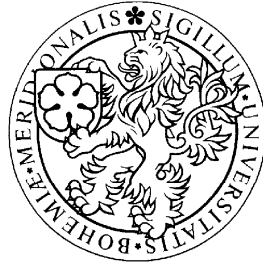


**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**



DISERTAČNÍ PRÁCE

**Zásobenost organismu dojnic zinkem a mědí ve vztahu
k vybraným reprodukčním ukazatelům a mléčné užitkovosti**

Ing. Božena Hosnedlová

2007

Školitel: doc. Ing. Miloslav Šoch, CSc.

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Katedra anatomie a fyziologie hospodářských zvířat

Na tomto místě bych ráda poděkovala doc. Ing. Miloslavu Šochovi, CSc., vedoucímu disertační práce, a doc. Ing. Janu Trávníčkovi, CSc., vedoucímu katedry anatomie a fyziologie hospodářských zvířat Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, za vedení a odbornou pomoc v průběhu doktorského studia a při zpracování disertační práce, a dále Prof. dr hab. inž. Janu Mikołajczakovi a Dr inž. Jarosławu Piłatovi z bydhošťské univerzity (Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich) za pomoc při realizaci projektu v zahraničí.

Dále bych ráda poděkovala všem chovatelům - tuzemským i zahraničním, kteří mi umožnili ve svých chovech realizovat cíle mé disertační práce.

Dík patří také zástupcům všech kontaktovaných organizací za poskytnutí potřebné dokumentace a všem, kteří mi pomáhali při odběrech a zpracovávání vzorků biologického materiálu.

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Zásobenost organismu dojnic zinkem a mědí ve vztahu k vybraným reprodukčním ukazatelům a mléčné užitkovosti“ vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

.....
Ing. Božena Hosnedlová

V Českých Budějovicích dne 22.3.2007

OBSAH

Seznam vybraných použitých zkratk.....	6
Summary.....	7
1. ÚVOD.....	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED (REŠERŠE).....	13
2.1 SOUČASNÝ POHLED NA VÝZNAM ZINKU PRO PŘEŽVÝKAVCE.....	13
2.1.1 Stav zásobení skotu zinkem v ČR a význam zinku pro organismus přežvýkavců.....	13
2.1.2 Projevy nedostatku a nadbytku zinku u přežvýkavců.....	15
2.1.3 Vztah zinku k reprodukci, mléčné užitkovosti a jakostním parametrům mléka.....	16
2.1.4 Faktory podmiňující potřebu zinku u zvířat.....	17
2.1.5 Zdroje zinku pro zvířata, parametry hodnocení zásobenosti zvířat zinkem a jeho výskyt v organismu.....	20
2.1.6 Význam aditivního podávání zinku a jeho obsah v živočišných produktech.....	24
2.1.7 Metody stanovení zinku.....	27
2.2 SOUČASNÝ POHLED NA VÝZNAM MĚDI PRO PŘEŽVÝKAVCE.....	28
2.2.1 Stav zásobení skotu mědi v ČR a význam mědi pro organismus přežvýkavců.....	28
2.2.2 Projevy nedostatku a nadbytku mědi u přežvýkavců.....	30
2.2.3 Vztah mědi k reprodukci, mléčné užitkovosti a jakostním parametrům mléka.....	33
2.2.4 Faktory podmiňující potřebu mědi u zvířat.....	34
2.2.5 Zdroje mědi pro zvířata, parametry hodnocení zásobenosti zvířat mědi a její výskyt v organismu.....	37

2.2.6	Význam aditivního podávání mědi a její obsah v živočišných produktech.....	40
2.2.7	Metody stanovení mědi.....	42
3.	CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE.....	43
4.	MATERIÁL A METODIKA.....	44
4.1	OBSAH ZINKU A MĚDI V MLÉCE JAKO UKAZATEL ZÁSOBENOSTI CHOVŮ DOJENÝCH KRAV.....	45
4.2	PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V MLÉCE.....	46
4.2.1	Chov A.....	46
4.2.2	Chov B.....	49
4.3	REPRODUKČNÍ A PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V KREVNÍ PLAZMĚ.....	55
4.4	TESTACE ÚČINKU DOPLŇKOVÉHO PŘÍJMU ZINKU A MĚDI NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV.....	58
4.5	ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ A STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	64
5.	VÝSLEDKY A DISKUSE.....	66
5.1	OBSAH ZINKU A MĚDI V MLÉCE JAKO UKAZATEL ZÁSOBENOSTI CHOVŮ DOJENÝCH KRAV.....	66
5.1.1	Zásobenost organismu dojených krav Zn a Cu v Jihočeském kraji.....	67
5.1.2	Úroveň reprodukčních parametrů a mléčné užitkovosti v chovech se sníženým obsahem Zn a Cu v mléce.....	71
5.2	PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V MLÉCE.....	87
5.2.1	Zásobenost organismu dojených krav Zn a Cu.....	87
5.2.2	Produkční parametry dojených krav s různým obsahem Zn a Cu v mléce.....	90
5.3	REPRODUKČNÍ A PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V KREVNÍ PLAZMĚ.....	94

5.3.1	Zásobenost organismu dojených krav Zn a Cu.....	95
5.3.2	Reprodukční a produkční parametry dojených krav s různým obsahem Zn a Cu v krevní plazmě.....	97
5.4	TESTACE ÚČINKU DOPLŇKOVÉHO PŘÍJMU ZINKU A MĚDI NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV.....	111
5.4.1	Vliv přidavku zinku a mědi na jejich obsah v krevní plazmě dojených krav v průběhu laktace.....	111
5.4.2	Účinek doplňkového příjmu Zn a Cu na reprodukční a produkční parametry dojených krav.....	114
6.	ZÁVĚR.....	120
6.1	OBSAH ZINKU A MĚDI V MLÉCE JAKO UKAZATEL ZÁSOBENOSTI CHOVŮ DOJENÝCH KRAV.....	120
6.2	PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V MLÉCE.....	122
6.3	REPRODUKČNÍ A PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V KREVNÍ PLAZMĚ.....	123
6.4	TESTACE ÚČINKU DOPLŇKOVÉHO PŘÍJMU ZINKU A MĚDI NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV.....	125
7.	LITERATURA.....	126

Seznam vybraných použitých zkratek

ADF - acidodetergentní vláknina

BNLV - bezdusíkaté látky výtažkové

CPM - celkový počet mikroorganismů (v mléce)

Hb - hemoglobin

NDF - neutrálně detergentní vláknina

NEL - netto energie laktace

NL - dusíkaté látky

PDI (protein digestible in the intestine) - skutečně stravitelné dusíkaté látky v tenkém střevě *)

PSB - počet somatických buněk (v mléce)

Suš. - sušina

TMR (Total Mixed Ration) - kompletní směsná dávka (směsná krmná dávka)

Tps - tukuprostá sušina

Vlák. - vláknina

*) PDI je sumou dvou frakcí: PDIA - protein krmiva nedegradovaný v bачору, ale skutečně stravitelný v tenkém střevě, a PDIM - mikrobiální protein, který je skutečně stravitelný v tenkém střevě (Zeman *et al.*, 1995)

Summary

Zinc and copper supplementation is the theme of studies of numerous authors, both in our Republic, and in worldwide dimension. Question of supplementation by these microelements in farms of cattle is in the Czech Republic actual especially in recent years.

Monitoring of zinc and copper concentrations in pool milk samples from Southern Bohemian dairy farms (The content of zinc and copper was determined using the method of mass spectrometry with induction-combined plasma - ICP-MS, after pressure microwave degradation with nitric acid and hydrogen peroxide) showed that at current supplementation of zinc and copper in feed rations of dairy cows in South Bohemia District can be presumed the average zinc value of $4.67 \pm 0.64 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ in milk and copper value only $41.87 \pm 64.20 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. From studies of the relationship between Zn and Cu in milk and others milk parameters the following dependence is evident: the zinc content in milk correlates with the content of selenium ($r_{xy} = 0.40$), manganese ($r_{xy} = 0.28$), with fat-free dry matter, milk proteins and lactose ($r_{xy} = 0.26\text{--}0.36$), the copper content correlates with content of manganese ($r_{xy} = 0.60$). The zinc concentration in milk was higher on farms with intensive daily milk production ($r_{xy} = 0.25$). The relation between the nutritional standard on the dairy farm represented by urea and the zinc content in milk is expressed by the value $r_{xy} = 0.52$. Zinc content in milk correlates with first insemination per cent and negatively with index of insemination: $r_{xy} = 0.25$, respectively -0.19 . The shortest interval and the highest per cent of gravidity after the first insemination was recorded on the farms with normative zinc content in milk. The farms with $5\text{--}50 \text{ } \mu\text{g} \text{ Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ in milk demonstrate the lower number of inseminations needed for gravidity compared with the farms with the copper content in milk $< 5 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ ($P < 0.05$).

The average zinc value of $4.65 \pm 0.92 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ in samples of raw cow's milk (AOAC method) from Holstein breed from Polish farm in the period of 2 months *p.p.* corresponded with referred value. On the contrary, the Cu concentration exceeded the level of hygienic limit. On the 2nd farm were found over-normative contents of Zn and Cu in milk. The relation between content of copper and zinc in milk was characterised by the rate $1:2.97\text{--}3.56$ and correlation coefficient $r_{xy} = 0.18\text{--}0.44$. In the period of 3rd month of lactation ($100 \pm 18.3 \text{ days}$) on 1st farm in comparison with 2nd month *p.p.*

(64 ± 18.3 days) was identified increased amount of Zn and Cu in milk ($P < 0.01$), raised daily milk production and per cent of milk fat and statistically significant increase of proteins ($P < 0.05$). With the increased Zn concentration increased the percentage content of dry matter, milk fat and proteins ($r_{xy} = 0.35\text{--}0.56$) and with the rising Cu concentration in milk increased the percentage content of milk proteins ($r_{xy} = 0.28$) and reduced the number of somatic cells ($r_{xy} = -0.27$).

Monitoring of the content of zinc and copper in blood plasma of dairy cows from Southern Bohemian dairy farm brought up following results: the average plasma zinc concentration $1.01 \pm 0.26 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ and copper concentration $0.93 \pm 0.19 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. With this saturation can be presume in 78 per cent of population Zn content, respectively in 81 per cent of population Cu content, corresponding to physiological requirements. The highest amount of Zn and Cu had the dairy cows achieving excellent interval of insemination, i.e. 61–75 days ($1.07 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$, $0.97 \text{ mg Cu} \cdot \text{l}^{-1}$). The difference between the Zn content in blood plasma of these dairy cows and the average of the group with interval 81–100 days is statistically significant ($P < 0.05$). On the contrary the lowest content of copper had dairy cows with the longest interval of insemination (above 110 days). The highest milk production ($2451.8 \pm 322.0 \text{ kg}$) and the highest amount of proteins ($69.2 \pm 7.6 \text{ kg}$) during the first 100 lactation days reached dairy cows inseminated in period up to 60 days *p.p.*; contrariwise the lowest amount of milk (2215.8 kg) and proteins (62.1 kg) during the first 100 lactation days was detected in dairy cows with the interval of insemination above 110 days. The difference between the average of both groups in production of milk and proteins is highly statistically significant ($P < 0.01$). The difference in reached milk production and proteins amount between dairy cows in group inseminated up to 60 days *p.p.* and dairy cows with interval of insemination 61–75 days is on the limit of statistical signification $P < 0.05$. The content of zinc in blood plasma of dairy cows correlates with percentage content of lactose in milk during the period of 100, 200 and 305 lactation days ($r_{xy} = 0.19\text{--}0.25$); the content of copper correlates with milk production during 305 days of lactation ($r_{xy} = 0.34$) and amount of proteins during the first 100 lactation days and 305 days ($r_{xy} = 0.24\text{--}0.28$). Higher per cent of milk proteins related to the higher Zn concentration in blood plasma during 305 lactation days ($r_{xy} = 0.26$).

Supplemented zinc intake at quantity 130 mg per head per day over the period of three weeks prior to delivery was reflected in its increased presence in blood plasma in

3rd and 5th month *post partum* compared with the control group; however, this difference was statistically insignificant. Supplemented copper intake at quantity 60 mg per head per day over the period of three weeks prior to delivery was reflected in its increased presence in blood plasma in 1st and 9th month *post partum* compared with the control group; however, this difference was statistically insignificant. The group supplemented by addition of zinc, respectively copper in comparison with the control group is characterised by more positive reproduction parameters (lower number of inseminations, lower values of insemination interval and open days etc.) and some qualitative milk parameters, e.g. higher protein production during first 100 lactation days and higher per cent of milk proteins per complete lactation - $P < 0.05$ in group with the addition of Zn, respectively $P < 0.01$ in group with the addition of Cu.

KEY WORDS: zinc, copper, dairy cows, nutrition, blood plasma, milk, reproduction.

1. ÚVOD

Intenzifikace produkce a zvýšení dojivosti krav vyžaduje nejen plné krytí potřeb bílkovin a energie, ale také vhodné vybilancování minerálních prvků a vitamínů s ohledem na fyzikální formu a interakce mezi komponenty krmné dávky (Strusińska *et al.*, 2003).

Minerální prvky existují v buňkách a tkáních živočichů v nejrůznějších chemických a funkčních formách a kombinacích i v charakteristických koncentracích typických pro určitý prvek a tkáň. Jednotlivé minerální prvky nepůsobí v organismu samostatně, ale vždy ve vzájemných souvislostech. Pro fyziologickou funkci a strukturální integritu tkání musí být zachována optimální koncentrace a poměr minerálních látek. Minerální látky obsažené v organismu živočichů tvoří 4–5 % jejich hmotnosti. Biologická významnost jednotlivých minerálních látek je velká a každá porucha metabolismu či změna koncentrace v biologických tekutinách a tkáních ovlivňuje řadu fyziologických a zejména biochemických procesů, a tím metabolismus organismu jako celek. Za fyziologických stavů jsou všechny minerální látky v organismu v dynamické rovnováze, která je řízena homeostatickými mechanismy. Základním předpokladem udržení dynamické rovnováhy minerálních látek a jejich koncentrace v tkáních a biologických tekutinách je adekvátní přísun krmivy a jejich utilizace. Jak nedostatečný, tak i nadměrný příjem jednotlivých minerálních látek působí na organismus nepříznivě (Jelínek *et al.*, 2003).

Stopové prvky Zn, Cu, Fe, Se a Mn plní v organismu zvířat důležité strukturální, fyziologické, katalytické a regulační funkce (Underwood and Suttle, 1999 in Novotný *et al.*, 2003). Působí částečně jako komponenty nebo aktivátory enzymů, koenzymů a hormonálních mechanismů, do jisté míry ovlivňují kardiovaskulární funkce, centrální nervový systém, imunitu a reprodukční soustavu (Power and Horgan, 2000 in Novotný *et al.*, 2003). Mikroprvky zinek a měď zasahují do reprodukce především svým účinkem na pohlavní hormony (Suchý *et al.*, 1998; Sova *et al.*, 1981).

Podávání minerálně-vitaminózních doplňků ovlivňuje zvýšení koncentrace vitamínů, makro- a mikroelementů v kolostru i mléce (Strusińska and Iwańska, 1994) a produkci i jakost mléka (Kinal *et al.*, 2004a). Deficit zinku v krmné dávce se

projevuje snížením jeho hladiny v mléce, což má nepříznivý dopad na vývoj mláďat (Lamond and Périgoud, 1973 in Vrzgula *et al.*, 1990).

Stopové prvky jsou tradičně suplementovány do diet zvířat ve formě anorganických solí. V posledních letech je ve výživě přežvýkavců středem zájmu používání organicky vázaných forem (Spears, 1996).

Literární zdroje poukazují, že otázky suplementace, resp. deficitu zinku a mědi jsou významné nejen teoreticky (Anke *et al.*, 1994; Bencko *et al.*, 1995; Kruczyńska, 2004; Vrzgula *et al.*, 1990; Weiss, 2002 aj.), ale že jde v celosvětovém měřítku o téma důležité i prakticky, a to nejen z hlediska zdraví a produkce hospodářských zvířat (Almeida and Barajas, 2005; Burke *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2005a; Castillo *et al.*, 2005b; Dobrzański *et al.*, 2005; Dorton *et al.*, 2005; Eckert *et al.*, 1999; Ellis *et al.*, 2005; Harper *et al.*, 2005; Illek *et al.*, 1999; Kinal, 2000a; Kucharczak *et al.*, 2002; Lebreton *et al.*, 2005; Legleiter *et al.*, 2005; Mandebvu *et al.*, 2003; Miller *et al.*, 2005; Nocek *et al.*, 2005; Nollet, 2006; Novotný *et al.*, 2003; Payne *et al.*, 2005; Sikirić *et al.*, 2003; Torre *et al.*, 2005; Vann *et al.*, 2005 aj.) i z aspektu studia koncentrace těchto mikroprvků ve tkáních zvířat volně žijících (Bombik and Bombik, 2001; Kucharczak *et al.*, 2003 aj.), ale také zejména v poslední době s přihlédnutím k lidskému zdraví (Benemariya *et al.*, 1995; Campillo *et al.*, 1998; Çavdar *et al.*, 2002; Dai and Tang, 1991; Dorea, 2000; Yu, 1999 aj.).

Problematika zásobení zinkem a mědí je vzhledem ke značnému výskytu karence mědi u dojených krav v České republice (Illek *et al.*, 1999) a zinku u telat a býků (Illek, 1990) a s ohledem na negativní vliv jejich nedostatku na plodnost (Anke *et al.*, 1994; Bedwal and Bahaguna, 1994; Kliment *et al.*, 1989; Swenson and Johnson) stále aktuálním tématem.

Vzhledem k biodostupnosti, která je značně vyšší z produktů původu živočišného než rostlinného, se mléko a mléčné výrobky významně podílí na pokrytí potřeby zinku u člověka (Šmietana and Kłobukowski, 2006).

Předložený projekt je zaměřen na sledování zásobenosti dojených krav zinkem a mědí a řeší vztahy mezi těmito stopovými prvky a vybranými reprodukčními a produkčními parametry. Literární rešerše shrnuje poznatky o významu zinku a mědi pro přežvýkavce, příčinách a důsledcích jejich nedostatku, zdrojích zinku a mědi a jejich koncentraci v mléce v souvislosti s humánní populací, analyzuje situaci

nedostatku zinku a mědi u skotu v České republice a zabývá se anorganickou a organickou formou suplementace.

Problematika zásobení krav zinkem a mědí byla sledována jak z aspektu plošného sledování, tak i u individuálních jedinců. Úroveň zásobenosti byla posuzována na základě stanovených obsahů zinku a mědi ve vzorcích mléka a/nebo krve. U individuálních zvířat byl ověřován efekt suplementace minerálního doplňku na obsah zinku a mědi v krevní plazmě a na ukazatele reprodukce a mléčné užitkovosti. Byla věnována pozornost sledování hladin zmiňovaných mikroprvků v různém období laktace. Studie podává informace o dynamice a funkčních souvislostech saturace dojených krav těmito esenciálními prvky.

První část práce se týká monitoringu zinku a mědi v bazénových vzorcích mléka ve vybraných chovech České republiky a podává přehled o jejich obsahu v syrovém kravském mléce před jeho mlékárenským zpracováním a o vztazích mezi jejich koncentrací a ukazateli reprodukce v zemědělských podnicích. Pro porovnání byla sledována úroveň suplementace těmito nepostradatelnými mikroprvky u dojených krav na zahraničních farmách na základě stanovení jejich koncentrace v individuálních vzorcích mléka na počátku laktace ve vztahu k jakostním parametrům mléka (druhá část). Třetí část studie sleduje úroveň suplementace uvedenými prvky na počátku laktace ve vztahu k reprodukčním parametrům a mléčné užitkovosti na základě jejich analytického stanovení v krevní plazmě krav z vybraného tuzemského chovu, v němž bylo také (čtvrtá část) v poloprovozních podmínkách ověřeno zařazení zvýšených dávek anorganických forem zinku a mědi do krmné dávky na změnách jejich obsahu v krevní plazmě a účinku na reprodukční a užitkové parametry krav.

Uvedená studie svým rozsahem řešené problematiky značnou měrou přispívá k rozšíření přehledu o situaci zásobení dojených krav zinkem a mědí v ČR.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED (REŠERŠE)

2.1 SOUČASNÝ POHLED NA VÝZNAM ZINKU PRO PŘEŽVÝKAVCE

2.1.1 Stav zásobení skotu zinkem v ČR a význam zinku pro organismus přežvýkavců

V podmínkách České republiky se setkáváme s karencí zinku především u telat a býků v žíru, méně často u dojníc (Illek, 1990). Výsledky nedávno provedeného monitoringu obsahu zinku v kravském mléce z 84 chovů 16 okresů České republiky (Trávníček *et al.*, 2004) vykazaly pouze 7 % podnormativních hodnot a průměrnou koncentraci $4,66 \pm 0,59 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, v žádném z analyzovaných vzorků nebyly překročeny toxické hranice. Podobná hodnota byla zjištěna ve Španělsku: $4,41 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Rodriguez *et al.*, 2001 in Dobrzański *et al.*, 2005). V Polsku na území Slezska bylo u krav v plné laktaci průměrně $3307 \pm 1108 \text{ } \mu\text{g Zn} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka (Dobrzański *et al.*, 2005). Velice nízké hodnoty byly zjištěny např. v mléce krav v Chorvatsku – pouze $0,51 \pm 0,16 \text{ mg Zn} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Sikirić *et al.*, 2003) nebo v Kalifornii, kde se koncentrace přibližovaly analytickému detekčnímu limitu (McCaughey *et al.*, 2005).

Deficit zinku je spojen s útlumem regulace základních biologických funkcí na buněčné úrovni včetně syntézy DNA, transkripce RNA a buněčného dělení (Kazda *et al.*, 2004). V literatuře je komentován vliv zinku na expresi genů (Prasad, 1991) a jeho podíl na utváření kostí na celulární úrovni (Roughead and Kunkel, 1991). Jako složka alkalické fosfatázy (ALP) se zinek zúčastňuje osifikace. Suchý *et al.* (1998) se zmiňuje o jeho zapojení do fotochemických procesů vidění. Pozitivní účinek zinku na stav pokožky, epitelů, kůže a paznehtů (Kruczyńska, 2004) může být dán do souvislosti s jeho rolí v keratinizaci sliznic, kůže a kožních derivátů (Suchý *et al.*, 1998). Při obohacení výživy krav o podávání minerálních přísad s obsahem Zn byl zjištěn jeho signifikantně vyšší obsah v srsti zvířat (Bis-Wencel *et al.*, 2003). Normální koncentrace Zn udržuje funkčnost jaterního parenchymu (Zamfir *et al.*, 2006). Podle výzkumných studií je příjem zinku důležitý pro řádnou funkci imunitního systému (Conway, 1988),

je nutný pro buněčně zprostředkovanou imunitu (Prasad, 1991; Obmińska-Mrukowicz and Szczypka, 2005) a jeho deficience může vést k degeneraci lymfatické tkáně (Reddy and Frey, 1990, Harmon and Torre, 1994 in Cronjé, 2004). Nedostatek zinku byl podle sledování Szczepanika and Wilkołka (2004) příčinou imunosuprese při trichofytóze. Současné výzkumy dokladují příznivý vliv organicky vázaného zinku na zvýšení hladiny imunoglobulinů v kolostru a v krevním séru (Kinal, 2005a; Kinal *et al.*, 2004b), na vzestup glukózy a bílkovin krevního séra (Strusińska *et al.*, 2003), a na produkční (Kinal *et al.*, 2004a; Kinal *et al.*, 2005a; Šimek *et al.*, 1995 in Šiške, 1997) i reprodukční vlastnosti skotu (Uchida *et al.*, 2001; Campbell *et al.*, 1999) apod. Pokusy prokázaly pozitivní efekt dotace Zn na negativní oxidační účinky olova (Eybl *et al.*, 2006) a na snížení obsahu kadmia ve střevním epitelu (Berzina *et al.*, 2006). Zinek spolu se selenem hraje důležitou ochrannou roli při intoxikaci kadmiiem (Baranauskienė *et al.*, 2006). Nedávné studie se zmiňují o cytotoxických a antiproliferačních účincích Zn na nádorové buňky (Alexandrova *et al.*, 2006). Sledování Çavdara *et al.* (2002) poukazuje na snížený obsah zinku a selenu v krevní plazmě a vlasech pacientů s lymfosarkomem. Altuntaş *et al.*, (2000) považuje na základě vlastní studie deficienci zinku za důležitý problém u dětí s diagnózou celiakie. Deficit Zn u lidí může hrát také důležitou roli v patogenezi obezity (Skalnaya *et al.*, 2006). Zinek se účastní při tvorbě inzulinu (Kruczyńska, 2004) a je potřebný pro aktivitu mnoha enzymů v biologických systémech (Prasad, 1991; Vrzgula *et al.*, 1990). Udává se, že je součástí více než 200 metaloenzymů (Racek *et al.*, 2006), např. alkoholdehydrogenázy, alkalické fosfatázy, aldolázy, laktátdehydrogenázy, RNA- a DNA-polymeráz, reverzní transkriptázy, karboxypeptidáz A, B, G (Bencko *et al.*, 1995) a superoxiddismutázy (SOD) (Yo, 1994 in Markiewicz *et al.*, 2005), která má antioxidační účinky - katalyzuje přeměnu superoxidových aniontů na kyslík a peroxid vodíku (Noor *et al.*, 2002 in Blander *et al.*, 2003). Tento enzym má význam v potlačení oxidativního stresu. Suplementace SOD zmírnila u krys důsledky zranění způsobené natažením kosterních svalů a usnadnila jejich regeneraci (Li *et al.*, 2005). Některé metaloenzymy zinku ve tkáních savců, jejichž struktura a funkce byla popsána Riordanem and Valleem (1976 in Prasad in Underwood and Suttle, 2001), jsou uvedeny v tab. 1. Účast zinku ve struktuře rozličných enzymů vypovídá o jeho nezastupitelné roli pro metabolismus organismu. Snížení tělesné hmotnosti při karenci zinku úzce souvisí s jeho přítomností v rozličných proteolytických enzymech (Vrzgula *et al.*, 1982).

Tab. 1: Některé metaloenzymy zinku ve tkáních savců a jejich funkce (podle Riordana and Valleho, 1976 in Prasad in Underwood and Suttle, 2001)

Enzym	Funkce
Alkoholdehydrogenáza	Vzájemné přeměny alkoholu a aldehydu spojené s NAD ⁺
Alkalická fosfatáza	Uvolňování PO ₄ ³⁻ z chemických vazeb, např. monoesterických
Karboanhydráza	Ušnadnění transportu CO ₂
Karboxypeptidáza A a B	Hydrolýza terminálního C aminokyselin z polypeptidů
Kolagenáza	Degradace kolagenních vláken
Leucin-aminopeptidáza	Uvolnění aminokyselin z N-terminálního konce proteinů a polypeptidů
Manozidáza	Hydrolýza manózy
Superoxiddismutáza	Destrukce volných radikálů O ²⁻

2.1.2 Projevy nedostatku a nadbytku zinku u přežvýkavců

U zvířat se může nedostatek Zn projevovat změnami chuťového vnímání doprovázenými poškozením epitelu jazyka, narušením syntézy keratinu, omezeným růstem kostí končetin a poruchami zraku (Anke *et al.*, 1994). Mechanismus retardace růstu při karenci zinku lze spatřovat v nechutenství, v nedokonalém využití živin z krmiva a v poruchách proteinového a energetického metabolismu (Illek, 1990). Specifickým onemocněním z nedostatku zinku je parakeratóza. Jde o onemocnění epidermální vrstvy kůže, vyskytující se u telat, ovcí, koz a selat. U telat dochází k charakteristickému vypadávání srsti v okolí očí ("brýle"), na hlavě, krku a končetinách (Suchý *et al.*, 1998). Obdobné nálezy u volně žijících přežvýkavců pozoroval Abdou (2005).

Nadměrný příjem Zn je u hospodářských zvířat poměrně vzácný. Vyskytuje se např. u selat léčených přípravky s vysokým obsahem zinku. Nadbytek zinku snižuje stravitelnost fosforu, způsobuje anémie a poruchy trávení. Otrava je podmíněna

především antagonistickým vztahem zinku k železu a mědi (Suchý *et al.*, 1998). Symptomy toxicity zinku zahrnují sníženou imunitní reakci, pokles hladiny lipoproteinu s vysokou hustotou (HDL) a indukci deficiencie mědi (anémii) (Omaye, 2004). Noakes *et al.* (2001) upozorňuje, že nadměrný přísun přídatků Zn může vést k poruše metabolismu esenciálních mastných kyselin, které ovlivňují syntézu prostaglandinu.

2.1.3 Vztah zinku k reprodukci, mléčné užitkovosti a jakostním parametrům mléka

Vliv Zn na reprodukční funkce spočívá v jeho působení na hormony (ovlivňování vylučování gonadotropinů, androgenů a prostaglandinů, podíl na uvolňování prolaktinu, účast na kontrakcích děložního svalstva v průběhu porodu, ovlivnění motility spermií a jejich schopnosti penetrace do vajíčka) (Suchý *et al.*, 1998) a v jeho roli jako antioxidantu (Fettman, 1991 in Noakes *et al.*, 2001).

Důsledky nedostatku Zn se týkají jak samčích, tak i samičích jedinců. Vyšší potřeba Zn u samců v porovnání se samicemi souvisí s jeho značným množstvím v sekretu prostaty. Při dietách chudých na Zn byl popsán zpomalený vývoj varlat, narušená spermatogeneze (Anke *et al.*, 1994), nedostatečná kvalita spermatu (Swenson and Johnson), snížené *libido sexualis*, u samic narušení syntézy a sekrece hormonů FSH a LH, abnormální ovariální vývoj, poruchy estrálního cyklu (Bedwal and Bahaguna, 1994), poruchy zabřezávání v důsledku narušené ovulace, snížený počet oplozeníschopných vajíček, nízká porodní hmotnost, prodloužená doba gravidity (Anke *et al.*, 1994), komplikace při porodu a častý výskyt abortů (Bedwal and Bahaguna, 1994). Obsah zinku v krevní plazmě může být vhodným ukazatelem rizika spontánní aborce (Graham *et al.*, 1995). O významu zinku pro kvalitu spermatu a jeho vlivu na oplodnění u prasnic se zmiňuje Close (1999 in Close, 2003). Zinek významně snižuje důsledek retardace nitroděložního vývoje (Simmer *et al.*, 1991), jeho intrauterinní deficit zpomaluje vývoj varlat a může opozdit nástup pohlavní dospělosti. Tyto projevy nedostatku se vztahují také na člověka (Anke *et al.*, 1994). Podávání organicky vázaného Zn spolu s Cu, Co a Mn dojnicím významně snížilo inseminační interval (Campbell *et al.*, 1999) a délku servis periody (Uchida *et al.*, 2001). Organicky vázaný

zinek příznivě ovlivňuje produkci mléka (Kinal, 2005a; Kinal *et al.*, 2005a) a snížení počtu somatických buněk v mléce díky lepší tvorbě keratinu ve strukovém kanálku (Šimek *et al.*, 1995 in Šiške, 1997). Na rozdíl od uvedených autorů nezjistil Uchida *et al.* (2001) vliv organické formy Zn na mléčnou užitkovost a počet somatických buněk. Suplementace Zn se vysoce významně ($P < 0,01$) odrazila na zvýšení koncentrace Zn ve smetaně, nikoli však ve frakci odstředěného mléka, což podporuje hypotézu o úloze zinku v membráně kapének mléčného tuku (Hermansen *et al.*, 1995). V syrovém kravském mléce byly zjištěny korelační závislosti mezi obsahem Zn a obsahem mléčných bílkovin ($r_{xy} = 0,30$) a močoviny v mléce ($r_{xy} = 0,44$) (Trávníček *et al.*, 2004). V lidském mléce nebyla nalezena závislost mezi obsahem Zn a Fe. Vztah mezi těmito prvky nebyl popsán ani v krevním séru (Donangelo *et al.*, 1989 in Emmett and Rogers, 1997).

2.1.4 Faktory podmiňující potřebu zinku u zvířat

Zinek se vyskytuje nejčastěji ve formě $ZnCl_2$, $ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$ nebo ZnO , může se vyskytovat rovněž ve formě organických solí (chemická vazba kovového kationtu se zbytkem organické kyseliny). Výzkumy prováděné od 70. let 20. století umožnily vypracovat biotechnologické metody syntézy látek - vazeb mikroprvků s aminokyselinami, polypeptidy, bílkovinami či polysacharidy (Ślupczyńska and Kinal, 2003a). Značný zájem o používání chelátových nebo organických stopových prvků v dietě přežvýkavců byl podpořen příspěvky o zlepšení růstu, reprodukce a zdraví u přežvýkavců krmených organickou formou stopových prvků (Spears, 1996). Používání aminokyselinových chelátů a bioplexů zinku pro produkci minerálních aditiv pro přežvýkavce opodstatňují také jejich příznivější fyzikálně-chemické vlastnosti ve srovnání se sírany a oxidy (Ślupczyńska and Kinal, 2003b). Tyto vlastnosti dovolují jak jejich efektivní využití v krmivářském průmyslu, tak i lepší absorpci v organismu zvířat (Kinal *et al.*, 2004c). Efektivnost organických forem spočívá v jejich vyšší aktivitě a biologické dostupnosti (Hemken and Du Shi, 1996 in Kinal *et al.*, 2004a). Stravitelnost Zn z vazeb s proteináty, kvasinkami, laktáty apod. je v porovnání s vazbami anorganickými několikanásobně vyšší. Využití Zn ze síranu zinečnatého se

udává v rozmezí 15–40 % (Suchý *et al.*, 1998). Nižší absorpce byla pozorována u oxidu zinečnatého (Kinal, 2000a). Procentický obsah zinku v anorganických formách včetně jejich stupně využitelnosti (Šimek *et al.*, 2001) je uveden v tab. 2. Vyšší absorpci a utilizaci zinku u jeho organických forem potvrzuje také Kinal (2005b) u jehňat. Naproti tomu Spears (1989 in Spears, 1996) se zmiňuje o vyrovnané absorpci Zn z formy Zn-methioninu a oxidu zinečnatého. Také výsledky mnoha jiných výzkumů hodnotí efektivitu utilizace zinku z oxidů a chloridů na stejné úrovni jako z komplexů s aminokyselinami a proteináty (Weedekind *et al.*, 1992 in Kinal *et al.*, 2005). Při použití organické formy byly ve srovnání s anorganickou formou pozorovány statisticky významné rozdíly v obsahu Zn v séru telat (Kinal *et al.*, 2004a) a selat (Novotný *et al.*, 2005). Stanton *et al.* ve svých pokusech zjistil, že podávání organických forem Zn, Cu, Mn a Fe v porovnání s jejich anorganickými variantami statisticky významně pozitivně ovlivnilo výsledky zabřezávání u krav. Pozitivní vliv organicky vázaného Zn byl zjištěn také u drůbeže (Jankowski *et al.*, 2003; Świątkiewicz *et al.*, 2001). Nocek *et al.* (2005) publikuje výsledky s pozitivním vlivem organicky vázaného Zn, Mn, Cu a Co na snížení počtu somatických buněk. Na druhé straně např. Whitaker *et al.* (1997) nezjistil rozdíly v počtu somatických buněk v mléce krav suplementovaných přídatkem anorganické formy Zn + Zn-proteinátu a dojnic dotovaných pouze jeho anorganickou formou. Výsledky studie se suplementací stopových prvků v dietě jiných savců (velbloudů) naznačují, že suplementace stopovými prvky se může odrazit na zvýšení vylučování (exkreci) zinku do mléka nezávisle na skutečnosti nízké hladiny zinku v plazmě (Dell'Orto *et al.*, 2000).

Resorpce zinku dále závisí na jeho množství v krmné dávce (při sníženém množství zinku v dietě se jeho resorpce zvyšuje, při vysokém se snižuje), na věku a na interakci s jinými prvky: Ca, Fe, Cu, Cd, Mn, Se (Suchý *et al.*, 1998), Mg, As, Pb, Hg a Al (Vrzgula and Sokol, 1987). Antagonisty zinku jsou také P a Ni (Danek, 2002). Při zvýšeném obsahu Ca může dojít ke snížení využitelnosti Zn, projevujícím se poklesem jeho koncentrace v krvi a zbržděním růstu (Tucker and Salmon, 1955 in Grela, Pastuszak, 2004). Vyšší dávky mědi ($\geq 250 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ krmiva) mohou bez přídatku zinku vyvolat příznaky parakeratózy a zvýšit mortalitu (Suttle and Mills, 1966 in Grela, Pastuszak, 2004). Vznik hypozinkémie podmiňuje nejen nízký obsah Zn v půdě a krmivech, ale také nedostatek sacharidů, vitamínu A (Vrzgula and Sokol, 1987) a nedostatek nebo nadbytek bílkovin v krmné dávce (Vrzgula *et al.*, 1990). Nižší

vstřebávání zinku bylo pozorováno také po perorálním podání jeho vysokých dávek a za přítomnosti interferujících faktorů v dietě, jako jsou např. fytáty. Vstřebávání zinku se zvyšuje při nízké tělesné hmotnosti a sníženém obsahu zinku v organismu (Beneš, 1995 in Neuberg *et al.*, 1978 in Bencko *et al.*, 1995). Fytové kyseliny, běžně se nacházející v rostlinách, mají z dietetických přísad na využitelnost zinku nejzřetelnější vliv. Jedná se však pravděpodobně pouze o hexa- a pentafosforečnanové deriváty inositolu, tvořící nerozpustné a tím nevyužitelné komplexy Ca-Zn-fytáty, což ukazuje, že využitelnost zinku z diety obsahující fytát závisí tedy i na přítomnosti vápníku (Kvasničková, 1998). Při bilancování potřeby Zn je zapotřebí věnovat pozornost i obsahu Fe a Cu (Grela and Pastuszak, 2004). Zvýšení dávky Zn na úroveň 1000–3000 mg · kg⁻¹ krmiva vedlo k poklesu koncentrace Cu v krevním séru (Hill *et al.*, 2001 in Grela and Pastuszak, 2004) a v souvislosti se sníženou koncentrací ceruloplazminu k nižšímu využití Fe. Množství zinku zadržného v organismu (retence) závisí na jeho hladině v krmné dietě, tato závislost však nebyla potvrzena u jeho absorpce (Kinal, 2000b).

Resorpce zinku je aktivní proces, část zinku je zadržena ve střevní mukóze, odkud je pomalu uvolňován. Ve střevě se váže na bílkovinu a za spotřeby ATP je přenesen přes bazální membránu. Vstřebaný zinek se váže na albumin a je přes játra distribuován do dalších tkání (Suchý *et al.*, 1998). U experimentálních zvířat je vstřebávání zinku uváděno v rozsahu od 10 do 90 %. U zdravých osob bylo po podání nízkých dávek ⁶⁵ZnCl₂ zjištěno vstřebávání na úrovni 58–77 %, u pacientů s *acrodermatitis enterohepatica* pouze 16–42 % z podané dávky (Lombeck *et al.*, 1975 in Bencko *et al.*, 1995). Toto onemocnění je genetickou poruchou metabolismu zinku, projevující se kožními lézemi, narušenou funkcí střeva a poruchami chování. Koncentrace zinku v krevním séru takto nemocných pacientů je < 6 μmol · l⁻¹ (Pechová and Vávrová).

Vylučování Zn probíhá většinou výkaly (Vrzgula *et al.*, 1990), např. u myši bylo v průběhu jednoho týdne po intravenózním podání 0,3 μg ZnCl₂ nalezeno ve výkalech 50 % z podané dávky, vylučování močí bylo nižší (< 5 %) (Sheline *et al.*, 1943 in Bencko *et al.*, 1995). U dojnic uvádí Kroupová (2002) obsah Zn ve výkalech v rozmezí 39,3–196,4 mg · kg⁻¹ sušiny. Na zvýšení sekrece Zn výkaly se podílí nadměrný příjem vápníku (Kroupová *et al.*, 2001). Množství vylučovaného zinku močí je poměrně stálé. Exkrece zinku se uskutečňuje také mlékem (Jamroz, 2004).

Současné výzkumy se zabývají vlivem kvasniční kultury *Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶ na dostupnost minerálních látek pro syntézu mléka. Účinek závisí na dynamice degradace minerálních bioplexů v bachoru a minerálním statutu dojnic (Iwańska *et al.*, 1999). Přídavek kvasnic stimuluje zvýšení hladiny Zn v mléce (Strusińska *et al.*, 2004) a společně s cheláty minerálních prvků zvětšuje jejich dostupnost pro bachorové mikroorganismy, a tím podmiňuje vzrůst transportu mikroelementů do tkání, resp. krve (Strusińska *et al.*, 2003).

Tab. 2: Procentický obsah minerálních látek v aplikovaných zdrojích zinku a relativní biologická využitelnost (Šimek *et al.*, 2001)

Zdroj	Obsah Zn ve zdroji (%)	Biologická využitelnost
ZnCO ₃	52,0	vysoká
ZnCl ₂	48,0	střední
ZnSO ₄	22,0–36,0	vysoká
ZnO	46,0–73,0	vysoká

2.1.5 Zdroje zinku pro zvířata, parametry hodnocení zásobenosti zvířat zinkem a jeho výskyt v organismu

Přirozenými zdroji zinku pro hospodářská zvířata jsou především otruby, zrniny a krmné kvasnice (Suchý *et al.*, 1998). Z obilovin obsahuje největší množství zinku pšenice ozimá: 21,8–65,9 mg · kg⁻¹ sušiny (Matyka *et al.*, 1990), ze semen rostlin vikvovitých lupina: 80 mg · kg⁻¹ sušiny (Matyka *et al.*, 1997). Průměrná koncentrace zinku v píci je 36 mg · kg⁻¹ sušiny (Minson, 1990 in Underwood and Suttle, 2001) a jeho normální obsah ve většině krmiv a potravin je 20–80 mg · kg⁻¹ sušiny (Lantsch and Schenkel, 1978 in Opinion of the SCF, 2003). Cikrt (1983 in Grieger, Holec *et al.*, 1990) uvádí obsah zinku v trávách a obilninách v rozmezí od 10 do 100 mg Zn · kg⁻¹. V kukuřičné siláži bylo zjištěno 42,6 mg Zn · kg⁻¹ suš. (Olkowski, 1994), resp. 53 mg Zn · kg⁻¹ suš. (Świetlikowska *et al.*, 1994). V krmné dávce pro selata bylo obsaženo 33 mg Zn · kg⁻¹ suš. (Revy *et al.*, 2006). Bujanowicz-Haraś *et al.* (2004b) zjistili ve standardních krmných dávkách krav středo-východního Polska průměrně

33,60 mg Zn · kg⁻¹ sušiny. V krmné dávce mladých býčků bylo 115,3 mg Zn · kg⁻¹ (Kinal and Preš, 1996). Obsah Zn v rostlinách závisí na jeho obsahu v půdě (Dąbkowska-Naskręt and Bartkowiak, 2002). Průměrný obsah Zn v půdách se pohybuje v rozmezí 30–125 ppm (Kabata-Pendias and Pendias, 1999). Pro skot je v současné době komerčně dostupný také tekutý přídatek minerálních prvků (Nutra-Lix, Billings, MT), který obsahuje mj. 330 mg Zn · kg⁻¹ (Earley *et al.*, 1999). Současné dostupné literární zdroje udávají denní potřebu pro dojnice na úrovni 50–60 ppm Zn (50–60 mg · kg⁻¹) (Weiss, 2005). Yur *et al.* (2002) našel v krmné dávce určené pro krávy hodnotu na spodní hranici tohoto rozmezí: 50 mg Zn · kg⁻¹ sušiny. Vrzgula *et al.* (1990) uvádí potřebu zinku na kg sušiny krmiva v rozmezí 40–50 mg. Podle Kruczyńské (2004) je potřeba Zn pro skot 50 mg · kg⁻¹ (min. 45, max. 250) sušiny krmné dávky, pro dojnici v laktaci 850–1200 mg Zn · den⁻¹ (při požití 17–24 kg suš.) a dojnici zasušenou 600 mg · den⁻¹ (při požití 12 kg suš.). Normu 40 mg · kg⁻¹ suš. krmiva doporučuje Barej (1986) a nižší hodnotu - 30 mg · kg⁻¹ sušiny podává jak americká norma NRC (1996 in Paterson *et al.*, 1999), tak i norma anglická ARC (1980 in Kruczyńska and Kujawa, 1994). Za hranici toxicity pro přežvýkavce byla přijata hodnota 250 mg Zn · kg⁻¹ sušiny krmiva (Jarrige, 1989). V napájecí vodě pro dojené krávy je považován za hodnotu toxickou obsah zinku na úrovni 8 mg · l⁻¹ (Pickup *et al.*, 1954 in Opinion of the SCF, 2003). Koncentrace zinku v krmných dávkách pro mléčný skot a pro skot ve výkrmu včetně tolerančního obsahu doporučené Kudrnou *et al.* (1998) jsou uvedeny v tab. 3. Potřebu Zn a dalších stopových prvků pro skot podle Nehringa *et al.* (1970 in Vrzgula *et al.*, 1990) ukazuje tab. 4. Normy potřeby Zn pro dojnice s přihlédnutím k živé hmotnosti, doživosti a fázi růstu, resp. březosti podává Rozman (1981) (tab. 5).

