

**MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
AGRONOMICKÁ FAKULTA**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BRNO 2015

BARBORA PŮLPÁNOVÁ

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav morfologie, fyziologie a genetiky zvířat



**Vliv zinku a manganu na zdraví a užitkovost hospo-
dářských zvířat**
Bakalářská práce

Vedoucí práce:
Ing. Pavel Horký, Ph.D.

Vypracovala:
Barbora Půlpánová

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: Vliv zinku a manganu na zdraví a užitkovost hospodářských zvířat 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:.....

.....

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucímu své bakalářské práce, panu Ing. Pavlu Horkému, Ph.D., za ochotu a odborné vedení při vypracovávání bakalářské práce a za čas, který mi věnoval.

Abstrakt

Bakalářská práce je zaměřena na charakteristiku zinku a manganu ve vztahu k užitkovosti hospodářských zvířat. Je zde shrnut i obecný význam všech minerálních prvků ve výživě hospodářských zvířat. V práci jsou popsány jednotlivé makro i mikroelementy a jejich vliv na metabolismus organismu. U vybraných prvků (manganu a zinku) je roze-psán vliv na jednotlivé druhy hospodářských zvířat při esenciálních hodnotách a možný dopad na zdraví a užitkovost z důvodu karence či předávkování minerálu v krmné dávce. V práci se autorka věnovala též rozdílům a porovnání anorganických a organických forem zinku a manganu. Dále zde uvádí, u kterých kategorií je vhodnější podávat anorganickou a organickou formu zinku a manganu, jaké to má dopady na ekonomiku chovu a životní prostředí.

Mangan i zinek jsou nezastupitelnými prvky v oblasti reprodukce a obranyschopnosti organismu. V reprodukci napomáhají ke kvalitní a pravidelné říje samic. U samců ovlivňují kvalitu a životaschopnost spermií v ejakulátu. V imunitním systému má mangan a zinek důležitou roli, především v antioxidantních procesech. Oba prvky jsou totiž součástí superoxididismutázy, což je jeden z enzymů, který napomáhá z těla odbourávat volné radikály. Mangan se dále účastní na správném vývoji mezibuněčné hmoty, chrupavek a kostí.

Klíčová slova: mangan, zinek, zdravotní stav, hospodářská zvířata, reprodukce

Abstract

This thesis focuses on characteristics of zinc and manganese in relation to performance of livestock. The general significance of all the minerals in livestock's nutrition is summarized in this thesis. In this thesis, there is description of micro and macro elements and its effect on metabolism of organisms. The effect of the essential values of manganese and zinc to different species of livestock and possible consequences on its health and performance due to deficiency or overdose of minerals in food is described.

In this thesis the author also deals with differences between organic and inorganic forms of zinc and manganese, their fitness for each category and effect on economy of livestock and environment.

Manganese and zinc are irreplaceable supplements in the fertility and immunity of an organism. In reproduction they help with regular and quality estrus in females. In males they have positive effect on quality and vitality of semen in the ejaculate. In the immune system the zinc and manganese play an important role mainly in antioxidative processes. Both elements are part of superoxide dismutase which is one of the enzymes that helps eliminate free radicals from the body. Manganese also participates in intracellular matter, cartilage and bone development.

Key words : manganese, zinc, health, livestock, reproduction

1 OBSAH

1	OBSAH	7
2	ÚVOD:	9
3	MINERÁLNÍ PRVKY	10
3.1	Definice minerálních látek	10
3.2	Výskyt prvků v přírodě	10
3.3	Minerální látky v organismu zvířat	11
3.4	Makroprvky	11
3.5	Mikroprvky	13
3.6	Funkčnost minerálních látek	15
3.7	Základní čtyři funkce u prvků:	15
4	VLASTNOSTI MANGANU A ZINKU	16
4.1	Mangan	17
4.2	Zinek	17
4.3	Superoxiddismutáza (SOD)	18
5	ZÁSADY SPRÁVNÉ VÝŽIVY	19
5.1	Kodex Zásad správné výživy	19
5.2	Anorganické a organické formy minerálií	20
5.3	Metabolismus zinku a manganu	20
6	VÝŽIVA SKOTU	22
6.1	Esencialita manganu a zinku	23
6.2	Karence manganu u skotu	23
6.3	Toxicita manganu	24
6.4	Karence zinku	24
6.5	Toxicita zinku	25
7	VÝŽIVA OVCÍ A KOZ	25
7.1	Esencialita manganu a zinku	26

7.2	Karence manganu u ovcí a koz	26
7.3	Karence zinku u ovcí a koz	26
7.4	Toxicita zinku u ovcí a koz	27
8	VÝŽIVA PRASAT	27
8.1	Esencialita manganu a zinku	28
8.2	Karence manganu u prasat	28
8.3	Toxicita manganu u prasat	28
8.4	Karence zinku u prasat	29
8.5	Toxicita zinku u prasat	30
9	VÝŽIVA KONÍ	30
9.1	Esencialita manganu a zinku	30
9.2	Deficit manganu	31
9.3	Toxicita manganu	31
9.4	Deficit zinku	31
9.5	Toxicita zinku	32
10	VÝŽIVA DRŮBEŽE	32
10.1	Esencialita manganu a zinku	33
10.2	Karence manganu	34
10.3	Karence zinku	34
11	ZÁVĚR	35
12	ZDROJE:	36
13	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	39
14	SEZNAM ZKRATEK	40

2 ÚVOD:

Člověk je vynalézavý tvor, a tak stále hledá a zdokonaluje veškeré věci kolem sebe. To platí i ohledně genetiky. Šlechtitelé, na základě požadavků od chovatelů, se stále snaží vyšlechtit co nejlepší zvířata, která dobře vypadají, mají malé nároky na životní prostředí, ale s velmi vysokou a stabilní užitkovostí.

Během posledních 30 let se šlechtitelům podařilo zvednout užitkovost dojeného skotu na dvojnásobek. To však sebou nese i negativní stránku věci, a to zhoršení reprodukce a vyšší nároky na kvalitu krmné dávky. V dnešní době se při sestavování krmné dávky nekouká jen na základní parametry, jako jsou dusíkaté látky, energie nebo vláknina. Do dnešních parametrů bezpochyby patří i minerální látky z řad makroelementů i stopových prvků.

Minerální látky se vyskytují v celém organismu, mají tedy své nezastupitelné funkce. Jsou součástí kostí, orgánů, tkání i tělních tekutin. Působí na metabolické i enzymatické procesy a v neposlední řadě i na funkčnost hormonálního systému. A jak je všeobecně známo „Bez reprodukce není produkce“, tak platí, že i zvíře s potenciálem nejlepší užitkovosti, jí nikdy nedosáhne, pokud nebude mít dostatečnou a vyváženou dietu.

3 MINERÁLNÍ PRVKY

Minerální látky hrají nezastupitelnou funkci ve fyziologii zvířat. Jedná se o esenciální mikro a makroprvky, které mají katalytickou funkci organismu.

3.1 Definice minerálních látek

Minerální látky je možné definovat jako složky diety, které zbývají po úplné oxidaci organické matrice vzorku (složky popela). Nemají žádnou energetickou hodnotu, jsou však pro organismus nepostradatelné. Mají vliv na funkci a výživu buněk a na funkci celého organismu. Jejich přeměna úzce souvisí s přeměnou vody. (KOMÁREK a kol., 1985)

3.2 Výskyt prvků v přírodě

O minerálních látkách se původně smýšlelo, že jsou to pouze nerostné složky přírody. Až poté, co koncem 18. století, se vědci začali zajímat o chemické složení živých organismů, se přišlo na to, že se i v organismu vyskytují minerálie. Šlo však o to, zda minerální látky obsažené v živých organismech jsou totožné s minerálními látkami obsaženými v okolním prostředí.

Zjistilo se, že v těle rostlin a živočichů je obsažena většina prvků periodické soustavy. Prvky, které jsou pro život organismu nezbytné, se nazývají biogenní. Ostatní prvky jsou kontaminanty. Biogenní prvky, tvořící základ organických látek, jsou prvky organické (uhlík, vodík, kyslík a dusík). Ostatní biogenní prvky jsou nazývány minerálními látkami. Minerální prvky obsažené v těle živočichů v relativně velkém množství jako je vápník, fosfor, hořčík, sodík, draslík, síra chlor jsou označovány jako makroprvky neboli makroelementy. Další minerální látky, které jsou však v těle živočichů v nižším zastoupení, se označují jako mikroprvky (železo, mangan, měď, molybden, zinek, kobalt, selen, jod, fluor, nikl, chrom, cín, křemík a vanad) - (JELÍNEK a kol., 2009).

Zastoupení prvků v určitém živočišném druhu je poměrně stálé, ale je třeba počítat s určitými kvalitativními i kvantitativními změnami, které jsou závislé na životních podmínkách, fyziologické stavu a jsou závislé i na věku organismu (NĚMEČKOVÁ a kol., 1991).

3.3 Minerální látky v organismu zvířat

Minerální látky, jsou v organismu zvířat zastoupeny podílem 3-4%. Z toho 2/3 minerálií jsou obsaženy v kostech. Zbývající 1/3 je rozdělena v zubech, svalech, orgánech, nervové tkáni a také v krvi. Pro každou tkáň, je důležitý jiný prvek a proto organismus obsahuje minerální látky v různém množství. Pro lepší přehlednost a pochopitelnost rozdělil HOFÍREK a kol. (2009) prvky do 4 skupin na:

- a) Makroprvky, neboť jsou v těle přítomny v relativně velkých množstvích (Ca, P, Cl, Na, K, Mg, S).
- b) Mikroprvky, nebo-li stopové prvky, které jsou v těle přítomny v nepatrných množstvích, ale jsou esenciální pro řádné funkce organismu (Fe, Cu, Zn, Mn, Si, Li).
- c) Ultrastopové prvky, které stačí podávat v krmné dávce v nepatrných množstvích (Co, Mo, I, F, Se, Ni, Cr, V).
- d) Abiogenní prvky, které jsou škodlivé i ve stopovém množství a jejich toxicita stoupá úměrně s jejich příjmem (Cd, Hg, Pb). Ve větším množství jsou však toxické všechny prvky.

