.: Effect of chromium supplementation of growth rate and metabolism in fattening bulls. *Acta Veterinaria Brno*, 2002, 71, 535-541.
- PECHOVÁ, A., PAVLATA, L., DVOŘÁK, R. et al.: Contents of Zn, Cu, Mn and Se in Milk in Relation to their Concentrations in Blood, Milk Yield and Stage of Lactation in Dairy Cattle. *Acta Veterinaria Brno*, 2008, 77, 4, 523-531.
- PECHOVÁ, A. et al.: Metabolic effects of chromium supplementation in dairy cows in the peripartal period. *Acta Veterinaria Brno*, 2002, 71, 1, 9-18.
- PECHOVÁ, A., DVOŘÁK, R., DRASTICH, P., LUBOJACKA, V., PAVLATA, L., POUL, L.: Influence of increased lipid content in diet in the form of treated rapeseed meal on the metabolism and milk yield of dairy cows in the first third of lactation, *Veterinární Medicína*, 2006, 51, 346–355.
- PECHOVÁ, A., ILLEK, J., HALOUZKA, R.: Diagnosis and Control of the Development of Hepatic Steatosis in Dairy Cows in the Postparturient Period. *Acta Veterinaria Brno*, 1997, 66, 235-243.
- PECHOVÁ, A., ILLEK, J., PAVLATA, L.: Složení mléka dojníc ve vztahu k metabolickému profilu. 5. odborný seminář: zdravotní problematika přežvýkavců. Brno, 2000, 57 - 66.
- PECHOVÁ, A. et al.: Diagnostika a výskyt hepatopatií u dojníc. Zdravotní problematika přežvýkavců: produkční a metabolické choroby skotu. Brno, 2003, 80.
- PĚNKAVA, O.: Dynamika a vztahy vybraných biochemických parametrů v peripartálním období primiparních dojníc. XII. konference mladých vědeckých pracovníků, VFU Brno, 2010, 202 – 204.
- PETERSON, R. G., WALDERN, D. E.: Repeatabilities of serum constituents in Holstein-Friesians affected by feeding, age, lactation, and pregnancy. *Journal of Dairy Science*, 1981, (64) 5, 822-831.

- PICCIONE, G., MESINA, V., SCHEMBARI, A., CASELLA, S., GIANNETTO, C., ALBERGHINA, D.: Pattern of serum protein fractions in dairy cows during different stages of gestation and lactation. *Journal of Dairy Research*, 2011, 78, 421–425.
- PILARCZIK, B., JANKOWIAK, D., TOMZA-MARCINIAK, A. et al: Selenium Concentration and Glutathione Peroxidase (GSH-Px) Activity in Serum of Cows at Different Stages of Lactation. *Biological Trace Element Research*, 2012, 147, 1-3, 91-96.
- PODHORSKÝ, A. et al.: Metabolic disorders in dairy calves in postpartum period. *Acta Veterinaria Brno*, 2007, 76, 8, 45-53.
- POLAT, U. et al.: The effects of partial replacement of corn silage on biochemical blood parameters in lactating primiparous dairy cows. *Veterinárni Medicína*, 2009, (54) 9, 407 - 411.
- POLAT, U., GENCOGLU, H., TURKMEN, I.: The effects of partial replacement of corn silage on biochemical blood parameters in lactating primiparous dairy cows. *Veterinárni Medicína*, 2009, 54, 9, 407 - 411.
- RADOJIČIČ, B., ŠAMANC, H., PEJIN, I.: Concentration of cortisol, insulin, glucose and lipids in the blood of calves at various ages. *Acta Veterinaria (Beograd)*, 2007, 57 (2-3), 191-198.
- RADOSTITS, O. et al.: *Veterinary medicine: a textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs, and goats*. 10th edition. USA, 2007, 2156.
- REECE, O. W.: *Fyziologie domácích zvířat*. Grada Publishing, Praha, 1998, 456.
- REICHEL, P.: Etiopatogenéza syndrómu stučnenia kráv z hľadiska diagnostiky, prevence a terapie. Thesis, University of Veterinary Science, Košice, 1989, 156.
- REINERT, B. D., WILSON, F. E.: The thyroid and the hypothalamus-pituitaryovarian axis in American Tree Sparrows (*Spizella arborea*). *General and Comparative Endocrinology*, 1996, 103, 60 – 70.
- REIST, M., ERDIN, D. K., VON EUW, D., TSCHÜM, K. M., LEUENBERGER, H., HAMMON, H. H., MOREL, C., PHILIPONA, C., ZBINDER, Y., KÜNZI, N., BLUM, J. W.: Postpartum reproductive function: association with energy, metabolic and endocrine status in high yielding dairy cows. *Theriogenology*, 2003, 59, 1707-1723.

