

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4103 Zootechnika

Studijní obor: Zootechnika

Katedra: Zootechnických věd

Vedoucí katedry: doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
PORUCHY KALCIOVÉHO METABOLIZMU U MASNÉHO A DOJENÉHO
SKOTU

Vedoucí bakalářské práce: prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Zuzana Křížová

Autor bakalářské práce: Hana Nová

České Budějovice, 2016

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Hana NOVÁ**

Osobní číslo: **Z13136**

Studijní program: **B4103 Zootechnika**

Studijní obor: **Zootechnika**

Název tématu: **Poruchy kalciového metabolismu u masného a dojeného skotu**

Zadávací katedra: **Katedra zootechnických věd**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úroveň metabolismu vápníku je u skotu závislá nejen na jeho nutričním příjmu, ale i na produkční výkonnosti, interakci s dalšími prvky a humorální regulaci. Hledání příčin a řešení poruch kalciového metabolismu u skotu je významné pro zachování zdraví a vysoké užitkovosti.

Cílem práce je vyhodnocení výskytu hypokalcemií a jejich projevů u krav v chovu masného a dojeného skotu a posoudit nutriční a ekologické souvislosti.

Ve vybraných chovech dojeného a masného skotu vyhodnoňte na základě obsahu Ca v krvi a moči výskyt hypokalcemie, vyjádřete souvislosti s obsahem P, Mg v krvi a aktivitou ALP, nutriční úrovní a obsahem Ca v krmné dávce. Posuďte rizika hypokalcemie v závislosti na věku a úrovni užitkovosti. Ve své práci využijete metabolická vyšetření z let 2014 a 2015 provedených v laboratoři katedry. U sledovaných zvířat zaznamenáte ukazatele užitkovosti a parametry reprodukce. V literárním přehledu se zaměřte na význam Ca, na jeho interakci s ostatními minerálními prvky, způsoby regulace jeho metabolismu a na poruchy vyvolané jeho sníženou užitkovostí. Získaná data statisticky zpracujete (statistické programy Excel případně program Statistika) a zdokumentujete v tabulkách a grafech. V závěru práce uvedete podle významnosti faktory ovlivňující sledované ukazatele.

Seznam odborné literatury:

- Blanc, C.D. et al.: Blood calcium dynamics after prophylactic treatment of subclinical hypocalcemia with oral or intravenous calcium. *Journal of Dairy Science*. 2014.
- Cunningham, J.G., Klein, B.G.: *Veterinary Physiology*. Saunders Elsevier, 2007. 700 s.
- Doubek, J.: Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat. VFU Brno. 2007.
- Jelínek, P., Koudela, K. et al.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. MZLU Brno. 2003. 401 s.
- Hofírek, B. et al.: *Nemoci skotu*. Česká buiatrická společnost. Nakladatelství Noviko a.s.. 2009. 1149 s.
- Salgado-Hernández, E.G. et al: Effect of the first and second postpartum partial milking on blood serum calcium concentration in dairy cows. *Czech Journal of Animal Science*. 59 (3), 2014,128-133.
- Jelínek, P., Koudela, K. et al.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. MZLU Brno. 2003. 401 s.
- Elektronické informační zdroje Akademické knihovny JU v Č. Budějovicích (internetové databáze): ISI Web of Knowledge (Web of Science), Agroweb, Agris, Scopus, Česká zemědělská a bibliografická databáze, příslušné odborné a vědecké časopisy.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Jan Trávníček, CSc.**

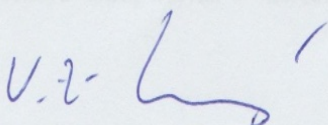
Katedra zootechnických věd

Konzultant bakalářské práce: **Ing. Zuzana Křížová**

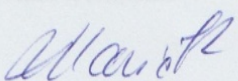
Katedra zootechnických věd

Datum zadání bakalářské práce: **23. března 2015**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., Dr.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůváká 1888, 370 05 České Budějovice


doc. Ing. Miroslav Maršálek, CSc.
vedoucí katedry

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

V Českých Budějovicích dne 25. 4.2016

.....

Hana Nová

Poděkování

Děkuji panu prof. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc. za odborné a cenné rady, které mi poskytl v průběhu zpracování bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala Ing. Zuzaně Křížové za poskytnuté rady a neméně bych chtěla poděkovat rodině a Alexovi za psychickou podporu po dobu mé práce.

Abstrakt

Cílem předkládané bakalářské práce bylo vyhodnotit výskyt poruch metabolismu vápníku v chovech dojeného a masného skotu. Poruchy minerálního metabolismu jsou závažnými zdravotními, ale i ekonomickými problémy, kterým lze předejít vyvážeností krmné dávky respektující fyziologické potřeby vysokoprodukčních zvířat. Sledování proběhlo v letech 2013-2015 ve 3 chovech dojnic (Haklovy Dvory, Velký Bor, Hořepník) a v 1 chovu pastevně odchovávaného masného skotu (Čejkovice). Celkem bylo sledováno 179 kusů skotu. Obsah Ca byl stanoven v krevním séru a moči, doplňujícími parametry byly koncentrace P, Mg a ALP v krevní plazmě. Hodnoty Ca v tělních tekutinách byly v normě pouze v chovu Hořepník i přes vysokou užitkovost, v ostatních chovech byla zjištěna subklinická hypokalcemie. U pastevně odchovávaného masného skotu byla hypokalcemie doprovázena u starších krav frakturami femuru v období připouštění v důsledku naskočení býka. Mezi faktory ovlivňující výskyt hypokalcemií patří, kromě úrovně zootechnické a veterinární péče, skutečný příjem Ca respektující produkční a reprodukční úroveň v chovu. U pastevně odchovávaného skotu bývá snížený příjem Ca ovlivňován odplavováním vápenatých hnojiv při pravidelně se opakujících záplavách. Mezi preventivní postupy lze doporučit pravidelné analýzy krmiv a vyšetření obsahu Ca v krevních tekutinách.

Klíčová slova: vápník, hypokalcemie, mikroprvky, makroprvky

Abstract

The aim of this thesis was to evaluate the disorders of calcium metabolism occurring in breeding of milk cattle and beef cattle. The disorders are not only serious health problem but also economic problem, the disorders can be prevented by balance of ration of fodder respecting physiological needs of high-productive animals. The research took place in 2013-2015 in 3 breeding of dairy cows (Haklovy Dvory, Velký Bor, Hořepík) and in one breeding of cattle for meat raised on pasture (Čejkovice). Overall, it was examined 179 pieces of cattle. The content of Ca was determined from blood serum and urine, the additional parameter was portion of P, Mg and ALP in blood plasma. Only in breeding of cattle in Hořepík was the content of Ca in normal rate, despite the high consumption of beef cattle in other places was detected the subclinical hypocalcemia. In the period of mating, the older beef cattle raised on pastures suffered from fractures of femur as a consequence of hypocalcemia and the weight of bulls. The factors influencing the presence of hypocalcemia includes the standard of zootechnical and veterinary care and also the real intake of Ca respecting the productive and reproductive level of cattle. The reduced intake of Ca of beef cattle raised on pastures is influenced by the runoff of calcium fertilizers during periodically recurring floods. It is highly recommended to regularly analyze fodder and the content of Ca in body fluids as a preventive measures.

Key words: calcium, hypocalcemia, microelements, macroelements

Obsah

1. ÚVOD.....	10
2. CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE	12
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	13
3.1 Minerální látky a jejich význam ve výživě	13
3.1.1 Makroprvky a jejich biologický význam	13
3.1.2 Mikroprvky a jejich biologický význam	14
3.1.3 Potřeba minerálních látek u skotu.....	15
3.2 Biologický význam vápníku a jeho metabolismus	15
3.2.1 Obsah vápníku v organismu	16
3.2.2 Obsah vápníku v krmivech.....	17
3.2.3 Vstřebávání vápníku.....	17
3.2.4 Regulace vápníku	18
3.2.5 Vylučování vápníku	18
3.3 Produkční choroby skotu, jejich kontrola a prevence	19
3.3.1 Hypokalcemie	19
3.3.2 Profilové metabolické testy.....	20
3.3.3 Poruchy metabolismu Ca	21
3.3.3.1 Rachitida - Křivice.....	21
3.3.3.2 Osteoporóza – řídnutí kostí.....	22
3.3.3.3 Osteomalacie – měknutí kostí.....	24
3.3.3.4 Poporodní paréza	25
3.3.3.5 Hypofosforemické ulehnutí dojníc	27
3.3.3.6 Hypomagnezémie – tetanie.....	28
4. MATERIÁL A METODIKA.....	29
4.1 Materiál	29

4.1.1	Haklovy Dvory.....	29
4.1.2	Velký Bor.....	30
4.1.3	Čejkovice.....	31
4.1.4	Agrodam Hořepník, s. r. o.....	31
4.2	Metodika.....	32
4.2.1	Odběr vzorků a stanovení sledovaných parametrů.....	32
4.2.2	Organizace a sledování pokusu v Haklových Dvorech.....	32
4.2.3	Organizace a sledování pokusu ve Velkém Boru.....	32
4.2.4	Organizace a sledování pokusu v Čejkovicích.....	33
4.2.5	Organizace a sledování pokusu v Hořepníku.....	33
5.	VÝSLEDKY.....	34
5.1	Obsah Ca v krevní plazmě a v moči ve vybraných chovech.....	34
5.1.1	Obsah Ca v krevní plazmě a v moči u dojnic v Haklových Dvorech....	34
5.1.2	Obsah Ca v krevní plazmě a v moči u dojnic ve Velkém Boru.....	35
5.1.3	Obsah Ca v krevní plazmě a v moči u krav v Čejkovicích.....	37
5.1.4	Obsah Ca v krevní plazmě u dojnic v Hořepníku.....	39
5.2	Závislost mezi obsahem Ca v krevní plazmě a obsahem P, Mg a aktivitou alkalické fosfatázy (ALP).....	39
6.	DISKUZE.....	42
7.	ZÁVĚR.....	46
8.	SEZNAM TABULEK.....	47
9.	SEZNAM GRAFŮ.....	47
10.	SEZNAM ZKRATEK.....	47
11.	LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	49

1. ÚVOD

Minerální látky tvoří nezbytnou součást výživy zvířat, mají vzhledem k velkému množství i velmi rozmanité funkce a jejich nedostatek nebo nadbytek způsobuje různé metabolické poruchy. Obsah minerálních látek v organismu je různý a dělí se proto na mikroprvky a makroprvky. Makroprvky jsou v organismu zastoupeny ve větších koncentracích a mají funkční a strukturální význam (např. tvorba kostí) a velké změny koncentrací v krvi způsobují závažné a život ohrožující stavy. Mikroprvky, též nazývané stopové prvky, jsou v organismu obsaženy jen v malých koncentracích a plní převážně funkční úlohu. Nadbytek minerálních látek může způsobovat negativní interakci a otravy, naopak nedostatek působí klinické a subklinické deficity.

Poruchy minerálního metabolismu může způsobit mnoho poruch zdravotního stavu zvířat, které jsou většinou na subklinické úrovni. Makroprvky škodí při vysoké koncentraci vlivem překrmování, ale i nedostatkem vlivem špatně složené krmné dávky nebo poruchami vstřebávání. Minerální prvky spolu úzce souvisí, a proto často dochází k poruchám vstřebávání a metabolismu jiných prvků.

Při deficitu makroprvků se často projevuje abnormální chování, jako např. lízavka, pití moči a jiné. Mimoto se projevují poruchy reprodukce, otoky mléčné žlázy a poruchy bачorového trávení. Větší význam mají makroprvky pro celý organismus, nedostatek má negativní vliv na svalovou kontrakci a činnost srdce a způsobuje akutní a život ohrožující stavy, které se označují jako syndrom ulehnutí. Příčin ulehnutí může být velké množství, mimo poruch metabolismu i fraktury kostí, ischemie svaloviny, ztráta krve a otravy z nadbytku. Z metabolického hlediska to mohou být: poporodní paréza, hypofosfatemie, hypomagnezemie, nutriční svalová dystrofie, těžké bачorové dysfunkce, jaterní koma, otravy, hypokalcemie a osteopatie.

Vápník je velmi důležitý makroprvek v živém organismu, je obsažen ve všech tělních buňkách a tekutinách. U skotu se často vyskytuje nedostatek Ca a s ním spojené patologické stavy, které se označují jako komplex osteopatií. Nejvýznamnější onemocnění skotu spojené s nedostatkem Ca je poporodní paréza, která postihuje krávy v období okolo porodu, protože metabolismus krav není schopen udržet hladinu Ca v krvi a dochází k hypokalcemii. Komplex osteopatií je

charakterizován onemocněním kostry a souvisí s poruchami metabolismu Ca, P a vitamínu D. Osteopatie probíhají většinou jako subklinická forma onemocnění a jedinci mají problémy s pohybem. Mezi osteopatie se řadí rachitis, osteoporóza a osteomalacie. Rachitis postihuje mladý skot, způsobuje deformace končetin a je nejzávažnější onemocnění z osteopatií z ekonomického hlediska. Osteoporóza je onemocnění dospělého skotu a je charakteristické řídnutím kostní tkáně. Osteomalacie postihuje stejně jako osteoporóza dospělý skot, ale způsobuje demineralizaci kostní tkáně.

2. CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Cílem práce je vyhodnocení výskytu hypokalcemií a jejich projevů u krav v chovu masného a dojeného skotu a posoudit nutriční a ekologické souvislosti.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Minerální látky a jejich význam ve výživě

Výživa musí zajistit zvířatům všechny živiny v dostatečném množství a poměru. Nejedná se jen o kalorické živiny, jako jsou bílkoviny, tuky a sacharidy, ale i o vodu, vitaminy a minerální látky. Minerální látky v organismu zabezpečují správnou látkovou výměnu, ovlivňují enzymatickou a hormonální činnost, umožňují růst kostních a dalších tělesných tkání. Minerální látky jsou zvířatům podávány krmivem v dostatečném množství a maximálně využitelné formě a ve velkém množství jsou spotřebovány na tvorbu mléka, svaloviny a plodu. Nedostatek těchto látek nebo jejich vzájemný nesoulad způsobuje chorobné stavy, vede ke snížené užitkovosti a reprodukci krav a narušuje vývoj plodu a telat (Doktorová, 2007; Wilde, 2006).

Minerální látky patří k nepostradatelným součástem krmiva. Dělí se podle jejich rozdílného obsahu v živočišném těle a krmivu a podle rozdílné potřeby na makroprvky a mikroprvky (stopové prvky) (Jeroch *et al.*, 2006). Tyto látky existují v buňkách a tkáních v mnoha formách. Pro správnou funkci organismu je důležitá koncentrace a vzájemný poměr minerálních látek (Jelínek, Koudela *et al.*, 2003).

Podle funkce můžeme minerální látky rozdělit na:

1. Strukturální – minerální látky, které tvoří strukturální složky tkání a orgánů (Ca a P se podílí na strukturálním uspořádání kostí a zubů)
2. Fyziologické – minerální látky mající význam v procesech trávení, vstřebávání, utilizace živin, udržují osmotický tlak a acidobazickou rovnováhu
3. Katalytické – minerální látky působící jako katalyzátory enzymatických a hormonálních reakcí
4. Regulační – minerální látky regulující metabolické pochody (Ca, Mg, Zn ovlivňují buněčnou replikaci a transkripci) (Zeman, *et al.*, 2008).

3.1.1 Makroprvky a jejich biologický význam

K makroprvkům patří vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg), sodík (Na), draslík (K), chlor (Cl) a síra (S). Všechny tyto prvky jsou esenciální, to znamená, že

je organizmus musí přijmout krmivem. Průměrný obsah makroprvků v živočišném organizmu je mezi 0,4 a 20 g·kg⁻¹ tělesné hmotnosti a jejich potřeba se pohybuje mezi 1 až 45 g·kg⁻¹ sušiny. Makroprvky se vyskytují v krmivu v anorganické a organické formě (Jeroch *et al.*, 2006). Kravské mléko obsahuje 0,7 % minerálních látek a jejich obsah ve 100 g mléka je přibližně následující: K (143 mg), Ca (117 mg), P (204 mg ve formě PO₄), Na (48 mg), Mg (11 mg) (Hui, 1993), dále Zn (3,9 mg) a ostatní prvky (Fe, Cu, Mn, I) jsou obsaženy ve stopovém množství (Cashman, 2003). Makroprvky také tvoří stavební látky kostry tubulů a vaječné skořápky (Jeroch *et al.*, 2006). Vaječná skořápka je tvořena 1-2 % vody, cca 4,15 % organických látek, a 94,85 % minerálních látek (93,7 % CaCO₃, 1,39 % MgCO₃) (Smetana, 2015). Minerální látky jsou aktivátory enzymů (Mg – ATP-asa, Zn – peptidasa, Fe – peroxidasa), účastní se biochemických reakcí (P je součástí nukleotidu ATP, Ca je uvolňován ve svalových buňkách a tím umožňuje tvorbu aktomyosinového komplexu a je tak nezbytný při svalové kontrakci), podílí se na přenosu vzruchu přes synapse (Mg), vzniku akčních potenciálů (Na, K) a regulují elektrolytický a vodní režim (Na, K) (Špička, 2004). Nedostatek makroprvků ale i jejich přebytek způsobuje snížení užitkovosti a metabolické poruchy (Ulbrich *et al.*, 2004). Draslík a chlor mají význam pro anionto-kationtovou bilanci u dojnic s vyšší užitkovostí (Jeroch *et al.*, 2006).

Nedostatek vápníku způsobuje zánět paznehtů, naopak nadbytek se projeví poklesem příjmu potravy, endometritidou, ovariální disfunkcí a sníženou absorpcí zinku a mědi. Také nedostatek fosforu zapříčiní snížení příjmu potravy, ale také narušení bachorové fermentace a poruchy růstu. Nadbytek fosforu způsobuje poruchy metabolismu hořčiku a urolitiázu. Vápník ve vztahu k fosforu při nadbytku i nedostatku způsobují poruchy plodnosti, poporodní parézu a osteomalácii (Ulbrich *et al.*, 2004).

3.1.2 Mikroprvky a jejich biologický význam

Termínem mikroprvky označujeme prvky, které se v organizmu vyskytují v zanedbatelném množství, přesto však jsou pro organizmus nepostradatelné. Řadíme sem například železo (Fe), kobalt (Co), měď (Cu), mangan (Mn), zinek (Zn), jód (I) a selen (Se). Nedostatek těchto prvků v půdě se projeví také nedostatkem v krmivu (Zeman *et al.*, 2006).

Mikroprvky, též označované jako stopové prvky, hrají důležitou roli v řadě katalytických, enzymatických i regulačních procesů. Stopové prvky se nachází ve tkáních všech živočichů, jejich koncentrace je neměnná a jejich nedostatek vyvolá různé fyziologické a strukturální změny. Těmto změnám je možné zabránit dodáváním správného množství těchto prvků do organismu (Jelínek, Koudela *et al.*, 2003).

3.1.3 Potřeba minerálních látek u skotu

Zvířatům se musí zajistit dostatečné množství minerálních látek ve správném poměru (Ca:P a Na:K). Nedostatek i nadbytek minerálních látek působí nepříznivě na zdravotní stav zvířat. Nedostatek mikroprvků je zjišťován jako klinické onemocnění nebo subklinické poruchy s negativním působením na konverzi živin, růst, reprodukci a biologickou hodnotu potravin (Bouška, *et al.*, 2006). Nedostatek těchto prvků se projevuje snížením příjmu krmiva, může se vyvinout kachexie, snižuje se produkce a zhoršuje reprodukce (Mati *et al.*, 2000). Důležitá je ale také potřeba makroprvků. Při nedostatku nebo naopak nadbytku makroprvků vzniká hypofosfatemické ulehnutí dojníc, poporodní paréza a pastevní tetanie (Ticháček, 2007). Pechová *et al.* (2009) uvádí fyziologické hodnoty v krevní plazmě u Ca 2,2 – 3,0 mmol·l⁻¹, Mg 0,78 – 1,07 mmol·l⁻¹ a P 1,6 – 2,26 mmol·l⁻¹.

Denní potřeba makroprvků pro dojnice je (g·den⁻¹): vápník – 90,1, fosfor – 70,4, hořčík – 43,5, sodík 27,2, draslík - 83,5, síra – 32,6, chlór – 38,8. Denní potřeba minerálních látek se zvyšuje se zvyšující se produkcí mléka. Pro dojnice s užitkovostí nad 20 kg mléka je následující (g·den⁻¹): vápník – 186,7, fosfor – 136,4, hořčík – 78,3, sodík 50,1, draslík – 138,2, síra – 62,8, chlór – 68,0 (Zeman, 2008).

3.2 Biologický význam vápníku a jeho metabolismus

Biologický význam vápníku je široký. Spolu s fosforem je jedním ze základních prvků anorganické části kostí a zubů (Jelínek, Koudela, *et al.*, 2003). Vápník je nezastupitelný makroprvek v organismu a je důležitý v mnoha metabolických procesech (Novák, 2014). Fyziologicky aktivní je vápník pouze v ionizované formě (Ca²⁺). Vápník plní v organismu důležité funkce, jako jsou

například: snížení nervosvalové dráždivosti, snižuje propustnost membrán a kapilárních stěn, nezbytný je při srážení krve a je nutný pro laktaci (Racek *et al.*, 2006). Velmi důležitý je při kontrakcích hladké a příčně pruhované svaloviny (Novák, 2014). Dále snižuje škodlivý účinek H, K a Mg při narušení rovnováhy mezi procesy vzruchu a útlumu v centrální nervové soustavě (Sova, 1990).

Metabolismus vápníku je významně regulován pomocí parathormonu, kalcitoninu a metabolitů vitamínu D. Parathormon je produkt příštítných tělísek a zvyšuje hladinu Ca v krvi. Syntéza parathormonu reaguje na koncentraci Ca^{2+} - hypokalcémie vede k vyšší syntéze a výdeji. Kalcitonin je produktem parafolikulárních buněk štítné žlázy a snižuje koncentraci Ca v krvi. Vitamin D, zvaný také jako kalcitriol, omezuje vstřebávání kalcia ze střeva (Nezbeda, 2013).

Patologické změny v důsledku dlouhodobého nedostatku vápníku, ale také poruch metabolismu fosforu a vitamínu D se u skotu označují jako soubor osteopatií (křivice, osteomalácie, osteoporóza) (Illek, 1998). Nedostatek vápníku může být zapříčiněn nízkou koncentrací v krmivu nebo metabolickými poruchami (Staněk, 2009).

3.2.1 Obsah vápníku v organismu

Vápník je nejrozšířenějším minerálním prvkem v organismu zvířat a tvoří 1 až 2 % tělesné hmotnosti. Největší množství (až 99 %) vápníku je obsaženo v kostech a zubech a představuje 21-25 % jejich hmotnosti, zbývající 1 % je obsaženo v mimobuněčné tekutině a měkkých tkáních (součást membránových struktur) (Jelínek, Koudela, *et al.*, 2003). Vápník obsažený v kostech slouží jako stavební látka, ale také jako zásoba pro organismus na dobu jeho nutričního nedostatku. V plazmě se vápník vyskytuje ve více formách. Plných 46 % je vázáno na bílkoviny, především albumin, označujeme jej jako nedifuzibilní, tzn., že nemůže pronikat polopropustnými membránami buněk. Dalších 48 % tvoří vápník v ionizované formě (Ca^{2+}) a zbylých 6 % se nachází v komplexních sloučeninách rozpustných ve vodě (Racek *et al.*, 2006). Fyziologická hladina vápníku v krvi skotu se pohybuje od 2,1 do 2,8 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Novák, 2014). Podle Jelínka a Koudely (2003) je koncentrace v krevní plazmě 2,25 - 3 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a Pechová (2009) uvádí 2,2 - 3 $\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

3.2.2 Obsah vápníku v krmivech

Skot přijímá určité množství minerálních látek z vody a půdy. Píce je důležitým zdrojem minerálních látek, ale jen zlomek minerálních látek se dostane z půdy do rostlin. Obsah minerálních látek v rostlinách je závislý na kvalitě půdy, druhu rostlin, vegetativním stádiu rostlin, klimatických podmínkách (McDowell, 1996), ale také na způsobu hnojení a intenzitě rostlinné výroby. Obsah minerálních látek se liší v druzích pícniny i v jejich části (vegetativní a generativní část) (Doktorová, 2007).

Do organismu se vápník dodává krmivem a to ve formě solí nebo minerálními doplňky (Sova, 1990). Vápník je obsažen v zelených krmivech a to nejvíce v jetelovinách, zelené řepce, luskovinách, řepkovém listu a v travách. Obsah vápníku v rostlinách je závislý především na pH půdy a obsahu vody v půdě. Vápník v ostatních krmivech je obsažen především v rybí a masokostní moučce, mléku, sušených cukrovarských řízcích a v melase (Tvrzník, 2005). V jadřném krmivu a okopaninách je množství vápníku malé (Staněk, 2009). Kukuřičná siláž a siláže z obilovin mají nedostatečný obsah fosforu i vápníku. Skrojková siláž a jetelotravní senáže mají nízký obsah P a vysoký obsah Ca. Koncentrovaná a tvarovaná krmiva mají vysoký obsah P a nízký obsah Ca. Siláže obsahují malé množství provitaminu D, vyznačují se acidogenním účinkem a to snižuje využití minerálních látek a poruchy mineralizace kostí (Illek, 1998).

3.2.3 Vstřebávání vápníku

Vstřebávání vápníku ovlivňuje řada faktorů, především věk zvířat, intenzita růstu, gravidita, úroveň laktace, skladba krmné dávky a další. Resorpce vápníku probíhá v žaludku a v tenkém střevě, především v duodenu a pasivní difuzí při vysoké koncentraci vápníku v zaživatině (Jelínek, Koudela, *et al.*, 2003). Denní příjem vápníku je asi $25 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, ale z tohoto množství se vstřebá jen asi 35 – 50 % v proximální části tenkého střeva. Zbytek přijatého vápníku je vyloučen močí a ve stolici. 98-99 % vápníku, který je profiltrován ledvinami se v tubulárním systému znovu vstřebává. 65 % vstřebávání vápníku probíhá v proximálním tubulu, 25 % v Henkeleho kličce a 10 % v distálním tubulu (zde je vstřebávání závislé na Na) (Racek *et al.*, 2006).

