

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2016

MATĚJ KOŘÍNEK

Mendelova univerzita v Brně

Agronomická fakulta

Ústav výživy zvířat a pícninářství



**Vliv dotace mikroprvků u masného skotu na parametry
užitkovosti a koncentraci mikroprvků v krvi telat**

Diplomová práce

Vedoucí práce:

doc. MVDr. Leoš Pavlata, Ph.D.

Vypracoval:

Bc. Matěj Kořínek

Brno 2016

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv dotace mikroprvků u masného skotu na parametry užítkovosti a koncentraci mikroprvků v krvi telat 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:.....

.....



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Zpracovatel : **Bc. Matěj Kořínek**
Studijní program: Zootechnika
Obor: Krmivářství
Název tématu: **Vliv dotace mikroprvků u masného skotu na parametry užitkovosti a koncentraci mikroprvků v krvi telat**
Rozsah práce: cca 50 – 60 stran

Zásady pro vypracování:

1. Zpracovat literární přehled o významu mikroprvků ve výživě přežvýkavců pro jejich zdraví.
2. Zpracovat literární přehled o možnostech dotace mikroprvků u přežvýkavců se zaměřením na masný skot.
3. Realizovat experiment s dotací různých forem mikroprvků u březích krav masného skotu.
4. Vyhodnotit vliv dotace různých forem mikroprvků u březích krav na užitkovostní parametry jejich telat.
5. Vyhodnotit vliv dotace různých forem mikroprvků březím kravám na stav zásobenosti organismu jejich telat mikroprvky.
6. Vyhodnotit vliv dotace různých forem mikroprvků na reprodukci krav.

Seznam odborné literatury:

1. UNDERWOOD, E J. – SUTTLE, N F. The mineral nutrition of livestock. Wallingford. 1999. ISBN 0-85199-128-9. URL: <http://dx.doi.org/10.1079/9780851991283.0000>.
2. HOFÍREK, B. – DVOŘÁK, R. – NĚMEČEK, L. – DOLEŽEL, R. – POSPÍŠIL, Z. a kol. *Nemoci skotu*. 1. vyd. Brno: Noviko a.s., 2009. 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5.
3. TESLÍK, V. a kol. *Masný skot*. Praha: Agrospoj, 2000. 197 s.
4. ZAHŘÁDKOVÁ, R. *Masný skot od A do Z*. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 2009. 340 s. ISBN 978-80-254-4229-6.
5. KRYS, Š. – LOKAJOVÁ, E. – PODHORSKÝ, A. – PAVLATA, L. Microelement Supplementation in Dairy Cows by Mineral Lick. *Acta Veterinaria Brno*. 2009. sv. 78, s. 29–36. ISSN 0001-7213.
6. PAVLATA, L. – PECHOVÁ, A. – BEČVÁŘ, O. – ILLEK, J. Selenium status in cattle at slaughter: analyses of blood, skeletal muscle, and liver. *Acta Veterinaria Brno*. 2001. sv. 70, s. 277–284. ISSN 0001-7213.
7. PAVLATA, L. – PECHOVÁ, A. – DVOŘÁK, R. Microelements in colostrum and blood of cows and their calves during colostrum nutrition. *Acta Veterinaria Brno*. 2004. sv. 73, s. 421–429. ISSN 0001-7213.
8. PAVLATA, L. – PODHORSKÝ, A. – PECHOVÁ, A. – CHOMÁT, P. Differences in the occurrence of selenium, copper and zinc deficiencies in dairy cows, calves, heifers and bulls. *Veterinární medicína*. 2005. sv. 50, s. 390–400. ISSN 0375-8427.
9. PAVLATA, L. – PRÁŠEK, J. – PODHORSKÝ, A. – PECHOVÁ, A. – HALOUN, T. Selenium metabolism in cattle: maternal transfer of selenium to newborn calves at different selenium concentrations in dams. *Acta Veterinaria Brno*. 2003. sv. 72, s. 639–646. ISSN 0001-7213.
10. PAVLÍK, A. – ŠKARPA, P. Copper and zinc concentrations in soil, pasture sward and blood plasma of beef cattle. *Ecological Chemistry and Engineering A*. 2012. sv. 19, č. 4-5, s. 495–498. ISSN 1898-6188.
11. Ahola, J.K., Baker, D.S., Burns, P.D., Mortimer, R.G., Enns, R.M., Whittier, J.C., Geary, T.W., Engle, T.E. Effect of copper, zinc, and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. (2004) *Journal of Animal Science*, 82 (8), pp. 2375-2383
12. Gunter, S.A., Beck, P.A., Hallford, D.M. Effects of supplementary selenium source on the blood parameters in beef cows and their nursing calves. (2013) *Biological Trace Element Research*, 152 (2), pp. 204-211
13. Nunnery, G.A., Vasconcelos, J.T., Parsons, C.H., Salyer, G.B., Defoor, P.J., Valdez, F.R., Galyean, M.L. Effects of source of supplemental zinc on performance and humoral immunity in beef heifers. (2007) *Journal of Animal Science*, 85 (9), pp. 2304-2313
14. Salyer, G.B., Galyean, M.L., Defoor, P.J., Nunnery, G.A., Parsons, C.H., Rivera, J.D. Effects of copper and zinc source on performance and humoral immune response of newly received, lightweight beef heifers. (2004) *Journal of Animal Science*, 82 (8), pp. 2467-2473

Datum zadání diplomové práce: říjen 2014

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2016

L. S.



Bc. Matěj Kořínek
Autor práce



doc. MVDr. Leoš Pavlata, Ph.D.
Vedoucí práce



doc. Ing. Jiří Skládanka, Ph.D.
Vedoucí ústavu



doc. Ing. Pavel Ryant, Ph.D.
Děkan AF MENDELU

Poděkování

Rád bych poděkoval svému vedoucímu práce doc. MVDr. Leoši Pavlatovi Ph.D za cenné odborné rady při psaní diplomové práce a provádění pokusu. Dále bych mu rád poděkoval za trpělivost, ochotu ke konzultacím a vstřícnému jednání v průběhu naší spolupráce.

V neposlední řadě bych tímto poděkoval své rodině za umožnění studia, za podporu po celou dobu jeho trvání a své přítelkyni za podporu.

Poděkování patří i Farmě Beckov, kde mi bylo umožněno provést pokus na jejich zvířatech.

Abstrakt

Cílem práce bylo zhodnocení vlivu anorganického či organického selenu (Se), podávaného v minerální doplňkové směsi masnému skotu, na stav zásobení organismu krav a jejich telat selenem a také na parametry jejich užitkovosti. Byly vytvořeny 2 skupiny krav po 6 kusech a suplementovány dvěma různými formami selenu: skupina A dostávala anorganický seleničitan sodný, skupina B organický selenomethionin. U vyšetřených krav, byla před začátkem suplementace zjištěna průměrná aktivita glutathionperoxidázy (GPx) v plné krvi u krav skupiny A: $847,06 \pm 170,77$ $\mu\text{kat/l}$ a u skupiny B: $791,30 \pm 91,20$ $\mu\text{kat/l}$ a koncentrace Se u skupiny A: $136,70 \pm 27,97$ $\mu\text{g/l}$ a u skupiny B: $95,77 \pm 20,05$ $\mu\text{g/l}$. Po porodu u krav bylo zjištěno zvýšení aktivity GPx o 26 % u skupiny A a o 45 % u skupiny B. Rozdíl mezi skupinami ale nebyl statisticky průkazný ($p < 0,28$). Nárůst koncentrace Se v krvi krav byl u skupiny A 7,5 % a u skupiny B 5 %. V krvi novorozených telat obou skupin nebyl zjištěn průkazný rozdíl v aktivitě GPx ($p < 0,43$). Koncentrace Se v krvi telat byla ve skupině A: $160,18 \pm 18,07$ $\mu\text{g/l}$ a u skupiny B $105,30 \pm 24,26$ $\mu\text{g/l}$. Rozdíl v koncentraci Se v krvi krav i telat byl sice mezi skupinami statisticky průkazný ($p < 0,05$), ale vzhledem k tomu, že tento rozdíl byl průkazný již u zvířat před zahájením dotace anorganického a organicky vázaného selenu, nelze výsledek interpretovat jako prokázaný vliv dotace různých forem selenu. Hmotnost a přírůstky telat byly mezi skupinami vyrovnané a statisticky se nelišily ($p < 0,39$). Lze tedy konstatovat, že obě použité formy Se měly na sledované parametry obdobný biologický efekt.

KLÍČOVÁ SLOVA: selen, glutathionperoxidáza, Charolais, metabolismus

Abstract

Aim of this thesis was to evaluate influence of inorganic selenium given, in a form of mineral supplement compound, to cows and their calves in order to supply their organism with selenium and also for the utilitarian traits. These were divided into two groups of six and supplemented with two different forms of selenium: group A was given inorganic sodium selenite, group B was given organic selenomethionine. Cows that were examined before the start of supplementation had average activity GPX in blood samples from group A $847,06 \pm 170,77 \mu\text{kat/l}$ and group B $791,30 \pm 91,20 \mu\text{kat/l}$ and concentration of Se of group A: $136,70 \pm 27,97 \mu\text{g/l}$ and group B $95,77 \pm 20,05 \mu\text{g/l}$. It was found that cows postpartum had higher activity of GPx by 26% in group A and by 45% in group B. Difference between groups was statistically inconclusive ($p < 0,28$). Increase in concentration of selenium in blood of cows in group A was 7,5% and in group B 5%. In blood of newborn calves of both groups was not found conclusive difference of GPx ($p < 0,43$). Concentration of selenium in group calves A $160,18 \pm 18,07 \mu\text{g/l}$ and group B $105,30 \pm 24,26 \mu\text{g/l}$. Difference in concentration of selenium in blood of cows and calves was statistically conclusive ($p < 0,05$), but because this difference was conclusive already before the supplement compound was given both inorganically and organically bound selenium, this result cannot be interpreted as conclusive influence of different forms of selenium supplemented. Weight and weight gain of calves were balanced between groups and statistically did not differ ($p < 0,39$). It can be concluded that both forms of selenium had analogical biological effect on focused parameters. In blood of newborn calves no conclusive difference in GPx was found

KEYWORDS: selenium, glutathionperoxidase, Charolais, metabolism

Obsah

| | |
|--|-----------|
| 1 Úvod | 11 |
| 2 Literární přehled..... | 12 |
| 2.1 Minerální látky..... | 13 |
| 2.2 Minerální látky v krmivech pro hospodářská zvířata..... | 15 |
| 2.3 Mikroprvky | 16 |
| 2.3.1 Železo | 16 |
| 2.3.2 Mangan | 17 |
| 2.3.3 Měď' | 17 |
| 2.3.4 Kobalt..... | 17 |
| 2.3.5 Jód | 17 |
| 2.3.6 Molybden | 18 |
| 2.3.7 Zinek | 18 |
| 2.4 Selen | 18 |
| 2.4.1 Funkce selenu | 19 |
| 2.4.2 Selenoproteiny | 20 |
| 2.4.3 Glutathionperoxidáza (GPx)..... | 21 |
| 2.4.4 Dostupnost selenu | 21 |
| 2.4.5 Selen a přežvýkavci..... | 23 |
| 2.4.6 Volné radikály | 23 |
| 2.4.7 Selen a vliv na reprodukci..... | 24 |
| 2.4.8 Deficit selenu | 25 |
| 2.4.9 Nutriční myopatie | 27 |
| 2.4.10 Intoxikace selenem..... | 27 |
| 2.5 Vitamin E..... | 28 |
| 3 Cíl práce..... | 30 |

| | |
|--|-----------|
| 4 Materiál a metody zpracování..... | 31 |
| 4.1 Metodika pokusu..... | 32 |
| 5 Výsledky a diskuze..... | 34 |
| 6 Závěr | 46 |
| Použitá literatura | 47 |

1 Úvod

Počty kusů masného skotu v České republice od 90. let minulého století výrazně rostou a prošly svým vývojem. Od chovatelů na začátku, spíše nadšenců s vizí o produkci kvalitního hovězího masa, až po chovatele, kteří se zabývají jen chovem masného skotu, jež je pro ně hlavním příjmem. Jak rostlo množství zvířat, vzrůstal i význam chovů při mimoprodukčních funkcích, zejména údržbě krajiny. Samotná politika Evropské unie, zaměřená na multifunkční pojetí zemědělství podporuje stálý růst počtu masného skotu. Chov masného skotu má i svá specifika, oproti dojenému skotu. Produkci jsou odchované zdravé a životaschopné telata, mléko je využíváno čistě pro jejich výživu (Teslík a kol. 2000). Jeho počty stále rostou, například jak uvádí Kvapilík a kol. (2015), za poslední rok to byl nárůst o 12 627 kusů, což znamená o 6,5 %.

Pro stimulaci chovatelské práce a realizaci genotypu má výživa nezastupitelný význam. Samotná minerální výživa, která je tématem této práce, také není zanedbatelná. Všechny biochemické a fyziologické procesy v živém organismu by neprobíhaly bez aktivní účasti minerálních látek. Všechny buňky v organismu si v principu zachovávají roztok, který je blízký svým složením době, kdy vznikl na naší planetě život a minerální látky byly rozpuštěny v pramořích (Zahrádková a kol., 2009).

Pokus pro diplomovou práci je zaměřen na minerální výživu, přesněji na suplementaci různých forem selenu do krmné dávky pro masný skot plemene Charolais v našich zeměpisných podmínkách. Celý výzkum a sledované parametry, byly vybrány dle technologických možností farmy, kde byl pokus prováděn.

2 Literární přehled

Minerální výživa by měla být jednou z priorit pro všechny, kteří se zabývají výživou hospodářských zvířat, nebo chtějí zvířata chovat na určité chovatelské úrovni. Samotná produkce, reprodukce, imunita a zdraví zvířat jsou výrazně ovlivněny, oslabeny či limitovány, pokud makro i mikro prvky v organismu nejsou v adekvátním poměru, nebo koncentraci vzhledem k fyziologické potřebě zvířete (Suttle, 2010).

Hlavním zdrojem příjmu minerálních látek pro zvířata je krmivo. Nezanedbatelným zdrojem minerálních látek za některých okolností, může být i voda, například u prvků, mezi které patří jód, mangan, železo, síra, sodík atd. (Tomlinson, 2002). Management pastvy a vliv počasí, jako je déšť či záplavy, může zvyšovat obsah a příjem kobaltu, jódu, železa, manganu a selenu z pastvy, konzervovaných krmiv, povrchových vod (Whitehead, 2000).

Interakce mezi jednotlivými minerálními látkami určuje jejich dostupnost pro organismus a je příčinou deficitu, v krajním případě jejich toxicity pro organismus. Problémy mohou nastat přírodní nerovnováhou, špatným managementem pastvy, či podáváním krmiva zvířatům s vyšší příměsí zeminy, kontaminovanými zdroji vody, nebo neadekvátní minerální suplementací. Interakce nastávají při absorpcích v organismu, transportu, buněčném příjmu i při intracelulárních funkcích mezi jednotlivými minerálními látkami (Suttle, 2010).