Při nedostatku minerálií v potravě doplňuje organismus jejich koncentraci v krvi tak, že je uvolňuje z jednotlivých tkání (KOMÁREK a kol., 1971).

3.4 Makroprvky

Všechny prvky v těle organismu mají svoji nezastupitelnou funkci, a tak stručně uvádím ostatní minerální prvky z řady makroelementů a mikroelementů a jejich stručnou charakteristiku.

Podle JELÍNKY a kol. (2003), je **vápník** nejvíce zastoupeným prvkem v těle organismu

a tvoří 1-2% z celkové tělesné hmotnosti. Z toho se 99% nachází v kostře a zubech a 1% je obsaženo extracelulární tekutině. Biologická funkce vápníků je mnohostranná. Je nezbytný pro srážení krve, ovlivňuje permeabilitu membrán, je důležitý pro nervosvalovou dráždivost a také udržuje tonus svalstva.

Vápník se resorbuje především v tenkém střevě (duodenu). Resorpce probíhá aktivním přenosem a ovlivňuje ji dostatečná acidita střevního obsahu, hladina vitamínu D,

obsah fosfátů nebo oxalátů. Vápník je vylučován výkaly a močí. Pokud se zvýší vylučování vápníku močí, poukazuje to na dekalifikaci kostí. Vylučování vápníku probíhá také přes některé živočišné produkty jako je mléko nebo vejce (MCDOWELL a kol., 1992).

Vápník je v zelených krmivech nejvíce obsažen v jetelovinách, zelené řepce, lusko-
vinách, řepkovém listě a travách (SOMMER, 1985; cit., TVRZNÍK, ZEMAN, 2005).

Fosfor je druhým nejčastěji zastoupeným prvkem. Nejvíce se ho spolu s vápníkem nachází v kostře a zubech a to asi 80 až 90%. Zbývajících 10-20% je v měkkých tkáních a tělních tekutinách (JELÍNEK a kol., 2003). SOVA a kol. (1990) uvádí, že je fosfor považován za nejuniverzálnější minerální prvek, protože se účastní téměř všech metabolických reakcí. Zasahuje do metabolismu aminokyselin, sacharidů, bílkovin, tuků, vitamínů i ostatních minerálních prvků. Tvoří základní složku ATP, je součástí nukleových kyselin a vitamínů, hraje důležitou roli v pufrčních systémech organismu.

Resorpce fosforu probíhá v tenkém střevě aktivním i pasivním transportem a u pře-
žvýkavců i ve slezu. Exkrece probíhá přes výkaly a moč. Na rozdíl od vápníku závisí vylučování fosforu močí na jeho množství v krmné dávce (TVRZNÍK, ZEMAN, 2005).

Vysoký obsah fosforu mají obilniny, krmiva mlynářského průmyslu a extrahované šroty (SOMMER 1985).

Draslík je hlavním kationtem intracelulární tekutiny. Nejvíce draslíku je zastoupeno ve svalové tkáni (75%) a jaterní tkáni. Draslík ovlivňuje acidobazickou rovnováhu, osmotický tlak, permeabilitu membrán. Má důležitou roli v přenosu vzruchu a udržuje dráždivost především svalových buněk. Resorbuje se v tenkém střevě a z organismu je vylučován pomocí ledvin (JELÍNEK a kol., 2003).

Draslík je přijímán především rostlinou potravou. Nejvíce draslíku obsahuje řepa a řepné listy, trávy, jeteloviny a extrahované šroty. Nízký obsah draslíku mají živočišné moučky a zrniny (SOMMER 1985; cit., TVRZNÍK, ZEMAN, 2005).

Sodík je hlavním kationtem extracelulární tekutiny a spolu s draslíkem udržují osmotický tlak. U mláďat je jeho koncentrace vyšší, s přibývajícím věkem klesá. Jeho další funkcí je nervosvalová dráždivost a přenos impulsů. Také se podílí na transportu řady různých látek přes buněčné membrány (MUDŘÍK a kol., 2006).

Zvířata získávají sodík především ve formě chloridu sodného (NaCl), z potravy rostlinného i živočišného původu. U přežvýkavců se sodík zpětně resorbuje přes sliny. Vysoký obsah sodíku mají živočišné moučky, kvasnice, řepa a řepné skrojky (SOMMER 1985; cit., TVRZNÍK, ZEMAN, 2005).

Chlór je obsažen v extracelulární i intracelulární tekutině. Tvoří přibližně 0,1% až 0,18% hmotnosti organismu. Ve formě chloridových iontů je nezbytný pro vodní a acidobazickou rovnováhu, osmotický tlak a tvorbu kyseliny chlorovodíkové v žaludku a slezu zvířat. Chlor se resorbuje v tenkém i tlustém střevě a u přežvýkavců i v bachoru. Exkrece je přes moč, pot a u laktujících zvířat i přes mléko (JELÍNEK a kol., 2003).

Síra je součástí aminokyselin obsahující síru, je strukturální součástí některých vitamínů. Je přítomna ve všech buňkách a hraje důležitou roli v oxidoredukčních procesech. Většina krmných dávek obsahuje více než jeden gram síry na jeden kilogram sušiny, což stačí na pokrytí potřeby zvířat (TVRZNÍK, ZEMAN, 2005). UNDERWOOD a kol. (1999) však tvrdí, že dostupnost síry pro přežvýkavce závisí i na dalších faktorech, zda bude dostupná pro mikrobiální syntézu, jako je třeba poměr síry a dusíku v potravě.

3.5 Mikroprvky

Železo má klíčovou roli v mnoha biochemických reakcích organismu. Sloučeniny obsahující železo umožňují transport kyslíku a oxidu uhličitého, oxidační a oxidoredukční procesy, přenos elektronů, tvorbu ATP (adenosintrifosfát) a vody. Je také aktivátorem několika enzymů včetně enzymů Krebsova cyklu, je důležitý pro tvorbu melaninu a dalších pigmentů. Vyskytuje se především v komplexních formách vázané na bílkoviny, jako jsou hemové sloučeniny (hemoglobin a myoglobin), hemové enzymy (cytochromy, cytochromoxidáza, kataláza a peroxidáza), a také jako nehemové sloučeniny (transferin, feritin a hemosiderin) - (JELÍNEK a kol., 2003).

Podle TVRZNÍKA a ZEMANA (2005) kromě okopanin a mléka, obsah železa v krmivu dostatečný.

Měď je nezbytná pro normální průběh mnoha fyziologických a biochemických procesů. Koncentrace v průběhu vývoje jedince kolísá a má klesající tendenci. Naopak v mozku koncentrace mědi stoupá. Význam mědi je ve tvorbě pigmentů, elastinu a kolagenu, účastní se krvetvorby. Jako součást oxidáz je velmi důležitá pro tkáňové dýchání,

aktivuje gonadotropní hormony a má antibakteriální a antiparazitcké účinky (PAVLÍK, 2013).

Kobalt se v živočišném organismu nachází v mnohých tkáních a orgánech. Nejvíce kobaltu je obsaženo v játrech, svalech, slezině a plicích. Množství kobaltu v organismu závisí na jeho koncentraci v krmné dávce. Účastní se krvetvorných procesů (MCDOWELL a kol., 1992).

Selen je biogenní prvek, který je pro chod organismu nezbytný ve stopovém množství. Spolu s vitamínem E (tokoferol) jsou ochranou buněk proti volným kyslíkovým radikálům. Selen a jeho bioaktivní sloučeniny výrazně omezují toxické účinky některých organických sloučenin a těžkých kovů. Dále se podílí i na metabolismu prostaglandinů a esenciálních mastných kyselin (JELÍNEK a kol., 2003).

Jód je v těle zastoupen jen v množství kolem 0,004% a z toho je obsažena většina ve štítné žláze. Je také součástí hormonu tyroxinu. Při nedostatku se projevuje především zvětšením štítné žlázy (KOMÁREK a kol., 1985).

Molybden je důležitým prvkem pro přežvýkavce, a to jako součást hydrogenáz a reduktáz, které jsou důležité pro fermentační procesy v předžaludku. Resorpce probíhá v tenkém střevě aktivní výměnou. Vylučuje se především ledvinami, částečně žlučí. Potřebné množství molybdenu je pro zvířata nízké a většina diet má dostatečné množství molybdenu (JELÍNEK a kol., 2003).