Transport Ca z trávicího traktu lze rozdělit na aktivní transport přes střevní epitelové buňky a pasivní transport mezi střevními epitelovými buňkami (Kováč, 2001). Parathormon působí na produkci vitamínu D v ledvinách, který podněcuje zvýšené vstřebávání vápníku z trávicího traktu (Wilde, 2006). Transport z enterocytu do intersticia probíhá sekundárně aktivním transportem výměnou za Na^+ nebo Ca^{2+} ATPázou aktivovanou vazbou Ca^{2+} ionty nerozpustné sloučeniny (Cibulka *et al.*, 2004). Při vstřebávání vápníku je důležitá koncentrace iontů v trávicím traktu a kyselé prostředí žaludečního obsahu, vápenaté soli se špatně vstřebávají v neutrálním nebo zásaditém prostředí (Kalous, 1982). Vstřebaný vápník nejdříve postupuje do kostní tkáně, ze které se mobilizuje do krve a ostatních tkání (Sova, 1990).

3.2.4 Regulace vápníku

Hladinu vápníku ovlivňuje sekrece parathormonu a kalcitoninu spolu s účinky vitamínu D. Parathormon přímo uvolňuje vápník z kostí a tak zvyšuje jeho hladinu v plazmě. Kalcitonin blokuje resorpci z kostí a tak snižuje hladinu vápníku v krvi. Vstřebávání také ovlivňuje hladina vitamínu D, obsah fosfátů nebo oxalátů v krmivech a parathormon (Kudrna *et al.*, 1998). Na vstřebávání vápníku mají dále vliv některé sacharidy, bílkoviny a z minerálních látek především fosfor, sodík, draslík a hořčík (Sova, 1990).

3.2.5 Vylučování vápníku

Vylučování vápníku se uskutečňuje především prostřednictvím trávicího ústrojí (Jelínek, Koudela, *et al.*, 2003). Vápník se z organismu vylučuje především výkaly a jen částečně močí (Kudrna *et al.*, 1998). V období kolem porodu dochází k prudkému poklesu hladiny vápníku v krvi v důsledku jeho vyšší sekrece do mléka (Matoušková, 2015). Zvýšené vylučování vápníku močí je indikátorem dekalifikace kostí. Resorbovaný vápník se také vylučuje některými živočišnými produkty (mléko, mléko) (Kudrna *et al.*, 1998).

3.3 Produkční choroby skotu, jejich kontrola a prevence

S nárůstem produkce dojnic stoupá v posledních letech i četnost produkčních chorob. Produkční choroby a metabolické poruchy tvoří komplex, vznikají při nedostatku nebo nadbytku živin, selháním regulačních systémů nebo kombinací uvedeného. Produkční choroby způsobují snížení užitkovosti dojnic v oblasti produkce, zhoršení reprodukčních funkcí i narušení zdravotního stavu mláďat (Hofírek *et al.*, 2004).

Hlavní příčinou těchto chorob je špatná kvalita a množství krmiv a poměr živin, přičemž největší problém spatřujeme v množství energie a nevyváženosti krmné dávky. Krmivo často nemá správnou strukturu, obsahuje hodně lehce degradovatelného dusíku i dusičnany, ketogenní kyseliny, mykotoxiny a rezidua pesticidů. Důležitá je i správná krmná technika, špatný vliv mají časté změny krmné dávky, špatné promíchání krmiv, porušení strukturní vlákniny i nevhodné zkrmování jadrných krmiv. Musí se dodržovat zásady diferencované výživy dojnic podle užitkovosti, reprodukčního cyklu a kondice dojnic. Největší výskyt těchto chorob je v období rozdojování a časně laktace, to znamená od 1. týdnu před porodem do 8. týdne po porodu (Hofírek *et al.*, 2004).

Před porodem a přímo při porodu klesá hladina vápníku v krevní plazmě, který je důležitý pro správnou funkci hladké svaloviny (děloha, svěrače strukového kanálku). Porod dává signál sekreci mléka a tím se nedostatek vápníku prohlubuje. Nedostatek vápníku v krvi může zapříčinit poporodní parézu nebo subklinickou hypokalcemii (Šlosárková, 2015). Denní potřeba Ca pro vysokobřezí krávu je 28 – 30 g, z toho 15 g je potřebných pro plod a 13 -15 g jsou ztráty ve výkalech a v moči. Po porodu je nutné přidat 1,0 – 1,5 g Ca na každý litr mleziva (Kováč, 2001).

3.3.1 Hypokalcemie

Hypokalcemie postihuje otelené dojnice s vysokou mléčnou užitkovostí. Tato porucha je zapříčiněna ztrátou Ca v důsledku produkce mleziva a mléka (Jianguo Wang, 2014). Při každé nové laktaci musí organismus udržet hladinu Ca v krvi na fyziologické úrovni (Novák, 2014). Hypokalcemie nastává, když je více vápníku vylučováno do mléka, než je přijato a vstřebáno z krmné dávky (Wilde, 2006). Snížená hladina vápníku v krvi vzniká při rachitidě, osteomalácii, mléčné horečce,

poškození činnosti ledvin, při deficitu vitamínu D, při poruchách resorpce ve střevě. S věkem zvířat dochází k výraznému snížení ukládání Ca (Kudrna *et al.*, 1998). Těžká forma hypokalcemie se vyznačuje: Ca 0,88 – 1,43 mmol.l⁻¹, P 0,20 – 0,84 mmol.l⁻¹ a Mg 1,03-1,69 mmol.l⁻¹ (Hofírek *et al.*, 2004).

Klinická hypokalcemie (poporodní obrna) je charakteristická poklesem Ca v krvi pod 2 mmol.l⁻¹ a výskytem klinických příznaků (Novák, 2014). Subklinická forma hypokalcemie je také charakteristická poklesem Ca v krvi pod 2 mmol.l⁻¹, ale chybí klinické příznaky. Hypokalcemie zvyšuje náchylnost k mastitidě, posunutí slezu, zadržnému lůžku, distokiím a ketóze (JianguoWang, 2014).

Mléčnou horečku lze rozdělit do 3 stádií. Pro 1. stádium je charakteristická slabost, malátnost a svalový třes, ale dojnice stojí a příznaky nejsou výrazné. Nejlepší metoda léčby prvního stádia je podání kalciových gelů. Ve 2. stádiu se dojnice již nepostaví, leží s hlavou esovitě stočenou směrem dozadu ke slabině. Při 3. stádiu nemoci dojnice leží paralyzována na boku, projevuje se tympanie a poruchy vědomí přecházející v kóma. Bez léčby dojnice uhne během několika hodin. Ve 2. a 3. stádiu je nutné nitrožilní podání 23% roztoku vápníku v dávce 500 ml (Novák, 2014).

Dlouhodobý nedostatek vápníku vyvolá mnoho metabolických poruch. U mladých zvířat jde o poruchy růstu a vývoje kostry (křivice), u dospělých zvířat se projevuje osteomalácie a osteoporóza (Jelínek, Koudela, *et al.*, 2003).

3.3.2 Profilové metabolické testy

Metabolické testy jsou využívány k monitoringu výživy a zdravotního stavu stáda (Davídek, 2012). Lze je rozdělit na dva základní typy: preventivní, který se zabývá kontrolou výživy a diagnostický, prováděný při výskytu poruch produkce, reprodukce nebo zdravotních poruch (Hofírek *et al.*, 2004). Před provedením testů je nutné stanovit, proč je provádíme a určit rozsah testů, výběr parametrů a zvířat. Jiné parametry volíme při monitoringu výskytu ketóz, hypokalcemií a jiné při celkovém hodnocení výživy. Metabolické testy se nejčastěji používají při stanovení úrovně výživy stáda, včasné identifikace vzniku metabolických poruch a potenciálního rizika onemocnění (Davídek, 2012). Metabolické testy lze dělit na kontrolní a vyhledávací. Kontrolní testy jsou nejčastěji používané a je u nich důležité správně vybrat sledovanou skupinu zvířat. V případě, že máme jeden určitý zdravotní

problém, který se opakuje, seskupíme problémové jedince a provádíme metabolické testy. Vyhledávací testy využíváme na skupinu zvířat se zcela specifickými problémy. Cílem je vybrat vhodná chovatelská, výživářská a veterinární opatření, které povedou ke zlepšení zdravotního stavu. Metabolický test je zde zaměřený jen na určité parametry (Vencl, 2008).

Při hodnocení stáda je nutné se zaměřit na hodnocení užítkovosti chovu, hodnocení reprodukce, organizaci chovu, krmení a složení krmné dávky a na zdravotní stav stáda a kondici dojníc (Hofírek *et al.*, 2009). Základem pro hodnocení metabolického testu je soubor výsledků z vyšetření krve, vyšetření moči a bachorové tekutiny (Vencl, 2008).

3.3.3 Poruchy metabolismu Ca

Deficit vápníku se projevuje nedostatečnou prosperitou organismu, u mláďat dochází ke změnám na kosterním aparátu – křivice, která se projevuje deformovaným růstem a nedostatečnou osifikací kostí. Organismus čerpá vápník z kosterních zásob a při dlouhodobém nedostatku dochází k nadměrnému odčerpání vápníku a to se projevuje osteomalácií nebo lomivkou kostí. Nedostatek se projeví také poporodními problémy, ke kterým se řadí poporodní ulehnutí, obrna, špatná krevní srážlivost a reprodukční problémy. U dávkování vápníku platí pravidlo „zlaté střední cesty“, vysoké i minimální dávky působí na organismus nepříznivě (Staněk, 2009).

3.3.3.1 Rachitida - Křivice

Křivice je onemocnění kostry telat a mladého skotu, které se projevuje nedostatečnou mineralizací kostí, poruchami růstu a deformací končetin. U býků ve výkrmu je křivice ekonomicky nejzávažnější onemocnění, snižuje přírůstky hmotnosti a zvířata jsou vnímavější k infekčním nemocem (Illek, 1998).

Příčinou rachitidy může být nedostatek Ca, P a vitamínu D v krmivu (Večerková, 2015), ale i onemocnění trávicího traktu a špatné vstřebávání minerálů a vitamínů do organismu (Staněk, 2009). Příznaky se objevují již po několika týdnech až měsících špatné výživy (Hofírek *et al.*, 2004). Rachitida postihuje telata ve věku 2 – 4 měsíce a býky ve výkrmu i ve věku 1 - 2 roky (Kováč, 2001). Zvířata s vysokou

intenzitou růstu onemocní dříve. Prvními příznaky jsou lízavka, nefyziologický postoj a pohyb, zvířata dlouho leží, nechotně vstávají, neohrabaně chodí a kulhají (Hofírek *et al.*, 2004).

Mladá zvířata potřebují vápník a fosfor na stavbu kostí. Není-li dostatečný příjem, ukládání do kostí se snižuje (Večerková, 2015). Při nedostatku těchto prvků měknou kosti a deformují se, nejvíce jsou postiženy končetiny a pánev. Pokud je v krmné dávce nadbytek vápníku, přebytek se vylučuje z organismu ve formě fosforečnanu vápenatého, tím se vylučuje i fosfor. Jedná se o alkalickou rachitidu. Při nadbytku fosforu se zvýší hladina fosfátů a vzniká acidóza a zároveň acidózní rachitida. Hypovitaminózní rachitida vznikne při nedostatku vápníku a fosforu důsledkem nedostatku vitamínu D (Hofírek *et al.*, 2004).

Rachitida způsobuje rozšíření mezizapnehtních štěrbin a při chůzi vystupují lopatky, protože je ramenní pletenec uvolněný. Postupně zduřují klouby a jsou na pohmat bolestivé, dochází k deformaci končetin, páteře a žeber. Dochází k odtržení Achillovy šlachy a zvíře zůstává ležet (Illek, 1998).

Diagnóza se stanoví podle klinických příznaků, vyšetření krve a kostního bioptátu (Kováč, 2001). V krvi se zjistí snížená koncentrace vápníku, fosforu a nízká aktivita alkalické fosfatázy. V kostním bioptátu se zjistí snížené množství popele pod 245 mg.g^{-1} tukuprosté sušiny a tím se zjistí změny poměru Ca a P podle typu rachitidy (Hofírek *et al.*, 2004)

Léčba je vhodná a efektivní jen v případě, že nedošlo k deformaci postoje, při těžkých formách onemocnění je vhodné zvíře porazit (Staněk, 2009). Léčba je zaměřena na úpravu krmné dávky na správný poměr Ca, P a vitamínu D. Preventivně se podává dostatek minerálů, vitamínu D a zajistí se vhodné zoohygienické podmínky. V průběhu výkrmu je nutná selekce zvířat s pravděpodobným výskytem onemocnění, včasné vyhledání příznaků a zajištění terapie (Illek, 1998).

3.3.3.2 Osteoporóza – řídnutí kostí

Osteoporóza je systémové onemocnění kostry, které se projevuje ložiskovým nebo generalizovaným řídnutím kostní tkáně (Kudrna *et al.*, 1998), nezasažená kostní tkáň má normální poměry (Večerková, 2015). Vyznačuje se úbytkem kostní tkáně při zachování poměru mezi organickou a anorganickou hmotou skeletu (Pavlatá, 2008). Vyskytuje se u všech kategorií skotu, především u starších dojníc v období gravidity

a v prvních týdnech po porodu (Kováč, 2001). Samostatný výskyt onemocnění je ojedinělý, vyskytuje se zároveň s rachitidou nebo osteomalácií (Kudrna *et al.*, 1998).

Osteoporóza vzniká při nedostatku bílkovin, vápníku, mědi a vitamínu C (Kudrna *et al.*, 1998). Vzniku tohoto onemocnění předchází metabolická acidóza a bachorové dysfunkce (Hofírek *et al.*, 2004).