V průběhu života má organismus různé nároky na potřebu minerálních látek (Suttle, 2010). Při březosti, laktaci nebo růstu se mění nároky na výživu, včetně nároků na minerální výživu a to jak v krmivech, tak v krmných aditivech (Underwood and Suttle, 1999).

Samotné posouzení potřeby minerálních látek vyžaduje znalosti minerálního složení vody, rozbory půdy tam, kde pěstujeme krmiva, v místech pastvy a v neposlední řadě rozbory skutečných krmných dávek. Patří sem i rozbory krve a tělesných tkání (kosti, játra atd.) a jakékoliv jiné dostupné klinické vyšetření zvířat. Významným aspektem je rovněž znalost fyziologie živočichů a metabolismu každého prvku v organismu.

Zlepšení kondice zvířat může být dosaženo správným hnojením půdy, na níž se pase a pěstují krmiva, nebo správnou suplementací potřebných minerálních látek. Hnojení

může být nejžádanější formou pro dotaci většiny minerálních látek, protože jde o velmi úzký vztah mezi rostlinou a krmným zvířetem (Minson, 1990).

2.1 Minerální látky

Všechny živočišné tkáně obsahují organické a anorganické minerální látky ve velmi rozmanitých poměrech a množstvích. Anorganické minerální látky představuje popel, který zůstane po spálení. Většinou tyto látky zůstávají po zpopelnění jako sloučeniny uhličitánů a síranů, proto je celkové množství popela vyšší, než součet anorganických prvků jednotlivě určených a některé nestabilní formy mohou být během zpopelnění ztraceny (Suttle, 2010). Do poloviny 19. století nebylo známo mnoho o původu a funkcích minerálních látek v tkáních jak rostlinných, tak živočišných. Nejspíše s prvním nutričním významem minerální látky přišel v roce 1791 Fordyce, který prokázal, že při dietě kanárek jen zrninami, je důležitý doplněk vápenité půdy, tedy suplementace vápníku, nezbytného pro zdraví a produkci jejich vajec. Později v roce 1847 Boussigault získal první experimentální důkaz, že dobytek má potřebu kuchyňské soli a Chatin (1850 – 1854) odhalil vztah nedostatku jódu v životním prostředí s výskytem endemické strumy u lidí a zvířat. Během druhé čtvrtiny 20. století se posunulo chápání nutričního významu minerálních látek. Nové znalosti vyšly z aplikovaného výzkumu v oblastech, kde zvířata trpěla nedostatky, toxicitou nebo nerovnováhou určitých minerálních látek. Rychlejšího pokroku a chápání souvislostí bylo dosaženo v základních výzkumech, kde byla laboratorní zvířata krmena speciálně sestavenými dietami. Od poloviny století, jak uvádí Suttle (2010) ve své knize výzkumy Smithe a Schwarcha (1967), začali vědci pracovat v izolovaných laboratořích, ve kterých bylo eliminováno atmosférické znečištění, díky čemuž se rozšířil seznam nezbytných esenciálních minerálních látek. V poslední čtvrtině minulého století se aplikovaná molekulární biologie zaměřila na studium metabolismu minerálních látek a jejich funkcí (O'Dell a Sunde, 1997), protože složité mechanismy transportu minerálních látek přes membrány bylo potřeba objasnit. Například jen u draslíku existuje nejméně 10 různých membránových transportních mechanismů (Underwood a Suttle, 1999). V roce 1981 bylo známo 22 esenciálních minerálních látek pro vyšší organismy a dalších 20 až 30 vyskytujících se v organismu (Underwood, 1981). Následně bylo dotací hliníku, kadmia, lithia, boru, olova a rubidia do krmiv prokázáno zvýšení růstové schopnosti a pozitivní

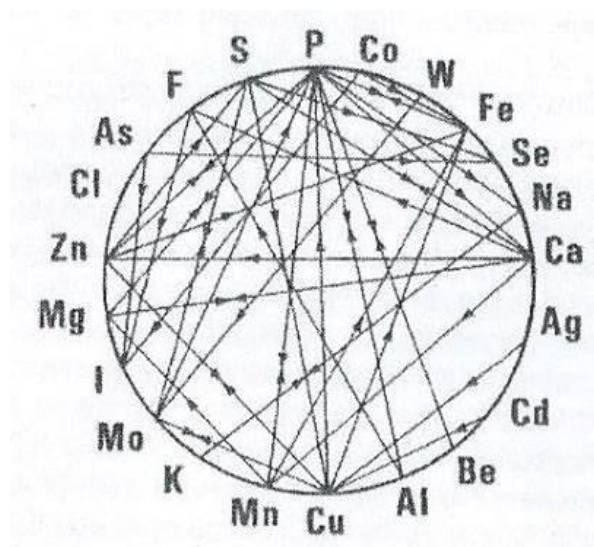
vliv na zdraví u krys, ovcí, prasat a drůbeže. Bez toho, aniž by tyto dotace ovlivnily či vyvolaly jakékoli abnormality, nebo negativně ovlivnily specifické funkce a interakce metabolismu. Všechny živočišné tkáně obsahují dalších 20 až 30 prvků v malé či proměnlivé koncentraci. Tyto prvky jsou nejspíše náhodné složky vyplývající z kontaktu s chemickou diverzitou životního prostředí (Suttle, 2010).

Funkce minerálních látek v organismu rozděluje Jelínek a kol. (2003) na čtyři základní:

- Strukturální – jednotlivý vliv minerálů na skelet a zuby, strukturu proteinů, buněčných membrán, na strukturu hemoglobinu, myoglobinu atd.
- Fyziologickou – účast minerálních látek při trávení, vstřebávání živin, udržení acidobazické rovnováhy, udržování osmotického tlaku, detoxikace organismu, udržení nervosvalové dráždivosti atd.
- Regulační – regulují metabolické procesy
- Katalytické – působení minerálních látek jako katalyzátorů enzymatických, hormonálních systémů, čímž se stávají součástí celého metabolismu

V organismu jsou minerální látky ukládány do zásoby, které v době potřeby mohou být uvolněny a krví dopraveny na místo určení. Proto jsou analýzy minerálních látek v séru krve považovány pouze za orientační a nemůže podle nich být usuzována potřeba minerálních látek. Na obrázku 1. je naznačena složitost vztahů mezi prvky v organismu (Zeman, 2006).

Obrázek 1. Vzájemné vztahy mezi minerálními prvky organismu



Z obrázku číslo 1. je vidět, že zvýšením jednoho prvku v krevní plazmě, dochází ke změnám hladiny jiných prvků. K těmto vztahům je potřeba přihlížet při vyhodnocování metabolických testů, kdy z analýzy krve vyvozujeme závěry, například ke zkrmované krmné dávce. Nejdůležitější tedy je, aby se testy prováděly na několika zvířatech a to několikrát ročně, jinak bez ucelené řady rozborů nelze provést plnohodnotné závěry (Zeman, 2006).

2.2 Minerální látky v krmivech pro hospodářská zvířata

Krmné dávky pro hospodářská zvířata (HZ) se sestavují na principu optimalizace živin, mimo základních, jako je vláknina, hrubý protein, energie atd., se optimalizuje i obsah minerálních látek. Aby měla optimalizace smysl, vychází se z chemických rozborů použitých krmiv. Laboratoře, které se rozborů krmiv zabývají, jako nejběžnější rozbor provádí jen obsah základních makroprvků (vápník, fosfor, sodík, hořčík a draslík). Pokud chceme optimalizaci provést i pro ostatní makroprvky (síru a chlór) a mikroprvky (mangan, zinek, železo, měď, kobalt, jód, selen, molybden), je potřeba je rovněž zahrnout do chemické analýzy. Jen u několika konzervovaných krmiv je možné vycházet z tabulkových hodnot a i přesto se na ně nemůžeme zcela spoléhat, protože obsahy jsou ovlivňovány mnoha faktory jako je lokalita, pH půdy, úroveň hnojení atd. (Zeman a Tvrzník, 2005).

V krmných dávkách pro hospodářská zvířata musí být makro i mikro minerální látky saturovány v závislosti na aktuálním obsahu v krmivech, potřebách dle druhu zvířete a produkční a reprodukční fázi. Zdroje dodání jsou různé v závislosti na jejich využitelnosti a obsahu v nosičích, proto je potřeba aspoň základní znalosti využitelnosti různých forem minerálních látek v krmivech a minerálně vitamínových směsích, či premixech (Zeman a Tvrzník, 2005).

Alternativní formou dodání stopových prvků, jsou organické formy, kdy jsou vázány na aminokyseliny a peptidy, proteináty stopových prvků. Jejich využitelnost by měla být pro organismus vyšší (Šimek a kol., 2001). Například ve dvouleté studii v Coloradu Ahola a kol. (2004), prokázali lepší reprodukční vlastnosti a vyšší přírůstky u masného skotu, při použití organických forem Cu, Zn a Mn. Oproti tomu

Nunnery a kol. (2007) u Zn a Salyer a kol. (2004) u Zn a Cu, neprokázali rozdíly mezi organickou a anorganickou formou na humorální imunitu.

2.3 Mikroprvky

Na rozdíl od makroprvků jsou v tkáních obsaženy ve velmi malém množství. Přesto mají v organismu nezastupitelný význam v řadě enzymatických, katalytických, aktivačních i regulačních procesech. Proto jsou pro život nezbytné a nezastupitelné jinými prvky, či sloučeninami. Při fyziologickém stavu organismu, jsou všechny minerální látky v rovnováze, která je řízena složitými homeostatickými mechanismy. Problém dotace mikroprvků, je ale poněkud složitější než se dosud soudilo. Sice se účastní mnoha procesů v organismu, spíše by se ale mělo hovořit o distribuci. Procesy získávání mikroprvků začínají již v předžaludcích, ve kterých mohou tvořit nevstřebatelné komplexy, nebo podléhají antagonismu, jako měď a zinek. Vyšší koncentrace mědi, zinku či stříbra, může zhoršovat využití selenu z krmné dávky a tím vyvolávat příznaky svalové dystrofie u zvířat, která mají krmnou dávku sestavenou dobře s ohledem na obsah selenu. Resorpci mikroprvků může ovlivnit i obsah mykotoxinů v krmné dávce (KD) (Slavík a kol., 2005).

2.3.1 Železo

Železo je součástí bílkovinných přenašečů kyslíku hemoglobinu, cytochromů, myoglobinu a řady enzymů, jako peroxidázy a katalázy (Zeman, 2006).

Pro skot se potřeba železa plně kryje z krmiva. Jeho resorpce v organismu závisí na věku, stavu zásobení organismu, stavu trávicího traktu, druhu krmiva a přítomnosti jiných minerálních látek v krmivu. Přebytek železa je ve všech krmivech s výjimkou mléka a okopanin (Tvrzník a Zeman, 2005).

Jeho nedostatek se může projevit u skotu jen vzácně a to v souvislosti s předávkováním jinou minerální látkou, která má antagonistický vztah s železem (Zahrádková a kol., 2009).

2.3.2 Mangan

Jedná se o esenciální mikroprvek pro organismus zvířat. Je ukládán v játrech, ledvinách, kostře, pankreatu a srsti. Samotná krmiva obsahují dostatek manganu, nejvíce objemná krmiva, poté olejninu a nejméně zrniny (Sommer, 1985).

Jeho nedostatek negativně ovlivňuje reprodukci. Dlouho trvající chronický nedostatek se může projevit i omezením pohybu zvířat. Zvířata leží, bolestivě vstávají, může dojít až k úhynu. Je to způsobeno zkrácením šlach z nedostatku manganu (Zahrádková a kol., 2009).

2.3.3 Měď

Pro přežvýkavce je nenahraditelným krvetvorným prvkem, napomáhá totiž mobilizaci hemu a železa a vazbě do hemu. Účastní se tkáňového dýchání, působí na žlázy s vnitřní sekrecí a její nedostatek snižuje pružnost cév (Zeman, 2006). Využití mědi závisí nejen na fyziologickém stavu zvířete, ale i na sestavené krmné dávce. U masného skotu musí být dávka mědi dotována, nejlépe formou síranu měďnatého, který je nejlevnější, či částečně formou chelátu. Jeho nadměrný přísun ovšem působí v bachoru baktericidně, proto musí být při podávání minerálního krmiva dodržena homogenita (Zahrádková a kol., 2009). Prokázán byl i vztah mezi obsahem mědi v půdě, pastvě a koncentraci v krvi u pastevně odchovávaných zvířat (Pavlik a Skarpa, 2012).

2.3.4 Kobalt

Kobalt se v organismu nachází ve většině tkání a orgánů, nejvíce ho obsahují játra, plíce, svaly a slezina. Jeho funkce je nezastupitelná při krvetvorných procesech a obsah závisí na množství v krmivu (McDowell, 1992). Většina sestavených krmných dávek nevyžaduje doplněk kobaltu, ale pro tvorbu vitamínu B12 je nezbytný a proto výrobci přidávají do minerálních krmiv pro skot síran kobaltnatý (Zahrádková a kol., 2009).

2.3.5 Jód

Jeho biologický význam je znám již dlouho. Potřeba pro organismus je závislá na mnoha faktorech, jako je plemeno a fyziologický stav organismu. Nejvíce jódu se nachází

ve štítné žláze, kde je součástí tyroxinu a kde jsou jeho zásoby (Lichovnicková, Zeman, Čermáková, 2004). Do krmné dávky by měl být doplňován nejlépe jako součást solí, jodičnanů, jodátů aj., ale je třeba se vyvarovat vyšších dávek. Jeho nadbytečné dávkování může škodit organismu a při dlouhodobém předávkování může dojít i k ohrožení zdraví člověka (Zahrádková a kol., 2009). Bohatým zdrojem jódu je rybí moučka, ale například řepkový extrahovaný šrot, vlivem působení glukosinolátů, snižuje využití jódu (Zeman, 2006).

2.3.6 Molybden

Jeho množství v krmivech je dostačující pro krytí potřeby hospodářských zvířat. V praxi se nesetkáváme s deficitem, ale může se vyskytnout jeho nadbytek a vzniká molybdenová toxikóza (Tvrzník a Zeman, 2005).

2.3.7 Zinek

Má katalytickou a strukturní funkci v metaloproteinech. Bílkoviny, které obsahují zinek, jsou obsaženy ve více než 160 enzymech. Účastní se metabolismu sacharidů a působí jako aktivátor inzulínu (Zeman a kol., 2005). Využití zinku z krmné dávky zhoršuje nadbytek vápníku, jeho nadbytečné množství zase ovlivňuje využití například mědi, železa aj. Jeho deficit se projevuje problémy s paznehty, vznikají mikropraskliny, léze na kůži aj. Jeho nejlevnějším zdrojem je oxid zinečnatý, ale nejlepším zdrojem jsou jeho organické formy, cheláty, laktáty atd. Jako nejvhodnější se jeví použití zink-metioninu, hlavně pro zlepšení paznehtů či zvýšení produkce mléka (Zahrádková a kol., 2009).