Při hodnocení deficitu zinku se vychází z měření koncentrace zinku v krevní plazmě (Kvasničková, 1998). U člověka je v krevní plazmě obsaženo okolo 15 μmol Zn · l⁻¹ (Jackson, 1989 in Tapiero and Tew, 2003), uváděné orientační fyziologické rozpětí je 10,7–16,8 μmol · l⁻¹ (Masopust, 1982). Normální hladina Zn v plazmě dojnic se pohybuje v podobném rozmezí: 10,5–17 μmol · l⁻¹ (Calamari *et al.*, 1989 in Masoero *et al.*, 1998). Strusińska and Iwańska (1994) publikují v krevní plazmě krav 60 dní *post partum* hodnotu 15,7 μmol · l⁻¹ Zn. U klinicky zdravých dojnic v plné laktaci a věku 4–12 let bylo zjištěno 2575 ± 644 μg Zn · l⁻¹ plné krve (Dobrzański *et al.*, 2005), ve sledování Kruczyńské (1992) je uváděna hladina zinku v krevním séru krav

průměrně 13,0–48,7 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, a telat 10,7–39,0 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Hodnoty obsahu zinku v krevním séru ($198,7 \pm 45,8 \mu\text{g} \cdot \text{dl}^{-1}$) a plazmě krav ($178,8 \pm 33,33 \mu\text{g} \cdot \text{dl}^{-1}$) jsou velmi podobné. V erytrocytech byl ve stejném sledování zjištěn obsah $22,82 \pm 1,5 \mu\text{g Zn} \cdot \text{g}^{-1} \text{Hb}$ (Yur *et al.*, 2002). Ve srovnání s ovcemi je koncentrace Zn v krvi krav vyšší, např. autorka Paleczek *et al.* (2001) zjistila v krvi jehňat pouze $7,8 \mu\text{mol Zn} \cdot \text{l}^{-1}$.

Koncentrace Zn v krevním séru nebo plazmě jsou nejčastěji používanými ukazateli, ale nízké hodnoty nejsou obvykle pro časnou změnu a zjištění úrovně deficitu jako diagnostické kritérium dostatečně přesné. Nicméně nedávná studie poukazuje na souvislost mezi snížením růstu a poklesem obsahu Zn v plazmě u jalovic (Engle *et al.*, 1997 in Underwood and Suttle, 2001).

V kravském mléce je v porovnání např. s obsahem Cu značné množství Zn. Podle Illka *et al.* (2000) obsahuje mléko 4–5 mg Zn $\cdot \text{l}^{-1}$. Koncentrace Zn v mléce je také vyšší než koncentrace Se (Hatano *et al.*, 1985 in Alaejos and Romero, 1995). Campillo *et al.* (1998) zjistil v kravském mléce $3 \pm 0,2 \mu\text{g Zn} \cdot \text{ml}^{-1}$ a v sušeném mléce $23,5 \pm 0,3 \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$. Obsah Zn v mléce je ovlivnitelný výživou, zatímco obsah některých jiných prvků (Ca, P) je v mléce konstantní a nesnižuje se ani při jejich silné karenci, protože dochází k jejich uvolňování do mléka ze skeletu (Illek, 1998). Podle McCaugheyho *et al.* (2005) však minerální složení mléka na dietě nezávisí. Lehti (1990) zjistil, že na množství Zn v mléce nemá významný vliv věk.

V organismu je nejvíce zinku obsaženo ve svalech, játrech, kostech a mléčné žláze (Suchý *et al.*, 1998). Ve svalech může být koncentrace Zn až 2,5krát vyšší v porovnání s ledvinami, resp. 2krát vyšší ve srovnání s jeho obsahem v játrech (Košla *et al.*, 1997). V mléce je Zn vázán především na koloidní kalciumfosfát kaseinových micel (Silva *et al.*, 2001). V krvi je zinek ze 75 % vázán v plazmě (především na bílkovinách), z 22 % na erytrocytech a ze 3 % na leukocytech (Sollman, 1957 in Bencko *et al.*, 1995). V plazmě je 84 % zinku vázáno na albumin, 15 % na α_2 -makroglobulin a 1 % na aminokyseliny (Jackson, 1989 in Tapiero and Tew, 2003). Po intravenózním podání ^{65}Zn rychle mizí z krve a objevuje se ve vysoké koncentraci v pankreatu, játrech, slezině, v ledvinách a pouze v nízkých koncentracích ve svalech a v mozku (Rubini *et al.*, 1961, Spencer *et al.*, 1965 in Bencko *et al.*, 1995). Podobně uvádí i Vrzgula *et al.* (1990), který popisuje vytváření mobilizovatelných rezerv

v játrech, slezině a slinivce břišní. Po suplementaci Zn byl pozorován zvýšený obsah Zn v kostní tkáni u býků (Illek, 1990) i u jiných zvířat, např. selat (Novotný *et al.*, 2005).

Tab. 3: Doporučené koncentrace zinku a mědi v dávkách pro mléčný skot (Kudrna *et al.*, 1998)

Kategorie zvířat	Zn	Cu
	mg · kg ⁻¹ sušiny	mg · kg ⁻¹ sušiny
Krávy v laktaci	50	10-15
Krávy do 30 dnů laktace	50	15
Krávy v období stání na sucho	50	10
Telata	50	10
Jalovice a býci v růstu - 3–6 měsíců	50	10
- 6–12 měsíců	50	10
- nad 12 měsíců	50	10
Dospělí býci	50	10
Toleranční obsah	600	100
Skot ve výkrmu - minimum	20	3
- maximum	60	10
- toleranční mez	600	130

Tab. 4: Potřeba stopových prvků pro skot (Nehring *et al.*, 1970 in Vrzgula *et al.*, 1990)

Kategorie zvířat	Fe	Cu	Mn	Zn	Co	I
	mg · kg ⁻¹ sušiny					
Dojnice s produkcí 15 kg mléka	40	8	50	50	0,09	0,12
Chovné jalovice s hmotností 50–100 kg	70	8	50	50	0,09	0,10
nad 100 kg	50	8	50	50	0,09	0,08
Výkrm – telata a býci s hmotností 50–100 kg	80	8	50	50	0,10	0,12
nad 100 kg	50	8	40	40	0,10	0,10

Tab. 5: Potřeba Zn a Cu pro dojnice (podle Rozmana, 1981)

Na záchovnou dávku								
Prvek	Živá hmotnost dojnic v kg							
	400	450	500	550	600	650	700	750
Zn (mg)	220	240	260	280	300	320	340	350
Cu (mg)	60	65	70	75	80	85	90	95
Na produkci 1 kg mléka								
Prvek	do 4000 kg za rok				nad 4000 kg za rok			
	% tuku				% tuku			
	3,0–3,5	3,6–4,0	4,1–4,5	4,6–5,0	3,0–3,5	3,6–4,0	4,1–4,5	4,6–5,0
Zn (mg)	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Cu (mg)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Na březost a na dokončení růstu								
Prvek	Přídavek na březost od 8. měsíce do otelení				Přídavek na ukončení růstu			
Zn (mg)	50				52			
Cu (mg)	20				8			

2.1.6 Význam aditivního podávání zinku a jeho obsah v živočišných produktech

V experimentech provedených na telatech, jalovicích i u býků v žíru byl zjištěn pozitivní vliv dotace zinku na růst i na některé biochemické parametry krve. Dlouhodobá suplementace krmné dávky býků v žíru zinkem a kobaltem podstatně ovlivnila intenzitu růstu zvířat (o 16 % vyšší přírůstek hmotnosti), obsah hemoglobinu a počet erytrocytů, krátkodobě i úroveň proteinémie, glykémie a zinkémie. Výrazně byl ovlivněn obsah vitamínu B₁₂ v krevní plazmě a kobaltu a zinku v jaterní tkáni zvířat (Illek, 1990).

Potraviny živočišného původu obsahují ve srovnání s potravinami původu rostlinného větší množství zinku (Illek *et al.*, 2000). Jeho obsah v masných výrobcích kolísá podle druhu produktu (Rosival and Szokolay *et al.*, 1983). Nejvyšší hodnoty zinku zaznamenali Pavelka and Šebesta (1983 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983) v masných konzervách z hovězího masa (tab. 6), nižší hodnoty u masa vepřového.

Mléko je zdrojem velmi dobře přístupného zinku pro lidskou výživu. Vstřebatelnost Zn z mléka se udává kolem 61 % (Bell *et al.*, 1987). Sýry a jogurty mají vyšší obsah Zn než syrové mléko (Park, 2000). Ke sníženému vstřebávání zinku z mléčných náhražek pro kojence může dojít při vyšším obsahu Fe v těchto produktech (Craig *et al.*, 1984). U člověka je norma potřeby zinku 15 mg · den⁻¹ (Tapiero and Tew, 2003). Na krytí denní potřeby Zn pro člověka v České republice se Zn v mléce podílí z 18,5 (kojící ženy) až 29,6 (děti 1–10 let) %, u dětí do 1 roku z 59,2 % (Trávníček *et al.*, 2004). V humánním mléce je asi o 1/3 až 3/4 méně Zn než v kravském mléce: 1,12 ± 0,05 µg Zn · ml⁻¹ (Campillo *et al.*, 1998), 2,93 ± 2,11 mg · l⁻¹ (Pilecki *et al.*, 1999), okolo 3 mg Zn · l⁻¹ (Schlett Wien-Gsell and Mommsen-Straub, 1970 in Bencko *et al.*, 1995). Biologická dostupnost většiny minerálních prvků z lidského mléka je však větší než z mléka kravského (Emmett and Rogers, 1997). Na základě řady studií se tento rozdíl přisuzuje pikolinátu, citranu, obsahu a druhu kaseinu, laktoferinu, popř. jiným faktorům (Kvasničková, 1998). Metabolismem zinku u novorozenců se zabýval Aggett (1994 in Emmett and Rogers, 1997), který ve svém výzkumu zjistil, že děti s nízkou porodní hmotností jsou citlivější na nedostatek zinku ve srovnání s dětmi, které se narodily s normální hmotností. Dnes se pro studium problematiky metabolismu zinku v lidském organismu používají propracované techniky, které umožňují měření již malých změn v izotopové dávce zinku v biologických vzorcích a které byly využity pro studium regulace homeostázy Zn u dětí a u žen během pohlavního cyklu (Krebs *et al.*, 1995).

Koncentraci Zn a jeho biologickou dostupnost pravděpodobně významným způsobem determinuje obsah mléčné bílkoviny v lidském mléce (Farida and Srikumar, 2000) a jeho obsah se významně snižuje s délkou trvání laktace (Dai and Tang, 1991). V kolostru žen bylo zjištěno $6040 \pm 3590 \mu\text{g Zn} \cdot \text{l}^{-1}$, ve zralém mléce přibližně 8x méně: $760 \pm 600 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (Rossipal and Krachler, 1998). Benemariya *et al.* (1995) zaznamenal snížení hladiny zinku v lidském mléce během laktace z průměru $3,8 \pm 0,5 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ na hodnotu $0,75 \pm 0,02 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ (po 10 měsících). Významné změny koncentrace zinku v humánním mléce v průběhu laktace uvádí i Dorea (2000). V prvních dnech *post partum* obsah zinku prudce klesá, později se pozvolna snižuje a ve 3. měsíci dosáhne relativně stabilní hladiny. Navzdory zvyšující se spotřebě mléka kojenci se celkový příjem zinku snižuje v důsledku snížení jeho koncentrace v mléce. Ačkoli lidské mléko dostatečně kryje výživné požadavky dětí pro jejich růst, je u kojenců popisována v cca 3. měsíci dermatitida z deficitu zinku (častěji u nedonošených dětí). Vnímavost kojenců k dermatitidě podmíněné nedostatkem zinku je pravděpodobně spojena s metabolismem jeho tělesných rezerv. Suplementace matek zinkem s cílem obohacení mateřského mléka nebyla efektivní, ale zdá se, že koriguje abnormality metabolismu zinku během gestace a laktace. O výskytu dermatitid z nedostatku Zn u předčasně narozených dětí ve 2.–4. měsíci věku se zmiňuje také Zimmermann *et al.* (1982 in Yu, 1999).

Organismus dospělého člověka obsahuje přibližně 2–4 g zinku. Velké množství ($40\text{--}140 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) se vyskytuje v játrech, slezině, pankreatu, v pigmentované oční tkáni a v prostatě. Denní příjem zinku je v rozpětí od 13 do 22 mg na osobu (Rosival and Szokolay *et al.*, 1983).

Tab. 6: Obsah zinku v potravinách

Potravina	Obsah Zn (mg · kg ⁻¹ produktu)	Citace
Masné konzervy z hovězího masa* ve vlastní šťávě	35,55 ± 10,81	Pavelka and Šebesta (1983 in Rosival and Szokolay <i>et al.</i> , 1983)
Želatina	až 2000	Berger and Haller (1965 in Rosival and Szokolay <i>et al.</i> , 1983)
Pšenice a jiné obiloviny, některé druhy ovoce	do 100	
Žloutek	až 45	
Mléko	0,03–0,4	Mezinárodní mlékařská federace (in Grieger, Holec <i>et al.</i> , 1990)
Sušené mléčné výrobky	0,6–2,0	Baláž <i>et al.</i> (1978 in Grieger, Holec <i>et al.</i> , 1990)
Sýry	0,6–7,4	
Ovčí sýry	1,9	

* z vepřového masa ve vlastní šťávě nižší

2.1.7 Metody stanovení zinku

Stanovení zinku v biologickém materiálu bylo dříve prováděno spektrofotometricky, polarograficky a spektrograficky. Dnes je přednostně užívána atomová absorpční spektrofotometrie (Bardoděj *et al.*, 1980 in Bencko *et al.*, 1995). Velká citlivost této metody umožňuje stanovovat nízké koncentrace zinku ve vzorcích z životního prostředí i v biologických materiálech (tkáních, krvi, plazmě, vlasech, moči). Jinými metodami použitelnými v současné době ke stanovení zinku jsou neutronová aktivační analýza (Anonymous, 1989 in Bencko *et al.*, 1995) a optická emisní spektrometrie (ICP-OES) (Silva *et al.*, 2001; Domínguez *et al.*, 2004). Za vhodnou byla pro determinaci Zn otestována metoda iontové chromatografie (Buldini *et al.*, 2002). V posledních letech se stává dominantní analytickou metodou pro stopovou

a ultrastopovou analýzu metoda hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS), která má v současnosti mez detekce pro většinu prvků výrazně nižší než běžné analytické metody a vyznačuje se velkou rychlostí měření, malou spotřebou vzorku, vysokou produktivitou a možností stanovení izotopového složení prvků (Bendl, 1997). Pro souběžné analýzy minerálních prvků ve vzorcích mléka je používána metoda DF-ICP-MS (DF-double focusing), po mikrovlnné asistované digesci. Přístroje DF-ICP-MS umožňují překonat meziatomové interference (vzájemné působení), které nevyřeší použití quadropolu ICP-MS (Martino *et al.*, 2001).

2.2 SOUČASNÝ POHLED NA VÝZNAM MĚDI PRO PŘEŽVÝKAVCE

2.2.1 Stav zásobení skotu mědi v ČR a význam mědi pro organismus přežvýkavců

V chovech skotu v České republice se v posledních letech setkáváme se značným výskytem karence mědi, a to u všech kategorií skotu, zvláště pak u dojnic (21 % vyšetřených zvířat), jalovic a telat (tab. 7). V souboru vyšetřených zvířat se objevily jak případy subklinické karence, tak i klinické formy onemocnění (Illek *et al.*, 1999).

Monitoring obsahu mědi v krevní plazmě dojených krav z chovů Jihočeského kraje prováděný před dvěma lety vykázal průměrnou hladinu $0,93 \text{ mg Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ (Hosnedlová and Trávníček, 2005). Ve sledování Torreho *et al.* (2005) provedeném v Jižní Americe (severní Uruguay) mělo 30 % sledovaných krav hladinu Cu v krevním séru pod $0,60 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$, která je považována za hraniční hodnotu (Underwood and Suttle, 1999 in Torre *et al.*, 2005). V podmínkách Polska (Dolny Śląsk, Opolszczyzna, Górný Śląsk) zjistil Dobrzański *et al.* (2005) u klinicky zdravých krav v plné laktaci obsah mědi $620,8 \pm 253,1 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ plné krve dojnic.

Měď má jako esenciální prvek v organismu mnohostrannou funkci (Illek *et al.*, 1999). Je ale také prvkem potenciálně toxickým (Mercer, 2001) a vzhledem k tomu jsou

její biologické účinky u zvířat různé (Bencko *et al.*, 1995). Běžnou biologickou formou je dvojmocná měď. Jednomocná měď (Cu^+) je v roztoku nestálá a snadno se oxiduje kyslíkem na Cu^{2+} (Kvasničková, 1998). Esencialita mědi spočívá v její úloze při buněčném dýchání, formování šlach a kostí, funkci srdce, myelinizaci nervové tkáně, keratinizaci a pigmentaci tkání (Bíreš *et al.*, 1997). Měď je nezbytná pro tvorbu elastinu a kolagenu, podmiňuje rozvoj pojivové a kostní tkáně (Kruczyńska, 2004), ovlivňuje krvetvorbu, reprodukční funkce a činnost nervové soustavy (Underwood, 1977, Suttle, 1986 in Illek *et al.*, 1999), je velmi důležitá pro specifickou i nespecifickou imunitu (Illek *et al.*, 1999), ovlivňuje tvorbu imunoglobulinů, funkci a počet T-lymfocytů a fagocytózu (Linder, 1991 in Illek *et al.*, 1999). Spolupodílí se také na růstu srsti (Anonymous, 1993). Při obohacení výživy krav o podávání minerálních přísad s obsahem Cu byl zjištěn její signifikantně vyšší obsah v srsti zvířat (Bis-Wencel *et al.*, 2003). U přežvýkavců je měď důležitá i pro životní činnost mikroflóry předžaludků (Vrzgula *et al.*, 1990).

Měď je složkou řady enzymů, stimuluje glykogenezi a lipogenezi. Někteří autoři se zmiňují o zvýšené retenci dusíku a zvýšení stravitelnosti bílkovin a tuků v souvislosti s vyšší dotací mědi do krmné dávky. Významnou funkcí mědi je podíl na vstřebávání železa, na jeho mobilizaci z tělesných rezerv (Suchý *et al.*, 1998) a jeho využití v organismu (Kruczyńska, 2004). Měď se podílí na inkorporaci železa do molekuly hemu a je obsažena v enzymu ceruloplazminu, který katalyzuje oxidaci dvojmocného železa na trojmocné, čímž je umožněna přeměna feritinu na transferitin (Suchý *et al.*, 1998). Vzájemný poměr mědi a železa je uváděn různými autory se značnou odlišností, někteří se přiklánějí k poměru 8 : 1, jiní udávají poměr až 25 : 1 (Novák *et al.*, 1982).

Dalšími důležitými metaloenzymy jsou kromě ceruloplazminu také cytochromoxidáza, lyzyoxidáza, tyrozináza, dopamin β -hydroxyláza, superoxid-dismutáza, aminooxidáza aj. (Linder, 1991, McDowell, 1992 in Illek *et al.*, 1999). Nedostatek Cu má dopad zejména na funkci lyzyoxidázy při dozrávání pojivové tkáně, což může být iniciačním momentem pro poškození arteriosklerózou. Souvislost mezi nedostatkem mědi a arteriosklerózou a zvýšením hladiny cholesterolu v krvi zjistili Klevay and Allen (1977). Funkce některých enzymů závislých na mědi (tab. 8) popisuje Underwood and Suttle (2001).

Tab. 7: Výskyt karence mědi u skotu (Illek *et al.*, 1999)

Kategorie	Počet vyšetřených zvířat	Výskyt karence mědi	
		n	%
Telata	3216	756	23,5
Jalovice	1232	212	17,2
Býci	1830	165	9,0
Dojnice	11285	2372	21,0

Tab. 8: Některé enzymy závislé na mědi nacházející se ve tkáních savců a jejich funkce (podle Underwooda and Suttleho, 2001)

Enzym	Funkce
Ceruloplazmin (ferroxidáza)	$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$, transport Fe
Cytochrom c oxidáza	Přenos terminálního elektronu dýchacího řetězce
Dopamin- β -monooxygenáza	Metabolismus katecholaminů
Lyzyloxidáza	Síťování pojivových tkání
Cu-Zn superoxidodismutáza	Dismutace O^{2-} do H_2O_2
Tyrozínáza	Tyrozín \rightarrow melanin

2.2.2 Projevy nedostatku a nadbytku mědi u přežvýkavců

Měď svojí rozsáhlou funkcí ovlivňuje mnoho reakcí na celulární i subcelulární úrovni, a proto i důsledky jejího deficitu jsou mnohočetné (Illek *et al.*, 1999). Základními projevy karence mědi jsou zpomalení růstu, poruchy kostí, porucha pigmentace srsti, ataxie novorozených telat, anémie, kardiovaskulární poruchy a poruchy reprodukce. Výrazná karence mědi je charakterizována atrofií, degenerací a progresivní fibrózou myokardu, která vede při zvýšené fyzické námaze k náhlému úhynu zvířat (Illek, 1990), např. na jaře při vyhnání zvířat na pastvu, při přehánění

dojnic do dojírny nebo při transportu (Illek *et al.*, 1999). Postižení kardiovaskulárního systému při deficitu mědi souvisí se změnami v pojivové tkáni cév, přičemž biochemickým podkladem je snížení aktivity lyzyoxidázy a některých dalších enzymatických systémů obsahujících měď (Bencko *et al.*, 1995).

Při chronické karenci mědi vzniká osteoporóza jako důsledek nedostatečné tvorby kolagenu, která je způsobena sníženou aktivitou aminooxidáz (Illek, 1990). Jedním z výrazných příznaků deficitu mědi je achromotrichie - depigmentace srsti, která je vyvolána poruchou funkce enzymu tyrozinázy, podílející se na syntéze melaninu (Suchý *et al.*, 1998). V důsledku jeho nedostatku je srst světlejší. Zvláště výrazné změny na srsti lze pozorovat kolem očí, kde je srst depigmentovaná, řídká a vytváří typický obraz označovaný jako „brýle“ (Illek *et al.*, 1999). Karenci mědi doprovází narušená tvorba imunoglobulinů, jsou omezeny některé funkce T-lymfocytů, klesá jejich počet a významně je narušena fagocytóza (Linder, 1991 in Illek *et al.*, 1999).

K projevům deficitu mědi patří i snížení tučnosti mléka (Anonymous, 1993). Nedostatek mědi u skotu vyvolává také reprodukční poruchy (Suchý *et al.*, 1998). Již subklinická karence mědi má negativní vliv na plodnost krav (Illek *et al.*, 1999). Důsledky nedostatku mědi v organismu ve vztahu k reprodukci jsou podrobněji popsány v kapitole 2. 2. 3.

Výskyt hypokuprémie je dáván do souvislosti s karencí Cu v půdách, krmivech, s nevybilancovanou krmnou dávkou z hlediska obsahu bílkovin a sacharidů i s nadměrným dietetickým příjmem Ca, P, Zn, Fe, Cd, Se, Mo, S a Mn, s poslední fází gravidity a vysokou mléčnou produkcí (Vrzgula and Sokol, 1987). Hypokuprémie může být buď přímá nebo nepřímá. Nepřímá se objevuje zejména v důsledku nadnormativního příjmu Mo, Fe nebo S (Noakes *et al.*, 2001). Hypokuprémie vyvolaná vysokým příjmem molybdenu byla dlouhodobě zkoumána také na pastvinách v jihozápadní Anglii (Phillipo, 1983 in Noakes *et al.*, 2001).

Terapie a prevence karence mědi spočívá v optimálním zásobení zvířat mědi a omezeném působení antagonistů mědi (Illek *et al.*, 1999).

Také u lidí reaguje na nedostatečný přívod mědi řada orgánů: je narušen kardiovaskulární systém, plíce, kosti a chrupavka, systém krvetvorby, funkce imunitního systému, centrální nervový systém, vlasy, kůže, syntéza lipidů a angiogeneze (Kvasničková, 1998). Nedostatek mědi byl popsán u předčasně

narozených dětí živených mléčnými náhražkami, naopak nebylo zjištěno, že by děti při výživě mateřským mlékem vyžadovaly suplementaci mědi (Yu, 1999).

Vyšší dávky mědi mají toxický účinek. Otrava mědí se vyskytuje především u ovcí, zřídka u skotu, při záměně krmiv určených pro jiná hospodářská zvířata (prasata), po dlouhodobém podávání krmiva kontaminovaného měďnatými přípravky, případně průmyslovými exhaláty apod. (Suchý *et al.*, 1998). Jedná se např. o fungicidní přípravky obsahující síran nebo oxichlorid měďnatý, používané k postřikům některých zemědělských plodin nebo o měďnaté sloučeniny s léčebným účinkem obohacující krmné směsi (Kursa *et al.*, 1986). Zvýšený obsah mědi v krmivu vede ke zvýšenému ukládání v játrech a ledvinách. K chronickým otravám jsou náchylná především telata a ovce, prasata jsou poměrně odolná (Suchý *et al.*, 1998). Měď má místní dráždivý účinek, při akutních otravách se objevuje nadměrné slinění, prudké kolikové bolesti, průjmy, obrny, kolaps. Při opakovaném přijímání nižších množství se měď hromadí v játrech a jiných orgánech, později se zejména v důsledku uplatnění stresových faktorů (hladovění, transport) uvolňuje do krevního řečiště, dochází k hemolýze a objevují se příznaky otravy (Kursa *et al.*, 1986). Toxický efekt mědi je demonstrován akumulací triglyceridů v jaterních buňkách (Indrei *et al.*, 2006). Akutní toxicita mědi u dospělého skotu nastupuje při hodnotě 200–800 mg · kg⁻¹ (Roder, 2001).

Výskyt hyperkupremie je dáván do souvislosti nejen s intoxikací mědí nejčastěji CuSO₄, se zvýšeným obsahem Cu v krmných směsích, spásáním porostů kontaminovaných kuprikolem a výkaly prasat, se záměnou krmných směsí určených pro prasata podávaných ovcím, se zvýšenými dávkami CuSO₄ při dehelmintizaci, s oxidem měďnatým v exhalacích ze závodů na zpracování mědi, ale vyskytuje se např. i v počáteční fázi po parenterální aplikaci Zn (Vrzgula and Sokol, 1987). Podle Kuczyńské (1994) zvyšuje hnojení měďnatými přípravky obsah Cu v píce.

2.2.3 Vztah mědi k reprodukci, mléčné užitkovosti a jakostním parametrům mléka

V reprodukci má měď hlavní význam pro zabezpečení rezistence sliznic a stimulaci ovulace (Kliment *et al.*, 1989). Měď udržuje aktivitu nestabilních hypofyzárních hormonů v krvi (Sova *et al.*, 1981). Její nedostatek způsobuje prodloužení nástupu pohlavního dospívání, anestrus, subestrus nebo špatné zabřezávání (Říha, 2000). Při nedostatku mědi je narušen pohlavní vývoj, vyskytují se tiché nebo nepravidelné říje a resorpční sterilita (Underwood, 1977, McDowell, 1992 in Illek *et al.*, 1999), snižuje se procento březosti po 1. inseminaci, které dosahuje < 40 % (Illek *et al.*, 1999), dochází k rané embryonální mortalitě (Swenson a Johnson). Výrazný nedostatek mědi způsobuje u gravidních zvířat potraty, příp. předčasné porody (Kliment *et al.*, 1989). Krávy s nedostatkem mědi mohou mít potíže s otelením, může se též objevit zadržení lůžka (Kruczyńska, 2004). Novorozená telata od postižených krav jsou méně životná s výskytem ataxií (Illek, 1990).

Při přidavku Cu, Mn a Zn k základní krmné dávce bylo zaznamenáno zvýšení dojivosti, výrazné zkrácení servis periody a podstatný pokles mortality telat (Sviatko *et al.*, 1992). Vedle Zn, dále Fe, Mn, I a Co má měď pozitivní vliv na vývoj plodů a odolnost novorozených telat (Bouda *et al.*, 1990).

Názory na vztah mezi obsahem Cu v séru (kuprémií) a reprodukci se však liší. Četné studie demonstrují nízkou fertilitu krav s nízkými koncentracemi Cu v krvi a zlepšení fertility po jejím přidavku, naproti tomu existuje přibližně stejné množství prací, v nichž vztah mezi kuprémií a fertilitou potvrzen nebyl a přidavek Cu neměl pozitivní účinek (Říha, 2000).

V syrovém kravském mléce byly zjištěny korelace mezi obsahem Cu a Ca ($r_{xy} = 0,629$) a mezi obsahem bílkoviny a Cu ($r_{xy} = 0,656$) (Sikirić *et al.*, 2003) a statisticky významný negativní vliv mědi na obsah tuku v mléce (Brzóska and Sala, 2001).

2.2.4 Faktory podmiňující potřebu mědi u zvířat

Přírodní forma výskytu anorganických chemických vazeb jsou soli - anorganické anionty a kationty. Měď se vyskytuje nejčastěji ve formě CuCl_2 , bezvodého CuSO_4 nebo $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ (Słupczyńska and Kinal, 2003a). Procentický obsah mědi v anorganických sloučeninách a jejich využitelnost je uvedena v tab. 9.

Pokusy zabývající se absorpcí a retencí mědi z krmných dávek ve formě síranů a oxidů prokázaly nejlepší využití mědi u mladých býčků s denní dávkou $10 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$. Vyšší absorpce a retence Cu byla zjištěna po podání síranové formy mědi než u formy oxidové (Kinal, 2000a).

Mikroelementy se mohou vyskytovat rovněž ve formě organických solí. Zájem o využití organických vazeb mikroprvků ve výživě zvířat výrazně vzrostl v 90. letech 20. století (Słupczyńska and Kinal, 2003a). V poslední době se klade zvláštní důraz na organickou vazbu ve formě chelátových komplexů (Sinovec and Jovanovic, 2002). Stravitelnost Cu z organických forem je v porovnání s formou anorganickou výrazně vyšší (Illek and Golda, 1998 in Illek *et al.*, 1999).

Podle výsledků výzkumu Eckerta *et al.* (1999) se aditivní podávání proteinátu mědi projevilo v porovnání se síranem měďnatým vyšší aktivitou ceruloplazminu. U ovcí byla v autorově sledování zjištěna při použití normativního množství proteinátu vyšší hladina Cu v játrech, ale při nadměrné dávce došlo v játrech k její nižší akumulaci než v případě Cu z CuSO_4 . K podobným závěrům dospěli i jiní autoři. Obsah mědi v játrech sice podle Stoszka *et al.* (1986 in Eckert *et al.*, 1999) vysoce pozitivně koreluje s obsahem Cu v dietě; nicméně při jejím zvýšeném příjmu stupeň její akumulace v játrech klesá. Snížení Cu v játrech při zvýšeném příjmu Cu považuje zmíněný autor za mechanismus prevence toxicity mědi. Ta byla u ovcí pozorována za příznaků charakteristické hemolytické krize Kingem and Bremmerem (1979 in Eckert *et al.*, 1999) při průměrném obsahu $400 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ hmotnosti jater. Pokusy Arthingtona (2005) ukazují, že při vysokém množství suplementace Cu nad úroveň 60 ppm dochází k nižší akumulaci mědi v játrech ve srovnání se suplementací 15 ppm Cu. V případě použití nízkých dávek mědi v dietě krav byla její koncentrace v játrech u skupiny

s příjmem $10 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ v porovnání se skupinou saturovanou pouze $4 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ přibližně dvojnásobná (Engel *et al.*, 1964 in Bencko *et al.*, 1995).

U selat suplementovaných v období od 65. do 93. dne věku premixem minerálních látek (Fe, Cu, Mn, Zn, Se) v organické podobě byly zjištěny signifikantní změny mezi skupinami ($P < 0,05$ až $P < 0,001$) v porovnání se skupinou krmenou se stejným podílem i množstvím minerálních látek ve formě anorganické (Novotný *et al.*, 2005).

Měď se vstřebává především v žaludku a tenkém střevě (Suchý *et al.*, 1998). Pokud je příjem mědi krmnou dávkou nízký, dochází k jejímu uvolňování z jaterních zásob (Xin *et al.*, 1993). Přežvýkavci lépe využívají měď než ostatní zvířata (Vrzgula *et al.*, 1990). Stravitelnost mědi je negativně ovlivněna hladinou molybdenu v krmivu (Suchý *et al.*, 1998). Pokusy Gengelbacha (1994) dokladují, že přidavek molybdenu do krmné dávky vysokobřezích jalovic snižuje hladinu mědi v krevní plazmě. Dalším významným antagonistou mědi je síra (Illek *et al.*, 1999). Přídavek elementární síry do krmné dávky plemenných býků po dobu 35 dní v množství $0,15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ tělesné hmotnosti způsobuje změnu v metabolismu mědi a snižuje její koncentraci v krevním séru (Wieczorek, 2003). O negativním vlivu síry a molybdenu na využitelnost mědi upozorňuje také Šimek *et al.* (2002). Poměr koncentrace mědi a molybdenu v dietě je velmi významný, při deficitu mědi stoupá toxicita molybdenu, naopak vysoký příjem mědi dovede ochránit zvíře před jeho toxickým působením (Bencko *et al.*, 1995). Usnadnění intoxikace mědi při nedostatku molybdenu uvádí i Novák *et al.* (1982). Literární zdroje se v doporučeném poměru mědi a molybdenu poněkud rozcházejí. Za fyziologický je podle Suchého *et al.* (1998) považován poměr $\text{Cu} : \text{Mo}$ 3–5 : 1 za přítomnosti síry. Vrzgula *et al.* (1990) se přiklání k podobnému optimálnímu poměru: 3,5–4,0 : 1, zatímco Roder (2001) doporučuje pro skot ideální poměr mědi a molybdenu 6 : 1 až 10 : 1. V krmné dávce určené pro jalovice, ve které byla základem kukuřičná siláž, zjistil Grings *et al.* (1998) poměr obsahu $\text{Cu} : \text{Mo}$ v rozmezí 6,7–12,5 : 1, zatímco v dietě s podílem ovsa 1,6–3,0 : 1, tj. poměr blízký se hraniční hodnotě 2,0 : 1 za podmínek biologické dostupnosti mědi (Miltmore and Mason, 1971 in Grings *et al.*, 1998). Vztahu mezi Cu a Mo se věnoval také McClure (1994 in Noakes *et al.*, 2001). Podle zmíněného autora se nedostatek Cu u skotu vyskytuje, pokud dieta s množstvím

< 3 mg Cu · kg⁻¹ (resp. 3 až 10 mg Cu · kg⁻¹; event. > 10 mg Cu · kg⁻¹) obsahuje < 3 mg Mo · kg⁻¹ (resp. 3 až 10 mg Mo · kg⁻¹; event. > 10 mg Mo · kg⁻¹).

Molybden reaguje v bachoru se sírou za vzniku thiomolybdenátů, které mohou v trávicím traktu reakcí s mědí znemožnit její absorpci a utilizaci a způsobit tak její deficienci v organismu. Thiomolybdenáty mohou být absorbovány a mohou tak soustavně ovlivňovat metabolismus mědi (Suttle, 1991 in Ward and Spears, 1999).

Dalšími prvky, ovlivňujícími stravitelnost mědi, jsou zinek, stříbro, olovo, mangan, kadmium (Suchý *et al.*, 1998) a železo (Novák *et al.*, 1982). Zinek negativně ovlivňuje absorpci mědi, i když jeho vlastní absorpce je negativně ovlivňována jejím přebytkem (Novák *et al.*, 1982). Mezi Cu a Zn existuje výrazný antagonismus jak v absorpci, tak i ve využití (Jamroz, 2004). Konfigurace Cu²⁺ je analogická Zn²⁺, což vysvětluje, proč zinek soutěží s mědí v transportu a absorpci (Kvasničková, 1998).

Obsah a biologická dostupnost Cu, Zn a Fe z humánního mléka je patrně determinována obsahem mléčné bílkoviny (Farida and Srikumar, 2000).

Údaje o rychlosti vstřebávání sloučenin mědi plicemi chybějí, a to jak u experimentálních zvířat, tak i u člověka. Vstřebávání v trávicím ústrojí je za fyziologických podmínek regulováno obsahem mědi v organismu (Bencko *et al.*, 1995). Po podání nízkých dávek mědi (nižších než 1 μg Cu²⁺ na zvíře) dosahuje vstřebávání u potkanů až 50 % z podané dávky (Owen Jr., 1964 in Bencko *et al.*, 1995). Při zvyšování dávky procento vstřebávání klesá. Podle Van Campena and Mitchella (1965 in Bencko *et al.*, 1995) je u potkanů měď vstřebávána významně i v žaludku. Mechanismus vstřebávání mědi v trávicím ústrojí není znám (Bencko *et al.*, 1995). Zdá se, že vstřebávání mědi není regulováno rovnováhou mezi koncentrací ceruloplazminu a iontové mědi v séru (Sternlieb *et al.*, 1967 in Bencko *et al.*, 1995). Absorpce tohoto prvku je poměrně nízká u mladých zvířat a značně se zvyšuje u starších. Stupeň absorpce mědi se pohybuje od 35 do 70 % (Jamroz, 2004).

Vstřebaná měď je distribuována v organismu a hromadí se především v játrech, srdci, mozku, ledvinách a svalech. V plazmě je měď vázána ve třech formách: 1. až 95 % mědi je vázáno na ceruloplazmin (α₂-globulin-Cu-oxidáza), 2. vázána na albumin, 3. vázána na aminokyseliny (Bencko *et al.*, 1995). Měď vázána na aminokyseliny je snadno transportována přes membrány (Neumann and Silverberg, 1966 in Bencko *et al.*, 1995).

Z organismu je měď vylučována především žlučí (Bencko *et al.*, 1995). Je tomu tak u zvířat i u člověka (Cikrt, 1972, Gaballah *et al.*, 1965, Mahoney *et al.*, 1955, Owen, Jr., 1964, Van Ravesteyn, 1944 in Bencko *et al.*, 1995). Měď je vylučována hlavně výkaly, ztráty mědi močí jsou velice malé (Jamroz, 2004). Může být vylučována i potem (Piscator, 1977 in Bencko *et al.*, 1995).

U člověka může být vylučování mědi močí ovlivněno přítomností molybdenu v potravě. Podání nízkých koncentrací molybdenu v dietě je spojeno s nízkým vylučováním mědi močí, zatímco vysoký příjem molybdenu její vylučování významně zvyšuje (Doesthale and Gopalan, 1974, Kovalskij *et al.*, 1961 in Bencko *et al.*, 1995). U králíků krmených dietou bohatou na molybden a síru bylo pozorováno značné snížení hladiny ceruloplazminu v séru a významný pokles vylučování mědi žlučí (Gaballah *et al.*, 1965 in Bencko *et al.*, 1995). Naproti tomu u ovcí chovaných na dietě s vysokým obsahem molybdenu a síry bylo vylučování mědi žlučí zvýšeno (Marcilese *et al.*, 1969 in Bencko *et al.*, 1995).

Tab. 9: Procentický obsah minerálních látek v aplikovaných zdrojích mědi a relativní biologická využitelnost (Šimek *et al.*, 2001)

Zdroj	Obsah Cu ve zdroji (%)	Biologická využitelnost
CuSO ₄	25,0	vysoká
CuCO ₃	53,0	střední
CuCl ₂	37,2	vysoká
CuO	80,0	nízká
Cu(NO ₃) ₂	33,9	střední

2.2.5 Zdroje mědi pro zvířata, parametry hodnocení zásobenosti zvířat mědí a její výskyt v organismu

Ke krmivům bohatých na měď patří např. pivovarské kvasnice, pokrutiny, šroty olejnin a sladový květ. Střední obsah vykazuje zelená píče, seno nebo siláž, dále rybí a masokostní moučka. Málo mědi obsahují řepa, obiloviny a mléčné výrobky.

V krmivech se měď nejčastěji vyskytuje ve formě síranů, chloridů, oxidů a uhličitanů (Anonymous, 1993). Z obilovin má nejvíce mědi ječmen ozimý: 1,67–6,51 mg · kg⁻¹ sušiny (Matyka *et al.*, 1990). Obsah mědi v rostlinách závisí i na jejím množství v půdě, které se pohybuje ve velmi širokém rozmezí 1–140 ppm (Kabata-Pendias and Pendias, 1999). Krmiva, která mají nízký obsah vitaminů skupiny B, mají většinou i malý obsah mědi (Novák *et al.*, 1982). Doporučená denní dávka mědi pro dojnice s užitkovostí 35 kg mléka · den⁻¹ je 200 mg · ks⁻¹ · den⁻¹. Fyziologická hranice je u skotu zhruba 100 mg Cu · kg⁻¹ krmiva (Anonymous, 1993). Bujanowicz-Haraš *et al.* (2004b) zjistili v krmné dávce krav středo-východního Polska průměrnou hodnotu 7,82 mg Cu · kg⁻¹ sušiny krmné dávky. Podobné hodnoty byly analyzovány v krmných dávkách určených pro selata: 7,1 mg Cu · kg⁻¹ krmiva (Rincker *et al.*, 2005), resp. 7,8 mg Cu · kg⁻¹ suš. (Revy *et al.*, 2006). Krmná dávka krav ve sledování Kinal *et al.* (1996) obsahovala 186 mg mědi.

Koncentraci mědi v krmné dávce lze zvýšit pomocí síranu měďnatého nebo organicky vázané mědi v podobě chelátů. Využitelnost mědi z organických sloučenin je výrazně lepší než z formy anorganické (Illek and Golda, 1998 in Illek *et al.*, 1999). V poslední době se hovoří i o tekutém minerálním přídatku pro skot (Nutra-Lix, Billings, MT) s obsahem mědi 88,0 mg · kg⁻¹ (Earley *et al.*, 1999).

Fyziologické rozmezí koncentrace mědi v krevní plazmě dojnic je 0,763–1,144 mg · l⁻¹ (Slanina *et al.*, 1992), což představuje 12,0–18,0 μmol · l⁻¹. Referenční rozmezí obsahu Cu v krevní plazmě přežvýkavců, udávané Suttlem (1994 in Underwood and Suttle, 2001) je 9–15 μmol · l⁻¹. Podle Konnermana (1974 in Rob and Stehlík, 1982) by z reprodukčního hlediska měl obsah Cu v krevním séru dojnic přesáhnout 60 μg · 100 ml⁻¹. Vrzgula and Sokol (1987) udává v mikromineralním profilu u krávy pro Cu hodnotu 12,6–18,9 μmol · l⁻¹. Kruczyńska (1992) zjistila hladinu mědi v krevním séru krav průměrně od 8,8 do 22,7 μmol · l⁻¹, u telat od 9,3 do 15,3 μmol · l⁻¹. Studie Strusińskiej and Iwańskiej (1994) podává koncentraci mědi v krevní plazmě na úrovni 19,2 μmol · l⁻¹. Minimální normativní obsah popisuje nejčastěji hodnota 9,4 μmol · l⁻¹ (Goodwin-Jones, 1988 in Kruczyńska, 1992). Koncentrace mědi v krevní plazmě závisí na tělesné kondici dojnic (Jongkonnee, 1991) a také na plemeni (Ward *et al.*, 1995).

Optimální potřeba mědi pro skot je 8–12 mg Cu na 1 kg sušiny krmné dávky (Illek *et al.*, 1999). Dostupné zdroje z poslední doby doporučují v dietě krav až okolo

20 ppm Cu (Weiss, 2005). Podle Kruczyńské (2004) je potřeba mědi pro dospělý skot $10 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (min. 7, max. 30) sušiny krmné dávky, pro dojnici v laktaci $170\text{--}240 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ (při požití 17–24 kg suš.) a zasušenou $120 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ (při požití 12 kg sušiny).

Doporučené koncentrace mědi v krmných dávkách pro mléčný skot a pro skot ve výkrmu včetně tolerančního obsahu (Kudrna *et al.*, 1998) jsou uvedeny v tab. 3. Potřebu Cu a dalších stopových prvků pro skot podle Nehringa *et al.* (1970 in Vrzgula *et al.*, 1990) ukazuje tab. 4. Normy potřeby Cu pro dojnici na základě živé hmotnosti, dojivosti a fáze růstu, resp. březosti podává Rozman (1981) (tab. 5). Při výskytu karence mědi u krav se terapeuticky doporučuje 4–6týdenní podávání síranu měďnatého v množství $2\text{--}4 \text{ g} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ v podobě roztoku na objemnou píci (Illek *et al.*, 1999).

Doporučená denní potřeba Cu pro člověka je podle výboru expertů WHO $30 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ hmotnosti člověka, což odpovídá asi $2,1 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$ pro osobu vážící 70 kg. U dětí v období rychlého růstu je potřeba mědi vyšší ($40 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ pro starší děti a $80 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ pro kojence) (Kvasničková, 1998). Orientační fyziologické rozmezí mědi v krevním séru (plazmě) dospělého člověka je $13,2\text{--}19,5 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ (Masopust, 1982).

Obsah mědi v organismu je poměrně malý a mění se s jejím příjmem v krmivu. Měď se v organismu vyskytuje především ve formě nejrůznějších proteinů s enzymatickou aktivitou (Suchý *et al.*, 1998). Koncentrace mědi v různých tkáních zvířat se liší v širokém rozmezí. Do určité míry tyto koncentrace odpovídají hladině mědi v dietě. Při vysokých nebo nízkých koncentracích mědi v dietě může docházet k vážným změnám v homeostáze organismu (Bencko *et al.*, 1995). Výskyt v organismu zvířat je $1,5\text{--}2,5 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$ živé hmotnosti. Ukládá se zejména v játrech, srdci, ledvinách, srsti a mozku (Anonymous, 1993). Podávání vysokých dávek Zn v krmivu ($3000 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) způsobuje zvýšení obsahu Cu a snížení obsahu Fe v ledvinách; v játrech se tyto změny v koncentraci Cu a Fe neprojeví (Schell and Kornegay, 1996 in Grela, Pastuszak, 2004).