Dlouhodobý nedostatek dusíkatých látek v krmné dávce, nedostatečné vstřebávání bakteriálního proteinu v předžaludcích nebo chronické poruchy trávení zapříčiňují nedostatečnou tvorbu albuminu v játrech. To má za následek nedostatečnou tvorbu kolagenu v kostní tkáni. Tvorba kolagenu je omezena i při dočasném nedostatku mědi a vitamínu C. Tím je omezena výstavba kostní tkáně a vzniká osteoporóza (Pavlata, 2008). Nejčastější příčinou vzniku osteoporózy je nedostatek vápníku vlivem špatné výživy, nedostatečným vstřebáváním ze střeva nebo vysokým vylučováním z organismu (Kováč, 2001). Při nedostatku vápníku a při acidózách nastává hypokalcémie, to má za příčinu zvýšenou produkci parathormonu. Vzniká osteolýza a tím resorpční osteoporóza (Kudrna *et al.*, 1998).

Příznaky připomínají rachitidu, zvířata výrazněji zaostávají v růstu, často se objevuje rozšíření rourovitých kostí končetin a jejich fraktury (Pavlata, 2008). Osteoporóza se vyskytuje zároveň s rachitidou nebo osteomalácií a příznaky splývají, má chronický průběh a při dosažení klinického syndromu je prognóza nepříznivá (Hofírek *et al.*, 2004)

Příznaky nejsou výrazné, podezření na nemoc může přijít na základě vysokého výskytu onemocnění pohybového aparátu, zvýšeného výskytu fraktur, analýzy krmné dávky a rozboru krmiv na obsah makroprvků. Rozhodující je vyšetření kostního bioptátu, kde je množství popela v 1 cm³ kostní tkáně pod 200 mg a množství popela v 1 g tukuprosté sušiny není sníženo (Hofírek *et al.*, 2004).

Diagnóza nemoci je poměrně těžká, lze ji určit podle klinických příznaků (Pavlata, 2008). Rozlišení osteoporózy a osteomalacie je obtížné, není mezi nimi přesná hranice, ale plynulý přechod nebo se vyskytují současně (Kováč, 2001). Vyšetřením krve zjišťujeme narušení poměru vápníku a fosforu, změny však závisí na příčině a stadiu procesu (Pavlata, 2008). Preventivně se podává vyrovnaná výživa s dostatkem bílkovin, vápníku a fosforu. Zároveň je třeba se zaměřit na prevenci vzniku poruch trávení v předžaludcích (Kudrna *et al.*, 1998).

3.3.3.3 Osteomalacie – měknutí kostí

Osteomalacie je systémové onemocnění skeletu dospělých zvířat charakterizované demineralizací kostní tkáně, která ztrácí pevnost, pružnost, měkne a lehce se láme (Kudrna et al., 1998). U kostí se mění poměr mezi organickou a anorganickou složkou v neprospěch anorganické (Kováč, 2001). Nejvíce jsou postiženy dojnice s vysokou užitkovostí a v období vysoké gravidity. Plemenné býky tato nemoc postihuje jen výjimečně. Nejčastěji se vyskytuje s osteoporózou, snižuje produkci mléka a zhoršuje plodnost (Kudrna et al., 1998).

Onemocnění vzniká při nedostatku fosforu, vápníku a vitamínu D nebo při špatném poměru vápníku a fosforu (Staněk, 2009) a vyplavování těchto prvků z kostí (Večerková, 2015). Vitamin D ovlivňuje metabolismus vápníku, fosforu a napomáhá správné mineralizaci kostí. Pro rovnováhu mezi obsahem vápníku v kostech a krvi je důležitý parathormon (Hofírek et al., 2004). Je vhodné pást zejména mladá zvířata, sluneční záření podporuje samovolné vylučování vitamínu D (Staněk, 2009). V našich podmínkách je hlavní příčinou nevyrovnaná krmná dávka, v níž je nedostatek P a naopak nadbytek Ca a vitamínu D (Kováč, 2001). Osteomalacie může vzniknout i při poruchách minerálního metabolismu, při zvýšené kyselosti a zásaditosti bachorového obsahu a enteritidách (Kudrna et al., 1998). Na vývoj osteomalacie má velký vliv gravidita, hlavně její druhá polovina, kdy se velké množství osifikačních látek ukládá do plodu. Dojnice vylučuje velké množství minerálních látek do mléka, na každý litr se vyloučí 1,2 g Ca a 0,9 g P (Kováč, 2001). Nejčastěji vzniká v kombinaci s osteoporózou (Pavlata, 2008).

U dospělých zvířat se stará kostní tkáň nahrazuje novou, u osteomalacie je kostní hmota nahrazována organickou kostní matrix. Kostní matrix není dostatečně zásobená minerálními látkami a na povrchu kostí se tvoří osteoidy (Hofírek et al., 2004).

Prvotní příznaky osteomalacie se objeví po několika týdnech až měsících od začátku špatné krmné dávky. Klinické projevy se objeví poté, co organizmus nedokáže krýt nedostatek minerálních látek (Kováč, 2001). Dlouhou dobu je onemocnění bez příznaků, později se projevuje lízavkou, slabostí pánevních končetin, zvířata obtížně vstávají, nepravidelně stojí, trpí bolestivostí kloubů a končetin, kulhají a následně ulehají (Kudrna et al., 1998).

Podle příznaků se nedá říci, že se jedná o osteomalacii, diagnóza se stanoví na základě chemického rozboru krmiv na obsah makroprvků (Pavlata, 2008). Při vyšetření krve se zjistí poměr mezi vápníkem a fosforem, hlavní pro stanovení diagnózy je vyšetření kostního bioptátu, kde je množství popela v 1 g tukuprosté sušiny pod 580 mg (Hofírek *et al.*, 2004). Léčba je úspěšná jen v počátečním stádiu onemocnění, je proto nutné upravit co nejdříve krmnou dávku (Kováč, 2001).

Preventivně se podává vyrovnaná výživa, přidávají se minerální krmné směsi a vitaminové preparáty (Kudrna *et al.*, 1998). Správná výživa je důležitá nejvíce u vysokoprodukčních a březích dojníc, na 1 litr mléka s tučností 3,5 % potřebuje dojnice 3 g Ca a 2 g P, proto se upravuje poměr Ca:P na 2:1. Jako prevence dobře působí každodenní pobyt zvířat na slunci a pastva na porostu hnojeném fosforečnými hnojivy (Kováč, 2001).

3.3.3.4 Poporodní paréza

Poporodní paréza, někdy označována jako hypokalcemické ulehnutí je jedno z nejčastějších onemocnění mléčných plemen skotu (Vlček, 2012). Dříve se nazývalo také jako poporodní obrna a mléčná horečka (Kollar, 2008). Je to nehorečnaté onemocnění, které se vyznačuje sníženým obsahem vápníku, ulehnutím a postupnou ztrátou citlivosti a vědomí. Toto onemocnění postihuje především krávy mléčných plemen, masná plemena onemocní jen zřídka (Štercová, 2011). Projev onemocnění nastává v den porodu, nebo v následujících dvou až třech dnech (Kudrna *et al.*, 1998) a nejvíc případů se objevuje 24 hodin před a 72 hodin po porodu (Kováč, 2001). Onemocnění postihne častěji krávy plemene holštýn, ayshire a jersey než krávy českého strakatého skotu. Poporodní paréza postihuje 3 až 12 % otelených krav (Illek *et al.*, 2008), projevuje se nejčastěji u krav ve věku 5 – 10 let (Kováč, 2001) a nejčastěji se vyskytuje při vysoké produkci mléka na třetí nebo další laktaci (Barrington, 2011).

Starší krávy jsou náchylnější ke vzniku onemocnění, zejména, jsou-li překrmovány vápníkem a mají zásaditou krmnou dávku. Poporodní paréza je charakteristická poruchou regulace metabolismu vápníku (Hofírek *et al.*, 2004). Nedostatek vápníku souvisí s počátkem laktace a s nedostatečným vstřebáváním Ca ze střeva a nedostatečnou mobilizací z tělních zásob (Kováč, 2001).

Příčinou poporodní parézy je často nadbytečný příjem vápníku v období stání na sucho a díky dlouhodobému nadbytku vápníku dochází k utlumení regulačního systému (Staněk, 2010). Dva dny před porodem, v den porodu a v prvních dnech po porodu je příjem vápníku nízký v důsledku sníženého příjmu sušiny. S nedostatkem vápníku se vyskytuje i nedostatek fosforu a tím dochází ke změnám koncentrace hořčíku, draslíku a sodíku (Hofírek *et al.*, 2004). Snížením hladiny Ca^{2+} iontů v krvi získají převahu hořčíkové ionty. Klinické příznaky jsou podobné příznakům nastupující narkózy (Kollar, 2008).

Poporodní paréza se vyznačuje výraznou hypokalcemií, apatií, dojnice ulehne a postupně ztrácí vědomí (Štecová, 2011). Ve většině případů se vyskytuje i hypofosforemie, hypokalcémie a hypomagnezemie. Narušení vzájemného poměru vápníku a hořčíku vyvolává poruchy centrální nervové soustavy, poruchy cirkulace a energetického metabolismu (Illek *et al.*, 2008). Paréza se šíří od pánevních končetin postupně k hlavě, kráva ztrácí vědomí, povrchová teplota se snižuje, ulehne na hrud s podloženými končetinami a hlavu natáhne před sebe na zem. Při prohlubující se nemoci stáčí kráva hlavu k hrudníku, leží na boku s končetinami od těla, oční víčka jsou zavřená a oči necitlivé. Činnost batoru a peristaltické pohyby se zpomalují, vzniká tympanie a vylučování je zastaveno. Zvíře pomalu dýchá, srdeční činnost je nepravidelná a puls slábné (Kudrna *et al.*, 1998).

Diagnostika nemoci nečiní problém a při včasném podání kalciových preparátů s glukózou a fosforem jsou výsledky pozitivní, pokud se neprovede léčba včas, zvíře uhynie. Při prvním příznaku může podat chlorid vápenatý sám chovatel, později je nutný zákrok veterináře (Kudrna *et al.*, 1998). Nutné je diagnostikovat onemocnění co nejdříve a dodat vápník, aby se zabránilo svalovému a nervovému poškození a ulehnutí (Barrington, 2011). Krevní vzorek pro diagnózu se musí odebrat ještě před začátkem léčby (Kollar, 2008). Pro přesnější diagnózu se stanoví koncentrace vápníku, fosforu a hořčíku v krvi. Z hlediska diferenciální diagnostiky se musí vyloučit poranění porodních cest, metabolické poruchy a septické stavy (Hofírek *et al.*, 2004). U dojnic s výskytem poporodní parézy je vysoké riziko vzniku onemocnění i při další laktaci (Vlček, 2012).

Pro prevenci se praktikují dvě strategie výživy dojnic stojících na sucho. Používá se nízkokalciový přístup nebo podávání aniontových solí v období přípravy na porod (Štecová, 2011). Dobré výsledky se dostaví při upravení poměru Ca a P

v krmné dávce, podávají se krmiva bohatá na P a chudá na Ca (Kováč, 2001). Před porodem se snižuje poměr Ca:P na 1,5:1, pokud toho nelze dosáhnout, využívají se aniontové soli, které způsobí mírnou metabolickou acidózu. Kationty a anionty by se měly sledovat hlavně u starších krav (Hofírek *et al.*, 2004). Pět až deset dnů před otelením se doporučuje podání 50 až 100 g chloridu amonného (Kudrna *et al.*, 1998). U vysokoprodukčních dojnic je vhodné doplnit léčbu intravenózní aplikací glukózy a v některých případech je nutná rehydratace (Kollar, 2008). Neléčené dojnice uhynou ve více než 75 % případů, zatímco při včasné a správné léčbě se rychle zotavují (Vlček, 2012).

3.3.3.5 Hypofosforemické ulehnutí dojnic

Hypofosforemické ulehnutí dojnic se vyskytuje v chovech s dlouhodobým nedostatkem fosforu. Toto onemocnění postihuje vysokoprodukční dojnice v období prvního až šestého týdne laktace bez ohledu na stáří zvířete (Illek *et al.*, 2008). Často se na vzniku podílí chronická metabolická acidóza, která snižuje resorpci fosforu a více ho vyplavuje z organismu (Hofírek *et al.*, 2004).

Nedostatek fosforu zapříčiňuje nedostatek adenosintrifosfátu a kreatinfosfátu. To narušuje energetický metabolismus ve svalech, což omezuje kontrakce svalových vláken i svalů. Tím vznikne svalová slabost a zvíře ulehne (Pavlata, 2008).

Na počátku onemocnění dojnice chodí opatrně, nejistě, mají potíže při vstávání a po námaze se objevuje třes svalstva. Po třech dnech kráva ulehne a nevstává, vědomí není narušeno, žere a přežvykuje. Takto může zůstat kráva několik dnů, dokud se stav nezhorší a nepřijdou komplikace a rozsáhlé degenerativní změny ve svalovině (Hofírek *et al.*, 2004).

Diagnóza je velmi lehká, stanoví se na základě příznaků a je možné stanovit koncentraci fosforu v krvi (snížená pod $1,2 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) (Pavlata, 2008). Od poporodní parézy se toto onemocnění odlišuje snadno, ale od poranění v důsledku pádu nebo poranění a fraktur pánevních kostí se rozezná hůře (Illek *et al.*, 2008).

Součástí prevence je zkrmování vyrovnané krmné dávky s optimální koncentrací minerálních látek (Hofírek *et al.*, 2004).