2.4 Selen

Patří mezi životně důležité mikro prvky pro většinu organismů, od bakterií přes řasy až po savce. Přitom byl po mnoho let selen považován za toxický. Svými vlastnostmi je selen velice podobný síře a je z půdy vyplavován kyselými dešti. Tím se jeho výskyt v půdě a rostlinách v kyselém prostředí snižuje, proto je obsah selenu v půdě v ekosystémech průmyslových oblastí nižší. Oproti tomu zvýšené hladiny selenu můžeme

nalézt v produktech pocházejících z moře a vodních nádrží, kde se akumuluje (Zachar, 2004).

2.4.1 Funkce selenu

- Posilňuje imunitní systém
- Je součástí enzymu glutathionperoxidázy a chrání organismus před volnými radikály
- Chrání organismus před slunečním zářením, virovými a bakteriálními infekcemi
- Působí proti chemickým alergiím, slučuje se s těžkými kovy a tím je zneškodňuje (kadmium, olovo, rtuť)
- Má protirakovinné účinky
- Zvyšuje plodnost
- Zvyšuje účinnost štítné žlázy, podporuje změnu tyroxinu na účinný trijódtyronin
- Pomáhá při léčení autoimunitních a degenerativních onemocněních (Mosnáčková a kol., 2004)

Historie: dvě onemocnění, „blind staggers“ (onemocnění CNS) a alkalická choroba (selenóza), byly popsány již v 19. století v západních státech USA jako akutní a chronická otrava selenem. Popsání těchto onemocnění bylo stimulem pro stanovení obsahu selenu v půdách, rostlinách a živočišných tkáních jako prevence a kontrola. Až teprve v roce 1957 byla objevena jeho esenciální fyziologická role v organismu vyšších zvířat i přes nižší koncentraci v tkáních, než je většina ostatních esenciálních elementů. Ve své knize Suttle (2010) cituje Schuberta a kol. (1961), kdy během několika dalších let bylo objeveno degenerativní svalové onemocnění, které se vyskytovalo u jehňat a telat v Oregonu a na Novém Zélandu způsobené nedostatkem selenu a mohlo být napraveno terapií zahrnující dodání selenu zvířatům. Následně se ukázalo, že na mnoha územích je nedostatek selenu v půdách. Postupně byly popsány další zdravotní poruchy jako snížený růst, negativní dopad na zdraví a plodnost hospodářských zvířat a vztah selenu s vitamínem E (Suttle, 2010).

Jeho biologický význam byl objasněn teprve v posledních 20 letech. Samotná resorpce sloučenin selenu je uskutečňována ve dvanáctníku. Vstřebávání závisí jednak na

složení krmné dávky, resorpci bílkovin a na přítomnosti elementů s antagonistickým vztahem k selenu, například síry (McDowell a kol., 1992).

Selen (Se) je stavební složka specifických proteinů, zvaných selenoproteiny. K nejvýznamnějším patří glutathionperoxidázy (GPx), dejodázy, thioredoxin reduktázy, selenofosfát syntetáza, selenoprotein P, selenoprotein W a 18kDa-selenoprotein (NRSR, 2007).

Selen se ukládá ve všech tělesných tkáních, jeho nejvyšší koncentrace se nachází v ledvinách, ve slinivce břišní a játrech. Po resorpci do krve selen reaguje se sérovými proteiny a to selektivně ze seleničitanu, který se transformuje na selenid. Selen se vyskytuje v albuminových frakcích, přičemž všechny frakce (alfa₁, alfa₂, beta a gama) ho obsahují 10 – 15 %. Pro vazbu selenu na albumin je důležitá disulfidická skupina cysteinu. Selen je součástí glutathionperoxidáz a v této formě podporuje přechod hydroperoxidů na alkoholovou formu a ne na škodlivé volné kyslíkové radikály, které mohou poškodit tkáň. Glutathionperoxidáza se skládá z katalyticky aktivního selenu, který tvoří střed triády glutamin, tryptofan a selenocystein (Suttle, 2010).

Peroxidázy, enzymy, mají funkci ochrany buněk před poškozením oxidací a zajišťují integritu membrán. Zvláště jsou ohroženy buněčné membrány, včetně mitochondrií, červených krvinek, gastrointestinálních buněk atd. (NRSR, 2007).

Tato široká angažovanost selenoproteinů v rozdílných metabolických procesech vysvětluje širí a rozsah efektů selenu na růst, reprodukci, imunitu a mortalitu zvířat (NRSR, 2007).

2.4.2 Selenoproteiny

Funkční formou selenu jsou biologicky aktivní selenoproteiny a to: enzymy glutathionperoxidáza (která je hlavním selenoenzymem), thioredoxin reduktázy a jodothyronin dejodasy, obsahující v aktivním centru enzymů aminokyselinu selenocystein. Tyto enzymy chrání buňky před oxidativním poškozením, mění hormon štítné žlázy tyroxin na biologicky aktivní trijódtyronin a tím zasahuje do vývoje a metabolismu organismu (Mađarič a Kadrabová, 2003).

2.4.3 Glutathionperoxidáza (GPx)

Katalyzuje redukci peroxidu vodíku spolu s organickými hydroperoxidy a tím chrání před jimi způsobovaným oxidativním poškozením.

Marounek (2006) uvádí pět glutathionperoxidáz:

- Cytosolická glutathionperoxidáza je první identifikovaný selenoprotein, který je přítomen ve všech tkáních, ale s rozdílnou aktivitou. Jeho nejvyšší aktivita je v játrech a erytrocytech, naopak v mozku a kosterním svalstvu je nejnižší. Působí dohromady s vitamínem E, který vycytává volné radikály. Její aktivita bývá nízká při nedostatku v krmivu a k patologickým projevům dochází při současném deficitu vitamínu E.
- Gastrointestinální glutathionperoxidáza, která se nachází jen v trávicím traktu a játrech, kde má stejnou funkci jako cytosolická
- Plasmatická glutathionperoxidáza je oproti ostatním glykoproteinem a syntetizuje se v ledvinách.
- Glutathionperoxidáza redukující hydroperoxidy fosfolipidů a cholesterolu je významná pro ochranu biologických membrán a regulační funkce při zánětech
- Glutathionperoxidáza nacházející se pouze ve spermatu je nepostradatelná při maturaci spermií a ovlivňuje plodnost.

2.4.4 Dostupnost selenu

Selen u přežvýkavců je nejvíce absorbován do organismu ve dvanáctníku (Suttle, 2010), méně u nepřežvýkavých zvířat. Samotná absorpce selenu je nižší při krmných dávkách založených na píce. Hlavním zdrojem selenu pro přežvýkavce jsou rostliny, které dokáží asimilovat selen v závislosti na jeho dostupnosti v půdě a druhu rostliny. Formami nejčastěji vyskytujícími se v půdě jsou seleničitany a selenany. Samotný obsah tohoto prvku v půdě je velmi variabilní, od 0,000005 do 1,2 g.kg⁻¹ a jeho rozpětí od minimální dávky po dávku letální je velmi nízké (Stenchuk a kol., 2006).

Selen obsažený v rostlinách s vazbou na peptidy a aminokyseliny se vyskytuje ve formě organické jako selenomethionin. Selen v této formě je zvířaty velmi dobře využíván, jako aminokyselina je přijímán a inkorporován do tkání a tím se stává dobře využitelný pro všechny druhy zvířat. Bohužel, na objemné píci založené krmné dávky

neobsahují ani minimální množství selenu, $0,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (Nehasilová, 2005). Dle tabulek, sestavených na základě analýz minerálních látek v krmivech v ČR, Zeman (1995) uvádí hodnoty selenu na kg v sušině krmiva. Luční porost, pastevní porost a jetel 0,1 mg, jetelotráva 0,2 mg. Z ostatních krmiv, obsahuje nejvíce selenu lněné semeno 0,4 mg, žito 0,5 mg a nejbohatší je slunečnicový extrahovaný šrot neloupaný 0,6 mg/kg sušiny.

Ve většině oblastí České republiky je selen obsažený v půdě a následně v krmivech jako přirozený zdroj selenu nedostatečný. Tím pádem je zásobení selenem většinou určováno dotací selenu do krmných dávek. Na druhou stranu více selenu je obsaženo v jaderných krmivech, která ovšem nejsou malým přežvýkavcům a dalším pastevně chovaným zvířatům zkrmována v takovém množství jako jiným hospodářským zvířatům a proto je deficit selenu u nich pravděpodobnější (Pavlata a kol., 2002). Pro masný skot, Zahradková a kol. (2009) doporučují minimální denní přírůstek selenu pro sucho stojící krávy 3 – 5 mg Se/den a pro dojící krávy nejméně 6 – 8 mg/den.

Dnes je velmi velký výběr možností jak dodávat selen, či ostatní makro a mikro prvky v dostatečném množství pro hospodářská zvířata. Krmivářský průmysl vyrábí nepřehledné množství minerálních krmných přísad. Chovatel může použít katalog krmiv a vybrat si dle přesného složení každé minerální přísady. Musí zvážit jeho cenu a využitelnost zvířetem. Musí ovšem mít na paměti, že pokud nejsou minerální látky podávány v přesných dávkách, může docházet k nemocem z nedostatku či předávkování určitou minerální látkou (Zeman a Tvrzník, 2005).

V minulosti, když se poprvé objevily na trhu minerální doplňky s mikro prvky a v chovech začal být brán zřetel na minerální výživu i mikro prvků, se podávaly jen v anorganické formě. Časem se ovšem ukázalo, že pro organismus není tato forma přirozená, protože v přírodě je získávají z rostlin, kde jsou vázány na aminokyseliny a jsou dobře využitelné. Kdežto anorganická forma v trávicím traktu u přežvýkavců, vlivem působení mikroorganismů v batoru, se mění částečně na jiné sloučeniny, které jsou pro zvířata těžko stravitelnými komplexy (Slavík a kol., 2005). Coufalík (2013) upozorňuje, že při acidózách dojníc by měl být podáván pouze organicky vázaný selen, protože anorganické formy selenu se nevstřebávají.

Nejčastějším a nejpraktičtějším dodáním selenu při jeho deficitu je doplňování krmné dávky dotací do minerálního krmiva formou sypké minerální směsi, nebo

minerálními lizy s obsahem selenu, buď v anorganické formě, jako např. seleničitan sodný, či v organické formě, jako selenomethionin ze *Saccharomyces cerevisiae*.

Dotací mikroprvků, včetně selenu, skrze minerální liz, se zabýval Krys a kol. (2009) u mléčných krav v období stání na sucho. Neprokázali ale možnost zajištění dotace mikroprvků, tedy i selenu pro tuto skupinu.

2.4.5 Selen a přežvýkavci

Biologická dostupnost anorganického selenu u přežvýkavců je nižší kvůli anaerobnímu prostředí v bachoru. Ačkoli některé oxidované formy selenu, jako např. seleničitan sodný, jsou redukovány na selenidy, které nejsou vstřebány skrz bachor, nebo střevní stěnu, mohou být využity pro metabolismus mikroorganismů v trávicím traktu přežvýkavců. Mikrobiální protein tedy může být pro organismus zdrojem selenu vstřebaného v tenkém střevě, ale celkově biologická dostupnost anorganického selenu je pro přežvýkavce nízká (Mahan, 1999). Například Ran a kol. (2010) prokázali při suplementaci organickou formou selenu v porovnání s anorganickou vyšší prospěch při produkci mléka s vyšším obsahem PUFA a koncentrací selenu.

2.4.6 Volné radikály

V posledních letech byly volné radikály zájmem mnoha výzkumů, které nám přinesly řadu poznatků o reaktivních formách kyslíku a dusíku, které běžně vznikají v organismu a mají význam jak ve fyziologii, tak v patogenezi živočichů. Výzkum ohledně působení volných radikálů na organismus stále nebyl ukončen a dále pokračuje.

Jedná se o látky, které pohotově reagují s biologickými strukturami, jako jsou lipidy, mastné kyseliny, proteiny, aminokyseliny, nukleové kyseliny, nízkomolekulární metabolity, koenzymy a jiné součásti živé hmoty. Volné radikály ovšem mohou působit i jako látky toxické pro organismus, který mohou poškodit a v krajním případě i usmrtit (Kim a kol., 2015).

Volné radikály vznikají dvěma různými reakcemi. Buď homologickým štěpením kovalentní vazby uvnitř molekuly, při které vzniká fragment a každý volný radikál si ponechá jeden nespárovaný elektron, nebo adicí či ztrátou jednoho elektronu (Shen a kol.,

2014). Tyto volné radikály existují jen zlomek sekundy. Poškozují lipidy lipoperoxidací, mohou mutovat DNA, oxidují bílkoviny atd. Jejich reakce je velmi rychlá a působí dokud nejsou detoxikovány např. antioxidanty. V organismu je jejich původ buď exogenní (škodliviny v ovzduší, radiace, ozón, příjem v potravě atd.), nebo endogenní (vznikají při metabolických procesech). Živočiškové se je za milióny let jejich existence naučili využívat i ve svůj prospěch. Například bílé krvinky je využívají k zabíjení virů, parazitů, kvasinek, plísní atd. (Holeček a kol., 2008). Hrají též mnoho důležitých rolí, například regulace kontrakcí hladké svaloviny, shlukování krevních destiček, proliferace cév, udržení cévního tonu atd.

Klíčovou roli při snížené regeneraci a různých zdravotních problémech hrají volné radikály, které vznikají i při fyzické aktivitě, nebo pocházejí z vody, vzduchu či krmiva. Dlouhodobější vystavení těmto látkám má dlouhodobé zdravotní následky. Právě proti těmto látkám je směřován účinek antioxidantů. Hlavní roli v boji s volnými radikály má glutathion peroxidáza, o které bylo více zmíněno v kapitole Selen.

Oxidační stres (kdy volné radikály převažují nad antioxidanty), se měří přímo detekcí volných radikálů v organismu, či antioxidačních molekul jako nepřímé stanovení (Balabánová a kol., 2014).

2.4.7 Selen a vliv na reprodukci

Bezpečnostní rozpětí (rozdíl mezi karencí a toxicitou selenu), je velice nízké a v našich podmínkách díky půdním vlastnostem obecně nižší. Jeho deficit má velice podobný dopad stejně jako přebytek. Způsobuje slabé a nepravidelné říje, časté embryonální aborty, cysty na ováriích, slabé potomstvo a obecně zvyšuje procento zmetání u krav. U samců se hlavně jedná o motilitu a životnost spermií (Yasoithai, 2014).

U telat je selen také nezastupitelný, protože je nezbytný pro ovlivňování termoregulace v časném postnatálním věku telete, má vliv na složení a kvalitu mleziva, na rozvoj a funkci imunitního systému, na hormony štítné žlázy a ochranu buněk před oxidativním poškozením (Pavlata a kol., 2002). Suplementace selenu pro telata nemá přímý vliv na růstovou schopnost, ale právě prostřednictvím zlepšení imunity snižuje ohrožení zdravotního stavu (Salles a kol., 2014).

