

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ  
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**BRNO 2016**

**KAROLÍNA ZAJAČOVÁ**



**Metabolismus mikroprvků ve vztahu matka - mládě u  
přežvýkavců**  
Bakalářská práce

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

*Vypracovala:*  
Karolína Zającová

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Metabolismus mikroprvků ve vztahu matka – mládě vypracoval/a 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/a, 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:.....

.....

## PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu doc. MVDr. Leoši Pavlatovi, Ph.D. za odborný dohled nad mou bakalářskou prací, za trpělivost, půjčenou literaturu a jeho cenné rady.

## **ABSTRAKT**

Metabolismus mikroprvků ve vztahu matka – mládě u přežvýkavců

Cílem mé bakalářské práce bylo provést literární rešerši o mikroprvcích selenu, zinku, mědi a manganu, které jsou nejdůležitějšími mikroprvky v metabolismu a tím i ve vztahu matka – mládě. V práci je popsána jejich funkční i strukturální charakteristika v mnoha metabolických procesech. Jsou zde také uvedeny jejich projevy nedostatku či nadbytku v organismu. Další část své práce jsem věnovala rozdílům v koncentraci těchto prvků v krvi matek a jejich mláďat u jednotlivých druhů přežvýkavců a pokusila se navrhnout či upravit vhodné postupy pro diagnostické možnosti pro zhodnocení stavu zásobení mláďat přežvýkavců těmito mikroprvky.

Klíčová slova: přežvýkavci, zinek, selen, měď, mangan

## **ABSTRAKT**

Metabolism of microelements in relationship between mother and kid in ruminants

The main aim of my bachelor thesis, was execute literary recherche about the most famous trace elements: selenium, zinc, copper and manganese, which are the most important trace elements in metabolism and also in relationship between mothers and kids. In my bachelor thesis I described their functions in many metabolic processes. Also the deficiency and redundancy was described in this topic. The second part of this bachelor thesis, I described differences between concentration in mother's and kid's blood in ruminants and tried to propose the right diagnostic changes, for evaluate the status of these elements in kid's blood system.

key words: ruminants, zinc, selenium, copper, manganese

# OBSAH

<b>1 CÍL PRÁCE .....</b>	<b>7</b>
<b>2 ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>3 MINERÁLNÍ LÁTKY .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1 MIKROPRVKY .....</b>	<b>10</b>
3.1.1 Selen .....	11
3.1.1.1 <i>Biologické funkce</i> .....	11
3.1.1.2 <i>Metabolismus selenu ve vztahu matka - mládě</i> .....	12
3.1.2 Zinek .....	14
3.1.2.1 <i>Biologické funkce</i> .....	14
3.1.2.2 <i>Metabolismus zinku ve vztahu matka - mládě</i> .....	16
3.1.3 Měď .....	19
3.1.3.1 <i>Biologické funkce</i> .....	19
3.1.3.2 <i>Metabolismus mědi ve vztahu matka – mládě u přežvýkavců</i> .....	21
3.1.4 Mangan.....	23
3.1.4.1 <i>Biologické funkce</i> .....	23
3.1.4.1 <i>Metabolismus manganu ve vztahu matka - mládě</i> .....	25
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>28</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>31</b>
<b>SEZNAM TABULEK A GRAFŮ .....</b>	<b>35</b>

## **1 CÍL PRÁCE**

Cílem práce bylo zpracovat literární přehled o významu selenu, zinku, mědi a manganu ve výživě, metabolismu a zdraví přežvýkavců. Popsat aktuální poznatky o metabolismu mikroprvků u skotu a malých přežvýkavců a porovnat jednotlivé rozdíly. Na základě aktuálních literárních údajů navrhnout vhodné postupy a diagnostické možnosti pro hodnocení stavu zásobení mláďat přežvýkavců mikroprvky.

## 2 ÚVOD

Bakalářská práce se věnuje popisu významu a metabolismu mikroprvků (zinek, měď, selen a mangan), což jsou látky v těle zvířat, které jsou v organismu obsaženy v malém množství, ale s množstvím významných biologických funkcí. Práce zahrnuje přehled o jejich důležitosti ve výživě a krmení zvířat, metabolických procesech a příznacích jejich deficitu, ale i nadměrného příjmu těchto prvků v krmné dávce. Zvláštní pozornost je v bakalářské práci věnována metabolismu mikroprvků ve vztahu matka – mládě u přežvýkavců se zaměřením na mezidruhové rozdíly mezi skotem a malými přežvýkavci. Na základě existujících poznatků jsou v práci shrnuta doporučení pro diagnostiku a hodnocení stavu zásobení přežvýkavců mikroprvky respektující mezidruhové a věkové rozdíly.



### 3 MINERÁLNÍ LÁTKY

Krmiva jsou hlavním zdrojem mikro i makroelementů. Minerální složení různých krmiv je velmi rozdílné (Zeman a kol., 2006). Obsah minerálních látek v půdě, klimatické podmínky, půdní reakce, celková intenzita rostlinné výroby i způsoby a vydatnost hnojení významně ovlivňují poměry a koncentraci minerálních látek v pěstovaných krmných plodinách. Vegetační stádium rostlin a způsoby konzervace se odráží jak v koncentraci minerálních látek, tak v celkové využitelnosti a stravitelnosti krmiva v organismu zvířat (Kudrna a kol., 1998).

Mikro a makroelementy jsou nezbytné pro vývin, růst a udržení fyziologické rovnováhy a dobrého životního stavu zvířete. Minerální látky jsou funkčními komponenty velkého množství různých metabolických procesů (Suttle, Underwood, 1999).

Regulace množství minerálních prvků v organismu je zajišťována vstřebáváním a ukládáním prvků do tkání a exkrecí močí, potem a výkaly (Bender, 2000). Za fyziologického stavu jsou minerální prvky v těle živočichů v rovnováze. Řídí je tzv. homeostatické mechanismy. Důležitými faktory pro udržení rovnováhy minerálních látek a jejich koncentrace v organismu je jejich utilizace a dostatečný přísun (Nehasilová, 2005). Nedostatek těchto látek, ale také jejich nesprávný poměr či nadbytek mohou organismu škodit. Funkce a množství jednoho prvku v některých případech podmiňuje funkci druhého prvku (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Nedostatečný, ale také nadměrný přísun těchto látek do organismu se projevují po delší době poruchami zdravotního stavu (Kaas, 2001).

Prvky s nízkou koncentrací v organismu jsou nazývány jako mikroelementy či mikroprvky nebo také stopové prvky. Patří mezi ně železo, měď, molybden, selen, jod, nikl, chrom, mangan, zinek, křemík, kobalt, cín, fluor, vanad (Jelínek, Koudela kol., 2003). Abiogenní prvky jsou prvky škodlivé. Škodí i v malém množství a s jejich příjmem úměrně stoupá jejich toxicita. Nejvíce toxické prvky jsou olovo, kadmium a rtuť. U olova jde o zatížení provozem a motorovými oleji, u kadmia o přehnojování fosfátovými hnojivy a u rtuti zvýšené používání mořicích přípravků semen (Suchý a kol., 2009).

Minerální látky existují v tkáních a buňkách živočichů v různých funkčních a chemických kombinacích a formách. Jednotlivé prvky nefungují v organismu samostatně, ale ve vzájemných souvislostech. Optimální poměr látek a koncentrace jednotlivých látek musí být zachována pro strukturální integritu tkání a správnou fyziologickou funkci. Minerální prvky v organismu živočichů tvoří přibližně 4 – 5 % jejich celkové hmotnosti.

### **3.1 MIKROPRVKY**

Jedná se o látky vyskytující se v těle živočichů pouze v malém množství, proto jsou též označovány jako stopové prvky. Řada z nich je pro zvířata nepostradatelná – zinek, kobalt, jód, železo, měď, molybden, mangan, selen a chrom. Nedostatek těchto mikroprvků v krmivu může být způsoben nedostatečným množstvím těchto prvků v půdě. V některých případech může deficit vzniknout při nevhodném poměru k jiným makroelementům a stopovým prvkům (Zeman a kol., 2006). V těle se vyskytují od  $10^{-6}$  až  $10^{-9}$  mg/kg. Velmi důležitou roli hrají v řadě katalytických, enzymatických i regulačních procesů. Jsou pro živočišný organismus nezbytné a nedokáží být nahrazeny jinými látkami nebo sloučeninami. Stopové prvky jsou nezbytné, pokud jsou přítomny ve zdravých tkáních živočichů a jejich koncentrace je relativně konstantní, pokud jejich nedostatek vyvolává stejné strukturální a fyziologické změny a jejich dodání buď zabrání těmto změnám nebo je zvrátí (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Mikroelementy se do těla zvířat dostávají jak resorpcí z trávicího traktu, tak transplacentárním přestupem do těla plodu během gravidity. Jsou nezbytnými živinami každého živočicha. V organismu ovlivňují velký počet biologických funkcí, činnost imunitního systému a v neposlední řadě také metabolické procesy. U zvířat je hlavním zdrojem mikroprvků rostlinná strava, jejíž výživné hodnoty jsou ovlivňovány koncentrací látek v půdě (Underwood a Suttle, 1999). Často se můžeme setkat s deficitem těchto látek, proto jsou často tyto mikroprvky do těla suplementovány (Nehasilová, 2005). Jelikož se metabolismus mikroprvků u koz, ovcí, lam a skotu podstatně liší, je potřeba studovat potřeby na výživu a metabolismus u jednotlivých druhů samostatně (Mišurová a kol., 2009).