- REIST, M.: Concentrate feeding strategy in lactating dairy cows: metabolic and endocrine changes with emphasis on leptin. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2003, (86) 1, 1690-1706.
- RICO, A. G., BRAUN, J. P.: Interprétation des examens de laboratoire. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 163, 1987, 696-971.
- RICHARDS, M. W., SPICER, L. J., WETTEMANN, R. P.: Influence of diet and ambient temperature on bovine serum insulin-like growth factor-I and thyroxin: relationships with non-esterified fatty acids, glucose, insulin, luteinizing hormone and progesterone. *Animal Reproduction Science*, 1995, 37, 267 – 279.
- RODRIGUEZ, L. A. et al.: Diurnal variation in milk and plasma urea nitrogen in Holstein and jersey cows in response to degradable dietary protein and added fat. *Journal of Dairy Science*, 1997, 80, 12, 3368-3376.
- ROIL, M. R., SUCKLING, G. W., MATTINGLEY, J.: Serum total protein and albumin levels in grazing sheep. *New Zealand Veterinary Journal*, 1974, 22, 232-236.
- ROSELER, D. K. et al.: Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 1993, 76, 2, 525-534.
- ROUSSEL, J. D., ARANAS, T. J., SEYBT, S. H.: Metabolic profiles testing in Holstein cattle in Louisiana: Reference values. *American Journal of Veterinary Research*, 1982, 43, 1658 – 1660.
- ROWNTREE, J. E., HILL, G. M., HAWKINS, D. R., LINK, J. E., RINCKER, M. J., BEDNAR, G. W., KREFT, R. A.: Effect of Se on selenoprotein activity and thyroid hormone metabolism in beef and dairy cows and calves. *Journal of Animal Science*, 2004, 82, 2995 – 3005.
- ROZMAN, J. et al.: *Obecné základy živočišné výroby*. 2. vydání, SZN v Praze, 1983, 440.
- RUEGG, P. L., GOODER, W. J., HOLMBERG, C. A., WEAVER, L. D., HUFFMAN, E. M.: Relation among body condition score, milk production, and serum urea nitrogen and cholesterol concentrations in highproduction Holstein dairy cows in early lactation. *American Journal of Veterinary Research*, 1992, 53, 5–9.
- RUSSEL, A. J. F., WRIGHT, I. A.: The use of blood metabolites in the determination of energy status in beef cows. *Animal Production*, 1983, 37, 335–343.

- SAMBRAUS, H. H.: Atlas plemen hospodářských zvířat. 1. vydání, Nakladatelství Brázda, s. r. o., Praha, 2006, 295.
- SCOTT, S. L., CHRISTOPHERSON, R. J.: The effect of cold adaptation on kinetics of insulin and growth hormone in heifers. *Canadian Journal of Animal Science*, 1993, 73, 33 - 47.
- SEOANE, J. R. et al.: The use of double-muscled cattle breeds in terminal crosses: Animal performance and blood metabolites. *Canadian Journal of Animal Science*, 1999, (79) 3, 293-299.
- SHAFFER, L. L., ROUSSEL, J. D., KOONEE, K. L.: Effects of age, temperature-season, and breed on blood characteristics of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 1981, 64, 62 – 70.
- SHARMA, M. C., JOSHI, C.: Serum mineral and haematobiochemical profile of microfilariae infected cattle in India: Its effects on production and therapy. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 2002, 15, 3.
- SCHÄFFER, A. L., JONES, S. D. M., TONG, A. K. W., LEPAGE, P., MURRAY, N. L.: The effects of withholding feed and water on selective blood metabolites in market weight beef steers. *Canadian Journal of Animal Science*, 1990, 70, 1155–1158.
- SCHLATTNER, U., TOKARSKA-SCHLATTNER, M., WALLIMANN, T.: Mitochondrial creatine kinase in human health and disease. *Biochimica et Biophysica Acta*, 2006, 1762 (2), 164 – 180.
- SCHNEIDERKA, P., JIRSA, M., KAZDA, A., KOCNA, P., MAŠEK, Z., NEKULOVÁ, M., PICK, P., ŠEBESTA, I., ŠIMÍČKOVÁ, M., ŠTERN, P., ZIMA, T.: Kapitoly z klinické biochemie. 2. vydání, Karolinum, 2004, 356.
- SCHOLTZ, R. V., HUTCHINSON, L. J.: Distribution of glutathione peroxidase activity and selenium in the blood of dairy cows. *American Journal of Veterinary Research*, 1979, 40, 245-249.
- SINGH, R. et al.: Macromineral status of crossbred cattle of Shiwalik hills in relation to soil and fodder. *Indian Journal of Animal Science*, 2005, 75, 10.
- SKŘIVANOVÁ, V., ŠIMŮNEK, J., MAROUNEK, M., KUBOUŠKOVÁ, M.: Vliv přídatku AMP-50 na užitkovost, vybrané hematologické ukazatele a biochemické parametry a stravitelnost živin u telat v mléčném výkrmu. *Veterinární Medicína*, 1993, 38 (8), 485 – 495.