3.3.3.6 Hypomagnezémie – tetanie

Tetanie je onemocnění dojníc a mladého skotu a je charakteristické extrémním snížením koncentrace hořčíku v krvi a zvýšenou nervosvalovou dráždivostí až vzniknou křeče. Vyskytuje se při zahájení pastvy (pastevní tetanie) nebo při zkrmování mladé zelené píce a konzervované píce (stájová tetanie) (Pavlata, 2008). Pastevní tetanie vzniká nejen při pastvě na mladém porostu, ale i na porostu, který byl hnojen draselnými a dusíkatými hnojivy (Staněk, 2009). V našich podmínkách vzniká tetanie při špatné výživě (Pavlata, 2008).

Resorpce hořčíku je omezena při nadbytku vápníku, fosforu a draslíku v krmné dávce a při zvýšeném obsahu některých organických kyselin a fytinu (Pavlata, 2008). Vyšší dávky Mg než $25 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny působí na snížení stravitelnosti Ca a postupné zvyšování hladiny Mg snižuje stravitelnost organické hmoty o 5 – 20 % (Kulovaná, 2001). Nepříznivě také působí alkalizace prostředí v trávicím traktu, alterace sliznice a všechny zánětlivé procesy na sliznici trávicího traktu. Optimální resorpce hořčíku je 30 – 35 %, v případě snížení na 5 – 10 % vzniká deficit, při kterém se projeví nedostatek Mg v celém organismu (Pavlata, 2008). U tetanie rozeznáváme tyto formy: akutní a chronická. Při akutní formě se onemocnění projevuje silnými křečemi svalstva a apatičností. Zvířata se špatně pohybují a často padají. Při chronické formě jsou zvířata plachá, někdy agresivní a nežerou (Staněk, 2009).

Preventivně musí mít zvířata přístup k minerálním lizům a v oblastech, kde je nedostatek Mg, je nutné hnojení porostů. Léčbu zahájí veterinární lékař aplikací Mg a Ca ve formě infuze (Staněk, 2009).

4. MATERIÁL A METODIKA

4.1 Materiál

Pro náš výzkum byly vybrány krávy z pěti chovů a to: Haklovy Dvory, Velký Bor, Hořepník a masný skot plemene aberdeen angus v chovu Čejkovice.

4.1.1 Haklovy Dvory

Farma Haklovy Dvory se nachází v blízkosti města České Budějovice, její celková výměra je 900 ha zemědělské půdy, z toho připadá 220 ha na trvalé travní porosty a zbytek tvoří orná půda. Na farmě se chovají české červinky, holštýn a český strakatý skot. České červinky (cca 30 ks) jsou chovány jako krávy bez tržní produkce mléka a jsou v kontrole užitkovosti. Dojnice holštýnského skotu jsou chovány ve stáji pro dojnice s volným ustájením s lehacími boxy a přistýlkou. V době pokusu byla průměrná užitkovost 7 200 l za laktaci a průměrný denní nádoj byl okolo 20 l na ustájenou krávu a asi 24,5 l na dojnici.

Stáj je rozdělena centrální krmnou chodbou a úklid hnoje je zajištěn mechanicky 2x denně. Dojírna je řešena rybinovým systémem a poskytuje 12 míst. Krmení se zde provádí míchacími vozy s digitální vahou 2x denně. Jako základ krmné dávky se používají vlastní objemná krmiva postavená na kukuřičné siláži a travní senáži. Krmná směs DOVP je nakupována od ZZN Prachatice, ze kterých dostávají dojnice i minerální látky.

Krmné dávky byly tvořeny pro užitkovost 18 l mléka v období rozdojování a závěru laktace a pro užitkovost 30 l mléka pro období vrcholu laktace a druhé fáze laktace. Podíl krmných dávek je v tabulce č. 4. K objemným krmivům byla přidávána směs DOVP pro dojnice. Byl stanoven rozdíl mezi normou a skutečným obsahem živin k krmným dávkách.

Při sestavování krmných dávek se v Haklových Dvorech řídí americkou normou NRC (National Research Council). Dávka se sestaví v laboratoři a vzorky se vozí do společnosti AGROLA Jindřichův Hradec. Krmná směs se využívá pro doplnění krmné dávky do požadovaných norem pro jednotlivé fáze laktace.

Základem všech krmných dávek byla objemná krmiva tvořena kukuřičnou siláží, travní senáží a lučním senem. Dojnice v období rozdojování dostávaly ke

krmné dávce přípravky Milkstart a propylenglykol. Milkstart je doplňková krmná směs pro vysokoprodukční dojnice podávána v první polovině laktace a propylenglykol je podáván pro rychlé vyrovnání energetického deficitu a potlačení ketóz. Krmná směs byla nejvíce podávána u dojnic na vrcholu laktace a ve 2. fázi laktace v dávce 9,5 kg. Krmná dávka v těchto laktačních stádiích byla 52 kg.

4.1.2 Velký Bor

Farma Velký Bor v Jihočeském kraji se zaměřuje na chov dojeného skotu, chov krav bez tržní produkce mléka plemene charolais. Rozloha farmy je 185 ha půdy z toho na 110 ha se pěstují obilniny, řepka, kukuřice a čirok, které tvoří základ krmné dávky pro skot. Trvalé travní porosty se nachází na rozloze 5 ha. Farma nakupuje jen minerální doplňky, krmiva si produkuje sama.

Na farmě je ustájeno přibližně 80 dojnic plemen český strakatý skot, holštýnský skot a normandský skot. V době pokusu byla průměrná užitkovost holštýnských dojnic 7450 l mléka za laktaci a dojnic českého strakatého skotu 6725 l mléka. Stejně jako v Haklových dvorech jsou dojnice ustájeny volně s lehacími boxy. Jalovice se zapouští v 19 měsících, v létě se odchovávají na pastvě a v zimě jsou ve skupinových boxech na hluboké podestýlce.

Během léta jsou dojnice na pastvě ve dne i v noci, do stáje jsou zaháněny pouze na dojení. V pastevním areálu mají přístřešek, velkokapacitní cisternu s vodou a dvě kruhová krmiště, do kterých se dojnicím předkládají balíky sena a jetelotravní senáže. Na pastvě mají krávy neomezený přístup k minerálním lizům.

V zimě mají dojnice neomezený přístup k objemným krmivům a jadrné krmivo s minerálními přísadami se dává individuálně 2x denně podle individuální užitkovosti. Z objemných krmiv by měla dojnice vyprodukovat 10 – 12 litrů mléka. Dojnicím je podáváno 7 kg jadrných krmiv při průměrné užitkovosti 22 litrů mléka, což odpovídá 0,5 kg jádra na 1 litr mléka. Zimní krmná dávka se skládá z jetelotravní senáže, siláže (50 % kukuřice, 50 % čirok) a jádra stejného jako v letní krmné dávce.

Letní krmná dávka je složena z jetelotravní senáže, pastevního porostu, sena a jádra – pšenice, ječmen, sójový extrahovaný šrot, řepkový extrahovaný šrot, krmná sůl, minerální přísada Camisan.

4.1.3 Čejkovice

Chov se nachází v jižních Čechách v obilnářské výrobní oblasti s četnými rybníky v obci Čejkovice. V Čejkovicích se chová skot plemene aberdeen angus, u kterého je častý výskyt fraktur proximálního femuru u starších krav při naskočení býka. V uvedené lokalitě se vyskytují jarní záplavy nejméně na 20 % spásané plochy. V létě je skot na pastvách a má volný přístup k lizům firmy Trewit s obsahem 8,8 % Ca v letním období a 9,9 % během zimního období. Senáž se vyrábí z travních porostů sklizených na plochách s častým zadržováním naplavené vody, kde se upustilo od vápnění z důvodu splavování hnojiva.

4.1.4 Agrodam Hořepník, s. r. o.

Firma Agrodam Hořepník, s. r. o. se zaměřuje na chov holštýnského skotu se zaměřením na mléčnou užitkovost, v době pokusu na farmě bylo cca 400 ks dojnic a 350 ks mladého skotu. Průměrná roční užitkovost je cca 10 000 litrů mléka a v roce 2010 byla průměrná užitkovost jedné dojnice 24,38 l mléka na den. Dojírna má kapacitu 420 ks a je autotandemová. Dojnice mají volné ustájení s lehacími boxy.

Problematika krmení se zde řeší především u dojnic v období stání na sucho a u dojnic v 1. fázi laktace. V období stání na sucho (42 – 60 dnů před porodem) se snižuje podíl konzervovaných statkových krmiv o 15 – 20 % a nahrazuje se kvalitním senem. Vhodné je kvalitní luční, jetelotravní nebo vojtěškové seno v dávce 5 – 6 kg a z objemných krmiv se podává kvalitní kukuřičná a jetelotravní siláž v dávce 10 – 15 kg). Při zaprahování dojnice nepřijímají téměř žádné jadrné krmivo. Od zaprahnutí do 21 dnů před porodem se podává krmná dávka s přísadou Camisan nebo Profisan. V období 1. fáze laktace se dojnicím podávají koncentrovaná krmiva (50 – 60 % sušiny z celkové krmné dávky) s přidanými látkami s pufrčním účinkem z důvodu prevence bachorových acidóz. Při jednotné krmné dávce je využívána krátce řezaná sláma dobré kvality. V laktaci má jeden kilogram slámy strukturní efekt jako až tři kilogramy sena.

4.2 Metodika

4.2.1 Odběr vzorků a stanovení sledovaných parametrů

Vybraným dojnícím byla odebrána krev a moč. Krev byla odebrána z vena caudalis mediana pomocí hemos odběrek, ve kterých byl heparin. Získaná krev se ihned přelila do skleněných zkumavek. Moč byla získána spontánní mikcí. Vzorky krve a moči byly uchovány do převozu při teplotě 4 - 6 °C. Metabolický profilový test byl stanoven v biochemické laboratoři Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Stanovení Ca, P, Mg a alkalické fosfatázy (ALP) v krevní plazmě a Ca v moči bylo provedeno pomocí biochemického analyzátoru ELIPSE LL, UNICAM od firmy DIALAB a hematologického analyzátoru.

4.2.2 Organizace a sledování pokusu v Haklových Dvorech

Pokus na farmě v Haklových Dvorech byl prováděn na základě dvou metabolických testů a porovnání sledovaných parametrů u dojnic holštýnského plemene. Při testu 13. 2. 2013 byl proveden metabolický test u 12 dojnic a 20. 8. 2013 u 10 dojnic. Dojnice byly zařazeny do skupin podle fáze laktace a to rozdojování, které trvá 14 – 21 dní, vrchol laktace, kdy dojnice dosáhnou užitkovosti 30 l za den, do druhé fáze laktace se dojnice zařazují při užitkovosti pod 30 l, při užitkovosti kolem 18 l se dojnice zařadí do skupiny závěru laktace a ke konci laktace dochází k zasušení dojnice.

4.2.3 Organizace a sledování pokusu ve Velkém Boru

U vybraných dojnic holštýnského skotu a Českého strakatého skotu byly v roce 2013 provedeny 4 odběry. Odběr byl s ohledem na krmnou dávku rozdělen do letního (10. 6. a 15. 9.) a zimního období (10. 3. a 10. 12.). Do pokusu bylo zařazeno vždy 6 Holštýnských dojnic a 6 dojnic Českého strakatého skotu. Z vybraných šesti dojnic každého ze dvou plemen byly tři maximálně 3 měsíce po porodu a další tři nad 3 měsíce po porodu.

4.2.4 Organizace a sledování pokusu v Čejkovicích

Na farmě v Čejkovicích proběhly 2 odběry u masného skotu aberdeen angus. Odběr vzorků byl proveden v roce 2013 a opakován v roce 2014. V roce 2013 byl odběr proveden 18. 9. u 10 kusů a 10. 12. u 30 kusů skotu. V roce 2014 byly odebrány vzorky 29. 4. u 20 kusů a 5. 10. u 31 kusů skotu. U všech pokusů byla odebírána krev, ale moč byla odebrána jen náhodně z důvodu pastvy skotu.

4.2.5 Organizace a sledování pokusu v Hořepníku

V chovu krav holštýnského skotu byly vybrány dojnice do dvou skupin po 8 kusech v rozpětí 6 až 10 týdnů po otelení. Starší krávy byly vybrány na základě shodného počtu uzavřených normovaných laktací a u prvotelek dle data otelení. Do každé skupiny byly zařazeny minimálně 4 prvotelky a minimálně 4 krávy na druhé a vyšší laktaci. Vyšetření proběhlo u vybraných krav holštýnského plemene 1. 7. 2015 u 14 kusů a 6. 8. 2015 u 14 kusů.

5. VÝSLEDKY

5.1 Obsah Ca v krevní plazmě a v moči ve vybraných chovech

Pro náš pokus byly použity hodnoty od Pechové et al. (2009), která uvádí obsah Ca v krevní plazmě 2,2 – 3 mmol·l⁻¹ a obsah Ca v moči 0,12 – 1,5 mmol·l⁻¹.

