

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav chovu a šlechtění zvířat



Agronomická
fakulta

Mendelova
univerzita
v Brně



Vliv různých forem zinku na krevní parametry koní
Diplomová práce

Vedoucí práce:
Ing. Pavel Horký, PhD.

Vypracovala:
Bc. Agata Kochová

Brno 2015

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv různých forem zinku na krevní parametry koní vypracovala 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 vědoma, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

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

V Brně dne:.....

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu diplomové práce panu
Ing. Pavlovi Horkému, PhD. za odborné vedení, metodickou pomoc a cenné rady, které
mi poskytnul při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Experiment byl založený na zkrmování krmného aditiva, které bylo složeno z vitamínů, metioninu, mědi a zinku v organické formě (komplex aminokyselin n-hydrát). V pokusu bylo 14 koní rozdělených do dvou skupin (pokusná a kontrolní skupina). Pokusné skupině bylo k základní krmné dávce, kterou dostávala i kontrolní skupina, přidáváno po dobu devíti měsíců krmné aditivum.

Během pokusu bylo odebráno 5 vzorků, ze kterých byla zjištěna koncentrace některých minerálních prvků (Ca, Fe, Mg, Cu, Zn) a jednotlivé biochemické ukazatele (glukóza, aspartátaminotransferáza, močovina, bilirubin, alkalická fosfatáza).

Podáváním krmného aditiva došlo ke statisticky průkaznému ($P < 0,05$) zvýšení obsahu zinku z původních $5,828 \pm 1,67$ mg na úroveň $10,57 \pm 0,79$ mg.

Obsah mědi v kontrolním odběru činil $10,737 \pm 2,46$ a statisticky průkazně se zvýšil na $12,698 \pm 1,74$ mg.

Kontrolní odběr obsahoval $4,58 \pm 0,56$ mmol/l glukózy, poslední odběr neprokázal významný rozdíl a statisticky neprůkazně ($P < 0,01$) činil $4,45 \pm 0,46$ mmol/l. V kontrolním odběru bylo stanoveno průměrné množství aspartátaminotransferázy na $2,46 \pm 0,48$ μ mol/l, které se díky podávání krmného aditiva statisticky neprůkazně ($P < 0,01$) navýšilo na $3,37 \pm 0,71$ μ mol/l. Hladina močoviny v krvi se statisticky neprůkazně ($P < 0,01$) příliš nezměnila, z počáteční hodnoty $5,86 \pm 1,20$ mmol/l klesla na $5,75 \pm 1,17$ mmol/l. Hodnoty bilirubinu se statisticky neprůkazně ($P < 0,01$) takřka neodlišovaly, z počátečních $14,61 \pm 5,45$ μ mol/l nepatrně vzrostly na $14,78 \pm 6,41$ μ mol/l. Hodnota alkalické fosfatázy statisticky průkazně ($P < 0,05$) vzrostla z $1,98 \pm 0,34$ μ mol/l na $3,18 \pm 0,66$ μ mol/l.

Klíčová slova: zinek, krev, koně

ABSTRACT

The experiment was based on the feeding of feed additive, which was composed of vitamins, methionine, zinc and copper in organic form (amino acid complex n-hydrate). The experiment was 14 horses divided into two groups (test and control group). The experimental group was the basic ration, which also received a control group, added over a period of nine months, a feed additive.

During the experiment, 5 samples were taken from which the detected concentration of some mineral elements (Ca, Fe, Mg, Cu, Zn) and various biochemical parameters (glucose, aspartate aminotransferase, urea, bilirubin, alkaline phosphatase).

Administration of a feed additive was a statistically significant ($P < 0.05$) increase in the zinc content of the original $5828 \text{ mg} \pm 1.67$ 10.57 ± 0.79 four milligrams.

The copper content in the control sampling was 10.737 ± 2.46 and statistically significantly increased to $12.698 \pm 1.74 \text{ mg}$.

Check sampling contained $4.58 \pm 0.56 \text{ mmol / l}$ glucose, the last collection and showed no significant difference statistically insignificant ($P < 0.01$) was $4.45 \pm 0.46 \text{ mmol/l}$. In the control sampling was determined the average number of aspartate aminotransferase to $2.46 \pm 0.48 \text{ } \mu\text{mol/l}$, which is due to the administration of feed additives statistically insignificant ($P < 0.01$) increased to $3.37 \pm 0.71 \text{ } \mu\text{mol/l}$. Blood urea is statistically insignificant ($P < 0.01$) did not change much, the initial value of $5.86 \pm 1.20 \text{ mmol / l}$ decreased to $5.75 \pm 1.17 \text{ mmol / l}$. Bilirubin is statistically insignificant ($P < 0.01$) without significant deviation from the initial $14.61 \pm 5.45 \text{ } \mu\text{mol/l}$ slightly increased to $14.78 \pm 6.41 \text{ } \mu\text{mol/l}$. Alkaline phosphatase statistically significant ($P < 0.05$) increased from $1.98 \pm 0.34 \text{ } \mu\text{mol/l}$ to $3.18 \pm 0.66 \text{ } \mu\text{mol/l}$.

Keywords: zinc, blood, horses

1	ÚVOD	8
2	LITERÁRNÍ PŘEHLED	10
2.1	Vývoj koní na území České republiky	10
2.1.1	Aktuální situace v České republice.....	12
2.1.2	Aktuální situace v Evropské Unii	13
2.2	Zinek ve výživě koní	14
2.3	Potřeba zinku.....	16
2.3.1	Doporučená denní dávka zinku.....	17
2.4	Zinek v krmivech pro koně	19
2.5	Zdroje zinku	21
2.5.1	Zdroje organického zinku	22
2.5.2	Zdroje anorganického zinku	23
2.6	Význam a funkce krve	23
2.6.1	Krevní plazma.....	24
2.6.2	Krevní elementy.....	27
2.7	Biochemické krevní parametry	30
2.7.1	Glukóza.....	30
2.7.2	Aspartát transamináza.....	30
2.7.3	Močovina	31
2.7.4	Bilirubin	31
2.7.5	Alkalická fosfatáza	32
3	CÍL PRÁCE	33
4	MATERIÁLY A METODIKA.....	34
4.1	Odběr a příprava vzorků krve	34
4.2	Metodika laboratorních analýz.....	35
4.2.1	Stanovení obsahu vlhkosti	35

4.2.2	Stanovení obsahu dusíkatých látek	35
4.2.3	Stanovení obsahu vlákniny	35
4.2.4	Stanovení obsahu tuku	36
4.2.5	Stanovení obsahu popela	36
4.2.6	Stanovení obsahu bezdusíkatých látek výtahových	36
4.2.7	Stanovení hladiny minerálních prvků v krevní plazmě	36
4.3	Metodika pokusných sledování na živých zvířatech.....	36
4.3.1	Zvířata a krmení.....	36
4.3.2	Odběry a laboratorní testy.....	38
4.4	Statistika.....	38
5	VÝSLEDKY	39
5.1	Výsledky rozboru krve – minerální prvky	39
5.2	Výsledky rozboru krve – biochemie	42
6	DISKUSE.....	46
7	ZÁVĚR	48
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	49
8.1	Literární zdroje.....	49
8.2	Internetové zdroje.....	53
9	SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ	54
10	SEZNAM TABULEK	54
11	SEZNAM ZKRATEK	55

1 ÚVOD

Koně doprovází člověka přes 4 000 let od jejich domestikace. Vztah mezi lidmi a koňmi si během této doby prošel mnoha změnami. Od lovené kořisti, přes nepostradatelnou pracovní sílu v zemědělství, zbraň používanou ve válce, dopravní prostředek, vrcholového atleta pro sport až po kamaráda na rekreaci.

Koně patří mezi hospodářská zvířata, stejně jako krávy, ovce nebo prasata atd. Avšak pouze koně nechováme ani pro maso ani pro mléko. Vždy bylo využíváno pouze jeho sílu a rychlost. I v dnešní moderní době si tato zvířata našla po boku lidí své místo. Oblíbenost jezdeckví stále roste a důkazem jsou stoupající počty koní. Mnoho lidí se vrací zpět k přírodě, odcházejí z měst na vesnice, vyhledává kontakt se zvířaty nebo aktivně odpočívají díky agroturistice. Využití koní se ovšem neomezuje pouze na agroturistiku a turistické výlety, krátké vyjížděky nebo rekreační ježdění, ale velké uplatnění nachází také ve sportovní sféře. Jezdecký sport je dnes velmi oblíbený a sportovní disciplíny jsou velmi rozmanité.

Stejně jako u hospodářských zvířat, tak i u koní je velice důležitá kvalitní výživa. Je potřeba si však uvědomit, že požadavky koní na krmení jsou od ostatních užitkových zvířat odlišné. Liší se z důvodu odlišné trávicí soustavy s malým žaludkem, nárokům na živiny a složení. Ať už se jedná o koně na rekreaci, hiporehabilitaci, pracující v lesích, o turistické koně, o chovné nebo o sportovní koně, je velmi důležité sestavit správnou krmnou dávku z kvalitních krmiv. Především u koní sportovních, chovných nebo koní těžce pracujících, kteří mají vyšší nároky na kvalitní krmení, je nutné dbát o dostatek živin, minerálů a vitamínů. S kvalitním krmením je kůň schopný podávat nejlepší výsledky.

Díky tomu, že se jezdeckví stalo vrcholovým sportem na vysoké úrovni, tak se i filosofie krmení musela posunout kupředu. Dnes se bazíruje na veškerých detailech, a to jak na množství, tak především na složení s využitím různých krmných doplňků. Krmná dávka obsahující zelenou píci, seno a oves nepokryje denní potřebu živin. A právě proto se využívají tyto různé krmné doplňky a premixy, které obsahují velmi potřebné minerální látky a vitamíny.

Minerální prvky vystupují v různých chemických formách. Využitelnost prvku se odvíjí od formy, ve které ji zvířatům podáváme. Mnoho studií poukazuje na to, že organické formy minerálních prvků jsou lépe využitelné, avšak existují pokusy, které dokazují opak. Vstřebatelnost prvků závisí, kromě chemické formy, také na jiných

faktorech, jako jsou korelace a antagonistické vlivy mezi jednotlivými prvky. Proto je důležité zvolit odpovídající množství a poměr minerálních prvků přidávaných do krmné dávky.

2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Vývoj koní na území České republiky

Chov koní na území Evropy patří k dávným tradicím, a také v České republice má své hluboké kořeny. Historické písemné důkazy nejsou příliš početné, avšak archeologické nálezy z Libice, Brna nebo z okolí Děvína nasvědčují dávným slovanským chovům na území Čech a Moravy (Misař, 2011).

První písemný záznam o výskytu koní na území České republiky, je zaznamenán v tzv. Análech fuldských pocházejících z roku 871 (Misař a Jiskrová, 2008). Další písemnosti pocházejí z roku 1560, kdy jsou ve „Zprávě o dobytku koňském“ zmínky o tehdejších koních z nymburského a čáslavského kraje. Tehdejší šlechtění bylo ovlivňováno orientálními koňmi pro lepší obratnost a vytrvalost lokálních koní (Misař, 2011). Již v 16. století se díky šlechtění rozdělovali koně na lehčí a těžší typ (Misař a Jiskrová, 2008). Kolem roku 1592 byl nařízen zákaz vývozu koní z důvodu obávané války s Turky (Misař, 2011). I přes tato opatření došlo k mnohočetným ztrátám koní selského chovu (Misař a Jiskrová, 2008).

Další šlechtění bylo přizpůsobeno pro potřebu jízdních útvarů a pro dopravu, avšak plemenitba nebyla nijak řízená a vznikaly mohutnější koně s lokálním rázem (Misař, 2011). Nástup dokonalejších střelných zbraní způsobil změnu ve šlechtění. Začaly se dovážet koně holštýnského, starošpanělského a italského chovu, a také se začal zdokonalovat jezdecký výcvik koní i jezdců podle zásad akademického jezdeckví (Misař a Jiskrová, 2008).

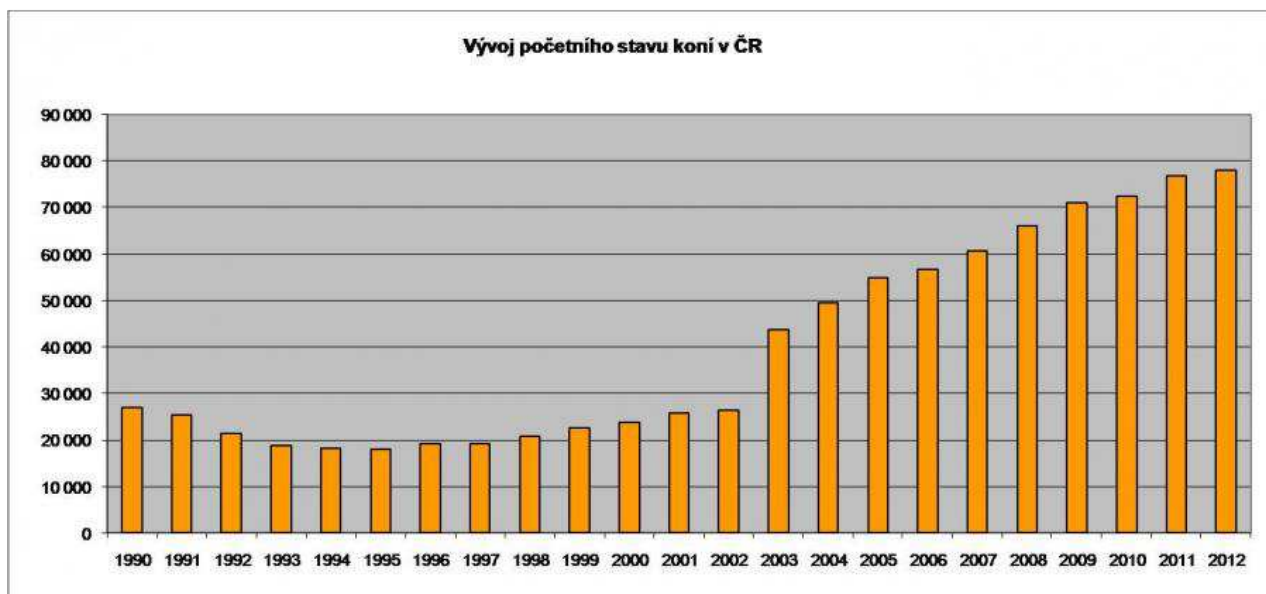
V 16. století byly založeny hřebčiny v Lipici a v Kladrubech nad Labem, kde byly chovány španělští koně (Misař, 2011). Důležité změny nastaly v roce 1736 za dob Karla IV, kdy vznikly první zákony o chovu koní. Další změny přinesla Marie Terezie v roce 1763. Uvedla nařízení krajským vládám evidovat hřebce a klisny vhodné pro zařazení do plemenitby. Nejdůležitější změnu zavedl Josef II v roce 1780, změnou organizace a řízení chovů ve prospěch vojenské správy (Misař a Jiskrová, 2008).

Za dob Rakouska – Uherska byly požadavky na šlechtění koní různé. Vojsko stále požadovalo lehčí teplokrevné koně, kteří však nebyli vhodní pro zemědělskou práci. V důsledku tohoto požadavku bylo vytvořeno 5 chovných oblastí s chovem odlišných typů koní (Misař a Jiskrová, 2008).