Zatímco Zn je koncentrován v kolostru krav, koncentrace Cu v kolostru dosahuje jen okolo 60 % hodnoty koncentrace tohoto prvku v krevním séru krav. V průběhu kolostrální výživy stoupá koncentrace Cu v krvi telat, ale přesto na konci tohoto období nedosahuje hodnot koncentrace Cu v krevním séru matky (Pavlata *et al.*, 2004).

2.2.6 Význam aditivního podávání mědi a její obsah v živočišných produktech

Suplementace zimní krmné dávky holštýnsko-fríských krav mědi a některými dalšími prvky (Mg, Mn, Zn a Se) ve formě anorganického přídatku ovlivnila zvýšení obsahu Cu v kolostru ($P \leq 0,01$). Zvýšená hladina Cu byla pozorována v mléce krav saturovaných cheláty a vitamíny. Obohacení krmné dávky 10–14 dní před otelením o organické doplňky minerálních prvků, vitamíny a droždí (Yea-Sacc¹⁰²⁶) vedlo ke zvýšení hladiny Cu (kontrolní skupina $8,2^a \pm 1,3 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, skupina s přídatkem $12,7^b \pm 3,4 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, a, b - $P < 0,01$), β -karotenu a vitamínu E (Strusińska *et al.*, 2004). Suplementace Cu může zlepšit lipidový profil krevního séra (Solaiman *et al.*, 2006). Její doplněk do krmné dávky zvířat snižuje obsah tuku a cholesterolu v mase jakožto potravině (Skřivan *et al.*, 2002). Podávání organicky vázané Cu spolu s dalšími stopovými prvky (Zn, Co a Mn) významně snižuje inseminační interval u dojnic (Campbell *et al.*, 1999). Podle nedávných pokusů zvyšuje přídatek mědi spolu se železem snášku nosnic (Holoubek *et al.*, 2002).

Nejvyšší obsah mědi z potravin živočišného původu mají podle údajů Karvánka (1961 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983) ryby a dále játra a vnitřnosti ($1,4\text{--}21,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) (tab. 10). Poměrně velké množství je obsaženo v mase a masných výrobcích (Jirásková and Srna, 1983 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983).

U ovčích sýrů vyrobených z mléka ovcí, krmených směsmi obsahujícími měď, zjistili Baláž *et al.* (1978 in Grieger, Holec *et al.*, 1990) až $> 3,5$ krát více mědi ($6,8 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$) v porovnání se sýry kontrolními ($1,9 \text{ mg Cu} \cdot \text{kg}^{-1}$).

V mléce je 0,8 % minerálních látek (Schenk and Kolb, 1991). Měď se podobně jako hořčík, síra, kobalt, železo, jód a zinek nacházejí v mléce ve stopovém množství (Reece, 1998). Koncentrace Cu v mléce je vyšší než koncentrace Se (Hatano *et al.*, 1985 in Alaejos and Romero, 1995). Mléko obsahuje poměrně malé množství mědi. Nejvíce mědi je obsaženo v kolostru - $0,5 \text{ mg}$ v 1 litru. Tento obsah během laktace rychle klesá až na hodnotu $0,05 \text{ mg}$ v 1 litru. Je-li nedostatek mědi v krmné dávce

a jsou-li vyčerpány zásoby mědi v těle zvířete, klesá obsah mědi v mléce až na 0,02–0,01 mg v 1 litru (Novák *et al.*, 1982). Podle jiných autorů je koncentrace mědi v kolostru pouze na úrovni 0,2 mg · kg⁻¹ (Mulder and Menger Meijers, 1965 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983; tab. 10). Horní přípustná mez obsahu mědi v mléce je 400 µg · kg⁻¹ (Slanina *et al.*, 1992). Dobrzański *et al.* (2005) zjistili v kravském mléce 79,6 ± 103,7 µg Cu · l⁻¹. Hodnoty zjištěné ve vzorcích mléka koz v průběhu 7měsíční laktace se pohybovaly v rozmezí 48,29–61,64 µg · l⁻¹ (Khaled *et al.*, 1998). Ve sledování Strusiňské *et al.* (2004) byl zjištěn obsah Cu v kolostru 8,2 ± 1,3 µmol · l⁻¹, u krav suplementovaných přídatkem anorganické formy minerálních prvků 12,7 ± 3,4 µmol · l⁻¹ (P < 0,01). Obsah mědi v mléce nejeví příliš vysokou korelační závislost s jejím obsahem v dietě, ale při jejím velmi vysokém příjmu (okolo 80 ppm) se obsah Cu v mléce zvyšuje (Dunkley *et al.*, 1968 in Weiss, 2005). Měď je esenciální stopový prvek s pevnou vazbou na bílkoviny. Je velmi aktivním katalyzátorem oxidačních reakcí s nepříznivým vlivem na chuť a vůni a snižuje skladovatelnost tuků. U mědi jde zejména o posekreční kontaminace mléka z materiálů, které uvolňují měď anebo o kontaminace z vody. Takové kontaminace mohou nastat i v moderních mlékařských závodech (Grieger, Holec *et al.*, 1990).

V sušeném mléce určeném pro výživu dětí bylo nalezeno velké množství mědi (5,33 ± 0,15 µg Cu · g⁻¹), v sušeném kravském mléce bylo zjištěno 0,37 ± 0,01 µg Cu · g⁻¹, v lahvovém kravském mléce 0,062 ± 0,005 µg Cu · ml⁻¹ a v lidském mléce bylo obsaženo 0,283 ± 0,004 µg Cu · ml⁻¹ (Campillo *et al.*, 1998). Obsah mědi v humánním mléce se významně snižuje s pokračující laktací (Dai and Tang, 1991; Dorea, 2000), v kolostru bylo zjištěno 570 ± 336 µg · l⁻¹, ve zralém mléce 228 ± 114 µg · l⁻¹ (Rossipal and Krachler, 1998). Pokles obsahu mědi v průběhu laktace zaznamenal i Benemariya *et al.* (1995): V mléce žen z Burundie (Afrika) klesla po 10 měs. laktace průměrná koncentrace Cu z hodnoty 0,59 ± 0,01 µg · ml⁻¹ (2. den *p.p.*) na 0,08 ± 0,04 µg · ml⁻¹.

Poměr Fe : Cu v humánním mléce je velmi rozdílný: od 0,25 do 6,29 (medián 1,18). Koncentrace Fe a Cu v lidském mléce zásadně neovlivňuje podvýživa, tělesné rezervy Fe a Cu, období laktace, dospělost matky, příjem Fe a Cu. Nutnost doplňku Fe a Cu u donošených dětí živěných mateřským mlékem min. během prvních 6 měsíců není klinicky ani vědecky podložena (Dorea, 2000). Vstřebatelnost Cu z lidského mléka je 25 %, z kravského mléka 23 %, zatímco u výrobků ze sóji pouze 10 % (Lonnerdal *et*

al., 1985). Biologická dostupnost mědi z obilovinových produktů pro kojence se pohybuje v rozmezí od 14 do 31 %, u kombinace obilovinový produkt + humánní mléko (23–26 %) byla významně nižší než u humánního mléka samotného, u kterého zjistil Bell *et al.* (1987) dokonce 38% využitelnost. Komplexní informace o metabolismu mědi u novorozenců byly publikovány Aggettem (1994 in Emmett and Rogers, 1997). Dle uvedeného autora jsou děti s nízkou porodní hmotností citlivější na nedostatek mědi, než ty, které se narodily s normální porodní hmotností.

Průměrný denní příjem mědi pro člověka je přibližně 2,5 mg (Rosival and Szokolay *et al.*, 1983). Tolerance člověka k mědi je vysoká. Přisun mědi nepřevyšující $0,5 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ nezpůsobuje nepříznivé následky (WHO, 1970 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983). Uvádí se však, že množství mědi v pitné vodě okolo $80 \mu\text{g} \cdot 100 \text{cm}^3$ může být potenciálním rizikem pro děti (Salmon and Wright, 1971 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983).

Tab. 10: Obsah mědi v potravinách

Potravina	Obsah Cu ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ produktu)	Citace
Mléko	0,02–0,04	Mulder and Menger Meijers (1965 in Rosival and Szokolay <i>et al.</i> , 1983)
Kolostrum	0,2	
Maso a masné výrobky, ryby a výrobky z ryb	0,5–5	Jirásková and Srna (1983 in Rosival and Szokolay <i>et al.</i> , 1983)
Ryby	1,4–11,9	Karvánek (1961 in Rosival and Szokolay <i>et al.</i> , 1983)
Játra, vnitřnosti	3,1–21,5	
Mouka, brambory	1,8 –7,0	

2.2.7 Metody stanovení mědi

Obsah mědi v biologických materiálech se stanovuje podobnými metodami jako zinek (viz kap. 2.1.7.).

3. CÍLE DISERTAČNÍ PRÁCE

Uvedená disertační práce zahrnovala následující vytýčené cíle:

- 1) Sledování koncentrace mědi a zinku v krevní plazmě a mléce dojníc;
- 2) Studium vzájemných vztahů mezi sledovanými stopovými prvky (zinkem a mědí) a ukazateli reprodukce a mléčné užitkovosti, a dále mezi zinkem a mědí a dalšími vybranými minerálními prvky.

Vytýčené cíle byly řešeny a naplněny ve formě dílčích cílů v rámci několika projektů (1. až 4. část práce):

ad cíl 1)

- vyhodnocení koncentrace Zn, Cu a doplňkově stanovených stopových prvků v bazénových vzorcích mléka krav z vybraných chovů (1. část práce), stanovení úrovně zásobenosti dojených krav zinkem a mědí na základě jejich obsahu a) v mléce (2. část) a b) v krevní plazmě - v období zapouštění (3. část), v prepartálním období a v různých fázích laktace (4. část),

ad cíl 2)

- vyjádření vzájemných vztahů a) mezi obsahem Zn, Cu v bazénových vzorcích mléka a dalšími mikroprvky a vybranými kvalitativními parametry mléka (1. část), b) mezi obsahem Zn a Cu v individuálních vzorcích mléka a jakostními parametry mléka (2. část) a c) mezi hladinou Zn, Cu v krevní plazmě a vybranými parametry mléčné užitkovosti a kvalitativními parametry mléka (3. a 4. část),
- vyjádření vzájemných vztahů a) mezi koncentrací Zn, Cu v bazénových vzorcích mléka a reprodukčními parametry v chovech (1. část), b) mezi hladinou Zn, Cu v krevní plazmě a vybranými reprodukčními parametry (3. a 4. část),
- posouzení vlivu doplňkového příjmu Zn, resp. Cu dojnícím po dobu 3 týdnů před porodem na jeho obsah v krevní plazmě v různých intervalech *post partum* (4. část),
- otestování účinku doplňkového příjmu Zn, Cu po dobu 3 týdnů před porodem na reprodukční a produkční parametry dojníc (4. část).

4. MATERIÁL A METODIKA

Předložená disertační práce částečně navazuje na diplomovou práci autorky z roku 2003, která byla součástí výzkumných záměrů katedry anatomie a fyziologie hospodářských zvířat ZF JU v Českých Budějovicích, a zabývala se vztahem zinku a mědi k reprodukci a mléčné užitkovosti dojnic.

Disertační práce byla realizována mj. s finanční podporou projektů MSM 6007665806 a GAČR 523/03/H076. K dosažení vytýčených cílů disertační práce přispěly výsledky získané při řešení několika dalších výzkumných projektů autorky, které rozšířily disertační práci o experimentální analytické výsledky:

IG 27/04 „Zásobenost organismu dojnic zinkem a mědí ve vztahu k vybraným reprodukčním ukazatelům a mléčné užitkovosti“,

FRVŠ 1148/04 „Obsah mědi a zinku v mléce dojeného skotu“,

FRVŠ 3520/05 „Zásobenost organismu zinkem a mědí u dojnic se zhoršenými reprodukčními ukazateli“,

a projekt „Podpora vědecké činnosti v rámci odborné studijní zahraniční stáže“

- příspěvek byl poskytnut nadací Sophia na výzkum v rámci stáže absolvované na bydhošťské univerzitě.

Disertační práce je členěna na následující čtyři části:

1. Obsah Zn a Cu v mléce jako ukazatel zásobenosti chovů dojených krav,
2. Produkční parametry dojených krav s různým obsahem Zn a Cu v mléce,
3. Reprodukční a produkční parametry dojených krav s různým obsahem Zn a Cu v krevní plazmě,
4. Testace účinku doplňkového příjmu Zn a Cu na reprodukční parametry dojených krav.

4.1 OBSAH ZINKU A MĚDI V MLÉČE JAKO UKAZATEL ZÁSOBENOSTI CHOVŮ DOJENÝCH KRAV

První část práce se zabývá monitoringovým sledováním obsahu Zn a Cu v mléce dojených krav na území Jižních Čech. V průběhu roku 2004 byly analyzovány bazénové vzorky mléka ze 49 chovů 7 okresů Jihočeského kraje, získané v období května až června. Z toho 20 chovů bylo sledováno opakovaně v časovém rozmezí 2 měsíců. Vzorky byly odebrány kvalifikovaným pracovníkem mlékárny Agromléko, a. s., České Budějovice. Zinek a měď byly stanoveny metodou hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem (ICP-MS) po tlakovém mikrovlnném rozkladu s kyselinou dusičnou a peroxidem vodíku. Průběžná kontrola správnosti výsledků byla prováděna pomocí certifikovaného referenčního materiálu BCR-NIST 1549 (Non Fat Milk powder). Ve vzorcích mléka byly dále stanoveny vybrané jakostní parametry, včetně selenu a manganu (metoda ICP). Obsah Zn a Cu byl vyhodnocen vzhledem k dosaženým výsledkům reprodukce jednotlivých chovů z počítačově zpracovaných sestav plemenářských podniků „Přehled o inseminaci a zabřezávání“, příp. na základě konzultace s chovateli. Vyhodnocovány byly následující údaje o plodnosti skotu:

- a) procento 1. inseminací (procentický podíl plemenic, které byly inseminovány pouze 1krát z celkového počtu inseminací ve stádě),
- b) procento zabřezlých krav po 1. inseminaci,
- c) inseminační interval,
- d) servis perioda,
- e) inseminační index.

Pro zhodnocení významu mléčných výrobků jako zdroje zinku a mědi v lidské výživě byly použity např. údaje ÚZPI Praha - Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků (Drbohlav and Vodičková, 2001).

K výpočtům byly použity dostupné počítačové programy (viz kap. 4.5). Výsledky a diskuse k této části jsou popsány v kap. 5.1.1 a 5.1.2.

4.2 PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V MLÉCE

Úroveň zásobenosti dojených krav zinkem a mědí v České republice byla porovnávána se situací v zahraničí. Obsah mikroprvků byl posuzován na základě analýzy individuálních vzorků mléka ze dvou zemědělských farem holštýnsko-fríského plemene skotu v oblasti severního Polska.

4.2.1 Chov A

Do sledování bylo zahrnuto 29 dojnic plemene holštýnsko-fríského skotu, na průměrně 3. laktaci a s průměrnou produkcí 8531 kg mléka za laktaci, krmených TMR skládající se z ($\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$) 15 kg kukuřičné siláže, 15 kg vojtěško-travní senáže, 6,45 kg směsi B (řepkový extrahovaný šrot, sójový extrahovaný šrot, krmný vápenec, kyselý uhličitan sodný, premix, tritikále, ječmen - složení směsi viz tab. 11), 0,43 kg sena, 0,43 kg slámy a 0,20 kg krmného chráněného tuku. Charakteristika vybraného chovu je popsána v tab. 11. Průměrná dojivost stáda dosahuje 7841 kg mléka za normovanou laktaci. Sledování probíhalo v lednu a únoru 2006. Krmná dávka, sestavená shodně s doporučenými koncentracemi dle Hoffmana and Shavera (2003 in Szterk, 2006) zabezpečila dojnícím možnost příjmu (leden / únor) 15,12 / 16,12 kg sušiny. Složení krmné dávky v 1 kg sušiny je uvedeno v tab. 12. Směsná krmná dávka TMR obsahovala (leden / únor) 59,06 / 103,31 mg Zn a 12,65 / 17,47 mg Cu v 1 kg sušiny, což odpovídá francouzskému systému norem INRA (1988 in Kruczyńska, 2006).

Tab. 11: Charakteristika podniku - Podmínky chovu A

Kraj	Kujavy-Pomoří (Wojewódstwo Kujawsko-Pomorskie)
Půdní podmínky	1060 ha - z toho orná půda 960 ha, louky 28 ha, pastviny 13 ha
Systém podestýlání zvířat (hluboká podestýlka, rošty)	provoz stelivový - mělká podestýlka, odkliz chlévkové mrvy 2x denně
Orientace stáje	S → J
Druh a kategorie zvířat, produkční skupiny	skot - dojené krávy - 3 skupiny: I - do 120 dní laktace, II - nad 120 dní laktace, III - krávy zasušené.
Plemeno	holštýnsko-fríský skot - var. polská (Polska holsztyńsko-fryzyjska odmiana czarno-biała)
Systém ustájení zvířat	Vazná stáj
Průměrný stav zvířat	stav krav - 230 ks, stav skotu - 590 ks
Průměrná produkce mléka	7867 l · ks ⁻¹ , 4,41 % tuku, 3,35 % bílkovin, počet somatických buněk v mléce 350–400 tis. · cm ³
Systém zapouštění krav	inseminace
Délka mezidobí	406 dní
Období zasušení	51 dní
Zdravotní stav stáda	stádo prosté leukémie, tuberkulózy a brucelózy
Stelivo	sláma ječná
Systém pasení krav	celoročně ve stáji
Technika krmení	krmný vůz - TMR
Způsob produkce krmiv (vlastní x nakoupené, + jaké)	všechna krmiva vlastní
- jadrná:	Směs B
	řepkový extrahovaný šrot - 32 %, sójový extrahovaný šrot - 16 %, premix - 4 %, tritikále - 30 %, krmný vápenec 1 %, kyselý uhličitan sodný - 3 %, ječmen - 14 %
- objemná:	siláž kukuřičná, senáž vojtěško-travní
Způsob podávání jadrného krmiva	zamíchána v krmném voze
Množství jadr. krmiva na litr mléka	0,249 kg · l ⁻¹
Minerální doplňky	premix pro dojnice („Premiks dla krów mlecznych - fi. BASF“)
Způsob podávání minerálních doplňků	ve směsi B

Tab. 12: Složení krmné dávky v chovu A v obou sledovaných obdobích

Skupina I, do 120 dní laktace	Množ- ství	Suš.	Suš.	Popel.	NL	Tuk	Vlák.	ADF	NDF	Zn /Cu
Složky krmné dávky	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	%	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	g · 100 g ⁻¹	g · 100 g ⁻¹	g · 100 g ⁻¹	g · 100 g ⁻¹	%	%	mg · kg ⁻¹ · suš. ⁻¹
Siláž kuk.	15	31,67	4,75	1,29	2,98	0,98	6,74	7,38	12,68	
Senáž vojtěško-tr.	15	24,56	3,68	6,45	2,36	0,76	6,86	11,32	14,57	
JK	6,45	91,47	5,90	6,7	20,46	2,45	5,66	7,73	13,08	
Sláma	0,43	93,87	0,40	2,48	4,59	1,93	41,37	46,33	73,6	
Seno	0,43	89,92	0,39	4,86	14,46	2,38	23,63	26,61	47,57	
TMR		34,97		2,79	5,09	1,04	6,31	7,79	12,87	59,06 ^{*)} /12,65 ^{*)}
	37,31		15,12							
Siláž kuk.	15	31,67	4,75	1,29	2,98	0,98	6,74	7,38	12,68	
Senáž vojtěško-tr.	15	31,17	4,68	5,23	5,67	0,95	9,06	12,69	14,29	42,22 /17,91
JK	6,45	91,47	5,90	6,7	20,46	2,45	5,66	7,73	13,08	
Sláma	0,43	93,87	0,40	2,48	4,59	1,93	41,37	46,33	73,6	
Seno	0,43	89,92	0,39	4,86	14,46	2,38	23,63	26,61	47,57	
TMR		44,36		3,46	6,37	1,12	9,85	10,25	14,16	103,31 ^{*)} /17,47 ^{*)}
	37,31		16,12							

^{*)} normy INRA (1988 in Kruczyńska, 2006): 50–250 mg Zn · kg⁻¹ · suš.⁻¹; 10–30 mg Cu · kg⁻¹ · suš.⁻¹

Od sledovaných krav byly odebrány vzorky mléka opakovaně v intervalu cca 1 měsíce, poprvé v lednu 2006 v období zapouštění - v $64 \pm 18,3$ dnech po otelení, dále v únoru 2006 ve $100 \pm 18,3$ dnech *post partum*. Mléko bylo konzervováno přípravkem Mlekostat CC (fi. Zekar Brwinów, Polsko) s prokázaným účinkem na stabilizaci mléka (Karaszewska *et al.*). Vzorky byly podrobeny analýze na zjištění kvalitativních parametrů v laboratoři Okresního centra pro hodnocení mléka v Bydhošti, náležejícím pod organizaci Polské federace chovatelů skotu a producentů mléka*). Obsah zinku a mědi ve vzorcích mléka byl stanoven uznávanou analytickou metodou (AOAC, 2000) na atomovém absorpčním spektrofotometru AAS-3 firmy Zeiss v laboratoři Katedry výživy na AR Wrocław **). Vzorky krmiva byly analyzovány na obsah hlavních živin na UTP Bydgoszcz ***). Ve vzorcích krmiva byl stanoven obsah sušiny metodou sušení při 105 °C, obsah tuku metodou dle Soxhleta na přístroji Soxtec System HT6 1043 Extraction Unit, obsah vlákniny na přístroji Fibertec System I 1010 Heat Extraction,

obsah bílkovin (dusíkatých látek) metodou dle Kjeldahla na přístroji Kjelttec®2200 Auto Distillation Foss Tecator (obr. 1) a obsah Zn a Cu metodou plamenové atomové absorpční spektrofotometrie na přístroji AA spectrometer UNICAM 969 (obr. 2).

*) Polska Federacja Hodowców Bydła i Producentów Mleka (PFHBiPM) - Region Oceny w Bydgoszczy

***) Akademia Rolnicza Wrocław

****) Uniwersytet Techniczno-Przyrodniczy im. Jana i Jędrzeja Śniadeckich w Bydgoszczy

4.2.2 Chov B

Pro porovnání byl zvolen další chov (obr. 3 a 4) se srovnatelnými podmínkami, pokud se týče regionu, chovaného plemene, průměrného počtu chovaných krav ve stádě, typu provozu (stelivový provoz) a techniky krmení (zakládání TMR krmným vozem) apod., ale s odlišným systémem ustájení (provoz volný), s rozdílnou denní frekvencí dojení (3x denně), s krmnou dietou s vysokým podílem komerčně vyráběných krmiv a s průměrnou mléčnou užitkovostí stáda řádově o 2 tisíce vyšší (9863 kg mléka za normovanou laktaci).

Charakteristika chovu je k dispozici v tab. 13. Pokusný materiál tvořilo 29 dojnic plemene holštýnsko-fríského skotu o průměrné denní dojivosti 35,8 kg mléka. Mléko bylo odebíráno jako průměrný vzorek ze tří denních dojení do plastických nádobek s konzervačním přípravkem Mlekostat CC (fi. Zekar Brwinów, Polsko) opakovaně (únor, březen) od stejných jedinců v časovém rozmezí 1 měsíce, poprvé v $65,6 \pm 17,6$ dnech *post partum*. Krmná dávka (tab. 14) stejná po celou dobu sledování (siláž z kukuřičných zrn - 5 kg, siláž kukuřičná - 21 kg, senáž - 18 kg, řepkové pokrutiny - 1,85 kg, sójový šrot - 2 kg, cukrovarské řízky - 7,5 kg, Lacto Plus - 0,15 kg, krmný vápenec - 0,2 kg, sláma - 0,9 kg, sladový květ - 1 kg, ječmen - 2 kg, Megalac - 0,26 kg, kyselý uhličitan - 0,15 kg) pokrývala shodně s normou INRA záchovnou potřebu a potřebu na produkci 35 kg mléka. TMR obsahovala normativní množství (INRA, 1988 in Kruczyńska, 2006) zinku i mědi - 72 mg Zn a 17,02 mg Cu v 1 kg sušiny. Zjištěný obsah stopových prvků v TMR byl vyšší než v krmné dávce krav ve

středovýchodním Polsku (Bujanowicz-Haraś *et al.*, 2004a), v níž byly stanoveny hodnoty 52,85–66,00 mg Zn · kg⁻¹ · suš.⁻¹ a 10,45–11,60 mg Cu · kg⁻¹ · suš.⁻¹.

Obsah zinku a mědi v individuálních vzorcích mléka byl stanoven uznávanou analytickou metodou (AOAC, 2000) na atomovém absorpčním spektrofotometru AAS-3 firmy Weiss na AR Wrocław. Informace o kvantitativních i kvalitativních parametrech mléka byly poskytnuty Okresním centrem hodnocení mléka v Bydhošti.

Získané údaje byly zpracovány za použití dostupných počítačových programů (viz kap. 4.5). Výsledky a diskuse k této části jsou popsány v kap. 5.2.1 a 5.2.2.

Tab. 13: Charakteristika podniku - podmínky chovu B

Kraj	Kujavy-Pomoří (Województwo Kujawsko- Pomorskie)	
Půdní podmínky	proměnlivé	
Systém podestýlání zvířat (hluboká podestýlka, rošty)	Provoz stelivový - hluboká podestýlka	
Orientace stáje	S → J	
Druh a kategorie zvířat, produkční skupiny	Skot - dojené krávy	
Plemeno	Holštýnsko-fríský skot	
Systém ustájení zvířat	Volné ustájení	
Průměrný stav zvířat	200 dojených krav	
Průměrná produkce mléka	10 000	
Systém zapouštění krav	inseminace	
Délka mezidobí	415 dní	
Období zasušení	56 dní	
Zdravotní stav stáda	velmi dobrý	
Stelivo	žitná sláma, pšeničná sláma	
Systém pasení krav	ano	
Technika krmení	krmný vůz	
Způsob produkce krmiv (vlastní x nakoupené, + jaké)	vlastní i nakoupené, z nákupu pocházejí: sója, pokrutiny, premix, krmný vápenec, kyselý uhličitan sodný	
- jadrná:	9 kg celkem	ječmen, sójový šrot, pokrutiny, sladový květ, chráněný tuk
- objemná:	50–60 kg celkem	senáž, siláž kukuřičná, siláž z kukuřice-zrno, siláž z vojtěšky, cukrovarské řízky, sláma
Způsob podávání jadrného krmiva	krmný vůz - TMR	
Množství jadrného krmiva na litr mléka	0,33 kg · l ⁻¹	
Minerální doplňky	premix, krmný vápenec, kyselý uhličitan sodný	
Způsob podávání minerálních doplňků	krmný vůz - TMR	

Tab. 14: Složení krmné dávky v chovu B (po celou dobu sledování)

Skupina I, 35 kg mléka	Množ- ství	Suš.	Suš.	NEL	NL	PDI	NDF	ADF	Ca	P	BNLV	Zn /Cu
Složky krmné dávky	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	%	kg	Mcal · kg ⁻¹ · suš.	% suš.	% NL	% suš.	% suš.	g · kg ⁻¹ · suš.	g · kg ⁻¹ · suš.	%	mg · kg ⁻¹ · suš. ⁻¹
Siláž - zrno kukuřice	5	59	2,95	2,05	10	40	9	3	3,3	1	75	
Siláž kukuřičná	21	32	6,72	1,55	8	30	51	29	2,6	1,9	34	
Senáž	18	20	3,6	1,5	15	24	48	28	7,5	3	20	
Řepkové pokrutiny	1,85	90	1,67	2,63	37	30	36	18	7,3	11, 3	17	
Sójový extrah. šrot	2	89	1,78	2,01	55	30	10	6	3	6,3	28	
Cukrovar. řízky	7,5	21	1,58	1,5	25,4	47	45	24	3,3	5,5	18	
Lacto Plus	0,15	100	0,15						140	60	0	*)
Krmný vápenec	0,2	100	0,18						360		0	
Sláma	0,9	90	0,81	0,97	4	70	78	52	3,3	0,8	5	
Sladový květ	1	94	0,94	1,63	28	25	47	18	0,3	2,4	20	
Ječmen	2	87	1,74	1,89	13	21	19	7,5	0,5	4,5	64	
Megalac	0,26	95	0,25	5,8	0	0	0	0	0	0	0	
Kys. uhličitán sodný	0,15	100	0,15								0	
TMR												72,0 /17,0 2
	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	%	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	Mcal · ks ⁻¹ · den ⁻¹	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	g · ks ⁻¹ · den ⁻¹	g · ks ⁻¹ · den ⁻¹	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	mg · kg ⁻¹ · suš. ⁻¹
Celkem	60,01	37,51	22,51	39,22	3,9	1,2	8,3	4,6	166,5	84,8	8	72,00** /17,02***)
Norma			22,5	38,12	3,9	1,2	6,5	3,6	160	100	6	****)
Rozdíl	60,01		0,01	1,1	0	0	1,8	1	6,5	-15,2	2	+/+

*) doplňk. minerální kr. směs pro dojnice (fi. Josera), Ca : P = 2,3 : 1, Zn: 6000 mg · kg⁻¹, Cu 900 mg · kg⁻¹

) 1620,72 mg Zn · ks⁻¹ · den⁻¹ - 900 mg z Laktoplusu; *) 383,12 mg Cu · ks⁻¹ · den⁻¹ - 135 mg z Lakto-
plusu; ****) normy INRA (1988 in Kruczyńska, 2006): 50–250 mg Zn·kg⁻¹·suš.⁻¹, 10–30 mg Cu·kg⁻¹·suš.⁻¹



Obr. 1: Kjeltec®2200 Auto Distillation Foss Tecator



Obr. 2: AA spectrometer UNICAM 969



Obr. 3: Pohled na dojírnu - chov B



Obr. 4: Dojnice holštýnsko-fríského plemene - chov B

4.3 REPRODUKČNÍ A PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V KREVNÍ PLAZMĚ

Tato část práce byla zaměřena na sledování koncentrace esenciálních mikroelementů zinku a mědi v krevní plazmě v období zapouštění, tj. přibližně 75 dní po porodu ($x = 74,52 \pm 13,18$ dní). Sledování proběhlo u 100 dojených krav se srovnatelnými podmínkami ustájení a výživy v rámci jediného chovu v okrese České Budějovice (chov C). Stručná charakteristika chovu je popsána v tab. 15. Krmná dávka v období plošného sledování obsahu Zn a Cu v krevní plazmě krav zahrnovala (v $\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$) 8–10 kg kukuřičné siláže, 6 kg vojtěškové siláže o vyšší sušině, 4 kg sena, 2 kg doplňkové krmné směsi pro dojnice DOVP, 3 kg mláta a 0,10 kg krmného vápence. Suplementárním zdrojem zinku a mědi byla minerální krmná přísada TURMIX S3 (LO) - var. B v množství $0,15 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, obsahující 3200 mg Zn $\cdot \text{kg}^{-1}$ ve formě ZnO a 640 mg Cu $\cdot \text{kg}^{-1}$ ve formě $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$. Krmná dávka obsahovala na základě výpočtu podle závazné deklarace výrobce, analytického stanovení a tabulkových hodnot (Sommer *et al.*, 1994) 1098,85 mg Zn a 253,05 mg Cu $\cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, z toho připadá na objemná krmiva 200,05 mg Zn a 66,11 mg Cu a na minerální doplněk 480 mg Zn a 96 mg Cu (tab. 16). Vzorke krve byly odebírány z *vena caudalis* do odběrek HEMOS-soupravy s přidavkem antikoagulačního přípravku (heparin). Krev byla uložena v chladničce do 2. dne, kdy byla z heparinizované krve získána plazma. Obsahy zinku a mědi v krevní plazmě byly stanoveny metodou plamenové atomové absorpční spektrofotometrie na přístroji AA spectrometer UNICAM 969. Hladina stopových prvků v krvi byla vyhodnocena vzhledem k reprodukčním a produkčním parametrům odebíraných krav. Ze sestav „Měsíční výsledky KU“ byly zjišťovány následující informace a údaje o reprodukčních a produkčních ukazatelích:

- a) reprodukční parametry (následující po sledovaném pořadí laktace)
 - datum a pořadí inseminace, inseminační interval, servis perioda, mezidobí);
- b) kvantitativní a kvalitativní parametry mléčné užitkovosti
 - laktační dny v období odběru, produkce mléka v kg, procentický obsah tuku, množství tuku (kg), procentický obsah bílkovin, množství bílkovin (kg)

- a procentický obsah laktózy,
- produkce mléka a množství bílkovin (kg) - za prvních 100 dní laktace,
 - za 200 dní laktace,
 - za normovanou laktaci (305 dní),
 - a za celkovou laktaci,
 - produkce mléka v kg, obsah (%) a množství tuku (kg), obsah (%) a množství bílkovin (kg) a procentický obsah laktózy v laktačních dnech nejbližší 100denní a 200denní, resp. 305denní laktaci.

K vyhodnocení byly použity dostupné počítačové programy (viz kap. 4.5). Výsledky a diskuse k této části jsou popsány v kap. 5.3.1 a 5.3.2.

Tab. 15: Charakteristika podniku - Podmínky chovu C

	Charakteristika		Charakteristika
Kraj	Jihočeský	Inseminační index	2,6
Nadmořská výška	410 m n. m.	Servis perioda	142
Orientace stáje	Z → V	Období zasušení	2,5 měsíce před porodem
Druh a kategorie zvířat	dojené krávy	Zdravotní stav zvířat	dobry
Plemeno	holštýnské plemeno a jeho kříženci	Stelivo	sláma (porodna)
Systém ustájení zvířat	volné, roštové ustájení; vazné ustájení (porodna)	Systém pasení krav	ne
Průměrný stav zvířat	300 ks	Technika krmení	nadžlabový dopravník; krmný vůz (porodna)
Průměrná produkce mléka	5 622 kg mléka	Způsob podávání jadrného krmiva	v dojárně
Systém zapouštění krav	inseminace	Množství jadrného krmiva na litr mléka	0,20 kg · l ⁻¹
Způsob telení	samostatná porodna	Minerální doplňky a způsob jejich podávání	TURMIX S3 (LO) - var. B - na žlab + volně k dojnici; krmný vápenec

Tab. 16: Složení krmné dávky v chovu C po celé období sledování

Složky krmné dávky	Množství	Zn	Cu	Zn	Cu
	kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	mg · kg ⁻¹		mg · ks ⁻¹ · den ⁻¹	
Siláž kukuřičná	8–10	8,37 ^{*)}	1,49 ^{*)}	66,96 –83,7	11,92 –14,9
Senáž vojtěšková	6	9,80 ^{*)}	6,11 ^{*)}	58,8	36,66
Seno	4	16,48 ^{**)}	4,01 ^{**)}	65,92	16,04
<i>Celkem objemné krmivo</i>				191,68 –208,42	64,62 –67,6
Doplňk. kr. směs DOVP	2	195 ^{***)}	38 ^{***)}	390	76
Mláto	3	9,60 ^{*)}	4,99 ^{*)}	28,8	14,97
Krmný vápenec	0,10	-	-	-	-
TURMIX S3 (LO) - var. B	0,15	3200 ^{***)}	640 ^{***)}	480	96
Celkem				1090,48 –1107,22	251,52 –254,57
Průměr				1098,85	253,05

^{*)} Tabulková hodnota (Sommer *et al.*, 1994); ^{**)} Analytické stanovení; ^{***)} Závazná deklarace výrobce

4.4 TESTACE ÚČINKU DOPLŇKOVÉHO PŘÍJMU ZINKU A MĚDI NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV

Posouzení obsahu zinku a mědi v individuálních vzorcích krve krav při jeho definovaném příjmu bylo provedeno v chovu holštýnského plemene v okrese České Budějovice (chov C). Stájové podmínky jsou zdokumentovány na obr. 5–8. Charakteristika tohoto chovu byla již popsána výše v textu (kap. 4.3, tab. 15). Sledování probíhalo od listopadu roku 2003 do srpna 2005. Vzorky byly odebírány individuálně z *vena jugularis* před porodem a v různých fázích *post partum*.

Tři týdny před předpokládaným otelením byly pro účely experimentu vytvořeny dvě skupiny dojnic: pokusná skupina, která byla saturována anorganickým přídatkem zinku do krmné dávky nad doporučenou denní normu, a skupina kontrolní - bez dotace zinku. Příjem zinku pokusné skupině byl navýšen ve formě oxidu zinečnatého o 20 % oproti normě, tj. o $130 \text{ mg ZnO} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ a byl podáván individuálně v podobě želatinových tobolek (obr. 9) *per os* denně po dobu tří týdnů před předpokládaným datem otelením. Dále byla vytvořena skupina pokusná s přídatkem Cu (obr. 10) do krmné dávky. Suplementárním zdrojem mědi byl $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$. Množství Cu bylo oproti normě obsahu Cu v krmné dávce navýšeno pokusné skupině o 10 %, tj. o $60 \text{ mg CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, kontrolní skupina nebyla mědí (ani zinkem) suplementována. Způsob podávání znázorňují obr. 11 a 12. Výpočet množství zinku a mědi vycházel z tabulkových hodnot jejich potřeb pro dojnice podle Rozmana (1981) (tab. 5), podle nichž byl stanoven denní příjem Zn na $530 \text{ mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ a Cu na $150 \text{ mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$. Pro testaci efektu suplementace byl navýšen obsah Zn o 20 %, tj. o 106 mg, a obsah Cu o 10 %, tj. o 15 mg. (Uvedená denní potřeba na dojnici a den pak činila 636 mg Zn a 165 mg Cu.). Na základě vypočteného množství mikroprvků (procentuální navýšení) přepočteného podle molekulárních hmotností používaných anorganických látek (ZnO , $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O}$) byl stanoven přírůstek na výši 132 mg (130 mg) Zn, resp. 59 mg (60 mg) Cu. Výpočet je uveden v tab. 17.

Krmná dávka v období stání na sucho a v období laktace je uvedena v tab. 18.

Dojnicím byla odebírána krev z *vena jugularis* - před podáním doplňku (tj. tři týdny před předpokládaným termínem otelení) a opakovaně v následujících termínech: v 1., 3., 5. a dále v 8. měsíci po porodu (tj. v optimálním případě v 5. měsíci březosti),

resp. 9. měsíci *p.p.* Vzorky krve byly odebírány do skleněných odběrových lahvíček s přísávkem antikoagulačního přípravku heparin (obr. 13). Krev byla uchovávána v chladu a do 24 hod. byla získána krevní plazma, která byla následně analyzována. U vybraných krav bylo odebíráno i mléko (ve 3., 5. a 7. měs. *p.p.*) a analyzováno na obsah Zn a Cu. Dále byly odebírány vzorky krmiva. Obsahy zinku a mědi v krevní plazmě byly stanoveny metodou plamenové atomové absorpční spektrofotometrie (AAS) na přístroji AA spectrometer UNICAM 969 a byly porovnávány s referenčními hodnotami, obsah Zn a Cu v mléce metodou ICP-MS.

Úroveň vybraných reprodukčních ukazatelů (interval, servis perioda, inseminační index, délka mezidobí aj.) a mléčné užitkovosti krav (dojivost v kg mléka za prvních 100, 200 a za 305 dní laktace, produkce bílkovin aj.) byla posuzována na základě informací získaných z dokumentace plemenářské organizace („Měsíční výsledky KU“). U sledovaných jedinců byly vypočteny základní statistické charakteristiky, na jejichž základě byly posuzovány vztahy mezi Zn, Cu a reprodukčními ukazateli. Výsledky byly statisticky vyhodnoceny za použití dostupných programů (viz kap. 4.5) a jsou popsány v kap. 5.1.4 a 5.2.4.

Tab. 17: Výpočet přísávku Zn a Cu pokusným skupinám dojených krav v období 3 týdnů *p.p.*:

Množství přísávku (mg)	Záchovná dávka	Na produkci 1 kg mléka	Na produkci 20 kg mléka	Přísávek na březost od 8. měs. do otel.	Přísávek na dokončení růstu	Celkové množství (mg)
Prvek	Živá hmotnost dojnice 600 kg	nad 4000 kg mléka · rok ⁻¹ , obsah tuku 3,6–4,0 %	Na produkci mléka	Přísávek na březost od 8. měs. do otel.	Přísávek na dokončení růstu	Celkové množství (mg)
Zn	300	9	180	50	-	530*)
Cu	80	2,50	50	20	-	150**)

*) $300 + 20 \cdot 9 + 50 = 530$ mg, **) $80 + 20 \cdot 2,50 + 20 = 150$ mg

Tab. 18: Krmná dávka v chovu C

V období stání na sucho			V období laktace			
Složky krmné dávky	kg (ostatní období)	kg (01/05)	Složky krmné dávky	kg (ostatní období)	kg (12/ 04)	kg (02 -08/05)
Siláž kuk.	10-12	8-9	Siláž kuk.	15	10	8-10
Senáž	9-10	4	Senáž	9-12	6	6
Seno	2-2,5-3	5	Seno	2-2,5	3	2,5-4
Sláma		1,5	Sláma	-	5	3,5-4
Mláto	-	-	Mláto	3	3	3
DOVP*)	-	-	DOVP*)	4-6	6	2
DMK**)	0,1	-	DMK**)	0,1	0,1	
TURMIX S3***)	-	0,15	TURMIX S3***)	-	-	0,15
krmný vápenec	-	-	krmný vápenec	-	-	0,1

*) krmná směs pro dojnice

***) doplňkové minerální krmivo pro dojnice, fi. Mikrop, 7000 mg Zn · kg⁻¹, 1500 mg Cu · kg⁻¹

****) doplňkové minerální krmivo pro skot fi. Tekro, 3200 mg Zn · kg⁻¹, 640 mg Cu · kg⁻¹



Obr. 5: Chov C - porodna - pohled na krmnou chodbu



Obr. 6: Chov C - vazná stáj - pohled na krmnou chodbu



Obr. 7: Chov C - stáj se sekcemi pro rozdělení krav dle reprodukčního cyklu - technika krmení



Obr. 8: Chov C - stáj se sekcemi pro rozdělení krav dle reprodukčního cyklu - pohled na stání



Obr. 9: Želatinové tobolky naplněné ZnO



Obr. 10: Želatinové tobolky s $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$



Obr. 11: Porovnání velikosti tobolky s rozměry granulované směsi



Obr. 12: Podávání doplňků mikroprvků v podobě tobolky *per os*



Obr. 13: Odběr krve z *vena jugularis*

4.5 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ A STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ

Pro posouzení obsahu stopových prvků Zn a Cu v krevní plazmě, resp. mléce a v krmivu bylo používáno rozpětí referenčních hodnot dle literárních zdrojů uvedených v literárním přehledu, ke zhodnocení úrovně sledovaných reprodukčních parametrů bylo využito hodnocení rozmezí doporučené rozličnými autory (např. Burdych *et al.*, 1995; Gamčík *et al.*, 1988; Kvapilík, 1995) a posouzení na základě výsledků v ČR, úroveň kvalitativních a kvantitativních parametrů mléka byla porovnávána s celorepublikovými údaji kontroly užitečnosti podle Kvapilíka *et al.* (2005) (tab. 19).

Ze získaných údajů byly vypočteny základní statistické charakteristiky: aritmetický průměr (\bar{x}), směrodatná odchylka (s_x), variační koeficient (V %), minimum (min), maximum (max) a medián (median) a dále korelační koeficienty (r_{xy}), na jejichž základě byly posuzovány vztahy mezi mikroprvky a sledovanými reprodukčními, resp. produkčními ukazateli a mezi mikroelementy vzájemně. Hodnota korelačního koeficientu (těsnost korelačního vztahu) byla hodnocena dle Čermákové and Střelečka (1995) (tab. 20). Pro stanovení významnosti rozdílů mezi průměry ($P \leq 0,05$; $P \leq 0,01$; $P \leq 0,001$) byl využit test hypotéz o průměrech 2 nezávislých výběrů (Studentův t-test). K výpočtům byly použity programy Microsoft Office Excel 2003 a statistické programy Statplus a Statistica v.7.

Tab. 19: Zabřezávání po první inseminaci, servis perioda a inseminační interval (Kvapilík *et al.*, 2005)

Rok	březost po první inseminaci (%)			délka (dnů)		
	krávy	jalovice	celkem	ins. interval	SP	mezidobí
1999	46,2	63,5	51,2	81,6	115,3	398
2000	44,9	63,2	50,1	82,1	117,1	399
2002	43,3	62,6	48,6	84,9	123,6	404
2003	42,7	62,2	48,4	86,3	124,6	408
2004	42,8	62,3	48,4	86,1	124,9	409
<i>rozdíl^{*)}</i>	+0,1	+0,1	0,0	-0,2	+0,3	+1,0

^{*)} rozdíl mezi roky 2004 a 2003.

