



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Katedra zootechnických věd

**Vliv vybraných minerálních prvků ve vztahu ke krevnímu obrazu
u skotu**

AUTOREFERÁT DISERTAČNÍ PRÁCE

MVDr. Sylva Dresler

České Budějovice

2022

Doktorand:	MVDr. Sylva Dresler
Studijní program:	Zootechnika P 41 03
Studijní obor:	Obecná zootechnika 4103V002
Název práce:	Vliv vybraných minerálních prvků ve vztahu ke krevnímu obrazu u skotu
Školitel:	prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c. FZT JU v Českých Budějovicích
Oponenti:	doc. Ing. Milan Podsedníček, CSc. VÚPP Praha; MZe ČR, Praha
	doc. Ing. František Lád, CSc. FZT JU v Českých Budějovicích
	MVDr. František Kouba, Ph.D. KVS SVS České Budějovice

S disertační prací se lze seznámit na studijním oddělení Zemědělské a technologické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma **Vliv vybraných minerálních prvků ve vztahu ke krevnímu obrazu u skotu** zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Českých Budějovicích, dne 13.02.2023

podpis doktorandky:



OBSAH

	SUMMARY	4
1	LITERÁRNÍ PŘEHLED	6
3	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE	20
4	MATERIÁL A METODIKA	21
5	VÝSLEDKY A DISKUSE	26
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	37
8	PŘÍLOHY	47
9	PUBLIKAČNÍ ČINNOST DOKTORANDKY	49
10	CURICULUM VITAE.....	51

SUMMARY

The aim of the doctoral thesis was to investigate the effect of the composition of the total mixed ration on the characteristics of trace element composition in blood serum of dairy cows and calves and the effect of organic zinc supplementation on performance of dairy cows, health status of cows and calves, their hematological, metabolic, and mineral profile in blood serum.

It was confirmed that microelements saturation and zinc methionine (Zn-Met) fed at the recommended level (NRC 2001) has a significantly positive effects on the daily milk yield, milk fat, milk protein and somatic cell count (SCC) of dairy cows in early lactation. The milk yield of supplemented (P) group was higher during the whole experimental time. At the 60th day of lactation there was an increase of more than 2 liters of milk/d in P group (44.70 ± 4.24 kg vs. 42.08 ± 4.60 kg), ($P \leq 0.05$), 90 d p.p. more than 3 liters of milk ($P \leq 0.05$), (43.22 ± 4.47 kg vs. 39.98 ± 4.80 kg). SCC of the P group had a decreasing trend during the 3-month experimental period, the control (K) group reached constantly higher values. 30 d p.p., the SCC test group at a far lower level (P: 92.72 ± 80.55 vs. K: 165.98 ± 173.09); ($P \leq 0.05$). At the end of the experiment, SCC of (n=60) in P group stabilizes the lowest level (66.67 ± 81.12), while the K group reaches its maximum (177.6 ± 172.33); ($P \leq 0.001$). Organic zinc had an impact on milk fat and milk protein levels. In two and three months of supplementation, the P group reaches significantly higher values in fat, on 60th day ($P \leq 0.01$) and on 90th day ($P \leq 0.01$), and ($P \leq 0.01$; $P \leq 0.05$) in protein, respectively.

The hypothesis that the microelements, especially zinc, affect hematological parameters in cattle was confirmed. In newborn calves the erythrocytes (RBC), hemoglobin (HGB), hematocrit (HCT) and mean corpuscular HGB concentration (MCHC) in C group were under the reference minimum, the P group levels were in physiological range. The Zn-Met group showed significantly higher values of RBC and HCT in P group of calves. At the day of birth and 30 days p.p all four parameters were significantly higher in cows (RBC, HGB, GCT, PLT). 60 days p.p. there was significant increase in RBC ($P \leq 0.001$), HGB ($P \leq 0.05$), HCT ($P \leq 0.01$), PLT ($P \leq 0.05$) in the P group, WBC count was higher in physiological range ($P \leq 0.01$), compared to the control. Application of Zn-Met significantly increased the level of bilirubin in P-group on 30th and 60th d p.p. There was no directly positive effect of Zn addition manifested on total protein, albumin, GLU concentration and AST, GGT, ALP activity in serum, throughout the entire experimental period. 120 d p.p. there was a decrease of liver enzymes activity of AST, ALP and GGT. ALP was higher, as expected, in S-group in the first 3 months of the trial, then in the C-group on 60-120th d p.p., but not significantly, which did not confirm the expected impact of Zn-Met

supplementation. 21 days a.p. and 30 days p.p. there is a significant increase in blood urea in Zn-Met group ($P \leq 0.05$). Four months p.p., both groups showed values above the physiological maximum, which can be related to the high content of crude protein in the ration. At the day of birth there was a significant increase in Zn ($P \leq 0.01$) and Mg concentration ($P \leq 0.05$) in blood serum in P group. 30 days p.p. there was a significant reduction of K ($P \leq 0.01$) and Mn ($P \leq 0.05$) levels and an increase in the Zn level in P group. 60 days p.p. Zn was significantly higher ($P \leq 0.001$) in P group. 90 days p.p. there were shown three statistically relevant differences in Zn ($P \leq 0.001$), P ($P \leq 0.05$) and Mn ($P \leq 0.001$) concentration. At the end of the experiment there was an increase in Zn levels ($P \leq 0.001$) and decreased of Ca concentration ($P \leq 0.05$) in the P group. The positive correlation of Zn and Mg confirmed significantly increase of Mg ($P \leq 0.05$) at 0 days p.p. in P group (0.97 ± 0.08 vs. 0.91 ± 0.04 mmol/l). The Zn-Met supplementation had significant influence on Zn level in blood serum ($P \leq 0.01, P \leq 0.001$), observed in P group from parturition up to the end of the experiment. The increasing trend of Zn concentration in P group corresponds to increasing Zn-Met supplementation according to DM intake in early lactation. There were also significant changes in K, Mn, and P levels. There was a significant decrease in Ca concentration ($P \leq 0.05$) and Zn increase ($P \leq 0.001$) in P group on 120th d p.p. The Ca decrease may be related to the known antagonism Ca:Zn. The other elements (Na, Cu and Se) demonstrated no changes.

In the second experimental part of the thesis, we follow the positive impact of organic zinc supplementation in calves. The experimental group showed a significant increase in the Zn concentration P group on day 7 (15.36 ± 0.83 vs. 13.74 ± 1.16 mmol/l); ($P \leq 0.05$) and day 90 (P: 14.27 ± 1.16 ; K: 11.25 ± 2.52 mmol/l); ($P \leq 0.005$). The Cu concentration P group was significantly higher on day 7, however, lower ($P \leq 0.05$) than the C group on day 90. Vitamin A and E reached higher, but nonsignificant values in the P group on the 7th and 90th day. The higher value of total protein in the P group at day 90 ($P \leq 0.05$) demonstrates the positive effect of zinc supplementation. We consider the increased ALP activity above the reference range in this age of calves for physiological phenomenon at the 90th day, the P group achieved a higher decrease than the C group ($p \leq 0.01$). SOD increased in P group on day 7 ($p \leq 0.01$), (487 ± 22.87 vs. 456.39 ± 28.67 U/l) and 90th day ($p \leq 0.01$), (487 ± 22.87 vs. 456.39 ± 28.67 U/l). Total immunoglobulin level in blood was positively influenced by the Zn-Met supplementation in P group at day 7 ($P \leq 0.001$), (14.51 ± 1.08 vs. 7.46 ± 0.69 mmol/l) and day 90 day ($P \leq 0.05$), (22.77 ± 3.97 vs. 24.31 ± 1.70 mmol/l).

In conclusion, we can confirm that Zn-Met supplementation has a positive effect on performance of dairy cows, health of cows and calves, hematological parameters, mineral serum level, especially zinc and immunity of weaned calves.

1. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Způsob trávení přežvýkavců, zejména skotu, je oproti monogastriickým zvířatům značně odlišný. Jeho rozdíly jsou dány anatomií a fyziologií trávicího traktu, což zapříčiňuje specifické sestavování krmných dávek a jejich doplňků. Díky mikrobiálnímu bachorovému trávení je přežvýkavec schopen zpracovat a využít objemná krmiva s vysokým obsahem vlákniny. Bachorová mikroflóra a mikrofauna má kromě toho i možnost vlastní proteosyntézy z nebílkovinných dusíkatých látek. Zároveň dochází v bachoru touto mikrobiální k degradaci plnohodnotných bílkovin s obsahem esenciálních aminokyselin na bílkoviny nižší kvality a biologické hodnoty. Mikrobiálním trávením jednoduchých sacharidů a škrobu dochází ke značným energetickým ztrátám (JAGOŠ *et al.*, 1985). Bílkoviny jsou v žaludku a tenkém střevě rozkládány na peptidy a volné aminokyseliny, poté krví nebo lymfou dopravovány do jater, kde dále probíhá syntéza nových bílkovin či desaminace, z bezdusíkaté frakce se dále mohou tvořit cukry. Volné aminokyseliny vytváří aminokyselinový pool pro tvorbu enzymů, hormonů a dalších bílkovin, pro tvorbu glycidů a tuků, pro obnovu spotřebovaných proteinů během hmotnostních přírůstků nebo tvorby mléka. Rezervoár volných aminokyselin dále pokrývá energetické potřeby organismu (VALENT, 2006; ZELENKA, 2010; ZEMAN, 2009). Během všech těchto procesů je pro organismus nezbytná zásoba všech minerálů v dynamické rovnováze podléhající homeostatickým mechanismům. Minerální látky plní funkci aktivátorů nebo inhibitorů specifických látek a enzymů, jsou dokonce často součástí enzymů, hormonů a vitaminů. Účastní se energetického metabolismu, metabolismu bílkovin, cukrů i tuků. Základní funkce minerálů se dělí do čtyř kategorií. Jsou jimi strukturální, fyziologická, katalytická a regulační funkce. Vápník a fosfor se v přesném poměru podílejí na struktuře kostí a zubů. (DIRKSEN, 2005; ILLEK 2003, ILLEK 1985).

Termín *minerální prvek* se vztahuje na prvky, které za normálních okolností v organismu nekolísají. Prvky jsou látky, které nemohou být rozloženy na jednodušší látky, ani nemohou být tvořeny chemickým spojením. Bylo zjištěno, že minerály v tkáních jsou zapotřebí pro podporu života zvířat (O'DELL, 1997). Mikroprvky a vitamíny patří k mikrokomponentám v krmivu, které zaujímají v látkové výměně organismu nepostradatelnou roli. Musí být dodávány potravou. Při nedostatečném příjmu dochází k poruchám látkové výměny, které mají negativní následky na zdravotní stav a produkci zvířat. S klasickými známkami nedostatku stopových prvků v dnešních standardních podmínkách ve výživě narazíme velice zřídka. Daleko častěji se setkáváme se suboptimálním zásobením některého z mikroprvků, které mají za následek multifaktoriální poruchy celkového zdravotního stavu a produkční poruchy, jako jsou například mastitidy, poruchy

reprodukce a onemocnění paznehtů. Z důvodu jejich enormního ekonomického významu a povětšinou difuzního spektra jejich příčin, jsou témata ohledně zásobení zvířecího organismu esenciálními vitaminy a mikroprvky neustále diskutovány (WINDISCH, 2003). MAHLKOW-NERGE *et al.* (2005) uvádějí souvislost mezi nedostatečným zásobením mikroprvků a vitaminů (především selenu a vitaminů A, E a β -karotenu) a vyšším výskytem ovariálních cyst. Zde hraje výživa velmi významnou roli. Narušený energetický metabolismus, na který má pozitivní vliv například zinek, je pro Vysokoprodukční dojnici těsně po porodu vysokým rizikem pro tvorbu cyst ovarií. Ketotická zvířata nesou 1,8krát vyšší riziko pro pozdější tvorbu cyst vaječníků. Negativní energetická bilance nutí dojnice nasměřovat svůj metabolismus k energetickým zásobám tuků. Masivní lipolýzou mohou v této době ztratit až jeden celý kondiční stupeň BCS a tím podpořit vznik endometritid. Dva ze tří případů zánětů dělohy bývá způsoben právě ztrátou kondice. Endometritidy vedou opět k hormonální dysbalanci, a tudíž k výskytu ovariálních cyst.

Zinek, měď a mangan tvoří skupinu esenciálních mikroelementů s podobnými vlastnostmi, týkající se jejich biochemických funkcí a rolí v látkové výměně. Patří k tzv. přechodným kovům, které mají z důvodu své elektronové konfigurace tendenci tvořit stabilní cheláty s více ligandy. Tímto způsobem vznikají například komplexy s proteiny, které teprve po cíleném vestavění těchto kovů získají svou biologickou funkci. Tak jako atom železa v molekule hemu v hemoglobinu, je zinek, měď a mangan klíčovým atomem v aktivních centrech mnoha metalloenzymů. Zinek navíc plní strukturální funkce, jako například tzv. „zinkových prstech“, což je rozšířený stavební princip v regulátorových proteinech genové aktivity. Jak je výše uvedeno, zastávají mikroprvky vysoce specifické funkce v látkové výměně, kdy jejich narušením, například při nedostatečném zásobení, může docházet k celkovým poruchám organismu. Tyto problémové oblasti jsou však multifaktoriální, tudíž identifikace suboptimálního zásobení konkrétního prvku nebo jejich kombinace, jakožto příčina nebo kofaktor onemocnění, je velmi ztížena. Neoddiskutovatelný význam mikronutrientů na život jedince je zaznamenáván již přivývoji a přežívání embrya (ROBINSON, 2006).

1.1 ZINEK

Zinek je nutný pro normální růst, vývoj a funkci organismu všech zvířecích druhů, které kdy byly studovány, za účelem výzkumu zinku v těle. Rovněž platí, že závažný nedostatek zinku v organismu může vést ke smrti. Nižší stupně deficitu jsou nejvýraznější v období rychlého růstu, a to právě v buňkách a tkáních, které rostou nejrychleji (SUBCOMMITTEE ON MINERAL TOXICITY IN ANIMALS, 2005).

Všechny **minerální látky** se v organismu nachází v dynamické rovnováze, řízené

komplikovanými homeostatickými mechanismy. Biologická významnost jednotlivých minerálních látek je vysoká. Každá porucha metabolismu nebo změna koncentrace minerálů ve tkáních či biologických tekutinách má za následek ovlivnění biochemických procesů celkového metabolismu v organismu. (ILLEK, 1985).

Termínem **mikroelementy** jsou označovány ty minerály, které se v organismu nacházejí v koncentraci menší než 50 mg/kg. Patří k nim As, Cd, Co, Cr, Cu, F, Fe, J, Mn, Mo, Ni, Se, Si, V, Zn a Sn. (KRAFT, DÜRR a kol., 2005). Je již řadu let dobře známo, že mikroprvky musí být jak při extenzivním způsobu chovu přežvýkavců (především selen, měď, mangan a zinek), tak při intenzivním způsobu (především měď, kobalt, mangan, selen a zinek) substituovány podle toho, v jakém množství se tyto minerály nacházejí na daném stanovišti v půdě a rostlinách. Odtud pramení aktuální údaje o nedostačujícím zásobení dojníc mikroprvky jako je tomu u selenu 5-43 %, mědi 18-64 %, zinku 24-74 % a manganu (FÜRLI M., 2005). Podle tohoto autora není důležitá pouze substituce těchto mikroelementů, nýbrž také interakce s ostatními látkami obsaženými v potravě.

U přežvýkavců jsou **funkce**, důležité pro zdravotní stav a produkční schopnosti, limitovány mikroprvky (ILLEK 1985, ILLEK 2003, FÜRLI, 2005)

- bachorové trávení – Co, Cu, Mo
- intermediární látková výměna – Co, Cu, Fe, Mo, Mn, J, Se, **Zn**
- hematopoéza – Co, Cu, Fe, Mo
- růst, produkce – Co, Cu, Fe, Mo, Mn, J, Se, **Zn**
- reprodukce – Co, Cu, J, Se, **Zn**
- látková výměna kostí – Cu, Mn
- stabilita paznehtní rohoviny – **Zn**
- obranyschopnost – Cu, Fe, Mn, Se, **Zn**

Z přehledu je patrné, které funkce v organismu limituje zinek. Řadí se k nim – intermediární látková výměna, růst, produkce, reprodukce, stabilita paznehtní rohoviny a imunita.

Zinek je součástí přibližně 300 enzymů, které se účastní energetického metabolismu, regulace apetitu, metabolismu proteinů, cukrů i tuků, genové exprese, buněčné proliferace či metabolismu vitaminů. Zinek má dopad i nepřímo, jeho nedostatek ovlivňuje stavbu a stabilitu membrány erytrocytů a metabolismus mastných kyselin. (UNDERWOOD a SUTTLE, 1999).

Tab. 3 Příklady zinek dependentních metaloenzymů (upraveno dle autorů DASTYCH 1997, UNDERWOOD a SUTTLE 1999 a ILLEK 2003)

ENYDM	FUNKCE
Cu-Zn-SOD Superoxiddismutáza	Destrukce volného radikálu superoxidu
DNA-polymeráza	Elongace řetězce DNA
RNA-polymeráza	Elongace řetězce RNA
Nukleosidfosforyláza	Fosforolýza nukleosidů
Alkalická fosfatáza	Uvolňuje fosfát z monoesterů
Peptidáza	Štěpí polypeptidy na kratší řetězce peptidů
Kolagenáza	Degradace kolagenních fibril
Alkohol dehydrogenáza	Oxidace etanolu na acetaldehyd
Leucin aminopeptidáza	Štěpení z proteinů a peptidů z amino konce
Karboxypeptidáza	Štěpení z proteinů a peptidů z karboxy konce
Mannosidáza	Hydrolyza mannózy
Thymidinkináza	Přeměna thymidinu na thymidinmonofosfát
Laktátdehydrogenáza	Přeměna laktátu na pyruvát

Nutriční nedostatky mají vliv na plodnost zvířat v průběhu celého jejich života. Zapříčiňují především poruchy při vývoji pohlavních žláz plodu, poruchy v postnatálním vývoji zvířat, ovlivňují načasování puberty a mají dopad na ovulaci zvířete. Interval od porodu do vlastní reprodukce, kvalita vajíček, vývoj embrya a schopnost přežití embrya, jsou hlavními přispěvateli plodnosti (ROBINSON, 2006). V každé z těchto oblastí došlo významnému pokroku a nasazují se metody, které jsou schopné podpořit plodnost. Jedná se však především o metody, které řeší následek, tedy neplodnost jedince (KENDALL, 2000).

Výzkumy realizované v poledních letech prokazují, že během raného vývoje plodu je vaječník mimořádně citlivý na výživu matky. Nesprávné hrazení všech nutričních komponent může mít totiž celoživotní účinky na ovulaci jedince (ROBINSON, 2006). Nutrice doplňkovými stopovými minerály, konkrétně zinek, selen a kobalt, mají vliv na pohyblivost spermií a procentické zastoupení živých spermií (KENDALL, 2000).

Význam mikronutrientů je možné pozorovat i při utváření struktury rohů a má vliv na kyselost v batoru a na kulhání. Existují přesvědčivé důkazy o tom, že fruktany a glukóza zvyšují produkci kyseliny mléčné a způsobují tak laminitidu. Důležitá je rovněž role lipidů a minerálů ve vývoji integrity kopyta. (LEAN, 2013).

Masný a mléčný skot lze pást na pastvině s přidáním 20 mg zinku na kilogram krmné dávky,

nekojící kozy a ovce vyžadují taktéž 20 mg Zn/kg suš. krmné dávky (KD). Kozy během vegetačního období vyžadují 37-52 mg/kg suš. KD (SUTTLE, 2010), u rostoucích jehňat 33 mg zinku/kg suš. KD. Pro zvýšení přírůstků telat je doporučováno doplnění dalších 25 mg Zn/kg suš. KD nad dávku 33 mg zinku u jehňat (GARG, 2008).

V roce 2006 byl realizován výzkum vlivu výživy na plodnost ovcí. Vliv výživy na březost má podle výzkumu významný dopad na reprodukční schopnosti plodu. Tento vliv se následně promítá do zdravotního stavu potomstva po celý život. Postnatální výživou jedince je ovlivněno načasování puberty u obou pohlaví a nástup ovulace. Významnou roli hraje pro reprodukci také selen (ROBINSON, 2006).

SPRINGMAN *et al.* (2018) ve své studii sledovali vliv injikovatelného stopového minerálu na reprodukční schopnost jalovic ($n = 799$). Počáteční minerální stav jater před léčbou byl adekvátní a nelišil se mezi skupinami (měď = 146 $\mu\text{g/g}$, mangan = 9,22 $\mu\text{g/g}$, selen = 1,54 $\mu\text{g/g}$ a zinek = 115 $\mu\text{g/g}$). Jalovice byly synchronizovány a injikovány stopovým minerálem (5 ml, Multimin 90). Býci byli připuštěni k jalovicím 60 d po inseminaci. Podíl březích jalovic během prvních 21 dnů se nelišil. Injikovatelné stopové prvky 33 dní před inseminací neovlivnily reprodukční výkonnost u jalovic. Byly pozorovány pozitivní účinky suplementace zinku na výkon koz, stravitelnost živin a plazmatickou hladinu stav zinku během vegetačního období. Vliv na vlákna kašmíru adice zinku neměla. Optimálního růstu bylo dosaženo při výši 30 až 45 Zn mg/kg suš. KD (JIA, 2008).