Rozvoj chovu a bouřlivý nárůst populace koní nastal v druhé polovině 19. století. Bylo to zapříčiněné rychle se rozvíjejícím zemědělstvím, a tak bylo nutné zvýšit produktivitu práce a s tím spojenou výkonnost koní (Dušek a kol., 2011). Stoupaly také nároky na osobní dopravu, transport surovin a materiálů, využití koní v průmyslu, a rostly i nároky armády na počty koní (Misař a Jiskrová, 2008). Chov koní se v těchto dobách vyvíjel velmi dynamicky. Mimo koně pro zemědělskou práci, kteří byli šlechtěni především pro tah a koně určené pro armádu, se rozvíjelo i šlechtění sportovních jezdeckých koní (Dušek a kol., 2011). Chov anglického plnokrevníka byl také na vzestupu. Začala vznikat dostihová závodiště a dostihy nabývaly na popularitě (Hošák, 2010).

Výrazný úbytek koní nastal ve 20. století v poválečném období. Chovy byly válkou silně poškozeny, stavy koní se zmenšily a kvalita plemen klesla. Pro navýšení stavů byla zavedena opatření a díky importu hřebců bylo v roce 1920 v Čechách a na Moravě 385 806 koní (Misař a Jiskrová, 2008). Během meziválečného období počty koní stále rostly. Během II. světové války byly chovy decimovány. Po skončení války na našem území však zůstaly velké počty kořistních koní z různých chovů, jako jsou hannoverský, trakénský a jiné.

V druhé polovině 20. století nastala výrazná technická revoluce jak v zemědělství, tak ve vojenské oblasti. Díky technickému pokroku chladnokrevní koně ztratili své dosavadní využití, a chov těchto koní byl na ústupu (Dušek a kol., 2001). Ačkoliv nebyly koně pro armádu již potřebné, zůstalo několik útvarů v Pohraniční stráž (Hošák, 2010). Nejrazantnější úbytky začaly v letech 1959 – 1961, kdy se roční úbytek pohyboval kolem 35 000 koní. Nastal obrovský úbytek, celkově stavy koní poklesly z 333 050 koní z roku 1955 na 75 192 koní v roce 1970 (Misař a Jiskrová, 2008). Začátkem 60. let se pozvolna rozvíjel jezdecký sport. Avšak s nástupem komunistického režimu bylo jezdeckví potlačováno a počty koní se razantně snižovaly. V roce 1995 bylo v České republice pouhých 18 000 koní.



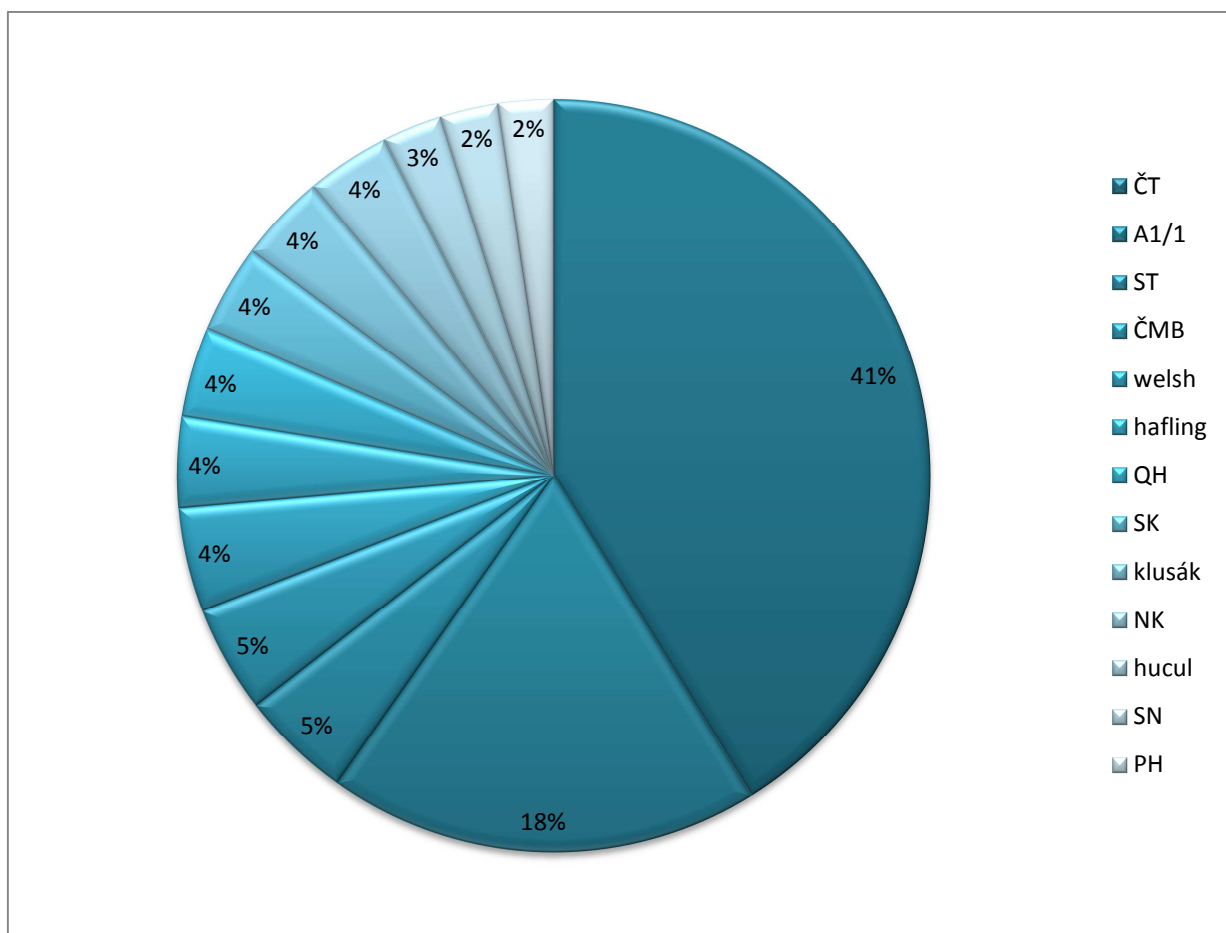
*Obr. 1 Graf vývoje početního stavu koní v ČR v letech 1990 – 2012
(Petlachová a kol., 2013)*

Od 1995 roku se počty koní začaly postupně zvyšovat. Jezdeckví nabývalo na popularitě a zájem o jezdecký sport rostl. Veliký skok v počtech koní nastal v roce 2002, kdy byl vydán nový zákon o evidenci koní.

2.1.1 Aktuální situace v České republice

Díky rostoucímu zájmu o jezdecký sport, rekreační ježdění, nebo také agroturistiku se počet koní stále navyšuje. Podle ústřední evidence koní je v České republice ke dni 31. 1. 2015 evidovaných 81 500 kusů koní. Větší polovina těchto koní patří mezi 202 uznaných plemen, zatímco necelých 30 % jsou bohužel koně bez plemenné příslušnosti.

Nejrozšířenějším plemenem na území České republiky je český teplokrevník, v dnešní době je evidováno kolem 19 000 jedinců. Druhým nejpočetnějším plemenem je anglický plnokrevník, který má kolem 8550 zástupců. Dalšími plemeny, která mají kolem 2000 zástupců a méně jsou slovenský teplokrevník, českomoravský belgický kůň, velšský pony, hafling, také americká plemena, starokladrubský kůň, klusák a další.



Obr. 2 Graf podílového zastoupení různých plemen koní v České republice ke dni 1. 1. 2014

ČT- Český teplokrevník; A1/1 – Anglický plnokrevník; ST – Slovenský teplokrevník; ČMB – Českomoravský belgický kůň; QH – Quater horse; SK – Starokladrubský kůň; NK – Norický kůň; SN – Slezský norik; PH – Paint horse

2.1.2 Aktuální situace v Evropské Unii

V Evropských zemích se stavy koní vyvíjely podobným způsobem. V sousedním Polsku počty koní v 60. letech minulého století dosahovaly až tří milionů kusů. Od té doby došlo k razantnímu poklesu stavu, a to na 222 210 koní v roce 2012 (Anonym 1, 2015).

2.2 Zinek ve výživě koní

V těle všech rostlin a živočichů se vyskytuje většina prvků, které najdeme v periodické soustavě. Určité prvky jsou pro život nepostradatelné, označujeme je jako biogenní (Jelínek a kol., 2003). Organické prvky, jako jsou uhlík, vodík, kyslík a dusík, tvoří základ organických látek a ostatní biogenní prvky jsou minerální látky. Podle množství, ve kterém se v organismu vyskytují, dělíme minerální látky na makroprvky a mikroprvky (Jelínek a kol., 2003).

Základní funkce minerálních prvků dělíme do čtyř skupin:

- Strukturální – strukturální složky tkání a orgánů jsou tvořeny minerálními látkami. Jako příklad lze uvést vápník a fosfor, které tvoří strukturální uspořádání kostí a zubu. Také zinek, který se podílí na strukturální stabilitě inzulínu.
- Fyziologická – minerální látky se vyskytují v procesech trávení, vstřebávání živin, přenosu energie, detoxikace atd.
- Katalytická – jedná se o funkci katalyzátorů enzymatických a hormonálních systémů.
- Regulační – regulace metabolismu. Pro buněčnou replikaci a transkripci jsou důležité minerální látky, jako jsou hořčík, vápník a zinek.

(Jelínek a kol., 2003)

Zinek je mikroprvek s mnohostranným významem, a proto ve všech buňkách organismu najdeme určité množství (Jelínek a kol., 2003). Hned po železe je druhým kovem s největším zastoupením, vyskytuje se ve veškerých enzymatických třídách (Broadley a kol., 2007). Je součástí, a také aktivátorem mnoha enzymů, jako je například inzulín (Zeman a kol., 2006). Najdeme ho v následujících enzymech: karboanhydrázy, alkalické a kyselá fosfatázy, superoxidodismutázy, laktátdehydrogenázy, peptidázy a další. Jako element těchto enzymů se účastní mnoha biochemických reakcí na buněčné úrovni (Jelínek a kol., 2003). Účastní se mnoha metabolických procesů. Důležitou roli odehrává v syntéze nukleonových kyselin a při metabolismu sacharidů a bílkovin (Zeman, 1999).

Množství zinku je v organismu rozděleno poměrně nepravidelně. Největší množství podíl se nachází v kostní tkáni, kopytech a srsti, na jejichž kvalitu má největší vliv. Avšak největší koncentrace zinku se nachází v cévnatce a v prostatě (Jelínek a kol., 2003). Je důležitý pro fyziologické procesy pojivové tkáně, kůže a kožních derivátů, a působí tak na hojení ran. Má význam pro obnovu skeletu a má vliv i na celkový růst zvířete (Zeman a kol., 2006). Vysokou koncentraci najdeme v místě hojení kostních fraktur (Illek a kol., 2000). Významně podporuje imunitní systém tím, že je nepostradatelný pro produkci a správnou činnost bílých krvinek (Jelínek a kol., 2003). Množství zinku obsažené ve vnitřních orgánech se liší a není stálé. Obsah záleží na věku, pohlaví a kvalitě minerální výživy. Zinek se nachází také ve svalové tkáni. Rozdílné množství se nachází ve svalových vláknech jiné barvy a s jinou funkční aktivitou. Nižší koncentrace je ve svalech světlejší barvy s nižší funkční aktivitou oproti svalům tmavší barvy a s větší aktivitou (Illek a kol., 2000). Nejmenší koncentraci zinku má nervová soustava a plicní tkáň (Jelínek a kol., 2003).

Zinek je nezbytný pro vyvinutí a činnost pohlavních orgánů, a tak působí na plodnost a reprodukci zvířete. Ovlivňuje činnost pohlavních žláz, a také aktivuje činnost hypofýzy k tvorbě hormonů (Zeman, 1999). Nedostatek má vliv na tvorbu prostaglandinu, a tím může narušit jeho luteální funkci (Graham, 1991). Velké množství zinku obsahují také spermie (Illek a kol., 2000).

Nemalé množství zinku se nachází i v krevním řečišti. Je obsažen jak v krevní plazmě, tak v erytrocytech, leukocytech i trombocytech. Na erytrocyty se váže 75 – 88 % zinku z celkového množství v krvi, 12 – 22 % se nachází v krevní plazmě a 3 % jsou obsaženy v leukocytech (Illek a kol., 2000). Co se plazmatického zinku týká, jedna třetina je volně navázána na albuminy a zbylé dvě třetiny se pevně vážou na globuliny (Jelínek a kol., 2003). V plazmě se nachází až o 16 % více zinku než v krvi, je to způsobeno uvolněním zinku během rozpadu trombocytu při koagulaci krve (Illek a kol., 2000). Zinek obsažený v erytrocytech je ve formě karboanhydrázy. Fosfatáza, superoxidodismutáza a další metaloproteiny se nacházejí v leukocytech (Jelínek a kol., 2003).

Změna množství zinku v krmné dávce je patrná na složení krevního obrazu. Resorpce závisí na koncentraci mikroprvku v zažitině, na potřebě organismu, na věku, na chemické formě a na působení dalších prvků, které se nacházejí v zažitině. Zinek je vstřebáván aktivní formou v části tenkého střeva v duodenu. V první fázi se váže na

specifický protein obsažený v erythrocytech a následně prostupuje do lymfy a krve (Jelínek a kol., 2003).

2.3 Potřeba zinku

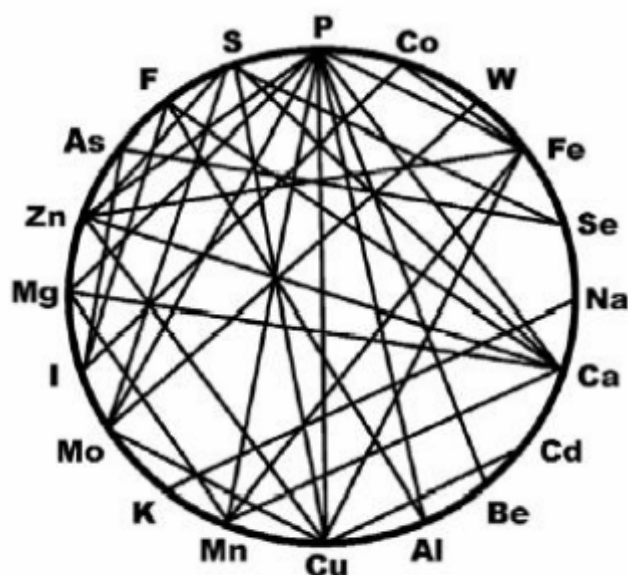
Všechny minerální látky v organismech jsou za fyziologického stavu udržovány zhruba ve stejném poměru (Jelínek a kol., 2003). Organismus je sám schopen upravit obsah mikroprvků a makroprvků, nehledě na přijaté množství z krmných směsí nebo z jiných exogenních zdrojů (Zeman a kol., 2006). Avšak přísun dostatečného množství v ideálním poměru, zajistí správnou funkci minerálních látek v organismu (Dušek, 1999). Při nedostatku minerálů v krmivu je organismus schopen uvolnit látky z jednotlivých tkání, které si dříve uložil do zásob, a poté je dopravit krví na potřebné místo (Komárek a kol., 1971). Avšak jak nedostačující, tak i nadbytečný příjem minerálních látek je pro organismus nevhodný (Jelínek a kol., 2003).