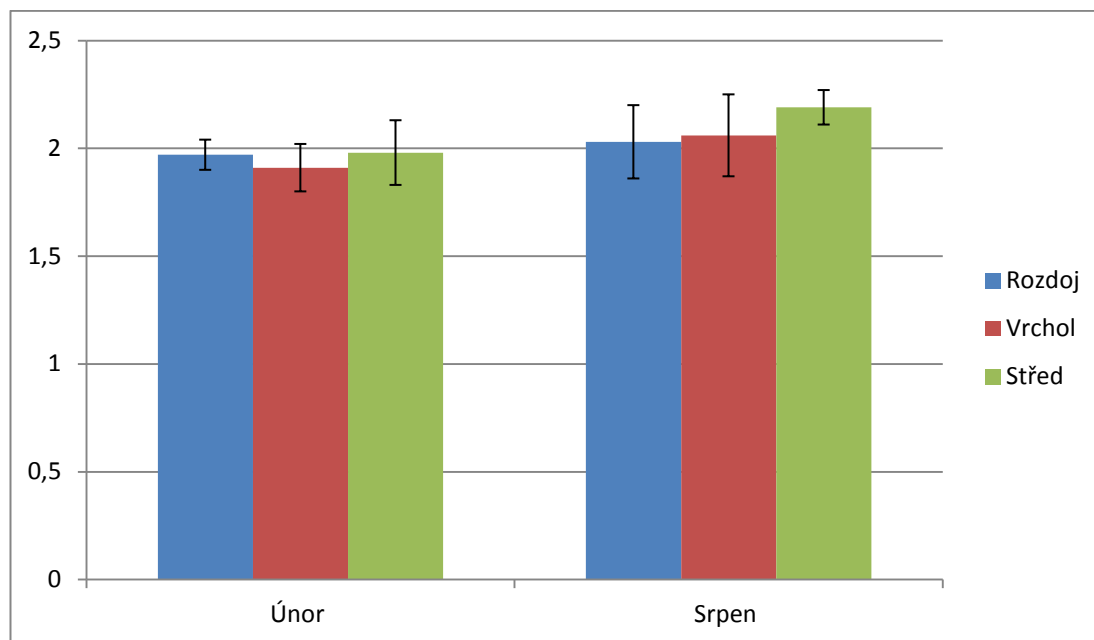
5.1.1 Obsah Ca v krevní plazmě a v moči u dojnic v Haklových Dvorech

Průměrný obsah Ca v krevní plazmě krav plemene holštýn v Haklových dvorech (tab. č. 1) v únoru i v srpnu neodpovídal fyziologickému rozmezí, v únoru byla průměrná hodnota o 0,23 mmol·l⁻¹ a v srpnu o 0,1 mmol·l⁻¹ nižší než spodní hranice zvoleného fyziologického rozmezí. V únoru nedosahovala spodní hranice rozmezí ani maximální individuální hodnota (2,09 mmol·l⁻¹), v srpnu ve 2 případech byly hodnoty na hranici fyziologického rozmezí (2,28 a 2,22 mmol·l⁻¹). V grafu 1 je znázorněn obsah Ca v plazmě dojnic podle stádia laktace. Nejnižší průměrné hodnoty byly u dojnic v období rozdojování a vrcholné fáze laktace. V únoru i březnu byly relativně nejvýhodnější hodnoty u dojnic ve střední fázi laktace. Průměrný obsah Ca v moči byl naopak vyšší, než uvádí fyziologické rozmezí v únoru o 0,14 mmol·l⁻¹ a v srpnu o 0,11 mmol·l⁻¹.

Tabulka 1: Obsah Ca v krevní plazmě a moči (mmol·l⁻¹) dojnic plemene holštýn (chov Haklovy Dvory, rok 2013)

		Obsah Ca v krevní plazmě						Obsah Ca v moči	
Období	n	x	sx	V %	median	max	min	x	sx
Únor	12	1,97	0,09	4,57	1,99	2,09	1,81	1,65	1,71
Srpen	10	2,10	0,14	6,67	2,15	2,28	1,85	1,61	1,89

Graf 1: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýnský skot (chov Haklovy Dvory, rok 2013)



5.1.2 Obsah Ca v krevní plazmě a v moči u dojnic ve Velkém Boru

Průměrný obsah Ca v krevní plazmě v březnu, v červnu, v září ani v prosinci neodpovídal u dojnic plemene holštýn fyziologickému rozmezí (tab. č. 2). V březnu a v červnu byla průměrná hodnota $0,29 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, v září $0,14 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a v prosinci $0,08 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ nižší než zvolené rozmezí. Nejvíce se hodnoty přiblížily standardu v prosinci. Jen v září dosahovala individuální maximální hodnota ($2,24 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) fyziologického rozmezí. V grafu 2 je uvedeno porovnání obsahu Ca v krevní plazmě podle doby otelení. U dojnic do 3 měsíců po porodu byly průměrné hodnoty ve všech odběrech mírně nižší než v období nad 3 měsíce po otelení. Průměrný obsah Ca v moči v březnu, červnu a září odpovídal fyziologickému rozmezí, v prosinci byla hodnota $0,93 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ vyšší než je horní hranice zvoleného rozmezí.

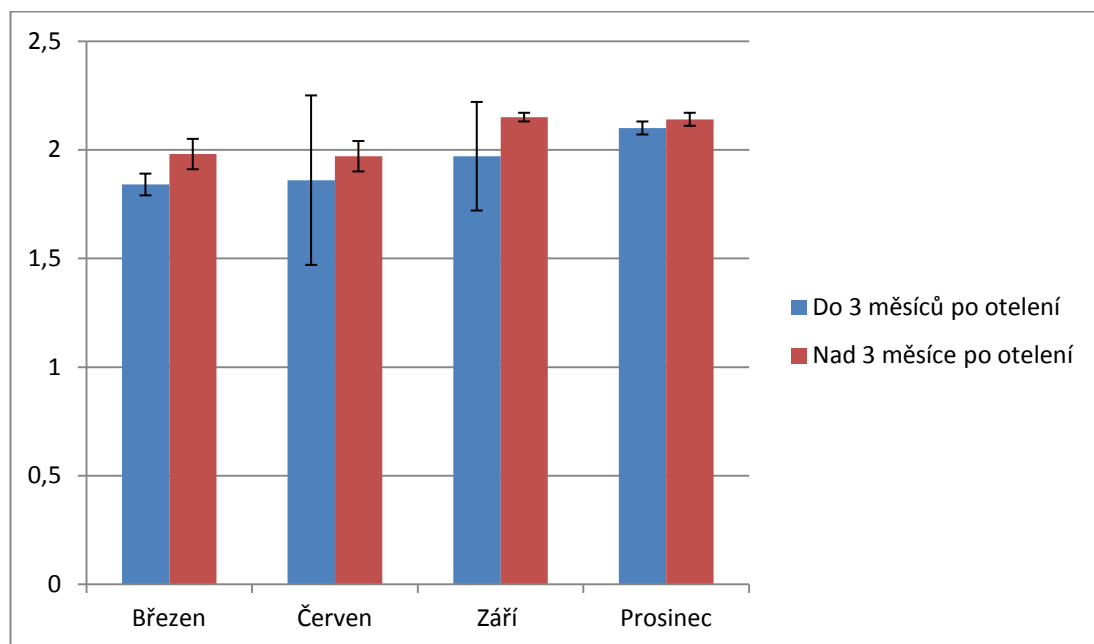
V chovu dojnic českého strakatého skotu ve Velkém Boru průměrný obsah Ca v krevní plazmě neodpovídal obdobně jako u dojnic plemene holštýn ani v jednom z měsíců fyziologickému rozmezí (tab. č. 3). V březnu byla průměrná hodnota $0,23 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, v červnu $0,05 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, v září $0,33 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a v prosinci $0,09 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ nižší než zvolené rozmezí. Nejvíce se hodnoty přiblížily standardu v červnu a prosinci. V grafu 3 je znázorněno porovnání Ca v krevní plazmě podle doby otelení. V březnu, v červnu a v prosinci je průměrný obsah Ca

mírně nižší v období do 3 měsíců po porodu než v období nad 3 měsíce po porodu. V září však byla průměrná hodnota Ca nižší v období nad 3 měsíce po porodu. Průměrný obsah Ca v moči dosáhl standardu v červnu a září. V březnu byla hodnota zvýšena o $0,81 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a v prosinci o $2,27 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Tabulka 2: Obsah Ca v krevní plazmě a moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýn (chov Velký Bor, rok 2013)

Období	n	Obsah Ca v krevní plazmě						Obsah Ca v moči	
		x	sx	V %	median	max	min	x	sx
Březen	6	1,91	0,09	4,71	1,89	2,08	1,77	0,65	0,39
Červen	6	1,91	0,29	15,18	2,01	2,18	1,3	0,77	0,31
Září	6	2,06	0,20	9,71	2,14	2,24	1,63	1,00	0,94
Prosinec	6	2,12	0,04	1,89	2,12	2,17	2,06	2,43	1,2

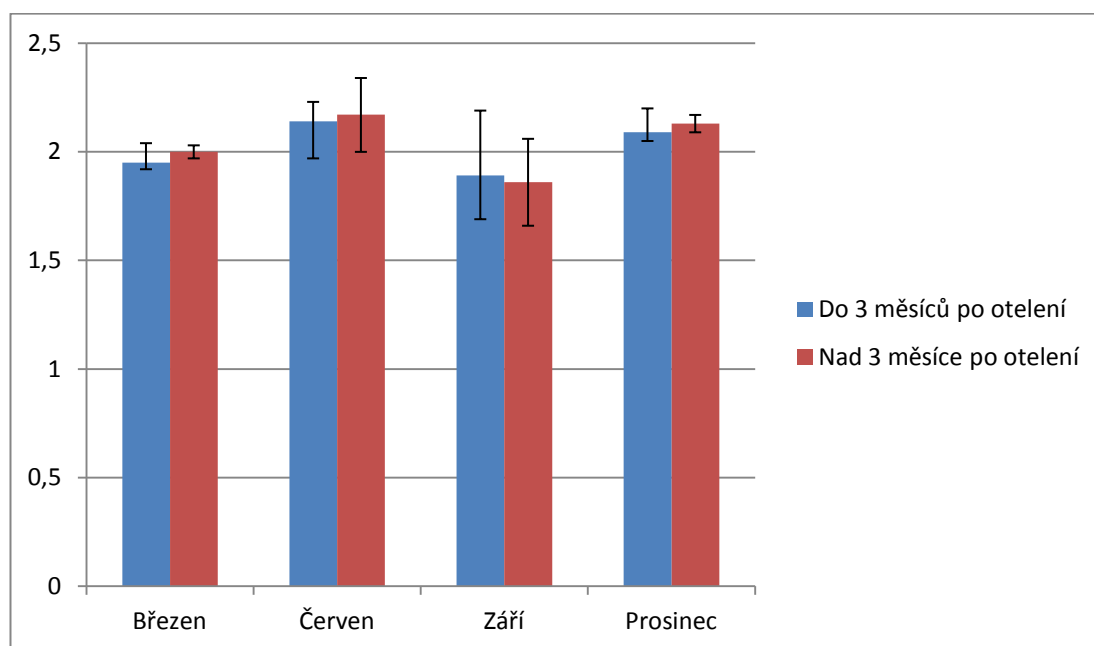
Graf 2: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýn (chov Velký Bor, rok 2013)



Tabulka 3: Obsah Ca v krevní plazmě a moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene český strakatý skot (chov Velký Bor, rok 2013)

Období	n	Obsah Ca v krevní plazmě						Obsah Ca v moči	
		x	sx	V %	median	max	min	x	sx
Březen	6	1,97	0,07	3,55	1,99	2,05	1,83	2,31	2,69
Červen	6	2,15	0,14	6,51	2,13	2,37	2,07	1,38	0,96
Září	6	1,87	0,26	13,90	1,99	2,15	1,46	0,76	0,53
Prosinec	6	2,11	0,08	3,79	2,12	2,24	1,99	3,77	1,89

Graf 3: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene český strakatý skot (chov Velký Bor, rok 2013)



5.1.3 Obsah Ca v krevní plazmě a v moči u krav v Čejkovicích

V chovu masného plemene skotu aberdeen angus v Čejkovicích roku 2013 se průměrný obsah Ca v krevní plazmě v září i v prosinci pohyboval na spodní hranici zvolené hodnoty fyziologického rozmezí (tab. č. 4). Průměrný obsah Ca v moči byl v obou odběrech ve fyziologickém rozmezí (tab. č. 5).

Ve stejném chovu v roce 2014 se průměrný obsah Ca v krevní plazmě v říjnu pohyboval jen mírně nad spodní hranicí fyziologického rozmezí (tab. č. 6). V dubnu

byl průměrný obsah Ca v moči na hranici dolní hranice fyziologického rozmezí (tab. č. 7).

Tabulka 4: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeen angus (chov Čejkovice, rok 2013)

		Obsah Ca v krevní plazmě					
Období	n	x	sx	V %	median	max	min
Září	10	2,27	0,15	6,61	2,29	2,43	1,93
Prosinec	30	2,21	0,17	7,69	2,25	2,50	1,70

Tabulka 5: Obsah Ca v moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeen angus (chov Čejkovice, rok 2013)

		Obsah Ca v Moči	
Období	n	x	sx
Září	1	0,34	0
Prosinec	4	0,65	0,56

Tabulka 6: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeen angus (chov Čejkovice, rok 2014)

		Obsah Ca v krevní plazmě					
Období	n	x	sx	V %	median	max	min
Duben	20	2,35	0,20	8,51	2,34	2,75	1,76
Říjen	21	2,40	0,14	5,83	2,40	2,64	2,21

Tabulka 7: Obsah Ca v moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeen angus (chov Čejkovice, rok 2014)

		Obsah Ca v Moči	
Období	n	x	sx
Duben	6	0,14	0,11

5.1.4 Obsah Ca v krevní plazmě u dojnic v Hořepníku

V chovu dojnic holštýnského skotu v Hořepníku v roce 2015 průměrný obsah Ca v krevní plazmě odpovídal v červenci i v srpnu zvolenému fyziologickému rozmezí. Nejvyšší individuální hodnota byla v červenci $2,79 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a v srpnu $3,00 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, to odpovídá horní hranici zvoleného fyziologického rozmezí (tab. č. 8).