Potřeba zinku se liší u jednotlivých druhů zvířat, jejich kategorií, výše a druhu užitkovosti, fází reprodukčního cyklu samic či denním přírůstkem rostoucích zvířat (UNDERWOOD a SUTTLE, 2010). SLANINA *et al.* (1992) uvádí, že potřeba zinku v krmné dávce skotu je 50 mg/kg suš. KD. Referenční hodnoty pro koncentraci zinku v krevním séru jsou stanoveny na 12,2-26 $\mu\text{mol/l}$, u telat 12,2-24 $\mu\text{mol/l}$. (Tab.12)

Vstřebávání a distribuce zinku v organismu jsou velmi komplikované procesy, závisí u jednotlivých druhů zvířat na různých faktorech, a proto není jednoduché stanovit přesné množství zinku potřebné pro optimální zásobení organismu všech zvířat. V literatuře lze často najít různá referenční rozmezí fyziologických hodnot pro koncentraci zinku v krvi, játrech, svalovině, varlatech atd., ale i hranici karence či toxicity. Dle NRC (2001) by měl startér pro mladší telata obsahovat 40mg Zn/kg suš., stejné koncentrace má dosahovat i mléčná náhražka pro telata na mléčné výživě. Naopak směsná krmná dávka dojnic s mléčnou užitkovostí 40 kg mléka/den musí obsahovat 63mg Zn/kg suš., aby byla plemence schopna zásobit jak vlastní organismus, tak zároveň odvádět mikroelement mlékem pro tele a nedostávala se do deficitu.

Vstřebávání zinku ovlivňuje na prvním místě jeho množství v krmivech. Je-li obsah zinku v potravě nízký, zvyšuje se absorpce zinku. U zvířat s klinickými příznaky karence zinku je vstřebávání zinku vyšší než u zvířat bez karentní symptomatiky. Nejen koncentrace zinku v krmivu a krevní

plazmě má na absorpci vliv. Také stáří zvířat ovlivňuje množství absorbovaného zinku. Mladší telata resorbují nejvyšší procento zinku z potravy ve srovnání se staršími telaty, ne-li s dospělým skotem (ILLEK, 2000; SPEARS, 2003). Telata na mléčné výživě jsou schopna vstřebat až 50 % zinku z krmné dávky, rostoucí přežvýkavci 30 % a dospělá pouze 20 % zinku (NRC, 2001). Zinek je obsažen v krevní plazmě, ve formě karboanhydrázy v erytrocytech, ve formě metaloproteinu a jako součást fosfatáz v leukocytech a dále v trombocytech. Z jedné třetiny je volně vázán na albumin, ze dvou třetin pevně vázán na alfa makroglobulin a z malé části na metalothionein, transferin a histidin-rich – glykoprotein (COUSINS, 1996). Volná vazba zinku na albumin je důležitá při výměně zinku mezi krví a cílovými buňkami. Různý obsah je možný zjistit v krevní plazmě a krevním séru. Při koagulaci krve se zinek uvolňuje z rozpadajících se trombocytů a tím je způsoben zmíněný rozdíl (UNDERWOOD *et al.*, 2010). Zinek je vstřebáván v tenkém střevě, zejména v distálním duodenu a proximálním jejunu (COUSINS, 1996). Po nasycení střevní sliznice, kde je zinek rychle a pevně vázán na specifický protein, dochází k vlastnímu přestupu zinku z enterocytů do krve a lymfy. O množství absorbovaného zinku rozhoduje obsah zinku v krmné dávce. Nejprve je potřeba přestoupit ze střevního lumen do buněčného prostoru enterocytu navázáním na přenašeč DCT-1 (divalent cation transporter), poté se zinek ve sliznici váže na intracelulární transportér metalothionein (MT) a cystein rich intestinal protein (CRIP). O tom, který z přenašečů zinek uchopí, rozhoduje opět obsah zinku v dietě. Při dostatku Zn v TMR oba proteiny o zinek soutěží, bývá zpravidla vázán na MT, jehož syntéza je indukována při zvyšující se koncentraci zinku ve střevě (UNDERWOOD *et al.*, 2010). Obdobně je tvorba MT stimulována kadmíem a jinými těžkými kovy. O vazebné místo soutěží na molekule metalothioneinu také měď. Z krve zinek odchází do jater, sleziny, pankreatu, ledvin a v minimálním množství je ukládán i do svalů a mozku (BENCKO *et al.*, 1995). Akumulace zinku v orgánech závisí množství zinku v krmné dávce, věku, druhu zvířete, jeho produkční a reprodukční fázi a na době, po kterou byl organismus dotaci zinku vystaven (BÍŘEŠ *et al.*, 1991). Nejnižší koncentraci zinku obsahují plicní a nervová tkáň, nejvyšší naopak cévnatka oka a prostata. Obsah zinku v cévnatce oka se liší u jednotlivých druhů. Cévnatka ovce má vyšší koncentraci Zn než skot, nicméně cévnatka masožravců, speciálně liška, obsahuje nesrovnatelně vyšší množství zinku než býložravců. V prostatě a nadvarleti odpovídá vysoký obsah zinku vysokému obsahu fosfatáz, jichž je zinek součástí (HANSARD, 1983). Na zinek jsou bohaté ispermie, semenná plasma (ROWE *et al.*, 2014). Množství zinku ve svalové tkáni se liší dle funkční aktivity jednotlivých svalů. Obsah zinku ve svaích s nízkou aktivitou světlé barvy je významně nižší než v tmavě zbarvených svaích s vysokou aktivitou. V jaterních buňkách se zinek nachází v mitochondriích, buněčném jádru a cytoplasmě, velká část je vázána např. na metalothionein či alkoholdehydrogenázu (ILLEK, 1987; UNDERWOOD *et al.*, 2010). V srsti skotu se obsah zinku mění dle stáří zvířete a místa odběru. Nezávisí na stádiu březosti alaktace (ANKE, 1965).

Stopové minerály mohou být dodávány ve **formě organické, či anorganické** (HERDT, 2011). Rozdíly mezi těmito formami se týkají především biologické dostupnosti látek organismu a dopadů na fyziologické reakce přežvýkavců (SPEARS, 1996).

Anorganickými solemi jsou síran zinečnatý (ZnSO_4), oxid zinečnatý (ZnO), chlorid zinečnatý (ZnCl_2) a další. Organickým komplexem je například zinek methioninový komplex (GARG, 2008). Organické minerální doplňky, které jsou komerčně dostupné, se liší především, pokud jde o typ ligandu nebo ligand, jež jsou použity k vytvoření kovového komplexu nebo chelátu. Většina organických minerálů na trhu jsou klasifikovány jako komplexy, cheláty nebo proteinové sloučeniny (SPEARS, 1996).

Studie vlivu krmení pomocí zinku a mědi ve formě methioninu zkoumají především plazmatické a tkáňové koncentrace těchto prvků. Cílem je posouzení relativní biologické dostupnosti této formy. Při nasazení této formy bylo pozorováno snížení vylučování mědia zinku ve výkalech a jejich lepší využití. Zároveň je tak prokázán pozitivní dopad na životní prostředí. Absorpční hodnoty koncentrace zinku a mědi v plazmě a jaterní tkáni, získané studií z roku 2010, podporují hypotézu, že měď a zinek ve formě methioninových doplňků mají lepší biologickou dostupnost ve srovnání s formou sulfátů (PAL, 2010).

Zinek methionin (Zn-Met) a jeho účinek je posuzován ve výzkumech nejčastěji (SPEARS, 1996). Pro methionin, jako součásti Zn-Met, bylo prokázáno, že může být do značné míry štěpen bacherovými mikroorganismy (HEINRICHS et CONRAD, 1983). Zn-Met komplex zůstává v bacheru neporušen a váže se s jinými částicemi nebo mikroorganismy za vzniku nerozpustných komplexů v menší míře než anorganické formy zinku (WARD, 1993).

SHANKAR et PRASAD (1998) rozděluje projevy nedostatku zinku u člověka na dva typy, mírnou a těžkou **karenci**. Mírná karence se projevuje šeroslepostí, zhoršením paměti, oslabením imunity, zhoršením chuti a čichu a negativním vlivem na spermiogenezi u mužů. Těžká karence zinku způsobuje snížení efektivity imunitního systému, což způsobí častý výskyt infekcí. Dále dochází u těchto pacientů k průjmům, alopecii, poruchám mentálních schopností, typická je i pustulární dermatitida. Velmi zřídka se u člověka a skotu objevuje *acrodermatitis enteropatica*, která se vyznačuje nízkou koncentrací zinku v plazmě, která je způsobena geneticky způsobenou poruchou vstřebávání zinku ve střevě. Dochází navíc k hyperpigmentaci kožních lézí a deprivaci růstu. PRASAD (1995) dále u mužů popisuje v souvislosti s hypozinkémií výskyt anémie, retardaci růstu, hepatosplenomegalie, hyperpigmentace, infantilních varlat a zpoždění pohlavního dospívání.

U skotu se subklinický **deficit zinku** projevuje snížením apetitu, příjmu krmiva, denních přírůstků, poruchami reprodukčních funkcí, snížením produkce, zeslabením rohoviny paznehtů, náchylností k *dermatitis digitalis* a chodidlovým vředům, u býků poruchami spermiogeneze (KINCAID, 2000; SOCHA et al., 2002, ROWE et al., 2014). U dojnic nacházíme zvýšený počet

somatických buněk v mléce, zvyšuje se počet mastitid a reprodukční ukazatele jsou neuspokojivé (ILLEK, 2000). Těžký deficit zinku se projevuje abnormalitami kostí a parakeratózou, kdy kůže zesiluje a popraská (UNDERWOOD *et al.* SUTTLE, 2010). Dojnice trpí parakeratotickými lézemi u v oblasti kořene ocasu, vulvy, na kůži vemene a struků (ILLEK, 2000). Ve *stratum spinosum* k edematizaci a ztrátě buněčných spojů. Ve *stratum granulosum* je počet buněk redukován a nedostatečně se formuje keratohyalin a ve *stratum corneum* se nadměrně tvoří zrohovatělý vícevrstevnatý epitel (BÍŘEŠ *et al.* 1993).

Nedostatek zinku v organismu je u telat charakterizován zpomalením růstu, neboť dochází k redukcí apetitu, dále zpožděním sexuálního zrání býků, alopecií, jsou pozorovány abnormální proporce těla, kožní léze a hyperkeratinizace jícnu. Jsou sníženy počty cirkulujících lymfocytů, dochází k kosterním abnormalitám, poruchám reprodukce u obou pohlaví a abnormalitám plodu. Telata trpí parakeratózou na karpálních a spěnkových kloubech, v okolí nozder, uší, na krku, na vnitřních stranách stehů a šourku. Následkem změn na kloubech se utelat projevuje nejistá či strnulá chůze. Postiženy bývají i sliznice dutiny ústní či jícnu a předžaludků, což připomíná hypovitaminózu A (SUBCOMMITTEE ON MINERAL TOXICITY IN ANIMALS *et al.*, 2005; ILLEK, 2000).

Hospodářská zvířata vykazují značnou **toleranci** k vysokému příjmu zinku. Rozsah tolerance je závislý na druhu zvířete, charakteru stravy, a to zejména na obsahu vápníku, mědi, železa a kadmia. Odstavené mládě prasete může být krmeno po dobu několika týdnů výživou obsahem 2-3 g zinku na kilogram krmné dávky, vzrůstá však chuť k jídlu, objeví se deprese a při nasazení 4-8 gramů zinku na kilogram krmné dávky je již pozorována vysoká úmrtnost (UNDERWOOD, SUTTLE, 1999).

Odstavení přežvýkavci jsou méně tolerantní na příjem potravy s vysokým obsahem zinku. Příčinou je pravděpodobně snadné narušení mikroflóry bачoru. U jehňat je dále pozorováno snížení tělesné hmotnosti při podávání 1 gramu ZnO. Při podávání 1,5 g je již pozorována deprese (SUTTLE, 2010).

Biochemické procesy, které vedou k interakcím mikroprvků, jsou velmi odlišné, v zásadě se však jedná o následující mechanismy: jeden stopový prvek má přímý vliv na absorpci jiného mikronutrientu, nebo nedostatek, či nadbytek jednoho mikronutrientu v organismu má vliv na metabolismus jiného. Příkladem prvního typu interakce je potenciální interakce mezi záporně nabitými foláty a kladně nabitým stopovým prvkem, jakým je například zinek. Druhý typ interakce může být představen jako příčina vlivu vysokých dávek kyseliny askorbové na metabolismus mědi. Vysoký obsah vápníku v krmné dávce snižuje možnosti vstřebání fosforu. Měď pak znesnadňuje vstřebávání zinku (LÖNNERDAL, 1988).

V roce 1955 bylo prokázáno, že zinek, i při podávání vysokých dávek, je vysrážen v přítomnosti rostlinných bílkovin, které obsahují fytát. Biologická dostupnost zinku se výrazně snižuje tak,

že může mít, při pravidelném podání takové stravy, za následek závažný nedostatek minerálu v organismu jedince (SUBCOMMITTEE ON MINERAL TOXICITY IN ANIMALS a kol., 2005).

Pakliže se zvýší hladina volného zinku, či mědi, dochází k zaplavení zásoby thioneinu a volné kovy pak mohou interagovat s jinými proteiny. Ty potom slouží jako vyrovnávací faktory, spojují se geny metalothioneinu a indukují syntézu thioneinu (ZEMAN, 2005).

SOBHANIRAD (2012) publikoval, že při suplementaci vysokými koncentracemi zinku, nejsou pozorovány významné příznaky snižování dostupnosti jiných minerálů v organismu dojníc. Zinek interaguje na buněčné úrovni s jinými minerálními prvky. Jeho metabolismus má souvislost s metabolismem železa, mědi, manganu, kobaltu a molybdenu. Antagonistická vzájemná závislost zinku a mědi je založena na jejich konkurenci při absorpci v zažívacím traktu (ANKE a kol., 2002).

Pokud je nasazována měď jako růstový stimulant, je u prasat krmných zvýšeně rostlinnými proteiny, prokázána deficeience zinku, pokud není rovněž zvýšeně dávkován. Rovněž je možné zaznamenat anémii v případě, že krmení je prováděno vysokou dávkou zinku bez doplnění zvýšených dávek mědi (ZEMAN, 2005).

Podání mikronutrientů v krmné dávce není jedinou cestou podání. Randomizovaná terénní studie provedená roku 2013 v USA hodnotila účinek subkutánních injekcí multiminerálním přípravkem obsahujícím 300 mg zinku, 50 mg manganu, 25 mg selenu a 75 mg mědi. Podávání bylo realizováno po dobu 230 až 260 dní březosti a během 35 dnů po porodu. Sledován byl především účinek na celkový stav zvířat, produkci mléka a reprodukční výkonnost laktujících holštýnských krav. Bylo zapojeno celkem 1416 kusů dobytka, při jejich krmení dávkou skládající se z 55 % objemného krmiva a 45 % koncentráту. Léčba neposkytne významné hodnoty, nebyl tedy prokázán významný vliv na reprodukční schopnosti, produkci mléka nebo jiné zdravotní vlastnosti (MACHADO, 2013).

Zinek je často popisován díky svému protizánětlivému účinku. Jeho princip spočívá v účasti zinku na některých antioxidačních dějích jako je například tvorba aktivních míst enzymu superoxiddismutázy (SOD) (TOMAN *et al.*, 2009, van den TWEEEL *et al.*, 1999). Enzym SOD napomáhá štěpení superoxidu na peroxid vodíku, ten následně využívají fagocyty k usmrcování pohlcených mikroorganismů a dalších buněk pro organismus škodlivých.

PIDDINGTON *et al.*, 2001 popisuje konkrétní účinek Cu-Zn-superoxiddismutázy (CuZnSOD) v přítomnosti bakterií *Mycobacterium tuberculosis* a *Mycobacterium bovis* v pokusu in vitro s tkáněmi morčat, aby podrobně zjistil imunologický proces CuZnSOD. *M. bovis* produkuje třidruhy SOD, které se podílí na ochraně bakterie před oxidativním stresem. Autor zkoumá citlivost a schopnost přežití bakterií v makrofázích, a to za a bez přítomnosti CuZnSOD. Zjišťuje, že není schopen potvrdit hlavní úlohu CuZnSOD při obranyschopnosti mykobakterií, avšak potvrzuje nezbytnost druhého typu SOD –

FeSOD pro životaschopnost bakterie *Mycobacterium tuberculosis* (PIDDINGTON *et al.*, 2001).

Během fyziologických procesů např. při dýchání a jiných biologických činnostech aerobních buněk dochází k univalentní redukci atmosférického kyslíku, která vede k tvorbě superoxidradikálů ($O_2^{\cdot-}$), což jsou vysoce reaktivní částice, které jsou pomocí metaloenzymů (např. Cu-Zn-superoxiddismutáza) katalytickou reakcí převáděny na peroxid vodíku a kyslík (NOHL, 1981). Veškeré tyto produkty řadíme do skupiny takzvaných reaktivních sloučenin kyslíku neboli z angličtiny převzatým názvem „reactive oxygens species“ (ROS). Volnými radikály dochází k poškozování biomolekul až do okamžiku, kdy se dva volné radikály setkají nebo zastavením reakce antioxidantem. Molekula kyslíku jakožto zdroj volných radikálů vlastní dva nepárové valenční elektrony a může být snadno přeměněna na reaktivní formy kyslíku. K volným radikálům patří např. superoxid, hydroxylový radikál, peroxy či hydroperoxy. Mezi neradikály řadíme peroxid vodíku, ozon, singletový kyslík atd. nevyváženost mezi množstvím ROS a antioxidanty se nazývá oxidační stres. ROS mohou být jak pro organismus prospěšné, tak škodlivé. Příkladem pozitivní funkce ROS lze jmenovat tzv. respirační vzplanutí, což je zneškodnění mikrobů a odstranění mrtvých buněk za spolupráce leukocytů, makrofágů a ROS. Dochází tedy k prudkému nárůstu spotřeby kyslíku tudíž vznik velkého množství volných radikálů, které jsou následně deaktivovány enzymy jako CuZnSOD či glutathionperoxidázou. Středem pozornosti jsou však negativní účinky volných radikálů na organismus, ke kterým patří především deformace proteinů, produkce transkripčních proteinů vyvolávajících apoptózu neboli řízenou smrt buněk. Dále podporují rakovinné bujení. Některé volné radikály plní funkce signálních molekul, které např. porušují kaskády enzymů (RICHTEROVÁ, 2008). Příliš nízká buněčná koncentrace reaktivních forem kyslíku je řazena k typickým symptomům určitých onemocnění u člověka, jako je Trisomie 21 či různých psychiatrických, a naopak příliš vysoká intracelulární koncentrace volných radikálů se podílí na patogenitě chronicky zánětlivých procesů, autoimunitních reakcích organismu či karcinogenezi. A zde zaujímá zvláštní pozici enzym superoxid-dismutáza, který je schopen množství škodlivých účinků ROS regulovat (NOHL, 1981).

Zinek má vliv i na zdraví mléčné žlázy. **Somatické buňky** (SCC – somatic cell count) jsou ukazatelem zdraví mléčné žlázy a technologickým ukazatelem. Při infekčních zánětech se zvyšují. Bílé krvinky přecházejí do mléka z krve jako signál infekčního nebo neinfekčního vlivu (ZELINKOVÁ, 2003). Dojnice s vyšším SCC než $300 \times 10^3/\text{ml}$ mají být hodnoceny jako mastitidní (ŠKARDOVÁ *et al.*, 1984; RADOSTIS *et al.*, 2000). Mezinárodní mlékařská federace stanovila kritickou hranici $250 \times 10^3/\text{ml}$ pod touto hranicí leží zdravá a latentně infikovaná mléčná žláza, nad ní aseptická či subklinická mastitida. Klinická mastitida dosahuje hodnot o několik řádů vyšších (10^4 - 10^7). Pro bazénový vzorek je závaznou kritickou hodnotou $400 \times 10^3/\text{ml}$ jako charakter jakosti pro syrové mléko. Tuto hranici uvádí Směrnice rady EHS 92/46 a Vyhláška ministerstva zemědělství č. 203/2003 (NAVRÁTILOVÁ, 2010). Syrové mléko s vyšším obsahem SCC se hůře zpracovává. Dochází ke

změnám smyslových, chemických a fyzikálních vlastností mléka (RYŠÁNEK, 1999).

Karence stopových prvků jako zinek, měď, mangan a kobalt aj. byly pozorovány a studovány po mnoho let. Přímý a nepřímý vliv na zdravotní stav se odráží na užitkovosti hospodářských zvířat. Je nepostradatelný pro syntézu proteinů, utilizaci vitaminů, hormonální regulaci, imunitním systémem, regulaci apetitu, růst a vývin zvířat, reprodukci, kvalitu kůže a kožních derivátů, integritu pletiv (ILLEK 1987, ILLEK 2003, MILLER *et al.* 1989, NRC 2001). To vše souvisí se zdravím mléčné žlázy. Zinek chrání tkáň před poškozením oxidativním stresem, jehož mechanismus je podrobně popsán v následující kapitole 2.2.9 *Imunologie a zinek*. Suplementace zinku ovlivňuje užitkovost skotu, reprodukci, hojení ran, integritu paznehtu a imunitu (SICILIANO-JONES *et al.* 2008, GRIFFITHS *et al.*, 2007; KELLOGG *et al.*, 2004; MALCOM/CALLIS *et al.*, 2000; SPEARS *et al.*, 2002; KINCAID *et al.*, 2004; NOCEK *et al.*, 2006; NEATHERY *et al.*, 1973). Zinek svým vlivem na aktivitu enzymů a expresi genů proteinů ovlivňuje mléčnou produkci, reprodukci, imunitní systém a růst zvířat (CHESTERS, 1997) a naopak nedostatek zinku má negativně ovlivňuje funkce metaloenzymů, mezi nimi i Cu/Zn-superoxiddismutázy (CuZnSOD), která je zapojena do antioxidačních procesů (MILLER, MILLER 1962; KIRCHGESSNER *et al.*, 1975; CHARABRA, ARORA, 1993; CHESTERS, 2009; ILLEK J., 1987; UNDERWOOD, SUTTLE, 1999). Vlivem zinku na činnost některých hormonů, jako glukagon, kortikotropin, či inzulin, zinek zasahuje do bílkovinného a energetického metabolismu (ILLEK, 2003). Zinek má dva přímé vlivy na funkci imunitního systému, zaprvé jakožto již zmíněný antioxidant (CuZnSOD) a za druhé v rámci buněčného dělení a proliferace (SPEARS *et al.* WEISS, 1993). Je nezbytný pro tvorbu a funkci leukocytů, má vliv na tvorbu protilátek a fagocytózu a je důležitý v procesu buněčné apoptózy (DROKE *et al.* SPEARS, 2008; ILLEK, 2003). CORTINHAS *et al.* (2010) informuje ve své studii o pozitivním vlivu zdroje Zn v organické formě na SCC, ale nepotvrdil vliv na antioxidační enzymy (ZnCuSOD, GSH-Px, CP).