Tab. 20: Stupně závislosti podle koeficientu korelace (Čermáková and Střeleček, 1995)

Hodnota koeficientu korelace	Stupeň statistické závislosti
$r_{xy} < 0,3$	nízký stupeň korelační závislosti
$0,3 \leq r_{xy} < 0,5$	mírný stupeň korelační závislosti
$0,5 \leq r_{xy} < 0,7$	střední stupeň statistické závislosti
$0,7 \leq r_{xy} < 0,9$	vysoký stupeň korelační závislosti
$0,9 \leq r_{xy} < 1$	velmi vysoký stupeň korelační závislosti
$r_{xy} = 1$	matematická (funkční) závislost

5. VÝSLEDKY A DISKUSE

5.1 OBSAH ZINKU A MĚDI V MLÉCE JAKO UKAZATEL ZÁSOBENOSTI CHOVŮ DOJENÝCH KRAV

Kravské mléko je vzhledem k vysoké nabídce zinku - $4\text{--}5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Illek *et al.*, 2000) a jeho značné využitelnosti z mléka - 61 % (Bell *et al.*, 1987) významným zdrojem zinku ve výživě člověka. Výrobky z mléka jsou ještě bohatšími donátory zinku, např. tavené sýry obsahují 2,2–7,5násobně více Zn než syrové mléko: $1100\text{--}3000 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Drbohlav and Vodičková, 2001). Zinek je v mléce vázán především na kasein a pouze 12 % zůstává jako ultrafiltrabilní. Obsah zinku ve zralém mléce je nejen druhově rozdílný, ale kolísá i dle stadia laktace a především v závislosti na úrovni jeho příjmu a resorpce (Kolb and Gürtler, 1971, McDowell, 1992 in Trávníček *et al.*, 2004). Obsah Zn v mléce je tedy ovlivnitelný výživou (Illek, 1998).

V porovnání se zinkem obsahují mléko a mléčné výrobky velmi malé množství mědi. V kravském mléce je pouze $8 \mu\text{g Cu} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$, v mléce ovčím a kozím 57,5x více: $0,046 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ (Drbohlav and Vodičková, 2001). I přes nízký obsah mědi v mléce (Jamroz, 2004) lze vzhledem k její dobré biodostupnosti z mléka (Kabata-Pendias and Pendias, 1999), která je > 2krát vyšší než např. ze sójových výrobků (Lonnerdal *et al.*, 1985), považovat mléko za zdroj mědi ve výživě člověka. Vstřebatelnost Cu z kravského mléka je 23 % (Lonnerdal *et al.*, 1985). Měď je vázána na bílkoviny (Grieger, Holec *et al.*, 1990) a její obsah v mléce se zvyšuje teprve s jejím vysokým příjmem v krmné dávce (okolo 80 ppm) (Dunkley *et al.*, 1968 in Weiss, 2005). Obsah mědi v krmivech závisí na množství tohoto prvku v půdě (12-23-140 ppm) (Jamroz, 2004). Měď vykazuje v trávicím traktu antimikrobiologickou aktivitu. CuSO_4 významně redukuje bakterie rodu *Streptococcus* a dokonce deaktivuje některé viry (Jamroz, 2004).

Ve vztahu ke kvantitativním a kvalitativním parametrům mléka ovlivňuje zinek produkci mléka (Kinal, 2005a; Kinal *et al.*, 2005a; Sviatko *et al.*, 1992) a počet somatických buněk (Kruczyńska, 2004; Kellogg *et al.*, 2004), měď koreluje pozitivně

s obsahem mléčné bílkoviny a vápníku (Sikirić *et al.*, 2003) a negativně s obsahem tuku v mléce (Brzóska and Sala, 2001).

5.1.1 Zásobenost organismu dojených krav Zn a Cu v Jihočeském kraji

Výsledky monitoringu stopových prvků prováděného ve 49 chovech 7 okresů Jihočeského kraje podává v podobě přehledu o obsahu Zn, Cu a některých dalších stopových prvků v mléce tab. 21. Zemědělské podniky zařazené do sledování se lišily úrovní mléčné užitkovosti, resp. dodávky mléka do mlékárny, s marginálními hodnotami 201 a 8500 l (tab. 42). Jihočeský kraj je v současnosti s produkcí 59,9 tis. litrů 2. největším producentem mléka v České republice (Kvapilík *et al.*, 2006).

Obsah zinku v bazénových vzorcích mléka charakterizují následující parametry: aritmetický průměr $4,67 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka $0,64 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, V % 14, minimum 2,07, maximum 5,92, median $4,65 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (tab. 22).

Průměrná hodnota zinku $4,67 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ odpovídá jeho dostatečnému množství v kravském mléce, tj. $3,8\text{--}4,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Reilly, 1991 in Kvasničková, 1998). Průměrná úroveň zinku se v celém souboru vyšetřovaných chovů nachází v rozmezí optimální saturace zvířat podaném Illkem *et al.* (2000), kterému odpovídá koncentrace $4\text{--}5 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka. Širší rozmezí obsahu Zn v kravském mléce na úrovni $3\text{--}5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ podává Vrzgula *et al.* (1990). V sousedním Polsku byla v syrovém kravském mléce zjištěna srovnatelná průměrná hodnota $3307 \pm 1108 \mu\text{g Zn} \cdot \text{l}^{-1}$ (Dobrzański *et al.*, 2005). Průměrné hodnoty obsahu Zn v syrovém kravském mléce zjištěné v Itálii (Del Petere and Di Stanislao, 1984 in Sikirić *et al.*, 2003) a Španělsku (Zurera-Cosano *et al.*, 1994 in Sikirić *et al.*, 2003) byly v porovnání s autorkou zjištěným průměrem o 18, resp. 21 % nižší. Kravské mléko obsahuje větší množství zinku než humánní mateřské mléko. Pilecki *et al.* (1999) zjistil koncentraci zinku v lidském mléce $2,93 \pm 2,11 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Podobnou hodnotu u mateřského mléka na úrovni $3 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$ podává Schlettwein-Gsell and Mommsen-Straub (1970 in Bencko *et al.*, 1995).

Hodnoty minima a maxima, variačního koeficientu a směrodatné odchylky poukazují na nižší variabilitu a rovnoměrné rozdělení četností souboru. Nejvyšší variabilita obsahu zinku byla zjištěna v okrese Jindřichův Hradec (17,59 %) (tab. 22).

Průměrný obsah zinku ve vzorcích mléka podle okresů se pohyboval v úzkém rozmezí hodnot (4,42–5,12 mg · l⁻¹). Nejvyšší průměrná hodnota (5,12 ± 0,42 mg · l⁻¹) byla zjištěna v okrese Český Krumlov (graf 1).

Nejnižší hodnoty pod 3 mg · l⁻¹ se vyskytovaly pouze u 2 % analyzovaných vzorků (tab. 23). V rámci rozdělení četností obsahu zinku v syrovém mléce (graf 3) se nejvíce vzorků (61 %) nacházelo ve fyziologickém rozmezí obsahu zinku v mléce uváděném Illkem (2000), tj. 4–5 mg · l⁻¹. Horní hranice tohoto rozpětí byla překročena u 26,5 % analyzovaných vzorků.

Při srovnávání zemědělských chovů podle denní produkce mléka byl zjištěn postupný nárůst obsahu zinku v mléce vzhledem k denní produkci (tab. 30). Chovy s produkcí do 1000 l · den⁻¹ vykazovaly průměrně 4,18 ± 1,30 mg Zn · l⁻¹ mléka, chovy s denní dávkou nad 7000 litrů o 19 % více (4,96 ± 0,21 mg · l⁻¹). Tendenci postupného nárůstu (trend lineární regrese) znázorňuje graf 5.

Obdobná situace byla u obsahu zinku v mléce z velkokapacitních chovů (VKK) a ostatních farem (tab. 31). Vyšší obsah zinku v mléce z VKK (o 7 %) poukazuje na lepší úroveň suplementace zvířat zinkem ve velkokapacitních provozech.

Obsah zinku na kg sušiny mléka podává tab. 26. Ve srovnání s velmi širokým rozpětím obsahu mědi v syrovém kravském mléce (153 %) (tab. 24) a v sušině (152 %) (tab. 28) dosahuje variační koeficient obsahu zinku v syrovém kravském mléce hodnoty 14 % (tab. 22) a v sušině 9 % (tab. 26). Relativní zastoupení koncentrací zinku v sušině bazénových vzorků ukazuje tab. 27.

Obsah mědi v bazénových vzorcích mléka (tab. 24) charakterizují následující parametry: aritmetický průměr 41,87 µg · l⁻¹, variační koeficient (V %) 153, minimum 1,50, maximum 269,00, medián 1,50 µg · l⁻¹. Výskyt nejnižších hodnot 5 µg · l⁻¹ a méně převažoval ve třech ze sedmi okresů (České Budějovice, Český Krumlov a Prachatice) (tab. 21). Průměrná hodnota v těchto okresech svědčí o přetrvávajícím nízkém obsahu mědi v kravském mléce a odráží její nedostatečný příjem krmnou dávkou. Nejvyšší

hodnoty mědi (tab. 24) byly zaznamenány v chovech okresu Jindřichův Hradec ($269,00 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), kde byla zjištěna také nejvyšší průměrná hodnota (graf 2).

Hodnoty minima a maxima, variačního koeficientu a směrodatné odchylky ($64,20 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) vyjadřují na rozdíl od zjištěných statistických hodnot u obsahů zinku (tab. 22) značnou variabilitu a nerovnoměrné rozdělení četností souboru. Uváděné minimum odpovídá detekčnímu limitu zvolené analytické metody.

Převážně se vyskytující minima obsahu Cu pod $1,50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (tab. 24) poukazují na existenci chovů s nižším stupněm zásobení zvířat tímto mikroelementem.

Nejvyšší variabilita obsahu mědi byla zjištěna mezi chovy v okrese České Budějovice (V % 294) (tab. 24). Opomeneme-li okresy Český Krumlov a Prachatice, ve kterých se ve 100 % případů vyskytují hodnoty pod $1,50 \mu\text{g} \text{ Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka, dosahuje nejnižší hodnota variačního koeficientu 42 % u okresu Písek s průměrnou koncentrací mědi v mléce $20,67 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Uvedené difference jsou odrazem rozdílné úrovně doplňkového podávání mědi.

Při stávajícím průměrném obsahu mědi v nativním kravském mléce $41,87 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ by při užitkovosti $20 \text{ l mléka} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ bylo denně vyloučeno mlékem o 58,1–72,1 % mědi méně, než uvádí Vrzgula *et al.* (1990).

Horní přípustná mez obsahu mědi v mléce $400 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Slanina *et al.*, 1992) nebyla překročena v žádném z analyzovaných vzorků. Všeobecně nízký obsah mědi v analyzovaných vzorcích charakterizuje 57 % případů s hodnotou $5,0 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a méně (tab. 25). Obsah vyšší než $150 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ vykazovala pouze 4 % vzorků (graf 4).

Zjištěná průměrná hodnota obsahu mědi v mléce se blíží údaji Nováka (1982), který uvádí koncentraci u zralého mléka na úrovni $50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Podle uvedeného autora dochází ke konci laktace ke snížení obsahu mědi až na hodnotu $10 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Zjištěné množství mědi v bazénových vzorcích se přibližuje také spodní hranici rozmezí obsahu mědi v kravském mléce, podaném Vrzgulou *et al.* (1990) na úrovni 0,05–0,12 $\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$. V porovnání s rozmezím uváděným Mulderem and Menger Meijersem (1965 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983) (tab. 10) je zjištěný průměr o 1,87–21,87 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ vyšší. Ve srovnání s obsahem mědi zjištěném v mléce koz v průběhu 7měsíční laktace (Khaled *et al.*, 1998), který byl mnohem vyrovnanější (48,29–61,64 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$), jsou autorkou zjištěné hodnoty blízké pouze jejich spodní hranici.

Převažující nízké hodnoty mědi v mléce (tab. 21) korespondují s údaji o nedostatečné saturaci dojníc mědi, zjištěné v našich chovech (Illek *et al.*, 1999).

Při srovnávání zemědělských chovů podle denní produkce mléka (tab. 30) byl ve srovnání se zinkem zjištěn zcela opačný průběh závislosti obsahu Cu na výši mléčné užitkovosti. Klesající trend lineární regrese demonstruje graf 6. Tato skutečnost může být dána do souvislosti se zvyšující se mléčnou užitkovostí (Vrzgula and Sokol, 1987), kdy vysoká mléčná produkce může podmínit vznik hypokupremie. Vzestup u kategorie chovů nad 7000 kg mléka denní dodávky měnící dosavadní průběh grafu je dán patrně malým počtem chovů ($n = 2$).

Z porovnání obsahu mědi v mléce z velkokapacitních chovů (VKK) a ostatních farem (tab. 31) vyplývá nižší obsah mědi v mléce z VKK (30krát méně) s vyšší denní dodávkou, což potvrzuje výše zmiňovaný pokles obsahu mědi s výší produkce a poukazuje na lepší úroveň suplementace zvířat mědi v provozech s menší koncentrací zvířat. Zjištěná skutečnost může souviset s vyšším stupněm kvality vybilancování krmných dávek dojených krav z hlediska krytí potřeb mědi (s přihlédnutím k její možné toxicitě) ve velkokapacitních chovech.

Obsah mědi v kg sušiny mléka podává tab. 28. Patrný je velmi vysoký variační koeficient obsahu mědi v sušině (152 %) i v syrovém kravském mléce (153 %) (tab. 24). Relativní zastoupení koncentrací mědi v sušině bazénových vzorků ukazuje tab. 29.

Obsah mědi v mléce výrazně koreluje (tab. 32) s obsahem manganu (střední až vysoký stupeň korelační závislosti: $r_{xy} = 0,60$, u 20 sledovaných chovů dokonce 0,89), a obsah zinku se selenem ($r_{xy} = 0,40$), s manganem (0,28), s obsahem sušiny ($r_{xy} = 0,36$), s tukuprostou sušinou, s bílkovinami mléka a laktózou (0,26–0,36), a dále s hodnotou bodu tuhnutí (0,36). Poměr Cu a Zn v mléce byl 1 : 111,54. Očekávaná závislost mezi obsahem zinku a počtem somatických buněk v mléce (Šimek *et al.*, 2000; Šimek *et al.*, 1995 in Šiške, 1997; Kudrna *et al.*, 1998) se souhrnně v rámci 49 chovů nepotvrdila, u 20 sledovaných chovů byl zjištěn nízký stupeň korelační závislosti ($r_{xy} = - 0,23$). Tato skutečnost však koresponduje se sledováním jiných autorů, např. Lidmark-Manssona *et al.* (2000 in Trávníček *et al.*, 2004), který při testování vlivu dotace Zn dospěl k závěru, že tato suplementace se na poklesu počtu somatických buněk neuplatnila. Závislost mezi koncentrací zinku a produkcí mléka (Šimek *et al.*,

2001; Rešová, 2000) vyjadřuje korelační koeficient 0,25. Vztah mezi nutriční úrovní v chovu, reprezentovanou obsahem močoviny, a obsahem zinku v mléce vyjadřuje střední stupeň statistické závislosti $r_{xy} = 0,52$. Vyšší produkce mléka je podmíněna i vyšším obratem dusíkatých látek a v podmínkách relativně vyrovnané energetické bilance i vyšší hladinou močoviny a bílkovin v mléce, jejichž závislost na obsahu Zn svědčí o tom, že se v našich chovech daří minimalizovat energetický dluh na počátku laktace (Trávníček *et al.*, 2004). Patrný je vysoký stupeň korelační závislosti mezi koncentrací mědi i zinku v syrovém mléce a jeho sušině (Cu 1,00, Zn 0,69). Tato relace se objevuje i u doplňkově stanovených mikroelementů - Se 0,90, Mn 0,98. Vztah mezi koncentrací Cu v mléce a obsahem bílkoviny ($r = 0,656$) (Sikirić *et al.*, 2003) potvrzen nebyl. Další sledované závislosti jako je vztah mezi Cu a Zn, resp. Cu a Se, a mezi Cu a mléčným tukem, tukuprostou sušinou a laktózou, byly nevýznamné. Vztah mezi obsahem mědi a obsahem mléčného tuku byl zjištěn pouze u 20 vybraných chovů: $r_{xy} = - 0,39$. V literatuře je ale popisováno snížení tučnosti mléka v souvislosti s nízkým množstvím mědi (Anonymous, 1993).

Při opakované analýze obsahů Zn a Cu v bazénových vzorcích 20 vybraných chovů v rozmezí 2 měsíců byl zjištěn téměř shodný průměrný obsah zinku a statisticky významně vyšší ($P < 0,01$) obsah mědi (tab. 33). 20 vybraných chovů bylo po stránce průměrné denní dodávky mléka ($3192,1 \pm 2087,9$ kg mléka) reprezentativním vzorkem (průměrná denní dodávka všech chovů Jihočeského kraje byla $3013,1 \pm 2015,2$ kg mléka) (tab. 42).

5.1.2 Úroveň reprodukčních parametrů a mléčné užitkovosti v chovech se sníženým obsahem Zn a Cu v mléce

Zemědělské chovy uvedené v kap. 5.1.1 charakterizují následující reprodukční parametry (tab. 34): procento 1. inseminací 45,4, zabřezávání po 1. inseminaci 42,0 %, délka inseminačního intervalu 81,9 dní, délka servis periody 128,4 dní a inseminační index 2,2.

Hodnoty průměrných reprodukčních ukazatelů za rok 2004 zjištěných ve 49 chovech dosahují v porovnání s průměrem Jihočeského kraje a celé ČR (tab. 35) kratšího intervalu, ale nižšího procenta 1. inseminací, resp. zabřezávání po 1. inseminaci, a tím horšího inseminačního indexu a prodloužení servis periody.

V podmínkách České republiky vykazují v posledních letech výsledky reprodukce plemenic skotu dlouhodobou tendenci zhoršování základních ukazatelů. Tento nepříznivý trend se podařilo v roce 2004 zastavit u zabřezávání po první inseminaci a u inseminačního intervalu, v porovnání s rokem 2003 vykázaly prodloužení průměrná délka servis periody (o 0,3 dne) a mezidobí (o 1,0 den) (tab. 19). Stávající výsledky reprodukce spolu s vysokými úhyny a nutnými porážkami telat ohrožují prostou obměnu stád krav. Vzhledem k citelnému dopadu nepříznivých ukazatelů plodnosti krav na výrobu mléka a jatečného skotu by první inseminace po otelení měla být provedena v průměru o 10 dnů dříve, zabřezávání by mělo být o 5 % vyšší, SP a mezidobí by měly být o 10 až 20 dnů kratší (Kvapilík *et al.*, 2005).

Při porovnání autorkou zjištěných průměrných hodnot dosažených ukazatelů s výsledky reprodukce plemenic skotu v rámci ČR (tab. 19) se procento březosti po 1. inseminaci přibližuje celorepublikovému průměru (rozdíl o 0,8 % nižší oproti ČR), zkrácení vykázala průměrná délka inseminačního intervalu (o 4,2 dny), naopak prodloužení délka servis periody (o 3,5 dne) (Kvapilík *et al.*, 2005).

Obsah zinku v mléce koreloval na úrovni nízkého stupně korelační závislosti kladně s procentem 1. inseminací a negativně s hodnotou inseminačního indexu: $r_{xy} = 0,25$, resp. $-0,19$.

Ze sledování úrovně reprodukčních parametrů v chovech s různým obsahem Zn v mléce vyplývá, že chovy s podnormativním obsahem ($< 4,0 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) vykazovaly (kromě délky intervalu) nejnepříznivější výsledky reprodukce (tab. 36). Procento zabřezávání je oproti chovům s referenčním obsahem ($4,0\text{--}5,0 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$) o 4,5 % nižší (tab. 37). Nejkratší délka intervalu a nejvyšší procento zabřezávání po 1. inseminaci byly zaznamenány ve skupině s normativní hodnotou Zn v mléce. Nadnormativní obsah Zn vykázal v porovnání s chovy s referenčním rozmezím zlepšení v procentu 1. inseminací (o 2,9 více), v délce servis periody (o 2,2 dny kratší) a hodnotě inseminačního indexu (tab. 38); rozdíly mezi průměry těchto parametrů v rámci

srovnávaných skupin však nejevily statistickou významnost. Pozitivní efekt Zn na zkrácení délky inseminačního intervalu byl zjištěn také Campbellem *et al.* (1999).

Se vzestupem koncentrace Zn v mléce klesala délka servis periody (tab. 36, 37 a 38; graf 7), což potvrzuje výsledky jiných autorů o pozitivním vlivu tohoto prvku na délku servis periody (Uchida *et al.*, 2001; Sviatko *et al.*, 1992).

Při sledování úrovně reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Cu v mléce pod $5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ (tab. 39), s obsahem $5\text{--}50 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ (tab. 40) a nad $50 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ (tab. 41) bylo zjištěno vyšší procento 1. inseminací, resp. procento zabřeznutí po 1. inseminaci, a tím nižší počet inseminací potřebných k zabřeznutí v chovech s hodnotou $5\text{--}50 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ v mléce. Rozdíl mezi průměry dosažených inseminačních indexů v zemědělských podnicích s obsahem Cu v mléce pod $5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a v chovech s $5\text{--}50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ je statisticky významný ($P < 0,05$). Zvýšená koncentrace Cu v mléce nad $50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ se v porovnání s její hladinou $5\text{--}50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ projevila zkrácením délky servis periody (o 3,4 dny) (graf 8). O pozitivním vlivu mědi na snížení hodnoty servis periody se zmiňuje i dostupná tuzemská literatura (Sviatko *et al.*, 1992).

Tab. 21: Přehled obsahu zinku, mědi a dalších mikroprvků v bazénových vzorcích mléka

Okres	Číslo chovu	Zn (mg · l ⁻¹)	Cu* (μg · l ⁻¹)	Se (μg · l ⁻¹)	Mn (μg · l ⁻¹)
České Budějovice Zn 4,42 ± 0,50 mg · l ⁻¹ Cu 1,50 až 111 μg · l ⁻¹ Se 14,62 ± 2,35 μg · l ⁻¹ Mn 16,09 ± 7,00 μg · l ⁻¹	1	3,46	1,50	17,3	10,60
	2	4,44	1,50	16,1	18,01
	3	3,89	1,50	11,1	4,89
	4	3,94	1,50	16,7	13,13
	5	5,03	1,50	10,9	18,45
	6	4,99	1,50	16,4	17,56
	7	4,02	1,50	15,5	11,11
	8	5,17	1,50	14,1	12,53
	9	4,63	1,50	15,8	21,26
	10	4,02	1,50	12,3	25,99
	11	4,50	1,50	11,3	13,04
	12	4,60	1,50	17,7	10,48
	13	4,82	111,00	14,9	32,18
Český Krumlov Zn 5,12 ± 0,42 mg · l ⁻¹ , Cu 1,50 μg · l ⁻¹ , Se 18,58 ± 2,94, μg · l ⁻¹ , Mn 17,70 ± 8,54 μg · l ⁻¹	15	5,21	1,50	22,6	21,33
	16	5,00	1,50	18,4	14,41
	17	4,54	1,50	14,3	5,96
	18	5,71	1,50	19,0	29,10
Prachatice Zn 4,79 ± 0,20 mg · l ⁻¹ Cu 1,50 μg · l ⁻¹ Se 13,30 ± 0,87 μg · l ⁻¹ Mn 13,24 ± 3,13 μg · l ⁻¹	19	4,65	1,50	13,2	15,02
	20	4,65	1,50	12,3	10,59
	21	4,70	1,50	13,0	9,90
	22	5,14	1,50	14,7	17,45
Strakonice Zn 4,99 ± 0,16 mg · l ⁻¹ Cu 1,50 až 144 μg · l ⁻¹ Se 13,08 ± 1,89 μg · l ⁻¹ Mn 17,53 ± 10,27 μg · l ⁻¹	23	4,88	1,50	15,6	6,42
	24	4,89	1,50	11,8	8,21
	25	4,94	144,00	10,8	28,90
	26	5,27	103,00	14,1	26,60
Jindřichův Hradec Zn 4,58 ± 0,80 mg · l ⁻¹ Cu 1,50 až 269 μg · l ⁻¹ Se 13,62 ± 4,43 μg · l ⁻¹ Mn 20,93 ± 9,47 μg · l ⁻¹	27	4,62	136,00	12,2	31,20
	28	4,10	58,00	11,8	22,20
	29	5,73	1,50	18,7	10,00
	30	4,63	248,00	16,6	20,30
	31	4,61	1,50	24,5	9,70
	32	4,42	1,50	16,8	7,00
	33	2,07	1,50	5,4	8,20
	34	4,75	101,00	12,9	23,90
	35	3,82	128,00	6,7	41,50
	36	5,13	83,00	12,6	28,80
	37	5,26	74,00	13,8	25,10
	38	4,97	269,00	14,2	20,10
	39	4,83	46,00	11,1	23,60
	40	5,09	138,00	12,4	28,80
	41	4,61	4,00	14,6	13,50
Tábor Zn 4,73 ± 0,76 mg · l ⁻¹ Cu 51,25 ± 42,82 μg · l ⁻¹ Se 11,47 ± 4,27 μg · l ⁻¹ Mn 23,11 ± 10,12 μg · l ⁻¹	52	5,60	41,00	13,2	24,30
	53	4,04	34,00	4,1	19,70
	54	4,30	1,50	8,4	10,20
	55	5,92	55,00	14,9	30,40
	56	4,00	36,00	11,2	13,80
	57	4,51	140,00	17,0	40,28
Písek Zn 4,93 ± 0,40 mg · l ⁻¹ Cu 20,67 ± 8,65 μg · l ⁻¹ Se 12,07 ± 0,33 μg · l ⁻¹ Mn 18,20 ± 2,32 μg · l ⁻¹	58	4,59	32,00	12,5	15,00
	59	5,50	11,00	11,7	19,20
	60	4,71	19,00	12,0	20,40

* Pro stanovení statistických ukazatelů byla v případě, kdy analyticky stanovená hodnota koncentrace mědi nedosáhla meze stanovitelnosti, použita hodnota detekčního limitu, která se rovná 1,5 μg · l⁻¹.

Tab. 22: Obsah zinku v bazénových vzorcích mléka ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) podle okresů

Okres	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
České Budějovice	13	4,42	0,50	11,32	3,46	5,17	4,50
Český Krumlov	4	5,12	0,42	8,24	4,54	5,71	5,11
Prachatice	4	4,79	0,20	4,27	4,65	5,14	4,68
Strakonice	4	4,99	0,16	3,21	4,88	5,27	4,91
Jindřichův Hradec	15	4,58	0,80	17,59	2,07	5,73	4,63
Tábor	6	4,73	0,76	15,97	4,00	5,92	4,41
Písek	3	4,93	0,40	8,12	4,59	5,50	4,71
Celkem	49	4,67	0,64	13,77	2,07	5,92	4,65

Tab. 23: Relativní zastoupení koncentrací zinku v bazénových vzorcích mléka

Obsah zinku v mléce ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	< 3	3,0–4,0	4,1–5,0	> 5
Relativní zastoupení (%)	2,04	10,20	61,22	26,53

Tab. 24: Obsah mědi v bazénových vzorcích mléka ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) podle okresů

Okres	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
České Budějovice*	13	9,92	29,18	294,05	1,50	111,00	1,50
Český Krumlov*	4	1,50	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50
Prachatice*	4	1,50	0,00	0,00	1,50	1,50	1,50
Strakonice*	4	62,50	62,70	100,32	1,50	144,00	52,25
Jindřich. Hradec*	15	86,07	83,57	97,09	1,50	269,00	74,00
Tábor*	6	51,25	42,82	83,55	1,50	140,00	38,50
Písek	3	20,67	8,65	41,87	11,00	32,00	19,00
Celkem	49	41,87	64,20	153,34	1,50	269,00	1,50

* Pro stanovení statistických ukazatelů byla v případě, kdy analyticky stanovená hodnota koncentrace mědi nedosáhla meze stanovitelnosti, použita hodnota detekčního limitu, která se rovná $1,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

Tab. 25: Relativní zastoupení koncentrací mědi v bazénových vzorcích mléka

Obsah mědi v mléce ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	< 5,0	5,0–50,0	50,1–100	100,1–150	> 150
Relativní zastoupení (%)	57,14	14,29	8,16	16,33	4,08

Tab. 26: Obsah zinku v bazénových vzorcích mléka ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny) podle okresů

Okres	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
České Budějovice	13	37,18	3,17	8,52	29,78	42,29	37,29
Český Krumlov	4	40,21	3,50	8,70	34,33	43,55	41,48
Prachatice	4	37,67	1,86	4,95	36,02	40,77	36,95
Strakonice	4	35,95	2,14	5,95	32,75	38,57	36,25
Jindřichův Hradec	15	38,61	3,17	8,21	32,23	43,30	38,48
Tábor	6	37,82	5,02	13,28	32,18	45,45	35,70
Písek	3	39,19	2,54	6,48	36,69	42,67	38,20
Celkem	49	38,01	3,47	9,12	29,78	45,45	37,75

Tab. 27: Relativní zastoupení koncentrací zinku v sušině bazénových vzorků mléka

Obsah zinku v mléce ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny)	< 35	35,0–38,0	38,1–41,0	> 41
Relativní zastoupení (%)	20,41	32,65	22,45	24,49

Tab. 28: Obsah mědi v bazénových vzorcích mléka ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny) podle okresů

Okres	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
České Budějovice*	13	79,44	231,39	291,27	11,41	881,00	12,96
Český Krumlov*	4	11,79	0,43	3,65	11,35	12,42	11,69
Prachatice*	4	11,80	0,13	1,07	11,63	11,94	11,82
Strakonice*	4	557,48	575,65	103,26	11,37	1361,80	428,37
Jindřich. Hradec*	15	717,87	676,97	94,30	11,33	2085,10	595,80
Tábor*	6	407,18	328,74	80,74	11,87	1085,00	327,20
Písek	3	164,87	69,71	42,28	83,30	253,60	157,70
Celkem	49	348,22	529,73	152,12	11,33	2085,10	13,66

* Pro stanovení statistických ukazatelů byla v případě, kdy analyticky stanovená hodnota koncentrace mědi nedosáhla meze stanovitelnosti, použita hodnota detekčního limitu, která se rovná $1,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, resp. byla přepočítána na sušinu mléka.

Tab. 29: Relativní zastoupení koncentrací mědi v sušině bazénových vzorků mléka

Obsah mědi v mléce ($\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ sušiny)	< 50	50–550	551–1050	1051–1550	> 1550
Relativní zastoupení (%)	57,14	18,37	10,20	10,20	4,08

Tab. 30: Obsah zinku a mědi v bazénových vzorcích mléka podle množství denní produkce mléka (denní dodávky do mlékárny) v zemědělském podniku

Denní produkce (dodávka) mléka v litrech	Počet chovů	Zn (mg · l ⁻¹)	Počet chovů	Cu (μg · l ⁻¹)
	n	$\bar{x} \pm s_x$	n	$\bar{x} \pm s_x$
do 1000	5	4,18 ± 1,30	5	64,80 ± 59,10
1001-3000	23	4,67 ± 0,40	24	49,41 ± 76,44
3001-5000	13	4,71 ± 0,60	12	29,08 ± 45,59
5001-7000	6	4,91 ± 0,56	6	18,42 ± 37,83
nad 7000	2	4,96 ± 0,21	2	51,25 ± 49,75

Tab. 31: Porovnání průměrného obsahu zinku a mědi v bazénových vzorcích mléka z velkokapacitních kravínů (VKK) a z ostatních chovů

Charakteristika chovu	Počet chovů (n)	Zn (mg · l ⁻¹)	Cu (μg · l ⁻¹)	Průměrná denní produkce (dodávka) mléka v litrech
VKK	10	4,92 ± 0,52	1,75 ± 0,75	4698 ± 1776
ostatní	39	4,61 ± 0,66	52,15 ± 68,26	2581 ± 1838

Tab. 32: Přehled korelačních vztahů mezi obsahem Cu, Zn v mléce a vybranými parametry mléka

Korelační vztah	Korelační koeficient	
	20 vybraných chovů JČ	Jihočeský kraj
a) Korelační závislosti mezi Cu, Zn a dalšími mikroprvky v mléce		
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	0,02*	0,12*
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Se ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	0,11*	-0,12*
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Mn ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	0,89*	0,60*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Se ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	-0,11	0,40
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Mn ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	0,21	0,28
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ sušiny mléka) : Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	1,00*	1,00*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ sušiny mléka) : Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	0,76	0,69
b) Korelační závislosti mezi obsahem Cu, Zn a kvalitativními parametry mléka		
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : tuk	-0,39*	-0,10*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : tuk	-0,13	-0,01
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Tps	0,00*	0,04*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : Tps	0,12	0,36
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : bílkoviny	-0,05*	0,05*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : bílkoviny	0,18	0,28
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : laktóza	0,00*	0,01*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : laktóza	-0,08	0,26
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : sušina	-0,07*	0,15*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : sušina	0,01	0,36
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : bod tuhnutí	-0,40*	-0,17*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : bod tuhnutí	-0,29	0,36
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : PSB	-0,25*	0,04*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : PSB	-0,23	-0,02
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : močovina	-0,12*	-0,18*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : močovina	0,40	0,52
Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : CPM	0,76*	-0,06*
Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka) : CPM	0,14	0,23
c) Korelační závislosti mezi denní produkcí mléka v zemědělském podniku a obsahem Cu, Zn v mléce		
Denní produkce mléka (v l) : Cu ($\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	-0,11*	-0,14*
Denní produkce mléka (v l) : Zn ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka)	0,17	0,25

* Pro stanovení statistických ukazatelů byla v případě, kdy analyticky stanovená hodnota koncentrace mědi nedosáhla meze stanovitelnosti, použita hodnota detekčního limitu, která se rovná $1,5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, resp. byla přepočítána na sušinu mléka.

Tab. 33: Obsah Zn a Cu v bazénových vzorcích mléka ze 20 chovů po opakované analýze v intervalu 2 měsíců

Statistický parametr	Zn (mg · l ⁻¹)		Cu (µg · l ⁻¹)	
	1. série	2. série	1. série ^a	2. série ^b
n	20	18	20	18
x	4,62	4,58	14,03	113,61
s_x	0,43	0,49	37,44	31,05
V %	9,22	10,7	266,9	27,33
MIN	3,47	3,85	1,5	65,1
MAX	5,17	5,75	140	153,38
median	4,65	4,46	1,5	118,27

t-test ^{a,b} P < 0,01

Tab. 34: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů ve všech sledovaných chovech Jihočeského kraje

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	38	37	47	47	38
x	45,43	42,03	81,90	128,43	2,22
s_x	10,66	13,57	16,47	21,86	0,34
V %	23,46	32,29	20,11	17,02	15,15
min	30,00	22,80	58,20	84,20	1,50
max	89,00	98,00	121,60	181,20	2,90
median	44,40	40,90	77,10	131,50	2,20

Tab. 35: Porovnání dosažených průměrných reprodukčních parametrů za rok 2004 s výsledky reprodukce v rámci Jihočeského kraje a celé České republiky

Parametr	49 chovů	Jihočeský kraj ^{*)}	Česká republika ^{*)}
Procento 1. ins.	45,4	49,5	49,3
Zabřez. po 1. ins. (%)	42,0	44,5	42,9
Ins. interval (dny)	81,9	83,8	86,1
Servis perioda (dny)	128,4	120,8	124,4
Inseminační index	2,2	2,0	2,1

^{*)} Ze sestav „Přehled o inseminaci a zabřezávání“, ČMSCH, a.s., Hradištko pod Medníkem

Tab. 36: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Zn v mléce pod 4,0 mg · l⁻¹

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	4	3	4	4	3
x	42,38	38,53	81,20	133,03	2,30
s_x	2,08	7,34	17,10	13,03	0,08
V %	4,90	19,04	21,06	9,79	3,55
min	39,10	28,60	62,60	112,00	2,20
max	44,40	46,10	100,90	146,30	2,40
median	43,00	40,90	80,65	136,90	2,30

Tab. 37: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Zn v mléce 4,0–5,0 mg · l⁻¹

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	24	24	30	30	25
x	44,93	42,98	80,85	128,65	2,25
s_x	12,06	15,84	15,14	21,54	0,33
V %	26,85	36,85	18,73	16,74	14,89
min	30,00	22,80	58,20	86,50	1,50
max	89,00	98,00	120,10	181,20	2,90
median	42,80	39,85	77,15	125,10	2,30

Tab. 38: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Zn v mléce nad 5,0 mg · l⁻¹

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	10	10	13	13	10
x	47,84	40,79	84,54	126,49	2,13
s_x	8,40	7,45	18,76	24,39	0,37
V %	17,56	18,27	22,19	19,28	17,32
min	31,20	26,10	58,20	84,20	1,60
max	60,30	54,00	121,60	160,10	2,90
median	46,60	42,15	77,10	131,70	2,15

Tab. 39: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Cu v mléce pod $5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	26	24	27	27	24
x	46,24	42,88	79,74	126,91	2,29 ^a
s_x	11,71	14,81	15,37	22,37	0,29
V %	25,33	34,54	19,27	17,63	12,53
min	30,00	22,80	58,20	84,20	1,50
max	89,00	98,00	121,60	181,20	2,90
median	44,50	42,15	77,10	130,70	2,30

Tab. 40: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Cu v mléce 5–50 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	1	7	8	8	7
x	48,40	43,33	84,90	132,50	1,96 ^b
s_x	0,00	11,58	12,72	20,05	0,32
V %	0,00	26,72	14,98	15,13	16,12
min	48,40	29,90	68,80	103,30	1,50
max	48,40	66,00	109,70	162,10	2,50
median	48,40	40,40	82,35	131,70	2,00

t-test ^{a,b} P < 0,05

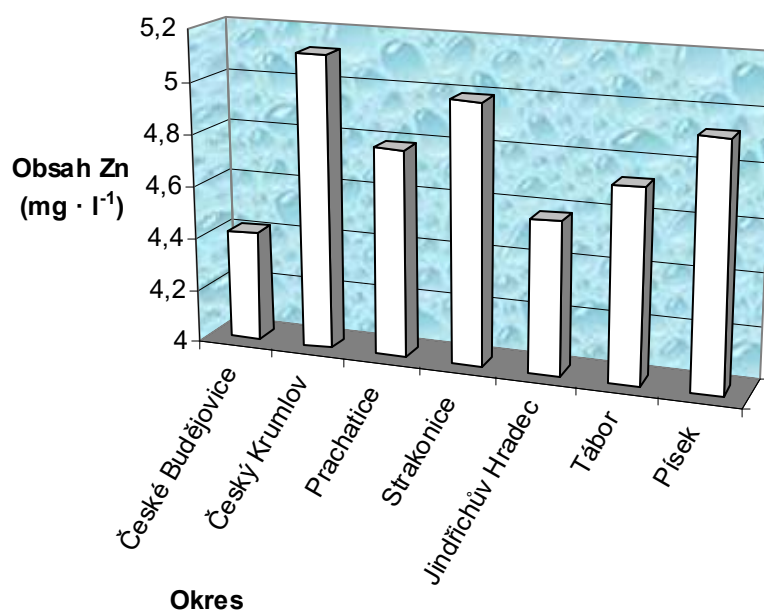
Tab. 41: Přehled průměrných hodnot reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Cu v mléce nad 50,00 $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$

Statistický parametr	Reprodukční parametr				
	Procento 1. ins.	Zabřeznutí po 1. inseminaci	Interval	Servis perioda	Ins. index
	%	%	dnů	dnů	
n	11	6	12	12	7
x	43,24	37,10	84,77	129,11	2,24
s_x	7,82	8,50	19,96	21,47	0,38
V %	18,08	22,92	23,55	16,63	17,00
min	31,20	26,10	58,20	100,00	1,70
max	56,40	54,00	120,10	155,40	2,90
median	42,90	36,75	76,25	135,65	2,20

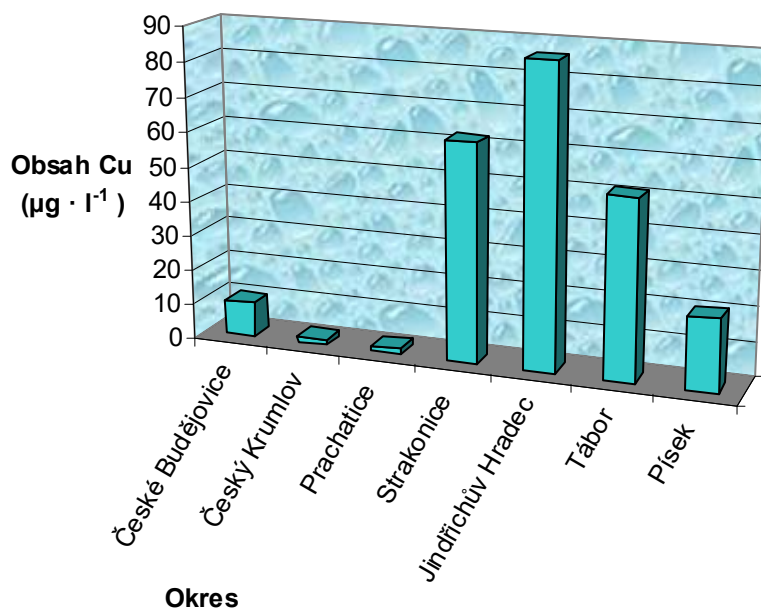
Tab. 42: Průměrná denní dodávka mléka do mlékárny (v litrech) v jednotlivých okresech

Okres	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
České Budějovice	13	3570,00	2222,42	62,25	350,00	8500,00	3550,00
Český Krumlov	4	3095,00	1770,18	57,19	1300,00	5640,00	2720,00
Prachatice	4	3380,00	1628,86	48,19	1520,00	5000,00	3500,00
Strakonice	4	3046,75	2314,89	75,98	1100,00	7000,00	2043,50
Jindřichův Hradec	15	3115,07	2126,13	68,25	201,00	7550,00	2800,00
Tábor	6	1706,67	839,52	49,19	960,00	3500,00	1415,00
Písek	3	2060,00	379,74	18,43	1600,00	2530,00	2050,00
Celkem	49	3013,12	2015,16	66,88	201,00	8500,00	2270,00

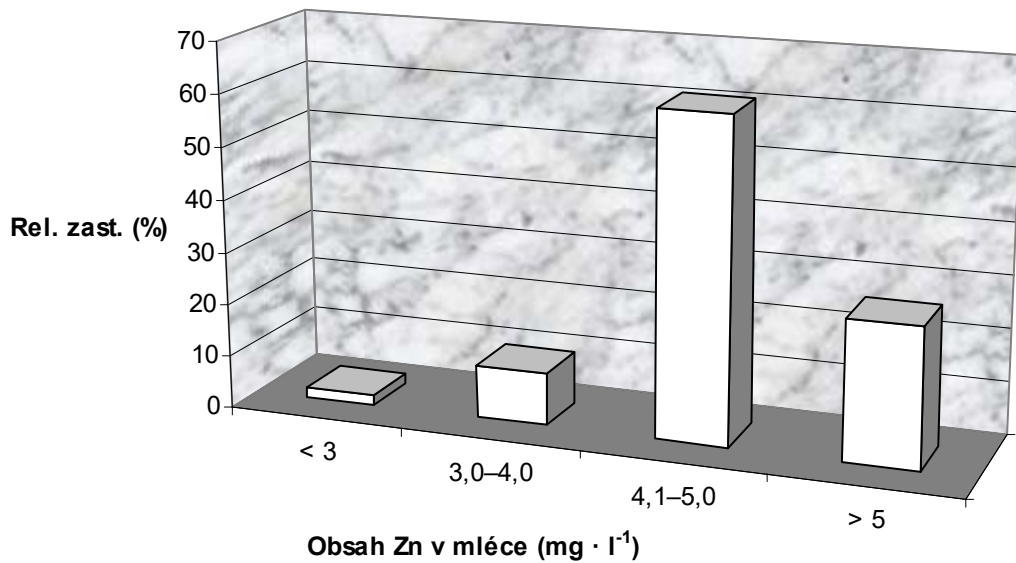
Graf 1: Obsah zinku v bazénových vzorcích mléka podle okresů



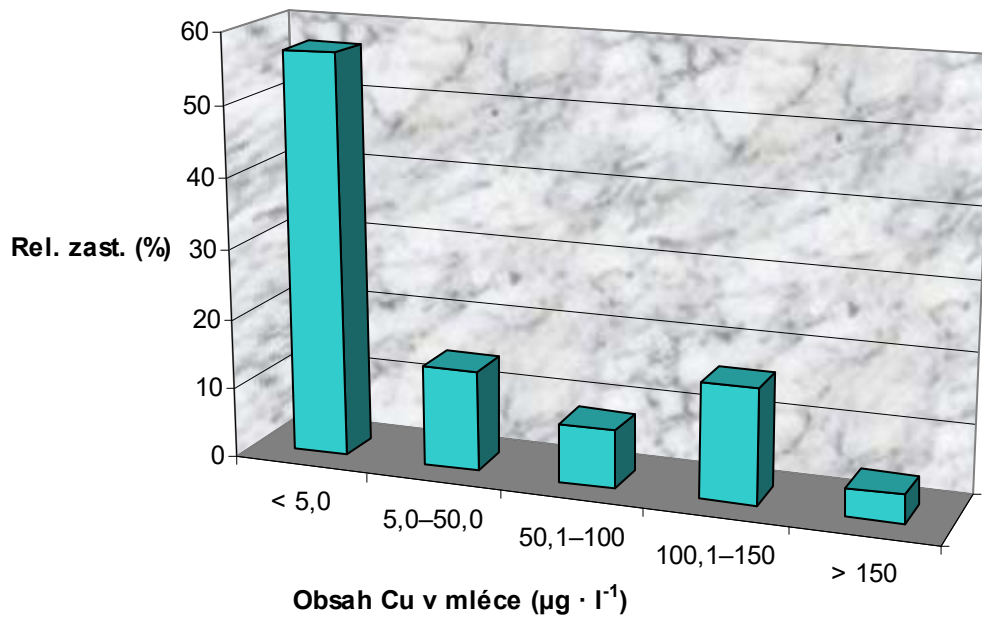
Graf 2: Obsah mědi v bazénových vzorcích mléka podle okresů