Jedním z hlavních problémů při reprodukci z hlediska karence selenu a hypovitaminózy E je zadržetí lůžka po porodu u krav. V placentě dochází ke vzniku a akumulaci peroxidových radikálů. Na této poruše se podílí i řada dalších faktorů, jako deficit kyseliny linolové, prostaglandinu F2alfa atd. (Pavlata a kol., 2008).

Snížení mastitid v chovech, zadržetí lůžek, snížení nemocnosti a mortality telat prokázala studie zaměřená na dotaci organické a anorganické formy selenu a vliv na reprodukční ukazatele zvířat u masného skotu. Také prokázala jednoznačné přednosti organické formy selenu při jeho deficitu ve stádě, která mnohem spolehlivěji a rychleji zvýší hladinu selenu v krevním séru (Slavík a kol., 2008a).

Například Coufalík (2013) uvádí, že aplikací selenu bylo dosaženo snížení mezidobí u mléčných krav z 394 na 365 dní a inseminačního indexu z 2,1 na 1,38.

Kumar a kol. (2011) uvádí, že varlata mají vysokou koncentraci selenu, který je nezbytný pro jejich správnou funkci. Snížená tvorba a kvalita spermií, včetně narušené motility spermií poškozením jejich bičků ve střední části, je jasným znakem deficitu selenu v krmné dávce zvířat. Suplementací selenu bylo dosaženo u skotu zvýšení motility spermií. Cerny a kol. (2016) uvádí mimo vlivu na výskyt abnormalit u spermií i vliv selenu na produkci testosteronu. Provedli úspěšný pokus s podáváním organické a anorganické formy selenu matkám s cílem prokázat, zda existuje vliv formy suplementovaného selenu na genovou expresi mRNA, která ovlivňuje steroidogenezi a spermatogenezi u novorozenců býčků. Pokud je zajištěna stálá suplementace po celou dobu zrání, prokazuje se vliv na plodnost býka. Pokračující výzkumy ohledně různých forem selenu, které jsou zaměřeny na prenatální vývoj varlat u býků, by tedy měly být dále zájmem výzkumu.

2.4.8 Deficit selenu

Pro velké množství biologických funkcí, do kterých selen zasahuje, jsou klinické příznaky deficitu většinou nespecifické. Symptomy se projevují jako zvýšená všeobecná nemocnost, pomalý růst, ztuhlá chůze, klenutý hřbet, kulhání, nechů k pohybu, náhlé úmrtí, zadržetí lůžka po porodu, problémy se sáním u mláďat atd. (Pavlata a kol., 2002).

Karence selenu, doprovázená hypovitaminózou E, je uváděna jako příčina celé řady poruch zdravotního stavu u vyšších živočichů. Mezi nejčastěji uváděné choroby

způsobované právě karencí selenu a vitamínu E u skotu, jsou nutriční svalová dystrofie, mikroangiopatie (srdeční sval), degenerace varlat, zadržetí placenty, snížená fertilita atd. Často není ani odhalena hlavní příčina, právě karence selenu a hypovitaminóza E (Nehasilová, 2005).

Nedostatkem selenu trpící krávy mají problém se zadržením lůžka a zároveň nižší kvalitu mleziva, která souvisí s nižší hladinou imunoglobulinů a celkových bílkovin. Telata takových krav jsou slabá, málo životaschopná, mají slabý sací reflex a hlavně mají slabou imunitu v důsledku nekvalitního mleziva od matky, což vede k vyšším úhynům telat. Samotný nedostatek selenu způsobuje u rostoucího skotu změny na srdci a kosterní svalovině a často vznikající bronchopneumonie. Při jejich léčbě pak samotná aplikace antibiotik nemá očekávaný výsledek, pokud nedojde i k nápravě karence selenu (Šimek a Zemanová, 2003).

Diagnostikování karence selenu u skotu se provádí přímou cestou jako stanovení obsahu selenu v plné krvi, nebo nepřímé stanovení aktivity glutathionperoxidázy v plné krvi. Pavlata a kol. (2002), stanovili ve své laboratoři hranici deficitu jako 511,5 $\mu\text{kat/l}$ až 756,2 $\mu\text{kat/l}$ a pro praktické využití tedy lze hodnotit aktivitu GSH-Px nad 600 $\mu\text{kat/l}$ jako dostatečnou úroveň pro zásobení zvířete selenem. Diagnostika se dá provádět i ve svalovině a játrech u všech kategorií skotu. Pavlata a kol. (2001) prokázali, že obsah selenu nad 150 $\mu\text{g/kg}$ v játrech a 65 $\mu\text{g/kg}$ ve svalovině bránice značí dostatečnou zásobenost zvířete selenem.

Šimek a Zemanová (2003) uvádí, že u masného skotu v průběhu pastvy může nedostatek selenu zapříčinit náhlé úhyny krav, telata nevyjímaje a to jak v postnatálním věku, tak při odchovu. Slavík a kol., (2007) ve své studii prokázali, že v regionu Šumava je dotace 20 mg selenu v minerálním lizu při pastvě nedostatečná, a ten není schopen pokrýt ani základní potřebu zvířete.

Pavlata a kol. (2003) při pokusu se saturací organismu různými dávkami selenu ve vztahu matka - mládě prokázali, že je statisticky významný těsný vztah mezi koncentrací selenu v krvi krav a jejich telat a zároveň aktivitou glutathionperoxidázy mezi matkami a jejich telaty. Oproti tomu korelační vztah mezi obsahem selenu v krvi a kolostru neprokázali, takže hodnocení zásobení selenem pomocí jeho stanovení v kolostru nemá význam. Z hlediska prevence karence selenu u telat je nutnost

dostatečného zásobení krav selenem. Gunter a kol. (2013) ve své studii uvádí, že v průběhu březosti selen prochází placentou a to i v případě, že sama kráva trpí lehkým deficitem, tak tele přesto obdrží dostatek selenu.

Také byl prokázán rozdílný stupeň saturace selenu u kategorií skotu v rámci farem. Pavlata a kol. (2005) provedli studii na 20 různých farmách v ČR, kde krávy a telata, měli aktivitu GPx vyšší, než mladí býci a jalovice ($p < 0,01$).

2.4.9 Nutriční myopatie

Nutriční svalová degenerace je těžké a náhlé onemocnění, které je charakteristické především degenerací kosterní svaloviny u mláďat mezi 2. až 8. týdnem věku. *Etiologie* nemoci: primární příčinou je deficit přirozených antioxidantů vitamínu E se současně působícím selenem, nedostatek v krmné dávce vysokobřezích a laktujících zvířat a tím i v mlezivu. *Patogeneze* nutriční myopatie: při nedostatku těchto biofaktorů dochází k dystrofickým změnám ve svalovině vlivem poruchy metabolismu bílkovin. Tím získává maso vzhled masa kuřecího a nápadný je i úbytek srdeční svaloviny. *Symptomatologie*: mohou se rodit mrtvá mláďata či uhynout krátce po narození. Mláďata se nerada pohybují, lehce se unavují, chuť k příjmu krmiva zůstává zachovalá, ale časté jsou příznaky neschopnosti sát. V dalším stádiu choroby dochází k omezení pohyblivosti končetin, mláďata chodí ze široka, chůze je nejistá, potácejí se. Zanedlouho zůstávají ležet, neudrží se na nohách ani po zvednutí. *Prognóza*: při pokročilých změnách svalstva je prognóza nepříznivá. *Prevence*: gravidním a kojícím matkám podávat plnohodnotné krmivo, popřípadě se může preventivně mláďatům aplikovat injekční selenový preparát (Hofírek a kol. 2009), (Roy, 1990).

2.4.10 Intoxikace selenem

Selen je nejvíce toxickým mikro prvkem pro organismus. Problémy mohou nastávat jako intoxikace chronická nebo akutní, způsobená špatným managementem, předávkováním při suplementaci selenu pro zvířata. V některých oblastech i vysokou koncentrací selenu v půdě (O'Toole a Raisbech, 1995).

Mezi možné zdroje otravy se řadí selenomorfní rostliny a předávkování terapeutickými přípravky selenu. Klinické příznaky akutní intoxikace: abnormální postoj,

deprese, apatie, zrychlený dech a puls, pěna z mulce, skřípání zuby, určitý stupeň paralýzy a poškození zraku. U chronické otravy: ztráta vitality, ztráta srsti na ocase, anorexie, defekty na paznehtech, kulhání. Diagnostika otravy: stanovení selenu v krmné dávce (více než 5g/kg), krvi (více než 2,5 $\mu\text{mol/l}$) a obsah selenu v ledvinách a játrech (4 – 25 mg/kg). Léčba spočívá v odstranění zdroje otravy, symptomatické a podpůrné terapii. Přidání soli arzenu 0,00375 %, nebo podání krmné dávky s vysokým obsahem bílkovin. Další možností je podání 4 – 5 g naftalénu per orálně po dobu 5 dní. 5. den bez podání a poté dávku opakovat (Kováč a kol., 2001).

Intoxikace neboli otrava selenem, může vznikat spontánně, pokud koncentrace selenu v krmné dávce vzroste nad 40 mg na kg sušiny. Zahradková a kol. (2009) uvádí úhyn zvířat již při 8 mg Se na kg sušiny, či při předávkování seleničitanu sodného, nebo jiných selenových sloučenin prostřednictvím minerálních směsí. U zvířat vzniká tzv. alkalická choroba, která se projevuje ztrátou chuti k příjmu potravy, nekoordinovaným pohybem, kolikovými bolestmi a úhynem zvířat. Dochází i k patologickým změnám myokardu, jater, ledvin i rohoviny paznehtů. Dávka více než 2 mg na kg sušiny, způsobuje ztrátu chuti, „vypadávání chlupů na konci ocasu“ a poškození paznehtu (Šimek a Zemanová, 2003; Zahradková a kol., 2009).

Další velmi podobná choroba způsobená intoxikací selenem je „blind staggers“, kdy dochází ke stejným příznakům, nemusí se vždy projevovat oslepnutím (blind = slepý) a nekoordinovaným pohybem, ale většinou dojde ke kolapsu organismu a následnému úhynu. Tato choroba byla v některých výzkumech spojována s cirhózou jater a anémií (O'Toole a Raisbech, 1995).

2.5 Vitamin E

Je jedním z esenciálních vitamínů pro skot. Úzce souvisí právě se selenem, který je základem pro glutathionperoxidázu a společně s vitamínem E funguje jako hlavní antioxidant v buňkách (Hidiroglou, 1993). Jeho deficit je tedy spojován například s nutriční svalovou dystrofií, sníženou imunitou a sníženou reprodukcí u zvířat (Maas, 2008).

Narozená telata mají velice málo vitamínu E, protože ten prochází placentou ve velmi malém množství, a proto kolostrum je v období mléčné výživy primárním zdrojem vitamínu E pro telata (Hidiroglou, 1993).

3 Cíl práce

Cílem této práce bylo zhodnocení vlivu anorganického či organického selenu, podávaného v minerální doplňkové směsi masnému skotu, na stav zásobení organismu krav a jejich telat selenem a následně na jejich parametry užitečnosti.

4 Materiál a metody zpracování

Charakteristika chovu

Pokus týkající se vlivu dotace různých forem selenu u masného skotu byl prováděn na Farmě Beckov na Slovensku, kde se zabývají chovem masného skotu, plemene Charolais. Chov je v kontrole užitkovosti Slovenska a zároveň v kontrole užitkovosti České Republiky. Základní stádo má 134 matek a 5 plemenných býků v uzavřeném obratu stáda. Přípouštění probíhá přirozeně, ke každému býku je přiřazeno přibližně 30 krav, či jalovic na dobu 10 týdnů. Měsíc po odvozu plemenných býků je provedeno sonografické vyšetření březosti a jalové krávy vyšetřeny, zda mají reprodukční orgány v pořádku, a poté individuálně léčeny, či vyřazeny. Telení se provádí sezónně, a to v období leden, únor až březen. V polovině dubna se zvířata již vyváží/vyhání na pastviny. Telata zůstávají pod matkami, až do odstavu, kdy býčci se odstavují minimálně před 8 měsícem věku a jalovičky při přesunu zvířat na zimoviště.

Na 120 ha pastvin jsou zvířata průměrně 9 měsíců a 3 měsíce na zimovišti podle stavu porostu na pastvinách. Na pastvě je krmná dávka založena na jetelotravních porostech s průměrným zastoupením 20 % jetelovin a senu ad libitum jako příkrmu. Na pastvě, měla zvířata přístup k minerálním lizům, který obsahoval 36 mg selenu ve formě seleničitanu sodného a 10 mg organického selenu. Průměrná denní konzumace na kus, byla spočítána na 90 g lizu. Samotný liz, byl sestavený pro pasoucí se masný skot a doporučený přímo svazem chovatelů masného skotu.

Na zimovišti je krmná dávka založena čistě na objemné píci: žitné siláži, čirokové siláži, kukuřičné siláži, travním seně a krmné ječmenné slámě. Celoročně mají zvířata přístup k doplňkovým minerálním směsím, v průběhu pastvy k lizům a na zimovišti k sypké formě v krmítkách, dle kategorie, také ad libitum. Zimní doplňková minerální směs je uvedena v další kapitole 3.1 Metodika pokusu.

Ustájení je v otevřených obloukových halách, na hluboké podestýlce.

Zimní krmná dávka je ovlivněna mnoha faktory. Krmná dávka krav byla sestavena s ohledem na technologii chovu. Farma nemá vlastní krmný vůz, proto nebyla zvířatům předkládána směsná krmná dávka, ale siláž volně do oválných krmelců pro 20 kusů dobytka. Taktéž seno a sláma. Bylo zajištěno dostatečné množství krmných míst pro všechny kusy.

4.1 Metodika pokusu

Pokus byl prováděn na 12 matkách a jejich telatech, rozdělených do dvou skupin po 6 kusech a každé skupině přiřazena jiná minerální doplňková směs (1A a 1B, resp. 2A a 2B). Matky do pokusu byly vybírány dle několika kritérií: kondiční skóre, vyrovnanost, odhadnutá fáze březosti na základě sonografického vyšetření (provedeného místním veterinářem) a odchovaných telat z minulých let, tak aby byly skupiny podle těchto kritérií co nejvyrovnanější. Po stažení zvířat z pastvy byl proveden třítydenní přechod na zimní - krmnou dávku - KD (tabulka 1 a 2).

Tab. 1 Zimní krmná dávka pro březí krávy

| | |
|---------------------------------|------------|
| Žitná siláž (horší kvalita) | 30 kg |
| Vojtěško-travní seno (1:5) | 5 kg |
| Ječmenná sláma | ad libitum |
| Minerální doplňková směs 1A/1B* | ad libitum |

*Složení minerální doplňkové směsi (MDS) 1A v 1kg:

Analytické znaky: vápník 6 %, fosfor 6 %, sodík 11,5 %, hořčík 12 %

Nutriční doplňkové látky: Jodičnan vápenatý 120 mg, vitamín A 1 000 000 m.j., vitamín D3 100 000 m.j., vitamín E 1 200 mg, vitamín E jako alfa-tokoferol 1 080 mg, Cu jako síran měďnatý 1 800 mg, Mn jako oxid manganatý 2 000 mg, Zn jako oxid zinečnatý 3 500 mg, Co jako octan kobalnatý 40 mg a selen jako seleničitan sodný 50 mg.