Zdravotní stav mléčné žlázy závisí na statutu zinku u dojnic, neboť je zásadní pro keratinisaci strukového kanálku (ANDRIEU, 2007). Ve srovnání s tradiční saturací Zn anorganickými zdroji Zn (oxid, síran), má organicky vázaný Zn větší biologickou dostupnost (WEDEKIND *et al.*, 1992; KINCAID, SOCHA, 2004) a může zvýšit koncentrace Zn v tkáních a plazmě a snížit SCC v mléce (COUSINS, LEINART, 1988; ILLEK *et al.*, 2007). Deficit Zn se vlivem na imunitní systém podílí na zvýšení SCC a výskytu mastitid u dojnic (WHITAKER., 1997). Další autor (HANSEN, 1992) informoval o suplementaci 2.5 g proteinátu Zn / den, která způsobila silný pokles SCC ve výši 100×10^3 SCC/ml u stáda s vysokým SCC (400×10^3 SCC/ml). Jiný autor (NOCEK *et al.*, 2006) popisuje podobný vliv zinku na reprodukci a užitkovost krav saturovaných dávkou odpovídající 100 % požadavku NRC (2001) ve formě komplexu stopových prvků ve srovnání s krávami s krmnou dávkou

doplňenou stejnými prvky anorganické formě. Užítkovost mléka a charakteristiky mléčných komponent byly vyšší. Z těchto důvodů bylo dílčím cílem disertační práce posoudit vliv suplementace organického zinku na užítkovost, kvalitu mléka (mléčných komponent) a na SCC v mléce.

1.2 MĚĎ

Měď je nezbytná pro životní procesy jedince, představuje kofaktor pro řadu životně důležitých enzymů. Zároveň, při nadbytečném dávkování, představuje prvek toxický pro organismus. Vzhledem k této dvojí roli mědi, mají všechny živé organismy vyvinuté vysoce specializované homeostatické mechanismy, jejichž úkolem je dodávat a odstraňovat měď a rovněž neutralizovat její toxické účinky (LÓPEZ-ALONSO, 2005).

Referenční hodnota pro obsah mědi v plazmě představuje $8,2 \pm 2,2 \text{ mg.kg}^{-1}$. Ze studií provedených v prostředí České republiky vyplývá, že koncentrace mědi v krevní plazmě kolísá během roku. Koncentrace mědi v krevní plazmě hovězího dobytka je nižší na jaře ($6,81 \pm 2,7 \text{ } \mu\text{mol.l}^{-1}$) a vyšší na podzim ($18,04 \pm 1,56 \text{ } \mu\text{mol.l}^{-1}$). Na podzim je tak obsah zvýšen až na 151 % (ŠOCH, 2013). Požadavek suplementace mědi u ovcí a skotu nejsou jednoznačně stanovitelné. Součástí sledování hodnot mědi v organismu zvířete je vyšetření endogenní ztráty stolicí. Stolice je hlavní cestou vylučování přebytečné mědi, ne všechny ztráty je však třeba zcela nahradit. Vyrůstání potřeby mědi je relativně malé, protože hlavní součásti kostry mají nízké hladiny přítomnosti prvku. V průměru je možné říci, že svaly obsahují pouze 0,8 a 1,2 mg mědi na kilogram hmotnosti u skotu a ovce. Poměrně velké množství mědi je uloženo v rounu ovcí (UNDERWOOD, SUTTLE, 2010).

V roce 2005 byla zkoumána intracelulární distribuce mědi a zinku v játrech u skotu. Cílem výzkumu bylo právě zlepšení porozumění patofyziologii akumulace mědi u skotu. Koncentrace mědi v játrech je běžně v rozmezí hodnot 25 až 100 mg na kilogram čerstvé hmotnosti tkáně. Výsledky výzkumu uvádí, že celková jaterní koncentrace mědi neměla významný vliv na subcelulární distribuci zinku, s jaterní koncentrací mědi korelovala koncentrace zinku pouze mírně. Byl objeven silný vztah mezi podílem celkového obsahu mědi vázané na metalothionein a jejím podílem na celkovém obsahu zinku (LÓPEZ-ALONSO, 2005). Byly také identifikovány enzymy a proteiny, jako je například gen ceruloplasminu u ovce a delece genů, které jsou nezbytné pro embryonální přežití, např. dopamin-b-monoxygenáza. Studie na laboratorních zvířatech ukazují, že absorpce mědi je usnadněna specifickými a nespecifickými dvojmocnými kovy a bílkovinami ve sliznici gastrointestinálního traktu (SUTTLE, 2010). Velké množství požití mědi se uvolní při trávení v batoru, kde se vysráží jako sulfid měďnatý a zůstává nevstřebána, během postruminačního trávení může být částečně vázána donestrávených složek (UNDERWOOD, SUTTLE, 1999).

Nezbytnost mědi pro tvorbu hemoglobinu byla poprvé prokázána v roce 1928 při experimentu na hlodavcích. Tento objev následně vedl k prevenci širokého spektra klinických a patologických jevů (SUTTLE, 2010).

S **nedostatkem mědi** je spojena řada klinických příznaků. Jedná se o a chromotrichii, je možné pozorovat chybění vlasového pigmentu, kulhání, spontánní zlomeniny, průjem, anémii, poruchy růstu a neprospívání (DIRKSEN et al., 2000). Většina výzkumů provedená za účelem zkoumání vztahu mezi deficitem mědi a imunitní odpovědí jedince se provádí pomocí hlodavců krmených vysoce purifikovanou stravou. To je hlavním důvodem, proč je riskantní extrapolovat výsledky získané z těchto experimentů na přežvýkavce. Hospodářský význam nedostatku mědi byl objeven na podkladě vyšší náchylnosti infekci u přežvýkavců s jejím deficitem. Narušení imunitní odpovědi se projevuje především sníženou mikrobicidní aktivitou zhoršenou aktivitou neutrofilů, jak je doloženo u skotu a ovcí. U přežvýkavců s těžkým vyvolaným deficitem může být ovlivněna rovněž fagocytární funkce. Funkce makrofágů se však zdají být postiženy v menší míře. Je známo, že u přežvýkavců s deficitem mědi je snížena hladina cirkulujícího ceruloplazminu, není však mnoho informací o důsledcích na produkci cytokinů (MINATEL, 2000).

Za toleranční hranici mědi považuje SLANINA *et al.* (1992) u skotu 100 mg/kg suš. KD a u telat 50 mg/kg suš. KD. Potřeba mědi v krmné dávce skotu se pohybuje v rozmezí 8-10 mg/kg suš. KD a referenční hodnoty v krevním séru jsou stanoveny na 12-18 $\mu\text{mol/l}$.

1.3 INTERAKCE MIKROPRVKŮ

Podle FÜRL (2005) není důležitá pouze substituce těchto mikroelementů, nýbrž také interakce s ostatními látkami obsaženými v krmivu. Komplexními interakcemi nutrientů – minerálních látek, vitamínů a produktů endokrinních žláz se zabýval ve své studii WATTS (1990) a shrnul je následovně:

Figure 1
Mineral Antagonists

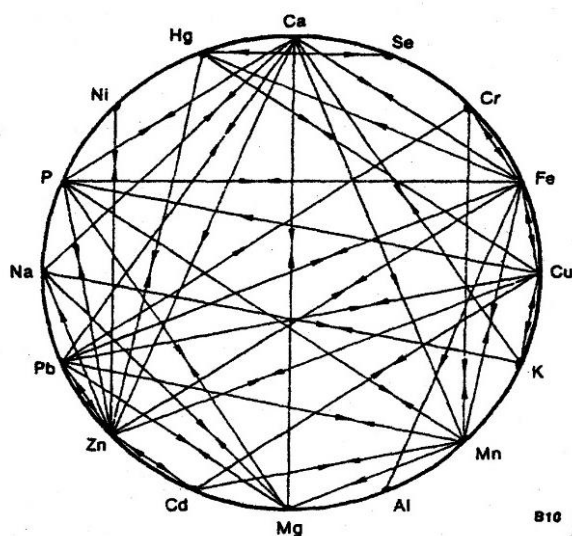


Figure 2
Vitamin Antagonists

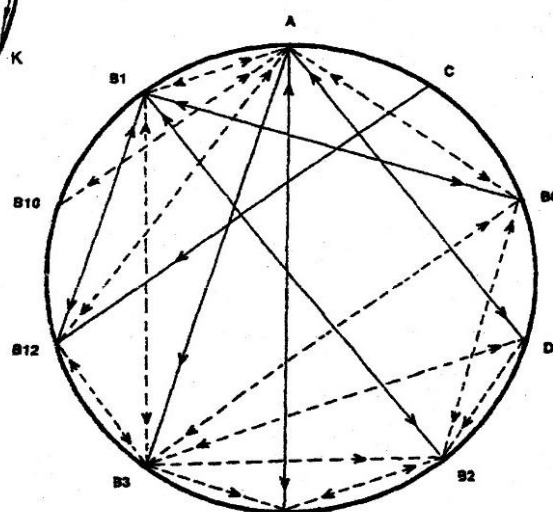


Figure 3
Vitamin-Mineral Antagonists

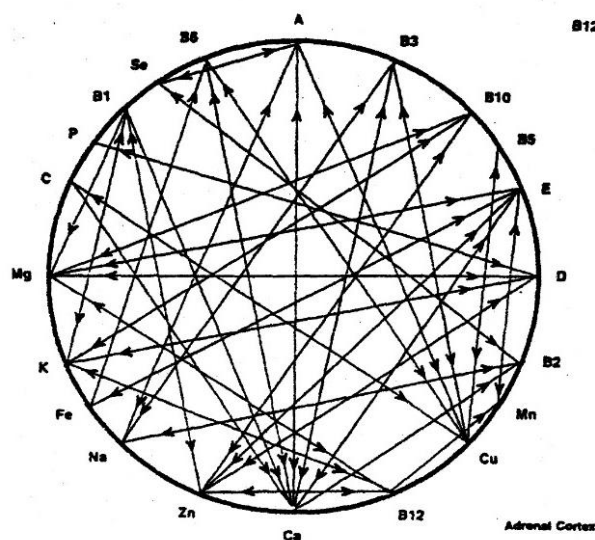
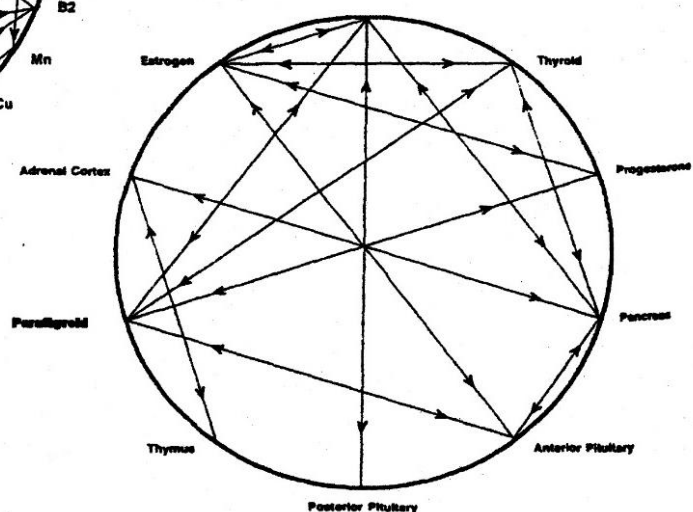


Figure 4
Hormonal Antagonists



2. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Cílem disertační práce bylo vyhodnotit vliv složení směsné krmné dávky (TMR) krav holštýnského plemene suplementované u pokusné skupiny organickou formou zinku na parametry užitkovosti, zdravotní stav a změny charakteristik minerálních prvků v krvi krav a telat.

Dílčí cíle jednotlivých experimentů:

- sledovat vliv suplementace zinku na mléčnou užitkovost krav
- monitorovat a vyhodnotit vývoj vybraných krevních parametrů hematologického, metabolického a minerálního profilu krav během pokusného období ve vztahu ke složení směsné krmné dávky
- vyhodnotit vliv adice organické formy zinku na vybrané ukazatele zdravotního stavu telat

Hypotézy:

- Suplementace organicky vázaným zinkem zvyšuje kvalitu i kvantitu mléka
- Adice zinku má pozitivní vliv na hematologické parametry RBC, HBG, HKT, PLT krav a telat
- Přídavek zinku v krmné dávce zvýší hladinu zinek dependentních metaloenzymů
- Organická forma zinku pozitivně ovlivní hladinu CuZnSOD a celkových imunoglobulinů Ig u telat

3. MATERIÁL A METODIKA

Oba pokusy (I, II) byly realizovány v prostorách zemědělského podniku VOS Zemědělců a.s. Velké Opatovice v Uhřicích v souladu se Zákonem na ochranu zvířat proti týrání č. 246/1992 Sb. Během pokusu I byly krávy holštýnského plemene shromážděny ve volném skupinovém ustájení po 40 zvířatech. Ke směsné krmné dávce (TMR) měla všechna zvířata ad libitní přístup. TMR byla zvířatům mechanicky přidělována pomocí krmného vozu dvakrát denně a minimálně dvakrát denně přihřívána zaměstnanci Zemědělského podniku Úhřice. Do pokusu I byla pro vyhodnocení vlivu adice organické formy zinku na **užitkovost** zařazena zvířata v počtu 40 kusů ve skupině pokusné i kontrolní. U suplementované skupiny organickým zinkem byl sledován denní nádoj mléka, počet somatických buněk v mléce a kvalitativní ukazatele mléčného sekretu v porovnání se skupinou kontrolní, která sloučeninou Zn-Met dotována nebyla.

Pro analýzu **hematologických** parametrů ve vztahu ke složení TMR byly vytvořeny dvě skupiny krav po deseti ze skupin zvířat, u kterých se již v rámci téhož pokusu sledovala užitkovost. Venózní krev byla odebírána oběma skupinám 21 dní před očekávaným porodem, v den porodu (pro hematologické vyšetření v tento den i novorozеныm telatům matek obou skupin, před prvním napitím kolostra) a poté s odstupem 30 dnů – 30., 60. a 90. den po porodu (p.p.). Pro analýzu **biochemických** parametrů byla krev odebírána krom uvedených dat i 120. den p.p. pro porovnání hodnot po 30 dnech bez suplementace Zn-Met.

Ve věku 8 týdnů byla všechna telata zemědělského podniku odstavována od mléčné výživy a přecházelo se na výživu rostlinnou. V tomto období byly vytvořeny nové dvě skupiny telat pocházejících od matek, které nebyly v předešlém období suplementovány organickým zinkem pro pokus I. Pokusné skupině telat byl podáván organický zinek (Zn-Met) v dávce 30 mg/kg suš. KD ve formě přípravku BIOPLEX Zn® (Alltech, USA) po dobu 90 dní. Byly provedeny dva odběry krve z *vena jugularis* nebo *vena caudalis mediana*, 7. a 90. den suplementace.

Pokus I: MLÉČNÁ UŽITKOVOST, HEMATOLOGICKÝ, BIOCHEMICKÝ A MINERÁLNÍ PROFIL KRAV

Cílem této studie bylo zhodnotit vliv složení TMR suplementované organickým zinkem ve formě Zn-Met na mléčnou užitkovost dojníc holštýnského skotu (dojivost, mléčný protein, tuk a laktózu), počet

somatických buněk (SCC), hematologické, biochemické parametry minerální profil krav v průběhu prvních 3 měsíců laktace.

Tato studie byla vypracována za pomoci grantů č. VZ MSM 6215648905, NAZV QK21020304, NAZV QK1910174 a projektu ITA VFU č. 14, 2022.

MLÉČNÁ UŽITKOVOST

Charakteristika chovu

Tato studie byla provedena na komerční farmě zemědělského podniku VOS Zemědělců a.s. Velké Opatovice s volným ustájením a kapacitou 400 dojnic Holštýnského skotu v Uhřicích, okres Velké Opatovice, Česká republika. Průměrná užitkovost za normovanou laktaci dosahovala od 9247 kg do 10150 kg, průměrný počet somatických buněk (SCC) činil 286/ml a průměrné procentuální zastoupení mléčného tuku byl 3,77 % a u mléčných bílkovin se dosahoval v průměru 3,30 %.

Zvířata zapojená do studie

80 dojnic Holštýnského skotu (40 zvířat ve skupině) bylo náhodně rozděleno do jedné z dvou skupin – P – skupina (pokusná – suplementovaná ZnMet) a K – skupina (kontrolní) na experimentální dobu 21 dní před porodem (a.p.) do konce třetího měsíce laktace, tedy 90. dne po porodu (p.p).

Experimentální dieta

Směsná krmná dávka (TMR) sestávala z lučního sena, vojtěško-travní senáže, hrachové senáže, kukuřičné siláže, LKS kukuřice, krmné slámy, zákvasu, semene hrachu, ječného šrotu, produkčního koncentrátu pro dojnice, minerální směsi pro dojnice „mikrop M 5-9“ a krmného cukru. Koncentrace Zn v TMR byla spočtena na 37 mg Zn / kg suš. 21 dní a.p. začaly být krávy pokusné skupiny dotovány 30 mg Zn-Met / kg suš. TMR (Bioplex®, Alltech Inc, USA) po dobu 111 dní, do 90. dne po porodu. Naopak krávy kontrolní skupiny přijímaly po celou dobu experimentu TMR bezpřídavku organického zinku. Denní dávka organického zinku Zn-Met pokusné P-skupiny dosahovala množství 340-724 mg Zn/d (100% doporučené denní dávky Zn pro dojnice NRC, 2001) dle výše příjmu sušiny (11,32 – 24,13 kg sušiny TMR/den).

Odběry vzorků

Všechny krávy byly dojeny 2x denně, hmotnost mléka byla denně automaticky zaznamenávána. V rámci kontroly užitkovosti byly odebírány individuální vzorky mléka 2x/měsíc pro test mléčných komponent a počet somatických buněk (SCC) Vzorky byly zpracovávány v laboratoři VOS Zemědělců a.s. Velké Opatovice na automatickém přístroji Fossomatic. Odběry mléka byly provedeny 30., 60. a 90 den po porodu.

HEMATOLOGICKÝ, BIOCHEMICKÝ A MINERÁLNÍ PROFIL KRAV

Pokusná zvířata

Zinkem suplementovaná a kontrolní skupina pocházela ze skupin předchozí části pokusu, pouze byla zredukována na počet 10 kusů. Zvířata byla ustájena spolu s ostatními v původních kotcích dle stádia produkce.

Odběry a analýzy vzorků krve

Krevní vzorky byly odebírány u matek z ocasní žíly *vena caudalis mediana*, u novorozených telat v

den porodu z krční žíly *vena jugularis* do plastových odběrek HEMOS-II firmy GAMA GROUP a.s (Ø 1,2 mm; délka jehly 27 mm) s antikoagulantem heparin v množství dvou kapek (0,08ml Heparin) odběrky pro hematologické vyšetření, pro získání krevního séra pro biochemickou analýzu naopak odběrky bez aditiv. Časový rozvrh pro odběry vzorků pro jednotlivá vyšetření jsou schematicky znázorněny níže:

Schéma odběrů krevních vzorků:

Hematologická vyšetření:

- I. Těsně po porodu – krávy + **Ia.** novorozená telata před napitím kolostra
- II. 30 dní po porodu (p.p.)
- III. 60 dní p.p.
- IV. 90 dní p.p.

Biochemický + minerální profil

- I. 21 dní a.p.
- II. Těsně po porodu – krávy
- III. 30 dní po porodu (p.p.)
- IV. 60 dní p.p.
- V. 90 dní p.p.
- VI. 120 dní p.p., = 1 měsíc po skončení dotace Zn-Met

V laboratoři Ústavu morfologie, fyziologie a genetiky Mendelovy univerzity v Brně byly v krevních vzorcích plné krve, označených obojkovým číslem krav a telat, na automatickém hematologickém analyzátoru Element HT5 (Scil animal care company GmbH, Viernheim, Německo) stanoveny tyto hematologické parametry: počet erytrocytů (RBC), leukocytů (WBC), koncentrace hemoglobinu (HGB), hodnota hematokritu (HKT), počet krevních destiček (PLT) a erytrocytární indexy (MCV, MCH, MCHC). Poté byly vzorky krve na centrifuze odstředěny při rychlosti otáček 3000/min 10 minut. Vzorky krevního séra a plazmy byly odpipetovány, označeny příslušnými obojkovými čísly a zamrazeny v mrazicím boxu při teplotě minus 20 °C, aby bylo po čase shromážděn minimální počet vzorků nutný pro biochemické sety automatického biochemického analyzátoru HITACHI 917 laboratoře VETLABFARM s.r.o., Brno. Přístroj pracuje na principu dvoustupňové spektrofotometrické analýzy. Jednotlivé vzorky byly pro čtečku analyzátoru označeny čárovými kódy, ke kterým byla přiřazena původní obojková čísla. Příslušné vzorky se umísťují do pětimístných stojanů zásobníků analyzátoru. Plastové měřicí kyvety jsou umístěny do kruhu ve vodní lázni s teplotou 37 °C. Automatizované stanice odsají z jednotlivých kyvet reakční směs, odděleně odpipetují potřebné množství vzorku a reagencie do reakčních nádobek a promíchají míchadlem pro následnou fotometrii. Kyvety jsou po promytí opět používány. Byly testovány tyto zvolené parametry: celková bílkovina (CB), albumin, močovina (UREA), glukóza (GLU), bilirubin (BIL), alkalická fosfatáza (ALP), aspartátaminotransferáza (AST), gamaglutamyltransferáza (GMT neboli GGT). Makroprvky sodík (Na), draslík (K), vápník (Ca), fosfor (P), hořčík (Mg) a mikroprvky zinek (Zn),

měď (Cu), mangan (Mn) a selen (Se) byly stanovovány metodou atomové absorpční spektrofotometrie (AAS), během které dochází k absorpci světla katodové lampy, pro daný prvek charakteristické vlnové délky.