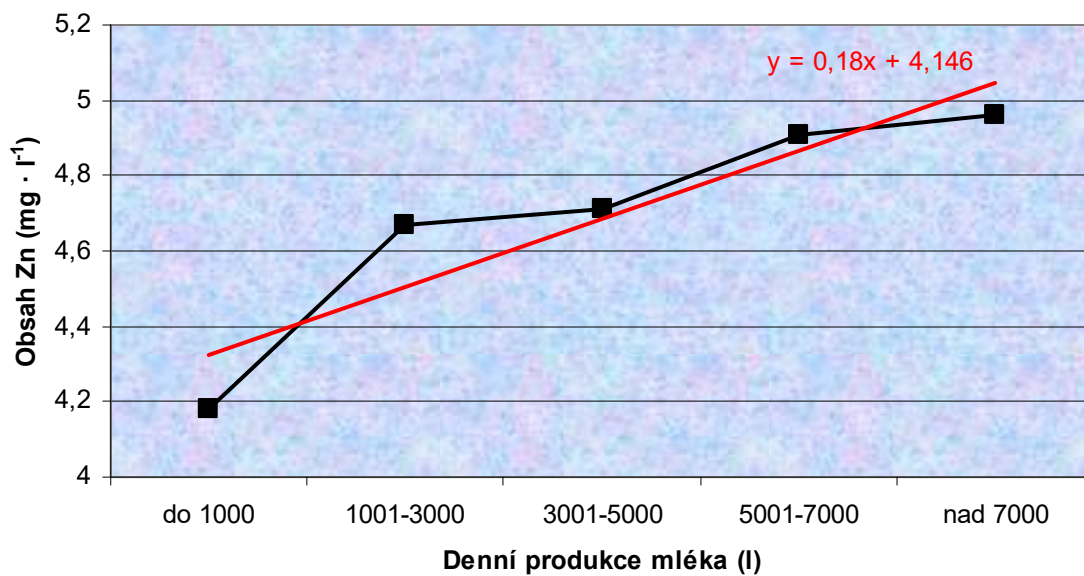
Graf 3: Relativní zastoupení koncentrací zinku v bazénových vzorcích mléka



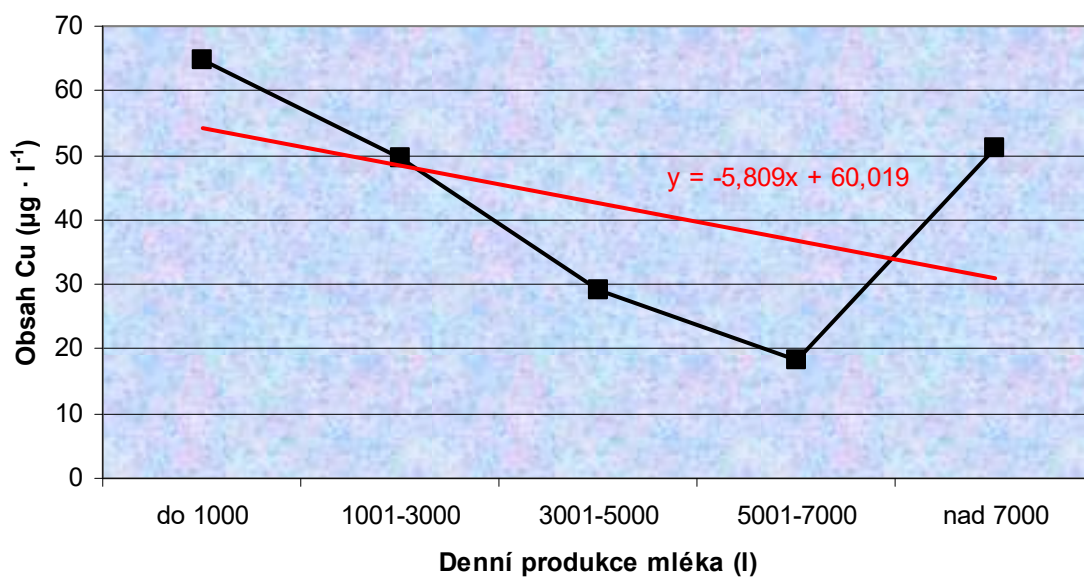
Graf 4: Relativní zastoupení koncentrací mědi v bazénových vzorcích mléka



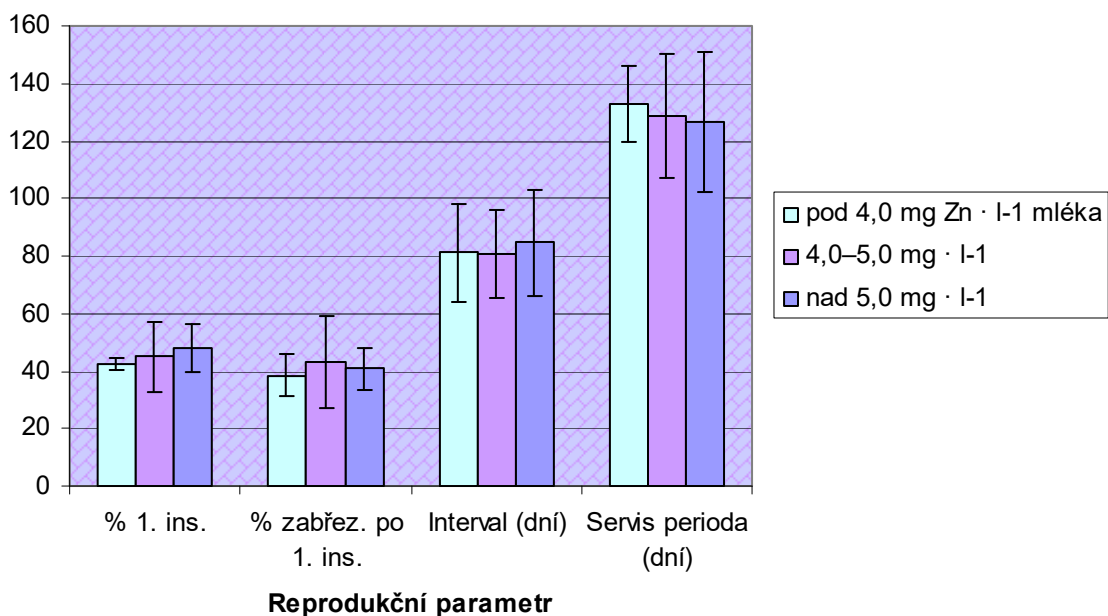
Graf 5: Obsah zinku v bazénových vzorcích mléka podle množství denní produkce v zemědělském podniku



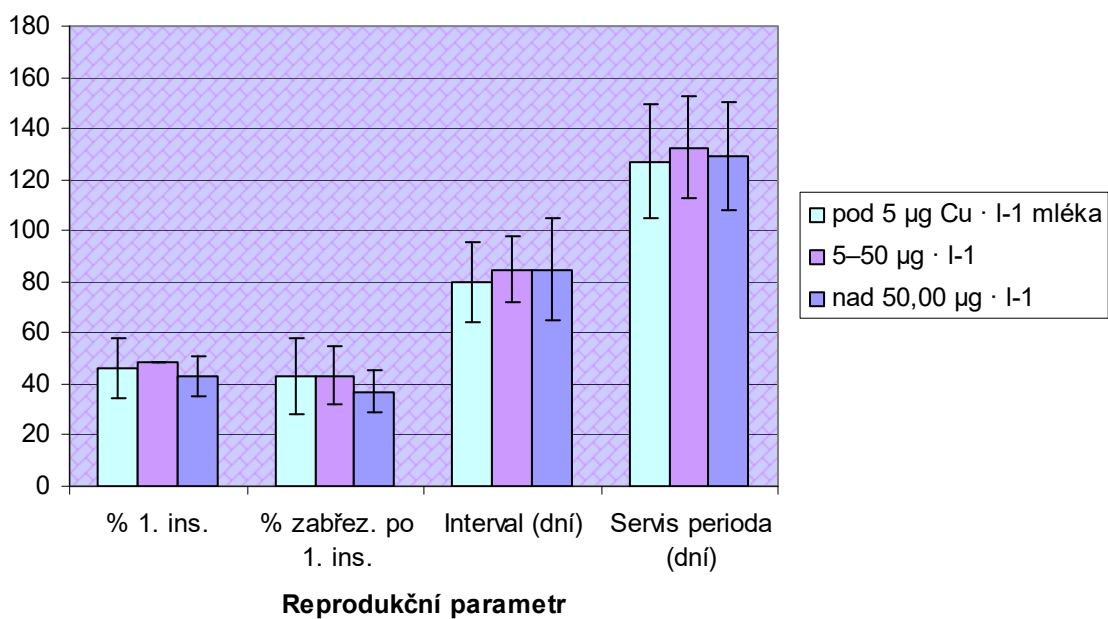
Graf 6: Obsah mědi v bazénových vzorcích mléka podle množství denní produkce v zemědělském podniku



Graf 7: Hodnoty reprodukčních parametrů v závislosti na obsahu Zn v mléce



Graf 8: Hodnoty reprodukčních parametrů v závislosti na obsahu Cu v mléce



5.2 PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V MLÉCE

Pro porovnání úrovně zásobenosti dojených krav zinkem a mědí v tuzemských a zahraničních chovech bylo uskutečněno sledování těchto mikroprvků na dvou farmách z oblasti severního Polska. Farmy se nacházely ve stejném kraji a lišily se zejména rozdílným systémem ustájení, podílem zkrmovaných vlastních a komerčních krmiv, používanou denní frekvencí dojení a výší mléčné užitkovosti.

5.2.1 Zásobenost organismu dojených krav Zn a Cu

Průměrný obsah zinku v kravském mléce krav z chovu A (tab. 43) v období zapouštění odpovídá jeho dostatečnému množství v mléce, tj. 4–5 mg Zn · l⁻¹ (Illek, 2000) a přibližuje se množství zinku v mléce krav v ČR (kap. 5.1.1), převyšuje však výsledky zjištěné v podmínkách Polska ve sledování Kinalové *et al.* (2005b), která publikuje hodnoty 3,18–3,35 mg Zn · kg⁻¹ mléka. Hodnoty variačního koeficientu a směrodatné odchylky vyjadřují nízkou variabilitu a rovnoměrné rozdělení četností souboru. Průměrná koncentrace Zn v mléce (6,39 mg · kg⁻¹) od stejného vzorku krav v následujícím období *post partum* v časovém intervalu 1 měsíce (100 ± 18,3 dní *p.p.*) je o více než 37 % vyšší než v předcházejícím období. Rozdíl mezi zjištěnými průměry v obou obdobích je statisticky vysoce významný (P < 0,01). Časové změny koncentrací zinku u individuálních zvířat sleduje graf 9. Hodnoty koncentrací Zn v mléce vykazují více než 1,7krát větší variabilitu v porovnání s lednovým sledováním. Obsah zinku v mléce nad 5 mg · l⁻¹ byl zjištěn i v jiných sledováních, např. autoři Brzóška and Kowalczyk (2002) publikují hodnotu 0,53 mg Zn · 100 g⁻¹ mléka. Tato diference patrně souvisí se zvyšující se mléčnou užitkovostí a úrovní výživy v průběhu laktace. Nárůst obsahu Zn v mléce se zvyšující se produkcí mléka potvrzují i jiné vlastní výsledky (viz kap. 5.1.1). Tento signifikantní vzestup koncentrace Zn v mléce v časovém intervalu 1 měsíce není v rozporu s jeho obsahem v krmné dávce, ale naopak odráží úroveň dietetického příjmu Zn v daném chovu (tab. 12). Vzrůstající (1,4krát) obsah Zn v mléce

během počáteční fáze laktace koresponduje se zvýšenou hodnotou analytického stanovení Zn v sušině krmné dávky ve 2. sledovaném období, kdy TMR obsahovala > 1,7krát větší množství Zn oproti 1. období.

Průměrný obsah mědi v kravském mléce z chovu A a další statistické parametry jsou uvedeny v tab. 44. Zjištěná průměrná koncentrace ($1,48 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) 3,7krát převyšuje hodnotu horní přípustné meze obsahu mědi v mléce, která je $400 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Slanina *et al.*, 1992). Hodnota variačního koeficientu vyjadřuje v porovnání se zinkem vyšší variabilitu. Ve srovnání s lednovým sledováním bylo v únoru zjištěno v mléce o > 50 % mědi více. Rozdíly v průměrech v rozmezí 1 měsíce dosahovaly statistické významnosti ($P < 0,01$). Vzrůstající tendence koncentrací zinku a mědi v mléce v chovu A jsou zachyceny v grafu 9. Zvýšený obsah mědi v únoru oproti lednovému sledování (o > 50 %) koresponduje podobně jako u zinku s obsahem Cu v krmné dávce, která v únoru obsahovala o téměř 40 % Cu více ve srovnání s dávkou zkrmvanou v lednu (tab. 12). Srovnatelné hodnoty koncentrací mědi ($1,62\text{--}2,13 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ mléka) publikuje i Kinal *et al.* (2005b).

V porovnání s chovem A byl v chovu B zjištěn nadnormativní obsah Zn (tab. 47) pohybující se nad hranicí toxicity obsahu zinku v mléce, která je $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Jurczak, 1996 in Dymnicka, 2006) a podobně jako v případě prvně zmiňovaného chovu vysoký obsah mědi (tab. 48) překračující její přípustné množství v mléce (Slanina *et al.*, 1992). Zatímco v chovu A byl v následujícím odběru v intervalu 30 dní patrný trend zvýšení obou mikroprvků v mléce, v chovu B došlo po 30 dnech pouze k mírnému, statisticky nevýznamnému zvýšení mědi, obsah Zn se statisticky nevýznamně snížil. Tato skutečnost, zachycená v grafu 10, může být považována za projev vzájemného antagonistického vztahu obou prvků popisovaného v literárních zdrojích (Suchý *et al.*, 1998; Kvasničková, 1998) a koresponduje s faktem, že ve sledovaném časovém úseku nedošlo ke změně komponentů krmné dávky (tab. 14) jako v případě prvního chovu.

Poměr mezi obsahem Cu a Zn v mléce byl v obou chovech srovnatelný: chov A - 1 : 2,97, chov B - 1 : 3,56. Z některých vědeckých studií však vyplývá poměr Cu : Zn až 1 : 48 (Campillo *et al.*, 1998). Vzhledem k tomuto údaji a s přihlédnutím k vlastním výsledkům (kap. 5.1.1), kde byl zjištěn poměr 1 : 111,54, se zdá, že poměr mezi zinkem a mědí v mléce není konstantní, tak jak je z literatury známo např. u vápníku a fosforu (Illek, 1998).

V porovnání s průměrnými koncentracemi Zn a Cu v mléce krav ČR (kap. 5.1.1) je průměrná hodnota zjištěná na sledovaných polských farmách ($5,82 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) téměř o 25 % vyšší a mědi ($1,79 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) > 40krát vyšší.

Interpretace těchto výsledků je dosti komplikovaná. Pokud přihlédneme k obsahu Zn a Cu v půdě jako k jednomu z faktorů ovlivňujícímu obsah mikroprvků v krmivu, a tím denní potřebu minerálních látek pro zvířata, lze konstatovat, že v polských půdách je obsaženo v porovnání s některými jinými státy (např. ČR, SR nebo USA) nízké množství mědi: $6\text{--}22 \text{ ppm} \cdot \text{suš.}^{-1}$ (Kabata-Pendias and Pendias, 1999). Obsah zinku v půdě se na území Polska ($30\text{--}85 \text{ ppm} \cdot \text{suš.}^{-1}$) pohybuje okolo průměrné hodnoty (Kabata-Pendias and Pendias, 1999). V severním Polsku vykazuje v posledních letech obsah zinku v půdě klesající trend. Podle Jaworské *et al.* (2002) je rozmezí koncentrací celkového zinku v půdě $15,50\text{--}62,83 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, což je o 26–42 % méně než v roce 1997 ($26,9\text{--}85,2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) (Dąbkowska and Jaworska, 1997). V oblasti regionu Kujavy a Pomoří byl celkový obsah Zn v organických a organicko-minerálních půdách v rozmezí $6,7\text{--}44,3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, zatímco v aluviálních půdách $11,9\text{--}81,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (Piotrowska *et al.*, 2006). Co se týče monitoringového sledování obsahů těžkých kovů, chov A se nachází v okrese, kde bylo zjištěno slabé znečištění Zn, obsah Cu odpovídal závazným normám. Výsledky monitoringu v okrese, kde je položen chov B, nepoukazují na znečištění uvedenými prvky. V posledních letech poukazuje monitoring atmosférického spadu prvků a jejich možné depozice do podloží, na klesající trend - v porovnání s průměrem let 1999–2002 byl v roce 2003 zaznamenán pokles snížení spadu Zn ročně o 51,2 % a Cu o 26,5 % (Raport, 2005).

Vzhledem k tomu, že množství Zn a Cu v krmné dávce obou chovů (chovu A, který využívá krmiva vlastní produkce, i chovu B, který zařazuje také komerčně dostupná krmiva) však bylo v rámci předepsaných norem (tab. 12 a 14), lze předpokládat, že analyzovaná zvýšená množství mikroprvků v mléce jsou výsledkem jejich uvolnění do mléka z mobilizovatelných rezerv organismu (Vrzgula *et al.*, 1990; Illek, 1990; Stoszek *et al.*, 1986 in Eckert *et al.*, 1999; Arthington, 2005; Engel *et al.*, 1964 in Bencko *et al.*, 1995; Xin *et al.*, 1993).

Vysoký obsah mědi v mléce by však neměl představovat vzhledem k aktuálnímu všeobecně nedostatečnému dennímu příjmu mědi v potravě Poláků (Kabata-Pendias and Pendias, 1999) závažný problém ve výživě člověka.

5.2.2 Produkční parametry dojených krav s různým obsahem Zn a Cu v mléce

Z vyhodnocení ukazatelů mléčné produkce v chovu A (tab. 45) v obou obdobích je zřejmá zvyšující se tendence produkce mléka $\cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$ a obsahu tuku (%) a statisticky významné zvýšení procentického obsahu bílkovin ($P < 0,05$), naopak pokles zaznamenalo procento laktózy a obsah močoviny v mléce. Hladina tuku, bílkovin i laktózy v mléce koresponduje s údaji o obsahu těchto složek v mléce krav holštýnsko-fríského plemene na polských farmách (Strusińska *et al.*, 2006). Obsah Zn koreloval s obsahem Cu (mírný stupeň korelační závislosti: $r_{xy} = 0,44$), s procentem sušiny, tuku a bílkovin ($r_{xy} = 0,41-0,54$) a obsah Cu s procentickým obsahem bílkovin ($r_{xy} = 0,28$) (tab. 46). Závislost mezi obsahem bílkovin a koncentrací mědi v mléce publikuje i Sikirić *et al.* (2003). Vztah mezi Zn a počtem somatických buněk popisovaný v literatuře (Šimek *et al.*, 1995 in Šiške, 1997) byl nevýznamný a negativní vliv Cu na obsah tuku v mléce (Brzóska and Sala, 2001) se nepotvrdil.

Kvalitativní parametry krav v chovu B ukazuje tab. 49. Obsah Zn koreloval (tab. 50) s obsahem Cu ($r_{xy} = 0,18$), s procentem sušiny ($r_{xy} = 0,45$), tuku ($r_{xy} = 0,35$), a bílkovin ($r_{xy} = 0,56$) a obsah Cu koreloval negativně s počtem somatických buněk ($r_{xy} = -0,27$). Vztah mezi obsahem Zn a obsahem močoviny v mléce charakterizuje korelační koeficient $r_{xy} = -0,29$ a vztah Zn k produkci mléka koeficient korelace $r_{xy} = -0,34$.

Tab. 43: Obsah zinku v mléce dojených krav ve sledovaných obdobích *post partum* ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ mléka) – chov A

Období	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
Leden 2006 ^{*)}	29	4,65 ^a	0,92	19,73	3,56	6,65	4,44
Únor 2006 ^{**)}	29	6,39 ^b	2,18	34,19	2,84	12,90	5,98

t-test ^{a,b} $P < 0,01$

^{*)} 64 ± 18,3 dní *p.p.*, ^{**)} 100 ± 18,3 dní *p.p.*

Tab. 44: Obsah mědi v mléce dojených krav ve sledovaných obdobích *post partum* (mg · kg⁻¹ mléka) – chov A

Období	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
Leden 2006 ^{*)}	29	1,48 ^a	0,80	54,08	0,48	3,86	1,31
Únor 2006 ^{**)}	29	2,23 ^b	0,78	34,86	1,00	3,55	2,19

t-test ^{a,b} P < 0,01

^{*)} 64 ± 18,3 dní *p.p.*, ^{**)} 100 ± 18,3 dní *p.p.*

Tab. 45: Kvantitativní a kvalitativní parametry mléka odebraných krav – chov A

Parametr	Počet	\bar{x}	s_x	V %	min	max	median
Leden 2006							
produkce mléka (kg · den ⁻¹)	22	16,18	2,97	18,35	13,00	26,10	15,05
% tuku	21	4,36	0,72	16,43	3,15	6,59	4,17
% bílkovin	21	3,07 ^a	0,33	10,79	2,22	3,87	3,03
% laktózy	21	4,88	0,17	3,54	4,40	5,20	4,87
% sušiny	21	13,03	0,76	5,87	11,82	15,02	12,77
močovina (mg · l ⁻¹)	21	286,95	41,49	14,46	232,00	400,00	285,00
somatické buňky v 1 ml	21	643,29	829,77	128,99	33,00	3007,00	330,00
Únor 2006							
produkce mléka (kg · den ⁻¹)	22	17,49	2,87	16,42	13,10	26,00	17,20
% tuku	22	4,66	0,66	14,15	3,88	6,76	4,51
% bílkovin	22	3,27 ^b	0,28	8,44	2,85	3,87	3,16
% laktózy	22	4,83	0,13	2,64	4,62	5,02	4,83
% sušiny	22	13,42	0,69	5,15	12,51	15,64	13,25
močovina (mg · l ⁻¹)	22	270,23	47,21	17,47	175,00	376,00	270,50
somatické buňky v 1 ml	22	698,82	1061,06	151,84	76,00	4904,00	375,50

t-test ^{a,b} P < 0,05

Tab. 46: Přehled korelačních koeficientů mezi obsahem Zn, Cu v mléce a produkci mléka, resp. jakostními ukazateli mléka – chov A

Ukazatel	Obsah Cu (mg · kg ⁻¹)	Produkce mléka (kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹)	% tuku	% bílk.	% lakt.	% suš.	Obsah močoviny	Počet somat. buněk
Korelační koeficienty								
Obsah Zn (mg · kg ⁻¹)	0,44	-0,08	0,41	0,42	0,02	0,54	-0,17	-0,12
Obsah Cu (mg · kg ⁻¹)	-	-0,05	-0,01	0,28	0,00	0,10	0,04	-0,13

Tab. 47: Obsah zinku v mléce dojených krav ve sledovaných obdobích *post partum* (mg · kg⁻¹ mléka) – chov B

Období	Počet	x	s _x	V %	min	max	median
Únor 2006 ^{*)}	29	6,59	2,45	37,26	2,49	10,65	6,66
Březen 2006 ^{**)}	29	5,68	1,38	24,26	3,48	8,63	5,80

^{*)} 65,6 ± 17,6 dní *p.p.*, ^{**)} 92,6 ± 17,6 dní *p.p.*

Tab. 48: Obsah mědi v mléce dojených krav ve sledovaných obdobích *post partum* (mg · kg⁻¹ mléka) – chov B

Období	Počet	x	s _x	V %	min	max	median
Únor 2006 ^{*)}	29	1,66	0,71	42,45	0,70	3,01	1,36
Březen 2006 ^{**)}	29	1,78	0,54	30,38	0,88	3,22	1,79

^{*)} 65,6 ± 17,6 dní *p.p.*, ^{**)} 92,6 ± 17,6 dní *p.p.*

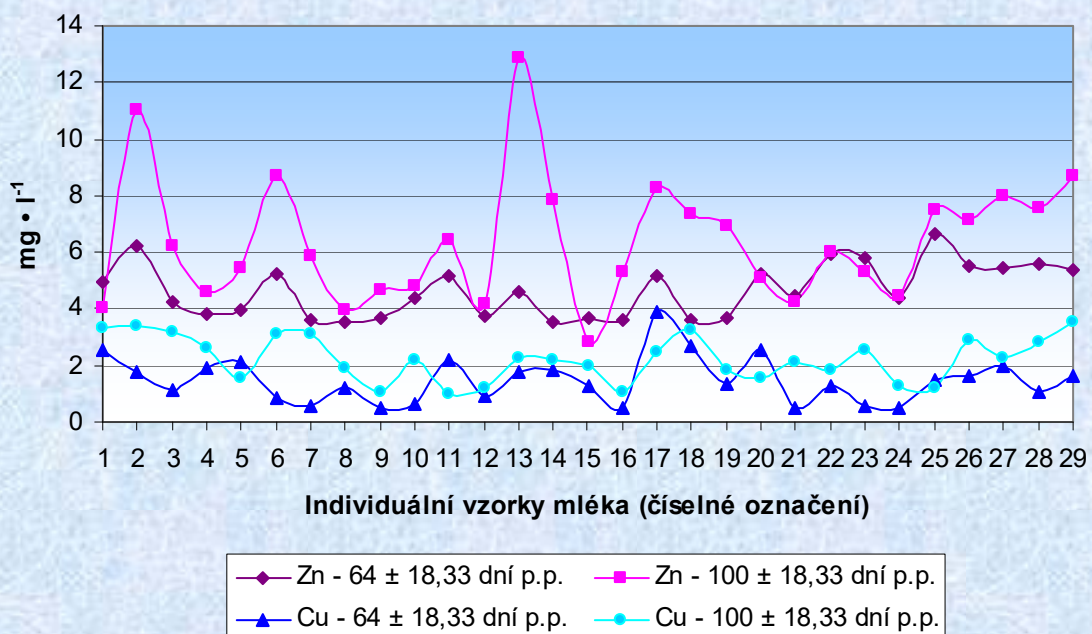
Tab. 49: Kvantitativní a kvalitativní parametry mléka odebraných krav – chov B

Parametr	Počet	x	s _x	V %	min	max	median
produkce mléka (kg · den ⁻¹)	27	35,83	22,42	65,58	16,40	142,00	34,60
% tuku	27	3,97	0,60	15,08	2,93	5,76	3,79
% bílkovin	27	3,21	0,28	8,82	2,71	4,04	3,18
% sušiny	27	12,73	0,74	5,85	11,41	15,19	12,61
močovina (mg · l ⁻¹)	27	291,22	46,43	15,94	179,00	392,00	289,00
somatické buňky v 1 ml	27	767,37	1009,45	131,55	34,00	4451,00	374,00

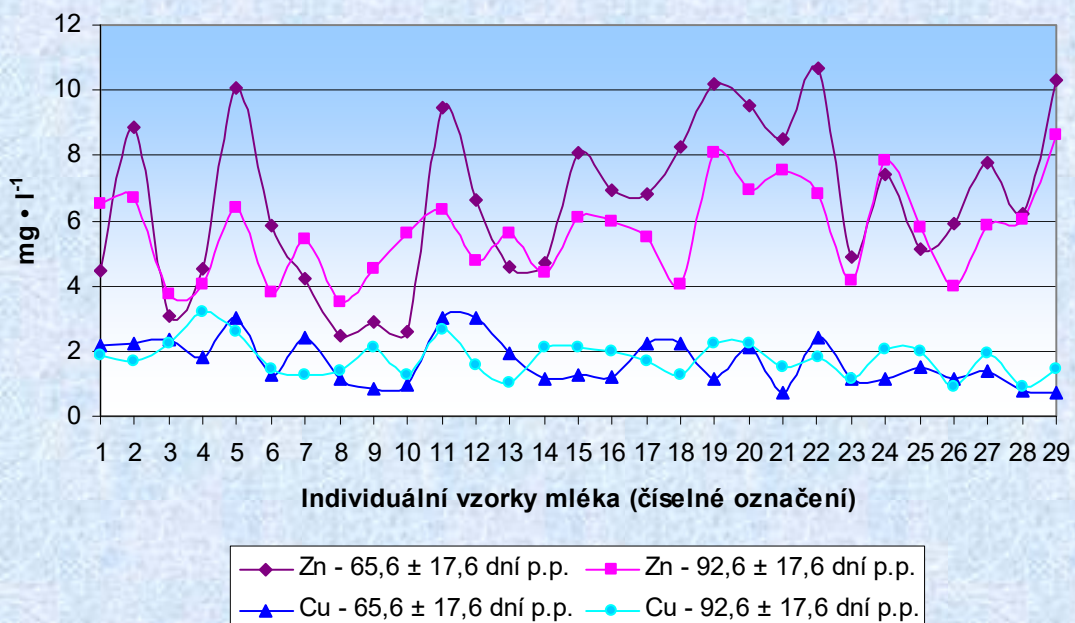
Tab. 50: Přehled korelačních koeficientů mezi obsahem Zn, Cu v mléce a produkcí mléka, resp. jakostními ukazateli mléka – chov B

Ukazatel	Obsah Cu (mg·kg ⁻¹)	Produkce mléka (kg · ks ⁻¹ · den ⁻¹)	% tuku	% bílk.	% suš.	Obsah močoviny	Počet somat. buněk
Obsah Zn (mg · kg ⁻¹)	0,18	-0,34	0,35	0,56	0,45	-0,29	-0,02
Obsah Cu (mg · kg ⁻¹)	-	-0,17	0,02	0,13	0,04	-0,15	-0,27

Graf 9: Obsah zinku a mědi v syrovém kravském mléce v různém období *post partum* - chov A



Graf 10: Obsah zinku a mědi v syrovém kravském mléce v různém období *post partum* - chov B



5.3 REPRODUKČNÍ A PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V KREVNÍ PLAZMĚ

Nedostatečné množství zinku v krmné dávce se může vzhledem k širokému spektru působení tohoto mikroprvku v organismu zvířat projevit různým způsobem. Analýzou hladiny zinku v krvi a ve tkáních se zjišťuje jeho koncentrace v krevním séru a měkkých tkáních, přičemž největší pokles bývá zaznamenán ve slinivce břišní a játrech (Swinkels *et al.*, 1996 in Grela and Pastuszak, 2004). I když může být stanovení obsahu Zn v krevním séru nebo plazmě pro zjištění míry jeho deficitu nedostatečně přesný, je nejčastěji používaným indikátorem (Engle *et al.*, 1997 in Underwood and Suttle, 2001). Většina zinku (80 %) v krevním oběhu se nachází v erytrocytech, které obsahují $1 \text{ mg Zn} \cdot 10^6$ buněk. Okolo 85 % zinku v erytrocytech je ve složení enzymu karboxyanhydrázy a okolo 5 % vystupuje společně s Cu v superoxiddismutáze. Bohaté na zinek jsou retikulocyty (okolo 6 mg na 10^6 buněk) (Mahan and Shields, 1998 in Grela and Pastuszak, 2004).

Obsah mědi v organismu je poměrně malý (Suchý *et al.*, 1998). Vysoká hladina mědi je v jaterní tkáni (Karvánek, 1961 in Rosival and Szokolay *et al.*, 1983). Koncentrace mědi v různých tkáních do určité míry odpovídá obsahu mědi v dietě (Bencko *et al.*, 1995). V praxi lze zvýšit její koncentraci v krmné dávce pomocí síranu měďnatého nebo cheláty (Illek and Golda, 1998 in Illek *et al.*, 1999; Strusińska *et al.*, 2004). Nadbytek Cu může být toxický, zejména vzhledem k její velmi snadné kumulaci v organismu, hlavně v játrech a svalech. Tolerance velkých dávek Cu je odlišná v závislosti na druhu zvířat (Jamroz, 2004).

Obsah makro a mikroprvků v mléce a krvi je podmíněna mnoha činiteli, především koncentrací daného prvku v půdě, krmivu, vodě a vzduchu, stupněm jejich biodostupnosti a také jevem meziprvkové interakce (Grega, 1997, Grega and Barowicz, 1997, Kabata-Pendias and Pendias, 1999, Olędzka, 1999 in Grela and Pastuszak, 2004). Resorpce zinku závisí na jeho množství v krmné dávce, na věku, na interakci s jinými prvky, např. Ca, Cd, Mn, Se (Suchý *et al.*, 1998), Mg (Vrzgula and Sokol, 1987), Fe a Cu (Grela and Pastuszak, 2004), na obsahu Zn v půdě (Vrzgula and Sokol, 1987) apod. Ve sledované lokalitě (databáze ÚKZUZ – Registr kontaminovaných ploch)

nepřekračuje obsah Zn ($16,425 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) a Cu ($6,325 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) jejich přípustné množství v půdě, které je 250–300 ppm Zn a 100 ppm Cu (Kabata-Pendias and Pendias, 1999). Z dietetických přísad mají největší vliv na absorpci zinku fytové kyseliny (Kvasničková, 1998). Absorpce mědi výrazně závisí na jejím množství v krmné dávce a na formě podávaného přídatku. U anorganické formy byla vyšší absorpce Cu pozorována u síranů než u oxidů (Kinal, 2000a), stravitelnost Cu z organických forem je v porovnání s formou anorganickou výrazně vyšší (Illek and Golda, 1998 in Illek *et al.*, 1999). Využitelnost mědi negativně ovlivňuje obsah molybdenu (Suchý *et al.*, 1998; Bencko *et al.*, 1995; Novák *et al.*, 1982; Roder, 2001; Gengelbach, 1994) a síry v krmivu (Wieczorek, 2003; Illek *et al.*, 1999; Šimek *et al.*, 2002). K poklesu obsahu Cu v krvi může vést i zvýšené množství Zn v krmné dávce (Hill *et al.*, 2001 in Grela and Pastuszak, 2004).

5. 3.1 Zásobenost organismu dojených krav Zn a Cu

Obsah zinku v krevní plazmě 100 dojených krav (tab. 51) odebraných v období zapouštění charakterizují následující parametry: aritmetický průměr $1,01 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka $0,26 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, V % 25,85, minimum 0,51, maximum 2,42, medián $0,98 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Zjištěné průměrné množství zinku se nachází v rozmezí referenčních hodnot obsahu zinku v krevní plazmě dojníc, udávaném Slaninou *et al.* (1992) na úrovni $0,817\text{--}1,699 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ ($12,5\text{--}26,0 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$) i širšímu rozmezí doporučenému Vrzgulou and Sokolem (1987), kteří u mikrominerálního profilu u krávy udávají pro Zn hodnotu $12,2\text{--}45,9 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Aritmetický průměr odpovídá střední hodnotě fyziologického rozpětí koncentrace zinku, podaném autory Underwood and Suttle (2001).

Průměrné množství zinku se přibližuje údaji Strusińské and Iwańské (1994), které v krevní plazmě krav 60 dní *post partum* publikují hodnotu $15,7 \text{ } \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ Zn. Ve srovnání s jinými autory (Brzóška *et al.*, 2001) je zjištěný průměr o více než 11 % nižší, než vyplývá z jejich sledování koncentrace zinku v krevní plazmě krav na území Polska. Zjištěný aritmetický průměr vyhovuje požadavkům Konermanna (1974 in Rob

and Stehlík, 1982), podle něhož by z reprodukčního hlediska měla být v krevním séru dojnic hodnota zinku $> 40 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$.

78 % všech analyzovaných vzorků (graf 11) se nacházelo v rámci referenčních hodnot, 21 % bylo nižší a pouze 1 případ (1 %) vykazoval vyšší množství, než udává horní hranice fyziologického rozmezí dle Slaniny *et al.* (1992).

Obsah mědi v krevní plazmě 100 dojených krav (tab. 51) odebraných v období zapouštění charakterizují následující parametry: aritmetický průměr $0,93 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka $0,19 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, V % 20,23, minimum 0,39, maximum 1,48, medián $0,95 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$. Zjištěné průměrné množství mědi odpovídá jejímu fyziologickému rozmezí v krevní plazmě, tj. $0,763\text{--}1,144 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Slanina *et al.*, 1992), což představuje $12,0\text{--}18,0 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, vyhovuje i fyziologické normě podle Vrzguly and Sokola (1987), kteří v mikrominerálním profilu u krávy udávají pro Cu hodnotu $12,6\text{--}18,9 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Autorkou zjištěný průměr se nachází při horní hranici referenčního rozmezí obsahu Cu v krevní plazmě přežvýkavců ($9\text{--}15 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$), udávaném Suttlem (1994 in Underwood and Suttle, 2001) a splňuje též požadavky Konermanna (1974 in Rob and Stehlík, 1982) na obsah Cu v krevním séru dojnic, který by z reprodukčního hlediska měl přesáhnout $60 \mu\text{g} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$.

Průměrný obsah mědi byl nižší než ve sledováních Strusińské and Iwańské (1994), které zjistili koncentraci v krevní plazmě o téměř $\frac{1}{3}$ vyšší ($19,2 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ Cu). 81% podíl vzorků se nacházel v rámci referenčního rozmezí obsahu mědi v krevní plazmě (graf 12), pod referenční normou se nacházelo 18 vzorků a pouze u 1 případu se vyskytla hodnota nad horní hranici fyziologického rozmezí, udávaném Slaninou *et al.* (1992). 18% výskyt podnormativních hodnot mědi koresponduje s údaji o nedostatečné saturaci dojnic mědí v chovech ČR v posledních letech (Illek *et al.*, 1999).

Zdá se, že zmíněná 81% četnost vzorků s normativními hodnotami mědi v plazmě kontrastuje se všeobecným zjištěním nedostatku mědi v chovech Jihočeského kraje v rámci monitoringového sledování jejího obsahu v mléce (viz první část studie – kap. 5.1.1). K interpretaci tohoto zdánlivě kontrastujícího výsledku postačí zmínka o hodnotě $111 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka, kterou vykázal bazénový vzorek, odebraný z tohoto chovu v rámci monitoringu (tab. 21, uvedený chov je pod číslem 13) a která více než 2,5krát překračuje zjištěnou průměrnou koncentraci mědi v mléce ze všech 49 chovů, podrobených monitoringu.

5.3.2 Reprodukční a produkční parametry dojených krav s různým obsahem Zn a Cu v krevní plazmě

Sledovanou populaci zvířat (tab. 51) charakterizuje hodnota inseminačního intervalu $80,4 \pm 28,6$ dní, délka servis periody $138,2 \pm 82,0$ dní a průměrná produkce mléka v prvních 100 dnech laktace $2331,6 \pm 332,4$ kg s průměrným obsahem $66,1 \pm 9,2$ kg bílkovin. Maximální dosažená produkce mléka za 100 dní laktace byla 3192 kg, největší množství bílkovin - 93 kg.

Uvedená délka inseminačního intervalu, která je v porovnání s celorepublikovým ročním průměrem o 5,7 dní kratší (tab. 19; Ročenka ČMSCH, 2005) je hodnocena různými autory rozdílně, např. zatímco podle Šrámka *et al.* (1973) je dosažený interval považován za optimální, podle Burdycha *et al.* (1995) je pouze vyhovující. Gamčík *et al.* (1988) považuje pro zabezpečení vysoké koncepce za nutné provést 1. inseminaci nejdříve 45 dní po otelení. Podle Kopeckého *et al.* (1981) se jeho průměrná hodnota má pohybovat od 60 do 90 dní. Podle Burdycha *et al.* (1995) se inseminační interval hodnotí: do 60 dnů - příliš nízký, 61 až 75 dnů - výborný, 76 až 80 dnů - vyhovující, 80 až 90 dnů nevyhovující, nad 90 dnů - špatný. Rovněž Kvapilík (1995) označuje za velmi dobrou plodnost hodnotu tohoto ukazatele 60 až 70 dnů. Šrámek *et al.* (1973) pokládá za optimální poněkud širší interval, a sice 50–80 dní. I když Burdych *et al.* (1995) hodnotí inseminační interval nižší než 60 dnů za příliš nízký, naproti tomu Gamčík *et al.* (1988) považuje za cíl dosažení hodnoty 50–65 dní, stejně jako Říha (1996), který označuje interval nad 60 dnů v chovech s průměrnou užitkovostí za nevyhovující a podtrhuje důležitost provedení vyšetření a ošetření u plemenic necyklujících do 60 dnů *p.p.* Délka inseminačního intervalu závisí především na průběhu involuce pohlavních orgánů po porodu, na obnovení plnohodnotných ovariačních cyklů a projevu říje. Toto období trvá u většiny plemenic 5 až 6 týdnů, u vysoce užitkových dojnic i déle.

Obsah Zn v krevní plazmě koreloval (tab. 52) s procentickým obsahem laktózy v mléce ($r_{xy} = 0,19$) a obsah Cu s množstvím bílkovin ($r_{xy} = 0,18$) za prvních 100 dní laktace. Závislost mezi obsahem Cu a obsahem mléčných bílkovin, která nebyla potvrzena v mléce (kap. 5.1.1), byla zjištěna mezi obsahem Cu v krvi a obsahem

bílkovin v mléce, což s přihlédnutím k výsledkům Dobrzańského *et al.* (2005), který našel vztah mezi obsahem Cu v mléce a v krvi, potvrzuje výsledky Sikiriće *et al.* (2003) o závislosti mezi obsahem Cu v mléce a obsahem mléčných bílkovin.

Z tab. 52 je patrné, že s přibývajícím věkem klesá obsah Zn ($r_{xy} = -0,22$) a vzrůstá obsah Cu v krevní plazmě ($r_{xy} = 0,12$). Naproti tomu literatura nepopisuje závislost mezi věkem a obsahem zinku v mléce (Lehti, 1990). Obsah Zn koreluje s procentickým obsahem laktózy v mléce za 100, 200 a 305 laktačních dní ($r_{xy} = 0,19-0,25$) a obsah Cu s množstvím bílkovin za 100 a 305 dní laktace ($r_{xy} = 0,24-0,28$) a s produkcí mléka za 305 dní laktace ($r_{xy} = 0,34$). O vlivu Cu na zvýšení dojivosti se zmiňuje také Sviatko *et al.* (1992).

Vztah mezi obsahem Zn a Cu, obsahem Zn k délce mezidobí, inseminačnímu indexu, popř. délce servis periody, obsahem Zn a produkcí mléka, resp. bílkovin za prvních 100 dní laktace; a dále mezi obsahem Zn a množstvím kg mléka, procentickým obsahem tuku, kg tuku a kg bílkovin, dosažených v laktačních dnech v době odběru, zjištěny nebyly (tab. 52).

Soubor sledovaných dojnic byl rozdělen na základě hodnoty inseminačního intervalu do následujících čtyř skupin (upraveno dle Burdycha *et al.*, 1995):

I. skupina - dojnice, které byly inseminovány do 60 dní *p.p.*,

II. skupina - 61–80 dní *p.p.* (inseminační interval výborný až vyhovující),

podskupina II. skupiny - 61–75 dní *p.p.*

III. skupina - 81–100 dní (inseminační interval nevyhovující, event. špatný)

a IV. skupina - nad 101 dní.

Největší množství zinku (tab. 53) bylo zjištěno u II., mědi u I. a též u III. skupiny (rozdíly mezi průměry v porovnání s ostatními skupinami ale nebyly statisticky významné), přičemž nejvyšší průměrný obsah obou sledovaných mikroprvků ($1,07 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$, $0,97 \text{ mg Cu} \cdot \text{l}^{-1}$) vykazovala podskupina II. skupiny s výborným inseminačním intervalem, tj. v rozmezí 61–75 dní (graf 13). Rozdíl mezi průměrem v obsahu Zn

v krevní plazmě této podskupiny a průměrem skupiny III. byl statisticky významný ($P < 0,05$). Skupina s nejdelším inseminačním intervalem (nad 110 dní) vykazovala statisticky nevýznamný nejnižší obsah mědi. O vlivu Zn, resp. Cu na zkrácení délky inseminačního intervalu se zmiňuje i Campbell *et al.* (1999).

Nejvyšší variabilita obsahu zinku (34 %) byla zjištěna u I. skupiny a obsahu mědi u II. skupiny (23 %).

Průměrné hodnoty a další statistické parametry délky inseminačního intervalu a servis periody u jednotlivých skupin dokumentuje tab. 54. Při hodnocení délky servis periody byly vysoce významné následující vztahy:

skupina I. a III. vysoce statisticky významné $P < 0,01$;

I a IV. vysoce stat. významné $P < 0,01$;

II. a III. stat. významné $P < 0,05$;

II a IV. vysoce stat. významné $P < 0,01$;

podskupina II. skupiny a IV. stat. významné $P < 0,05$.

Nejvyšší produkce mléka ($2451,8 \pm 322,0$ kg) s maximální hodnotou 3192 kg a největší množství bílkovin za prvních 100 dní laktace ($69,2 \pm 7,6$ kg) dosáhla I. skupina s inseminačním intervalem nižším než 60 dní (tab. 55). Naopak nejnižší množství mléka (2215,8 kg) i bílkovin (62,1 kg) za 100 laktačních dní vykazují dojnice s inseminačním intervalem nad 110 dní. Při porovnání I. a II. skupiny, resp. podskupiny II. skupiny, je rozdíl v dosažené produkci mléka na hladině statistické významnosti $P < 0,05$ a ve srovnání I. skupiny se skupinou IV. je rozdíl vysoce statisticky významný ($P < 0,01$). Rozdíl v množství bílkovin za 100 laktačních dní mezi skupinou s nejkratším inseminačním intervalem (I.) a s nejdelším inseminačním intervalem (IV.) je vysoce statisticky významný ($P < 0,01$). Rozdíl mezi skupinou I. a podskupinou II. skupiny je na hladině statistické významnosti $P < 0,05$.

Průměrné hodnoty a další statistické parametry u produkce mléka a bílkovin za 200, resp. 305 dní laktace uvádějí tab. 56 a 57. Skupina I. dosáhla oproti IV. skupině statisticky významně vyšší produkce mléka ($P < 0,01$) i bílkovin ($P < 0,05$) za 200 laktačních dní.