Základním zdrojem mikroprvků pro mláďata v průběhu jejich intrauterinního vývoje jsou jejich matky, protože mikroprvky přestupují přes placentu z krve matky do krve plodu. K nejčastěji studovaným mikroprvkům v našich podmínkách patří selen, měď, zinek a mangan.

### **3.1.1 Selen**

#### *3.1.1.1 Biologické funkce*

Selen se řadí mezi biogenní prvky. Je obsažen ve všech buňkách, tekutinách i tkáních živočichů. Je důležitý pro řadu biogenních funkcí v organismu na subcelulární i celulární úrovni. Nelze ho nahradit jinými prvky, avšak ve větší koncentraci se stává toxickým. Celkově je jeho obsah v organismu velice nízký, jeho největší koncentrace je v ledvinách. Jeho celkové zastoupení v organismu zvířete se pohybuje mezi 15 až 25 µg na 1 kg živé hmotnosti. Vysoká koncentrace je dále v kosterní svalovině, myokardu, játrech a slinivce břišní. Nejnižší koncentraci má tuková tkáň. (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Koncentrace selenu v tkáních a orgánech je závislá i na mnoha dalších faktorech jako například obsahu selenu v přijímané potravě nebo na jeho chemické formě. Příjem selenu výrazně ovlivňují některé biologické faktory, jako jsou pohlaví, zdravotní stav nebo věk (Kvasničková, 1998).

Selen a jeho bioaktivní sloučeniny zabraňují některým toxickým účinkům rtuti, kadmiumu, olova nebo arsenu. Důležitou funkci má při metabolismu prostaglandinů a esenciálních mastných kyselin. Nezbytnou roli hraje selen v imunitním systému organismu. Aktivně zvyšuje produkci protilátek a ovlivňuje baktericidní schopnosti neutrofilních granulocytů. Důležitý je hlavně pro správnou funkci T-lymfocytů, fagocytózu i tvorbu interleukinů. Selen ovlivňuje ve velké míře kvalitu kolostra – množství imunoglobulinů. Snadno prostupuje přes placentu a je důležitý pro intrauterinní vývoj mláďat. Kvalita a úroveň imunity ovlivňuje průběh puerperia a kvalitu zdravotního stavu mléčné žlázy (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Selen se v organismu živočichů nachází v mnoha sloučeninách, tzv. selenoproteinech, které jsou důležité jejich enzymatickou aktivitou. Mezi důležité selenoproteiny řadíme glutathionperoxidázu, která se vyskytuje ve čtyřech podobách izoenzymů. Cytosolová glutathionperoxidáza, která je antioxidant a zásobní jednotka selenu. Obsahuje čtyři

atomy selenu. Vyskytuje se ve všech tkáních a buňkách v různé koncentraci. Plazmatická glutathionperoxidáza je obsažena v krevní plazmě poměrně v nízké koncentraci, má také antioxidační schopnosti. Gastrointestinální glutathionperoxidáza se nachází především v hepatocytech a enterocytech (Jelínek, Koudela et al., 2003). Díky antioxidačním vlastnostem je tento prvek zapojen do homeostázy imunity, hormonů štítné žlázy, plodnosti a mnoha dalších. Má protirakovinné vlastnosti a hraje důležitou roli v mnoha metabolických funkcích jako je syntéza tromboxanů, leukotrienů nebo prostaglandinů (Nehasilová, 2005).

Resorpce selenu se uskutečňuje aktivní formou v tenkém střevě, ve velké míře v duodenu, v malé míře i v tlustém střevě. U přežvýkavců je míra resorpce nižší než u monogastričních zvířat, jelikož v předžaludku dochází k vytvoření redukováných sloučenin selenu, které jsou špatně vstřebatelné. Resorpci do značné míry ovlivňuje věk a také především chemická forma a rozpustnost selenových sloučenin. K vylučování selenu dochází pomocí mléka, výkalů, moči a dýcháním. Při intoxikacích se selen vylučuje potem a vydýcháním plícemi (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Nedostatek selenu způsobuje poruchy reprodukce, degenerativní změny na varlatech, ovariální cysty, zadržování lůžka a endometritidy. U ovcí a koz i jiných zvířat může způsobovat svalovou dystrofii. Ve vyšší míře bývají postiženy mladá zvířata a mláďata, která mají nedostatek vitamínu E (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

### *3.1.1.2 Metabolismus selenu ve vztahu matka - mládě*

Správná výživa březích samic přežvýkavců a jejich mláďat je důležitou součástí správného vývinu mláďat a omezení výskytu jejich onemocnění. Je známo, že je nutností studovat výživu a metabolické procesy různých druhů přežvýkavců, jelikož se výsledky mezi kozami, ovcemi, lamami, skotem a dalšími přežvýkavci ve většině případů liší (Mišurová a kol., 2009). Důležitou součástí je také studie metabolismus ve vztahu matka – mládě, aby bylo možno objektivně posoudit stav zásobení organismu těmito mikroelementy. Ne nepodstatnou součástí, je také zjistit metabolismus jednotlivých mikroelementů při dotaci jejich anorganických či organických forem (Pavlata a kol., 2014).

Pavlatá a kol. (2014), prováděli experiment na 3 skupinách březích koz. První (kontrolní) skupina přídatky selenu nedostávala, druhé skupině byl suplementován anorganický seleničitan sodný a třetí skupině organický selen ve formě laktátproteinového komplexu. Experimentem dokázali, že koncentrace selenu v krvi koz a jejich kůzlat se značně lišila. Kontrolní testy koncentrace selenu v krvi byly prováděny v den porodu u koz i kůzlat a následně 2. a 7. den jen u kůzlat. Pokusem zjistili, že průměrná koncentrace selenu v krvi dospělých koz v kontrolní skupině byla asi 111,1  $\mu\text{mol/l}$ , oproti tomu ve skupinách, ve kterých byl selen suplementován do krmné dávky, byla průměrná koncentrace selenu přibližně 155  $\mu\text{mol/l}$ . U kůzlat koz s přídatkem selenu byla koncentrace tohoto prvku v krvi taky poněkud vyšší, avšak několik dní po porodu koncentrace selenu v krvi kůzlat postupně klesala. Koncentrace selenu byla u koz o 51 – 67 % vyšší než u kůzlat. Forma zkrmovaného selenu nehrála ve výsledcích zásadní roli. Rozdíl jednotlivých koncentrací selenu u koz a jejich mláďat můžeme vidět v procentuálním vyjádření v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace selenu v krvi kůzlat ke koncentraci selenu v krvi jejich matek

Skupina	Kozy	Kůzlatá po porodu	Kůzlatá 7. den po porodu
Kontrolní skupina	100 %	54 %	49 %
Přídavek anorg. selenu	100 %	64 %	50 %
Přídavek org. selenu	100 %	47 %	33 %

Podobný experiment dělala Mišurová a kol. (2009) na 25 zdravých gravidních kozách a jejich novorozených mláďatech. Hlavním cílem studie bylo porovnat koncentraci selenu a aktivitu glutathionperoxidázy u koz a novorozených mláďat. Pokus byl prováděn na krátkosrstém plemeni koz s různou úrovní suplementace selenem. I v této studii bylo zjištěno, že koncentrace selenu u kůzlat se přibližně o 40 % nižší než u jejich matek a nezáleží na tom, zda je do krmné dávky suplementován selen, či ne.

Výsledky stanovení koncentrace selenu v krvi koz a jejich kůzlat lze porovnat s výsledky získanými u skotu. Pavlata a kol. (2004) při experimentu na 12 zdravých kravách a jejich telatech odebírali vzorky krve a kolostra matek a následně krev telat před napitím kolostra a po jeho napojení. V tomto experimentu bylo zjištěno, že koncentrace selenu v těle matky a mláděte se nijak výrazně neliší ani před napojením mlezivem ani po jeho napojení. U krav byla hladina selenu v krvi přibližně 0,87  $\mu\text{mol/l}$  a u jejich telat se výrazně nelišila (průměrně okolo 0,91  $\mu\text{mol/l}$ ). K lehkému zvýšení koncentrace selenu v krvi telat došlo po jejich napojení mlezivem. Rozdíly jednotlivých koncentrací selenu v krvi krav a jejich telat před napojením a po napojení mlezivem můžeme vidět v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2 Vztah koncentrace selenu v krvi telat a jejich matek (procentuální vyjádření koncentrace Se v krvi telat ve vztahu ke koncentraci Se v krvi matek)

	<u>U krav</u>	<u>U telat před napojením mlezivem</u>	<u>U telat po napojení mlezivem</u>
<u>Koncentrace selenu (%)</u>	<u>100 %</u>	<u>104 %</u>	<u>107 %</u>

### **3.1.2 Zinek**

#### *3.1.2.1 Biologické funkce*

Zinek má v organismu stejně jako měď, mangan a selen mnohostrannou funkci. V organismu je obsažen ve všech buňkách. Celkový obsah zinku v organismu je až patnáctkrát vyšší než obsah mědi. Nejvyšší podíl z celkového množství zinku v organismu je obsažen v kostní a svalové tkáni, avšak nejvyšší koncentrace zinku je v prostatě a cévnatce oka. Vyšší koncentrace zinku je také v pankreatu, játrech, ledvinách, varlatech, kostech, kůži a kožních derivátech. Nejméně zinku obsahuje plicní a nervová tkáň (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Zinek obsažený v játrech, slinivce, plazmě a kostře se považuje za tzv. rychle metabolizovatelný rezervní fond. Koncentrace zinku ve svalech a mozku se nemění ani při nedostatku prvku v krmné dávce, jelikož je odčerpáván právě z rezervních fondů. V jaterních buňkách se zinek nachází v cytoplazmě, buněčném jádru, mikrozomech

i mitochondriích. Ve slinivce se nachází v beta buňkách Langerhansových ostrůvků a je potřebný při tvorbě inzulínu (Anke a kol., 2002).