Pokus II. – vliv složení krmné dávky na biochemické parametry, koncentraci celkových imunoglobulinů, mědi a zinku v krvi TELAT

Tato studie byla vypracována za pomoci grantu NAZV GJ1210144.

Druhá experimentální část disertační práce byla zaměřena na sledování vlivu suplementace krmné dávky telat organickou formou zinku (ZnMet) po odstavu na rostlinné výživě ve věku 8 týdnů na parametry metabolického profilu, koncentraci vybraných minerálních látek (měď a zinek) a koncentraci celkových imunoglobulinů v krvi telat. Náhodně vybraných 20 telat ve věku dvou měsíců byla rozdělena do dvou skupin ($n = 10$), které byly odděleně ustájeny ve vlastních kotech. V předešlém období mléčné výživy přijímala telata 2x denně 4 litry mléčné krmné směsi Aprosan (Laktosan) s obsahem anorganické formy zinku (ZnSO_4) v množství 40mg Zn/kg. Dále měla k dispozici startér (22 % NL) obohacený o minerální látky a vitamíny (30 mg Zn/kg suš.), luční seno ad libitum a vodu. Telata nevykazovala klinické příznaky karence zinku. Po přechodu telat na rostlinnou výživu byl stanoven začátek experimentu. Telatům byla podávána krmná dávka ve složení – luční seno ad libitum, startér (19,5 % NL, 30 mg Zn/kg suš.) a voda. Jednotlivým zvířatům pokusné skupiny byl denně ke krmné dávce přidáván premix zinku v organické formě vázán na aminokyselinu methionin (BIOPLEX Zn firmy Alltech, USA) v dávce 30 mg/kg sušiny po dobu 90 dní. Telata byla na krmnou dávku 21 dnů adaptována. Skupině kontrolní premix zinku podáván nebyl. Během tří měsíčního experimentálního období byly provedeny dva odběry krve z *v.jugularis*. Vzorky krve byly odebrány 7. a 90. den všem 20 zvířatům obou skupin, krev byla v laboratoři Ústavu výživy zvířat a pícninářství Mendelovy univerzity v Brně. Byly zpracovány stejně jako v pokusu I. Krevní séra jednotlivých zvířat byla očíslována dle ušních značek telata převezena do laboratoře VETLABFARM, s.r.o., Brno, kde byly pomocí automatického biochemického analyzátoru HITACHI 917 stanoveny následující vybrané parametry: obsah celkové bílkoviny, albuminu, močoviny, aktivita enzymů ALP a SOD, koncentrace vitamínu A a E, mědi a zinku. V krevním séru byl dále stanoven obsah celkových imunoglobulinů pomocí zinek-sulfátové turbidimetrie za použití spektrofotometru s vlnovou délkou 340 nm. Mikroprvky byly stanoveny metodou atomové absorpční spektrofotometrie AAS, metabolické parametry pomocí biochemických setů zmíněného analyzátoru. Za minimální koncentraci zinku v krevní plazmě telat těsně po odstavu byla považována 12 $\mu\text{mol/l}$. Nižší hladiny byly hodnoceny jako kareční stav, vyšší hodnoty než 18 $\mu\text{mol/l}$ jako zvýšená dotace.

Veškerá získaná data měřených parametrů (krevních vzorků, mléka, krve) byla podrobena statistické analýze pomocí programů Microsoft-Office-365 Excel® (Microsoft Corp., Redmond, USA) a Statistica®. Minimální hodnota pro hladinu významnosti byla stanovena na $P < 0.05$. Jako statisticky signifikantní, resp. statisticky velmi významný rozdíl dvou souborů byl označen ten, kterému odpovídala hodnota minimální hladiny významnosti $P \leq 0.05$, resp. $P \leq 0.01$ popř. $P \leq 0.001$. Minimální hodnota korelační závislosti byla stanovena na hodnoty $-0,2 / +0,2$. Statistické výpočty pro vědeckou problematiku agronomických oborů se řídily biometrickými metodami autorů SNEDECOR a COCHRAN (2012) a ZVÁROVÁ (2001).

4. VÝSLEDKY A DISKUSE

4.1. POKUS I

Výsledky této části experimentu byly shrnuty v následujících tabulkách:

MLÉČNÁ UŽITKOVOST

Tab. 25 Průměrná denní dojivost – první 3 měsíce laktace

		30 d p.p.	60 d p.p.	90 d p.p.
P-skupina	x	43.02	44.7	43.22
	SD	3.62	4.24	4.47
K-skupina	x	42.03	42.08	39.98
	SD	3.98	4.6	4.8
P - value		*	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.01$

* $P > 0,1$; P=pokusná; K=kontrolní

Tab. 26 Počet somatických buněk SCC [$\times 10^3$ / ml] v mléce - 30–90 dní po porodu

		30 d p.p.	60 d p.p.	90 d p.p.
P-skupina	x	94.76	92.72	66.67
	SD	91.62	80.55	81.12
K-skupina	x	150.05	165.98	177.6
	SD	162.61	173.09	172.33
P - value		*	$P \leq 0.05$	$P \leq 0.001$

* $P > 0,1$; P=pokusná; K=kontrolní

Tab. 27 Kvalita mléka – srovnání jednotlivých komponent

		30 d p.p.			60 d p.p.			90 d p.p.		
		mléčný TUK	mléčný PROTEIN [%]	mléčný cukr LAKTÓZA [%]	mléčný TUK	mléčný PROTEIN [%]	mléčný cukr LAKTÓZA [%]	mléčný TUK	mléčný PROTEIN [%]	mléčný cukr LAKTÓZA [%]
P-skupina	x	3.69	3.19	4.93	4.01	3.19	4.91	3.98	3.39	4.88
	SD	0.41	0.3	0.23	0.45	0.3	0.38	0.45	0.22	0.22
K-skupina	x	3.52	3.16	4.9	3.31	3.08	4.96	3.26	3.26	4.83
	SD	0.81	0.32	0.31	0.59	0.22	0.2	0.45	0.2	0.44
P - value		*	*	*	$P \leq 0.01$	$P \leq 0.05$	*	$P \leq 0.01$	$P \leq 0.01$	*

* $P > 0,1$; P=pokusná; K=kontrolní

POKUS I:

V rámci disertační práce byl sledován vliv složení směsné krmné dávky na charakteristiky minerálních látek v krvi krav a telat a vliv suplementace organické formy zinku na mléčnou užitkovost krav, zdravotní stav krav a telat, jejich hematologický, biochemický a minerální profil. Z dostupné literatury je známo, že dostatečný obsah mikroprvků v krmné dávce

způsobuje nasycenost organismu mikroelementy v tkáních, krvi a mléce a tím pozitivně ovlivňuje užitkovost krav.

Bylo potvrzeno, že suplementace zinku v organické formě zinek methionin v doporučené dávce (NRC 2001) má výrazně pozitivní vliv na průměrnou denní dojivost, mléčné komponenty, jako mléčný tuk a mléčný protein, a počet somatických buněk (SCC) dojnic na počátku laktace. Dojivost suplementované skupiny byla ve všech experimentálních měsících vyšší než u kontrolní skupiny, 60. den byla laktace P skupiny ($44,70 \pm 4,24$ kg vs. $42,08 \pm 4,60$ kg) o více než 2 litry mléka vyšší ($P \leq 0,05$), po třech měsících na vrcholu laktace dokonce o více než 3 litry mléka ($P \leq 0,01$) s vysokou statistickou průkazností ($43,22 \pm 4,47$ kg vs. $39,98 \pm 4,80$ kg). V souvislosti s výsledky počtu somatických buněk (SCC) a vyšším obsahem tuku v mléce můžeme ve prospěch dotace organické formy zinku tvrdit, že dosahuje velmi pozitivních efektů na zdraví mléčné žlázy, kvalitu mléka a výši mléčné užitkovosti zároveň. SCC měla u P skupiny během tříměsíčního experimentálního období snižující se tendenci, naopak počet SCC K-skupiny dosahoval s postupujícím časem neustále vyšších hodnot. Po dvou měsících laktace je SCC pokusné skupiny na daleko nižší úrovni (P: $92,72 \pm 80,55$ vs. K: $165,98 \pm 173,09$); ($P \leq 0,05$). Na konci pokusu se hodnota SCC 60 zvířat P skupiny ustaluje na nejnižší úrovni ($66,67 \pm 81,12$), naopak K-skupina dosahuje svého maxima ($177,6 \pm 172,33$) s vysokou statistickou signifikancí ($P \leq 0,001$). Dotace organického zinku měla vliv i na procentické zastoupení mléčného tuku a mléčného proteinu. Ve všech třech měsících dosahuje suplementovaná skupina vyšších hodnot. 60. den je rozdíl vysoce statisticky signifikantní ($P \leq 0,01$), 90. den taktéž ($P \leq 0,05$) u obou parametrů. KINCAID a SOCHA (2004) pozorovali vyšší laktační výkon ve vrcholné laktaci, ale ne na začátku laktace. Janů a spol. (2007) popsali nárůst SCC se zvyšující se dojivostí u podobného stáda s vysokou užitkovostí (10 000 litrů/laktaci) jako u S-skupiny v naší studii. Pokles SCC ve skupině Zn S může vypovídat o pozitivním vlivu Zn/Met na zdraví mléčné žlázy. KINAL a kol. (2005a) popsali pozitivní efekt suplementace organickým zinkem ve formě poklesu SCC pouze u krav s vysokým SCC. SINGH a kol. (2019) zaznamenali přínos současné suplementace síranem zinečnatým ($ZnSO_4$) a biotinem na zdraví paznehtů, dojivost a sušinu mléka ve srovnání klinicky chromých a nekulhavých zdravých krav. Nárůst mléčné bílkoviny a pokles SCC v jejich studii mohly souviset se zlepšením zdraví kopyt. Také Kellogg (2003) referuje o pozitivním vlivu organické formy TE na reprodukční výkonnost, zvýšení dojivosti a snížení SCC.

HEMATOLOGICKÉ, BIOCHEMICKÉ A MINERÁLNÍ PARAMETRY

Tab. 32a

Hematologické parametry matek a jejich telat v časové posloupnosti
(In: Polish Journal of Veterinary Sciences)

Parameter	Unit		Calves	Cows	Cows	Cows	Cows
Physiol. range			Day of Birth	Partrus	30 d p.p.	60 d p.p.	90 d p.p.
WBC [10 ³ /mm ³] <5.0;10.0>	S-group	x	9.34	6.54	8.18	7.95	5.49
		SD	2.26	3.00	2.52	0.75	0.78
	C-group	x	7.34	8.35	9.58	5.95	5.82
		SD	2.85	2.83	2.31	0.86	1.29
		P	*	*	≤0.05	≤0.01	*
RBC [10 ⁶ /mm ³] <5.0;10.0>	S-group	x	7.05	6.20	6.22	6.34	4.41
		SD	1.26	0.44	0.97	0.52	0.52
	C-group	x	4.78	5.47	5.40	4.81	4.37
		SD	1.17	0.49	0.67	0.31	0.35
		P	≤0.001	≤0.01	≤0.05	≤0.001	*
HGB [g/dl] <9.0;14.0>	S-group	x	9.38	10.60	10.16	10.12	9.09
		SD	1.30	0.68	0.68	0.68	0.66
	C-group	x	8.25	9.53	9.81	9.29	8.86
		SD	1.35	1.00	0.88	0.78	1.37
		P	*	≤0.01	≤0.01	≤0.05	*
HCT [%] <28.0;38.0>	S-group	x	29.28	30.56	29.47	27.98	22.32
		SD	5.29	1.77	2.50	2.24	1.97
	C-group	x	22.12	25.52	26.17	21.96	21.22
		SD	5.85	1.33	1.81	1.81	2.41
		P	≤0.01	≤0.001	≤0.01	≤0.01	≤0.01
PLT [10 ³ /mm ³] <300;800>	S-group	x	321.90	353.10	320.20	324.30	416.00
		SD	75.95	111.77	65.94	58.82	68.85
	C-group	x	309.08	233.33	296.37	296.27	340.00
		SD	71.14	99.74	61.78	48.22	105.91
		P	*	≤0.01	≤0.05	≤0.05	*
MCV [fl] <46.0;65.0>	S-group	x	41.50	49.42	48.10	44.26	53.40
		SD	1.64	4.25	4.62	3.70	3.03
	C-group	x	39.40	47.10	44.02	45.64	48.25
		SD	2.30	2.94	2.80	2.62	2.69
		P	≤0.05	*	≤0.05	*	≤0.01
MCH [pg] <11.0;17.0>	S-group	x	13.43	17.12	14.85	16.04	23.80
		SD	0.81	1.25	1.57	1.30	1.78
	C-group	x	15.41	17.91	15.85	19.35	22.11
		SD	3.37	2.54	1.35	1.05	1.56
		P	*	*	*	≤0.001	*
MCHC [g/dl] <31.0;34.0>	S-group	x	32.34	34.68	30.87	36.30	42.80
		SD	2.29	1.72	0.58	0.72	2.74
	C-group	x	29.32	37.20	34.56	42.36	45.88
		SD	11.32	4.12	2.67	0.66	2.35
		P	*	*	≤0.001	≤0.001	≤0.05

*Not significant difference ($P \geq 0.05$); P = significant difference ($P < 0.05$); S = supplemented; C = control; x = mean value; SD = standard deviation WBC = white blood cells; RBC = red blood cells; HGB = haemoglobin; HCT = haematocrit; PLT = platelets; MCV = mean corpuscular volume; MCH = mean corpuscular haemoglobin ; MCHC = mean corpuscular haemoglobin concentration

Tab. 37 A Souhrn biochemického profilu krav – 21 dní a.p. – 120 dní p.p.
(In: *Polish Journal of Veterinary Sciences*)

Parameter	Unit	Physiological range	21d a.p.	partus	30d p.p.	60d p.p.	90d p.p.	120d p.p.
TP [g/l] <60;80>	S-group	x	69.09	76.53	73.04	72.59	74.17	74.34
		SD	2.49	1.99	1.28	1.12	1.19	3.10
	C-group	x	67.25	76.30	73.16	73.45	74.51	74.83
		SD	3.04	2.62	1.48	1.21	0.92	1.54
		P	*	*	*	*	*	*
ALB [g/l] <30;40>	S-group	x	34.36	35.04	33.63	33.22	33.53	33.35
		SD	1.07	0.74	0.47	0.77	0.59	1.46
	C-group	x	34.20	34.51	33.77	33.83	33.82	33.44
		SD	1.00	0.99	0.51	0.70	0.50	0.78
		P	*	*	*	*	*	*
UREA [mmol/l] <3.3;5.0>	S-group	x	3.93	3.46	4.45	5.11	5.03	5.28
		SD	0.19	0.22	0.32	0.20	0.31	0.37
	C-group	x	3.77	3.32	4.24	5.35	5.14	5.45
		SD	0.19	0.23	0.21	0.28	0.35	0.34
		P	≤ 0,05	*	≤ 0,05	*	*	*
GLU [mmol/l] <2.2;3.3>	S-group	x	3.72	3.96	3.09	2.99	3.11	3.13
		SD	0.15	0.15	0.09	0.10	0.08	0.04
	C-group	x	3.58	4.17	3.12	2.98	3.15	3.19
		SD	0.24	0.41	0.13	0.09	0.09	0.03
		P	*	*	*	*	*	≤ 0,01
BIL [μmol/l] ≤ 8,5	S-group	x	3.56	5.96	4.13	3.98	3.71	3.29
		SD	0.39	0.57	0.36	0.21	0.47	0.42
	C-group	x	3.37	5.61	3.73	3.66	3.85	3.65
		SD	0.45	0.98	0.38	0.45	0.26	0.31
		P	*	*	≤ 0,05	≤ 0,05	*	*
AST [μkat/l] ≤ 1.334	S-group	x	1.38	1.46	1.49	1.52	1.38	1.43
		SD	0.04	0.04	0.07	0.08	0.26	0.05
	C-group	x	1.39	1.47	1.52	1.57	1.39	1.42
		SD	0.04	0.03	0.07	0.07	0.03	0.04
		P	*	*	*	*	*	*
GGT [μkat/l] ≤ 0.834	S-group	x	0.24	0.26	0.38	0.40	0.34	0.34
		SD	0.03	0.03	0.09	0.07	0.05	0.04
	C-group	x	0.25	0.31	0.42	0.42	0.40	0.39
		SD	0.05	0.04	0.07	0.06	0.05	0.03
		P	*	≤ 0,01	*	*	≤ 0,01	≤ 0,001
ALP [μkat/l] ≤ 0.834	S-group	x	0.36	0.40	0.60	0.63	0.52	0.53
		SD	0.07	0.07	0.10	0.10	0.07	0.05
	C-group	x	0.34	0.38	0.56	0.67	0.58	0.59
		SD	0.05	0.05	0.10	0.07	0.10	0.08
		P	*	*	*	*	*	*
T ₄ [nmol/l] <49;106>	S-group	x	78.09	78.85	72.78	63.44	47.94	39.69
		SD	7.16	4.79	6.22	3.94	8.43	4.23
	C-group	x	83.78	83.60	72.34	61.89	45.27	37.88
		SD	8.70	4.11	3.74	5.98	6.61	3.66
		P	*	≤ 0,05	*	≤ 0,05	*	*

*Not significant difference; P = significant difference (P<0.05); S = supplemented; C = control; x = mean value; SD = standard deviation; a.p. = ante partum; p.p. = post partum; TP = total protein; ALB = albumin; BIL = bilirubin; AST = aspartate aminotransferase; GGT = gamma glutamyl transferase; ALP = alanine aminotransferase; T₄ = thyroxin

Tab. 62a Souhrn minerálního profilu krav – 21 dní a.p. – 120 dní p.p.
(In: *Polish Journal of Veterinary Sciences*)

Parameter	Unit		21d a.p.	partus	30d p.p.	60d p.p.	90d p.p.	120d p.p.	
Physiological range									
Na	[mmol/l] <135;150>	S-group	x	143.50	148.10	144.20	144.40	145.50	144.60
			SD	2.74	1.62	1.53	1.82	1.67	2.14
		C-group	x	143.20	146.90	144.40	144.60	145.10	143.60
			SD	2.44	2.54	2.01	1.87	1.78	1.82
		P	*	*	*	*	*	*	
K	[mmol/l] <4.0;5.0>	S-group	x	4.43	4.30	4.36	4.50	4.54	4.53
			SD	0.16	0.12	0.09	0.07	0.12	0.20
		C-group	x	4.36	4.29	4.52	4.52	4.50	4.56
			SD	0.13	0.12	0.10	0.13	0.14	0.10
		P	*	*	≤ 0,01	*	*	*	
Ca	[mmol/l] <2.0;3.0>	S-group	x	2.40	2.12	2.30	2.36	2.37	2.37
			SD	0.07	0.12	0.05	0.02	0.05	0.03
		C-group	x	2.49	2.13	2.32	2.35	2.38	2.40
			SD	0.06	0.11	0.05	0.04	0.03	0.03
		P	*	*	*	*	*	≤ 0,05	
P	[mmol/l] <1.6;2.3>	S-group	x	1.95	1.82	2.02	2.02	2.05	2.08
			SD	0.07	0.08	0.06	0.06	0.04	0.06
		C-group	x	1.96	1.86	2.04	2.04	2.07	2.07
			SD	0.09	0.06	0.07	0.07	0.05	0.06
		P	*	*	*	*	≤ 0,05	*	
Mg	[mmol/l] <0.70;1.77>	S-group	x	0.97	0.93	0.97	0.95	0.98	1.02
			SD	0.08	0.05	0.03	0.03	0.04	0.05
		C-group	x	0.96	0.91	0.98	0.94	0.96	1.00
			SD	0.05	0.04	0.05	0.02	0.04	0.05
		P	*	≤ 0,05	*	*	*	*	
Zn	[μmol/l] <12.2;26.0>	S-group	x	10.28	11.09	13.34	14.38	14.76	15.15
			SD	1.23	0.80	0.78	0.78	0.91	0.89
		C-group	x	10.39	9.56	11.21	11.30	11.02	10.70
			SD	1.17	0.92	1.21	1.06	1.13	1.04
		P	*	≤ 0,01	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,001	≤ 0,001	
Cu	[μmol/l] <8.0;39.0>	S-group	x	12.04	11.21	13.15	13.01	13.29	12.62
			SD	0.98	0.86	0.91	0.35	0.57	0.88
		C-group	x	11.72	11.05	12.99	13.00	13.09	13.10
			SD	0.82	0.87	0.83	1.01	0.81	1.05
		P	*	*	*	*	*	*	
Mn	[μg/l] <7.0;19.0>	S-group	x	8.34	8.25	8.04	8.61	8.55	9.91
			SD	0.91	0.53	0.30	0.68	0.59	1.28
		C-group	x	8.33	8.07	8.32	9.01	10.12	10.60
			SD	1.28	0.92	0.39	0.63	1.08	1.21
		P	*	*	≤ 0,05	*	≤ 0,001	*	
Se	[μg/l] <92-112;247>	S-group	x	105.59	99.02	103.17	104.03	102.89	105.99
			SD	10.63	5.44	6.87	8.70	9.07	7.75
		C-group	x	102.47	92.67	102.13	103.53	102.69	105.21
			SD	13.69	8.15	8.98	10.11	7.33	7.85
		P	*	*	*	*	*	*	

*Not significant difference; P = significant difference (P<0.05); S = supplemented; C = control; x = mean value; SD = standard deviation; a.p. = ante partum; p.p. = postpartum; Na = sodium; K = potassium; Ca = calcium; P = phosphorus; Mg = magnesium; Zn = zinc; Cu = copper; Mn = manganese; Se = selenium

Byla potvrzena hypotéza, že mikroelementy, speciálně zinek mají vliv na hematologické parametry skotu (Tab. 37a). U novorozených telat se rozdíl projevil v tom, že hladiny červených krvinek, hemoglobinu a hematokritu kontrolní skupiny se nacházely mimo oblast referenčního minima, naproti tomu u P skupiny byly hladiny všech hematologických parametrů ve fyziologickém rozmezí. U krav se suplementace zinku pozitivně projevila v rámci referenčního rozmezí na vyšším obsahu erytrocytů, hematokritu, hemoglobinu a trombocytů v plné krvi skupiny dotované organickou formou zinku. Všechny čtyři zmíněné parametry, na které má zinek přímý pozitivní vliv, neboť je v nich obsažen, se signifikantně zvýšily v den porodu, 30 a 60 dní po porodu. Hodnoty krevních destiček se u kontrolních zvířat v době od 0.-60. dne p.p. nacházely pod fyziologickou hranicí. 90 dní p.p. se hematologické parametry obou skupin pohybovaly na hranici referenčního minima, což může mít souvislost s vysokou produkcí mléka. I zde pozorujeme rozdíl mezi skupinami, kde zinkem dotovaná zvířata vykazují vyšší hodnoty, průkazně rozdílné pouze u hematokritu.