V případě nedostatečného množství jedné nebo více minerálních látek v krmných dávkách, může nastat nárůst potřebného množství. Chovná zvířata jsou čím dál tím více závislá na příjmu minerálních látek. V trávenině se látky nacházejí v těchto třech formách:

- Minerální ionty v roztoku,
- Metalo-organické ionty v roztoku,
- Konstituovány jako nerozpustné substance

První a druhá forma jsou zpravidla dobře vstřebávány do organismu, třetí forma není plně absorbována (Šimek, 2007).

V organismu nepůsobí jednotlivé minerální prvky samostatně, ale vždy se mezi nimi vyskytuje určitá souvislost a korelace (Jelínek a kol., 2003). Jedná se o synergické nebo antagonistické vlivy, které se uskutečňují v různém prostředí. Do jisté míry probíhají v krmivu, pak v trávicím traktu, ale i v procesech tkáňového a buněčného metabolismu (Georgievskij, 1982).



Obr. 3 Vzájemné vztahy mezi minerálními prvky v organismu
(Zeman a kol., 2006)

Na zinek působí mnoho jiných prvků antagonistickým vlivem. Vápník, hořčík a železo ovlivňují vstřebávání zinku (Zdrojewicz a Wiśniewska, 2005). Zinek je také negativně ovlivňován kadmíem, které konkuruje zinku v buňkách organismu na zásadních vazebných místech (Illek a kol., 2000). Bylo také dokázáno, že nadbytek vápníku snižuje množství zinku v krvi (Danek a kol., 1995). Zinek působí antagonistickým vlivem také na olovo a kadmium, a tím podporuje vylučování těchto kovů z organismu (Zdrojewicz a Wiśniewska, 2005). Pomocí antimetabolizmu zabraňuje vstřebávání olova (Mazurek-Machol a Machoy-Mokrzyńska, 2005).

Požadavky koně na množství minerálních látek jsou individuální. Musíme brát v úvahu tělesnou hmotnost zvířete, jeho věk a fyziologické podmínky, jako jsou například březost, laktace aj. Je nutno přihlížet i k způsobu využití a úrovni kondice, způsobu chovu a krmné dávce (Kratochvílová a kol., 2007).

2.3.1 Doporučená denní dávka zinku

Potřeba zinku je závislá na množství mědi a vápníku, při nadbytku mědi a vápníku se zvyšuje nárok na zinek. Potřeba zinku pro koně s hmotností 500 kg se pohybuje od 250 do 500 mg denně. Množství podávaného zinku se liší i v závislosti od formy v jaké

je podáván. U oxidu zinečnatého se dávka pohybuje do 600 mg Zn/kg a u chelátových sloučenin vystačí pouze 80 mg Zn/kg (Zemana kol., 2006). U březích a klisen v laktaci není potřeba příjem zinku navyšovat. U hříbat, která jsou náročná na živiny díky vývoji a růstu, je potřeba doplnit krmivo o 30 mg zinku na kilo přírůstků (Mechová, 2014).

Krmiva používaná pro krmení koní jsou často chudá na zinek a další minerální prvky. Výzkumy provedené ve Švýcarsku dokazují, že krmná dávka složená ze sena a ovsy nepokryje denní potřebné zinku pro dospělého koně (Mirowski a Didkowska, 2015).

Nedostatečný příjem během delšího období vede k onemocněním a chorobám z nedostatku (Šimek, 2007). Deficit může být způsobený jak nízkým obsahem v krmné dávce, tak vlivem antagonistických prvků (Čermák, Jeroche, 2005). Ke snížení množství v krvi může dojít i z důvodu probíhajícího zánětu v organizmu (Rad a kol., 2013). Příznaky klinického nedostatku se u koní nevyskytuje příliš často (Mirowski a Didkowska, 2015). Primární projevy při nedostatku zinku jsou zpomalení růstu, nechutenství, netypické změny na kůži a na sliznicích. Projevem nedostatku jsou také kožní léze (Zhu a kol., 2014). Strádání na zinek se také projevuje oslabenou imunitou a špatným vývojem (Ali a kol., 2013). Často dochází k vadné funkci pohlavních orgánů a k poruchám reprodukce (Jelínek a kol., 2003). U samců způsobuje nízkou koncentraci testosteronu a menší objem ejakulátu (Zdrojwicz a Wiśniewska, 2005). U hříbat se nedostatek projevuje nekvalitní či poškozenou srstí, a také zpomalením růstu (Mirowski a Didkowska, 2015). U starších jedinců způsobuje nedostatek zinku zánětlivé procesy (Paula a kol., 2014).

Zinek a měď mají shodné transportní mechanismy, a proto se vzájemně ovlivňují. Nadbytečný příjem zinku může zapříčinit nedostatek mědi v organizmu (Mechová, 2014). Dávky minerálních látek by neměly dlouhodobě překračovat denní potřebu koně. Avšak vyšší dávky zinku jsou dospělí jedinci schopni poměrně dobře snášet. Za to u březích klisen je nutno podávání kontrolovat a dávku nepřekročit, jelikož může dojít k ukládání přebytků v játrech plodu. U mladých koní dochází k poruchám růstu kostry a vede až ke kulhání. Tyto problémy jsou zapříčiněné obzvláště nedostatkem mědi (Casteel, 2001). Podávání zinku nad 900 mg/kg sušiny v krmivu je pro koně toxické (Lewis, 1995). Velmi vysoké dávky zinku, které jsou přijímané dlouhodobě, způsobují poruchy nervové soustavy. Poškození nervů má negativní vliv na metabolické cesty (Gapys a kol., 2014).

2.4 Zinek v krmivech pro koně

Krmivo je pro koně zdrojem především energie, vitamínů a minerálních látek. Jak je všeobecně známo, půda je vyčerpaná a je čím dál tím víc chudší na minerální prvky. Zemědělci se většinou zaměřují pouze na kvantitu nikoliv na kvalitu produkovaných plodin. Díky vyčerpané půdě jsou pěstované plodiny chudé na živiny. Navzdory tomu dnešní trend zakládání pastvin je přizpůsoben chovu krav s TPM. Pastviny s tímto složením jsou často využívány také pro koně. A právě tyto vysoce energeticky založené kultury nejsou pro koně vždy vhodné.

Jako základní objemné krmivo pro koně, kromě zelené píce, je používáno seno. Složení sena je závislé na mnoha faktorech, a tedy bez rozboru konkrétní dávky nelze vyjádřit přesné hodnoty. Kvalita sena a obsah živin je odvozena od druhového složení sena, období seče, kvality zpracování a uskladnění. Obsah zinku v průměrném seně je 26 mg/ kg sušiny. Nejpoužívanější je seno luční a vojtěškové.

Také senáže jsou často využívány pro krmení koní. Jedná se o zakonzervovanou zelenou píci se sušinou do 80%. Díky vysoké vlhkosti odpadají problémy s prašností jako u sena. Sláma se v dnešní době jako krmivo téměř nepoužívá. Je to balastní krmivo s vysokým obsahem vlákniny a nízkou stravitelností. Avšak sláma koně dobře zabaví a pomáhá zachovat fyziologické pochody v trávicím traktu. Spíše je vhodná jako podestýlka ve stájích. Sláma z ovsa a luskovin je nejbohatší na živiny, ale nejlépe koně přijímají takovou slámu, která je bohatá na stonky, jako je sláma žitná a pšeničná.

Objemná krmiva neobsahují příliš mnoho zinku, je to zhruba kolem 20 – 50 mg/kg v sušině. Toto množství zdaleka neodpovídá doporučené denní dávce zinku. A proto koním, kteří jsou pastevně ustájeni nebo nemají krmnou dávku doplněnou obilovinami, je potřeba přidávat minerální doplňky nebo solný líz.

Vhodnou krmnou dávku je nutné sestavit podle využití daného koně, podle jeho věku, kondice a zdravotního stavu. Dnes je každému chovateli nebo majiteli přístupné velké množství krmiv, vitaminových, minerálních doplňků a dalších krmných doplňkových produktů. Při sestavování krmné dávky je nutné správně zvolit obsah energie, živin, a také množství krmiva, které koni podáváme. Především u sportovních koní, u kterých jsou očekávány výsledky, je důležitá skladba krmné dávky. Je potřeba zaměřit se na energii z kvalitních krmiv (Strouhová, 2010).

Koně aktivně využívání pod sedlem, na práci v lese, nebo sportovní koně, potřebují doplnit energii jadrnými krmivy. Obiloviny obsahují velké množství škrobu s minimem tuků. Pro obohacení krmné dávky jsou podávány kromě obilovin, také olejniny a luskoviny.

Obsah zinku v obilninách:

- Oves – 32,3 mg/kg sušiny
- Ječmen – 25,5 mg/kg sušiny
- Kukuřice – 21,3 mg/kg sušiny
- Pšeničné otruby – 88,5 mg/kg sušiny

(Anonym 2, 2015)

Krmnou dávku lze také obohatit granulemi nebo mísli vyrobenými přímo pro koně. Výrobci nabízejí na trhu širokou paletu svých výrobků. Na výběr jsou granule nebo mísli s různorodým složením. Což umožňuje vybrat každému koni odpovídající krmivo. Pro porovnání obsahu zinku, jsem zvolila granulovaná krmiva určená pro koně ve střední zátěži.

Spillers – Response slow release energy cubes – 125 mg/kg

Schaumann – Horsal W2 – 102 mg/kg

Pavo condition – 100 mg/kg

Fitmin Hobby – 93 mg/kg

Krmnou dávku sportovních koní a koní v zátěži je vhodné doplnit také minerálními doplňky. Avšak při správném sestavení krmné dávky, lze přidávání minerálních látek vynechat (Mareš a kol., 2009). Můžeme je rozdělit do tří následujících skupin:

- Vápenaté minerální přísady – krmný vápenec, vaječné mleté skořápky, plavená křída
- Vápenatofosforečné minerální krmné přísady – kostní moučka a šrot, krmné fosforečnany atd.
- Kombinované minerální krmné přísady

(Dušek a kol., 2001)

Zde je pro porovnání uvedeno množství zinku u některých produktů kombinovaných minerálních přísad:

Schaumann – Horsal exklusiv – 5000 mg/kg

NutriHorse Standart – 4250 mg/kg

NutriHorse Sport – 3000 mg/kg

Pavo VitalComplete – 2500 mg/kg

Fitmin Balance – 2110 mg/kg

Spillers - Equivite original – 1000 mg/kg

2.5 Zdroje zinku

Z hlediska výživy patří minerální látky k nenahraditelným živinám. Organismus zvířete je čerpá nejčastěji z přijatého krmiva a pitné vody (Straková a kol., 2008). Podle formy minerální látky obsažené v krmivu, které se zvířeti podává, se odvíjí jeho využitelnost (Šimek, 2007). Chemická forma minerálních látek má vliv na dostupnost pro organismus, podstatný faktor je také jejich integrace s antagonisty v krmivu, a také ve střevech (Ammerman a kol., 1995).

Komerční krmné směsi jsou běžně obohaceny sloučeninami v anorganické formě. Zinek lze doplnit síranem, octanem, uhličitanem i mléčnanem zinečnatým aj. (Zeman, 2006). Nejčastěji se můžeme setkat se sulfátovou a oxidovou anorganickou formou (Duda, 2004). Kyselé prostředí žaludku způsobuje změnu chemické struktury sloučenin, a tak se vstřebává pouze malá část. Díky těmto změnám jsou anorganické sloučeniny špatně využitelné. Pouhých 3 – 15 % stopových prvků, které byly přijaty v anorganické formě, dokáže organismus využít (Duda, 2004).

Minerální látky v organické formě mohou být lépe využity organismem než tyto látky ve formě anorganické. Podle výzkumů je nejhůře vstřebatelný oxid zinečnatý. Po jeho podání se koncentrace zinku v krvi zvýšila jen nepatrně v porovnání s jinými formami tohoto prvku. Po podání síranu zinečnatého nebo zinku v organické formě se koncentrace velmi zvýšila (Wichert a kol., 2002).

Díky této skutečnosti bývá v krmných směsích mnohem vyšší obsah minerálních látek, než je vlastní potřeba zvířete. Nadbytečné množství minerálu v krmivech má negativní vliv na životní prostředí. Nevhodné a nadměrné množství přetěžuje také organismus koní (Strouhová, 2010).

Stopové prvky, které jsou ve spojení s aminokyselinami, jsou v trávicím traktu absorbovány o mnohem lépe a to z 90 – 95 %. Díky této skutečnosti mohou krmiva pro zvířata obsahovat 8 – 20krát nižší koncentraci minerální látky, než odpovídající anorganická sůl (Frydrych, 2007).

V chovech jsou používány profylakticky působící přípravky, které také působí antibakteriálně. Obsahují komplex chitosanových oligosacharidů a minerální látky jako jsou železo, zinek a vápník. Těmito přípravky je obohacována pitná voda pro zvířata ve stájích (Opletal a kol., 2010).

Výživová hodnota krmiv a minerálních doplňků, z kterých organismus čerpá minerální látky, závisí nejenom na množství látek, ale také na obsahu využitelných forem pro zvíře. Tato vlastnost krmiv se označuje jako biologická dostupnost. Její čtyři části jsou následující:

- Dostupnost – rostlinné minerály přicházejí do kontaktu s absorpční sliznicí,
 - Vstřebatelnost – vstřebatelné minerály přecházejí přes sliznici,
 - Zadržitelnost – přenesené minerály jsou udržovány,
 - Funkčnost – zadržené minerály jsou začleněny do funkčních forem,
- (Ammerman a kol., 1995).

Zdroj zinku pro novorozená hříbata je mlezivo. V posledních dnech před porodem dochází k navýšení koncentrace minerálních prvků v mlezivu. Množství zinku je zde vyšší než v kobyílím mléce, přičemž koncentrace v krvi je nejnižší (Mirowski a Didkowska, 2015).

2.5.1 Zdroje organického zinku

Již několik let jsou minerální látky ve velké oblibě využívány v organické podobě. Často je najdeme pod názvem chaláty stopových prvků (Straková a kol., 2008). Prvky vázané organicky, tedy bioplexy, mají lepší stravitelnost a jsou lépe vstřebávány než prvky v anorganické formě, jako jsou oxidy, uhličitany, sírany atd. (Dušek a kol., 2001). Je to zapříčiněno výsledkem reakce kationtů, kdy vzniká chelátová vazba, která způsobí, že se kovový iont stává odolnější vůči kyselému prostředí. Díky tomu odolává nepříznivým vlivům žaludečních kyselin, a je lépe vstřebáván ve střevech (Duda, 2004). Oproti prvkům podávané v anorganické formě, lze míchat do krmné dávky nižší koncentrace, přičemž biologický účinek zůstane zachován (Straková a kol., 2008).