Soubor byl dále vyhodnocen na základě rozdělení krav podle obsahu Zn, resp. Cu ve vztahu k doporučeným referenčním hodnotám. Dojnice s koncentrací zinku v krevní plazmě v rámci fyziologické normy ($0,817\text{--}1,699 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) nedosáhly v porovnání s dojnicemi s podnormativní hodnotou Zn v plazmě lepších výsledků sledovaných reprodukčních a produkčních parametrů, tj. nižších hodnot inseminačního intervalu a servis periody, vyšší produkce mléka, resp. kg bílkovin za prvních 100 dní laktace (tab. 58).

Naopak dojnice s obsahem mědi v krevní plazmě odpovídajícím referenčnímu rozmezí ($0,763\text{--}1,144 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) dosáhly v porovnání s jedinci s podnormativním obsahem mědi v krvi lepších výsledků (tab. 59) v produkci mléka za prvních 100 dní laktace s vyšším množstvím mléčných bílkovin. U obou těchto rozdílů nebyla však v porovnání s ostatními skupinami prokázána statistická významnost.

Tab. 51: Přehled průměrných hodnot obsahu Zn a Cu v krevní plazmě, reprodukčních parametrů a ukazatelů mléčné produkce u sledovaných dojených krav

Ukazatel	Počet	x	s _x	V %	Min	Max	Median
Obsah Zn v KP (mg · l ⁻¹)	100	1,01	0,26	25,85	0,51	2,42	0,98
Obsah Cu v KP (mg · l ⁻¹)	100	0,93	0,19	20,23	0,39	1,48	0,95
Pořadí laktace	97	2,69	1,70	63,22	1,00	10,00	2,00
Pořadí inseminace	97	2,21	1,49	67,62	1,00	7,00	2,00
Ins. interval (dny)	95	80,37	28,57	35,55	35,00	194,00	78,00
Servis perioda (dny)	84	138,18	82,00	59,35	43,00	397,00	111,00
Mezidobí (dny)	68	409,13	65,82	16,09	322,00	570,00	390,50
Laktační dny nejbližší době odběru							
dny	94	74,52	13,18	17,69	51,00	98,00	74,00
kg mléka	93	1777,55	386,35	21,74	1153,00	2913,00	1759,00
% tuku	92	3,71	0,78	21,02	2,39	6,32	3,55
kg tuku	92	66,47	22,15	33,32	32,00	142,00	61,50
% bílkovin	92	2,81	0,26	9,14	2,31	3,54	2,77
kg bílkovin	92	49,96	10,95	21,93	30,00	80,00	49,50
% laktózy	92	4,89	0,22	4,49	3,85	5,26	4,93
Produkce za prvních 100 dní laktace							
kg mléka	95	2331,61	332,35	14,25	1480,00	3192,00	2317,00
kg bílkovin	94	66,06	9,16	13,87	41,00	93,00	66,00
Produkce - nejbližší 100 dnům							
dny	93	99,90	9,80	9,81	84,00	116,00	98,00
kg mléka	93	2335,72	361,42	15,47	1512,00	3389,00	2325,00
% tuku	93	7,35	35,83	487,23	2,39	351,00	3,53
kg tuku	93	84,40	20,19	23,92	46,00	157,00	84,00
% bílkovin	93	2,84	0,24	8,57	2,31	3,49	2,77
kg bílkovin	93	65,99	10,10	15,31	41,00	93,00	65,00
% laktózy	93	4,88	0,19	3,89	4,08	5,21	4,90
Produkce za 200 dní laktace							
kg mléka	93	4226,63	675,61	15,98	2798,00	5954,00	4276,00
kg bílkovin	93	125,56	20,79	16,56	80,00	187,00	126,00
Produkce - nejbližší 200 dnům							
dny	91	200,18	10,42	5,21	179,00	225,00	203,00
kg mléka	91	4196,11	822,65	19,61	43,30	5994,00	4254,00
% tuku	91	3,62	0,46	12,64	2,68	4,85	3,59
kg tuku	91	154,31	33,24	21,54	75,00	261,00	152,00
% bílkovin	91	2,97	0,22	7,43	2,49	3,69	2,95
kg bílkovin	91	125,75	21,03	16,73	75,00	182,00	127,00
% laktózy	91	4,84	0,15	3,09	4,32	5,17	4,87

Tab. 51: Přehled průměrných hodnot obsahu Zn a Cu v krevní plazmě, reprodukčních parametrů a ukazatelů mléčné produkce u sledovaných dojených krav – pokračování

Ukazatel	Počet	x	s _x	V %	Min	Max	Median
Produkce za 305 dní laktace							
kg mléka	60	6069,18	982,54	16,19	3942,00	8780,00	6029,50
kg bílkovin	60	187,45	33,59	17,92	123,00	290,00	187,00
Produkce - nejbližší 305 dnům							
dní	66	305,50	7,88	2,58	287,00	319,00	306,00
kg mléka	66	5995,39	1027,47	17,14	4020,00	9048,00	5939,00
% tuku	66	3,79	0,43	11,22	2,99	4,93	3,78
kg tuku	66	226,91	43,64	19,23	142,00	331,00	231,50
% bílkovin	66	3,10	0,22	6,96	2,65	3,90	3,08
kg bílkovin	66	185,56	34,08	18,37	126,00	279,00	186,00
% laktózy	66	4,84	0,14	2,84	4,47	5,19	4,87
Produkce za celkovou laktaci							
dní	95	294,94	40,61	13,77	122,00	339,00	308,00
kg mléka	95	5698,31	1259,34	22,10	2524,00	9048,00	5751,00
% tuku	95	3,74	0,43	11,50	2,96	4,93	3,74
kg tuku	95	213,39	52,91	24,79	110,00	331,00	218,00
% bílkovin	95	3,08	0,23	7,38	2,57	3,90	3,08
kg bílkovin	95	175,62	40,69	23,17	78,00	302,00	173,00
% laktózy	95	4,85	0,13	2,59	4,48	5,19	4,86

Tab. 52: Přehled korelačních vztahů mezi obsahem Zn, Cu v krevní plazmě a vybranými reprodukčními a produkčními ukazateli

Korelační vztah	Korelační koeficient
a) Korelační závislosti mezi obsahem Zn a Cu a reprodukčními ukazateli	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy)	0,05
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : pořadí laktace	-0,22
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : pořadí laktace	0,12
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : pořadí inseminace	-0,08
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : pořadí inseminace	0,17
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : délka ins. intervalu (dny)	-0,01
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : délka ins. intervalu (dny)	-0,12
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : délka servis periody (dny)	-0,11
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : délka servis periody (dny)	0,21
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : délka mezidobí (dny)	-0,11
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : délka mezidobí (dny)	0,17
b) Korelační závislosti mezi obsahem Zn, Cu a produkcí mléka a bílkovin za 100, 200 a 305 dní laktace	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka za prvních 100 dní laktace (kg)	-0,12
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka za prvních 100 dní laktace (kg)	0,14
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka za 200 dní laktace (kg)	-0,05
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka za 200 dní laktace (kg)	0,10
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka za 305 dní laktace (kg)	-0,03
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka za 305 dní laktace (kg)	0,34
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : množství bílkovin za prvních 100 dní laktace (kg)	-0,07
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : množství bílkovin za prvních 100 dní laktace (kg)	0,24
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : množství bílkovin za 200 dní laktace (kg)	0,01
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : množství bílkovin za 200 dní laktace (kg)	0,10
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : množství bílkovin za 305 dní laktace (kg)	0,09
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : množství bílkovin za 305 dní laktace (kg)	0,28
c) Korelační závislosti mezi obsahem Zn, Cu a kvalitativními parametry mléka	
Laktační dny blízke odběrům	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	-0,06
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	0,18
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,08
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,01
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	-0,09
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	0,11
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,12
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,20
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	-0,01
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	0,25
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	0,16
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	-0,05
Laktační dny blízke prvním 100 dní laktace	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	-0,11
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	0,10
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,03
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,10
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	-0,12
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	0,07
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,10
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,16
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	-0,07
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	0,18
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	0,19
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	-0,09

Tab. 52: Přehled korelačních vztahů mezi obsahem Zn, Cu v krevní plazmě a vybranými reprodukčními a produkčními ukazateli - pokračování

Laktační dny blízke 200 dnům laktace	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	-0,06
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	0,02
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	0,03
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,15
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	-0,04
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	-0,01
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,10
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,02
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	-0,03
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	0,05
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	0,21
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	-0,04
Laktační dny blízke 305 dnům laktace	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	-0,06
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	0,28
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	0,10
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,25
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	0,02
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	0,12
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,26
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	-0,06
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	0,04
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	0,24
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	0,25
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	-0,05
Celková laktace	
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : dny laktace	0,14
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : dny laktace	-0,31
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	0,06
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : produkce mléka (kg)	-0,05
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	0,05
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % tuku	-0,15
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	0,09
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg tuku	-0,11
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,11
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % bílkovin	0,00
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	0,08
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : kg bílkovin	-0,05
Zn ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	0,21
Cu ($\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy) : % laktózy	-0,03

Tab. 53: Přehled obsahu zinku a mědi v krevní plazmě u jednotlivých skupin rozdělených podle délky inseminačního intervalu

Stat. parametr	I. skupina		II. skupina		Podskup. II. skupiny		III. skupina		IV. skupina	
	Inseminační interval (dní)									
	do 60		61–80		61–75		81–100		nad 101	
	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu
	mg · l ⁻¹		mg · l ⁻¹		mg · l ⁻¹		mg · l ⁻¹		mg · l ⁻¹	
n	27	27	28	28	19	19	19	19	23	23
x	1,01	0,96	1,04	0,95	1,07 ^a	0,97	0,91 ^b	0,96	1,02	0,90
s _x	0,35	0,19	0,23	0,22	0,21	0,18	0,22	0,15	0,19	0,14
V%	34,06	19,40	22,42	22,57	19,37	19,02	23,79	15,51	18,30	15,72
MIN	0,61	0,60	0,60	0,51	0,60	0,51	0,55	0,63	0,51	0,65
MAX	2,42	1,31	1,56	1,48	1,47	1,30	1,31	1,20	1,33	1,26
medián	0,98	0,95	1,00	0,95	1,01	0,95	0,90	0,99	1,01	0,90

t-test ^{a,b} P < 0,05

Tab. 54: Přehled průměrných hodnot délky inseminačního intervalu a servis periody u jednotlivých skupin

Stat. parametr	I. skupina		II. skupina		III. skupina		IV. skupina	
	Inseminační interval a servis perioda							
	Ins. interval	Servis perioda	Ins. interval	Servis perioda	Ins. interval	Servis perioda	Ins. interval	Servis perioda
	Dní	dní	dní	dní	dní	dní	dní	dní
n	27	23	28	24	19	19	21	18
x	48,44	102,30 ^a	73,82	114,08 ^b	89,37	159,37 ^c	122,00	193,78 ^d
s _x	6,48	60,75	4,30	69,52	5,95	71,46	20,20	94,06
V%	13,37	59,38	5,83	60,94	6,66	44,84	16,56	48,54
MIN	35,00	43,00	62,00	68,00	82,00	82,00	104,00	105,00
MAX	60,00	284,00	80,00	324,00	100,00	281,00	194,00	397,00
medián	48,00	68,00	73,50	78,50	87,00	161,00	116,00	146,00

t-test ^{a,c} P < 0,01; ^{a,d} P < 0,01; ^{b,c} P < 0,05; ^{b,d} P < 0,01

Tab. 55: Přehled průměrných hodnot produkce mléka a množství bílkovin za prvních 100 dní laktace u jednotlivých skupin

Stat. parametr	I. skupina		II. skupina		III. skupina		IV. skupina	
	Produkce mléka a množství bílkovin za prvních 100 dní laktace							
	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin
n	27	27	27	27	19	19	22	21
x	2451,78 ^a	69,19 ^d	2278,41 ^b	65,00	2370,58	67,53	2215,77 ^c	62,10 ^e
s _x	321,96	7,58	281,76	9,40	392,34	10,41	288,88	7,67
V%	13,13	10,95	12,37	14,46	16,55	15,42	13,04	12,35
MIN	1768,00	56,00	1663,00	47,00	1706,00	46,00	1480,00	41,00
MAX	3192,00	87,00	3003,00	93,00	3162,00	87,00	2964,00	76,00
medián	2477,00	68,00	2271,00	66,00	2301,00	69,00	2253,50	63,00

t-test ^{a,b} P < 0,05; ^{a,c} P < 0,01; ^{d,e} P < 0,01

Tab. 56: Přehled průměrných hodnot produkce mléka a množství bílkovin za 200 dní laktace u jednotlivých skupin

Stat. parametr	I. skupina		II. skupina		III. skupina		IV. skupina	
	Produkce mléka a množství bílkovin za 200 dní laktace							
	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin
n	26	26	26	26	19	19	22	22
x	4442,23 ^a	130,81 ^c	4080,31 ^c	123,27	4322,37	127,68	4062,09 ^b	120,23 ^d
s_x	580,88	16,44	625,46	21,20	834,09	25,03	593,61	19,08
V%	13,08	12,57	15,33	17,20	19,30	19,61	14,61	15,87
MIN	3443,00	102,00	2877,00	86,00	2798,00	80,00	3149,00	85,00
MAX	5571,00	158,00	5513,00	175,00	5954,00	187,00	4981,00	157,00
medián	4432,50	130,00	4119,00	123,00	4459,00	127,00	4223,00	123,50

t-test ^{a,b} P < 0,01; ^{c,d} P < 0,05; ^{a,e} P < 0,05;

Tab. 57: Přehled průměrných hodnot produkce mléka a množství bílkovin za 305 dní laktace u jednotlivých skupin

Stat. parametr	I. skupina		II. skupina		III. skupina		IV. skupina	
	Produkce mléka a množství bílkovin za 305 dní laktace							
	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin
n	13	13	14	14	14	14	19	19
x	6224,46	193,38	5950,36	187,71	6487,29	198,07	5742,42	175,37
s_x	782,13	27,77	792,60	33,66	1250,66	41,47	867,24	26,08
V%	12,57	14,36	13,32	17,93	19,28	20,94	15,10	14,87
MIN	4710,00	148,00	4450,00	131,00	3942,00	123,00	4546,00	129,00
MAX	7941,00	248,00	7407,00	249,00	8780,00	290,00	7072,00	214,00
medián	6067,00	189,00	5981,50	191,00	6513,00	193,00	5856,00	185,00

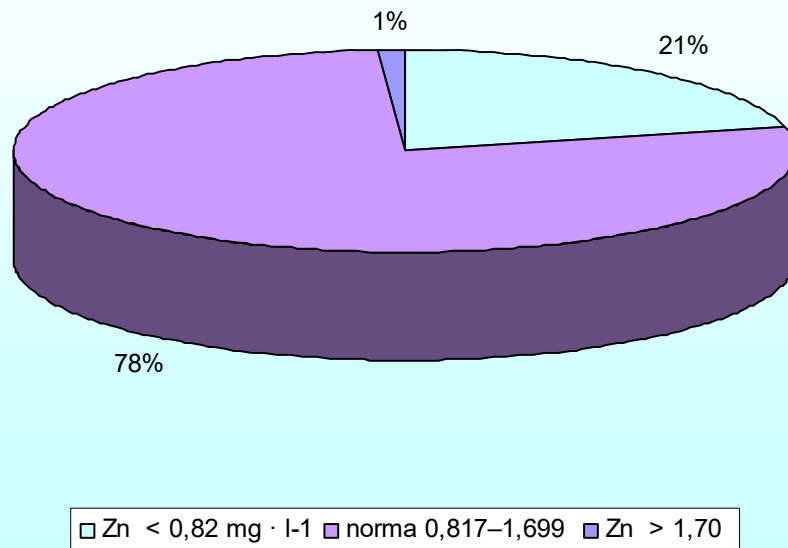
Tab. 58: Přehled průměrných hodnot u skupin s různým obsahem Zn v krevní plazmě

Stat. parametr	Skupiny s obsahem Zn v krevní plazmě					
	< 0,82 mg · l ⁻¹		0,817–1,699 mg · l ⁻¹ , tj. v referenčním rozmezí		> 1,70 mg · l ⁻¹	
	Obsah (mg · l ⁻¹)					
	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu
n	21	21	78	78	1	1
x	0,70	0,98	1,07	0,92	2,42	1,26
s_x	0,09	0,20	0,17	0,18		
V%	12,69	20,32	15,99	19,74		
MIN	0,51	0,60	0,82	0,39		
MAX	0,81	1,48	1,56	1,31		
median	0,69	1,00	1,02	0,93		
Reprodukční parametry a mléčná užitkovost						
	Ins. interval (dní)	Servis perioda (dní)	Ins. interval (dní)	Servis perioda (dní)	Ins. interval (dní)	Servis perioda (dní)
n	21	16	73	67	1	1
x	74,57	125,94	82,52	142,15	45	68
s_x	22,57	67,09	29,74	85,03		
V%	30,26	53,27	36,04	59,82		
MIN	36,00	43,00	35,00	47,00		
MAX	112,00	273,00	194,00	397,00		
median	79,00	104,00	75,00	123,00		
Produkce mléka a množství bílkovin za prvních 100 dní laktace						
	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin
n	21	21	73	72	1	1
x	2464,19	70,81	2291,37	64,68	2485	66
s_x	339,18	9,91	321,95	8,52		
V%	13,76	14,00	14,05	13,17		
MIN	1863,00	53,00	1480,00	41,00		
MAX	3192,00	93,00	3003,00	84,00		
median	2370,00	69,00	2287,00	65,50		

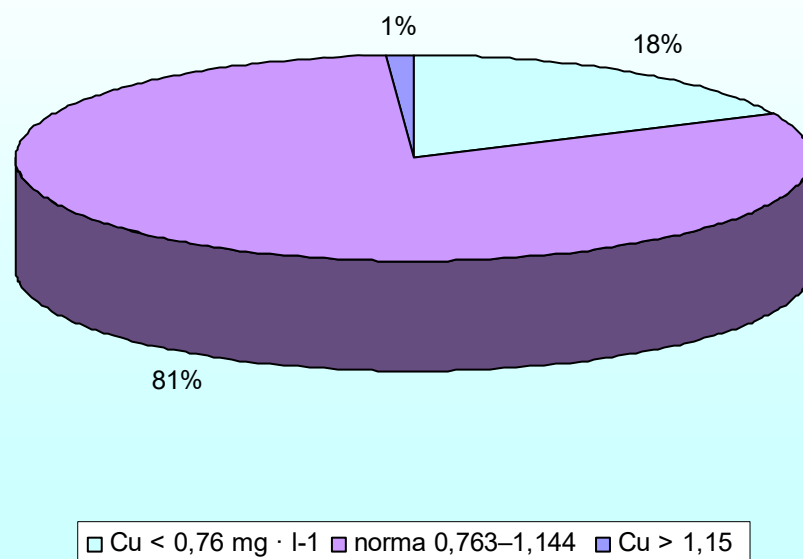
Tab. 59: Přehled průměrných hodnot u skupin s různým obsahem Cu v krevní plazmě

Stat. parametr	Skupiny s obsahem Cu v krevní plazmě					
	< 0,76 mg · l ⁻¹		0,763–1,144 mg · l ⁻¹ , tj. v referenčním rozmezí		> 1,15 mg · l ⁻¹	
	Obsah (mg · l ⁻¹)		Obsah (mg · l ⁻¹)		Obsah (mg · l ⁻¹)	
	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu
n	18	18	81	81	1	1
x	1,00	0,66	1,01	0,99	0,73	1,48
s_x	0,18	0,09	0,27	0,14		
V%	18,39	13,42	27,11	13,79		
MIN	0,69	0,39	0,51	0,76		
MAX	1,31	0,74	2,42	1,31		
median	0,99	0,70	0,98	0,95		
Reprodukční parametry a mléčná užitkovost						
	Ins. interval (dní)	Servis perioda (dní)	Ins. interval (dní)	Servis perioda (dní)	Ins. interval (dní)	Servis perioda (dní)
n	15	14	79	70	1	
x	80,00	115,86	80,47	142,64	78	
s_x	29,81	73,18	28,51	82,94		
V%	37,26	63,17	35,43	58,14		
MIN	42,00	43,00	35,00	47,00		
MAX	151,00	342,00	194,00	397,00		
median	79,00	82,50	75,00	117,00		
Produkce mléka a množství bílkovin za prvních 100 dní laktace						
	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin	kg mléka	kg bílkovin
n	15	15	79	78	1	1
x	2295,60	63,13	2340,49	66,62	2170	67
s_x	249,70	8,02	346,89	9,32		
V%	10,88	12,71	14,82	13,99		
MIN	1764,00	46,00	1480,00	41,00		
MAX	2841,00	79,00	3192,00	93,00		
median	2313,00	66,00	2326,00	66,00		

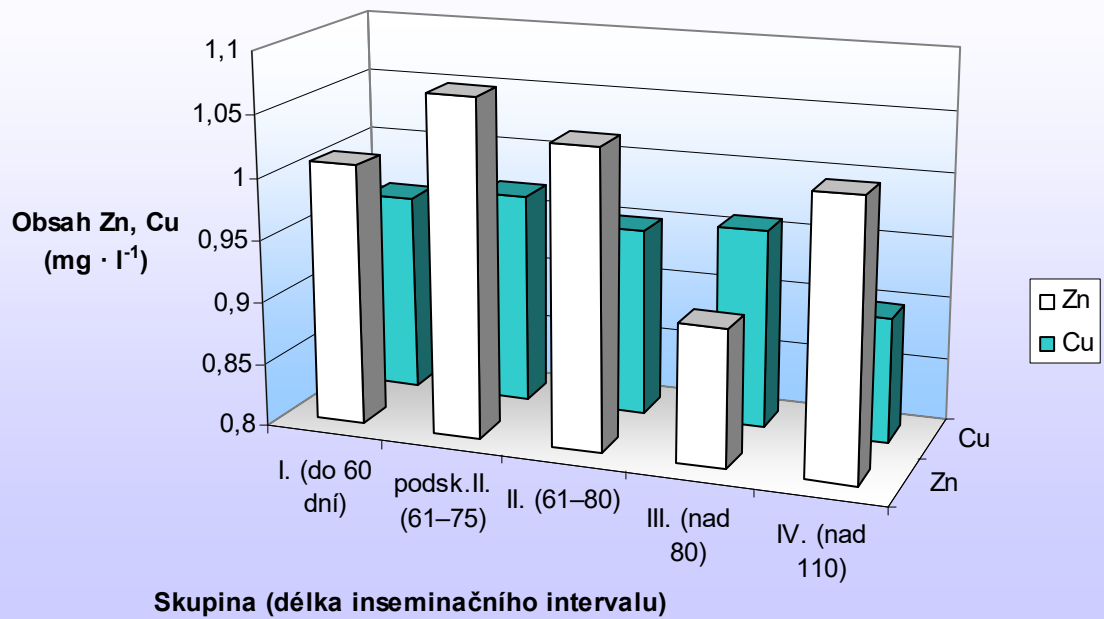
Graf 11: Procentické zastoupení obsahu Zn v krevní plazmě



Graf 12: Procentické zastoupení obsahu Cu v krevní plazmě



Graf 13: Obsah Zn a Cu v krevní plazmě podle délky inseminačního intervalu



5.4 TESTACE ÚČINKU DOPLŇKOVÉHO PŘÍJMU ZINKU A MĚDI NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV

5.4.1 Vliv přidavku zinku a mědi na jejich obsah v krevní plazmě dojených krav v průběhu laktace

Obsah zinku v krevní plazmě dojnic před zahájením pokusu (tab. 60) charakterizují následující parametry:

Pokusná skupina s přidavkem zinku ($n = 16$): aritmetický průměr $16,87 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka $3,85 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, variační koeficient (V %) 23, minimum 11,93, maximum 26,91, medián $15,98 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$;

kontrolní skupina ($n = 16$): aritmetický průměr $16,75 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka $2,84 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, variační koeficient (V %) 17, minimum 11,01, maximum 21,41, medián $16,97 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Průměrné hodnoty obsahu zinku obou skupin jsou velmi vyrovnané a nacházejí se v rámci fyziologického rozmezí obsahu zinku v krevní plazmě, tj. $12,5\text{--}26,0 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ (Slanina *et al.*, 1992), což demonstruje odpovídající úroveň suplementace dojnic zinkem. V pokusech Masoera *et al.* (1998) byla zjištěna podobná hodnota: $17,02 \mu\text{mol Zn} \cdot \text{l}^{-1}$ krevní plazmy. Tomicki (1986) naproti tomu zaznamenal u krav v období zasušení průměrnou hodnotu zinku v krevní plazmě $26,23 \pm 1,88 \mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$. Graf 14 zachycuje dynamiku obsahu zinku v krevní plazmě ve sledovaném období. U obou skupin je obdobná tendence, do 2. měsíce *post partum* je zřejmý pokles, od 2. měsíce u pokusné skupiny a od 3. měsíce u kontrolní skupiny až do 5. měsíce *p.p.* naopak vzestup s vrcholem v 5. měsíci, přičemž vyšší průměrné hodnoty zinku byly u skupiny dojnic s doplňkovým příjmem zinku. Rozdíly mezi průměry pokusné a kontrolní skupiny v tomto období však nedosahovaly statistické významnosti. Pokles obsahu zinku v období kolostrální výživy lze vysvětlit zvýšenými nároky na jeho množství v kolostru, které obsahuje 3–5krát více zinku, než je obsaženo v normálním kravském mléce (Novák *et al.*, 1982), a pokles do 2. měsíce *post partum* u pokusné skupiny (resp. do 3. u kontrolní skupiny) je možné dát do souvislosti s nárůstem laktace. Mléko

obsahuje na rozdíl od některých jiných mikroelementů značné množství zinku (Novák *et al.*, 1982) - průměrná hodnota je 3,8–4,7 mg · kg⁻¹ (Reilly, 1991 in Kvasničková, 1998). Efekt dlouhodobého doplňkového příjmu před porodem se projevil nejen ve vyšším průměrném obsahu zinku v plazmě (3. a 5. měs. *p.p.*), ale i v rychlejším vyrovnání a vzestupu (srv. 3. až 8. měsíc *p.p.*) jeho koncentrace v krevní plazmě (graf 14) ve srovnání s kontrolní, zinkem nedotovanou skupinou. To lze vysvětlit uvolňováním zinku do krevní plazmy z mobilizovatelných rezerv (Bouda *et al.*, 1990) vytvořených v době jeho doplňkového příjmu.

Se vzestupnou tendencí koncentrace zinku v krevní plazmě od 3. měs. *p.p.* nekoresponduje jeho obsah v mléce (graf 16). Přitom Dobrzański *et al.* (2005) našel kladnou závislost mezi obsahem Zn v syrovém kravském mléce a v plné krvi dojníc na úrovni $r_{xy} = 0,340$. Studie Dell'Orta *et al.* (2000) však naznačuje, že koncentrace zinku v krevní plazmě a v mléce nemusí vždy vzájemně korespondovat.

Obsah mědi v krevní plazmě dojníc před zahájením pokusu (tab. 61) charakterizují následující parametry:

Pokusná skupina s přidavkem mědi (n = 16): aritmetický průměr 13,27 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka 2,07 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, variační koeficient (V %) 16, minimum 10,23, maximum 16,05, medián 12,67 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$;

kontrolní skupina (n = 16): aritmetický průměr 13,81 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, směrodatná odchylka 2,77 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$, variační koeficient (V %) 20, minimum 8,34, maximum 20,46, medián 13,14 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$.

Průměrné hodnoty obsahu mědi u obou skupin jsou, podobně jako v případě dojníc kontrolních a pokusných s doplňkem zinku, velmi vyrovnané a nacházejí se v rámci fyziologického rozmezí obsahu mědi v krevní plazmě, tj. 12,0–18,0 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ (Slanina *et al.*, 1992), což demonstrovuje odpovídající úroveň suplementace dojníc mědi. Nižší průměrnou hodnotu obsahu mědi v krevním séru na úrovni 10,23 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ zjistili u dojníc v letním období při tradičním modelu výživy (čerstvá zelená píce z trav a rostlin vikvovitých) Bujanowicz-Haraś *et al.* (2004a). Graf 15 ukazuje dynamiku obsahu mědi v krevní plazmě u pokusné a kontrolní skupiny ve sledovaném období. U obou skupin je obdobná tendence, do 1. měsíce *post partum* je zřejmý vzestup s vrcholem v 1. měsíci (hodnota vyšší u pokusné skupiny), od 1. do 3. měsíce *p.p.*

naopak pozvolný pokles, který u skupiny pokusné pokračuje až do 8. měsíce *p.p.*, u kontrolní skupiny se v 5. měsíci obsah Cu vyrovnává a později rovněž klesá (strmější průběh) až do 8. měsíce, kdy nastupuje výrazný nárůst u obou skupin až do 9. měsíce *p.p.*, přičemž vyšší průměrná hodnota mědi byla u dojnic s jejím doplňkovým příjmem. Rozdíly mezi průměry pokusné a kontrolní skupiny v tomto období však nedosahovaly statistické významnosti.

Účinek nadstandardní suplementace mědi se projevil zvýšením kupremie v 1. a 9. měs. *p.p.* Vzestup do 1. měsíce koresponduje s obsahem mědi v kolostru v prvním týdnu po otelení - kolostrum obsahuje 10x více mědi než normální mléko (ke konci laktace až 25–50krát méně) (Novák *et al.*, 1982) a pokles do 3. měsíce *post partum* je možné dát do souvislosti se zvyšující se užítkovostí - deprese ve 3. měsíci souvisí patrně se zvyšujícími se metabolickými nároky v období vrcholu laktace či období zapouštění. Mléko obsahuje poměrně malé množství mědi, obsah mědi během laktace rychle klesá z hodnoty $0,5 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (v kolostru) až na hodnotu $0,05 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ (Novák *et al.*, 1982). Pokles obsahu mědi v mléce s pokračující laktací odpovídá dalším výsledkům autorky (graf 17). Efekt dlouhodobého doplňkového příjmu před porodem se projevil nejen ve vyšším průměrném obsahu mědi v krevní plazmě (1. měsíc *p.p.*), ale i v rychlejším vyrovnání a vzestupu její koncentrace v plazmě po 8. a 9. měs. *p.p.* (graf 15) ve srovnání s kontrolní, mědí nedotovanou skupinou. To lze vysvětlit s přihlédnutím k její snadné kumulaci v organismu (Jamroz, 2004) uvolňováním mědi do krevní plazmy z mobilizovatelných rezerv (z jaterních zásob) (Xin *et al.*, 1993) vytvořených v době jejího doplňkového (zásobního) příjmu. K vyšší akumulaci Cu v játrech dochází při aditivním podávání nižších dávek Cu (Arthington, 2005; Stoszek *et al.*, 1986 in Eckert *et al.*, 1999).

Klesající trend koncentrace Cu v krevní plazmě pokusných krav od 3. do 8. měs. *p.p.* (graf 15) doplňuje pokles obsahu Cu v mléce ve stejném období (graf 17). Zjištěná relace potvrzuje výsledky sledování jiných autorů (Dobrzański *et al.*, 2005), v jejichž práci byla mezi obsahem Cu v mléce a v krvi dojnic nalezena korelační závislost.

5.4.2 Účinek doplňkového příjmu Zn a Cu na reprodukční a produkční parametry dojených krav

Komparaci pokusné skupiny přijímající přídavek $130 \text{ mg ZnO} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, resp. $60 \text{ mg CuSO}_4 \cdot 5 \text{ H}_2\text{O} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, se skupinou kontrolní (bez přídávku) podává tab. 62.

Při porovnávání parametrů reprodukce a mléčné produkce u skupiny s přídatkem Zn a kontrolní skupiny je patrné, že suplementovaná skupina dosáhla nižšího počtu inseminací, kratšího inseminačního intervalu (o 5 dní) i servis periody (o 45,5 dní), kratší délky mezidobí (o 45 dní) a vyššího procenta a kg tuku, vyššího procenta a množství bílkovin za prvních 100 laktačních dní a vyšší procento tuku, bílkovin a laktózy za celkovou laktaci. Rozdíly mezi průměry v procentu mléčných bílkovin za celkovou laktaci byly u skupiny pokusné v porovnání se skupinou kontrolní statisticky významné ($P < 0,05$). Další rozdíly byly statisticky nevýznamné. Zvýšení hladiny bílkovin a tuku, tedy složek zvyšujících energetickou hodnotu mléka, po aplikaci minerálního doplňku potvrzuje výzkumy i jiných autorů (Strusińska *et al.*, 2006). Literární zdroje poukazují také na souvislost mezi obsahem mléčných bílkovin a koncentrací Zn v mléce (Farida and Srikumar, 2000).

Obdobně v případě porovnávání skupiny krav suplementovaných mědí a skupiny nedotované přídatkem Cu byl zjištěn nižší počet inseminací, nižší hodnota inseminačního intervalu (o 5,5 dní) a servis periody (o 45,3 dní) a kratší délka mezidobí (o 8 dní), vyšší procentuální obsah tuku a procentuální obsah i množství bílkovin za cca 100 dní laktace, vyšší produkce bílkovin za prvních 100 a 200, resp. 305 dní laktace a produkce mléka za normovanou laktaci, procento tuku a procento a kg bílkovin za celkovou laktaci. Rozdíly v procentu mléčných bílkovin za celkovou laktaci byly u skupiny pokusné satureované přídatkem mědi v porovnání se skupinou kontrolní vysoce statisticky významné ($P < 0,01$). Další rozdíly nedosahovaly statistické významnosti.

Tab. 60: Obsah zinku v krevní plazmě dojených krav suplementovaných zinkem (pokusná skupina) a krav bez doplňku Zn (kontrolní skupina)

Období odběru <i>Skupina</i>	n	x	s_x	V %	min	max	median
před pokusem							
- <i>Pokusná</i>	16	16,87	3,85	22,83	11,93	26,91	15,98
- <i>Kontrolní</i>	16	16,75	2,84	16,94	11,01	21,41	16,97
1. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	11	15,10	2,80	18,57	10,55	20,49	14,68
- <i>Kontrolní</i>	11	16,07	2,62	16,31	12,69	22,17	15,75
3. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	8	15,37	2,23	14,54	11,93	18,35	15,67
- <i>Kontrolní</i>	10	14,65	1,83	12,48	11,62	18,35	14,83
5. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	10	19,17	3,34	17,42	14,37	24,62	18,81
- <i>Kontrolní</i>	13	17,72	2,74	15,43	13,91	22,32	18,20
8. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	6	18,04	2,18	12,10	14,83	21,56	17,89
- <i>Kontrolní</i>	9	18,48	1,38	7,46	16,67	21,10	18,65
9. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	3	22,32	4,02	18,02	18,96	27,98	20,03
- <i>Kontrolní</i>	3	23,24	7,26	31,23	16,05	33,18	20,49

Tab. 61: Obsah mědi v krevní plazmě dojených krav suplementovaných mědí (pokusná skupina) a krav bez doplňku Cu (kontrolní skupina)

Období odběru <i>Skupina</i>	n	x	s_x	V %	min	max	median
před pokusem							
- <i>Pokusná</i>	16	13,27	2,07	15,56	10,23	16,05	12,67
- <i>Kontrolní</i>	16	13,81	2,77	20,07	8,34	20,46	13,14
1. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	11	15,18	1,87	12,32	10,86	17,94	15,74
- <i>Kontrolní</i>	11	14,80	2,36	15,95	10,86	18,89	14,80
3. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	8	14,01	3,11	22,16	9,30	17,94	15,50
- <i>Kontrolní</i>	10	14,23	2,15	15,11	11,20	17,63	13,61
5. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	12	13,17	2,48	18,85	8,66	17,47	13,30
- <i>Kontrolní</i>	13	14,09	2,98	21,15	9,13	19,99	13,54
8. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	6	12,80	1,40	10,92	10,86	15,27	12,67
- <i>Kontrolní</i>	9	12,98	2,19	16,87	9,76	15,43	12,75
9. měs. p.p.							
- <i>Pokusná</i>	3	15,27	1,64	10,73	13,54	17,47	14,80
- <i>Kontrolní</i>	3	14,58	1,05	7,17	13,69	16,05	14,01

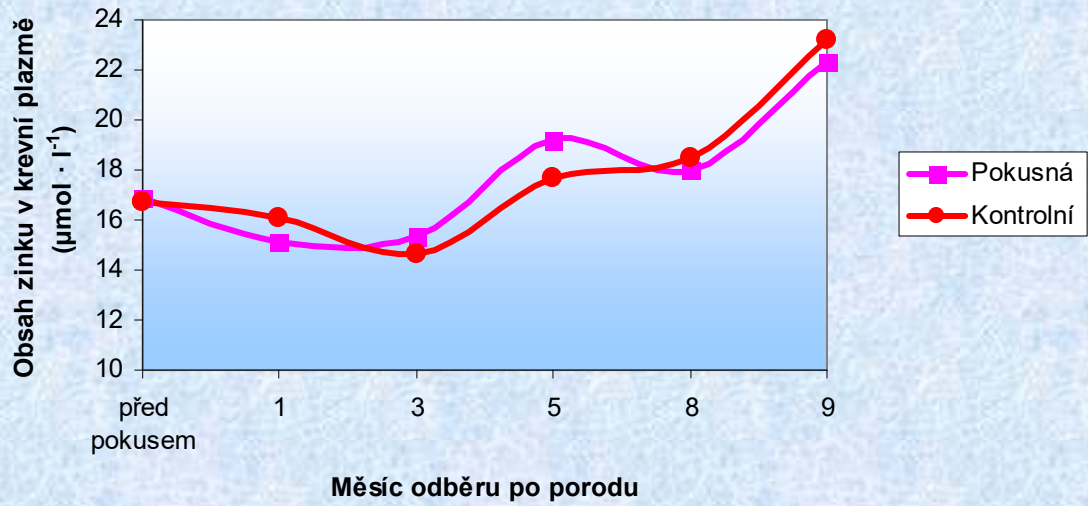
Tab. 62: Přehled dosažených reprodukčních parametrů a ukazatelů mléčné produkce

Skupina	Pokusná s přídatkem Zn	Pokusná s přídatkem Cu	Kontrolní
Pořadí laktace	3,33	4,00	3,60
Pořadí inseminace	1,88	1,77	2,25
Inseminační interval (dní)	83,00	82,71	88,23
Servis perioda (dní)	121,67	121,92	167,17
Laktační dny cca 100 dní			
dny	104,40	103,64	105,36
kg	2300,40	2299,21	2333,00
% tuku	3,87	3,69	3,58
kg tuku	90,00	84,50	84,86
% bílkovin	2,85	2,87	2,76
kg bílkovin	65,20	65,86	64,50
% laktózy	4,93	4,93	4,93
Produkce za 100 dní laktace			
kg mléka	2223,70	2245,00	2268,00
kg bílkovin	63,40	64,62	62,92
Produkce za 200 dní laktace			
kg mléka	4102,78	4273,23	4292,17
kg bílkovin	119,33	127,62	122,00
Produkce za 305 dní laktace			
kg mléka	5444,33	5811,86	5610,44
kg bílkovin	159,50	179,86	166,11
Produkce za celkovou laktaci			
dny	292,40	312,69	337,58
kg	5142,80	5766,62	5984,58
% tuku	3,57	3,68	3,55
kg tuku	177,63	208,08	209,29
% bílkovin	3,08 ^a	3,10 ^b	2,88 ^c
kg bílkovin	150,13	173,25	170,86
% laktózy	4,84	4,80	4,81
Délka mezidobí (dní)	402	439	447

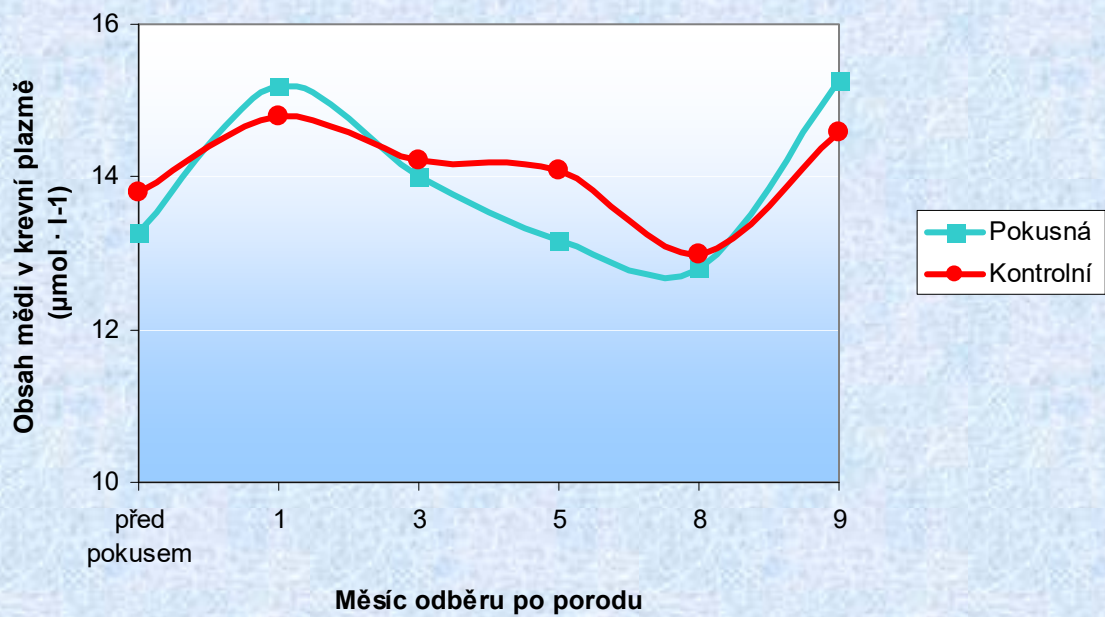
t-test ^{a,c} P<0,05

^{b,c} P<0,01

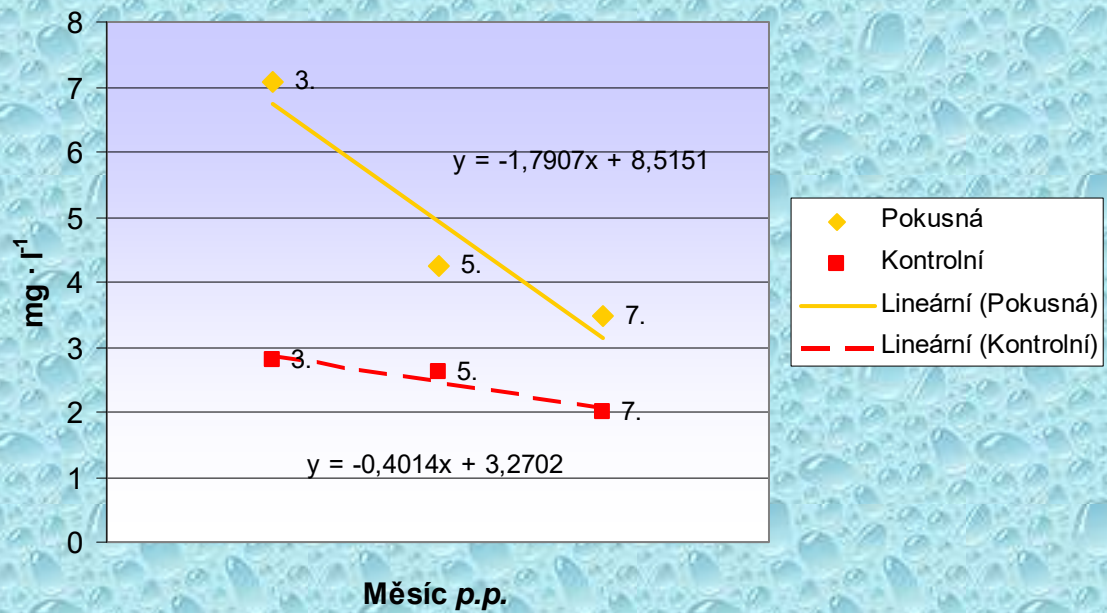
**Graf 14: Obsah zinku v krevní plazmě dojníc
ve sledovaném období**



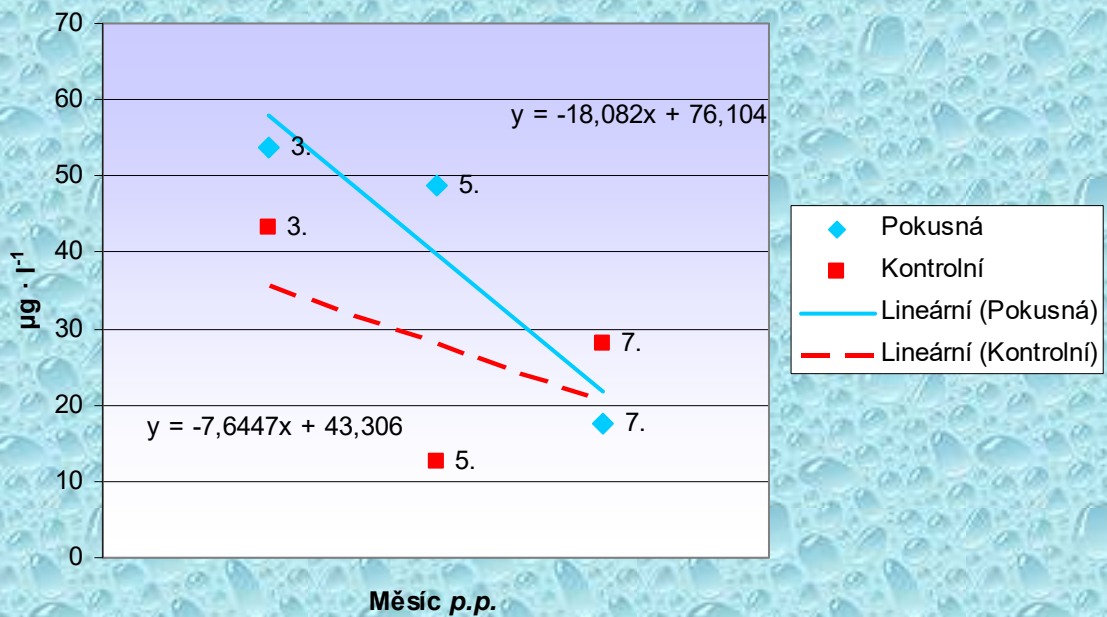
**Graf 15: Obsah mědi v krevní plazmě dojníc
ve sledovaném období**



Graf 16: Obsah zinku v mléce ve sledovaných měsících *post partum*



Graf 17: Obsah mědi v mléce ve sledovaných měsících *post partum*



6. ZÁVĚR

6.1 OBSAH ZINKU A MĚDI V MLÉCE JAKO UKAZATEL ZÁSOBENOSTI CHOVŮ DOJENÝCH KRAV

- 1) Při současné suplementaci zinku v krmných dávkách dojených krav v Jihočeském kraji lze počítat s průměrnou koncentrací zinku v mléce $4,67 \pm 0,64 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$, a mědi pouze $41,87 \pm 64,20 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.
- 2) Vzhledem ke značné variabilitě obsahu mědi v mléce ($1,50\text{--}269,00 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) nelze z hlediska krytí lidské potřeby mědi mlékem jasně definovat její průměrný obsah v mléce.
- 3) Suplementace zvířat zinkem ve sledovaných chovech na základě jeho obsahu v mléce je dostačující, naproti tomu analýza obsahu mědi v bazénových vzorcích mléka signalizuje nedostatečný příjem mědi krmnou dávkou.
- 4) Ze studia vztahů obsahu Zn a Cu v mléce a dalších parametrů mléka vyplývá:
 - kladná závislost mezi obsahem zinku a obsahem selenu ($r_{xy} = 0,40$), manganu ($r_{xy} = 0,28$), sušiny, tukuprosté sušiny, bílkovin mléka a laktózy ($r_{xy} = 0,26\text{--}0,36$) a hodnotou bodu tuhnutí ($r_{xy} = 0,36$), a dále mezi obsahem mědi a obsahem manganu ($r_{xy} = 0,60\text{--}0,89$),
 - vyšší obsah Zn ($r_{xy} = 0,25$) a nižší obsah Cu v mléce z chovů s vyšší denní produkcí mléka,
 - vztah mezi nutriční úrovní v chovu reprezentovanou obsahem močoviny v mléce a obsahem zinku v mléce ($r_{xy} = 0,52$).
- 5) Vyšší obsah zinku a nižší obsah mědi v mléce v chovech s vyšší produkcí mléka (větší kapacitou dojnic) svědčí o lepší úrovni zásobenosti zvířat zinkem v podmínkách velkokapacitních farem a vyšší kvalitě suplementace mědi v chovech s menší koncentrací zvířat.
- 6) Vysoká variabilita obsahu mědi v mléce vyžaduje věnovat zvýšenou péči suplementaci i využitelnosti mědi z minerálních krmných přísad.