Biochemické vyšetření krve (Tab. 37a) krav ukázalo, že se očekávaný přímý pozitivní vliv dotace zinku na koncentraci CB a albuminu v krevním séru se neprojevil během celého pokusného období. Aplikace Zn-Met signifikantně zvýšila (P) ($P \leq 0,05$) hladinu bilirubinu 30. a 60. den p.p. a snížila v den porodu, 90. a 120. den p.p. aktivitu jaterního enzymu GGT. Hodnoty Zn obsahujícího enzymu ALP měly u obou skupin shodný průběh a neprojevily jakýkoli rozdíl, což nepotvrdilo očekávaný vliv dotace Zn-Met. Všechny tři jaterní enzymy dosahují svého maxima 60. den p.p., což odpovídá fyziologickému průběhu u vysokoprodukčních dojnic. Svalový a jaterní enzym AST se choval stejně jako ALP, bez meziskupinových rozdílů. NAGALAKSHMI a kol. (2009) uvádějí zvýšenou ($P < 0,01$) aktivitu alkalické fosfatázy (ALP) po 75 dnech pokusu u jehňat suplementovaných proteinátem Zn s 15 ppm Zn přidaným k základní stravě obsahující 29,28 ppm Zn. Tři týdny a.p. a 30 dní p.p. dochází k signifikantnímu zvýšení hladiny močoviny u dotované skupiny ZnMet ($P \leq 0,05$). Obě skupiny vykazovaly 60-120 dní p.p. hodnoty nad fyziologickým maximem, což lze dát do souvislosti s vysokým obsahem dusíkatých látek v krmné dávce.

Po třech týdnech suplementace (Tab. 52a) byl zjištěn statisticky významné zvýšení koncentrace zinku ($P \leq 0,01$) a hořčíku ($P \leq 0,05$) v krevním séru pokusné skupiny. Třicet dní p.p. se objevuje významné snížení hladiny draslíku ($P \leq 0,01$) a manganu ($P \leq 0,05$) a zvýšení koncentrace zinku ($P \leq 0,001$) v krevním séru suplementované skupiny. Šedesát dní p.p. je jako jediný minerální prvek prokazatelně vyšší zinek se statistickou významností $P \leq 0,001$. Po 90 dnech od porodu se objevují tři statisticky významné rozdíly v koncentraci zinku ($P \leq 0,001$),

fosforu ($P \leq 0,05$) a manganu ($P \leq 0,001$). Při posledním odběru na konci 4. měsíce laktace bylo zjištěno prokazatelné zvýšení hladiny zinku ($P \leq 0,001$) a snížení koncentrace vápníku ($P \leq 0,05$) u skupiny dotované organickou sloučeninou zinku.

Sledované minerální látky se během experimentálního období s měnícím se složením TMR měnily dle fáze zkrmování. koncentrace jednotlivých minerálních látek ovlivňovaly vzájemné interakce živin, míra utilizace a potřeba v jednotlivých obdobích. Hladina vápníku v krvi krav se před porodem snižovala, v den porodu byla u obou skupin na svém minimu, stejně tak koncentrace fosforu, mědi a selenu. Po porodu se koncentrace těchto prvků kontinuálně zvýšila a okolo 3. měsíce p.p. ustálila, což odpovídá očekávanému fyziologickému průběhu. Z předešlých výzkumů minulých let vyplývá pozitivní korelace zinku a hořčíku, jejich přímá lineární závislost se v našem experimentu potvrdila průkazným zvýšením magnezia ($P \leq 0,05$) v den porodu u suplementované skupiny organickým zinkem. Vysoce průkazné rozdíly ($P \leq 0,01$, $P \leq 0,001$) jsme pozorovali u Zn-Met suplementované skupiny u koncentrací zinku v krevním séru krav v celém období ode dne porodu do konce experimentálního období. Zvyšující se trend koncentrace zinku v krvi u pokusné skupiny odpovídá zvyšující se dotaci Zn-Met dle výše příjmu sušiny v prvních čtyřech měsících laktace. Hypotéza pozitivního vlivu přídatku organické sloučeniny Zn k TMR krav byla našimi výsledky potvrzena. Ostatní studie uvádějí pozitivní vliv přídatku organického Zn na koncentraci Zn v séru (DRESLER et al. 2016, SOBHANIRAD et NASERIAN 2012, KINAL et al. 2011). Dále z výsledků vyplývá, že se charakteristika ostatních minerálních prvků krav průkazně měnila u draslíku, manganu a fosforu. 30 dní p.p. došlo u pokusné skupiny k průkaznému ($P \leq 0,001$) snížení draslíku a manganu ($P \leq 0,05$). 90 dní p.p. pozorujeme signifikantní snížení koncentrace u manganu ($P \leq 0,001$) a fosforu ($P \leq 0,05$). Čtyři měsíce p.p. dochází k průkaznému snížení koncentrace vápníku ($P \leq 0,05$) a zvýšení zinku ($P \leq 0,001$) u pokusné skupiny. Pokles vápníku může souviset se známým antagonismem mezi vápníkem a zinkem. U ostatních makro – a mikroprvků (Na, Cu a Se) nedocházelo k prokazatelným změnám.

4.3. POKUS II

Výsledky této části experimentu byly publikovány v Acta Veterinaria Brno:

DRESLER, S., ILLEK, J., ZEMAN L. (2016) Effect of organic zinc supplementation in weaned calves. *Acta Veterinaria Brno* 85: 49-54.

Výsledky parametrů krevního séra TELAT							
parametr	referenční hodnota	jednotka		Den 7		Den 90	
				POKUS	KONTROLA	POKUS	KONTROLA
celková bílkovina	50 -70	g/l	x	57.52	58.48	68.47*	65.94*
			SD	2.61	1.50	1.87	2.42
albumin	30,3 - 42	g/l	x	30.55	30.53	35,95**	32.73**
			SD	1.68	1.45	1.40	1.04
močovina	2,5 -6,6	mmol/l	x	4.37	4.23	2.92**	2.48**
			SD	0.38	0.50	0.30	0.21
ALP	max 20	μkat/l	x	10.56	11.82	7.10**	9.06**
			SD	1.99	1.48	1.30	1.65
SOD		U/ml	x	487.92	456.39	471.26	426.10
			SD	22.87	28.67	29.69	33.55
vitamin A	> 0,7	μmol/l	x	1.26**	1.30	2.37**	2.55
			SD	0.15	0.23	0.60	0.48
vitamin E	> 0,64	μmol/l	x	7.30	7.07	2.97	2.65
			SD	1.65	1.35	0.55	0.37
Cu	12,2 - 18,9	μmol/l	x	10.98	11.35	10,80*	9.88*
			SD	1.29	1.38	1.24	1.20
Zn	12,6 - 45,9	μmol/l	x	15.36*	13.74*	14.27**	11.25**
			SD	0.83	2.26	1.16	2.52
IgG	> 18	g/l	x	14.51	7.46	27.77*	24.31*
			SD	1.08	0.69	3.97	1.70

* $P \leq 0.05$; ** $P \leq 0.01$; x=střední hodnota; SD=směrodatná odchylka

POKUS II

Cílem pokusu bylo komplexní zhodnocení zdravotního stavu telat s ohledem na suplementaci organickou formou zinku. Zhodnocení zdravotního stavu testovaných skupin telat bylo provedeno pomocí biochemických vyšetření a reakcí imunologických parametrů. Pomocí změn sledovaných biochemických parametrů – celkové bílkoviny, močoviny, albuminu, jaterních enzymů ALP, SOD, vitamínu A a E, mikroprvků Zn a Cu a koncentrace celkových imunoglobulinů v krvi telat byl posouzen celkový zdravotní stav organismu, schopnost imunitního systému a výsledná koncentrace zinku a mědi po suplementaci organickým zinkem, tak jako vzájemná korelace mezi dotovaným zinkem a enzymem SOD, popř. ALP. Výsledky jsou v disertační práci shrnuty tabulce 53 a grafech 26-35.

Enzym **SOD** (Graf 30) dosáhl vysoce signifikantního zvýšení své aktivity u pokusné skupiny 7.den ($P \leq 0,01$), (P : $487,92 \pm 22,87$; K : $456,39 \pm 28,67$ U/l) a 90. den ($P \leq 0,003$), (P : $471,26 \pm 29,69$; K : $426,10 \pm 33,55$ U/l). Zinek je součástí enzymu superoxiddismutáza, při suplementaci zinku ke krmné dávce se její aktivita zvyšuje. GENTHER et HANSEN (2014) uvádí obdobný efekt suplementace kombinace mikroprvků Cu, Zn, Mn, Se na aktivitu SOD v krvi býků. Korelační koeficient má v našem experimentu kladnou hodnotu $r = 0,394$, což potvrzuje přímou lineární závislost Zn:SOD. TEIXEIRA et al. (2014) se zabývá vlivem kombinované dotace mikrominerálních prvků v podobě subkutánní injekce zinku v organické formě zinek methionin (60 mg), manganu (10 mg), selenu (5 mg) a mědi (15 mg) na imunitu, zdravotní stav, hmotnostní přírůstky telat na mléčné výživě. 790 jaloviček holštýnského plemene dvou komerčních farem bylo rozděleno do dvou skupin – suplementované a kontrolní a pomocí vyhodnocení krevních vzorků byly 3., 14. a 35. den po porodu posuzovány parametry zdravotního stavu – aktivita dvou enzymů, superoxiddismutáza (SOD), jako v našem případě, dále glutathionperoxidáza (GPx) a funkce bílých krvinek monocytů a neutrofilů. Autoři neprokázali vliv zinku na rozdíl aktivitu enzymu SOD a denní hmotnostní přírůstky telat, nicméně suplementace organicky vázaného zinku ovlivnila zvýšení počtu neutrofilů v krvi, aktivitu GPx a byla prokazatelně snížena incidence průjemových onemocnění a pneumonie telat, což potvrzuje hypotézu o pozitivním vlivu dotace zinku na funkci imunitního systému, což má obrovský hospodářský význam v chovech skotu.

Vlivem dotace mikrominerálních látek na aktivitu enzymu mangan superoxiddismutáza (MnSOD) se zabývá studie GENTHER a HANSEN (2014) u býků. Kombinace minerální suplementace byla aplikována subkutánně pro 84denní experimentální období ve složení 15 mg Cu, 60 mg Zn, 5 mg Se a 10 mg Mn v 1 ml preparátu Miltimin90 pokusné skupině, přičemž kontrolní skupina byla ponechána své původní mírné deficienci. Aktivita SOD byla testována lysáty červených krvinek a v jaterním bioprátu. U dotované skupiny se projevila statisticky průkazně vyšší aktivita SOD.

METABOLICKÉ PARAMETRY

Koncentrace **mědi** u pokusné skupiny bylo prokazatelně vyšší 7. den, nicméně 90. den nižší než u kontrolní skupiny, 90. den byl rozdíl koncentrací statisticky průkazný ($P \leq 0,05$), (Tab. 53, Graf 33). **Zinek** (Tab. 53, Graf 34) v organické formě podávaný skupině pokusné dosáhl statisticky průkazných rozdílů v obou sledovaných obdobích. 7. den ($P \leq 0,05$) dosáhl zinek v krevním séru u pokusné skupiny hladiny $15,36 \pm 0,83 \mu\text{mol/l}$, u kontrolní skupiny $13,74 \pm 1,16 \mu\text{mol/l}$. 90. den dosáhla statistická průkaznost vyšší hodnoty ($P \leq 0,005$), (P : $14,27 \pm 1,16$; K : $11,25 \pm 2,52 \mu\text{mol/l}$). Kontrolní skupina se po 90 dnech dostala do karenčního stavu Zn. WRIGHTT et SPEARS (2004) konstatují obdobný výsledek jako je náš případ, že koncentrace zinku v krevní plazmě a v jaterní tkáni byla vyšší u telat, která byla suplementována organicky vázaným zinkem v dávce 300 mg Zn/kg TMR v kombinaci zinek methionin a zinek lyzin než u telat dotovaných anorganicky vázaným oxidem zinečnatým.

Vitamin E (Tab. 53, Graf 32) dosáhl podobných výsledků jako u koncentrace zinku v krvi telat (tab. 69). 7. den i 90. den byla koncentrace vitaminu E u pokusné skupiny vyšší, nicméně bez statistické průkaznosti. Koncentrace vitaminu A byly v obou testovaných obdobích vyšší u kontrolní skupiny, opět bez průkazného rozdílu (Tab. 53. Graf 31).

Vyšší hodnota **celkové bílkoviny** (CB) u skupiny pokusné 90. den (Tab. 53, Graf 26), ($P \leq 0,05$) dokládá pozitivní vliv suplementace zinku. Na začátku pokusu se hodnoty obou skupin pohybovaly pod hranicí fyziologického minima. 90. den již byla u obou skupin v intervalu referenčních hodnot. Novorozená a mladá telata mají často nízké hodnoty CB okolo 50 g/l, normoproteinemie nastává ve 3-4. měsíci věku. V případě, že by i v tomto věku či později telata nedosahovala fyziologických hodnot, lze brát v úvahu nedostatek bílkovin v krmné dávce jako příčinu hypoproteinemie, poruchy utilizace proteinů, patologické stavy ledvin či jater (ILLEK, 1987; KOVÁČ et al., 2001).

Zvýšená aktivita **ALP** vysoko nad hodnotami referenčního rozmezí se v tomto věku telat považuje za fyziologický jev (KRAFT, DÜRR, 2005), hodnoty ALP mohou dosahovat dvojnásobku. 90. den pokusného období dosahuje pokusná skupina vyššího poklesu než skupina kontrolní (Graf 29), $P \leq 0,01$. V období osteosyntézy u mláďat stoupá hladina ALP (DIRKSEN et al., 2005), silnější pokles potvrzuje vliv suplementace zinku pokusné skupiny. Stejný vliv dotace zinku mladým jalovicím pozoruje ve své studii MAHLKOW-NERGE et al. (2005) a SPEARS (1989). WINDISCH (2003) sleduje snížení aktivity ALP u krav při dotaci organického zinku, i když ji NRC (2001) jako indikátor vlivu Zn nedoporučuje. Pozitivní korelace ve studii ILLKA (1987) $r=0,32$ u telat naopak vyvrací teorii NRC (2001).

U **močoviny** (Graf 28) dochází k signifikantnímu meziskupinovému rozdílu 90. den (P : $2,92 \pm 0,30$ vs. K : $2,48 \pm 0,21 \text{ mmol/l}$). Obě skupiny 7. den pokusu se pohybují na stejné hladině močoviny bez statistického rozdílu, na konci pokusu dochází u skupiny kontrolní k poklesu

močoviny pod spodní hranici referenčních hodnot. Důvodem může být nedostatek dusíkatých látek v krmné dávce či vyšší spotřeba aminokyselin pro syntézu proteinu (DIRKSEN et al., 2005).

Koncentrace celkových **imunoglobulinů** (Graf 35), stanovené turbidimetrickou metodou, v krevním séru telat po odstavu na rostlinné výživě úzce koreluje s koncentrací imunoglobulinů třídy IgG. Výsledky obou dnů odběru prokázaly pozitivní vliv suplementace zinku. 7. den byly hodnoty imunoglobulinů v krevním séru telat u pokusné skupiny statisticky vysoce významně ($P \leq 0,00000001$) vyšší ($14,51 \pm 1,08$ vs. $7,46 \pm 0,69$ $\mu\text{mol/l}$), 90. den taktéž s menším rozdílem mezi skupinami, rozdíl byl také signifikantní ($P \leq 0,05$), ($22,77 \pm 3,97$ vs. $24,31 \pm 1,70$ $\mu\text{mol/l}$). Autoři KINCAID et al. (1997) a SPEARS et KEGGLEY (2002 a) nepotvrzují pozitivní vliv zinku na humorální imunitu telat. Argumentují možnými infekčními vlivy zvyšujícími koncentraci imunoglobulinů v krevním séru, tudíž by bylo nutné sledovat i další parametry jako cytotoxickou aktivitu fagocytární aktivity neutrofilů. Tou se zabývala ŠENKÝŘOVÁ (2006) a Dochází k závěru, že koncentrace mědi a zinku u skotu a ovcí lze dát do souvislosti s dostatečnou zásobeností organismu mikroprvky Cu a Zn. Potvrzuje, že se negativní vliv karence Zn a Cu na humorální imunitu projevuje spíše u zvířat s nedostatkem mikroprvků v organismu. Hodnoty koncentrace **albuminu** (Graf 27), na který je zinek pevně vázán (ILLEK, 1987) potvrzují pozitivní vliv dotace Zn u pokusné skupiny 90. den s vysoce průkazným rozdílem $P \leq 0,001$ (P: $35,95 \pm 1,40$ vs. K: $32,72 \pm 1,05$ g/l). KENDALL (2012) sledoval vliv suplementace zinku, kobaltu a selenu na humorální imunitu rostoucích pasoucích se jehňat. Jeho výsledky jsou velmi podobné našim výstupům. Prokázal při obou experimentálních odběrech po 42 ($P < 0,05$) a 63 ($P < 0,01$) dnech prokazatelně zvýšenou koncentraci zinku v krevní plasmě a zvýšení koncentrace imunoglobulinů třídy IgG ve srovnání s kontrolní skupinou se stejnou signifikancí. Efekt dotace organicky a anorganicky vázaného zinku krmné dávky ovcí na imunitní odpověď pozoroval i VILELA et al. (2012) a potvrdil pozitivní vliv organicky vázaného zinku na koncentraci imunoglobulinů třídy IgG a IgM.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ABD ELLAH, M. R., HAMED M. I., DERAR R. I. 2013. Serum biochemical and haematological reference values for midterm pregnant buffaloes. *Journal of Applied Animal Research* 41(3): 309-317.
2. AL-RASHEED, N. M., H. A. ATTIA, R. A. MOHAMED, AND M. AL-AMIN. (2013) Preventive Effects of Selenium Yeast, Chromium Picolinate, Zinc Sulfate and their Combination on Oxidative Stress, Inflammation, Impaired Angiogenesis and Atherogenesis in Myocardial Infarction in Rats. *Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 16(5): 848-867.
3. ANDERSON, C. W. N., ROBINSON B. H., WEST D.M., CLUCAS L., PORTMANN D. (2012) Zinc-enriched and zinc-biofortified feed as a possible animal remedy in pastoral agriculture: Animal health and environmental benefits, *Journal of Geochemical Exploration* 121: 30-35.
4. ANDRIEU, S. (2007) Is there a role for organic trace element supplements in transition cow health? *The Veterinary Journal* 176: 183.
5. ANKE, M. (1965) Der Mengen- und Spurenelementengehalt des Rindhaares als Indikator der Calcium-, Magnesium-, Phosphor-, Kalium-, Natrium-, Eisen-, Zink-, Mangan-, Kupfer-, Molybdän- und Kobaltversorgung. 2. Mitteilung. *Arch. Tierernähr.* 15(6): 469-485.
6. ANKE, M., *et al.* (2002) Die Auswirkungen eines reichlichen Nickelangebotes auf den Zink, Magnesium und Manganstatus des Huhnes und der Eier. Ber. 7. *Tagung Schweine und Geflügelernährung*, Martin-Luther Universität Halle-Wittenberg, s. 210-212.
7. ARTHINGTON J. D., CORAH L. R., BLECHA F. (1996) The effect of molybdenum-induced copper deficiency on acute phase protein concentrations, superoxide dismutase activity, leukocyte numbers and lymphocyte proliferation in beef heifers inoculated with bovine herpesvirus – I. *J. Anim. Sci.* 74: 211-217.
8. BALABÁNOVÁ, M., HOŠKOVÁ, Š., ZEMAN, L. (2011) The effect of inorganic and organic form of zinc on digestibility of nutrients dairy cows in three stages of reproductive cycle. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* 59(6): 17–24.
9. BALLANTINE H. T., SOCHA M. T., TOMLINSON D. J. 2002 Effect of feeding complexed to zinc, manganese, copper and cobalt to late gestation and lactating dairy cows on claw integrity, reproduction and lactation performance. *The Professional Animal Scientist* 18: 211-218.
10. BAYDAR, E., DABAK M. (2014) Serum iron as an indicator of acute inflammation in cattle. *Journal of Dairy Science* 97(1):222-228.
11. BENCKO V., CIKRT M., LENER J. (1995): *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. 2.vyd., Grada Publishing, Praha, 288 s.
12. BENEMARIYA H., ROBBERECHT H., DEELSTRA H. (1998) Zinc, copper, and selenium in milk and organs of cow and goat from Burundi, Africa. *Sci. Total. Environ.* 128: 83–89.
13. BÍREŠ J., KOVÁČ G., VRZGULA L. (1991) Mineral profile of serum in experimental copper intoxication of sheep from industrial emissions. *Vet. Hum. Toxicol.* 33(5): 431-435.
14. BÍREŠ J., MARACEK I., BARTKO P., BÍREŠOVÁ M., WEISSOVÁ T. (1995): Accumulation of trace elements in sheep and the effects upon qualitative and quantitative ovarian changes. *Vet. Hum. Toxicol.* 37(4): 349-56.
15. BJERRE-HARPØTH V., N. C. FRIGGENS N. C., THORUP V. M., LARSEN T., DAMGAARD B. M., INGVAERTSEN K. L., MOYES K. M. (2012) Metabolic and production profiles of dairy cows in response to decreased nutrient density to increase physiological imbalance at different stages of lactation. *Journal of Dairy Science* 95(5): 2362–2380.
16. BREMNER I. (1993) Metallothioneinin copper deficiency and copper toxicity. *Proceedings of the Eighth International Symposium on Trace elements in Man and Animals*. Verlag Media Touristik, Gersdorf, s. 507-515.
17. von BOCK *et* POLACH U., (1994) *Směrné hodnoty důležitých laboratorních vyšetření pro domácí zvířata: Pes, kočka, kůň, tele, skot, prase, ovce*; 1. vyd. - Jílové u Prahy, Větpres, 1994. 127 s
18. BOYLES S. (1995): *Cattle Producers Should Evaluate Herds' Copper Status*. Ohio State University, AG answers, 1-2. www.agriculture.purdue.edu/answers.../
19. BURRIDGE J. C., REITH J. W. S., BERROW M. L. (1983) Soil factors and treatments affecting trace elements in crops and herbage. In: SUTTLE N. F., GUNN R. G., ALLEN W. M., LINKLATER K. A., WIENER G. (eds.) *Trace elements in animal production and veterinary practice*. British society of Animal Production Occasional Publication No. 7, Edinburgh. S. 77-86.
20. CIFTCI T. U., CIFTCI B., YIS O., GUNEY Y., BILGIHAN A., OGRETENSOY M. (2003) Changes in serum selenium, copper, zinc levels and cu/zr ratio in patients with pulmonary tuberculosis during therapy. *Biol Trace Elem Res* 95(1): 65–71.
21. CFNP TAP. (2002) *Review Proteinated and Chelated Mineral Complexes*. Center for Food and Nutrition Policy (CFNP) [online]. Virginia Tech-Alexandria. 29. s. August 2002. [cit. 2014-02-25]. <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5057630>.