Zdroje organických mikroprvků lze rozdělit do těchto skupin:

- Komplex kovů a aminokyselin – sloučenina, která je výsledkem komplexotvorné reakce rozpustné soli kovu s aminokyselinou (-ami),
- Komplex kovu a specifické aminokyseliny – sloučenina, která je výsledkem komplexotvorné reakce rozpustné soli kovu se specifickou aminokyselinou,
- Komplex kovů a polysacharidů – sloučenina, která je výsledkem komplexotvorné reakce rozpustné soli s roztokem polysacharidů,
- Chelát kovu a aminokyselin – sloučenina, která je výsledkem reakce iontu kovu z rozpustné soli s aminokyselinou, u níž je zachován molární poměr jeden mol kovu k jedné až třem (preferenčně dvěma) molům aminokyselin. Obě složky jsou spojeny koordinačně kovalentními vazbami. Průměrná hmotnost hydrolyzovaných aminokyselin musí být přibližně 150 Daltonů a výsledná molekulová hmotnost chelátů nesmí přesáhnout 800 Daltonů (Frydrych, 2007).

Podle Zemana a kol. (2006) jako zdroj zinku v organické formě může být octan nebo mléčnan zinečnatý. Podávání biokomplexů prokazatelně ovlivňuje zlepšení výkonnosti, reprodukčních vlastností, a má pozitivní vliv na celkový zdravotní stav (Dušek a kol., 2001).

2.5.2 Zdroje anorganického zinku

Různé formy anorganických sloučenin mají jinou stravitelnost, a každá je pro organismus jinak využitelná. Nejlepší stravitelnost mívají chloridy, horší sírany a uhličitany, a nejméně využitelné jsou všeobecně anorganické sloučeniny oxidů (Straková a kol., 2008). U zinku se nejčastěji setkáváme právě s oxidy, dále pak se sírany a uhličitany zinečnatými (Zeman a kol, 2006).

2.6 Význam a funkce krve

Krev je nejvýznamnější tekutina v organismu. Je složena z buněk a z tekuté složky, tedy z krevní plazmy. Objem krve je stálý, u koní odpovídá 6 – 10 % živé hmotnosti zvířete. Nacházejí se zde i koloidní a různé jiné rozpuštěné látky, které se krevním

řečištěm přepravují (Reece, 2011). Přítomnost krevních elementů a obsah krevní bílkoviny určují viskozitu krve, která je 4 -5 x vyšší než viskozita vody. Krev svým oběhem v cévní soustavě organismu zajišťuje komunikaci mezi orgány a humorální řízení jejich funkcí (Jelínek, 2003).

Krev má mnoho životně důležitých funkcí, jako jsou:

- Udržování acidobazické rovnováhy,
- Dýchání – přenos kyslíku a oxidu uhličitého,
- Termoregulace,
- Transport,
- Vylučování škodlivin,
- Zajišťuje obranné mechanismy,
- Regulace pH.

Krev transportuje do okolních buněk a tkání kyslík, živiny a vitamíny, energetické cukry, hormony a další látky. Naopak z buněk do krve přechází oxid uhličitý a další odpadní látky. Krev je pak odvádí do plic, jater nebo ledvin, kde jsou zpracovány a odvedeny z těla (Carolin, 2004).

Rektální teplota je zpravidla o něco nižší než teplota krve. Krev protékající přes játra je nejteplejší, za to kolem plic a v kůži je krev nejchladnější. Barva krve se také různí. Obsah kyslíku určuje, zda je krev světlá nebo tmavší (Reece, 2011). Obsah různých těkavých mastných kyselin určuje pach krve, díky čemuž se různí. Chuť krve je slabě slaná (Jílek a kol., 2008). Během intenzivní činnosti nebo při velkých změnách životních podmínek, se funkce krve mimořádně zatěžují. I přes homeostázu bývá odraz takového zatížení patrný. Právě díky tomu lze sledovat fyziologický stav organismu pomocí posouzení složení krve (Jelínek a kol., 2003).

2.6.1 Krevní plazma

Krevní plazma je složena z 91 – 92 % vody, zbylých 8 – 9 % jsou anorganické a organické látky (Jílek a kol., 2008). V plazmě se nacházejí veškeré koagulační faktory, a také se zde vyskytují všechny druhy látek, které se nacházejí v organismu v organické podobě. Složení a množství látek je za určitých fyziologických podmínek stabilní. Díky

neusáté výměně látek mezi buňkami, plazmou a intersticiální tekutinou je udržena dynamická rovnováha (Jílek a kol., 2008).

Barva krevní plazmy se liší podle druhu zvířete. Je buďto bezbarvá nebo nažloutlá, kdy je žlutá barva způsobena obsahem bilirubinu. U koní je plazma žlutá, a to více než u jiných hospodářských zvířat (Reece, 2011).

Tab. 1 - Normální hodnoty pro obsahy makroprvků a stopových prvků v plazmě koně (Mayer, Coenen, 2003)

	mg/l	mmol/l
Ca	110-130	2,8-3,3
P anorg.		
Hříbě do 3. mšsíců	60-80	1,9-2,6
3 - 6 mšsíců	50-70	1,6-2,3
6 - 12 mšsíců	50-60	1,6-1,9
1 - 3 roky	40-60	1,3-1,9
Koně nad 3 roky	30-50	1,0-1,6
Mg	18-24	0,75-1,0
Na	3200	139
K	140	3,5
Cl	3500-3700	100-104
	μg/l	
Fe	700-2000	
Cu	500-1500	
Zn	600-1200	
Se		
Dospělá zvířata	100-250	
Hříbata	70-90	
I		
Celkem	50-120	
Vázaný na bílkoviny	15-25	

Z anorganických látek se v plazmě vyskytují sodík, draslík, vápník, hořčík, fosfáty a hydrogenuhličitaný. K organickým látkám patří glukóza, plazmatické bílkoviny, tuky, mastné kyseliny, laktát bilirubin a nebílkovinné dusíkaté látky, jako je močovina,

aminokyseliny, kreatin a kreatinin (Reece, 2011). Podrobnější složení a množství látek je uvedeno v následující tabulce.

Tab. 1 - *Chemické složení krevní plazmy*

(Jelínek a kol., 2003)

	jednotka	skot	kůň	prase
glukóza	mmol/l	3,5	4,7	4,7
celková bílkovina	g/l	75	75	68
albumin	g/l	33,9	28,8	31,1
alfa - globuliny	g/l	9,2	15,3	13,6
beta - globulin	g/l	13,8	18,7	9,5
gama - globulin	g/l	17,9	11,1	13,6
močovina	mmol/l	4,5	5	6
kreatinin	μmol/l	133	109	102
lipidy celkem	g/l	3,3	3,2	3,5
cholesterol	mmol/l	3,9	2,2	3,4
triacylglycerol	g/l	0,4	0,7	0,3
vitamin A	mg/l	0,24	0,12	0,2
bilirubin celk.	μmol/l	2,5	12,5	2,5
ALP	μkat/l	0,6-3	0,3-2,8	0,4-3
GMT	μkat/l	0,1-0,6	0,1-0,5	0,1-0,4
ALT	μkat/l	0,2-1,3	0,1-0,4	0,3-1,4
AST	μkat/l	0,3-1,3	0,1-3,3	0,3-1,5
CK	μkat/l	0,2-1,5	0,1-0,8	0,2-1,8
sodík	mmol/l	141	139	146
draslík	mmol/l	4,3	4,6	5,1
vápník	mmol/l	2,5	3	2,5
hořčík	mmol/l	1,23	0,82	1,23
fosfor anorg.	mmol/l	2	1,6	2,3
chlor	mmol/l	104	101	104
železo	μmol/l	17,9	19,7	21,5
měď	μmol/l	14	13	30
zinek	μmol/l	15	15	15
mangan	μmol/l	1,1	0,6	0,15
selen	μmol/l	1,2	1,5	1,4
jod	μmol/l	0,5	0,3	0,4

V krevní plazmě se vyskytuje také močovina, z jejího množství lze stanovit kvalitu přeměny dusíku v organismu, exkreční schopnost ledvin a syntetické pochody v játrech (Hanák, 1996). V krvi se močovina objevuje také, její hladina kolísá v závislosti na příjmu dusíkatých látek v potravě. Změny hladiny močoviny v krvi mohou způsobit také abnormální procesy, které se odehrávají před ledvinami, v ledvinách nebo také za ledvinami (Kaneko a kol., 1997). Hodnoty močoviny se u hospodářských zvířat pohybují v rozmezí 2,5 – 8,3 mmol/l (Pavlík a Sláma, 2011). Zvýšené množství v krvi může způsobit hladovění, kdy dochází k rozkladu bílkovin (Jelínek a kol., 2003).

Množství organických látek není pro vlastnosti plazmy zcela podstatné, avšak jejich správný počet poukazuje na dobrý zdravotní stav daného zvířete. Zato je velmi důležité sledovat obsah plazmatických bílkovin, které jsou ukazatelem fyzikálně chemických vlastností krevní plazmy. Jejich počet se u savců pohybuje kolem 60 – 80 g/l (Jílek a kol., 2008).

2.6.1.1 Bílkoviny krevní plazmy

Bílkoviny, které se vyskytují v krevní plazmě, dělíme na albuminy, globuliny a fibrinogen. Díky těmto bílkovinám je pomocí onkotického tlaku udržován stálý objem plazmy v organismu, pomocí nárazníkového systému je udržované stálé pH, a také zajišťují transport navázaných látek, jako jsou vitamíny, hormony nebo soli (Jílek a kol., 2008).

2.6.2 Krevní elementy

2.6.2.1 Erytrocyty

Červené krvinky jsou bezjaderné, velmi pružné a ohebné buňky. V průběhu vývoje zaniklo jádro, mitochondrie a také Golgiho aparát (Jílek a kol., 2008). Jsou schopné bez poškození procházet i nejužšími kapilárami díky jejich deformabilitě. Tvar erytrocytu se nepatrně liší v závislosti na druhu zvířete. Všeobecně lze však říci, že erytrocyty mají tvar bikonkávních disků (Reece, 2011). Velikost erytrocytu v organismu se může lišit, mění se z důvodu fyziologické anizocytózy (Jílek a kol., 2008). U koní se velikost červených krvinek pohybuje kolem 4 – 5 μm (Doubek a kol., 2003).

Bikonkávní tvar má určitý důvod a také výhody:

- větší poměr povrch: objem,
- minimální vzdálenosti pro difuzi dýchacích plynů,
- větší množství objemových změn, zapříčiněné působením osmotického tlaku bez hrozby porušení integrity membránových erytrocytu (Reece, 2011)

Erytropoéza, tedy tvorba nových červených krvinek, probíhá před narozením v játre, slezině a kostní dřeni (Reece, 2011). Mladé, nové červené krvinky se nazývají retikulocyty. Najdeme je v krevním řečišti zvířat, u nichž se erytrocyty dožívají méně než 100 dnů. Avšak u koní, jejichž erytrocyty mají delší životnost, retikulocyty v krvi nenajdeme (Jílek a kol., 2008). V období růstu a dospělosti je tvorba erytrocytů omezená na kostní dřeň. Tyto krevní buňky jsou v neustálém koloběhu, kdy plynule vznikají nové a staré jsou selektivně odstraněny z krevního oběhu pomocí specializovaných buněk MPS (Reece, 2011).

Intenzita tvorby se odvíjí od nároků tkání na zásobení kyslíkem. U koně s hmotností 454 kg se během 1 sekundy vytvoří průměrně 35 milionů erytrocytů (Reece, 2011). Počet červených krvinek se u koní pohybuje kole $6 - 10 \cdot 10^{12}$, přičemž 10^{12} je rovno 10^{12} (Pavlík a Sláma, 2011). V závislosti na námaze koní bylo zjištěno různé množství erytrocytů. V klidovém režimu byl počet krvinek nižší než u koní těsně po zátěži. Zhruba po jedné hodině množství kleslo na původní hodnoty (Piccione a kol., 2010).

Celkový počet červených krvinek lze stanovit pomocí dvou metod. První z nich je klasická metoda kdy se celkový počet erytrocytů zjišťuje pomocí mikroskopu baničkovou metodou s počítací komůrkou. Hodnota se dále přepočítá faktorem ředění, a tak se zjistí celkový počet erytrocytu v 1 mikrolitu krve. Druhá metoda je přesnější. Pro počítání erytrocytů se používá elektronické počítací zařízení celoskop (Reece, 2011).

2.6.2.2 Leukocyty

Bílé krvinky jsou buňky s jádrem a mají funkci obrannou. Dělí se na granulocyty a agranulocyty podle obsahu tzv. granul.

Granulocyty dále rozdělujeme v závislosti na jejich velikosti, barvitelnosti a obsahu granulí v cytoplazmě na tři následující druhy: bazofilní, neutrofilní a eozinofilní (Jílek a kol., 2008). U nových buněk jsou jádra stočená nebo pouze zakřivená, ale vždy bez segmentace. Zralé granulocyty mají jádra laločnatá či segmentovaná (Reece, 2011).

Agranulocyty mají velké nečleněné jádro a neobsahují granula nebo se v nich vyskytuje malé množství. Agranulocyty dělíme na monocyty a lymfocyty (Jílek a kol., 2008).

Množství leukocytů se u koní pohybuje kolem $8 - 14 \text{ G. } 1^{-1}$, přičemž hodnota $\text{G. } 1^{-1}$ představuje 10^9 (Pavlík a Sláma, 2011). Počet leukocytů v organismu se liší v závislosti na mnoha faktorech, jako jsou fyzická námaha, gravidita nebo příjem a kvalita potravy (Jílek a kol., 2003). Jedním z faktorů je také stáří, kdy se zvyšujícím se věkem, konkrétně u koní nad 20 let, dochází ke snížení schopnosti leukocytů dělit se (Horohov a kol., 2002). Množství se odvíjí také od aktuální zátěže, a to tak, že se množství neutrofilů zvyšuje během krátkodobého fyzického výkonu. Je-li však zátěž dlouhodobého charakteru počet leukocytů klesá, a to pod úroveň bazálních hodnot (Cuniberti a kol., 2010).

2.6.2.3 Trombocyty

Tyto buňky bez jádra mají uplatnění při zástavě krvácení při poranění. Uvolňují faktory pro srážení krve. Vznikají v kostní dřeni a jejich životnost je zhruba 9 až 12 dní (Pavlík a Sláma, 2011). V krevním oběhu jsou zastoupeny v nejmenším počtu. Jsou také nejmenší ze všech krevních elementů, jejich velikost se pohybuje kolem 2 až 4 μm (Jílek a kol., 2008). Tvorba a zánik trombocytů je regulována humorálním faktorem trombopoetinem. Svou funkci mají také v Krebsově cyklu, kdy jsou díky mitochondriím schopny metabolizace glukózy (Reece, 2011).

U trombocytů se vyskytují tři druhy granulí, které produkují látky důležité pro srážení krve (Jílek a kol., 2008). Udržují také kvalitu stěn cév, a díky růstového faktoru mají vliv na dělení buněk hladké svaloviny (Jelínek a kol., 2003).

2.7 Biochemické krevní parametry

2.7.1 Glukóza

Tento monosacharid představuje hlavní zdroj energie pro veškeré buňky v organismu. Jeho hladina v krvi poukazuje na úroveň sacharidového metabolismu. Glykémie je u různých druhů zvířat odlišná, a závisí na absorpci glukózy v tenkém střevě, glykogenolýze, glukoneogenezi a utilizaci glukózy periferními tkáněmi (Doubek a kol., 2007). Přeměna glukózy probíhá nejintenzivněji v tkáních s velkou metabolickou aktivitou, jako jsou ledviny, játra, trávicí soustava, nervové buňky a mléčná žláza (Jelínek a kol., 2003).