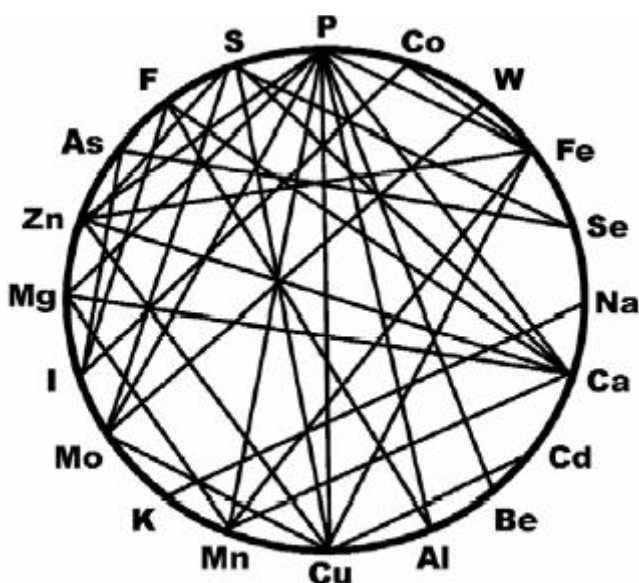
Fluor je důležitý ve stopovém množství pro vývoj zubní skloviny. Jeho nedostatek může nastat v oblastech, kde je jeho nedostatek v půdě. Jeho nadbytek působí škodlivě a může nastat při zkrmování nekvalitních fosfátů, např. superfosfát, trikalciumfosfát aj. (DUŠEK a kol., 1999).

Chrom zasahuje do metabolismu lipidů, sacharidů i proteinů. Spolu s kyselinou nikotinovou, glutamovou, glycinem a cysteinem vytváří glukózotoleranční faktor (GTF). Snižuje koncentraci cholesterolu a triacylglycerolu v krevní plazmě, pozitivně ovlivňuje imunitu zvířat (JELÍNEK a kol., 2003).

3.6 Funkčnost minerálních látek

Za fyziologického stavu jsou všechny minerální látky v organismu v dynamické rovnováze, která je řízena složitými homeostatickými mechanismy. Základním předpokladem pro udržení dynamické rovnováhy minerálních látek, jejich koncentrace ve tkáních a biologických tekutinách je adekvátní přísun a jejich utilizace (využití). Jak nedostatečný, tak nadměrný příjem jednotlivých minerálních látek působí na organismus nepříznivě (HESS, 2003).

Obrázek č.1: Vzájemné vztahy mezi minerálními prvky v organismu



(ZEMAN, 2006)

3.7 Základní čtyři funkce u prvků:

- Strukturální funkce – prvky se podílejí na strukturální stavbě organismu, například vápník a fosfor se podílejí na struktuře kostí a zubů, železo se naopak podílí na stavbě a struktuře hemoglobinu nebo myoglobinu.
- Fyziologická funkce – minerální látky podmiňují stálý osmotický tlak, aktivují trávicí procesy v organismu, zajišťují acidobazickou rovnováhu, podílí se na svalových a nervových funkcích.
- Katalytická funkce – Minerální látky působí v různých procesech jako katalyzátory, především v enzymatických a hormonálních systémech. Ovlivňují tím tedy rychlost celého metabolismu organismu.

- d) Regulační funkce – prvky regulují metabolické pochody. Jód jako součástí T3 (trijodotronin) a T4 (tyroxin); vápník, hořčík a zinek ovlivňují buněčnou replikaci a transkripci (JELÍNEK a kol., 2003).

4 VLASTNOSTI MANGANU A ZINKU

ANNENKOV a kol. (1982) uvádí, že zinek i mangan jsou z hlediska obsahu v organismu brány jako mikroelementy. Dále se tyto prvky mohou dělit do skupin dle tropizmu, tj. orgánová a tkáňová specifičnost prvku nebo naopak nespecifičnost. Jsou tři skupiny, do kterých se prvky mohou zařadit a to:

1. Prvky lokalizované v kostní tkáni
2. Prvky lokalizované v retikuloendoteliálním systému
3. Prvky tkáňově nespecifické

Mangan se může zařadit do druhé skupiny. Toto schéma rozdělení není však úplně dokonalé. Právě zinek, který se především nachází v pankreatu, pohlavních orgánech, ledvinách, kůži a kožních derivátech a také v kostech, je důkazem toho, že toto schéma není dokonalé.

Minerální prvky dále můžeme klasifikovat, dle jejich biologické úlohy:

1. Prvky nezbytné pro život (esenciální)
2. Prvky prospěšné (biogenní)
3. Prvky toxické (HOFÍREK a kol., 2009)

Oba prvky, tedy jak zinek, tak mangan, se v tomto rozdělení nacházejí ve druhé skupině. Jak uvádí ANNENKOV a kol. (1982), splňují oba prvky všechny čtyři definice pro biogenní prvek, a to že:

- a) V organismu zvířete je prvek stále přítomný, přičemž je u různých druhů zvířat podobně zastoupený.
- b) Tkáně se podle obsahu daného prvku seskupují vždy v určitém pořadí.
- c) Syntetická krmná dávka, ve které se daný prvek nenachází, vyvolá u zvířat charakteristické příznaky deficitu a určité biochemické změny v tkáních.
- d) Těmto příznakům se dá předejít, případně se jim zcela vyhnout, při přidání prvku do experimentální krmné dávky.

4.1 Mangan

Je nenahraditelný mikroprvek pro organismus zvířat. Ukládá se v játrech, pankreatu, ledvinách, kostře a srsti. Krmiva obsahují dostatek manganu. Nejvíce ho mají objemová krmiva, pěstovaná na písčitých půdách, olejninu, méně zrniny a krmiva živočišného původu (SOMMER, 1985).

Mangan má specifickou úlohu v syntéze mukopolysacharidů chrupavky a kostní tkáně. Je součástí řady enzymů, jejichž prostřednictvím zasahuje do energetického, bílkovinného, lipidového a minerálního metabolismu. Významnými enzymy obsahující mangan jsou alkalická fosfatáza, argináza a pyruvát karboxyláza. Řada dalších enzymů je manganem aktivována. Dále ovlivňuje činnost centrální nervové soustavy (CNS) a pohlavní funkce. Podílí se na růstu, vývoji a mineralizaci kostí a tvoří nezbytný článek v přestavbě chrupavčité tkáně. U přežvýkavců je důležitým prvkem pro růst a rozmnožování bachorové mikroflóry, pro tvorbu a aktivitu trávicích enzymů, tvorbu těkavých mastných kyselin a mikrobiální bílkoviny (JELÍNEK a kol., 2003).

Protože hladiny manganu v krmivech silně kolísá (5-120mg/kg sušiny) a možnost zvýšení manganu v rostlinách pomocí mikroelementových hnojiv je problematické, je příkrmování hospodářských zvířat premixy bohatými na mangan, nezbytně důležité proti zabránění případného deficitu tohoto prvku. Poměrně bohatými zdroji manganu jsou řepné listy, otruby a extrahované šroty (ANNENKOV a kol., 1982).

4.2 Zinek

Má podobně jako měď i mangan v organismu mnohostrannou funkci. Vyskytuje se ve všech buňkách organismu. Jeho celkový obsah v organismu je desetkrát až patnáctkrát vyšší než obsah mědi. Nejvíce zinku se vyskytuje ve svalové a kostní tkáni, ale nejvyšší koncentrace je v cévnatce oka a prostatě. Dále je poměrně vysoká koncentrace také v kůži a kožních derivátech, pankreatu, játrech, varlately, ledvinách a kostech. Ve svalové tkáni je střední koncentrace zinku. Nejnižší koncentrace zinku je v nervové a plicní tkáni (JELÍNEK a kol., 2003)

Zinek aktivuje několik enzymových systémů a je také součástí četných enzymů. Důležitou roli má při sekreci hormonů (inzulinu), které ovlivňují růst zvířat a jejich reprodukci, imunokompetenci či stres. Účastní se tvorby keratinu a nukleových kyselin kůže a syntézy kolagenu. Je nezbytný pro zachování integrity imunitního systému, řízení výměny kationtů a aniontů, zachování fyziologických koncentrací vitamínu A v krevní plazmě a udržení funkce vaječnicků. Zinek zvyšuje kvalitu chlupů a kožních derivátů, snižuje počty buněčných elementů v mléce tím, že stimuluje imunitu, může mít i příznivý vliv na výskyt zánětů mléčné žlázy (HOFÍREK a kol., 2009).

V zrně se zinek soustřeďuje právě v endospermu. Na zinek jsou bohaté pšeničné klíčky, které obsahují 115mg zinku na jeden kilogram původní sušiny, dále také ječný sladový květ (126mg) a pšeničné otruby s obsahem zinku 90mg (TVRZNIČEK, ZEMAN, 2005).

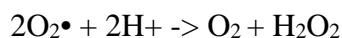
4.3 Superoxiddismutáza (SOD)

Při metabolických pochodech vznikají reaktivní formy kyslíku a dusíku, které jsou nazývány volnými radikály (RACEK a kol., 1999). Podle JELÍNKY a kol. (2003) jsou volné radikály velmi reaktivní sloučeniny, které vznikají v průběhu metabolických procesů v organismu. Nejvyšší výskyt je při různých patologických procesech. Jejich toxické působení spočívá v reakci s dvojnými vazbami nenasycených mastných kyselin a přeměně této vazby na peroxidickou. Zvýšená tvorba lipoperoxidů je doprovázena poruchami buněčných membrán i cytoplazmy.

Tyto reaktivní formy kyslíku (superoxidy) jsou na jednu stranu organismy využívány, například k ničení fagocytovaných mikroorganismů, při ovulaci a oplodnění vajíčka. Na druhou stranu mohou tyto volné radikály organismus poškozovat. Podílejí se na tvorbě zánětů, nádorových onemocnění či cukrovce (diabetes mellitus). Na ochranu si organismus vytvořil obranné mechanismy, takzvanou antioxidační obranu (RACEK a kol., 1999).