Zinek hraje důležitou roli při tvorbě buněčné imunity a proliferaci buněk, je nezbytný pro hojení ran, tvorbu vaziva a spermií. Vyšší množství zinku je obsaženo v místech kde se tvoří nové buňky, tudíž i v nádorových tkáních (Racek a kol., 1999).

Zinek je aktivátorem a součástí mnoha enzymů, např. karbohydrázy, kyselé a alkalické fosfatázy, deaminázy, peptidázy a mnoha dalších. Pomocí těchto enzymů zasahuje do množství biochemických reakcí na subcelulární a celulární úrovni. Je nezbytný pro syntézu nukleových kyselin a proteinů. Důležitou roli hraje při růstu zvířat, fyziologických procesech v kůži a také v metabolismu kostí (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Důležitou roli hraje při tvorbě leukocytů a jejich funkci. Ovlivňuje tvorbu protilátek a fagocytózu. U přežvýkavých ovlivňuje fermentační procesy v bачorů, je důležitý pro rozmnožování bачorové mikroflóry a její růst, tvorbu mikrobiálního proteinu, těkavých mastných kyselin a celulolytických enzymů. V plazmě je obsaženo 75 % zinku, a to 3 % v leukocytech a 22 % v erytrocytech. Koncentrace zinku v krvi a krevní plazmě je ovlivňována obsahem zinku v podávané potravě (Prasad, 1982).

Resorpce zinku se uskutečňuje především v duodenu aktivní formou. V první fázi se naváže na protein obsažený v enterocytech a poté prostupuje do lymfy a krve. Resorpce je ve velké míře ovlivněna věkem zvířat, potřebou organismu, i chemickou formou zinku. Resorpci negativně ovlivňuje nadbytek fosforu, železa, vápníku, mědi, kadmia a hrubé vlákniny v krmné dávce. U starších zvířat je resorpce zinku nižší než u mláďat. U přežvýkavců dochází k omezené resorpci hlavně při bачorové acidóze (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Mezi základní projevy nedostatku zinku patří zhoršený růst, změny na kůži, nechutenství, změny na sliznicích, problémy ve vývoji a funkci pohlavních orgánů a zhoršená reprodukce. Mláďata reagují na karenci zinku citlivěji než starší zvířata (Pavlata, 2009).

Při podávání zinku intravenózní metodou mizí rychle z krve a ve velké míře se objevuje ve slinivce, ledvinách a játrech (Zeman a Háp, 1994).

Množství zinku v krmné dávce by nemělo přesáhnout 250 mg/kg, oxidu zinečnatého 600 mg/kg a chelátových sloučenin jen 80 mg/kg. Nadměrná exkrece zinku výkaly vede k vysoké zátěži životního prostředí, proto byla maximální dávka v legislativě EU omezena na 250 mg/kg (Zeman a kol., 2006).

K vysokému příjmu zinku jsou zvířata docela tolerantní. Ojediněle dochází k intoxikacím a to především kvůli několikanásobné koncentraci zinku v krmné dávce. Intoxikace se projevují zánětlivými procesy na sliznici trávicího ústrojí a onemocněním ledvin a jater (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

### *3.1.2.2 Metabolismus zinku ve vztahu matka - mládě*

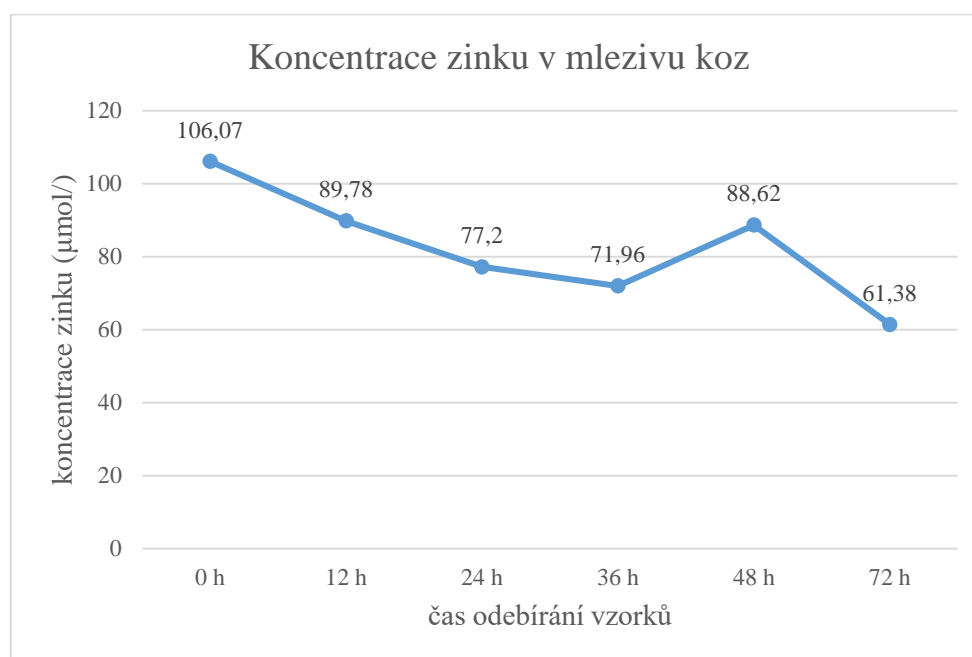
Studiu metabolismu zinku ve vztahu matka – mládě u koz se věnovali např. Pavlata a kol. (2014), kteří prováděli experiment na 3 samostatných skupinách plemenných bílých krátkosrstých koz. Do pokusu byli zařazeni zdraví a gravidní jedinci. Do experimentu byli zařazeni jedinci 6 – 8 týdnů před termínem porodu, v té době také byla zahájena dotace zinku u druhé a třetí skupiny. Dotace prvku pokračovala do porodu a také týden po něm. První skupina nedostávala přídatky zinku a figurovala v pokusu jako skupina kontrolní, druhé skupině byl suplementován anorganický oxid zinečnatý a třetí skupině organický zinek ve formě laktátu zinku (trihydrát mléčnanu zinečnatého). Pokusem zjistili, že v koncentraci zinku v krvi koz a jejich kůzlat v den porodu byly značné rozdíly. V některých případech byla koncentrace zinku v krvi koz až o 60 % vyšší než u jejich mláďat. Avšak už druhý den po porodu koncentrace zinku průměrně vzrostla téměř o trojnásobek z původních hodnot získaných hned po porodu. Rozdíly mezi organickým a anorganickým zinkem v krmivu nehrála ve výsledcích důležitou roli (tabulka č. 3). Další významnou cestou přechodu zinku a dalších mikroprvků z matky na mládě je kolostrum. Kračmár a kol. (2003) testovali kolostrum prvních 72 hodin a zjistili, že prvních 12 hodin po porodu je v mlezivu koncentrace zinku 90 – 100  $\mu\text{mol/l}$ , což vysvětluje proč hladina zinku v krvi kůzlat po narození a napojení mlezivem prudce stoupá. Při této studii byl prokázán postupný pokles koncentrace zinku v kolostru koz 2 – 72 hod po porodu z průměrné koncentrace  $106,07 \pm 24,63 \mu\text{mol/l}$  na  $61,38 \pm 7,47 \mu\text{mol/l}$  (graf č. 1). Výsledky této studie můžeme porovnat s výsledky získanými u skotu.