Poločas rozpadu glukózy v krevní plazmě se pohybuje kolem 20 až 90 minut. Je permanentně resorbována z ledvin a játry a využívána v tkáních. V krvi je koncentrace glukózy menší nežli v krevní plazmě, je to způsobeno spotřebou glukózy červenými krvinkami. Během jedné hodiny využijí 0,5 mmol/l glukózy (Doubek a kol., 2007). Nejvíce glukózy spotřebuje CNS, ledviny a trávicí soustava (Jelínek a kol., 2003).

Při podávání vysokých dávek lehce stravitelných sacharidů může dojít k hyperglykémii. Může také nastat díky hormonální stimulaci glykogenolýzy a glukoneogenezy (Jelínek a kol., 2003). Naopak k hypoglykémii dochází při nedostatku sacharidů v krmivu nebo vyčerpáním energetických zásob v organismu. Způsobuje ji také porucha glykogenolýzy, glukoneogenézy a nedostatečná tvorba glukogenních substrátů (Jelínek a kol., 2003).

Retrospektivní měření průměrné hodnoty glukózy v krvi představuje tzv. glykovaný hemoglobin. Tato hodnota udává množství glukózy v krvi, které není ovlivněno výživou, stresem ani fyzickou zátěží. Jeho procentuální hodnota je ukazatelem pro množství glukózy v krvi u koní (Shahbazkia a kol., 2010).

2.7.2 Aspartát transamináza

Tento enzym se starším názvem glutamát-oxaloctová transamináza (GOT) se nachází v jaterních buňkách, v cytoplazmě, mitochondriích a buňkách srdečního a kosterního svalstva (Jiran, 1994). Zvýšené hladiny GOT lze pozorovat z důvodu poškození jater, při zátěžové myopatii kdy dochází k poškození kosterní svaloviny nebo při nadměrné fyzické zátěži (Doubek a kol., 2007). Ke zvýšení GOT dochází u koní během prvních tréninků. Díky lepší kondici se postupem času hodnota GOT snižuje, ale nedosáhne stejných hodnot jako u netrénovaných koní (Doubek a kol., 2010).

2.7.3 Močovina

Močovina je konečný produkt intermediárního metabolismu bílkovin. Je vylučována z organismu, stejně jako amoniak, kyselina močová, kreatin nebo další dusíkaté produkty. Vzniká detoxikací amoniaku, která probíhá v játrech během ornitinového cyklu. Tento proces se nazývá ureosyntéza (Jelínek a kol., 2003). Její množství poukazuje na stav metabolismu bílkovin, exkreční schopnosti ledvin a syntetických pochodů v játrech. Majoritní část močoviny se vylučuje močí, tímto způsobem je vyloučeno z organismu 80 – 95 % dusíku (Jelínek a kol., 2003).

Množství vytvořené močoviny je druhově odlišné, záleží především na resorpci a potřebě aminokyselin (Jelínek a kol., 2003). K nadbytečné produkci dochází z různých důvodů, jako jsou selhání ledvin, dehydratace, krvácení do střev nebo sepse (Anonym 3, 2015). Nadměrný příjem bílkovin může způsobit 4 až 5krát větší tvorbu močoviny oproti normálnímu a vyváženému příjmu (Jelínek a kol., 2003). Také dystrofie a probíhající záněty ledvin zvyšují množství močoviny.

Důvodem nízké koncentrace močoviny jsou insuficience, nedostatek proteinů v krmivu, záněty střev a ledvin nebo také podávání anabolik (Doubek a kol., 2007). Nižší hodnoty se vyskytují u zvířat s hepatopatií, enteropatií, nefrotickým syndromem nebo s *diabetes insipidus* (Anonym 3, 2015).

2.7.4 Bilirubin

Toto žlučové barvivo je důležitý organický produkt katabolismu hemu, které se tvoří v systémové cirkulaci (Vítek a kol., 2003). Vytváří se v játrech, kostní dřeni, u koní především v myoglobinu, a také ve slezině z hemoglobinu, který je uvolněný z hemoglobinu. Bilirubin vzniká redukcí biliverdinu, který je tvořen odštěpením bílkovinné složky a železa (Jelínek a kol., 2003). Procesy tvorby bilirubinu, jeho metabolismus a vylučování je drženo v určité rovnováze. Může však dojít k výkyvům, které rovnováhu naruší, a dojde tak k hyperbilirubinémii. Jinými slovy dojde k akumulaci bilirubinu v krevním séru (Vítek a kol., 2003).

Vysoké množství bilirubinu je způsobeno poškozením jater, zvýšeným rozkladem hemoglobinu nebo ho způsobuje porucha vylučování žluči (Jelínek a kol., 2003). Hyperbilirubinemie vzniká také díky cholestáze, resorpci hematocytů, hladovění nebo při nadměrné fyzické zátěži (Doubek a kol., 2007). Při nadměrném hromadění dochází k poškození CNS a ke vzniku žloutenky (Jelínek a kol., 2003).

2.7.5 Alkalická fosfatáza

Jako součást střešní šťávy štěpí v alkalickém prostředí fosforečné estry na volné fosfáty (Jelínek a kol., 2003). Má tři formy izoenzymu, kterými jsou kostní, střešní a placentární (Doubek a kol., 2007). Nachází se ve veškerých buňkách organismu, buď v cytoplazmě, nebo vázanou na membránách. Největší koncentrace ALP se nachází v játrech, kostech, chrupavkách a v epitelu žlučových cest.

V průběhu výstavby kostní tkáně produkují osteoblasty určité množství ALP, z tohoto důvodu pozorujeme u hříbat zvýšené hodnoty. U dospělých koní je vysoké množství ALP nežádoucí. Nasvědčuje činnosti osteoklastů, které narušují kostní tkáň. Během tohoto procesu vznikají exostomy, osteolýzy, osteoporózy, osteomalacie, benigní tumory kostí a tzv. šimbajny. Snížení aktivity ALP dosáhneme podáním vitamínu D. Sníženou aktivitu alkalické fosfatázy, způsobuje nedostatek zinku, který může být zapříčiněn nadměrnou spotřebou vápníku (Danek a kol., 1995).

3 CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce bylo zjistit vliv podávaného minerálního doplňku na bázi zinku, na markery, které mají přímou vazbu na tento prvek. Sledovanými krevními parametry byla glukóza, aspártataminotransferáza, močovina, bilirubin a alkalická fosfatáza.

4 MATERIÁLY A METODIKA

Pokus a jeho následné sledování byl proveden v chovu pana Karla Růžičky, na farmě Boudky ve Velkých Němčicích. Do celého experimentu byli zařazeni koně plemene Českého teplokrevníka. Koně byli ustájeni v individuálních boxech o podobné velikosti, vybavené automatickými napáječkami a s přístupem do výběhu. Žádný kůň před zahájením ani během trvání pokusných sledování neprojevoval žádné klinické příznaky onemocnění.

Na začátku pokusných sledování jsme pokaždé odebírali vzorky krmiv, u kterých jsme provedli rozborů na obsah sušiny, tuku, N-látek, vlákniny, minerálních látek a popela. Analýzy a chemická stanovení byly provedeny podle zásad, které uvádí KACEROVSKÝ a kol. (1990) a v souladu s nařízením komise (ES) č. 152/2009 Sb. Tyto zásady nahrazují vyhlášku Ministerstva zemědělství č. 124/2001 Sb., která udává požadavky na odběr vzorků a principy metod laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixů. Také způsob uchovávání vzorků podléhajících zkáze. Laboratorní práce pro stanovení obsahu živin bylo provedeno v laboratoři Ústavu výživy zvířat a pícninářství MENDELU v Brně.

Veškeré vzorky krve byly odebrány podle předpisů pro pokusy na zvířatech. Množství minerálních látek v těchto vzorcích bylo stanoveno v laboratořích Ústavu agrochemie, mikrobiologie, půdoznalství a výživy rostlin, dále na Ústavu morfologie, fyziologie a genetiky zvířat Mendelovy univerzity a ve společnosti Mikrop Čebín a.s.

Po celou dobu pokusného sledování měli koně k dispozici solné lizy obsahující z hlediska minerálních látek pouze chlorid sodný. Na množství minerálních látek obsažených ve vodě nebyl brán zřetel.

Pro tento pokus byla vybrána taková krmná aditiva, která mají vliv na krevní parametry krve koní. Vzorky krve byly koním odebrány v den zahájení, avšak před aplikací doplňku, a také po ukončení sledovaného období.

4.1 Odběr a příprava vzorků krve

Odebírání krve bylo prováděno vždy ve stejnou dobu, a to 2 hodiny po ranním krmení kdy koně nebyli před samotným odběrem fyzicky zatěžováni ani stresováni. Krev byla odebírána z *vena jugularis externa* proškoleným pracovníkem. Vzorky krve

určené pro rozbor minerálních látek byly odebrány do vzorkovnic s protisrážlivým činidlem – heparinem. Následně byly umístěny do přepravního boxu a nejpozději do dvou hodin po odběru byly zpracovány. Množství jednotlivých minerálních prvků ve vzorcích plazmy bylo stanoveno na atomovém absorpčním spektrometru v prvním pokusném sledování. Přímé kolorimetrické stanovení bylo využito ve druhém a třetím experimentu.

4.2 Metodika laboratorních analýz

Obsah živin byl stanoven podle Wendské analýzy krmiv (ES č. 152/2009 Sb.), pod kterou patří stanovení obsahu vody, dusíkatých látek, popelovin, vlákniny a tuku. Bezdušíkaté látky výtahkové byly stanoveny výpočtem.

4.2.1 Stanovení obsahu vlhkosti

Obsah vlhkosti byl stanoven pomocí vážení, jako úbytek hmotnosti po vysušení vzorku při teplotě 103 ± 2 °C.

4.2.2 Stanovení obsahu dusíkatých látek

Pro stanovení obsahu dusíkatých látek byla použita Kjeldahlova metoda, pro určení obsahu dusíku na přístroji Kjeltec Analyzer Unit (firmy FOSS TECATOR). Faktor pro přepočet obsahu dusíku na dusíkaté látky je “6,25”.

Princip spočívá v mineralizaci vzorku pomocí horké kyseliny sírové, a to za přítomnosti katalyzátoru. Během této reakce jsou veškeré organické dusíkaté látky převedeny na síran amonný. Z této soli je pak působením koncentrovaného NaOH (30 %) vytěsněn amoniak a obsah dusíku se stanovuje na podkladě acidimetrické (alkalimetrické) titrace.

4.2.3 Stanovení obsahu vlákniny

Vláknina byla stanovena vážkově na přístroji ANKOM 220 Fiber Analyzer. Byl zvážen nezhydrolyzovatelný zbytek vzorku po 30 minutové hydrolýze v roztoku kyseliny sírové, u kterého se následně separoval pevný zbytek, následovala 30 minutová

hydrolyza roztokem hydroxidu sodného, promytí acetonem a odečtení popela tohoto zbytku.

4.2.4 Stanovení obsahu tuku

Tuk byl stanoven vážením přímou extrakcí vzorku extrakčním činidlem (diethylether) a následným oddestilováním extrakčního činidla. Pro analýzu byl použit extrakční přístroj dle Twisselmana.

4.2.5 Stanovení obsahu popela

Popel byl stanoven vážkově jako zbytek hmoty vzorku po zpopelnění při teplotě 550 ± 20 °C do konstantní hmotnosti za předepsaných podmínek.

4.2.6 Stanovení obsahu bezdusíkatých látek výtažkových

Obsah bezdusíkatých látek výtažkových BNLV (g.kg^{-1}) byl stanoven výpočtem dle vzorce: $\text{BNLV} = \text{sušina } (\text{g.kg}^{-1}) - [\text{obsah NL } (\text{g.kg}^{-1}) + \text{obsah vlákniny } (\text{g.kg}^{-1}) + \text{obsah tuku } (\text{g.kg}^{-1}) + \text{obsah popela } (\text{g.kg}^{-1})]$.

4.2.7 Stanovení hladiny minerálních prvků v krevní plazmě

V pokusném sledování č. 1 byla koncentrace minerálních prvků ve vzorcích plazmy stanovena na atomovém absorpčním spektrometru. V pokusných sledováních 2 a 3 bylo využito přímého kolorimetrického stanovení koncentrace mědi a zinku, a to bez deproteinace v plazmě prostřednictvím přístroje Konelab T 20 xt (firmy THERMO ELECTRON OY, Finsko).

4.3 Metodika pokusných sledování na živých zvířatech

4.3.1 Zvířata a krmení

Do pokusu bylo postupně zařazeno čtrnáct koní plemene Český teplokrevník. Celý experiment trval 9 měsíců. Koně v různém věku (5–19 let; průměrný věk koní kontrolní skupiny $12,0 \pm 5,0$ let, a pokusné skupiny $7,5 \pm 2,9$ let), pohlaví (13 klisen a 1 valach), obdobné hmotnostní kategorie (520–580 kg) a lehkého pracovního zatížení, byli rozděleni do dvou skupin, kterým byly podávány odlišné krmné dávky různého

složení. Pět měsíců před a během experimentu zvířata přijímala shodnou základní krmnou dávku, která představovala 12,5 kg sena, 1,0 kg mačkaného ovsa, 0,75 kg pšeničného a 0,75 kg ječného šrotu. Po provedení rozborů tohoto krmiva, byl vypočten příjem zinku a mědi u kontrolní i pokusné skupiny. Kontrolní skupině koní (n=7) bylo podáváno 100 mg/ks/den zinku a 64 mg/ks/den mědi. A klisnám v pokusné skupině (n=7) byla navíc zkrmována směs označená jako „Krmné aditivum“, složená z vitaminů, metioninu, mědi a zinku v množství 10 g/den. Celkový příjem zinku u pokusné skupiny činil 440 mg/ks/den a 84 mg/ks/den mědi. Jako zdroje mědi a zinku byly použity organické formy těchto stopových prvků (komplex aminokyselin n-hydrát).

Tab. 3 - Živinná složení krmiv tvořících základní krmnou dávku koní zařazených do pokusného sledování č. 1

	Jednotka	Lučí seno	Oves mačkaný	Šrot
Sušina	g	895,8	901,7	891,65
Hrubá vláknina	g	319,21	102,2	42,3
Hrubý tuk	g	16,65	33,52	21,51
Hrubý protein	g	93,26	131,48	139,87
Hrubý popel	g	70,72	28,75	27,02
Ca	mg	4,22	1,37	1,01
Fe	mg	266,34	96,85	165,96
Zn	mg	21,32	48,42	39,68
Mn	mg	63,02	35,38	36,02
Cu	mg	4,49	6,71	5,71

* 50 % pšeničný šrot, 50 % ječný šrot

Tab. 4 - Obsah látek v 1 kg premixu

Složení	Jednotka	Obsah
Měď	mg	2 000
Zinek	mg	1 000
Butylhydroxytoluen	mg	25
Butylhydroxyanisol	mg	5
Etoxyquin	mg	50

4.3.2 Odběry a laboratorní testy

V den zahájení, a to před aplikací doplňku, a také po celém sledování, které trvalo devět měsíců, byly koním odebrány vzorky krve. První odběr byl kontrolní pro porovnání výsledků.