Superoxiddismutáza (SOD) je základním antioxidačním enzymem, který je obsažen ve všech buňkách. Superoxid je aniont, který má oxidační i redukční vlastnosti. Podléhá dismutaci, při které jedna jeho molekula poskytuje elektron druhé, takže se superoxid

redukuje a oxiduje zároveň. Produkty reakce jsou kyslík a peroxid vodíku (MATOUŠKOVÁ a kol., 2014):



Jak uvádí SURAI (2002; cit., HORKÝ 2013) existují tři různé formy tohoto enzymu, které rozdělují se dle centrálního atomu kovu na:

1. Cu, Zn-SOD je složen ze dvou identických podjednotek, a každá obsahuje jeden atom mědi a jeden atom zinku. Tato forma enzymu se vyskytuje v cytoplazmě a mezi-membránovém prostoru mitochondrií (HARRISE, 1999; cit SURAI, 2002). Přenos elektronu z jedné molekuly na druhou zajišťuje atom mědi. Zinek má naopak stabilizační funkci a katalýzy se neúčastní (ŠTÍPEK a kol., 1999).

2. Mn – SOD: je forma SOD, která je přítomna v mitochondriální matrixu u aerobních organismů. Nejdůležitější funkcí tohoto enzymu je zajištění buněčné rezistence proti volným radikálům (FRIDOWICH, 1995; cit., SURAI, 2002).

3. Fe – SOD je pravděpodobně nejstarší formou enzymu, ale zatím není důkladně prozkoumána. Objevuje se jen v rostlinných buňkách. (MICHALSKI, 1992; cit., SURAI 2002).

5 ZÁSADY SPRÁVNÉ VÝŽIVY

5.1 Kodex Zásad správné výživy

Kodex Zásad správné výživy zvířat připravila Codex Alimentarius Commission ve spolupráci se zástupci řady zemí světa. Zásady správné praxe mají být aplikovány na všechny materiály určené ke krmení zvířat, ať jsou průmyslově vyráběny nebo produkovány na farmách. Týkají se i volně pasoucích zvířat. Cílem je zajistit bezpečnost potravin pro lidskou výživu. Systém zahrnuje i otázky zdraví zvířat a ochrany životního prostředí (HOFÍREK, a kol., 2009).

5.2 Anorganické a organické formy minerálií

V současné době se v krmivářském průmyslu a při sestavování krmných dávek jako možných zdrojů stopových prvků používají organické formy stopových prvků (tzv. cheláty). Jejich praktická aplikace má opodstatnění především v lepší využitelnosti daných stopových prvků. Efektem je jejich nižší dávkování v porovnání s adekvátním dávkováním těchto prvků v anorganické formě. Jsou nejčastěji aplikovány u zvířat s vysokou produkcí, u mláďat, nemocných zvířat, zvířat s vysokou sportovní zátěží a u zvířat využívaných v plemenitbě. Snižováním obsahu stopových prvků ve výkalech přispívají ke zlepšování životního prostředí a k eliminaci reziduální zátěže potravinového řetězce (ZEMAN a kol., 2006).

Minerální látky se tedy do krmné dávky doplňují především ve formě minerálních doplňků. Je ovšem důležité před doplněním prvků do krmné dávky znát množství minerálů v základní podávané krmné dávce. Minerální látky se v anorganické formě vstřebávají obtížně, organismus z celkového množství dokáže absorbovat v průměru od 15% do 20% přijatých minerálů z anorganické formy. Proto se používají organické formy minerálů, které jsou vázány na aminokyseliny a peptidy a tím se jejich stravitelnost zvyšuje. Nejčastěji používané organické formy minerálů jsou glukonany, mléčnany, citronany a fumarany. Speciální formou organicky vázaných minerálů jsou cheláty, u kterých je stravitelnost ještě o něco vyšší než u organické formy, díky navázání dvou aminokyselin na minerál (KULOVANÁ, 2001).

Vliv organické formy zinku a manganu se testuje především na plemenných zvířatech a to u samců v inseminačních stanicích. Při pokusu na plemenných kancích, kde jedna skupina byla krmena anorganickými formami (kontrolní skupina) a druhá organickými formami zinku a manganu (experimentální skupina) bylo zjištěno, že u druhé skupiny došlo ke zvýšení průměrného objemu ejakulátu o ± 101 ml. Dále také došlo k procentuálnímu snížení patologických spermií u obou skupin. U experimentální skupiny o $\pm 3\%$ a u kontrolní skupiny o 1% (HORKÝ a kol., 2010).

5.3 Metabolismus zinku a manganu

Pro správnou a vyváženou krmnou dávku i z pohledu minerálních látek, je potřeba znát v jaké formě je prvek nejlépe stravitelný pro daný druh, jak na sebe vzájemně působí

minerální látky, ale i jak na ně působí jiné složky obsažené v krmné dávce (ZELENKA, 2013).

Metabolismus manganu je ovlivňován formou prvku, ale také vlákninou a přítomností fytiátů. U přežvýkavců klesá význam fytiátů v důsledku vlivu bachorové mikroflóry. Míra absorpce manganu je celkově velmi nízká a do značné míry závislá na koncentraci v krmivu. Malá množství absorbovaného manganu jsou transportována ve vazbě na β -globulin (transmanganin) do jater (PAVLATA a kol., 2009).

Resorpce manganu probíhá ve dvanáctníku aktivní formou, ale celková resorpce je poměrně malá (1-5%). Vstřebávání je negativně ovlivňováno vysokou koncentrací draslíku, vápníku a fosforu. Exkrece probíhá prostřednictvím žluči nebo výkaly. Stopové množství se vylučuje i močí a mlékem. V kolostru je koncentrace vyšší (JELÍNEK a kol., 2003).

Metabolismus zinku je závislý na formě a množství podaného zinku. Vstřebává se dle potřeby a jeho vstřebatelnost snižuje přítomnost fytiátů v krmivu, se kterými zinek tvoří nerozpustné sloučeniny. Dále se na snížené schopnosti vstřebávání podílí i výskyt acidóz a antagonistické vztahy s ostatními prvky (UNDERWOOD a kol., 1999).

Vstřebávání zinku v trávicím ústrojí je regulováno, podobně jako u železa, buňkami střevní sliznice. Ke vstřebávání zinku dochází nejvíce ve dvanáctníku. Zinek je z krmiva transportován do střevní buňky aktivně pomocí transportních proteinů přes kartáčový lem buněk. Část přijatého zinku je přímo transportována do plazmy, ale převážná část přijatého zinku je zachycena v cytosolech střevních buněk, které slouží jako zásobárna (TVRZNIČEK, ZEMAN, 2006).

V tabulce č.1 je vidět, že mangan se lépe vstřebává při podávání draslíku a hořčíku, naopak jeho vstřebatelnost se snižuje pokud v krmivu, které podáváme, převládají železo, zinek a měď. Vstřebatelnost zinku se může podpořit bórem nebo snížit větším přídatkem fosforu, mědi či manganu.

Tabulka č.1: Vzájemný vliv prvků

Chemický prvek	Antagonistický vztah		Synergický vztah	
	Slabý	Silný	Slabý	Silný
Dusík (N)	B, Cu	K	Ca, S	Mg, Mo
Fosfor (P)	Zn, Fe, Cu	Ca, K	-	Mg, S, B
Draslík (K)	P, B, Na	N, Mg	-	Fe, Mn
Vápník (Ca)	P, Mn	K, Mg, Fe, Zn	Mo	N
Hořčík (Mg)	Na	K	Mn	P
Síra (S)	Ca, Mo	-	N, B, Mn, Zn	P, Fe
Železo (Fe)	P, Cu, Mn	-	Mo	-
Zinek (Zn)	P, Cu, Mn	-	B	-
Bór (B)	-	K	P	-
Měď (Cu)	P, Fe, Zn, Mn	Mo	-	-
Mangan (Mn)	Fe, Zn, Cu	-	K, Mg	-
Molybden (Mo)	-	Cu	Fe	N
Sodík (Na)	K, Mg	-	-	-

(ANONYM, 2009)

6 VÝŽIVA SKOTU

Výživa skotu je mezi chovateli velmi diskutovanou oblastí, protože právě správná výživa zajišťuje požadované výsledky produkce. Minerální látky jsou jedním z důležitých faktorů, které přispívají k lepší užitkovosti, pokud jsou v krmné dávce správně zastoupeny. Bohužel, spousta chovatelů tuto složku krmné dávky podceňují, a poté jejich stáda nedosahují takových výsledků, jakých by měli díky své genetice dosahovat.

Jak uvádí ZEMAN a kol. (2006), pokud vyhovuje krmná dávka v základních a orientačních parametrech, poté je důležité zkontrolovat i základní obsah minerálních prvků,

případně mikroprvků a obsah vitamínů. Chybějící elementy se poté doplní pomocí krmných aditiv.

6.1 Esencialita manganu a zinku

PAVLATA a kol. (2009) uvádějí orientační potřebu manganu a zinku v našich podmínkách:

Tabulka č.2: Orientační potřeba manganu a zinku pro skot

Kategorie/Minerál	Mangan	Zinek
Jalovice	90 mg/kg sušiny	60 mg/kg sušiny
Dojnice	80 mg/kg sušiny	80 mg/kg sušiny
Výkrm	75 mg/kg sušiny	50 mg/kg sušiny
Telata	70 mg/kg sušiny	90 mg/kg sušiny

Mangan i zinek jsou aktivátory několika enzymových systémů. Zinek je dále důležitý při sekreci inzulínu a jiných hormonů, které ovlivňují růst zvířat, reprodukci, obranyschopnost nebo stres. Mangan je důležitý pro správnou tvorbu chrupavek a mineralizaci kostí, uplatňuje se i při využívání glukózy (HOFÍREK a kol., 2009).