Složení minerální doplňkové směsi (MDS) 1B v 1 kg, bylo stejné, jako MDS 1A, krom selenu jako selenomethioninu ze *Saccharomyces cerevisiae*, 50 mg.

Tab. 2 Zimní krmná dávka pro otelené krávy

| | |
|---------------------------------|------------|
| Žitná siláž | 10 kg |
| Kukuřičná siláž | 10 kg |
| Čiroková siláž | 10 kg |
| Vojtěško-travní seno (1:5) | 5 kg |
| Ječmenná sláma | ad libitum |
| Minerální doplňková směs 2A/2B* | ad libitum |

*Složení minerální doplňkové směsi 2A i 2B pro otelené krávy v 1 kg, mělo stejné složení nutričních doplňkových látek jako MDS 1A i AB, rozdíl byl jen v analytických znacích, přesněji obsahovala 12 % vápníku, oproti 6 % v MDS 1A, 1B.

Ve stejné době, jako zařazení různých druhů MDS, tedy dva měsíce před očekávaným porodem, byly kravám odebrány vzorky heparinizované krve pro stanovení výchozích hodnot selenu a aktivity GPx. Tentýž den, byly vybrané krávy rozděleny do 2 skupin a byla zařazena minerální doplňková směs pro pokus. Skupiny byly označeny A – anorganická forma selenu, B – organická forma selenu. Skupina krav A, měla v MDS 1A dotován selen ve formě anorganické, jako seleničitan sodný a to v množství 50 mg na kg směsi. Skupina krav B, měla v MDS 1B selen dotován jako selenomethionin ze *Saccharomyces cerevisiae*, také v množství 50 mg na kg směsi. Spotřeba minerální krmné směsi byla v průběhu experimentu sledována pomocí vážení předkládané směsi, resp. její spotřeby.

Další vzorky pro vyhodnocení pokusu, byly odebírány do 12 hodin po porodu. Kravám i telatům byla opět odebrána heparinizovaná krev. U krav probíhal odběr krve z ocasních cév, u telat punkcí *vena jugularis*. Dále byla zaznamenána hmotnost telete společně s průběhem porodu.

Telata z pokusu byla také zvážena při převozu stáda na pastvu a byl zhodnocen jejich zdravotní stav. V průběhu odchovu telata sála mléko matek a byla příkrmována startérovou granulovanou směsí pro telata, ke které měla telata přístup ad libitum.

Všechny odebrané vzorky plně heparinizované krve byly po odběru zamrazeny a uchovány pro následná laboratorní vyšetření, které byla realizována po skončení pokusu. Stanovení koncentrace selenu bylo realizováno v biochemické laboratoři VFU Brno metodou hydridové techniky AAS po vysokotlaké mikrovlnné mineralizaci vzorků za přítomnosti kyseliny dusičné a peroxidu vodíku dle Pechové a kol. (2005). Aktivita GPx byla stanovena ve specializované biochemické laboratoři Polikliniky Starý Lískovec v Brně fotometrickou metodou dle Paglia a Valentine (1967) s využitím komerčního setu společnosti Randox na přístroji ELLIPSE, AMS Spa, Italia.

Pro přepočítání aktivity glutathionperoxidázy na gram hemoglobinu v krvi, byla ve stejném vzorku krve stanovena také koncentrace hemoglobinu. Pro výpočet základních statistických dat, porovnávající výsledky skupin (průměr, směrodatná odchylka, Studentův t-test, F test pro stanovení rozptylů souborů, korelace) byl použit program MS Excel 365.

5 Výsledky a diskuze

Minerální doplňková směs byla přijímaná zvířaty v průměrném množství 130 g na kus a den, ve skupině A, ve skupině B 128 g na kus a den, což je v rozmezí krmného návodu výrobce směsi, kterou uváděl jako 0,1 – 0,2 kg/ks/den. Po přepočtu na přijímaný selen z MDS, vycházela hodnota pro skupinu A 6,5 g selenu ve formě seleničitanu sodného a skupina B 6,4 g selenu ve formě selenomethioninu. Zahradková a kol. (2009) uvádějí přídavek minimálně 3 – 5 mg Se/den pro suchostojící krávy v podmínkách České republiky. Minimální dávka přídatku selenu byla tedy překročena o 1,5 a 1,4 g a dotace selenu byla v průběhu pokusu dostatečná.

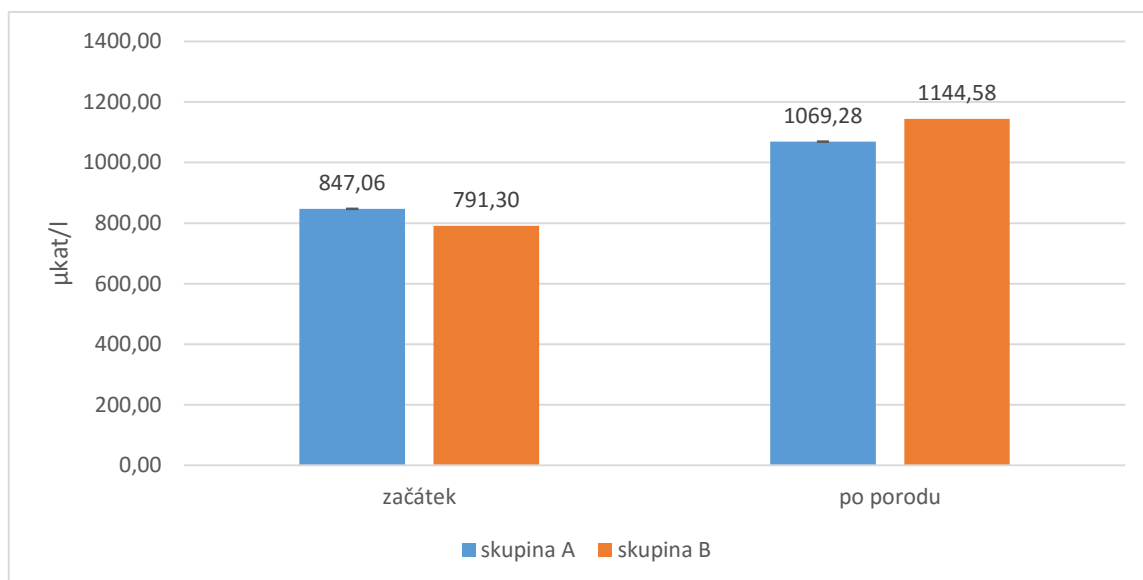
Pro přehlednost výsledků byla sestavena tabulka hodnot obsahu selenu a aktivity glutathionperoxidázy u obou skupin krav před pokusem a při odběru do 12 hodin po porodu (tabulka 3).

Tab. 3 Průměrné hodnoty (x) a směrodatná odchylka (sd) obsahu selenu v plné krvi a aktivity GPx v plné krvi krav obou pokusných skupin (skupina A s příjmem Se v anorganické formě, skupina B s příjmem organicky vázaného Se).

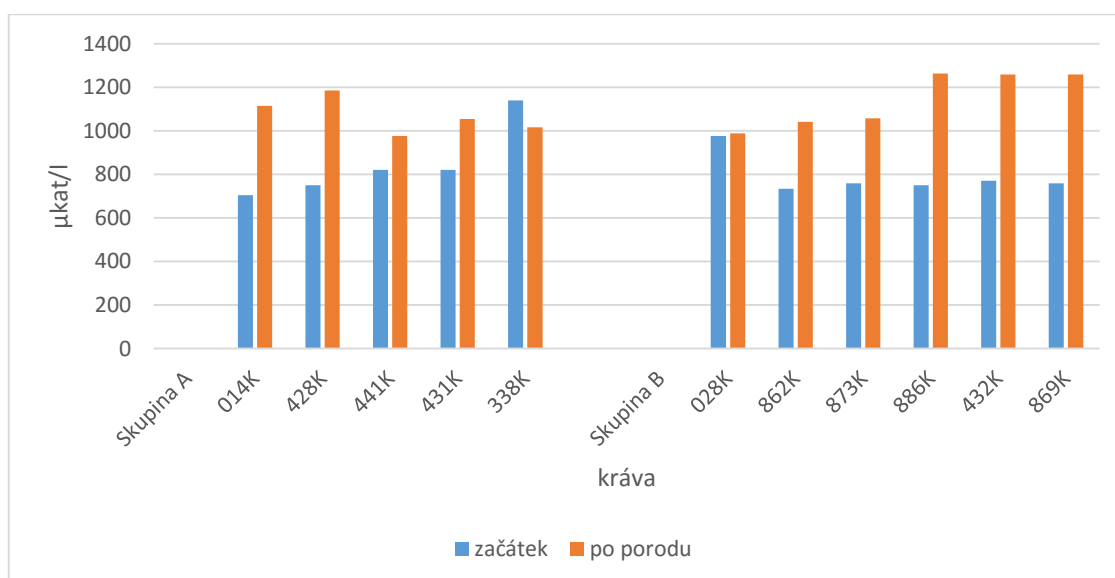
| | Začátek | | Po porodu | |
|-----------------------------|---------|--------|-----------|--------|
| | x | sd | x | sd |
| Se (µg/l) - skupina A | 136,70 | 0,35 | 140,79 | 23,70 |
| Se (µg/l) - skupina B | 95,77 | 0,25 | 100,55 | 19,02 |
| GPx (µkat/l) - skupina A | 847,07 | 170,77 | 1069,28 | 82,48 |
| GPx (µkat/l) - skupina B | 791,30 | 112,30 | 1144,58 | 128,60 |
| GPx (µkat/g Hb) - skupina A | 6,73 | 0,87 | 9,25 | 0,33 |
| GPx (µkat/g Hb) - skupina B | 7,13 | 1,08 | 10,05 | 0,86 |

Jedním ze zjišťovaných ukazatelů, byla katalytická aktivita glutathionperoxidázy (GPx). Před začátkem podávání pokusné MDS bylo naměřeno: skupina A $847,06 \pm 170,77$ µkat/l a u skupiny B: $791,30 \pm 91,20$ µkat/l. Dle Pavlaty a kol. (2002), kteří stanovili a zhodnotili pro praktické použití aktivitu GPx nad 600 µkat/l jako dostatečnou úroveň zásobení organismu selenem, lze hodnotit naměřené aktivity GPx a tím i zásobení selenem již na začátku pokusu jako dostatečné. Po průměrné době 70 dní, od začátku podávání dvou pokusných MDS, byla v krvi odebrané po porodu opět stanovena aktivita GPx. Skupina A měla aktivitu GPx $1069,28 \pm 82,48$ µkat/l a skupina B $1144,58 \pm 128,60$ µkat/l. Graf č. 1 zobrazuje výsledné průměrné hodnoty skupin před

začátkem pokusu a srovnává je s výslednými průměrnými hodnotami po porodu krav, graf č. 2 zobrazuje jednotlivá zvířata zařazená v pokusu. Nárůst katalytické aktivity GPx u skupiny A byl o 26,23 %, oproti začátku pokusu a nárůst u skupiny B o 44,6 % oproti začátku pokusu.



Graf č. 1 Porovnání průměrné katalytické aktivity GPx před začátkem pokusu a po porodu u krav



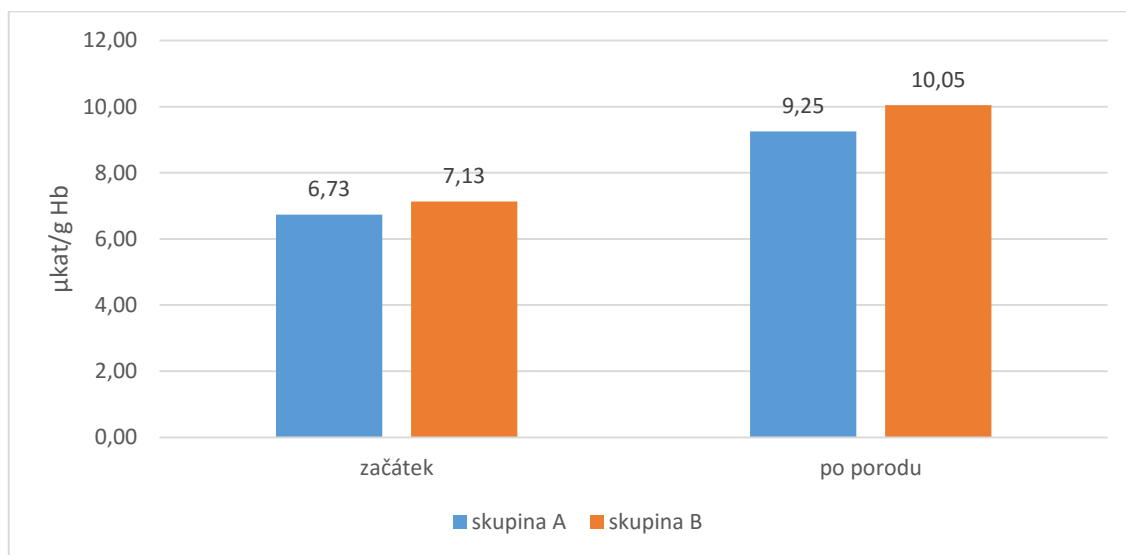
Graf č. 2 Porovnání katalytické aktivity GPx před začátkem pokusu a po porodu u jednotlivých krav

. Celkový nárůst aktivity GPx by mohl být také lehce ovlivněn vyšším množstvím selenu v žitné siláži, oproti pastvě, kde na 1 kg sušiny je o 0,4 mg selenu méně (Zeman, 1995). Statisticky významný rozdíl, mezi skupinou A s anorganickou formou selenu a skupinou B s organicky vázaným selenem však prokázán nebyl ($p < 0,28$).