4.4 Statistika

Údaje byly zpracovány statisticky pomocí programu STATISTICA.CZ, verze 10.0 (Česká republika). Výsledky byly vyjádřeny jako průměr \pm směrodatná odchylka (SD). Statistická významnost byla stanovena v rámci zkoumání základních rozdílů mezi jednotlivými vzorky pomocí ANOVA a Schéffeho metody (dvoufaktorová analýza) pro vápník, železo, hořčík, měď, zinek, glukózu, aspartátaminotransferázu, močovinu, bilirubin, alkalickou fosfatázu. První odběr vzorků byl proveden před začátkem experimentu a byl považován za kontrolní. Rozdíly s $P < 0,05$ byly považovány za významné.

5 VÝSLEDKY

5.1 Výsledky rozboru krve – minerální prvky

V následujících tabulkách (č. 5 – č. 9) jsou zobrazeny hodnoty minerálních prvků z jednotlivých odběrů, které se uskutečnily v průběhu pokusu. Vzorky krve byly odebrány kontrolní skupině koní.

Tab. 5 - Odběr č. 1 – kontrolní odběr

	Nika	Zany	Jasmína	Roxana	Lér	Sharon	Vichřice	průměr	sx
Ca	3,14	2,97	2,8	3,22	3,09	3,11	3,06	3,056	0,13
Fe	24,3	27,3	30,7	37,4	39,1	25,5	19,3	29,086	6,62
Mg	0,92	0,72	0,7	0,87	0,93	0,86	0,81	0,830	0,08
Cu	15,14	10,23	12,66	11,56	7,31	11,55	12,03	11,497	2,21
Zn	7,44	6,22	6,73	8,49	13,41	7,38	7	8,096	2,27

Tab. 6 - Odběr č. 2

	Nika	Zany	Jasmína	Roxana	Lér	Sharon	Vichřice	průměr	sx
Ca	3,07	2,87	2,98	2,95	3,4	3,46	2,97	3,100	0,22
Fe	32,2	26,3	34,6	28,1	36,5	26,4	30,7	30,686	3,70
Mg	0,8	0,64	0,69	0,73	0,79	0,79	0,93	0,767	0,09
Cu	12,22	12,79	11,64	11,91	9,8	12,47	7,68	11,216	1,70
Zn	6,24	6,91	5,43	7,41	4,65	5,29	4,38	5,759	1,05

Tab. 7 - Odběr č. 3

	Nika	Zany	Jasmína	Roxana	Lér	Sharon	Vichřice	průměr	sx
Ca	3,02	2,85	2,94	2,99	2,98	2,99	2,83	2,943	0,07
Fe	32	20,9	18,1	28,3	24,2	33	14,8	24,471	6,45
Mg	0,87	0,82	0,91	1,04	0,81	0,73	0,95	0,876	0,09
Cu	11,44	7,71	9,22	10,56	9,15	11,44	8,79	9,759	1,31
Zn	9,55	3,83	2,88	1,3	2,85	3,12	2,07	3,657	2,52

Tab. 8 - Odběr č. 4

	Nika	Zany	Jasmína	Roxana	Lér	Sharon	Vichřice	průměr	sx
Ca	3	3,07	3,1	3,08	3,08	2,62	2,79	2,963	0,17
Fe	24	30,3	29,8	25,2	17,6	14,5	45	26,629	9,25
Mg	0,83	0,91	0,95	0,92	0,79	0,66	0,83	0,841	0,09
Cu	13,69	8,16	10,06	10,38	14,03	9,06	7,58	10,423	2,36
Zn	4,77	3,29	3,13	3,18	4,51	2,15	4,09	3,589	0,85

Tab. 9 - Odběr č. 5

	Nika	Zany	Jasmína	Roxana	Lér	Sharon	Vichřice	průměr	sx
Ca	3,25	3,11	3,11	3,11	3,04	3,32	3,1	3,149	0,09
Fe	21,7	27,5	23,1	27,2	31,2	12,9	33,1	25,243	6,28
Mg	0,84	0,87	0,86	0,85	0,67	0,75	0,95	0,827	0,08
Cu	14,08	13	12,12	8,33	10,81	11,86	9,46	11,380	1,85
Zn	10,87	9,8	10,47	10,24	11,23	9,9	12,58	10,727	0,89

Z tabulek je patrné, že se hodnoty vápníku pohybovaly zhruba ve stejných hodnotách, došlo k statisticky neprůkaznému nárůstu o 2 %. Koncentrace železa v krvi byla také statisticky neprůkazně bez výrazných výkyvů, celkově došlo k poklesu o 32 %. Hodnoty hořčíku byly téměř beze změny, statisticky neprůkazně došlo k poklesu o 0,5 %. Množství mědi během pokusu nepatrně klesalo, v závěru se množství statisticky neprůkazně snížilo o 35 %. Z výsledků odběru pokusné skupiny je patrné, že koncentrace zinku v krvi byla na konci pokusu statisticky neprůkazně nejvyšší. V porovnání posledního odběru s kontrolním odběrem byl nárůst 34 %. Různé koncentrace byly pravděpodobně způsobeny exogenními faktory.

Tabulky (č. 10 – č. 14) zobrazují hodnoty minerálních prvků z jednotlivých odběrů, byly odebrány pokusné skupině koní.

Tab. 10 - Odběr č. 1 – kontrolní odběr

	Kelar	Pagoda	Reina	Teny	Selen	Nilar	Nensy	průměr	sx
Ca	3,22	2,96	2,94	2,8	2,99	3,03	2,98	2,987	0,12
Fe	21,9	20,7	28,3	20,4	22,8	23,5	25,3	23,271	2,57
Mg	0,78	0,83	0,75	0,69	0,72	0,9	0,87	0,791	0,07
Cu	9,24	12,94	16,3	10,77	7,39	9,47	9,35	10,780	2,75
Zn	3,58	4,53	5,54	6	4,49	8,11	7,02	5,610	1,46

Tab. 11 - Odběr č. 2

	Kelar	Pagoda	Reina	Teny	Selen	Nilar	Nensy	průměr	sx
Ca	3,07	2,8	3,08	2,97	3,06	2,98	2,94	2,986	0,09
Fe	26,4	23,4	24,8	24,7	25,5	23,1	19,4	23,900	2,12
Mg	0,78	0,7	0,8	0,72	0,78	0,79	0,8	0,767	0,04
Cu	10,58	9,56	11,69	8,54	6,86	10,62	9,6	9,636	1,46
Zn	4,53	6,13	7,14	6,74	5,77	5,44	4,44	5,741	0,95

Tab. 12 - Odběr č. 3

	Kelar	Pagoda	Reina	Teny	Selen	Nilar	Nensy	průměr	sx
Ca	3,11	3,06	3,06	3,18	3,1	2,82	2,93	3,037	0,11
Fe	29,8	24,2	18	23,5	35,7	29,2	23,8	26,314	5,30
Mg	0,8	0,77	0,89	0,88	0,96	0,85	0,73	0,840	0,07
Cu	8,89	9,03	13,61	10,58	7,86	18,44	8,12	10,933	3,56
Zn	4,82	4,03	3,89	4,09	3,86	2,54	4,1	3,904	0,63

Tab. 13 - Odběr č. 4

	Kelar	Pagoda	Reina	Teny	Selen	Nilar	Nensy	průměr	sx
Ca	3,03	3	3,07	3,04	3,1	3,07	2,72	3,004	0,12
Fe	16,8	20,6	23,9	18,9	20,8	27,8	34,3	23,300	5,56
Mg	0,75	0,82	0,87	0,92	0,86	0,85	0,77	0,834	0,05
Cu	8,29	10,44	15,46	9,64	8,42	11,96	9,79	10,571	2,30
Zn	2,66	3,41	3,92	3,34	4,56	3,48	5,29	3,809	0,81

Tab. 14 - Odběr č. 5

	Kelar	Pagoda	Reina	Teny	Selen	Nilar	Nensy	průměr	sx
Ca	3,14	3,16	3,11	3,1	3,08	3,23	3,34	3,166	0,08
Fe	16,6	17,5	26,4	30,4	17,1	29,4	18,6	22,286	5,72
Mg	0,83	0,81	0,82	0,94	0,95	0,94	0,95	0,891	0,06
Cu	10,62	11,37	14,1	11,96	9,98	14,74	14,31	12,440	1,78
Zn	10,07	10,58	10,91	9,93	9,86	9,56	11,1	10,287	0,54

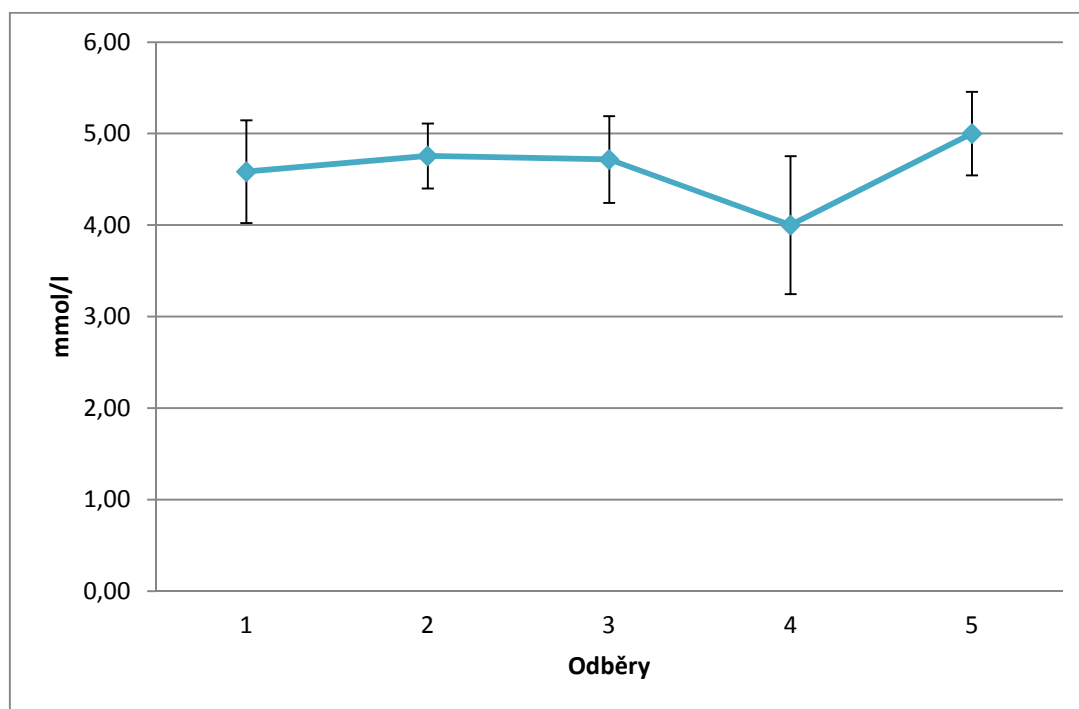
U pokusné skupiny se projevil vliv krmného zásahu. Množství vápníku v krvi se neprůkazně zvýšilo o 4,5 %. Jak je z tabulek patrné, koncentrace železa byla více méně stálá, statisticky neprůkazně došlo k poklesu o 3 %. U obsahu hořčíku došlo statisticky neprůkazně k nárůstu, a to o 12 %. Množství mědi statisticky neprůkazně pozvolna

narůstalo, celkově se jeho koncentrace zvýšila o 18 %. Množství zinku se statisticky průkazně zvýšilo ($P < 0,05$). Největší rozdíl můžeme sledovat mezi prvním a pátým odběrem, a to o 81 %.

5.2 Výsledky rozboru krve – biochemie

V následujících grafech jsou znázorněny průměrné hodnoty biochemických ukazatelů, které jsou porovnány s jednotlivými odběry.

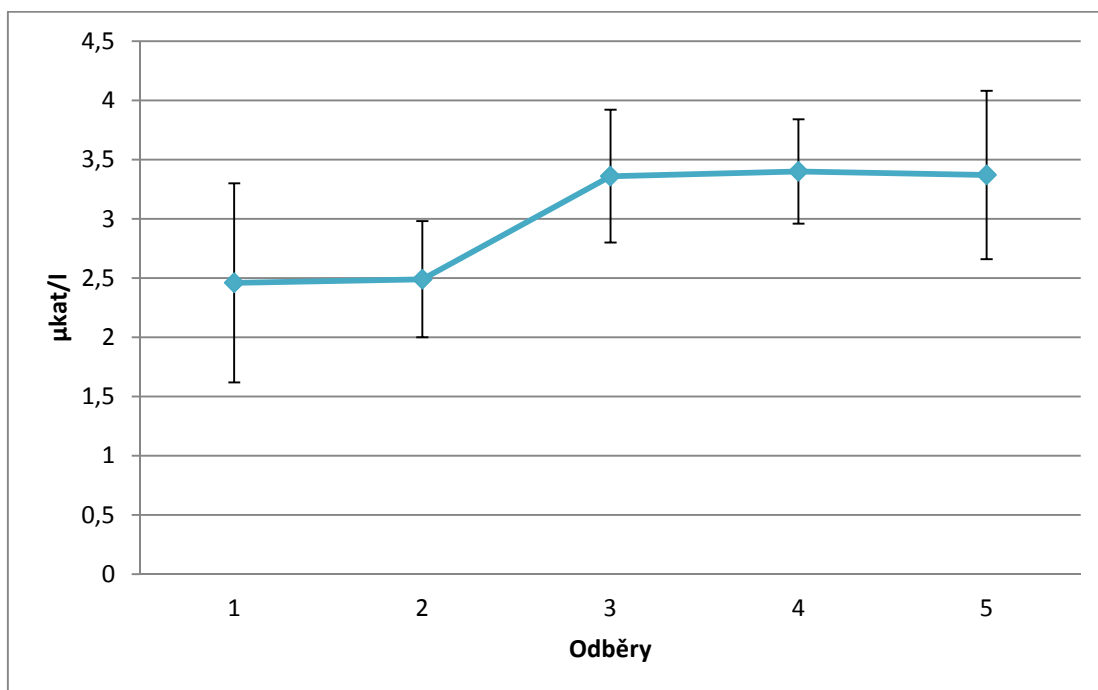
Graf číslo 5 zobrazuje hodnoty glukózy během pokusu. Z výsledků je patrné, že nebyly zjištěny žádné zásadní rozdíly. Koncentrace glukózy byla při pátém čili posledním odběru statisticky neprůkazně nejvyšší, nárůst činí 9 %. Z toho vyplývá, že krmné aditivum nemělo vliv na koncentraci glukózy v krvi koní.