6.2 Karence manganu u skotu

Deficitní příjem manganu je v našich podmínkách poměrně vzácným jevem. Klinické příznaky se na zvířatech pozorují při dietě, ve které je méně než 8mg/kg sušiny. Nejčastěji pozorovanými příznaky jsou poruchy říjových cyklů u plemenic a celkové zhoršené zabřezávání. U březích plemenic může docházet k abortům, telata se rodí mrtvá nebo jsou málo životaschopná. Mají deformované končetiny a je možné pozorovat i nervové poruchy, jako hypersalivace, skřípání zuby či nekoordinované pohyby. U samců mezi nejčastější příznaky patří degenerace semeníků, poruchy spermatogeneze a snížení libida (KOVÁČ a kol., 2001).

6.3 Toxicita manganu

Podle PAVLATY a kol. (2009) je zvýšený příjem manganu u skotu dobře snášen, pouze snižuje absorpci zinku a železa. Příčná intoxikace se může vyskytnout u extenzivně chovaných krav, v blízkosti průmyslových oblastech, ve kterých se zpracovávají manganaté rudy (JELÍNEK a kol., 2003).

6.4 Karence zinku

Potřeba zinku závisí na věku, rychlosti růstu, pohlaví, typu diety, hladině mědi a vápníku v dietě i na zdroji zinku (ZEMAN, 2006). Stravitelnost organického zinku je vyšší, avšak pokud se podává v syntetické formě, musí se počítat s vyššími finančními náklady. Nejvíce náročné skupiny na množství zinku jsou telata, vysokoprodukční dojnice a býci v inseminačních stanicích (TVRZNÍK, ZEMAN, 2005).

S primární či sekundární karencí zinku se setkáváme u všech druhů i kategorií zvířat. Nedostatek zinku se projevuje především zhoršeným růstem, nechutenstvím, změnami na kůži, tvorbou kožních derivátů. Dále se projevuje při vývoji pohlavních orgánů a při reprodukci. Nejvíce citlivé na nedostatek zinku jsou mláďata. U jalovic a dojníc dochází ke zhoršení ovulace, snížení užitkovosti, zvýšením počtu somatických buněk v mléce až k mastitidám. U mladých býků je narušen vývoj varlat a dále pak i spermatogeneze (JELÍNEK, 2003).

SWINKELS a kol. (1994) uvádí, že pokud dojde ke karenci zinku v průběhu gravidity, je narušena osteogeneze embrya. Kostra je deformovaná, objevují se rourovité kosti, hlavně u stehenní kosti. Celkově jsou kosti zkrácené, hrudní obratle jsou srostlé a poruchy jsou vidět i při formování lebky. U mladých býků je narušen vývoj varlat a poté i spermatogeneze.

Podle HOFÍRKA a kol. (2009), se u telat může vyskytnout autozomálně recesivní dědičně podmíněný deficit zinku, který se projevuje dědičnou vadou. Telata se rodí zdravá a klinické projevy se vyskytnou až ve 3. až 8. týdnu věku typickými kožními alteracemi (kožní poškození) na exponovaných místech jako jsou končetiny, inguinum (tříslu), kůže okolo mulce a hlava. Kůže je šupinatá, srst vypadává a tele je apatické. Často poté nastává, že tele ulehne. Nedostatkem zinku vzniká patologická atrofie brzlíku, která

má za následek deficit T-lymfocytů, tedy snížení obranyschopnosti telete. To vede k následným respiračním a průjmovým onemocněním. Postižená zvířata poté hynou ve věku 4-6 měsíců na příznaky marasmu (těžká forma podvýživy).

6.5 Toxicita zinku

Rozpětí mezi biotickou a toxickou dávkou zinku je poměrně široké rozmezí a proto se předávkování zinkem v chovech hospodářských zvířat vyskytuje pouze výjimečně. Zaznamenané intoxikace byly v případech dlouhodobě uskladněného krmiva v pozinkovaných a vlhkých nádobách nebo při předávkování zinečnatých solí v podobě premixu (ANNENKOV a kol., 1982). K intoxikaci zinkem dochází tedy jen velmi zřídka. Zvířata na zvýšený příjem zinku reagují poměrně dobře. Pokud ovšem dojde k intoxikaci, mezi hlavní klinické projevy patří zánětlivé reakce trávicího ústrojí, poruchy jater a ledvin (PAVLATA a kol., 2009).

7 VÝŽIVA OVCÍ A KOZ

Při krmení ovcí se snažíme o dodržování všech obecných zásad techniky krmení převýkavců. Každá nerovnoměrnost se projeví snížením užitkovosti a zvýšením spotřeby živin na jednotku produkce. Nedostatečná výživa vede ke zhoršení výživného stavu zvířat a ke změně kvality vlny (ZEMAN, 2006). Rozdílem ovcí od skotu je jejich minerální výživa. Minerální doplňky pro skot nejsou vhodné pro ovce, jelikož jsou velmi citlivé na měď a dochází u nich k rychlému převýšení limitu, tedy intoxikaci mědí (ANNENKOV a kol., 1982).

Kozy mají od ovcí živější temperament a rychlejší metabolismus, tedy i kapacita příjmu sušiny by u koz měla být vyšší. U koz s produkcí vlny a masa, je naopak jejich zachovná potřeba krmiva nižší. Kozy jsou velmi vybíravé na podávaná krmiva, tedy je důležité zajistit krmnou dávku, která je energeticky vhodná, ale zároveň chutná. U vysokoužitkových koz můžeme použít vysokoprodukční krmnou směs určenou pro skot (ZEMAN, 2006).

7.1 Esencialita manganu a zinku

Mangan i zinek má shodné funkce v metabolismu ovcí i koz. Velký rozdíl není ani v potřebě množství přijatých minerálů u jednotlivých druhů (v případě mědi i plemen) a kategorií. Podle HORÁKA a kol. (2012) je důležité bahnicím od konce čtvrtého měsíce březosti podávat minerální látky v krmivu nebo pitné vodě, protože množství z minerálních lizů nemusí být dostatečné. Jako základní potřebu u březích pro mangan uvedl hodnotu 80mg/kg sušiny na ks/den a u zinku 205mg/ks/den. Norma pro bahnice, které nejsou březí nebo v 1/3 březosti by měla být u manganu 40-70mg/kg sušiny a u zinku 60-80mg/kg sušiny na ks/den. HUSTON a kol. (2006) uvádí, že pro růst je třeba 10mg/kg sušiny manganu, ale pro správný skeletární vývoj je vhodnější podávat rostoucím ovcím a kozám alespoň 20-25mg/kg sušiny. Zinek je ve větší míře spotřebováván u ovcí a koz, které jsou chovány na produkci vlny/mohéru (také označováno jako mohérová srst nebo angorská vlna). U těchto zvířat je třeba přidat až 115mg/kg sušiny na každý kilogram čisté vyprodukované vlny. U dojných zvířat je třeba přidat oba prvky na každý litr mléka. U ovce je to 0,055mg Mn a 7,4mg Zn, u kozy je to 0,03mg Mn a 5,5mg Zn. Optimální množství zinku pro ostatní kategorie zvířat je 20-30mg/kg sušiny.

7.2 Karence manganu u ovcí a koz

Karence manganu je u ovcí a koz velmi podobná, jako u skotu. U ovcí, při nedostatku manganu v krmné dávce, se zjišťuje sterilita samic, poruchy cyklu anestrus, atrofie vaječníků, zmetání, předčasné porody či porody mrtvých mláďat, poruchy CNS. U jehňat se zjišťují slabé kosti, krátké končetiny, kloubní vady, pohybové obtíže a kulhání. Karence manganu má vliv i na kvalitu vlny, která má zhoršenou kvalitu a objevuje se depigmentace vlny. Citlivost manganu je však značně individuální. Karence manganu u koz způsobuje zhoršení plodnosti, změny barvy kůže a srsti, deformaci končetin a trupu (JAGOŠ, 1987).

7.3 Karence zinku u ovcí a koz

Zinek je důležitým prvkem pro odolnost a detoxikaci organismu a je také součástí mnoha enzymů. Pokud je příjem zinku snížen, mohou nastat problémy s aktivitou enzymů a hormonů, dále je narušena keratogeneze a zvyšuje se citlivost na infekční parazitární

onemocnění (JAGOŠ, 1987). U ovcí i koz s nedostatkem zinku pozorujeme špatnou kvalitu srsti či vlny, způsobenou změnami na kůži v podobě ekzému, nižší ochotu k příjmu potravy následující sníženou užitkovostí. U některých jedinců se může objevit skřípání zubů, doprovázené zvýšenou salivací a průjmy (ANNENKOV a kol., 1982).

Nedostatek zinku v krmné dávce může nastat při zkrmování dávek s velkým nadbytkem vápníku (například u vojtěškového sena (HORÁK, 2012)).

7.4 Toxicita zinku u ovcí a koz

Toxicita zinku u ovcí a koz není příliš častým jevem, pokud k intoxikaci však dojde, pozorujeme zvýšený obsah zinku v játrech a v mléce u dojených zvířat. Zvířata jsou malátná, mají sníženou chuť k žrádлу, objevují se průjmy a anémie důsledkem narušení metabolismu mědi a zinku. Po vyloučení zinku z krmné dávky a doplnění solí železa a mědi se toxikóza rychle ztrácí (GEORGIEVSKIJ a kol., 1982).