Tabulka č. 3 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace zinku v krvi kůzlat ke koncentraci zinku v krvi jejich matek

Skupina	Kozy	Kůzlata po porodu	Kůzlata 2. den po porodu
Kontrolní skupina	100 %	63 %	167 %
Přídavek anorg. zinku	100 %	68 %	178 %
Přídavek org. zinku	100 %	58 %	130 %

Graf č. 1 Koncentrace zinku v mlezivu koz (dle Kráčmara a kol., 2003)



Pavlata a kol. (2014) experimentem dokázali, že koncentrace zinku v krvi kůzlat byla v průměru 62 – 68 % z hodnoty koncentrace v krvi matky. Koncentrace zinku v krvi kůzlat během mlezivové výživy byla značně dynamická, během prvních dní rychle

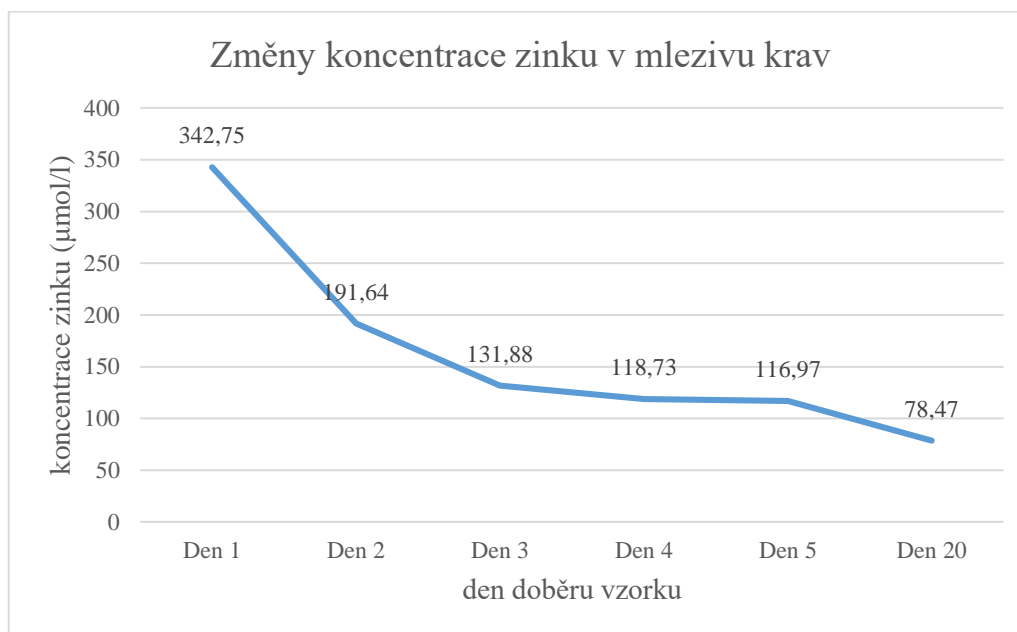
stoupala a již 2 dny po porodu byla hladina zinku v krvi kůzlat v průměru 133 – 180 % hodnoty koncentrace Zn v krvi matky v den porodu.

Obdobná problematika byla studována již dříve také u skotu (Pavlata a kol., 2004). Pokus byl prováděn na 12 zdravých kravách a jejich mláďatech, kdy byly odebrány vzorky krve a kolostra matek a následně krev telat před napitím kolostra a po jeho napojení. Výsledky ukazují, že koncentrace zinku v krvi novorozených telat byla průkazně vyšší než u jejich matek, což znamená, že organismus telat je schopen nashromáždit zinek během nitroděložního vývoje. Navzdory tomu, že testované dojnice trpěly mírným deficitem zinku, koncentrace zinku u jejich telat byla dostatečně vysoká. Koncentrace zinku v krvi telat před napitím a po napojení mlezivem se průkazně nelišily, i když koncentrace zinku v kolostru matek je poměrně vysoká. Podobným experimentem se zabýval Pavlata a kol. (2006), kdy studovali koncentraci zinku v mlezivu a mléce u českého strakatého skotu. Při této studii byl prokázán postupný pokles koncentrace zinku v kolostru krav 0. – 20. den po porodu z průměrné koncentrace  $342,75 \pm 93,87 \mu\text{mol/l}$  na  $78,47 \pm 14,54 \mu\text{mol/l}$  (graf č. 2).

Tabulka č. 4 Procentuální vyjádření koncentrace zinku v krvi telat ve vztahu ke koncentraci zinku v krvi matek

	<u>U krav</u>	<u>U telat před napojením mlezivem</u>	<u>U telat po napojení mlezivem</u>
<u>Koncentrace zinku (%)</u>	<u>100 %</u>	<u>220 %</u>	<u>227 %</u>

Graf č. 2 Změny koncentrace zinku v mlezivu a mléce českého strakatého skotu (dle Pavlaty a kol., 2006)



Z grafu můžeme vyčíst, že koncentrace zinku v mlezivu je vyšší než v mléce.

U metabolismu zinku v krvi skotu, koz a jejich mláďat můžeme vidět podstatné rozdíly. Telata už v den narození mají několikanásobně vyšší koncentraci zinku v krvi. Oproti tomu kůzlata mají až o 40 % nižší koncentraci zinku v krvi než jejich matky. Koncentrace zinku začala stoupat až několik hodin po porodu, po napojení mlezivem, a to až o 150 % z hodnoty koncentrace jejich matek v den porodu.

### **3.1.3 Měď**

#### *3.1.3.1 Biologické funkce*

Měď se nachází u zvířat ve všech tkáních. Tvoří přibližně 0,002 % z celkové hmotnosti těla zvířete. Nejvyšší koncentrace mědi je v ledvinách, srdci, mozku, slezině a játrech. Naopak nejnižší koncentrace je ve štítné žláze, prostatě a hypofýze. Střední koncentrace je ve svalech a je poměrně stabilní.

Funkce mědi je v organismu mnohostranná. Tento biogenní prvek je nezbytný pro tvorbu kolagenu, elastinu, pigmentu, ovlivňuje reprodukční funkce, metabolismus kostí, krvetvorbu, činnost nervové soustavy a také keratinizaci chlupů. Oblivňuje velké

množství biochemických reakcí na subcelulární i celulární úrovni a výrazně tak ovlivňuje metabolismus (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Měď je schopna existovat ve dvou oxidačních stavech ( $\text{Cu}^+$  a  $\text{Cu}^{2+}$ ) a funguje jako kofaktor při hydrolytických reakcích (Wang a kol., 2011). Nedostatek mědi způsobuje ztrátu pigmentu v okolí očí. Je obsažena v řadě enzymů jako například cytochrómoxidáze, aminooxidáze a ceruloplazminu (Nehasilová, 2005). Tento prvek hraje důležitou roli při vstřebávání železa z gastrointestinálního traktu, metabolismu pojivové tkáně a kůže (Marycz a kol., 2009). Dále je důležitý pro nespecifickou i specifickou imunitu. Ceruloplazmin je transportní forma mědi, která má antioxidační účinek (Nehasilová, 2005).

V krvi je měď rozdělena mezi erythrocyty a plazmu. V erythrocytech je vázána na bílkovinu hemokuprein a erytrokuprein. Měď vázaná v ceruloplazminu tvoří asi 80 % veškeré mědi v krevní plazmě, zbytek mědi je vázán na albumin. Malé množství mědi obsahují také trombocyty a leukocyty. U skotu je koncentrace mědi v krevní plazmě přibližně 12 – 16  $\mu\text{mol/l}$  (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Nadměrný přísun mědi zabraňuje vstřebávání zinku a naopak (Racek a kol., 1999). Antagonisty vstřebávání mědi jsou naopak mangan, železo, molybden či kadmium (Sherman, 2009).

Měď je v organismu důkladně regulována, protože dokáže být potenciálně toxická a má schopnost podílet se na reakcích s volnými radikály (Prohaska, 2008). V organismu jsou vyvinuty mechanismy, které regulují průchod mědi mezi proteiny a přes membrány. Hlavní roli v udržování homeostáze mědi je membránový transportér mědi. Ve chvíli kdy měď z krmiva dosáhne duodena, tak se setká s transportním proteinem, který reguluje import mědi skrz mikrokilky kartáčového lemu (Nose a kol., 2006). Po přestupu mědi do krve se naváže na albumin a potom je transportována do jater. Centrální funkci v udržování homeostáze má jaterní tkáň (Cymbaluk a kol., 1981).

K resorpci mědi dochází aktivním způsobem v tenkém střevě. Při enormním příjmu mědi se může resorbovat také pasivním způsobem. Resorpce činí až 30 % (Jelínek, Koudela a kol., 2003). Vysoká koncentrace manganu, molybdenu a železa či kadmia v krmné dávce omezuje vstřebávání mědi a dochází k sekundární karenci (Sherman, 2011). Negativně mohou aktivitu mědi ovlivňovat také stříbro, kadmium, selen a olovo (Suttle, Underwood, 1999). V přirozených podmínkách bývá zásoba mědi dostačující,

avšak u některých krmiv z písčitých, bažinatých a rašelinných půd mohou být projevy nedostatku (Bender, 2000).

### 3.1.3.2 Metabolismus mědi ve vztahu matka – mládě u přežvýkavců

Pavlat a kol. (2014), prováděli experiment na 3 skupinách bílých krátkosrstých koz. Do experimentu byli zařazeni jedinci 6 – 8 týdnů před termínem porodu, v té době také byla zahájena dotace mědi u druhé a třetí skupiny. Dotace prvku pokračovala do porodu a také týden po něm. První skupina nedostávala dotaci mědi a figurovala v pokusu jako skupina kontrolní, druhé skupině byl suplementován anorganický síran měďnatý a třetí skupině organicky vázaná měď v podobě chelátu. Koncentrace mědi po porodu u kůzlat byla podstatně nižší než u jejich matek, avšak už druhý den po porodu prudce stoupala a průměrné hodnoty koncentrace mědi v krvi kůzlat dosahovaly asi 47 – 55 % z hodnot koncentrace jejich matek. Do 7. dne se koncentrace mědi v krvi mláďat zvýšila až na hodnotu, kterou měly kozy v den porodu (tabulka č. 5).