Obr. 4 Graf vyjadřující průměrné hodnoty glukózy

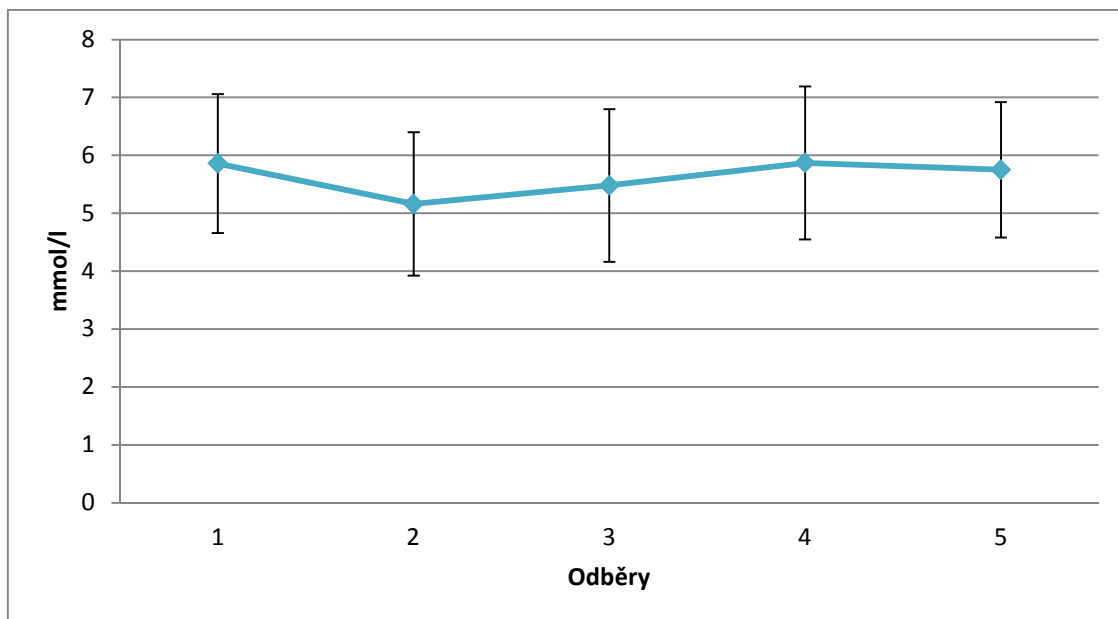
Z grafu číslo 6, který poukazuje na hodnoty aspartátaminotransferázy, je patrné, že nebyly zjištěny žádné zásadní výkyvy. Koncentrace se statisticky neprůkazně zvyšovala, a nejrazantnější nárůst můžeme pozorovat mezi druhým a třetím odběrem.

Celkové navýšení se pohybuje kolem 40 %. Z toho vyplývá, že krmné aditivum mělo nevýznamný vliv na koncentraci aspartátaminotransferázy v krvi koní.



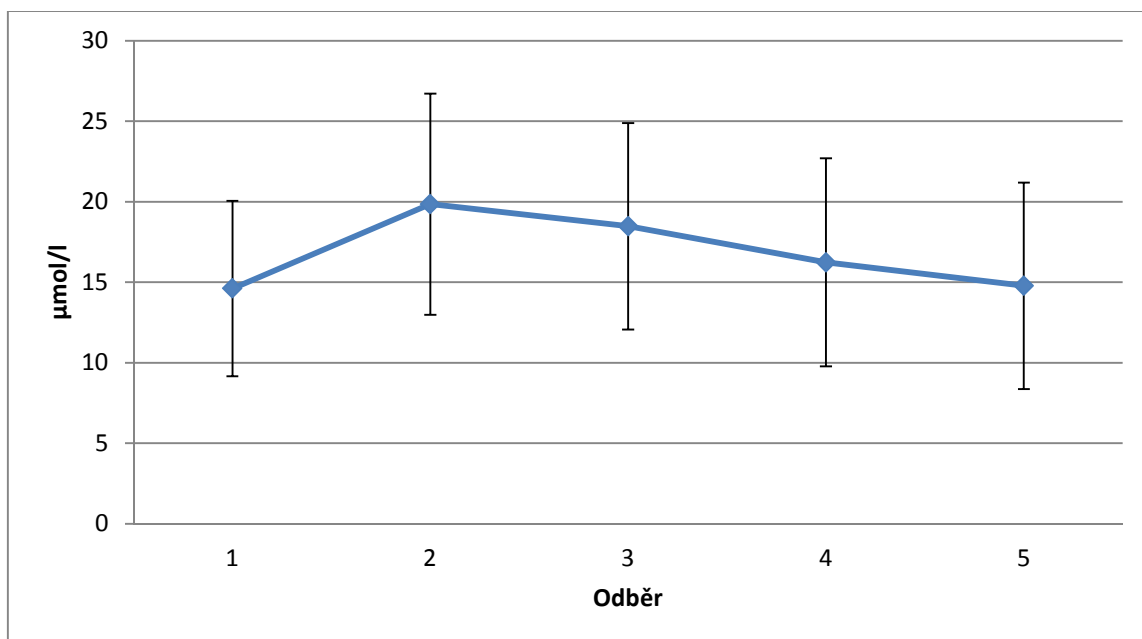
Obr. 5 Graf vyjadřující průměrné hodnoty aspartátaminotransferázy (GOT)

Jak pozorujeme na grafu číslo 7, během pokusu nedošlo k zásadním změnám ani výkyvům koncentrace. Hladina močoviny v krvi se statisticky neprůkazně udržovala v přibližně stejných hodnotách, klesla o pouhé 2 %.



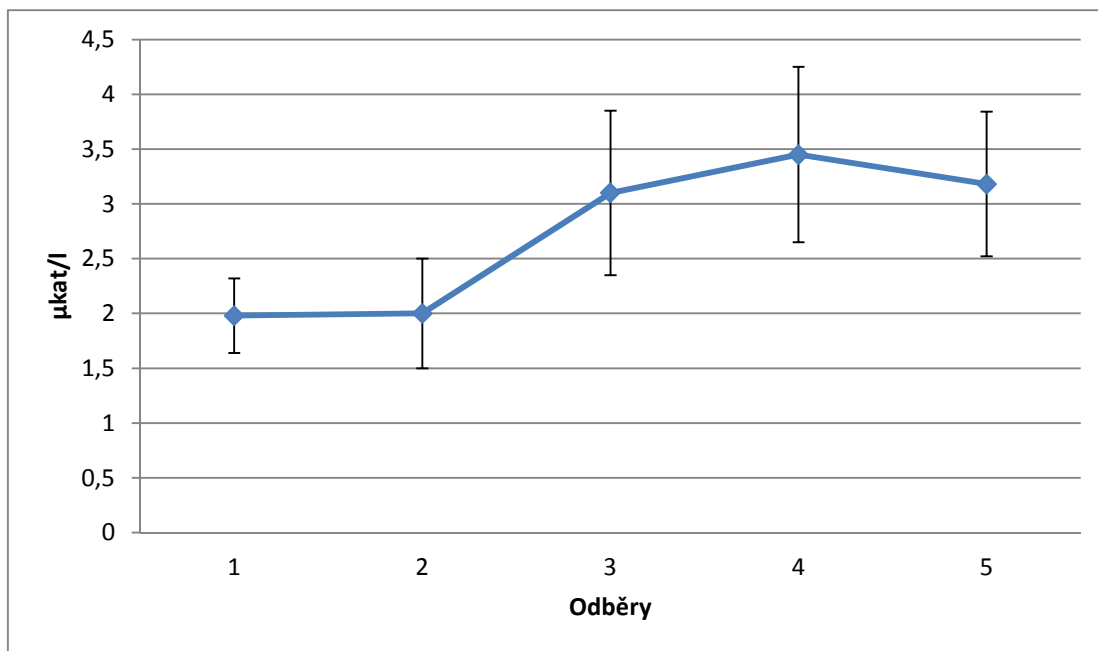
Obr. 6 Graf vyjadřující průměrné hodnoty močoviny (UREA)

Jak je patrné z grafu číslo 8, ani v tomto případě nebyly zjištěny žádné zásadní rozdíly. Hodnoty bilirubinu se statisticky neprůkazně lišily pouze o 1 %. Koncentrace bilirubinu se pohybovala ve fyziologické normě. Krmné aditivum nemělo vliv na koncentraci bilirubinu v krvi koní.



Obr. 7 Graf vyjadřující průměrné hodnoty bilirubinu (BIL)

Graf číslo 9 zobrazuje hladinu alkalické fosfatázy. Z výsledků je patrné, že nebyly zjištěny žádné zásadní rozdíly. Koncentrace alkalické fosfatázy se během pokusu statisticky průkazně mírně zvyšovala. Koncentrace ALP se zvýšila o 60 % ($P < 0,05$). Z toho vyplývá, že krmné aditivum mělo vliv na koncentraci ALP v krvi koní.



Obr. 8 Graf vyjadřující průměrné hodnoty alkalické fosfatázy (ALP)

6 DISKUSE

Cílem práce bylo zjistit vliv krmného aditiva na jednotlivé chemické ukazatele v krvi koní. Kontrolní skupině koní byla podávána základní krmné směs s obsahem 100 mg/ks/den zinku a 64 mg/ks/den mědi. Pokusné skupině byla do základní krmné dávky přidávána směs s obsahem vitamínů a metioninu, zinku a mědi v organické formě. Celkový příjem dosahoval 440 mg/ks/den zinku a 84 mg/ks/den mědi.

Pro koně o hmotnosti 500 kg se potřeba zinku pohybuje od 250 do 500 mg denně, a potřeba mědi pro koně stejné hmotnosti je 84 mg na den (Zeman a kol, 2006).

V tabulce číslo 15 je znázorněn rozdíl mezi jednotlivými odběry a fyziologickým rozmezím zinku, mědi a jednotlivých biochemických parametrů u koní. Obsah zinku se statisticky průkazně navýšil o 81 % ($P < 0,05$) a dosáhl tak hodnot, které splňují požadavky na obsah v krvi. Koncentrace se však pohybuje ve spodním rozmezí. Obsah zinku v krvi narůstá až po jisté době, protože se nejdříve musí metabolizovat. Z toho důvodu lze říci, že pro maximální využití je nutné tento minerální prvek zkrmovat delší dobu.

Hodnoty mědi se neprůkazně navýšily o 18 % ($P < 0,01$). I přes toto zvýšení se hodnoty zdaleka nepřiblížily k fyziologickému rozmezí. Množství zkrmované mědi bylo shodné s doporučením Zemana a kol. (2006). Vstřebávání mědi negativně ovlivňuje právě zinek, který byl v krmném aditivu zastoupen v 5 x větším množství. Resorpci mědi negativně ovlivňují také jiné prvky a další faktory, takže nelze zcela jistě říci, čím byl způsoben malý nárůst koncentrace na konci pokusu.

Podávání krmného aditiva nemělo téměř žádný vliv na koncentraci glukózy, močoviny a bilirubinu. Avšak statisticky průkazně mělo vliv na množství aspartátaminotransferázy a alkalické fosfatázy. Hodnoty GOT se během experimentu navýšily o 40 % ($P < 0,05$) a hodnoty APL o 60 % ($P < 0,05$).

Tab. 15 – Porovnání výsledků odběru u pokusné skupiny s fyziologickým rozmezím jednotlivých krevních parametrů

	jednotka	1. odběr	5. odběr	fyziol. rozmezí
Zinek	mg	5,828	10,57	9,2 - 19,9
Měď	mg	10,737	12,698	19 - 21
GLU	mmol/l	4,58	4,45	3,05 - 4,99
GOT	μkat/l	2,46	3,37	0,1 - 3,3
UREA	mmol/l	5,86	5,75	3,3 - 6,7
BIL	μmol/l	14,61	14,78	8,6 - 59,9
ALP	μkat/l	1,98	3,18	0,3 - 2,8

Pro maximální využití potencionálu aditiv je nutné pravidelné dávkování během delšího období. Z pokusu je patrné, že použité krmné aditivum s minerálními prvky v organické formě mělo vliv na organismus koní. Různé výkyvy koncentrace v průběhu pokusu mohly být způsobeny vnějšími vlivy, které na koně působí. Z pokusu, který prováděli Mirowski a Didkowska (2015) vyplývá, že větší koncentraci zinku v krvi měli koně, kteří dostávali zinek v organické formě. Nejmenší úspěch zaznamenali po podávání oxidu zinečnatého, tedy anorganické formy zinku. Obdobné výsledky jsme sledovali i v našem experimentu.

Avšak Wagner a kol. (2005), kteří prováděli pokusy na koních bez zátěže, nezaznamenali rozdíl ve výsledcích po podávání oxidu zinečnatého, síranu zinečnatého a organického chaluátu. Myslím si, že toto bylo způsobeno klidovým režimem koní, kteří nebyli nijak pracovní zátěží. V porovnání s koňmi v zátěži, kteří mají větší nároky na živiny, je i metabolismus v jiném režimu.

Na druhou stranu, z novějšího pokusu Wagnera kol. (2011) vyplývá, že ani u koní, kteří byli v zátěži, nebyl zaznamenaný rozdíl v koncentraci zinku po podání síranu zinečnatého a organického zinku. Pokusy, které provedli Gordon a kol. (2013), dokazují to stejné, na příkladu podávání síranu zinečnatého a chaluátu.

Navzdory tomu, starší pokus z roku 1994, který provedl Ott a kol., dokazuje lepší využití zinku v organické formě. Březí klisny dostávaly zinek v organické a anorganické formě. Pouze u hříbat klisen, které dostávaly organickou formu, byl zaznamenan nárůst koncentrace zinku v krvi.

7 ZÁVĚR

Závěrem lze říci, že podávání krmného aditiva (zinek, měď, vitamíny a metionin) mělo na koně v pokusné skupině pozitivní vliv. Na základě porovnání výsledků pokusné skupiny s výsledky kontrolní skupiny, krmné aditivum mělo vliv na obsah některých živin v krvi koní. Jedná se především o zinek a měď, u kterých bylo navýšení nejvyšší. Množství mědi bylo na konci pokusu větší o 18 % ($P < 0,01$) a zinek až o 81 % ($P < 0,05$). Během pokusu docházelo k výkyvům koncentrace, které mohly být způsobeny vnějšími vlivy. Také u starších koní dochází k výkyvům koncentrace. Koně v kontrolní skupině, kteří nedostávali žádný krmný doplněk, trpěli na nedostatek minerálů. Tato skutečnost dokazuje, že základní krmná dávka složená ze 12 kg sena, 1 kg mačkaného ovsa, 0,75 kg pšeničného šrotu a 0,75 kg ječného šrotu, nepokryje denní potřebu živin.

Krmné aditivum mělo vliv také na některé krevní parametry. Z biochemických rozborů krve, bylo patrné navýšení koncentrace především u aspartátaminotransferázy a alkalické fosfatázy. Hladina aspartátaminotransferázy se rapidně navýšila mezi druhým a třetím odběrem a následně velmi pozvolna klesala. Celkově se však koncentrace zvětšila o 40 % ($P < 0,01$). U alkalické fosfatázy byl průběh podobný. Od druhého odběru se obsah ALP v krvi postupně zvětšoval a v závěru došlo k mírnému poklesu. Rozdíl mezi prvním a posledním odběrem byl 60% ($P < 0,05$).

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

8.1 Literární zdroje

ALI F., LODHI L. A., QURESHI Z. I., AHMAD I., HUSSAIN R., 2013: *Serum mineral profile in variol reproductive phases of mares*, Pakistan Veterinary Journal, č. 33, s. 296 - 299

AMMERMAN C. B., LEDOUX D. R., POTT E. B., HENRY P. R., MERRITT A. M., MADISON J. B., 1995: *Estimation of the relative bioavailability of inorganic copper sources for sheep*, Nutrition Research 15, č. 12, s 1803 - 1813

BROADLEY M. R., WHITE P. J., HAMMOND J. P., ZELKO I., LUX A., 2007: Zinc in plants, New Phytologist, 173(4), 677

CAROLIN R., ELLYARD D., ELSE G., GREEN A. E., LEVY D. H., LUMPKIN S., MCKAY G., MILNER A., MOORES E. M., ROSE M., SEIDENSTICKER J., TALBOT F. H., 2004: *Příroda*, Svojka, Praha, 640 s.