8 VÝŽIVA PRASAT

Chov prasat v České republice vykazuje roční spotřebu krmiv v objemu okolo 2 milionů tun a toto množství je jednou desetinou z celkových spotřebovaných krmiv. Z tohoto důvodu je prase považováno za potravního konkurenta lidí. Na druhou stranu však prasata vykazují oproti jiným hospodářským zvířatům vysokou schopnost syntézy proteinu a tuku, jakož i vysokou účinnost využití a konverze živin. Tyto vlastnosti jsou dále podpořeny multiparitou (vícečetné porody), raností, krátkým generačním intervalem a vysokou jatečnou výtěžností. Proto jsou prasata označována jako nejvýkonnější hospodářská zvířata (STUPKA a kol., 2013).

Vyšší přísun minerálních prvků se u monogastričních zvířat projevuje metabolickou imbalance, výskytem toxických symptomů, které snižují produkční schopnosti zvířat a mohou být v extrémních případech i příčinou úhynu zvířete (HARPER, GILL, 2005).

V chovu prasat je velkým problémem zamořenost infekcemi, které se projevují především u prasat, které žijí ve špatných zoohygienických podmínkách, nemají optimální krmnou dávku nebo jsou vystaveni stresu. Správné sestavení krmné dávky s optimálním poměrem všech živin a také správné zoohygienické podmínky tedy můžou významně

přispět k potlačení nežádoucích projevů infekčních chorob. Projevení chorob však také závisí na individualitě jedinců (NEVRKLA, 2014).

8.1 Esencialita manganu a zinku

U monogastričních zvířat, jako je právě prase, je potřeba minerálních látek na jiné úrovni, díky jinému trávicímu ústrojí. I přes to je však funkce manganu a zinku velmi podobná jako u přežvýkavců. Rozdíly jsou však viditelné v příznacích nedostatku nebo nadbytku určitého prvku. U všech kategorií prasat je požadované rozmezí pro množství manganu 50-70mg/ks/den, pouze u laktujících prasnic je toto množství dvojnásobné, tedy až 120mg/ks/den. Množství zinku by mělo dosahovat v krmné dávce k 200mg/ks/den. U plemenných kanců je množství zinku ještě o něco vyšší a záleží na i hmotnosti zvířete. Obecně by se dalo říct, že za každých 50kg nad 150kg živé hmotnosti, se přidává navíc plemenným kancům 20mg/den zinku. Nejvyšší množství zinku je třeba dodávat laktujícím prasnicím a to až 480mg/ks/den (PETRIKOVIČ, 2005).

8.2 Karence manganu u prasat

Nedostatek manganu, v krmné dávce prasat všech kategorií, bývá pouze při jednostranně zaměřeném krmení bramborami a kukuřičným šrotem (ZEMAN, 2006). Mangan však ovlivňuje energetický a proteinový metabolismus prasat. Při jeho nedostatku tak dochází ke zhoršení reprodukce a špatnému vývoji plodu u březích prasnic (STRAW a kol., 1999). Mangan totiž přechází krví přes placentu, takže karence zinku může vznikat již v prenatalním období. Poté jsou typické následky nedostatku manganu u selat v podobě snížené intenzity růstu, špatně vyvinuté kostře a především zduřenými klouby, následkem špatné syntézy mukopolysacharidů, které mají velký vliv na vývoj chrupavky. Nedostatek manganu u plemenných kanců se projevuje sníženým libidem, špatnou oplození schopností spermií a nižším objemem ejakulátu až degradací varlat (ZEMAN, 2011).

8.3 Toxicita manganu u prasat

Podle LABUDY a kol. (1982) přídavek manganu podporuje tvorbu erytrocytů, ale neovlivňuje množství hemoglobinu v krvi. Mangan nejenže ovlivňuje proces tvorby

krve, ale mění i chemickofyzikální vlastnosti krevních buněk, navíc zasahuje do biosyntézy kyseliny askorbové (bylo prokázáno, že po přidavku manganu se zintenzivnila tvorba kyseliny askorbové). V játrech, kde je vyšší obsah manganu, je i vyšší syntéza kyseliny askorbové. Mangan má pravděpodobně úlohu i jako aktivátor fosforylačních enzymů, zejména na úrovni ATP. Je s největší pravděpodobností i aktivátorem arginázy, peroxidázy, fosfatáz a peptidáz. Mangan urychluje hydrolýzu jater a ovlivňuje činnost glukokinázy, hexokinázy, fosfozolinázy, argininokiázy, karboxylázy, fosfatázy a dalších. Přídavek manganu do krmné dávky má za následek zlepšený příjem a ukládání vápníku a fosforu v kostech. U manganu a vitamínu B1 (thiamin) byl pozorován podobný účinek. Přídavek manganu působí příznivě proti avitaminóze aneurinu.

Nadbytek manganu má zpočátku pozitivní vliv na erythropoézu a vyšší biosyntézu vitamínu C. Dlouhodobý nadbytek nebo jednorázová vysoká dávka manganu je však toxická. Způsobuje poruchy jater a centrální nervové činnosti, působí na růst a snižuje množství hemoglobinu (STUPKA a kol., 2013).

8.4 Karence zinku u prasat

Nedostatek zinku se projevuje u všech kategorií. U kanců způsobuje nedostatek zinku snížením hypofyzárních gonadotropinů, androgenu a testosteronu, dochází k atrofii varlat, poruchám spermiogeneze a zpomaluje vývoj primárních a sekundárních pohlavních znaků. Zinek se podílí i na motilitě a penetraci spermií (ZEMAN, DOLEŽAL, 2011).

U prasnic nedostatek zinku ovlivňuje vylučování prolaktinu a kontrakce děložního svalstva. U březích prasnic nedostatek zinku přechází i na plod, u kterého způsobuje vývojové vady při narození a celkovou nižší schopnost růstu. Také se u nich projevuje atrofie brzlíku, ta redukuje počet T-lymfocytů, a tím se snižuje obranyschopnost proti patogenům. Pokud má prasnice nedostatek zinku v potravě při kojení, je schopna tento deficit částečně hradit ze svých rezerv. Při dlouhodobém nízkém příjmu zinku se však množství zinku v mateřském mléce sníží. Selata odkojena od matek s nízkým příjmem zinku, po odstavu hůře přirůstají (STUPKA a kol., 2013).

U rostoucích prasat způsobuje nedostatek zinku v krmné dávce parakeratózu, což je porucha rohovatění kůže zapříčiněná intenzivním množением buněk v podkoží. Klinické příznaky parakeratózy u prasat se projevují sníženým apетitem, zpomalením růstu,

hubnutím a parakeratózními změnami na kůži. Na kůži se vytváří červené skvrny, na kterých se vyvíjí pupence velikosti čočky. Skvrny a pupence poté spolu splývají. Toto stádium se lokalizuje na břicho, vnitřních stranách stehen, uších a rypáku. Pupence se za několik dní mění na červenohnědé keratinové strupy, které lze pozorovat nejdříve na distálních částech pánevních končetin, odkud se šíří na další části těla. Kůže ztrácí elasticitu, praská a v důsledku sekundární infekce se často tvoří podkožní abscesy. Kožní změny jsou provázeny svěděním. U prasat kromě změn na kůži, se onemocnění dále projevuje i zkrácenými stehenní kostmi a u mladých kanců mikroorchíí (nezvykle malá varlata) - (ZEMAN, 2011).

8.5 Toxicita zinku u prasat

Při akutních otravách zinkem se zvyšuje jeho obsah v játrech a v mléce, projevuje se malátnost, snižuje se chuť k žrádlu, objevují se průjmy, anémie (následkem porušení metabolismu mědi a železa). Po vyloučení zinku z krmné dávky a doplnění solí železa a mědi se toxikóza rychle ztrácí (GEORGIEVSKIJ a kol., 1982).

9 VÝŽIVA KONÍ

Kůň je monogastrické zvíře, které krmíme na požadovanou produkci svalové práce. Ať je to tažný nebo sportovní kůň, musí mít dostatečný zdroj krmiva pro tvorbu svalové hmoty a dostatek energie. Nejvyšší požadavky na správně sestavenou krmnou dávku mají vysokobřezí a kojící klisny, těžce pracující koně a rostoucí hříbata (ZEMAN, 2006).

Kůň přijímá krmivo jako složitý systém, který se nejprve musí rozkousat, trávit a zažívat. Na rozdíl od přežvýkavců, koně velmi dobře využívají jaderná krmiva. Krmiva bohatá na vlákninu však tráví hůře (DUŠEK, 1999). Čím více je krmivo sušší, tím více slin musí kůň vyprodukovat při žvýkání. Kůň tedy žvýká potravu mnohem déle a dokonaleji než přežvýkavci (JELÍNEK a kol., 2003).

9.1 Esencialita manganu a zinku

Mangan je ve výživě koní důležitý pro správný vývoj kostí, zasahuje do metabolismu sacharidů a tuků a také je součástí některých enzymů. Jeho význam je tedy při růstu

a vývoji zvířat, ale i při reprodukčních pochodech organismu (DUŠEK, 1999). Příjem manganu v senu nebo zelené píce neklesá pod 30mg/kg sušiny. Je vhodné, aby kůň přijímal 20-30mg/100kg živé váhy manganu (MEYER, COENEN, 2003). I zinek působí na bazální metabolismus a je velmi důležitým stopovým prvkem v reprodukci zvířat. Také se podílí na kvalitě srsti a kopytní rohoviny (JELÍNEK a kol., 2003). Množství zinku by se mělo pohybovat okolo 15-25mg/100kg živé váhy, přičemž vyšší hodnoty by měli přijímat kojící klisny a hřebci v inseminačních stanicích (MEYER, COENEN, 2003).