- 7) Doporučuje se poloprovozně ověřit zařazení organické formy prvků do minerálních krmných přísad, včetně revize jejich utilizace v organismu na základě jejich obsahu v mléce.
- 8) Reprodukční parametry charakterizující chovy (procento 1. inseminací 45,4, zabřezávání po 1. inseminaci 42,0 %, délka inseminačního intervalu 81,9 dní, délka servis periody 128,4 dní a inseminační index 2,2) dosahují v porovnání s průměrem Jihočeského kraje za rok 2004 kratšího intervalu, ale nižšího procenta 1. inseminací, resp. zabřezávání po 1. inseminaci, a tím horšího inseminačního indexu a prodloužení servis periody. Při porovnání průměrných hodnot dosažených ukazatelů s celorepublikovým průměrem se procento březosti po 1. inseminaci přibližuje (rozdíl o 0,8 % nižší oproti ČR) výsledkům reprodukce plemenic skotu v rámci ČR, zkrácení vykazala průměrná délka inseminačního intervalu (o 4,2 dny), naopak prodloužení délka servis periody (o 3,5 dne).
- 9) Obsah zinku v mléce koreloval kladně s procentem 1. inseminací ($r_{xy} = 0,25$) a záporně s hodnotou inseminačního indexu ($r_{xy} = -0,19$). Se vzestupem koncentrace Zn v mléce klesala délka servis periody.
- 10) Ze sledování úrovně reprodukčních parametrů v chovech s různým obsahem Zn v mléce vyplývá, že:
- podnormativní obsah Zn v mléce ($< 4,0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) je spojen s nejhoršími výsledky reprodukce (kromě délky intervalu). Procento zabřezávání je oproti chovům s referenčním obsahem o 4,5 % nižší;
 - nejkratší interval a nejvyšší procento zabřezávání po 1. inseminaci vykazaly chovy s normativním obsahem Zn v mléce;
 - chovy s nadnormativním obsahem Zn v mléce dosáhly v porovnání s chovy s referenčním rozmezím tohoto prvku zlepšení v procentu 1. inseminací, délce servis periody a hodnoty inseminačního indexu. Rozdíly mezi průměry těchto parametrů však nejevily statistickou významnost.
- 11) Při sledování úrovně reprodukčních parametrů v chovech s obsahem Cu v mléce pod $5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$, s obsahem $5\text{--}50 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ a nad $50 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ bylo zjištěno:
- vyšší procento 1. inseminací, resp. procento zabřeznutí po 1. inseminaci, a tím nižší počet inseminací potřebných k zabřeznutí v chovech s hodnotou $5\text{--}50 \mu\text{g Cu} \cdot \text{l}^{-1}$ v mléce. Rozdíl mezi průměry dosažených inseminačních indexů

- v zemědělských podnicích s obsahem Cu v mléce pod $5 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ a v chovech s $5\text{--}50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ mléka je statisticky významný ($P < 0,05$);
- zvýšený obsah Cu v mléce nad hodnotu $50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ se v porovnání s její hladinou $5\text{--}50 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$ projevilo zkrácením servis periody (o 3,4 dny).

6.2 PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V MLÉCE

- 1) Průměrná koncentrace zinku ($4,65 \pm 0,92 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$) v syrovém kravském mléce holštýnsko-fríského plemene v období zapouštění ($64 \pm 18,3$ dní *p.p.*) v prvním chovu odpovídala referenční hodnotě, naopak koncentrace mědi překročila hranici hygienického limitu. Ve 2. chovu byly zjištěny nadnormativní obsahy Zn i Cu v mléce.
- 2) Poměr mezi Cu a Zn v mléce byl 1 : 2,97–3,56. Korelační závislost mezi oběma stopovými prvky je $r_{\text{Zn,Cu}} = 0,18\text{--}0,44$.
- 3) Ve 3. měsíci laktace ($100 \pm 18,33$ dní) byl v 1. chovu zaznamenán statisticky vysoce významně ($P < 0,01$) zvýšený obsah Zn i Cu v mléce v porovnání s jejich koncentrací ve 2. měs. *p.p.* ($64 \pm 18,33$ dní), nárůst denní produkce mléka a procento mléčného tuku a statisticky významné ($P < 0,05$) zvýšení procentického obsahu bílkovin.
- 4) Vzrůstající (1,4krát) obsah Zn v mléce na 1. farmě ve 3. měsíci *p.p.* koresponduje se zvýšením obsahu Zn (1,7krát) v krmné dávce v tomto období.
- 5) Ze vzájemných korelačních vztahů mezi koncentrací Zn a Cu v mléce a jakostními parametry mléka vyplývá, že:
 - se zvyšující se koncentrací Zn vzrůstá procentický obsah sušiny, tuku a bílkovin v mléce ($r_{\text{xy}} = 0,35\text{--}0,56$),
 - s růstem koncentrace Cu v mléce se zvyšuje procentický obsah mléčných bílkovin ($r_{\text{xy}} = 0,28$),
 - s vyšším obsahem Zn se snižuje obsah močoviny v mléce ($r_{\text{xy}} = -0,29$),

- s rostoucí produkcí klesá obsah Zn v mléce ($r_{xy} = -0,34$),
- a se zvyšujícím se obsahem Cu se snižuje počet somatických buněk ($r_{xy} = -0,27$).

6.3 REPRODUKČNÍ A PRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV S RŮZNÝM OBSAHEM ZINKU A MĚDI V KREVNÍ PLAZMĚ

- 1) Při současné suplementaci Zn a Cu v krmných dávkách dojených krav ve sledovaném chovu lze počítat s průměrnou koncentrací zinku v krevní plazmě $1,01 \pm 0,26 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ a mědi $0,93 \pm 0,19 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$.
- 2) Při uvedené saturaci lze předpokládat u 78 % populace obsah Zn, resp. u 81 % populace obsah Cu, odpovídající fyziologickým potřebám. S podnormativními hodnotami koncentrace zinku v krevní plazmě lze počítat u 21 % krav, mědi u 18 % dojnic.
- 3) Na základě bodu 1) a 2) (který je v kontrastu se situací zjištěnou monitoringovým sledováním - první část studie) lze považovat suplementaci zvířat zinkem i mědí v daném chovu za dostačující. Pouze 18% výskyt dojnic s podnormativními hodnotami obsahu mědi v krevní plazmě svědčí o zlepšující se úrovni suplementace dojených krav minerálními prvky v současné době oproti výsledkům sledování v naší republice z posledních let.
- 4) Uvedený vzorek populace charakterizuje průměrná hodnota inseminačního intervalu $80,4 \pm 28,6$ dní, délka servis periody $138,2 \pm 82,0$ dní, průměrná produkce mléka v prvních 100 dnech laktace $2331,6 \pm 332,4$ kg s průměrným obsahem $66,1 \pm 9,2$ kg bílkovin.
- 5) Největší množství zinku i mědi bylo zjištěno u dojnic s dosaženým výborným inseminačním intervalem, tj. 61–75 dní ($1,07 \text{ mg Zn} \cdot \text{l}^{-1}$, $0,97 \text{ mg Cu} \cdot \text{l}^{-1}$). Rozdíl mezi průměrem v obsahu Zn v krevní plazmě těchto dojnic a průměrem skupiny

s intervalem 81–100 dní je statisticky významný ($P < 0,05$). Naopak nejnižší obsah mědi vykazovaly dojnice s největší délkou inseminačního intervalu (nad 110 dní).

- 6) Nejvyšší produkce mléka ($2451,8 \pm 322,0$ kg) i nejvyššího množství bílkovin ($69,2 \pm 7,6$ kg) za prvních 100 laktačních dní dosáhly dojnice inseminované do 60 dní *p.p.*; naopak nejnižší množství mléka (2215,8 kg) i bílkovin (62,1 kg) za prvních 100 dní laktace vykazují dojnice s inseminačním intervalem nad 110 dní. Rozdíl mezi průměry obou skupin v produkci mléka i bílkovin je vysoce statisticky významný ($P < 0,01$). Rozdíl v dosažené produkci mléka i množství bílkovin mezi dojnicemi skupiny inseminované do 60 dní *p.p.* a dojnicemi s inseminačním intervalem 61–75 dní je na hladině statistické významnosti $P < 0,05$. Dojnice inseminované do 60 dní *p.p.* dosáhly oproti plemenícím s inseminačním intervalem nad 110 dní statisticky významně vyšší produkce mléka ($P < 0,01$) i bílkovin ($P < 0,05$) za 200 laktačních dní.
- 7) Ze studia vzájemných vztahů obsahu Zn, Cu v krevní plazmě a reprodukčními a produkčními ukazateli vyplývá:
- závislost mezi obsahem zinku v krevní plazmě a procentickým obsahem laktózy v mléce za 100, 200 a 305 laktačních dní ($r_{xy} = 0,19-0,25$),
 - vztah mezi obsahem Zn v krevní plazmě a procentickým obsahem bílkovin za 305 dní laktace ($r_{xy} = 0,26$),
 - vztah mezi obsahem mědi a množstvím bílkovin za 100 a 305 dní laktace ($r_{xy} = 0,24-0,28$),
 - a vyšší produkce mléka za 305 dní laktace od dojnic s vyšší koncentrací Cu v krevní plazmě ($r_{xy} = 0,34$).

6.4 TESTACE ÚČINKU DOPLŇKOVÉHO PŘÍJMU ZINKU A MĚDI NA REPRODUKČNÍ PARAMETRY DOJENÝCH KRAV

Testace efektu podávání minerálního přídatku přinesla následující závěry:

- 1) Doplnkový příjem zinku v množství $130 \text{ mg} \cdot \text{ks} \cdot \text{den}^{-1}$ po dobu 3 týdnů před porodem se odrazil na jeho zvýšení v krevní plazmě ve 3. a 5. měsíci *post partum* ve srovnání s kontrolní skupinou; tento rozdíl však nebyl statisticky významný.
- 2) Doplnkový příjem mědi v množství $60 \text{ mg} \cdot \text{ks} \cdot \text{den}^{-1}$ po dobu 3 týdnů před porodem se odrazil na jeho zvýšení v krevní plazmě v 1. a 9. měsíci *post partum* ve srovnání s kontrolní skupinou; rozdíl mezi průměry obou skupin však nebyl statisticky významný.
- 3) Klesající trend obsahu mědi v krevní plazmě od 3. do 8. měs. *p.p.* doprovází pokles Cu v mléce. Vzestupná tendence obsahu zinku v krevní plazmě od 3. měs. *p.p.* nekoresponduje s obsahem Zn v mléce.
- 4) Skupina suplementovaná přídatkem Zn vykazovala příznivější parametry reprodukce (menší počet inseminací, kratší délka inseminačního intervalu - o 5 dní, servis periody - o 45,5 dní a mezidobí - o 45 dní) i některé kvantitativní i kvalitativní parametry mléka (vyšší procento a více kg tuku, procento a množství bílkovin za 100 laktačních dní a větší % tuku, laktózy a statisticky významně vyšší procentický obsah mléčných bílkovin ($P < 0,05$) za celkovou laktaci). Další rozdíly nebyly statisticky významné.
- 5) Skupina suplementovaná přídatkem Cu rovněž vykazovala lepší parametry reprodukce (nižší počet inseminací, nižší hodnoty inseminačního intervalu a servis periody a kratší délka mezidobí) i některé parametry mléka (vyšší procentický obsah tuku a procento a kg bílkovin za cca 100 dní laktace, vyšší produkce bílkovin za prvních 100 a 200, resp. 305 dní laktace a produkce mléka za normovanou laktaci, % tuku, kg bílkovin a vysoce statisticky významné ($P < 0,01$) procento mléčných bílkovin za celkovou laktaci). Další rozdíly nedosahovaly statistické významnosti.

7. LITERATURA

1. Abdou T.A., 2005. Parakeratosis in Egyptian buffaloes. *Livestock Production Science* 98, 175–194.
2. Aggett P.J., 1994. Aspects of neonatal metabolism of trace metals. *Acta Paediatr. Scand.* 402 Suppl.: S75–S82. In: Emmett P.M., Rogers I.S., 1997. Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition. *Early Human Development* 49 Suppl, S7–S28.
3. Agricultural Research Council, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England. In: Kruczyńska H., Kujawa A., 1994. Zapotrzebowanie bydła na składniki mineralne. Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konferencja naukowa, 8–9 IX 1994. Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 53–60. ISBN 83-86363-28-2.
4. Alexandrova R., Popova T., Culita D., Kirilova M., Todorova I., Miloshev G., Patron L., 2006. Newly Synthesized Zn(II) and Co(II) Complexes with Lithocholic Acid – Antimicrobial Activity and Effect on Tumour Cell Viability and Proliferation. *Trace Elements in the Food Chain (Proceedings)*. International Symposium on Trace Elements in the Food Chain Budapest, May 25–27, 518–523.
5. Almeida L., Barajas R., 2005. Effect of joint chromium and zinc supplementation on performance of growing Pelibuey hair sheep. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
6. Altuntaş B., Fılık B., Ensarı A., Zorlu P. and Teziç T., 2000. Can zinc deficiency be used as a marker for the diagnosis of celiac disease in Turkish children with short stature? *Pediatrics International* 42, 682–684.
7. AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis* 17th ed. Assoc. Offic. Anal. Chem. Arlington, VA.
8. Anke M., Gleit M., Krämer K., Müller M., 1994. Die Bedeutung der Mengen- und Spurenelemente in der Nahrungskette von Tier und Mensch. Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konferencja naukowa, 8–9 IX 1994. Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 9–34. ISBN 83-86363-28-2.

9. Anonymous, 1989. Agency for Toxic Substances and Disease Registry U.S. Public Health Service. Toxicological Profile for Zinc, Dept. Health and Human Services, Atlanta, pp. 77–85. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
10. Anonymous, 1993. Receptář výživy hospodářských zvířat (účelová publikace). České Sano, spol. s r.o.
11. Arthington J.D., 2005. Effects of copper oxide bolus administration or high-level copper supplementation on forage utilization and copper status in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 83: 2894–2900.
12. Baláž *et al.*, 1978. In: Grieger C., Holec J., Burdová O., Krčál Z., Lukášová J., Matyáš Z., Pleva J., 1990. Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov. Bratislava, Príroda, Praha, SZN, 1. vyd., 397 s. ISBN 80-07-00253-7.
13. Baranauskiene D., Kregzdyte R., Ryselis S., Abdrakhmanovas O., Sadauskiene I., Ivanov I., 2006. Comparative study of zinc, selenium and activity of δ -aminolevulinic acid dehydratase in mice blood under cadmium intoxication *in vivo*. Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra Trace Elements. 23. Workshop. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 543–548.
14. Bardoděj Z., David A., Šedivec D., Škramovský S., Teisinger J., 1980. Exposure tests in industrial toxicology (in Czech). Prague, Avicenum, 365–367. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
15. Barej W., 1986. Fizjologiczne podstawy użytkowania bydła. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, wyd. II poprawione i uzupełnione, 451 s.
16. Bedwal R.S., Bahaguna A., 1994. Zinc, copper and selenium i reproduction. University of Rajasthan, Jaipur, India. *Experientia.* 15; 50 (7), 626–40.
17. Bell J.G., Keen C.L., Lonnerdal B., 1987. Effect of infant cereals on zinc and copper absorption during weaning. *Am. J. Dis. Child.* 141, 1128–1132.
18. Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
19. Bendl J., 1997. Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometers ICP-MS (in Czech). Spektroskopická společnost Jana Marca Marci. Brno, Katedra analytické chemie Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity v Brně, pp. 162.

20. Benemariya H., Robberecht H., Deelstra H., 1995. Copper, zinc and selenium concentrations in milk from middle-class women in Burundi (Africa) throughout the first 10 months of lactation. *The Science of the Total Environment* 164: 161–174.
21. Beneš S., 1995. In: Neuberger J. *et al.*, 1978. Trace elements in plan production in the Czech Socialist Republic (in Czech). Prague, SZN. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
22. Berger K.G., Haller H.E.: podľa cit. *Z. Lebensmitt.-Untersuch.* 127, 282, 1965. In: Rosival L., Szokolay A., Batora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. *Cudzorodé látky v požívatinách*. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnené vydanie, 648 s.
23. Berzina M., Smirnova G., Apsite M., 2006. Cadmium and zinc-dependent changes in metallothionein levels in intestine of chick. *Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra Trace Elements*. 23. Workshop. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 338–342.
24. Bis-Wencel H., Ondrašovičová O., Nowakowicz-Dębek B., Likos B., Vargová M., 2003. The impact of the mineral nutrition of cows on the level of mineral elements in the hair of their hides. *Folia Veterinaria*, 47, 3: 158–160.
25. Bíreš J., Michna A., Bartk P., Nagy O., Kováč G., Húska M., 1997. Poznatky s parentálnou suplementáciou medi u teliat. *Aktuální problémy šlechtění, zdraví, růstu a produkce skotu*. České Budějovice, Scientific Pedagogical Publishing, 1. vyd., 410 s., 320–321.
26. Bombik E., Bombik A., 2001. Zależność między stężeniem wybranych makro- i mikroelementów w tkankach i narządach zajęcy. *Rocz. Nauk. Zoot.*, T. 28, z. 2: 295–306.
27. Bouda J., Klimeš J., Jagoš P., Doubek J., 1990. Metabolické poruchy u vysokobřezích krav a jejich vliv na kvalitu kolostra, vývoj a zdraví telat. *Metabolické a produkční choroby skotu (Sborník)*. Brno, Dům techniky ČSVTS (Československá vědeckotechnická společnost), 1. vyd., 131 s., str. 43.
28. Brzóska F., Kowalczyk J., 2002. Milk yield, composition and cholesterol level in dairy cows fed rations supplemented with zinc and fatty acid calcium salts. *Journal of Animal and Feed Sciences* 11: 411–424.

29. Brzóška F., Łojewska A., Brzóška B., Zyzak W., 2001. Wpływ lizawek solnych z mikroelementami na poziom tych pierwiastków w surowicy krwi i mleku krów. Kraków, Instytut Zootechniki, Roczniki Naukowe Zootechniki, T. 28, z. 1: 83–92.
30. Brzóška F., Sala K., 2001. The effect of fatty-acid calcium salt and copper supplementation of daily rations on milk yield and composition, lipid metabolism and cholesterol level in cow's milk. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 10, 399–412.
31. Bujanowicz-Haraś B., Matras J., Wojtasik J., 2004a. Wpływ bilansowania mineralnego żywienia krów mlecznych w okresie letnim na wydajność oraz wybrane składniki mineralne krwi i mleka. *Rocz. Nauk. Zoot.*, T. 31, z. 2: 251–264.
32. Bujanowicz-Haraś B., Matras J., Wojtasik J., Klebaniuk R., 2004b. Żywienie mineralne krów w okresie letnio-jesiennym w wybranych oborach środkowo-wschodniej Polski (Mineral nutrition of dairy cows in summer-autumn period in chosen barns of central-east Poland). Warsaw, *Annals of Warsaw Agricultural University, Animal Science (Special number)*, 5–9.
33. Buldini P.L., Cavalli S., Sharma J.L., 2002. Matrix removal for ion chromatographic determination of some trace elements in milk. *Microchemical Journal* 72, 277–284.
34. Burdych V. *et al.*, 1995. *Základy reprodukce skotu*. Hradec Králové, Chovservis a.s., 1. vyd., 1995, 28 s.
35. Burke J., Miller J., Pote D., 2005. Interaction of copper oxide wire particles and molybdenum sulfate in lambs. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 88, Suppl. 1.
36. Calamari L., Bertoni G., Maianti M.G., Cappa V., 1989. Usefulness of new haematochemical indices in the assessment of metabolic profile in dairy cows. *Zoot. Nutr. Anim.* 15, 191–210. In: Masoero F., Moschini M., Rossi F., Piva G., 1998. Effect of bovine somatotropin on milk production, milk quality and the cheese-making properties of Grana Padano cheese. *Livestock Production Science* 54, 107–114.
37. Campbell M.H., Miller J.K., Schrick F.N., 1999. Effect of Additional Cobalt, Copper, Manganese and Zinc on Reproduction and Milk Yield of Lactating Dairy Cows Receiving Bovine Somatotropin (ZP A0032). University of Tennessee, Knoxville TN. *J. Dairy Sci.* 82, 1019–1025.
38. Campillo N., Viñas P., López-García I., Hernández-Córdoba M., 1998. Direct determination of copper and zinc in cow milk, human milk and infant formula

- samples using electrothermal atomization atomic absorption spectrometry. *Talanta* 46, 615–622.
39. Castillo M., Ferrini G., Manzanilla E.G., Roquet J., Taylor-Pickard J.A., Pérez J.F., and Martín-Orúe S.M., 2005a. Effect of dietary mannan-oligosaccharides and (or) organic zinc on growth performance and prevalence of post-weaning diarrhoea in piglets. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
 40. Castillo M., Rodríguez C., Martín-Peláez S.M., Roquet J., Taylor-Pickard J.A., Pérez J.F., and Martín-Orúe S.M., 2005b. Effect of mannan-oligosaccharides and (or) organic zinc on the intestinal microbiota and immune response of early-weaned pigs. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
 41. Çavdar A.O., Únal E., Babacan E., Gözdaşoğlu S., Yavuz G., Mengübaşı K., Pamir A., Taçyıldız N., 2002. Trace Element Analyses (Zinc and Selenium) in Pediatric Malignant Lymphomas. *Turk J Haematol* 19 (2): 239–244.
 42. Cikrt M., 1972. *Brit. J. Industr. Med.*, 29, s. 74–80. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
 43. Cikrt, 1983. In: Grieger C., Holec J., Burdová O., Krčál Z., Lukášová J., Matyáš Z., Pleva J., 1990. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava, Príroda, Praha, SZN, 1. vyd., 397 s. ISBN 80-07-00253-7.
 44. Close W.H., 1999. Organic minerals for pigs. In: *Biotechnology in the Feed Industry: Proceedings of Alltech's 15th Annual Symposium*, pp 51–60. Edited by T.P. Lyons and K.A. Jacques. Nottingham University Press, Nottingham. In: Close W.H. (Bill), 2003. *The role of feeding and management in enhancing sow reproductive potential*. London Swine Conference – Maintaining Your Competitive Edge 9–10 April 2003.
 45. Conway L.W., 1988. Zinc supplements may affect immune response. *Environ-Nutr.* New York, N.Y., Environmental Nutrition, Inc. Sept v. 11 (9) pp. 2.
 46. Craig W.J., Balbach L., Harris S., Vyhmeister N., 1984. Plasma zinc and copper levels of infants fed different milk formulas. *J Am Coll Nutr.* 3 (2), 183–6.
 47. Čermáková A., Štřeleček F., 1995. *Statistika*, DTP JU ZF, České Budějovice, 1. vyd., 172 s.
 48. Dai D., Tang Z., 1991. Copper, iron and zinc content of preterm and term human milk and cow's milk. *Hua Xi Yi Ke Da Xue Xue Bao.* 22 (4), 428–31.

49. Dąbkowska-Naskręt H., Bartkowiak A., 2002. Chemiczna specjacja cynku w glebach zanieczyszczonych *versus* zawartość cynku w sałacie. Cynk w środowisku – problemy ekologiczne i metodyczne. Zeszyty naukowe Komitetu „Człowiek i środowisko“. Warszawa, PAN 33, 159–164. PL ISSN 0860-8296, ISBN 83-902762-2-4.
50. Dąbkowska-Naskręt H., Jaworska H., 1997. Total and plant available forms of microelements in arable soils of Kujawy region (Northern Poland). 17. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente. Jena, Friedrich-Schiller-Universität, 134–140.
51. Danek J., 2002. Znaczenie cynku u ogierów reproduktorów. *Medycyna Wet.* 58 (11), 840–844.
52. Del Petere V., Di Stanislao F., 1984. Trace elements in cow milk sold in Marche Region. *Nuovi Ann. Ig. Microbiol.*, 35, 313–323. In: Sikirić M., Brajenović N., Pavlović I., Havranek J.L., Plavljanić N., 2003. Determination of metals in cow's milk by flame atomic absorption spectrophotometry. *Czech J. Anim. Sci.*, 48 (11), 481–486.
53. Dell'Orto V., Cattaneo D., Beretta E., Baldi A., Savoini e G., 2000. Effects of trace element supplementation on milk yield and composition in camels. *International Dairy Journal* 10: 873–879.
54. Dobrzański Z., Górecka H., Opaliński S., Chojnacka K., Kołacz R., 2005. Zawartość pierwiastków śladowych i ultraśladowych w mleku i krwi krów. Lublin, Oficyna Wydawnicza PTNW w Lublinie. *Med. Wet.* 61 (3), 301–304.
55. Doesthale Y.G., Gopalan C., 1974. *Brit. J. Nutr.*, 21, 351–355. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
56. Domínguez R., Barreiro T., Sousa E., Bermejo A., Cocho J. A., Fraga J.M., Bermejo P., 2004. Study of the effect of different iron salts used to fortify infant formulas on the bioavailability of the trace elements using ICP-OES. *International Dairy Journal* 14, 1081–1087.
57. Donangelo C.M., Trugo N.M.F., Koury J.C., Barretosilva M.I., Freitas L.A., Feldheim W., Barth C., 1989. Iron, zinc, folate and vitamin B12 nutritional status and milk composition of low-income Brazilian mothers. *Eur. J. Clin. Nutr.* 43:253–66. In: Emmett P.M., Rogers I.S., 1997. *Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition*. *Early Human Development* 49 Suppl, S7–S28.

58. Dorea Jose G., 2000. Iron and Copper in Human Milk. *Nutrition* 16, 209–220.
59. Dorton K., Engle T., and Enns R., 2005. Effects of trace mineral source and growth implants on trace mineral status and immune response of steers. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
60. Drbohlav J., Vodičková M., 2001. *Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků*. ÚZPI Praha, 1. vyd., 85 s.
61. Dunkley W.L., Franke A.A., Robb J., and Ronning M., 1968. Influence of dietary copper and ethylenediaminetetraacetate on copper concentration and oxidative stability of milk. *J. Dairy Sci.* 51:863–866. In: Weiss W.P., 2005. Antioxidant nutrients, cow health, and milk quality. Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop, 11–18.
62. Earley A.V., Sowell B.F., Bowman J.G.P., 1999. Liquid supplementation of grazing cows and calves. *Animal Feed Science and Technology* 80, 281–296.
63. Eckert G.E., Greene L.W., Carstens G.E., Ramsey W.S., 1999. Copper Status of Ewes Fed Increasing Amounts of Copper from Copper Sulfate or Copper Proteinate. *J. Anim. Sci.* 77: 244–249.
64. Ellis E., Bergen W., Solaiman S., Cummins K., 2005. Effect of dietary copper supplementation on fatty acid profile of muscle, mesenteric, and subcutaneous adipose tissue in goat kids. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
65. Emmett P.M., Rogers I.S., 1997. Properties of human milk and their relationship with maternal nutrition. *Early Human Development* 49 Suppl, S7–S28.
66. Engel R.W., Hardison W.A., Miller R.F., Price N.O., Huber J.T., 1964. *J. Anim. Sci.*, 23, 1160–1163. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
67. Engle T.E., Nockels C.F., Kimberling C.V., Weaber D.L., Johnson A.B., 1997. Zinc repletion with organic and inorganic forms of zinc and protein turnover in marginally zinc-deficient calves. *Journal of Animal Science* 75, 3074–3081. In: Underwood E.J., Suttle N.F., 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3rd Edition, pp. 624.
68. Eybl V., Kotyzova D., Koutensky J., 2006. The interaction of lead and zinc in experiment in rats. *Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra*

- Trace Elements. 23. Workshop. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 204–209.
69. Farida M. Al-Awadi, Srikumar T.S., 2000. Trace-Element Status in Milk and Plasma of Kuwaiti and Non-Kuwaiti Lactating Mothers (Applied Nutritional Investigation). *Nutrition* 16, 1069–1073.
70. Fettman M.J., 1991. *Comp. Cont. Ed. Practicing Veterinarian*, 13, 1079. In: Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W., with Foreword by Arthur G.H., 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. W.B. Saunders, London – Edinburgh – New York – Philadelphia – St Louis – Sydney – Toronto, Eight edition, pp. 868.
71. Gaballah S.S., Abood L.G., Caleel G.T., Kapsalis A., 1965. *Proc. Soc. exp. Biol. Med.*, 120, 733–735. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
72. Gamčík P., Busch W., Kudláč E. *et al.*, 1988. *Veterinárno-chovateľská kontrola reprodukcie úžitkových zvierat*. Príroda, Bratislava, 1. vyd., 336 s.
73. Gengelbach G.P., 1994. Effect of dietary copper, iron, and molybdenum on growth and copper status of beef cows and calves. *Journal-of-animal-science (USA)*. (Oct 1994). v. 72 (10) p. 2722–2727.
74. Goodwin-Jones R., 1988. An introduction to trace elements in pastures. Trace Element Services, July 1988. In: Kruczyńska H., 1992. *Efektywność żywienia mineralnego krów i cieląt w warunkach Wielkopolski*. Poznań. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy naukowe. Zeszyt* 231, 59 s.
75. Graham T.W., Giri S.N., Daels P.F., Cullor J.S., Keen C.L., Thurmond M.C., 1995. Associations among prostaglandin F₂alpha, plasma zinc, copper and iron concentrations and fetal loss in cows and mares. *Theriogenology* 44, 379–390.
76. Grega T., 1997. Pochodzenie mikro- i makroelementów zawartych w karmie do mleka. *Post. Nauk Rol.* 24, 125–137. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. *Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń*. *Medycyna Wet.* 60 (12), 1254–1258.
77. Grega T., Barowicz T., 1997. Przenikanie do mleka chemicznych zanieczyszczeń środowiska. *Post. Nauk Rol.* 24, 99–110. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. *Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń*. *Medycyna Wet.* 60 (12), 1254–1258.

78. Grela E.R., Pastuszak J., 2004. Nutritional and prophylactic importance of zinc in pig production (in Polish). *Med. Wet.* 60 (12), 1254–1258.
79. Grieger C., Holec J., Burdová O., Krčál Z., Lukášová J., Matyáš Z., Pleva J., 1990. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava, Príroda, Praha, SZN, 1. vyd., 397 s. ISBN 80-07-00253-7.
80. Grings E.E., Hall J.B., Bellows R.A., Short R.E., Bellows S.E., Staigmiller R.B., 1998. Effect of Nutritional Management, Trace Mineral Supplementation, and Norgestomet Implant on Attainment of Puberty in Beef Heifers. *J. Anim. Sci.* 76: 2177–2181.
81. Harmon R.J., Torre R.M., 1994. Copper and zinc: do they influence mastitis? In: *Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the National Mastitis Council*, Orlando, Florida, National Mastitis Council, Inc. Arlington, Virginia, USA, p. 54. In: Cronjé P.B., 2004. *Ruminant Physiology – Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Oxon; Cambridge, CABI Publishing, 474 p. ISBN 0-85199-463-6.
82. Harper A., Zhao J., Estienne M., Webb Jr. K., McElroy A., 2005. Growth performance and intestinal morphology responses to diet supplementation with spray-dried plasma protein and organic complex copper in weanling pigs housed under sanitary and sub-sanitary conditions. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
83. Hatano S., Aihara K., Nishi Y. & Usui T., 1985. Trace elements (copper, zinc, manganese, and selenium) in plasma and erythrocytes in relation to dietary intake during infancy. *J. Pediatr. Gastroenterol. Nutr.* 4, 87–92. In: Alaejos M.S., Romero C.D., 1995. Selenium concentration in milks. *Food Chemistry* 52, 1–18.
84. Hemken R.W., Du Shi W., 1996. *Biotechnology in the feed industry*. Altech. Inc. Univ. Press, Nottingham, United Kingdom, pp. 91–94. In: Kinal S., Jamroz D., Korniewicz D., Ziemiński R., Słupczyńska M., Bodarski R., 2004a. The influence of application of zinc, copper and manganese bioplexes on cow's milk yield and composition (in Polish). *Rocz. Nauk. Zoot., Supl.*, z. 20, 31–34.
85. Hermansen J.E., Larsen T., Andersen J.O., 1995. Does Zinc Play a Role in the Resistance of Milk to Spontaneous Lipolysis? *Int. Dairy Journal* 5, 473–481.
86. Hill G.M., Mahan S.D., Carter S.D., Cromwell G.L., Ewan R.C., Harrold R.L., Lewis A.J., Miller P.S., Shurson G.C., Veum T.L., 2001. Effect of pharmacological concentrations of zinc oxide with or without the inclusion of an antibacterial agent on nursery pig performance. *J. Anim. Sci.* 79, 934–941. In: Grela E.R., Pastuszak J.,

2004. Nutritional and prophylactic importance of zinc in pig production (in Polish). *Med. Wet.* 60 (12), 1254–1258.
87. Hoffmann P.C., Shaver R.D., 2003. Recommended TMR Nutrient Concentrations. Dostupný z WWW: <http://www.wisc.edu/dysci/uwex/nutritn/pubs/rmr>. In Szterk P., 2006. Technika żywienia krów. In: *Žywienie bydła. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Mikołajczaka*. Bydgoszcz, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 2006, 402 s. ISBN 83-89334-38-0.
88. Holoubek J., Jankovský M., Staszková L., Hradecká D., 2002. Impact of copper and iron additives in feed on productivity of layers and technological characteristics of eggs. *Czech J. Anim. Sci.*, 47 (4): 146–154.
89. Hosnedlová B., Trávníček J., 2005. Závěrečná zpráva o řešení projektu FRVŠ 3520/05.
90. Illek J., 1990. Význam stopových prvků v metabolismu skotu a jejich vztah k produkci a reprodukci. *Metabolické a produkční choroby skotu (Sborník)*. Brno, Dům techniky ČSVTS (Československá vědeckotechnická společnost), 1990, 1. vyd., 131 s., 73–75.
91. Illek J., 1998. Nutrition of dairy cows and its influence on the quality and composition of milk (in Czech). *Krmiva & Výživa*, I. ročník, číslo 1, červen 1998, pp. 14–16.
92. Illek J., Bečvář O., Lokajová E., Matějčíček M., 2000. Stopové prvky ve výživě skotu – zinek. *Krmivářství*, 6:30.
93. Illek J., Golda J., 1998. Mangelerscheinungen beim Rind und ihre Prophylaxe. In: *Zusammenfassung der Vorträge, 3. Berlin-Brandenburgischer Rindertag*. Berlin; Klinik für Klauentiere – FU Berlin, 1998, 92–93. In: Illek J., Matějčíček M., Bečvář O., 1999. Karence mědi u skotu. *Veterinářství* 4/99, 143–144.
94. Illek J., Matějčíček M., Bečvář O., 1999. Karence mědi u skotu. *Veterinářství* 4/99, 143–144.
95. Indrei A., Indrei L.L., Zamfir C.L., Haba D., Nechifor M., 2006. The influence of copper and zinc of the liver in rats. *Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra Trace Elements. 23. Workshop*. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 285–287.
96. INRA, 1988. In: Kruczyńska H., 2006. Potrzeby mineralně bydla. In: *Žywienie bydła. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Mikołajczaka*. Bydgoszcz, Wydawnictwa

- Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 2006, 402 s. ISBN 83-89334-38-0.
97. Iwańska S., Strusińska D., Zalewski W., 1999. The effect of *Saccharomyces cerevisiae*¹⁰²⁶ used alone or with vitamin-mineral premix on biochemical parameters of blood and milk in dairy cows. *Acta Vet. Hung.* 47, 53–63.
 98. Jackson M.J., 1989. Physiology of zinc: general aspects. In: Mills C.F., editor, 1989. *Zinc in human biology*. London: Springer Verlag, pp. 1–14. In: Tapiero H., Tew K.D., 2003. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 57, 399–411.
 99. Jamroz D., 2004. Składniki mineralne. In: *Żywnienie zwierząt i paszoznawstwo - tom 1 (Fizjologiczne i biochemiczne podstawy żywienia zwierząt)*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, 437 s.
 100. Jankowski J., Glogowski J., Suszyńska D., Polak M., Ciereszko A., 2003. Effect of zinc supplemented diets on the reproduction results for turkey-hens (in Polish). *Med. Wet.* 59 (10), 919–921.
 101. Jarrige R., 1989. Ruminant nutrition: Recommended allowances and feed tables. Paris, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris-London-Rome, John Libbey Eurotext, Jabłonna, Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, překlad *Żywnienie przeżuwaczy (Zalecane normy i tabele wartości pokarmowej pasz)*, 1994, 63–64. ISBN 83-85262-31-8.
 102. Jaworska H., Dąbkowska-Naskręt H., Kobierski M., 2002. Zinc speciation in agricultural soils of northern Poland. *Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra Trace Elements. 21. Workshop*. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University Jena, 126–131.
 103. Jelínek P., Koudela K., Doskočil J., Illek J., Kotrbáček V., Kovářů F., Kroupová V. a kol., 2003. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Brno, vydala Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1. vyd., 414 s.
 104. Jirásková, Srna, 1983. Průmysl potravin 3, 129. In: Rosival L., Szokolay A., Bátora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. *Cudzorodé látky v požívatinách*. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnene vydanie, 648 s.

105. Jongkonnee Y., 1991. Mineral status of cattle in Changwat Chiang Mai [Thailand]. Kasetsart University, Library, POB 1084, Kasetsart, Bangkok 10903 - Thailand. Bangkok (Thailand). 92 leaves.
106. Jurczak M., 1996. Mleko – produkcja, badanie i przerób. Wyd. SGGW Warszawa. In: Dymnicka M., 2006. Żywnienie i jakość mleka. In: Żywnienie bydła. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Mikołajczaka. Bydgoszcz, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 402 s. ISBN 83-89334-38-0.
107. Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Warszawa, Wyd. Naukowe PWN, 398 s.
108. Kabata-Pendias A., Pendias H., 1999. Biogeochemia pierwiastków śladowych. Warszawa, Wyd. Naukowe PWN. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. Żywnieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń. *Medycyna Wet.* 60 (12).
109. Karvánek M., 1976. Výživa lidu 16, 117. In: Rosival L., Szokolay A., Bátora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. Cudzorodé látky v požívatinách. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnene vydanie, 648 s.
110. Kazda A., Brodská H., Valenta J., Bláha J., Vinglerová M., Štríteský M., Čermák D., Urban M., Zima T., 2004. Problematika sledování a suplementace zinku a selenu v intenzivní péči. *Klin. Biochem. Metab.*, 12 (33), No. 3, p. 184–189.
111. Kellogg D.W., Tomlinson D.J., Socha M.T., Johnson A.B., 2004. Effects of Zinc Methionine Complex on Milk Production and Somatic Cell Count of Dairy Cows: Twelve-Trial Summary. *Professional Animal Scientist*, Aug 2004. Dostupný z WWW:
<http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa4035/is_200408/ai_n94551173>
112. Khaled N.F., Illek J., Pechová A., 1998. Concentration of zinc and copper in blood plasma and milk of dairy goats during lactation. *Mengen- und Spuren- Elemente.* 18. Arbeitstagung. Friedrich-Schiller-Universität Jena, pp. 1055.
113. Kinal S., 2000a. Przyswajanie cynku i miedzi przez młode bydło opasowe. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* z. 471, 325–331.
114. Kinal S., 2000b. Wykorzystanie cynku i miedzi z dawek zawierających dodatki siarczanów cynku i miedzi przez młode bydło opasowe. Aktuální problémy šlechtění, chovu, zdraví a produkce skotu (Sborník přednášek 8. mezinárodní konference). České Budějovice, Scientific Pedagogical Publishing, 136–138.

115. Kinal S., 2005a. Different Forms of Zinc, Copper and Manganese in Dairy Cows Feeding. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 14, Supplement II, 109–114.
116. Kinal S., 2005b. Physical, Chemical and Biological Determination of Different Forms of Zinc, Copper and Manganese Applied in Growing Sheep Nutrition. Polish Journal of Environmental Studies Vol. 14, Supplement II, 115–121.
117. Kinal S., Jamroz D., Korniewicz D., Ziemiński R., Słupczyńska M., Bodarski R., 2004a. The influence of application of zinc, copper and manganese bioplexes on cow's milk yield and composition (in Polish). Roczn. Nauk. Zoot., Supl., z. 20, 31–34.
118. Kinal S., Korniewicz A., Jamroz D., Ziemiński R., Słupczyńska M., 2005a. Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol. 3(1), 168–172.
119. Kinal S., Korniewicz A., Preś J., Twardoń J. and Bodarski R., 2005b. Effect of different zinc levels and sources on composition of dairy cows colostrum and milk. Achievements and Prospects of Ruminants Medicine. Pulawy, Polish Association for Buiatrics, Polish Society of Veterinary Sciences, National Veterinary Research Institute in Pulawy, 441–445.
120. Kinal S., Preś J., 1996. Wykorzystanie składników organicznych i mineralnych przez młode bydło opasowe żywione kiszonką z kukurydzy z dodatkiem siarczanu miedzi, tlenku magnezu i dolomitu. Roczn. Nauk. Zoot. T. 23, z. 4, 157–167.
121. Kinal S., Preś J., Korniewicz A., Chrząszcz E., Kistowski T., 1996. Wpływ różnych poziomów magnezu i cynku na przyswajanie składników organicznych i mineralnych u krów mlecznych. Roczn. Nauk. Zoot. T. 23, z. 4, 127–144.
122. Kinal S., Rząsa A., Korniewicz A., 2004b. Mineral bioplex supplementation of diets for cows affects colostrum quality and immunoglobulins in calf blood serum. Journal of Animal and Feed Sciences, 13, Suppl. 2, 79–82.
123. Kinal S., Słupczyńska M., Čermák B., Myśliński G., 2004c. Fizykochemiczna ocena różnych form cynku, miedzi i manganu, stosowanych w mieszankach mineralno-witaminowych dla zwierząt. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych z. 502: 561–568.
124. King T.P., Bremner I., 1979. Autophagy and apoptosis in liver during the prehaemolytic phase of chronic copper poisoning in sheep. J. Comp. Pathol. 89: 515–530. In: Eckert G.E., Greene L.W., Carstens G.E., and Ramsey W.S., 1999.