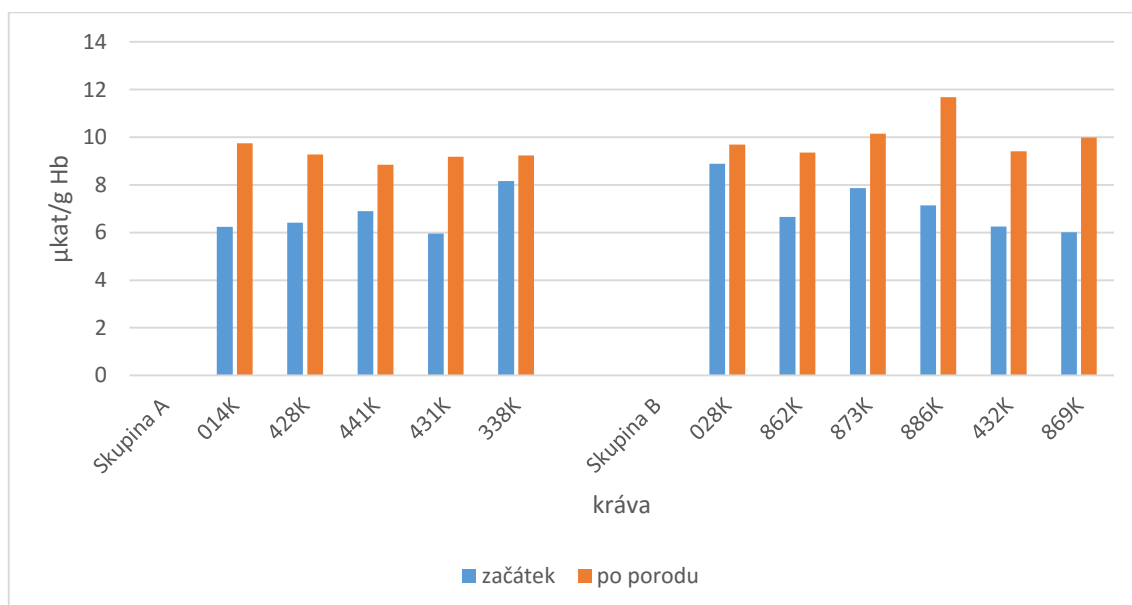
Mnoho studií ovšem uvádí, že organická forma selenu, selenomethionin, podávaná v minerální doplňkové směsi, má vyšší účinnost než anorganický seleničitan sodný (Illek a kol., 2009). Například studie Slavíka a kol. (2008a) prokázala mnohem efektivnější využití organického selenu na aktivitu glutathionperoxidázy v krvi, kolostru a mléce u masného skotu stejného plemene jako při našem pokusu. Přesněji v krvi 364,70 $\mu\text{kat/l}$ u organické formy selenu a 283,32 $\mu\text{kat/l}$ u anorganické formy ($p < 0,01$). Při porovnání s našimi výsledky si ale musíme povšimnout, že zatímco jejich studie byla realizována na kareňních zvířatech, krávy zařazené do našeho pokusu měly již od zahájení experimentu aktivitu GPx dostatečně vysokou. Tento fakt může mít samozřejmě na metabolismus selenu a jeho využívání zásadní vliv. Další studie Slavík a kol. (2008b) taktéž prokázala vyšší účinnost organické formy selenu a to především u krav, u kterých se řeší deficience selenu, kde mnohem rychleji a spolehlivěji zvýší jeho hladinu v krvi. Vliv na zdravotní stav mezi formami ale neprokázali. Ran a kol. (2010) prokázali u mléčného skotu také vyšší účinnost organické formy a to jak v krvi, tak mléce, kde došlo i ke zvýšení polynenasycených mastných kyselin ($p < 0,01$). Cerny a kol. (2016), navíc prokázali rozdíl mezi dodáváním různých forem selenu matkám v minerální doplňkové směsi, na plodnost jejich býků, respektive steroidogenezi a spermatogenezi, čímž potvrdili důležitost dalšího výzkumu v této oblasti.

Kromě aktivity GPx v plné krvi, byla stanovena i aktivita GPx v přepočtu na hemoglobin, protože toto vyjádření může výsledky zpřesnit – zejména v případech, že by u některého zvířete byla anémie, protože absolutní většina aktivity GPx je vázána na erytrocyty. Pokud by při anémii byla jejich koncentrace nízká, může to interpretaci hodnot aktivity GPx ovlivnit. První stanovení, před podáváním MDS na začátku pokusu: Skupina A: $6,73 \pm 0,97 \mu\text{kat/g Hb}$, skupina B: $7,13 \pm 1,08 \mu\text{kat/g Hb}$. Při druhém odběru, cca 70 dní pokusu, byly stanoveny tyto hodnoty. Skupina A: $9,25 \pm 0,33 \mu\text{kat/g Hb}$, skupina B: $10,05 \pm 0,86 \mu\text{kat/g Hb}$ (graf 3). Nárůst katalytické aktivity GPx v přepočtu na hemoglobin u skupiny A byl o 37,44 % oproti začátku pokusu a nárůst u skupiny B o 40,95 %, po porodu. Ale ani zde se neprokázal statisticky významný rozdíl ($p < 0,08$),

mezi pokusnými skupinami. Znázornění výsledků jednotlivých zvířat je uvedeno v grafu 4.



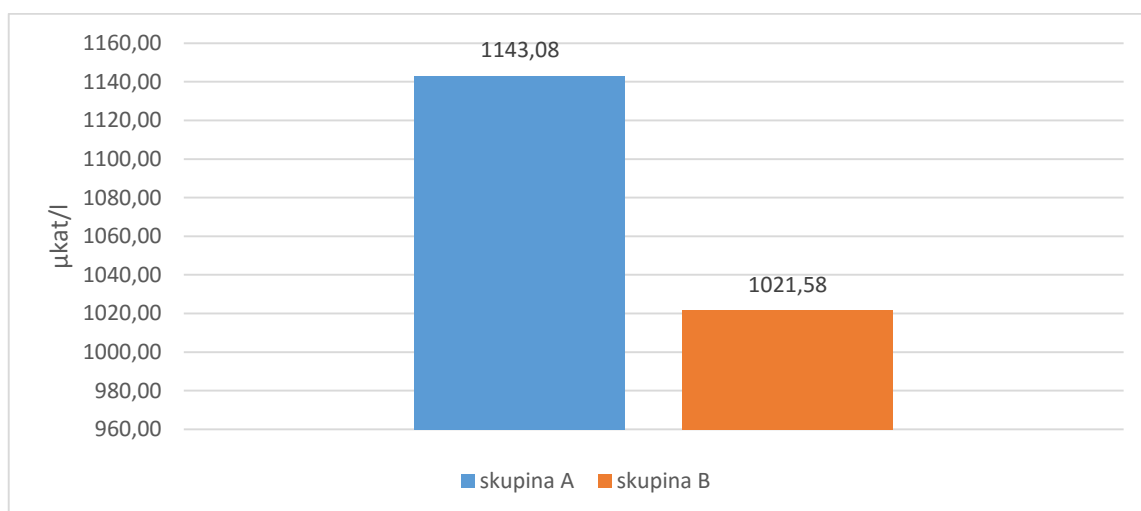
Graf č. 3 Porovnání průměrné katalytické aktivity GPx před začátkem pokusu a po porodu u krav (při vyjádření aktivity enzymu v přepočtu na g hemoglobinu).



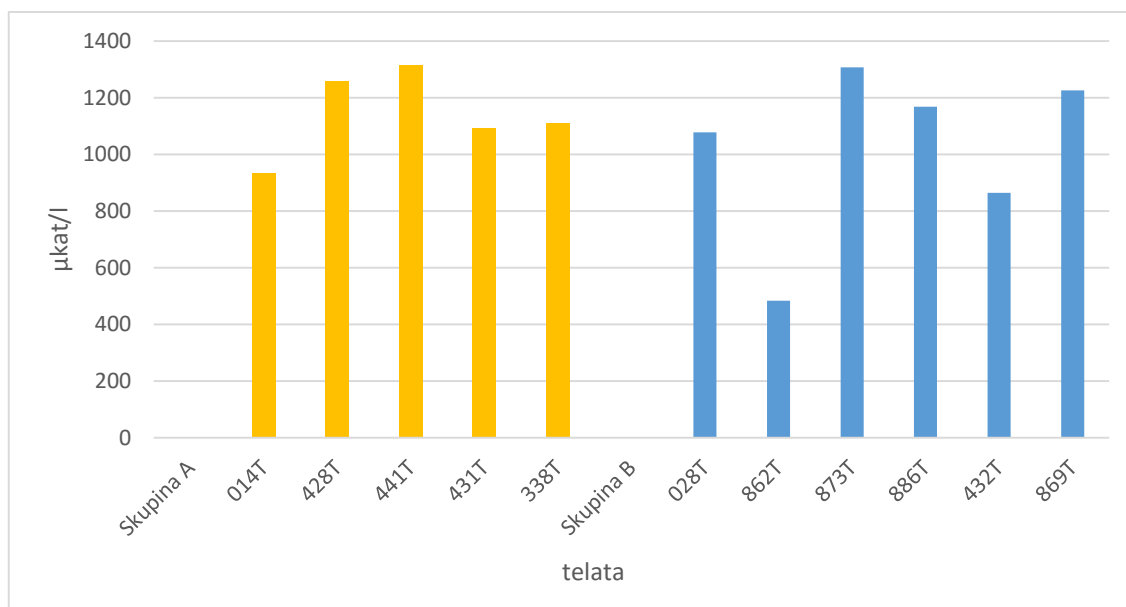
Graf č. 4 Porovnání katalytické aktivity GPx před začátkem pokusu a po porodu u jednotlivých krav (při vyjádření aktivity enzymu v přepočtu na g hemoglobinu).

Na základě uvedených výsledků můžeme konstatovat, že ani při vyjádření aktivity GPx na g Hb nebyl mezi skupinami prokázán statisticky významný rozdíl a aktivita GPx v krvi krav nebyla formou podávaného selenu průkazně ovlivněna.

Aktivita GPx byla stanovena i u telat, která se narodila matkám pokusné skupiny A - anorganická forma selenu v MDK a skupiny B - organická forma selenu v MDS (grafy 5 a 6). Průměrná aktivita GPx u skupiny A: $1143,08 \pm 150,04$ $\mu\text{kat/l}$ skupina B: $1021,58 \pm 304,05$ $\mu\text{kat/l}$. Skupina B tedy měla průměrně o 10,79 % nižší katalytickou aktivitu GPx. Rozdíl však není statisticky průkazný ($p < 0,43$).

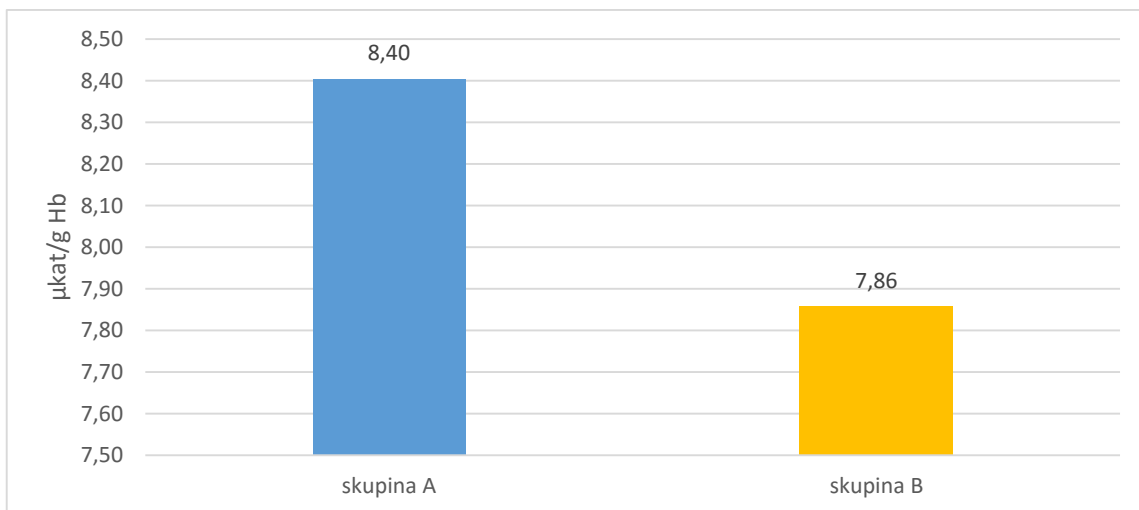


Graf č. 5 Porovnání průměrné katalytické aktivity GPx u telat obou skupin (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)

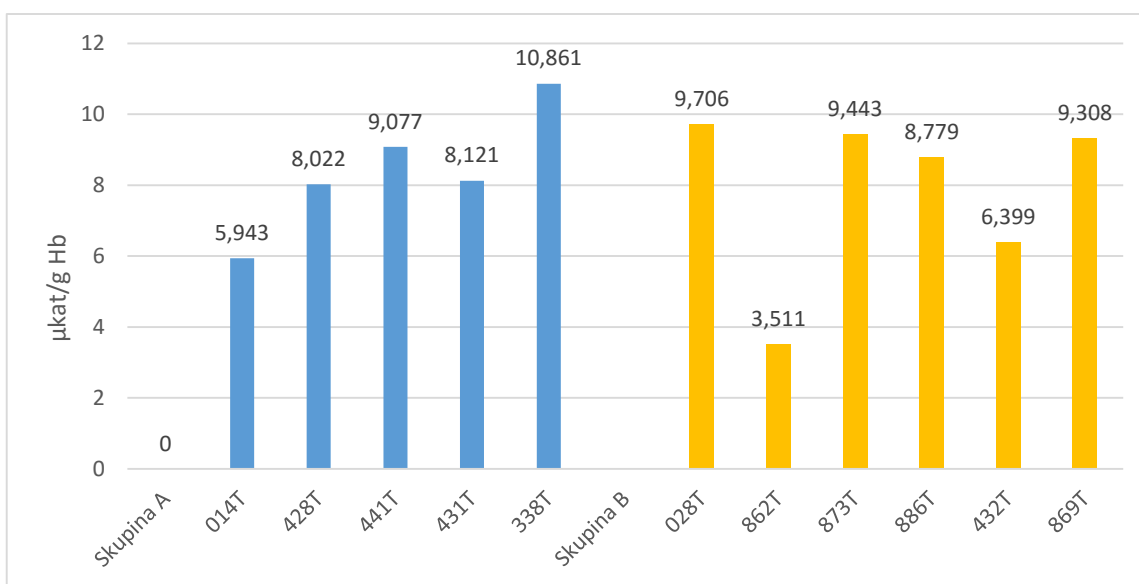


Graf č. 6 Porovnání katalytické aktivity GPx u všech telat obou skupin (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)

Taktéž u telat byla stanovena i aktivita GPx v přepočtu na hemoglobin v krvi (grafy 7 a 8): Skupina A: $8,40 \pm 1,79$ µkat/g Hb, skupina B: $7,86 \pm 2,45$ µkat/g Hb. Skupina B měla opět nižší aktivitu GPx o 6,43 %, než skupina A, jako při stanovení aktivity GPx v plné krvi. Ale ani zde nebyl rozdíl statisticky významný ($p < 0,68$).