- SLANINA, L. et al.: Metabolický profil hovadzieho dobytku vo vzťahu k zdraviu a produkcii. Bratislava, Štátna veterinárna správa Slovenskej republiky, 1992, 115.
- SLAVIK, P., ILLEK, J., BRIX, M. et al.: Influence of organic versus inorganic dietary selenium supplementation on the concentration of selenium in colostrum, milk and blood of beef cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2008, 50, 43.
- SLEBODZINSKI, A. B.: Schilddrüse. 1981 In: Döcke, F. *Veterinärmedizinische Endokrinologie*. Gustav Fischer Verlag, Jena, 1994. 863.
- SMITH, K. L., HOGAN, J. S., CONRAD, H. R.: Selenium in dairy cattle: its role in disease resistance. *Food Animal Practice*, 1988, 83, 72-78.
- SNIJDERS, S. E. M. et al.: Genetic merit for milk production and reproductive succes in dairy cows. *Animal Reproduction Science*, 2001, 65, 1, 17-31.
- SOCH, M., SREJBEROVA, P., BROUCEK, J.: The relationship of copper and zinc with hematological parameters in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 2006, 84, 1, 165-165.
- SOMMER, A. et al.: Výživa a krmenie hospodárskych zvierat. 1. vydání, Bratislava, Príroda, 1985, 7.
- SOŠKA, V.: Poruchy metabolismu lipidů. Grada, Praha, 2001, 180.
- SOVA, Z. et al.: Fyziologie hospodářských zvířat. Státní zemědělské nakladatelství Praha, 1990, 469.
- SOVA, Z. et al.: Biologické základy živočišné výroby. 2. vydání, SZN v Praze, 1981, 584.
- SPANN, A. J., CARTER, J. N., MCDOWELL, L. R. et al.: Forage Mineral Concentrations and Mineral Status of Beef Cattle Grazing Cool Season Pastures in Northwestern Florida, Emphasizing Magnesium. *Communications In Soil Science and Plant Analysis*, 2010, 41, 4, 472 - 481.
- SPICER, L. J., ALONSO, J., CHAMBERLAIN, C. S.: Effects of thyroid hormones on bovine granulosa and thecal cell function in vitro: dependence on insulin and gonadotropin. *Journal of Dairy Science*, 2001, 84, 1069-1076.
- SRIKANDAKUMAR, A., JOHNSON, E. H.: Effect of heat stress on milk production, rectal temperature, respiratory rate and blood chemistry in Holstein, Jersey and Australian milking Zebu cows. *Tropical Animal Health and Production*, 2004, (36) 7, 685-692.