-
22. CHANDRA, G., A. AGGARWAL, A. K. SINGH, M. KUMAR, AND R. C. UPADHYAY. (2013) Effect of Vitamin E and Zinc Supplementation on Energy Metabolites, Lipid Peroxidation, and Milk Production in Peripartum Sahiwal Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 26(11):1569-1576.
 23. CHARABRA, A, ARORA, S. P. (1993) Effect of vitamin A and zinc supplement on alcohol dehydrogenase and superoxide dismutase activities of goat tissues. *Indian Journal of Animal Science* 63: 334-338.
 24. CHEEKE, P. R. DIERENFELD. E. S. (2010) Comparative Animal Nutrition and Metabolism. *CABI*, 339. s. ISBN 9781845936310.
 25. CHESTERS, J. K. (1997) Zinc. In: O'Dell B. S., Sunde R. A. (1997) *Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements*. Clinical Nutrition in Health and Disease. CRC Press, 1997, 712 s. ISBN 9781439825891.
 26. CHESTERS, J. K. (2009) Trace elements – gene interactions. *Nutrition Reviews*; 50: 217–223.
 27. CORTINHAS, C. S., BOTARO, B. G., SUCUPIRA, M. C. A., RENNO, F. P., SANTOS M. V. (2010) Antioxidant enzymes and somatic cell count in dairy cows fed with organic source of zinc, copper and selenium, In: *Livestock Science* 127(1): 84-87.
 28. COUSINS, R. J., LEINART, A. S. (1988) Tissue-specific regulation of zinc metabolism and metallothionein genes by interleukin 1. *The FASEB Journal* 2: 2884-2890.
 29. COUSINS R. J., Zinc. (1996) In: FILLER L. J., ZIEGLER E. E.: Present knowledge in nutrition. 7. vydání. International Life Science Institute – Nutrition Foundation, Washington DC. s. 293–306.
 30. COPE C. M., MACKENZIE A. M., WILDE D., SINCLAIR L. A. (2009) Effect of level and form of dietary zinc on dietary cow performance and health. *Journal of Dairy Science*; 92(5): 2128-2135.
 31. ČERMÁKOVÁ A. et STAŘEČEK F. (1995) Statistika I. ZF JČU České Budějovice, 1. vydání, 172 s.
 32. DANG, A. K., PRASAD, S., PAL, S., MUKHERJEE, J., SANDEEP, I. V. R., MUTONI, G., PATHAN, M. M., JAMWAL, M., KAPILA, S. (2013) Effect of supplementation of vitamin E, copper and zinc on the in vitro phagocytic activity and lymphocyte proliferation index of peripartum Sahiwal (*Bos indicus*) cows. In: *Journal of animal physiology and animal nutrition* 97(2): 315-321.
 33. DASTYCH M., (1997) Zinek – biochemie, metabolismus a fyziologické funkce. Časopis lékařů českých. s. 509–512.
 34. DEZFOULIAN, A. H., Aliarabi, H., Tabatabaei, M. M., Zamani, P. (2012) Influence of different levels and sources of copper supplementation on performance, some blood parameters, nutrient digestibility and mineral balance in lambs, *Livestock Science* 147(1–3): 9-19.
 35. DGE (2000) Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr (DACH). 1. vydání. Frankfurt am Main: Umschau/Braus, 216 s. ISBN 3-8295-7114-3.
 36. DIRKSEN G, GRÜNDER H. D., STÖBER M.; BAUMGARTNER W, BRAUN U., DOLL K., FÜRL M., GIESE W., HAAS L., HOFFMANN W., KLEE W., KÖSTLIN R., KÜMPER H., LAIBLIN CH., MARTIG J., MOENNIG V., MÜLLING CH., POHLENZ J., RADEMACHER G., RENNER E., SCHOLZ H., STANEK CH., STAUFENBIEL R., STEINER A., STÖBER M., STRAUB O. CH., TRAUTWEIN G (2006) *Innere Medizin und Chirurgie des Rindes*. 5. Auflage., Parey Verlag, Thieme Verlagsgruppe, Berlin. ISBN 978-3-8304-4169-4. 1325 s.
 37. DOLEŽEL, Radovan a kol. (1997) *Veterinární gynekologie*. Vyd. 1. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. 144 s. ISBN 80-85114-04-6.
 38. DROKE, E. A., SPEARS, J. W. (1993) In vitro and in vivo immunological measurements in growing lambs fed diets deficient, marginal or adequate in zinc. *J. Nutr. Immunol.*; 2: 71.
 39. EDER K., WILD S. I., KIRCHGEßNER M. (2000) Zinc deficiency and activities of enzymes involved in lipogenesis and lipolysis in rats fed diets with coconut oil or fish oil. *Journal of animal physiology and animal nutrition-zeitschrift für tierphysiologie tierernahrung und futtermittelkunde.*; 83: 2: 65-73
 40. ENGLE, T. E. AND J. W. SPEARS. (2000) Effects of dietary copper concentration and source on performance and copper status of growing and finishing steers. *Journal of Animal Science* 78(9):2446-2451.
 41. ENJALBERT F., LEBRETON P. AND SALAT O. (2006) Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: retrospective study. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90: 459–466.
 42. FADAYIFAR, A. H., ALIARABI, H., TABATABAEI M. M., ZAMANI P. (2012) Improvement in lamb performance on barley based diet supplemented with zinc, *Livestock Science* 144(3): 285-289.
 43. FISHER L., DINN N., TAIT R., SHELFORD J. (1994) Effect of level of dietary potassium on the absorption and excretion of calcium and magnesium by lactating cows. *Can. J. Anim. Sci* 74: 503-509.
 44. FORMIGONI A., FUSTINI M., ARCHETTI I. L., BIAGI G. (2011) Effects of an organic source of copper, manganese and zinc on dairy cattle productive performance, health status and fertility, *Animal Feed Science and Technology*, Volume 164(3–4): 191-198.
 45. FÜRL M., 2005. Spezielle Untersuchungen beim Wiederkäuer. In.: KRAFT W., DÜRR U. M., BALLAUF B., BEELITZ P., BOSTEDT H., DREIER H.-K., FISCHER A., FÜRL M., GRABNER A., HARTMANN K., HEIN J., HEINRITZ K., HIRSCHBERGER J., KÖLLE P., KORBEL R., MISCHKE R., MORITZ A., MÜLLER E., PFISTER
-

-
- K., RITZMANN M., WIRTH. *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 2005, 6. vydání, Schattauer Stuttgart New York. ISBN 3-7945-2308-3.
46. GAAAFAR H. M. A., BASIUONI M.I., ALI M.F.E., SHITTA A.A., SHAMAS A. SH. (2010) Effect of zinc methionine supplementation on somatic cell count in milk and mastitis in Friesian cows *Archiva Zootechnica* 13(2), 36-46.
 47. GARG, A. K. MUDGAL, V. DASS, R. S. (2008) Effect of organic zinc supplementation on growth, nutrient utilization and mineral profile in lambs, *Animal Feed Science and Technology* 144(1-2): 82-96.
 48. GENTHER O. N., HANSEN S. L. (2014) A multielement trace mineral injection improves liver copper and selenium concentrations and manganese superoxide dismutase activity in beef steers. *Journal of Animal Science* 92(2): 695-704.
 49. GOONERATNE, S. R., H. W. SYMONDS, J. V. BAILEY, CHRISTENSEN D. A. Effects of dietary copper, molybdenum and sulfur on biliary copper and zinc excretion in simmental and angus cattle. *Canadian Journal of Animal Science* 1994; 74(2): 315-325.
 50. GOPINATH C., HALL G. A., HOWELL J. (1974) Copper Toxicity I. *Res Vet Sci* 16: 57-69.
 51. GOULD, L. AND N. R. KENDALL. (2011) Role of the rumen in copper and thiomolybdate absorption. *Nutrition Research Reviews* 24(2):176-182.
 52. GRIFFITHS L. M., LOEFLER S. H., SOCHA M. T., TOMLINSON D. J., JOHNSON A.B. (2007) Effects of supplementing complexed zinc, manganese, copper and cobalt on lactation and reproductive performance of intensively grazed lactating dairy cattle on the South Island of New Zealand. *Animal Feed Science and Technology* 2007.; 137:69-83.
 53. HAMBIDGE, M. (2003) Biomarkers of trace mineral intake and status. *Journal of Nutrition* 133(3): 948-955.
 54. HANSARD S. L. (1983) Microminerals for ruminant animals. *Nutr. Abstr. And Rev.*, Series B: 53(1): 1-24.
 55. HANSEN, R. (1992) Effects of Bioplex® Zinc Supplements on somatic cell counts in three high producing dairy herds, In: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of Alltech's 8th Annual Symposium*, Nicholasville USA: 55-57.
 56. HANUŠ O., HRONEK M., HYŠPLER R., YONG T., TICHÁ A., FIKROVÁ P., HANUŠOVÁ K., SOJKOVÁ K., KOPECKÝ J., JEDELSKÁ R. (2010) Relationship between somatic cell count and lactose content in milk of various species of mammals. *Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brno*. 2010, LVIII, No. 2, pp. 87-100.
 57. HERDT, T. H. HOFF, B. (2011) The Use of Blood Analysis to Evaluate Trace Mineral Status in Ruminant Livestock, *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 27(2): 255-283.
 58. HIDIROGLOU, M. (1979) Manganese in ruminant nutrition. *Canadian Journal of Animal Science* 59: 217-236.
 59. HOFEROVÁ H. (2011) Vliv bioklimatických podmínek stáje na zdravotní a produkční parametry a vybrané fyziologické ukazatele u krav. *Diplomová práce*. Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích; 86 s.
 60. HOPKINS A., ADAMSON A. H., BOWLING P. J. (1994) Response of permanent and reseeded grass – and to fertilizer nitrogen. 2.Effects on concentrations of Ca, Mg, Na, K, S, P, Mn, Zn, Cu, Co, Mo in herbage at a range of sites. *Grass and Forage Science*. S. 49, 9-20.
 61. ILLEK, J. (2010) Vlivy chybného sestavení krmné dávky na zdravotní stav zvířat, řešení konkrétních případů I. a II. In: *Výživa zvířat a její vliv na užitkovost a zdraví zvířete*. Pohořelice: VÚCHS Rapotín. s. 30-36.
 62. ILLEK, J. (1987) Výskyt a diagnostika, terapie a prevence karenci kobaltu, manganu, mědi a zinku u skotu. *Doktorská disertační práce*. Vysoká škola veterinární Brno; 330 s.
 63. ILLEK J., SUCHÝ P. Trace elements in Man and Animals – *TEMA* 1993, 8: 585-586. In: ŠIMEK M., DVOŘÁK R.: *Mineral Proteinates (Cu – proteinate) in rations for beef cattle*. Mengen- und Spurenelemente 1994, 14. Arbeitstagung: 577-581.
 64. ILLEK J., GOLDA J. (1998) Mangelerscheinungen beim Rind, ihre Prophylaxe. In: Zusammenfassung. Vortr. 3. Berlin-Brandenburgischer Rindertag, K für Klautiere – FU Berlin.
 65. ILLEK J., MATĚJÍČEK M., BEČVÁŘ O. (1999) Karence mědi u skotu. *Veterinářství*. 1999. 49(4): 143-144.
 66. ILLEK, J., BEČVÁŘ, O., LOKAJOVÁ, E., MATĚJÍČEK, M. (2000), Stopové prvky ve výživě skotu – zinek. *Krmivářství* 4(6): 30. ISSN 1212-9992.
 67. ILLEK, J., MATĚJÍČEK, M. (2001) Dopady sekundárně fermentované kukuřičné siláže na zdraví a užitkovost vysokoprodukčních dojnic. *Sborník semináře fy. Nutrivet, Morašice u Litomyšle*: 1-4.
 68. ILLEK J., NOVÁK P., BEČVÁŘ O., MATĚJÍČEK M., PAVLATA L., PECHOVÁ A., URBÁNEK J. (2001) Vliv technologie ustájení, výživy a poruch metabolismu na zdravotní stav končetin u vysokoprodukčních dojnic. *Závěrečná zpráva o řešení výzkumného projektu EP 7267 (1997-2000)*. s. 10-11.
 69. ILLEK, J. (2003) Funkce mikroelementů. In: Jelínek, P, Koudela a kol. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno. s. 180-188.
 70. ILLEK, J. (2003a) Aktuální výživářské aspekty dojnic směřované ke kvalitě mléka. In: Sborník příspěvků ze semináře Šlechtitelské a technologické aspekty chovu dojených krav a kvality mléka. Šumperk: Grafotyp. s. 36-41.
-

-
71. ILLEK, J., BAŤOVÁ, A., KUMPRECHTOVÁ, D. (2007) Effect of Bioplex® organic zinc supplementation on somatic cell counts. In: *Nutritional Biotechnology in the Feed and Food Industries, Proceedings of Alltech's 23rd Annu. Symp.*, Lexington (KY) USA (Suppl.1); 71.
 72. ILLEK, J. (2010) Vlivy chybného sestavení krmné dávky na zdravotní stav zvířat, řešení konkrétních případů I. a II. In: *Výživa zvířat a její vliv na užitkovost a zdraví zvířete*. Pohořelice: VÚCHS Rapotín. s. 30–36.
 73. JAGOŠ, P., BOUDA, J. (1981) Základní biochemické a hematologické hodnoty u domácích zvířat a nové způsoby vyjadřování výsledků laboratorních vyšetření. 1. vydání. Pardubice: SVS-Oddělení veterinární osvěty. 29 s.
 74. JAGOŠ P., BOUDA J., HEJLÍČEK K., HOJOVEC J. KOZUMPLÍK J., KUDLÁČ E., ROZTOČIL V., VESELÝ Z. (1985) *Diagnostika, terapie a prevence nemocí skotu*. 1. vydání. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 472 s.
 75. JANČOVÁ A., MASSÁNYI P., GÁLOVÁ J. (2002) The concentration of cadmium and lead in liver and kidneys in *Apodemus flavicollis* and *Clethrionomys glareolus*. *Fol Vel* 26(2): 65-67.
 76. JELÍNEK, P., KOUDELA, K., DOSKOČIL, J., ILLEK, J., KOTRBÁČEK, V., KOVÁŘŮ, F., KROUPOVÁ, V., KUČERA, M., KUDLÁČ, E., TRÁVNÍČEK, J., VALENT, M. (2003) *Fyziologie hospodářských zvířat*. 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 414 s. ISBN 80-7157-644-1.
 77. JIA, W. et al. Effects of dietary zinc on performance, nutrient digestibility and plasma zinc status in Cashmere goats, *Small Ruminant Research*, Volume 80, Issues 1–3, November 2008, s. 68-72, ISSN 0921-4488.
 78. KACHUEE, R. MOEINI, M. M. SOURI, M. (2013) The effect of dietary organic and inorganic selenium supplementation on serum Se, Cu, Fe and Zn status during the late pregnancy in Merghoz goats and their kids, *Small Ruminant Research* 110(1): 20-27.
 79. KANDYLIS, K. (1984) The role of sulfur in ruminant nutrition – a review. *Livestock Production Science* 11(6):611-624.
 80. KEGLEY, E. B., SILZELL S. A., KREIDER D. L., GALLOWAY D. L., COFFEY K. P., HORNSBY J. A., HUBBELL D. S. III. (2001) The immune response and performance of calves supplemented with zinc from an organic and an inorganic source. *The Professional Animal Scientist* 17: 33–38.
 81. KEGLEY E. B., PASS M. R., MOORE J. C., LARSON C. K. (2012) Supplemental trace minerals (zinc, copper, manganese, and cobalt) as Availa-4 or inorganic sources for shipping-stressed beef cattle. *Professional Animal Scientist* 28: 313-31.
 82. KELLOGG D. W. (1990) Zinc methionine affects performance of lactating cows. *Feedstuffs* 62(35): 15-28
 83. KELLOGG D. W., SOCHA, M. T., TOMLINSON D. J., JOHNSON A. B. (2003) Review: Effects of feeding cobalt glucoheptonate and metal specific amino acid complexes of zinc, manganese and copper on lactation and reproductive performance of dairy cows. *The Professional Animal Scientist* 19: 1-9.
 84. KELLOGG D. W., TOMLINSON D. J., SOCHA M. T., JOHNSON A. B. (2004) Review: Effects of zinc methionine complex on milk production and somatic cell count of dairy cows: Twelve-trial summary. *The Professional Animal Scientist* 20: 295-301.
 85. KELLOGG D. W., KEGLEY, E. B. (2011) Feed Ingredients | Feed Supplements: Organic – Chelated Minerals, In *Encyclopedia of Dairy Sciences* (Second Edition), edited by John W. Fuquay, Academic Press, San Diego, s. 384-388, ISBN 9780123744074
 86. KENDALL, N. R. MACKENZIE, A. M. TELFER, S. B. (2012) The trace element and humoral immune response of lambs administered a zinc, cobalt and selenium soluble glass bolus, *Livestock Science* 148 (1–2): 81-86.
 87. KHALED N., ILLEK J., PECHOVÁ A. (1998) Concentration of zinc and copper in blood plasma and milk of dairy goats during lactation. *Mengen – und Spurenlemente*, 18. Arbeitstagung, 307-309.
 88. KINAL S., KORNIWICZ A., JAMROZ D., ZIEMIŃSKI R., ŚLUPCZYŃSKA M. (2005): Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. *J. Food Agric. Environ.*, 2005: 3, 168–172.
 89. KINAL S., KORNIWICZ, A., ŚLUPCZYŃSKA, M., BODARSKI, R., KORNIWICZ, D., ČERMÁK B. (2007) Effect of the application of bioplexes of zinc, copper and manganese on milk quality and composition of milk and colostrum and some indices of the blood metabolic profile of cows. *Czech Journal of Animal Science*. 52(12): 423-429.
 90. KINCAID, R. L., W. J. MILLER, P. R. FOWLER, R. P. GENTRY, D. L. HAMPTON, AND M. W. NEATHERY. Effect of high dietary zinc metabolism and intracellular distribution in cows and calves. *J. Dairy Sci.* 1976; 59:1580-1584.
 91. KINCAID, R. L., AND J. D. CRONRATH. Effects of dietary zinc upon tissue zinc and percent unsaturated plasma-zinc binding capacity. *J. Dairy Sci.* 1979; 62:572-576.
 92. KINCAID R. L., CRONRATH J. D. Zinc concentration and distribution in mammary secretions of parturient cows. *Journal of Dairy Science*. 1992, 75(2), 481–484. ISBN 1525-3198.
 93. KINCAID R. L. Assessment of trace mineral status of ruminants: A review. *Journal of Animal Science* 2000; 77 (E-Suppl): 1-10
 94. KINCAID R. L., SOCHA, M. T. Inorganic versus complexed trace mineral supplements on performance of dairy cows. *The Professional Animal Scientist*. 2004; 20:66–73.
 95. KIRCHGESSNER M., PALLAUF J. Zinkrepletion in Serum und Leber wachsender Ratten. *Ziensch. Tierphysiol. Tierernähr. Futterm.* – Kde., 1979 (29): 77-85.
-