- Copper Status of Ewes Fed Increasing Amounts of Copper from Copper Sulfate or Copper Proteinate. *J. Anim. Sci.* 77: 244–249.
125. Klevay L.M., Allen K.G.D., 1977. Vitamin B₆, copper, and atherosclerosis. *Lancet*. Boston, Mass., Little, Brown and Company. June 4, v. 1 (8023) p. 1209.
126. Kliment J. *et al.*, 1989. Reprodukcia hospodarskych zvierat. *Príroda*, Bratislava, 2. vyd., 392 s.
127. Kolb E., Gürtler H., 1971. Ernährungsphysiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 957 s. In: Trávníček J., Kurša J., Kroupová V., Illek J., Švehla J., 2004. Mléko jako zdroj zinku a selenu. Brno, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 20 s.
128. Konnerman, 1974. In: Rob O., Stehlík I., 1982: Reprodukce hosp. zvířat II., VŠZ Praha, 1. vyd., 210 s.
129. Kopecký J. *et al.*, 1981. Chov skotu. SZN, Praha, 1. vyd., 504 s.
130. Kośła T., Rokicki E., Roga-Franc M., Skibniewski M., 1997. Der Spurenelementgehalt verschiedener Gewebe polnischer Milchkühe. Mengen- und Spuren-Elemente. 17. Arbeitstagung. Jena, Friedrich Schiller Universität Jena, 756–764.
131. Kovalskij V.V., Jarovaja G.A., Šamovonjan D.M., 1961. *Ž. Obščej Biologii*, 22, 179–191. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
132. Krebs Nancy F., Miller Leland V., Naake Vernon L., Lei S., Westcott Jamie E., Fennessey Paul V., K. Hambidge Michael, 1995. The use of stable isotope techniques to assess zinc metabolism. *J. Nutr. Biochem.* 6, 292–301.
133. Kroupová V., 2002. Ecological restrictions upon supplementing mineral substances in cattle and sheep (in Czech). Final report of project EP9269, České Budějovice.
134. Kroupová V., Matoušková E., Staňková M., Šoch M., 2001. Excretion of Zinc and Iodine by Feces During Extensive Intake of Calcium in Cattle. *Physiological Research*, Prague, Institute of Physiology, Academy of Sciences of the Czech Republic, Vol. 50, (5), P14.
135. Kruczyńska H., 1992. Efektywność żywienia mineralnego krów i cieląt w warunkach Wielkopolski. *Poznań. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy naukowe. Zeszyt 231*, 59 s.

136. Kruczyńska H., 2004. Za dużo też niezdrowo. Hoduj z głową, nr 3 [9], kwiecień-maj 2004, 12–15. ISSN 1644-9460.
137. Kuczyńska I., 1994. Wpływ nawożenia mikroelementowego zastosowanego doglebowo na użytki zielone na skład mineralny siana w dolinie Noteci. Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konferencja naukowa, 8–9 IX 1994. Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 185–189. ISBN 83-86363-28-2.
138. Kudrna V., Čermák B., Doležal O., Frydrych Z., Herrmann H., Homolka P., Illek J. *et al.*, 1998. Produkce krmiv a Výživa skotu. Praha, Agrospoj, 362 s.
139. Kucharczak E., Jopek Z., Monkiewicz J., 2002. Influence of lead on distribution of „endogenic“ zinc and copper in tissues of rabbits. *Medicina Veterinaria* 1 (1) 59–65.
140. Kucharczak E., Jopek Z., Moryl A., 2003. Wpływ środowiska na zawartość wybranych metali (Pb, Cd, Zn, Cu) w tkankach saren i dzików. *Medicina Veterinaria* 2 (2) 37–47.
141. Kurša J. *et al.*, 1986. Zoohygiena a prevence I. Vysoká škola zemědělská Praha v Čs. redakci VN MON, Praha, 1. vyd., 165 s.
142. Kvapilík J., 1995. Ekonomické aspekty chovu skotu. Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Praha, 68 s.
143. Kvapilík J., Pytloun J., Bucek P. *et al.*, 2005. Ročenka 2004 - Chov skotu v České republice, Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2004. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Svaz chovatelů holštýnského skotu v ČR, Český svaz chovatelů masného skotu. Praha, 106 s. ISBN 80-239-5109-2.
144. Kvapilík J., Pytloun J., Bucek P. *et al.*, 2006. Ročenka 2005 - Chov skotu v České republice, Hlavní výsledky a ukazatele za rok 2005. Českomoravská společnost chovatelů, a.s., Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Svaz chovatelů holštýnského skotu v ČR, Český svaz chovatelů masného skotu. Praha, 110 s. ISBN 80-239-7080-1.
145. Kvasničková A., 1998. Minerální látky a stopové prvky. Esenciální minerální prvky ve výživě. Praha, ÚZPI, 1. vyd., 128 s.
146. Lamond M., Périgoud S., 1973. Careuces en logó-éléments chez les ruminants en France *Anal. Rech. vét.*, 4, pp. 513–514. In: Vrzgula L., Alijev A. A., Barej W., Bartko P., Bouda J., Dvořák R., Garbašanski P. *et al.*, 1990. Poruchy látkového

metabolizmu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Bratislava, Príroda, II. prepracované vydanie, 503 s.

147. Lantzsch H.-J. and Schenkel H., 1978. Effect of specific nutrient toxicities in animals and man: zinc. In: Handbook series in nutrition and food (Rechcigl JR, Editor), section E, Nutritional Disorders, Vol 1, pp 291–307. CRC Press, Inc. In: Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Zinc, 2003. Brussels, European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General. SCF/CS/NUT/UPPLEV/62 Final, 19 March 2003, pp. 18. Dostupný z WWW:
< http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out177_en.pdf >
148. Lebreton P., Reisdorffer L., Descotes Charles-Eris, Troadec K., 2005. Assessing Trace Elements Status in Cattle herds: Implementation and Benefits. ISAH Warsaw, Vol 1, 167–170.
149. Legleiter L.R., Spears J.W., Ahola J.K., and Engle T.E., 2005. Dietary copper effects on brain copper concentration and brain prion protein characteristics in mature Angus cows. J. Anim. Sci. Vol. 83, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 88, Suppl. 1.
150. Lehti K.K., 1990. Breast milk folic acid and zinc concentrations of lactating, low socio-economic, Amazonian women and the effect of age and parity on the same two nutrients. Eur-J-Clin-Nutr. Basingstoke, The Macmillan Press Ltd. v. 44 (9), pp. 675–680.
151. Li G., Feng X., Wang S., 2005. Effects of Cu/Zn Superoxide Dismutase on Strain Injury-Induced Oxidative Damage to Skeletal Muscle in Rats. Physiol. Res. 54: 193–199.
152. Lidmark-Mansson H., Svensson U., Paulsson M., Alden G., Frank B., Johnsson G., 2000. Influence of milk components, somatic cells and supplemental zinc on milk processability. International Dairy Journal, 10 (7): 423–433. In: Trávníček J., Kursa J., Kroupová V., Illek J., Švehla J., 2004. Mléko jako zdroj zinku a selenu. Brno, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 20 s.
153. Linder M.C. Biochemistry of copper. New York; Plenum Press: 525. In: Illek J., Matějček M., Bečvář O., 1999. Karence mědi u skotu. Veterinářství 4/99, 143–144.
154. Lombeck I., Schnippering H.G., Ritzl F., Feinendegen L.E., Bremer M.J., 1975. Lancet, I, pp. 855. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy

- v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
155. Lonnerdal B., Bell J.G., Keen C.L., 1985. Copper absorption from human milk, cow's milk, and infant formulas using a suckling rat model. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol 42, 836–844.
 156. Mahan D.C., Shields Jr. R.G., 1998. Macro and micromineral composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight. *J. Anim. Sci.* 76, 506–512. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. *Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń*. *Medycyna Wet.* 60 (12).
 157. Mahoney J.P., Bush, J.A., Cubler C.J., Moretz, W.H., Cartwright G.E., Wintrobe M.M., 1955. *J. Lab. Clin. Med.*, 46, 702–708. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
 158. Mandebvu P., Ballard, C.S., Sniffen C.J., Tsang D.S., Valdez F., Miyoshi S., Schlatter L., 2003. Effect of feeding an energy supplement prepartum and postpartum on milk yield and composition, and incidence of ketosis in dairy cows. *Animal Feed Science and Technology* 105, 81–93.
 159. Marcilese N.A., Ammerman C.B., Valsecchi R.M., Dunavant B.G., Davis G.K., 1969. *J. Nutr.*, 99, s. 177–183. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r.o., 2. vyd., 288 s.
 160. Martino F.A.R., Sánchez M.L.F., Sanz-Medel A., 2001. The potential of double focusing-ICP-MS for studying elemental distribution patterns in whole milk, skimmed milk and milk whey of different milks. *Analytica Chimica Acta* 442, 191–200.
 161. Masoero F., Moschini M., Rossi F., Piva G., 1998. Effect of bovine somatotropin on milk production, milk quality and the cheese-making properties of Grana Padano cheese. *Livestock Production Science* 54, 107–114.
 162. Masopust J., 1982. *Úvod do klinické biochemie (Základy indikace a interpretace klinicko-biochemických vyšetření - 1. část)*. Praha, Univerzita Karlova, 1. vyd., 64 s.
 163. Matyka S., Korol W., Jaśkiewicz T., Bartuzi G., 1990. *Tabele składu chemicznego ziarna zbóż*. Lublin, Wydawnictwo własne - Centralne laboratorium przemysłu paszowego, 28 s.

164. Matyka S., Korol W., Jaśkiewicz T., Bielecka G., 1997. Skład chemiczny i wartość pokarmowa nasion roślin strączkowych. Lublin, Centralne laboratorium przemysłu paszowego, wydanie II, uzupełnione, 34 s.
165. McCaughey K.M., DePeters E.J., Robinson P.H., Santos J.E.P., Taylor S.J., Pareas J.W., 2005. Impact of feeding whole Upland cottonseed, with or without cracked Pima cottonseed with increasing addition of iron sulfate, on milk and milk fat composition of lactating dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology* 123–124, 667–685.
166. McClure T.J., 1994. *Nutritional and Metabolic Infertility in the Cow*. Wallingford, UK: CAB International. In: Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W., with Foreword by Arthur G. H., 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. W. B. Saunders, London – Edinburgh – New York – Philadelphia – St Louis – Sydney – Toronto, Eight edition, pp. 868.
167. McDowell L.R., 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*. New York; Academic press: 486. In: Illek J., Matějčík M., Bečvář O., 1999. Karence mědi u skotu. *Veterinářství* 4/99, 143–144.
168. McDowell L.R., 1992. *Minerals in animal and human nutrition*. London: Academic Press, Inc.: 524. In: Trávníček J., Kursa J., Kroupová V., Illek J., Švehla J., 2004. Mléko jako zdroj zinku a selenu. Brno, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 20 s.
169. Mercer Julian F.B., 2001. The molecular basis of copper-transport diseases. *TRENDS in Molecular Medicine* Vol.7 No.2 February 2001, 64–69.
170. Mezinárodní mlékařská federace. In: Grieger C., Holec J., Burdová O., Krčál Z., Lukášová J., Matyáš Z., Pleva J., 1990. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. Bratislava, Príroda, Praha, SZN, 1. vyd., 397 s. ISBN 80-07-00253-7.
171. Miller H., Blanchard P., Toplis P., 2005. Diet acidity fails to match zinc oxide in improving weaner pig performance. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 88, Suppl. 1.
172. Miltmore J.E., Mason J.L., 1971. Copper to molybdenum ratio and molybdenum and copper concentrations in ruminant feeds. *Can J. Anim. Sci.* 51: 193–200. In: Grings E.E., Hall J.B., Bellows R.A., Short R.E., Bellows S.E., Staigmiller R.B., 1998. Effect of Nutritional Management, Trace Mineral Supplementation, and Norgestomet Implant on Attainment of Puberty in Beef Heifers. *J. Anim. Sci.* 76: 2177–2181.

173. Minson D.J., 1990. Forages in Ruminant Nutrition. Academic Press, New York, pp. 346–358. In: Underwood E.J., Suttle N.F., 2001. The Mineral Nutrition of Livestock, 3rd Edition, 624 p.
174. Mulder M., Menger Meijers P.: podľa cit. Z. Lebensmitt.-Untersuch. 129, 49, 1965. In: Rosival L., Szokolay A., Batora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. Cudzorodé látky v požívatinách. Martin, Osveta, n.p., 1983, 2., prepracované a doplnene vydanie, 648 s.
175. Nehring K. – Beyer M. – Hoffmann B., 1970. Futtermittelabellenwerk, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin. In: Vrzgula L., Alijev A.A., Barej W., Bartko P., Bouda J., Dvořák R., Garbašanski P. *et al.*, 1990. Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Bratislava, Príroda, II., prepracované vydanie, 503 s.
176. Neumann P.Z., Silverberg M., 1966. Nature, 210, 414–416. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
177. Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W., with Foreword by Arthur G.H., 2001. Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics. W. B. Saunders, London – Edinburgh – New York – Philadelphia – St Louis – Sydney – Toronto, Eight edition, pp. 868.
178. Nocek J., Socha M., Tomlinson D., 2005. Effect of trace mineral source and level on production and fertility of dairy cattle in two successive lactations. Vann, R.C., Holmes F., Maxwell H., Beyer C.G., Denson A., and Willard S.T., 2005. Advantages of complex and chelated forms of zinc fed to bulls in a forage-fed bull test. J. Anim. Sci. Vol. 83, Suppl. 1/J. Dairy Sci. Vol. 88, Suppl. 1.
179. Nollet L., 2006. Replacement of Inorganic Cu, Mn, Fe, and Zn with Bioplex Trace Minerals on Growth Performance and Faecal Mineral Excretion in Broilers. Trace Elements in the Food Chain (Proceedings). International Symposium on Trace Elements in the Food Chain Budapest, May 25–27, 427–430.
180. Noor R., Mittal S., Iqbal J., 2002. Med. Sci. Monit. 8, RA210–RA215. In: Blander G., Machado de Oliveira R., Conboy Caitlin M., Haigis M., Guarente L., 2003. Superoxide Dismutase 1 Knock-down Induces Senescence in Human Fibroblasts. The Journal of Biological Chemistry, 278, No. 40, Issue of October 3, pp. 38966–38969.

181. Novák J., Kacerovský O., Flíček V., Kalous J., 1982. Výživa a krmení hospodářských zvířat I. Vysoká škola zemědělská, Praha, 1. vyd., 215 s.
182. Novotný J., Pistl J., Kováč G., 2003. Effects of supplementation of organic-bound trace elements on blood and tissues – micromineral profile and immune parameters of piglets. *Acta Veterinaria (Beograd)*, Vol. 53. No. 1, 11–18.
183. Novotný J., Seidel H., Kováč G., Babcek R., 2005. Bioavailability of trace elements proteinates in pigs. *Med. Wet.* 61 (1), 38–41.
184. NRC, 1996. Nutrient requirements of beef cattle (7th Ed.) National Academy Press. Washington, D.C. In: Paterson, J., Swenson, C., Johnson, B. and Ansotegui, R., 1999. Assessing the Role of Copper and Zinc in the Cow-Calf Production Cycle. Montana State University and Zinpro Corporation, 12 s., [S.l. : s.n.]. Dostupný z WWW:
<<http://www.txanc.org/proceedings/1999/copperzinc.pdf#search=%22plasma%20zinc%20in%20cow%22>>
185. Obmińska-Mrukowicz B., Szczypka M., 2005. Effect of calf thymus extract and zinc supplementation on the cellular response of mice exposed to restraint stress. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, Vol. 8, No. 1, 1–9.
186. Olędzka R., 1999. Wpływ metali i innych substancji obcych na biodostępność mikroelementów. *Bromat. Chem. Toksykol.* 32, 207–213. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń. *Medycyna Wet.* 60 (12).
187. Olkowski B., 1994. Skład mineralny podstawowych pasz gospodarskich produkowanych w regionie podlasia zachodniego. *Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konferencja naukowa, 8–9 IX 1994.* Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 173–178. ISBN 83-86363-28-2.
188. Omaye S.T., 2004. *Food and nutritional toxicology.* Boca Raton-London-New York-Washington, D.C., CRC Press LLC, 319 p. ISBN 1-58716-071-4.
189. Owen C.A. Jr., 1964. *Amer. J. Physiol.*, 207, 1203–1206. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka.* Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
190. Paleczek B., Korniewicz A., Kinal S., 2001. Przystawalność składników mineralnych u owiec żywionych paszami tradycyjnymi i mieszankami pełnoporcjowymi z udziałem Humobentofetu. *Rocz. Nauk. Zoot.*, T. 28, z. 1: 105–118.

191. Park Y.W., 2000. Comparison of mineral and cholesterol composition of different commercial goat milk products manufactured in USA. *Small Ruminant Research* 37, 115–124.
192. Pavelka and Šebesta, 1983. Průmysl potravin 3, 136. In: Rosival L., Szokolay A., Bátorá V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. Cudzorodé látky v požívatinách. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnene vydanie, 648 s.
193. Pavlata L., Pechová A., Dvořák R., 2004. Microelements in Colostrum and Blood of Cows and their Calves during Colostral Nutrition. *Acta Vet. Brno* 73: 421–429.
194. Payne R., Bidner T., Southern L., Fakler T., 2005. The effects of feeding inorganic zinc or zinc amino acid complex to sows during gestation and lactation, and the subsequent effects on the progeny during lactation and the nursery period. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
195. Phillip M., 1983. In: Trace Elements in Animal Production and Veterinary Practice, ed. N.F. Suttle, p. 51. British Society for Animal Production. In: Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W., with Foreword by Arthur G.H., 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. W.B. Saunders, London – Edinburgh – New York – Philadelphia – St Louis – Sydney – Toronto, Eight edition, pp. 868.
196. Pickup J., Worden A.N., Bunyan J., Wood E.C., 1954. Chronic constipation in dairy cattle associated with a high level of zinc in the water supply. *Vet. Rec.* 66: 93-94. In: Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Zinc, 2003. Brussels, European Commission, Health & Consumer Protection Directorate-General. SCF/CS/NUT/UPPLEV/62 Final, 19 March 2003, pp. 18. Dostupný z WWW: < http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out177_en.pdf >
197. Pilecki A., Zachara B.A., Gehrke M., Mikiel-Kostyra K., 1999. Selenium (Se) and zinc (Zn) concentration in human milk and the daily Se and Zn intake by breast-fed infants in Central and Eastern Poland. *Mengen- und Spuren- Elemente*. 19. Arbeitstagung. Friedrich-Schiller-Universität Jena, pp. 1065.
198. Piotrowska A., Koper J., Dąbkowska-Naskręć H., 2006. Effects of selected trace elements on oxidoreductase activity in organic, mineral-organic and alluvial soils of the Kujawy and Pomorze region of Poland. *Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance*

- of Macro, Trace and Ultra Trace Elements. 23. Workshop. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 104–109.
199. Piscator M. Copper. In: Toxicology of metals. Vol. II. Environmental Health Effects Research Series. U. S. Environmental Protection Agency 1977, 206–221. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 1995, 288 s.
200. Power R., Horgan K, 2000, Biological chemistry and absorption of inorganic and organic trace metals. In: Biotechnology and Feed Industry, Proceedings of the 16th Annual Symposium, Nottingham University Press, Nottingham, UK, 277–91. In: Novotný J., Pistl J., Kováč G., 2003. Effects of supplementation of organic-bound trace elements on blood and tissues – micromineral profile and immune parameters of piglets. *Acta Veterinaria (Beograd)*, Vol. 53, No. 1, 11–18.
201. Prasad A.S., 1991. Discovery of human zinc deficiency and studies in an experimental human model. *Am. J. Clin. Nutr.* Baltimore, Md., American Society for Clinical Nutrition 53 (2), 403–412.
202. Racek J., Eiselt J., Friedecký B., Holeček V., Nekulová M., Pittrová H., Rušavý Z. *et al.*, 2006. *Klinická biochemie*. Praha, Galén. 2., přeprac. vyd. 329 s. ISBN 80-7262-324-9.
203. Raport o stanie środowiska województwa kujawsko-pomorskiego w 2004 roku, Bydgoszcz 2005, Inspekcja Ochrony Środowiska, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy, CD ROM.
204. Reddy P.G., Frey R.A., 1990. Nutritional modulation of immunity in domestic food animals. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine* 35, 255–281. In: Cronjé P.B., 2004. *Ruminant Physiology – Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. Oxon; Cambridge, CABI Publishing, 474 p. ISBN 0-85199-463-6.
205. Reece W.O., 1998. *Fyziologie hospodářských zvířat*. Praha, Grada Publishing, 1. vyd., 456 s.
206. Reilly C., 1991. *Metal contamination of food (2nd. edition)*. England, Elsevier Applied Science. In: Kvasničková A., 1998. *Minerální látky a stopové prvky. Esenciální minerální prvky ve výživě*. Praha, ÚZPI, 1. vyd., 128 s.
207. Rešová J., 2000. Vliv denního používání Availa-Zn: komplexu zinku a aminokyselin od firmy Zinpro Corporation v minerální výživě dojníc. Aktuální problémy šlechtění, chovu, zdraví a produkce skotu (Current Problems

- of Breeding, Health, Growth and Production of Cattle). Sborník přednášek 8. mezinárodní konference (Proceedings of the 8th International Conference). Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice, 108–110.
208. Revy P.S., Jondreville C., Dourmad J.Y., Nys Y., 2006. Assessment of dietary zinc requirement of weaned piglets fed diets with or without microbial phytase. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90, 50–59.
209. Rincker M.J., Hill G.M., Link J. E., Meyer A.M., Rowntree J.E., 2005. Effects of dietary zinc and iron supplementation on mineral excretion, body composition, and mineral status of nursery pigs. *J. Anim. Sci.* 83: 2762–2774.
210. Riordan J.F., Vallee B.L., 1976. Structure and function of zinc metalloenzymes. In: Prasad A.S. (ed.) *Trace Elements in Human Health and Disease*. Vol. 1. Academic Press. New York, pp. 227–256. In: Underwood E.J., Suttle N.F., 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3rd Edition, pp. 624.
211. Rob O., Stehlík I., 1982. *Reprodukce hospodářských zvířat II*. Praha, Vysoká škola zemědělská, 1. vyd., 210 s.
212. Roder Joseph D., 2001. *Veterinary Toxicology (The Practical Veterinarian)*. Boston, Butterworth-Heinemann, 1.ed., 403 s.
213. Rodriguez E.M., Sanz Alaejos M., Diaz Romero C., 2001. Mineral concentrations in cow's milk from the Canary Island. *J. Food Composition Analysis* 14, 419–430. In: Dobrzański Z., Górecka H., Opaliński S., Chojnacka K., Kołacz R., 2005. Trace and ultra-trace elements in cow's milk and blood (in Polish). *Med. Wet.*, 61 (3), 301–304.
214. Rosival L., Szokolay A., Batora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. *Cudzorodé látky v požívatinách*. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnené vydanie, 648 s.
215. Rossipal E., Krachler M., 1998. Pattern of trace elements in human milk during the course of lactation. *Nutrition Research*, Vol. 18, No. 1, pp. 11–24.
216. Roughead Z.K., Kunkel M.E., 1991. Effect of diet on bone matrix constituents. *J. Am. Coll. Nutr.* New York, N.Y., John Wiley & Sons. v. 10 (3), pp. 242–246.
217. Rozman J., 1981. *Krmivářské tabulky*. Praha, SZN v Praze, 1. vyd., 224 s.
218. Rubini M.E., Montalvo G., Lockhard G.P., Johnson C.R., 1961. *Amer. J. Physiol.*, 200, 1345–1348. In: Sheline G.E., Chaikoff I.L., Jones H.B., Montgomery M.L., 1943. *J. Biol. Chem.*, 147, 409–414. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995.

- Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
219. Říha J., 1996. Reprodukce ve stádě skotu. Svaz chovatelů českého strakatého skotu, Praha.
220. Říha J., 2000. Reprodukce v procesu šlechtění skotu. Rapotín, Asociace chovatelů masných plemen, 144 s.
221. Salmon M.A. and Wright J., 1971. Arch. Dis. Child. 46, 108. In: Rosival L., Szokolay A., Bátora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. Cudzorodé látky v požívatinách. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnené vydanie, 648 s.
222. Sheline G.E., Chaikoff I.L., Jones H. B., Montgomery M. L., 1943. J.Biol. Chem. 147, 409–414. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
223. Schell T.C., Kornegay E.T., 1996. Zinc concentration in tissues and performance of weanling pigs fed pharmacological levels of zinc from ZnO, Zn-methionine, Zn-lysine, or ZnSO₄. J. Anim. Sci. 74, 1584–1593. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. Nutritional and prophylactic importance of zinc in pig production (in Polish). Med. Wet. 60 (12), 1254–1258.
224. Schenk M., Kolb E., 1991. Základy fyziologickej chémie. Príroda, Bratislava, 1. vyd., 648 s.
225. Schlettwein-Gsell D., Mommsen-Straub S., 1970. Int. Zeit. Vit. Forschung., 40, 559–672. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
226. Sikirić M., Brajenović N., Pavlović I., Havranek J.L., Plavljanović N., 2003. Determination of metals in cow's milk by flame atomic absorption spectrophotometry. Czech J. Anim. Sci., 48 (11), 481–486.
227. Silva F.V., Lopes G.S., Nóbrega J.A., Souza G.B., Nogueira A.R.A., 2001. Study of the protein-bound fraction of calcium, iron, magnesium and zinc in bovine milk. Spectrochimica Acta Part B 56, 1909–1916.
228. Simmer K., Lort-Phillips L., James C., Thompson R.P.H., 1991. A double-blind trial of zinc supplementation in pregnancy. Eur. J. Clin. Nutr. Basingstoke, The Macmillan Press Ltd. v. 45 (3), 139–144.

229. Sinovec Z., Jovanovic N., 2002. Significance of supplementing microelements in preventing metabolic disorders in cattle. 79 ref. Veterinarski glasnik (Yugoslavia) v. 56 (3–4) p. 153–175.
230. Skalnaya M.G., Demidov V.A., Skalny A.V., 2006. Hair zinc, copper and cadmium content in overweight and obese women. Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra Trace Elements. 23. Workshop. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 714–717.
231. Skřivan M., Ševčíková S., Tůmová E., Skřivanová V., Marounek M., 2002. Effect of copper sulphate supplementation on performance of broiler chickens, cholesterol content and fatty acid profile of meat. Czech J. Anim. Sci., 47 (7): 275–280.
232. Slanina L., Beseda I., Hlinka D., Illek J., Kováč G., Kroupová V., Lehocký J. *et al.*, 1992. Metabolický profil hovädzieho dobytku vo vzťahu k zdraviu a produkcii. ŠVŠ SR - Ústav veterinárnych informácií a osvetu, Bratislava, 2. vyd., 116 s.
233. Słupczyńska M., Kinal S., 2003a. Formy chemiczne mikroelementów i ich znaczenie dla organizmów zwierzęcych. NA POGRANICZU CHEMII I BIOLOGII. Tom IX. Materiały I Ogólnopolskiej Konferencji Doktorantów Wydziałów Chemicznych, Velke Losiny, Republika Czeska, 3–5 kwietnia 2003. Poznań, Wydawnictwo naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, 279–286.
234. Słupczyńska M., Kinal S., 2003b. Organic and inorganic zinc and copper compounds applied in mineral mixtures and premixes for animal. Chemicals in sustainable agriculture. CZECH-POL TRADE. Prague · Brussels · Stockholm. Printed in the Czech Republic. Chemistry for Agriculture, Volume 4, 207–211.
235. Śmietana Z.J., Kłobukowski J., 2006. Mleko – jego specyficzne oddziaływanie na organizm człowieka, produkcja, aktualne trendy i perspektywy. In: Żywnienie bydła. Praca zbiorowa pod redakcją Jana Mikołajczaka. Bydgoszcz, Wydawnictwa Uczelniane Akademii Techniczno-Rolniczej w Bydgoszczy, 402 s. ISBN 83-89334-38-0.
236. Solaiman S.G., Shoemaker C.E., Jones W.R., Kerth C.R., 2006. The effects of high levels of supplemental copper on the serum lipid profile, carcass traits, and carcass composition of goat kids. J. Anim. Sci. 84: 171–177.

237. Sollmann T., 1957. A manual of pharmacology. 8. ed. Phil., London, W.B. Saunders Co. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
238. Sommer A., Čerešňáková Z., Frydrych Z., Králík O., Králíková Z., Krása A., Pajtáš, M. *et al.*, 1994. Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro přežvýkavce. Pohořelice, ČZS VÚVZ Pohořelice, 1.vyd., 198 s. ISBN 80-901598-1-8.
239. Sova Z. *et al.*, 1981. Fyziologie hospodářských zvířat. SZN, Praha, 512 s.
240. Spears J.W., 1989. Zinc methionine for ruminants: Relative bioavailability of zinc in lambs and effects on growth and performance of growing heifers. *J. Anim. Sci.*, 67: 835. In: Spears J.W., 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Animal Feed Science Technology* 58: 151–163.
241. Spears J.W., 1996. Organic trace minerals in ruminant nutrition. *Animal Feed Science Technology* 58, 151–163.
242. Spencer H., Rosoff B., Feldstein A., 1965. *Radiation Res.*, 24, 432–445. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
243. Stanton T.L., Whittier J.C., Geary T.W., Kimberling C.V., and Johnson A.B., [s.a.]. Effects of Trace Mineral Supplementation on Cow-Calf Performance, Reproduction, and Immune Function. *The Professional Animal Scientist* 16: 121–127.
244. Sternlieb I., Van den Hamer C.J.A., Alpert S., 1967. *Nature*, 216, 5117, s. 824. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
245. Stoszek M.J., Mika P.G., Oldfield J.E., Weswig P.H., 1986. Influence of copper supplementation on blood and liver copper in cattle fed tall fescue or quackgrass. *J. Anim. Sci.* 62: 263–271. In: Eckert G.E., Greene L.W., Carstens G.E., Ramsey W.S., 1999. Copper Status of Ewes Fed Increasing Amounts of Copper from Copper Sulfate or Copper Proteinat. *J. Anim. Sci.* 77: 244–249.
246. Strusińska D., Iwańska S., 1994. Zawartość składników mineralnych w osoczu krwi, sianie i mleku krów żywionych dawką pokarmową z dodatkiem składników mineralnych, β karotenu i witamin. *Związki mineralne w żywieniu zwierząt.*

Konferencja naukowa 8–9 IX 1994. Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu, 356 s.

247. Strusińska D., Iwańska S., Mierzejewska J., Skok A., 2003. Effect of mineral-vitamin and yeast supplements on concentrations of some biochemical parameters in the blood serum of cows (in Polish). *Med. Wet.* 59 (40), 323–326.
248. Strusińska D., Kaliniewicz J., Skok A., 2006. Wydajność i skład mleka oraz poziom lipidów surowicy krwi krów otrzymujących dodatki mineralno-witaminowe. *Medycyna Wet.* 62 (2), 179–184.
249. Strusińska D., Mierzejewska J., Skok A., 2004. Zawartość składników mineralnych, β -karotenu, witaminy A i E w siarce i mleku krów przy stosowaniu dodatków mineralno-witaminowych. *Medycyna Wet.* 60 (2), 202–206.
250. Suchý P., Suchý P. ml., Straková E., 1998. Mikroprvky ve výživě hospodářských zvířat. *Krmiva & Výživa*, číslo 3–4, I. ročník. Vydává: Zdeněk Makovička, Vydavatelství ZT, prosinec 1998, 18–19.
251. Suttle N.F., 1986. Copper deficiency in ruminants. *Vet. Rec.* 119: 519–522. In: Illek J., Matějčík M., Bečvář O., 1999. Karence mědi u skotu. *Veterinářství* 4/99, 143–144.
252. Suttle N.F., 1991. The interactions between copper, molybdenum and sulphur in ruminant nutrition. *Annu. Rev. Nutr.* 11: 121–140. In: Ward J.D., Spears J.W., 1999. The Effects of Low-Copper Diets with or Without Supplemental Molybdenum on Specific Immune Responses of Stressed Cattle. *J. Anim. Sci.* 77: 230–237.
253. Suttle N.F., 1994. Meeting the copper requirements of ruminants. In: Garnsworthy P.C., Cole D.J.A. (eds) *Recent Advances in Animal Nutrition*. Nottingham University Press, Nottingham, pp. 173–188. In: Underwood E.J., Suttle N.F., 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3rd Edition, pp. 624.
254. Suttle N.F., Mills C.F., 1966. Studies on the toxicity of copper to pigs. The effects of oral supplements of zinc and iron salts on the development of copper toxicosis. *Brit. J. Nutr.* 20, 135–148. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń. *Medycyna Wet.* 60 (12).
255. Sviatko P., Chandogova E., Federic F., Hiscakova M., 1992. Modification of microelement nutrition of dairy cows and its relation to production and reproduction. 12. Arbeitstagung. Jena (Germany). 10–11 Dec 1992.

256. Swenson C., Johnson B., [s.a.]. Adequate Trace Mineral Levels Important For Reproductive Performance. Zinpro Corporation, Eden Prairie, Minn.
257. Świątkiewicz S., Koreleski J., Telk L., 2001. Wpływ poziomu i źródła cynku na wyniki produkcyjne i bioprzyswajalność Zn u kurcząt brojlerów w starterowym okresie odchowu. *Rocz. Nauk. Zoot.*, T. 28, z. 1: 155–173.
258. Świetlikowska U., Kożuchowska K.B., Świetlikowski P., Czarnowska K., 1994. Zawartość Ca, Mg, K, Na, P, Fe, Mn, Zn, Cu w paszach wybranych gospodarstw indywidualnych na terenie gminy stanin w województwie siedleckim. *Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Konferencja naukowa, 8–9 IX 1994. Poznań, Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Poznaniu*, 167–172. ISBN 83-86363-28-2.
259. Swinkels J.W.G.M., Kornegay E.T., Zhou W., Lindemann M.D., Webb K.E., Vertegen Jr. M.W.A., 1996. Effectiveness of zinc amino acid chelate and zinc sulfate in restoring serum and soft tissue zinc concentrations when fed zinc-depleted pigs. *J. Anim. Sci.* 74, 2420–2430. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. *Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń. Medycyna Wet.* 60 (12).
260. Szczepanik M., Wilkołek P., 2004. Selected parameters of nonspecific immunity in cattle suffering from trychophytosis at different levels of zinc in their serum (in Polish). *Med. Wet.* 60 (11), 1233–1235.
261. Šimek M., Illek J., Šustala M., Zemanová D., Vrzalová D., 2000. Minerální výživa skotu ve vztahu ke zdraví a kvalitě produkce. Aktuální problémy šlechtění, chovu, zdraví a produkce skotu (Sborník přednášek 8. mezinárodní konference). České Budějovice, Scientific Pedagogical Publishing, 116–119.
262. Šimek M., Mikyska F., Šeda J., Zeman L., 2002. Nové poznatky v oblasti potřeb minerálních látek u skotu. *Krmivářství 2/2002*, VI. ročník (Mezinárodní odborný časopis zaměřený na výživu zvířat a veterinární medicínu). Vydavatelství Ing. Martin Sedláček, str. 38–39.
263. Šimek, Poul, Vojtíšek, 1995. In: Šiške V., 1997. *Biotechnological approaches in nutrition of cattle (in Czech). Current problems of breeding, health, growth and production of cattle (Collection of theses and lectures from international conference)*. Scientific Pedagogical Publishing, České Budějovice, 1. ed., pp. 410, 240–242.

264. Šimek M. *et al.*, 2001. Organické zdroje minerálních látek a zatížení životního prostředí (zemědělské informace 22/2001). Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 40 s.
265. Šiške V., 1997. Biotechnologické přístupy ve výživě skotu. Aktuální problémy šlechtění, zdraví, růstu a produkce skotu (Sborník tezí a přednášek z mezinárodní konference). České Budějovice, Scientific Pedagogical Publishing, 1. vyd., 410 s., str. 240–242.
266. Šrámek J. *et al.* (chov skotu), Plocek F. *et al.* (chov prasat), 1973. Rukověť zootechnika. Praha, SZN, 1. vyd., 388 s.
267. Tapiero H., Tew K.D., 2003. Trace elements in human physiology and pathology: zinc and metallothioneins. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 57, 399–411.
268. Tomicki Z., 1986. Investigation on the concentration of zinc in blood, milk and urine of dairy cattle in relationship to the supply with forage of zinc as well copper and iron. 5. Spurenelementsymposium B, Cl, Co, Cu, F, Fe, Mn, Se, Zn. Jena, Fridrich-Schiller-Universität Jena, 494–501.
269. Torre M.H., Viera I., Facchin G., Kremer E., Baran E.J., Porochin T., DiDonato V., Irigoyen C., Irigoyen J., Saldanha S., Bussi J., Ohanian M., Fuentes J., 2005. Incidence of hypocupraemia in cattle in northern Uruguay and its alleviation with an injected Cu–Phenylalanine complex. *Livestock Production Science* 95: 49–56.
270. Trávníček J., Kursá J., Kroupová V., Illek J., Švehla J., 2004. Mléko jako zdroj zinku a selenu. Brno, Výzkumný ústav veterinárního lékařství, 20 s.
271. Tucker H.F., Salmon W.D., 1955. Parakeratosis or zinc deficiency disease in the pig, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 1955, 88, 613–616. In: Grela E.R., Pastuszak J., 2004. Żywieniowe i profilaktyczne znaczenie cynku w chowie świń. *Medycyna Wet.* 60 (12).
272. Uchida K., Mandebvu P., Ballard C.S., Sniffen C.J., Carter M.P., 2001. 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.
273. Underwood E.J., 1977. Trace elements in human and animal nutrition. New York; Academic Press: 345. In: Illek J., Matějčík M., Bečvář O., 1999. Karence mědi u skotu. *Veterinářství* 4/99, 143–144.
274. Underwood E.J., Suttle N.F., 1999. Copper, 3rd/ed. CABI Publishing, Wallingford, UK. In: Torre M.H., Viera I., Facchin G., Kremer E., Baran E.J.,

- Porochin T., DiDonato V., Irigoyen C., Irigoyen J., Saldanha S., Bussi J., Ohanian M., Fuentes J., 2005. Incidence of hypocupraemia in cattle in northern Uruguay and its alleviation with an injected Cu–Phenylalanine complex. *Livestock Production Science* 95: 49–56.
275. Underwood E.J., Suttle N.F., 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3rd Edition. Commonwealth Agricultural Bureaux, 4–41. In: Novotný J., Pistl J., Kováč G., 2003. Effects of supplementation of organic-bound trace elements on blood and tissues – micromineral profile and immune parameters of piglets. *Acta Veterinaria (Beograd)*, Vol. 53, No. 1, 11–18.
276. Underwood E.J., Suttle N.F., 2001. *The Mineral Nutrition of Livestock*, 3rd Edition, pp. 624.
277. Van Campen D.R., Mitchell E.A., 1965. *J. Nutr.* 86, 120–124. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
278. Van Ravesteyn A.H., 1944. *Acta Med. Scand.*, 118, 163–183. In: Bencko V., Cikrt M., Lener J., 1995. *Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka*. Praha, Grada Publishing, spol. s r. o., 2. vyd., 288 s.
279. Vann R.C., Holmes F., Maxwell H., Beyer C.G., Denson A., Willard S.T., 2005. Advantages of complex and chelated forms of zinc fed to bulls in a forage-fed bull test. *J. Anim. Sci.* Vol. 83, Suppl. 1/*J. Dairy Sci.* Vol. 88, Suppl. 1.
280. Vrzgula L., Alijev A.A., Barej W., Bartko P., Bouda J., Dvořák R., Garbašanski P. *et al.*, 1982. Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Bratislava, Príroda, 2. ed., pp. 492.
281. Vrzgula L., Alijev A.A., Barej W., Bartko P., Bouda J., Dvořák R., Garbašanski P. *et al.*, 1990. Poruchy látkového metabolismu hospodárskych zvierat a ich prevencia. Bratislava, Príroda, 2. ed., pp. 503.
282. Vrzgula L., Sokol J., 1987. Hodnoty metabolických profilových testov u domácich zvierat a ich interpretácia. Inštitút výchovy a vzdelávania veterinárnych lekárov, Košice.
283. Ward J.D., Spears J.W., Gengelbach G.P., 1995. Differences in copper status and copper metabolism among Angus, Simmental, and Charolais cattle. NAL, USDA, Beltsville, Md. 20705 - USA. *Journal of animal science (USA)*. (Feb 1995). v. 73 (2) p. 570–577.

284. Weedekind K.J., Hortin A.E., Baker D.H., 1992. Methodology of assessing zinc bioavailability: Efficacy estimates for zinc methionine, zinc sulphate and zinc oxide methods. *J. Anim. Sci.* 70: 170–187. In: Kinal S., Korniewicz A., Jamroz D., Zieminski R, Slupczynska M., 2005. Dietary effects of zinc, copper and manganese chelates and sulphates on dairy cows. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol. 3 (1): 168–172.
285. Weiss W.P., 2002. Relationship of Mineral and Vitamin Supplementation with Mastitis and Milk Quality. *National Mastitis Council Annual Meeting Proceedings (2002)*, 37–44.
286. Weiss W.P., 2005. Antioxidant nutrients, cow health, and milk quality. *Penn State Dairy Cattle Nutrition Workshop*, 11–18.
287. Whitaker D., 1980. *Brit. Vet. J.*, 136, pp. 214. In: Noakes D.E., Parkinson T.J., England G.C.W., with Foreword by Arthur G.H., 2001. *Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics*. W.B. Saunders, London – Edinburgh – New York – Philadelphia – St Louis – Sydney – Toronto, Eight edition, pp. 868.
288. 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* 1997, 153, 197–204.
289. WHO Chronicle 24, 273, 1970. In: Rosival L., Szokolay A., Bátor V., Görner F., Kaláč J., Mađarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. *Cudzorodé látky v požívatinách*. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnene vydanie, 648 s.
290. Wiczorek J., 2003. Wpływ nadmiernej podaży siarki na metabolizm miedzi i potencjał oksydoredukcyjny u młodego bydła. *Medycyna Weterynaryjna* 59 (4), 331–334. ISSN 0025-8628.
291. Winnicka A., 2002. Wartości referencyjne podstawowych badań laboratoryjnych w weterynarii. Warszawa, Wydawnictwo SGGW, 2002, wydanie II poprawione i uzupełnione, 118 s.
292. Xin Z., Waterman D.F., Hemken R.W., Harmon R.J., 1993. Copper status and requirements during the dry period and early lactation in multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science (USA)*. (Sep 1993). v. 76 (9) p. 2711–2716.
293. Yo B.Y., 1994. Cellular defenses against damage from reactive oxygen species. *Physiol. Rev.* 74, 139–162. In: Markiewicz H., Gehrke M., Malinowski E.,

- Kaczmarowski M., 2005. Evaluating the antioxidant potential in the blood of transition cows (in Polish). *Med. Wet.* 61 (12), 1382–1384.
294. Yu Victor Y.H., 1999. Enteral feeding in the preterm infant. *Early Human Development* 56: 89–115.
295. Yur F., Bildik A., Belge F., Kiliçalp D., 2002. Serum, Plasma and Erythrocyte Zinc Levels in Various Animal Species. *YYÜ Vet. Fak. Derg.* 13 (1–2): 82–83.
296. Zamfir C.L., Zamfir M., Lupusoru C., Indrei A., Stan C.I., Raileanu C., 2006. Considerations regarding the impact of a prolonged zinc sulphate administration on the hepatic ractivity in rats. *Macro and Trace Elements. Agricultural, Biological, Environmental, Nutritional and Medical Importance of Macro, Trace and Ultra Trace Elements.* 23. Workshop. Jena, Main Building of the Friedrich Schiller University, 538–542.
297. Zeman L., Šimeček K., Krása A., Šimek M., Lossman J., Třináctý J., Rudolfová Š., *et al.*, 1995. Katalog krmiv (Tabulky výživné hodnoty krmiv). Pohořelice, VÚVZ. Česká akademie zemědělských věd, Komise výživy hospodářských zvířat, 1. vyd., 465 s. ISBN 80-901598-3-4.
298. Zimmerman A.W., Hambridge K.M., Lepow M.L., Greenberg R.D., Stover M.L., Casey C.E., 1982. Acrodermatitis in breast-fed premature infants: evidence for a defect of mammary zinc secretion. *Pediatrics* 69, 176–83. In: Yu Victor Y.H., 1999. Enteral feeding in the preterm infant. *Early Human Development* 56, 89–115.
299. Zoetman B.G.J., Brinkmann F.J.J., 1975. Proceedings of a Colloquium, Commission Eur. Communities, Luxembourg. In: Rosival L., Szokolay A., Bátora V., Görner F., Kaláč J., Maďarič A., Malkus Z. *et al.*, 1983. Cudzorodé látky v požívatinách. Martin, Osveta, n.p., 2., prepracované a doplnene vydanie, 648 s.
300. Zurera-Cosano G., Moreno-Rojas R., Amaro-López M., 1994. Effect of processing on contents and relationships of mineral elements of milk. *Food Chem.*, 51, 75–78. In: Sikirić M., Brajenović N., Pavlović I., Havranek J.L., Plavljanović N., 2003. Determination of metals in cow's milk by flame atomic absorption spectrophotometry. *Czech J. Anim. Sci.*, 48 (11), 481–486.

Další použité materiály a informace:

301. Databáze ÚKZUZ - Registr kontaminovaných ploch.
302. Karaszewska A., Wagner J., Reklewska, B.: Mlekostat M i Mlekostat CC konserwanty próbek mleka przeznaczonych do oceny jakości mikrobiologicznej i fizykochemicznej. Warszawa, SGGW, Wydział Zootechniczny, Katedra Hodowli Bydła i produkcji Mleka, Brwinów, [s.a.].
303. Ročenka ČMSCH, 2005. [S.l. : s.n.]. Dostupný z WWW:
<<http://www.cmsch.cz/docs/ročenka.pdf>>
304. Sestavy „Přehled o inseminaci a zabřezávání“, ČMSCH, a.s., Hradištko pod Medníkem.
305. Pechová A., Vávrová J.: Zinek. [S.l. : s.n. : s.a.]. Dostupný z WWW:
<<http://www.mzcr.cz/data/c764/lib/ajbgc.htm>>