Tabulka 8: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojených krav plemene holštýnský skot (Chov Hořepník, 2015)

		Obsah Ca v krevní plazmě					
Období	n	x	sx	V %	median	max	min
Červenec	14	2,54	0,13	5,12	2,52	2,79	2,36
Srpen	14	2,75	0,17	6,18	2,80	3,00	2,40

5.2 Závislost mezi obsahem Ca v krevní plazmě a obsahem P, Mg a aktivitou alkalické fosfatázy (ALP)

V tabulce č. 9 jsou uvedeny korelační koeficienty mezi obsahem Ca v krevní plazmě na jedné straně a obsahem P a Mg ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) a aktivitou ALP ($\mu\text{kat}\cdot\text{l}^{-1}$) v krevní plazmě na straně druhé. Velmi nízké hodnoty koeficientů (do 0,1 respektive do -0,1) v tabulce uvedeny nejsou.

Tabulka 9: Vztah mezi obsahem Ca a P, Mg a aktivitou ALP

Chov/plemeno	Datum	Charakteristika	n	Ca:P	Ca:Mg	Ca:ALP
Haklovy Dvory holštýn	13.2.2013	1. -5. měsíc laktace	12	0,41	0,22	0,57
Haklovy Dvory holštýn	20.8.2013		10		0,25	0,52
Velký Bor holštýn, české strakaté	10.3.2013	1. – 6. měsíc laktace	12	-0,51		0,57
Velký Bor holštýn, české strakaté	10.6.2013		12		-0,79	
Velký Bor holštýn, české strakaté	15.9.2013		12	0,54	0,21	0,32
Velký Bor holštýn, české strakaté	10.12.2013		12	0,25	0,42	
Čejkovice Aberdeen angus	18.9.2013	Pastva na pozemku	10			-0,32
Čejkovice Aberdeen angus	10.12.2013	s častým výskytem	30	-0,32		
Čejkovice Aberdeen angus	29.4.2014	záplav.	20	-0,15		
Čejkovice Aberdeen Angus	5.10.2014	Průměrný věk byl 8 let a nejstarší kráva měla 17 let	21			-0,21
Hořepník Holštýn	1.7.2015	3. měsíc laktace	14	-0,30	0,44	
Hořepník holštýn	6.8.2015	4. měsíc laktace laktace	14		-0,24	

Korelační koeficienty (závislosti) mezi obsahem Ca a P v krevní plazmě jsou u dojnic (kromě 10. 3. 2013 Velký Bor) kladné, u masného skotu záporné. Koeficienty mezi hodnotami Ca a Mg a Ca a ALP byly záporné i kladné, vyšších hodnot dosahovaly u dojených krav.

6. DISKUZE

Nevyvážený příjem minerálních látek (nízký i nadbytečný) vyvolává poruchy látkového metabolismu, které jsou zvláště výrazné u vysokoužitkových zvířat. Ke vzniku poruch minerálního metabolismu přispívají zvýšené nároky na příjem minerálních látek při růstu, vysoké produkci a v období gravidity.

Poruchy metabolismu vápníku jsou závažným zdravotním problémem se značným ekonomickým dopadem, u dojnic zejména v období kolem porodu (Šlosárková *et al.*, 2015), u masného skotu v souvislosti s růstem, věkem případně zátěží při pohybu a zapouštění (Trávníček *et al.*, 2015). Kromě typických onemocnění, jako rachitida, osteoporóza, osteomalacie a zejména poporodní paréza (Hofírek, 2004), je zvláště závažná subklinická hypokalcemie, kdy hodnota Ca v krevní plazmě nepřesahuje 1,2 – 1,9 mmol·l⁻¹ (Šlosárková *et al.*, 2015).

V rámci našeho sledování byly pro hodnocení úrovně obsahu Ca v krevní plazmě využity referenční hodnoty uváděné Pechovou *et al.* (2009). U dojnic plemene holštýn v chovech Haklovy Dvory a Velký Bor byly hodnoty Ca v krevní plazmě výrazně nižší, než udává Pechová *et al.* (2009) i Šlosárková *et al.* (2015), která uvádí ještě přísnější hodnoty (2,25 – 3,0 mmol·l⁻¹). Výraznější hypokalcemie byla zjištěna v chovu v Haklových Dvorech, kde měly téměř všechny dojnice nízký obsah Ca v krevní plazmě, jen u 2 dojnic v srpnu dosáhly hodnoty na spodní hranici rozmezí (2,28 mmol·l⁻¹ a 2,22 mmol·l⁻¹). Ve Velkém Boru byl stejně jako v Haklových Dvorech ve všech odběrech nízký obsah Ca. Jen v září měla jedna dojnice obsah Ca na spodní hranici rozmezí (2,24). Vzhledem k tomu, že nebyly zaznamenány klinické projevy, podle Kováče *et al.* (2001) typické pro osteomalacii nebo osteoporózu (kulhání, obtížná a toporná chůze nebo obtížné vstávání), jsou uvedené nízké hodnoty projevem subklinické hypokalcemie (Šlosárková *et al.*, 2015). Na rozdíl od těchto chovů byl v Hořepníku, v chovu s nejvyšší užitkovostí, obsah Ca u většiny dojnic v normě, u jedné dojnice byl obsah Ca mírně zvýšený. Přestože poruchy metabolismu minerálních látek včetně vápníku jsou spojovány častěji s vyšším nádojem (Staněk, 2009), v případě chovu dojnic v Hořepníku byla úroveň obsahu Ca v krvi optimální a nebyly zaznamenány žádné známky hypokalcemie. V chovu je na velmi dobré úrovni nejen zootechnická péče (skladba krmné dávky včetně minerální výživy), ale i veterinární dozor.

Při posuzování vlivu laktace na četnost případů hypokalcemie vyplývá, že v období první fáze laktace jsou téměř vždy projevy hypokalcemie výraznější a období po porodu tak představuje zvýšené zdravotní riziko (Staněk, 2009). V Haklových Dvorech v únoru měl obsah Ca nízkou průměrnou hodnotu v krevní plazmě ve všech fázích laktace, kdy ve fázi vrcholu laktace byla hypokalcemie nejzávažnější. V moči měl obsah Ca zvýšenou průměrnou hodnotu ve fázi rozdoje. Úroveň podnormálního stavu Ca v krevní plazmě je zde 100 % a v 18 % je pokles Ca pod $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. V srpnu byl, obdobně jako v únoru, průměrný obsah Ca v krevní plazmě nízký ve všech fázích laktace, ale hypokalcemie se prohlubovala ve fázi rozdoj. V moči byl velmi vysoký obsah ve fázi vrcholu. Podnormální stav Ca v krevní plazmě byl zjištěn v 80 % a v 1 případě byla hodnota nižší než $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$.

Ve Velkém Boru byl ve všech měsících průměrný obsah Ca v krevní plazmě nízký ve všech fázích laktace a vždy byla hlubší hypokalcemie v první fázi laktace. V březnu, v červnu a v prosinci byla podnormální hodnota Ca v krevní plazmě ve 100 % případů a v září v 83 %. Pod $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ poklesla hodnota v březnu v 50 %, v červnu v 33 % a v září v 1 případě. V moči byl průměrný obsah Ca v březnu, v červnu i v září v pořádku ve všech fázích laktace, ale v prosinci byl zvýšen v celé laktaci, v první fázi laktace byl zvýšen nadměrně ($4,0 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$).

U dojnic plemene český strakatý skot v chovu ve Velkém Boru, obdobně jako u holštýnských dojnic, byla zjištěna hypokalcemie. Průměrné hodnoty Ca v krevní plazmě nedosahovaly fyziologické hodnoty ani v jedné fázi laktace, vyšší hypokalcemie byla ve většině případů v první fázi laktace, v září byla vyšší ve druhé fázi laktace. V březnu a v září se hypokalcemie týkala všech pokusných krav a podnormální hodnoty byly ve 100 %, v červnu v 66 % a v prosinci v jednom případě. Pod hodnotu $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ poklesl obsah Ca v březnu v jednom případě a v září v 33 %. Dojnice českého strakatého skotu měly stejně jako holštýnské dojnice užitkovost 7000 l za laktaci, ale u holštýnských dojnic byla hypokalcemie hlubší. V moči byl u dojnic českého strakatého skotu obsah Ca kolísavý podle fáze laktace. V březnu se objevil velmi vysoký obsah v moči v první fázi laktace a ve druhé byl v normě. V červnu byl stav Ca v moči přesně opačný než v březnu. V září byl obsah Ca v moči v normě a v prosinci byl velmi zvýšený v obou fázích laktace, v první fázi extrémně vysoký. Obsah Ca v moči vykazoval v jednotlivých chovech velké rozptyly. Hodnoty, které převyšují fyziologické rozmezí $0,12 - 1,5 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Pechová *et al.*,

2009), buď potvrzují hluboký deficit Ca (v případě snížených hodnot pod normu) a v případě nadprůměrných hodnot výrazný nadbytek Ca v krmné dávce (Hofírek, *et al.* 2004) nebo odrážejí mobilizaci z kostních rezerv (Staněk, 2009). V chovech Haklovy Dvory (únor i srpen 2013) a Velký Bor (prosinec holštýnské krávy, březen a prosinec 2013 český strakatý skot) byla hypokalcemie doprovázena zvýšeným vylučováním Ca močí, což může souviset s již zmíněnou mobilizací Ca z kostí a s riziky onemocnění skeletu (Večerková, 2015).

Do našeho pokusu byl zařazen i masný skot a to krávy plemene aberdeen angus (tab. č. 4, 6). Z výsledků vyšetření krevní plazmy a menšího počtu vzorků moči vyplývá, že v obou sledovaných letech se vyskytuje hypokalcemie (v roce 2013 i v roce 2014). Trávníček *et al.* (2015) zjistil v roce 2013 v září podnormální hodnotu Ca v krevní plazmě v 47 %, v prosinci v 53 % a kalcemie poklesla pod $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ v 10 % případů. Obsah vápníku v moči se pohyboval také ve většině případů pod normou. V roce 2014 byla hypokalcemie mírnější, podnormální obsah Ca v krevní plazmě byl v dubnu u 10 % a v říjnu nebyl zjištěn u žádné krávy. V dubnu u jedné krávy poklesla hladina Ca pod $1,9 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$. V moči byl kriticky nízký obsah Ca v 66 % případů. Nízký obsah Ca v krevní plazmě i v moči byl zapříčiněn jeho nedostatkem v objemném krmivu, který souvisel s opakujícími se jarními záplavami, které na více než 30 % spásané plochy splavují aplikovaná Ca hnojiva (vápenec). Masný skot má sice přístup k minerálním lizům, ale krávy ne vždy dojdou k lizu a příjem bývá nevyrovnaný. Podle laboratorních vyšetření byla zjištěna potřeba vápnění v roce 2012 145 kg CaO na hektar (Trávníček *et al.*, 2015). Klinickým projevem nedostatku Ca způsobeného nízkým obsahem Ca v půdě a následně ve spásaném porostu byl častý výskyt fraktur stehenních kostí, způsobený pravděpodobně osteoporózou (Trávníček *et al.*, 2015).

Korelační koeficienty (tab. č. 9) upřesňují vztah mezi makroprvky P a Mg v krevní plazmě a enzymem alkalickou fosfatázou (ALP), jejíž zvýšená aktivita v krevní plazmě napovídá intenzivní metabolické činnosti kostní tkáně, například mobilizaci Ca z kostí (Večerková, 2015). Korelace mezi Ca a P v krevní plazmě byla kladná (Haklovy Dvory, Velký Bor) i záporná (Velký Bor, Hořepník a masný skot v Čejkovicích). Uvedené vztahy ukazují na nerovnoměrný příjem uvedených prvků a na jejich nevyrovnaný obsah v krmné dávce.

Závislost mezi Ca a Mg byla vesměs kladná a dokazuje, že s nedostatkem Ca ve sledovaných chovech existuje i riziko nedostatku Mg.

Zvýšená závislost mezi aktivitou ALP a plazmatickým Ca v období rozdojování a vrcholu laktace u dojných krav (Haklovy Dvory a Velký Bor) ukazuje na zvýšené zatížení kostní tkáně mobilizací Ca a hrozící rizika poporodního ulehnutí (Hofírek, 2004). Zvýšené aktivitě ALP odpovídá i vyšší uvolňování Ca do moči. V chovu Hořepník bez projevů hypokalcemie nebyl významný vztah obsahu Ca v plazmě a aktivitou ALP. Překvapivě nebyl významný vztah mezi Ca a ALP i u masného skotu v Čejkovicích.

Pro bližší vyjádření vzájemného vztahu Ca a ostatních makroprvků jsou následně porovnány nejnižší individuální hodnoty Ca, P a Mg (hodnoty P a Mg získány z dat laboratoře).

V Haklových Dvorech byla nejnižší hodnota Ca $1,81 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, u těže dojnice byla podnormální hodnota i u Mg ($0,54 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) a P ($1,71 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$). Ve Velkém Boru byla nejnižší hodnota Ca u holštýnské dojnice ($1,30 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), Mg i P bylo v normě a u dojnice českého strakatého skotu byla hodnota Ca $1,46 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$, a Mg a P snižené obdobně jako v chovu v Haklových Dvorech. V chovu v Hořepníku byla nejnižší hodnota Ca $2,36 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a podnormální hodnotu měl Mg ($0,76 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$). V chovu v Čejkovicích u masných krav plemene aberdeen angus byla nejnižší individuální hodnota v roce 2013 (Ca $1,70 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), a v roce 2014 (Ca $1,76 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$), Mg byl v obou letech v normě a P byl velmi vysoký ($3,56 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ a $2,57 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$). Z uvedeného přehledu vyplývá, že výrazná individuální hypokalcemie není vždy doprovázena výrazně sníženým množstvím Mg a P v krvi.