96. KIRCHGESSNER M., SCHWARY W.A., ROTH H.P. 1975. Zur Aktivität der alkalischen Phosphatase in Serum und Knochen von Zink depletierten und replierten Kühen. *Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde* 1975;35:191-200.
97. KLECKOWSKI M., KLUCINSKI W., SIKORA J., SITARSKA E., WINNICKA A., ŁADYSZ R., ZIEKAN P., WOJEWODA J., SKOWRONSKI M. The effect of the low concentration of copper, zinc, molybdenum, selenium, sulphur in the fodder on selected hematological parameters and glutathione peroxidase activity in calves and cows. *Mengen-und Spurenelemente. 15. Arbeitstagung* 1995; 400-407.
98. KOMÍN O. (2012) Retikulocyty. [fotografie], online, cit.: 26.06.2014 <http://cs.medixa.org/lecba/retikulocyty>
99. KOZŁOWSKA A., KONARZEWSKA M., BRZOZOWSKA A. (1994) Apparent absorption of Fe, Zn and Cu in Rats as affected by diet supplementation with these minerals. *Mengen – und Spuren-elemente, 14.Arbeitstagung*, 216-223.
100. KRAFT W., DÜRR U. M., BALLAUF B., BEELITZ P., BOSTEDT H., DREIER H.- K., FISCHER A., FÜRL M., GRABNER A., HARTMANN K., HEIN J., HEINRITZ K., HIRSCHBERGER J., KÖLLE P., KORBEL R., MISCHKE R., MORITZ A., MÜLLER E., PFISTER K., RITZMANN M., WIRTH. *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. 2005, 6. Auflage, Schattauer Stuttgart New York. ISBN 3-7945-2308-3.
101. KROUPOVÁ V.: (2002) Závěrečná zpráva projektu EP9269 1999-2001, Ekologická omezení při suplementaci minerálních látek u skotu a ovcí. ZFJU v Českých budějovicích, 1-11.
102. LAWRENCE D. A. Immunotoxicity of heavy metals. In: Dean J. et al. (eds.): *Immunotoxicology and Immunopharmacology*. New York, Raven Press, 1985: 341-353
103. LEAN I. J., WESTWOOD C. T., GOLDBERGER H. M., VERMUT J. J., Impact of nutrition on lameness and claw health in cattle, *Livestock Science*, Volume 156, Issues 1–3, September 2013, s. 71-87, ISSN 1871-1413
104. LIPSCOMB W. L., STRÄTER, N. (1996) Recent advances in zinc enzymology. *Chemical Reviews* 96: 2237–3042.
105. LITLEDIKE E.T., WITTUM T.E., JENKINS T.G.: Effects of breed intake and carcass composition on the status of several macro and trace minerals of adult beef cattle. *J.Anim.Science. USA*, 1995: (73)2113-2119.
106. LÖNNERDAL B. Nutrient Interactions. Ift Basic Symposium – Svazek 3. CRC Press, 1988. s. 408. ISBN 9780824778682.
107. LÖNNERDAL B., KEEN C.I., HURLEY L.S.: Trace Elements Metabolism in Man and Anim., TEMA-4, Griffin press, Australia, 249-252. 1982. In: KHALED N., ILLEK J., PECHOVÁ A.: Concentration of zinc and copper in blood plasma and milk of dairy goats during lactation. *Mengen– und Spurenelemente, 18. Arbeitstagung*, 1998a: 307- 309.
108. LÓPEZ-ALONSO, M. et al. Intracellular distribution of copper and zinc in the liver of copper-exposed cattle from northwest Spain, *The Veterinary Journal*, Volume 170, Issue 3, November 2005, Pages 332-338, ISSN 1090-0233.
109. MAAS J. (2005) Copper deficiency. Extension Veterinarian School of Veterinary Medicine, University of California/Davis, *Fact Sheet 7*: 1-4, <http://danr.ucop.edu/uccelr/health.htm>
110. MACHADO, V. S. et al. Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc, and manganese on the health and production of lactating Holstein cows, *The Veterinary Journal*, Volume 197, Issue 2, August 2013, Pages 451- 456, ISSN 1090-0233.
111. Mac LACHTAN G. K., JOHNSTON W. S. Copper poisoning in sheep from North Ronaldsay maintained on a diet of terrestrial herbage. *Veter. Rec.*, 1982: 25, 299-301.
112. MACUCHOVÁ S., Studium aktivity enzymových a nízkomolekulárních antioxidačních systémů. 2010; *Disertační práce*. Fakulta chemická, Vysoké učení technické v Brně. 147 s.
113. MAHLKOW-NERGE K, TISCHER M., ZIEGER P. 2005. *Modernes Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind. Ein Leitfaden aus der Praxis für die Praxis*. AgroConcept GmbH, Bonn. ISBN 3-9810575-0-3. 206 S s.
114. MALCOM-CALLIS K. J., DUFF G. C., GUNTER S. A., KEGLEY E. B., VERMEIRE D. A. (2000) Effects of supplemental zinc concentration and source on performance, carcass characteristics, and serum values in finishing beef steers. *Journal of Animal Science*. 2000, 78:2801–2808.
115. MARSTON, T. (1999) Trace mineral supplementation in beef cattle - Part II. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*. 21(2): 70-77.
116. MARTIN J. Chronic Copper Poisoning in Sheep. BVM&S, MRCVS, Queen's Printer for Ontario. 1998 www.saanendoah.com/cusheepCANADA.html
117. MASOPUST J. Klinická biochemie – požadování hodnocení biochemického vyšetření, část I, Karolinum Praha, 1.vyd. 1998. 429.
118. McCORD J. M., FRIDOVICH I. Superoxiddismutase. 1969. *Journal of Biological Chemistry* 1969; 244, 6049-605.
119. McDOWELL L.R., CONRAD J.H., HEMBRY F.G.: Minerals for grazing ruminants in tropical regions. 2nd Edn. Centre for Tropical Agriculture, University of Florida, Gainesville, 1993: 53-55.
120. MILLER W. J., AMOS H. E., GENTRY R. P., Long-term feeding of high zinc sulfate diets to lactating and gestating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1989; 72:1499– 1508.
121. MILLER, J. K., MILLER, W. J. 1962 Experimental zinc deficiency and recovery of calves. In: *Journal of Nutrition* 1962; 76, 467-474.

122. MINATEL, L. CARFAGNINI, J. C. Copper deficiency and immune response in ruminants, *Nutrition Research*, Volume 20, Issue 10, October 2000, Pages 1519-1529, ISSN 0271-5317.
123. MINSON D.J. (1990) Forages in Ruminant Nutrition. Academic Press, New York,. 346- 358.
124. MOHAJERI M., NOROUZIAN M. A., MOHSENI M., ALFALZADEH A. (2014) Changes of blood metals, hematology and hepatic enzyme activities in lactating cows reared in the vicinity of a lead-zinc smelter. *Bulletin of environmental contamination and toxicology* 92(6): 693-697.
125. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC) (2001) *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*; 7th rev. Edition. National Academies Press, Washington DC.; 408 s.
126. NAVRÁTILOVÁ P., Králová (Dračková) M., Janštová B., Přidalová H., Cupáková Š., Vorlová L. Hygiena produkce mléka. 2012. Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VFU Brno. ISBN 978-80-7305-625-4. 129 s.
127. NEATHERY M. W., MILLER W. J., BLACKMON D. M., GENTRY R. P. 1973 Performance and milk zinc from low intake in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*; 56:212–217.
128. NOCEK, J. E., SOCHA, M. T., TOMLINSON, D. J. The effect of trace mineral fortification level and source on performance of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2006; 89:2679–2693.
129. NOHL H. Physiologische und pathophysiologische Bedeutung von Superoxid- Radikalen und die regulatorische Rolle des Enzyms Superoxiddismutase. 1981; *Klinische Wochenschrift* 59: 1081-1091.
130. NOORI, G. R., H. AMANLOU, E. MAHJOUBI, D. ZAHMATKESH, S. S. MOUSAVI, AND E. SHAHRAMI. (2013). Top-dressing of the different feed additives is effective to prevent lameness and to increase feedlot cattle performance during a short-term period. *Journal of Applied Animal Research* 41(3):263-268.
131. O'DELL, B. L. SUNDE, R. A. Handbook of Nutritionally Essential Mineral Elements. Clinical Nutrition in Health and Disease. CRC Press, 1997, 712 s. ISBN 9781439825891.
132. O' DELL B.L. (1992) Zinc plays both structural and catalytic roles in metalloproteins. *Nutr Rev* 50: 48-50.
133. O' DELL B.L. (2000) Role of zinc in plasma membrane function. *J Nutr* 130(Suppl): 1432-1436.
134. O' DELL B.L. (1984) Bioavailability of trace elements. *Nutr Rev* 42(9): 301-308.
135. OHSAWA M. (1993) Nutritional and toxicological implication of trace elements in the immune response. In: PRASAD A.S. Essential and toxic trace elements in human health and disease. An update. (ed.): Progress in Clinical and Biological Research. 380, 283-289.
136. PAL, D. T. et al. (2010) Effect of copper – and zinc-methionine supplementation on bioavailability, mineral status and tissue concentrations of copper and zinc in ewes. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 24(2): 89-94.
137. PHILLIPPO, M., W. R. HUMPHRIES, T. ATKINSON, G. D. HENDERSON, AND P. H. GARTHWAITE. (1987) The effect of dietary molybdenum and iron on copper status, puberty, fertility and estrous cycles in cattle. *Journal of Agricultural Science* 109:321–336.
138. PIDDINGTON D. L., FANG F. C., LAESSIG T., COOPER A. M., ORME I. M., BUCHMEIER N. A. (2001) Cu, Zn superoxide dismutase of mycobacterium tuberculosis contributes to survival in activated macrophages that are generating an oxidative burst. *Infection and Immunity*. 69(8): 4980-4987.
139. PECHOVÁ A., PAVLATA L., LOKAJOVÁ E. (2006) Zinc Supplementation and Somatic Cell Count in Milk of Dairy Cows. *Acta Vet Brno* 75: 355-361
140. 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
141. PODHORSKÝ A., PECHOVÁ A., DVOŘÁK R., PAVLATA L. (2007) Metabolic Disorders in Dairy Calves in Postpartum Period. *Acta Vet Brno* 76: 45 – 53.
142. POGGE, D. J., DREWNOSKI M. E., HANSEN S. L. (2014) High dietary sulfur decreases the retention of copper, manganese, and zinc in steers. *Journal of Animal Science* 92(5): 2182-2191.
143. POGGE, D. J., HANSEN L. (2013) Supplemental vitamin C improves marbling in feedlot cattle consuming high sulfur diets. *Journal of Animal Science* 91(9):4303-4314.
144. POGGE, D. J., E. L. RICHTER, M. E. DREWNOSKI, HANSEN S. L. (2012) Mineral concentrations of plasma and liver after injection with a trace mineral complex differ among Angus and Simmental cattle. *Journal of Animal Science* 90(8):2692-2698.
145. PRASAD A.S. (1995) Genetic disorders and trace elements. *Nutrition* 11: 93-99.
146. QI, K., LU C. D., OWENS F. N. (1993a) Sulfate supplementation of angora-goats - sulfur metabolism and interactions with zinc, copper and molybdenum. *Small Ruminant Research* 11(3):209-225.
147. QI, K., LU C. D., OWENS F. N. (1993b) Sulfate supplementation of growing goats - effects on performance, acid-base-balance, and nutrient digestibilities. *Journal of Animal Science* 71(6):1579-1587.
148. RAMOS J. M., SOSA C., RUPRECHTER G., PESSINA P., CARRIQUIRY M. (2012) Effect of organic trace minerals supplementation during early postpartum on milk composition, and metabolic and hormonal profiles in grazing dairy heifers. *Spanish journal of agricultural research*. 10(3): 681-689

-
149. RANDHAWA, S. S., K. DUA, S. T. SINGH, RANDHAWA C. S. (2014) Trace mineral status of wall and sole portions of healthy and diseased hoofs in cattle and buffaloes. *Indian Journal of Animal Sciences* 84(4):417-421.
 150. REECE, William O. (2011) *Fyziologie a funkční anatomie domácích zvířat*. 1. české vyd. Praha: Grada, 473 s. ISBN 978-80-247-3282-4.
 151. RICHTER, E. L., DREWNOSKI M. E., HANSEN S. L. (2012) Effects of increased dietary sulfur on beef steer mineral status, performance, and meat fatty acid composition. *Journal of Animal Science* 90(11): 3945-3953.
 152. RICHTEROVÁ L. Reaktivní sloučeniny kyslíku. *Bakalářská práce*. Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita v Brně, 2008. 41 s.
 153. ROBINSON, J. J. *et al.* (2006) Nutrition and fertility in ruminant livestock, *Animal Feed Science and Technology* 126(3-4): 259-276.
 154. ROGERS P. (2000) Control of Mineral Imbalances in Cattle and Sheep: *A Reference Manual for Advisers and Vets*. Grange Research Centre, Teagasc, Ireland: 1-52.
 155. ROGERS P. (2001) Control of copper (Cu) Poisoning in Sheep. *Grange Research Centre, Dunsany, Co. Meath, Ireland*, [online], (cit. 28.02.2011) www.research.teagasc.ie/grange/cutox.htm, dnes dostupné z <http://homepage.tinet.ie/~progers/cutox.htm>
 156. ROKYTA R., HOLEČEK V., STOPKA P. (2006) Volné radikály: nemoci, které nelze ovlivnit antioxidanty. *Vesmír* 85: 617-619.
 157. ROWE M. P., POWELL J. G., KEGLEY E. B., LESTER T. D. and RORIE R. W. (2014) Effect of supplemental trace-mineral source on bull semen quality. *Professional Animal Scientist* 30: 68-73.
 158. RYŠÁNEK D. (1999) Somatické buňky v mléce. In: LUKÁŠOVÁ J. *et al.* Hygiena a technologie produkce mléka. Fakulta veterinární hygieny a ekologie, VFU Brno; s. 25- 35
 159. RYŠÁNEK, D (2005) Počet somatických buněk mléka jako prostředek monitoringu a tlumení mastitid. *Veterinářství* 55(6): 349-354.
 160. RYŠÁNEK D. Imunita mléčné žlázy. (2009) In: TOMAN M., BÁRTA O, DOSTÁL J., FALDYNA M., HOLÁŇ V., HOŘÍN P., HRUBAN V., JEKLOVÁ E., KNOTEK Z., KOPECKÝ J., KOUDELA B., KREJČÍ J., NECHVÁTALOVÁ K. *Veterinární imunologie*. Elektronická kniha, Grada Publishing a.s. Praha, 2. vydání, EAN: 24767628, s. 202-207
 161. SEDLÁKOVÁ M., ŠINDELÁŘ J., ILLEK J., BUREŠ J. (1998) Biochemická vyšetření krevní plazmy a krevního séra skotu. Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, *Veterinářství* 1: 24-25.
 162. SICILIANO – JONES, J. L., SOCHA, M. T., TOMLINSON, D. J., DE FRAIN, J. M. (2008) Effect of Trace Mineral Source on Lactation Performance, Claw Integrity, and Fertility of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 91: 1985-1995.
 163. SHANKAR A. H., PRASAD A. (1998) Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *American Journal of Clinical Nutrition*; 68: 447-463
 164. SCHONEWILLE J. T., RAM L., VAN'T KLOOSTER A. Th., WOUTERSE H., BEYNEN A. C. (1997) Intrinsic potassium in grass silage and magnesium absorption in dry cows. *Livest. Prod. Sci.* 48: 99-100.
 165. SCHONEWILLE J. T., VAN'T KLOOSTER A. Th., WOUTERSE H., BEYNEN A. C. (1999) Effects of intrinsic potassium in artificially dried grass and supplemental potassium bicarbonate on apparent magnesium absorption in dry cows. *J. Dairy Sci.* 82: 1824-1830.
 166. SCHONEWILLE J. T., VAN'T KLOOSTER A. T., WOUTERSE H., BEYNEN A. C. (2000) Time courses of plasma magnesium concentrations and urinary magnesium excretion in cows subjected to acute changes in potassium intake. *Vet. Quart.* 22: 136-140.
 167. SCHONEWILLE J. T., BEYNEN A. C. (2002) Iso-energetic replacement of artificially dried grass by concentrate increases magnesium absorption in cows (a short communication) *Fol. Vet.* 46(2): 72-74.
 168. SLANINA L. *et al.* (1992) Metabolický profil havadzieho dobytku vo vzťahu k zdraviu a produkcii, 2.vyd., Bratislava, ŠVS SR – Ústav veterinárnych informácií a osvet, 117 s.
 169. SMITH, G. M., WHITE C. L. 1997. A molybdenum-sulfur-cadmium interaction in sheep. *Australian Journal of Agricultural Research* 48(2):147-154.
 170. SNEDECOR, G. W., COCHRAN, W. G. (1989) *Statistical Methods*, Svazek 276. 1. vydání. Iowa State University Press, 503 s. ISBN 978-0813815619.
 171. SOBHANIRAD, S. NASERIAN, A. A. (2012) Effects of high dietary zinc concentration and zinc sources on hematology and biochemistry of blood serum in Holstein dairy cows, *Animal Feed Science and Technology* 177(3-4): 242-246.
 172. SOCHA M. T., TOMLINSON D. J., JOHNSON A. B. (2002) Trace minerals recognized as important components in today's daily rations. *Technical Bulletin Zinpro Corporation*. 11 s.
 173. SPEARS, J. W. (1996) Organic trace minerals in ruminant nutrition, *Animal Feed Science and Technology* 58(1-2): 151-163.
-

174. SPEARS J. W., KEGLEY E. B. (2002a) Effect of zinc source (zinc oxide vs. zinc proteinate) and level on performance, carcass and immune response of growing and finishing steers. *Journal of Animal Science* 80: 2747-2752.
175. SPEARS J. W. (2003) Trace mineral bioavailability in ruminants. *J. Nutr.* 133(5): 1506–1509.
176. SPEARS J. W. (2002) *Overview of mineral nutrition in cattle: The dairy and beef NRC*. [online]. Proceedings 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, s. 113-126. [cit. 26. 06. 2014]. Dostupné z <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/2002/spears.pdf>
177. SPEARS, J. W., WEISS, P. (2008) Role of antioxidants and trace elements in health and immunity of transition dairy cows. *The Veterinary Journal* 176: 70–76.
178. SPEARS, J. W., LLOYD K. E., FRY R. S. (2011) Tolerance of cattle to increased dietary sulfur and effect of dietary cation-anion balance. *Journal of Animal Science*. 89(8): 2502–2509.
179. SPRINGMAN S.A., MADDUX J.G., DREWOSKI M.E., FUNSTON R.N. (2018) Effects of injectable trace minerals on reproductive performance of beef heifers in adequate trace mineral status. *The Professional Animal Scientist* 34(6): 649-652.
180. STRANGE R. W., ANTONYUK S., HOUGH M. A., DOUCETTE P. A., RODRIGUEZ J. A., HART P. J., HAYWARD L. J., VALENTINE J. S., HASNAIN S. S. (2006) Variable metallation of human superoxide dismutase: atomic resolution crystal structures of Cu- Zn, Zn-Zn and as-isolated wild-type enzymes. *Journal of Molecular Biology* 356: 1152.
181. SUBCOMMITTEE ON MINERAL TOXICITY IN ANIMALS. (2005) *Mineral tolerance of animals* [online]. 2. vydání. Washington, D. C.: National Academies Press, 2005 [cit. 25. 02. 2014]. Dostupné z: <http://site.ebrary.com/lib/natl/Doc?id=10103985>.
182. SUTHERLAND R. J., BELL K. C., McSPORRAN K. D., CARTHEW G. W. (1986) A comparative study of diagnostic tests for the assessment of herd magnesium status in cattle. *N Z Vet J* 34: 133-135.
183. SUTTLE N. F. (1986) Copper deficiency in ruminants; recent developments. *Vet Rec.* 119: 519-522.
184. SUTTLE N. F. (1990) Chronic copper poisoning in sheep. „Sheep dairy News“ *Journal of The British Sheep Dairying Association.* s. 7,10.
185. SUTTLE N. F. (1994) Meeting the copper requirements of ruminants recent Advances in *Anim. Nutr.* Nottingham University Press, Nottingham. 1994: 173-188.
186. SUTTLE, N.F. (2010) Copper. In *Mineral Nutrition of Livestock*, 4th ed.; CAB International: Oxfordshire, UK.; pp. 255–305.
187. SUTTLE N. F. (2002) Sheep Health – Copper Poisoning. „Sheep dairy News“, Modern Foundation For Anim. *Health and Welfare* 15(1)
188. SUTTLE, N. F. (2010) *The mineral nutrition of livestock*. 4. vyd., CABI Publishing, New York, 2010, pp. 579.
189. ŠÍMA, P. (2001) *Postupy laboratorního zkoušení krmiv, doplňkových látek a premixů - I.* 2. vydání. Brno: Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, Laboratorní odbor, 266 s. ISBN 80-86051-81-1.
190. ŠIMEK M., KRÁSA A., LOSSMANN J., ZEMANOVÁ D. (1995) Doporučené potřeby minerálních látek a jejich zdroje u skotu a ovcí. *Mze a ÚZPI*, ISSN 0231-9470, 59 s.
191. ŠIMEK M., ZEMAN L., ILLEK J., KLECKER L., ŠUSTALA M. (2002) Uplatnění organických forem zdrojů minerálních látek ve výživě hospodářských zvířat. *Krmivářství* 5(4): 32-34.
192. ŠIMEK M. (1993) Minerální krmné přísady a doplňky ve výživě zvířat – studijní informace. Ústav zemědělských a potravinářských informací, *Živočišná výroba* 3: 59
193. ŠKARDOVÁ O., STÁDNÍK I., LOUDA F. (2001) Vliv teploty na obsah somatických buněk v mléce. *Zemědělský týdeník*: 11
194. ŠREJBEROVÁ P., ŠOCH M., BROUČEK J. (2008) Relationship between copper and zinc on selected haematological parameters in beef and dairy cattle. *Slovak Journal of Animal Science* 41: 42-45.
195. ŠREJBEROVÁ P. (2006) Obsah mědi a zinku v krevní plazmě u skotu a ovcí. Disertační práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 151 s.
196. ŠOCH M., ŠREJBEROVÁ P., BROUČEK J. (2006) The relationship of copper and zinc with hematological parameters in beef cattle. *Journal of animal science* 84 (Suppl.1): 165-165.
197. ŠOCH M., BROUČEK J., ŠREJBEROVÁ P. (2010) Effect of selected factors on mineral parameters in plasma of cows. *Archiv Tierzucht* 53(5): 510–519.
198. ŠOCH M., BROUČEK J., VYDROVÁ P., TRÁVNÍČEK J., RAABOVÁ M., UHRINČAĚ M. (2010) Effect of environmental and management factors on hematological and trace blood element of cows. *Slovak Journal of Animal Science* 43(4): 195-204.
199. ŠOCH, M. BROUČEK, J. ŠREJBEROVÁ, P. Hematology and blood microelements of sheep in south Bohemia. *Biologie*, 2011, 66(1), 181-186.
200. ŠOCH M., VYDROVÁ P., BROUČEK J., SUCHÝ K., SMUTNÝ L., SMUTNÁ Š., ČERMÁK B., ZÁBRANSKÝ L., ŠIMKOVÁ A., ŠVEJDOVÁ K., ŠKEŘÍK V. (2013) Relationship between Copper and Zinc Content in the Soil and