- STAHLHUT, H. S. et al.: Effect of chromium supplementation and copper status on glucose and lipid metabolism in Angus and Simmental beef cows. *Animal Feed Science and Technology*, 2005, (128) 3-4, 253-265.
- STEINHARDT, M., THIELSCHER, H. H.: Blood biochemical variables and minerals of non pregnant young cattle at pasture. Effects of breed, age and body weight, *Tieraerztliche Umschau*, 2006, 61 (8), 428 – 434.
- STENGARDE, L. et al.: Metabolic profiles in five high-producing Swedish dairy herds with a history of abomasal displacement and ketosis. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2008, 50(1), 31-42.
- STOJEVIČ, Z. et al.: The metabolic profile of Simmental service bulls. *Veterinarski Archiv*, 2008, (78) 2, 123-129.
- STOUT, W. L., KRADEL, D. C., JUNG, G. A., SMILEY, C. G.: Blood composition of well-managed high-producing Holstein cows in Pennsylvania. Pennsylvania State University, Agricultural Experiment Station Records, 1976, 358.
- SUDA, Y. et al.: Changes in concentrations of plasma metabolites and insulin-like growth factor-1 after feeding in Japanese Black and Japanese Shorthorn cattle. *Animal Science Journal*, 2003, 74, 493–497.
- SUTTLE, N.: Overestimation of copper deficiency. *Veterinary Record*, 1993, 133, 123 – 124.
- SURIYASATHAPORN, W.: Negative energy balance in postpartum dairy cows: its effect on clinical mastitis and reproductive performance. Ph.D. thesis, Utrecht University, Department of Farm Animal Health, 2000.
- TAKASU, M., YAYOTA, M., NAKAMO, M., NISHII, N., OHBA, Y., OKADA, K., MALDA, S., MIYASAWA, K., KITAGAWA, H.: Results of Metabolic Profile Test in Japanese Black with Growth Retardation. *Journal of Veterinary Medical Science*, 2005, 67 (12), 1269-1271.
- TATE, S. S., MEISTER, A.: Gamma-Glutamyl transpeptidase from kidney. *Methods in Enzymology*, 1985, 113, 400 – 419.
- TEDESCO, D. et al.: Silymarin, a Possible Hepatoprotector in Dairy Cows: Biochemical and Histological Observations. *The Journal of Veterinary Medical Science*, 2004, 51, 85–89.

- TEPASCE, M. R., POWELL, R. G., CLEMENT, S. L.: Analyses of selected endophyte-infected grasses for the presence of loline-type and ergot-type alkaloids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1993, 41, 2299 – 2303.
- TÓTHOVÁ, C. S., NAGY, O., SEIDEL, H., KONVIČNÁ, J., FARKAŠOVÁ, Z., KOVÁČ, G.: Acute Phase Proteins and Variables of Protein Metabolism in Dairy Cows during Pre- and Postpartal Period. *Acta Veterinaria Brno*, 2008, 77, 51-57.
- TRÁVNÍČEK, T. et al.: *Obecná patologická fyziologie*. 1. vydání, Praha, Avicenum, 1977, 62, 63.
- TROJAN, S. et al.: *Lékařská fyziologie*. Grada, Praha, 1999, 616.
- TROJAN, S.: *Lékařská fyziologie*. 1. část, 1. vydání, Avicenum, Státní zdravotnické nakladatelství n. p., Praha, 1987, 565.
- TŘINÁCTÝ, J. et al.: Effect of rumen-protected methionine, lysine or both on milk production and plasma amino acids of high-yielding dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*, 2009, 54, 6, 239-248.
- TUCKER, H. A.: Lactation and its hormonal control. *Physiology of Reproduction*, 1988, 2235 - 2254.
- UTLU, N., KAYA, N., YÜCEL, O.: Biochemical Blood Parameters of Different Breeds of Cattle. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 2004, 28, 139-142.
- VÁCHA, M., BIČÍK, V., PETRÁSEK, R., ŠIMEK, V., FELLNEROVÁ, I.: *Srovnávací fyziologie živočichů*. 2. vydání, Brno, Masarykova univerzita, 2004, 7.
- VAIDYA, H., DIETZLER, D. N., LEYKAM, J. F. et al.: Purification of 5 creatine kinase-mm variants from human-heart and skeletal-muscle. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1984, 790, 3, 230-237.
- Van DORLAND, H.A., RICHTER, S., MOREL, I., DOHERR, M.G., CASTRO, N., BRUCKMAIER, R.M.: Variation in hepatic regulation of metabolism during the dry period and in early lactation in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 2009, 92, 1924–1940.
- VERHEYEN, A. J. M., MAES, D. G. D., MATEUSEN, B., DEPREZ, P., JANSSENS, G. P. J., DE LANGE, L., COUNOTTE, G.: Serum biochemical reference values for gestating and lactating sows. *Veterinary Journal*, 2007, 174, 92–98.
- VRCHLABSKÝ, J., STEINHAUSER, L., DVOŘÁK, P., ČERNÝ, L., VESELÁ, V.: *Technologie krve jatečných zvířat*. 1. vydání, Brno, 1990, 159.