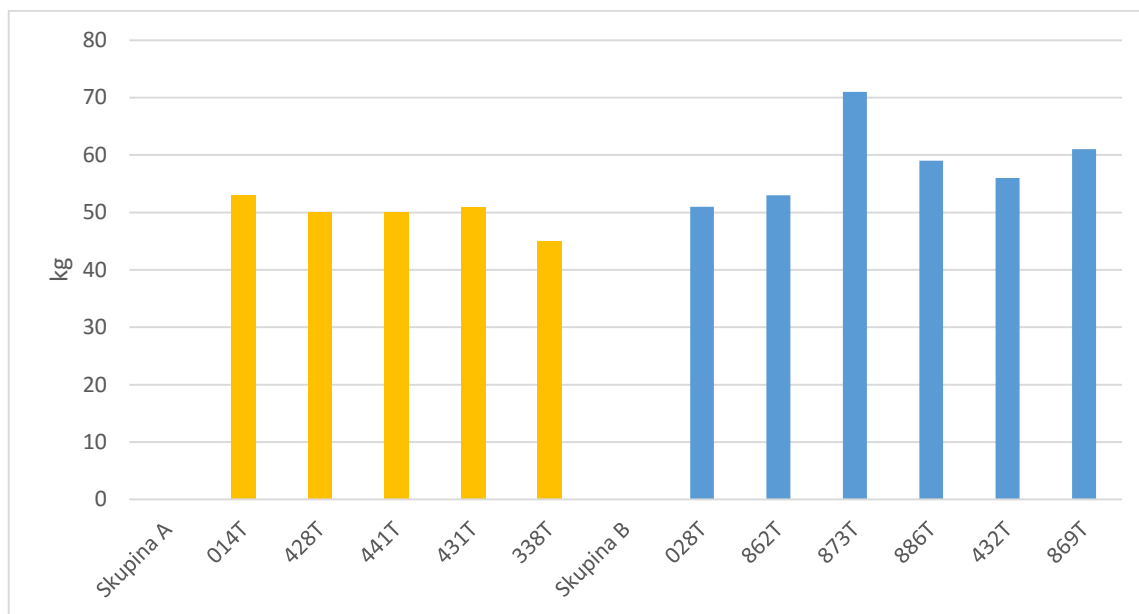


Graf č. 7 Porovnání průměrné katalytické aktivity GPx telat obou skupin v přepočtu na hemoglobin v krvi (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)



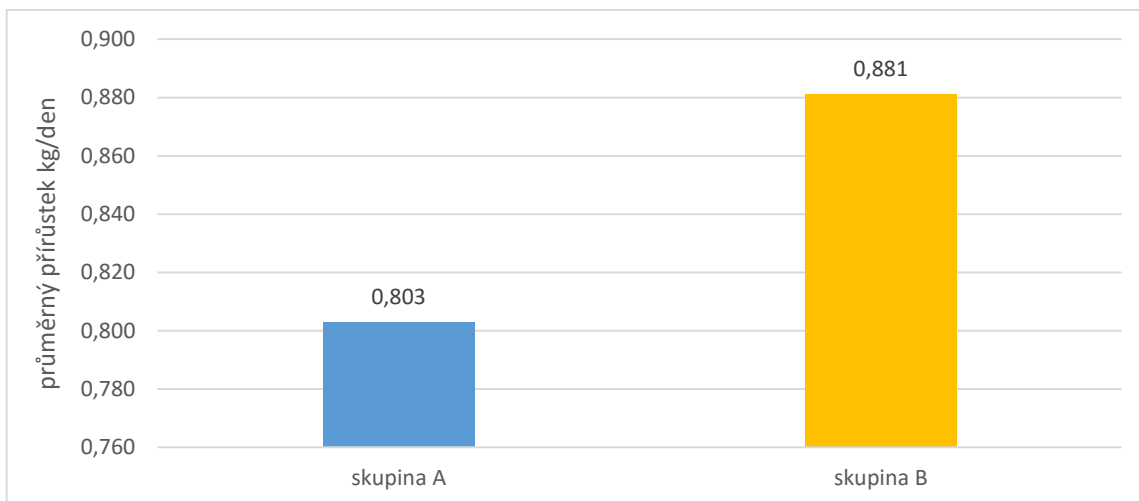
Graf č. 8 Porovnání katalytické aktivity GPx u telat obou skupin v přepočtu na hemoglobin v krvi (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)

Byl sledován i rozdíl mezi porodní hmotností telat jednotlivých skupin (graf 9). Skupina A měla průměrnou porodní hmotnost 49,8 kg, skupina B 58,5 kg. Skupina B, kde matkám byla podávána MDS s organickou formou selenu, měla průměrně o 17,47 % vyšší porodní hmotnost. Rozdíl ale mezi skupinami nebyl statisticky významný ($p < 0,32$).

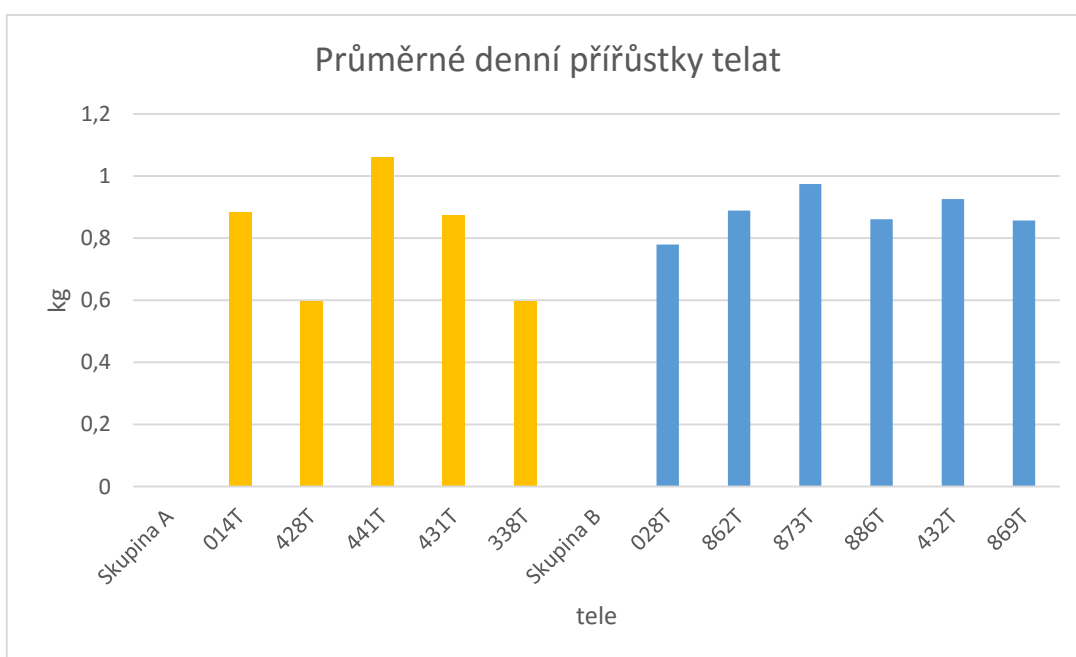


Graf č. 9 Porovnání porodní hmotnosti u všech telat obou skupin (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)

Telata byla opět zvážena 30 dní po porodu, vypočten průměrný denní přírůstek a následně porovnány obě skupiny (grafy 10 a 11). Skupina A: $0,803 \pm 0,203$ kg/den, skupina B: $0,881 \pm 0,066$ kg/den. Skupina B, s organickou formou selenu, měla vyšší přírůstky oproti skupině A s anorganickou formou selenu o 9,7 %. Mezi skupinami ale nebyl statisticky významný rozdíl mezi telaty matek saturovaných organickou či anorganickou formou selenu ($p < 0,39$). Totéž bylo prokázáno ve více studiích, např. Slavíka a kol. (2008b) a Guntera a kol. (2013).

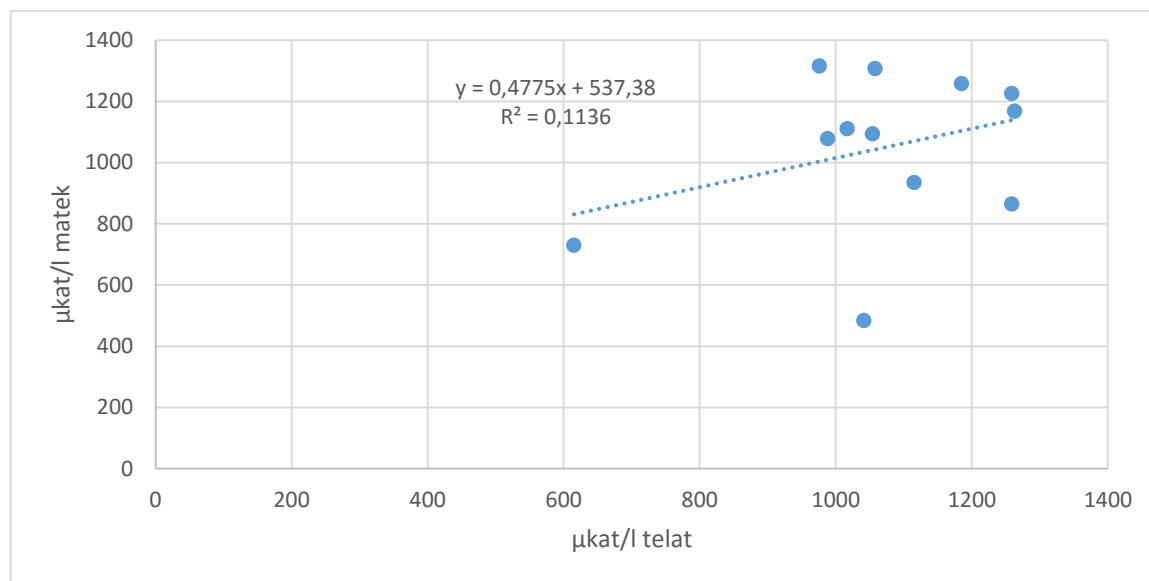


Graf č. 10 Porovnání průměrných denních přírůstků obou skupin (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)



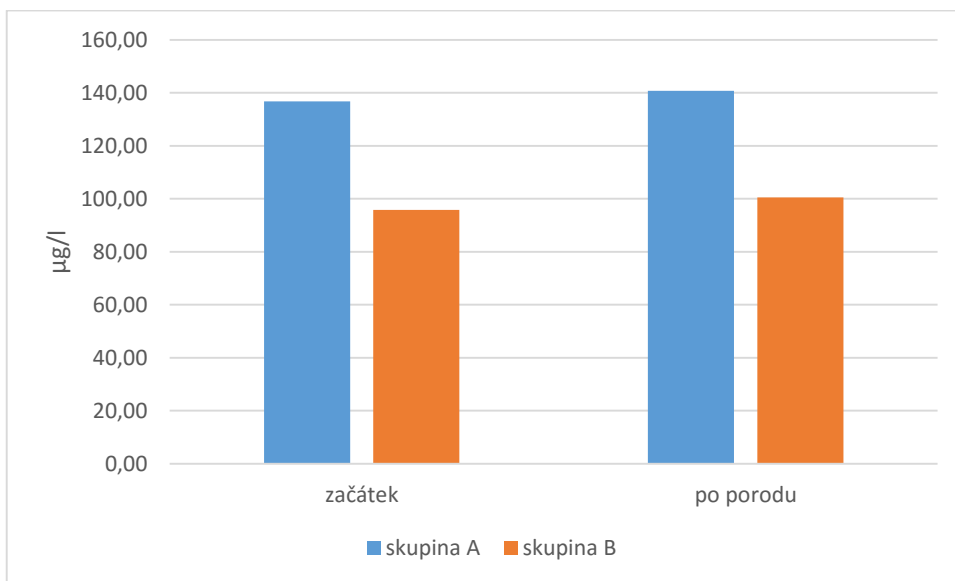
Graf č. 11 Porovnání průměrných denních přírůstků u jednotlivých telat obou skupin (skupina A – telata od matek dotovaných anorganickým Se, skupina B – telata od matek dotovaných organickým Se)

Také byla stanovena korelace aktivity glutathionperoxidázy (graf 12) mezi matkami a jejich telaty ($r = 0,337$). Tento korelační koeficient však není vzhledem k počtu sledování statisticky průkazný. Ke stejnému výsledku došli i Pavlata a kol. (2004), kteří měli v pokusu také 12 matek. Oproti tomu, průkazně těsný vztah hodnot prokázali ve svém pokuse Pavlata a kol. (2003), ti ovšem ve svém pokusu měli zařazeno 24 matek.

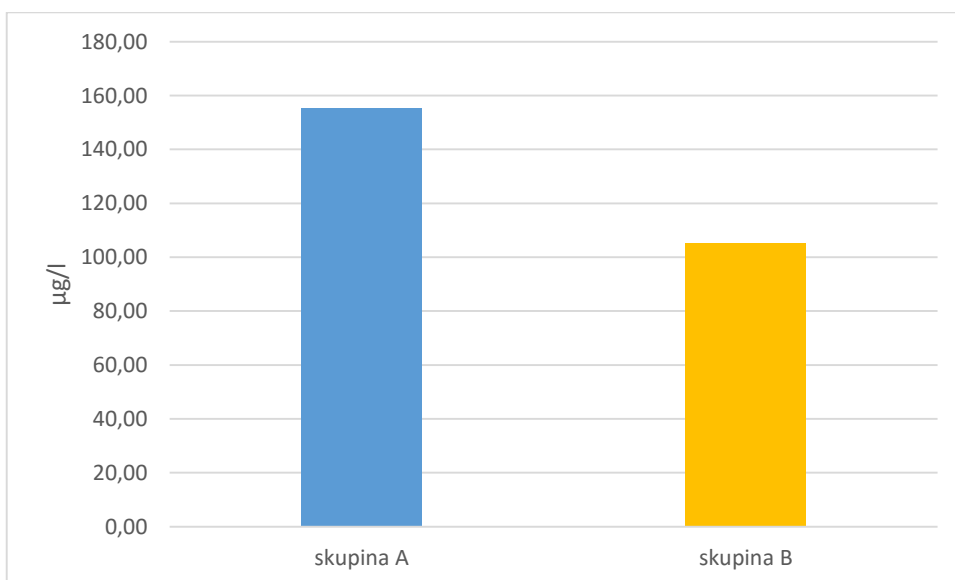


Graf č. 12 Vzájemný vztah (korelace) aktivity GPx v plné krvi mezi matkami a jejich telaty.

Po stanovení aktivity GPx, jsme dále stanovili i obsah selenu v plné krvi. Při prvním stanovení, ze vzorků před začátkem pokusu, nám vyšel průměrný obsah selenu v krvi u skupiny A: $136,70 \pm 27,97 \mu\text{g/l}$ a u skupiny B: $95,77 \pm 20,05 \mu\text{g/l}$ (graf 13). Při druhém stanovení ze vzorků odebraných do 12 hodin po porodu, průměr u skupiny A: $146,59 \pm 21,21 \mu\text{g/l}$ a skupina B: $100,55 \pm 19,02 \mu\text{g/l}$ (graf 13). Nárůst obsahu selenu u skupiny A byl 7,49 %, u skupiny B o 4,99 %. Také byl stanoven obsah selenu v krvi u telat, skupina A: $160,18 \pm 18,07 \mu\text{g/l}$ a u skupiny B $105,30 \pm 24,26 \mu\text{g/l}$ (graf 14). Rozdíl mezi skupinami byl sice u krav i jejich telat statisticky průkazný ($p < 0,05$), ale vzhledem k tomu, že tento rozdíl byl průkazný již u zvířat před zahájením pokusu (před zahájením dotace anorganického a organicky vázaného selenu), nelze výsledek interpretovat jako prokázaný vliv dotace různých forem selenu.