9.2 Deficit manganu

Zásobení organismu koní manganem je zajištěno většinou krmnou dávkou z přirozených krmiv. Příznaky nedostatku u koní nejsou známi, jelikož jen málokdy dosáhne množství manganu v zelené píce či senu pod hranici 30mg/kg sušiny. Nižší hodnoty byli naměřeny pouze v písčitých půdách, silně provápněných nebo přirozeně chudých na mangan. Obecně platí, že seno travní je bohatší na zdroj manganu než seno vojtěškové (MEYER, COENEN, 2002).

Pokud by však k nedostatku došlo, příznaky budou velmi podobné jako u malých přežvýkavců, a to snížení příjmu krmiva, nízká intenzita růstu, poruchy pigmentace srsti a poruchy reprodukčního cyklu (REECE, 1998).

9.3 Toxicita manganu

Příliš velké množství manganu v zeleném krmení (600-1200 mg/kg suš.) přispívá ke vzniku anémie (MEYER, COENEN, 2003). Avšak k takto vysokým hodnotám příliš nedochází. Navíc resorpce manganu z potravy je velmi nízká, okolo 1-3%. Pokud by však došlo k nadbytečnému příjmu manganu, negativně to ovlivní vstřebávání draslíku, vápníku, fosforu a zinku (JELÍNEK a kol., 2003).

9.4 Deficit zinku

U koní vyvolává nedostatečný příjem zinku sníženou toleranci ke stresu a tím i nižší výkon. Díky jeho účinkům na imunitní systém se snižuje obranyschopnost a zpomalují se

regenerační procesy. Klasickými příznaky, které nedostatek zinku dále vyvolává, je snížení příjmu krmiva, zpomalení růstu a vývoje organismu, parakeratózy a zhoršení kvality rohoviny kopyt (JELÍNEK a kol., 2003).

Tento deficit může být způsoben nadbytečným příjmem antagonistických minerálů (Ca, P, Fe, Mn, Cu), ale také vysokým příjmem vlákniny nebo kyseliny fytové (MEYER, COENEN, 2002).

9.5 Toxicita zinku

Podobně jako u ostatních zvířat, tak i u koní je zvýšený příjem zinku poměrně dobře tolerován. Toxicita nastává, až při velmi vysokých příjmech zinku (přibližně 500mg/kg sušiny). V tomto případě se intoxikace projevuje zánětlivými změnami na sliznici trávicího traktu, poruchami jater a ledvin (JELÍNEK a kol., 2003). Uvádí se také, že přebytek zinku narušuje metabolismus vápníku a tím podpoří vznik anémie (REECE, 1998).

10 VÝŽIVA DRŮBEŽE

Výživa drůbeže je specifickým oborem pro krmiváře. Zahrnuje správnou techniku krmení i složení krmné dávky nejen pro kura domácího, ale dále pro kachny, husy, krůty, bažanty, perličky, pštrosy nebo holuby. Dále tyto druhy mají své užitkové vlastnosti, podle kterých musíme krmnou dávku sestavovat a sladit jí s technikou krmení dle ustájení jednotlivých kategorií. Pokud tedy chceme mít rentabilní chov, musíme zainvestovat čas do studia výživy a techniky krmení. Cena krmiva totiž představuje 60-70% z celkových nákladů na jednotku produktu.

Drůbež má minimální počet chuťových pohárku, tedy krmnou dávku sestavujeme spíše strukturálně, než chuťově. Drůbež si vybírá potravu opticky a mechanorecepčně, pro zajištění příjmu všech důležitých živin je tedy nejvhodnější podávat krmnou dávku ve formě granulí (ZELENKA, 2014).

Pro optimální krmnou dávku se drůbeži přidávají minerální aditiva, která obsahují jak makro, tak mikroprvky. Z makroprvků se normuje vápník, fosfor, hořčík, draslík, sodík a chlór. Z mikroprvků se drůbeži přidává mangan, zinek, měď, železo, selen a jód (ZELENKA, 2015).

Mangan se účastní tvorby bílkovinné matrix pro ukládání vápence, zinek je součástí karbonátdehydratázy, nezbytné při kalcifikaci skořápky (ZELENKA, ZEMAN, 2006).

10.1 Esencialita manganu a zinku

Fyziologická funkce manganu u drůbeže je mnohostranná. Podílí na tvorbě vajec nebo při líhnutí. Jeho vstřebávání je negativně ovlivněno zvýšeným příjmem vápníku, fosforu a železa (ZELENKA, HEGER a kol., 2007). Zinek je důležitý hlavně pro správný vývoj kostí, kvalitní opeření a kalcifikaci skořápky. Potřebné dávky manganu a zinku se u drůbeže liší s ohledem na jejich užítkovost. Potřeba manganu pro brojlerů a rostoucí slepičky, které nedosáhly pohlavní dospělosti, je 30mg/kg a pro nosnice je množství manganu 60mg/kg krmiva. Množství zinku pro brojlerů by mělo být 40mg/kg a pro ostatní kategorie kura domácího se uvádí množství 50mg/kg krmiva (BROUČEK a kol., 2011).

Množství manganu a zinku pro ostatní druhy drůbeže uvádím v následující tabulce (ZELENKA, HEGER a kol., 2007):

Tabulka č.3: Množství manganu a zinku pro ostatní druhy drůbeže v 1kg krmiva

Druh/Prvek	Mangan	Zinek
Krůta a krocan	110 (mg/kg krmiva)	100 (mg/kg krmiva)
Kachna pekingská	60-70 (mg/kg krmiva)	70-80 (mg/kg krmiva)
Kachna pižmová	70 (mg/kg krmiva)	80 (mg/kg krmiva)
Husa	60 (mg/kg krmiva)	80 (mg/kg krmiva)
Japonská křepelka	70-90(mg/kg krmiva)	80 (mg/kg krmiva)
Perlička	50 (mg/kg krmiva) - (100 v dospělosti)	60 (mg/kg krmiva) - (80 v dospělosti)
Bažant	90-120 (mg/kg krmiva)	90-120 (mg/kg krmiva)
Pštros africký	80 (120 při snášce)	50 (90 při snášce)

10.2 Karence manganu

Podle ZELENKY (2014) je mangan součástí nebo ovlivňuje řadu enzymů. Procento retence je u zvířat nízké a je negativně ovlivňováno vyšším příjmem vápníku, fosforu a železa v krmné dávce. Drůbež má mnohem vyšší nároky na mangan než ostatní hospodářská zvířata. U kuřat a krůťat vzniká při jeho nedostatku peróza. Peróza je jednostranné nebo oboustranné zduření tibiotarzálních kloubů, sklouznutí Achillovy šlachy na stranu a tím zkroucení končetin do stran, což vede ke ztíženému pohybu až nemožnosti chůze. Dalšími klinickými příznaky jsou poruchy růstu a opeření. Nosnice snášejí vejce se zhoršenou kvalitou skořápky a mají sníženou líhivost. Drůbeži se podává mangan buď v anorganické formě (chlorid, síran, uhličitán nebo oxid manganatý) nebo v organické formě (cheláty manganu s aminokyselinami). Množství manganu závisí právě na formě, ve které ho do krmné dávky přidáváme. V organické formě stačí 40mg/kg, v anorganické formě podáváme 250mg/kg.

10.3 Karence zinku

Při nedostatku zinku u drůbeže, klesá příjem potravy, zvířata jsou špatně opeřená, peří je matné a roztrěpené. U kuřat a krůťat se pozorují zkrácené a zesílené dlouhé kosti pánevních končetin. Díky špatné syntéze mukopolysacharidů mají mláďata špatně vyvinuté klouby a jejich pohyblivost se zhoršuje. U pohlavně dospělých pozorujeme sníženou produkci vajec a následnou špatnou líhivost (ZELENKA, 2015).

Zinek se hůře vstřebává v souvislosti se zvýšeným příjmem mědi a vápníku. Doplňuje se organickými (chelátovými) nebo anorganickými (oxidy, sírany, uhličitany, octany a mléčnany) formami. Zinek se dále u drůbeže využívá pro jeho antibakteriální účinky. Nahrazují se tím tak účinky antibiotik, která jsou zakázána (ZELENKA, HEGER a kol., 2007).

Zinek je v zemích Evropské Unie legislativně limitován, z důvodu zatěžování životního prostředí. Dle legislativních směrnic jsou v krmných směsích povoleny hodnoty zinku na 250mg/kg. U anorganického oxidu zinečnatého jsou povoleny hodnoty 600mg/kg, organické chelátové sloučeniny mají povolenou hranici však jen 80mg/kg zinku (ZELENKA, 2015).

11 ZÁVĚR

Minerální látky jsou ve výživě zvířat nepostradatelným komponentem. Jednostranné využívání půdy a špatné hnojení, zapříčiňují snížený obsah některých minerálních látek v krmivu a tak je důležité tyto látky doplnit pomocí minerálních sloučenin nebo organicko-minerálních komplexů tzv. premixů. Tyto sloučeniny či komplexy se dále mohou stát nestravitelnými, díky působení jiných látek v krmivu (fytáty, vláknina, vysoké dávky vápníku). Jejich stravitelnost je také ovlivněna formou, v jaké jsou podány. Organické formy minerálních látek jsou pro zvířata lépe dostupné, a proto se podávají v menších množstvích oproti anorganickým formám.

Na druhé straně, se musí také zohledňovat životní prostředí. Většina nestrávených minerálů, totiž odchází ve formě výkalů. Ty se dále používají jako hnojivo. Pokud je ovšem ve výkalech příliš mnoho nestrávených minerálií, dostávají se pak do půdy a tím ovlivňují rovnováhu životního prostředí. Je tedy vhodné nahrazovat anorganické, hůře stravitelné formy minerálů, za organické formy, které organismus lépe využije a tím předejít kontaminaci půdy a vody z výkalů.