- VRZGULA, L. et al.: Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. 1. vydání, Príroda, Bratislava, 1982, 492.
- VRZGULA, L. et al.: Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Príroda, Bratislava, 1990, 503.
- WALLIMANN, T., HEMMER, W.: Creatine kinase in non-muscle tissues and cells. *Molecular and Cellular Biochemistry*. 1994, 133–135, 193–220.
- WALLIMANN, T., WYSS, M., BRDICZKA, D., NICOLAY, K., EPPENBERGER, H. M.: Intracellular compartmentation, structure and function of creatine kinase isoenzymes in tissues with high and fluctuating energy demands: the "phosphocreatine circuit" for cellular energy homeostasis. *The Biochemical Journal*, 1992, 281 (1), 21 – 40.
- WARD, W. R.: Effects of dietary energy and protein on the fertility of high yielding dairy cows. *Cattle Practice*, 1999, 7, 3, 235 – 238.
- WEST, H. J.: Effect on liver function of acetonemia and the fat cow syndrome in cattle. *Research of Veterinary Science*, 1990, 48, 221 - 227.
- WHITAKER, D. A., KELLY, J. M., FAYRES, H. F.: Use and interpretation of metabolic profiles in dairy cows, Department of Veterinary Clinical Studies, University of Edinburgh, UK, 1998.
- WICKRAMASINGHE, S. N., WOOD, W. G.: Advances in the understanding of the congenital dyserythropoietic anaemias. *British Journal of Haematology*, 2005, 131, 431 – 446.
- YAMBAYAMBA, E. S. K., PRICE, M. A., FOXCROFT, G. R.: Hormonal status, metabolic changes, and resting metabolic rate in beef heifers undergoing compensatory growth. *Journal of Animal Science*, 1996, 74, 57 – 69.
- ZEMAN, L.: Výživa a krmení hospodárskych zvierat, MZLU v Brně, 2002, dostupné z <http://old.mendelu.cz/~zeman/skripta/pef99.htm>
- ZIMA, S., ZWICK, K.: Veterinární chemie. 1. vydání, SZN Praha, 1990, 320.
- ZIMA, T.: Laboratorní diagnostika. 2. vydání, Galén, Karolinum, Praha, 2009, 906.
- ŽITŇAN, R., SOMMER, A., GALLO, M., GALLO, J., BOMBA, A., VENGLOVSKY, J., BULECA, J., BINDAS, L.: Mineral metabolism in young beef cattle during transfer from winter feed ration to grazing, *Veterinární Medicína*, 1995, 40 (3), 65 – 69.

ŽITŇAN, R., GALLO, J., GALLO, M., BOMBA, A., SOMMER, A.: Některé biochemické parametry dusíkatého a energetického metabolismu v plazmě a krvi býčků v období pasení. *Veterinární Medicína*, 1993, 38 (9), 521-529.

SEZNAM PUBLIKACÍ

VOŠTEROVÁ, I., PAVLÍK, A., MATĚJÍČEK, M., SLÁMA, P. Effect Of Cattle Production Type On Blood Plasma Biochemical Parameters. [CD-ROM]. Proceedings of international conference „*Animal Physiology 2012*“ s. 238-244.

PAVLÍK, A., JELÍNEK, P., MATĚJÍČEK, M. et al. Blood Plasma Metabolic Profile of Aberdeen Angus Bulls during Postnatal Ontogenesis. *Acta Veterinaria Brno*, 2010, 79 (3), 419-429

PAVLÍK, A., JELÍNEK, P., ILLEK, J., MATĚJÍČEK, M. Blood plasma minerals profile of Aberdeen Angus heifers and bulls during the postnatal ontogenesis. *Veterinářství*. 2010. sv. 60, č. S1, s. 108.

PAVLATA, L; ILLEK, J; PECHOVÁ, A; MATĚJÍČEK, M. Selenium status of cattle in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 2002, 71 (1), 3-8