Tabulka č. 5 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace mědi v krvi kůzlat ke koncentraci mědi v krvi jejich matek

Skupina	Kozy	Kůzлата po porodu	Kůzлата 7. den po porodu
Kontrolní skupina	100 %	39 %	91 %
Přídavek anorg. mědi	100 %	33 %	78 %
Přídavek org. mědi	100 %	32 %	87 %

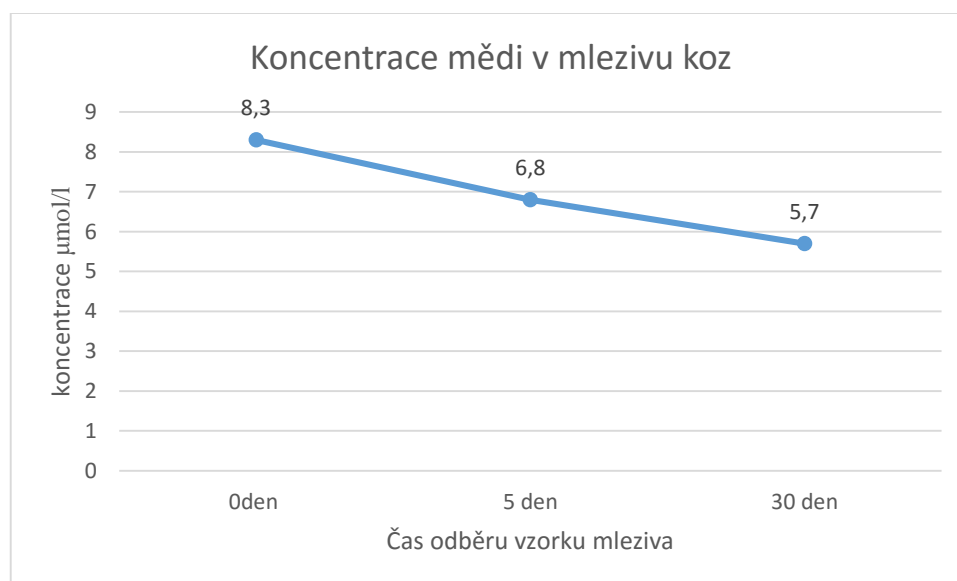
Podobnou studii prováděli Páleníková a kol. (2014) na skupině 22 zdravých, březích koz. Záměrem experimentu bylo vyhodnotit koncentraci mědi v krvi matek a jejich mláďat a následně v mlezivu a mléce koz. Forma podávané mědi nehrála ve studii

velkou roli, rozdíly v koncentracích mědi v krvi u jednotlivých skupin byly minimální a pohybovali se kolem 18 – 19  $\mu\text{mol/l}$ . Koncentrace u kontrolní skupiny koz byla o něco nižší, přibližně 15 – 16  $\mu\text{mol/l}$ . V prvním týdnu života kůzlat koncentrace mědi v jejich krvi podstatně stoupla (tabulka č. 6). Koncentrace v kolostru koz byla nejvyšší ihned po porodu a pozvolna během prvního dne klesala (graf č. 3). Tyto údaje nám vysvětlují, proč se zvyšovala koncentrace mědi v krvi kůzlat nejvíc v prvním týdnu a pak opět volně klesala.

Tabulka č. 6 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace mědi v krvi kůzlat ke koncentraci mědi v krvi jejich matek

	0	2	7	21
Koncentrace v krvi koz	100 %	100 %	100 %	100 %
Koncentrace v krvi kůzlat	35 %	46 %	80 %	65 %

Graf č. 3 Koncentrace mědi v mlezivu a mléce koz (dle Páleníkové a kol., 2014)



Podobně je to také u skotu. Pavlata a kol. (2004) prováděl studii na 12 zdravých, březích kravách a následně na jejich telatech. Jednotlivé krevní vzorky byly u telat odebírány těsně po porodu ještě před napojením mleziva a poté po jeho napojení. Průměrné výsledky krevních testů ukazující koncentraci mědi v krvi krav se pohybovaly od 6,76 do 13,16  $\mu\text{mol/l}$  a v krvi telat před napojením mlezivem průměrně  $3,23 \pm 1,08$   $\mu\text{mol/l}$  a po napojení kolostrem se zvýšila průměrně na  $7,53 \pm 1,98$   $\mu\text{mol/l}$ . Podle výsledků můžeme poznat, že koncentrace mědi v krvi telat po jejich narození byla o něco nižší než u jejich matek, avšak po napojení kolostrem stoupla skoro na hodnotu totožnou s jejich matkami (tabulka č. 7).

Tabulka č. 7 Procentuální vyjádření koncentrace mědi v krvi telat ve vztahu ke koncentraci mědi v krvi matek.

	<u>U krav</u>	<u>U telat před napojením mlezivem</u>	<u>U telat po napojení mlezivem</u>
<u>Koncentrace mědi (%)</u>	<u>100 %</u>	<u>32 %</u>	<u>75 %</u>

### **3.1.4 Mangan**

#### *3.1.4.1 Biologické funkce*

V roce 1931 bylo dokázáno, že mangan je esenciální prvek, důležitý pro správný růst, vývin kostí a reprodukci a je nezbytný ve výživě přežvýkavců. Tento prvek je esenciální kofaktor pro velké množství enzymů, které se podílejí na různých metabolických procesech. Je také nezbytný pro mikroorganismy bachoru u přežvýkavců. Je absorbován tenkým a tlustým střevem pomalou a relativně konstantní rychlostí (Minson, 1990).

Je jedním z dalších nenahraditelných mikroprvků pro zvířecí organismus. Nejvyšší obsah je v olejninách, objemných krmivech pěstovaných na písčitých půdách. V menší míře jsou zdrojem manganu krmiva živočišného původu a zrniny (Sommer, 1985).

Nejvyšší koncentrace manganu je v ledvinách a játrech. Vyšší obsah manganu je také v pankreatu, kostní tkáni nebo hypofýze. Nejnižší koncentrace manganu je v kosterní

svalovinně. V buněčných organelách, cytoplazmě a krvi je koncentrace manganu poměrně nízká. Mangan má specifickou roli v syntéze mukopolysacharidů kostní tkáně a chrupavky. Je součástí enzymů, díky nimž zasahuje do bílkovinného, minerálního, lipidového a energetického metabolismu. Významnými enzymy jsou argináza, alkalická fosfatáza a pyruvát karboxyláza. Řada dalších enzymů je aktivována právě manganem (Jelínek, Koudela a kol 2003).

Poměrně silně kolísající hladiny manganu v krmivech zvířat, popřípadě jejich zvýšení lze vyrovnat, resp. zajistit podáváním premixových směsí bohatých na mangan. Bohatými zdroji tohoto prvku jsou otruby, extrahované šroty nebo řepné listy (Annenkov a kol., 1982).

Vylučování endogenního manganu probíhá pomocí žluči. Mangan se dostává ze střeva společně s neresorbovaným manganem výkaly. V moči jsou pouze malé stopy manganu. V mléce je také poměrně nízký obsah manganu, v kolostru je o něco vyšší (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

Zdravotní problémy z důvodu karence manganu se vyskytují u všech kategorií zvířat. Příznaky deficitu se projevují většinou, až když je nedostatek manganu v organismu poměrně výrazný a dlouhodobý. U telat deficit způsobuje špatnou životaschopnost, rozšíření kloubů, poruchy vývoje kostry a v neposlední řadě také změny na srsti. Diagnostika karence se určuje na základě laboratorního vyšetření obsahu manganu v krvi a v krmivu (Pavlata, 2009). U ovcí se projevuje sterilita samic, anestrus, zmetání, atrofie vaječnic, poruchy centrální soustavy nebo také častější porody mrtvých mláďat. U jehňat se deficit projevuje pohybovými potížemi, krátkými končetinami, kulháním, slabými kosti. Časté jsou také depigmentace vlny, albinismus, nebo poruchy růstu. Příznaky karence manganu mohou být různé, jelikož citlivost na deficit tohoto prvku bývá velmi individuální (Jagoš, 1987).

Nadbytek manganu je u většiny druhů živočichů relativně dobře tolerován. V jisté míře však omezuje resorpci zinku. Několikanásobně zvýšený příjem tohoto prvku může způsobit intoxikaci organismu, která má nervové příznaky. Intoxikace manganem jsou méně časté, mohou však vznikat v okolí průmyslových zařízení na zpracování rud manganu (Jelínek, Koudela a kol., 2003).