Zinek a mangan jsou prvky, které jsou esenciální pro všechny druhy hospodářských zvířat. Obecně jejich funkce spočívá v udržení dobrého zdravotního stavu, produkce a zejména reprodukce hospodářských zvířat.

12 ZDROJE:

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

BROUČEK, J., BENKOVÁ, J., ŠOCH, M.: Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek wealfare (certifikovaná metodika), první vydání, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, ISBN 978-80-7394-337-0, 115 s.

DUŠEK, J., MISAŘ, D., MÜLLER, Z., NAVRÁTIL, J., RAJMAN, J., a kol.: Chov koní, nakladatelství Brázda, Praha, 1999, ISBN 80-209-0352-6, 404 s.

HESS, J.B., DOWNS, K.M. et al: Selenium nutrition and poultry meat quality, Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of the 19th Annual Symposium, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 2003, 107-112 s.

HOFÍREK, B., DVOŘÁK, R., NĚMEČEK, L., DOLEŽAL, R., POSPÍŠIL, Z., a kol: Nemoci skotu, Česká buiatrická společnost, Brno, 2009, ISBN 978-80-86542-19-5, 1 149 s.

HOFÍREK, B., PECHOVÁ, A., PAVLATA, L., DVOŘÁK, R. Klinická kontrola výživy, bachorové fermentace a konverze živin v chovu dojnic. Veterinářství, 2002, 52, 403-410.

HOLEČEK, V. a RACEK, J.: Enzymy a volné radikály, Chemické listy, Plzeň, http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/1999_12_774-780.pdf

HORÁK, F.: Chováme ovce, vydání první, Nakladatelství brázda, Praha, 2012, ISBN 978-80-209-0390-7, 384 s. + 28 stran barevné přílohy

HORKÝ, P., JANČÍKOVÁ, P., ZEMAN, L.: Porovnání organické a anorganické formy zinku a manganu na aktivitu superoxiddismutázy v heparinové krvi kanců, Mendlova univerzita v Brně, 2013

HORKÝ P., JANČÍKOVÁ P., ZEMAN L.: Comparision of the influence of organic and anorganic form of zinc and manganese on the quality and quantity of the ejaculate of boars, 2010, MENDELU, ISBN 978-80-7375-453-2

HUSTON, J., WHITE, R., BEQUETTE, B.J., DOVE, H., GOETSCH, A.L., HESS, B.W., BRAVO, M.H., PUGH, DG., SOLAIMAN, SG: Nutrient requirements of small

rumminants, National Academies Press, Washington, DC, 2006, ISBN 0-309-10213-8, 362 s.

JAGOŠ, P.: Choroby ovcí, skripta vysoké školy veterinární v Brně, 1987, ISBN 60-903-1-1987, 225 s.

JELÍNEK, P., KOUDELA, K., DOSKOČIL, J., ILLEK, J., KOTRBÁČEK, V., KOVÁŘŮ, F., KROUPOVÁ, V., KUČERA, M., KUDLÁČ, E., TRÁVNÍČEK, J., VALENT, M.: Fyziologie hospodářských zvířat, první vydání, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003, ISBN 80-7157-644-1, 414 s.

KOMÁREK, V., SOVA, Z., BUKVAJ, J., HAMPL, A., KRÁL, A., KŘESÁN, J. 1971. *Anatomie a fyziologie hospodářských zvířat*. 2. přeprac. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 574 s.

KOVÁČ, G., BAJOVÁ, V., BIREŠ, J., BUGARSKÝ, A., DANKO, J., DIANOVSKÝ, J., ĎURAN, A., FERENČÍK, M., HADVABNÝ, J., HAJURKA, J., LEDECKÝ, V., a kolektiv: Choroby hovadzieho dobytku, první vydání, M and M, Prešov, 2001, ISBN 80-88950-14-7, 874 s.

KULOVANÁ E.: Uplatnění organických forem zdrojů minerálních látek ve výživě hospodářských zvířat, 2001, dostupné z <http://naschov.cz/uplatneni-organickychem-zdroju-mineralnich-latek-ve-vyzive-hospodarskych-zvirat/>

LABUDA, J.: Výživa a kŕmenie hospodárskych zvierat: pre vysoké školy poľnohospodárske, vydání první, Příroda, Bratislava, 1982, 487 s.

MATOUŠKOVÁ, M., RUTTKAY-NEDECKY, B., KIZEK, R.: Antioxidační enzymy – biochemické markery oxidačního stresu, Laboratory reports, 2014, http://web2.mendelu.cz/af_239_nanotech/J_Met_Nano/0314/pdf/jmn3-13.pdf

MEYER, H., COENEN, M.: Kŕmení koní: Současné trendy ve výživě, vydání první, Ikar, Praha, 2003, ISBN 80-249-0264-8, 256 s.

MUDŘÍK, Z., DOLEŽAL, P., KOUKAL, P., a kolektiv: Základy moderní výživy skotu, první vydání, ČZU, Praha, 2006, ISBN 80-213-1559-8

NEVRKLA P.: Přednáška 3.11.2014: Nemoci prasat a získávání stád prasat s minimální nemocností

PAVLÍK, A.: Fyziologie 1, 2013, dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=840

PETRIKOVIČ, P., HEGER, J., SOMMER, A.: Potreba živím pre ošípané, druhé vydání, Výzkumný ústav výroby, Nitra, ISBN 80-88872-45-6, 104 s.

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

REECE, W.O.: Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat, první vydání, Grada, Praha, 2011, ISBN 978-80-247-3282-4, 473 s.

SOMMER, A.: Výživa krmenie hospodářských zvierat, vydání první, Příroda, Bratislava, 1985, 279 s.

STRAW, B.E.: Choroby ošípaných, Nemoci prasat, Typoset, Bratislava, 1999, ISBN 80-88700-58-2, 880 s.

STUPKA, R., ŠPRYSL, M., ČÍTEK, J.: Základy chovu prasat, 2. vydání, Praha, Powerprint, 2013, ISBN 978-80-87415-87-0, 198 s.

SURAI, P.F.: Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction, Nottingham University Press, Nottingham

SWINKELS, J.W.G.M., KORNEGAY, E.T., VERSTEGEN, M.W.A.: Biology of zinc and biological value of dietary organic zinc complexes and chelates, 1994, Nutr. Res. Rev. 7, 129-149

ŠTÍPEK, S.: Antioxidanty a volné radikály ve zdraví, vydání první, Grada, 2000, ISBN 80-7169-704-4, 314 s.

TICHÁČEK, A., BJELKA, M., HANUŠ, O., KOPUNECZ, P., OLEJNIK, P., PAVLATA, L., PECHOVA, A., PONIŽIL, A.: Poradenství jako nástroj bezpečnosti v prvovýrobě mléka. Agritec, Šumperk, 2007, ISBN 978-80-903868-08, 88. http://ea-gri.cz/public/web/file/26918/Metodika_kompletni_23._11._07.pdf

TVRZNIČEK, P., ZEMAN, L.: Stopové prvky ve výživě zvířat, Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha – Uhřetíněves <http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/tvrznik,%20Zeman-stopove%20prvky.pdf>

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

VENCL, Š: Metabolické testy skotu, 2008, Veterinární klinika Štrossovka <http://vetklinika-laborator.blog.cz/0812/metabolicke-testy-skotu>

ZELENKA, J., ZEMAN, L.: Výživa a krmení drůbeže, 2006, 117 s.

ZELENKA, J., HEGER, J., ZEMAN, L.: Doporučený obsah živin v krmných směsích a výživná hodnota krmiv pro drůbež, MENDELU, Brno, 2007, ISBN 978-80-7375-091-6, 77 s.

ZELENKA, J.: Výživa a krmení drůbeže, vydání první, Agripront, Olomouc, 2014, ISBN 978-80-87091-53-1, 145 s.

ZELENKA, J., 2015, Krmná aditiva, Společnost mladých agrárníků České republiky, Praha - http://www.smacr.cz/data/public/seminare/Aditiva_kurz_2015.pdf

ZELENKA J.: Základy výživy přežvýkavců, 2013 dostupné z: http://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/stranka.php?kod=1029

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

ZEMAN, L., DOLEŽAL, P.: Výživa a krmení prasat, 2011, 204 s.

13 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek č.1: Vzájemné vztahy mezi minerálními prvky v organismu (ZEMAN, 2006)

Tabulka č.1: Vzájemný vliv prvků

Tabulka č.2: Orientační potřeba manganu a zinku pro skot

Tabulka č.3: Množství manganu a zinku pro ostatní druhy drůbeže v 1kg krmiva

14 SEZNAM ZKRATEK

Ca	vápník	ATP	adenosintrifosfát
P	fosfor	NaCl	chlorid sodný
Cl	chlor	GTF	glukózotoleranční faktor
Na	sodík	T3	trijodotronin
K	draslík	T4	tyroxin
Mg	hořčík	CNS	centrální nervová soustava
S	síra	SOD	superoxiddismutáza
Fe	železo	mg	miligram
Cu	měď	kg	kilogram
Zn	zinek	ks	kus
Mn	mangan		
Si	křemík		
Li	lithium		
Co	kobalt		
Mo	molybden		
I	jod		
F	fluor		
Se	selen		
Ni	nikl		
Cr	chrom		
V	vanad		
B	bor		
Cd	kadmium		
Hg	rtuť		
Pb	olovo		