CASTEEL S. W., 2001: *Metal toxicosis in horses*, Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, č. 17, s. 517 - 527

ČERMÁK B., JEROCHE H., 2005: *Výživná hodnota krmiv z řepky a jejich použití ve výživě hospodářských zvířat*, Krmivářství, č. 5(19), s. 22 – 25

DANEK J., WIŚNIEWSKI E., KRUMRYCH W., DĄBROWSKA W., 1995: *Wpływ nadmiaru wapnia w paszy na wskaźniki hematologiczne oraz biochemiczne w surowicy krwi i sierści ogierów*, Medycyna weterynarna, Bydgoszcz, s. 544

DOUBEK J., 2010: *Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat*, Brno, Noviko a.s., 102 s.

DOUBEK J., BOUDA J., DOUBEK M., FÜRL M., KNOTKOVÁ Z., PEJŘILOVÁ S., PRAVDA D, SCHEER P., SVOBODOVÁ Z., VODIČKA R., 2003: *Veterinární hematologie*, Noviko a.s., Brno, 464 s.

DOUBEK J., ŠLOSÁRKOVÁ S., ŘEHÁKOVÁ K., SCHEER P., BERÁNKOVÁ J., 2007: *Interpretace základních biochemických a hematologických nálezů u zvířat*, Brno, Noviko a.s., 77 s.

DUDA M., 2004: *Stopové prvky a jejich chelátové vazby*, Náš chov, č. 11(64), s. P4

DUŠEK J., MISAŘ D., MULLER Z., NAVRÁTIL J., RAJMAN J., TLUČHOŘ V., ŽLUMOV P., 2001: *Chov koní*, Nakladatelství Brázda, Praha, 416 s.

- DRAŽAN J., MACHEK J., REGNER K., LUKA V., PERNÍČEK M., LUKÁŠEK M., HOJER J., NOVOTNÝ M., GALLAS J., GAUDNÍKOVÁ J., 2014: *Koncepce chovu koní v ČR*, Ministerstvo zemědělství, Praha, 59 s.
- FRAPE D., 2007: *Equine Nutrition and Feeding, 4th Edition*, Wiley- Blackwell, UK, 512 s.
- FRYDRYCH Z., 2007: *Organické zdroje mikroprvků a jejich vlastnosti (komplex, chaláty)*, Krmivářství, roč. 5, č. 11, s. 10-13
- GAPYS B., RASZEJA-SPECHT A., BIELARCZYK H., 2014: *Role of zinc physiological and pathological processes of the body*, Journal of Laboratory Diagnostics, roč. 50, č. 1, s 45 - 52
- GEORGIEVSKIJ V. I., ANNENKOV B. N., SAMOCHIN V. T., 1982: *Minerální výživa zvířat*, Bratislava: Příroda, 431s.
- GORDON M. E., EDWARDS M. S., SWEENEY C. R., JERINA M. L., 2013: *Effects of addend chelated trace minerals, organic selenium, yeast culture, direkt-ed microbials, and Yucca schidigera extract in horses*, Journal Animal Sciencs, č. 91, s. 3899 - 3908
- GRAHAM T. W., 1991: *Trace element deficiencis in cattle*, *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, č. 7, s. 215
- HOROHOV D. W., KYDD J. H., HANNANT D., 2002: *The effect od aging on T cell responses in the horses*, Development & Comparative Immunology, č. 26, s. 121 – 128
- HOŠÁK S., 2010: *Tradiční chov: Historie chovu koní na našem území*, Koně v akci 2010, s. 8 - 11
- ILLEK J., BEČVAŘ O., LOKOJOVÁ E., MATĚJČÍK M., 2000: *Stopové prvky ve výživě skotu – zinek*, Krmivářství, č. 4, s. 30
- JELÍNEK P., KOUDELA K., DOSKOČIL J., ILLEK J., KOTRBÁČEK V., KOVÁŘŮ F., KROUPOVÁ V., KUČERA M., KUDLÁČ E., TRÁVNÍČEK J., VAENT M., 2003: *Fyziologie hospodářských zvířat*, MZLU, Brno, 414 s.
- JÍLEK F., CIBULKA J., FUČÍKOVÁ A., HARTLOVÁ H., HUČKO B., JEŠETA M., KACEROVSKÁ L., KODEŠ A., MUDŘÍK Z., ROZINEK J., SEDMÍKOVÁ M., 2008: *Biologické základy chovu hospodářských zvířat*, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, Credit Praha, 233 s.
- JIRAN E., 1994: *Směrné hodnoty důležitých laboratorních vyšetření pro domácí zvířata*, Jílové u Prahy, Vetpres, 127 s.

- KANEKO J. J., HARVEY J. W., BRUSS M. L., 1997: *Clinical biochemistry of domestic animals*, Academic Press, č. 5, s 468 - 472
- KOMÁREK V., SOVA Z., BUKVAJ J., HAMPL A., KRAL A., KRESAN J., 1971: *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*, Státní zemědělské nakladatelství Praha, 574s.
- KRATOCHVÍLOVÁ P., VEČEREK M., ZEMAN L., 2007: *Zinek- význam a moderní zdroje v krmných dávkách*, Krmivářství č. 5, s. 22-25
- LEVIS L. D., KNIGHT A., LEXIS B., LEWIS C., 1995: *Equine Clinical Nutrition: Feeding and Care*, Wiley-Blackwell, Baltimore, 587s.
- MAREŠ P., ŠIŠKOVÁ P., VEČEREK M., 2009: *Mát kojící klisnu?*, Jezdeckví, roč. 57, č. 4, s. 62 - 63
- MAYER H., COENEN M., 2003: *Krmení koní: současné trendy ve výživě*, Ikar, Praha, 254 s.
- MAZUREK-MACHOL M., MACHOY-MOKRZYŃSKA A., 2005: *Zawartość cynku we krwi, moczu, kościach oraz w zębach szczurów po doustnym podaniu tego pierwiastka*, Czasopismo stomatologiczne, roč. 58, č. 3, s. 194 - 200
- MIROWSKI A., DIDKOWSKA A., 2015: *Cynk w żywieniu konia*, Życie weterynaryjne, č. 2, s 101 - 102
- MISAŘ D., 2011: *Vývoj chovu koní v Čechách, na Moravě a na Slovensku*, Nakladatelství Brázda, Praha, 296 s.
- MISAŘ D., JISKROVÁ I., 2008: *Chov a šlechtění koní*, Mendlova univerzita v Brně, Brno, 170 s.
- OPLETAL L., SKŘIVANOVÁ V., TVRZŇÍK P., ZEMAN L., MAROUNEK M., SIATKA T., MACÁKOVÁ K., CAHLÍKOVÁ L., MRKVICOVÁ E., RADA V., ŠPLÍCHAL I., SUCHÝ P., STRAKOVÁ E., HERZIG I., TŮMOVÁ E., ZITA T., ŠIMERDA B., STRYK J., ROZKOT M., CHLEBEK J., ČEŘOVSKÝ J., HOLUB K., 2010: *Přírodní látky a jejich biologická aktivita*, Praha, Karolinum, 653 s.
- PAVLÍK A., SLÁMA P., 2011: *Morfologie a fyziologie hospodářských zvířat*, Mendlova univerzita v Brně, Brno, 142 s.
- PICCIONE G., CASELLA S., GIANNETTO C., MESSINA V., MONTEVERDE V., CAOLA G., GUTTADAURO S., 2010: *Haematological and haematochemical responses to training and competition in standardbred horses*, Comperatice Clinical Pathology, č. 19, s. 95 – 101

- RAD P. A., HASSANPOUR A., MASHAYEKHI M., 2013: *Comparative study of serum zinc, copper and selenium in horses with strangles and healthy horses*, European Journal of Zoology Research, č. 2, s. 67 - 74
- REECE W. O., 2011: *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*, Gryda Publishing, Praha, 480 s.
- SHAHBAZKIA H. R., SHAREGHI B., AMINLARI M., 2010: *Glycated hemoglobin is an indicator of blood glucose status in horses*, Journal of Equine Veterinary Science, č. 1, s. 47 - 49
- STRAKOVÁ E., SUCHÝ P., HERZIG I., TVRZNÍK P., 2008: *Výživa a dietetika 1. díl – obecná výživa*, Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, Brno, 92 s.
- STROUHOVÁ R., 2010: *Výživa koní a její neznámé 1. díl, Výživa a krmení koní*, Svět koní, č. 1, s. 8 - 9
- STROUHOVÁ R., 2010: *Výživa koní a její neznámé 2. díl, Energie a energetická potřeba koní*, Svět koní, č. 2, s. 8 - 9
- STROUHOVÁ R., 2010: *Výživa koní a její neznámé 3. díl, Vitamíny a minerály*, Svět koní, č. 3, s. 4 - 6
- STROUHOVÁ R., 2010: *Výživa koní a její neznámé 4. díl, Energie pro sportovní a rekreační koně*, Svět koní, č. 4, s. 6-8
- ŠIMEK M., 2007: *Minerální látky a jejich zdroje u monogastričních zvířat*, Krmivářství č. 5, s. 20-22
- VÍTEK L., SEDLÁČKOVÁ L., BRANNÝ P., RUML T., 2003: *Metabolismus bilirubinu a způsoby eliminace jeho toxicity*, Chemické listy 97, s. 24-28
- WAGNER E. L., POTTER G. D., GIBBS P. G., ELLER E. M., SCOTT B. D., VOGELSANG M. M., WALZEM R. L., 2005: *Absorption and Retention of Trace Minerals in Adult Horses*, The Professional Animal Scientist, č. 21, s. 207 - 211
- WAGNER E. L., POTTER G. D., GIBBS P. G., ELLER E. M., SCOTT B. D., VOGELSANG M. M., WALZEM R. L., 2011: *Copper and zinc balanced in exercising horses fed 2 forms of mineral supplements*, Journal of Animal Sciences, č. 89, s. 722 - 728
- WICHERT B., KREYENBERG K., KIENZL E., 2002: *Serum response after oral supplementation of different zinc compounds of broodmare*, Journal of Nutrition, č. 132, s. 1769 – 1770
- ZDROJEWICZ Z., WIŚNIEWSKA A., 2005: *Rola cynku w seksualności mężczyzn*, Advances in clinical and experimental medicine, roč. 14, č. 6, 1295 - 3000

ZEMAN L., 1999: *Výživa a krmení prasat v programu Plemhyb*, Plemenáři, Brno, 104s.
ZEMAN L., DOLEŽAL P., KOPŘIVA A., MRKVICOVÁ E., PROCHÁZKOVÁ J., RYANT P., SKLÁDANKA J., STRAKOVÁ E., SUCHÝ P., VESELÝ P., ZELENKA J., 2006: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, Nakladatelství Profi Press, 360s.

8.2 Internetové zdroje

ANONYM 1, 2015: *Ile gnosi pogłowe koni w Polsce*, s. 1, Databáze online [cit. 2015-02-26].

Dostupné na: www.liczby.pl

ANONYM 2, 2015: *Krmiva*, Databáze online [cit. 2015-03-02].

Dostupné na: www.web2.mendelu.cz

ANONYM 3, 2015: *Biochemie*, 1 s., Databáze online [cit. 2015-03-02].

Dostupné na: www.laboklin.cz

CANIBERTI B., BADINO P., GIRARDI C., ODORE R., RE G., 2010: *Effects induced by exercise on lymphocyte β -adrenergic receptors and plasma catecholamine levels in performance horses*, *Reserch in Veterinary Science*, Databáze online [cit. 2015-03-06].

Dostupné na: www.sciencedirect.com

ZHU CH., MA Y., WANG Y., MI Y., FAN D., DENG J., XUE W., 2014: *A novel thiolated human-like college zinc komplex as a promising zinc supplement: Physicochemical characteristics and biokompatibility*, 6 s. Databáze online [cit. 2015-03-07].

Dostupné na: www.sciencedirect.com

MECHOVÁ M., 2014: *Efektivita podávání krmných doplňků a jejich forma*, Databáze online [cit. 2015-03-22].

Dostupné na: www.equichannel.cz

PAULA R. C. S., ANEMI E. C., COSTA A. P.R., FIGUEIREDO V. N., MOURA F. M., FREITAS W. M., QUAGLIA L. A., SANTOS S. N., SOARES A. A., BLAHA M., BLUMENTHAL R., AGATSTON A., NASIR K., SPOSITO A. C., 2014: *Low zinc levels is associated with increased inflammatory activity but not with atherosclerosis, arteriosclerosis or endothelial dysfunction among*, 6 s., Databáze online [cit. 2015-03-08].

Dostupné na: www.sciencedirect.com

PETLACHOVÁ T., CASKOVÁ V., SOBOTKOVA E., 2013: *Chov koní*, Databáze online [cit. 2015-03-16].

Dostupné na: web2.mendelu.cz

9 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obrázek 1 – *Graf vývoje početního stavu koní v ČR v letech 1990 – 2012*

Obrázek 2 - *Graf podílového zastoupení různých plemen koní v České republice ke dni 1. 1. 2014*

Obrázek 3 - *Vzájemné vztahy mezi minerálními prvky v organismu*

Obrázek 4 - *Graf vyjadřující průměrné hodnoty glukózy*

Obrázek 5 - *Graf vyjadřující průměrné hodnoty aspartátaminotransferázy (GOT)*

Obrázek 6 - *Graf vyjadřující průměrné hodnoty močoviny (UREA)*

Obrázek 7 - *Graf vyjadřující průměrné hodnoty bilirubinu (BIL)*

Obrázek 8 - *Graf vyjadřující průměrné hodnoty alkalické fosfatázy (ALP)*

10 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – *Normální hodnoty pro obsahy makroprvků a stopových prvků v plazmě koně*

Tabulka 2 - *Chemické složení krevní plazmy*

Tabulka 3 - *Živinná složení krmiv tvořících základní krmnou dávku koní zařazených do pokusného sledování č. 1*

Tabulka 4 - *Obsah látek v 1 kg doplňku „Krmné aditivum“*

Tabulka 5 - *Odběr č. 1 – kontrolní odběr*

Tabulka 6 - *Odběr č. 2*

Tabulka 7 - *Odběr č. 3*

Tabulka 8 - *Odběr č. 4*

Tabulka 9 - *Odběr č. 5*

Tabulka 10 - *Odběr č. 1 – kontrolní odběr*

Tabulka 11 - *Odběr č. 2*

Tabulka 12 - *Odběr č. 3*

Tabulka 13 - *Odběr č. 4*

Tabulka 14 - *Odběr č. 5*

Tabulka 15 - *Porovnání výsledků odběru u pokusné s fyziologickým rozmezím jednotlivých krevních parametrů*

11 SEZNAM ZKRATEK

ALP – alkalická fosfatáza

BIL – bilirubin

Ca - vápník

CNS – centrální nervová soustava

Cu - měď

dl – decilitr

Fa - železo

g – gram

GOT - aspartátaminotransferáza

l – litr

Mg - hořčík

mg - miligram

mm – milimetr

mmol – milimol

tzv. – tak zvaný
μkat - nanokatal
μmol - nanomol
UREA - močovina
Zn – zinek