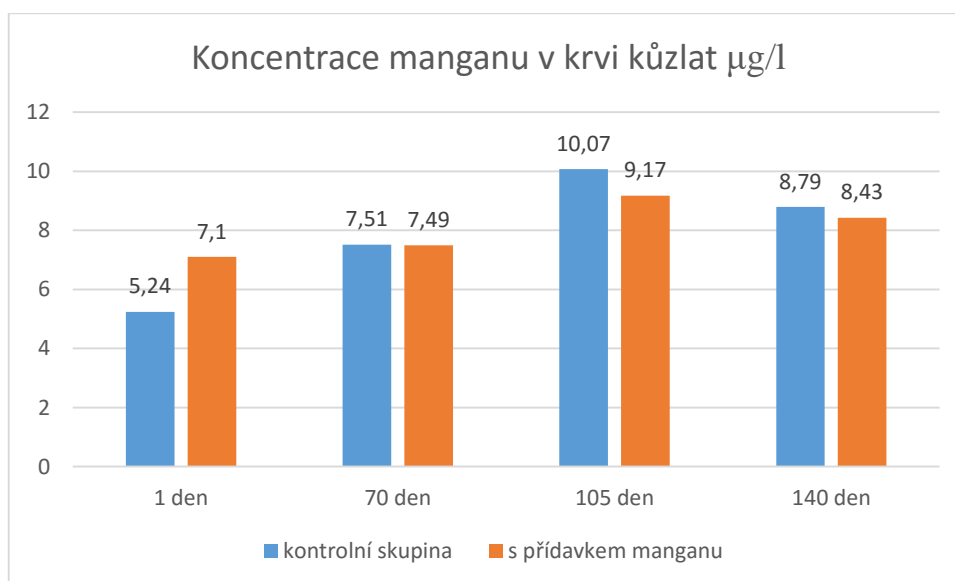


### 3.1.4.1 Metabolismus manganu ve vztahu matka - mládě

Problematika metabolismus manganu ve vztahu matka a mládě není doposud dostatečně prozkoumána, resp. je těžké nalézt dostatek publikovaných výsledků.

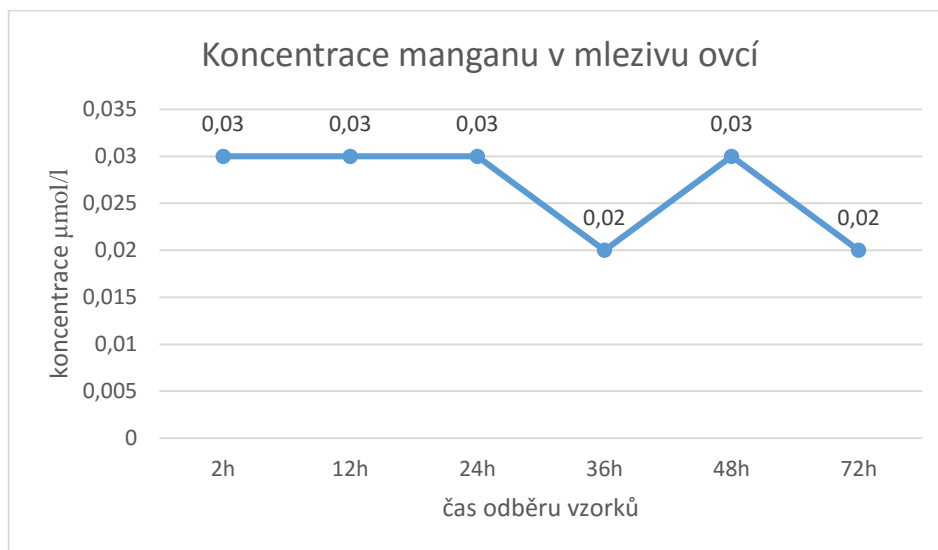
Zastoupením manganu v těle kůzlat se zabývala např. Pitropovská a kol. (2014). Cílem studie bylo vyhodnotit, jak ovlivní suplementace organické formy manganu koncentraci manganu v krvi, srsti a orgánech mladých kůzlat. Do studie bylo zapojeno 27 kůzlat, které do odstavu (70 dní) pily pouze mateřské mléko. Na konci studie bylo 7 z nich poraženo, aby bylo možno zjistit koncentraci manganu v jednotlivých orgánech. Koncentrace manganu v krvi kůzlat se pohybovala od  $5,24 \pm$  do  $10,07 \mu\text{g/l}$ . Rozdíly mezi kontrolní skupinou a skupinou dotovanou manganem nebyly nijak výrazné (graf č. 4).

Graf č. 4 Rozdílná koncentrace manganu u koz bez přídatku manganu a s přídatkem manganu (Pitropovská a kol., 2014)



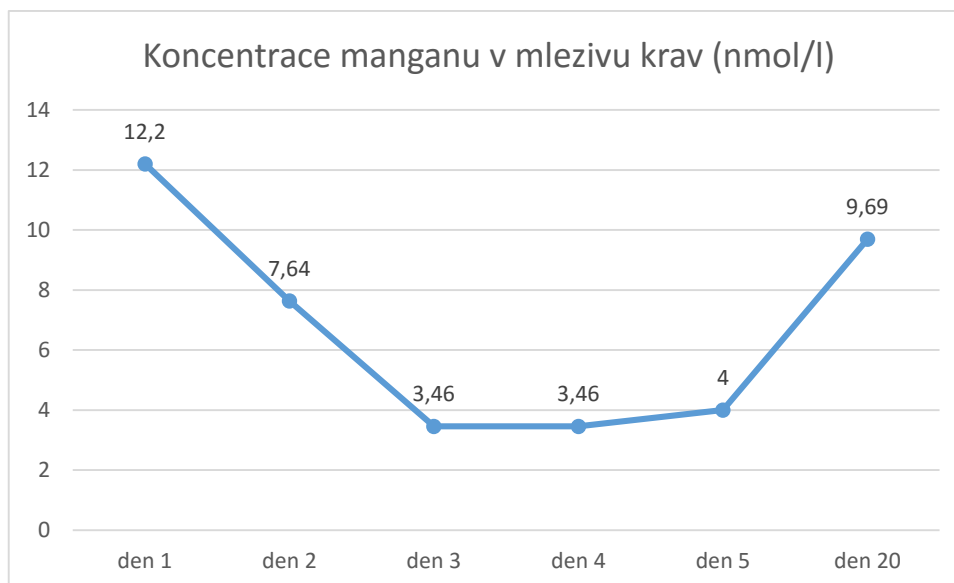
Kračmar a kol. (2005) sledovali změny koncentrace manganu a jiných prvků v mlezivu ovcí v prvních 72 hodinách od porodu. Dle grafu č. 5 můžeme vidět minimální změny koncentrace manganu v mlezivu.

Graf č. 5 Koncentrace manganu v mlezivu ovcí (dle Kráčmara a kol., 2005)



Podobnou studii dělal Pavlata a kol. (2006) na českém strakatém skotu, kdy odebírali vzorky mleziva a mléka a porovnávali jednotlivé koncentrace manganu (graf č. 6). Dle grafu můžeme vidět, koncentrace manganu v mlezivu první dva dny lehce klesá z 12,2 nmol/l na 3,46 nmol/l a poté opět pozvolna stoupá a 20. den už je koncentrace v manganu v mléce opět okolo 9,69 nmol/l.

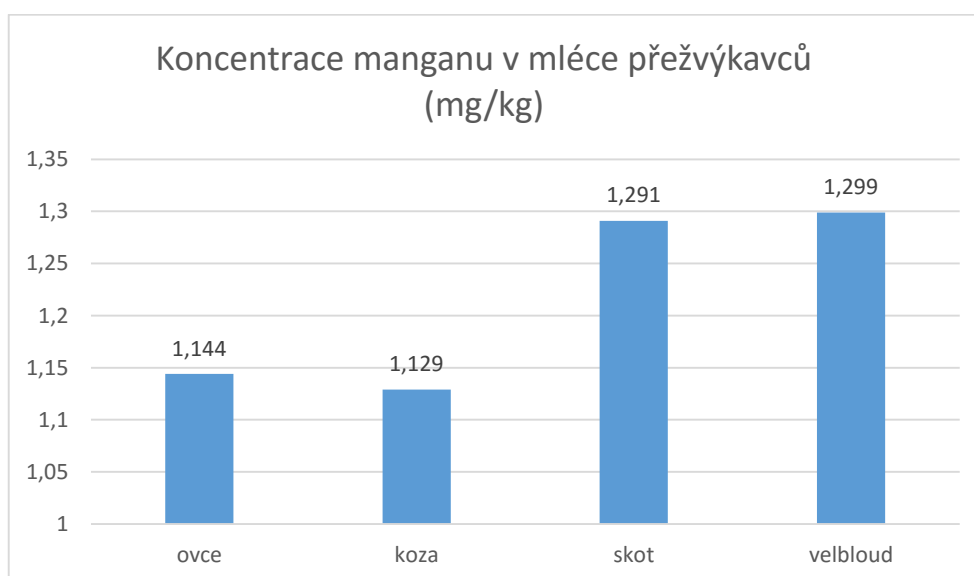
Graf č. 6 Koncentrace manganu v mlezivu a mléce krav (dle Pavlaty a kol., 2006)



Underwood a Suttle (1999) tvrdí, že koncentrace manganu v krvi telat je přibližně 20 – 70 µg/l, což je vyšší hodnota než u dospělých krav. Pechová a kol (2008) podle jejich studií zjistili, že koncentrace manganu v krvi krav byla  $14,03 \pm 3,24$  µg/l. I když se jejich výsledky liší s výsledky, ke kterým došel Gehrke and Lachowski (1997). Výsledky jeho studie se pohybovaly od 5,10 do 12,35 µg/l.