-
- Plants and their Consequent Content in Blood and Excrements of Cattle and Sheep under Various Forms of Breeding. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies* 46(1): 316-320.
201. TEIXEIRA, A. G. V., LIMA, F. S., BICALHO, M. L. S., KUSSLER, A., LIMA, S. F., FELIPPE, M. J., BICALHO, R. C. (2014) Effect of an injectable trace mineral supplement containing selenium, copper, zinc and manganese on immunity, health, and growth of dairy calves. *Journal of dairy science* 97(7): 4216-4226.
202. TRÁVNÍČEK J., KROUPOVÁ V. (2001) Harmonizace produkčních a mimoprodukčních funkcí chovu skotu a ovcí v podhorských oblastech. Věcná etapa 7: Zdravotní a ekologické důsledky zátěží u skotu a ovcí v horských a podhorských oblastech. *Výroční zpráva o řešení výzkumného záměru za rok 2001*, CEZ J06/98:122200002/7.
203. TOMAN M., BÁRTA O., DOSTÁL J., FALDYNA M., HOLÁŇ V., HOŘÍN P., HRUBAN V., JEKLOVÁ E., KNOTEK Z., KOPECKÝ J., KOUDELA B., KREJČÍ J., NECHVÁTALOVÁ K. (2009) *Veterinární imunologie*. Elektronická kniha, Grada Publishing a.s. Praha, 2. vydání, EAN: 24767628, 392 s.
204. TOMAN R., SLANEČKA J., MASSÁNYI P., ŠEBOVÁ K., TATARUCH F., JURČÍK R. (1995) Vplyv opakovaného podávania nízkych dávok Cd ²⁺ na spermiogénézu, biochemické zložky krvnej plazmy a jehokumulácia v organizme zajaca poľného, *Folia Veterinaria* 25: 77-82.
205. Van den TWEEL J. G., AALBERSE R. C., BROMBACHER P. J., BRUNING J. W., van den DIEIJEN – VISSER M. P., DRIEDONKS R. A., EGBERTS E., FELTKAMP, T. E. W., GIPHART M. J., HAAIJMAN J. J., HACK C. E., HEIJEN C. E., van MUISWINKEL W. B. RIJKERS G. T., SCHIPPER M. E. I., TERMIJTELEN A., de WILLERS J., van den ZEE J. S., ZEGERS B. J. M. (1999) *Immunologie: das menschliche Abwehrsystem*. Spektrum Akademischer Verlag GmbH Heidelberg, ISBN: 3-8274-0156-9, 288 s.
206. UCHIDA K., MANDEBVU P., BALLARD C. S., SNIFFEN C. J., CARTER, M. P. (2003) Effect of feeding a combination of zinc, manganese and copper amino acid complexes, and cobalt glucoheptonate on performance of early lactation high producing dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 93:193-203.
207. UNDERWOOD, E. J., SUTTLE, N. F. (1999) Zinc. In: *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3. vyd. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, Oxon UK; 624 s.
208. UNDERWOOD E. J., SUTTLE N. F. (2001) The mineral nutrition of livestock. 3. vydání CABI Publishing, New York, 2001. 614, ISBN 0-85199-128-9
209. VALDOVÁ V. (2002) Rizikové prvky. Onemocnění způsobená minerálními deficity. Deficit mědi u přežvýkavců – ovce, kozy, masný skot © Nezávislý poradce pro výživu zvířat, Brno, www.vyzivazvirat.cz
210. VALENT, M. Fyziologie hospodářských zvířat. (2003) 1. vydání. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 414 s. ISBN 80-7157-644-1.
211. Van den TOP A. M., GEELEN, M. J. H., WENSING, T., WENTINK, G. H., Van 'T KLOOSTER, A. T., BEYNEN, A. C. (1996) Higher postpartum hepatic triacylglycerol concentrations in dairy cows with free rather than restricted access to feed during the dry period are associated with lower activities of hepatic glycerolphosphate acyltransferase. *Journal of Nutrition* 126(1): 76-85.
212. VILELA F. G., ZANETTI M. A., NETTO A. S., DE FREITAS J. E., RENNO F. P., VENTURELLI B. C., CANAES T. S. (2012) Supplementation of diets for Santa Ines sheep with organic and inorganic zinc sources. *Revista brasileira de zootecnia-brazilian journal of animal science* 41(9): 2134-2138.
213. VOHRA, A., SATYANARAYANA, T. (2003) Phytases: microbial sources, production, purification, and potential biotechnological applications. *Critical Reviews in Biotechnology* 23(1): 29-60.
214. VRZGULA L. et al. (1990) Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Bratislava, Príroda,; 503s.
215. VRZGULOVÁ M., BÍREŠ J., VRZGULA L. (1993) The effect of copper from industrial emissions on the seminiferous epithelium on the seminiferous epithelium in rams. *Reprod Dom Anim* 28: 108-118.
216. Vyhláška č. 415/2009 Sb. ze dne 19. listopadu 2009 o stanovení požadavků na odběr vzorků a způsobu zveřejnění metod laboratorního zkoušení produktů ke krmení.
217. WAPNIR, R. A. 2000. Zinc deficiency, malnutrition and the gastrointestinal tract. *Journal of Nutrition*, 130(5), 1388–1392. ISSN 0022-3166.
218. WARD J. D., SPEARS J. W., KEGLEY, E. B. (1993) Effect of copper level and source (copper lysine vs. Copper sulfate) on copper status, performance and immune response in growing steers fed diets with or without supplemental molybdenum and sulfur. *J Anim Sci* 71: 2748-2755.
219. WATTS L.D. (1990) Nutrient Interrelationships Minerals – Vitamins _ Endocrines. *Journal of Orthomolecular Medicine* 5(1): 11-19.
215. WEDEKIND K. J., HORTON A. E., BAKER, D. E. (1992) Methodology for assessing zinc bioavailability: Efficacy estimates for zinc methionine, zinc sulfate and zinc oxide. *Journal of Animal Science* 70: 178-197.
216. WEDEKIND, K. J., LEWIS, A. J., GIESEMANN, M. A., MILLER, P. S. (1994) Bioavailability of zinc from inorganic and organic sources for pigs fed corn-soybean meal diets. *Journal of Animal Science*, 72(10), 2681–2689. ISSN 0021-8812.
-

-
217. WHITAKER, D. A., EAYRES, H. F., AITCHISON, K., KELLY J. M. (1997) No effect of a dietary zinc proteinate on clinical mastitis, infection rate, recovery rate and somatic cell count in dairy cows. *The Veterinary Journal* 153 (2): 197-204.
218. WINDISCH W. (2003) Spurenelement – und Vitaminversorgung laktierender Kühe. 30. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, , BAL Gumpenstein [online] (cit. 22. 03. 2014) z <http://www.raumberg-gumpenstein.at/cm4/index.php/de/forschung/publikationen/downloadsveranstaltungen/finish/55-viehwirtschaftstagung-2003/100-spurenelement-windisch.html>
219. WRIGHT C. L., SPEARS J. W. (2004) Effect of zinc source and dietary level on zinc metabolism in Holstein calves. *J Dairy Sci* 87(4): 1085-1091.
220. YAMAMOTO, S., K. ITO, K. SUZUKI, Y. MATSUSHIMA, I. WATANABE, Y. WATANABE, K. ABIKO, T. KAMADA, K. SATO I. (2014) Kinematic gait analysis and lactation performance in dairy cows fed a diet supplemented with zinc, manganese, copper and cobalt. *Animal Science Journal* 85(3):330-335.
221. YOKUS B., ÇAKIR D.U., KURT D. (2004) Effects of seasonal and physiological variations on the serum major and trace element levels in sheep. *Biol Trace Elements Res* 101(3): 241-255.
222. ZADÁK Z. *Výživa v intenzivní péči*. (2008). Grada Publishing a.s., 542 s., ISBN 978-80-247-2844-5
223. ZELENKA, J. (2010) Základy výživy dojnic ve vztahu k technice krmení. In: *Výživa zvířat a její vliv na užitkovost a zdraví zvířete*. Pohořelice: VÚCHS Rapotín, s. 6–9.
224. ZEMAN, L., TVRZŇÍK, P. (2005) Stopové prvky ve výživě zvířat. Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, 52 s. [online], [cit.:03.03.2009] [<http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/tvrznik,%20Zeman-stopove%20prvky.pdf>]
225. ZEMAN, L., DOLEŽAL, P., KOPŘIVA, A., MRKVICOVÁ, E., PROCHÁZKOVÁ, J., RYANT, P., SKLÁDANKA, J., STRAKOVÁ, E., SUCHÝ, P., VESELÝ, P., ZELENKA, J. (2006) *Výživa a krmení hospodářských zvířat*. 1. vydání. Praha: Profi Press, 360 s. ISBN 80-86726-17-7
226. ZEMAN, L. a kol. (2007) Jak splnit požadavky systému "cross-compliance" v oblasti výživy a krmení zvířat. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 74 s. ISBN 978-80-7375-124-1.
227. ZERVAS G., NOKOLAU E., MANTZIOS A.: Comparative study of chronic copper poisoning in lambs and young goats. *Animal Production*. 1990:50,497-506
228. ZHANG M., ZHENLI H., CALVERT D. V., STOFFELLA P. J., YANG X.: Surface runoff losses of copper and zinc in sandy soils. *J. of Environmental Quality*. 2003. 32(3), 909
229. ZVÁROVÁ, J. (2001) *Základy statistiky pro biomedicínské obory*, Karolinum – nakladatelství Univerzity Karlovy, Praha,
230. ŽOFKOVÁ, Ivana. (2012) *Osteologie a kalcium-fosfátový metabolismus: aktuální témata*. 1. vyd. Praha: Grada, 142 s., ISBN 978-80-247-3919-9.
-

Seznam zkratk

ADF	acidodetergentní vláknina
AK	aminokyselina
AP	alkalická fosfatáza
ALT	alaninaminotransferáza
AST	aspartátaminotransferáza
a.p.	ante partum = před porodem
BIL	bilirubin
BNLV	bezdušikaté látky výtažkové
EDTA	kyselina ethylendiamintetraoctová
GGT	gamaglutamyltransferáza
GLU	glukóza
HCT	hematokrit
HGB	hemoglobin
KD	krmná dávka
NDF	neutrálně detergentní vláknina
NEB	negativní energetická bilance
NEL	netto energie laktace
NL	dušikaté látky
PDIE	nedegradovaný protein krmiva skutečně stravitelný v tenkém střevě mikrobiálního proteinu, které může být v bachoru syntetizováno z dostupné energie krmiva, není-li obsah degradovaného proteinu krmiva a dalších živin limitující
PDIN	nedegradovaný protein krmiva skutečně stravitelný v tenkém střevě mikrobiálního proteinu, které může být v bachoru syntetizováno z dostupné energie krmiva, není-li obsah dostupné energie a dalších živin limitující
PLT	krevní destičky (trombocyty)
p.p.	post partum = po porodu
RBC	červené krvinky (erytrocyty)
ROS	Reactive oxygens species = reaktivní sloučeniny kyslíku
SD	směrodatná odchylka
TMK	těkavé mastné kyseliny
TMR	směsná krmná dávka (total mix ration)
UREA	močovina
WBC	bílé krvinky (leukocyty)

ANOTACE – Záznam o disertační práci určený pro knihovnu

Autor: TÄ (MVDr.) Sylva Dresler

Rok narození: 1975

Druh práce: Doktorská disertační práce

Název práce: Vliv vybraných minerálních prvků ve vztahu ke krevnímu obrazu u skotu.

Anotace:

Tato disertační práce se zabývá vlivem složení směsné krmné dávky s dotací organického zinku na hladinu mikrominerálních prvků v krvi krav a telat, jejich zdravotní stav a související hematologické a biochemické parametry v krvi. Experimentální část je zaměřena na dvě oblasti. První pokus sleduje vliv suplementace organické formy zinku na mléčnou užitkovost krav, dále vyhodnocuje vliv složení TMR na krevní parametry hematologického, metabolického a minerálního profilu krav a jejich telat. Druhý pokus sleduje vliv adice organického zinku na krevní parametry zdravotního stavu telat v odstavu – metabolický profil, koncentraci vitaminů A a E, mikroprvků Cu a Zn a celkových imunoglobulinů v krevním séru.

ANNOTATION – Record of the doctoral thesis intended for libraries

Author: TÄ (MVDr.) Sylva Dresler

Year of birth: 1975

Type: Doctoral thesis

Name: Effect of selectet minerals on complete blood count and biochemical and mineral profile in dairy cattle.

Annotation:

The aim of the current doctoral thesis is to evaluate the influence of the composition of a total mixed ration supplemented with dietary, organically bound zinc on health status and related hematological and biochemical parameters and mineral levels in blood in cows and their calves. The experimental part is divided in two subareas. The first experiment is monitoring the effect of supplementation of the organic form of zinc on lactation performance of cows and effect of TMR composition on the blood parameters of the hematological, metabolic, and mineral profile of cows and their calves. The second experiment is focused on an effect of the addition of organic zinc on blood parameters, health, and immunological status of weaned calves - metabolic profile, concentration of vitamins A and E, trace elements Cu and Zn, and total immunoglobulin levels in blood serum.

Publikace ve vědeckých časopisech s IF

1. DRESLER, S., ILLEK, J., ZEMAN L. (2016) Effect of organic zinc supplementation in weaned calves. *Acta Veterinaria Brno* 85: 49-54.
2. DRESLER, S., ILLEK, J., CEBULSKA K., ŠOCH M. (2023) Effect of organic zinc supplementation on hematological, mineral and metabolic profile in dairy cows in early lactation. *Polish Journal of Veterinary Sciences*: Manuscript ID: 1874-PJVS-2023
3. ILLEK J., DRESLER S., ŠOCH M., KERNEROVÁ N, ŠIMÁK-LÍBALOVÁ K, ZEVLOVÁ E, HAVRDOVÁ N (2023) Influence of Organic Zinc Source on Lactation Performance and Somatic Cell Count in Dairy Cows. *Acta Veterinaria Brno* Manuscript ID: 074/2022

Publikace v odborných časopisech

1. DRESLER, S., POVOLNA, L., ILLEK, J., ZEMAN, L. (2009) Effect of organic zinc supplementation on weaned calves. *Folia veterinaria* 53(1) *Supplementum*: 262-271; ISSN 0015-5748.
2. DRESLER, S., ILLEK, J., ZEMAN, L. (2010) Organický zinek, mléčná užitkovost dojníc a kvalita mléka. *Veterinářství* 60(6): 366-369.
3. DRESLER, S., ILLEK, J., ZEMAN, L., The Effect of Organic Zinc Supplementation on Lactation Performance and Somatic Cell Count of Cows of H breed. *Veterinářství Supplementum LX, 2010(1)*: 144-148.

Publikace ve sbornících z mezinárodních konferencí

1. DRESLER, S., PERLIKOVÁ, L., KUMPRECHTOVÁ, D., ILLEK, J. (2008) Effect of Organic and Inorganic Zinc Supplementation of the Prevention of Zinc Deficiency in Aberdeen Angus Calves. **XXV. Jubilee World Buiatrics Congress, Budapest, Hungary. 2008. Hungarian Veterinary Journal** 130 (Supplementum II): 44.
2. DRESLER, S., BALABÁNOVÁ, M., ILLEK, J., ZEMAN, L. (2008) Zinc deficiency in calves of holstein breed during ontogenesis. **VI Miedzynarodowe Warsztaty Akademickie w Naukach Rolniczych i Medycznych. Opole: Politechnika Opolska, Polsko, 2008: 16–17.**

-
3. DRESLER S, POVOLNÁ L, ILLEK J, ZEMAN L. (2009) Effect of organic zinc supplementation in weaned calves. *Folia veterinaria* 53(1) Supplementum: 262-271, ISSN 0015-5748 X. **Stredoeurópsky bujatrický kongres, Košice**, Slovensko.
 4. DRESLER S, PERLÍKOVÁ M, KUMPRECHTOVÁ D, ILLEK J: The effectiveness of Bioplex-Zn and inorganic zinc supplementation in preventing zing deficiency in suckling Aberdeen Angus calves ***Science and Technology in the Feed Industry – 25th International Symposium, Lexington, Kentucky, USA***.
 5. DRESLER, S., ILLEK, J., ZEMAN, L. (2010) The effect of organic zinc supplementation on lactation performance and somatic cell count of cows of H breed. ***XIth Middle European Buiatrics Congress & Symposium of the ECMBH, Brno, ČR, 2010***. Congress Proceedings: 144-148.
 6. DRESLER S, ILLEK J (2011) Effect of organic zinc supplementation on somatic cell count in cow milk. Sborník konference ***European Buiatrics Forum, EBF 2011, Marseille***, France.
 7. DRESLER, S.- ILLEK, J.- ZEMAN, L. (2011) Mléčná užitkovost dojníc a kvalita mléka během suplementace organickým zinkem; Sborník konference: **26. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat – Brno – ČR**; Česká bioklimatologická společnost, sekce bioklimatologie zvířat, VÚŽV Praha a Ministerstva zemědělství ČR; <https://naschov.cz/novakovy-bioklimatologicke-dny-jsou-aktualni/>
 8. DRESLER, S., ILLEK, J., ZEMAN, L. (2013) The effect of organic zinc supplementation on plasma zinc and copper level around calving and early lactation. ***31st World Veterinary Congress Prague, ČR, 2013 Abstracts and Proceedings***. 2013(1): 116. ISBN 978-80-260-4896-1.
 9. ILLEK J., DRESLER S., KUDRNA V., SOBIECH P. (2014) Effect of organic zinc supplementation on somatic cell count in cow milk. In: ***XIV Middle European Buiatrics Congress, Warszawa***, Poland.
 10. ILLEK J, KUMPRECHTOVÁ D, KADEK R, ŠIMKOVÁ I, FILÍPEK J, ANDĚLOVÁ J, DRESLER S (2023) Metabolic profile of cows during the transition period and prediction of production diseases. ***European Buiatrics Congress and ECBHM Jubilee Symposium 2023 (EBC 2023), Berlin***, Germany; (submitted in Feb 2023 - for August 24–26, 2023).

Thalmässing, 14.02.2023





PROFIL

NAROZENÁ:
16.12.1975
Šumperk (Česká republika)

KONTAKT

ADRESA:
Buchenweg 18
91177 Thalmässing (SRN)

TELEFON:
+49 9173 3690412
+49 174 31 22 907

E-MAIL:
sylva.dresler@gmail.com

WWW:
<https://www.linkedin.com/in/sylva-dresler-07a34186/>

JAZYKOVÁ VYBAVENOST

Čeština	Mateřtina
Slovenština	Mateřtina
Němčina	C2
Angličtina	C1
Ruština	B2
Latina	B1
Italština	A1
Srbochorvatština	A2

HOBBIES

Hra na klavír

SYLVA DRESLER

Veterinární lékařka / Doktorandka

VZDĚLÁNÍ

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, ČR

2017 – 2023 Doktorské studium – distanční
[státní doktorská zkouška 2022]

Justus-Liebig-Universität Gießen, SRN

1999 – 2005 Studium veterinární medicíny
[státní zkouška 2005; Nostrifikace VFU Brno 2007]

CISCO Akademie - BFW Nürnberg

2019 – 2021 Fachinformatiker - Systemintegration
[CISCO – Zertifikat CCNA R&S1]

Gymnázium Šumperk, ČR

1989–1993 [maturitní zkouška]

PRACOVNÍ ZKUŠENOSTI

POZICE: veterinární lékař

2021 – **Tierarztpraxis Saskia Hirsch**, Ingolstadt SRN: malá zvířata
2017 – 2018 **Tierarztpraxis Dr. Helmut Pinsenschaum**, SRN: malá zvířata
Tierarztpraxis Dr. Ute Lederer, SRN: malá zvířata
2016 – 2017 **Tierklinik Nürnberg am Hafen**, Nürnberg, SRN: malá zvířata
2011 – 2016 **Tierarztpraxis Dr. S. Seiler**, SRN: 50% velká/50% malá zvířata
2011 – 2011 **Tierarztpraxis Dr. Moeferd/Dr. Merk**, SRN: 100% velká zvířata
2006 – 2008 **Klinika chorob přežvýkavců a prasat – FVL VFU Brno, CZ**

POZICE: DOKTORAND – Buiatrika

2017–2023 **Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**, Fakulta zemědělská a technologická, Katedra zootechnických věd
[státní doktorská zkouška 2022]

2008–2011 **Mendelova univerzita Brno**, Agronomická fakulta, Ústav výživy zvířat a pícninářství, ČR [doktorská státní zkouška 2010]

KVALIFIKACE

CISCO: certifikát CCNA R&S1 – Routing and Switching, USA

Angličtina: certifikát FCE, Cambridge, GB

Němčina:

- certifikát Mittelstufe – Goethe Institut, Frankfurt am Main, BRD
- certifikát Oberstufe – Justus-Liebig-Universität Gießen, BRD

ŘIDIČSKÝ PRŮKAZ EU: AM, A1, B1, B

Thalmässing, 12.02.2023