Graf č. 13 Porovnání průměrného obsahu selenu v plné krvi před začátkem pokusu a po porodu u krav



Graf č. 14 Porovnání průměrného obsahu selenu v plné krvi před začátkem pokusu a po porodu u krav

Gunter a kol. (2013) prováděli obdobný pokus na 120 kusech březích krav a jejich telatech u kříženců masných plemen skotu. Při jejich pokusu byl prokázán vyšší obsah selenu v celkové krvi u skupiny krav s dotovaným organickým selenem ($p < 0,05$), oproti našim výsledkům. Ale při stanovení aktivity GPx v krvi neprokázali vyšší aktivitu u skupiny krav s organickou formou selenu ($p < 0,60$), stejně jako jsme neprokázali my při našem pokusu. Po stanovení těchto hodnot u telat, došli ke stejným závěrům, jako většina autorů jiných prací a prokázali vyšší obsah selenu a aktivitu GPx v krvi u telat matek saturovanými organickou formou selenu ($p < 0,05$).

Lze tedy shrnout, že oproti většině dřívějších výzkumů, Illek a kol. (2009), Slavík a kol. (2008a), Ran a kol. (2010), Cerny a kol. (2016), jsme nezaznamenali statisticky významný rozdíl při suplementaci různých forem selenu. Stejného výsledku ale dosáhli například Ortman a Pehrson (2010) u mléčného skotu, či u masného skotu Gunter a kol. (2013), ale jen u krav při stanovení aktivity GPx (ne při stanovení obsahu selenu v plné krvi). Oba výzkumy, které měly podobné výsledky jako náš pokus, měly delší dobu trvání, což by mohlo mít vztah s dostatečnou saturací selenu při začátku našeho pokusu, oproti většině výzkumů, které neměly tak dlouhý časový interval a většinou začínaly s karencí selenu.

6 Závěr

Na základě našich výsledků lze konstatovat, že nebyl prokázán průkazný rozdíl ve sledovaných parametrech (stav zásobení organismu krav a telat selenem, hmotnost a přírůstky telat) při suplementaci anorganického a organického selenu dotovaného březím kravám masného skotu. Obě formy podaného selenu měly na pokusné krávy a jejich telata obdobný biologický efekt.

Použitá literatura

AHOLA J. K., BAKER D. S., BURNS P. D., MORTIMER R. G., ENNS R. M., WHITTIER J. C., ENGLE T. E., 2004: Effect of copper, zinc and manganese supplementation and source on reproduction, mineral status, and performance in grazing beef cattle over a two-year period. *Journal of Animal Science*. 82 (8): 2375-2383

BALABÁNOVÁ M., FILIPČÍK R., HASOŇOVÁ L., HORKÝ P., HOŠEK M., KONEČNÝ R., PAVLATA L., VANDASOVÁ P., VESELÝ P., 2014: Nové poznatky v oblasti mastitid přežvýkavců. Brno: Mendelova univerzita v Brně, ISBN 978-80-7509-178-9.

CERNY K., GARBACIK S., SKEES C., BURRIS W., MATTHEWS J., BRIDGES P., 2016: Gestational form of selenium in feed-choice mineral mixes affect transcriptome profiles of the neonatal calf testis, including those of steroidogenic and spermatogenic pathways. *Biological Trace Element Research*, 167: 56-68

COUFALÍK V., 2013: Současné problémy v reprodukci skotu. Olomouc: Agriprint, 186s. ISBN 978-80-87091-46-3

GUNTER S. A., BECK P. A., HALLFORD D. M., 2013: Effect of supplementary selenium source on the blood parameters in beef cows and their nursing calves. *Biological Trace Element Research*. 152 (2): 204-211.

HOFÍREK B., DVOŘÁK R., NĚMEČEK L., DOLEŽEL R., POSPÍŠIL Z., a kol., 2009: Nemoci skotu. Brno: Noviko a.s., 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5

HOLEČEK V., SLÍPKA J., SOBOTOVÁ Š., SLOUDKA D., ROKYTA R., 2008: Volné radikály a antioxidanty v otorhinolaryngologii. *Československá fyziologie* 57: 117-122

HIDIROGLOU M., 1989: Mammary transfer of vitamin E in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 72: 1067-1071

ILLEK J., KUMPRECHTOVA D., BALLETT N., 2009: Effect of dietary selenium source and level on selenium contents in blood, colostrum and milk and metabolic profile in dairy cows. [online] [cit. 2016-15-4]. Dostupné na: http://www.kgzs-ms.si/users_slike/metkab/ZED09/33Illek.pdf

JELÍNEK P., a kol., 2003: *Fyziologie hospodářských zvířat*. Vyd. 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 414 s. ISBN 80-7157-644-1

KIM Y. S., CHEN C. L., YANG K. C., a kol., 2015: Antioxidant activity and protective effect of extract of *Celosia cristata* L. flower on *tert*-butyl hydroperoxide-induced oxidative hepatotoxicity. *Food Chemistry*, 168: 572-579. ISSN 0308-8146.

KOVÁČ G., a kol., 2001: *Choroby hovadzieho dobytku*. Prešov, M&M, 875s. ISBN 80-88950-14-7

KVAPILÍK J., RŮŽIČKA Z., BUCEK P., 2015: *Ročenka – chov skotu v české republice za rok 2014*. [online] [cit. 2016-1-4] Dostupné na: <http://www.cmsch.cz/store/rocenka-chovu-skotu-2014.pdf>

KRYS Š., LOKAJOVÁ E., PODHORSKÝ A., PAVLATA L., 2009: Microelement Supplementation in Dairy Cows by Mineral Lick. Acta Veterinaria Brno. 78: 29-36
ISSN 0001-7213

KUMAR S., PANDEY A. K., DWIVEDI D. K., 2011: Importance of minerals in reproductive performance of livestock. Veterinary World, 4: 230-233

LICHOVNÍKOVÁ M., ZEMAN L., ČERMÁKOVÁ M., 2004: The long-term effects of usány a higher amount of kosine suplement on the afficiency of latiny hens. British Poultry science, 44: 732-734

MCDOWELL L. R., 1992: Minerals in Animal and Human Nutrition. New York: Academic Press, 228-229 s.

MAAS J., HOARD B. R., MYERS D. M., TINDALL J., 2008: Vitamin E and selenium concentrations in month-old beef calves. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 20: 86-89.

MAHAN D. C., 1999: Organic selenium: using nature's model to redefine selenium supplementitiation for animals. Under the Microscope 523-535s. ISBN 1-897676-700

MAĎARIČ A., KADRABOVÁ J., 2003: Vyhodnotenie denného príjmu selénu na Slovensku. Seminár "Selénové vajíčka a ich vplyv na zdravie ľudí" 25-26 s.

MAROUNEK M., 2006: Povaha a mechanismus účinku antioxidantů, význam ve výživě lidí a zvířat. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby

MINSON D. J., 1990: Forage in Ruminant Nutrition. San Diego: Academic Press. 502 s. ISBN 9780323147989

MOSNÁČKOVÁ J., KOVÁČIKOVÁ E., a kol., 2000: Selén v potravinách. Bratislava: NOI, 36 s. ISBN 80-89088-22-8.

NEHASILOVÁ, D., 2005, Stopové prvky ve výživě hospodářských zvířat, Zemědělské informace, Informační přehledy ÚZIP, Praha, s. 53

NRSC, 2007: Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. Washington, D.C.: National Academies Press, 362 s. ISBN 9780309660990.

NUNNERY G. A., VASCONCELOS J. T., PARSONS C. H., a kol., 2007: Effect of source of supplemental zinc on performance and humoral immunity in beef heifers. Journal of Animal Science. 85 (9): 2304-2313

O'DELL B. L., SUNDE R.A., 1997: Introduction to Handbook of Nutritionally Essential Minerals. Marcel Dekker Inc., New York, 8–11 s.

O'TOOLE D., RAISBECK M. F., 1995: Pathology of experimentally induced chronic selenosis in yearling cattle. Journal of Veterinary Diagnostic Investigation, 171: 617-620.

ORTMAN K., PEHRSON B., 2010: Selenite and selenium yeast as feed supplements for dairy cows. Journal of Veterinary Medicine, 44: 373-380.

PAVLATA L., PECHOVÁ A., BEČVÁŘ O., ILLEK J., 2001: Selenium status in cattle at slaughter: analyses of blood, skeletal muscle, and liver. *Acta Veterinaria Brno*, 70: 277-284.

PAVLATA L., PECHOVÁ A., ILLEK J., 2002. Praktická doporučení pro diagnostiku karence selenu u skotu v České republice. *Veterinářství*, 52: 170-173

PAVLATA, L., PRÁŠEK, J., PODHORSKÝ, A., PECHOVÁ, A., HALOUN, T., 2003: Selenium metabolism in cattle: Maternal transfer of selenium to newborn calves at different selenium concentration in dams. *Acta Veterinaria Brno*, 72: 639-646. ISSN 0001-7213.

PAVLATA L., PECHOVÁ A., DVOŘÁK R., 2004: Microelements in colostrum and blood of cows and their calves during colostrum nutrition. *Acta Veterinaria Brno*. 73: 421-429. ISSN 0001-7213.

PAVLATA L., PODHORSKY A., PECHOVA A., CHOMAT P., 2005: Differences in the occurrence of selenium, copper and zinc deficiencies in dairy cows, calves, heifers and bulls. *Veterinární medicína*. 50: 390-400. ISSN 0375-8427.

PAVLATA L., ANTOŠ D., PECHOVÁ A., PODRHOSKÝ A., 2008: Výskyt poruch metabolismu vitamínu E, jejich diagnostika a terapie u skotu. *Veterinářství* 58: 38-43

PAVLÍK A., SKARPA P., 2012: Copper and zinc concentrations in soil, pasture sward and blood plasma of beef cattle. *Ecological Chemistry nad Engineering A*. 19: 4-5
ISSN 1898-6188

PECHOVÁ A, PAVLATA L, ILLEK J, 2005: Blood and tissue selenium determination by hydride generation atomic absorption spectrophotometry. *Acta Veterinaria Brno* 74(4): 483-490

RAN L., WU X., SHEN X, ZHANG K., REN F., HUANG K., 2010: Effect of selenium form on blood and milk selenium concentrations, milk component and milk acid composition in dairy cows. *Journal of the science of food and agriculture*, 90: 2214-2219.

ROY J. H. B., 1990: *The Calf; Volume 1 Management of Health, Fifth Edition.* Butterworths, 258s. ISBN 0-407-00520-X

SALLES V., ZANETTI M., ROMA L., FACCIOLI L., SOARES M., 2014: Performance and immune response of suckling calves fed organic selenium. *Animal Feed Science and Technology*, 188: 28-35.

SALYER G. B., GALYEAN M. L., DEFOOR P. J., NUNNERY G. A., PARSONS C. H., RIVERA J. D., 2004: Effects of copper and zinc source on performance and humoral immune response of newly received, lightweight beef heifers. *Journal of Animal Science*. 82 (8): 2467-2473

SHEN S.C., WU M.S., LIN H.Y. a kol., 2014: Interferon-gamma induced cell death: Regulation and contributions of nitric oxide, Nterminal kinase, reactive oxygen species and peroxynitrite. *Food chemistry*, 165: 140-148. ISSN 1097-4652

SLAVÍK P., ŠKOŘIČ J., ILLEK J., ZELENÝ M., BROŽOVÁ M., 2005: Zásobení mikroprvky u masného skotu v regionu Šumava, *Veterinářství*, 55: 636-641

SLAVÍK P., ILLEK P., ZELENÝ T., 2007: Selenium status in heifers, cows and their calves in the Šumava region, Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 76: 519-524

SLAVÍK P., ILLEK P., BRIX M., HLAVICOVA, J., RAJMON, R., JILEK, F., 2008a: Influence of organic versus inorganic dietary selenium supplementation on the concentration of selenium in colostrum, milk and blood of beef cows. *Acta vet. Scandinavia*, vol. 50, s. 43

SLAVÍK P., ILLEK J., RAJMON R., ZELENÝ T., JÍLEK F., 2008b: Selenium dynamic in the blood of beef cows and calves fed diets supplemented with organic and inorganic selenium sources and the effect on reproduction, *Acta Veterinaria Brno*, 77: 11-15.

SOMMER A., a kol., 1985: *Výživa a krmienie hospodarskych zvierat*. Bratislava: Priroda, 279 s.

STENCHUK M. M. - CHABAN L. B. - GONCHAR M. V. 2006: Selenium and yeast: Genetic mechanisms of the yeast tolerance to selenium compounds and their analogs. In *Biopolymers and cell*, 22: 3-17. ISSN 0233-7657.

SUTTLE, N., 2010: *Mineral nutrition of livestock*. 4th ed. Cambridge, MA: CABI, 587 s. ISBN 9781845934729.

ŠIMEK M., ILLEK J., ŠUSTALA M., ZEMANOVÁ D., 2001: Organické zdroje minerálních látek a zatížení životního prostředí. *Zemědělské informace*, Praha: ÚZPI, 22: 37

ŠIMEK L., ZEMANOVÁ D. 2003: *Výživa vysoko produkčních dojnic*. *Zemědělec* 48: 10-11

TESLÍK V., a kol. 2000: Masný skot. Praha: Agrospoj, 197 s.

TOMLINSON, D. J., 2002: Effect of organic and inorganic trace mineral supplementation on beef and dairy production. In: *Presentation at XXX Reunion Anual de la Asociacion Mexicana de Produccion Animal. October 13-15, Guadalajara.*

UNDERWOOD E. J., 1981: The Mineral Nutrition of Livestock, 2nd edn. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK

UNDERWOOD E. J. a SUTTLE, N. F., 1999: The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd edn. CAB International, Wallingford. ISBN 0-85199-128-9

WHITEHEAD D. C., 2000: Nutrient elements t.s. in grassland: Soil-plant-animal Relationships. New York: CABI Publishing.

YASOTHAI R., 2014: Importance of minerals on reproduction in dairy cattle. *International Journal of Science*, 3: 2051-2057

ZAHRÁDKOVÁ R. (ed.), 2008: Masný skot: od A do Z. 1. vyd. Praha: Český svaz chovatelů masného skotu, 397s. ISBN 978-80-254-4229-6.

ZACHAR D., 2004: Humánná výživa II. Ľiviny. Zvolen: TU, 218 s. [online] [cit. 2016-11-04]. Dostupné na: <http://eutrofia.sk/?q=node/98>

ZEMAN L. a kol., 1995: Katalog krmiv, VÚVZ Pohořelice, 465s. ISBN 80-901598-3-4

ZEMAN, L., TVRZNÍK P., 2005: Stopové prvky ve výživě zvířat. Prosinec 2005. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 52 s.

ZEMAN L., 2006: Výživa a krmení hospodářských zvířat. 1. vyd. Praha: Profi Press, 357s. ISBN 80-86726-17-7.