Zajímavou studii prováděl Wabel (2008), který sledoval koncentraci manganu v mléce u několika druhů přežvýkavců, přesněji u skotu, ovcí, koz a velbloudů ze Saudské Arábie. Vzorky mléka byly odebírány v druhém měsíci laktace. Ovčí mléko mělo výrazně vyšší koncentraci všech prvků než ostatní. Z grafu (graf č. 5) je jasné, že u jednotlivých zástupců přežvýkavců je hodnota koncentrace manganu v jejich mléce rozdílná. Nejnižší koncentraci mědi v mléce mají kozy a ovce a na druhou stranu nejvyšší hodnotu koncentrace mají skot a velbloudi.

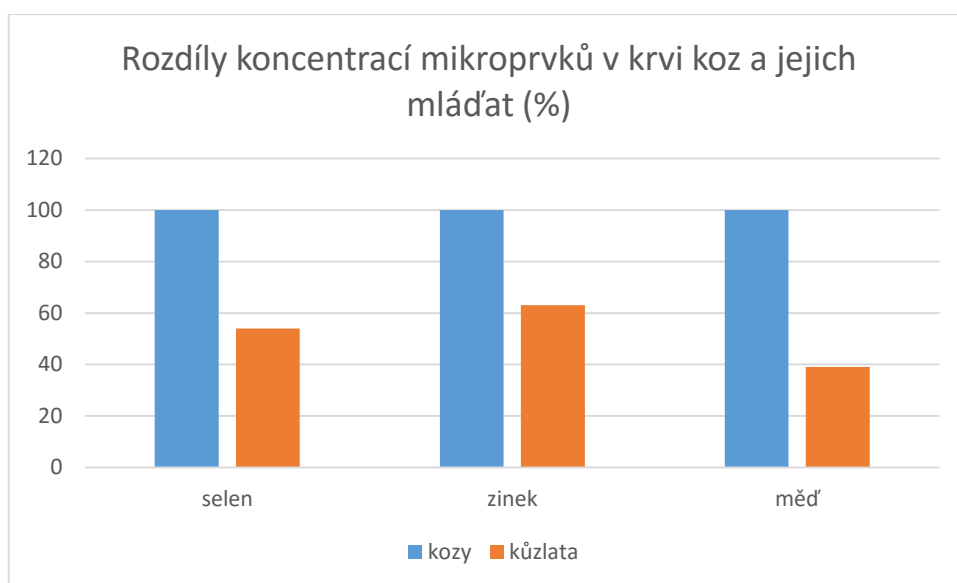
Graf č. 7 Koncentrace manganu v mléce přežvýkavců (dle Wabela, 2008)



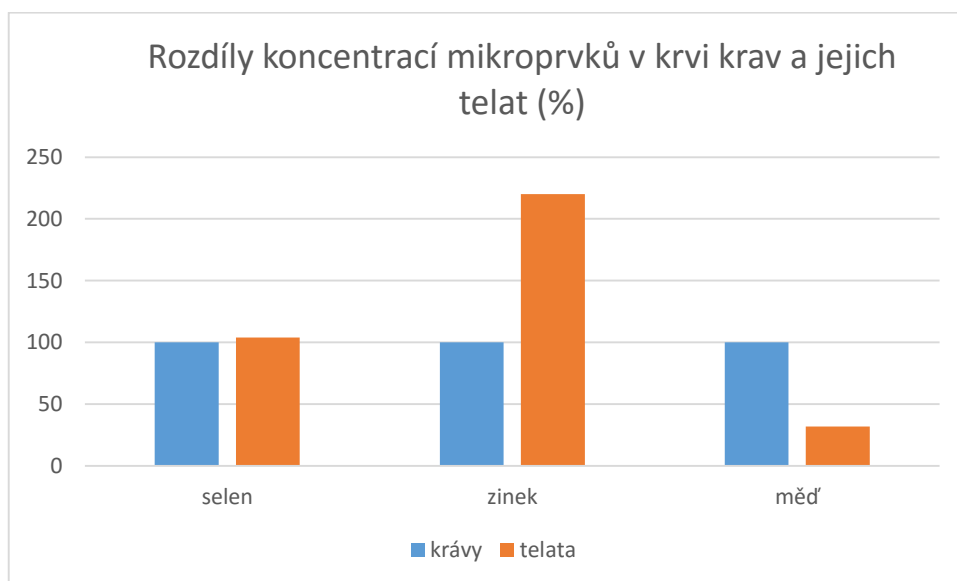
## ZÁVĚR

Rozdílné koncentrace selenu, zinku a mědi v procentuálním vyjádření u koz, krav a jejich mláďat ihned po porodu jsou vyjádřeny v grafech č. 8 a 9. Podle nich můžeme vidět, že metabolismus jednotlivých mikroprvků je u jednotlivých druhů přežvýkavců odlišný.

Graf č. 8 Procentuální vyjádření koncentrace mikroprvků v krvi koz a jejich mláďat



Graf č. 9 Koncentrace jednotlivých mikroprvků v krvi krav a jejich mláďat



Díky jednotlivým pokusům můžeme vidět, že metabolismus selenu ve vztahu matka – mládě se u skotu a koz značně liší. U koz a jejich mláďat je zřejmé,

že koncentrace selenu v krvi mláďat je v porovnání s koncentrací selenu v krvi matek podstatně nižší. V průměru jsou nižší až o 50 %. Na druhé straně u skotu se koncentrace selenu v krvi telat a jejich matek nijak průkazně neliší ani při narození před napojení mlezivem, ani po jeho napojení. Jak u koz, tak u skotu byla korelační analýzou zjištěna významná spojitost mezi koncentrací selenu v krvi matek a jejich mláďat.

Podle zjištěných výsledků můžeme také porovnat koncentraci zinku v krvi jednotlivých přežvýkavců a zjistíme, že metabolismus ve vztahu matka – mládě se u skotu a koz značně liší. U kůzlat můžeme vidět, že koncentrace zinku v jejich krvi je až o 40 % nižší než u jejich matek. Avšak po napojení mlezivem se hodnota koncentrace zinku v krvi značně zvyšuje. To je pravděpodobně způsobeno vysokou koncentrací zinku v mlezivu jejich matek. Koncentrace zinku v krvi kůzlat během mlezivové výživy je značně dynamická, během prvních dní rychle stoupá a již 2 dny po porodu dosahuje hladina zinku v krvi kůzlat v průměru 133 – 180 % hodnoty koncentrace Zn v krvi matky v den porodu.

Telata mají na rozdíl od kůzlat koncentraci zinku v krvi prokazatelně vyšší než jejich matky, bez rozdílu zda se jedná o krevní vzorek pořízený před napojením mlezivem, či po napojení. To dokazuje, že telata jsou schopna kumulovat zinek ve svém organismu již během nitroděložního vývoje.

Co se týče koncentrace mědi, je zřejmé, že jak telata, tak kůzlata mají v den porodu hladinu mědi v krvi podstatně menší než jejich matky. Koncentrace mědi u mláďat stoupá v souvislosti se zvyšováním syntézy ceruloplasminu, který je hlavní transportní formou mědi. U novorozených telat i kůzlat je koncentrace mědi až o 60 % nižší než u jejich matek.

Porovnání výsledků koncentrací manganu je těžké, jelikož do současnosti nebylo realizováno dostatečné množství studií této problematiky. Ze zjištěných informací je však jasné, že u skotu je koncentrace manganu u telat až několikanásobně vyšší než u jejich matek. Koncentrace manganu u kůzlat se pohybuje v podobných hodnotách jako u krav.

Během kolostrální výživy telat v prvních dnech života, se výrazně zvyšuje hladina mědi, oproti tomu hladiny zinku a selenu se nijak výrazně nemění.

Je důležité respektovat mezidruhové a věkové fyziologické rozdíly u přežvýkavců. Je vyloučeno používat stejné fyziologické hodnoty pro všechny druhy přežvýkavců a navíc je nutné používat také rozdílné hodnoty pro dospělá zvířata a jejich mláďata, jelikož dosavadní studie udávají podstatné rozdíly v jejich metabolismu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ANNENKOV B.N., GEORGIJEVSKIJ I.V., SAMOCHIN T.V., 1982: *Mineralna vyživa zvierat*, vydání první, Příroda, Bratislava, 431 s. ISBN 64-144-82.

ANKE, M. a kol., 2002: *The effect of a nickel rich offer on the zink, magnesium and manganem status od the hen and thein eggs*, Ber. Martin – Luthen Universitat, 210-212 s.

BENDER, I., 2000: *Praxishandbuch Pferdefütterung*. 1. Auflage. Kosmos, 351 s. ISBN 3-440-06904-4.

CYMBALUK N. F., SCHRYVER H. F., HINTZ H. F., 1981: *Copper metabolism and requirement in mature ponies*, The Journal of Nutrition. 111 s.