7. ZÁVĚR

Na základě analýzy obsahu Ca v krevní plazmě u 98 dojnic a 81 masných krav ve 4 chovech dojeného skotu a v 1 chovu masného pastevně odchovaného skotu lze vést následující závěry:

1. V chovech byla zjištěna hypokalcemie v průměru u 75 % všech pokusných krav, u dojnic byla zjištěna v 86 % a u masných krav v 37 % případů.
2. Klinické projevy hypokalcemie byly zjištěny u masných krav v podobě fraktur femuru v období zapouštění v důsledku naskočení býka.
3. Zvýšený výskyt hypokalcemie byl ve všech chovech dojných krav v první polovině laktace (období rozdojování a vrcholu laktace).
4. Riziko hypokalcemií u pastevně odchovaného skotu se zvyšuje v souvislosti s vyplavováním Ca z půdy pravidelně se opakujícími záplavami.
5. V chovech se zvýšenou zootechnickou a veterinární péčí se ani při vysoké užitkovosti neprojevují klinické příznaky ani zvýšená frekvence hypokalcemie, viz chov holštýnských dojnic v Hořepníku.
6. V chovech s častým výskytem klinických projevů (např. poporodní paréza) je vhodné provádět kontrolu Ca v tělních tekutinách a analýzu krmné dávky.
7. Podmínkou předcházení metabolickým poruchám je při vysoké užitkovosti odpovídající krmná dávka vyhovující požadavkům normy obsahu Ca a ostatních makroprvků i jejich vzájemnému poměru.

8. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Obsah Ca v krevní plazmě a moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýn (chov Haklovy Dvory, rok 2013).....	34
Tabulka 2: Obsah Ca v krevní plazmě a moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýn (chov Velký Bor, rok 2013)	36
Tabulka 3: Obsah Ca v krevní plazmě a moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene český strakatý skot (chov Velký Bor, rok 2013).....	37
Tabulka 4: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeenangus (chov Čejkovice, rok 2013).....	38
Tabulka 5: Obsah Ca v moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeenangus (chov Čejkovice, rok 2013).....	38
Tabulka 6: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeenangus (chov Čejkovice, rok 2014).....	38
Tabulka 7: Obsah Ca v moči ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) masných krav plemene aberdeenangus (chov Čejkovice, rok 2014).....	38
Tabulka 8: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojených krav plemene holštýnský skot (Chov Hořepník, 2015).....	39
Tabulka 9: Vztah mezi obsahem Ca a P, Mg a aktivitou ALP	40

9. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýnský skot (chov Haklovy Dvory, rok 2013)	35
Graf 2: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene holštýn (chov Velký Bor, rok 2013)	36
Graf 3: Obsah Ca v krevní plazmě ($\text{mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) dojnic plemene český strakatý skot (chov Velký Bor, rok 2013)	37

10. SEZNAM ZKRATEK

ALP – alkalická fosfatáza

ATP – adenosintrifosfát

Ca - vápník

CaCO₃ – uhličitan vápenatý
Cl - chlór
Co - kobalt
Cu - meď
DOVP – krmná smes pro dojnice
Fe - železo
H - vodík
I - jód
K - draslík
Mg - hořčík
MgCO₃ - uhličitan hořečnatý
Mn - mangan
Na - sodík
P- fosfor
S - síra
Se - selen
Zn – zinek

11. LITERÁRNÍ PŘEHLED

1. BARRINGTON, G. M. (2011): Parturient Paresis in Cows. [online]. The merck veterinary manual [cit. 2016-03-24] Dostupný z: http://www.merckmanuals.com/vet/metabolic_disorders/disorders_of_calcium_metabolism/parturient_paresis_in_cows.html.
2. BOUŠKA, Josef. *Chov dojeného skotu*. 1. vyd. Praha: ProfiPress, 2006. ISBN 80-86726-16-9.
3. CASHMAN, K.D. *Minerals in dairy products, macroelements, nutritional significance*. In ROGINSKI, H., FUQUAY, J.W., FOX, P.F. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. New York: Academic Press, 2003, s. 2051-2065.
4. CIBULKA, Jiří. *Základy fyziologie hospodářských zvířat*. Vyd. 1. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1247-5.
5. DAVÍDEK, J. (2012): Metabolické testy [online]. [cit. 2016-03-24] Dostupný z WWW: <http://vetweb.cz/metabolicke-testy/>.
6. DOKTOROVÁ, Jana. *Správná minerální výživa skotu. Náš chov* [online]. 2007 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://naschov.cz/spravna-mineralni-vyziva-skotu/>
7. HOFÍREK, Bohumír. *Produkční a preventivní medicína v chovech mléčného skotu*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2004, 184 s. ISBN 80-7305-501-5.
8. HORČIČKOVÁ, Michaela. *Metabolický profil dojnic holštýnského plemene v průběhu laktace*. České Budějovice, 2014. Diplomová práce. Jihočeská Univerzita, Zemědělská fakulta.
9. HUI, Y. H. (ed.). *Dairy science and technology handbook*. 1. New York, N.Y: VCH, 1993. ISBN 978-047-1187-974. 1304 s.
10. ILLEK, Josef (1998): Krmivářské poradenství: Poruchy minerálního metabolismu [online]. 2016 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4731&typ=html
11. ILLEK, Josef, Václav KUDRNA, Martin MATĚJÍČEK a Zbyněk KLOUDA. *Odborný a stavovský týdeník Zemědělec: Poruchy zdraví v průběhu mezidobí*. 2008.

12. JELÍNEK, Pavel a Karel KOUDELA. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-644-1.
13. JEROCH, Heinz, Bohuslav ČERMÁK a Vlasta KROUPOVÁ. *Základy výživy a krmení hospodářských zvířat: vědecká monografie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2006, 212, 76 s. ISBN 80-7040-873-1.
14. KOLLAR, Stanislav (2008): *Metabolické choroby skotu: poporodní paréza* [online]. [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: http://www.kollarmvdr.cz/clanky/poporodni-pareza_129.html
15. KOVÁČ, Gabriel a kolektiv, *Choroby hovädzieho dobytku*. 1. Prešov Cofin, a. s.: M & M, 2001. ISBN 80-88950-14-7.
16. KUDRNA, Václav. *Produkce krmiv a výživa skotu*. Praha: Agrospoj, 1998, 362 s. ISBN 80-239-4241-7.
17. KULOVANÁ, Eliška. *Potřeba a zdroje hořčíku pro krmení a výživu přežvýkavců. Náš chov* [online]. 2001 [cit. 2016-03-24]. Dostupné z: <http://naschov.cz/potreba-a-zdroje-horciku-pro-krmeni-a-vyzivu-prezvykavcu/>
18. MATI, R. A KOL. (2000): *Aktuálne problémy chovu hovädzieho dobytku vo východoslovenskom regióne. In Zborník referátov z odborného seminára s medzinárodnou účasťou. Oblasťný výskumný ústav agroekológie, Michalovce*, 227s.
19. MATOUŠKOVÁ, Eva. *Ekonomické dôsledky poruch acidobazické rovnováhy a metabolismu vápníku a dusíku u dojnic*. Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 2015.
20. MCDOWELL, Lee R. *Feeding minerals to cattle on pasture. Animal feed science and technology*. University of Florida, Animal Science Department, Gainesville, Florida, USA: Elsevier, 1996, **1996**(60), 25.
21. NEZBEDA, Pavel. *Vápník, hořčík, fosfor, železo a stopové prvky 2013*. CEVA [online] 9. duben 2014, poslední aktualizace 9. duben 2014 [cit.]. Dostupný z WWW: <http://www.ceva-edu.cz/course/view.php?id=174>. ISSN 1803-8999.

22. NOVÁK, Josef, Otto KACEROVSKÝ, Václav FLÍČEK a Jaroslav KALOUS. *Výživa a krmení hospodářských zvířat I*. Praha: Vysoká škola zemědělská v Praze, 1982, 215 s.
23. NOVÁK, Miroslav. Hypokalcemie jako významná metabolická porucha. *Krmivářství*[online]. 2014, 2014(6), 2 [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://profipress.cz/archiv/krmivarstvi-62014/#page/7>
24. PECHOVÁ, A., HOFÍREK, B., PAVLATA, L., DVOŘÁK, R. Metabolické profilové testy. In: HOFÍREK, B., DVOŘÁK, R., NĚMEČEK, L., DOLEŽEL, R., POSPÍŠIL, Z. A KOL. *Nemoci skotu*. Česká buiatrická společnost. Brno; Noviko, 2009:1043-1047.
25. RACEK, Jaroslav. *Klinická biochemie*. 2., přeprac. vyd. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-324-9.
26. SMETANA, Petr. *Jakost živočišných produktů*. Jihočeská Univerzita, České Budějovice, 2015.
27. SOVA, Z. et al.: *Fyziologie hospodářských zvířat*. 2. vyd. SZN, 1990: 472 s. ISBN 80-209-0092-6
28. STANĚK, S. (2009): Metabolické poruchy u přežvýkavců [online]. [cit. 2016-03-20] Dostupný z: <<http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zoohygiena-achorobyhospodarskychzvirat/chorobyprezvykavcu/metabolicke-poruchy-u-prezvykavcu.html>>
29. STANĚK, Standa. *Vitaminové a minerální nedostatečnosti* [online]. 2009, [cit. 2016-03-24] Dostupný z:<http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zoohygiena-a-choroby-hospodarskych-zvirat/poruchy-mineralni-vitaminove/vitaminove-a-mineralni-nedostatecnosti.html>.
30. STANĚK, Standa. *Metabolické poruchy u přežvýkavců* [online]. 2010, [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/zoohygiena-a-choroby-hospodarskych-zvirat/chorobyprezvykavcu/metabolicke-poruchy-u-prezvykavcu.html>
31. ŠPIČKA, Jiří. *Biochemie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2004. ISBN 80-7040-683-6.

32. ŠLOSÁRKOVÁ, Soňa. Produkční poruchy dojnic v tranzitním období: Tranzitní období dojnic. *Náš chov: příloha měsíčníku Náš chov*. 2015(6), 1. ISSN 0027-8068.
33. ŠTERCOVÁ, Eva. Výživa dojnic ve vztahu k prevenci metabolických onemocnění. *Veterinářství*. 2011, 61(11), 6.
34. PAVLATA, L., PECHOVÁ, A., DVOŘÁK, R. (2008): Diferenciální diagnostika syndromu ulehnutí u krav [online]. *Veterinářství* 58:43-51. [cit. 2016-03-24] Dostupný z: <http://vetweb.cz/diferencialni-diagnostika-syndromu-ulehnuti-u-krav/>.
35. TICHÁČEK, A. A KOL. (2007): Poradenství jako nástroj bezpečnosti v prvovýrobě mléka. MZe České republiky. Šumperk, 89 s. ISBN 978-80-903868-0-8.
36. TRÁVNÍČEK, Jan. Význam kontroly minerálního metabolismu paseného skotu v záplavové oblasti. *Veterinářství*. 2015, 2015(65), 3.
37. TVZNÍK, Pavel a Ladislav ZEMAN. *Vědecký výbor výživy zvířat: Stopové prvky ve výživě zvířat*. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha, 2005.
38. TVRZNÍK, Pavel, Ladislav ZEMAN a Ivan HERZIG. *Vědecký výbor výživy zvířat: Úvod do problematiky vztahu výživy a zdravotního stavu zvířat* [online]. Praha, 2008, 59 [cit.2016-04-16]. Dostupné z: <http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/%C3%9Avod%20do%20problematiky%20vztahu%20v%C3%BD%C5%BEivy.pdf>
39. VEČERKOVÁ, Lenka. *Základy veterinární péče*. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2015. Výuková opora pro studenty veterinárního lékařství.
40. VENCL, Štěpán: Metabolické testy skotu. *Veterinární klinika Štrossovka - laboratoř* [online]. Pardubice, 2008 [cit. 2016-03-23]. Dostupné z: <http://vetklinika-laborator.blog.cz/0812/metabolicke-testy-skotu>
41. VLČEK, M. (2012): Poporodní paréza. Černostrakaté novinky, č.1, s 12-13.
42. WANG, Jianguo, Xiaoyan ZHU, Zhe WANG, Xiaobing LI, Baoyu ZHAO a Guowen LIU. Changes in SerumCopper and ZincLevels in PeripartumHealthy and SubclinicallyHypocalcemicDairyCows. *BiologicalTrace Element Research* [online]. 2014, **159**(1-3), 135-139 [cit. 2016-04-06]. DOI:

10.1007/s12011-014-9997-4. ISSN 0163-4984. Dostupné z:
<http://link.springer.com/10.1007/s12011-014-9997-4>

43. WILLDE, D. *Influence of macro and microminerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle*. Animal Reproduction science: *Nutrition and fertility in dairy cattle*. Alltech Ltd. (UK), Stamford UK: Elsevier, 2006, **2006**(96), s 240 - 249.
44. ZEMAN, Ladislav. *Výživa a krmění hospodářských zvířat*. 1. vyd. Praha: ProfiPress, c2006. ISBN 80-86726-17-7.