GEHRKE M., LACHOWSKI A., 1997: *Determination of manganese in cow blood using the flameless atomic absorption spectrophotometry. II. Population investigations into the variability of manganese concentrations in the serum and blood of cows in various production stages*, Bull Vet Inst Puławy 41: ISBN 115-119-529.

HOFÍREK B. a kol., 2009: *Nemoci skotu*, Česká biuatrická společnost, Brno, 1149 s. ISBN 978-80-86542-19-5.

JAGOŠ P. a kol., 1958: *Diagnostika, terapie prevence nemocí skotu*, 1. vydání, Státní zemědělské nakladatelství, 469 s. ISBN 09-21-85.

JELÍNEK P., KOUDELA K., 2003: *Fyziologie hospodářských zvířat*, 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 409 s. ISBN 80-715-7644-1.

KAAS M., 2001: *Minerální látky ve výživě zvířat*, Krmivářství, 5: 41–42.

KRÁČMAR S., GAJDŮŠEK S., JELÍNEK P., ILLEK J., 2003: *Changes in contents of some macro and microelements in goat's colostrums within the first 72 hours after parturition*, Small Ruminant, 213–218 s.

KUDRNA V. a kol., 1998: *Produkce krmiv a vyživa skotu*, Agrispoj Praha, 362 s. ISBN 8023942417

- KVASNIČKOVÁ A., 1998: *Minerální látky a stopové prvky: esenciální minerální prvky ve výživě*, 1. vyd. Praha: ÚZPI-Ústav zemědělských a potravinářských informací, 127 s. ISBN 80-851-2094-1.
- MARYCZ K., MOLL E., ZAWADZKI W., NICPOŃ J., 2009: *The correlation of elemental composition and morphological properties of the horses hair after 110 days of feeding with high quality commercial food enriched with Zn and Cu organic forms*, EJPAU, 12 (3).
- MINSON D., 1990: *Forage in ruminant nutrition*, London, Academic Press., ISBN 0-12-498310-3.
- MIŠUROVÁ L., PAVLATA L., PECHOVÁ A., DVOŘÁK R., 2009: Selenium metabolism in goats – maternal transfer of selenium to newborn kids. *Veterinarni Medicina*, 54, 125–130 s.
- NEHASILOVÁ D., 2005: *Stopové prvky ve výživě hospodářských zvířat*, Praha: Informační přehledy ÚZPI, 48 s.
- NOSE Y., REES E. M., THIELE D. J., 2006: *Structure of the Copper Transporter reveals novel architecture*, Trends in Biochemical Sciences, 31: 604–607 s.
- PÁLENÍKOVÁ I., HAUPTMANOVÁ K., PITROPOVSKÁ E., PÁLENÍK T., HUSÁKOVÁ T., PECHOVÁ A., PAVLATA L., 2014: *Copper metabolism in goat-kid relationship at supplementation of inorganic and organic forms of copper*, Czech Journal of Animal Science. sv. 59, č. 5, 201-207 s. ISSN 1212-1819.
- PAVLATA L., LOKAJOVÁ E., PECHOVÁ A., KRYS Š., DVOŘÁK R., 2006: *Changes of macro- and microelements and vitamins in colostrum and milk of Czech Pied cattle*, Acta Veterinaria Brno. sv 43, 267-270 s.
- PAVLATA L., 2009: *Poruchy metabolismu mikroprvků*, 702-714, In: HOFÍREK, B.: *Nemoci skotu*, Česká buiatrická společnost, Brno, 1149 s. ISBN 978-80-865442-19-5.
- PAVLATA L., PECHOVÁ A., DVOŘÁK R., 2004: *Microelements in colostrum and blood of cows and their calves during colostrum nutrition*, Acta Veterinaria Brno.. sv. 73, 421-429 s. ISSN 0001-7213.



PAVLATA, L., PECHOVÁ A., HAUPTMANOVÁ K., DOLEŽAL P., 2014: *Koncentrace mikroprvků v krvi koz a jejich kůzlat při krmení anorganických a organicky vázaných forem prvků*. In: NAŘ P., MASKALOVÁ I., *Lazarove dni výživy a veterinárnej dietetiky XI*. 1. vyd. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva a farmácie v Košiciach, , 230-234 s. ISBN 978-80-8077-408-0.

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 concentrations in dams*, Acta Veterinaria Brno. sv. 72, 639-646 s. ISSN 0001-7213.

PECHOVÁ A., PAVLATA L., DVOŘÁK R., LOKAJOVÁ E., 2008: *Contents of Zn, Cu, Mn and Se in milk in relation to their concentrations in blood, milk yield and stage of lactation in dairy cattle*, Acta Vet Brno 77: 523-531 s.

PRASAD A. S., 2003: *Zinc and immunity: molecular mechanisms of zinc action on T helper cells*, The Journal of Trace Elements in Experimental Medicine., 16: 139–163 s.

PITROPOVSKÁ E., PECHOVÁ A., HAUPTMANOVÁ K., HUSÁKOVÁ T., PAVLATA L., 2014: *The effect of manganese supplementation on its concentrations in blood, hair, and organs of goat kids*, Acta Veterinaria Brno, sv. 83, č. 3, 219-224 s. ISSN 0001-7213.

PROHASKA J. R., 2008: *Role of copper transporters in copper homeostasis*. The American Journal of Clinical Nutrition., 88: 826–829 s.

RACEK J., 1999: *Klinická biochemie*, Praha, nakladatelství Galén, 305 s. ISBN 80-7262-023.

SHERMAN D.M., SMITH M. C., 2009: *Goat Medicine*. Iowa, USA: Wiley-Blackwell, 871 s. ISBN 978-0-7817-9643-9.

SOMMER A., 1985: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, Bratislava, 279 s.

SUCHÝ P., STRAKOVÁ E., HERZIG I., 2009: *Základy výživy skotu*, 78-96 s. In: HOFÍREK B., 2009 *Nemoci skotu*, Česká buiatrická společnost, Brno, 1149 s. ISBN 978-80-865442-19-5.

UNDERWOOD E.J., SUTTLE N.F., 1991: *The mineral nutrition of livestock*, třetí vydání, New York, CABI Publishing, 614 s. ISBN 0-85199-128-9.

WABEL N.A., 2008: *Mineral contents of milk of cattle, camels, goats and sheep in the central region of Saudi Arabia, Saudi Arabia*, College of agriculture and veterinary medicine, 373 – 375 s. ISSN 1815 – 9923.

WANG Y., HODGKINSON V., ZHU S., WEISMAN G. A., PETRIS M. J., 2011: *Advances in the understanding of mammalian copper transporters*, *Advances in Nutrition.*, 2: 129–137 s.

ZEMAN L., 2006: *Výživa a krmení hospodářských zvířat*, vydání první, Praha, Profi Press, 360 s. ISBN 80-86726-17-7.

ZEMAN L., HÁP I., 1994: *Vliv použití různých zdrojů zinku na jeho využitelnosti u selat*, *Živočišná výroba*, č. 4., 349 s. ISSN 0044-4847.

## SEZNAM TABULEK A GRAFŮ

Tabulka č. 1 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace selenu v krvi kůzlat ke koncentraci selenu v krvi jejich matek

Tabulka č. 2 Vztah koncentrace selenu v krvi telat a jejich matek (procentuální vyjádření koncentrace Se v krvi telat ve vztahu ke koncentraci Se v krvi matek)

Tabulka č. 3 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace zinku v krvi kůzlat ke koncentraci zinku v krvi jejich matek

Tabulka č. 4 Procentuální vyjádření koncentrace zinku v krvi telat ve vztahu ke koncentraci zinku v krvi matek

Tabulka č. 5 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace mědi v krvi kůzlat ke koncentraci mědi v krvi jejich matek

Tabulka č. 6 Procentuální vyjádření vztahu koncentrace mědi v krvi kůzlat ke koncentraci mědi v krvi jejich matek

Tabulka č. 7 Procentuální vyjádření koncentrace mědi v krvi telat ve vztahu ke koncentraci mědi v krvi matek.

Graf č. 1 Koncentrace zinku v mlezivu koz (dle Kráčmara a kol., 2003)

Graf č. 2 Změny koncentrace zinku v mlezivu a mléce českého strakatého skotu (dle Pavlaty a kol., 2006)

Graf č. 3 Koncentrace mědi v mlezivu a mléce koz (dle Páleníkové a kol., 2014)

Graf č. 4 Rozdílná koncentrace manganu u koz bez přídatku manganu a s přídatkem manganu (Pitropovská a kol., 2014)

Graf č. 5 Koncentrace manganu v mlezivu ovcí (dle Kráčmara a kol., 2005)

Graf č. 6 Koncentrace manganu v mlezivu a mléce krav (dle Pavlaty a kol., 2006)

Graf č. 7 Koncentrace manganu v mléce přežvýkavců (dle Wabela, 2008)

Graf č. 8 Procentuální vyjádření koncentrace mikroprvků v krvi koz a jejich mláďat

Graf č. 9 Koncentrace jednotlivých mikroprvků v krvi krav a jejich mláďat